



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Αναπνέοντας για μια πιο υγιή ζωή»**

**Μαρία Λαμπάδα**

A.M.: 9980201500058

**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: Ευρωστία & Υγεία**

**Επιβλέπουσα:**

**Ελισσάβητ Ρουσάνογλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αθλητικής Βιομηχανικής  
Τομέας Αθλητιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης**

**ΔΑΦΝΗ 2021**

© Copyright

Μαρία Λαμπάδα

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



Ευχαριστώ την οικογένειά μου, για την υπομονή και τη στήριξη, που μου παρέχουν όλα αυτά τα χρόνια και για το κίνητρο που μου δίνουν, ώστε διαρκώς να προσπαθώ για το καλύτερο δυνατό.

Κυρίως, ευχαριστώ την καθηγήτρια μου, κα. Ρουσόνογλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αθλητικής Βιομηχανικής, για την εμπιστοσύνη και την καθοδήγηση της προς νέα μονοπάτια μελέτης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «**Αναπνέοντας για μια πιο υγιή ζωή**» αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, με σκοπό τη διερεύνηση των επιδράσεων της αναπνοής, σε βιολογικούς μηχανισμούς όπως η στασική σταθερότητα, η καρδιακή λειτουργία και η νευρική λειτουργία, στην προοπτική μιας καλύτερης ποιότητας υγείας για τους ήδη υγιείς. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν, στοχεύουν στη σύνδεση της μηχανικής της αναπνοής, και των προτύπων που αυτή προσδιορίζει (ήρεμη φυσική, κοιλιακή, θωρακική), με παραμέτρους μιας υγιέστερης ζωής. Εστίαση γίνεται στο πρότυπο της κοιλιακής (ευρέως γνωστή ως διαφραγματική) έναντι της θωρακικής αναπνοής, με αναφορά και στο αναπνευστικό πρότυπο pranayama (ιδιαίτερο χειρισμό του κοιλιακού τύπου αναπνοής).

Με βάση τις μελέτες που εξετάστηκαν, αυτός καθαυτός ο τύπος αναπνοής, καθώς και ιδιαίτερα επιμέρους χαρακτηριστικά αναπνευστικής μηχανικής (συχνότητα και βάθος αναπνοής) φαίνεται να συνδέονται σημαντικά τόσο με τη σταθερότητα της σωματικής στάσης όσο και με τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, αλλά και με τη διαφοροποίηση της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Ειδικότερα, η βελτιστοποιημένη αναπνοή μέσω και της δράσης του αυτόνομου νευρικού συστήματος φαίνεται να συμβαίνει στο εύρος από 6 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό (επικρατέστερη συχνότητα στις 6 αναπνοές ανά λεπτό), με επίτευξη αυξημένου αναπνευστικού όγκου μέσω της αυξημένης διαφραγματικής ενεργοποίησης. Η αυξημένη διαφραγματική ενεργοποίηση οδηγεί σε βελτίωση της στασικής σταθερότητας μέσω της αύξησης της ενδοκοιλιακής πίεσης. Η επίδραση της χαμηλής αναπνευστικής συχνότητας και του αυξημένου βάθους αναπνοής στο αυτόνομο νευρικό σύστημα φαίνεται να είναι αυτή που οδηγεί και τις θετικές επιπτώσεις στην υγεία, καθώς η υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής λειτουργίας συνδέεται με χαμηλότερα επίπεδα διέγερσης του οργανισμού, χαμηλότερα και από αυτά της συνήθους κατάστασης ηρεμίας. Αυτά αναγνωρίζονται στη μείωση της καρδιακής συχνότητας, αύξηση της καρδιακής μεταβλητότητας και ενίσχυση της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (συγχρονισμός καρδιακής μεταβλητότητας και αναπνευστικής συχνότητας στο χαμηλό συχνотικό εύρος στις 0,25Hz).

Συμπερασματικά, η μηχανική της αναπνοής φαίνεται να διασυνδέεται πολλαπλώς με βιολογικούς μηχανισμούς καθοριστικής σημασίας για την ανθρώπινη υγεία, με ειδικό όφελος, την υψηλότερη ποιότητα υγείας για τους ήδη υγιείς. Ανατολικά



συστήματα ολιστικής προσέγγισης του τρόπου ζωής (π.χ. η ιδιαίτερα δημοφιλής Yoga με πανάρχαιες ρίζες στην Ινδία και η οποία συγκροτήθηκε κατά τις ανάγκες του Ινδουισμού και Βουδισμού) φαίνεται να οικειοποιούνται αυθαίρετα τα θετικά οφέλη της αναπνευστικής μηχανικής για την ανθρώπινη υγεία. Εντούτοις, η σύνδεση της μηχανικής της αναπνοής με την ολική υγεία του ανθρώπου αποτελεί μια προϋπάρχουσα και επιστημονικά τεκμηριωμένη βιολογική αλήθεια, μη εξαρτώμενη από θρησκευτικές αντιλήψεις. Η επιχειρηματική προώθηση και δημοφιλία ανατολικών συστημάτων ολιστικής αντίληψης του τρόπου ζωής (με πρωτεργάτη τον Narendra Modi, πρωθυπουργό της Ινδίας από το 2014 έως και σήμερα) αποτελούν μια αφορμή υπενθύμισης της αξίας της μηχανικής της αναπνοής σε ήδη υγιή άτομα, και του συστηματικού επαναπροσδιορισμού της ως αναπόσπαστο δομικό στοιχείο των μορφών προγραμμάτων άσκησης αλλά και καθημερινών δραστηριοτήτων. Στο σύνολό τους, τα ερευνητικά ευρήματα συγκλίνουν στην ανάδειξη χειρισμών της μηχανικής της αναπνοής, ως ένα φυσικό και άνευ οικονομικού κόστους μέσο για μια πιο υγιή ζωή.

**Λέξεις κλειδιά:** μηχανική της αναπνοής, διαφραγματική αναπνοή, σωματική σταθερότητα, καρδιακή μεταβλητότητα, αυτόνομο νευρικό σύστημα, παρασυμπαθητική κυριαρχία.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	1
Ερευνητικό Ερώτημα .....	2
Σκοπός .....	2

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

#### ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

2.1. Ανατομία του Αναπνευστικού Συστήματος.....	3
2.2. Μηχανική του Αναπνευστικού Συστήματος.....	12

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

#### ΑΝΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

3.1. Επίδραση της Αναπνοής στη Σταθερότητα της Σωματικής Στάσης.....	20
3.2. Επίδραση της Αναπνοής στην Καρδιακή Λειτουργία.....	25
3.3. Επίδραση της Αναπνοής στη Νευρική Λειτουργία.....	28

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV

3.1. Συζήτηση - Συμπεράσματα.....	32
-----------------------------------	----

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Περιγραφή εκτέλεσης κοιλιακού (διαφραγματικού) τύπου αναπνοής.....	41
Αναπνευστική Τεχνική Pranayama.....	42
Διαπνευμονική πίεση.....	47
Πνευμονική Ενδοτικότητα.....	48

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

**Εικόνα 2.1.** Ανατομική απεικόνιση του αναπνευστικού συστήματος (εικόνα από [Το αναπνευστικό σύστημα και η λειτουργία του « paidiagnosi.gr](#)) απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021. 3

**Εικόνα 2.2.** Απεικόνιση του ελέγχου της καρδιακής συχνότητας μέσω του αυτόνομου νευρικού συστήματος και της λειτουργίας του πνευμονογαστρικού νεύρου. [Control of Heart Rate - Autonomic Nervous System - TeachMePhysiology \(google.com\)](#) απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021. 7

**Εικόνα 2.3.** Απεικόνιση των ανατομικών διαφορών μεταξύ του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος (προγαγγλιακές και μεταγαγγλιακές ίνες). <https://pithos.okeanos.grnet.gr/public/wS67ff3jgssOU6IZ4nhB43>, απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021. 8-9

**Εικόνα 2.4.** Εισπνευστικοί (αριστερά) και εκπνευστικοί (δεξιά) μύες. Φυσιολογία Αναπνευστικού - Αναπνευστικοί μύες Θεόδωρος Βασιλακόπουλος Καθηγητής Πνευμονολογίας - Εντατικής Θεραπείας Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών Διευθύντριας Γ΄ Κλινικής ΕΚΠΑ, Ευγενίδειο Θεραπευτήριο Adjunct Professor, McGill University, Montreal, Canada, απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021. <http://physiology.med.uoa.gr/fileadmin/physiology.med.uoa.gr/uploads/Parousiaseis/Vasilakopoulos/1.pdf> 9

**Εικόνα 2.5.** Θέση του διαφράγματος στο θωρακικό κλωβό, μυϊκή μοίρα και τενόντιο κέντρο του διαφράγματος, τα τμήματα και η νεύρωση του διαφράγματος. Απόδοση στην ελληνική γλώσσα.

- [https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/12440/mod\\_resource/content/1/%CE%A0%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82.pdf](https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/12440/mod_resource/content/1/%CE%A0%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82.pdf), ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.
- <https://www.facebook.com/bodyscientific/photos/phrenic-nerve-2018-created-by-body-scientific-for-wolters-kluwer-health-all-righ/2064799200219011/>, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021. 11

**Εικόνα 2.6.** Η διαδικασία της αναπνοής: απεικόνιση της ενέργειας του διαφράγματος και των έσω και έξω μεσοπλεύριων μυών κατά τη φάση εισπνοής (αριστερά) και

εκπνοής (δεξιά). Απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021 από <a href="http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/Process_of_Respiration.html">http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/Process_of_Respiration.html</a>	14
<b>Εικόνα 2.7.</b> Όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων. Ανάκτηση 12 Μαΐου 2021 από Γεώργιος & Αλέξανδρος, Μαθιουδάκης (2012).	15
<b>Εικόνα 2.8.</b> Με τη μπλε επισήμανση η δήλωση στην επίσημη ιστοσελίδα του Υπουργείου Εξωτερικών της Ινδίας (Ministry of External Affairs, Government of India, <a href="https://www.mea.gov.in/idy.htm">https://www.mea.gov.in/idy.htm</a> assessed at 12 May 2021) σύμφωνα με την οποία, «Yoga is not about exercise but to discover the senses of oneness with overselves, the Word & Nature» ( <i>Η Yoga δεν αφορά την άσκηση αλλά στην ανακάλυψη των αισθήσεων της ενοποίησης με τους ανώτερους εαυτούς μας, τον Κόσμο &amp; τη Φύση</i> ). Μέσω της ίδιας κυβερνητικής ιστοσελίδας ( <a href="https://yoga.ayush.gov.in/">https://yoga.ayush.gov.in/</a> ) παρατίθενται βιντεοσκοπημένες δηλώσεις όπου δια στόματος Sadguru Sh. Jaggi Vasudev ( <a href="https://youtu.be/YViDOR6F2YI?t=126">https://youtu.be/YViDOR6F2YI?t=126</a> , at Curtain Raiser of the International Day of Yoga 2020) επιστούν την προσοχή στην αναγκαιότητα να διαδοθεί το μήνυμα ότι, yoga δεν σημαίνει μια σειρά σωματικών ασκήσεων. “It is important that all of you put it across to the people, <u>yoga does not mean a series of physical exercises</u> ”. 18	18
<b>Εικόνα 2.9.</b> Ο πρωθυπουργός της Ινδίας Narendra Modi (2014 έως και σήμερα) στην επίσημη κυβερνητική ιστοσελίδα για τη διαφημιστική καμπάνια της παγκόσμιας ημέρας της Yoga, ανατολικού συστήματος, του οποίου η αναπνοή pranayama αποτελεί αναπόσπαστο δομικό στοιχείο (Ministry of Ayush <a href="https://yoga.ayush.gov.in/">https://yoga.ayush.gov.in/</a> , ανάκτηση 12 May 2021).	19

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 3.1.</b> Συνοπτική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων, σχετικά με την επίδραση της αναπνοής στη σταθερότητα της σωματικής στάσης, για τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.	24
<b>Σχήμα 3.2.</b> Συνοπτική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων σχετικά με την επίδραση της αναπνοής στην καρδιακή λειτουργία, για τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.	28
<b>Σχήμα 3.3.</b> Συνολική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων σχετικά με τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.	35

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ως αναπνευστική λειτουργία ορίζεται η ανταλλαγή των αερίων με τη διαδικασία του αερισμού από την ατμόσφαιρα στους πνεύμονες και αντίστροφα. Εκτελείται μέσω του αναπνευστικού κύκλου, που περιλαμβάνει την εισπνοή και την εκπνοή και η διαδικασία της είναι αυτόματη, συνεχής και ακούσια για την εξασφάλιση του αερισμού και συνεπώς, της επιβίωσης του ανθρώπου. Αντίστοιχα, είναι εφικτός ο εκούσιος έλεγχος της αναπνοής κάτω από συνθήκες έργου και σωματικής προσπάθειας (άσκηση). Για να διεξαχθεί ένας αναπνευστικός κύκλος απαιτείται η συνεργασία των νευρικών, βιομηχανικών και φυσιολογικών δομών που απαρτίζουν την αναπνευστική λειτουργία.

Ο σημαντικότερος μυς που ενεργοποιείται κατά την αναπνοή είναι το διάφραγμα, που βρίσκεται μεταξύ του θώρακα και της κοιλιακής χώρας. Η διαφραγματική αναπνοή, υπό το πρίσμα της βιομηχανικής και φυσιολογίας στοχεύει συνήθως σε αργή, βαθιά αναπνοή και αποτελεί, ενδεχομένως, ένα από τα πιο ισχυρά μέσα που διαθέτει ο άνθρωπος γι' αυτορρύθμιση και ευεξία (Allen, 2014).

Ανά τα χρόνια, η ανάγκη του κόσμου για μία πιο ολιστική προσέγγιση στη ζωή του, οδηγεί στην αναπνοή και στη βιολογική της αξία. Διατίθενται επιστημονικές έρευνες σχετικά με τα οφέλη της αναπνοής στην υγεία αλλά και τις δυνατότητες εφαρμογής της. Υπό τη χρησιμότητα και μεθοδολογία των αναπνευστικών τεχνικών, συγκεκριμένες εναλλακτικές, παραδοσιακές τεχνικές ανατολικής σκέψης και αντίληψης (π.χ. yoga) έρχονται στο προσκήνιο ως συστήματα στοχευμένης βελτίωσης της υγείας μέσω της αναπνευστικής τεχνικής (Gerritsen & Band, 2018). Ωστόσο, στη Δυτική κουλτούρα, οι αναπνευστικές τεχνικές αναπτύχθηκαν, ανεξάρτητα από θρησκευτικά ή πνευματικά πιστεύω και χρησιμοποιούνται σήμερα, κυρίως, για θεραπευτικούς σκοπούς (Zaccaro et al., 2018).

Η αναφορά των εναλλακτικών τεχνικών στη συγκεκριμένη εργασία, στρέφεται αποκλειστικά στη yoga και στις επιδράσεις της αναπνοής pranayama, που αποτελεί ένα ιδιαίτερο χειρισμό της διαφραγματικής αναπνοής. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στις φυσιολογικές και βιομηχανικές αποκρίσεις της αναπνοής, στον ανθρώπινο οργανισμό. Από αυτή την εργασία συμπεραίνεται το γεγονός πως, οι αργές αναπνευστικές τεχνικές,

παρουσιάζουν αλλαγές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα, εξισορροπώντας τη λειτουργία του παρασυμπαθητικού και συμπαθητικού συστήματος. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στο αναπνευστικό πρότυπο που ακολουθείται, για την καλύτερη ενεργοποίηση της ενδοκοιλιακής πίεσης και επομένως, τη βελτίωση της σταθερότητας της σωματικής στάσης.

### **1.2. Ερευνητικό Ερώτημα:**

Το ερευνητικό ερώτημα που επιχειρείται να απαντηθεί σε αυτή την εργασία έγκειται, στην επίδραση των χειρισμών της μηχανικής της αναπνοής στις βιολογικές λειτουργίες του ανθρώπου, όπως η σταθερότητα της σωματικής στάσης, η καρδιακή και η νευρική λειτουργία, στην προοπτική αύξησης της ποιότητας της υγείας, σε ήδη υγιή άτομα.

### **1.3. Σκοπός**

Σκοπός της εργασίας, είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της μηχανικής της αναπνοής και της σωματικής υγείας, εστιάζοντας σε τρεις παραμέτρους. 1) τη σταθερότητα της σωματικής στάσης, 2) την καρδιακή λειτουργία και 3) τη νευρική λειτουργία.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση σε βάσεις δεδομένων όπως, το PubMed και Google Scholar. Ως συνέχεια της εισαγωγής (κεφάλαιο I), η εργασία διακρίνεται σε τρία ακόμη κεφάλαια τα οποία πραγματεύονται την ανατομία του αναπνευστικού συστήματος (κεφάλαιο II), την επίδραση της αναπνοής στους βιολογικούς μηχανισμούς της στατικής σταθερότητας, της καρδιακής και νευρικής λειτουργίας (κεφάλαιο III), και τέλος τη συζήτηση και συμπερασματική παράθεση των εξετασθέντων μελετών (κεφάλαιο VI).

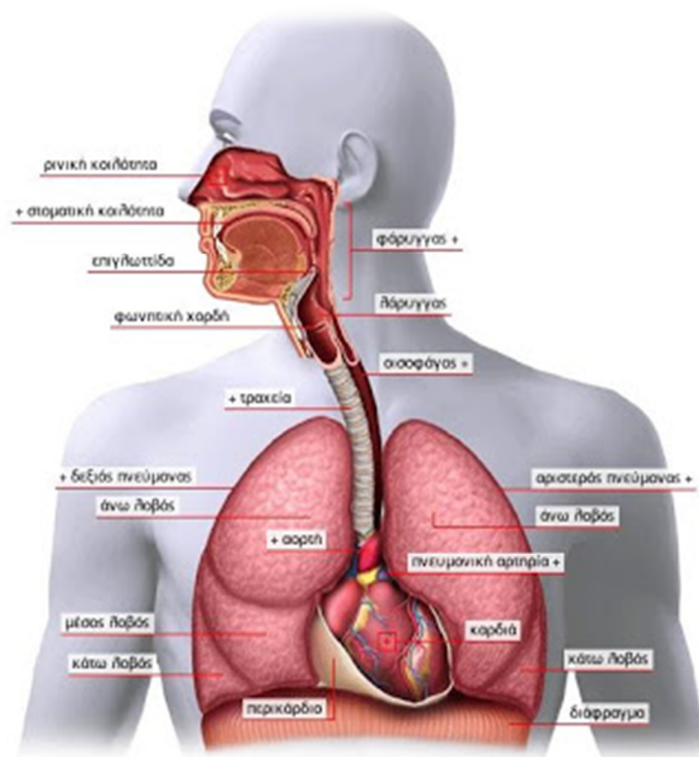
Την εργασία συνοδεύει και παράρτημα σχετικά με: την περιγραφή εκτέλεσης κοιλιακού (διαφραγματικού) τύπου αναπνοής, τη διαπνευμονική πίεση και την πνευμονική ενδοτικότητα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

### ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

#### 2.1. Ανατομία του Αναπνευστικού Συστήματος

Το αναπνευστικό σύστημα αποτελείται από την **ανώτερη** και την **κατώτερη αναπνευστική οδό**. Η **ανώτερη αναπνευστική οδός** περιλαμβάνει τη ρινική και στοματική κοιλότητα (ρίνα και φάρυγγας). Συγκεκριμένα, η ρίνα, συντελώντας το όργανο της λειτουργίας της όσφρησης, προλαμβάνει την υγεία του αναπνευστικού βλεννογόνου, καθαρίζοντας τον αναπνεύσιμο αέρα από πιθανόν μεγάλου μεγέθους σωματίδια, ενώ παράλληλα τον θερμαίνει. Η **Κατώτερη Αναπνευστική Οδός** περιλαμβάνει το λάρυγγα, την τραχεία



**Εικόνα 2.1.** Ανατομική απεικόνιση του αναπνευστικού συστήματος (εικόνα από «[Το αναπνευστικό σύστημα και η λειτουργία του](http://To αναπνευστικό σύστημα και η λειτουργία του)», [paidiagnosi.gr](http://paidiagnosi.gr))\_απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.

με τους δύο βρόγχους και τους πνεύμονες. Ο λάρυγγας, ως αεραγωγό και φωνητικό όργανο σηματοδοτεί την έναρξη του κύριου αναπνευστικού συστήματος, παίζοντας

σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της εισόδου της αναπνευστικής οδού (Μπαλτόπουλος, 2003). Ειδικότερα, ο λάρυγγας, επικοινωνεί μέσω του φαρυγγικού στομίου προς τα πάνω με το φάρυγγα και προς τα κάτω μέσω του τραχειακού του στομίου με την τραχεία αρτηρία, η οποία με τη σειρά της διακλαδίζεται σε δύο βρόγχους, ο καθένας από τους οποίους εισέρχεται στον αντίστοιχο πνεύμονα (Vander et al., 2001).

