



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ: ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: «Οι Διαφορές Χαρακτηριστικών Φωνής και η Επίδραση
των Μελωδικών Ασκήσεων μεταξύ Παιδιών της Ηλικιακής
Ομάδας 6 έως 14 Ετών»

Μπράτη Αντιγόνη (Α.Μ. 1038)

Επιβλέπων Καθηγητής: Ταφιάδης Διονύσιος

Επίκουρος Καθηγητής

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ: ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

*Θέμα: «Οι Διαφορές Χαρακτηριστικών Φωνής και η Επίδραση
των Μελωδικών Ασκήσεων μεταξύ Παιδιών της Ηλικιακής
Ομάδας 6 έως 14 Ετών»*

Μπράτη Αντιγόνη (Α.Μ. 1038)

Επιβλέπων Καθηγητής: Ταφιάδης Διονύσιος

Επίκουρος Καθηγητής

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος, 2024

**Differences in Voice Characteristics and the Effect of
Melodic Exercises among Children in the Age Group 6 to 14
Years**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος, 2024

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Διονύσιος Ταφιάδης,

Δρ. Λογοπαθολόγος-Λογοθεραπευτής, Επίκουρος Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ. Χειρουργός-ΩΡΛ, Καθηγήτρια

3. Μέλος επιτροπής

Ευτέρπη Παυλίδου,

Δρ. Παιδίατρος-Παιδονευρολόγος, Επίκουρη Καθηγήτρια

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ. Χειρουργός-ΩΡΛ, Καθηγήτρια

Υπογραφή

© Μπράτη Αντιγόνη, 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ' ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για την συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Μπράτη Αντιγόνη

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προτού προχωρήσουμε στην έρευνα και τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον υπεύθυνο επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ταφιάδη Διονύσιο, ο οποίος συνέλαβε στην ολοκλήρωση της παρούσας έρευνας με τον αρτιότερο τρόπο και την αποτελεσματική του καθοδήγηση.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με υπομονή και κατανόηση ήταν δίπλα μου κάθε στιγμή, δίνοντας μου κουράγιο και δύναμη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα παιδιά και τους γονείς τους, που δέχτηκαν να συμμετάσχουν σε αυτό το ερευνητικό εγχείρημα, διότι χωρίς αυτούς δεν θα ήταν εφικτό να ολοκληρωθεί η παρούσα μελέτη.

Μπράτη Αντιγόνη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπόβαθρο: Η φωνή είναι συνδεδεμένη με όλες τις δραστηριότητες της ζωής μας και είναι ένας από τους βασικούς υποστηρικτικούς μηχανισμούς της επικοινωνίας τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες για την επίδραση των μελωδικών ασκήσεων σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Η αξιολόγηση της φωνής και η καταγραφής της είναι μια πάγια διαδικασία μέσα στην λογοθεραπευτική και ιατρική κλινική πράξη.

Δείγμα και Μέθοδος: Στη παρούσα μελέτη συμμετείχαν παιδιά χωρίς κάποια διαταραχή επικοινωνίας ή φώνησης. Το δείγμα είναι παιδιά που φοιτούν σε ωδεία της ελληνικής επικράτειας αλλά και παιδιά που δεν παρακολουθούν σε αυτά (ομάδα ελέγχου). Οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν με βάση την ηλικία, το φύλο και το αν φοιτούν σε ωδεία ή όχι. Η επιλογή του δείγματος είχε ηλικιακή ομοιογένεια, έγινε ανεξάρτητα από καταγωγή, οικογενειακή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Ακολούθησαν όλα τα πρωτόκολλα διασφάλισης την ανωνυμίας των συμμετεχόντων. Χρησιμοποιήθηκαν εξειδικευμένες αντικειμενικές και υποκειμενικές αξιολογήσεις της φωνής.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης των φωνημάτων /a/ και /e/. Επίσης δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /u/ πλην του \max_pitch $t(64) = 2.463$, $p < 0.005$. Τέλος υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων της έρευνας στο συνολικό σκορ του MPT $t(64) = 1.489$, $p < 0.005$ και το συνολικό σκορ του S/Z Ratio $t(64) = 1.114$, $p < 0.005$.

Συμπέρασμα: Από την έρευνα αυτή συμπεραίνουμε πως οι μελωδικές ασκήσεις βοηθούν τα παιδιά στο μέγιστο χρόνο φώνησης (MPT) και στη μεγαλύτερη τιμή του \max_pitch του φωνήματος u. Ωστόσο παρατηρείται πως η ομάδα παιδιών που παρακολουθούν μαθήματα έχει υψηλότερη τιμή s/z Ratio από την ομάδα ελέγχου. Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε πως η ομάδα παιδιών που παρακολουθεί μαθήματα σε ωδείο έχει περισσότερες πιθανότητες παθολογικών καταστάσεων στη φώνηση μελλοντικά, από τα παιδιά που δεν παρακολουθούν μαθήματα σε ωδείο. Παρά ταύτα πολυάριθμοι

συγγραφείς έχουν αμφιβολίες για την εγκυρότητα της συγκεκριμένης μέτρησης(Colton et al., 2022).

Λέξεις κλειδιά: αξιολόγησης, μελωδικές ασκήσεις, σολφέζ, παιδιατρική φώνηση, μουσική.

ABSTRACT

Background: The voice is connected to all our life activities and is one of the main supporting mechanisms of communication in both children and adults. In the literature there are studies on the effect of melodic exercises on different populations. The evaluation of the voice and its recording is a constant process in speech therapy and medical clinical practice.

Sample and Method: Children without any communication or speech disorder participated in the present study. The sample is children attending conservatories in the Greek territory as well as children who do not attend them (control group). The participants were grouped based on age, gender and whether or not they attend a conservatory. The selection of the sample had age homogeneity, regardless of origin, family and socio-economic status. All protocols were followed to ensure the anonymity of the participants. Expert objective and subjective assessments of voice were used.

Results: The results of the study showed that there were no statistically significant differences between the group that received lessons in the conservatory and the group that did not receive all the acoustic measures of the sustained pronunciation of the phonemes /a/ and /e/. There are also no statistically significant differences between the group that was admitted to the conservatory and the one that was not for all lessons of acoustic measurements of the sustained pronunciation of /u/ except for $\text{max_pitch } t(64) = 2.463, p < 0.005$. Finally, there is a significant difference between the two research groups in the result of the MPT $t(64) = 1.489, p < 0.005$ and the total score of the S/Z Ratio $t(64) = 1.114, p < 0.005$.

Discussion: From this research we conclude that the melodic exercises help the children in the maximum pronunciation time (MPT) and in the highest value of max_pitch of the phoneme u. However, it is observed that the group of children attending classes has a higher value of s/z Ratio than the control group. So we could say that the group of children who attend conservatory lessons have more chances of pathological conditions in the future, than the children who do not attend conservatory lessons. Despite this, numerous authors have doubts about the validity of this specific measurement (Colton et al., 2022).

Key words: assessment, melodic exercises, solfège, pediatric phonation, music.

Ευρετήριο Συντομογραφιών

Αγγλικοί Όροι

Maximum Phonation Time: MPT

Mean harmonics-to-noise ratio: HNR

Μέγιστο εύρος φωνητικών συχνοτήτων: MPFR

General Data Protection Regulation: GDPR

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	10
Ευρετήριο Συντομογραφιών.....	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
Α. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	16
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ.....	16
ΟΡΙΣΜΟΣ ΦΩΝΗΣΗΣ.....	16
1.1. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	18
1.2. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣΗΣ.....	19
1.2.1. ΛΑΡΥΓΓΑΣ.....	19
1.2.1.2. ΧΟΝΔΡΟΙ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	20
1.2.1.3. ΜΥΕΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	23
1.2.1.4. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΚΑΙ ΥΜΕΝΕΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	28
1.2.1.5. ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	39
1.2.1.6. ΠΤΥΧΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΛΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	30
1.2.1.7. ΑΓΓΕΙΩΣΗ ΚΑΙ ΛΕΜΦΑΓΓΕΙΑ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	32
1.2.1.8. ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	32
1.2.1.9. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ.....	34
1.2.2. ΦΩΝΗΤΙΚΕΣ ΧΟΡΔΕΣ.....	38
1.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΗΧΗΣΗΣ.....	39
1.3.1. ΦΑΡΥΓΓΑΣ.....	40
1.3.2. ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ.....	41
1.3.3. ΡΙΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΡΡΙΝΙΟΙ ΚΟΛΠΟΙ.....	42

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ ΦΩΝΗΣ.....	44
2.1. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ ΤΟΥ ΤΡΑΓΟΥΔΙΣΤΗ ΚΑΙ Η ΦΩΝΗΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	45
2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ ΦΩΝΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ.....	46
2.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ.....	46
Β. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	49
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	49
3.1. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	49
3.2. ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	49
3.2.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	49
3.2.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ-ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	50
3.3. ΑΠΟΡΡΗΤΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	52
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	54
4.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....	54
4.2. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕΣΩΝ.....	55
5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	59
5.1. ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	59
5.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φωνή ως αναπόσπαστο κομμάτι της ομιλίας και της επικοινωνίας, αποκαλύπτει το εσωτερικό του εαυτού μας και αποτελεί την αντανάκλαση της προσωπικότητας του ατόμου (Rosen & Sataloff, 1997; Bruckert et al, 2006). Τα χαρακτηριστικά της φωνής, όπως είναι η χροιά, ένταση, ύψος και αντήχηση, δίνουν την δυνατότητα αναγνώρισης της τυπικής φωνής (π.χ. ενός οδηγού) και την αναγνώριση της μονότονης αποσυνδεδεμένης φωνής (π.χ. ενός καταθλιπτικού ατόμου). Ωστόσο η αντίληψη των παραπάνω χαρακτηριστικών δεν είναι δυνατή από συγκεκριμένες ομάδες, όπως των ασθενών με άνοια οι οποίοι δεν μπορούν να αναγνωρίσουν ακόμα και την ίδια τους τη φωνή (Drapeau et al., 2009).

Η καταγραφή των χαρακτηριστικών της φωνής στη διάγνωση των προβλημάτων φωνής τόσο στην ιατρική όσο και στην λογοθεραπευτική πράξη είναι ιδιαίτερα σημαντική για την διάγνωση και την θεραπεία κάθε ατόμου (Shipley & McAfee, 2015). Συγκεκριμένα η καταγραφή πραγματοποιείται μέσω αντιληπτικών – ποιοτικών μετρήσεων ή αντικειμενικών μετρήσεων. Στις αντιληπτικές μετρήσεις καταγράφονται ποιοτικά χαρακτηριστικά φωνής σύμφωνα με τις υποκειμενικές αντιλήψεις ενός λογοθεραπευτή. Στις αντικειμενικές μετρήσεις η καταγραφή των χαρακτηριστικών φωνής γίνεται με εξειδικευμένες νέες τεχνολογίες καθώς και με ΩΡΛ ενδοσκοπήσεις του φωνητικού μηχανισμού. Έτσι δίνεται η δυνατότητα ποσοτικοποίησης και ο αντικειμενικός εντοπισμός ελλειμμάτων φωνής.

