



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:**

Συγκριτική μελέτη της λειτουργίας του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος διαφορετικών ηλικιακών ομάδων αθλητών της καλαθοσφαίρισης με τη μέθοδο της κορημετρίας



**ΓΙΑΝΝΑΚΑΚΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

**A.E.M : 0712051**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΕΝΤΑΚΗΣ**  
**ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΕΛΗ : ΚΑΛΤΣΑΤΟΥ ΑΝΤΩΝΙΑ**

**ΤΡΙΚΑΛΑ 2015 - 2016**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

- Την κα. Καλτσάτου Αντωνία, για την εμπιστοσύνη - υπομονή - πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της κατά τη διάρκεια υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας
- Τον Δρ. Ιωάννη Κουτεντάκη
- Όλους τους συμμετέχοντες για τον χρόνο που αφιέρωσαν
- Τους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου φροντίζοντας για τη καλύτερη δυνατή μόρφωση μου

## Περίληψη

**Το αυτόνομο ή φυτικό νευρικό σύστημα** λειτουργεί ανεξάρτητα από τη βούλησή μας, διανέμεται στην καρδιά και στους λείους γενικά μύες και εφορεύει επί της κανονικής λειτουργίας τους. Τα περισσότερα όργανα που νευρώνονται από το Φ.Ν.Σ. δέχονται και συμπαθητικές και παρασυμπαθητικές ίνες. Η δράση των δύο αυτών στοιχείων είναι συνήθως ανταγωνιστική. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να εξετάσει τις μεταβολές της κόρης του οφθαλμού σε φωτεινό ερέθισμα σε 191 υγιή άτομα, ηλικίας από 16 μέχρι και 67 ετών. Την Α ομάδα αποτελούσαν 94 αθλητές καλαθοσφαίρισης.

Καταγράφηκε η αντίδραση της κόρης στο φως και μετρήθηκαν εννιά παράμετροι και στις δυο ομάδες. Οι παράμετροι του αντανakλαστικού της κόρης στο φως που μετρήθηκαν είναι :

1. Μέγιστη διάμετρος της κόρης
2. Ελάχιστη διάμετρος της κόρης
3. Συστολή
4. Λανθάνων χρόνος
5. Μέση ταχύτητα συστολής
6. Μέγιστη ταχύτητα συστολής
7. Μέση ταχύτητα διαστολής
8. 75% Χρόνος Αποκατάσταση

## **Abstract**

The autonomic nervous system (ANS) is a division of the peripheral nervous system that influences the function of internal organs. The autonomic nervous system is a control system that acts largely unconsciously and regulates bodily functions such as the heart rate, digestion, respiratory rate, pupillary response, urination, and sexual arousal. This system is the primary mechanism in control of the fight-or-flight response and the freeze-and-dissociate response. The purpose of this study is to examine the changes of the pupil to light stimulus on 191 healthy people aged 16 up to 67 years. The group A were 94 basketball athletes. Pupillary reaction to light was recorded and nine parameters from these data were measured, reported and then compared in both group of subjects. The pupillary light reflex (PLR) parameters that were calculated are:

1. Maximum pupil diameter
2. Minimum pupil diameter
3. Constriction
4. Latency
5. Average Constriction Velocity
6. Maximum Constriction Velocity
7. Average Dilation Velocity
8. 75% Recover Time

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	7
ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	7
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	8
1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ.....	10
1.4 ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΔΙΑΒΙΒΑΣΤΕΣ.....	11
1.5 ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΔΙΑΒΙΒΑΣΤΕΣ.....	11
1. ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	12
2.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΟΓΩ ΑΣΚΗΣΗΣ.....	12
2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ.....	13
2.3 ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ.....	15
3. ΚΟΡΗΜΕΤΡΙΑ.....	18
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΟΡΗΜΕΤΡΙΑΣ.....	18
3.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	20
3.3 ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΟΡΗΣ.....	21
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	25
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	25
4.1. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	25
4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ.....	25
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΡΗΜΕΤΡΟΥ.....	26
4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	27
4.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	27
4.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	28
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	29
ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	35
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	42



## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

#### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τμήμα του νευρικού συστήματος αποτελεί το αυτόνομο νευρικό σύστημα ( ή φυτικό ) το οποίο καθορίζει την ομοιόσταση του οργανισμού. Λειτουργεί χωρίς τον συνειδητό έλεγχο του ατόμου ώστε να επιτευχθούν οι απαραίτητες προσαρμογές απέναντι σε διάφορους εξωτερικούς παράγοντες.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα απαρτίζεται από δύο μοίρες, τη συμπαθητική (θωρακικό - οσφυϊκό σύστημα) και την παρασυμπαθητική (κρανιοϊερό σύστημα). Κάθε μια από αυτές αποτελείται από προαγαγγλιακούς και μεταγαγγλιακούς νευρώνες. Οι δύο μοίρες νευρώνουν τα διάφορα όργανα του σώματος, όπως οι λείοι μύες, ο καρδιακός μυς και οι αδένες αλλά όχι τους σκελετικούς μύες. Η νεύρωση του καθενός από τα όργανα γίνεται παράλληλα από τις δύο μοίρες χωρίς όμως αυτό να συμβαίνει απαραίτητα πάντα. Για παράδειγμα όπως φαίνεται στον ΠΙΝΑΚΑ Α, ο ακτινωτός μυς της κόρης έχει μόνο συμπαθητική νεύρωση ενώ ο σφιγκτήρας μυς της κόρης νευρώνεται και από τις δύο μοίρες. (Brunton LL. Chubner BA. Knollmann BC., 2011).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

Συμπαθητικό Νευρικό Σύστημα		
Όργανα τελεστές	Παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα	Απάντηση
<b>Οφθαλμοί</b>		
Ακτινωτός μυς κόρης	-	Σύσπαση ( μυδρίαση)
Σφιγκτήρας μυς κόρης	Σύσπαση ( μύση )	-
Ακτινωτός μυς	Σύσπαση για κοντινή όραση	-
Η παύλα (-) σημαίνει ότι ο ιστός- στόχος δεν νευρωνεται από τη συγκεκριμένη μοίρα του ΑΝΣ.		
Τροποποιημένο από Brunton LL. Chubner BA. Knollmann BC.: Goodman and Glimans's The Pharmacological Basis of Therapeutics, 12 <sup>th</sup> ed. McGraw- Hill, 2011		

## 1.2 ANATOMIKA ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η βασική ανατομική διαφορά μεταξύ Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (ΑΝΣ) εντοπίζεται στην πορεία μέχρι το εκτελεστικό όργανο. Στην περίπτωση του ΚΝΣ υπάρχει ένας μόνο νευρώνας, αντίθετα στο ΑΝΣ υπάρχει ενδιάμεση σύνδεση των νευρώνων, η οποία μάλιστα γίνεται εκτός ΚΝΣ (ΕΙΚΟΝΑ 1).

Στη διάμεση στήλη ( IML ) του νωτιαίου μυελού όπως επίσης και στους πυρήνες κάποιων κρανιακών νεύρων βρίσκονται οι δύο τύποι νευρώνων ( προγαγγλιακοί - μεταγαγγλιακοί).

Πιο συγκεκριμένα, η συμπαθητική μοίρα ονομάζεται αλλιώς και θωρακοσφυϊκή. Από τα κυρτώματα αυτά ξεκινούν οι προγαγγλιακοί νευρώνες της, η έκταση των οποίων όπως και των μεταγαγγλιακών νευρώνων είναι κυρίως κοντά στο νωτιαίο μυελό. Η κατεύθυνση των θωρακικών νεύρων μπορεί να είναι :

- 1) Ανοδική ή καθοδική, σχηματίζοντας τον συμπαθητικό κορμό
- 2) Παράπλευρη, περνώντας από τα οκτώ κατώτερα θωρακικά γάγγλια ή αλλιώς σπληνικά
- 3) Συνάψεις μπορούν να δημιουργηθούν σε κοντινά γάγγλια π.χ. ιδρωτοποιοί αδένες, αιμοφόρα αγγεία Η κατεύθυνση των οσφυϊκών νεύρων, εντοπίζεται στα τρία πρώτα γάγγλια του κυρτώματος και έχουν επίδραση στο πυελικό και γεννητικό σύστημα.

Η παρασυμπαθητική μοίρα ή αλλιώς κρανιοϊερή, ονομάζεται έτσι εξαιτίας της έκτασης των προγαγγλιακών νευρώνων στα κρανιακά νεύρα (3 - 7 - 9 - 10 ) καθώς και στην ιερή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Οι νευρώνες των τεσσάρων κρανικών νεύρων επιδρούν :

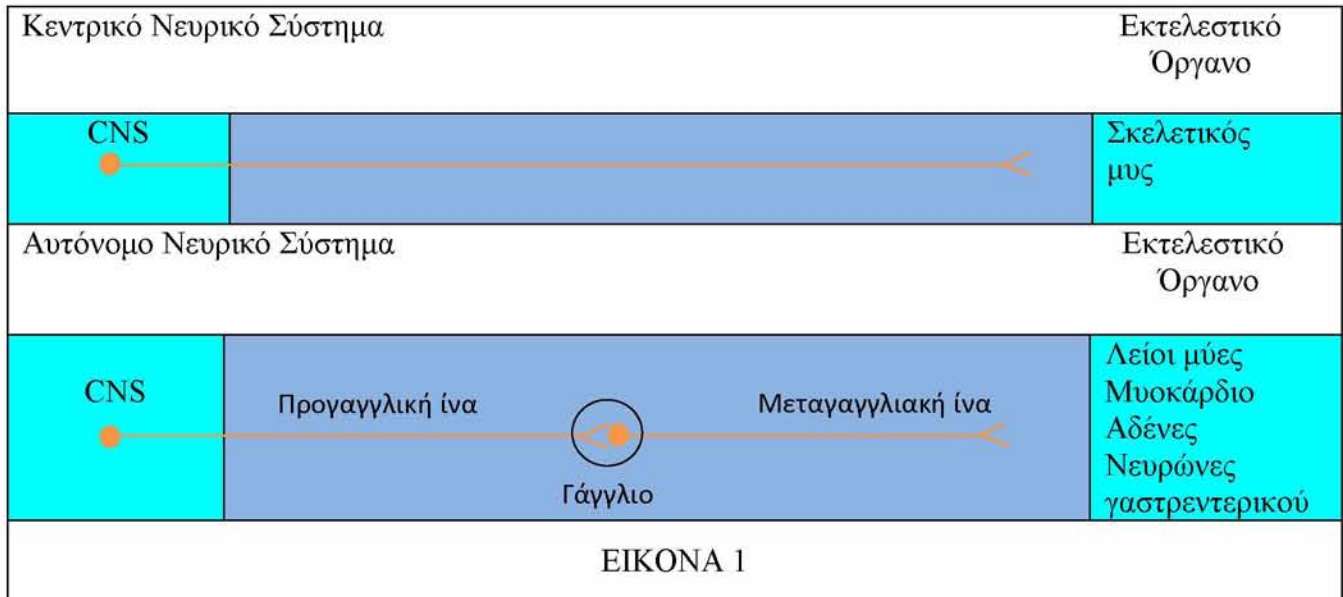
- 1) Στο οφθαλμικό γάγγλιο (νευρώνας 3)
- 2) Στο σφηνοϋπερόνιο και υπογνάθιο γάγγλιο (νευρώνας 7)
- 3) Στο ωτικό γάγγλιο (νευρώνας 9)
- 4) Στο καρδιακό και μυεντερικό γάγγλιο (νευρώνας 10)

Οι νευρώνες της ιερής μοίρας ακολουθούν καθοδική διαδρομή προς το πυελικό και ενδοτοιχωματικό γάγγλιο.