Η τραχεία και οι κύριοι βρόγχοι αποτελούν σωλήνες από συνδετικό ιστό και λειτουργούν ως αεροφόροι αγωγοί (Μπαλτόπουλος, 2003). Η μεταφορά του αέρα μέσω της τραχείας και των κυψελίδων πραγματοποιείται μέσω μίας οδού που ονομάζεται, τραχειοβρογχικό δέντρο. Αναλύοντας το διακλαδισμό αυτό της τραχείας παρατηρείται, πως η ίδια χωρίζεται στην έξω επιφάνεια του πνεύμονα, στον αριστερό και δεξιό κύριο ή στελεχιαίο βρόγχο. Η αλληλουχία του τραχειοβρογχικού δέντρου, συνεχίζει με μία σειρά διακλαδώσεων, με τελικό σκοπό τη δημιουργία των βρογχοπνευμονικών τμημάτων δεξιού και αριστερού πνεύμονα. Η επιφάνεια των αεραγωγών καλύπτεται από επιθήλιο, με κροσσωτά κύτταρα και συνεχή κίνηση προς το φάρυγγα. Η παρουσία του επιθηλίου και των κροσσών στον κύκλο της αναπνοής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη διατήρηση καθαρών και υγιών πνευμόνων ενάντια στις σωματιδιακές ουσίες που εισέρχονται στο σώμα, υπό τη μεταφορά των σωματιδίων της σκόνης (Vander et al., 2001).

**Πνεύμονες.** Οι πνεύμονες διακρίνονται, στο δεξιό και στον αριστερό πνεύμονα, ενώ παράλληλα κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος της θωρακικής κοιλότητας η οποία εντοπίζεται ανατομικά μεταξύ του αυχένα και της κοιλίας (Μπαλτόπουλος, 2003). Το θώρακα από την κοιλία διαχωρίζει ένας σκελετικός μυς, το διάφραγμα, ο οποίος έχει σχήμα θόλου και παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της αναπνοής αλλά και στις δυνατότητες αυτής. Ο κάθε πνεύμονας περιβάλλεται από τον υπεζωκότα ο οποίος καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια των πνευμόνων αλλά και την εσωτερική επιφάνεια της θωρακικής κοιλότητας (Vander et al., 2001). Οι πνεύμονες αποτελούνται από ορισμένες χαρακτηριστικές δομές, οι οποίες είναι: η βάση, η κορυφή, η πλευρική (έξω) επιφάνεια και η μεσοπνευμόνιος (έσω) επιφάνεια. Η βάση του πνεύμονα φέρεται σε σχέση με το θόλο του διαφράγματος (Μπαλτόπουλος, 2003). Αναφορικά με τις επιφάνειες των πνευμόνων, το πρόσθιο και οπίσθιο χείλος του πνεύμονα χωρίζει την έξω επιφάνεια από την έσω, στην οποία εμφανίζονται οι πύλες του πνεύμονα και κάτω από αυτές ο πνευμονικός σύνδεσμος. Ως πνευμονικός σύνδεσμος ορίζεται μέρος του υπεζωκότα και φέρεται από τις πύλες μέχρι τη βάση του πνεύμονα. Ιδιαίτερη μνεία



γίνεται στις πύλες των πνευμόνων, ως η κυριότερη ανατομική τους δομή καθώς σε κάθε πύλη εισέρχονται σημαντικές ανατομικές δομές που συγκροτούν την αγγείωση αυτών.

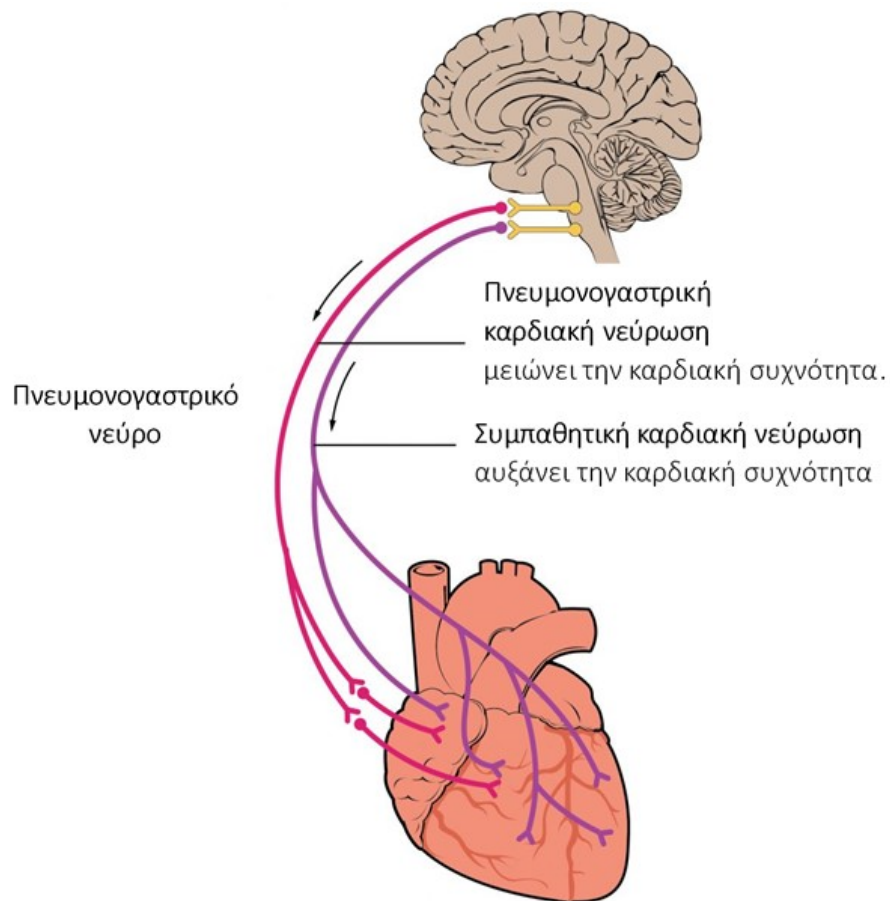
**Αγγείωση Πνευμόνων.** Η αγγείωση της αναπνευστικής μονάδας του πνεύμονα χωρίζεται σε δύο τμήματα, στο λειτουργικό και το θρεπτικό. Το **λειτουργικό** που αποτελεί και το πρώτο τμήμα, συγκροτείται από την πνευμονική αρτηρία και τις δύο πνευμονικές φλέβες και στοχεύει στη διεκπεραίωση της ανταλλαγής των αναπνευστικών αερίων (Μπαλτόπουλος, 2003). Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων συμβαίνει αποκλειστικά στις πνευμονικές κυψελίδες οι οποίες αποτελούν σφαιρικές δομές και συγκροτούν τα τοιχώματα των κυψελιδικών σάκων. Σε συσχέτιση με τις προαναφερθείσες δομές βρίσκονται και τα τριχοειδή αγγεία, τα οποία σηματοδοτούν το σημείο επαφής όπου καθίσταται δυνατή η μεταφορά του ατμοσφαιρικού οξυγόνου, από τις κυψελίδες προς το αίμα και αντίστοιχα η μεταφορά του διοξειδίου του άνθρακα από το αίμα προς το εσωτερικό των κυψελίδων. Η ενέργεια της θερμότητας σε συνεργασία με τη λειτουργία της διάχυσης καθιστούν δυνατή την ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων. Κατά την προσπάθεια που καταβάλλεται στη σωματική άσκηση, εντοπίζεται αύξηση του εμβαδού της αναπνευστικής μεμβράνης, με αποτέλεσμα τη διακίνηση μεγαλύτερης ποσότητας αναπνευστικών αερίων, ενώ παράλληλα αυξάνεται και η συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων των πνευμόνων (Μπαλτόπουλος, 2003). Το δεύτερο τμήμα της αγγείωσης του πνεύμονα είναι το **θρεπτικό**, το οποίο αποτελείται από τις βρογχικές αρτηρίες και φλέβες και εξυπηρετεί την πλήρωση του πνεύμονα με θρεπτικά στοιχεία (Μπαλτόπουλος, 2003).

**Νεύρωση Πνευμόνων.** Η νεύρωση της δομής του πνεύμονα εξαρτάται από τη δράση του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, που εντάσσονται στο **αυτόνομο νευρικό σύστημα (ή φυτικό νευρικό σύστημα)**. Γενικά το αυτόνομο νευρικό σύστημα, λειτουργεί ως «σταθεροποιητής» μεταξύ των δύο μερών του (συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό), ενώ μέσα από τη λειτουργία του διαφαίνεται η συνεργασία και των δύο τμημάτων του. Η ονομασία «**αυτόνομο**» αντανακλά τον ακριβή τρόπο δράσης του, καθώς, δρα ανεξάρτητα από τη συνείδηση ή τη γνώση των εσωτερικών ή εξωτερικών παραγόντων, γι' αυτό το λόγο αναφέρεται και ως «**ακούσιο νευρικό σύστημα**». Ωστόσο, η στοχευμένη δράση του αυτόνομου νευρικού συστήματος έγκειται στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης, στην καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος αλλά και στη διατήρηση της ομοιόστασης του οργανισμού (Μπαλτόπουλος, 2003).

**Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα.** Το αυτόνομο νευρικό σύστημα είναι το τμήμα του νευρικού συστήματος το οποίο ρυθμίζει τις σπλαχνικές λειτουργίες. Διακρίνεται σε συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα, τα οποία έχουν ανταγωνιστική λειτουργία: το συμπαθητικό ετοιμάζει τον οργανισμό για μια οξεία κατάσταση όπου θα απαιτηθεί ενεργειακή δαπάνη μεγάλη ενέργεια, ενώ το παρασυμπαθητικό έχει αντίθετη λειτουργία. Ο **συμπαθητικός κλάδος** του αυτόνομου νευρικού συστήματος είναι υπεύθυνος για την αύξηση ή αλλιώς διέγερση μίας σειράς ψυχοσωματικών και φυσιολογικών αντιδράσεων, όπως η αύξηση της καρδιακής συχνότητας, της αρτηριακής πίεσης, αλλά και επιπρόσθετων λειτουργιών του οργανισμού που είναι, η διογκωμένη αιματική ροή προς τους σκελετικούς μύες, την καρδιά και τον εγκέφαλο. Στις παραπάνω αυξημένες αντιδράσεις του οργανισμού εντάσσεται και η λειτουργία του ήπατος που αφορά την αυξημένη έκκριση γλυκόζης του οργανισμού (Μπαλτόπουλος, 2003). Το **συμπαθητικό νευρικό σύστημα** διεγείρει την άμεση διαθεσιμότητα ενέργειας και εγείρει στον οργανισμό ένα δίλημμα, ως προς την επιλογή δράσης ή αδράνειας του, κάτω από τις συνθήκες μιας στρεσογόνου κατάστασης (Gerritsen & Band, 2018).

Ως ανταγωνιστική δράση στο συμπαθητικό νευρικό σύστημα έρχεται το **παρασυμπαθητικό**, το οποίο χαρακτηρίζεται ως σύστημα ανάπαυσης του οργανισμού (Berntson & Cacioppo, 1999). Συγκεκριμένα, το παρασυμπαθητικό μειώνει τους έντονους ρυθμούς λειτουργίας του οργανισμού, επαναφέρει την ισορροπία στο σώμα μειώνοντας την καρδιακή συχνότητα, ελέγχοντας την αναπνοή και αυξάνοντας τη λειτουργία της πέψης (Μπαλτόπουλος, 2003). Κύριο εκτελεστικό του όργανο είναι το **πνευμονογαστρικό νεύρο** (vagus nerve). Η δραστηριότητά του στρέφεται σχεδόν αποκλειστικά στην εκπνοή, ενώ κατά την εισπνοή εξασθενεί. Στις λειτουργίες του εντάσσονται, η σωστή ανάπαυση και πέψη του οργανισμού. Ανεξάρτητα όμως από τα παραπάνω, το πνευμονογαστρικό νεύρο ελέγχει την καρδιακή συχνότητα μέσω της βαθιάς αργής αναπνοής (Εικόνα 2.2.). Στο άρθρο των (Gerritsen & Band 2018) αναφέρεται χαρακτηριστικά, πως η διαδικασία της βαθιάς αργής εισπνοής με παρατεταμένη εκπνοή συμβάλλει στην ενεργοποίηση του παρασυμπαθητικού. Οι τεχνικές χειρισμού των φάσεων του αναπνευστικού κύκλου που εστιάζουν στην αργή εισπνοή και εκπνοή έχουν ως στόχο την κυριαρχία του παρασυμπαθητικού, για την ελαχιστοποίηση της διέγερσης του οργανισμού. Εκτός από τα παραπάνω, η λειτουργικότητα του πνευμονογαστρικού νεύρου, χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο των σπλαχνικών οργάνων αλλά και για την ομοίωση του οργανισμού.

Απαρτίζεται από απαγωγές (20%) και προσαγωγές ίνες (80%), με ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στις ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού (Agostini et al., 1957). Ειδικότερα, οι απαγωγές ίνες έχουν ως σκοπό τη νευρική στελέχωση της καρδιάς και των πνευμόνων, τη ρύθμιση του αναπνεόμενου όγκου αέρα, μέσω του μεγέθους των αεραγωγών και τη σωστή ενδοκρινική απόκριση των κυττάρων. **Οι προσαγωγές ίνες μπορούν να προσδιορίσουν τον τύπο της αναπνοής που εκτελείται, αλλά κυρίως προειδοποιούν τον οργανισμό σχετικά με τις ορμόνες του στρες.** Αυτό επιτυγχάνεται με τη θέση τους, στους αδένες των επινεφριδίων, όπου απελευθερώνονται στρεσογόνες ορμόνες (επινεφρίνη). Έτσι, έχοντας εκτιμήσει την κατάσταση, ανατροφοδοτούν συνεχώς το κεντρικό νευρικό σύστημα για τη λειτουργία των σπλαχνικών οργάνων (Εικόνα 2.2.).



**Εικόνα 2.2.** Απεικόνιση του ελέγχου της καρδιακής συχνότητας μέσω του αυτόνομου νευρικού συστήματος και της λειτουργίας του πνευμονογαστρικού νεύρου.

[Control of Heart Rate - Autonomic Nervous System - TeachMePhysiology \(google.com\)](https://www.teachmeanatomy.com/understanding/heart-rate-control) απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.

Επιπρόσθετα, εντοπίζονται ορισμένες, ανατομικές διαφορές μεταξύ συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού κλάδου του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Οι διαφορές αυτές

εντοπίζονται και στη διαφορετική αναλογία μεταξύ των προγαγγλιακών και μεταγαγγλιακών ιών κάθε κλάδου (Μπαλτόπουλος, 2003). Το συμπαθητικό διαθέτει περισσότερες ίνες με αναλογία 1:32 ενώ το παρασυμπαθητικό λιγότερες με αναλογία 1:2. Η επικράτηση των συμπαθητικών ιών εξηγεί και την κυριαρχία του συμπαθητικού νευρικού συστήματος στον ανθρώπινο οργανισμό. Στη περίπτωση που το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα κυριαρχήσει του συμπαθητικού τότε διαπιστώνεται και μείωση της καρδιακής συχνότητας, αποτυπώνοντας έτσι και την κυριαρχία του πνευμονογαστρικού νεύρου και της επιρροής του στον κύκλο της αναπνοής (Gerritsen & Band, 2018). Η πρόσβαση του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού στα φυτικά κέντρα του εγκεφάλου γίνεται μέσω των προγαγγλιακών και των μεταγαγγλιακών ιών, με απελευθέρωση διαφορετικών μεταβιβαστικών ουσιών στις μεταγαγγλιακές ίνες του συμπαθητικού (νοραδρεναλίνη) και του παρασυμπαθητικού (ακετυλοχολίνη), (Μπαλτόπουλος, 2003).

## ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αποτελείται από κέντρα του ΠΝΣ και εποπτεύεται από ανώτερα κέντρα στο ΚΝΣ

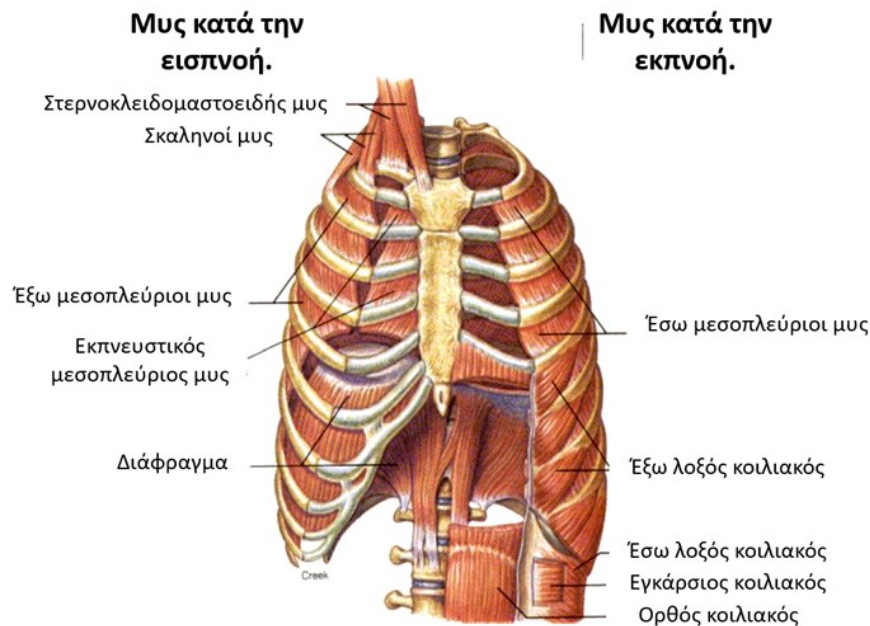
ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΝΕΥΡΑ: Προγαγγλιακοί και μεταγαγγλιακοί νευρώνες και νευράξονες οι οποίοι συνδέονται, εν σειρά, μέσω σύναψης στα αυτόνομα γάγγλια



**Εικόνα 2.3.** Απεικόνιση των ανατομικών διαφορών μεταξύ του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος (προγαγγλιακές και μεταγαγγλιακές ίνες). <https://pithos.oceanos.grnet.gr/public/wS67ff3jgssOU6IZ4nhB43>, απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.

**Αναπνευστικοί Μύες.** Για τη διεξαγωγή της λειτουργίας της εισπνοής, ενεργοποιούνται συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες που χαρακτηρίζονται ως

«εισπνευστικοί μυς». Οι κύριοι εισπνευστικοί μυς είναι το διάφραγμα, οι έξω μεσοπλεύριοι μυς και το μεσοχόνδριο τμήμα των έσω μεσοπλευρίων. Η σύσπαση του διαφράγματος ελαττώνει την ενδοθωρακική πίεση (δηλαδή την ενδοϋπεζωκοτική, PPL) και αυξάνει την ενδοκοιλιακή πίεση με την κάθοδο του θόλου του διαφράγματος. Επί ύπτιας θέσης ευπνοϊκού ατόμου, το διάφραγμα ευθύνεται για τα 2/3 του αναπνεόμενου όγκου. Οι επικουρικοί μύες δεν ενεργοποιούνται σε συνθήκες εύπνοιας, αλλά κατά τη βίαιη αναπνοή, όπως για παράδειγμα κατά την άσκηση, το βήχα, τον παταρμό. Στους επικουρικούς εισπνευστικούς μύες συγκαταλέγεται ο στερνοκλειδομαστοειδής και οι σκαληνοί μύες. Κατά την εκτέλεση εκούσιας εισπνοής, εκτός από το διάφραγμα και τους έξω μεσοπλεύριους μύες, ενεργοποιούνται επικουρικά και οι σκαληνοί μυς, ο στερνοκλειδομαστοειδής και ο μέγας θωρακικός.