Η διεπιστημονική καταγραφή των χαρακτηριστικών φωνής δεν έχει πραγματοποιηθεί για τα ελληνικά δεδομένα, και θα δώσει νέες προοπτικές ελέγχου στην αξιολόγηση διαφορετικών πληθυσμών (Roy et al., 2007). Ακόμα θα δώσει τη δυνατότητα στον ειδικό φωνής να εντοπίσει πρώιμα τις διαταραχές φωνής (Shipley & McAfee, 2015) και τους παράγοντες κινδύνου που τις προκαλούν.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία έχει βρεθεί πως η φωνή τραγουδιστών και μη τραγουδιστών έχει ποικίλες φασματικές διαφορές που διακρίνουν αυτούς τους δύο πληθυσμούς. Συγκεκριμένα οι τραγουδιστές έχουν ευρύτερο MPFR, ειδικά στο υψηλότερο άκρο. Επίσης, το vibrato και οι μορφότυποι των τραγουδιστών είναι αποκλειστικά φωνητικά χαρακτηριστικά της φωνής των τραγουδιστών και αναπτύσσονται με φωνητική εκπαίδευση. Το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας σχετικά με τη φωνή του τραγουδιού έχει συγκρίνει μόνο τραγουδιστές με μη τραγουδιστές (Cohen et al., 2009; Jesus et al., 2009; Jones et al., 2002). Παρά ταύτα,

δεν υπάρχουν αναφορές για τις αλλαγές στη φωνή παιδιών ως αποτέλεσμα της φωνητικής εκπαίδευσης.

Με βάση τα παραπάνω ο απώτερος στόχος της πρότασης αυτής είναι να αποτελέσει το βήμα για την συστηματοποίηση της χρήσης των μελωδικών ασκήσεων με σκοπό την καλή ανάπτυξη του φωνητικού μηχανισμού των παιδιών. Το σκεπτικό της παρούσας έρευνας είναι η αποκάλυψη της επίδρασης των μελωδικών ασκήσεων σε μία ομάδα παιδιών που παρακολουθούν μαθήματα μελωδικών ασκήσεων σε ωδείο, σε σύγκριση με παιδιά που δεν παρακολουθούν. Ακόμα ένας στόχος είναι να εντοπιστούν αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο υποομάδων ως προς τα MPFR, το βιμπράτο και τα χαρακτηριστικά φωνής τους.

A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο Κεφάλαιο: Ανατομία και Φυσιολογία

Ορισμός Φώνησης

Η φώνηση αντιστοιχεί στην δόνηση των φωνητικών χορδών. Οι δονούμενες φωνητικές χορδές είναι η κεντρική πηγή του περιοδικού ήχου της ομιλίας. Συναντώνται και άλλες περιοδικές πηγές ήχου, όπως τα παλλόμενα χείλη, ωστόσο είναι πολύ λίγες συγκεντρωμένες με τον ήχο που παράγεται μέσω των φωνητικών χορδών. Επιπρόσθετα συναντώνται και μη περιοδικές πηγές ήχου(π.χ. εκείνες για την παραγωγή άηχων ήχων). Υπάρχει πιθανότητα οι φωνητικές χορδές να συμμετέχουν στην παραγωγή μη περιοδικού ήχου(π.χ. σύμφωνο /h/) (Colton et al., 2022).

Η ποιότητα της φώνησης εξαρτάται από τη μοναδικά στρωματοποιημένη υπερμικροσκοπική δομή των φωνητικών χορδών, όπου καθορίζεται από την κυτταρική και εξωκυττάρια ουσία (Colton et al., 2022).

Η φωνή αποτελεί αποτέλεσμα αλληλοεπίδρασης του αναπνευστικού συστήματος, του λάρυγγα και του ηχητικού συστήματος. Ο εμπνεόμενος αέρας από τους πνεύμονες διέρχεται από τις φωνητικές χορδές, οι οποίες πάλλονται, έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της φωνής.

Στη παραγωγή της φωνής συμμετέχουν:

1. Ένα σύστημα παραγωγής αέρα, μέρη του οποίου είναι ο πνεύμονας με την εισπνοή και την εκπνοή.
2. Ένα σύστημα εκπομπής, όπου περιέχει τον λάρυγγα και τις φωνητικές χορδές. Συγκεκριμένα οι φωνητικές χορδές ανοίγουν για να περάσει ο αέρας κατά την διαδικασία της εισπνοής και κλείνουν, πάλλονται κατά την διαδικασία της εκπνοής.
3. Ένα σύστημα αντήχησης, το οποίο περιέχει μια σειρά κοιλοτήτων: κοιλία του Morgagni, το φάρυγγα, το στόμα, τη μύτη και τους παραρρίνιους κόλπους.
4. Ένα σύστημα άρθρωσης, όπου δημιουργείται από ποικίλους σχηματισμούς: τα χείλη, τη γλώσσα, την υπερώα, το οδοντικό φραγμό. Μέσω αυτού του συστήματος αρθρώνονται διάφορες συλλαβές (Εξαρχάκος, 2001).

Υπάρχουν δύο θεωρίες για τον μηχανισμό της φώνησης: η μυοελαστική και η βλεννογονοκυματοειδής θεωρία.

Η μυοελαστική θεωρία:

αποτελεί την επικρατέστερη για την εξήγηση του μηχανισμού φώνησης θεωρία. Συγκεκριμένα αναφέρει πως η γλωττίδα μοιάζει με γλωσσίδα ελεγχόμενης τάσης, στην οποία η δόνηση είναι αποτέλεσμα σύγκρουσης δύο δυνάμεων, μιας κάθετης δύναμης του εκπνεόμενου αέρα και μιας οριζόντιας δύναμης της ίδιας της φωνητικής χορδής. Το άνοιγμα των φωνητικών χορδών προκαλεί η αύξηση της υπογλωττιδικής πίεσης, έχοντας ως συνέπεια τη διαφυγή αέρα και το διαδοχικό πλησίασμα των φωνητικών χορδών. Ακόμα η ελαστική τάση των φωνητικών χορδών και οι δίνες αέρα που δημιουργούνται(φαινόμενο Bernoulli), οδηγούν στη προσαγωγή των φωνητικών χορδών. Επιπρόσθετα το διαδοχικό παιχνίδι μεταξύ πίεσης αέρα και μυϊκής τάσης οδηγεί σε δονήσεις. Στις παραπάνω δονήσεις η συχνότητα σχετίζεται με την ελαστική τάση και το εύρος σχετίζεται με την πίεση του αέρα. Τα αντανακλαστικά που έχουν ως αρχή την εν τω βάθει αισθητικότητα και το ακουστικό όργανο ρυθμίζουν με τον μηχανισμό ανατροφοδότησης την τάση και την πίεση του αέρα. Επιπλέον διάσπαρτοι υποδοχείς συναντώνται στο βλεννογόνο, στους μυς και στις αρθρώσεις του λάρυγγα. Οι παραπάνω υποδοχείς είναι όμοιοι με εκείνους που βρίσκονται στους μυς των αρθρώσεων και στο ανθρώπινο σώμα (Εξαρχάκος, 2001).

Η βλεννογονοκυματοειδής θεωρία:

αποτελεί πιο πρόσφατη θεωρία που επιχειρεί να εξηγήσει τους ίδιους μηχανισμούς. Ιδιαίτερα αναφέρει πως βλεννογόνος είναι έδρα κυματοειδών δονήσεων από την υπογλωττιδική μοίρα και πάνω. Θεωρεί πως δεν υπάρχει δόνηση των φωνητικών χορδών, αλλά μια κυματοειδής κίνηση των πτυχών της βλεννογόνου. Οι μύες έχουν ως βασικό σκοπό τον έλεγχο της έντασης του ήχου. Επίσης η συχνότητα συνδέεται με την τάση. Ακόμα το κατώτερο μέρος των φωνητικών χορδών είναι το πρώτο που κλείνει και το πρώτο που ανοίγει, διότι η κυματοειδής κίνηση είναι αποτέλεσμα μιας διαφοράς φάσης σε κάθε επίπεδο (Εξαρχάκος, 2001).

1.1. Αναπνευστικό Σύστημα

Η αναπνοή, με την πιο ευρεία έννοια, αποτελεί την ανταλλαγή αερίων μεταξύ ενός οργανισμού-περιβάλλοντος, την χρήση O^2 και την παραγωγή CO^2 (Λάζος, 1996).

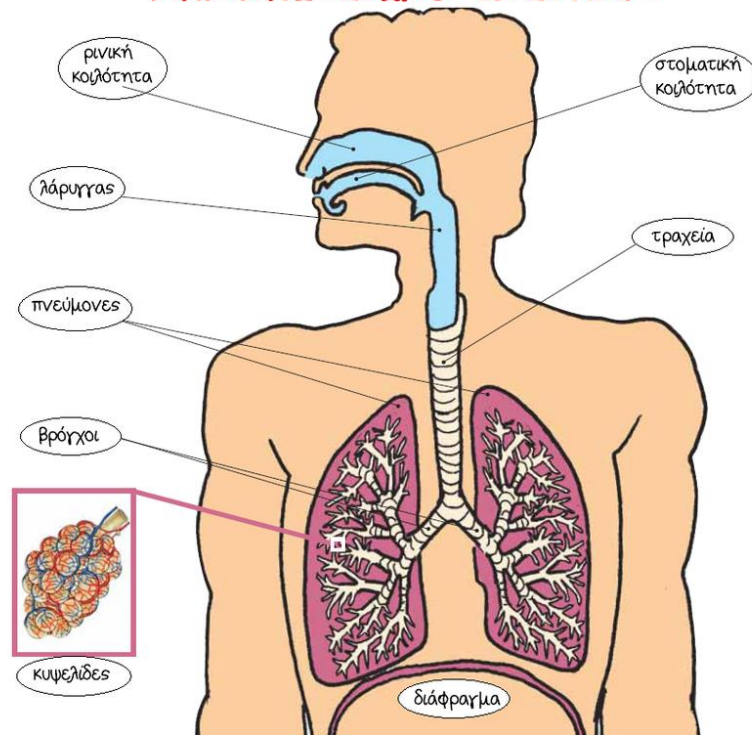
Η αναπνοή είναι ζωτικής σημασίας στην ανταλλαγή αερίων με πολύ καλή απόδοση μέχρι και ένα δισεκατομμύριο αναπνοές στην ανθρώπινη ζωή. Ελέγχεται από το νευρικό σύστημα και οι υποκείμενοι μηχανισμοί είναι απλοί, σε σύγκριση με άλλες ανώτερες λειτουργίες όπως μάθηση, μνήμη. Η ρυθμική δραστηριότητα με σχέδια στους σκελετικούς μύες που προσαρμόζει κάθε αναπνοή δημιουργείται και μεταδίδεται μέσω της γεννήτριας κεντρικών μοτίβων αναπνοής (bCPG). Σκοπός του παραπάνω είναι η εξασφάλιση επαρκούς παροχής O^2 και οξείας απομάκρυνσης CO^2 ενόψει των μεταβαλλόμενων μεταβολικών απαιτήσεων και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Ακόμα είναι η προστασία της βατότητας των αεραγωγών και της υγείας των πνευμόνων. Τέλος είναι η συμμετοχή και ο συντονισμός με άλλες συμπεριφορές. Για την επίτευξη των παραπάνω η αναπνοή απαιτείται να είναι στιβαρή και ασταθής, με αποτέλεσμα να αποτελεί μια περίπλοκη συμπεριφορά με φανταστικές πτυχές που ξεπερνούν την παραγωγή ροής αέρα (Ashhad et al., 2022).