Γενικά, οι παραπάνω νευρώνες έχουν μικρή διάμετρο. Οι προγαγγλιακοί είναι εμμύελοι



με αργές κυρίως ίνες τύπου Β ενώ οι μεταγαγγλιακοί είναι αμύελες ίνες τύπου Γ. Επιπροσθέτως οι νευρώνες που υπάγονται στην παρασυμπαθητική μοίρα κατά πλειονότητα οδηγούνται απευθείας στα όργανα ή κοντά σε αυτά. Αντίθετα δεν συμβαίνει το ίδιο με τους συμπαθητικούς νευρώνες



### 1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

Οι φυσιολογικές διαδικασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα στον ανθρώπινο οργανισμό για πρώτη φορά διαχωρίστηκαν το 1781 από τον Xavier Bichat. Η κατάταξη τους έγινε σε δύο κατηγορίες :

- 1) Ζωικές ή σωματικές, αφορούν την απάντηση του οργανισμού απέναντι σε εξωτερικά ερεθίσματα (Κεντρικό νευρικό σύστημα)
- 2) Φυτικές, αφορούν την εσωτερική λειτουργία του οργανισμού. Είναι η ρύθμιση των οργάνων, αγγείων, αδένων και του μεταβολισμού (Αυτόνομο νευρικό σύστημα (ΑΝΣ) .

Οι φυσιολογικές λειτουργίες τις οποίες ρυθμίζει το ΑΝΣ είναι η αιματική ροή, ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση, η ροή του αέρα μέσω του βρογχικού δέντρου, τις εκκρίσεις των αδένων, η διάμετρος της κόρης του ματιού, η θερμοκρασία του σώματος, η κινητικότητα του εντέρου και η σύσπαση της ουροδόχου κύστης.

Όλα τα παραπάνω είναι αποτέλεσμα των συνάψεων που πραγματοποιούνται μεταξύ των νευρώνων. Η δημιουργούμενη νευρική ώση μπορεί να επιφέρει είτε διεγερτικά είτε ανασταλτικά αποτελέσματα τα οποία εξαρτώνται άμεσα από τους νευροδιαβιβαστές όπου απελευθερώνονται σαν συνέπεια της ενεργοποίησης των μοιρών του ΑΝΣ. Οι κύριοι νευροδιαβιβαστές που έχουν ρόλο στην εναλλαγή μεταξύ διέγερσης και αναστολής των λειτουργιών του ατόμου είναι:

- Η ακετυλοχολίνη, νευροδιαβιβαστής παρασυμπαθητικής μοίρας
- Οι κατεχολαμίνες: νορεπινεφρίνη και επινεφρίνη, νευροδιαβιβαστής συμπαθητικής μοίρας

Με μία διαφορετική προσέγγιση η έκκριση ακετυλοχολίνης βοηθά το αναβολικό σύστημα του ατόμου (π.χ. πέψη) ενώ η έκκριση νορεπινεφρίνης και επινεφρίνης επιδρά στον καταβολισμό (π.χ. διαστολή κορών). Επιπροσθέτως αξίζει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα όργανα του ΑΝΣ δέχονται διπλή νεύρωση, δηλαδή νευρώνονται παράλληλα τόσο από τη συμπαθητική μοίρα όσο και από την παρασυμπαθητική μοίρα. Η δράση τους μπορεί να είναι ταυτόχρονη αλλά συνάμα είναι και αντιστρόφως ανάλογη.

#### **1.4 ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΔΙΑΒΙΒΑΣΤΕΣ**

Η συμπαθητική μοίρα περιλαμβάνει τις κατεχολαμίνες επινεφρίνη και νορεπινεφρίνη, δύο είδη ορμονών. Η δεύτερη από αυτές εντοπίζεται κατά την έκκριση τους σε μεγαλύτερη ποσότητα (80% νορεπινεφρίνη - 20% επινεφρίνη). Ωστόσο η ποσότητα και των δύο κατεχολαμινών σε κατάσταση ηρεμίας είναι ελάχιστη. Αντίθετα αύξηση τους παρατηρείται σε συνθήκες stress ώστε να προετοιμάσουν το σώμα για μάχη ή φυγή, fight or flee, (Cannon, 1915). Οι υποδοχείς τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες αδρενεργικοί τύπου α και τύπου β, καθώς επίσης αυτές διαιρούνται σε υποκατηγορίες α<sub>1</sub> - α<sub>2</sub> και β<sub>1</sub> - β<sub>2</sub>.

Ενδεικτικά η έκκριση τους και η δραστηριοποίηση της συμπαθητικής μοίρας προκαλεί :

- Διαστολή κορών των οφθαλμών
- Μικρή έκκριση σιελού
- Αγγειοδιαστολή μυών
- Αύξηση καρδιακής συχνότητας και συσταλτικότητας της καρδιάς
- Αγγειοσυσπαση δέρματος

#### **1.5 ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΔΙΑΒΙΒΑΣΤΕΣ**

Η διέγερση του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, του οποίου νευροδιαβιβαστής είναι η ακετυλοχολίνη (Ach) πραγματοποιείται σε μη στρεσογόνες καταστάσεις. Οι κατηγορίες των υποδοχέων τους ονομάζονται νικοτινικοί και μουσκαρινικοί. Οι νικοτινικοί βρίσκονται στους μεταγαγγλιακούς νευρώνες, στη νευρομυϊκή σύναψη σκελετικών μυών. Οι μουσκαρινικοί στους λείους μύες, στο μυοκάρδιο, στα κύτταρα αδένων και σε κάποιους νευρώνες του ΚΝΣ. Η δράση τους φέρνει τα αντίθετα αποτελέσματα της διέγερσης του ΣΝΣ, όπως :

- Φυσιολογικό μέγεθος κορών
- Αυξημένη- ρευστή έκκριση σιελού
- Φυσιολογική καρδιακή λειτουργία
- Φυσιολογική λειτουργία πέψης

## **1. ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

### **2.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΟΓΩ ΑΣΚΗΣΗΣ**

Η ενεργοποίηση των διαφορετικών μοιρών του ΑΝΣ συμβαίνει σε διαφορετικές για τον οργανισμό καταστάσεις. Η άσκηση αποτελεί στρεσογόνο ερέθισμα για το άτομα και το μέσο για την ενεργοποίηση της συμπαθητικής λειτουργίας. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης των αναγκών της καρδιακής παροχής, για κάλυψη των μυϊκών απαιτήσεων και την πλήρη αιμάτωση των οργάνων. Επιπλέον άμεση συνέπεια της άσκησης είναι η αύξηση της καρδιακής συχνότητας (μέχρι 200 σφυγμούς/λεπτό) χάρη στην έκκριση περισσότερων κατεχολαμινών. Ωστόσο η διακοπή αυτής σηματοδοτεί άμεσα την αντιστροφή στην υπερίσχυση μεταξύ συμπαθητικού- παρασυμπαθητικού συστήματος και την σταδιακή εξισορρόπηση της λειτουργίας τους. Επιπροσθέτως οι Borresen και Lambert (2008) διαπίστωσαν ότι μετά την ολοκλήρωση της άσκησης τα επίπεδα των τιμών που αφορούν την αρτηριακή πίεση και την καρδιακή συχνότητα μπορούν να πέσουν σε χαμηλότερα επίπεδα από τα αρχικά λόγω των χαμηλών περιφερικών αντιστάσεων που έχουν δημιουργηθεί.

Για την μελέτη της μακροχρόνιας επίδρασης της άσκησης στη λειτουργία του ΑΝΣ έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες τόσο σε δείγμα υγιή πληθυσμού όσο και σε άτομα με προβλήματα υγείας. Οι περισσότερες εκ των οποίων καταλήγουν στο συμπέρασμα της θετικής συμβολής της άσκησης στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Οι προσαρμογές οι οποίες παρατηρούνται αφορούν:

- Την αύξηση του οξυγόνου στους ιστούς και την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του από τους μυς.
- Την μείωση της καρδιακής συχνότητας και της αρτηριακής πίεσης σε κατάσταση ηρεμίας αλλά και στη διάρκεια της άσκησης (Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Sawane & Gupta, 2015)
- Μείωση των μεταβολικών απαιτήσεων του μυοκαρδίου και αύξηση της ηλεκτρικής σταθερότητας (Alex et al., 2013)



Μείωση της καρδιακής νορεπινεφρίνης (Bertangnoli et al., 2008)

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα πως η άσκηση έχει καρδιοπροστατευτική δράση για όλες τις ομάδες πληθυσμού. Προκαλεί την υπεροχή της παρασυμπαθητικής λειτουργίας σε κατάσταση ηρεμίας και αναστολή του συμπαθητικού συστήματος, υπερλειτουργία του οποίου και καθυστέρηση ανάληψης μετά από άσκηση αποτελούν δείκτη θνησιμότητας (Borresen & Lambert, 2008)

## **2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**

Στη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και σε πηγές του ιστοτόπου εντοπίζονται τρία άρθρα (Mitchell, Haskell, Snell, & Van Camp, 2005; Mitchell, Haskell, & Raven, 1994a, 1994b) τα οποία ασχολούνται με τον διαχωρισμό των αθλημάτων βάση των χαρακτηριστικών τους σε κατηγορίες. Εκτός από αερόβια και αναερόβια, χαρακτηρισμοί που αφορούν τον χρησιμοποιούμενο μεταβολισμό, κατά τον Mitchell (1994; 2005) τα αθλήματα μπορούν να διακριθούν βάση δύο παραγόντων. Ο πρώτος αφορά την ένταση του αθλήματος (υψηλή - μέτρια - χαμηλή) και ο δεύτερος την πιθανότητα σύγκρουσης των αθλητών μεταξύ τους με αντικείμενα ή την πιθανότητα καρδιακής ανακοπής στη διάρκεια του.