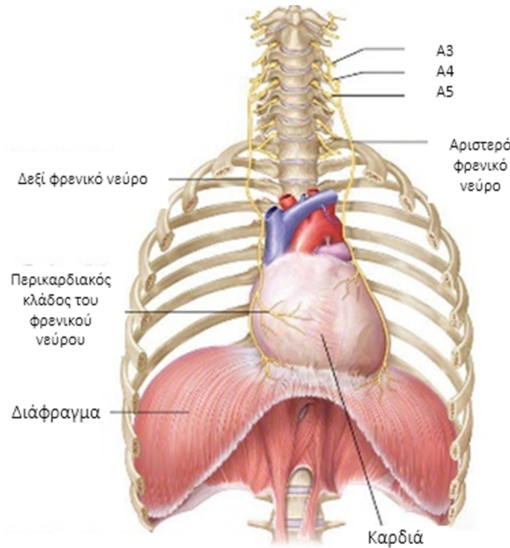
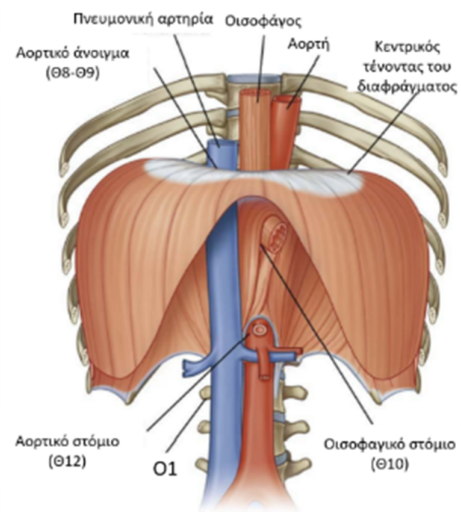
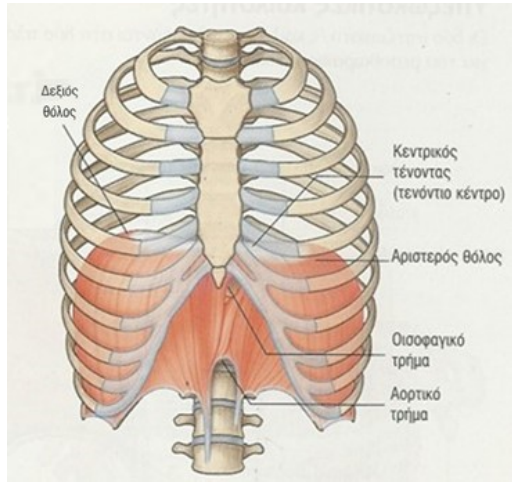
**Εικόνα 2.4.** Εισπνευστικοί (αριστερά) και εκπνευστικοί (δεξιά) μύες. Φυσιολογία Αναπνευστικού - Αναπνευστικοί μύες Θεόδωρος Βασιλακόπουλος Καθηγητής Πνευμονολογίας - Εντατικής Θεραπείας Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών Διευθυντής Γ΄ Κλινικής ΕΚΠΑ, Ευγενίδειο Θεραπευτήριο Adjunct Professor, McGill University, Montreal, Canada, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021 <http://physiology.med.uoa.gr/fileadmin/physiology.med.uoa.gr/uploads/Parousiaseis/Vasilakopoulos/1.pdf>

**Ο Μυς του Διαφράγματος** (Bordoni & Zanier, 2013; Nason et al., 2012; Noble & Hochman, 2019; Vander et al., 2001). Ο μυς του διαφράγματος αποτελεί τη



σημαντικότερη ανατομική δομή που ενεργοποιείται κατά την αναπνοή (Εικόνα 2.5.). Ο εκούσιος τύπος αναπνοής κατά τον οποίο προκαλείται ενεργοποίηση του διαφράγματος, πέρα από την κατάσταση της αναπνοής ηρεμίας, συγκεντρώνει το ερευνητικό ενδιαφέρον ως προς τη θετική του επίδραση σε ευρύ φάσμα βιολογικών λειτουργιών (Gallego et al., 1997; Hamasaki, 2020; Sackner et al., 1984; Vieira et al., 2014). Η θετική αυτή λειτουργία του διαφράγματος φαίνεται να προκύπτει μέσω της υπέρσχυσης της κυριαρχίας του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος σε αναπνευστικές τεχνικές που απαιτούν υψηλή ενεργοποίηση και συμμετοχή του διαφράγματος (Gallego et al., 1997; Hamasaki, 2020; Sackner et al., 1984; Vieira et al., 2014). Για το λόγο αυτό, ακολουθεί μια διεξοδικότερη παρουσίαση του διαφράγματος ως ανατομική δομή.

Ειδικότερα, το διάφραγμα ευθύνεται για το 60%-80% του συνολικού, φυσιολογικού αερισμού και με τη συστολή του, σηματοδοτείται η πρώτη ενέργεια κατά την αναπνοή, που αυξάνει τον ενδοθωρακικό όγκο. Το διάφραγμα, είναι μία πολύ λεπτή δομή (2-4mm) σκελετικού μυός και αποτελείται από μυϊκές ίνες και τενόντιο ιστό. Διακρίνουμε το τενόντιο κέντρο και τη μυϊκή μοίρα (οσφυϊκή, πλευρική, στερνική). Το διάφραγμα βρίσκεται μεταξύ του θώρακα και της κοιλιακής χώρας, συγκροτώντας ένα ανατομικό συνεχές ανάμεσά τους και παρέχοντας πληροφορίες και στις δύο ζωτικές κοιλότητες. Στο διάφραγμα υπάρχουν 3 τμήματα για τη δίοδο οργάνων: το αορτικό τμήμα (T12) (απ' όπου διέρχονται η αορτή, η άζυγος φλέβα και ο θωρακικός πόρος), το οισοφαγικό τμήμα (T10) (απ' όπου διέρχονται ο οισοφάγος και τα πνευμονογαστρικά νεύρα) και το τμήμα κάτω κοίλης φλέβας (T9), στο τενόντιο κέντρο του διαφράγματος (απ' όπου διέρχονται η κάτω κοίλη φλέβα και οι κλάδοι του φρενικού νεύρου). Το διάφραγμα αιματώνεται από τις άνω και κάτω φρενικές αρτηρίες (κλάδοι της κοιλιακής αορτής ή της κοιλιακής αρτηρίας) και τις περικαρδιοφρενικές αρτηρίες (τελικοί κλάδοι των έσω μαστικών αρτηριών – θωρακική μοίρα διαφράγματος). Η νεύρωση του διαφράγματος γίνεται μέσω των φρενικών νεύρων (δεξί και αριστερό, οπίσθια πλευρά των Α3-Α5 αυχενικών σπονδύλων (Εικόνα 2.5.)). Εκεί ξεκινούν τη διαδρομή τους για να περάσουν από την πρόσθια πλευρά του μυοκαρδίου και του θώρακα, ώστε να καταλήξουν στο διάφραγμα και να διακλαδωθούν στην ανώτερη και κατώτερη επιφάνειά του.



**Εικόνα 2.5.** Θέση του διαφράγματος στο θωρακικό κλωβό, μυϊκή μοίρα και τενόντιο κέντρο του διαφράγματος, τα τρήματα και η νεύρωση του διαφράγματος.

- [https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/12440/mod\\_resource/content/1/%CE%A0%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82.pdf](https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/12440/mod_resource/content/1/%CE%A0%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82.pdf), ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.
- <https://www.facebook.com/bodyscientific/photos/phrenic-nerve-2018-created-by-body-scientific-for-wolters-kluwer-health-all-righ/2064799200219011/>, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021.

## 2.2. Μηχανική της Αναπνοής

Η μηχανική της αναπνοής αναφέρεται στις διαδικασίες που σχετίζονται με την κίνηση του αέρα διαμέσου των αεραγωγών μεταξύ ατμόσφαιρας και πνευμόνων (Macklem, 1998; Mitzner, 2011; Vander et al., 2001; Sundaram & Karthika, 2021). Η κίνηση του αέρα διαμέσου των αεραγωγών επιτυγχάνεται λόγω των διαβαθμίσεων πίεσης που προκαλεί η σύσπαση των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών, ωθώντας τα αέρια από τη περιοχή υψηλής πίεσης προς τη περιοχή χαμηλής πίεσης. Η ροή του όγκου αέρα περιγράφεται από τη σχέση  $F = \Delta P/R$ , όπου  $\Delta P$  η διαφορά πίεσης και  $R$  η αντίσταση, η οποία δηλώνει ότι η ροή είναι ευθέως ανάλογη προς τη διαφορά πίεσης ( $\Delta P$ ) και αντιστρόφως ανάλογη προς την αντίσταση ( $R$ ). Οι πιέσεις του αναπνευστικού συστήματος ελέγχονται με επίπεδο αναφοράς την ατμοσφαιρική πίεση ( $P_{atm}$ : 760mmHg), η οποία εκλαμβάνεται ως μηδενικό επίπεδο αναφοράς, με τις υψηλότερες από αυτή να θεωρούνται ως θετικές και τις χαμηλότερες ως αρνητικές.

Οι τέσσερις βασικές πιέσεις κατά τη μηχανική της αναπνοής είναι οι εξής:

- α) Η ενδοϋπεζωκοτική που ισούται με την οισοφαγική
- β) Η κυψελιδική
- γ) Η ενδοκοιλιακή πίεση
- δ) Η πίεση εντός ανοικτού στόματος.

Κατά τη διαδικασία της αναπνοής οι πιέσεις αυτές αλληλεπιδρούν με αποτέλεσμα τη δημιουργία άλλων πιέσεων όπως:

- Η πίεση ελαστικής επαναφοράς του πνεύμονα.
- Η πίεση που υπάρχει εντός των αεραγωγών και υπερνικά τις αντιστάσεις των αεραγωγών (πίεση ανοικτού στόματος μείον κυψελιδική πίεση).
- Η διαπνευμονική πίεση (πίεση ανοικτού στόματος μείον την ενδοϋπεζωκοτική πίεση) (ή κατ' άλλον τρόπο, το άθροισμα πίεσης ελαστικής επαναφοράς και πίεσης αεραγωγών).
- Η διατοιχωματική πίεση του θώρακα (διαφορά μεταξύ ενδοϋπεζωκοτικής πίεσης και πίεσης που επικρατεί στην επιφάνεια του θωρακικού τοιχώματος)
- Η διαδιαφραγματική πίεση (διαφορά μεταξύ ενδοϋπεζωκοτικής και ενδοκοιλιακής πίεσης).

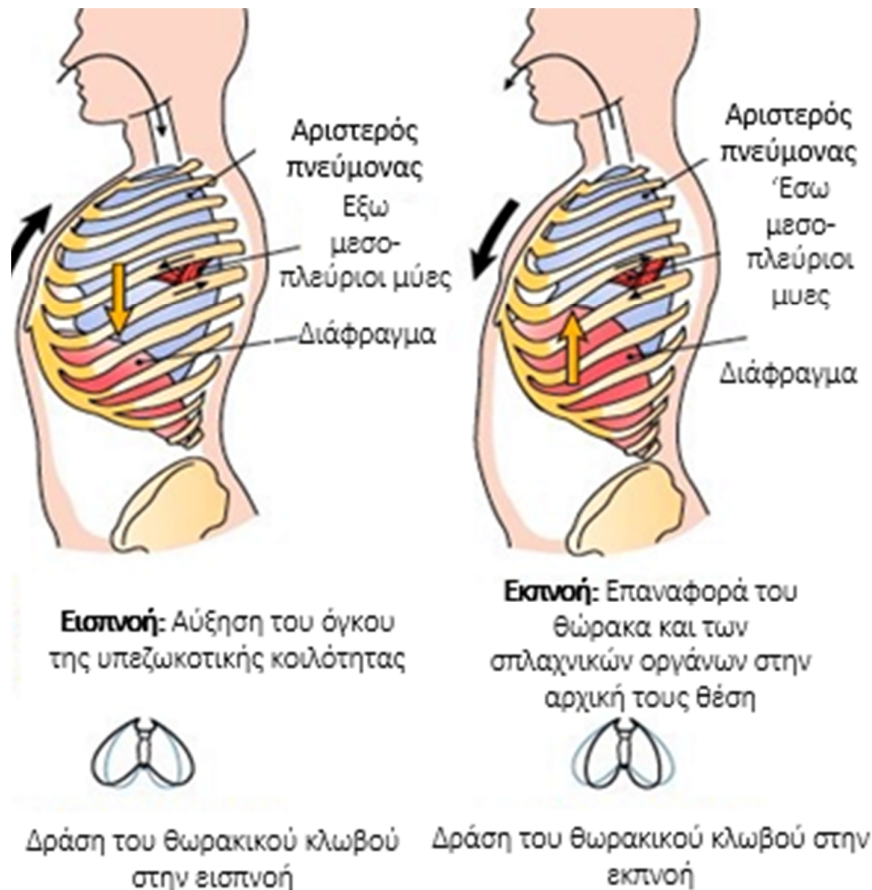


Η πίεση που τελικά κινεί το αναπνευστικό σύστημα αφορά τη διαφορά μεταξύ πίεσης ανοικτών αεραγωγών όταν το στόμα είναι ανοικτό και της πίεσης στην θωρακική επιφάνεια (ή κατ' άλλον τρόπο, το άθροισμα διαπνευμονικής πίεσης και της πίεσης των ανοικτών αεραγωγών όταν το στόμα είναι ανοικτό). Οι μεταβολές των πνευμονικών διαστάσεων λόγω της σύσπασης των αναπνευστικών μυών καθορίζουν και τη διαβάθμιση των πιέσεων που χαρακτηρίζουν τη μηχανική της αναπνοής. Οι ελαστικές ιδιότητες των πνευμόνων καθορίζουν και τα μεγέθη μεταβολής των διαστάσεων τους και κατά συνέπεια τις διαβαθμίσεις πίεσης και τους διαχειριζόμενους όγκους αέρα (*περιγραφή ενδοπνευμονικής πίεσης και πνευμονικής ενδοτοκότητας στο παράρτημα*). Κατά την ανάπτυξη των αναπνευστικών πιέσεων, η υπεζωκοτική κοιλότητα (περισπλάχνιο πέταλο, το οποίο περιβάλλει τους πνεύμονες) επιτρέπει την ομαλή ολίσθηση μεταξύ πνευμόνων και θώρακος, διευκολύνοντας έτσι τις μεταβολές των πνευμονικών και θωρακικών διαστάσεων (Otis et al., 1950).

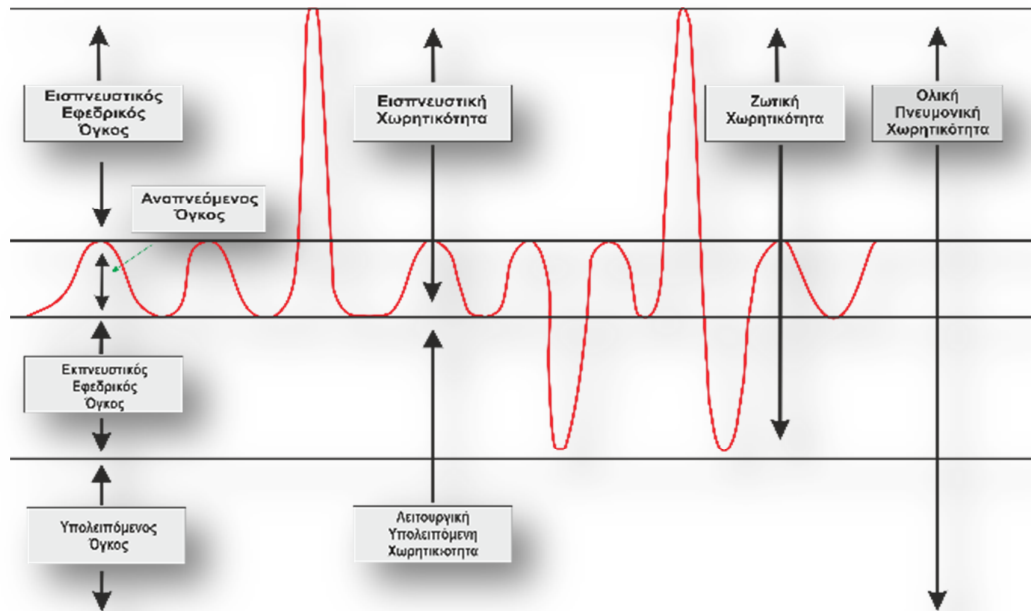
**Αναπνευστικός Κύκλος.** Ο αναπνευστικός κύκλος διακρίνεται στις δύο βασικές φάσεις, τη φάση εισπνοής και τη φάση εκπνοής (Εικόνα 2.6). Κατά την ηρεμία, ο αναπνευστικός κύκλος διενεργείται διαρκώς, ακουσίως και αυτομάτως (Novothy & Kravitz, 2007). Εντούτοις, αποτελεί ίσως και μοναδικό παράδειγμα μεταξύ των βιολογικών ρυθμών (καρδιακός, αναπνευστικός) ο οποίος επιδέχεται εκούσιο και συνειδητό χειρισμό. Οι διαφορετικές εκδοχές εκούσιων χειρισμών της μηχανικής του αναπνευστικού κύκλου αποτυπώνονται ως διαφορετικοί τύποι αναπνοής και περιγράφονται στην ενότητα «Τύποι Αναπνοής».

Η αναπνευστική λειτουργία ρυθμίζεται από το αναπνευστικό κέντρο, το οποίο εδράζει στο προμήκη μυελό και συνδέεται άμεσα με το νευρικό σύστημα. Διακρίνεται σε εισπνευστικό και εκπνευστικό τμήμα, με κύριο ρόλο τη ρύθμιση, δηλαδή της αναπνευστικής συχνότητας σε κατάσταση ηρεμίας) με χαμηλότερη την ενεργοποίηση του εκπνευστικού, συγκριτικά με το εισπνευστικό τμήμα κατά την ηρεμία (Μπαλτόπουλος, 2003). Σε ενήλικες, η μέση αναπνευστική συχνότητα ηρεμίας αντιστοιχεί σε περίπου 12 αναπνοές ανά λεπτό και 500ml αναπνεόμενου όγκου αέρα. Η αναπνευστική συχνότητα ηρεμίας είναι υψηλότερη στα νεογνά (30 – 40 αναπνοές ανά λεπτό) με σταδιακή μείωση του εύρους της έως την ενηλικίωση (10 – 20 αναπνοές ανά λεπτό), και αύξηση του ανώτατου ορίου κατά τη γήρανση ( $\geq 65$  ετών: 12 – 28 αναπνοές ανά λεπτό,  $\geq 80$  ετών: 10 – 30 αναπνοές ανά λεπτό).

Από το συνολικό όγκο αναπνεόμενου αέρα, μέρος που αντιστοιχεί σε 150 ml δεν φθάνει στους πνεύμονες αλλά μετακινείται διαρκώς στους αεραγωγούς (ανατομικά νεκρός χώρος όπου δεν πραγματοποιείται ανταλλαγή αερίων λόγω μη λειτουργικής αιμάτωσής αυτών). Οι αναπνευστικοί όγκοι και χωρητικότητες παρουσιάζονται στην (Εικόνα 2.7.).



**Εικόνα 2.6.** Η διαδικασία της αναπνοής: απεικόνιση της ενέργειας του διαφράγματος και των έσω και έξω μεσοπλεύριων μυών κατά τη φάση εισπνοής (αριστερά) και εκπνοής (δεξιά). Απόδοση στην ελληνική γλώσσα, ανάκτηση 12 Μαΐου 2021 από [http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/Process\\_of\\_Respiration.html](http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/Process_of_Respiration.html)



**Εικόνα 2.7.** Όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων (Γεώργιος & Αλέξανδρος, Μαθιουδάκης, 2012).

**Ολική πνευμονική χωρητικότητα:** Ο όγκος αέρος που περιέχεται εντός των πνευμόνων στο τέλος βαθιάς εισπνοής.

**Αναπνεόμενος όγκος:** Ο όγκος αέρα που εισέρχεται εντός των πνευμόνων μετά από μία ήρεμη εισπνοή.

**Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος:** ο όγκος, ο επιπλέον του αναπνεόμενου, που εισέρχεται στους πνεύμονες κατά τη βαθύτατη εισπνοή (έως και 3000ml).

**Υπολειπόμενος όγκος αέρος:** Ο όγκος αέρος που παραμένει εντός των πνευμόνων μετά το τέλος της βαθύτατης εκπνοής (έως και 1000ml).

**Λειτουργικός υπολειπόμενη χωρητικότητα:** Ο όγκος του αέρα στο τέλος μίας ήρεμης εκπνοής (περίπου 2.500ml).

**Εκπνεόμενος εφεδρικός όγκος:** ο όγκος αέρος, επιπλέον του αναπνεόμενου, που εξέρχεται κατά τη βαθύτατη εκπνοή (έως και 1500 ml).

**Ζωτική Χωρητικότητα:** Ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να αποβληθεί μετά από μία μέγιστη δυνατή εισπνοή (άθροισμα αναπνεόμενου, εισπνευστικού εφεδρικού, και εκπνευστικού εφεδρικού όγκου, 80% της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας σε υγιή άνθρωπο).

**Φάση Εισπνοής** (Otis et al., 1950; Vander et al., 2001; Μπαλτόπουλος, 2003). Ως εισπνευστική λειτουργία ορίζεται, η παθητική ροή των αερίων, που προέρχονται από την ατμόσφαιρα προς το τραχειοβρογχικό δέντρο και τις πνευμονικές κυψελίδες. Η λειτουργία αυτή ξεκινάει με τη συστολή του διαφράγματος και των μεσοπλευρίων μυών, που συντελούν ως εισπνευστικοί μυς. Αφού γίνει η έκπτυξη των πνευμόνων κατά την εισπνοή, προκαλείται αύξηση του μεγέθους των κυψελίδων σε όλη την έκτασή τους. Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει διαφορά πίεσης ( $P_{alv} < P_{atm}$ ) καθώς, η ατμοσφαιρική πίεση (760mmHg) υπερσιχθεί της κυψελιδικής πίεσης (759mmHg). Αυτή η διαφορά πίεσης προκαλεί ροή όγκου του ατμοσφαιρικού αέρα προς τις κυψελίδες, διαμέσου των αεραγωγών, γεγονός που εξισώνει τις δύο πιέσεις στο τέλος της εισπνοής με τον τερματισμό της ροής.

Για τη διεξαγωγή της λειτουργίας της εισπνοής, ενεργοποιούνται συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες που χαρακτηρίζονται ως «εισπνευστικοί μυς». Οι κύριοι εισπνευστικοί μυς είναι το διάφραγμα, οι έξω μεσοπλευριοί μυς και το μεσοχόνδριο τμήμα των έσω μεσοπλευρίων. Η σύσπαση του διαφράγματος ελαττώνει την ενδοθωρακική πίεση (δηλαδή την ενδοϋπεζωκοτική) και αυξάνει την ενδοκοιλιακή πίεση με την κάθοδο του θόλου του διαφράγματος. Επί ύπτιας θέσης ευπνοϊκού ατόμου, το διάφραγμα ευθύνεται για τα 2/3 του αναπνεόμενου όγκου. Οι επικουρικοί μύες δεν ενεργοποιούνται σε συνθήκες εύπνοιας, αλλά κατά τη βίαιη αναπνοή, όπως για παράδειγμα κατά την άσκηση, το βήχα, τον παταμό. Στους επικουρικούς εισπνευστικούς μύες συγκαταλέγεται ο στερνοκλειδομαστοειδής και οι σκαληνοί μύες.

