



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ  
(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ)**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ο ρόλος της αερόβιας άσκησης και της άσκησης με  
αντίσταση στην αρτηριακή υπέρταση»**



[www.picsearch.com](http://www.picsearch.com)

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ: ΜΠΑΛΛΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ  
ΠΑΓΑΝΙΑ ΕΛΕΝΗ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

**Αίγιο, 2012**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θερμές ευχαριστίες εκφράζουμε στην επιβλέπων καθηγήτρια μας κα Βασιλειάδη Κωνσταντίνα, για την αμέριστη βοήθεια που μας παρείχε κατά την διάρκεια συγγραφής αυτής της εργασίας.

Μπάλλα Παναγιώτα  
Παγανιά Ελένη

### **Ευχαριστώ πολύ**

- τον άντρα μου για την υπομονή και την στήριξή του.
- τον 18 μηνών γιό μου για τον χρόνο που του στέρησα.
- τους γονείς μου για όσα μου έχουν προσφέρει.

Μπάλλα Παναγιώτα

### **Αφιερώνω αυτή την εργασία**

- Στον Βασίλη όπου έφυγε πολύ γρήγορα από κοντά μας.
- Στους τρεις υπέροχους αδερφούς μου όπου είναι το άλλο μου μισό και είναι πάντα κοντά μου όταν τους χρειάζομαι.

Παγανιά Ελένη

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	v
Πρόλογος.....	1
Κατάλογος εικόνων.....	2
Κατάλογος πινάκων.....	2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

1.1 Ο ρόλος του κυκλοφορικού συστήματος.....	3
1.2 Η ανατομία της καρδιάς.....	4
1.3 Κοιλότητες της καρδιάς.....	5
1.3.1 Οι κόλποι.....	6
1.3.2 Κοιλίες.....	6
1.4 Η λειτουργία των καρδιακών βαλβίδων.....	7
1.5 Στεφανιαία αγγεία.....	8
1.6 Φυσιολογία της καρδιάς.....	9

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

2.1 Αρτηριακή πίεση.....	11
2.2 Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.....	11
2.3 Περιπατητική αυτόματη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.....	12
2.4.Μεση αρτηριακή πίεση –Διαφορική πίεση.....	13
2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την αρτηριακή πίεση.....	13
2.6 Διάγνωση της υπέρτασης.....	14
2.7 Η επιδημιολογία και η σημασία της υπέρτασης.....	15
2.8 Παθογένεια.....	15
2.9 Αίτια της υπέρτασης.....	16
2.10 Θεραπεία της υπέρτασης.....	16
2.10.1 Φαρμακευτική αγωγή.....	16
2.10.2 Υγιεινοδιαιτητική αγωγή.....	17
2.10.3Χειρουργική θεραπεία και αγγειοπλαστική.....	17

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

3.1 Αερόβια άσκηση.....	18
3.2 Αερόβια άσκηση και καρδιαγγειακές παράμετροι.....	18
3.1.1 Καρδιακή συχνότητα.....	18
3.1.2 Όγκος παλμού.....	19
3.1.3 Καρδιακή παροχή.....	19
3.2 Στατική άσκηση.....	19

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

4.1 Άσκηση και αρτηριακή πίεση.....	21
4.2 Παχυσαρκία και αρτηριακή πίεση.....	31
4.3 Ιδιοπαθή υπέρταση και άσκηση.....	33
4.4 Αρτηριακή πίεση και αντιυπερτασική αγωγή.....	36
4.5 Αρτηριακή πίεση και αιμοδυναμικές μεταβολές.....	38
4.6 Αρτηριακή πίεση και δυσκαμψία.....	39
4.7 Αρτηριακή πίεση και αγγειακή λειτουργία.....	41
Συμπεράσματα.....	42
Βιβλιογραφία-Αρθρογραφία.....	45

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όλες οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες θεραπείας της αρτηριακής υπέρτασης δίνουν έμφαση στο ρόλο των μη φαρμακολογικών παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένης και της φυσικής δραστηριότητας. Έτσι, η φυσική δραστηριότητα και πιο συγκεκριμένα η αερόβια άσκηση αλλά και η άσκηση με αντίσταση, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στην μείωση της αρτηριακής πίεσης.

Η ακόλουθη πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο να αναλύσει το ρόλο της αερόβιας άσκησης και της άσκησης με αντίσταση στην αρτηριακή πίεση. Πιο συγκεκριμένα, επιχειρείται μία περιγραφή της ανατομίας και φυσιολογίας του καρδιαγγειακού συστήματος, στη συνέχεια αναφέρονται ο ορισμός της αρτηριακής πίεσης, οι παράγοντες που την επηρεάζουν, τα επιδημιολογικά στοιχεία, η παθογένεια, τα αίτια καθώς και η θεραπεία της.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η κύρια λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος κατά την άσκηση, όπως και οι επιπτώσεις που επιφέρει τόσο η αερόβια άσκηση όσο και η άσκηση με αντίσταση. Στη συνέχεια δίνεται βάση στις ευεργετικές επιδράσεις της συστηματικής άσκησης στον ανθρώπινο οργανισμό για την πρόληψη, τη βελτίωση και την προαγωγή της σωματικής και ψυχικής υγείας καθώς και για την καθυστέρηση της εμφάνισης διάφορων ασθενειών. Οι ευεργετικές επιδράσεις έχουν τεκμηριωθεί τις τελευταίες δεκαετίες επιστημονικά και περιλαμβάνουν μεταβολικές και φυσιολογικές προσαρμογές, τόσο σε κυτταρικό επίπεδο όσο και σε συστηματικό επίπεδο, όπως στο καρδιαγγειακό, στο μυϊκό, στο νευρικό σύστημα και αλλού.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αρτηριακή υπέρταση είναι μια πολύ διαδεδομένη ασθένεια του καρδιαγγειακού συστήματος, η οποία είναι προδιαθεσιακός παράγοντας κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας και αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας στις ανεπτυγμένες χώρες. Αν και ασυμπτωματική ανιχνεύεται εύκολα και συνήθως εύκολα αντιμετωπίζεται, οδηγεί όμως σε σοβαρές επιπλοκές αν αφεθεί χωρίς αγωγή.

Η αρτηριακή πίεση προοδευτικά αυξάνει με την ηλικία. Μπορεί να επηρεαστεί κατά το διάστημα του 24ώρου από διάφορους παράγοντες, όπως συγκινήσεις, πόνο, θερμοκρασία περιβάλλοντος, βήχα, γεύματα.

Αποδεδειγμένα η άσκηση είναι ένας από τους πρωταρχικούς παράγοντες που συμμετέχει στην πρόληψη καρδιαγγειακών προβλημάτων μιας και ενισχύει τη σωστή λειτουργία ολόκληρου του καρδιαγγειακού συστήματος. Η τακτική σωματική άσκηση μειώνει την αρτηριακή πίεση τόσο αποτελεσματικά όσο και ορισμένα φάρμακα. Με την σωματική άσκηση διευκολύνεται η συνεργασία καρδιάς και περιφερικών μυών, επέρχεται διαστολή των αρτηριών και έτσι η καρδιά μπορεί να αντλεί το απαιτούμενο αίμα καταβάλλοντας μικρότερη προσπάθεια με συνέπεια να ασκείται μικρότερη πίεση στις αρτηρίες.

Η πτυχιακή αυτή εργασία αναφέρεται στην καρδιά του ανθρώπινου συστήματος καθώς και πως αυτή αλλάζει σε όγκο, δύναμη και λειτουργία με την άσκηση, η οποία παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην καλή διεξαγωγή της υγείας του ανθρώπου. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθεί κατά πόσο η σωματική δραστηριότητα είναι σύμμαχος των ανθρώπων στην αντιμετώπιση της αρτηριακής πίεσης.

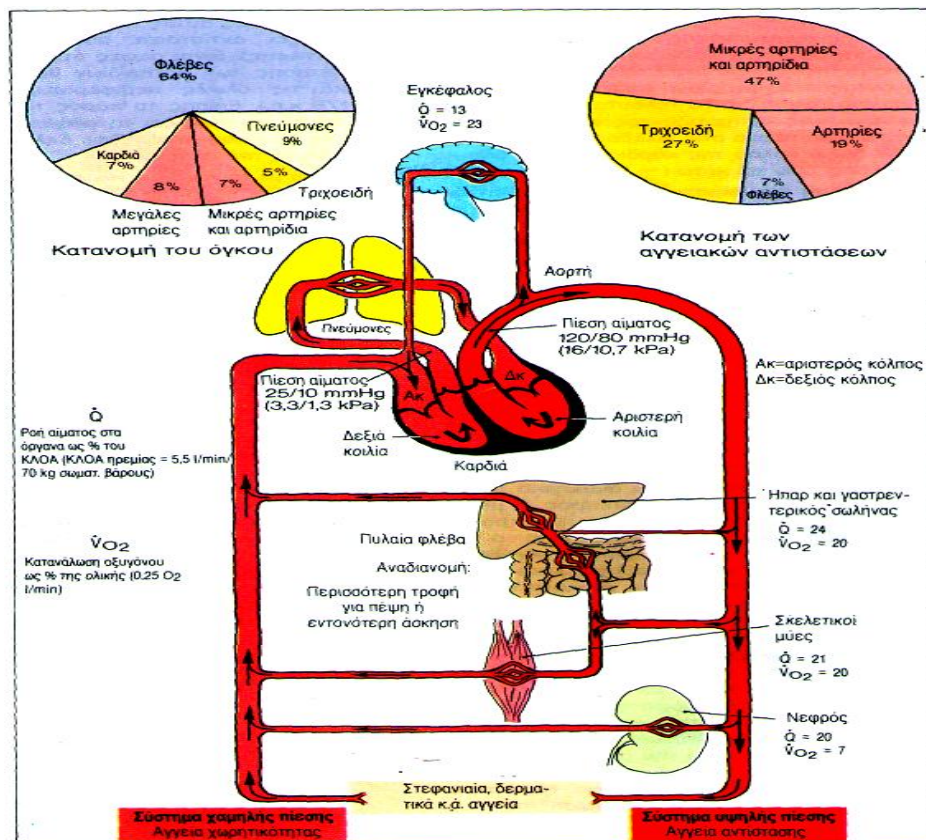
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ			
	ΤΙΤΛΟΙ ΕΙΚΟΝΩΝ	Κεφ.	Σελ.
1.	Εικ.1.1. Καρδιαγγειακό σύστημα	1	8
2.	Εικ.1.2. Η θέση της καρδιάς	1	9
3.	Εικ.1.3. Οι κοιλότητες της καρδιάς	1	10
4.	Εικ.1.4. Η κυκλοφορία της καρδιάς	1	11
5.	Εικ.1.5. Οι βαλβίδες της καρδιάς	1	12
6.	Εικ.1.6. Στεφανιαίες αρτηρίες	1	14
7.	Εικ.1.7. Καρδιακός κύκλος	1	15
8.	Εικ.2.1. Διάμετρος αγγείων	2	16
9.	Εικ.2.2. Μέτρηση αρτηριακής πίεσης	2	17
10.	Εικ.3.1. Άσκηση με αντίσταση	3	25

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ			
	ΤΙΤΛΟΙ ΠΙΝΑΚΩΝ	Κεφ.	Σελ.
1.	Πιν.2.1. Διαβάθμιση της αρτηριακής πίεσης σε άτομα ηλικίας άνω των 18 ετών.	2	19
2.	Πιν.4.1. Διαφορές της αρτηριακής πίεσης μετά από άσκηση και κατά την διάρκεια διδασκαλίας	4	33
3.	Πιν.4.2. Οι διαφορές στην αρτηριακή πίεση πριν και μετά το πρόγραμμα άσκησης με αντίσταση και το πρόγραμμα άσκησης με αερόβια	4	45

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

## 1.1.Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

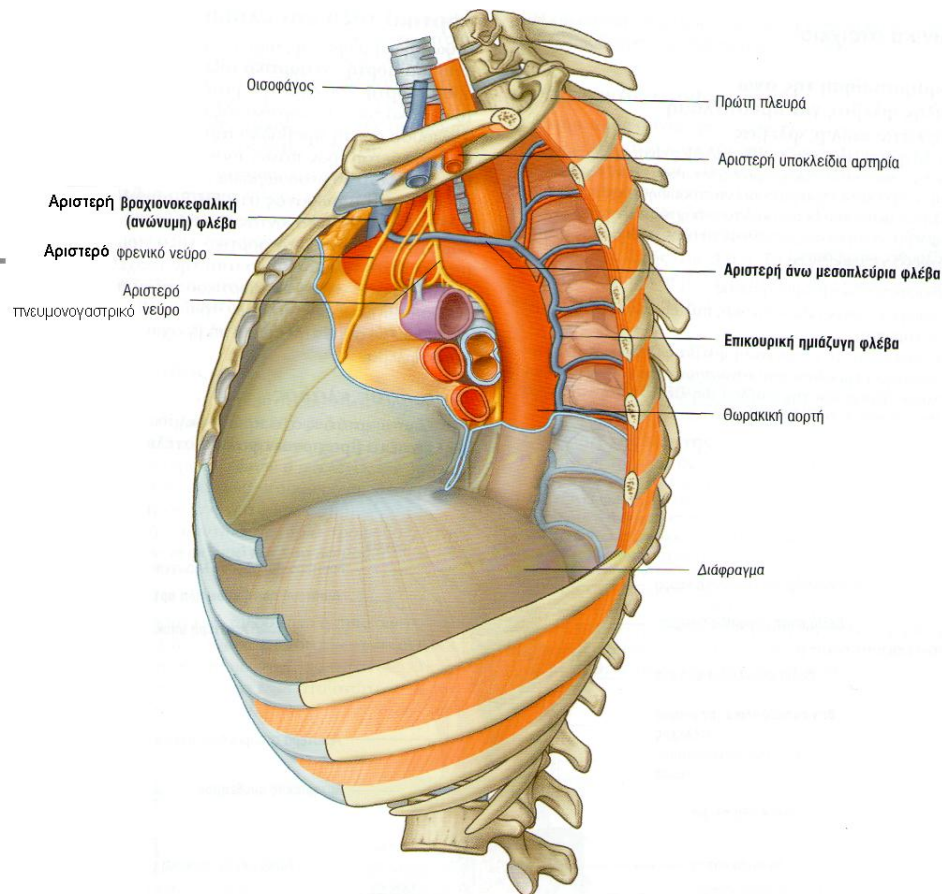
Το κυκλοφορικό σύστημα αποτελείται από την καρδιά, τα αιμοφόρα αγγεία και το αίμα. Επιτελεί τρεις βασικές λειτουργίες όπως: α) την μεταφορά του οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς και την παραλαβή του διοξειδίου του άνθρακα το οποίο φθάνει στους πνεύμονες για την απομάκρυνση, β) την μεταφορά θρεπτικών υλικών σε όλους τους ιστούς για την θρέψη και την διατήρηση του μεταβολισμού των κυττάρων καθώς και γ) την παραλαβή των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού των κυττάρων αλλά και μερικών χρήσιμων προϊόντων (όπως για παράδειγμα οι ορμόνες) και την μεταφορά αυτών στα κατάλληλα όργανα για την διάσπαση και την απέκκριση. Μερικά από τα προϊόντα αυτά μεταφέρονται στους νεφρούς και απεκκρίνονται με τα ούρα. Άλλα μεταφέρονται στο ήπαρ, διασπώνται και είτε εκκρίνονται στη χολή και αποβάλλονται με τα κόπρανα ή υφίστανται μεταλλαγή και επιστρέφουν με την κυκλοφορία στους νεφρούς για απέκκριση (Ακύρου, 1998) (εικ. 1.1).



Εικόνα.1.1. Το καρδιαγγειακό σύστημα (προσαρμοσμένη από Despopoulos, 2001)

## 1.2. Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Η καρδιά είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο πυραμοειδούς σχήματος και βρίσκεται στο μεσοπνευμόνιο χώρο μέσα στο περικάρδιο. Η βάση της συνδέεται με τα μεγάλα αγγεία ενώ κατά τη λοιπή έκτασή της είναι ελεύθερη μέσα στο περικάρδιο. Εμφανίζει τρεις επιφάνειες την στερνοπλευρική (πρόσθια), την διαφραγματική (κάτω) και την βασική (οπίσθια). Έχει επίσης μια κορυφή η οποία στρέφεται προς τα κάτω και αριστερά (Snell, 1992) (εικ. 1.2).



**Εικόνα 1.2.** Η θέση της καρδιάς (προσαρμοσμένη από Richard, 2007)

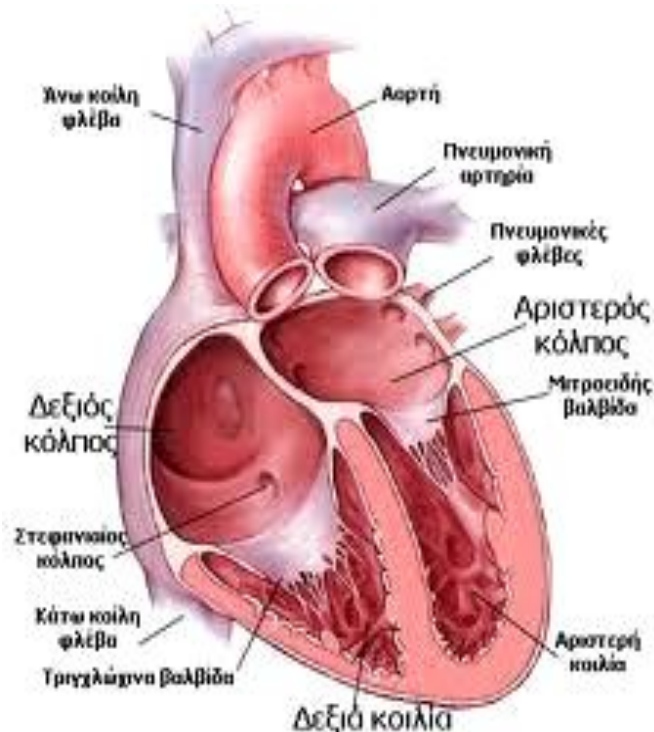
**Η στερνοπλευρική** επιφάνεια σχηματίζεται κυρίως από τον δεξιό κόλπο και την δεξιά κοιλία που χωρίζονται μεταξύ τους με μια κάθετη αύλακα την κολποκοιλιακή ή στεφανιαία αύλακα. Το δεξιό χείλος της καρδιάς σχηματίζεται από τον δεξιό κόλπο και το αριστερό χείλος από την αριστερή κοιλία και μέρος του αριστερού ωτίου. Η δεξιά κοιλία χωρίζεται από την αριστερή κοιλία με την πρόσθια μεσοκοιλιακή αύλακα. **Η διαφραγματική** επιφάνεια της καρδιάς σχηματίζεται κυρίως από την δεξιά και την αριστερή κοιλία, που χωρίζονται με την οπίσθια μεσοκοιλιακή αύλακα. Η κάτω επιφάνεια του δεξιού κόλπου στην οποία εκβάλει η

κάτω κοίλη φλέβα, συμμετέχει επίσης στο σχηματισμό της διαφραγματικής επιφάνειας (Snell, 1992).

**Η βάση της καρδιάς** σχηματίζεται κυρίως από τον αριστερό κόλπο στον οποίο εκβάλλουν οι τέσσερις πνευμονικές φλέβες. Ο δεξιός κόλπος συμβάλει επίσης σε μικρότερο βαθμό, στον σχηματισμό της επιφάνειας αυτής. **Η κορυφή της καρδιάς** σχηματίζεται από την αριστερή κοιλία και κατευθύνεται προς τα κάτω, εμπρός και αριστερά. Βρίσκεται στο ύψος του 5<sup>ου</sup> αριστερού μεσοπλεύριου διαστήματος 9 εκατοστών από τη μέση γραμμή. Η ώση της κορυφής της καρδιάς είναι συνήθως ορατή στην περιοχή της κορυφής της καρδιάς και μπορεί να ψηλαφηθεί (Snell, 1992).