Στην πρώτη κατηγορία εμπεριέχονται δύο υποκατηγορίες. Αυτές αφορούν τα στατικά και δυναμικά αγωνίσματα. Ο διαχωρισμός αυτός στηρίζεται στις διαφορετικές προσαρμογές που επέρχονται στο ΑΝΣ. Στα δυναμικά αθλήματα κύριο χαρακτηριστικό των αθλητών είναι η βραδυκαρδία (περίπου 40 σφυγμούς/λεπτό) λόγω αύξησης του παρασυμπαθητικού τόνου. Ταυτόχρονα εντοπίζεται αύξηση του όγκου παλμού (Aubert et al., 2003) και αυξημένη ικανότητα ανάληψης μετά από άσκηση (McDonald, Grote, & Shoepe, 2014) χάρη στην αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Μορφολογικές καρδιακές προσαρμογές περιλαμβάνουν υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και διάταση καρδιακών κοιλοτήτων (Otsuki et al., 2007).

Στα στατικά αθλήματα, οι προσαρμογές είναι λιγότερες. Μορφολογικά παρατηρείται ανομοιόμορφη αύξηση της μάζας της αριστερής κοιλίας (Aubert et al, 2003 - Verdier JC, 2000) εξαιτίας πάχυνσης του οπίσθιου τοιχώματος και του μεσοκοιλιακού διαφράγματος. Κατά τον Hefferman (2007) η προπόνηση δύναμης οδηγεί περισσότερο στην αύξηση του πνευμονογαστρικού τόνου παρά σε διαφοροποιήσεις της παρασυμπαθητικής λειτουργίας.

Ενώ κατά τον Verdier (2000) ο κύριος στόχος είναι η αύξηση της μυϊκής μάζας.

Ωστόσο στο πιο πρόσφατο άρθρο του ο Michell (1994; 2005) εντάσσει στην κατηγοριοποίηση του και τα αερόβια- αναερόβια χαρακτηριστικά. Έτσι οι κατηγορίες διαμορφώνονται ως εξής:



Επιπλέον κατά τον Mitchell (1994; 2005), ένας μεγάλος αριθμός αθλημάτων δεν ανήκει αποκλειστικά σε μία από τις δύο κατηγορίες αλλά έχει χαρακτηριστικά και των δύο, σε διαφορετικό βαθμό το κάθε ένα.

Η καλαθοσφαίριση μπορεί να θεωρηθεί μεικτό άθλημα. Αυτό γιατί εντάσσεται στα αθλήματα υψηλών δυναμικών απαιτήσεων παράλληλα με μέτριο στατικό επίπεδο. Ομοίως κατά τον άλλο τρόπο κατηγοριοποίησης ανήκει σε αυτά των συγκρούσεων (σωματική επαφή) μεταξύ αθλητών. Έτσι οι αθλητές καλαθοσφαίρισης έχουν μεγαλύτερα ποσοστά πρόσληψης οξυγόνου, χαμηλούς καρδιακούς σφυγμούς και αρτηριακή πίεση σε ηρεμία, καθώς και αυξημένη μυϊκή δύναμη (μέτριο στατικό επίπεδο).

Τέλος οι προκαλούμενες διαφοροποιήσεις δεν δημιουργούν ανησυχίες για πιθανή αρνητική επίδραση της άσκησης, εφόσον με την έναρξη αυτής εξαλείφονται από την ενεργοποίηση της συμπαθητικής λειτουργίας.

## **2.3 ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ**

### **ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ**

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οι πληροφορίες που έχουμε σχετικά με την επίδραση της καλαθοσφαίρισης στο ΑΝΣ είναι περιορισμένες.

Πιο συγκεκριμένα, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν μόνο δύο μελέτες οι οποίες ασχολούνται με την επίδραση της καλαθοσφαίρισης σε άτομα με κινητικά προβλήματα. Η μελέτη των Zamuner, Silva, Teodori, Catai και Moreno (2013), περιλάμβανε 7 παραπληγικούς καλαθοσφαιριστές - 5 παραπληγικά μη προπονημένα άτομα - 10 αρτιμελείς. Ομοίως η μελέτη των Otsuka, Shima, Moritani, Okuda και Yabe (2008), εξέταζε 10 τετραπληγικούς καλαθοσφαιριστές - 10 τετραπληγικούς μη αθλητές - 10 αρτιμελείς. Και οι δύο έρευνες μεθοδολογικά χρησιμοποίησαν δείκτες καρδιακής συχνότητας και της αρτηριακής πίεσης για αξιολόγηση και στατιστική ανάλυση, καθώς επίσης το αποτέλεσμα και στις δύο περιπτώσεις ήταν κοινό. Η προπόνηση καλαθοσφαίρισης βελτιώνει την καρδιακή λειτουργία τόσο σε τετραπληγικούς όσο και σε παραπληγικούς αθλητές, συμπεράσμα που προκύπτει από την αυξημένη παρασυμπαθητική λειτουργία του ΑΝΣ σε αυτούς τους αθλητές συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες δείγματος.

Σχετικά με την επίδραση της προπόνησης καλαθοσφαίρισης σε υγιή άτομα, υπάρχουν πάλι δύο έρευνες στη βιβλιογραφία. Η πρώτη έρευνα του Kassil και των συνεργατών του (1990), μελετά τη λειτουργία του συμπαθητικού συστήματος και των νευροδιαβιβαστών του. Ενώ η δεύτερη και πιο πρόσφατη του Messina και των συνεργατών του (2012), περιλάμβανε γυναίκες καλαθοσφαιρίστριες και μη, και εξέταζε τη λειτουργία του ΑΝΣ μετά από εξάμηνη περίοδο άσκησης και τη συσχέτιση του με την ενεργειακή δαπάνη του δείγματος σε ηρεμία. Οι παραπάνω συγκρίσεις και συσχετίσεις έδειξαν πως η χρόνια ενασχόληση με την καλαθοσφαίριση αυξάνει τη παρασυμπαθητική δραστηριότητα των ατόμων σε ηρεμία και μειώνει τη συμπαθητική. Δρα δηλαδή αντιστρόφως ανάλογα στη λειτουργία των δύο μορών του ΑΝΣ.

Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί την πρώτη έρευνα που μελετάει τη λειτουργία του ΑΝΣ σε αθλητές καλαθοσφαίρισης με τη μέθοδο της κορημετρίας. Ταυτόχρονα στο δείγμα των ατόμων συμπεριλαμβάνονται υγιής άντρες και γυναίκες διαφορετών ηλικιών

και πραγματοποιείται σύγκριση με όμοιο δείγμα μη αθλητών καθώς και συσχέτιση των αποτελεσμάτων με την αντίδραση του αντανακλαστικού της κόρης στο φως.

#### ***2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ***

Η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (HRV) αποτελεί την κυριότερη και πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο για την εκτίμηση της λειτουργίας του ΑΝΣ. Επίσης η συλλογή ούρων για τη μελέτη της περιεκτικότητας τους σε επινεφρίνη και νορεπινεφρίνη καθώς και η μέθοδος της κορημετρίας αποτελούν τρόπους αξιολόγησης του ΑΝΣ.

Η μελέτη της καρδιακής συχνότητας γίνεται μέσω ανάλυσης δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με το χρόνο και τη συχνότητα και καταγράφουν την καρδιακή λειτουργία σε διάρκεια πέντε λεπτών μέχρι και εικοσιτεσσάρων ωρών. Οι τιμές των δεικτών απεικονίζουν τη σχέση μεταξύ συμπαθητικής και παρασυμπαθητικής λειτουργίας. Τα στοιχεία τους αφορούν τα διαστήματα RR και την τυπική απόκλιση αυτών (SDANN, SDNN, RMSSD, SDNN Index, SDSD, NNSO count, PNNSO). Καθώς επίσης οι δείκτες LF, HF, LF/HF αφορούν την ισχύ των συχνοτήτων. Κατά τους Π. Σωτηρίου και Κουιδή (2009) αξιολόγηση της HRV έχει εφαρμοστεί με ποικίλους τρόπους, όπως καταγράφονται παρακάτω:

- Παρατήρηση της στη διάρκεια άσκησης.
- Παρατήρηση της σε ηρεμία.
- Παρατήρηση της πριν την άσκηση (ηρεμία) και μετά την άσκηση.
- Πριν από πρόγραμμα άσκησης διάρκειας εβδομάδων ή μηνών και μετά την ολοκλήρωση του.

Τα όργανα μέτρησης τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα: ηλεκτροκαρδιογράφημα, υπερηχοκαρδιογράφημα, παλμογράφοι και καρδιοσυχνόμετρα. Έρευνες έχουν εφαρμόσει ποικιλία στα πρωτόκολλα καταγραφής και χρήσης του κάθε οργάνου, η διαφορετικότητα των οποίων εστιάζεται κυρίως στη θέση των αθλούμενων. Απαιτούν μέτρηση στη διάρκεια άσκησης, σε καθιστή ή όρθια θέση ενώ έρευνα των Boullosa, Barros, Rosso, Nakamura και Leicht, (2014), απαιτούσε την ανάλυση της HRV στη φάση ανάληψης-βαδίσματος για ρεαλιστικότερα αποτελέσματα. Πρόσφατη μελέτη των Flat και Esco (2015), με τη χρήση ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ECG) και τους αθλούμενους σε ύπτια



θέση, στοχεύει στην εύρεση της ευκολότερης διαδικασίας καταγραφής. Αυτό γίνεται με την εξάλειψη του χρόνου καταγραφής στα δέκα λεπτά καθώς και στη μείωση των απαιτήσεων από τους αθλητές.

Η μέθοδος της κορημετρίας αποτελεί τη νεότερη μέθοδο αξιολόγησης και εξαγωγής συμπερασμάτων για τη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Όργανο μέτρησης είναι το κορήμετρο φορητό ή όχι. Από τη βιβλιογραφία βλέπουμε πως οι διεξαγόμενες έρευνες σε αθλητές είναι περιορισμένες. Μεταπτυχιακή Διατριβή της Καλτσάτου (2008), αφορά τη μελέτη του ΑΝΣ με κορήμετρο σε δείγμα που περιλάμβανε αθλητές δυναμικών και στατικών αθλημάτων. Επίσης άρθρο των Kaltsatou, Kouidi, Fotiou και Deligiannis (2011), στο European Journal of Applied Physiology αναφέρεται στη χρήση κορήμετρου για την εκτίμηση της λειτουργίας του ΑΝΣ. Ωστόσο οι υπόλοιπες διεξαγόμενες έρευνες με τη βοήθεια κορήμετρου περιλαμβάνουν υγιή ή όχι δείγμα και σύγκριση διαφόρων ηλικιών. Μόνο μία έρευνα των Wilson, Edsell, Imray, Wright και Brimingham Medical Research Expeditionary Society (2008) αναφέρεται σε φορητό κορήμετρο χειρός για τη μελέτη των αλλαγών της κόρης σε διαφορετικά υψόμετρα.