**Φάση Εκπνοής** (Otis et al., 1950; Vander et al., 2001; Μπαλτόπουλος, 2003). Το δεύτερο τμήμα του αναπνευστικού κέντρου αφορά την εκπνοή (εκπνευστικό κέντρο). Η ήρεμη εκπνοή διενεργείται παθητικά και βασίζεται στην απελευθέρωση της ενέργειας που αποθηκεύτηκε κατά την ελαστική παραμόρφωση των ελαστικών ινών, οι οποίες διατάθηκαν κατά την προηγούμενη εισπνοή. Τα ερεθίσματα του αναπνευστικού κέντρου, μέσω των νευρικών ώσεων, ξεκινούν τη διαδικασία της εισπνοής. Στο τέλος αυτής, τα νευρικά αυτά ερεθίσματα προς τους εισπνευστικούς μυς, μειώνονται με σκοπό να επέλθει η χάλασή τους. Ειδικότερα, κατά την εκπνοή μειώνονται οι διαστάσεις των πνευμόνων καθώς αυτοί επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τη παροδική συμπίεση του αέρα, που βρίσκεται στις κυψελίδες και εν τέλει, την επικράτηση της κυψελιδικής πίεσης (761mmHg) έναντι της ατμοσφαιρικής (760mmHg). Συγκεκριμένα, ο θώρακας δεν ανυψώνεται


ούτε διευρύνεται πλάγια, όπως συνέβαινε στην εισπνοή και έτσι επανέρχεται στην αρχική του θέση, επαναφέροντας και τα σπλαχνικά όργανα στη θέση που είχαν πριν την εισπνοή. Οι μύες της εκπνοής ενεργοποιούνται επί ενεργού εκπνοής, όπως για παράδειγμα κατά την άσκηση, το λόγο, το βήχα, τον παρμό και τη βίαιη εκπνοή. Η βίαιη εκπνοή είναι ενεργητικό φαινόμενο στο οποίο συνδράμουν οι εκπνευστικοί επικουρικοί μύες, οι έσω μεσοπλεύριοι (το μεσόστεο τμήμα αυτών), οι κοιλιακοί (ο έσω και ο έξω πλάγιος και ο εγκάρσιος κοιλιακός). Οι επικουρικοί εκπνευστικοί μύες αναλαμβάνουν τη μείωση των διαστάσεων του θώρακα για την επαναφορά του προς τα κάτω, ωθώντας παράλληλα την άνοδο του θόλου του διαφράγματος.

**Τύποι Αναπνοής.** Οι νευρικές ώσεις που εκπορεύονται από το αναπνευστικό κέντρο διεγείρουν μέσω περιφερικών νεύρων τους εισπνευστικούς μυς και καθορίζουν τη ακούσια, αυτόματη αναπνευστική συχνότητα και ένταση της αναπνοής σε κατάσταση ηρεμίας (Novothy & Kravitz, 2007). Ωστόσο, η αναπνοή αποτελεί ένα μοναδικό παράδειγμα διαρκούς, αυτόματης, ακούσιας λειτουργίας η οποία μπορεί επίσης να καθοριστεί συνειδητά και εκουσίως, τόσο ως προς τη συχνότητα της όσο και ως προς την ένταση αυτής (βάθος αναπνοής), καθώς επίσης και ως προς τη διάρκεια των επιμέρους φάσεων του αναπνευστικού κύκλου (Novothy & Kravitz, 2007).

Στην προσπάθεια διάκρισης σκόπιμων τεχνικών αναπνοής έναντι του φυσικού ήρεμου τύπου, αναδεικνύονται όροι όπως η «**διαφραγματική**» και η «**θωρακική**» αναπνοή (Gallego et al., 1997; Hamasaki, 2020; Sackner et al., 1984; Vieira et al., 2014). Η επικράτηση του όρου «διαφραγματική» έναντι του όρου θωρακική αναπνοή τείνει να σηματοδοτεί την εσφαλμένη αντίληψη της μη λειτουργίας του διαφράγματος κατά τη «θωρακική» αναπνοή. Για το λόγο αυτό, είναι ορθότερος ο όρος «κοιλιακή» ως αντιδιαστολή του όρου «θωρακική» αναπνοή, με την απαραίτητη επισήμανση ότι το διάφραγμα αποτελεί κύριο αναπνευστικό μυ, που συμμετέχει στον αναπνευστικό κύκλο ανεξαρτήτου τύπου αναπνοής. Αυτό που διαφοροποιεί τον «κοιλιακό» έναντι του «θωρακικού» τύπου αναπνοής είναι ο βαθμός ενεργοποίησης του διαφράγματος (συνδυαστικά με το βαθμό ενεργοποίησης των έξω μεσοπλεύριων μυών) με χαρακτηριστική την *επιπέδωση του διαφράγματος* και την έντονη πρόσθια προβολή του κοιλιακού τοιχώματος (βλέπε παράρτημα: Περιγραφή εκτέλεσης «κοιλιακού» (διαφραγματικού) τύπου αναπνοής, και βίντεο (Mechanics of Breathing at [https://www.youtube.com/watch?v=baYZ\\_dgGIWw](https://www.youtube.com/watch?v=baYZ_dgGIWw), ανάκτηση 12 Μαΐου 2021).

https://www.mea.gov.in/idy.htm

Sitemap | Contact | Feedback | Intranet Skip to main content

 **Ministry of External Affairs**  
Government of India

Home About Us Visits Media Center Consular Services Public Diplomacy E-Citizen/Tenders Useful Links What's New


 **Swachh Bharat Abhiyan**  
Lets Keep It Clean.

Home > International Day of Yoga 2015

### Common Yoga Protocol

While addressing the 69th session of United Nations General Assembly (UNGA) on September 27, 2014, the Honorable Prime Minister of India Shri Narendra Modi urged the world community to adopt an international Day of Yoga.

"Yoga is an invaluable gift of ancient Indian tradition. It embodies unity of mind and body; thought and action; restraint and fulfillment; harmony between man and nature and a holistic approach to health and well-being. Yoga is not about exercise but to discover the sense of oneness with ourselves, the world and Nature. By changing our lifestyle and creating consciousness, it can help us to deal with climate change. Let us work towards adopting an International Yoga Day," Shri Modi said.

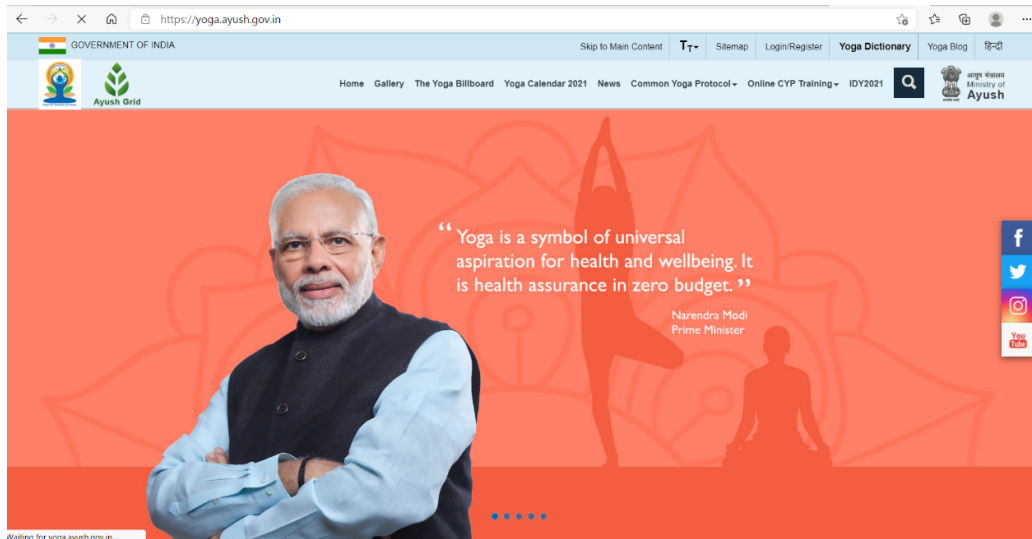
Visit Ayush for more Information 



**Εικόνα 2.8.** Με τη μπλε επισήμανση η δήλωση στην επίσημη ιστοσελίδα του Υπουργείου Εξωτερικών της Ινδίας ([Ministry of External Affairs, Government of India, https://www.mea.gov.in/idy.htm](https://www.mea.gov.in/idy.htm) assessed at 7 May 2021) σύμφωνα με την οποία, «*Yoga is not about exercise but to discover the senses of oneness with ourselves, the World & Nature*» (Η Yoga δεν αφορά την άσκηση αλλά την ανακάλυψη των αισθήσεων της ενοποίησης με τους ανώτερους εαυτούς μας, τον Κόσμο & τη Φύση). Μέσω της ίδιας κυβερνητικής ιστοσελίδας (<https://yoga.ayush.gov.in/>) παρατίθενται βιντεοσκοπημένες δηλώσεις όπου δια στόματος Sadguru Sh. Jaggi Vasudev (<https://youtu.be/YViDOR6F2YI?t=126>, at Curtain Raiser of the International Day of Yoga 2020) εφιστούν την προσοχή στην αναγκαιότητα να διαδοθεί το μήνυμα ότι, yoga δεν σημαίνει μια σειρά σωματικών ασκήσεων. “*It is important that all of you put it across to the people, yoga does not mean a series of physical exercises*”.



Ειδικός χειρισμός της κοιλιακής αναπνοής αποτελεί και η αναπνευστική τεχνική *pranayama* που χαρακτηρίζει ανατολικές τεχνικές που πρεσβεύουν τη συνένωση της ατομικής ύπαρξης με το όλον (Nayak & Shankar, 2004) (Εικόνα 2.8.). Η τεχνική *pranayama* απέκτησε ιδιαίτερη δημοφιλία μέσω της διεθνούς συστηματικής προώθησης του συστήματος της Yoga, με πρωτεργάτη το πρωθυπουργό της Ινδίας Narendra Modi (2014 έως και σήμερα) (Εικόνα 2.9.) (δείτε παράρτημα για εκτενέστερη αναφορά στην τεχνική *pranayama* ως αναπόσπαστο δομικό στοιχείο ανατολικών θρησκευτικών προσεγγίσεων). Εντούτοις, η σύνδεση μεταξύ της σωστής αναπνοής και της υγείας αποτελεί μια βιολογική αλήθεια η οποία συνοδεύει την ανθρώπινη ύπαρξη από την αρχή της ζωής της, πριν από οποιαδήποτε εναλλακτική τεχνική και ανεξάρτητα από θρησκευτικές αντιλήψεις. Τα ιδιαίτερα μηχανικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την αναπνευστική τεχνική ως *pranayama* αφορούν κυρίως το ρυθμικό πρότυπο 3 σταδίων που δημιουργεί η εκούσια επιμήκυνση του μεσοδιαστήματος μεταξύ της φάσης εισπνοής και της φάσης εκπνοής, με τη δημιουργία προσωρινής παύσης του αναπνευστικού κύκλου (κράτημα αναπνοής) (1<sup>ο</sup> στάδιο: εισπνοή, 2<sup>ο</sup> στάδιο: μεσοδιάστημα προσωρινής παύσης-«κράτημα» του κύκλου αναπνοής, 3<sup>ο</sup> στάδιο: εκπνοή).



**Εικόνα 2.9.** Ο πρωθυπουργός της Ινδίας Narendra Modi (2014 έως και σήμερα) στην επίσημη κυβερνητική ιστοσελίδα για τη διαφημιστική καμπάνια της παγκόσμιας ημέρας της Yoga, ανατολικού συστήματος του οποίου η αναπνοή *pranayama* αποτελεί αναπόσπαστο δομικό στοιχείο (Ministry of Ayush <https://yoga.ayush.gov.in/>, ανάκτηση 9 May 2021).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

### ΑΝΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

#### 3.1. Επίδραση της Αναπνοής στη Σταθερότητα της Σωματικής Στάσης

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον προς τις ασκήσεις λειτουργικής αποκατάστασης και σταθεροποίησης. Οι ειδικοί χρησιμοποιούν μία σειρά προγραμμάτων, όπου ακολουθείται μία ιδιοδεκτική και νευρομυϊκή προσέγγιση για τη σταθεροποίηση του κορμού σε συνεργασία με το πυελικό έδαφος. Η δυνατότητα διατήρησης μίας σωματικής στάσης που δεν θα επιτρέπει ανεξέλεγκτη πτώση, αναγνωρίζεται ως σωματική, στατική σταθεροποίηση (Miketa et al., 2017). Επίσης η σταθεροποίηση του κορμού, παρουσιάζεται και ως πηγή θεραπευτικής άσκησης για τη βελτίωση και αποφυγή μυοσκελετικών παθήσεων και τραυματισμών. Η σταθερότητα της σωματικής στάσης, εξαρτάται από το συντονισμό του κεντρικού νευρικού συστήματος, με οπτική, ιδιοδεκτική και αιθουσαία ανατροφοδότηση (Degache et al., 2016). Αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο, τόσο για έναν ηλικιωμένο που κινδυνεύει από μία επικείμενη πτώση αλλά και έναν αθλητή, του οποίου το αποτέλεσμα θα κριθεί από την αντοχή του στην κόπωση και την άμεση ορθοστατική σταθεροποίηση (Kuczyński & Wieloch, 2008). Πλέον στη διαδικασία επίτευξης της βέλτιστης σωματικής σταθερότητας εντάσσεται ο ρόλος της αναπνευστικής λειτουργίας. Στη παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν αναλυτικά αποτελέσματα πειραματικών μελετών σχετικά με το ρόλο της αναπνοής στη σταθερότητα της σωματικής στάσης.

Ως υπεραερισμός ορίζεται η λειτουργία του αερισμού, πέρα από τις μεταβολικές του ανάγκες. Πρόκειται για το αποτέλεσμα που συνοδεύει μία κατάσταση άγχους ή πανικού. Η πιθανότητα υπεραερισμού ερευνάται όταν ένα άτομο παρουσιάσει, αστάθεια ή ζαλάδα ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται συχνά και ως μέθοδος ενεργοποίησης κατά το εγκεφαλογράφημα. Σύμφωνα με τους (Sakellari et al., 1997), υπάρχει αντικειμενική διαταραχή της ισορροπίας μετά από εκτέλεση αναπνευστικού υπεραερισμού και πιθανόν οφείλεται στις μεταβολικές αλλαγές που προκαλούνται στον οργανισμό. Τα συμπτώματα, του υπεραερισμού (σωματική αστάθεια, ζάλη, αίσθημα λιποθυμίας), επιδρούν για 2 έως 5 λεπτά, μετά το τέλος του. Εξετάστηκαν υγιή άτομα σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούσαν μετρήσεις αισθητηριακών και σωματοαισθητηριακών δράσεων στην περιφέρεια (SAPs - SEPs), με ηλεκτρική



διέγερση του γαστροκνημιαίου νεύρου. Επίσης, ελέγχθηκε το αιθουσαίο αντανακλαστικό (VOR) ως προς το αποτέλεσμα του υπεραερισμού. Η σταθερότητα της σωματικής στάσης μετρήθηκε σε πλατφόρμα δύναμης και οι μετρήσεις της πιθανής αστάθειας προήλθαν από τη μέση απόκλιση των αξόνων, στο μετωπιαίο, προσθοπίσθιο και οβελιαίο, κινητικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, η αστάθεια μετρήθηκε με καταγραφή της κίνησης του κέντρου πίεσης των κάτω άκρων. Οι κινήσεις των οφθαλμών ποσοτικοποιήθηκαν πριν και μετά τον αερισμό, καθώς παρατηρήθηκαν περιπτώσεις εκδήλωσης νυσταγμού σε άτομα με αμφίπλευρες, περιφερικές βλάβες του αιθουσαίου. Η διαδερμική, μερική πίεση του Co<sub>2</sub>, χρησιμοποιήθηκε ως μέτρηση του υπεραερισμού στη ταλάντωση και στα σωματοαισθητηριακά πειράματα. Ο τρόπος αναπνοής που επιλέχθηκε ήταν αυθόρμητος, με έμφαση στο βάθος παρά στο ρυθμό αναπνοής (40 αναπνοές ανά λεπτό). Οι μετρήσεις υπεραερισμού έγιναν αμέσως μετά το τέλος του, όποτε δεν υπάρχει συσχέτιση της αστάθειας με τις αναπνευστικές κινήσεις. Μετά από 30'' υπεραερισμού, το Co<sub>2</sub> μειώθηκε σε μέση τιμή 21%, ενώ μετά από 60'' σε 31%. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της σωματικής αστάθειας στο οβελιαίο επίπεδο, μετά από 30'' υπεραερισμού, παρά στο μετωπιαίο επίπεδο. Ύστερα, από 60'' υπεραερισμού, η αστάθεια παρατηρήθηκε κυρίως στο πλάγιο άξονα. Από τις αλλαγές που προκλήθηκαν στις αισθητηριακές και σωματοαισθητηριακές δράσεις στην περιφέρεια (SAPs - SEPs), με ηλεκτρική διέγερση του γαστροκνημιαίου νεύρου, συμπεραίνεται πως, ο υπεραερισμός μπορεί να προκαλέσει αλλαγές σε εκτεταμένα νευρικά κυκλώματα και το τελικό αποτέλεσμα σε μία συγκεκριμένη λειτουργία, θα εξαρτηθεί από την ισορροπία στις αλλαγές των ανασταλτικών και διεγερτικών νευρώνων.

Ο [Degache και συνεργάτες \(2016\)](#) εξέτασαν τη σταθερότητα της σωματικής στάσης, κατά τη διάρκεια της μέρας, σε άτομα με αναπνευστική διαταραχή κατά τον ύπνο. Το κεντρικό νευρικό σύστημα, σε υγιή άτομα, χρησιμοποιεί μικρού εύρους, ορθοστατικές ταλαντώσεις, για να κρατήσει το σώμα κοντά στην κατακόρυφή του ευθυγράμμιση. Η αναπνευστική διαταραχή ύπνου, προκαλείται από επαναλαμβανόμενα επεισόδια απόφραξης των άνω αεραγωγών, καταλήγοντας σε νυχτερινή υποξαιμία και διαταραγμένο ύπνο. Η υποξαιμία είναι μία παθολογική κατάσταση που μπορεί να συνοδεύεται από κίνδυνο, υπέρτασης, εγκεφαλικού επεισοδίου, καρδιακής ανεπάρκειας, διαβήτη και κατάθλιψη. Ο [Degache και συνεργάτες \(2016\)](#) μελέτησαν την επιρροή της υποξαιμίας στη σωματική σταθερότητα. Έπειτα από νυχτερινό ύπνο, εξετάστηκαν (n=158), υγιή άτομα, σε πλατφόρμα δύναμης για την αξιολόγηση της

σωματικής σταθερότητας. Κατά τη μέτρηση, υπήρχε οπτικός στόχος στα 90εκ. απόσταση από τον εξεταζόμενο και λεκτικές οδηγίες. Με τις ταλαντώσεις που προκλήθηκαν στο κέντρο πίεσης, εξετάστηκαν οι παράμετροι της ολικής μετατόπισης της κεντρικής πίεσης στο προσθοπίσθιο και πλάγιο άξονα, η μέση ταχύτητα της μετατόπισης της κεντρικής πίεσης (mm/s) και το μήκος της μετατόπισης ως συνάρτηση της επιφάνειας της τροχιάς (LFs). Η σταθερότητα της σωματικής στάσης, κατά τη διάρκεια της μέρας, επηρεάστηκε από τις νυχτερινές, αναπνευστικές διαταραχές με +22% αύξηση στο (LFs). Επίσης, σημειώθηκε +25% σε ολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στο προσθοπίσθιο και πλάγιο άξονα και +22.9% στη μέση ταχύτητα. Συνεπώς, η νυχτερινή υποξαιμία, σε άτομα με αναπνευστικές διαταραχές στον ύπνο, μπορεί να βλάψει τον έλεγχο σταθερότητας και τα αντανακλαστικά. Λόγω της στέρησης του ύπνου και της μικρής ποιότητας του, μπορεί να απενεργοποιηθούν περιοχές του εγκεφάλου, που είναι υπεύθυνες για τη προσοχή και τη βελτίωση της ορθοστατικής σταθερότητας. Επίσης, στη σωματική αστάθεια, υπό κατάσταση υποξαιμίας, σημαντικό ρόλο έχει το μειωμένο ερέθισμα για τη συστολή των μυών.