### 1.3.ΚΟΙΛΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

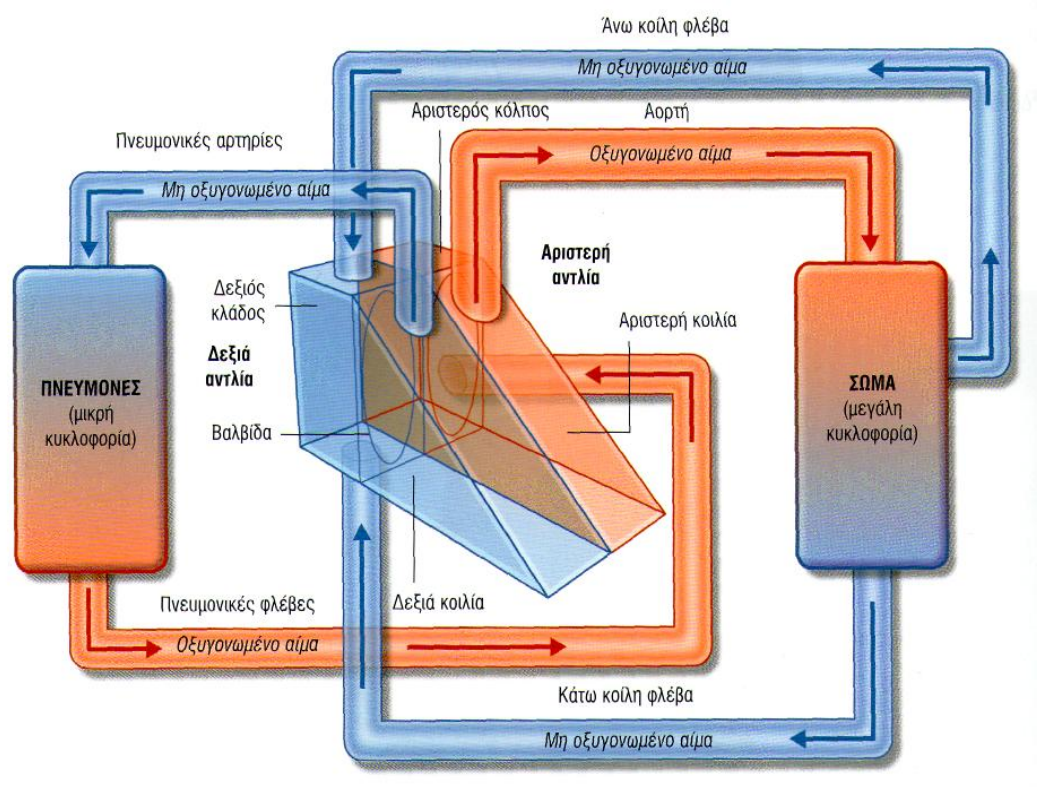
Η καρδιά υποδιαιρείται σε τέσσερις κοιλότητες: τον δεξιό και αριστερό κόλπο και την δεξιά και αριστερή κοιλία. Ο δεξιός κόλπος βρίσκεται μπροστά από τον αριστερό κόλπο και η δεξιά κοιλία μπροστά από την αριστερή κοιλία. Τα τοιχώματα της καρδιάς αποτελούνται από τον καρδιακό μυ, το μυοκάρδιο, το οποίο εξωτερικά καλύπτεται από το επικάρδιο και εσωτερικά από το ενδοκάρδιο (Snell, 1992) (εικ. 1.3).



**Εικόνα.1.3.**Οι κοιλότητες της καρδιάς (προσαρμοσμένη από [www.incardiology.gr](http://www.incardiology.gr))

### 1.3.1. ΟΙ ΚΟΛΠΟΙ

Ο **δεξιός κόλπος** επικοινωνεί με την δεξιά κοιλία με το δεξιό κολποκοιλιακό στόμιο. Δέχεται φλεβικό αίμα από την άνω και κάτω κοίλη φλέβα και από το στεφανιαίο κόλπο, το οποίο επανέρχεται στην καρδιά από τη μεγάλη κυκλοφορία. Ο **αριστερός κόλπος** επικοινωνεί με την αριστερή κοιλία με το αριστερό κολποκοιλιακό στόμιο. Δέχεται αρτηριακό αίμα από τους πνεύμονες, το οποίο διέρχεται προηγουμένως από τα τριχοειδή των κυψελίδων των πνευμόνων, οξυγονώνεται και κατόπιν επιστρέφει στην καρδιά με τις τέσσερις πνευμονικές φλέβες (Ακύρου,1998) (εικ. 1.4).



**Εικόνα.1.4.** Η κυκλοφορία της καρδιάς (προσαρμοσμένη από Richard, 2007)

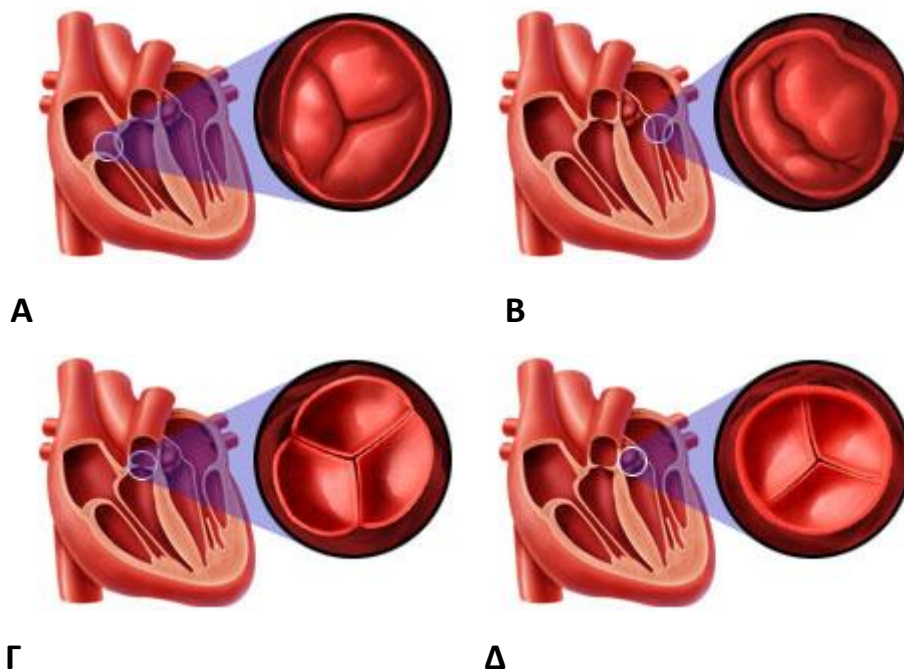
### 1.3.2. ΚΟΙΛΙΕΣ

Οι κοιλίες χωρίζονται με το μεσοκοιλιακό διάφραγμα και δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Η εσωτερική επιφάνεια του τοιχώματος των κοιλιών εμφανίζει πολλαπλές μυϊκές δοκίδες, ποικίλου σχήματος και μεγέθους από τις οποίες οι πιο αναπτυγμένες είναι οι θηλοειδείς μύες. Από την κορυφή των θηλοειδών μυών ξεκινούν λεπτοί τενοντίσκοι ή τενόντιες χορδές και προσφύονται στα χείλη των στομιών των κολποκοιλιακών βαλβίδων. Στην είσοδο των κοιλιών υπάρχουν οι κολποκοιλιακές βαλβίδες, η τριγλώχινα βαλβίδα δεξιά

και η διγλώχινα ή μιτροειδή βαλβίδα αριστερά. Στις δύο εξόδους του αίματος από την καρδιά υπάρχουν οι μηνοειδείς ή σιγμοειδείς βαλβίδες, η βαλβίδα της πνευμονικής αρτηρίας ανάμεσα στην δεξιά κοιλία και την πνευμονική αρτηρία και η βαλβίδα της αορτής ανάμεσα στην αριστερή κοιλία και την αορτή (Ακύρου,1998).

#### 1.4. Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΚΩΝ ΒΑΛΒΙΔΩΝ

Οι **κολποκοιλιακές βαλβίδες** (δηλαδή η τριγλώχινα και η μιτροειδής) εμποδίζουν την παλινδρόμηση του αίματος από τις κοιλίες προς τους κόλπους κατά την διάρκεια της συστολής ενώ οι μηνοειδείς βαλβίδες (δηλαδή η αορτική και η πνευμονική) εμποδίζουν την παλινδρόμηση του αίματος από την αορτή και τις πνευμονικές αρτηρίες προς τις κοιλίες κατά την διάρκεια της διαστολής. Οι βαλβίδες κλείνουν και ανοίγουν παθητικά, δηλαδή κλείνουν όταν κάποια κλίση πίεσης με κατεύθυνση προς τα πίσω εξωθεί το αίμα προς τα πίσω και ανοίγουν όταν μια κλίση πίεσης με κατεύθυνση προς τα εμπρός προκαλεί προώθηση του αίματος. Για ανατομικούς λόγους, οι λεπτές μεμβρανώδεις κολποκοιλιακές βαλβίδες δεν χρειάζονται σχεδόν καθόλου ροή αίματος προς τα πίσω για να κλείσουν ενώ οι πολύ ισχυρότερες μηνοειδείς βαλβίδες απαιτούν ισχυρή ροή προς τα πίσω για διάστημα λίγων msec (Guyton, 1998) (εικ. 1.5).



**Εικόνα.1.5.**Οι βαλβίδες της καρδιάς α) τριγλώχινη β) διγλώχινη ή μιτροειδής γ) πνευμονική δ) αορτική (προσαρμοσμένη από [www.incardiology.gr](http://www.incardiology.gr))

Οι θηλοειδείς μύες προσφύονται στις γλωχίνες των κολποκοιλιακών βαλβίδων με τις τενόντιες χορδές και συστέλλονται όταν συστέλλονται τα τοιχώματα των κοιλιών αλλά δεν βοηθούν στην σύγκλειση των βαλβίδων. Επίσης, έλκουν τις γλωχίνες των βαλβίδων προς τις κοιλίες για να εμποδίσουν την μεγάλη πρόπτωσή τους ,προς τους κόλπους κατά την συστολή των κοιλιών (Guyton, 1998).

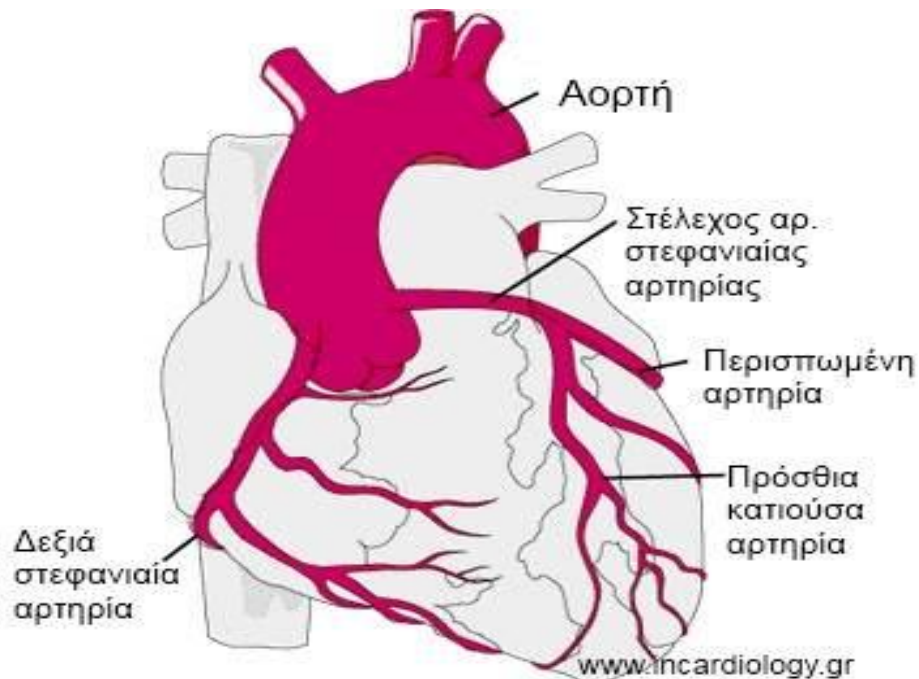
Η λειτουργία της αορτικής και της πνευμονικής βαλβίδας διαφέρει από την λειτουργία των κολποκοιλιακών βαλβίδων. Πρώτον, οι μεγάλες πιέσεις που αναπτύσσονται στις αρτηρίες κατά το τέλος της συστολής ωθούν τις μηννοειδείς βαλβίδες να επανέλθουν στην θέση σύγκλεισης απότομα σε σύγκριση με την ηπιότερη σύγκλειση των κολποκοιλιακών. Δεύτερον, επειδή έχουν μικρότερα στόμια η ταχύτητα της εξώθησης του αίματος μέσα από την αορτική και την πνευμονική βαλβίδα είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα εξώθησης των κολποκοιλιακών βαλβίδων (Guyton, 1998).

## **1.5. ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΑΓΓΕΙΑ**

Η καρδιά αιματώνεται από τις δύο στεφανιαίες αρτηρίες, την δεξιά στεφανιαία αρτηρία και την αριστερή στεφανιαία αρτηρία οι οποίες εκφύονται πάνω από την αορτική βαλβίδα από τους αντίστοιχους κόλπους του Valsava. Η δεξιά στεφανιαία αρτηρία πορεύεται κατά μήκος της δεξιάς κολποκοιλιακής αύλακας, δίνει τον οπίσθιο κατιόντα κλάδο και κατά την πορεία της αιματώνει το δεξιό κόλπο, τη δεξιά κοιλία καθώς και τον κολποκοιλιακό κόμβο. Επίσης αιματώνει το φλεβόκομβο περίπου στο 90% των περιπτώσεων. Ο οπίσθιος κατιών κλάδος διέρχεται στην κολποκοιλιακή αύλακα, φθάνει στην κορυφή της καρδιάς και αιματώνει τις παρακείμενες περιοχές της δεξιάς και αριστερής κοιλίας. Το στέλεχος της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας πολύ σύντομα χωρίζεται στον πρόσθιο κατιόντα κλάδο, τον περισπώμενο και το διαγώνιο (Άκυρου, 1998).

Ο πρόσθιος κατιών κλάδος πορεύεται προς τα κάτω κατά μήκος στην πρόσθια μεσοκοιλιακή αύλακα και αιματώνει το μεσοκοιλιακό διάφραγμα και την αριστερή κοιλία. Ο περισπώμενος κλάδος ξεκινάει από τον κορμό της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας, πορεύεται προς τα αριστερά πίσω και κάτω κατά μήκος της κολποκοιλιακής αύλακας και κατά την πορεία της αιματώνει τον αριστερό κόλπο, την αριστερή κοιλία και τον φλεβόκομβο, όταν δεν αιματώνεται από την δεξιά στεφανιαία αρτηρία. Το μεσοκοιλιακό διάφραγμα εμπρός αιματώνεται από την πρόσθια κατιούσα αρτηρία και πίσω από την οπίσθια. Ο διαγώνιος κλάδος τροφοδοτεί το ελεύθερο τμήμα της αριστερής κοιλίας. Η

αιμάτωση του μυοκαρδίου επιτυγχάνεται κατά τη φάση της διαστολής. Η φλεβική επιστροφή γίνεται με τον στεφανιαίο κόλπο και μικρή ποσότητα αίματος διοχετεύεται με τις πρόσθιες καρδιακές φλέβες ,απευθείας στον δεξιό κόλπο (Ακύρου ,1998) (εικ.1.6).

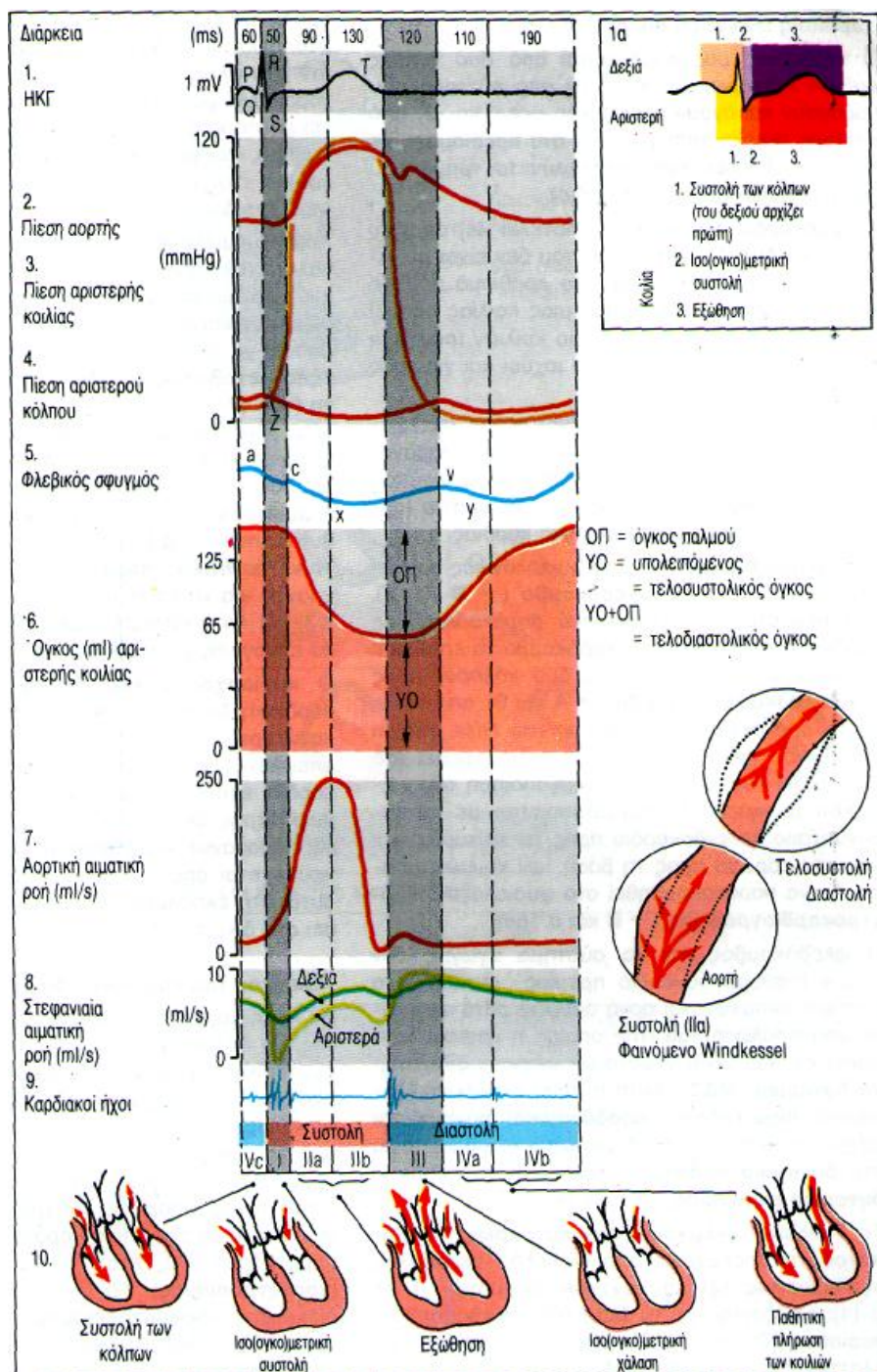


**Εικόνα.1.6.** Οι στεφανιαίες αρτηρίες (προσαρμοσμένη από [www.incardiology.gr](http://www.incardiology.gr).)

## 1.6. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Κατά την ηρεμία η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας είναι περίπου 70 παλμοί ανά λεπτό. Αυτό σημαίνει ότι οι τέσσερις φάσεις λειτουργίας της καρδιάς ολοκληρώνονται σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο. Οι φάσεις αυτές είναι α) η φάση **σύσπασης**, β) η φάση **εξώθησης**, γ) η φάση της **συστολής και χάλασης** και δ) η φάση **πλήρωσης της διαστολής** (Despoulos, 2001) (εικ.1.7).