Τέλος, έρευνα του Stang και των συνεργατών του (2015), στοχεύει στη σύγκριση μεταξύ των μεθόδων της κορημετρίας και της HRV για την λήψη πληροφοριών που αφορούν το ΑΝΣ. Συμπέρασμα της οποίας είναι ότι η κορημετρία προσφέρει μεγαλύτερη συχνότητα επανάληψης των μετρήσεων με υψηλή αξιοπιστία και ακρίβεια αποτελεσμάτων, όμοια με αυτή της “παραδοσιακής” μεθόδου αξιολόγησης της HRV.

Ωστόσο τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι δύο μέθοδοι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά για τη μέτρηση διαφορετικών οργάνων και δεικτών στο ίδιο δείγμα.

### 3. ΚΟΡΗΜΕΤΡΙΑ

#### 3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΟΡΗΜΕΤΡΙΑΣ

Εξαιτίας της επίδρασης διαφόρων παραγόντων η διάμετρος της κόρης αποτελεί ένα μέγεθος πλήρως ασταθές. Παρ' όλα αυτά από την αρχαιότητα έγιναν προσπάθειες για την κατά προσέγγιση προσδιορισμό του, κυρίως μέσω στατιστικών στοιχείων. Ο Γαλιλαίος ήταν ο πρώτος που προσδιόρισε το μέγεθος της κόρης ενώ νωρίτερα σε αυτό είχε αναφερθεί ήδη ο Αρχιμήδης.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από τα αρχαία χρόνια μέχρι και σήμερα εξελίσσονται επιτυγχάνοντας σταδιακά την ανακάλυψη του πιο αξιόπιστου και ακριβή τρόπου. Παρακάτω αναγράφονται με ιστορική συνέχεια μέθοδοι χρησιμοποίησης.

- ΚΛΑΣΣΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ. Αποτελεί την παλαιότερη τεχνική μέτρησης, ωστόσο έχει έλλειψη ακρίβειας αφού απαιτεί πλήρη φωτισμό κάτι που ενεργοποιεί τους μηχανισμούς προσαρμογής της κόρης.
- ΚΟΡΗΜΕΤΡΟ ΜΕ ΜΟΝΟΦΘΑΛΜΗ ΔΙΟΠΤΡΑ. Η συσκευή αποτελείται από δύο άκρα. Το ένα άκρο τοποθετείται στον οφθαλμό που πρόκειται να εξεταστεί και το άλλο στον οφθαλμό του εξεταστή. Το μηχάνημα λειτουργεί με μεγέθυνση, η οποία επιτρέπει καλύτερο προσδιορισμό της διαμέτρου, ωστόσο το μειονέκτημα του φωτισμού παραμένει.
- ΕΙΔΙΚΟΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε οφθαλμολογικά χειρουργεία. Πρόκειται για ιδιαίτερα δύσκολη εφαρμογή της μεθόδου καθώς απαιτεί σταθερότητα στο χέρι και προσοχή ώστε ο διαβήτης να είναι πολύ κοντά στον κερατοειδή χωρίς παράλληλα σε καμία περίπτωση να τον ακουμπάει.
- ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΡΤΕΛΩΝ. Εξέλιξη του κλασικού κανόνα αποτελούν οι μέθοδοι των Broca, κορήμετρο καρτέλας- Rosenbaum, Card System- Bernell Crop, σύστημα BC/71. Και στις τρεις περιπτώσεις, από τις οποίες η κάθε μια αποτελεί εξέλιξη της προηγούμενης, χρησιμοποιούνται καρτέλες με εξ' αρχής καθορισμένη διάμετρο. Οι καρτέλες ξεκινούν από διάμετρο 1.10mm μέχρι 8mm και αυξάνονται στο ενδιάμεσο με βήματα των 0.25mm ή 0.50mm. Όλες αυτές οι μέθοδοι αμφισβητήθηκαν έντονα

για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους.

- ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ. Αποτελεί επίσης μονόφθαλμη μέθοδο που αφορά τη στιγμιαία φωτογραφία, Polaroid. Αυξάνει την ακρίβεια αφού δημιουργεί στατική εικόνα της κόρης. Υπάρχουν ωστόσο αμφιβολίες για πιθανές προσαρμογές της κόρης στη διάρκεια της φωτογράφισης χάρη στην υψηλή ένταση του φλάς.
- ΨΗΦΙΑΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ. Εξελιγμένη μορφή της προηγούμενης μεθόδου, μειώνει τις πιθανότητες επίδρασης του φλάς εξαιτίας της δυνατότητας που προσφέρει για μακρινή λήψη με παράλληλη εξασφάλιση υψηλού επιπέδου ευκρίνειας.
- ΥΠΕΡΥΘΡΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Η επόμενη εξέλιξη δεν αφορά νέα συσκευή, αλλά την προσθήκη νέου στοιχείου στις ήδη υπάρχουσες φωτογραφίες και video. Η προσθήκη υπέρυθρου φωτισμού μείωσε επιπλέον τις πιθανότητες σφάλματος αφού δίνει τη δυνατότητα μετρήσεων στο σκοτάδι. Στη συνέχεια ακολουθεί η απαιτούμενη διαδικασία σύγκρισης φωτογραφιών με κανόνα.
- ΡΕΦΡΑΚΤΟΜΕΤΡΑ - ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΑ. Είναι ηλεκτρονικές συσκευές καταγραφής σε video του οφθαλμού με δυνατότητα παγώματος της εικόνας. Ταυτόχρονη μεγένθυση της και προβολή της σε υπολογιστή ή προβολέα monitor.
- ΦΟΡΗΤΑ ΚΟΡΗΜΕΤΡΑ ΧΕΙΡΟΣ. Μία από τις πιο σύγχρονες μεθόδους καταγραφής της κόρης και σήμερα η πιο αξιόπιστη. Αποκλείει σχεδόν κάθε πιθανότητα λάθους καθώς συνδικάζει υπέρυθρο φωτισμό με ρύθμιση του στις επιθυμητές συνθήκες και περιορισμό κάθε παράγοντα που προκαλεί ανεπιθύμητες προσαρμογές. Πρόκειται για συσκευή μικρή σε μέγεθος, εύκολη σε χρήση και μεταφορά αλλά και σε οικονομική τιμή. Η μοναδική ένσταση εντοπίζεται στο γεγονός πως δεν προσφέρει διόφθαλμη μέτρηση. Κάτι που φαίνεται να βελτιώνεται την τελευταία δεκαετία με την εφεύρεση διόφθαλμων ψηφιακών κορήμετρων, τα οποία έχουν όλες τις παραπάνω λειτουργίες καταργώντας και την τελευταία μομφή σχετικά με την αξιοπιστία τους.

### **3.2 ANATOMIA KAI ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Στο οπτικό σύστημα τα μάτια αποτελούν μόνο το σύστημα λήψης του αρχικού φωτεινού ερεθίσματος. Στην πραγματικότητα τα οπτικό σύστημα αποτελεί μια πιο σύνθετη δομή αφού το ερέθισμα περνά από πολλά στάδια μέχρι να καταλήξει στον ινιακό λοβό, ώστε να υπάρξει η τελική προβολή του οπτικού ερεθίσματος.

Αρχικά ο αμφιβληστροειδής βρίσκεται πίσω από τον οφθαλμό και εκτείνεται μέχρι και το ακτινωτό σώμα. Διακρίνεται σε στιβάδες οι οποίες κατά σειρά από έξω προς τα μέσα είναι:

- 1) Έξω πυρηνική στιβάδα, εκεί βρίσκονται τα ραβδία και κονία ( φωτοϋποδοχείς )
- 2) Έσω πυρηνική στιβάδα, σε αυτή ανήκουν τα διάφορα είδη κυτταρικών σωμάτων τα οποία βοηθούν στις διάφορες σύναψης. Αυτά είναι τα : δίπολα- οριζόντια κύτταρα (σύναψη φωτοϋποδοχέων), αμακρινή κύτταρα (σύναψη γαγγλίων)
- 3) Γαγγλική στιβάδα, περιέχει τα γαγγλιακά κύτταρα

Στη συνέχεια οι ίνες των παραπάνω σχηματίζουν το οπτικό νεύρο, από την κεφαλή του οποίου συνεχίζει η μεταφορά του μηνύματος. Φτάνοντας το ερέθισμα στο οπτικό χίασμα, οι ίνες του κροταφικού πεδίου χιάζονται ενώ αυτές του ρινικού όχι ( κατά το ήμισυ χίαση) και καταλήγουν μέσω της οπτικής ταινίας στο γονατώδες σώμα. Έπειτα το μήνυμα εισέρχεται στο εγκεφαλικό στέλεχος και φτάνει στον ινιακό φλοιό όπου γίνεται η προβολή του ερεθίσματος.

### **3.3 ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΟΡΗΣ**

Ανατομικά, η κόρη του οφθαλμού βρίσκεται στο κέντρο της ίριδας και αποτελεί το μέσο από το οποίο διέρχεται το φως για να καταλήξει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα μέσω των φωτοϋποδοχέων του. Οι αυξομειώσεις της κορικής διαμέτρου κατά τον Loewenfeld (1999) ελέγχονται από δύο μύες:

- Τον σφικτήρα μυ. Βρίσκεται περιμετρικά γύρω από την κόρη, νευρώνεται κυρίως από παρασυμπαθητικές ίνες η σύσπαση των οποίων προκαλεί μύση της κόρης (συστολή)
- Τον διαστολέα μυ. Βρίσκεται μπροστά και παράλληλα του οπίσθιου χρωστικού επιθηλίου της ίριδας μέχρι το όριο του σφικτήρα μυ. Νευρώνεται από συμπαθητικές ίνες, η σύσπαση των οποίων προκαλεί μυδρίαση (διαστολή).