Στην εργασία των (Hagio & Obata 2018) εξετάστηκε η σταθερότητα της σωματικής στάσης, ως προς την ήρεμη ορθοστασία και την ορθοστασία με παράλληλη νοητή αρίθμηση. Το κέντρο πίεσης, μετρήθηκε σε πλατφόρμα δύναμης και η θέση των αρθρώσεων του κάτω άκρου (ποδοκνημική, γόνατο, ισχίο), μαζί με τις αναπνευστικές κινήσεις μετρήθηκαν σε ένα τρισδιάστατο σύστημα ανίχνευσης της κίνησης. Η σταθερότητα του σώματος στην όρθια θέση και η παράλληλη εκτέλεση γνωστικής επεξεργασίας, μπορεί να επιφέρει συμπτώματα αστάθειας, ανάλογα με την πολυπλοκότητα που συνοδεύει τη γνωστική επεξεργασία. Μηχανικά, αν η διακύμανση της αναπνευστικής κίνησης του θώρακα μειώνεται, εξασθενεί η στάση του σώματος. Οι αναπνευστικές κινήσεις εξετάστηκαν στο επίπεδο μεταξύ του ομφαλού και της οσφυϊκής μοίρας, επειδή τα περισσότερα άτομα χρησιμοποιούσαν διαφραγματική αναπνοή. Η αναπνευστική συχνότητα στην ορθοστατική θέση με παράλληλη νοητή αρίθμηση, ήταν πιο γρήγορη από την ήρεμη θέση ( $p < 0,01$ ). Επίσης, το βάθος της αναπνοής στη νοητή αρίθμηση ( $p < 0,05$ ) ήταν μικρότερο συγκριτικά με την ήρεμη θέση. Ο ταχύς ρυθμός αναπνοής οφείλεται στη διέγερση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Καταλήγοντας, από τη παρούσα έρευνα προκύπτει το συμπέρασμα, πως η μείωση της σταθερότητας της σωματικής στάσης, οφείλεται, εν μέρει στη μείωση του βάθους της αναπνοής, σε άνδρες. Η μελέτη διεξήχθη συγκριτικά με προηγούμενες

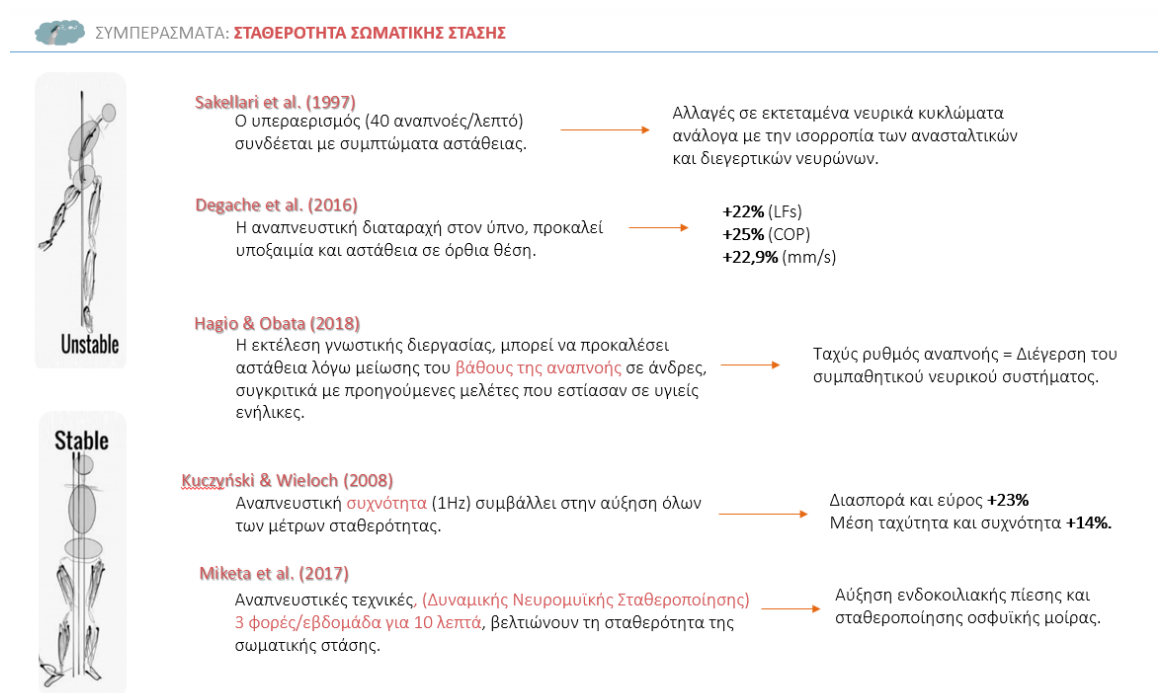
μελέτες που αναφέρουν πως, σε νεαρούς ενήλικες, η γνωστική δραστηριότητα μειώνει τη στάση του σώματος κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης.

Η επίδραση επιταχυνόμενης, υψηλής έντασης αναπνοής (1 Hz) στη σταθερότητα της σωματικής στάσης αποτέλεσε το αντικείμενο έρευνας των (Kuczyński & Wieloch, 2008). Συγκεκριμένα, σκοπός της εργασίας ήταν να αξιολογηθούν οι επιδράσεις, των μηχανικών κινήσεων του θώρακα σε υγιείς ανθρώπους (n = 37), με εκούσια αναπνοή και ρυθμό (1 Hz). Η εκούσια, επιταχυνόμενη αναπνοή, εκτελέστηκε με μετρονόμο και συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση όλων των μέτρων σταθερότητας, της κεντρικής πίεσης στο προσθοπίσθιο επίπεδο, διασπορά και εύρος +23% και μέση ταχύτητα και συχνότητα +14%. Η επιταχυνόμενη αναπνοή φαίνεται να προκαλεί ρυθμικές αλλαγές του ενδοθωρακικού όγκου και να παράγει επιπλέον δύναμη συγκριτικά με την ήρεμη αναπνοή.

Η διερεύνηση της επίδρασης των αναπνευστικών ασκήσεων με τη μέθοδο δυναμικής νευρομυϊκής σταθεροποίησης (DNS, 3 φορές/εβδομάδα για 10 λεπτά) ως προς την αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης και τη βελτίωση της ορθοστατικής ισορροπιστικής ικανότητας, αποτέλεσε τον ερευνητικό στόχο του (Miketa et al. 2017). Οι αναπνευστικές τεχνικές δυναμικής νευρομυϊκής σταθεροποίησης (DNS) εξαρτώνται από εκούσιο και συνειδητό έλεγχο της αναπνοής, συνοδευόμενο από κίνηση των μερών του σώματος. Στην έρευνα συμμετείχαν (n=16) άντρες και γυναίκες. Η έρευνα, περιείχε μονοποδική στήριξη σε πλατφόρμα δύναμης, με καθορισμένο οπτικό στόχο για 10'' και με συνεχή, φυσιολογική αναπνοή. Οι εξεταζόμενοι έδειξαν βελτίωση της σωματικής τους σταθερότητας, λόγω της αύξησης της ενδοκοιλιακής πίεσης. Δηλαδή, η αύξηση της σταθερότητας της σπονδυλικής στήλης, σχετίζεται θετικά, με το μέγεθος της ενδοκοιλιακής πίεσης, τη σταθεροποίηση της οσφυϊκής μοίρας και τελικώς την ορθοστατική σταθερότητα. Όταν παρατηρείται μία ανεπαρκής συστολή του διαφράγματος, τότε δεν αυξάνεται επαρκώς η ενδοκοιλιακή πίεση, με φυσικό επόμενο την αστάθεια της σωματικής στάσης. Τα συνήθη προγράμματα άσκησης που είναι εστιασμένα στην ενδυνάμωση του κορμού, δεν φέρουν κάποια στατιστικά σημαντική μεταβλητή γι' αυτό και παράμετροι όπως η αναπνοή πρέπει να ληφθούν υπόψη.

*Συνοψίζοντας*, η ιδιαίτερη σημασία της αναπνοής διαφαίνεται στις διαφορετικές μεθόδους και προσεγγίσεις των μελετών που παρουσιάστηκαν στην παρούσα ενότητα και τα συμπεράσματα των οποίων απεικονίζονται συνοπτικά στην (Εικόνα 3.1.). Σύμφωνα με τους (Sakellari et al. 1997), ο υπεραερισμός συνδέεται άμεσα με

συμπτώματα αστάθειας και για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξετάζεται το αναπνευστικό πρότυπο που ακολουθείται. Οι (Degache et al. 2016) επιβεβαίωσαν πως η αναπνευστική διαταραχή στον ύπνο, προκαλεί υποξαιμία και έχει άμεσα αρνητικά αποτελέσματα στη σωματική αστάθεια σε όρθια θέση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σύμφωνα με τους (Hagio & Obata 2018) η ορθοστατική θέση με παράλληλη εκτέλεση γνωστικής επεξεργασίας, μπορεί να προκαλέσει αστάθεια λόγω της μείωσης του πλάτους της αναπνοής σε άνδρες. Η εκούσια, επιταχυνόμενη αναπνοή με ρυθμό (1Hz) φαίνεται να συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση όλων των μέτρων σταθερότητας συγκριτικά με την ήρεμη αναπνοή (Kuczyński & Wieloch, 2008). Τέλος, σύμφωνα με τους (Miketa et al. 2017), η εκτέλεση αναπνευστικών τεχνικών δυναμικής νευρομυϊκής σταθεροποίησης 3 φορές την εβδομάδα για 10 λεπτά φαίνεται να αυξάνουν την ενδοκοιλιακή πίεση και να βελτιώνουν τη σταθερότητα της σωματικής στάσης.



**Σχήμα 3.1.** Συνοπτική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων σχετικά με την επίδραση της αναπνοής στη σταθερότητα της σωματικής στάσης, για τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

### 3.2. Επίδραση της Αναπνοής στην Καρδιακή Λειτουργία

Στην παρούσα ενότητα, γίνεται μία προσπάθεια παρουσίασης του μηχανισμού μέσω του οποίου, η αναπνοή επιδρά στην καρδιακή λειτουργία του οργανισμού και συγκεκριμένα στο φαινόμενο της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού (HRV). Ως καρδιακή μεταβλητότητα ορίζεται η διακύμανση των διαστημάτων μεταξύ των καρδιακών παλμών (διαστήματα R-R). Η καρδιακή μεταβλητότητα θεωρείται δείκτης υγείας του ανθρώπινου οργανισμού, και της ικανότητας αυτού να προσαρμοστεί στις αλλαγές των ενδογενών και εξωγενών παραγόντων για την κάλυψη των αναγκών αιματικής παροχής (Schwerdtfeger et al., 2020). Οι σκόπιμες τεχνικές χαμηλής αναπνευστικής συχνότητας συνδέονται με αλλαγή της αυτόνομης νευρικής λειτουργίας που με τη σειρά της επιφέρει αλλαγές της καρδιακής μεταβλητότητας και της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (RSA) (Zaccaro et al., 2018). Στη συνέχεια, παρουσιάζονται διεξοδικότερα οι μελέτες του Schwerdtfeger και συνεργατών (2020) και του Zaccaro και συνεργατών (2018).

Η ανασκοπική μελέτη του Schwerdtfeger και συνεργατών (2020) αφορά τη σχέση μεταξύ της αναπνευστικής συχνότητας και της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού. Υπάρχουν, δύο προσεγγίσεις ανάλυσης της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού, η ανάλυση στο φάσμα του χρόνου (χρονική ανάλυση) και η ανάλυση στο φάσμα συχνοτήτων.

Διακρίνονται τρεις συχνοτικές ζώνες.

A) Η ζώνη υψηλής συχνότητας (HF: από 0,15 έως 0,40 Hz), που αναφέρεται επίσης ως αναπνευστική φλεβοκομβική αρρυθμία (RSA), και αντικατοπτρίζει το βαθμό καρδιακής συχνότητας που μπορεί να προκληθεί από την πνευμονική μεταβλητότητα (vmHRV).

B) Η ζώνη χαμηλής συχνότητας (LF: από 0,04 έως 0,15 Hz), αντιπροσωπεύει τις διακυμάνσεις που σχετίζονται με τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και του αγγειοκινητικού τόνου (Mayer Waves), συμπεριλαμβανομένης και της συχνότητας των 0,1Hz.

Γ) Η ζώνη πολύ χαμηλής συχνότητας (VLF: 20,04 Hz) η οποία σχετίζεται με τη θερμορύθμιση, τη λειτουργία των νεφρών και τις μεταβολικές διεργασίες.

Η ανασκοπική μελέτη του Schwerdtfeger και συνεργατών (2020), καταλήγει πως η αναπνευστική συχνότητα στις 6 αναπνοές ανά λεπτό μπορεί να προκαλέσει συνοχή των διακυμάνσεων στη συχνότητα των 0,1Hz, διευκολύνοντας έτσι, τη μεταβολική,

σωματική και ψυχολογική απόδοση του οργανισμού. Ειδικότερα, ο στόχος του συντονισμένου ρυθμού της αναπνοής είναι να μεγιστοποιήσει τις διακυμάνσεις του καρδιακού ρυθμού στο εύρος της χαμηλής συχνότητας. Με αυτό τον τρόπο, θα επιτευχθεί η ρύθμιση των ψυχολογικών και φυσιολογικών λειτουργιών, για την ισορρόπηση των συναισθηματικών καταστάσεων. Ωστόσο, πριν την εκτέλεση σειράς αναπνευστικών τεχνικών, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι, όπως, η φυσική κατάσταση και η συνολική αναπνευστική χωρητικότητα, για την αποφυγή περιπτώσεων υπεραερισμού. Ειδικότερα, η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού κατά την ηρεμία φαίνεται να αποτελεί δείκτη που μπορεί να αξιοποιηθεί από υγιή άτομα για τη ρύθμιση των συναισθημάτων. Άτομα με χαμηλότερη καρδιακή μεταβλητότητα ηρεμίας, είναι πιθανό να αντιμετωπίζουν δυσκολία στην ενεργοποίηση περιοχών του προμετωπιαίου εγκεφάλου για τη ρύθμιση των συναισθημάτων. Επιπλέον, σύμφωνα με τον [Schwerdtfeger και συνεργάτες \(2020\)](#), ερευνητικές μελέτες συγκλίνουν στην άποψη πως, η λειτουργία του κεντρικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος, τροποποιεί τον καρδιακό ρυθμό και αντίστροφα, υποδηλώνοντας ότι η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού θα μπορούσε να είναι ένας χρήσιμος δείκτης της αλληλεπίδρασης μεταξύ του κεντρικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Επίσης, οι διακυμάνσεις στη συχνότητα των 0,1 Hz κατέχουν ενεργό ρόλο στη σωματική και ψυχική υγεία, μέσω της βελτιστοποίησης του ενεργειακού εφοδιασμού. Νευρικές απολήξεις από βαροϋποδοχείς, χημειούποδοχείς και ρινοφαρυγγικούς υποδοχείς, ενσωματώνονται στο κεντρικό αντανακλαστικό έλεγχο της αυτόνομης λειτουργίας και αποτελούν παραδείγματα συζευγμένης αλλά και μη αμοιβαίας ενεργοποίησης.

Η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση του [Zaccaro και συνεργάτες \(2018\)](#) εστιάζει σε διαφορές μεταξύ χειρισμών του μηχανισμού της φυσικής αναπνοής (π.χ. <10 αναπνοές ανά λεπτό) σε συνάρτηση εστιασμένης προσοχής και διανοητικών εικόνων. Οι αναπνευστικές τεχνικές χαμηλής αναπνευστικής συχνότητας ενισχύουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του αυτόνομου νευρικού συστήματος και της εγκεφαλικής δραστηριότητας, διασυνδέοντας την παρασυμπαθητική λειτουργία του νευρικού συστήματος τόσο με το συναισθηματικό έλεγχο όσο και με την ευεξία. Συνολικά, οι συνεδρίες που εκτελούνται με ρυθμό αναπνοής 5,5 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό αυξάνουν την τυπική απόκλιση της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού, στο εύρος μεταξύ χαμηλής (LF) και υψηλής (HF) συχνότητας. Ως μέτρο σύγκρισης καθορίστηκε η αυθόρμητη, φυσική αναπνοή. Υπό αυτό το εύρος των αναπνοών και ειδικότερα, στις

6 αναπνοές ανά λεπτό, υπάρχει υψηλή παρουσία του φαινομένου, της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (RSA), με βαρύτητα προς τη χαμηλή συχνότητα (LF) του καρδιακού ρυθμού. Στην ίδια λογική, αναφορικά με τα αποτελέσματα, ανταποκρίθηκαν και οι συνεδρίες βιοανάδρασης. Σε ένα μέσο όρο 5 έως 10 συνεδριών βιοανάδρασης, με αναπνευστική συχνότητα 5 έως 6 αναπνοές ανά λεπτό, υπήρξε αύξηση της ισχύος της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού και αύξηση της χαμηλής συχνότητας (LF) της αναπνοής, συγκριτικά με την αυθόρμητη αναπνοή. Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα, συνέδεσαν την εκούσια αναπνοή, στο ρυθμό μεταξύ 5 έως 10 αναπνοών ανά λεπτό με αυξημένα επίπεδα χαράς και ενέργειας και μειωμένο αίσθημα άγχους και κατάθλιψης. Παράλληλα, μετρήσεις με χρήση λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) έδειξαν ανατομικές αλλαγές στο προμετωπιαίο, βρεγματικό και κινητικό φλοιό και στον υποθάλαμο. Παρατηρήθηκαν, αυξημένα επίπεδα οξυγόνωσης του αίματος κατά την αναπνευστική συχνότητα 5,5 συγκριτικά με 10 αναπνοές ανά λεπτό. Επιπρόσθετα, η εκούσια κοιλιακή αναπνοή χαμηλότερης συχνότητας (3 έως 4 αναπνοές ανά λεπτό) αποτυπώθηκε στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα με αύξηση των κυμάτων άλφα σε όλο τον κινητικό φλοιό και μείωση των κυμάτων θήτα. Τα συμπεριφορικά αποτελέσματα, αποδόθηκαν σε μειωμένα αισθήματα, άγχους, θυμού και κατάθλιψης και συνδέθηκαν άμεσα με την ελεγχόμενη, βαθιά, αργή αναπνοή.

Συνοψίζοντας, οι ανασκοπικές μελέτες του [Schwerdtfeger και συνεργατών \(2020\)](#) και [Zaccaro και συνεργατών \(2018\)](#) φαίνεται να συγκλίνουν στον καθοριστικό ρόλο της αναπνευστικής συχνότητας (ως παράμετρο χειρισμού της μηχανικής της αναπνοής) για αλλαγές στη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού με δυνητικές θετικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Ειδικότερα, συγκριτικά με τη φυσική ήρεμη αναπνευστική συχνότητα, η εφαρμογή αναπνευστικού ρυθμού στις 6 αναπνοές ανά λεπτό, μπορεί να προκαλέσει συνοχή των διακυμάνσεων στη συχνότητα των 0,1Hz, διευκολύνοντας έτσι, τη μεταβολική, σωματική και ψυχολογική απόδοση του οργανισμού ([Schwerdtfeger et al., 2020](#)). Η αναπνευστική συχνότητα, χαμηλότερη της φυσικής ήρεμης αναπνοής (στο εύρος από των 5,5 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό) φαίνεται να αυξάνει τη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού στη χαμηλή και υψηλή συχνοτική ζώνη ([Zaccaro et al., 2018](#)). Οι μελέτες φαίνεται επίσης να συγκλίνουν στην άποψη ότι η λειτουργία του κεντρικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος πιθανότητα τροποποιεί τον καρδιακό ρυθμό μέσω νευρικών απολήξεων στους βαρούποδοχείς, χημειούποδοχείς και ρινοφαρυγγικούς υποδοχείς. Τα συμπεράσματα του

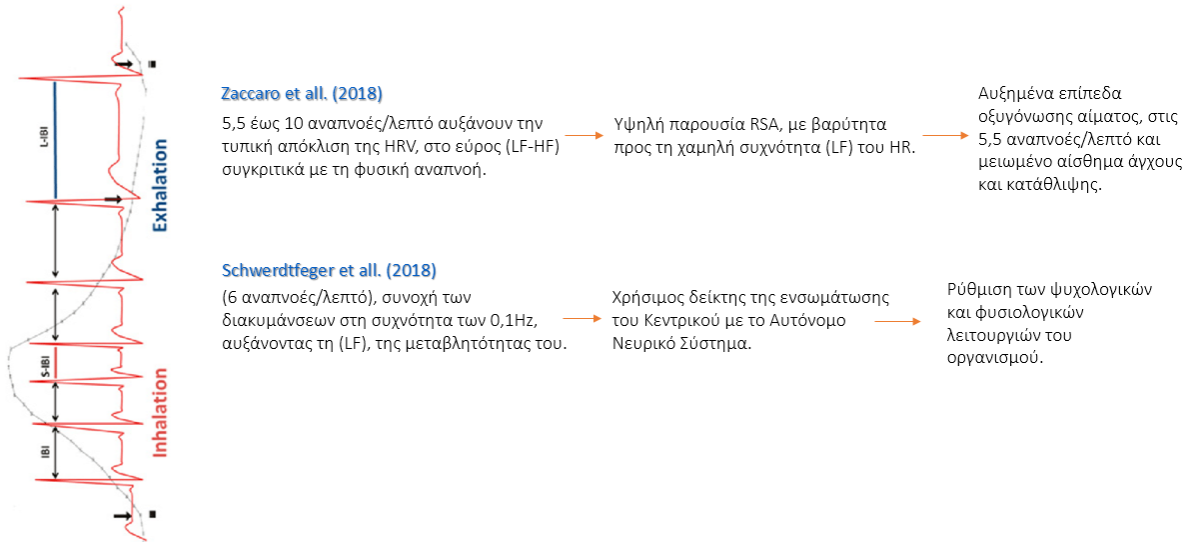


Schwerdtfeger και συνεργατών (2020) και Zaccaro και συνεργατών (2018) απεικονίζονται συνοπτικά στο (Σχήμα 3.1.).