Η καρδιά σε κάθε συστολή εξωθεί τόσο προς την αορτή όσο και προς την πνευμονική αρτηρία ένα ορισμένο όγκο αίματος ο οποίος σε κατάσταση ηρεμίας υπολογίζεται σε 60-70 κυβικά εκατοστά αίματος και καλείται όγκος παλμού. Ο όγκος παλμού εξαρτάται από την πλήρωση των κοιλιών και την ένταση της συστολής. Το ποσό του αίματος που εξωθείται από κάθε κοιλία σε ένα λεπτό καλείται κατά λεπτό όγκος αίματος ή αλλιώς καρδιακή παροχή και αποτελεί το γινόμενο του όγκου παλμού επί της καρδιακής συχνότητας ανά λεπτό ( $KΠ=ΟΠ \times ΚΣ$ ) (Ακύρου,1998).



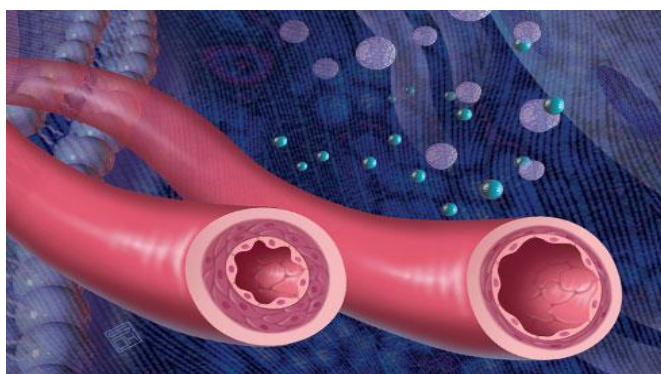
**Εικόνα.1.7.** Ο καρδιακός κύκλος (προσαρμοσμένη από Desporoulos, 2001)

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ

### 2.1. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ

**Αρτηριακή πίεση** είναι η δύναμη που ασκεί το αίμα στα αρτηριακά τοιχώματα και διακρίνεται σε συστολική και διαστολική. **Συστολική** είναι η μέγιστη πίεση που παρατηρείται κατά την κοιλιακή εξώθηση του αίματος ενώ **διαστολική** είναι η ελάχιστη πίεση λίγο πριν αρχίσει η κοιλιακή εξώθηση του αίματος (Κλεισούρας, 2004).

Η φυσιολογική ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης εξαρτάται από τον όγκο του αίματος, την ελαστικότητα των αγγείων, τη γλοιότητα του αίματος (εξαρτάται κυρίως από την τιμή του αιματοκρίτη), τη διάμετρο των αγγείων και την ελαστικότητα του καρδιακού μυ (Γκουργκούλη, 1999) (εικ.2.1).



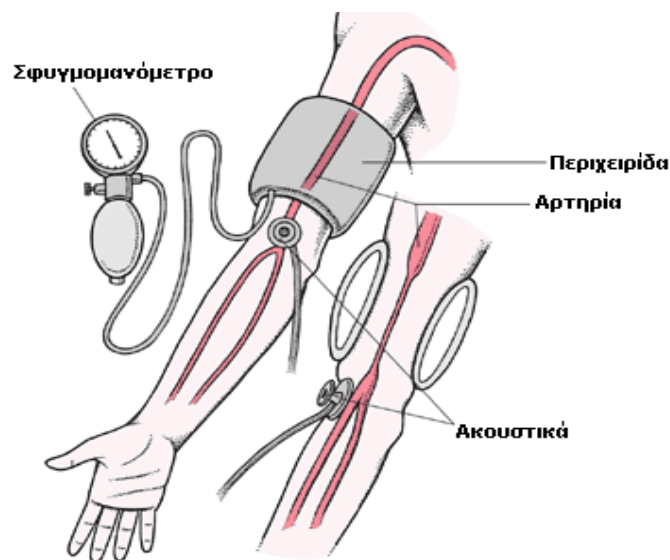
**Εικόνα.2.1.** Διάμετρος αγγείων (προσαρμοσμένη από [www.mykentuckyheart.com](http://www.mykentuckyheart.com))

### 2.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Για την μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, αυξάνεται αργά και προοδευτικά η πίεση στον αεροθάλαμο του μανομέτρου μέχρι να διακοπεί η ροή αίματος στην υπό μέτρηση αρτηρία. Κατόπιν αρχίζει η βαθμιαία ελάττωση της πίεσης στον αεροθάλαμο ενώ με το στηθοσκόπιο 2-3 εκατοστά πάνω από τον αγκωνιαίο βόθρο στην πορεία της βραχιόνιας αρτηρίας ελέγχεται η στιγμή που θα αρχίσει να ρέει αίμα στην αρτηρία. Την στιγμή αυτή που αναγγέλλεται από την ακρόαση διαδοχικών αρτηριακών τόνων, το μανόμετρο δείχνει την συστολική ή μέγιστη αρτηριακή πίεση. Συνεχίζεται η προοδευτική ελάττωση της πίεσης και ελέγχεται η στιγμή κατά την οποία οι ακουόμενοι αρτηριακοί τόνοι αιφνιδίως παρουσιάζουν

μείωση της έντασής τους και εξαφανίζονται. Την στιγμή εξαφάνισης της έντασης των αρτηριακών τόνων αρχίζει η ελεύθερη ροή αίματος στην αρτηρία και το μανόμετρο δείχνει την διαστολική ή ελάχιστη αρτηριακή πίεση (Τούτουζας, 1999).

Η αρτηριακή πίεση θα πρέπει να λαμβάνεται αμφοτερόπλευρα διότι ορισμένα άτομα παρουσιάζουν διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο άνω άκρων λόγω κάποιας αρτηριακής ανωμαλίας. Σκόπιμο είναι η πίεση να λαμβάνεται και στην όρθια στάση κυρίως για τους ασθενείς που υποβάλλονται σε διαιτητική και φαρμακευτική αγωγή, στους ηλικιωμένους και κατά τους θερινούς μήνες λόγω του ότι μπορεί να εμφανίζουν μικρότερη αρτηριακή πίεση στην όρθια παρά στην ύπτια ή την καθιστή θέση. Ακριβέστερα η μέτρησή της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιείται με το υδραργυρικό μανόμετρο αλλά και με το ηλεκτρονικό αρκεί να ελέγχεται συχνά για την καλύτερη αξιοπιστία (Τούτουζας, 1999) (εικ. 2.2).



**Εικόνα.2.2.** Μέτρηση αρτηριακής πίεσης (προσαρμοσμένη από [www.incardiology.gr](http://www.incardiology.gr))

### **2.3. ΠΕΡΙΠΑΤΗΤΙΚΗ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Η παρακολούθηση των πιθανών νυκτερινών διακυμάνσεων της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιείται με την χρήση του ηλεκτρονικού φορητού πιεσόμετρου. Υπάρχει ρυθμιστικός μηχανισμός κατά τον οποίο γίνεται αυτόματη μέτρηση για παράδειγμα κάθε 15 λεπτά τις πρώτες ώρες της εγρήγορσης και κάθε 20 λεπτά ή και περισσότερο τις ώρες του ύπνου. Το αποτέλεσμα καταγράφεται σε μαγνητοταινία από την οποία μετά το 24ωρο λαμβάνεται πίνακας των τιμών της συστολικής και της διαστολικής πίεσης. Συνήθως οι

χαμηλότερες τιμές της αρτηριακής πίεσης παρατηρούνται κατά τις νυκτερινές ώρες στην διάρκεια του ύπνου. Τα άτομα στα οποία η νυκτερινή αρτηριακή πίεση δεν μειώνεται σε ποσοστό 10% σε σχέση με την αρτηριακή πίεση της ημέρας χαρακτηρίζονται από αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο (Τούτουζας, 1999).

## **2.4. ΜΕΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ-ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ**

Μέση αρτηριακή πίεση είναι η μέση τιμή της πίεσης στις αρτηρίες σε έναν καρδιακό κύκλο σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η αρτηριακή πίεση καθορίζει το μέγεθος της ροής του αίματος στο αγγειακό σύστημα και προωθεί το αίμα στους ιστούς. Η μέση αρτηριακή πίεση είναι ίση με την διαστολική συν το 1/3 της πίεσης παλμού, δηλαδή την διαφορά μεταξύ διαστολικής και συστολικής πίεσης. Η μέση αρτηριακή πίεση μπορεί να υπολογιστεί από τον ακόλουθο τύπο: Μέση Αρτηριακή Πίεση = Διαστολική Πίεση + (Συστολική – Διαστολική /3) (Κλεισούρας, 2004). **Διαφορική πίεση** είναι η διαφορά πίεσης μεταξύ της μεγίστης και ελαχίστης (Τούτουζας, 1999).

## **2.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αρτηριακή πίεση είναι:

- η θέση του σώματος καθώς φυσιολογικά η συστολική πίεση είναι ελαφρώς μικρότερη και η διαστολική μεγαλύτερη στην όρθια παρά στην ύπτια θέση του σώματος,
- η άσκηση καθώς κατά την σωματική προσπάθεια αυξάνεται η αρτηριακή πίεση και συγκεκριμένα αυξάνεται η συστολική αρτηριακή πίεση,
- το πλούσιο γεύμα το οποίο προκαλεί και αυτό αύξηση της συστολικής πίεσης,
- κατά την διάρκεια του 24ώρου όπου η συστολική πίεση μπορεί να παρουσιάσει διαφορές από 20 μέχρι και 40mmHg. Η μεγαλύτερη αρτηριακή πίεση συνήθως παρατηρείται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες μετά την αφύπνιση και κατά τις βραδινές ώρες προς την νυκτερινή κατάκλιση,
- η εποχή καθώς το καλοκαίρι η αρτηριακή πίεση ελαττώνεται λόγω της απώλειας άλατος και υγρών,
- η ηλικία αφού στα 2/3 του πληθυσμού παρατηρείται αύξηση της συστολικής και λιγότερο της διαστολικής πίεσης με την πάροδο της ηλικίας,

- το σωματικό βάρος αφού έχει παρατηρηθεί ότι τα περισσότερα παχύσαρκα άτομα είναι υπέρτατικά,
- η θέση προσδιορισμού της αρτηριακής πίεσης καθώς η συστολική αρτηριακή πίεση στην ύπτια θέση είναι κατά 5-10 mmHg υψηλή στα κάτω άκρα από ότι στα άνω άκρα ενώ στην όρθια θέση η διαφορά αυτή γίνεται μεγαλύτερη.
- η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης στο ιατρείο ή στο σπίτι από συγγενικό πρόσωπο του εξεταζόμενου αφού συχνά μπορεί να εμφανιστεί μεγαλύτερη τιμή στο ιατρείο λόγω ψυχολογικών αιτιών (σύνδρομο λευκής μπλούζας) ή να παρουσιάζονται μεγαλύτερες τιμές στο σπίτι (συγκεκαλυμμένη αρτηριακή πίεση) (Τούτουζας, 1999).

## 2.6. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΤΑΣΗΣ

Για να τεθεί η διάγνωση της θα πρέπει να πραγματοποιηθούν 4-6 μετρήσεις την ημέρα με παρόμοιες συνθήκες και να λαμβάνεται υπόψη η μέση τιμή. Αρτηριακή υπέρταση σε ενήλικους άνω των 18 ετών υπάρχει όταν αν βρεθεί η συστολική αρτηριακή πίεση μεγαλύτερη των 140 mmHg ή και η διαστολική αρτηριακή πίεση μεγαλύτερη των 90 mmHg (Τούτουζας, 1999) (πίν. 2.1).

**Πίνακας 2.1.** Διαβάθμιση της αρτηριακής πίεσης σε άτομα ηλικίας άνω των 18 ετών (προσαρμοσμένο από Τούτουζας, 1999).

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ</b>	<b>ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ</b>	<b>ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ</b>
<b>ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ</b>	<120 mmHg	<80 mmHg
<b>ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ</b>	<130 mmHg	<85 mmHg
<b>ΑΝΩΤΕΡΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ</b>	130-139 mmHg	85-89 mmHg
<b>ΥΠΕΡΤΑΣΗ</b>		
<b>ΣΤΑΔΙΟ 1</b>	140-159 mmHg	90-99 mmHg
<b>ΣΤΑΔΙΟ 2</b>	160-179 mmHg	100-109 mmHg
<b>ΣΤΑΔΙΟ 3</b>	≥180 mmHg	≥110mmHg

## 2.7. Η ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΤΑΣΗΣ

Η αρτηριακή υπέρταση αποτελεί τον σπουδαιότερο προδιαθεσικό παράγοντα κινδύνου των καρδιαγγειακών παθήσεων όπως είναι η στεφανιαία νόσος, η καρδιακή ανεπάρκεια και η αγγειακή εγκεφαλοπάθεια. Όσο μικρότερη είναι η αρτηριακή πίεση τόσο πιο μικρή είναι η πιθανότητα καρδιαγγειακής επιπλοκής. Το ιδανικό είναι σε όλες τις ηλικίες η αρτηριακή πίεση να μην υπερβαίνει τα 120 με 80 mmHg, ωστόσο όσο ψηλότερη είναι η αρτηριακή πίεση τόσο σοβαρότερη είναι η πρόγνωση. Σε άτομα άνω των 18 ετών η διαστολική πίεση θεωρείται παθολογική όταν υπερβαίνει τα 90 mmHg. Άτομα με διαστολική υπέρταση συνήθως έχουν και αύξηση της συστολικής πίεσης πάνω από 140 mmHg (Τούτουζας, 1999).

Όμως υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό ατόμων, το οποίο γίνεται μεγαλύτερο με την πάροδο της ηλικίας που έχουν αύξηση της συστολικής πίεσης χωρίς παράλληλη αύξηση και της διαστολικής πίεσης (αμιγής συστολική υπέρταση). Έχει αποδειχθεί ότι τα άτομα αυτά με αμιγή συστολική υπέρταση έχουν τον ίδιο καρδιαγγειακό κίνδυνο όπως και τα άτομα με διαστολική υπέρταση. Σε ηλικία κάτω των 18 ετών, η συστολική πίεση άνω των 130 mmHg θεωρείται αυξημένη και έχει διαπιστωθεί ότι τα άτομα αυτά κινδυνεύουν από αιφνίδιο θάνατο 1,6 φορές περισσότερο εάν έχουν φυσιολογικό σωματικό βάρος και 2,2 φορές εάν είναι παχύσαρκα σε σύγκριση με τα άτομα που έχουν φυσιολογική συστολική αρτηριακή πίεση (Τούτουζας, 1999).

## 2.8. ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ

Η αρτηριακή πίεση είναι φυσιολογική εάν οι δυο παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται, δηλαδή η καρδιακή παροχή και οι περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις, παραμένουν σε φυσιολογικές τιμές ή όταν αυξάνεται η καρδιακή παροχή όπως για παράδειγμα κατά την σωματική κόπωση όπου ελαττώνονται οι αντιστάσεις και αντιστρόφως. Αρτηριακή υπέρταση εμφανίζεται επειδή αυξάνονται οι περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις και η καρδιακή παροχή. Οι περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις δεν υποχωρούν ούτε κατά την σωματική κόπωση οπότε λόγω αύξησης της καρδιακής παροχής παρατηρείται υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Για την αύξηση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων έχουν ενοχοποιηθεί ο αυξημένος τόνος του συμπαθητικού, η ευαισθησία των λείων μυϊκών ινών του αρτηριακού τοιχώματος στο νάτριο και κυρίως το σύστημα ρενίνης-αγγειοτασίνης-αλδοστερόνης (Τούτουζας, 1999).

## **2.9. ΑΙΤΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΥΠΕΡΤΑΣΗΣ**

Σε ποσοστό 95% η αρτηριακή υπέρταση είναι αγνώστου αιτιολογίας και ονομάζεται ιδιοπαθής ή πρωτοπαθής. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις οφείλεται σε κάποια αιτία και ονομάζεται δευτεροπαθής αρτηριακή υπέρταση. Στην ιδιοπαθή υπέρταση σημαντικό ρόλο παίζει η κληρονομικότητα αλλά και ορισμένοι εξωγενείς παράγοντες όπως η παχυσαρκία, το είδος του επαγγέλματος, η απουσία σωματικής άσκησης, η οικογενειακή κατάσταση, το είδος της διατροφής, το κάπνισμα, το αλκοόλ και άλλα.

Οι παθήσεις που προκαλούν δευτεροπαθή υπέρταση είναι:

- οι ορμονικές παθήσεις όπως το σύνδρομο Cushing, το φαιοχρωμοκύτωμα, ο υπερθυρεοειδισμός και άλλα,
- οι στενωτικές βλάβες ή αποφράξεις αρτηριών όπως στένωση του ισθμού της αορτής, στένωση της νεφρικής αρτηρίας από αθηροσκλήρυνση και τέλος
- οι νεφρικές παθήσεις όπως η σπειραματονεφρίτιδα, η πυελονεφρίτιδα, το νεφρωσικό σύνδρομο και άλλες (Τούτουζας, 1999).

## **2.10. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΥΠΕΡΤΑΣΗΣ**

Η θεραπεία της αρτηριακής υπέρτασης περιλαμβάνει την φαρμακευτική αγωγή, την υγιεινοδιαιτητική αγωγή και όπου υπάρχουν ενδείξεις την αγγειοπλαστική ή την χειρουργική θεραπεία. Αντικειμενικός σκοπός είναι η αρτηριακή πίεση να επανέρθει στα φυσιολογικά όρια κατά την διάρκεια όλου του 24ώρου ενώ η θεραπεία θα πρέπει να είναι συνεχής και συνήθως δια βίου. Η εκλογή της κατάλληλης θεραπείας γίνεται με βάση τις ημερήσιες διακυμάνσεις της αρτηριακής πίεσης, την κατάσταση του ατόμου, την δυνατότητα να το δεχτεί και να έχει τις λιγότερες παρενέργειες. Επίσης, λαμβάνετε υπόψη η σοβαρότητα της υπέρτασης, το διανοητικό και μορφωτικό επίπεδο του ατόμου, η οικονομική του κατάσταση, το φύλο και η ηλικία (Τούτουζας, 1999).

### **2.10.1. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ**

Για την έναρξη της φαρμακευτικής θεραπείας, ο ιατρός θα πρέπει να λάβει υπόψη τον βαθμό της αρτηριακής υπέρτασης, την παρουσία βλάβης στα όργανα, την συνύπαρξη άλλων παραγόντων κινδύνου και τυχόν υποκείμενη καρδιαγγειακή νόσο. Έτσι, έχουμε την

χορήγηση β-αναστολέα ή διουρητικού με αποτέλεσμα να μειώνεται η καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνητότητα. Ωστόσο, οι α-ΜΕΑ, οι αναστολείς υποδοχέων αγγειοτασίνης II και οι ανταγωνιστές διαύλων ασβεστίου έχουν ευεγερτικές συνέπειες στην υποστροφή βλαβών όπως στην υπερτροφία των καρδιακών τοιχωμάτων ενώ βελτιώνει την λειτουργία του ενδοθηλίου και τις ελαστικές ιδιότητες της αορτής (Τούτουζας, 1999).

### **2.10.2. ΥΓΙΕΙΝΟΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ**

Σε αυτού του είδους την αγωγή συνίσταται μείωση του σωματικού βάρους καθώς σε σημαντικό αριθμό παχύσαρκων υπερτασικών ατόμων, η αρτηριακή πίεση επανέρχεται στα φυσιολογικά με την εξάλειψη της παχυσαρκίας. Η ελάττωση του σωματικού βάρους σε συνδυασμό με την ελάττωση των λιπαρών ουσιών διευκολύνει το καρδιακό έργο, βελτιώνει τους άλλους παράγοντες της αρτηριακής αθηροσκλήρυνσης όπως για παράδειγμα τυχόν αύξηση του σακχάρου, της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και έτσι είναι γενικά αποδεκτό ότι ελαττώνει την νοσηρότητα και την θνησιμότητα από αγγειακές επιπλοκές της υπέρτασης. Ακόμη, η μείωση του χλωριούχου νατρίου από την λαμβανόμενη τροφή και η καθημερινή σωματική άσκηση είναι αποτελεσματικά μέτρα ενώ επιβάλλεται η διακοπή καπνίσματος και του αλκοόλ (Τούτουζας, 1999).

### **2.10.3. ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΑΙ ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ**

Σε ποσοστό 5-10% η αρτηριακή υπέρταση οφείλεται σε ειδικές παθήσεις και θεραπεύεται μόνο χειρουργικά όπως η στένωση του ισθμού της αορτής, η ετερόπλευρη νεφροπάθεια, η αποφρακτική πάθηση της νεφρικής αρτηρίας, το σύνδρομο Cushing και άλλες. Σε περίπτωση αποφρακτικής πάθησης της νεφρικής αρτηρίας γίνεται επέμβαση επαναγγείωσης και αποκατάστασης της αιμάτωσης του νεφρού. Σε στένωση της νεφρικής αρτηρίας θεραπεία εκλογής είναι η αγγειοπλαστική και συνήθως τοποθέτηση stent όπως και στα στεφανιαία αγγεία (Τούτουζας, 1999).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΑΕΡΟΒΙΑ ΑΣΚΗΣΗ**

### **3.1. ΑΕΡΟΒΙΑ ΑΣΚΗΣΗ**

Αερόβια αντοχή ορίζεται ως η σχετική ένταση, που μπορεί να διατηρηθεί όσο γίνεται περισσότερο χρόνο ή ως η ανώτατη ένταση, που μπορεί να διατηρηθεί για μια ορισμένη διάρκεια ή απόσταση. Η αερόβια αντοχή είναι συνώνυμη με την καρδιοαναπνευστική αντοχή και αντιδιαστέλλεται από τη μυϊκή αντοχή, που είναι η ικανότητα διατήρησης ενός ποσοστού της μέγιστης βουλητικής συστολής μιας μυϊκής ομάδας για παρατεταμένη χρονική περίοδο. Θεωρητικά υποστηρίζεται, αλλά και πειραματικά έχειδειχτεί, ότι αερόβια αντοχή σχετίζεται με τη μέγιστη πρόληψη οξυγόνου ( $\text{VO}_2\text{max}$ ). Όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη πρόληψη οξυγόνου ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) ενός άτομου τόσο περισσότερο έργο μπορεί να παράγει (Κλεισούρας, 2007).

### **3.2. ΑΕΡΟΒΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**

Η κύρια λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος είναι να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς και θρεπτικές ουσίες αλλά και να απομακρύνει από τους ιστούς τα προϊόντα του μεταβολισμού. Η αερόβια άσκηση διαφέρει από την άσκηση με αντίσταση, διότι στην αερόβια παρατηρείται μεταφορά οξυγόνου προς τους ενεργούς μύες, ενώ στην άσκηση με αντίσταση, η ενέργειά της προέρχεται από αναερόβιες πηγές. Κατά την αερόβια άσκηση, η κεντρική και η περιφερική κυκλοφορία εναρμονίζονται προς τις αυξημένες απαιτήσεις των ιστών για παροχή οξυγόνου ενώ κατά την στατική παρατηρείται δυσανάλογη αύξηση της αρτηριακής πίεσης καθώς δεν μεταβάλλονται ο όγκος παλμού και η περιφερική αντίσταση. Ακόμη, σημαντικό ρόλο παίζει το είδος της άσκησης, η ένταση αλλά και η διάρκειά της (Κλεισούρας, 2004).

#### **3.2.1. ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ**

Παρατηρείται συσχέτιση μεταξύ της καρδιακής συχνότητας και της προοδευτικής αύξησης της έντασης της άσκησης και επομένως και της πρόσληψης οξυγόνου. Σε χαμηλές εντάσεις, η αύξηση του ρυθμού της καρδιάς (μέχρι 100 σφυγμούς το λεπτό) οφείλεται σε αναστολή των ώσεων του πνευμονογαστρικού νεύρου προς την καρδιά ενώ σε υψηλότερες

εντάσεις, η ταχυκαρδία οφείλεται στην συντονισμένη αναστολή του παρασυμπαθητικού και κυρίως στην ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος (Κλεισούρας, 2004).

### **3.2.2. ΟΓΚΟΣ ΠΑΛΜΟΥ**

Η αύξηση του όγκου παλμού κατά την αερόβια άσκηση σχετίζεται με την αυξημένη φλεβική επαναφορά του αίματος. Η αύξηση της φλεβικής επαναφοράς έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του τελοδιαστολικού όγκου αίματος της αριστερής κοιλίας που προκαλεί διάταση των τοιχωμάτων της και ισχυρότερη συστολή άρα μεγαλύτερο άδειασμα δηλαδή μείωση του τελοδιαστολικού της όγκου (Κλεισούρας, 2004).

### **3.2.3. ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ**

Όταν αυξάνεται η μυϊκή προσπάθεια και άρα η απαίτηση των μυών για οξυγόνο έχουμε και αύξηση της καρδιακής παροχής. Η καρδιακή παροχή αυξάνει περίπου κατά 6 λίτρα το λεπτό για κάθε λίτρο οξυγόνου και φθάνει σε ένα ανώτατο όριο όπου παρά την αύξηση της μυϊκής προσπάθειας δεν αυξάνεται περισσότερο. Η αύξηση της καρδιακής παροχής σε προσπάθεια χαμηλής έντασης αντανakλά την ταυτόχρονη αύξηση της καρδιακής συχνότητας και του όγκου παλμού ενώ σε προσπάθεια υψηλότερης έντασης που ξεπερνά το 40-50% της μέγιστης πρόληψης οξυγόνου ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) η αύξηση της καρδιακής παροχής είναι αποτέλεσμα της αύξησης του καρδιακού ρυθμού (Κλεισούρας, 2004).

## **3.3. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ**

Η ένταση της στατικής άσκησης εκφράζεται ως το ποσοστό της μέγιστης εκούσιας συστολής και όχι ως ποσοστό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου όπως συμβαίνει με την αερόβια άσκηση αφού το κριτήριο αναφοράς είναι η μυϊκή δύναμη και όχι η αερόβια ισχύς (Κλεισούρας, 2004).

Ο αναερόβιος μηχανισμός παραγωγής ενέργειας είναι περιορισμένης διάρκειας και μεγάλης ισχύος, σε αντίθεση με τον αερόβιο, που είναι μεγάλης διάρκειας και περιορισμένης ισχύος. Για το λόγο αυτό όσο μεγαλύτερη είναι η αναερόβια ικανότητα ενός ατόμου, τόσο καλύτερη είναι και η απόδοση του σε αγωνίσματα, που διαρκούν μέχρι ένα λεπτό περίπου, οπότε αξιοποιούνται πλήρως οι αναερόβιες πηγές έκλυσης ενέργειας (Κλεισούρας, 2007). Ένα παράδειγμα άσκησης με αντίσταση απεικονίζεται στην εικόνα 3.1.



**Εικόνα.3.1.** Άσκηση με αντίσταση (προσαρμοσμένη από [www.nvkvancouver.com](http://www.nvkvancouver.com))

Κατά την στατική άσκηση παρατηρείται ελάχιστη αύξηση στην πρόσληψη οξυγόνου και στην καρδιακή παροχή ενώ ο όγκος παλμού παραμένει αμετάβλητος. Έχουμε αύξηση της αρτηριακής πίεσης και αρκετά μεγαλύτερη στις τελευταίες επαναλήψεις κατά την πραγματοποίηση μιας άσκησης με αντίσταση. Η αρτηριακή πίεση κατά την διάρκεια αυτής της άσκησης αυξάνεται διότι προκαλείται μηχανική στένωση. Μυϊκή συστολή με ένταση μεγαλύτερη από 15% της μέγιστης εκούσιας συστολής προκαλεί ανεπαρκή αιμάτωση των μυών κάτι το οποίο έχει σαν συνέπεια την συσσώρευση μεταβολιτών που παράγονται κατά τον ενεργειακό μεταβολισμό. Στην συνέχεια, οι μεταβολίτες διεγείρουν τις αισθητικές νευρικές απολήξεις και προκαλούν αντανακλαστική αύξηση της αρτηριακής πίεσης η οποία ανεβαίνει πολύ περισσότερο κατά την άσκηση με αντίσταση από ότι κατά την αερόβια άσκηση με την ίδια ενεργειακή δαπάνη (Κλεισούρας, 2004).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### 4.1. ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ

Στόχος των Siegel et al. το 1991 ήταν να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις της φυσικής άσκησης στην αρτηριακή πίεση σε ασθενείς με υπέρταση ήπιου σταδίου. Ενενήντα εννέα άνδρες και γυναίκες που δεν λάμβαναν φαρμακευτική θεραπεία για την αρτηριακή υπέρταση με τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης 140-180mmHg και διαστολικής αρτηριακής πίεσης 90-105mmHg περιλήφθηκαν στο δείγμα. Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες όπου η πρώτη θα εκτελούσε ένα πρόγραμμα αεροβικής άσκησης διάρκειας 4 μηνών ενώ η δεύτερη δεν θα παρακολουθούσε πρόγραμμα αεροβικής άσκησης. Οι βασικές μετρήσεις περιελάμβαναν την παρακολούθηση και καταγραφή της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης τέσσερις φορές την ημέρα (Siegel et al., 1991).

Μετά από 4 μήνες αερόβιας άσκησης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα άσκησης δεν παρουσίασε μεγαλύτερες μειώσεις στην αρτηριακή πίεση συγκριτικά με τα άτομα της ομάδας ελέγχου. Η μείωση κυμάνθηκε μεταξύ  $1,0 \pm 16$  mmHg και  $1,2 \pm 10$  mmHg για τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση αντίστοιχα ενώ οι ερευνητές περίμεναν μια μείωση της τάξεως των 5 mmHg μεταξύ της ομάδας της αερόβιας άσκησης και της ομάδας ελέγχου. Από τα παραπάνω, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέτριας έντασης αερόβια άσκηση από μόνη της δεν πρέπει να θεωρείται υποκατάστατο για θεραπεία σε ασθενείς με ήπια υπέρταση (Siegel et al., 1991).

Πολλές ελεγχόμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η άσκηση μειώνει τη συστολική και τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά τουλάχιστον 10 mmHg. Η αερόβια άσκηση, όπως για παράδειγμα η βόλτα, είναι πιο αποτελεσματική από την στατική άσκηση όπως η άρση βαρών. Το περπάτημα για 30 με 60 λεπτά την ημέρα και όχι η μέτρια έως μεγάλης έντασης αερόβια άσκηση όπως είναι το τρέξιμο συνιστάται λόγω της παρόμοιας αποτελεσματικότητας και της βελτίωσης της αρτηριακής συμμόρφωσης. Ο βασικός μηχανισμός δράσης της άσκησης στην αρτηριακή πίεση φαίνεται να είναι πολυπαραγοντικός καθώς συνεπάγεται με μείωση των αγγειοσυσπαστικών παραγόντων, όπως η νορεπινεφρίνη του πλάσματος, ο ορός νατρίου και καλίου, ο μέσος όγκος ερυθρών καθώς και αύξηση παραγόντων όπως οι προσταγλανδίνες πλάσματος, ο ορός ταυρίνης και η απέκκριση της ντοπαμίνης (Arakawa, 1993).

Οι Halbert et al. το 1997 προσπάθησαν να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά ενός βέλτιστου προγράμματος άσκησης όσο αφορά τον τύπο της άσκησης, την ένταση και την συχνότητα που θα βοηθούσαν στην μείωση της αρτηριακής υπέρτασης. Συνολικά 29 μελέτες με συμμετέχοντες 1.533 υπερτασικά και μη υπερτασικά άτομα συμπεριλήφθησαν σε αυτήν την αρθρογραφική ανασκόπηση. Οι 26 από τις 29 μελέτες χρησιμοποίησαν αερόβια προπόνηση, 2 μελέτες χρησιμοποίησαν ασκήσεις αντίστασης και 1 μελέτη χρησιμοποίησε και τους δύο τρόπους προπόνησης. Η προπόνηση πραγματοποιήθηκε σε διάρκεια τουλάχιστον 4 εβδομάδων (Halbert et al., 1997).

Μέσω των ερευνών φάνηκε ότι η αερόβια προπόνηση μείωσε την συστολική αρτηριακή πίεση κατά 4,7 mm Hg και την διαστολική αρτηριακή πίεση κατά 3,1 mmHg. Η μείωση της αρτηριακής πίεσης με την αερόβια προπόνηση ήταν ανεξάρτητη από την ένταση της άσκησης και τον αριθμό των συνεδριών άσκησης ανά εβδομάδα. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αερόβια προπόνηση είχε μια μικρή αλλά κλινικά σημαντική επίδραση στη μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης. Η αύξηση της έντασης της άσκησης πάνω από το 70% της μεγίστης πρόληψης οξυγόνου ( $VO_2max$ ) ή η αύξηση της συχνότητας της άσκησης άνω των 3 φορές την εβδομάδα δεν είχε κανένα πρόσθετο αντίκτυπο στη μείωση της αρτηριακής πίεσης. Παρόλα αυτά, τα στοιχεία που αφορούσαν την επίδραση της άσκησης με αντίσταση στην αρτηριακή πίεση ήταν ασαφή (Halbert et al., 1997).

Οι Bertovic et al. (1999) πραγματοποίησαν σύγκριση της αρτηριακής πίεσης με την αρτηριακή συμμόρφωση ολόκληρου του σώματος, τη σύνθετη αντίσταση της αορτής και την ακαμψία της αορτής σε δεκαεννέα άνδρες αθλητές με μέση ηλικία τα  $26 \pm 4$  έτη και σε δεκαεννέα άνδρες με μέση ηλικία τα  $26 \pm 5$  έτη με καθιστική ζωή. Τα άτομα και των 2 ομάδων ήταν υγιείς, μη καπνιστές και δεν χρησιμοποιούσαν μη στεροειδή φάρμακα ενώ οι αθλητές είχαν εμπλακεί σε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης χωρίς αερόβιο συστατικό για τουλάχιστον 12 μήνες πριν την συγκεκριμένη έρευνα (Bertovic et al., 1999).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε διαφορά στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου μεταξύ των ομάδων αλλά η δύναμή λαβής και η μάζα της αριστερής κοιλίας ήταν μεγαλύτερη στους αθλητές. Η αρτηριακή δυσκαμψία ήταν υψηλότερη στους αθλητές όπως αποδείχθηκε από το κάτω μέρος του σώματος της αρτηριακής συμμόρφωσης ενώ η ταχύτητα κύματος της μηριαίας αρτηρίας ήταν επίσης υψηλότερη στους αθλητές, αλλά η καρωτιδομηριαία ταχύτητα κύματος σφυγμού δεν ήταν διαφορετική (Bertovic et al., 1999).

Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι τόσο η εγγύς αορτή όσο και οι αρτηρίες των ποδιών είναι πιο σκληρές σε δύναμη στα άτομα που αθλούνται συστηματικά και αυτό συμβάλλει σε

ένα υψηλότερο καρδιακό μεταφορτίο. Φάνηκε επομένως πως η αερόβια προπόνηση αυξάνει την αρτηριακή συμμόρφωση και μειώνει την συστολική αρτηριακή πίεση αλλά τα αποτελέσματα της μυϊκής ενδυνάμωσης των μηχανικών ιδιοτήτων των αρτηριών είναι άγνωστα (Bertovic et al., 1999).

Ο σκοπός της μελέτης των Kelley et al. το 2000 ήταν να χρησιμοποιήσει τη μετα-αναλυτική προσέγγιση για να εξετάσει τα αποτελέσματα της προοδευτικής άσκησης με αντίσταση στην συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση σε ενήλικους υπερτασικούς ανθρώπους. Τα κριτήρια ένταξης ήταν τα εξής: μελέτες που περιλάμβαναν άτομα όπου δεν είχαν ενταχτεί σε πρόγραμμα άσκησης και άτομα που εντάχτηκαν σε προοδευτική άσκηση αντίστασης ως τη μοναδική παρέμβαση όπου η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση αξιολογήθηκαν για 4 εβδομάδες. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η προοδευτική άσκηση αντίστασης μείωσε κατά 2% και 4% την συστολική και την διαστολική αρτηριακή πίεση, αντίστοιχα. Το συμπέρασμα ήταν ότι η σταδιακή άσκηση αντίστασης είναι αποτελεσματική για τη μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης σε ενήλικες υπερτασικούς ανθρώπους (Kelley et al., 2000).

Ο σκοπός της μελέτης του Quinn το 2000 ήταν να εξετάσει τα αποτελέσματα και των δύο τρόπων άσκησης (αερόβια άσκηση και άσκηση με αντίσταση) σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα της μείωσης της αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 24 ωρών. Δεκαέξι άτομα (8 άνδρες και 8 γυναίκες) με υπέρταση σε στάδιο I και II και δεκαέξι άτομα (8 άνδρες και 8 γυναίκες) με φυσιολογική αρτηριακή πίεση αρχικά αξιολογήθηκαν στον κυλιόμενο διάδρομο και συγκεκριμένα αξιολογήθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) και στη συνέχεια σε μία περίοδο άσκησης διάρκειας 30 λεπτών στο 50% και το 75% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Η όλη αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε ημέρες όπου δεν συμπεριλαμβανόταν κάποιο άλλο είδος άσκησης. Η αρτηριακή πίεση μετρήθηκε στις 4, 11, 13 και 24 ώρες μετά την άσκηση (Quinn, 2000).

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι οι μειώσεις στους άνδρες και τις γυναίκες με υπέρταση ήταν κατά μέσο όρο για την συστολική αρτηριακή πίεση 4 και 9 mmHg και 5 και 7 mmHg για το 50% και 75% της  $VO_{2max}$  αντίστοιχα. Τα άτομα αυτά διατήρησαν σημαντικές μειώσεις της συστολικής αρτηριακής πίεσης για 13 ώρες μετά την άσκηση στο 75% της  $VO_{2max}$  σε σύγκριση με την ένταση στο 50% της  $VO_{2max}$ . Ομοίως, η διαστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά μέσο όρο 11 ώρες μετά την άσκηση στο 75% της  $VO_{2max}$  σε σύγκριση με την άσκηση στο 50% της  $VO_{2max}$ . Οι μετρήσεις στα άτομα με φυσιολογική αρτηριακή πίεση έδειξαν μη σημαντικές μειώσεις μετά την άσκηση στις δύο διαφορετικές εντάσεις (Quinn, 2000).