Άμεσο αντανakλαστικό ονομάζεται η κορική αντίδραση του οφθαλμού όταν σε αυτόν προσπίπτει κάποια φωτεινή δέσμη. Ωστόσο όμοια αντίδραση πραγματοποιείται και στον άλλο οφθαλμό ανεξαρτήτως της μη άμεσης έκθεσης του στο φως, η αντίδραση αυτή ονομάζεται έμμεσο αντανakλαστικό. (Φαινόμενο Marcus Gunn )

Η προσαρμογή της κόρης στο φως, είναι γρήγορη και οφείλεται στη σύσπαση του σφικτήρα μυ (απάντηση της παρασυμπαθητικής λειτουργίας). Κάθε αντανakλαστική αντίδραση περιλαμβάνει ένα τόξο, αποτελούμενο από πέντε στοιχεία. Το αντανakλαστικό τόξο στο φως περιλαμβάνει :

- 1) Τον αμφιβληστροειδή που δέχεται το ερέθισμα (υποδοχέας)
- 2) Το οπτικό νεύρο που μεταφέρει τις νευρικές ώσεις στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
- 3) Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (κέντρο ολοκλήρωσης με συνάψεις και πυρήνες)
- 4) Το κοινό κινητικό νεύρο (πυρήνες Edinger - Westphal), το οποίο μεταφέρει τις ώσεις στο όργανο στόχο
- 5) Τον κυκλοτερή σφικτήρα, αποτελεί τον όργανο στόχο που αντιδρά στις νευρικές ώσεις.

Η προσαρμογή της κόρης στο σκοτάδι, καθυστερεί συγκριτικά με την προσαρμογή στο φως, ιδιαίτερα αν έχει προηγηθεί έκθεση των οφθαλμών σε συνθήκες έντονου φωτισμού.

Η κόρη στο σκοτάδι διαστέλλεται, αποτέλεσμα της συμπαθητικής δραστηριότητας και της σύσπασης του διαστολέα μυ. Επίσης ο διαστολέας συνδέεται με το αντανακλαστικό τόξο φωτός καθώς κατά τη μύση (σύσπαση σφικτήρα μυ) βρίσκεται σε χάλαση εξαιτίας της ανταγωνιστικής λειτουργίας μεταξύ συμπαθητικής και παρασυμπαθητικής λειτουργίας. Το αντανακλαστικό τόξο στο σκοτάδι αποτελείται από τρεις νευράξονες. Ο 1<sup>ος</sup> ξεκινά από τον υποθάλαμο, συνεχίζει στον νωτιαίο μυελό και συνάπτεται στο κέντρο Budge με τις μοίρες A8 - Θ2. Ο 2<sup>ος</sup> νευράξονας από τον νωτιαίο μυελό μέσω του αυχενικού πλέγματος συνάπτεται στη γωνία της κάτω γνάθου στο άνω αυχενικό γάγγλιο. Τέλος ο 3<sup>ος</sup> νευράξονας, ενώνεται με το οφθαλμικό νεύρο και καταλήγει στον διαστολέα μυ της ίριδας.

### **3.4. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΥ ΣΤΟ ΦΩΣ**

Παρατηρώντας τις γραφικές παραστάσεις σχετικά με την αντίδραση της κόρης στο φως, την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Σε αυτές παρατηρούνται :

- Από την έναρξη του ερεθίσματος η απάντηση σε αυτό από την κόρη πραγματοποιείται μετά από 200ms εξαιτίας του καθυστερημένου χρόνου άφιξης του σήματος.
- 500ms απαιτούνται για τη μέγιστη συστολή της κόρης
- Απαιτείται λιγότερο από 1sec για τη μέγιστη μύση, όπου γίνεται η ολοκλήρωση του αντανακλαστικού της κόρης στο φως
- Μετά το 1<sup>ο</sup> sec ο ρυθμός της ταχύτητας και της επιτάχυνσης μειώνονται λόγω της ανταγωνιστικής δράσης μεταξύ σφιγκτήρα και διαστολέα μυ της κόρης.

### **3.5 ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Αντικείμενο πολλών ερευνών από το παρελθόν μέχρι και σήμερα έχει αποτελέσει η σχέση μεταξύ συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος. Τα μέσα που μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο είναι :

- Ο χειρισμός Valsalva
- Έλεγχος μεταβλητότητας καρδιακής συχνότητας στη διάρκεια βαθιάς αναπνοής
- Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας με μεταβολή από ύπτια σε όρθια θέση
- Μεταβλητότητα αρτηριακής πίεσης με μεταβολή από ύπτια σε όρθια θέση
- Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας σε ηρεμία
- Μεταβλητότητα αρτηριακής πίεσης στη διάρκεια ισομετρικής άσκησης
- Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας σε 24ώρη παρακολούθηση
- Μεταβλητότητα αρτηριακής πίεσης σε 24ώρη παρακολούθηση
- Κορημετρία

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία όλες οι παραπάνω μέθοδοι συμφωνούν στο συμπέρασμα, πως η χρόνια άσκηση οδηγεί στην υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής λειτουργίας έναντι της συμπαθητικής (Aubert, Beckers, & Ramaekers, 2001). Καθώς επίσης και στην εμφάνιση βραδυκαρδίας σε κατάσταση ηρεμίας στους αθλητές (Aubert et al., 2001; Hedelin, Bjerle, & Henriksson-Larsen, 2001). Οι προσαρμογές αυτές, σε νευρικό και καρδιακό επίπεδο αποτελούν την «αθλητική καρδιά».

Η μέθοδος της κορημετρίας αφορά έναν έμμεσο τρόπο αξιολόγησης της λειτουργίας του νευρικού συστήματος (Fotiou, Fountoulakis, Goulas, Alexopoulos, & Palikaras, 2000) και εξέτασης των προσαρμογών που μπορούν να επιφέρουν σε αυτό διάφοροι παράγοντες (νοσήματα, άσκηση).

Εφαρμογές της μεθόδου για την επίδραση νοημάτων στο νευρικό σύστημα αφορούν μελέτες που περιλαμβάνουν τη νόσο του Alzheimer (Fountoulakis, St Kaprinis, & Fotiou, 2004), την καρδιακή ανεπάρκεια (Keivanidou et al., 2010) όπως και το σύνδρομο υποαερισμού (Patwari et al., 2012). Άλλες μελέτες με την ίδια μέθοδο έχουν πραγματοποιηθεί για τη συμπεριφορά του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε διαφορετικές υψομετρικές συνθήκες (Wilson et al., 2008). Σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού (Bradley, Cohn, Wu, & Brown, 2011; Brown & Bradley, 2011). Και για τη σύγκριση διαφορετικών ηλικιακών ομάδων (Bradley et al., 2011; [HYPERLINK \l "page36" Moodithaya & Avadhany, 2012](#)). Στον τομέα του αθλητισμού έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί σε αθλητές διαφόρων ταχυδυναμικών, στατικών και δυναμικών αθλημάτων (Jao A. Capao Filipe και συν 2002). Επιπλέον σύγκριση έχει πραγματοποιηθεί μεταξύ αθλητών διαφορετικού τύπου αγωνισμάτων, τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και στη φάση ανάληψης τους μετά την παρέμβαση άσκησης με έντονα στρεσογόνα ερεθίσματα (Καλτσάτου, 2008). Τέλος οι Karsen R.L. και συν. 1970 πραγματοποίησαν έρευνα που περιλάμβανε στοιχεία στρατιωτικής εκπαίδευσης με την εισαγωγή έντονης δραστηριότητας συνδυαστικά με χαμηλά ποσοτικά και ποιοτικά επίπεδα ύπνου όπως και συνθήκες υποσιτισμού.

Ωστόσο η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης έρευνας έγκειται στη μελέτη της επίδρασης που έχει η μεικτού τύπου άσκηση (καλαθοσφαίριση) στη αντίδραση του αντανακλαστικού της κόρης. Με ταυτόχρονη επίσης σύγκριση των αθλητών με όμοιες ηλικιακά ομάδες υγιών ατόμων και μη αθλητών.



## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

#### **4.1. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ**

Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 191 υγιή άτομα, ηλικίας από 16 μέχρι και 67 ετών. Την Α ομάδα αποτελούσαν 94 αθλητές καλαθοσφαίρισης. Η κατηγοριοποίηση τους έγινε στις εξής κατηγορίες:

- Νεανίδες ( 7 άτομα )
  - Έφηβοι ( 10 άτομα )
  - Νέες γυναίκες ( 10 άτομα )
  - Νέοι άνδρες (10 άτομα)
  - Γυναίκες ( 10 άτομα )
  - Άνδρες ( 10 άτομα )
  - Παλαιμάχες ( 7 άτομα )
  - Παλαιμάχοι (10 άτομα)
- $\left. \begin{array}{l} \text{Νεανίδες ( 7 άτομα )} \\ \text{Έφηβοι ( 10 άτομα )} \end{array} \right\} \geq 16 \text{ μέχρι } \leq 19 \text{ ετών}$
- $\left. \begin{array}{l} \text{Νέες γυναίκες ( 10 άτομα )} \\ \text{Νέοι άνδρες (10 άτομα)} \end{array} \right\} \geq 20 \text{ μέχρι } \leq 22 \text{ ετών}$
- $\left. \begin{array}{l} \text{Γυναίκες ( 10 άτομα )} \\ \text{Άνδρες ( 10 άτομα )} \end{array} \right\} \geq 23 \text{ μέχρι } \leq 35 \text{ ετών}$
- $\left. \begin{array}{l} \text{Παλαιμάχες ( 7 άτομα )} \\ \text{Παλαιμάχοι (10 άτομα)} \end{array} \right\} \text{ Αθλητές που έχουν σταματήσει τον αθλητισμό για } \geq 1 \text{ έτη}$

Την Β ομάδα αποτέλεσαν 97 άτομα μη αθλητές, χωρίς να έχουν καμία ιδιαίτερη ενασχόληση με οποιαδήποτε μορφή αθλητισμού. Οι κατηγορίες διαχωρισμού τους ήταν όμοιες ηλικιακά με αυτές των αθλητών. Η κατηγορία παλαιμάχων ανδρών και γυναικών περιλαμβάνει άτομα ηλικίας  $\geq 45$  ετών.

#### **4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ**

Όλα τα άτομα που συμμετείχαν ήταν υγιή, είχαν φυσιολογική οπτική οξύτητα (10/10) χωρίς να προϋπάρχει κάποια ανωμαλία σε προηγούμενο οφθαλμολογικό ιστορικό.

Κριτήρια αποκλεισμού αποτελούσαν όλα τα χρόνια νοσήματα, άτομα με ασθένειες που περιλαμβάνουν οφθαλμική, ψυχιατρική ή νευρολογική συμμετοχή αποκλείστηκαν επίσης. Τέλος φαρμακευτική αγωγή για τουλάχιστον 15 ημέρες πριν την μέτρηση, με επίδραση στο νευρικό σύστημα και η χρήση οφθαλμικής αγωγής αποτελούσαν επιπλέον κριτήριο αποκλεισμού.

#### 4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΡΗΜΕΤΡΟΥ

Η διαδικασία των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ηλεκτρονικού κορήμετρου VIP<sup>TM</sup> 200, της εταιρίας NEUROPTICS. Πρόκειται για μία μικρή σε μέγεθος συσκευή συγκριτικά με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες (ΕΙΚΟΝΑ 9).