Το αναπνευστικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την αναπνοή και αποτελείται από την άνω και την κάτω αεροφόρα οδό. Η άνω αεροφόρα οδός περιέχει τη ρίνα, το ρινοφάρυγγα και το στοματοφάρυγγα (όργανα που εξυπηρετούν και άλλες λειτουργίες), ενώ η κάτω αεροφόρα οδός αποτελείται από την τραχεία, τους δυο βρόγχους, το λάρυγγα και τους δυο πνεύμονες (Λάζος, 1996).

Κατά την διαδικασία ήρεμης αναπνοής, ενεργοποιούνται οι εισπνευστικοί μύες με σκοπό την αύξηση του ενδοθωρακικού όγκου. Ιδιαίτερα ο ενδοθωρακικός όγκος μειώνει την υπεζωκοτική πίεση και αυξάνει τη διατοιχωματική πίεση, έχοντας ως αποτέλεσμα να επεκτείνει προς τα έξω τις κυψελίδες από τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα. Έχοντας ως δεδομένο πως η ανάκρουση του πνεύμονα είναι προς τα μέσα και η ανάκρουση του θωρακικού τοιχώματος είναι προς τα έξω από τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα, η εργασία των εισπνευστικών μυών αποτελεί κύριο στοιχείο για να ξεπεραστεί η αυξανόμενη πνευμονική ανάκρουση, αφού ο πνεύμονας διευρύνεται στον τελικό εισπνευστικό όγκο του πνεύμονα.

Στο τελευταίο στάδιο της εισπνοής, οι εισπνευστικοί μύες χαλαρώνουν και η παθητική ανάκρουση του πνεύμονα τραβά τον πνεύμονα και το θωρακικό τοίχωμα πίσω προς τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (Kaminsky et al., 2023).

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Εικόνα 1. Το αναπνευστικό σύστημα(Αναρτήθηκε από:

<https://digitalzoot.weebly.com/alphanualphapinupepsilonupsilonsigmaetauiotakappaomicron-sigmaupsilonsigmaetauetamualpha.html>)

1.2. Το Σύστημα της Φώνησης

Το σύστημα φώνησης είναι η πηγή των ηχηρών ήχων. Η φυσιολογική φώνηση (παραγωγή φωνής) είναι αποτέλεσμα της φυσιολογικής εκπνευστικής ροής αέρα, της φυσιολογικής δομής και λειτουργίας των φωνητικών δομών , της φυσιολογικής υπεργλωττιδικής δομής και λειτουργίας, και του φυσιολογικού ελέγχου του νευρικού συστήματος. Τέλος η φωνή του ατόμου μπορεί να ακουστεί όταν μιλάει, τραγουδά, γελάει , κλαίει ή ουρλιάζει (Boone, et al.).

1.2.1 Λάρυγγας

Ο λάρυγγας αποτελεί μια δυναμική, εύκαμπτη δομή που σχηματίζεται από έναν χόνδρινο πυρήνα με διασυνδεόμενες μεμβράνες και σχετικό μυϊκό σύστημα. Επίσης αποτελεί δομή μέσης γραμμής στη διεπιφάνεια ανάμεσα στη πεπτική και αναπνευστική οδό (Allen et al., 2023). Είναι το πιο βασικό όργανο φώνησης και μέρος της άνω αεροφόρου οδού. Τοποθετείται στη μέση γραμμή του τραχήλου προς το 4^ο,5^ο και 6^ο

αυχενικό σπόνδυλο, κάτω από το υοειδές οστό, στο οποίο κρέμεται, κάτω και μπροστά από τον υποφάρυγγα (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Ο σκελετός του λάρυγγα σχηματίζεται από χόνδρους, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με διαρθρώσεις και συνδέσμους αλλά και από γραμμωτούς μύες που κινούν τους χόνδρους. Ακόμα εμφανίζει κοιλότητα η οποία επαλείφεται από βλεννογόνο και περιέχει αγγεία και νεύρα (Λάζος, 1996).

Στον γυναικείο πληθυσμό ο λάρυγγας βρίσκεται 0,5-1 σπόνδυλο πιο ψηλά, ενώ στα νεογνά και παιδιά ακόμα πιο ψηλά. Ωστόσο στους υπερήλικες βρίσκεται χαμηλότερα (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Βοηθά τη στέγαση των φωνητικών χορδών, την παραγωγή φωνήματος και πολλές άλλες λειτουργίες που περιλαμβάνουν, ενδεικτικά, την προστασία των αεραγωγών, τη ρύθμιση της ενδοθωρακικής πίεσης και τη ρύθμιση των ενδοκοιλιακών πιέσεων. Ακόμα η ανατομική θέση, η σύσταση, οι σχετικοί μύες και η νεύρωση του λάρυγγα έχουν σημαντικό ρόλο στις παραπάνω λειτουργίες (Allen et al., 2023).

1.2.1.2. Χόνδροι του Λάρυγγα

Ο σκελετός του λάρυγγα αποτελείται από υαλοειδή χόνδρο. Καθώς ο άνθρωπος μεγαλώνει ο χόνδρος γίνεται πιο οστεοποιημένος, παρόλο που σε νεαρή ηλικία ο χόνδρος είναι περισσότερο μαλακός και εύκαμπτος από το οστό (Colton et al., 2022).

Οι χόνδροι του λάρυγγα χωρίζονται στους εξής τομείς:

1. Μείζονες χόνδρους, όπου τους αποτελούν:

Θυροειδής χόνδρος:

Ο μεγαλύτερος χόνδρος του λάρυγγα, όπου έχει σχήμα ασπίδας και μπορεί να προστατεύει τις εσωτερικές δομές. Αποτελείται από το «μήλο του Αδάμ», δηλαδή την προς τα εμπρός δίοδρη γωνία που σχηματίζεται από τα δύο πέταλα του χόνδρου (σε μερικούς άνδρες). Ιδιαίτερα ο θυροειδής χόνδρος σχηματίζεται από δυο θυροειδικά πέταλα, τα οποία ενώνονται στη μέση γραμμή και σχηματίζουν μία δίοδρη γωνία (πιο οξεία στους άνδρες από ότι στις γυναίκες). Υπεύθυνοι για το πιο προεξέχον περίγραμμα του λάρυγγα στον ανδρικό λαιμό είναι η πιο οξεία δίοδρη γωνία στον σχηματισμό του θυροειδούς χόνδρου και το μέγεθος του λάρυγγα.

Τα οπίσθια όρια των δύο πετάλων οδηγούν σε δύο κερατοειδείς αποφύσεις ή κέρατα. Συγκεκριμένα το άνω κέρασ συνδέει τον θυροειδή χόνδρο με το υοειδές οστό

και το κάτω κέρασ αρθρώνεται με τον κρικοειδή χόνδρο προς τα κάτω (Colton et al., 2022).

Κρικοειδής χόνδρος:

Ο αμέσως μικρότερος χόνδρος του λάρυγγα, όπου περιβάλλει πλήρως την τραχεία. Γνωστός και ως «ανώτατος τραχειακός κρίκος», διαφέρει αρκετά στο σχήμα από τα κατώτερα τραχειακά ημικρίκια. Χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερο ύψος προς τα πίσω ενώ σταδιακά χάνει το ύψος του προς τα εμπρός, είναι αρκετά κοντός στην μπροστινή επιφάνεια σχηματίζοντας το τόξο του κρικοειδούς χόνδρου. Ο θυρεοειδής χόνδρος με τον κρικοειδή αρθρώνονται στην οπίσθια πλάγια επιφάνειά του κρικοειδή χόνδρου. Αυτή η άρθρωση επιτρέπει μία κίνηση κύλισης του θυρεοειδούς επί του κρικοειδούς χόνδρου αριστερά και μία μικρή κίνηση προσθοπίσθια στα δεξιά. Επιπλέον στην οπίσθια άνω επιφάνεια οι αρυταινοειδείς χόνδροι αρθρώνονται με τους κρικοειδής χόνδρους (Colton et al., 2022).

Αρυταινοειδείς χόνδροι:

Σχηματίζονται από δύο αρυταινοειδείς χόνδρους, όπου ο καθένας βρίσκεται αμφοτερόπλευρα της μέσης γραμμής στην οπίσθια άνω επιφάνεια του κρικοειδούς χόνδρου. Ιδιαίτερα έχουν σχήμα πυραμίδας και αποτελούνται από τέσσερις επιφάνειες, τρεις γωνίες στη βάση και ένα σημείο στη κορυφή. Η πιο σημαντική επιφάνεια είναι αυτή της βάσης, λόγω του ότι οι βασικοί αυτόχθονες μύες καταφύονται σε δύο από τις τρεις γωνίες της.

Φωνητική απόφυση: η πιο πρόσθια γωνία της βάσης του αρυταινοειδούς χόνδρου, όπου συνάπτεται η γνήσια φωνητική χορδή.

Μυϊκή απόφυση: η πλάγια(έξω) γωνία, όπου είναι το σημείο κατάφυσης του οπίσθιου κρικοαρυταινοειδούς μύος και του έξω κρικοαρυταινοειδούς μύος.

Επιπλέον κυρτή είναι η επιφάνεια του αρυταινοειδούς χόνδρου που αρθρώνεται με τον κρικοειδή χόνδρο. Επίσης κοίλη είναι η επιφάνεια του κρικοειδούς χόνδρου που υποδέχεται τον αρυταινοειδή χόνδρο. Οι παραπάνω επιφάνειες ορίζουν την κίνηση του αρυταινοειδούς χόνδρου επί του κρικοειδούς χόνδρου. Μόνο μία κίνηση κύλισης επιτρέπεται, εξαιτίας του σχήματος των επιφανειών που προαναφέρθηκαν (Colton et al., 2022).