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε σημαντικά στα άτομα με υπέρταση καθώς και ότι μια μεγαλύτερη και πιο μακροχρόνια απόλυτη μείωση είναι εμφανής μετά από το 75% της μέγιστης περιόδου της άσκησης. Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι η ήπια έως μέτρια οξεία άσκηση αντοχής μειώνει την αρτηριακή πίεση σε υπερτασικά άτομα (Quinn, 2000).

Σύμφωνα με τους Hagberg et al. (2000) πραγματοποιήθηκαν 15 μελέτες των οποίων τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αερόβια άσκηση μειώνει στο 75% των ατόμων με αρτηριακή υπέρταση με την συστολική και την διαστολική αρτηριακή πίεση να μειώνονται κατά μέσο όρο 11mmHg και 8mmHg αντίστοιχα. Οι γυναίκες μπορούν να μειώσουν την αρτηριακή πίεση περισσότερο με αερόβια άσκηση από ότι οι άνδρες ενώ τα μέσης ηλικίας άτομα με υπέρταση μπορούν να λάβουν μεγαλύτερα οφέλη από ότι οι νέοι ή οι ηλικιωμένοι (Hagberg et al., 2000).

Η μείωση της αρτηριακής πίεσης γίνεται γρήγορα εμφανής αν και για τη συστολική αρτηριακή πίεση μπορεί να υπάρξει μια τάση για μεγαλύτερες μειώσεις με πιο παρατεταμένη άσκηση. Ωστόσο, η συνεχής μείωση της αρτηριακής πίεσης είναι εμφανείς κατά τη διάρκεια των 24 ωρών μετά από μία μόνο περίοδο της άσκησης σε αυτούς τους ασθενείς. Κάποια στοιχεία δείχνουν επίσης ότι η άσκηση σε υπερτασικούς ασθενείς μπορεί να οδηγήσει σε οπισθοδρόμηση της παθολογικής υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η προπόνηση είναι ένα σημαντικό αρχικό ή συμπληρωματικό βήμα που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στη θεραπεία των ατόμων με ήπια έως μέτρια αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Hagberg et al., 2000).

Σκοπός της μελέτης των Seamus et al. που πραγματοποιήθηκε το 2002 ήταν κατά πόσο η σωματική δραστηριότητα μπορεί να συσχετιστεί με μειωμένη αρτηριακή πίεση σε επιδημιολογικές μελέτες παρατήρησης και μεμονωμένες κλινικές δοκιμές. Η μετα-ανάλυση των τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων μελετών πραγματοποιήθηκε για να προσδιορίσει την επίδραση της αερόβιας άσκησης στην αρτηριακή πίεση. Στην μελέτη έλαβαν μέρος 54 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές με 2.419 συμμετέχοντες των οποίων η παρέμβαση και ο έλεγχος των ομάδων που συγκροτούσαν διέφεραν μόνο στην αεροβική άσκηση (Seamus et al., 2002).

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η αερόβια άσκηση συσχετίστηκε με σημαντική μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης (2,72-3,84 mmHg και 1,81 -2,58 mmHg αντίστοιχα). Μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η αεροβική άσκηση μειώνει την αρτηριακή πίεση στα υπερτασικά άτομα ενώ μία αύξηση στην αεροβική φυσική δραστηριότητα θα πρέπει να θεωρείται ένα σημαντικό συστατικό της τροποποίησης του

τρόπου ζωής για την πρόληψη και τη θεραπεία της υψηλής αρτηριακής πίεσης (Seamus et al., 2002).

Η μελέτη των Yang et al. το 2004 διεξήχθη για να αξιολογήσει τα αποτελέσματα της τακτικής άσκησης στην ποιότητα της ζωής και της αρτηριακής πίεσης. Ασθενείς με ήπια έως μέτρια υπέρταση (συστολική αρτηριακή πίεση 140-180 mmHg και διαστολική αρτηριακή πίεση 90-110 mmHg) χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η μία ομάδα υποβλήθηκε σε μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση 3 φορές την εβδομάδα για 10 εβδομάδες ενώ η άλλη ομάδα δεν υποβλήθηκε σε άσκηση. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων η ομάδα που υποβλήθηκε σε μέτρια έντασης αερόβια άσκηση είχε σημαντικές μειώσεις στην αρτηριακή πίεση (13,1/6,3 mmHg) σε σύγκριση με την ομάδα που δεν υποβλήθηκε σε άσκηση (1,5 / 6,0 mmHg). Η ομάδα άσκησης παρουσίασε αύξηση στην ικανότητα για άσκηση από  $8,2 \pm 1,6$  έως  $10,8 \pm 2,2$  METs. Συμπερασματικά, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τακτική προπόνηση βελτιώνει την ποιότητα ζωής η οποία σχετίζεται με μείωση της αρτηριακής πίεσης σε υπερτασικούς ασθενείς (Yang et al., 2004).

Στόχος των Cornelissen et al. σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2005 ήταν να αξιολογήσουν την επίδραση της κατάρτισης της άσκησης με αντίσταση στην αρτηριακή πίεση ηρεμίας σε υγιείς ενήλικες με καθιστική ζωή. Διεξήχθη μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική έρευνα με την χρήση της ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων του MEDLINE (Cornelissen et al., 2005).

Προσδιόρισαν εννέα τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές στις οποίες συμμετείχαν 12 ομάδες μελέτης και 341 συμμετέχοντες. Τα κριτήρια ένταξης των μελετών αφορούσαν το είδος της έρευνας όπου θα έπρεπε να ήταν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή, την άσκηση όπου η άσκηση με αντίσταση έπρεπε να ήταν η μοναδική παρέμβαση, τους συμμετέχοντες όπου θα έπρεπε να είχαν φυσιολογική αρτηριακή πίεση ενώ θα είχαν καθιστική ζωή και τέλος, στους υπερτασικούς συμμετέχοντες οι οποίοι δεν θα έπρεπε να παρουσίαζαν καμία άλλη ασθένεια ταυτόχρονα (Cornelissen et al., 2005).

Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι η μέτριας έντασης ασκήσεις αντίστασης δεν αντενδείκνυνται και θα μπορούσαν να είναι μέρος της μη φαρμακολογικής στρατηγικής παρέμβασης για την πρόληψη και την καταπολέμηση της υψηλής πίεσης (Cornelissen et al., 2005).

Η παρούσα μελέτη των Niset et al. (2005) είχε στόχο να αξιολογήσει την ικανότητα άσκησης σε ασθενείς με πνευμονική αρτηριακή υπέρταση μέσω της εξάλεπτης δοκιμασίας βάρδισης όπου θα μετρούταν η αναπνευστική και καρδιακή συχνότητα. Στη δοκιμασία με

διάρκεια 6 λεπτά συμμετείχαν 20 ασθενείς με πνευμονική αρτηριακή υπέρταση. Η απόσταση που διανύθηκε σε αυτά τα 6 λεπτά ήταν  $450 \pm 22$  εκατοστά (Niset et al., 2005).

Η κατανάλωση οξυγόνου ( $O_2$ ), η παραγωγή διοξειδίου ( $CO_2$ ) και ο καρδιακός ρυθμός αυξήθηκαν τα πρώτα 3-4 λεπτά ενώ τα τελευταία λεπτά της δοκιμασίας η κατανάλωση οξυγόνου έτεινε να είναι υψηλότερη όπως και η παραγωγή διοξειδίου ενώ η καρδιακή συχνότητα ήταν χαμηλότερη. Κατά το τέλος της δοκιμασίας κόπωσης, οι τιμές τόσο της κατανάλωσης οξυγόνου όσο και της παραγωγής διοξειδίου αυξήθηκαν ενώ η καρδιακή συχνότητα είχε μειωθεί (Niset et al., 2005).

Στόχος των Sohn et al. το 2007 ήταν να διαπιστώσουν αν το περπάτημα 30 λεπτών την ημέρα μειώνει την αρτηριακή πίεση σε ενήλικες με υπέρταση. Στην μελέτη συμμετείχαν δεκαεννέα ενήλικες με νεοδιαγνωσθείσα υπέρταση και δεκαεννέα ενήλικες χωρίς υπέρταση. Η ομάδα με την υπέρταση περπατούσε 30 λεπτά την ημέρα ενώ η ομάδα που δεν είχε υπέρταση δεν υποβλήθηκε σε καμία δοκιμασία. Κατά την διάρκεια των 6 μηνών όπου διήρκεσε η άσκηση στην ομάδα με την υπέρταση καταγράφονταν ο αριθμός των βημάτων (Sohn et al., 2007).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 9% στην ομάδα άσκησης και 2,33% στην ομάδα χωρίς άσκηση. Επίσης η διαστολική πίεση μειώθηκε κατά 7,42% στην ομάδα άσκησης ενώ στην ομάδα χωρίς άσκηση παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητη (Sohn et al., 2007).

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι το περπάτημα 30 λεπτών την ημέρα συνδέεται με χαμηλότερη αρτηριακή πίεση μεταξύ των ενηλίκων με πρόσφατη διάγνωση της υπέρτασης και των ενηλίκων χωρίς υπέρταση (Sohn et al., 2007).

Οι Fagard et al. το 2007 πραγματοποίησαν και αυτοί μία μετά-ανάλυση μελετών που αφορούσε την δυναμική αερόβια προπόνηση αντοχής ή την άσκηση με αντίσταση και μελέτησαν το κατά πόσο η άσκηση επιδρά στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης σε υπερτασικούς ασθενείς. Αρκετές μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της αρτηριακής πίεσης και της σωματικής δραστηριότητας. Στην μετά-ανάλυση για την προπόνηση αντοχής συμμετείχαν 72 μελέτες και 105 ομάδες μελέτης (Fagard et al., 2007).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μείωση της αρτηριακής πίεσης κατά την ηρεμία ήταν εντονότερη στις 30 ομάδες της μελέτης που αφορούσαν υπερτασικά άτομα σε σχέση με τις άλλες ομάδες όπου η μείωση ήταν μικρότερη (Σ.Α.Π./Δ.Α.Π.  $6,9/4,9$  mmHg σε αντίθεση με Σ.Α.Π./Δ.Α.Π.  $1,9/1,6$  mmHg) (Fagard et al., 2007).

Συμπερασματικά, η προπόνηση αντοχής μειώνει την αρτηριακή πίεση μέσω της μείωσης της συστηματικής αγγειακής αντίστασης, στην οποία το συμπαθητικό νευρικό σύστημα και το σύστημα ρενίνης-αγγειοτασίνης φαίνεται να εμπλέκεται και επηρεάζει θετικά τους παράγοντες κινδύνου του καρδιαγγειακού συστήματος (Fagard et al., 2007).

Σύμφωνα με κλινικές μελέτες έχει τεκμηριωθεί ότι η αεροβική άσκηση είναι μια κατάλληλη θεραπεία και μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της αρτηριακής υπέρτασης. Ακόμη και χωρίς αλλαγές στο σωματικό βάρος, τα άτομα που συμμετέχουν σε αερόβια άσκηση τακτικά τείνουν να έχουν μείωση της αρτηριακής πίεσης. Η μείωση της αρτηριακής πίεσης δεν φαίνεται να εξαρτάται από τη συχνότητα, την ένταση και το είδος της αερόβιας άσκησης. Όλες οι μορφές της άσκησης φαίνεται να είναι αποτελεσματικές στη μείωση της αρτηριακής πίεσης με την αεροβική άσκηση να έχει μία ελαφρώς μεγαλύτερη επίδραση στην αρτηριακή πίεση σε υπερτασικά άτομα από ότι σε άτομα χωρίς υπέρταση (Makoff et al., 2008).

Οι μηχανισμοί με την οποία η αεροβική άσκηση μπορεί να προκαλέσει μείωση της αρτηριακής πίεσης είναι ασαφείς. Παρόλα αυτά, οι μελέτες έχουν δείξει ότι η αντίσταση στην ινσουλίνη και τα υψηλά επίπεδα ινσουλίνης στο αίμα μπορεί να συμβάλουν στην αρτηριακή υπέρταση. Αυτή η επίδραση της άσκησης στην ινσουλίνη θα μπορούσε να είναι μια πιθανή εξήγηση για τα ευεργετικά αποτελέσματα της τακτικής άσκησης στην αρτηριακή πίεση (Makoff et al., 2008).

Σε πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2010, οι Chen et al. στην ενός έτους διάρκειας διαχρονική μελέτη τους διερεύνησαν τη μακροχρόνια επίδραση της προπόνησης με κολύμβηση σε 7 ήπια υπερτασικούς ασθενείς και σε 16 άτομα με φυσιολογική αρτηριακή πίεση. Τα άτομα αυτά ήταν μέσης ηλικίας 21,5 ετών και δεν θα έπρεπε να συμμετείχαν σε οποιαδήποτε μορφή αθλητικής δραστηριότητας για τους 3 προηγούμενους μήνες πριν την ένταξή τους στο πρόγραμμα. Οι συμμετέχοντες διένυαν συνολικά 7 χιλιόμετρα ανά εβδομάδα. Η αρτηριακή πίεση και η αξιολόγηση του μοντέλου της ομοιόστασης για την αντίσταση στην ινσουλίνη καθορίζονταν υπό συνθήκες νηστείας κατά την έναρξη και 48 ώρες μετά την τελευταία περίοδο κολύμβησης (Chen et al., 2010).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι υπερτασικοί ασθενείς εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερη αντίσταση στην ινσουλίνη σε σύγκριση με τα άτομα με φυσιολογική αρτηριακή πίεση όπου η συγκέντρωση γλυκόζης είχε ελαφρώς μειωθεί μετά την προπόνηση. Όμως, η αρτηριακή πίεση των ατόμων με φυσιολογική αρτηριακή πίεση ήταν αυξημένη περίπου κατά 6 mmHg μετά την προπόνηση. Στους υπερτασικούς ασθενείς το κολύμπι μείωσε σημαντικά την συστολική αρτηριακή πίεση περίπου κατά 17 mmHg με ταυτόχρονη μείωση κατά 41%

στην αντίσταση στην ινσουλίνη. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ομαλοποίηση της αρτηριακής πίεσης 48 ώρες μετά την άσκηση παρά την ισχυρή μείωση της μετά την κολύμβηση. Επιπλέον, η επίδραση της κολύμβησης στους υπέρτασικούς ασθενείς φαίνεται να σχετίζεται με βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη (Chen et al., 2010).

Σε ακόμα πιο πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Ribeiro et al. το 2011 ερευνήθηκε κατά πόσο οι καθηγητές πανεπιστημίου υπόκεινται σε ψυχολογικό στρες που συμβάλλει στην αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Στην μελέτη αυτή συμμετείχαν 12 υγιείς καθηγητές με μέση ηλικία τα  $42,2 \pm 10,8$  έτη, μέσο σωματικό βάρος τα  $74,2 \pm 11,2$  κιλά, μέσο ύψος τα  $172,8 \pm 10,4$  εκατοστά και μέσο ποσοστό σωματικού λίπους τα  $20,1\% \pm 6,7\%$  και οι οποίοι υποβλήθηκαν σε άσκηση πριν την έναρξη των καθημερινών δραστηριοτήτων τους. Η άσκηση περιελάμβανε 30 λεπτά ποδήλατο σε ποσοστό 80%-85% του αποθεματικού καρδιακού ρυθμού (Ribeiro et al., 2011).

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αρτηριακή πίεση αυξήθηκε σε σύγκριση με τις τιμές ηρεμίας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας αλλά όχι μετά από την άσκηση των 30 λεπτών. Η συστολική αρτηριακή πίεση, η διαστολική αρτηριακή πίεση και η μέση αρτηριακή πίεση μειώθηκαν μετά από άσκηση 30 λεπτών, σε σύγκριση με την διάρκεια της διδασκαλίας (Ribeiro et al., 2011) (πιν. 4.1).

**Πίνακας 4.1** Διαφορές της αρτηριακής πίεσης μετά από άσκηση και κατά την διάρκεια διδασκαλίας (προσαρμοσμένο από Ribeiro et al., 2011).

Αρτηριακή πίεση	Μετά από άσκηση	Κατά την διάρκεια διδασκαλίας
Συστολική πίεση	14,7 mmHg	6 mmHg
Διαστολική πίεση	12,7 mmHg	5 mmHg
Μέση πίεση	9,6 mmHg	3 mmHg

Συμπερασματικά, η άσκηση προκάλεσε μείωση της αρτηριακής πίεσης στους καθηγητές πανεπιστημίου, με τα κύρια αποτελέσματα να παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της μετέπειτα διδασκαλίας και τις ώρες ύπνου (Ribeiro et al., 2011).

Οι Collier et al. (2011) μελέτησαν τις διαφορές τόσο της αερόβιας όσο και της άσκησης με αντίσταση ανάμεσα στα δυο φύλα. Στη μελέτη έλαβαν μέρος 40 μετρίως δραστήρια υπέρτασικά άτομα (άνδρες και γυναίκες) ηλικίας 40 έως 60 ετών. Τα

συγκεκριμένα άτομα ασκήθηκαν σε μέτρια ένταση, 3 ημέρες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Πριν και μετά την προπόνηση μετρήθηκε η αγγειοδιασταλτική ικανότητα και η ροή του αίματος (Collier et al., 2011).

Οι άνδρες παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην ταχύτητα του καρδιακού παλμού ύστερα από την προπόνηση ενώ οι γυναίκες δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές. Επιπλέον, η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε περισσότερο στις γυναίκες που προπονήθηκαν με αερόβια άσκηση σε σύγκριση με τις γυναίκες που προπονήθηκαν με ασκήσεις αντίστασης. Στους άνδρες τα αποτελέσματα έδειξαν συγκρίσιμες μειώσεις στην συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση μετά και από τους δυο τρόπους άσκησης.

Συμπερασματικά, η μέτριας έντασης αερόβια άσκηση είναι πιο ευνοϊκή για τις γυναίκες ως θεραπευτική επιλογή για την υπέρταση, λόγω της μεγαλύτερης μείωσης της αρτηριακής υπέρτασης σε σύγκριση με τους άνδρες όπου η μείωση της αρτηριακής πίεσης είναι εφικτή και με τους δυο τρόπους άσκησης (Collier et al., 2011).

Μετά από μία μόνο περίοδο άσκησης η μείωση της αρτηριακής πίεσης είναι μεγάλης κλινικής σημασίας. Δεδομένου ότι το μέγεθος αυτού του φαινομένου φαίνεται να εξαρτάται από την προ της άσκησης τιμών της αρτηριακής πίεσης και της χρόνιας προπόνησης σε υπέρτατους. Ως εκ τούτου, ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί εάν η αρτηριακή πίεση παραμένει σταθερή μετά την προπόνηση αντίστασης (Moraes et al., 2011).

Οι Moraes et al. το 2011 μελέτησαν δεκαπέντε υπέρτατικά άτομα με μέση ηλικία τα  $46 \pm 8$  έτη, με μέσο σωματικό βάρος τα  $88 \pm 16$  kg, με μέσο ποσοστό σωματικού λίπους το  $30 \pm 6\%$  τα οποία είχαν κατά μέσο όρο συστολική αρτηριακή πίεση  $150 \pm 13$  mmHg και διαστολική αρτηριακή πίεση  $93 \pm 5$  mmHg. Τα άτομα αυτά διέκοψαν την φαρμακευτική αγωγή που λάμβαναν και εντάχθηκαν σε μέτριας έντασης προπόνηση αντίστασης διάρκειας 12 εβδομάδων. Η καρδιαγγειακή λειτουργία αξιολογήθηκε πριν και μετά την περίοδο άσκησης (Moraes et al., 2011).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από μια συνεδρίαση μέτριας έντασης άσκησης αντίστασης που περιελάμβανε τρία σετ των 12 επαναλήψεων με το 60% να είναι η μέγιστη επανάληψη και συνολικά επτά ασκήσεις διάρκειας 45-60 λεπτών, η συστολική αρτηριακή πίεση είχε μειωθεί κατά 22 mmHg, η διαστολική αρτηριακή πίεση κατά 8 mmHg και η μέση αρτηριακή πίεση κατά 13 mmHg. Τα παραπάνω στοιχεία αποδεικνύουν ότι η αρτηριακή πίεση μειώνεται μετά από μια συνεδρία μέτριας έντασης άσκησης με αντίσταση και ακόμη περισσότερο μετά από 12 εβδομάδες προπόνησης αντίστασης (Moraes et al., 2011).