**Σχήμα 3.2.** Συνοπτική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων σχετικά με την



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



επίδραση της αναπνοής στην καρδιακή λειτουργία, για τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

### 3.3. Επίδραση της Αναπνοής στη Νευρική Λειτουργία

Στη συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζονται δύο ανασκοπήσεις, που πραγματεύονται την επίδραση της αναπνοής στη νευρική λειτουργία, και ειδικότερα στη σύνδεση αναπνευστικής συχνότητας και κυριαρχίας του παρασυμπαθητικού κλάδου του αυτόνομου νευρικού συστήματος (Russo et al., 2017; Jerath et al., 2006). Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στην αναπνοή Pranayama, ως παράδειγμα συντονισμένης αναπνοής κατά την Ανατολική κουλτούρα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως, στη Δυτική κουλτούρα οι αναπνευστικές τεχνικές αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα από θρησκευτικά ή πνευματικά πιστεύω και σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως για θεραπευτικούς σκοπούς (Jerath et al., 2006).

**Τεχνική Χαμηλής Αναπνευστικής Συχνότητας.** Η πρώτη μελέτη που περιλαμβάνει η συγκεκριμένη ενότητα, προέρχεται από τους (Russo et al., 2017) και έχει ως σκοπό, την παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης ανασκόπησης για την αργή αναπνοή και τις



τεκμηριωμένες φυσιολογικές επιδράσεις αυτής λόγω της υπερίσχυσης του παρασυμπαθητικού κλάδου του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Η βασική προσέγγιση κατά την υπερίσχυση του παρασυμπαθητικού κλάδου του αυτόνομου νευρικού συστήματος λόγω της αργής αναπνοής (με ταυτόχρονη πάντα αύξηση του αναπνεόμενου όγκου αέρα για αποφυγή υπερκαπνίας) αφορά τις επιδράσεις στην καρδιακή λειτουργία (μείωση της καρδιακής συχνότητας και αύξηση καρδιακής μεταβλητότητας). Ειδικότερα, η παρασυμπαθητική λειτουργία μεσολαβεί τις διακυμάνσεις καρδιακής μεταβλητότητας υψηλών συχνοτήτων, ενώ οι διακυμάνσεις χαμηλής συχνότητας οδηγούνται συνδυαστικά από τη συμπαθητική και παρασυμπαθητική λειτουργία ανάλογα με τις συνθήκες ταλάντωσης (Malliani et al., 1994; Pomeranz et al., 1988). Κατά συνέπεια, η συμπαθητική ή παρασυμπαθητική κυριαρχία επιφέρει ή διαπιστώνεται από ένα υψηλότερο ή χαμηλότερο, αντίστοιχα, λόγο χαμηλής προς υψηλής συχνότητας καρδιακή μεταβλητότητα (Akselrod et al., 1981; Malliani et al., 1991).

Στην ανασκόπηση του Russo και συνεργάτες (2017), η αργή αναπνοή προσδιορίζεται σε ένα εύρος με 4 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό (0,07-0,16 Hz) συγκριτικά με την ήρεμη φυσική αναπνοή η οποία φαίνεται να έχει εύρος από 10 έως και 20 αναπνοές ανά λεπτό (0,16-0,33 Hz). Η υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής νευρικής δράσης λόγω της αργής αναπνοής, εκτός από τη μείωση της καρδιακής συχνότητας και την αύξηση της καρδιακής μεταβλητότητας, επιφέρει και το φαινόμενο της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (RSA), μία κατάσταση συγχρονισμού καρδιακής μεταβλητότητας και αναπνευστικής συχνότητας στα 0,25Hz. Αυτή σχετίζεται άμεσα με την κατάσταση ηρεμίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, παρέχοντας οφέλη όπως, η βελτίωση του αερισμού και η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής δαπάνης. Τα παραπάνω, υποστηρίζονται από το γεγονός πως η αναπνευστική φλεβοκομβική αρρυθμία (RSA) μεγιστοποιείται κατά τον ύπνο, τη χαλάρωση, και κυρίως κατά τη βαθιά, αργή αναπνοή. Οι αντίστροφες συνθήκες επικρατούν στην άσκηση και σε κατάσταση άγχους. Η κεντρική θεωρία της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας περιελίσσεται στα αναπνευστικά και καρδιαγγειακά κέντρα του προμήκη μυελού που συγκλίνουν για την παραγωγή των καρδιοαναπνευστικών ρυθμών. Η θεωρία υπονοεί ένα «νευρικό βηματοδότη», δηλαδή ταλαντώσεις της καρδιοαναπνευστικής νευρικής δραστηριότητας που παράγουν ένα εσωτερικό κανονιστικό ρυθμό και για τα δύο συστήματα (Spyer, 1995).

Στο αυτόνομο νευρικό σύστημα, το πνευμονογαστρικό νεύρο, εξυπηρετεί τη μεταφορά ώσεων μέσω των παρασυμπαθητικών απαγωγών ινών, προκαλώντας τη μείωση της καρδιακής συχνότητας μέσω απελευθέρωσης της ακετυλοχολίνης. Αντίθετα, οι συμπαθητικές, απαγωγές νευρικές ώσεις μεταβιβάζονται μέσω της συμπαθητικής αλυσίδας, με σκοπό να επιταχύνουν τον καρδιακό ρυθμό, μέσω απελευθέρωσης της νορεπινεφρίνης. Το πνευμονογαστρικό νεύρο είναι ικανό να εξάγει μία ταχύτερη επίδραση του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος στην καρδιά, πιθανώς λόγω της ταχύτερης μεταγωγής και κινητικότητας του υποδοχέα της ακετυλοχολίνης. Έτσι, ελέγχεται μέσω του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας. Χρησιμοποιώντας ανάλυση φασματικής ισχύος για την αναπνευστική επιρροή, η επίδραση του ρυθμού αναπνοής σχετικά με την αυτόνομη δραστηριότητα μπορεί να αξιολογηθεί, χρησιμοποιώντας δείκτες ορισμού δύναμης και χρόνου, χαμηλής και υψηλής συχνότητας.

Σύμφωνα με τις μελέτες που εξέτασε ο [Russo και συνεργάτες \(2017\)](#) η βελτιστοποιημένη αναπνοή μέσω του αυτόνομου νευρικού συστήματος φαίνεται να συμβαίνει στο εύρος από 6 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό, με επίτευξη αυξημένου αναπνευστικού όγκου μέσω της αυξημένης διαφραγματικής ενεργοποίησης. Ωστόσο, αν και η πρακτική της βαθιάς, αργής αναπνοής φαίνεται να ελαχιστοποιεί τη συμπαθητική δραστηριότητα, δεν απουσιάζουν και σχετικές «εκρήξεις» συμπαθητικής ενεργοποίησης. Παράλληλα, η αργή αναπνοή είναι ικανή να πετύχει τη βέλτιστη ισορροπία και ενίσχυση της δραστηριότητας του αυτόνομου νευρικού συστήματος προς όφελος της σωματικής και ψυχολογικής υπερδιέγερσης, μέσω ισορροπημένης παρασυμπαθητικής και συμπαθητικής επίδρασης.

Η αναπνευστική τεχνική pranayama αποτέλεσε το ενδιαφέρον της ανασκόπησης του [Jerath και συνεργάτες \(2006\)](#). Η τεχνική pranayama συνίσταται κατά βάση σε μια εκούσια, αργή και βαθιά διαφραγματική αναπνοή, με ειδικό χειρισμό, σκόπιμης επιμήκυνσης του μεσοδιαστήματος μεταξύ εισπνοής και εκπνοής ώστε να δημιουργείται μια παύση του αναπνευστικού κύκλου. Η μελέτη παρουσίασε μία ερευνητική υπόθεση, για τον τρόπο με τον οποίο η αναπνοή συνδέεται με τη ρύθμιση του αυτόνομου νευρικού συστήματος και την υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας κατά τη χρήση της τεχνικής pranayama. Ειδικότερα, η διάταση του πνευμονικού ιστού κατά την εμβάθυνση της εισπνοής, και την παύση του αναπνευστικού κύκλου πριν την έναρξη της εκπνοής, φαίνεται να ενεργοποιεί υποδοχείς οι οποίοι παρακινούν την παρασυμπαθητική κυριαρχία.

Η αναπνοή pranayama υποστηρίζεται να δημιουργεί ανασταλτικά σήματα και υπερπολωτικό ρεύμα εντός του νευρικού και μη νευρικού ιστού μέσω της μηχανικής διάτασης των ιστών, που βρίσκονται στους πνεύμονες, κατά την εισπνοή και το κράτημα αυτής. Η υπερπόλωση επηρεάζει το αυτόνομο νευρικό σύστημα ρυθμίζοντας τη νευρική διέγερση, το δυναμικό ανάπαυσης της μεμβράνης και τη δημιουργία εγκεφαλικής δραστηριότητας. Είναι πιθανό ότι, οι ανασταλτικές αυτές ωθήσεις, σε συνεργασία με το υπερπολωτικό ρεύμα, σηματοδοτούν την αρχή του συγχρονισμού των νευρικών στοιχείων στην καρδιά, στους πνεύμονες, στα άκρα και στο φλοιό του εγκεφάλου (δρώντας έτσι συνολικά στο κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα). Η συνεργασία των ανασταλτικών ωθήσεων με το υπερπολωτικό ρεύμα, περιβάλλουν τους ιστούς, και προκαλούν μετατόπιση της αυτόνομης ισορροπίας προς την παρασυμπαθητική κυριαρχία. Σύμφωνα με την ερευνητική υπόθεση, μέσω της βαθιάς και αργής αναπνοής, αυξάνεται η συχνότητα και η διάρκεια των ανασταλτικών νευρικών παλμών, ενεργοποιώντας τους υποδοχείς διάτασης των πνευμόνων, πλέον της ενεργοποίησης λόγω του εισπνεόμενου όγκου. Επίσης, αυξάνεται και η παραγωγή του δυναμικού υπερπόλωσης από τη διάταση του συνδετικού ιστού, που εντοπίζεται γύρω από τους πνεύμονες. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι, κατά την εφαρμογή της αναπνευστικής τεχνικής pranayama, ο συγχρονισμός υποθαλάμου και εγκεφάλου, είναι πιθανόν υπεύθυνος για την πρόκληση της παρασυμπαθητικής ενεργοποίησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «**Αναπνέοντας για μια πιο υγιή ζωή**» αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση με σκοπό τη διερεύνηση των επιδράσεων της αναπνοής, σε βιολογικούς μηχανισμούς όπως η στασική σταθερότητα, η καρδιακή λειτουργία και η νευρική λειτουργία στην προοπτική μιας καλύτερης ποιότητας υγείας για τους ήδη υγιείς. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν, στοχεύουν στη σύνδεση της μηχανικής της αναπνοής, και των προτύπων που αυτή προσδιορίζει (ήρεμη φυσική, κοιλιακή, θωρακική), με παραμέτρους μιας υγιέστερης ζωής. Εστίαση γίνεται στο πρότυπο της κοιλιακής (ευρέως γνωστή ως διαφραγματική) έναντι της θωρακικής αναπνοής, με αναφορά και στο αναπνευστικό πρότυπο pranayama (ιδιαίτερο χειρισμό του κοιλιακού τύπου αναπνοής).

Ειδικότερα, σύμφωνα με τους [Sakellari και συνεργάτες \(1997\)](#), ο υπεραερισμός συνδέεται άμεσα με συμπτώματα αστάθειας, γι' αυτό και πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο αναπνευστικό πρότυπο που ακολουθείται, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο, αυτό εκτελείται. Ο υπεραερισμός (40 αναπνοές / λεπτό), προκαλεί αλλαγές σε εκτεταμένα νευρικά κυκλώματα, ανάλογα με την ισορροπία των ανασταλτικών και διεγερτικών νευρώνων. Ο [Degache και συνεργάτες \(2016\)](#), επιβεβαίωσαν πως η αναπνευστική διαταραχή κατά τον ύπνο, προκαλεί υποξαιμία και έχει άμεσα αρνητικά αποτελέσματα, ως προς τη σωματική αστάθεια σε όρθια θέση, κατά τη διάρκεια της μέρας. Σύμφωνα με τους [Hagio & Obata, \(2018\)](#), η ορθοστατική θέση, με παράλληλη εκτέλεση, ενεργειών γνωστικής επεξεργασίας μπορεί να προκαλέσει αστάθεια, λόγω της μείωσης του πλάτους της αναπνοής, όπως εξετάστηκε σε άνδρες. Η υψηλή συχνότητα αναπνοής μειώνει το βάθος της και μειώνει τη στασική σταθερότητα μέσω ενίσχυσης της διέγερσης του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Η εκούσια επιταχυνόμενη αναπνοή σε συχνότητα 1 Hz φαίνεται να μειώνει τη στασική σταθερότητα (αύξηση των μεταβλητών που τη προσδιορίζουν) συγκριτικά με την ήρεμη αναπνοή ([Kuczyński & Wieloch, 2008](#)). Τέλος, η συστηματική εφαρμογή αναπνευστικών τεχνικών δυναμικής νευρομυϊκής σταθεροποίησης (π.χ. 3 φορές την εβδομάδα, για διάρκεια 10 λεπτών φαίνεται να βελτιώνει τη στασική σταθερότητα μέσω της αύξησης της ενδοκοιλιακής πίεσης και της σταθεροποίησης της οσφυϊκής μοίρας ([Miketa et al., 2017](#)).

Αναφορικά με την καρδιακή λειτουργία, οι ανασκοπικές μελέτες του [Schwerdtfeger και συνεργατών \(2020\)](#) και [Zaccaro και συνεργατών \(2018\)](#) φαίνεται να συγκλίνουν στον καθοριστικό ρόλο της αναπνευστικής συχνότητας (ως παράμετρο χειρισμού της μηχανικής της αναπνοής) για αλλαγές στη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού με δυνητικές θετικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Ειδικότερα, συγκριτικά με τη φυσική ήρεμη αναπνευστική συχνότητα, η εφαρμογή αναπνευστικού ρυθμού στις 6 αναπνοές ανά λεπτό, μπορεί να προκαλέσει συνοχή των διακυμάνσεων στη συχνότητα των 0,1Hz, διευκολύνοντας έτσι, τη μεταβολική, σωματική και ψυχολογική απόδοση του οργανισμού ([Schwerdtfeger et al., 2020](#)). Η αναπνευστική συχνότητα χαμηλότερη της φυσικής ήρεμης αναπνοής (στο εύρος από των 5,5 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό) φαίνεται να αυξάνει τη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού στη χαμηλή και υψηλή συχνοτική ζώνη ([Zaccaro et al., 2018](#)). Οι μελέτες φαίνεται επίσης να συγκλίνουν στην άποψη ότι η λειτουργία του κεντρικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος πιθανότατα τροποποιεί τον καρδιακό ρυθμό μέσω νευρικών απολήξεων στους βαροϋποδοχείς, χημειούποδοχείς και ρινοφαρυγγικούς υποδοχείς. Τα συμπεράσματα του [Schwerdtfeger και συνεργατών \(2020\)](#) και [Zaccaro και συνεργατών \(2018\)](#) απεικονίζονται συνοπτικά στο ([Σχήμα 3.1.](#)).

Η κύρια επίδραση της αναπνοής στο νευρικό σύστημα αφορά την κυριαρχία του παρασυμπαθητικού κλάδου του αυτόνομου νευρικού συστήματος, μέσω της εκούσιας εφαρμογής χαμηλής αναπνευστικής συχνότητας (αργή αναπνοή), με παράλληλη αύξηση του εισπνεόμενου όγκου αέρα και πλάτυνση του διαφράγματος (βαθιά αναπνοή). Στη ανασκόπηση του [Russo και συνεργάτες \(2017\)](#), η αργή αναπνοή προσδιορίζεται σε ένα εύρος με 4 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό συγκριτικά με την ήρεμη φυσική αναπνοή (από 10 έως και 20 αναπνοές ανά λεπτό). Η υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής νευρικής δράσης λόγω της αργής αναπνοής, εκτός από τη μείωση της καρδιακής συχνότητας και την αύξηση της καρδιακής μεταβλητότητας, επιφέρει και το φαινόμενο της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (RSA), μία κατάσταση συγχρονισμού καρδιακής μεταβλητότητας και αναπνευστικής συχνότητας στο χαμηλό συχνοτικό φάσμα και συγκεκριμένα στα 0,25Hz. Αυτή σχετίζεται άμεσα με την κατάσταση ηρεμίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, παρέχοντας οφέλη όπως η βελτίωση του αερισμού και η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής δαπάνης.

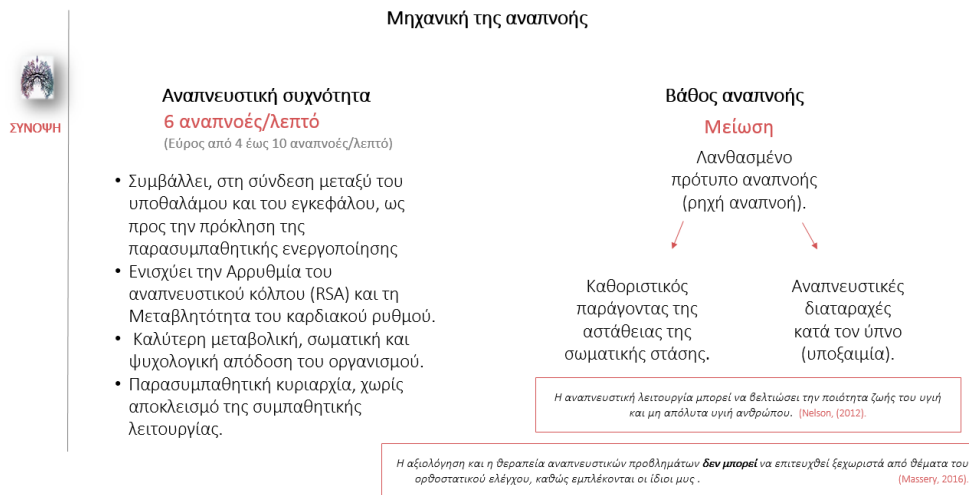
Η αναπνευστική τεχνική pranayama προσελκύει το ερευνητικό ενδιαφέρον ([Jerath et al., 2006](#)). Η τεχνική pranayama συνίσταται κατά βάση σε μια εκούσια, αργή και βαθιά διαφραγματική αναπνοή, με ειδικό χειρισμό σκόπιμης επιμήκυνσης του

μεσοδιαστήματος μεταξύ εισπνοής και εκπνοής ώστε να δημιουργείται μια παύση του αναπνευστικού κύκλου. Η υπόθεση που συνδέει την αναπνευστική τεχνική pranayama με την υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας υποδεικνύει τη διάταση του πνευμονικού ιστού (κατά την εμβάθυνση της εισπνοής και την συνακόλουθη παύση του αναπνευστικού κύκλου πριν την έναρξη της εκπνοής), να ενεργοποιεί υποδοχείς οι οποίοι παρακινούν την παρασυμπαθητική κυριαρχία. Κατά την αργή και βαθιά αναπνοή πυροδοτείται μια αύξηση της συχνότητας και της διάρκειας των ανασταλτικών νευρικών ώσεων οι οποίοι ενδεχομένως επαυξάνουν την ενεργοποίηση των υποδοχέων διάτασης των πνευμόνων πέρα της ενεργοποίησης λόγω του αυξημένου εισπνεόμενου όγκου αέρα.

*Συνοψίζοντας, με βάση τις μελέτες που εξετάστηκαν, αυτός καθαυτός ο τύπος αναπνοής, καθώς και τα ιδιαίτερα επιμέρους χαρακτηριστικά της αναπνευστικής μηχανικής (συχνότητα και βάθος αναπνοής) φαίνεται να συνδέονται σημαντικά τόσο με τη σταθερότητα της σωματικής στάσης όσο και με τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, αλλά και με τη διαφοροποίηση της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Ειδικότερα, η βελτιστοποιημένη αναπνοή μέσω και της δράσης του αυτόνομου νευρικού συστήματος φαίνεται να συμβαίνει στο εύρος από 6 έως 10 αναπνοές ανά λεπτό (επικρατέστερη συχνότητα στις 6 αναπνοές ανά λεπτό). Η υπερίσχυση της παρασυμπαθητικής λειτουργίας λόγω της χαμηλής αναπνευστικής συχνότητας και του αυξημένου βάθους αναπνοής, φαίνεται να είναι αυτή που οδηγεί και τις θετικές επιπτώσεις στην υγεία, επιφέροντας επίπεδα διέγερσης, χαμηλότερα και από αυτά της συνήθους κατάστασης ηρεμίας. Αυτά αναγνωρίζονται στη μείωση της καρδιακής συχνότητας, της αύξησης της καρδιακής μεταβλητότητας και της ενίσχυσης της αναπνευστικής φλεβοκομβικής αρρυθμίας (συγχρονισμός καρδιακής μεταβλητότητας και αναπνευστικής συχνότητας στο χαμηλό συχνοτικό εύρος στις 0,25Hz).*

Η μηχανική της αναπνοής φαίνεται να διασυνδέεται πολλαπλώς με βιολογικούς μηχανισμούς καθοριστικής σημασίας για την ανθρώπινη υγεία, με ειδικό όφελος την υψηλότερη ποιότητα υγείας για τους ήδη υγιείς. Η θετική επίδραση χειρισμών της μηχανικής της αναπνοής με την ολική υγεία του ανθρώπου αποτελεί μια επιστημονικά τεκμηριωμένη βιολογική αλήθεια, ανεξάρτητη από δημοφιλή ανατολικά συστήματα με στόχο τη συνειδησιακή διαμόρφωση του τρόπου ζωής (π.χ. Yoga με πρωτεργάτη τον Narendra Modi, πρωθυπουργό της Ινδίας από το 2014 έως και σήμερα). Η συστηματική επιχειρηματική προώθηση τέτοιων πρακτικών με τεράστια οικονομική απήχηση θα

πρέπει να αποτελεί αφορμή υπενθύμισης της αξίας χειρισμών της αναπνοής σε ήδη υγιή άτομα, και του συστηματικού επαναπροσδιορισμού της ως αναπόσπαστο δομικό στοιχείο όχι μόνο των ποικίλων μορφών προγραμμάτων άσκησης αλλά και καθημερινών δραστηριοτήτων. Στο σύνολό τους, τα ερευνητικά ευρήματα συγκλίνουν στην ανάδειξη χειρισμών της μηχανικής της αναπνοής, ως ένα φυσικό και άνευ οικονομικού κόστους μέσο για επαύξηση της ποιότητας υγείας στα ήδη υγιή άτομα.