2. Άλλοι χόνδροι που είναι αρκετά μικρότεροι και αποτελούν μέρος άλλων δομών:

Ο χόνδρος της επιγλωττίδας:

Έχει σχήμα φύλλου και αρθρώνεται στην έσω επιφάνεια του θυρεοειδούς χόνδρου στη συνένωση των θυρεοειδών πετάλων. Επίσης η πρόσθια επιφάνεια της επιγλωττίδας συνδέεται με το υοειδές οστό μέσω ενός συνδέσμου.

Η αναστροφή της επιγλωττίδας συμμετέχει στην προστασία του αγωγού και στη κατεύθυνση των στερεών και υγρών μέσα στον οισοφάγο. Ακόμα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το τράβηγμα της επιγλωττίδας πάνω από το λαρυγγικό άνοιγμα να επηρεάσει τη μετάδοση του ήχου και να μειώσει το επίπεδο της έντασης.

Η επιγλωττίδα έχει διάφορα σχήματα και καμπυλότητες. Ιδιαίτερα όταν επισκοπείται με λαρυγγικό κάτοπτρο ή ενδοσκόπιο είναι ελαφρά κυρτή. Επιπρόσθετα κάποιες φορές έχει σχήμα ωμέγα, επονομαζόμενη ως «επιγλωττίδα σχήματος ωμέγα», εντοπίζεται πιο συχνά σε ανώριμους ή σε παιδικούς λάρυγγες (Colton et al., 2022).

Κερατοειδείς χόνδροι:

Είναι μικροί χόνδροι, έχουν σχήμα κώνου και συνάπτονται στις κορυφές των αρυταινοειδών χόνδρων (Colton et al., 2022).

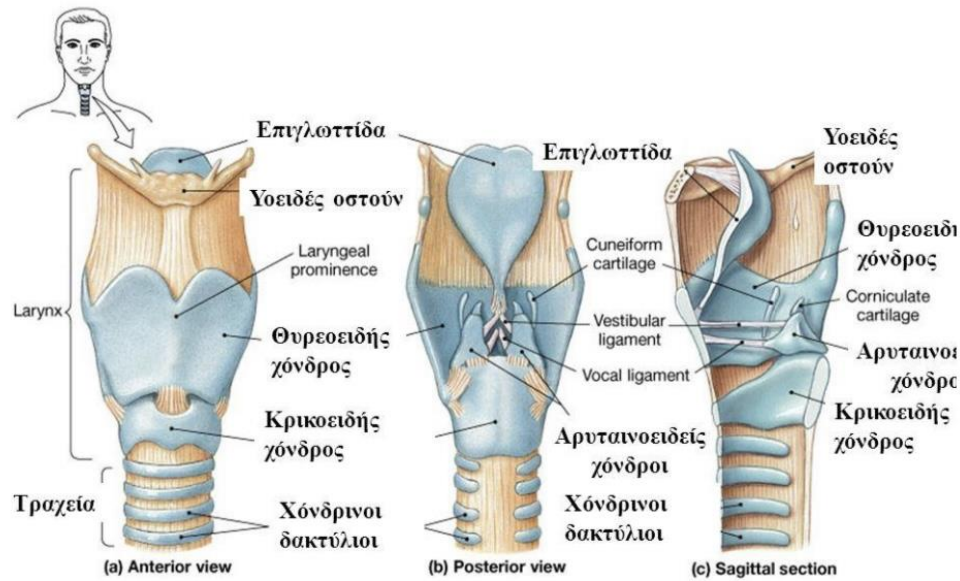
Σησαμοειδείς χόνδροι:

Είναι μικροί χόνδροι, έχουν σχήμα ραβδιού και βρίσκονται μέσα στην αρυταινοεπιγλωττιδική πτυχή (πτυχωση βλεννογόνου και μυών που υπάρχει μεταξύ αρυταινοειδών χόνδρων και της επιγλωττίδας (Colton et al., 2022).

Σφηνοειδείς χόνδροι:

Είναι μικροί χόνδροι και είναι ενσωματωμένοι στον μυϊκό ιστό που συνδέει τους αρυταινοειδείς χόνδρους με την επιγλωττίδα (Colton et al., 2022). Δεν είναι εύκολα ορατοί, ωστόσο αναδεικνύονται από τα σφηνοειδή φύματα και καλύπτονται από μαλακά μόρια (McFarland, 2011).

Ανατομία λάρυγγα



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 23.4

Εικόνα 2. Χόνδροι του Λάρυγγα (Αναρτήθηκε από:

<https://slideplayer.gr/slide/11525411/>)

1.2.1.3. Μύες του Λάρυγγα

Οι μύες του λάρυγγα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Ετερόχθονες και Αυτόχθονες.

1. *Ετερόχθονες μύες:* το ένα άκρο τους προσφύεται σε δομές μέσα στον λάρυγγα, ενώ το άλλο άκρο ή άκρα έχουν πρόσφυση σε δομές που είναι εκτός λάρυγγα. Όλοι αυτοί οι μύες έχουν την λαρυγγική τους πρόσφυση στο υοειδές οστό (διακριτή ανατομική οντότητα).

Οι πρόσφυσης εκτός του λάρυγγα περιλαμβάνουν ποικίλους τομείς, όπως: η κάτω γνάθος, η μαστοειδής απόφυση και δομές του θώρακα (Colton et al., 2022).

Υπάρχουν 8 μύες 4 βρίσκονται κάτωθεν του ιδέες του και 4 άνωθεν αυτού και έτσι διακρίνονται στις ομάδες **άνωθεν** και **κάτωθεν** του υοειδούς οστού και είναι οι εξής:

Μύες άνωθεν του υοειδούς οστού:

Διγάζτορας μυς

Η πρόσθια γαστέρα εκφύεται από το κατώτερο χείλος της κάτω γνάθου κοντά στη γενειακή σύμφυση, ενώ η οπίσθια γαστέρα εκφύεται από τη μαστοειδή απόφυση. Ακόμα η πρόσθια γαστέρα καταφύεται στο διάμεσο τένων, ενώ η οπίσθια γαστέρα καταφύεται στο διάμεσο τένων(που συνδέεται με το υοειδές οστό) (Colton et al., 2022).

Λειτουργία: Η πρόσθια γαστέρα έλκει το υοειδές οστό προς τα εμπρός και ελαφρά προς τα επάνω (Colton et al., 2022).

Γναθοϋοειδής μυς

Αποτελεί ένα λεπτό μυ που σχηματίζει το έδαφος του στόματος. Ιδιαίτερα εκφύεται κατά μήκος της γναθοϋοειδούς γραμμής στην έσω επιφάνεια της κάτω γνάθου. Ακόμα καταφύεται καθώς οι περισσότερες μυϊκές ίνες ενώνονται με αυτές του αντίθετου μύος στη ραφή της μέσης γραμμής (Colton et al., 2022).

Λειτουργία: Έλκει το υοειδές οστό προς τα εμπρός και ελαφριά προς τα άνω(Colton et al., 2022).

Γενειοϋοειδής μυς

Αποτελεί κυλινδρικό μυ που βρίσκεται πάνω από το εκφύεται από τον γναθοϋοειδή μυ. Εκφύεται από τη γενειακή άκανθα της γενειϊακής σύμφυσης της κάτω γνάθου και καταφύεται στην πρόσθια επιφάνεια του σώματος του υοειδούς οστού (Colton et al., 2022).

Λειτουργία: Έλκει το υοειδές οστό προς τα εμπρός και ελαφρά προς τα άνω (Colton et al., 2022).

Βελονοϋοειδής μυς

Αποτελεί ένα μακρύ και λεπτό μυ που βρίσκεται πάνω από την οπίσθια γαστέρα του διγάζτορα. Ιδιαίτερα εκφύεται από την βελονοειδή απόφυση του κροταφικού οστού και καταφύεται στο σώμα του υοειδούς οστού (Colton et al., 2022).

Λειτουργία: Έλκει το υοειδές οστό προς τα πίσω και προς τα άνω (Colton et al., 2022).

Μύες κάτωθεν του υοειδούς οστού:

Οι τέσσερις κάτωθεν του νοειδούς μύες κινούν τον λάρυγγα προς τα κάτω, προς τα εμπρός ή προς τα πίσω (McFarland, 2011).

Θυρεοϋοειδής μυς

Αποτελεί λεπτοφυή μυ που βρίσκεται κάτω από τον ωμοϋοειδή μυ. Ιδιαίτερα εκφύεται από τη λοξή γραμμή του πετάλου του θυρεοειδούς χόνδρου και καταφύεται στο κάτω χείλος του μείζονος κέρατου του νοειδούς οστού (Colton et al., 2022).

Λειτουργία: Μειώνει την απόσταση μεταξύ του θυρεοειδούς χόνδρου και του νοειδούς οστού(προς τα εμπρός) (Colton et al., 2022).

Στερνοθυρεοειδής μυς

Αποτελεί μακρύ λεπτοφυή μυ στην πρόσθια επιφάνεια του τραχήλου. Ιδιαίτερα εκφύεται από την οπίσθια επιφάνεια της λαβής του στέρνου και από το χόνδρο της πρώτης πλευράς. Επίσης καταφύεται στη λοξή γραμμή του θυρεοειδούς χόνδρου.

Λειτουργία: Έλκει προς τα κάτω τον θυροειδή χόνδρο (Colton et al., 2022).

Στερνοϋοειδής μυς

Εκφύεται από την οπίσθια επιφάνεια της λαβής του στέρνου και το έσω πέρας της κλείδας. Επίσης καταφύεται στο κάτω όριο του σώματος του νοειδούς οστού.

Λειτουργία: Έλκει προς τα κάτω τον θυρεοειδή χόνδρο (Colton et al., 2022).

Ωμοϋοειδής μυς

Αποτελεί μακρύ και στενό μυ με δύο γαστέρες που βρίσκεται στο πρόσθιο και πλάγιο μέρος του τραχήλου. Ιδιαίτερα εκφύεται στον κάτω γαστέρα κατά μήκος της άνω επιφάνειας της ωμοπλάτης και στον άνω γαστέρα στο διάμεσο τένων. Επίσης καταφύεται στον κάτω γαστέρα στο διάμεσο τένοντα και στον άνω γαστέρα στο χείλος του μείζονος κέρατος του νοειδούς οστού.

Λειτουργία: τραβούν προς τα κάτω το νοειδές οστό και οι δύο γαστέρες, ωστόσο η άνω γαστέρα έχει πιο εκσεσημασμένη δράση προς αυτή την κατεύθυνση (Colton et al., 2022).

2. *Αυτόχθονες μύες*: έχουν και τις δύο εκφύσεις τους σε δομές εντός του λάρυγγα.