Οι Morais et al. το 2011 ανέλυσαν την επίδραση μίας περιόδου αεροβικής άσκησης και άσκησης με αντίσταση στην αρτηριακή πίεση σε άτομα με διαβήτη τύπου II μέσω 24ωρης παρακολούθησης. Δέκα ενήλικες με διαβήτη τύπου II με μέση ηλικία τα  $55,8 \pm 7,7$  χρόνια, με μέσο σωματικό βάρος τα  $79,4 \pm 14,0$  kg και γλυκόζη νηστείας τα  $133,0 \pm 36,7$  mg/dl, χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες όπου υποβλήθηκαν η 1<sup>η</sup> ομάδα σε 20 λεπτά ποδηλασία στο 90% του κατωφλίου του γαλακτικού οξέος, η 2<sup>η</sup> ομάδα σε τρεις γύρους ενός κυκλώματος με έξι ασκήσεις των οκτώ επαναλήψεων στο 70% της 1-RM και 40 κάμψεις και η 3<sup>η</sup> ομάδα σε καθόλου άσκηση (Morais et al., 2011).

Η καρδιακή συχνότητα, η συστολική αρτηριακή πίεση, η διαστολική και η μέση αρτηριακή πίεση, η αναπνευστική σχέση ανταλλαγής αερίων, η πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_2$ ) και ο ρυθμός της αντιληπτής άσκησης μετρήθηκαν σε κατάσταση ηρεμίας, κατά τη διάρκεια των περιόδων άσκησης, κατά την διάρκεια του ελέγχου και μετά το πέρας των 60 λεπτών μετά τις παρεμβάσεις. Μετά από κάθε συνεδρία, η αρτηριακή πίεση παρακολουθούνταν κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 24 ωρών (Morais et al., 2011).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αναπνευστική σχέση ανταλλαγής αερίων και ο ρυθμός της αντιληπτής άσκησης κατά την άσκηση αντίστασης ήταν μεγαλύτερος σε σύγκριση με την αερόβια άσκηση. Η πρόσληψη οξυγόνου ήταν σχετικά παρόμοια κατά τη διάρκεια και των δυο συνεδριών. Σε σύγκριση με την ομάδα έλεγχου η άσκηση αντίστασης προκάλεσε μείωση της αρτηριακής πίεσης η οποία διήρκεσε 8 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, σε σύγκριση με τον πριν από την άσκηση, η μείωση της αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια του ύπνου ήταν μεγαλύτερη. Συμπερασματικά, μια ενιαία περίοδος άσκησης με αντίσταση μειώνει την αρτηριακή πίεση σε άτομα με διαβήτη τύπου II κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 24 ωρών (Morais et al., 2011).

Μία παλιότερη έρευνα του Fisher το 2001 διεξήχθη με την συμμετοχή εννέα γυναικών με φυσιολογική αρτηριακή πίεση και επτά οριακά υπερτασικών γυναικών. Η συγκεκριμένη μελέτη ερευνούσε τις επιπτώσεις της βραχείας περιόδου της άσκησης αντίστασης στην πίεση του αίματος καθώς και τις ώρες ανάκαμψης μετά από 3 συνεδρίες. Κατά την πρώτη συνεδρία αξιολογήθηκαν η μυϊκή δύναμη κατά την εκτέλεση των πιέσεων στήθους, των καθισμάτων ποδιών, των κάμψεων του δικέφαλου βραχιόνιου, της έκτασης της άρθρωσης του γόνατος και της έκτασης του τρικέφαλου μυ. Σε μεταγενέστερη συνεδρίαση, οι ασκήσεις που είχαν ολοκληρωθεί ήταν 15 επαναλήψεις στο 50% της μέγιστης επανάληψης (1RM) ακολουθούμενες από 60 λεπτά ανάκαμψης (Fisher, 2001).

Από τα αποτελέσματα φάνηκαν ότι οι γυναίκες με την οριακή αρτηριακή υπέρταση εμφάνισαν υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση κατά 125,6mmHg και υψηλότερη

διαστολική αρτηριακή πίεση κατά 85,4mmHg σε σχέση με τις γυναίκες με φυσιολογική αρτηριακή πίεση μετά την άσκηση. Όμως, η συστολική αρτηριακή πίεση ήταν σημαντικά χαμηλότερη κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης από την περίοδο άσκησης κατά 113,8mmHg σε σύγκριση με τις γυναίκες με φυσιολογική αρτηριακή πίεση όπου ήταν 116,1mmHg ενώ η διαστολική αρτηριακή πίεση δεν διέφερε μεταξύ των δυο ομάδων. Παρά το γεγονός ότι η αρτηριακή πίεση ήταν υψηλότερη στις γυναίκες με οριακή υπέρταση, μία περίοδος με άσκηση αντίστασης φαίνεται να επιβάλει ένα μικρό συστολικό υποτασικό επεισόδιο κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης σε γυναίκες με φυσιολογική αρτηριακή πίεση και με οριακή υπέρταση (Fisher, 2001).

#### **4.2. ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑ ΚΑΙ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ**

Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής προτάθηκαν ως η αρχική θεραπευτική στρατηγική από τους Blumenthal et al. (2000) για τη μείωση της υψηλής αρτηριακής πίεσης. Ωστόσο, τα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της άσκησης και της απώλειας σωματικού βάρους στη διαχείριση της υψηλής αρτηριακής πίεσης παραμένει αμφιλεγόμενη. Στην συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν 133 υπέρβαροι άνδρες και γυναίκες με υψηλή αρτηριακή πίεση ή σε στάδιο υπέρτασης I έως II. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες όπου η μία ομάδα υποβλήθηκε σε πρόγραμμα αποκατάστασης με αερόβια άσκηση και η άλλη ομάδα σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης σωματικού βάρους όπου συμπεριλαμβανόταν και η άσκηση (Blumenthal et al., 2000).

Πριν, κατά την διάρκεια και μετά τη συνεδρία άσκησης, η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση μετρήθηκαν όπως και κατά τη διάρκεια της καθημερινής ζωής. Αν και οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, τα άτομα της ομάδας διαχείρισης του σωματικού βάρους παρουσίασαν γενικά μεγαλύτερες μειώσεις. Στην ομάδα διαχείρισης σωματικού βάρους, η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 7mmHg ενώ η διαστολική κατά 5mmHg σε σύγκριση με την ομάδα της αερόβιας άσκησης όπου η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκαν κατά 4mmHg (Blumenthal et al., 2000).

Οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων θεραπείας εμφάνισαν μειωμένη περιφερική αντίσταση και αυξημένη καρδιακή παροχή με τη μεγαλύτερη μείωση να εμφανίζεται στην περιφερική αντίσταση της ομάδας διαχείρισης σωματικού βάρους. Οι ίδιοι συμμετέχοντες παρουσίασαν επίσης σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα ινσουλίνης από τους συμμετέχοντες της άλλης ομάδας (Blumenthal et al., 2000).

Παρά το γεγονός ότι η άσκηση από μόνη της ήταν αποτελεσματική στην μείωση της αρτηριακής πίεσης, η προσθήκη ενός προγράμματος απώλειας σωματικού βάρους φαίνεται να ενισχύει αυτό το αποτέλεσμα. Η αεροβική άσκηση σε συνδυασμό με την απώλεια βάρους συνιστάται για τη διαχείριση της αυξημένης αρτηριακής πίεσης των υπέρβαρων ατόμων (Blumenthal et al., 2000).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006 από τους Sarsan et al. έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων της αεροβικής άσκησης και της άσκησης με αντίσταση στο σωματικό βάρος, στην μυϊκή δύναμη, στην καρδιαγγειακή υγεία, την αρτηριακή πίεση και στη διάθεση σε παχύσαρκες γυναίκες. Συμμετείχαν 60 παχύσαρκες γυναίκες οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες με την 1<sup>η</sup> ομάδα (20 γυναίκες) να εκτελεί αερόβια άσκηση, την 2<sup>η</sup> ομάδα (20 γυναίκες) να εκτελεί άσκηση αντίστασης και την 3<sup>η</sup> ομάδα (20 γυναίκες) να είναι η ομάδα ελέγχου. Η ομάδα της αερόβιας άσκησης πραγματοποίησε ασκήσεις με τα πόδια όπου αυξανόταν η διάρκεια και η συχνότητα. Η ομάδα με την άσκηση αντίστασης πραγματοποίησε προοδευτικές ασκήσεις βάρους-αντοχής για το άνω και το κάτω μέρος του σώματος. Πριν και μετά από τις 12 εβδομάδες του προγράμματος προπόνησης, αξιολογήθηκαν οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις, η διάθεση, η καρδιοαναπνευστική ικανότητα και η δύναμη των προπονημένων μυών (Sarsan et al., 2006).

Τα ευρήματα έδειξαν ότι μετά την πάροδο των 12 εβδομάδων, τα άτομα της ομάδας αντίστασης παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στους απαγωγούς μύες των ισχίων, στους τετρακέφαλους μύες, στους δικέφαλους μύες και στους θωρακικούς μύες σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Στην ομάδα αερόβιας άσκησης ο όγκος πρόσληψης οξυγόνου αυξήθηκε ενώ η κατάθλιψη μειώθηκε σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Μόνο στη δύναμη των απαγωγών του ισχίου υπήρξε μια σημαντική αύξηση στην ομάδα άσκησης με αντίσταση σε σχέση με την ομάδα της αερόβιας άσκησης (Sarsan et al., 2006).

Συμπερασματικά, τόσο η αερόβια άσκηση όσο και η άσκηση αντίστασης οδήγησε σε βελτίωση των επιδόσεων και της ικανότητας για άσκηση σε παχύσαρκες γυναίκες. Ενώ η αερόβια άσκηση φάνηκε να είναι ευεργετική όσο αφορά τη βελτίωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων και της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου, η άσκηση αντίστασης ήταν ευεργετική για την αύξηση της μυϊκής δύναμης (Sarsan et al., 2006).

Η υψηλή αρτηριακή πίεση αυξάνει τον κίνδυνο για πρόκληση εγκεφαλικού επεισοδίου, άνοια και ψυχομετρική δυσλειτουργία. Στην έρευνα των Smith et al. το 2010 έλαβαν μέρος 124 συμμετέχοντες με αυξημένη αρτηριακή πίεση (συστολική αρτηριακή πίεση 130-159 mmHg και διαστολική αρτηριακή πίεση 85-99 mmHg) οι οποίοι ήταν υπέρβαροι ή παχύσαρκοι με δείκτη μάζας σώματος από 25 έως 40 kg/m<sup>2</sup>. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και

υποβλήθηκαν σε ειδική διατροφή και παράλληλο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με την διαφορά ότι η πρώτη ομάδα έκανε διατροφή με τροφές κατάλληλες για την μείωση της αρτηριακής πίεσης ενώ η δεύτερη ομάδα σε μια συνήθης δίαιτα (Smith et al., 2010).

Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν μια σειρά ψυχομετρικών δοκιμασιών όπως μνήμης, μάθησης και ψυχοκινητικής λειτουργίας κατά την έναρξη και μετά από 4 μήνες παρέμβασης. Οι συμμετέχοντες της πρώτης ομάδας παρουσίασαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στην εκτελεστική λειτουργία της μνήμης-μάθησης καθώς και καλύτερη ταχύτητα στην ψυχοκινητική λειτουργία σε σύγκριση με την ομάδα με την συνήθη δίαιτα. Με βάση τα αποτελέσματα φαίνεται ότι ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και δίαιτας με τροφές κατάλληλες για την μείωση της αρτηριακής πίεσης βελτιώνει την εκτελεστική λειτουργία της μνήμης-μάθησης και την ψυχομετρική λειτουργία των υπέρβαρων ή παχύσαρκων ατόμων με αρτηριακή υπέρταση και ακολούθως παρατηρείται και μείωση της αρτηριακής πίεσης (Smith et al., 2010).

Σε πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2011 από τους Kingsley et al. μελετήθηκαν οι αγγειοδιασταλτικές μεταβολές που προκαλεί η αερόβια άσκηση και η άσκηση με αντίσταση σε υπέρβαρες γυναίκες με αρτηριακή υπέρταση. Εικοσιτέσσερις υπέρβαρες γυναίκες με μέση ηλικία τα  $44 \pm 1$  έτη και με μέσο σωματικό βάρος τα  $80 \pm 3$  κιλά προσφέρθηκαν εθελοντικά για τη μελέτη αυτή. Οι συμμετέχουσες πραγματοποίησαν 5 σετ ασκήσεων των κάτω άκρων με 10 επαναλήψεις το κάθε σετ. Πριν από τα σετ αλλά και 15 λεπτά μετά μετρήθηκαν η ροή του αίματος και η αγγειοδιασταλτική ικανότητα ως απάντηση στην αντιδραστική υπεραιμία. Οι μετρήσεις συλλέχθηκαν 4 εβδομάδες πριν την προπόνηση, κατά την έναρξη και μετά από το τέλος 12 εβδομάδων προπόνησης. Στα αποτελέσματα δεν υπήρχαν διαφορές στην αγγειοδιασταλτική ικανότητα πριν και κατά την έναρξη της προπόνησης ενώ η ροή του αίματος αυξήθηκε (Kingsley et al., 2011).

#### **4.3. ΙΔΙΟΠΑΘΗ ΥΠΕΡΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ**

Στόχος των Duncan et al. σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1985 ήταν οι επιπτώσεις της αερόβιας άσκησης στις κατεχολαμίνες πλάσματος και στην αρτηριακή πίεση σε ασθενείς με ήπια ιδιοπαθή υπέρταση. Πενήντα έξι ασθενείς με αρχική τιμή διαστολικής αρτηριακής πίεσης από 90 mmHg έως 140 mmHg έλαβαν μέρος στην συγκεκριμένη μελέτη. Μετά από τις 16 εβδομάδες του προγράμματος της αερόβιας άσκησης αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα της αρτηριακής πίεσης και των επίπεδων των κατεχολαμινών του πλάσματος.

Η ομάδα άσκησης βελτίωσε σημαντικά την φυσική κατάστασή της και μείωσε τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση (Duncan et al., 1985).

Για να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ της άσκησης, της αρτηριακής πίεσης του αίματος, του πλάσματος και των τιμών των κατεχολαμινών, η ομάδα άσκησης διαιρέθηκε περαιτέρω σε δύο υπο-ομάδες: την υπερτανεργική και την νοραδρενεργική ομάδα. Οι μειώσεις της συστολικής αρτηριακής πίεσης ήταν 6,3mmHg, 10,3mmHg και 15,5mmHg για την ομάδα ελέγχου, την νοραδρενεργική ομάδα και την υπερτανεργική ομάδα αντίστοιχα. Οι μεταβολές της διαστολικής αρτηριακής πίεσης ήταν παρόμοιες. Οι αλλαγές στην αρτηριακή πίεση της υπερτανεργικής ομάδας σχετίζονται με αλλαγές στις τιμές πλάσματος των κατεχολαμινών μετά το τέλος του προγράμματος. Παρότι η έρευνα πραγματοποιήθηκε την δεκαετία του 1980, βρέθηκε ότι ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης μειώνει την αρτηριακή πίεση η οποία σχετίζεται με αλλαγές στα επίπεδα των κατεχολαμινών του πλάσματος (Duncan et al., 1985).

Οι Tanaka et al. το 1995 ασχολήθηκαν με την απελευθέρωση του νατριουρητικού πεπτιδίου και του κοιλιακού νατριουρητικού πεπτιδίου του πλάσματος σε 14 φυσιολογικά άτομα και σε 19 ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση κατά τη διάρκεια άσκησης με εργομετρικό ποδήλατο. Τα επίπεδα στο πλάσμα και των δύο ορμονών κατά την έναρξη ήταν σημαντικά υψηλότερα στην ομάδα των υπερτασικών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Κατά την άσκηση τα επίπεδα στο πλάσμα και των δύο ορμονών, η συστολική αρτηριακή πίεση και η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκαν και στις δυο ομάδες (Tanaka et al., 1995).

Οι αλλαγές του κοιλιακού νατριουρητικού πεπτιδίου του πλάσματος συσχετίζονται με τις αλλαγές της συστολικής αρτηριακής πίεσης. Στα υπερτασικά άτομα, η αλλαγή του συγκεκριμένου πεπτιδίου συσχετίζεται με την νορεπινεφρίνη στο πλάσμα καθώς με την μείωση της καρδιακής συχνότητας. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι σε φυσιολογικά άτομα η άσκηση προκαλεί απελευθέρωση του νατριουρητικού πεπτιδίου και του κοιλιακού νατριουρητικού πεπτιδίου του πλάσματος ενώ σε υπερτασικούς το μεγαλύτερο κίνητρο για την απελευθέρωση των δύο ορμονών είναι ο καρδιακός ρυθμός όπου επηρεάζει ορισμένους παράγοντες που εμπλέκονται στην αρτηριακή υπέρταση (Tanaka et al., 1995).

Οι επιπτώσεις της μακροχρόνιας αερόβιας άσκησης στην ενδοθηλιακή λειτουργία σε ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση παραμένει ασαφής. Στη μελέτη των Yukihiro et al. (1999) συμμετείχαν 27 άτομα τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 20 άτομα τα οποία υποβλήθηκαν σε 30 λεπτά γρήγορο περπάτημα 5 έως 7 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Η δεύτερη ομάδα αποτελούνταν από 7 άτομα και δεν υποβλήθηκαν σε καμία δραστηριότητα. Μετρήθηκε η ροή του αίματος στο αντιβράχιο κατά

τη διάρκεια της αντιδραστικής υπεραιμίας για τη δοκιμή της ενδοθήλιας αγγειοδιαστολής καθώς και μετά από την υπογλώσσια χορήγηση νιτρογλυκερίνης (Yukihito et al., 1999).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ροή αίματος στο αντιβράχιο κατά τη διάρκεια της αντιδραστικής υπεραιμίας στους υπερτασικούς ήταν σημαντικά μικρότερη από αυτή των μη υπερτασικών ατόμων. Μετά από την υπογλώσσια χορήγηση νιτρογλυκερίνης, η ροή του αίματος στο αντιβράχιο ήταν παρόμοια μεταξύ υπερτασικών και μη υπερτασικών ατόμων. Η άσκηση μείωσε τη μέση αρτηριακή πίεση από  $115,7 \pm 5,3$  σε  $110,2 \pm 5,1$  mmHg ενώ μειώθηκε και η αγγειακή αντίσταση στο αντιβράχιο. Μετά από 12 εβδομάδες άσκησης, η μέγιστη ανταπόκριση της αρτηριακής ροής του αντιβραχίου κατά τη διάρκεια αντιδραστικής υπεραιμίας αυξήθηκε σημαντικά ενώ αυτή η αύξηση δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Οι αλλαγές στη ροή του αίματος του αντιβραχίου μετά την υπογλώσσια χορήγηση νιτρογλυκερίνης ήταν παρόμοια πριν και μετά από τις 12 εβδομάδες άσκησης και αυτό λόγω της ενδοαρτηριακής έγχυσης του μονοξειδίου η οποία κατήργησε την ενίσχυση της αντιδραστικής υπεραιμίας μετά από 12 εβδομάδες άσκηση (Yukihito et al., 1999).