Είναι συσκευή χειρός, φορητή που ως πηγή ρεύματος χρησιμοποιεί μπαταρία. Και

επιτρέπει την μονόφθαλμη μέτρηση.

#### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ

##### 1) Προσάρτηση προσοφθαλμίου.

Πρόκειται για ένα ειδικό ελαστικό κάλυμμα, το οποίο τοποθετείται στον φακό της συσκευής. Είναι ειδικά διαμορφωμένο ώστε ο εξεταζόμενος να προσαρμόζει τον εξεταζόμενο οφθαλμό σε αυτό κατά τη διάρκεια της μέτρησης και να μην

επιτρέπει την είσοδο οποιασδήποτε πηγής φωτός. Επίσης διατηρεί σε όλες τις μετρήσεις σταθερή την απόσταση μεταξύ κορήμετρου και οφθαλμού για την αποφυγή λανθασμένων εκτιμήσεων.

2) Τροφοδοτικό. Το κορήμετρο περιλαμβάνει τροφοδοτικό των 6 volt. Στο οπίσθιο μέρος του υπάρχουν βύσματα που χρησιμεύουν για τη φόρτιση της μπαταρίας και τη σύνδεση του με ηλεκτρονικό υπολογιστή ή εκτυπωτή για την απευθείας λήψη αποτελεσμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 2

3) Το κορήμετρο. Η συσκευή αποτελείται από οθόνη LCD και πληκτρολόγιο. Ενεργοποιείται αυτόματα με την τοποθέτηση της πάνω στο τροφοδοτικό ή την εγκατάσταση της μπαταρίας. Στο κάτω μέρος της οθόνης εμφανίζεται το μενού επιλογών.

Η έναρξη της μέτρησης γίνεται εύκολα με το πάτημα ενός κουμπιού (OD ή OS, βλέπε εικόνα 2) και στην οθόνη αμέσως σκανάρεται η εικόνα της κόρης. Πραγματοποιείται καταγραφή σε βίντεο της διαδικασίας μέτρησης, η οποία στη συνέχεια μπορεί να αποθηκευτεί ή να διαγραφεί όπως και οι τιμές των μετρήσεων. Υπάρχει η δυνατότητα απομνημόνευσης πολλών μετρήσεων και καταχώρησης τους σε διαφορετικές καρτέλες χρηστών. Επιπλέον σε κάθε μέτρηση μπορεί να επιλεγεί η εμφάνιση της ώρας και της ημέρας που πραγματοποιήθηκε.

Τέλος είναι δυνατή η ρύθμιση της έντασης των τριών διαδοχικών φωτισμών στους οποίους εκτίθεται ο οφθαλμός, των σκοτοπικών, χαμηλών μεσοπτικών και υψηλών μεσοπτικών συνθηκών.

#### **4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ**

Αφού διευκρινίζονταν στον εξεταζόμενο η διαδικασία που θα ακολουθούσε, πραγματοποιούνταν η κάθε μέτρηση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ωρών 8:00 - 12:30. Πριν την έναρξη της μέτρησης δεν απαιτείται ο εξεταζόμενος να έχει παραμείνει σε συνθήκες σκότους όπως σε παλαιότερες μεθόδους και συσκευές κορημετρίας. Κάθε μέτρηση επαναλαμβανόταν τρεις φορές στο κάθε μάτι και διαρκούσε η κάθε μία περίπου 12 δευτερόλεπτα. Ο εξεταζόμενος οφθαλμός παρέμενε για 2'' στο σκοτάδι όπου μετρίονταν η αρχική κορική διάμετρος και στη συνέχεια το κορήμετρο εξέπεμπε ένα φωτεινό ερέθισμα ώστε να μετρηθεί η αντίδραση της κόρης σε αυτό. Ο εξεταζόμενος κρατούσε το κεφάλι του στην ευθεία με τα δύο του μάτια ανοιχτά στη διάρκεια της μέτρησης. Η συσκευή τοποθετούνταν από τον εξεταστή σε ορθή γωνία από τον άξονα του εξεταζόμενου με προσπάθεια για ελαχιστοποίηση οποιασδήποτε κλίσης της.

#### **4.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ**

- 1) R1. Η αρχική ακτίνα της κόρης, μετά την παραμονή 2'' στο σκοτάδι.
- 2) T1. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ φωτεινού ερεθίσματος και σύσπασης του σφιγκτήρα μυ.
- 3) R2. Η ελάχιστη τιμή στην ακτίνα της κόρης μετά τη μύση.
- 4) VCmax. Η μέγιστη ταχύτητα συστολής κατά τη μύση που επιτυγχάνει η κόρη.
- 5) ACmax. Η μέγιστη επιτάχυνση συστολής κατά τη μύση που επιτυγχάνει η κόρη.
- 6) T2. Ο χρόνος επίτευξης της VCmax.
- 7) T3. Ο χρόνος επίτευξης μέγιστης μύσης.
- 8) 75% Χρόνος Αποκατάσταση.

#### **4.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα SPSS Ver. 20 της SPSS Inc. Για τη στατιστική ανάλυση υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή των δύο ομάδων ( αθλητές καλαθοσφαίρισης- μη αθλητές ). Οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών διερευνήθηκαν μέσω του συντελεστή συσχέτισης Pearson ( $r$ ) και οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των μεταβλητών με τη χρήση του  $t$ - test. Τέλος για τον έλεγχο της σχέσης ηλικίας και φύλου εφαρμόστηκε πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης, Manova.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δεδομένου ότι δεν βρέθηκε καμία στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο ματιών ( $p < 0,05$ ) όλες οι στατιστικές αναλύσεις υπολογίστηκαν σύμφωνα με τις κατά μέσο όρο μετρήσεις τριών καμπύλων του αντανακλαστικού της κόρης του δεξιού οφθαλμού.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά και τα αποτελέσματα των κορημετρικών μετρήσεων όλων των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα κλινικά δεδομένα μεταξύ των ομάδων εκτός από το ύψος. Πιο συγκεκριμένα, στις ομάδες Β, Γ και οι αθλητές είχαν αυξημένο ύψος κατά 8,1% ( $p < 0,05$ ), 14,4% ( $p < 0,05$ ) και 11,5% ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ομάδες μη αθλητών.

Όσον αφορά τις μετρήσεις κορημετρίας σε όλες τις ομάδες αθλητών έδειξαν αυξημένη μέγιστη κορική διάμετρο κατά 13,8% ( $p < 0,05$ ), 16,3% ( $p < 0,05$ ) από 11,6% ( $p < 0,05$ ) και 20,5% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τους μη αθλητές. Επιπλέον, σχετικά με τους αθλητές, η ομάδα Γ είχε μειωμένη μέγιστη διάμετρο κατά 10,2% ( $p < 0,05$ ) και 15,8% ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις ομάδες Α και Β αθλητών, αντίστοιχα. Επιπροσθέτως οι αθλητές της ομάδας έδειξαν μειωμένη μέγιστη κορική διάμετρο κατά 12,1% ( $p < 0,05$ ) και 17,5% ( $p < 0,05$ ) σε σχέση με τις ομάδες Α και Β αντιστοίχως. Όσον αφορά τους μη αθλητές, η ομάδα Γ επίσης έδειξε μείωση μέγιστης κορικής διαμέτρου κατά 8,5% ( $p < 0,05$ ) και 12,2% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις ομάδες Α και Β αντίστοιχα. Ακόμη, για την ομάδα αποκαλύφθηκε μείωση μέγιστης κορικής διαμέτρου κατά 20,5% ( $p < 0,05$ ) και κατά 25,6% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις αντίστοιχες ομάδες Α και Β.

Η ελάχιστη κορική διάμετρος δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ αθλητών και μη αθλητών. Ωστόσο, σημαντικές αλλαγές στην ελάχιστη κορική διάμετρο παρατηρήθηκαν μεταξύ διαφόρων ηλικιακών ομάδων. Συγκεκριμένα, η ομάδα Γ των αθλητών φανέρωσε σημαντικά μειωμένη κορική διάμετρο κατά 9% ( $p < 0,05$ ) και κατά 20,5% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις αντίστοιχες ομάδες Α και Β. Επιπλέον η ομάδα είχε σημαντικά μειωμένη κορική διάμετρο κατά 15,6% ( $p < 0,05$ ) και κατά 28,1% ( $p < 0,05$ ). Η ομάδα Γ των μη αθλητών παρουσίασε σημαντικά μειωμένη ελάχιστη κορική διάμετρο κατά 29% ( $p < 0,05$ ) και κατά 19,3% ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις ομάδες Α και Β αντίστοιχα. Τελικά, υπήρχε σημαντικά μειωμένη

ελάχιστη κορική διάμετρος κατά 25% ( $p < 0,05$ ) και κατά 32,1% ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ομάδες Α και Β μη αθλητών.

Η μέση ταχύτητα συστολής ήταν σημαντικά διαφορετική μεταξύ αθλητών και μη αθλητών. Πιο συγκεκριμένα οι ομάδες Α, Β, Γ και των αθλητών είχαν σημαντικά αυξημένη μέση ταχύτητα συστολής κατά 12,5% ( $p < 0,05$ ), 9% , 16,6% ( $p < 0,05$ ) και 16,6% ( $p < 0,05$ ) σε σχέση με τις αντίστοιχες ομάδες μη αθλητών. Ωστόσο, διαφορές δεν παρατηρήθηκαν τόσο στις ομάδες αθλητών όσο και σε αυτές των μη αθλητών. Τελικά, αυξημένη βρέθηκε η μέγιστη ταχύτητα συστολής στις ομάδες αθλητών κατά 9% ( $p < 0,05$ ), κατά 6,5% ( $p < 0,05$ ), κατά 25% ( $p < 0,05$ ) και 13% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις αντίστοιχες ηλικιακές ομάδες μη αθλητών. Όμως, στους μη αθλητές η μέγιστη ταχύτητα συστολής ήταν μειωμένη στην ομάδα Γ κατά 22,2% ( $p < 0,05$ ) και κατά 27,7% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις ομάδες Α και Β αντίστοιχως. Ακόμη, η ομάδα μη αθλητών έδειξε μειωμένη μέγιστη ταχύτητα συστολής κατά 12,8% ( $p < 0,05$ ) και κατά 17,9% ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με τις αντίστοιχες ομάδες Α και Β.

Καμία σημαντική αλλαγή δεν παρατηρήθηκε για τους κορημετρικούς δείκτες της συστολής, λανθάνοντα χρόνου, μέσης ταχύτητας διαστολής και του 75% χρόνου αποκατάστασης μεταξύ των διαφορετικών ηλικιακών ομάδων και μεταξύ αθλητών και μη αθλητών.