Αποτελούνται από 5 μύες, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

Μεσαρυταινοειδής μυς

Αποτελεί μονήρη μυ, από μυϊκές ίνες που διατρέχουν προς δύο κατευθύνσεις, εγκάρσια και λοξά. Ιδιαίτερα εκφύεται από λοξές ίνες που ξεκινούν από την βάση του ενός αρυταινοειδούς έως την κορυφή του άλλου αρυταινοειδούς χόνδρου. Στη συνέχεια οδηγούνται στο πλάγιο χείλος του άλλου αρυταινοειδούς χόνδρου. Επιπλέον καταφύεται ο αντίστοιχος αρυταινοειδής χόνδρος.

Λειτουργία: Προσάγει τους αρυταινοειδείς χόνδρους και με αυτό τον τρόπο συγκλείνει το χόνδρινο τμήμα της γλώσσας (Colton et al., 2022).

Πλάγιος κρικοαρυταινοειδής μυς

Αποτελεί ένα ζεύγος μυών (ένας σε κάθε πλευρά) και έχει σχήμα βεντάλιας που εκτείνεται κατά μήκος της άνω επιφάνειας του αρυταινοειδούς χόνδρου. Συγκεκριμένα εκφύεται στο άνω χείλος του κρικοειδούς και καταφύεται στη πρόσθια επιφάνεια της μυϊκής απόφυσης του αρυταινοειδούς χόνδρου (Colton et al., 2022). Επίσης νευρώνεται από τον άνω κλάδο του παλίνδρομου λαρυγγικού νεύρου (McFarland, 2011).

Λειτουργία: Προσάγει τις φωνητικές αποφύσεις των αρυταινοειδών χόνδρων και έτσι συγκλείνει τη μεμβρανώδη γλωττίδα.

Η χρονική έναρξη του πλάγιου κρικοαρυταινοειδή μυός είναι 0,1 sec μετά την ενεργοποίηση του μεσαρυταινοειδούς μυός. Οι συγκεκριμένοι μύες δρουν συνεργατικά οδηγώντας στην προσαγωγή των φωνητικών χορδών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Colton et al., 2022).

Οπίσθιος κρικοαρυταινοειδής μυς

Αποτελεί τον μοναδικό αυτόχθονα μυ του λάρυγγα που απάγει τις φωνητικές χορδές. Ιδιαίτερα βρίσκεται στην οπίσθια επιφάνεια του κρικοειδούς χόνδρου και έχει σχήμα βεντάλιας. Εκφύεται στο οπίσθιο πέταλο του κρικοειδούς χόνδρου και καταφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της μυϊκής απόφυσης του αρυταινοειδούς χόνδρου (Colton et al.,

2022). Ακόμα νευρώνεται από τον οπίσθιο κλάδο του παλίνδρομου λαρυγγικού νεύρου (McFarland, 2011).

Λειτουργία: απάγει τους αρυταινοειδείς χόνδρους, με αποτέλεσμα να ανοίγει την γλωττίδα (Colton et al., 2022).

Κρικοθυρεοειδής μυς

Αποτελεί ένα μυ που εντοπίζεται μεταξύ του κρικοειδούς και του θυρεοειδούς χόνδρου και διακρίνεται σε δύο μοίρες, τη λοξή και τη κάθετη. Η διάκριση αναφέρεται στον διαφορετικό προσανατολισμό των μυϊκών ινών. Ακόμα ο μυς έχει σχήμα βεντάλιας. Εκφύεται στο τόξο του κρικοειδούς χόνδρου και καταφύεται στο έσω χείλος του θυρεοειδούς χόνδρου (Colton et al., 2022). Επίσης νευρώνεται από τον έξω κλάδο του άνω λαρυγγικού νεύρου (McFarland, 2011).

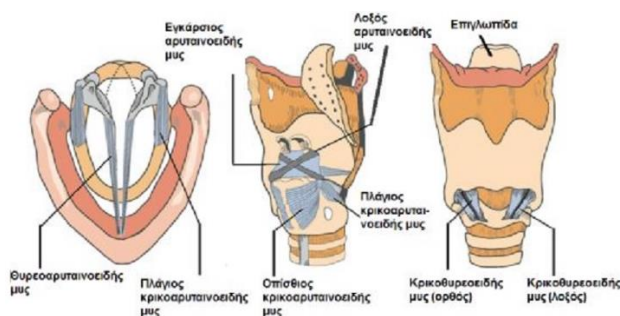
Λειτουργία: Μειώνει την απόσταση μεταξύ του θυρεοειδούς και κρικοειδούς χόνδρου. Έτσι αυξάνει την απόσταση μεταξύ των αρυταινοειδών και του θυρεοειδούς χόνδρου αυξάνοντας το μήκος των φωνητικών χορδών, την τάση τους και μειώνοντας το πάχος τους. Ως τελικό αποτέλεσμα είναι η αύξηση της συχνότητας του φωνητικού τόνου (Colton et al., 2022).

Θυρεοαρυταινοειδής μυς

Αποτελεί μία μάζα μυϊκών ινών που σχηματίζει τις γνήσιες φωνητικές χορδές. Ιδιαίτερα εκφύεται προς τα εμπρός από την οπίσθια επιφάνεια του θυρεοειδούς χόνδρου και καταφύεται κατά μήκος της έξω επιφάνειας της βάσης του αρυταινοειδούς χόνδρου από την φωνητική απόφαση έως τη μυϊκή απόφυση. Επιπλέον ο θυρεοειδής μυς μπορεί να χωρίζεται σε δύο ομάδες. Συγκεκριμένα θυρεοφωνητικός μυς ονομάζεται το έσω τμήμα του μυός και θυρεομυϊκός μυς το πιο έξω τμήμα του μυός. Υπάρχουν αμφιβολίες σχετικά με το εάν οι δύο αυτές μυϊκές ομάδες είναι ανατομικά διακριτές. Ιδιαίτερα από λειτουργικής άποψης το έσω τμήμα του θυρεοαρυταινοειδούς μυός είναι περισσότερο δραστήριο κατά τη δόνηση των φωνητικών χορδών και με αυτό τον τρόπο έχει κύριο ρόλο κατά τη φώνηση. Ωστόσο το έξω τμήμα πιθανόν να εμφανίζει μικρή κινητικότητα κατά τη δόνηση και έτσι έχει ως αποτέλεσμα η δράση του να εμφανίζει μικρή επίδραση στα δονητικά χαρακτηριστικά των φωνητικών χορδών (Colton et al., 2022). Ο θυρεοαρυταινοειδής μυς νευρώνεται από τον κάτω

κλάδο (της γνωστό σαν κάτω λαρυγγικό νεύρο) του παλίνδρομου λαρυγγικού νεύρου (McFarland, 2011).

Λειτουργία: Μειώνει την απόσταση μεταξύ του θυρεοειδούς και των αρυταινοειδών χόνδρων. Έτσι έχει ως αποτέλεσμα να βραχύνονται οι φωνητικές χορδές, αυξάνοντας το πάχος τους και μειώνοντας την τάση τους. Ως τελικό αποτέλεσμα εμφανίζεται η μείωση της συχνότητας του φωνητικού τόνου (Colton et al., 2022).



Εικόνα 3. Μύες του Λάρυγγα(Αναρτήθηκε από: www.sites.google.com).

1.2.1.4. Σύνδεσμοι και υμένες του λάρυγγα

Εξωγενείς Σύνδεσμοι και Υμένες

Η βασική τους λειτουργία είναι η να συνδέουν τον λάρυγγα με γειτονικές δομές και να αιωρούντα (McFarland, 2011).

1. Κρικοτραχειακός Υμένας:

Συνδέει το άνω χείλος του πρώτου ημικρίκιου της τραχείας στην κάτω επιφάνεια του κρικοειδούς (McFarland, 2011).

2. Θυρεοϋοειδής (Υοθυρεοειδής) Σύνδεσμος:

Τοποθετούνται μεταξύ του άνω χείλος του θυρεοειδούς χόνδρου και του υοειδούς οστού (McFarland, 2011).

3. Υοεπιγλωττιδικός Σύνδεσμος:

Συνδέει την πρόσθια επιφάνεια της επιγλωττίδας με την έσω επιφάνεια της άνω επιφάνειας του σώματος του υοειδούς (McFarland, 2011).

Ενδογενείς Σύνδεσμοι και Υμένες

Ενώνουν και στηρίζουν τους χόνδρους του λάρυγγα. Οι πιο πολλοί εκφύονται από

έναν συνδετικό ιστό, τον ελαστικό υμένα. Χωρίζονται στις εξής δύο κατηγορίες:

1. Τετράγωνος υμένας:

Δημιουργείται από τη γωνία του θυρεοειδούς χόνδρου και από ζεύγη υμένων από το έξω χείλος της επιγλωττίδας. Εκτείνονται πίσω και προς τα κάτω στους κερατοειδείς χόνδρους και τα έσω χείλη των αρυταινοειδών.

Οι κοιλιακές ή νόθες φωνητικές χορδές σχηματίζονται από τον τετράγωνο υμένα που προς τα κάτω στενεύει. Αντίθετα ο άνω τετράγωνος υμένας είναι ευρύτερος (McFarland, 2011).

2. Πλάγιος Κρικοθυρεοειδής Υμένας(ή Ελαστικός κώνος):

Αποτελεί κωνικό υμένα, λεπτό και συνεχή. Ξεκινά από την άνω επιφάνεια του θυρεοειδούς χόνδρου και φτάνει στο έσω τμήμα των φωνητικών υμένων.

Εκτείνονται από την φωνητική απόφυση των αρυταινοειδών χόνδρων έως και τη γωνία του θυρεοειδούς χόνδρου, με αποτέλεσμα να δημιουργούν ένα μέρος των φωνητικών χορδών (McFarland, 2011).

1.2.1.5. Αρθρώσεις του Λάρυγγα

Ο λάρυγγας περιέχει δύο αρθρώσεις, που βρίσκονται σε κάθε πλευρά του λάρυγγα, την κρικοθυρεοειδή άρθρωση και την κρικοαρυτενοειδή άρθρωση. Συγκεκριμένα και οι δύο αρθρώσεις περιέχουν Αρθρικές επιφάνειες με υαλώδη χόνδρο, μια αρθρική κάψουλα κατασκευασμένη από αρθρική μεμβράνη και ινώδη μεμβράνη, ταινίες ενίσχυσης κάψουλας και Synovia (αρθρικό υγρό).

1. Κρικοθυρεοειδής άρθρωση:

Δεξιά και αριστερά της κρικοθυρεοειδής άρθρωσης, ο κρικοειδής και ο θυρεοειδής χόνδρος αρθρώνονται μεταξύ τους. Ιδιαίτερα αποτελούν σφαιρικές αρθρώσεις με σφιχτή άρθρωση που ενισχύονται πλευρικά από τον σύνδεσμο ceratocricοideum. Επίσης πραγματοποιούνται κινήσεις άρθρωσης γύρω από έναν εγκάρσιο άξονα και κινήσεις μετατόπισης γύρω από έναν οβελιαίο άξονα (Kutta et al., 2007).