Τα παραπάνω ευρήματα δείχνουν ότι με την αύξηση της απελευθέρωσης του μονοξειδίου του αζώτου η αντιδραστική υπεραιμία έπαψε να υπάρχει με αποτέλεσμα οι ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση να ανακουφιστούν ύστερα από μακροχρόνια αερόβια άσκηση (Yukihito et al., 1999).

Οι Yukihito et al. το 1999, μελέτησαν τις επιπτώσεις της μακροχρόνιας αερόβιας άσκησης στην ενδοθηλιακή λειτουργία σε ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση. Μετρήθηκε η ροή του αίματος στο αντιβράχιο πριν και μετά την χορήγηση ακετυλοχολίνης. Αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα της σωματικής άσκησης μετά από 12 εβδομάδες στην αιμοδυναμική κατάσταση του αντιβραχίου των ασθενών, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε μία ομάδα άσκησης όπου συμμετείχαν 10 άτομα και σε μία δεύτερη ομάδα ελέγχου όπου συμμετείχαν 7 άτομα (Yukihito et al., 1999).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι απαντήσεις των αγγείων του αντιβραχίου μετά την χορήγηση ακετυλοχολίνης ήταν μικρότερες στην ομάδα άσκησης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Μετά από 12 εβδομάδες άσκησης, η ροή αίματος στο αντιβράχιο μετά την χορήγηση ακετυλοχολίνης αυξήθηκε σημαντικά στην ομάδα άσκησης αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου. Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν πως η μακροχρόνια σωματική άσκηση βελτιώνει το ενδοθήλιο το οποίο εξαρτάται από τις αρτηρίες καθώς μέσω αυτών απελευθερώνεται το μονοξειδίου του αζώτου (Yukihito et al., 1999).

Σκοπός της μελέτης των Shoemaker et al. (2009) ήταν να περιγραφούν τα οφέλη ενός προγράμματος άσκησης σε άτομα με αρτηριακή υπέρταση. Στην συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν δυο άτομα 1 άνδρας 50 ετών και 1 γυναίκα 54 ετών με ιδιοπαθή αρτηριακή υπέρταση. Και τα δύο άτομα υποβλήθηκαν σε προπόνηση 3 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες χρησιμοποιώντας ένα εργοποδήλατο στο 50%-80% του φόρτου εργασίας. Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με τη χρήση καρδιοπνευμονικής δοκιμασίας κόπωσης 6 λεπτών στα 6 METs. Παράλληλα με την δοκιμασία συμπληρώθηκε ένα ερωτηματολόγιο αναπνευστικής λειτουργίας χρόνιας ασθένειας (Shoemaker et al., 2009).

Σημαντικές βελτιώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου και στο φόρτο εργασίας στο αναερόβιο κατώφλι παρουσίασαν και τα δυο άτομα, με τον άνδρα όμως να έχει μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου και μέγιστη τιμή της εργασίας. Από την παραπάνω έρευνα των 2 ατόμων φάνηκε ότι ένα σύντομο και πρακτικό πρόγραμμα άσκησης μπορεί να βελτιώσει την αερόβια ικανότητα σε άτομα με ιδιοπαθή υπέρταση χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις (Shoemaker et al., 2009).

#### **4.4. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΥΠΕΡΤΑΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ**

Οι Cade et al. σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1984 εξέτασαν αν η χορήγηση αντιυπερτασικής αγωγής σε συνδυασμό με την αερόβια άσκηση επιφέρει τα ίδια αποτελέσματα από ότι η αερόβια άσκηση από μόνη της. Εκατόν πέντε ασθενείς με εγκατεστημένη διαστολική υπέρταση εντάχθηκαν σε ένα πρόγραμμα άσκησης όπου θα εξετάζονταν η επίδραση της αερόβιας άσκησης στην αρτηριακή πίεση. Κατά την διάρκεια της άσκησης, 58 ασθενείς δεν έλαβαν αντιυπερτασική αγωγή ενώ οι υπόλοιποι 47 λάμβαναν αντιυπερτασική αγωγή. Το όλο πρόγραμμα είχε συνολική διάρκεια τριών μηνών (Cade et al., 1984).

Μέσω της παραπάνω έρευνας φάνηκε ότι σε τέσσερις ασθενείς η μείωση της μέσης αρτηριακής πίεσης ήταν μικρότερο από 5mmHg ενώ στους υπόλοιπους υπήρξε σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης. Στους 58 ασθενείς που δεν λάμβαναν αντιυπερτασική αγωγή κατά την περίοδο πριν την άσκηση η μέση αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 15mmHg. Στους 47 ασθενείς που λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή κατά την περίοδο της άσκησης, η μέση αρτηριακή πίεση μειώθηκε από 116,9±6,5mmHg σε 97,2±9,2 mmHg. Μετά από τους 3 μήνες άσκησης, η μέση αρτηριακή πίεση στα άτομα όπου έλαβαν φαρμακευτική αγωγή μειώθηκε από 120,9±28,8 mmHg σε 104,4±17,9 mmHg. Το συμπέρασμα είναι ότι οι ασθενείς που είναι

σε σωματική και συναισθηματική θέση να ασκηθούν μπορεί να επιτύχουν σημαντικά την μείωση της αρτηριακής πίεσης (Cade et al., 1984).

Στόχος των Wensel et al. το 2000 ήταν να μελετήσουν εάν η έγχυση της εισπνοής ιλοπρόστης βελτιώνει την ικανότητα άσκησης και την επιβίωση σε ασθενείς με πρωτοπαθή πνευμονική υπέρταση. Έντεκα ασθενείς έλαβαν μέρος και εκτέλεσαν δυο διαδοχικές δοκιμές αερόβιας άσκησης πριν και μετά την εισπνοή των 17 μικρογραμμαρίων ιλοπρόστης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την έγχυση της ιλοπρόστης η αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 65 mmHg όπως και η αντίσταση των πνευμονικών αγγειακών. Επίσης βελτιώθηκε σημαντικά η διάρκεια της άσκησης (379 έναντι 438 δευτερόλεπτα) καθώς και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $12,8$  έναντι  $14,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) (Wensel et al., 2000).

Τα παρόντα στοιχεία έδειξαν ότι η εισπνοή ιλοπρόστη ασκεί πνευμονική αγγειοδιαστολή και βελτιώνει τα συμπτώματα, την ικανότητα άσκησης σε ασθενείς με πρωτοπαθή πνευμονική υπέρταση καθώς και ότι είναι η κατάλληλη θεραπεία (Wensel et al., 2000).

Σε σχετικά πρόσφατη μελέτη από τους Melo et al. το 2006 διερευνήθηκε η επίδραση μίας μόνο συνεδρίας χαμηλής έντασης άσκησης με αντίσταση στην αρτηριακή πίεση. Στην μελέτη συμμετείχαν δώδεκα υπερτασικές γυναίκες οι οποίες λάμβαναν καπτοπρίλη και χωρίστηκαν σε δύο πειραματικές ομάδες. Η 1<sup>η</sup> ομάδα ήταν η ομάδα έλεγχου και η 2<sup>η</sup> ομάδα ήταν η ομάδα άσκησης που υποβλήθηκε σε άσκηση αντίστασης με χαμηλή ένταση (έξι ασκήσεις αντίστασης από 20 επαναλήψεις στο 40% της 1RM). Η κλινική αρτηριακή πίεση μετρήθηκε πριν και 120 λεπτά μετά από την άσκηση κατά την ανάπαυση. Επιπλέον, μετρήθηκε και 21 ώρες μετά από την άσκηση και την ανάπαυση (Melo et al., 2006).

Βάση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι η κλινική αρτηριακή πίεση μειώθηκε σημαντικά μετά την άσκηση αλλά όχι μετά από την ανάπαυση. Μετά από 21 ώρες, η συστολική αρτηριακή πίεση από  $128 \pm 5 \text{ mmHg}$  ήταν  $123 \pm 4 \text{ mmHg}$  και η διαστολική αρτηριακή πίεση από  $80 \pm 3 \text{ mmHg}$  ήταν  $76 \pm 2 \text{ mmHg}$  ενώ κατά την διάρκεια του ύπνου η συστολική αρτηριακή πίεση από  $120 \pm 7 \text{ mmHg}$  ήταν  $118 \pm 5 \text{ mmHg}$  και η διαστολική αρτηριακή πίεση από  $73 \pm 4 \text{ mmHg}$  ήταν  $71 \pm 3 \text{ mmHg}$ . Η αρτηριακή πίεση δεν διέφερε μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Από τα αποτελέσματα βγαίνει το συμπέρασμα ότι η αρτηριακή πίεση μειώθηκε στις υπερτασικές γυναίκες που λάμβαναν καπτοπρίλη κατά την περίοδο της χαμηλής έντασης άσκησης με αντίσταση. Η μείωση αυτή εξακολουθούσε να υφίσταται και για 10 ώρες μετά την άσκηση όπου οι υπερτασικές γυναίκες ασχολούνταν με καθημερινές δραστηριότητες (Melo et al., 2006).

#### 4.5. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Σε έρευνα των Nishikimi et al. που πραγματοποιήθηκε το 1986 μελετήθηκε η σχέση μεταξύ των αιμοδυναμικών μετρήσεων και των επιπέδων πλάσματος κατά τη διάρκεια της άσκησης σε ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση. Το πρωτόκολλο άσκησης αποτελούνταν από τρία σταθερά φορτία εργασίας (25, 50 και 75 Watt) σε εργομετρικό ποδήλατο. Τα επίπεδα στο πλάσμα και οι αιμοδυναμικοί δείκτες μετρήθηκαν πριν και κατά τη διάρκεια κάθε σταδίου άσκησης (Nishikimi et al., 1986).

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα επίπεδα του πλάσματος και οι αιμοδυναμικοί δείκτες της πνευμονικής πίεσης αυξήθηκαν σημαντικά κατά το μέγιστο φορτίο εργασίας. Σημαντικές συσχετίσεις των αιμοδυναμικών δεικτών της πνευμονικής πίεσης και της μέσης αρτηριακής πίεσης στα επίπεδα του πλάσματος παρατηρήθηκαν σε τέσσερα διαφορετικά σημεία που λαμβάνονταν πριν και κατά την διάρκεια κάθε σταδίου άσκησης. Η αύξηση των κυκλοφορούντων επιπέδων πλάσματος κατά τη διάρκεια άσκησης στους υπερτασικούς ασθενείς μπορεί να σχετίζεται με αύξηση της αριστερής κοιλιακής πίεσης και της αρτηριακής πίεσης ή συστολικής δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας (Nishikimi et al., 1986).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι μία ενιαία περίοδο σωματικής άσκησης προκαλεί σημαντική αντιυπερτασική δράση κατά τη διάρκεια των ωρών μετά την δραστηριότητα. Εντούτοις, ελάχιστες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σήμερα σχετικά με τις υποκείμενες αιμοδυναμικές μεταβολές. Στην μελέτη των Cleroux et al. που πραγματοποιήθηκε το 1992 συμμετείχαν 13 υπερτασικά άτομα και 9 άτομα με φυσιολογική αρτηριακή πίεση. Μετά τη διάρκεια 30 λεπτών ποδήλατο στο 50% της μέγιστης αερόβιας ικανότητας και 3 ώρες μετά μετρήθηκαν η αρτηριακή πίεση, ο καρδιακός ρυθμός, η καρδιακή παροχή, η ολική περιφερική αντίσταση και οι περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις στο αντιβράχιο καθώς και οι συγκεντρώσεις στο πλάσμα της νορεπινεφρίνης (Cleroux et al., 1992).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την άσκηση, η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση, η ολική περιφερική αντίσταση, η αγγειακή αντίσταση και τα επίπεδα της νορεπινεφρίνης στο πλάσμα ήταν σημαντικά μικρότερα. Αντίθετα, στα άτομα με φυσιολογική αρτηριακή πίεση η αγγειακή αντίσταση και η νορεπινεφρίνη στο πλάσμα παρέμειναν αμετάβλητες καθώς και η συστηματική αιμοδυναμική άλλαξε σε μικρότερο βαθμό από ότι στους υπερτασικούς ασθενείς μετά από την άσκηση. Το συμπέρασμα είναι ότι η μείωση των περιφερειακών αγγειακών αντιστάσεων στους σκελετικούς μύες στους ασθενείς με αρτηριακή υπέρταση μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιυπερτασική δράση πριν από την άσκηση (Cleroux et al., 1992).

Στην μελέτη των Nagaya et al. το 2001 αξιολογήθηκαν οι επιπτώσεις της άσκησης και οι αιμοδυναμικές τιμές μετά από την λήψη συμπληρώματος αργινίνης από το στόμα σε ασθενείς με πνευμονική υπέρταση. Συμμετείχαν δεκαεννέα ασθενείς και έγιναν μετρήσεις στην μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου και στην αναπνευστική απόκριση της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα μία εβδομάδα μετά την θεραπεία αργινίνης και κατά την διάρκεια της άσκησης (Nagaya et al., 2001).

Με την συμπλήρωση της αργινίνης στο πλάσμα αυξήθηκε σημαντικά η κιτρουλίνη που επέφερε αύξηση στην παραγωγή αζώτου ενώ με την συμπλήρωση της αργινίνης παρατηρήθηκε 9% μείωση της μέσης πνευμονικής αρτηριακής πίεσης και μείωση των πνευμονικών αγγειακών αντιστάσεων. Ακόμη, η αργινίνη μείωσε ελαφρά την μέση συστηματική αρτηριακή πίεση. Μια εβδομάδα πρόσληψης αργινίνης είχε ως αποτέλεσμα την ελαφρά αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και σημαντική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η χορήγηση αργινίνης μέσω στόματος μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την αιμοδυναμική και την ικανότητα άσκησης σε ασθενείς με πνευμονική υπέρταση (Nagaya et al., 2001).

#### **4.6.ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ**

Παρότι τα οφέλη της αερόβιας άσκησης σχετικά με την αρτηριακή πίεση είναι πλέον καθιερωμένα, τα αποτελέσματα της επίδρασης της άσκησης με αντίσταση είναι λιγότερο καλά καθορισμένα. Για αυτό το λόγο, το 2008 οι Collier et al. ερεύνησαν την επίδραση της άσκησης με αντίσταση σε σχέση με την αερόβια άσκηση συλλέγοντας στοιχεία για την αιμοδυναμική και αρτηριακή δυσκαμψία. Τριάντα υπερτασικοί ασθενείς (20 άνδρες και 10 γυναίκες) συμμετείχαν στην παραπάνω έρευνα με μέση ηλικία τα  $48,2 \pm 1,3$  έτη. Το πρόγραμμα προπόνησης είχε διάρκεια 4 εβδομάδες και περιελάμβανε αερόβια άσκηση και άσκηση με αντίσταση. Πριν και μετά την προπονητική συνεδρία η αρτηριακή πίεση, η αρτηριακή δυσκαμψία και η αγγειοδιασταλτική χωρητικότητα μετρήθηκαν. Η αρτηριακή πίεση μειώθηκε και με τους 2 τρόπους άσκησης (αερόβια άσκηση και άσκηση με αντίσταση). Τα αποτελέσματα της μείωσης αναφέρονται στον πίνακα 4.2.

**Πίνακας 4.2.** Οι διαφορές στην αρτηριακή πίεση πριν και μετά το πρόγραμμα άσκησης με αντίσταση και το πρόγραμμα άσκησης με αερόβια (προσαρμοσμένο από Collier et al., 2008).

Αρτηριακή πίεση	Πριν την άσκηση με αντίσταση	Μετά την άσκηση με αντίσταση	Πριν την αερόβια άσκηση	Μετά την αερόβια άσκηση
Συστολική πίεση	136±2,9mmHg	132±3,4mmHg	141±3,8mmHg	136±3,4mmHg
Διαστολική πίεση	78±1,3mmHg	74±1,6mmHg	80±1,6mmHg	77±1,7mmHg

Η αρτηριακή δυσκαμψία μετά την αερόβια άσκηση βρέθηκε μειωμένη ενώ μετά την άσκηση με αντίσταση αυξήθηκε. Η αγγειοδιασταλτική χωρητικότητα αυξήθηκε περισσότερο με την άσκηση με αντίσταση σε σύγκριση με την αερόβια άσκηση. Η αρτηριακή πίεση μειώθηκε και με τους 2 τρόπους άσκησης αλλά όσο αφορά την αρτηριακή δυσκαμψία και την αγγειοδιασταλτική χωρητικότητα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αερόβια άσκηση έχει καλύτερες επιπτώσεις από την άσκηση με αντίσταση (Collier et al., 2008).

Η εμμηνόπαυση είναι μία κατάσταση η οποία σχετίζεται με αυξημένη αρτηριακή δυσκαμψία και μειωμένη μυϊκή δύναμη. Ο συνδυασμός άσκησης με αντίσταση και αερόβιας άσκησης μπορεί να μειώσει την ταχύτητα του κύματος σφυγμού. Σκοπός της πρόσφατης μελέτης των Figueroa et al. (2011) ήταν να εξετάσει την υπόθεση ότι η συνδυασμένη αερόβια άσκηση και η άσκηση με αντίσταση θα βελτιώσει την ταχύτητα κύματος σφυγμού, την αρτηριακή πίεση και την μυϊκή δύναμη σε εμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Figueroa et al., 2011).

Μελέτησαν 24 εμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 47-68 ετών οι οποίες εκτέλεσαν ταυτόχρονη άσκηση με αντίσταση που ακολουθείται από αερόβια άσκηση στο 60% της προβλεπόμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας 3 ημέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Μετρήθηκαν πριν και μετά την έρευνα η συστολική αρτηριακή πίεση, η διαστολική αρτηριακή πίεση, η μέση αρτηριακή πίεση, η ταχύτητα κύματος σφυγμού, η καρδιακή συχνότητα, η δυναμική και η ισομετρική μυϊκή δύναμη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά το τέλος του όλου προγράμματος άσκησης, η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 6,0±1,9mmHg, η διαστολική αρτηριακή πίεση κατά 4,8±1,7mmHg καθώς και η μέση αρτηριακή πίεση κατά 5,1±1,6mmHg. Επίσης, μειώθηκαν η καρδιακή συχνότητα, η ταχύτητα κύματος σφυγμού ενώ αυξήθηκε η δύναμη στα πόδια και η ισομετρική δύναμη λαβής (Figueroa et al., 2011).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από το πρόγραμμα αερόβιας προπόνησης και μέτριας έντασης άσκησης με αντίσταση διάρκειας 12 εβδομάδων βελτιώνεται η αρτηριακή

δυσκαμψία, η αιμοδυναμική και η μυϊκή δύναμη στις εμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Αυτή η μελέτη παρέχει αποδείξεις ότι η συνδυασμένη εκπαίδευση μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη για την υγεία, για την πρόληψη της αρτηριακής υπέρτασης και της αδυναμίας στις εμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Figuerola et al., 2011).