**Πίνακας 1.** Φυσικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων και αποτελέσματα της λειτουργίας του ANS όπως αξιολογήθηκαν με τη μέθοδο της κορημετρίας.

Measure	Group A		Group B Age:		Group Γ Age:		Group Age:	
	Athletes (n=17, age: )	Non-Athl etes (n=13, age: )	Athletes (n=20,age: )	Non-Athlete s (n=13, age: )	Athletes (n=20, age: )	Non-Athlet es (n=13, age: )	Athletes (n= 17, age: )	Non-Athlete s (n=13, age: )
<i>Characteristics</i>								
Height (cm)	179±0.1	1.71±0.5	1.86* ±0.1	1.72±0.1	1.98* ±0.1	1.73±0.1	1.93* ±0.1	1.73±0.1
Weight (kg)	76.2±8.8	62.5±3.9	81.25±16. 9	68.9±9.2	82.42±19.5	74.1±12.3	79.8±15.3	78.23±9.5
BMI								
<i>Pupillometric indices</i>								
Maximum pupil diameter (mm)	5.35±0.9*	4.7±0.7	5.7±1.1*	4.9±1.1	4.8±0.8 <sup>*,a,b</sup>	4.3±1.2 <sup>a,b</sup>	4.7±0.9 <sup>*,a,b</sup>	3.9±0.7 <sup>a,b</sup>
Minimum pupil diameter (mm)	3.7±0.7	3.5±0.6	4.1±1.0	3.7±0.5	3.4±0.5 <sup>a,b</sup>	3.1±0.5 <sup>a,b</sup>	3.2±0.7 <sup>a,b</sup>	2.8±0.6 <sup>a,b</sup>
Constriction (%)	27.5±0.1	27.2±0.1	28.6±0.1	26±0.1	29.4±0.1	27.5±0.1	32.2±0.5	30.5±0.6
Latency (sec)	0.22±0.2	0.23±0.2	0.24±0.2	0.23±0.1	0.23±0.1	0.23±0.1	0.23±0.2	0.24±0.2
Average Constriction velocity (mm/sec)	3.6±0.5*	3.2±0.7	3.7*±0.5	3.4±0.8	3.5*±0.8	3.0±0.9	3.5±0.65*	3.0±0.7
Maximum Constriction Velocity (mm/sec)	4.8±0.9*	4.4±1.0	4.9±0.9*	4.6±1.1	4.5±1.0*	3.6±1.3 <sup>a,b</sup>	4.4±0.9*	3.9±0.8 <sup>a,b</sup>
Average Dilation Velocity (mm/sec)	1.2±0.3	1.1±0.2	1.1±0.1	1.4±1.0	1.1±0.2	0.8±0.2	1.0±0.2	1.0±0.1
75% Recovery Time (sec)	1.4±0.7	1.3±1.0	1.6±0.7	1.5±0.5	1.3±0.5	1.4±0.7	1.6±0.6	1.5±0.6

\* p<0.05 μεταξύ αθλητών και μη αθλητών; <sup>a</sup> συγκριτικά με την ομάδα Α; <sup>b</sup> συγκριτικά με την ομάδα Β; <sup>c</sup> συγκριτικά με την ομάδα Γ; <sup>d</sup> συγκριτικά με την ομάδα Δ;

<sup>e</sup> μεταξύ φύλων.

## Συζήτηση-Συμπεράσματα

Το Αυτόνομο νευρικό σύστημα λειτουργεί ακούσια και ρυθμίζει τις καθημερινές ανάγκες χωρίς τη συνειδητή συμμετοχή του νου. Το αυτόνομο νευρικό σύστημα ελέγχει όργανα, ιστούς και αδένες στο σώμα. Διακρίνεται σε Συμπαθητικό νευρικό σύστημα, και Παρασυμπαθητικό σύστημα:

1. **Συμπαθητικό σύστημα**, το οποίο προετοιμάζει το σώμα για αυξημένες απαιτήσεις ετοιμότητας.
2. **Παρασυμπαθητικό σύστημα**, που έχει σκοπό την εξοικονόμηση και εναποθήκευση ενέργειας.

Μια σύγχρονη και αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της λειτουργίας του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (ΑΝΣ) είναι και η κορημετρία. Το μέγεθος της κόρης ελέγχεται από το σφιγκτήρα και το διαστολέα μυ της ίριδας, οι οποίοι δέχονται νεύρωση από χολινεργικά και αδρενεργικά νεύρα αντίστοιχα. Κατά συνέπεια οι μεταβολές του μεγέθους της κόρης εκφράζουν την ισορροπία ανάμεσα στο Παρασυμπαθητικό-Συμπαθητικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ-ΣΝΣ). Σε αρκετές περιπτώσεις όταν το άτομο βρίσκεται σε υπερδιέγερση, η ισορροπία ανάμεσα στα δύο συστήματα διαταράσσεται. Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η εκτίμηση της επίδρασης της άσκησης των καλαθοσφαιριστών που συνοδεύεται από έντονη φυσική δραστηριότητα, στην κόρη του οφθαλμού με τη μέθοδο της κορημετρίας.

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 191 υγιή άτομα, ηλικίας από 16 μέχρι και 67 ετών. Την Α ομάδα αποτελούσαν 94 αθλητές καλαθοσφαίρισης και την Β ομάδα αποτέλεσαν 97 άτομα μη αθλητές, χωρίς να έχουν καμία ιδιαίτερη ενασχόληση με οποιαδήποτε μορφή αθλητισμού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ωρών 8:00 - 12:30. Πριν την έναρξη της μέτρησης δεν απαιτείται ο εξεταζόμενος να έχει παραμείνει σε συνθήκες σκότους όπως σε παλαιότερες μεθόδους και συσκευές κορημετρίας. Κάθε μέτρηση επαναλαμβανόταν τρεις φορές στο κάθε μάτι και διαρκούσε η κάθε μία περίπου 12 δευτερόλεπτα. Ο εξεταζόμενος οφθαλμός παρέμενε για 2'' στο σκοτάδι όπου μετριόταν η αρχική κορική διάμετρος και στη συνέχεια το κορήμετρο εξέπεμπε ένα φωτεινό ερέθισμα ώστε να μετρηθεί η αντίδραση της κόρης σε αυτό. Ο εξεταζόμενος κρατούσε το κεφάλι του στην ευθεία με τα δύο του μάτια ανοιχτά στη διάρκεια της μέτρησης. Τα μεγέθη που μετρήθηκαν ήταν η αρχική ακτίνα



της κόρης, μετά την παραμονή 2<sup>η</sup> στο σκοτάδι, ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ φωτεινού ερεθίσματος και σύσπασης του σφιγκτήρα μυ, η ελάχιστη τιμή στην ακτίνα της κόρης μετά τη μύση, η μέγιστη ταχύτητα συστολής κατά τη μύση που επιτυγχάνει η κόρη, η μέγιστη επιτάχυνση συστολής κατά τη μύση που επιτυγχάνει η κόρη και ο χρόνος επίτευξης της VCmax.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται έλεγχος για να διαπιστωθεί αν μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά οι δείκτες. Μετά τη συνεδρία μόνο ο δείκτης της Μέγιστης Ταχύτητας Διαστολής, ο οποίος είναι δείκτης της συμπαθητικοπαρασυμπαθητικής ισορροπίας, ήταν αυξημένος. Οι Yamaji, Hirata, and Usui (2000

) διαχώρισαν το χαρακτηριστικό B-σχήμα κορημετρικής απάντησης σε τρεις διακριτές περιόδους οι οποίες αντανakλούν διαφορετικές πλευρές- πτυχές της νευρικής δραστηριότητας. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τους Yamaji et al. (2000

)το πρώτο τμήμα της κορημετρικής απάντησης, διέπεται αποκλειστικά από το παρασυμπαθητικό κλάδο του ANΣ. Ειδικότερα, οι φάσεις συστολής της κόρης οφείλονται στην εξασθενημένη παρασυμπαθητική ενεργοποίηση, πρώτα από την υπερβολική επιβολή της κεντρικής συμπαθητικής αναστολής του πυρήνα

Edinger-Westphal στη συνέχεια με περιφερειακή συμπαθητική ενεργοποίηση του διαστολέα μυ της ίριδας (Filipe et al., 2003). Έτσι το ελάχιστο μέθοδος της κόρης, η συστολή, η μέση και η μέγιστη ταχύτητα συστολής θεωρούνται οι πιο ευαίσθητοι δείκτες της χολινεργικής δραστηριότητας. Αντίθετα, οι φάσεις διαστολής οφείλονται στην παρασυμπαθητική χαλάρωση, είναι διαμορφωμένες από την χολινεργική αναστολή του διαστολέα μυ και την αναστολή του κεντρικού συμπαθητικού πυρήνα κινητικότητας της κόρης ή και αύξηση της περιφερειακής συμπαθητικής δραστηριότητας (Filipe et al., 2003). Κατά συνέπεια, η δεύτερη περίοδος αντανakλά και στους δύο τύπους δραστηριότητας του ANΣ και η Τρίτη περίοδος ελέγχεται μόνο από τη συμπαθητική λειτουργία. Επομένως ο λανθάνων χρόνος και η μέση ταχύτητα διαστολής αντικατοπτρίζονται στην συμπαθητικοπαρασυμπαθητική ισορροπία αφού εμπλέκονται στο δεύτερο τμήμα του χαρακτηριστικού β-σχήματος κορημετρικής απάντησης. Τέλος, το 75% του χρόνου αποκατάστασης διέπεται αποκλειστικά από το συμπαθητικό τμήμα του ANΣ και βρίσκεται στην Τρίτη περίοδο του B-σχήματος κορημετρικής απάντησης.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης φανερώνουν μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ Μέγιστης Ταχύτητας Συστολής η οποία αντανάκλα τη λειτουργία του ΠΝΣ και το σκορ του ΜΜΣΕ, δηλαδή όσο αυξάνεται η λειτουργία του ΠΝΣ τόσο μειώνεται το σκορ του ΜΜΣΕ. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι το ΑΝΣ εμπλέκεται στην παθοφυσιολογία της γνωστικής και χολινεργικής δυσλειτουργίας όπως έχει εμφανιστεί σε ασθενείς με τη νόσο του Alzheimer (D. Fotiou, Kaltsatou, Tsiptsios, & Nakoy, 2015) και βαριάς μορφής μυασθένεια (Kaltsatou et al., 2015).