2. Κρικοαρυτενοειδής άρθρωση:

Ο κρικοειδής και ο αρυτενοειδής χόνδρος αρθρώνονται στην κρικοαρυτενοειδή άρθρωση. Ιδιαίτερα οι αρθρικές επιφάνειες στον κρικοειδή χόνδρο είναι κυρτές και κυλινδρικές, ενώ αυτές του αρυτενοειδούς χόνδρου είναι κοιλοτοξωτές και

πιο στρογγυλεμένες. Επίσης επιτρέπει την πραγματοποίηση της κίνησης προς τα κάτω και έσω ή προς τα πάνω και έξω της πρόσθιας επιφάνειας του κρικοειδούς, έχοντας ως αποτέλεσμα την παραγωγή και απαγωγή αντίστοιχα των φωνητικών χορδών (Kutta et al., 2007).

Πραγματοποιούνται κινήσεις άρθρωσης και ολίσθησης παράλληλες προς τον άξονα του κυλίνδρου, οι οποίες χρησιμεύουν στο άνοιγμα και στο κλείσιμο της γλωττίδας, καθώς και στην τάση των φωνητικών χορδών.

Η περιστροφή των αρτενοειδών χόνδρων με τη μορφή κίνησης άρθρωσης πραγματοποιείται προς τα έξω και προς τα μέσα. Συγκεκριμένα προς τα έξω δημιουργεί ανύψωση και απαγωγή της φωνητικής διαδικασίας και με αυτό τον τρόπο ανοίγει τη γλωττίδα. Από την άλλη η περιστροφή προς τα μέσα που πραγματοποιείται πάνω από την άρθρωση και η προσαγωγή της φωνητικής διαδικασίας, έχουν ως αποτέλεσμα τον τερματισμό της γλωττιδικής ρήξης (Kutta et al., 2007; McFarland, 2011).

Οι αρτενοειδής χόνδροι μετατοπίζονται κοιλιακά ή ραχιαία κατά τη διάρκεια της απαγωγής ή της προσαγωγής. Τέλος οι πολύπλοκες κινήσεις και το μεγάλο εύρος κίνησης οδηγούν τη κρικοαρτενοειδής άρθρωση να είναι μια ευρεία, χαλαρή άρθρωση. Ωστόσο το παραπάνω δεν έχει καμία επίδραση στην καθοδήγηση της άρθρωσης (Kutta et al., 2007; McFarland, 2011).

1.2.1.6. Πτυχές και Κοιλότητες του Λάρυγγα

Οι πτυχές και οι κοιλότητες του λάρυγγα σχηματίζουν την οβελιαία και μετωπιαία διατομή.

Πτυχές:

Τις πιο σημαντικές πτυχές τις αποτελούν οι γνήσιες φωνητικές χορδές. Σε αντίθεση με τις νόθες φωνητικές χορδές οι οποίες δε δονούνται στη παραγωγή της κανονικής φωνής, με εξαίρεση την παραγωγή πολύ χαμηλών βασικών συχνοτήτων (50Hz ή λιγότερο). Συγκεκριμένα οι νόθες φωνητικές χορδές έχουν ελάχιστες μυϊκές ίνες και με μεγάλη δυσκολία ρυθμίζεται η τάση τους, η μάζα τους και το μήκος τους. Ωστόσο σε κάποιους ασθενείς παρουσιάζεται μερική ή και πλήρης σύγκλιση, έχοντας ως

αποτέλεσμα να εμποδίζεται η ορατότητα ως προς τις γνήσιες φωνητικές χορδές (Colton et al., 2022).

Οι αρυταινοεπιγλωττιδικές πτυχές είναι ένας δακτύλιος από μυϊκό και συνδετικό ιστό που εκτείνεται από τις κορυφές των αρυταινοειδών χόνδρων έως και την επιγλωττίδα. Οι παραπάνω πτυχές δημιουργούν έναν σφικκτήρα που περικλείει την είσοδο του λάρυγγα. Προστατευτικός μηχανισμός ενεργοποιείται κατά την διάρκεια της κατάποσης, δηλαδή συσπώνται οι αρυταινοεπιγλωττιδικές πτυχές(σε συνδυασμό με τις γνήσιες και νόθες φωνητικές χορδές), με σκοπό να μειωθεί η διάμετρος της λαρυγγικής εισόδου και έτσι να προστατευθεί ο αεραγωγός(Colton et al., 2022).

Κοιλότητες:

Ο λάρυγγας αποτελείται από τρεις μείζον κοιλότητες, που είναι οι εξής:

1. Η υπεργλωττιδική κοιλότητα, εντοπίζεται επάνω από τη γλωττίδα ή το άνοιγμα που σχηματίζεται μεταξύ των φωνητικών χορδών. Το επάνω όριο είναι ο αρυταινοεπιγλωττιδικός σφικκτήρας.

Μελλοντικά η υπεργλωττιδική κοιλότητα θα μπορούσε να έχει ρόλο αντηχείου του ήχου που παράγεται από τις δονούμενες φωνητικές χορδές. Παρά ταύτα θεωρείται σαν μέρος του συνόλου της φωνητικής οδού(Colton et al., 2022).

2. Η υπογλωττιδική κοιλότητα, εντοπίζεται κάτω από τις φωνητικές χορδές, το κατώτερο όριο της είναι το πρώτο τραχειακό ημικρίκιο.

Στην υπογλωττιδική κοιλότητα αυξάνεται η πίεση του αέρα απέναντι στις κλειστές φωνητικές χορδές έως να είναι αρκετή, ώστε να ανοίξουν οι φωνητικές χορδές και να ξεκινήσει η φώνηση (Colton et al., 2022).

3. Οι λαρυγγικές κοιλίες ή κοιλίες του Morgagni,

Σχηματίζουν ένα ζεύγος κοιλοτήτων που βρίσκονται επάνω και λίγο προς τα έξω από τις γνήσιες φωνητικές χορδές. Το άνοιγμα τους, τις περισσότερες φορές, είναι πολύ μικρό και έτσι έχουν μικρή επίδραση στον ήχο που παράγουν οι φωνητικές χορδές. Ωστόσο σε κάποιες περιπτώσεις τραγουδιού, το άνοιγμα μπορεί να επαρκέσει προκειμένου να υπάρχει σημαντική αντήχηση που θα προστεθεί στον γλωττιδικό τόνο (Colton et al., 2022).

1.2.1.7. Αγγείωση και Λεμφαγγεία του Λάρυγγα

Η αγγείωση του λάρυγγα πραγματοποιείται από την άνω και την κάτω θυρεοειδική αρτηρία. Η εξωτερική καρωτιδική αρτηρία δημιουργεί την άνω θυρεοειδή αρτηρία. Η θυρεοτραχηλική αρτηρία(αναδύεται από την πρόσθια άνω επιφάνεια της υποκλείδιας αρτηρίας) δημιουργεί την κάτω θυρεοειδική αρτηρία και δύο άλλους κλάδους(Allen et al., 2023).

Η φλεβική παροχέτευση του λάρυγγα γίνεται δια των κάτω, μεσαίων και άνω φλεβών του θυρεοειδούς. Οι κάτω θυρεοειδείς φλέβες συνεχίζονται μέσω της υποκλείδιας ή της αριστερής βραχιοκεφαλικής φλέβας. Οι μεσαίες και άνω φλέβες του θυρεοειδούς εκκενώνονται στην έσω σφαγίτιδα φλέβα (Allen et al., 2023).

Η λεμφική παροχέτευση του λάρυγγα γίνεται μέσω των εν τω βάθει αυχενικών και παρατραχειακών κόμβων έσω και μέσω των προτραχειακών και προλαρυγγικών κόμβων έσω (Allen et al., 2023).

1.2.1.8. Νεύρωση του Λάρυγγα

Ο λάρυγγας νευρώνεται από το άνω λαρυγγικό νεύρο, το υποτροπιάζον λαρυγγικό νεύρο και τις συμπαθητικές ίνες(Allen et al., 2023).

Άνω λαρυγγικό νεύρο:

Ιδιαίτερα το άνω λαρυγγικό νεύρο διακλαδίζεται από τον πνευμονογαστρικό νεύρο περίπου 2,5 cm κάτω από τη βάση του κρανίου και έχει δύο κλάδους:

1. Το Εσωτερικό λαρυγγικό νεύρο:

Αποτελεί αισθητική και αυτόνομη νεύρωση στον βλεννογόνο ανώτερο της γλωττίδας. Αυτό περιλαμβάνει γενική αισθητική νεύρωση στο ανώτερο τμήμα της λαρυγγικής κοιλότητας, της επιγλωττίδας και της άνω επιφάνειας των φωνητικών χορδών. Στη γεύση βοηθούν οι σπλαχνικοί προσαγωγοί στην επιγλωττίδα. Οι προαγγλιακές παρασυμπαθητικές ίνες ταξιδεύουν μέσω του εσωτερικού λαρυγγικού νεύρου (Allen et al., 2023; Ζιάβρα & Σκευάς, 2009).

2. Το Εξωτερικό λαρυγγικό νεύρο:

Εισέρχεται στο λάρυγγα από ένα τμήμα της υοθυρεοειδούς μεμβράνης μαζί με την άνω λαρυγγική αρτηρία και φλέβα. Επίσης παρέχει κινητική νεύρωση και σπλαχνικό απαγωγό στον κρικοθυρεοειδή μυ(Allen et al., 2023; Ζιάβρα & Σκευάς, 2009).

Υποτροπιάζον λαρυγγικό νεύρο:

Αποτελεί κλάδο του πνευμονογαστρικού νεύρου. Το αριστερό υποτροπιάζον νεύρο βρίσκεται κάτω από το αορτικό τόξο και πίσω από τον αρτηριακό σύνδεσμο. Ο δεξιός πνευμονογαστροειδής συνεχίζει οπίσθια προς τη ρίζα του δεξιού πνεύμονα εκπέμποντας το δεξιό υποτροπιάζον νεύρο που περιστρέφεται γύρω από τη δεξιά υποκλείδια αρτηρία (Allen et al., 2023).

Τα υποτροπιάζοντα λαρυγγικά νεύρα στη συνέχεια συνεχίζουν προς τα άνω αμφοτερόπλευρα και περνούν πίσω από τον λοβό του θυρεοειδούς αδένα καθώς ταξιδεύουν κατά μήκος των πλάγιων επιφανειών της τραχείας και του οισοφάγου στην τραχειοοισοφαγική αύλακα. Τα νεύρα περνούν πίσω από την κρικοθυρεοειδική άρθρωση καθώς εισέρχονται στον λάρυγγα σε αυτό το επίπεδο μέσω ινών των κατώτερων συσταλτικών μυών του φάρυγγα. Έτσι το υποτροπιάζον λαρυγγικό νεύρο γίνεται το κάτω λαρυγγικό νεύρο (Allen et al., 2023).