**Σχήμα 3.3.** Συνολική παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων, για τις μελέτες που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agostoni, E., Chinnock, J. E., De Daly, M. B., and Murray, J. G. (1957). Functional and histological studies of the vagus nerve and its branches to the heart, lungs and abdominal viscera in the cat. *J. Physiol.* 135, 182–205. doi: [10.1113/jphysiol.1957.sp005703](https://doi.org/10.1113/jphysiol.1957.sp005703)
- Akselrod, S., Gordon D., Ubel F. A., Shannon, D. C, Berger, A. C., Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to beat cardiovascular control. *Science.* 213: 220–222. doi: [10.1126/science.6166045](https://doi.org/10.1126/science.6166045)
- Berntson, G & Cacioppo, J. (1999). Heart Rate Variability: A neuroscientific perspective for further studies. *Cardiac Electrophysiology Review*, 3(4), 279-2. doi: [10.1023/A:1009920002142](https://doi.org/10.1023/A:1009920002142)
- Bordoni, B. & Zanier, E. (2013). Anatomic connections of the diaphragm, influence of respiration on the body system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 6, 281-291. doi: [10.2147/JMDH.S45443](https://doi.org/10.2147/JMDH.S45443)
- Cancellero-Gaiad, K., Ike, D., Pantoni, C., Silva, A., Costa, D. (2014). Respiratory pattern of diaphragmatic breathing and pilates breathing in COPD subjects. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(4), 291-299. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0042>
- Degache, F., Goy, Y., Vat4, S., Haba, Rubio, J., Contall, O., Heinzer, R. (2016). Sleep-disordered breathing and daytime postural stability. *Thorax*, 71, 543-548. doi: [10.1136/thoraxjnl-2015-207490](https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207490)
- Gallego, J., Benammou, S., Vardon, G., Chambille, B., Denejan, A., Lorino, H. (1997). Influence of thoracoabdominal pattern of breathing on respiratory resistance. *Respiration Physiology*, 108,(2), 143-152. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0034-5687\(97\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0034-5687(97)00021-2)
- Gerritsen, R & Band, G. (2018). Breath of life: the respiratory vagal stimulation model of contemplative activity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 397, 14-16. doi: [10.3389/fnhum.2018.00397](https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00397)
- Gilbert, C. (1999). Yoga and breathing. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 3 (1), 44-54. doi: [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(99\)80042-4](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(99)80042-4)
- Hamasaki, H. (2020). Effects of diaphragmatic breathing on health: a narrative review. *Medicines*, 7(10), 65. doi: <https://doi.org/10.3390/medicines7100065>

- Hopper, S., Murray, S., Ferrara, L., Singleton, J. (2019). Effectiveness of diaphragmatic breathing for reducing physiological and psychological stress in adults: a quantitative systematic review. *JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 17(9), 1855-1876. doi: [10.11124/JBISRIR-2017-003848](https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003848)
- Jerath, R., Edry, J., Barnes, V., Jerath, V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: Neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Medical Hypotheses*, 67(3), 566-71. doi: [10.1016/j.mehy.2006.02.042](https://doi.org/10.1016/j.mehy.2006.02.042)
- Kohtaroh, Hagio & Hiroki, Obata. (2018). Effects of breathing movement on the reduction of postural sway during postural-cognitive dual tasking. *PLoS One*, 13 (5). doi: [10.1371/journal.pone.0197385](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197385)
- Kuczyński, M & Wieloch, M. (2008). Effects of accelerated breathing on postural stability. *Human Movement*, 9(2), 107-110. doi: [0deec531d7d8cd9bb1000000.pdf](https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.05.001)
- Macklem, P. (1998). The mechanics of breathing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 157 (4) 88-94. doi: <https://doi.org/10.1164/ajrccm.157.4.nhlbi-5>
- Malliani A, Lombardi F, Pagani M. (1994). Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms. *British Heart Journal*, 71: 1–2. doi: [10.1136/hrt.71.1.1](https://doi.org/10.1136/hrt.71.1.1)
- Malliani A, Pagani M, Lombardi F, et al. (1991). Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 84: 482–492. doi: [10.1161/01.cir.84.2.482](https://doi.org/10.1161/01.cir.84.2.482)
- Miketa, T., Ivančić, N., Kuzmanić, B. (2017). Relationship of breathing exercises with improvement of postural stability in healthy adults. *Acta Kinesiologica*, 2, 59-62. <http://actakinesiologica.com/04c110tm/>
- Mitzner, W. (2011). Mechanics of the lung in the 20<sup>th</sup> century. *Comprehensive Physiology*, 1(4). doi: <https://doi.org/10.1002/cphy.c100067>
- Nason, L., Walker, C., McNeeley, M., Burivong, W., Corinne, L., Fligner, J., Godwin, D. (2012). Imaging of the diaphragm: anatomy and function (1). *RadioGraphics*, (32), E51–E70. doi: <https://doi.org/10.1148/rg.322115127>

- Nayak, N & Shankar, K. (2004). Yoga: A therapeutic approach. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 15 (4), 783-98. doi: [10.1016/j.pmr.2004.04.004](https://doi.org/10.1016/j.pmr.2004.04.004)
- Noble, D. & Hochman, S. (2019). Hypothesis: pulmonary afferent activity patterns during slow, deep breathing contribute to the neural induction of physiological relaxation. *Frontiers in Physiology*, (10), 1176. doi: [10.3389/fphys.2019.01176](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01176)
- Otis, A., Fenn, W., Rahn, H. (1950). Mechanics of breathing in man. *Journal of Applied Physiology*. doi: <https://doi.org/10.1152/jappl.1950.2.11.592>
- Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, et al. (1985). Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *American Journal of Physiology*, 248: H151–H153. doi: [10.1152/ajpheart.1985.248.1.H151](https://doi.org/10.1152/ajpheart.1985.248.1.H151)
- Russo, M., Santarelli, D., O'Rourke, D. (2017). The physiological effects of slow breathing in healthy human. *Breathe (Sheffield, England)*, 13(4), 298-309. doi: [10.1183/20734735.009817](https://doi.org/10.1183/20734735.009817)
- Sackner, M., Gonzalez, H., Jenouri, G., Rodriguez, M. (1984). Effects of abdominal and thoracic breathing on breathing pattern components in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Review of Respiratory Disease*, 130(4), 584-7. doi: [10.1164/arrd.1984.130.4.584](https://doi.org/10.1164/arrd.1984.130.4.584)
- Sakellari, V., Bronstein, A M., Corna, S., Hammon, C A., Jones, S., Wolsley, C J. (1997). The effects of hyperventilation on postural control mechanisms. *Brain*, 120(9), 1659-1673. doi: <https://doi.org/10.1093/brain/120.9.1659>
- Schwerdtfeger, A., Schwarz, G., Pfurtscheller, K., Thayer, J., Jarczok, M., Pfurtscheller, G. (2020). Heart rate variability (HRV): From brain death to resonance breathing at 6 breaths per minute. *Clinical Neurophysiology*, 131(3), 676-693. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.013>
- Sundaram, M & Karthika M. (2021). Respiratory mechanics: to balance the mechanical breaths!! *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 25(1), 10-11. doi: [10.5005/jp-journals-10071-23700](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23700)
- Vander, A. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Γελαδάς, Ν., Τσακόπουλος, Μ. (2001). Φυσιολογία του ανθρώπου: μηχανισμοί λειτουργίας του ανθρώπου. Αθήνα. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
- Vieira, D., Mendes, L., Elmiro, L., Velloso, M., Britto, R., Parreira, V. (2014). Breathing exercises: influence on breathing patterns and thoracoabdominal

motion in healthy subjects. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(6): 544-552. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0048>

Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicuccil, D., Neri, B., Gemignani, A. (2018). How breath – control can change your life: a systematic review on psycho – physiological correlates of slow breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 353. doi: [10.3389/fnhum.2018.00353](https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353)

### **Ελληνικά Συγγράμματα**

Μπαλτόπουλος, Π. Ι. (2003). Ανατομική του ανθρώπου: δομή και λειτουργία. Αθήνα. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.

### **Ηλεκτρονικές Ιστοσελίδες**

Γεώργιος & Αλέξανδρος, Μαθιουδάκης. (2012). Ανατομικός νεκρός χώρος. Θεματολόγιο Πνευμονολογίας. Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [Νεκρός χώρος, dead space, VD | Θεματολόγιο Πνευμονολογίας \(respi-gam.net\)](http://respi-gam.net)

Γεώργιος & Αλέξανδρος, Μαθιουδάκης. (2012). Πνευμονικοί όγκοι. Θεματολόγιο Πνευμονολογίας. Ανακτήθηκε 13/05/2021 από <http://respi-gam.net/NODE/3865>

Γεώργιος & Αλέξανδρος, Μαθιουδάκης. (2012). Υπεζωκοτική κοιλότητα. Θεματολόγιο Πνευμονολογίας. Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [Υπεζωκοτική κοιλότητα | Θεματολόγιο Πνευμονολογίας \(respi-gam.net\)](http://respi-gam.net)

Kimberly, J. Allen. (2014). The power of breath for physical and emotional balance. SONIMA. Ανακτήθηκε 13/05/2021, από <https://www.sonima.com/meditation/power-of-breath/>

Novothy, S. & Kravitz, L., Ph.D. (2007). The science of breathing. IDEA Fitness Journal, 4(2), 36-43 Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [The Science of Breathing \(unm.edu\)](http://www.ideafitness.com)

### **Οπτικοακουστικό Υλικό**

Dr. Bolle L., (Producer and Director: Harvard Vanguard Medical Associates). (2014). Diaphragmatic breathing, part 1 of 3. intro to diaphragmatic breathing.

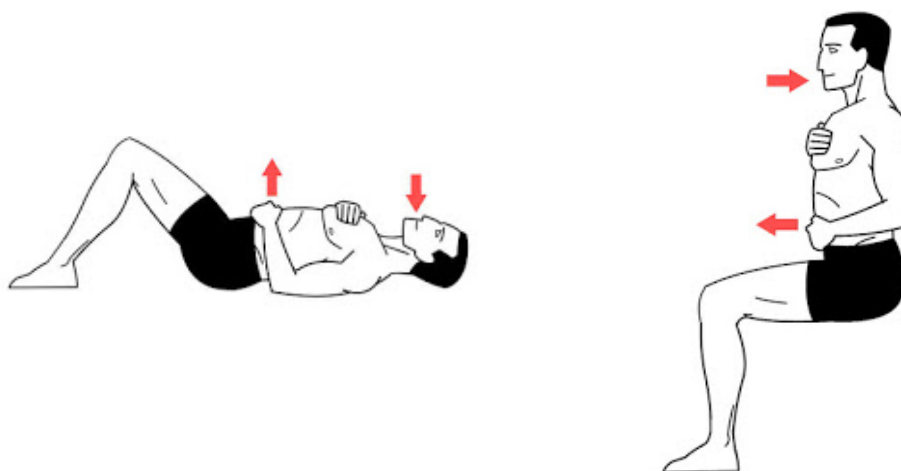
- [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 23/05/2021 από [Diaphragmatic Breathing Part 1 of 3 - Intro to Diaphragmatic Breathing - YouTube](#)
- Dr. Bolle L., (Producer and Director: Harvard Vanguard Medical Associates). (2014). Diaphragmatic breathing, part 2 of 3. intro to diaphragmatic breathing. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [Diaphragmatic Breathing Part 1 of 3 - Intro to Diaphragmatic Breathing - YouTube](#)
- Dr. Bolle L., (Producer and Director: Harvard Vanguard Medical Associates). (2014). Diaphragmatic breathing, part 3 of 3. intro to diaphragmatic breathing. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 13/05/2021 από <https://www.youtube.com/watch?v=1vXITkrNxyw&t=39s>
- Dr. Missimer, A., (Producer and Director: National Strength and Conditioning Association). (2014). Breathing and postural control. the missing link in your training program? [Video] Ανακτήθηκε 13/05/2021 από <https://www.nsc.com/education/videos/breathing-and-postural-control-the-missing-link-in-your-training-program/>
- Hasudungan, A. (Producer and Director). (2014). Mechanics of breathing. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 23/05/2021 από [Mechanism of Breathing - YouTube](#)
- Hasudungan, A. (Producer and Director). (2014). Control of respiration: regulation of breathing. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [Control Of Respiration \(regulation of breathing\) - YouTube](#)
- Hasudungan, A. (Producer and Director). (2014). Lung volumes and capacities. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 13/05/2021 από [Control Of Respiration \(regulation of breathing\) - YouTube](#)
- Muscle and Motion. (Producer and Director). (2014). What muscles are used for forced inspiration breathing? *3D Muscle Anatomy and Diagrams*. [Youtube-Video] Ανακτήθηκε 13/05/01 από <https://www.youtube.com/watch?v=O3nLJgRO-d8>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- Περιγραφή Κοιλιακής (Διαφραγματικής) Αναπνοής
- Αναπνευστική Τεχνική Pranayama.
- Διαπνευμονική πίεση.
- Πνευμονική Ενδοτικότητα.

### Περιγραφή Κοιλιακής (Διαφραγματικής) Αναπνοής

Η κοιλιακή αναπνοή (ευρέως γνωστή ως διαφραγματική αναπνοή) αυξάνει την ενδοκοιλιακή πίεση, αναγκάζοντας την έντονη πρόσθια προβολή του κοιλιακού τοιχώματος. Είναι σημαντικό να εκτελείται, σε ύπτια, πρηνή, καθιστή και όρθια θέση, ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στις πραγματικές καθημερινές συνθήκες (Novothy & Kravitz, 2007). Παρακάτω, παρουσιάζονται τα βήματα διεξαγωγής της, από ύπτια, καθιστή και όρθια θέση.



**Εικόνα 2.10.** Εκτέλεση διαφραγματικής αναπνοής από ύπτια κατάκλιση <https://www.pt-helper.com/diaphragmatic-breathing/> και εκτέλεση της διαφραγματικής αναπνοής από καθιστή θέση, με τον ίδιο τρόπο εκτελείται και σε όρθια θέση <https://www.pt-helper.com/diaphragmatic-breathing/>, ανάκτηση 13 Μαΐου 2021.

**Σε Ύπτια Κατάκλιση.** Είναι συνετό να γίνεται η διαφραγματική αναπνοή πρώτα από ύπτια θέση, ώστε να πραγματοποιηθεί χάλαση των κοιλιακών μυών. Η εισπνοή εκτελείται αργά και η εκπνοή καλύπτει το μεγαλύτερο δυνατό εύρος.

1. Σε ύπτια κατάκλιση φροντίζουμε ώστε ο αυχένας και η μέση να μην επιβαρύνονται. Ένα μαξιλάρι μπορεί να καταστεί αναγκαίο στον αυχένα ή κάτω από τα γόνατα, για τη σωστή ευθυγράμμιση της σπονδυλικής στήλης.
2. Η ηρεμία και η χαλάρωση είναι σύμμαχος της διαφραγματικής αναπνοής, γι' αυτό αν χρειάζεται κλείνουμε τα μάτια.
3. Σε αρχικό στάδιο, είναι σημαντικό να τοποθετήσουμε το αριστερό χέρι στο στήθος, κοντά στην καρδιά και το δεξί χέρι στην κοιλιακή χώρα. Με αυτόν τον τρόπο, εντοπίζεται η κατεύθυνση της αναπνοής.
4. Η εισπνοή ξεκινάει, αν είναι εφικτό από τη μύτη. Κατά την εισπνοή, ενεργοποιείται το διάφραγμα, εκπτύσσονται οι πνεύμονες, αυξάνοντας την ενδοτικότητα τους, με αποτέλεσμα η κοιλιακή χώρα να κατευθύνεται προς τα πάνω. Η διαδικασία αυτή κατά την εισπνοή και εκπνοή συμβαίνει αυτόματα.
5. Η εκπνοή γίνεται σε μεγάλο εύρος, από τη μύτη ή το στόμα, επαναφέροντας τα ζωτικά όργανα και την κοιλιακή χώρα στην αρχική τους θέση.

**Σε όρθια ή καθιστή θέση.** Όπως και κατά την ύπτια κατάκλιση, φροντίζουμε ο αυχένας και η μέση να είναι σε πλεονεκτική θέση. Επίσης, τα πόδια να πατάνε σταθερά στο πάτωμα, για καλή ισορροπία.

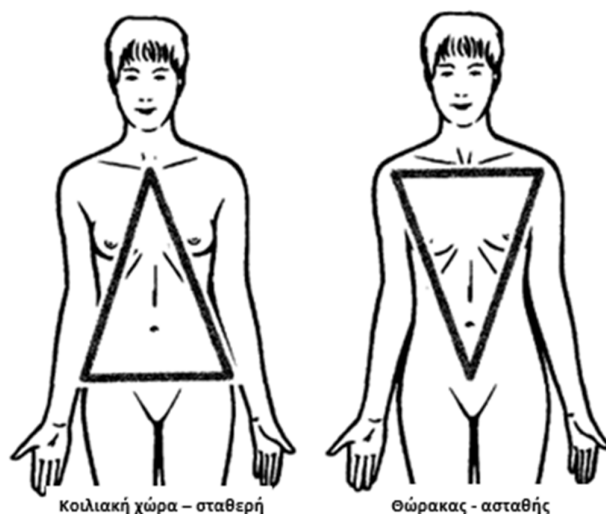
1. Αφήνουμε τους ώμους να πέσουν και αν είναι αναγκαίο, κλείνουμε τα μάτια.
2. Το αριστερό χέρι τοποθετείται στο στήθος και το δεξί χέρι στην κοιλιακή χώρα.
3. Κατά τον ίδιο τρόπο που προαναφέρθηκε, εισπνέουμε βαθιά από τη μύτη και εκπνέουμε σε μεγάλο εύρος από τη μύτη ή το στόμα.

**Αναπνευστική Τεχνική Pranayama.** Η μελέτη των (Jerath et al. 2006), αναφέρεται σε μια εξειδικευμένη τεχνική αναπνοής (Pranayama), που χρησιμοποιείται σε ανατολικά, ολιστικά συστήματα βίωσης της ύπαρξης, και αποτελεί ένα ιδιαίτερο χειρισμό του κοιλιακού τύπου αναπνοής. Η pranayama έχει γίνει ευρύτερα γνωστή μέσω του ανατολικού συστήματος της Yoga, μία αρχαία, παραδοσιακή τέχνη ολιστικής προσέγγισης, η οποία προέρχεται από την Ινδία και συγκροτήθηκε κατά τις ανάγκες



του Ινδουισμού και Βουδισμού, εξυπηρετώντας θρησκευτικούς σκοπούς ([Christianity, Islam and yoga: How far can you stretch?](http://www.economist.com/blogs/erasmus/2015/06/christianity-islam-and-yoga) <http://www.economist.com/blogs/erasmus/2015/06/christianity-islam-and-yoga>). Ως μια σύντομη αναφορά, ο όρος pranayama είναι σύνθετος και αποτελείται από τις λέξεις prana και yama. Κατά την ανατολική αντίληψη, το prana (αρχαία σανσκριτική λέξη) είναι η αιθερική δύναμη που διαποτίζει και περιβάλλει ολόκληρο το φυσικό σύμπαν και η οποία βρίσκεται μέσα σε όλα τα πράγματα και τα αντικείμενα του φυσικού μας κόσμου και κυρίως στον αέρα. Το δεύτερο συνθετικό yama σημαίνει επέκταση, με τον όρο pranayama να ορίζει μια σειρά τεχνικών ελέγχου της αναπνοής, οι οποίες κατά την ανατολική αντίληψη διεγείρουν και αυξάνουν τη ζωτική/αιθερική ενέργεια του σώματος. Ο επαναπροσδιορισμός της σημασίας της σωστής και καλής αναπνοής φαίνεται να ήλθε στο προσκήνιο λόγω της εμπορευματοποίησης και συστηματικής προβολής του συστήματος της yoga. Στο σύστημα της yoga, ενυπάρχει απόλυτη σύνδεση της αναπνευστικής τεχνικής με την ιδιαίτερη βίωση της ύπαρξης που το σύστημα αυτό πρεσβεύει ως συνένωση της ατομικής ύπαρξης με το όλον (Nayak & Shankar, 2004). Εντούτοις, η σύνδεση μεταξύ της σωστής αναπνοής και της υγείας αποτελεί μια βιολογική αλήθεια η οποία συνοδεύει την ανθρώπινη ύπαρξη από την αρχή της ζωής της, πριν από οποιαδήποτε εναλλακτική τεχνική και ανεξάρτητα από θρησκευτικές αντιλήψεις. Αξίζει όμως, να αναφερθούν τα ιδιαίτερα μηχανικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την αναπνευστική τεχνική ως pranayama, η οποία φαίνεται να αποτελεί ένα συγκεκριμένο χειρισμό της διαφραγματικής αναπνοής (ευρέως διαδεδομένος όρος για τον κοιλιακό σε αντιδιαστολή με το θωρακικό τύπο αναπνοής (Εικόνα 2.11.)).