## Βιβλιογραφία

- Alex, C., Lindgren, M., Shapiro, P. A., McKinley, P. S., Brondolo, E. N., Myers, M. M., . . . Sloan, R. P. (2013). Aerobic exercise and strength training effects on cardiovascular sympathetic function in healthy adults: a randomized controlled trial. *Psychosom Med*, 75(4), 375-381. doi: 10.1097/PSY.0b013e3182906810
- Aubert, A. E., Beckers, F., & Ramaekers, D. (2001). Short-term heart rate variability in young athletes. *J Cardiol*, 37 Suppl 1, 85-88.
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Med*, 33(12), 889-919.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise : measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med*, 38(8), 633-646.
- Bradley, J. C., Cohn, C. D., Wu, P. W., & Brown, S. M. (2011). Comparison of a monocular pupillometer and the pupillometry function of a binocular free-viewing autorefractor. *J Cataract Refract Surg*, 37(7), 1257-1262. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.01.026
- Brown, S. M., & Bradley, J. C. (2011). Comparison of 2 monocular pupillometers and an autorefractor for measurement of the dark-adapted pupil diameter. *J Cataract Refract Surg*, 37(4), 660-664. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.10.059
- Filipe, J. A., Falcao-Reis, F., Castro-Correia, J., & Barros, H. (2003). Assessment of autonomic function in high level athletes by pupillometry. *Auton Neurosci*, 104(1), 66-72.
- Fotiou, F., Fountoulakis, K. N., Goulas, A., Alexopoulos, L., & Palikaras, A. (2000). Automated standardized pupillometry with optical method for purposes of clinical practice and research. *Clin Physiol*, 20(5), 336-347.
- Fountoulakis, K. N., St Kaprinis, G., & Fotiou, F. (2004). Is there a role for pupillometry in the diagnostic approach of Alzheimer's disease? a review of the data. *J Am Geriatr Soc*, 52(1), 166-168.
- Hedelin, R., Bjerle, P., & Henriksson-Larsen, K. (2001). Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1394-1398.
- Keivanidou, A., Fotiou, D., Arnaoutoglou, C., Arnaoutoglou, M., Fotiou, F., & Karlovasitou, A. (2010). Evaluation of autonomic imbalance in patients with

- heart failure: a preliminary study of pupillomotor function. *Cardiol J*, 17(1), 65-72.
- McDonald, K. G., Grote, S., & Shoepe, T. C. (2014). Effect of training mode on post-exercise heart rate recovery of trained cyclists. *J Hum Kinet*, 41, 43-49. doi: 10.2478/hukin-2014-0031
- Mitchell, J. H., Haskell, W., Snell, P., & Van Camp, S. P. (2005). Task Force 8: classification of sports. *J Am Coll Cardiol*, 45(8), 1364-1367. doi: 10.1016/j.jacc.2005.02.015
- Mitchell, J. H., Haskell, W. L., & Raven, P. B. (1994a). Classification of sports. *Med Sci Sports Exerc*, 26(10 Suppl), S242-245.
- Mitchell, J. H., Haskell, W. L., & Raven, P. B. (1994b). Classification of sports. *J Am Coll Cardiol*, 24(4), 864-866.
- Moodithaya, S., & Avadhany, S. T. (2012). Gender differences in age-related changes in cardiac autonomic nervous function. *J Aging Res*, 2012, 679345. doi: 10.1155/2012/679345
- Otsuki, T., Maeda, S., Iemitsu, M., Saito, Y., Tanimura, Y., Sugawara, J., . . . Miyauchi, T. (2007). Postexercise heart rate recovery accelerates in strength-trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 365-370. doi: 10.1249/01.mss.0000241647.13220.4c
- Patwari, P. P., Stewart, T. M., Rand, C. M., Carroll, M. S., Kuntz, N. L., Kenny, A. S., . . . Weese-Mayer, D. E. (2012). Pupillometry in congenital central hypoventilation syndrome (CCHS): quantitative evidence of autonomic nervous system dysregulation. *Pediatr Res*, 71(3), 280-285. doi: 10.1038/pr.2011.38
- Sawane, M. V., & Gupta, S. S. (2015). Resting heart rate variability after yogic training and swimming: A prospective randomized comparative trial. *Int J Yoga*, 8(2), 96-102. doi: 10.4103/0973-6131.154069
- Stergiou, V., Fotiou, D., Tsiptsios, D., Haidich, B., Nakou, M., Giantselidis, C., & Karlovasitou, A. (2009). Pupillometric findings in patients with Parkinson's disease and cognitive disorder. *Int J Psychophysiol*, 72(2), 97-101. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.10.010
- Yamaji, K., Hirata, Y., & Usui, S. (2000). A method for monitoring Autonomous Nervous activity by pupillary Xash response. *Systems and Computers in Japan*, 31, 2447-2456.

Καλτσάτου, Α. (2008). *Συγκριτική μελέτη του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε ομάδα αθλητών και μη αθλούμενων πριν και μετά από δοκιμασία κόπωσης με τη μέθοδο της κορημετρίας*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Σωτηρίου, Π., & Κουιδή, Ε. (2009). Η επίδραση της άσκησης στη δράση του αυτόνομου νευρικού συστήματος στην καρδιά. *Καρδιολογία*(2-3), 125-131.

## Παράρτημα

	Μη Αθλητές	Αθλητές	p-value
<b>ADV</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	1,047±0,341	0,964±0,234	0,042
<b>Παλαίμαχες</b>	0,960±0,160	0,900±0,123	0,037
<b>Άνδρες</b>	1,042±0,217	0,953±0,205	0,040
<b>Γυναίκες</b>	1,083±0,113	0,825±0,252	0,012
<b>Νέοι Άνδρες</b>	1,003±0,159	1,118±0,313	0,023
<b>Νέες Γυναίκες</b>	2,520±1,322	1,471±1,135	0,005
<b>Έφηβοι</b>	1,274±0,333	1,229±0,498	0,014
<b>Νεανίδες</b>	1,076±0,160	1,300±0,328	0,011
<b>LAT</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	0,250±0,026	0,241±0,023	0,124
<b>Παλαίμαχες</b>	0,232±0,021	0,239±0,012	0,214
<b>Άνδρες</b>	0,237±0,019	0,238±0,015	0,487
<b>Γυναίκες</b>	0,228±0,010	0,233±0,025	0,514
<b>Νέοι Άνδρες</b>	0,237±0,187	0,230±0,009	0,784
<b>Νέες Γυναίκες</b>	0,245±0,020	0,245±0,057	0,912
<b>Έφηβοι</b>	0,233±0,157	0,230±0,019	0,857
<b>Νεανίδες</b>	0,214±0,012	0,231±0,023	0,105
<b>MCV</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	-3,988 ± 1,246	-3,966± 1,070	0,045

<b>Παλαίμαχες</b>	-4,309±0,700	-3,735± 0,639	0,026
<b>Άνδρες</b>	-4,438±0,852	-3,921± 0,916	0,018
<b>Γυναίκες</b>	-4,740±0,703	-3,728 ± 1,359	0,001
<b>Νέοι Άνδρες</b>	-4,481±0,991	-4,922 ± 1,051	0,046
<b>Νέες Γυναίκες</b>	-4,494±0,830	-4,544± 1,080	0,038
<b>Έφηβοι</b>	-4,594±1,007	-4,479± 1,153	0,042
<b>Νεανίδες</b>	-4,617±0,656	-4,684 ± 0,925	0,049
<b>T75</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	1,292±0,587	1,825±0,673	0,001
<b>Παλαίμαχες</b>	1,635±0,652	1,345±0,506	0,010
<b>Άνδρες</b>	1,365±0,475	1,143±0,431	0,014
<b>Γυναίκες</b>	1,263±0,382	1,623±0,764	0,090
<b>Νέοι Άνδρες</b>	1,813±0,719	1,412±0,506	0,011
<b>Νέες Γυναίκες</b>	1,378±0,586	1,722±0,621	0,024
<b>Έφηβοι</b>	1,325±0,588	1,895±0,937	0,036
<b>Νεανίδες</b>	1,534±0,781	1,018±0,500	0,009
<b>ACV</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	3,083±0,962	2,895±0,811	0,022
<b>Παλαίμαχες</b>	3,594±0,448	2,791±0,591	0,032
<b>Άνδρες</b>	3,492±0,736	3,040±0,691	0,047
<b>Γυναίκες</b>	3,523±0,5424	3,053±0,940	0,038
<b>Νέοι Άνδρες</b>	3,276±0,780	3,628±0,747	0,047
<b>Νέες Γυναίκες</b>	3,618±0,558	3,397±0,835	0,020
<b>Έφηβοι</b>	3,672±0,596	3,388±0,902	0,017

<b>Νεανίδες</b>	3,477±0,490	3,349±0,543	0,019
<b>CON</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	0,297±0,069	0,318±0,058	0,249
<b>Παλαίμαχες</b>	0,319±0,039	0,288±0,038	0,135
<b>Άνδρες</b>	0,294±0,050	0,279±0,050	0,142
<b>Γυναίκες</b>	0,295±0,046	0,271±0,048	0,146
<b>Νέοι Άνδρες</b>	0,281±0,028	0,245±0,087	0,305
<b>Νέες Γυναίκες</b>	0,279±0,038	Q-0,28±0,056	0,098
<b>Έφηβοι</b>	0,285±0,037	0,291±0,057	0,178
<b>Νεανίδες</b>	0,265±0,044	0,267±0,044	0,114
<b>R1</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	3,620±0,987	4,151±0,814	0,005
<b>Παλαίμαχες</b>	3,971±0,854	5,072±1,085	0,001
<b>Άνδρες</b>	4,652±0,785	4,952±0,984	0,022
<b>Γυναίκες</b>	4,712±1,024	5,063±0,952	0,041
<b>Νέοι Άνδρες</b>	5,198±1,125	5,723±1,612	0,036
<b>Νέες Γυναίκες</b>	5,064±0,995	5,554±1,841	0,040
<b>Έφηβοι</b>	4,404±0,856	4,753±0,785	0,035
<b>Νεανίδες</b>	5,032±1,105	5,960±1,325	0,028
<b>R2</b>			
<b>Παλαίμαχοι</b>	3,170±0,951	3,554±1,312	0,024
<b>Παλαίμαχες</b>	3,270±0,895	4,225±0,962	0,002
<b>Άνδρες</b>	4,703±1,421	5,450±1,002	0,005
<b>Γυναίκες</b>	4,815±1,603	5,370±1,104	0,001



<b>Νέοι Άνδρες</b>	5,495±1,203	6,805±2,214	0,001
<b>Νέες Γυναίκες</b>	5,105±0,965	6,758±2,589	0,001
<b>Έφηβοι</b>	4,652±1,154	5,505±1,689	0,001
<b>Νεανίδες</b>	5,264±0,983	6,410±1,784	0,001