Ο κάτω λαρυγγικός κλάδος του υποτροπιάζοντος λαρυγγικού νεύρου, εξαιρουμένου του κρικοθυρεοειδούς μυός(νευρώνεται από το άνω λαρυγγικό νεύρο), και ο κάτω λαρυγγικός κλάδος του υποτροπιάζοντος λαρυγγικού νεύρου νευρώνει όλους τους εγγενείς μύες του λάρυγγα. Το κάτω λαρυγγικό ή παλίνδρομο νεύρο διαχωρίζεται από το πνευμονογαστρικό, δεξιά μεν στο ύψος της υποκλειδίου αρτηρίας, αριστερά δε στο ύψος του αορτικού τόξου. Σχηματίζει αγκύλη γύρω από τα αγγεία αυτά και ανεβαίνει προς τον λάρυγγα κατά μήκος της τραχειοοισοφαγικής αύλακας. Πριν από την είσοδό του στον λάρυγγα, πίσω από την κρικοθυρεοειδή άρθρωση, χωρίζεται σε δυο κλάδους: τον οπίσθιο, όπου νευρώνει τον οπίσθιο κρικοαρυταινοειδή και τον εγκάρσιο αρυταινοειδή μυ και τον πρόσθιο, ο οποίος νευρώνει τους υπόλοιπους. Συνεπώς νευρώνει κινητικά τους έσω μύες του λάρυγγα και αισθητικά το βλεννογόνο του λάρυγγα (Allen et al., 2023; Ζιάβρα & Σκευάς, 2009).

Τα υποτροπιάζοντα λαρυγγικά νεύρα έχουν γενικές σπλαχνικές αισθητήριες ίνες από την περιοχή κάτω από τη γλωττίδα. Επίσης το υποτροπιάζον λαρυγγικό νεύρο στέλνει κλάδους στους κατώτερους συσφιγκτήρες και στους κρικοφαρυγγικούς μύες πριν μπει στον λάρυγγα(Allen et al., 2023).

1.2.1.9. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ

Ο λάρυγγας εξυπηρετεί τρεις βασικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού, που είναι οι εξής: 1. Τμήμα της αναπνευστικής οδού, 2. Προστατευτικό όργανο των βαθύτερων αεραγωγών και 3. Φωνητικό όργανο. Το (1) και (2) αποτελούν τα βιολογικά πιο σημαντικά και φυλογενετικά παλαιότερα. Επίσης το κλείσιμο του λάρυγγα χρησιμεύει στη στερέωση του λάρυγγα και των κινήσεων του λάρυγγα (Lüscher, 1956).

Ο λάρυγγας ως αεραγωγός

Η γλωττίδα στον λάρυγγα αποτελεί το στενότερο μέρος του αναπνευστικού σωλήνα. Το γλωττιδικό οίδημα, οι διφθερικές μεμβράνες αποτελούν ασθένειες του λάρυγγα που τις περισσότερες φορές οδηγούν σε κίνδυνο ασφυξίας (Lüscher, 1956).

Η γλωττίδα κατά την ήρεμη αναπνοή ανοίγει φθάνοντας στο μέγιστο του ανοίγματός της κατά τη βαθιά αναπνοή ή σε καταστάσεις έλλειψης οξυγόνου. Αντίθετα κατά τη φυσιολογική εκπνοή και σε περιπτώσεις εισπνοής δηλητηριωδών αερίων στενεύει. Η αυξημένη ανάγκη για αέρα ή οξυγόνο κατά τη διάρκεια σωματικής άσκησης ή ασθένειας διεγείρει αντανακλαστικά το άνοιγμα της γλωττίδας, το οποίο επεκτείνει τη γλωττίδα στο μέγιστο. Στο μέγιστο άνοιγμα, η γλωττίδα αντιστοιχεί σε ένα πεντάγωνο ή ένα ισοσκελές τρίγωνο με μήκος πλευράς 12 x 22 x 22 mm. Στενώσεις στην περιοχή του λάρυγγα προκαλούν εισπνευστική δύσπνοια (Lüscher, 1956; Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Η χημική και φυσική ρύθμιση της αναπνοής, καθορίζει το πλάτος της γλωττίδας. Η κυτταρική αναπνοή πραγματοποιείται από το pH του αίματος, το οποίο εξαρτάται κυρίως από την τάση ανθρακικού οξέος του αίματος και την οξεοβασική ισορροπία ή το απόθεμα αλκαλίων στο αίμα (Lüscher, 1956).

Η αύξηση της τάσης του ανθρακικού οξέος, του pH στο αίμα, όταν η ανταλλαγή αερίων στους πνεύμονες για εξωτερικούς ή εσωτερικούς λόγους αφορά τον σχηματισμό διοξειδίου του άνθρακα στον ιστό κρίνεται ανεπαρκής, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση της αναπνοής και την μείωση της τάσης του ανθρακικού οξέος στο αίμα. Αντίθετα περιπτώσεις άπνοιας εμφανίζονται αν το pH στο αίμα έχει πτώση κάτω από μία συγκεκριμένη τιμή. Η άπνοια διαρκεί μέχρι η τάση του διοξειδίου του άνθρακα φτάσει ξανά στην ορισμένη τιμή. Έτσι το Ph στο αίμα διατηρείται σταθερό (Lüscher, 1956).

Οι αλλαγές στο μέγεθος του μεταβολισμού των ιστών ή του βασικού μεταβολικού ρυθμού, εξαρτώνται κατά βάση από την εργασία των μυών. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερης σωματικής εργασίας, υπάρχει περίπτωση ο μεταβολισμός, η ανταλλαγή αερίων στους πνεύμονες και ο όγκος του αέρα που ρέει μέσω της γλωττίδας στην ίδια μονάδα, να αυξηθούν έως και εννέα φορές. Ο χρόνος χρειάζεται να αυξηθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορεί να απορροφηθεί αρκετό οξυγόνο. Ακόμα το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να εκπνεύσει και το pH μπορεί να παραμείνει στην ίδια τιμή. Η γλωττίδα έχει την δυνατότητα να προσαρμοστεί στις διαφορετικές αναπνευστικές ανάγκες και έτσι γίνεται αυτόματα ευρύτερη, αυξάνοντας την αναπνοή και στενεύοντας τα όρια της με μειωμένη ανάγκη για αέρα (Lüscher, 1956).

Σε περιπτώσεις διαστολής της γλωττίδας περισσότερος αέρας μπορεί να ρέει μέσα και έξω από τους πνεύμονες, χωρίς ωστόσο να υπάρχει αύξηση της πίεσης και των δυνάμεων εφελκυσμού. Είναι πιθανό ότι με αυτόν τον τρόπο λαμβάνει χώρα μια βέλτιστη προσαρμογή του πλάτους της γλωττίδας και των συνθηκών μηχανικής πίεσης της αναπνοής στις δεδομένες συνθήκες, έχοντας ως αποτέλεσμα η κυκλοφορία του αίματος στο εσωτερικό του θώρακα να προωθείται με την αναπνοή (Lüscher, 1956).

Ο λάρυγγας ως προστατευτικό όργανο

Ο λάρυγγας αποτελεί μια προστατευτική συσκευή για τους βαθύτερους αεραγωγούς και τις πνευμονικές κυψελίδες με ποικίλους τρόπους. Αρχικά ο λάρυγγας αποτελεί προστατευτικό όργανο για τις βαθύτερες διόδους αέρα από τη διείσδυση τροφής κατά την κατάποση και για οποιοδήποτε είδος ξένου σώματος, μέσω της ηλεκτρικής ολίσθησης του αναπνευστικού σωλήνα, του στοματοφάρυγγα και στο άνω μέρος του λάρυγγικού φάρυγγα (Lüscher, 1956). Ο λάρυγγας έχει καθοριστικό ρόλο στη προστασία του κατώτερου αναπνευστικού συστήματος από την εισρόφηση υγρών ή στερεών τροφών κατά την κατάποση (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Στη διαδικασία της κατάποσης ο λάρυγγας ανυψώνεται ελαφρά προς τα επάνω, με αποτέλεσμα η βάση της γλώσσας να πιέζει την επιγλωττίδα προς την είσοδο του λάρυγγα, όπου την αποφράσσει και με την ελαφρά σύσπαση σύγκλεισης των αρυταινοεπιγλωττιδικών πτυχών. Για να μην μπορεί να αναρροφηθεί τροφή και σάλιο, η ηλεκτρική ολίσθηση του αναπνευστικού σωλήνα κλείνει τον αεραγωγό από την οδό τροφής κατά την διαδικασία της κατάποσης. Ωστόσο εκτός από το κλείσιμο του λάρυγγα από τους «δακτυλίους μύες», η εκτεταμένη ανύψωσή του βοηθάει την βάση

της γλώσσας και την επιγλωττίδα να απλώνεται πάνω από την είσοδο και να εκτρέπει την καταπιούμενη τροφή στα πλάγια. Το κλείσιμο λειτουργεί με ποικίλα στρώματα προστασίας, αφού η απώλεια της βάσης της γλώσσας, η απώλεια της επιγλωττίδας και η μονόπλευρη παράλυση του λάρυγγα δεν οδηγούν σε μόνιμη κατάποση. Αν η τροφή έρθει σε επαφή με τον λάρυγγα ή την τραχεία ενεργοποιείται το αντανακλαστικό του βήχα (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009; Lüscher, 1956).

Ο λάρυγγας ως φωνητικό όργανο

Η φωνητική παραγωγή αποτελεί την φυλογενετικά νεότερη λειτουργία του λάρυγγα. Ο διαχωρισμός του λάρυγγα από τον κρανιακό σκελετό, η κάθοδος του με επακόλουθη διεύρυνση του σωλήνα εισαγωγής, η επιμήκυνση του μεμβρανώδους τμήματος της γλωττίδας με τη μείωση του μεγέθους του αρυτενοειδούς χόνδρου και η μείωση στο μέγεθος των κινητικών μονάδων του φωνητικού μυός είναι οι προϋποθέσεις για τη φωνητική λειτουργία του λάρυγγα (Denk et al., 1998).