Η ιδιαίτερη μηχανική της τεχνικής pranayama αφορά κυρίως το ρυθμικό πρότυπο τριών (3) σταδίων που δημιουργεί το μεσοδιάστημα μεταξύ της φάσης εισπνοής και της φάσης εκπνοής όπου πραγματοποιείται προσωρινή παύση του αναπνευστικού κύκλου (κράτημα αναπνοής) (1<sup>ο</sup> στάδιο: Εισπνοή, 2<sup>ο</sup> στάδιο: Μεσοδιάστημα προσωρινής παύσης-«κράτημα» του κύκλου αναπνοής, 3<sup>ο</sup> στάδιο: Εκπνοή).



**Εικόνα 2.11.** Αναπνευστικό πρότυπο της διαφραγματικής (κοιλιακής), σε αντιδιαστολή με το θωρακικό πρότυπο αναπνοής (Εισπνοή από τη μύτη και όχι από το στόμα, αργή αναπνοή, χωρίς εκβιασμό της εκπνοής, σταθερός, ομαλός αναπνευστικός κύκλος με στόχο τις 6 αναπνοές ανά λεπτό) (Glibert, (1999), Εικόνα από [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(99\)80042-4](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(99)80042-4), ανάκτηση 13 Μαΐου 2021.

Στην παρούσα μελέτη, προτάθηκε η παρουσίαση της αναπνοής pranayama, ως πρότυπο εκούσιας, διαφραγματικής αναπνοής και ως εναλλακτική, αναπνευστική τεχνική, συγκριτικά με την αυθόρμητη και γρήγορη αναπνοή (θωρακική). Η αργή και βαθιά αναπνοή (Jerath et al., 2006), φαίνεται να συσχετίζεται με, καλύτερη, μεταβολική λειτουργία του οργανισμού, μειωμένη αρτηριακή πίεση και παρασυμπαθητική δραστηριότητα, καθώς επίσης, συμβάλλει και στη μείωση των επιπέδων του οξειδωτικού στρες και στη μείωση του αριθμού των ελεύθερων ριζών. Παρόλα αυτά, καλό είναι να υπάρχει έλεγχος της λειτουργίας της για την αποφυγή περιπτώσεων υπεραερισμού. Η μελέτη παρουσίασε μία ερευνητική υπόθεση, για τον τρόπο με τον οποίο η αναπνοή συνδέεται με τη ρύθμιση του αυτόνομου νευρικού συστήματος και την εξάπλωση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας, στον οργανισμό, χρησιμοποιώντας το αναπνευστικό πρότυπο της pranayama. Η αναπνοή pranayama, δημιουργεί ανασταλτικά σήματα και υπερπολωτικό ρεύμα εντός του νευρικού και μη νευρικού ιστού μέσω της μηχανικής διάτασης των ιστών, που βρίσκονται στους πνεύμονες, κατά την εισπνοή και το κράτημα αυτής. Η υπερπόλωση επηρεάζει το αυτόνομο νευρικό σύστημα, ρυθμίζοντας τη νευρική διέγερση, το δυναμικό ανάπαυσης της μεμβράνης και τη δημιουργία εγκεφαλικής δραστηριότητας.

Είναι πιθανό ότι οι ανασταλτικές, αυτές ωθήσεις σε συνεργασία με το υπερπολωτικό ρεύμα, σηματοδοτούν την αρχή του συγχρονισμού των νευρικών στοιχείων στην καρδιά, στους πνεύμονες, στα άκρα και στο φλοιό του εγκεφάλου. Τα τμήματα αυτά, απαρτίζουν το κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα. Η συνεργασία των ανασταλτικών ωθήσεων με το υπερπολωτικό ρεύμα, περιβάλλουν τους ιστούς και προκαλούν, τελικώς, μετατοπίσεις στην αυτόνομη ισορροπία, με κλίση προς την παρασυμπαθητική κυριαρχία. Αναλυτικά μέσω της αναπνοής και σύμφωνα με την ερευνητική υπόθεση, αυξάνεται η συχνότητα και η διάρκεια των ανασταλτικών νευρικών παλμών, ενεργοποιώντας τους υποδοχείς διάτασης των πνευμόνων, πάνω από τον αναπνεόμενο όγκο κατά την εισπνοή. Ενώ επίσης, αυξάνεται και η παραγωγή του ρεύματος υπερπόλωσης από τη διάταση του συνδετικού ιστού, που εντοπίζεται γύρω από τους πνεύμονες. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει, πως, ο συγχρονισμός εντός του υποθαλάμου και του εγκεφάλου, είναι πιθανόν υπεύθυνος για την πρόκληση της παρασυμπαθητικής ενεργοποίησης, στις ασκήσεις αναπνοής.

Συγκεντρωτικά, η αναπνοή Pranayama, που παρουσιάζεται στο τέλος της ενότητας, αποτελεί ένα ιδιαίτερο χειρισμό της διαφραγματικής αναπνοής, με παύση και κράτημα αυτής ανάμεσα στην εισπνοή και εκπνοή, καλύπτοντας έτσι το φάσμα μεταξύ της φυσικής, διαφραγματικής αναπνοής και των εναλλακτικών αναπνευστικών τεχνικών. Η ερευνητική υπόθεση που παρουσιάζεται, καταλήγει στο ότι, συμβάλλει στη σύνδεση μεταξύ του υποθαλάμου και του εγκεφάλου, ως προς την πρόκληση της παρασυμπαθητικής ενεργοποίησης (Jerath et al., 2006).

Η θεαματική αύξηση της δημοφιλίας τέτοιων εναλλακτικών τεχνικών συνδέεται με τον πρωτεργάτη μιας διεθνούς προβολής της yoga, του Narendra Modi, πρωθυπουργού της Ινδίας (από το 2014 έως και σήμερα). Στην προωθητική καμπάνια της κυβέρνησης της Ινδίας συναντά κανείς ξεκάθαρα τη πραγματική ταυτότητα της yoga ως μη σύστημα σωματικής άσκησης. Με χαρακτηριστικές σχετικές δηλώσεις τόσο στις κατά καιρούς επίσημες ιστοσελίδες για την παγκόσμια ημέρα της yoga «Yoga is not about exercise but to discover the senses of oneness with ourselves, the Word & Nature» (Η Yoga δεν αφορά την άσκηση αλλά στην ανακάλυψη των αισθήσεων της ενοποίησης με τους ανώτερους εαυτούς μας, τον Κόσμο & τη Φύση (Εικόνα 2.12.)). Η κυβερνητική ιστοσελίδα της Ινδίας αναδεικνύει δια στόματος (<https://youtu.be/YViDOR6F2YI?t=126>) και εφιστά την προσοχή στην αναγκαιότητα να περάσει το μήνυμα σε όλους του ανθρώπους ότι, yoga δεν σημαίνει μια σειρά σωματικών ασκήσεων. “It is important that all of you put it across to the

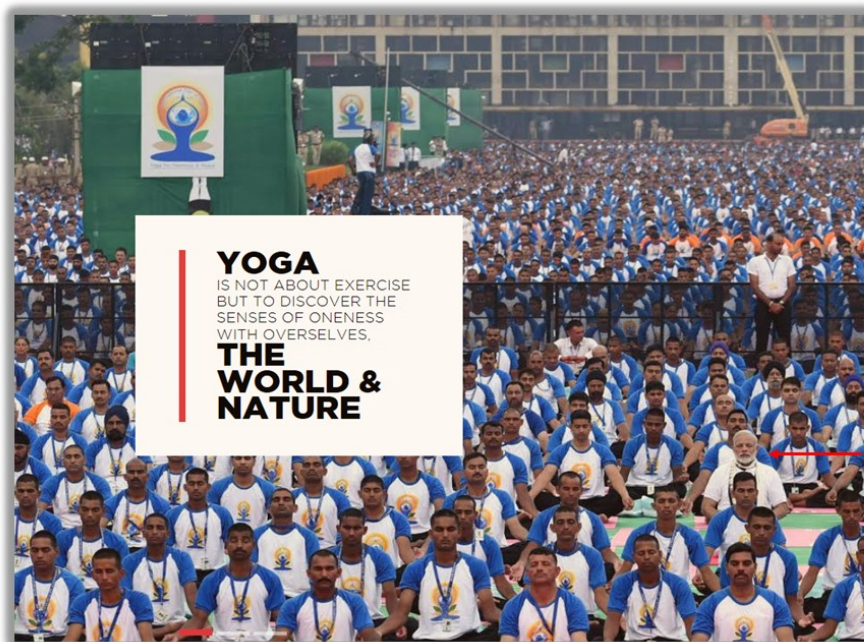
people, yoga does not mean a series of physical exercises. Well, there is a physical dimension to it, but yoga means what is you, what is not you becomes very clear in your awareness. What is you and what you have gathered in the form of society, relationships wealth, body, psychological imprints, these are all things that we have gathered, what we gather are always supposed to serve us, not to turn against us.”



Ministry of External Affairs  
Government of India

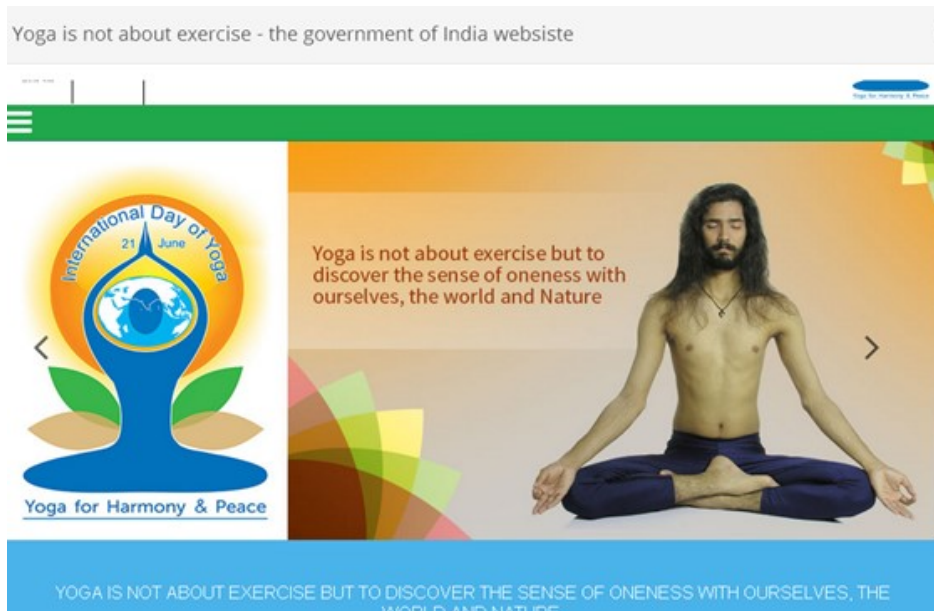
<https://yoga.ayush.gov.in/>  
<http://www.mea.gov.in/idy.htm>

« Η YOGA δεν αφορά στην άσκηση αλλά στην ανακάλυψη των αισθήσεων της ενοποίησης με τους ανώτερους εαυτούς μας, τον ΚΟΣΜΟ & τη ΦΥΣΗ»



Narendra Modi  
Πρωθυπουργός Ινδίας  
2014 έως και σήμερα

Εικόνα 2.12. Ministry of External Affairs, Government of India,  
<https://www.mea.gov.in/idy.htm> assessed at 12 May 2021



**Εικόνα 2.13.** Ministry of External Affairs, Government of India, <https://www.mea.gov.in/idy.htm> assessed at 12 May 2021

**Διαπνευμονική πίεση** (Vander et al., 2001, <http://physiology.med.uoa.gr/fileadmin/physiology.med.uoa.gr/uploads/Parousiaseis/Dimoroulou/c.pdf>). Ως διαπνευμονική πίεση (Palv-Pip) ορίζεται η δύναμη που είναι υπεύθυνη για την έκπτυξη των πνευμόνων και παράλληλα αντίθετη με την ελαστική επαναφορά των μερικά διατεταμένων πνευμόνων. Η διαπνευμονική πίεση είναι δυνατόν να μεταβληθεί και με τη σειρά της να προκαλέσει αλλαγές στο μέγεθος των πνευμόνων, με αντίκτυπο στην κυψελιδική πίεση (μεταβάλλεται) και στη διαφορά πίεσης μεταξύ ατμόσφαιρας και κυψελίδων (Patm-Palv). Η μεταβολή της οφείλεται στην ικανότητα συστολής ή χάλασης των αναπνευστικών μυών, που προκαλεί αλλαγές στις διαστάσεις του θώρακα και τελικώς στην ίδια τη διαπνευμονική πίεση. Ως απάντηση στη λειτουργία της έρχεται η ελαστική επαναφορά. Στο πλαίσιο της σταθερής ισορροπίας μεταξύ των αναπνοών, η ελαστική επαναφορά ορίζεται ως η τάση μιας ελαστικής δομής να πηγαίνει ενάντια στη διάταση ή την παραμόρφωσή της. Πρόκειται για την απόλυτη ισορροπία στον κύκλο της αναπνοής, καθώς η λειτουργία της ελαστικής επαναφοράς, έχει την τάση να συνθλίψει τους πνεύμονες. Ωστόσο, για να αποφευχθεί αυτό, ενεργοποιείται η διαπνευμονική πίεση με την έκπτυξη των πνευμόνων και τον όγκο τους να παραμένει σταθερό.



Στην εισπνοή επικρατεί η αύξηση της διαπνευμονικής πίεσης, έναντι της ελαστικής επαναφοράς, με την έκπτυξη και παθητική μεγέθυνση των πνευμόνων. Συγκεκριμένα, κατά την εισπνοή ασκούνται στους πνεύμονες και οι δυνάμεις της διαπνευμονικής πίεσης και της ελαστικής επαναφοράς (σταθερός όγκος), με την επικράτηση όμως της πρώτης, οι πνεύμονες διατείνονται ακόμα περισσότερο. Αντίθετα, κατά την εκπνοή, το θωρακικό τοίχωμα, έλκεται πλέον προς τα κάτω και έσω για να επανέλθει στη θέση του, τερματίζοντας την έκπτυξη των πνευμόνων. Αυτό σημαίνει πως, κατά την εκπνοή υπερισχύει της διαπνευμονικής πίεσης η ελαστική επαναφορά.

Εν συνεχεία, κυριότερη μεταβλητή ισορροπίας μεταξύ των μερικώς διατεταμένων πνευμόνων και του μερικά συμπιεσμένου θωρακικού τοιχώματος μεταξύ των αναπνοών, είναι η Υπατμοσφαιρική Ενδοπλεύριος πίεση. Σκοπός της είναι να εμποδίσει την απομάκρυνση του θωρακικού τοιχώματος και των δύο πνευμόνων πέρα από μία ελάχιστη απόσταση. Κατά την εισπνοή, παρατηρείται μεγαλύτερη υπατμοσφαιρική πίεση του ενδοπλεύριου υγρού, λόγω της συστολής των εισπνευστικών μυών και της μεγάλης έκπτυξης του θώρακα και των πνευμόνων. Ενώ κατά την εκπνοή, η υπατμοσφαιρική πίεση μειώνεται, μαζί με τη διαπνευμονική, χάρη στην ελαστική επαναφορά των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος στην αρχική τους θέση.

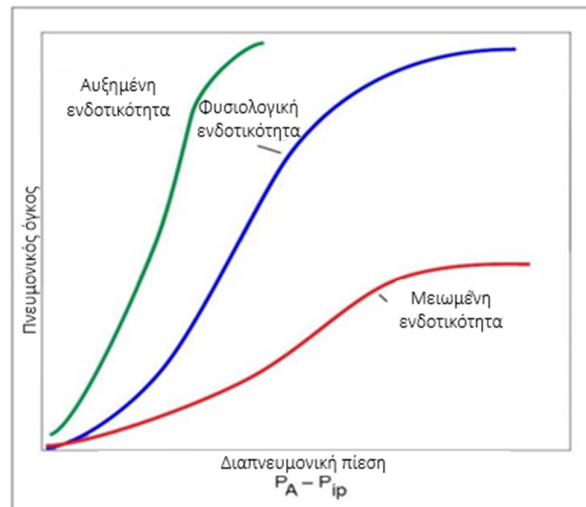
**Πνευμονική Ενδοτικότητα** (Vander et al., 2001; Otis et al., 1950). Σημαντικό ρόλο στην αυξομείωση της διαπνευμονικής πίεσης, της ελαστικής επαναφοράς αλλά και της υπατμοσφαιρικής ενδοπλεύριου πίεσης, διαδραματίζει η πνευμονική ενδοτικότητα. Ως πνευμονική ενδοτικότητα (CL), ορίζεται το μέγεθος, στο οποίο μπορεί να μεταβληθεί ο πνευμονικός όγκος ( $\Delta V_1$ ), που προκαλείται από μία συγκεκριμένη αλλαγή. Αυτή η κατάσταση αποδίδεται με την παρακάτω εξίσωση, ( $L = \Delta V_1 / \Delta (P_{alv} - P_{ip})$ ). Συνεπώς, το πόσο πολύ μπορούν να διαταθούν οι πνεύμονες καθορίζει πόσο μεγάλη ενδοτικότητα έχουν και σε ποιο βαθμό θα μπορεί η διαπνευμονική πίεση να τους εκπτύξει. Στην περίπτωση που οι πνεύμονες χαρακτηρίζονται από χαμηλή πνευμονική ενδοτικότητα, η διαπνευμονική πίεση που απαιτείται είναι συγκριτικά μεγαλύτερη, από ένα πνεύμονα με υψηλή ικανότητα διάτασης. (Vander et al., 2001).

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ενδοτικότητα των πνευμόνων είναι δύο και χωρίζονται στην ικανότητα διάτασης των πνευμόνων κατά την εισπνοή και στην ικανότητα υπερνίκησης της επιφάνειας του υγρού στρώματος, που περιβάλλει τις κυψελίδες. Δηλαδή, πέρα από τη διάταση των συνδετικών ιστών των πνευμόνων, η διαπνευμονική πίεση πρέπει να ξεπεράσει, την αντίσταση της επιφανειακής τάσης, της

υγρής επιφάνειας των κυψελίδων, για να εξασφαλισθεί η ομαλή λειτουργία της αναπνοής. Σύμμαχος σε αυτό είναι τα κυψελιδικά κύτταρα τύπου II, τα οποία εκκρίνουν τον επιφανειοδραστικό παράγοντα. Ο επιφανειοδραστικός παράγοντας, ενεργοποιείται με αυξημένη έκκριση του κατά τη βαθιά αναπνοή και μειώνεται η δράση του κατά τις ρηχές αναπνοές. Η λειτουργία της ουσίας αυτής είναι, η διευκόλυνση της διατασιμότητας των πνευμόνων και η αύξηση της ενδοτικότητάς τους. Αυτό καθίσταται εφικτό επειδή μειώνονται οι συνεκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του ύδατος στην επιφάνεια των κυψελίδων και επομένως, μειώνεται η γενικότερη επιφανειακή τους τάση.

Επιπλέον, οι αναπνευστικοί μυς χρειάζεται να υπερνικήσουν διάφορους τύπους δυνάμεων αντίστασης, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι αναπνευστικές κινήσεις. Ένα τέτοιο είδος αντιστάσεων που συναντάται κατά τη διάρκεια της αναπνοής είναι, οι αντιστάσεις των αεραγωγών. Δύο πολύ σημαντικές παράμετροι για τη διατήρηση ανοικτών των αεραγωγών και την υπερνίκηση των αντιστάσεών τους είναι, η διαπνευμονική πίεση και οι ελαστικές ίνες του συνδετικού ιστού. Συγκεκριμένα, με την αύξηση της διαπνευμονικής πίεσης κατά την εισπνοή και την έκπτυξη των πνευμόνων, μεγαλώνει η ακτίνα των αεραγωγών, μειώνοντας έτσι τις αντιστάσεις τους. Το αντίθετο συμβαίνει κατά την εκπνοή. Αντίστοιχα, οι ελαστικές ίνες του συνδετικού ιστού, έλκονται κατά την έκπτυξη των πνευμόνων, διατηρώντας τους αεραγωγούς ανοιχτούς. Η δράση των ελαστικών ινών ονομάζεται, περιφερική έλξη και μαζί με την διαπνευμονική πίεση, συγκροτούν, δύο πολύ σημαντικούς παράγοντες για την ομαλή λειτουργία της αναπνοής.





**Σχήμα 3.4.** Γραφική αναπαράσταση της φυσιολογικής και μειωμένης πνευμονικής ενδοτικότητας.

<https://web.duke.edu/histology/MBS/Videos/Phys/Phys%205.2%20Resp%20Lung%200Volumes/Phys%205.2%20Resp%20Lung%20Volumes.pdf>, απόδοση στα ελληνικά, ανάκτηση 13 Μαΐου 2021.