#### **4.7. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΑΓΓΕΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Η αερόβια προπόνηση σε συνδυασμό με ασκήσεις αντίστασης μπορεί να αποτρέψει την επιδείνωση της αγγειακής λειτουργίας. Ωστόσο, το αν η αεροβική άσκηση πραγματοποιείται πριν ή μετά από μία περίοδο με ασκήσεις με αντίσταση και το πώς επηρεάζει την αγγειακή λειτουργία είναι άγνωστη. Η παρούσα μελέτη διερευνά την επίδραση της αερόβιας άσκησης πριν και μετά από ασκήσεις με αντίσταση για την αποφυγή της αγγειακής λειτουργίας (Okamoto et al., 2007).

Το 2007, οι Okamoto et al. μελέτησαν 33 νέους υγιείς εθελοντές (άνδρες και γυναίκες) οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες. Η 1<sup>η</sup> ομάδα αποτελούνταν από 4 άνδρες και 7 γυναίκες οι οποίοι έτρεχαν πριν τις ασκήσεις αντίστασης, η 2<sup>η</sup> αποτελούνταν από 4 άνδρες και 7 γυναίκες οι οποίοι έτρεχαν μετά τις ασκήσεις αντίστασης και η 3<sup>η</sup> ομάδα αποτελούνταν από 3 άνδρες και 8 γυναίκες οι οποίοι αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου. Οι δύο πρώτες ομάδες εκτελούσαν το πρόγραμμα των ασκήσεων αντίστασης στο 80% της μέγιστης επανάληψης και έτρεχαν ως μέρος του αερόβιου προγράμματος στο 60% της καρδιακής συχνότητας. Το πρόγραμμα ασκήσεων πραγματοποιείτο 2 φορές την εβδομάδα για 8 εβδομάδες (Okamoto et al., 2007).

Βρέθηκε ότι η ταχύτητα του κύματος σφυγμού της βραχίονας αρτηρίας και η ροή του αίματος μετά από τον συνδυασμό άσκησης στην πρώτη ομάδα δεν άλλαξε. Αντίθετα, η ταχύτητα του κύματος σφυγμού μετά από την συνδυασμένη άσκηση στην δεύτερη ομάδα μειωθεί από την αρχική τιμή. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η αγγειακή λειτουργία δεν βελτιώνεται με αερόβια άσκηση πριν από τις ασκήσεις αντίστασης. Άρα η εκτέλεση αερόβιας άσκησης μετά τις ασκήσεις αντίστασης μπορεί να αποτρέψει την επιδείνωση της αγγειακής λειτουργίας (Okamoto et al., 2007).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί η μακροχρόνια σωματική δραστηριότητα και ιδιαίτερα η αερόβια άσκηση και η άσκηση με αντίσταση επιφέρει μια σειρά βελτιώσεων στον οργανισμό που σχετίζονται με την πρόληψη ή την θεραπεία απέναντι στην αρτηριακή πίεση. Εκτός από τα οφέλη στην υγεία και τη λειτουργικότητα του ατόμου, τα άτομα αποκομίζουν επιπλέον κοινωνικά και οικονομικά οφέλη μέσω της τακτικής τους συμμετοχής σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας. Τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν μέσω της φυσικής δραστηριότητας αναδεικνύονται μέσω της μείωσης των χρημάτων που δαπανώνται για περίθαλψη, φαρμακευτική αγωγή και διαβίωση μέσα στην κοινότητα.

Η επιστήμη και η πείρα αποδεικνύουν ότι η επίδραση της άσκησης για όλες τις ηλικίες υπερέχει με την επίδραση οποιουδήποτε άλλου μέσου σε όλες τις λειτουργικές ασθένειες. Η προπόνηση του σώματος μετά τα σαράντα έτη είναι σήμερα η μόνη γνωστή δυνατότητα και ένας πολύ καλός τρόπος πρόληψης για την αντιμετώπιση χρόνιων παθήσεων και συγκεκριμένα της αρτηριακής πίεσης. Η εργασία αυτή προσπάθησε να εξετάσει με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται η μείωση της αρτηριακής πίεσης μέσω της αερόβιας άσκησης και της άσκησης με αντίσταση.

Μεταξύ των αναγνωρισμένων οφελών της τακτικής αερόβιας άσκησης είναι η δυνατότερη καρδιά αφού ο καρδιακός μυς δυναμώνει και αυξάνει σε μέγεθος για να βελτιώσει την ικανότητά του να διοχετεύει αίμα και μειώνοντας την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας. Αυξάνεται ο συνολικός αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων στο σώμα έτσι ώστε να μεταφέρεται ευκολότερα το οξυγόνο στο σώμα. Βελτιώνεται η αναπνοή καθώς οι μύες που συμμετέχουν στην αναπνοή ενδυναμώνονται για να διευκολύνουν τη ροή αέρα εντός και εκτός των πνευμόνων. Η αερόβια άσκηση διεγείρει την ανάπτυξη των μικρών αιμοφόρων αγγείων (τριχοειδών αγγείων) στους μύες. Αυτό βοηθά το σώμα να μεταφέρει ευκολότερα οξυγόνο στους μύες, μπορεί να βελτιώσει την κυκλοφορία γενικά, να μειώσει την πίεση του αίματος και να απομακρύνει περιττά παράγωγα του μεταβολισμού, όπως το γαλακτικό οξύ από τους μύες.

Η αερόβια άσκηση συνδυασμένη με μια υγιεινή διατροφή και κατάλληλη προπόνηση ενδυνάμωσης μπορεί να βοηθήσει στην απώλεια σωματικού βάρους. Το επιπλέον σωματικό βάρος συνεισφέρει σε καταστάσεις όπως η καρδιακή νόσος, η υπέρταση, το εγκεφαλικό επεισόδιο, ο διαβήτης και κάποιες μορφές καρκίνου. Καθώς μειώνεται το σωματικό βάρος μειώνεται και ο κίνδυνος εμφάνισης αυτών των ασθενειών.

Τα άτομα που ασκούνται τακτικά είναι λιγότερο ευάλωτα σε μικρές ιογενείς λοιμώξεις όπως το κοινό κρυολόγημα και η γρίπη. Είναι πιθανό ότι η αερόβια άσκηση ενεργοποιεί το ανοσοποιητικό σύστημα και το προετοιμάζει να αντιμετωπίσει τις λοιμώξεις. Η τακτική αερόβια άσκηση οδηγεί στην έκκριση ενδορφινών, που είναι τα φυσικά αναλγητικά του σώματος. Οι ενδορφίνες μειώνουν επίσης το στρες, την κατάθλιψη και το άγχος και το άτομο παρουσιάζει βελτιωμένη πνευματική υγεία. Η άσκηση μπορεί να μας κουράζει βραχυπρόθεσμα, δηλαδή κατά τη διάρκειά της και αμέσως μετά αλλά μακροπρόθεσμα αυξάνει την αντοχή μας και μειώνει την κόπωση.

Οι ασκήσεις αντίστασης μπορούν να προσφέρουν σημαντικά λειτουργικά οφέλη και βελτίωση της γενικής υγείας και ευημερίας. Στα οφέλη συμπεριλαμβάνονται η αυξημένη δύναμη, η σκληρότητα και αντοχή των οστών, μυών, τενόντων και συνδέσμων, οι μειωμένες πιθανότητες για τραυματισμούς που οφείλονται σε αδυναμία των μυών, η βελτιωμένη καρδιακή λειτουργία, η αυξημένη HDL-χοληστερόλη, η διατήρηση της άλιπης μάζας σώματος και τέλος η βελτίωση του συντονισμού και της ισορροπίας.

Είθισται να προτιμάται να δίνεται ελλιπής ενημέρωση στους ασθενείς για την αντιμετώπιση της αρτηριακής πίεσης, με αποτέλεσμα ο ασθενής ή να υποτροπιάζει ή να αφήνει τελείως την προσπάθεια να ελέγξει την υπέρταση του με άσκηση και να επαναπαύεται αποκλειστικά στην χρήση φαρμάκων.

Οι σημερινοί ρυθμοί ζωής και οι συνήθειες του σύγχρονου ανθρώπου βάζουν τη φυσική δραστηριότητα σε δεύτερη μοίρα παραλείποντας τα οφέλη της και το γεγονός ότι είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανθρωπινή ζωή. Όσο αφορά την αρτηριακή πίεση η σωματική δραστηριότητα είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία που προλαμβάνει το φαινόμενο. Η φυσική δραστηριότητα γενικότερα προσφέρει μια σειρά από οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό, προάγει την υγεία και την ευεξία ενώ συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό την πρόληψη καρδιαγγειακών ασθενειών.

Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει οι θεραπευτές να δίνουν κατάλληλες συμβουλές για την αντιμετώπιση της αρτηριακής υπέρτασης όπως οι εξής:

- ✓ Μείωση κατανάλωσης άλατος.
- ✓ Διακοπή καπνίσματος.
- ✓ Μείωση κατανάλωσης αλκοόλ.
- ✓ Αύξηση στην κατανάλωση χορταρικών και φυτικών ινών.
- ✓ Διατήρηση κανονικού βάρους σώματος.
- ✓ Τακτική γυμναστική.

Τα υπερτασικά άτομα δεν πρέπει να παραβλέπουν ότι η υπέρταση είναι μια χρόνια ασθένεια, η οποία μπορεί για σειρά χρόνων να μην προκαλέσει κανένα ενόχλημα. Όταν αρχίζουν σωματική δραστηριότητα σε συνδυασμό ή όχι με φαρμακευτική αγωγή θα πρέπει να ξέρουν ότι είναι εφόρου ζωής, λόγω του ότι με τη διακοπή της θεραπείας, θα εμφανιστεί ξανά υπέρταση.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. **Ακύρου Δ (1998).** Εγχειρίδιο καρδιολογικής νοσηλευτικής . Αθήνα.
2. **Guyton (1998).** Φυσιολογία του ανθρώπου GUYTON ( 5<sup>η</sup> έκδ.). Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
3. **Γκουργκούλη Ε, Κισσούδη Α, Λυκοστράτη Α, Πετροπούλου Ε (1999).** Νοσηλευτική Θεωρία - Εργαστήριο. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων.
4. **Desopoulos A, Silbernagl S (2001).** “Εγχειρίδιο φυσιολογίας με έγχρωμο άτλαντα” . Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
5. **Κλεισούρας Β (2004).** Εργοφυσιολογία II ( 10<sup>η</sup> έκδ.). Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης.
6. **Κλεισούρας Β (2007).** Εργοφυσιολογία I. ( 10<sup>η</sup> έκδ.). Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
7. **Snell S. Richard (1992).** Κλινική Ανατομική. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
8. **Τούτουζας Π (1999).** Καρδιολογία Παύλου Κ. Τούτουζα ( 3<sup>η</sup> έκδ.). Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις "ΓΡ.ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΣ".

## **ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ**

1. **Arakawa K (1993).** Hypertension and Exercise. Clinical and Experimental Hypertension, Vol. 15, No. 6, Pages 1171-1179.
2. **Bertovic D, Waddell T, Gatzka C, Cameron J, Dart A, Kingwell B (1999).** Muscular Strength Training Is Associated With Low Arterial Compliance and High Pulse Pressure. Hypertension. 33: 1385-1391.
3. **Blumenthal J, Sherwood A, Elizabeth C, Gullette D, Babyak M, Waugh R, Georgiades A, Craighead L, Tweedy D, Mark F, Mark A, Hayano J, Hinderliter A (2000).** Exercise and Weight Loss Reduce Blood Pressure in Men and Women With Mild Hypertension. Effects on Cardiovascular Metabolic and Hemodynamic Functioning. Arch Intern Med.160:1947-1958.

4. **Cade R, Mars D, Wagemaker H, Zauner C, Packer D, Privette M, Cade1 M, Peterson J, Hood-Lewis D (1984).** Effect of aerobic exercise training on patients with systemic arterial hypertension. *Medicine* Volume, Pages 785-790.
5. **Chen H, Chen Y, Huang C, Lee S, Chen S, Kuo C (2010).** Effects of one-year swimming training on blood pressure and insulin sensitivity in mild hypertensive young patients. *Chin J Physiol.*30:53(3):185-9.
6. **Cleroux J, Kouame N, Nadeau A, Coulombe D, Lacourciere Y (1992).** Aftereffects of exercise on regional and systemic hemodynamics in hypertension. *Hypertension*, 19:183-191.
7. **Collier S, Kanaley A, Carhart R, Frechette V, Tobin M, Hall A, Luckenbaugh A, Fernhall B (2008).** Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *Journal of Human Hypertension* 22, 678–686.
8. **Collier S, Frechette V, Sandberg K, Schafer P, Ji H, Smulyan H, Fernhall B (2011).** Sex differences in resting hemodynamics and arterial stiffness following 4 weeks of resistance versus aerobic exercise training in individuals with pre-hypertension to stage 1 hypertension. *Biol Sex Differ.* 25:2(1):9.
9. **Cornelissen, Véronique A, Fagard, Robert H (2005).** Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*. Volume 23 - Issue 2 - pp 251-259.
10. **Duncan J, Farr J, Upton S, Hagan R, Oglesby M, Blair S (1985).** The Effects of Aerobic Exercise on Plasma Catecholamines and Blood Pressure in Patients With Mild Essential Hypertension. *Journal of the American Medical Association* :254(18):2609-2613.
11. **Fagard R, Cornelissen V (2007).** Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *Prevention & Rehabilitation*, vol. 14 no. 1 12-17.
12. **Fisher M (2001).** The Effect of Resistance Exercise on Recovery Blood Pressure in Normotensive and Borderline Hypertensive Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 210–216.
13. **Figueroa A, Park S, Seo D, Sanchez-Gonzalez M, Baek Y (2011).** Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness blood pressure and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause*: 18(9):980-4.

- 14. Hagberg M, Park J, Brown D (2000).** The Role of Exercise Training in the Treatment of Hypertension: An Update. *Sports Medicine*, Volume 30, Number 3, pp. 193-206(14).
- 15. Halbert J, Silagy C, Finucane P, Withers R, Hamdorf P, Andrews G (1997).** The effectiveness of exercise training in lowering blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials of 4 weeks or longer. *Journal of Human Hypertension*, 11(10):641-9.
- 16. Kelley G, Kelley K (2000).** Resistance Exercise and Resting Blood Pressure A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *American Heart Association. Progressive Hypertension* 35: 838-843, doi: 10.1161/01.HYP.35.3.838.
- 17. Kingsley J, Figueroa A, Hum J (2011).** Effects of resistance exercise training on resting and post-exercise forearm blood flow and wave reflection in overweight and obese women.
- 18. Makoff D, Conrad - Stöppler M, Schoenfield L (2008).** High Blood Pressure. *Medicine health*, Page 16 of 17.
- 19. Melo, Cíntia M, Filho A, Aristóteles C, Tinucci, Taisa, Mion, Décio J, Forjaz, Cláudia L (2006).** Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Clinical Methods and Pathophysiology*. Volume 11 - Issue 4 - pp 183-189.
- 20. Moraes M, Bacurau R, Simões H, Campbell C, Pudo M, Wasinski F, Pesquero J, Würtele M, Araujo R (2011).** Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *Journal of Human Hypertension*.
- 21. Morais P, Campbell C, Sales M, Motta D, Moreira S, Cunha V, Benford R, Simões H (2011).** Acute resistance exercise is more effective than aerobic exercise for 24h blood pressure control in type 2 diabetics. *Diabetes Metab.* 37(2):112-7.
- 22. Nagaya N, Uematsu M, Oya H, Sato N, Sakamaki F, Kuotani S, Ueno K, Nakanishi N, Yamagishi M, Miyatake K (2001).** Short-term Oral Administration of l-Arginine Improves Hemodynamics and Exercise Capacity in Patients with Precapillary Pulmonary Hypertension. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Vol. 163 no. 4 887-891.

23. **Niset G, Vachier J, Deboeck G, Moraine J, Naeije R (2005).** Physiological response to the six-minute walk test in pulmonary arterial hypertension. *European Respiratory Journal*, vol. 26 no. 4 667-672, doi: 10.1183/09031936.05.00031505.
24. **Nishikimi T, Kohno M, Matsuura T, Kanayama Y, Akioka K, Teragaki M, Yasuda M, Oku H, Takeuchi K, Takeda T (1986).** Circulating atrial natriuretic polypeptide during exercise in patients with essential hypertension. *Journal Hypertension Supplement*.4(6):S546-9.
25. **Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K (2007).** Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. *Journal of Applied Physiology*, vol. 103no. 5 1655-1661.
26. **Quinn J (2000).** Twenty-four hour ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. vol. 14, n<sup>o</sup>9, pp. 547-553.
27. **Ribeiro F, Campbell S, Mendes G, Arsa G, Moreira S, da Silva F, Prestes J, Sotero R, Simões HG (2011).** Exercise lowers blood pressure in university professors during subsequent teaching and sleeping hours. *International Journal of General Medicine*. 4:711-6.
28. **Sarsan A, Ardiç F (2006).** The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. *Clin Rehabil* 20: 773-782.
29. **Seamus W, Ashley C, Xue X, Jiang H (2002).** Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure A Meta-Analysis of Randomized, vol. 136 no. 7 493-502.
30. **Siegel W, Blumenthal J, Appelbaum M (1991).** Failure of Exercise to Reduce Blood Pressure in Patients With Mild Hypertension. *Journal American Medical Association*, 266(15): 2098-2104, doi: 10.1001/ Journal of the American Medical Association 03470150070033.
31. **Shoemaker M, Wilt J, Dasgupta R, Oudiz R (2009).** Exercise Training in Patients with Pulmonary Arterial Hypertension: A Case Report. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal* > v.20 (4).
32. **Smith P, Blumenthal J, Babyak M, Craighead L, Welsh-Bohmer K, Browndyke J, Strauman T, Sherwood A (2010).** Effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension Diet, Exercise, and Caloric Restriction on Neurocognition in Overweight Adults with High Blood Pressure. *Hypertension* 55:1331-1338, doi: 10.1161/Hypertensionaha.109.146795.

- 33. Sohn A, Hasnain M, Sinacore J (2007).** Impact of Exercise (walking) on Blood Levels in African American Adults with Newly Diagnosed Hypertension. *Ethnicity & Disease*:17:503-507.
- 34. Tanaka M, Ishizaka Y, Ishiyama Y, Kato J, Kida O, Kitamura K, Kangawa K, Matsuo H, Eto T.** Exercise-induced secretion of brain natriuretic peptide in essential hypertension and normal subjects. *18(2)*:159-66.
- 35. Yang H, Tsai J, Wang W, Hsieh M, Chen P, Kao C, Kao P, Wang C, Chan P (2004).** The Beneficial Effect of Regular Endurance Exercise Training on Blood Pressure and Quality of Life in Patients with Hypertension. *Clinical and Experimental Hypertension*, Vol. 26, No. 3, Pages 255-265.
- 36. Yukihiro H, Sasaki S, Sasaki N, Nakagawa K, Ueda T, Yoshimizu A, Kurisu S, Matsuura H, Kajiyama G, Oshima T (1999).** Daily Aerobic Exercise Improves Reactive Hyperemia in Patients With Essential Hypertension *Hypertension*: 33:591-597.
- 37. Yukihiro H, Sasaki S, Kurisu S, Yoshimizu A, Sasaki N, Matsuura H, Kajiyama G, Oshima T (1999).** Regular Aerobic Exercise Augments Endothelium-Dependent Vascular Relaxation in Normotensive. As Well As Hypertensive Subjects *Circulation*, 100:1194-1202.
- 38. Wensel R, Opitz C, Ewert R, Bruch L, Kleber F (2000).** Effects of Iloprost Inhalation on Exercise Capacity and Ventilatory Efficiency in Patients with Primary Pulmonary Hypertension. *Circulation*, 101:2388-2392, doi: 10.1161/01.CIR.101.20.2388.