Η ανατομία του λάρυγγα έχει τις προδιαγραφές, με σκοπό να ενεργεί ως δονητής με βασικό στοιχείο τις γνήσιες φωνητικές χορδές. Ο λάρυγγας μαζί με τη δημιουργία αέρα από τους πνεύμονες, τους βρόγχους και την τραχεία, τον σχηματισμό πυκνώσεων και αραιώσεων πάνω από τις φωνητικές χορδές με το περιοδικό άνοιγμα-κλείσιμο των φωνητικών χορδών και την ύπαρξη ηχείων παίζουν κύριο ρόλο στην παραγωγή της φωνής (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Η θεωρία της παραγωγής φωνής που ισχύει σήμερα είναι η μυοελαστική-αεροδυναμική θεωρία. Οι δονήσεις των φωνητικών χορδών προκαλούνται από την εμφύσηση αέρα που αναπνέει στη θέση φωνοποίησης. Οι φωνητικές πτυχές αποτελούν ένα πολυεπίπεδο σύστημα δόνησης με παθητικούς κραδασμούς που προκαλούνται από την ροή του αέρα με ελαστικότητα ρυθμιζόμενη από τους μύες. Μετά τη μετακίνηση των φωνητικών χορδών από την αναπνευστική στη θέση φωνοποίησης (γλωττιδική σύγκλειση) μέσω της ενεργούς κίνησης των έσω μυών του λάρυγγα, δημιουργείται μια υπογλωττιδική πίεση αέρα, η οποία ανοίγει τις φωνητικές πτυχές όταν η υπογλωττιδική πίεση υπερβεί την αντίσταση της γλωττίδας (Denk et al., 1998).

Οι μυοελαστικές δυνάμεις αποκατάστασης των μυών του λάρυγγα και οι αεροδυναμικές δυνάμεις φέρουν ανανεωμένη σύγκλειση της γλωττίδας. Το ρεύμα αέρα που περνά μέσα από την γλωττίδα έχει την δύναμη να φυσήξει για να ανοίξει το πώμα της γλωττίδας και να κλείσει ξανά τις φωνητικές χορδές. Η παραπάνω διαδικασία

επαναλαμβάνεται και καταλήγει σε περιοδική συμπίεση και αραίωση της στήλης αέρα. Τα παραπάνω αντιστοιχούν στον πρωτεύοντα ήχο του λάρυγγα(ηχητικό κύμα), που σχηματίζεται αντηχητικά στον σωλήνα προσέγγισης για να σχηματίσει τον τελικό φωνητικό ήχο (Denk et al., 1998).

Οι ταλαντώσεις των φωνητικών χορδών είναι τρεις:

1. Οριζόντια ταλάντωση, από την μέση προς την πλάγια
2. Κάθετη κίνηση, από την ουραία προς την κρνιακή
3. Κυματική κίνηση της φωνητικής, διπλώνει τον βλεννογόνο γύρω από το ελεύθερο άκρος της φωνητικής χορδής(μετατόπιση ακμής).

Οι δονήσεις των φωνητικών χορδών καθορίζονται από την υπογλωττιδική πίεση και τη ρύθμιση των μυών του λάρυγγα(μάζα, μήκος, τάση φωνητικών χορδών). Επίσης η απόδοση της γλωττίδας μπορεί να απεικονιστεί από τον αριθμό των δονήσεων των φωνητικών χορδών ανά δευτερόλεπτο.

Η ακολουθία των ταλαντώσεων αλλάζει εφόσον το ύψος και η ισχύς της φωνής ποικίλλουν. Με την αύξηση του τόνου, αυξάνεται η ένταση στις φωνητικές χορδές εξαιτίας ενεργού συστολής των έξω και έσω μυών του λάρυγγα, το πλάτος της δόνησης και η μετατόπιση του οριακού άκρου μειώνονται, οι φωνητικές χορδές είναι επιμήκεις, στενές και πολύ τεντωμένες. Σε χαμηλούς τόνους οι φωνητικές πτυχές είναι σύντομες, αδέξιες και όχι πολύ τεταμένες. Σε υψηλούς τόνους υπάρχει σύνδεση με αυξημένη μυϊκή ένταση. Η μέτρια ομιλία φωνής είναι πολύ υψηλή και επομένως μη φυσιολογική, οδηγώντας σε πρόωρη φωνητική κόπωση. Με την αύξηση του όγκου, το κλείσιμο της γλωττίδας διαρκεί περισσότερο από το άνοιγμα της. Επιπρόσθετα με την αύξηση της έντασης, τα πλάτη και οι μετατοπίσεις των άκρων γίνονται πιο καθαρά (Denk et al., 1998).

Το μέγεθος του υπερλάρυγγικού χώρου είναι σημαντικό για τη δημιουργία ήχων, δηλαδή ο βαθμός ελεύθερης διέλευσης των ηχητικών κυμάτων από τον λάρυγγα στην οροφή του στόματος. Σημαντικό ρόλο στο παραπάνω έχει το ύψος του λάρυγγα και η θέση του σε σχέση με την κατακόρυφο. Με την καταγραφή γραφικά των παραπάνω θέσεων(BAII,TH) αποδείχθηκε πως οι φυσικοί και εκπαιδευμένοι τραγουδιστές τις περισσότερες φορές συμπεριφέρονται διαφορετικά. Στους φυσικούς τραγουδιστές ο λάρυγγας ανυψώνεται όταν ανεβαίνει ο τόνος και χαμηλώνει όταν πέφτει ο τόνος (HELLAT), σε αντίθεση με τους εκπαιδευμένους τεχνητούς

τραγουδιστές. Σε περιπτώσεις υψηλής παραγωγής σε ένταση ήχων, ο λάρυγγας γίνεται βαθύτερος (Skramlik, 1925).

1.2.2. Φωνητικές χορδές

Οι φωνητικές χορδές αποτελούν πτυχές ιστού, προς τα έσω της βλεννογόνου μεμβράνης που εκτείνονται οριζόντια, από πίσω προς τα εμπρός, στον λάρυγγα και έχουν καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή ήχων που οδηγούν το άτομο σε ομιλία. Είναι δύο μικρές δέσμες εξειδικευμένου ιστού, που προεξέχουν σαν θύλακες από τα τοιχώματα του λάρυγγα. Επίσης σχηματίζουν μια θεμελιώδη συχνότητα με ταχεία ταλάντωση όταν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, χωρίζονται και ξανά έρχονται σε επαφή. Ακόμα οι φωνητικές πτυχές έχουν συνολικά το μέγεθος της μικρογραφίας μας (Titze, 2008).

Νόθες φωνητικές χορδές

Είναι δύο συμμετρικές προβολές πάνω από τος γνήσιες φωνητικές χορδές. Χωρίζονται με τις γνήσιες φωνητικές χορδές με τη λαρυγγική κοιλία σε κάθε πλευρά. Ακόμα καλύπτονται από βλεννογόνο και το υπόθεμά τους είναι ο κοιλιαίος σύνδεσμος και ο κοιλιαίος μυς. Τέλος δεν συμμετέχουν στη φωνητική λειτουργία του λάρυγγα (Δανηλίδης, 1998).

Γνήσιες φωνητικές χορδές

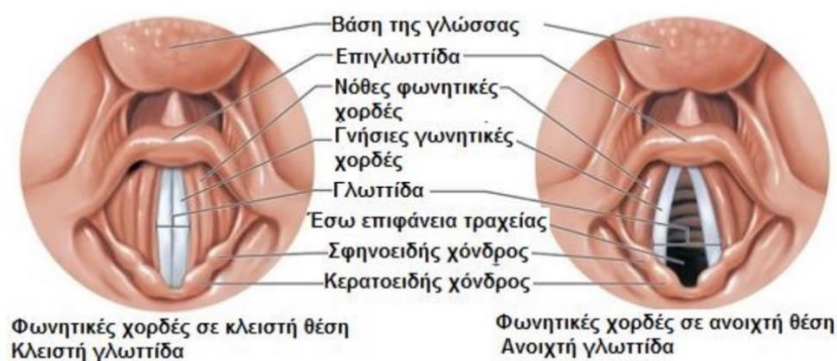
Αποτελούνται από τον φωνητικό σύνδεσμο και τον φωνητικό μυ, κάτω από τον βλεννογόνο της κάθε φωνητικής χορδής. Είναι ορατές κατά την λαρυγγοσκόπηση, γιατί οι γνήσιες φωνητικές χορδές προέχουν περισσότερο προς τη μέση γραμμή από τις νόθες φωνητικές χορδές. Επίσης έχουν λευκή χροιά σε σχέση με τον υπόλοιπο λάρυγγα (Δανηλίδης, 1998).

Στο τραγούδι και στην ομιλία οι φωνητικές χορδές είναι δονούμενες, φυσώντας αέρα σε αυτές με σκοπό την παραγωγή συχνοτήτων ήχου. Αντίθετα κατά την αναπνοή οι φωνητικές χορδές είναι ανοικτές. Επιπλέον ελέγχονται από το παλίνδρομο λαρυγγικό νεύρο, παρακλάδι του πνευμονογαστρικού νεύρου (Titze, 2008).

Οι φωνητικές χορδές δονούνται με σκοπό να παράγουν ήχο. Συγκεκριμένα κατά την διαδικασία της εκπνοής, στις κλειστές φωνητικές χορδές ασκείται πίεση από τον

αέρα και ανοίγουν στιγμιαία, συνέπεια αυτού είναι η γρήγορη ροή αέρα ανάμεσα στα χείλη και τις φωνητικές χορδές. Η γρήγορη ροή αέρα δημιουργεί μια δύναμη που έλκει ξανά τις φωνητικές χορδές μεταξύ τους και οδηγεί στο να ξανά κλείσουν οι φωνητικές χορδές. Κάτω από τις φωνητικές χορδές η πίεση του αέρα αυξάνεται ξανά και έτσι οι φωνητικές χορδές ανοίγουν ξανά, δίνοντας την άδεια μία μικρή ποσότητα αέρα να περάσει. Συνέπεια του παραπάνω είναι ο σχηματισμός ρεύματος αέρα πάνω από τις γνήσιες φωνητικές χορδές, που περιέχει περιοχές πυκνώσεων και αραιώσεων, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο στη παραγωγή φωνητικών κυμάτων (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Η βιολογία των φωνητικών χορδών καθίσταται περίπλοκη. Συγκεκριμένα η τυπική δονητική λειτουργία εξαρτάται από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μέσα στην εξωκυττάρια ουσία (Colton et al., 2022).



Εικόνα 4. Οι φωνητικές χορδές σε ανοιχτή και κλειστή θέση(Αναρτήθηκε από:

www.pinterest.com).

1.3. Σύστημα Αντήχησης

Στην ανάπτυξη της ομιλίας είναι απαραίτητη η συμμετοχή και συνεργασία της γλώσσας, των δοντιών και της μαλακής υπερώας, έχοντας ως στόχο τον σχηματισμό σωστής άρθρωσης, διαφόρων συμφώνων και φωνηέντων. Κύριους χώρους αντήχησης αποτελούν η στοματική κοιλότητα, ο φάρυγγας και οι παραρρίνιοι κόλποι, οι οποίοι διαμορφώνουν τη χροιά και τη μορφή της φωνής (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

1.3.1. Φάρυγγας

Ο φάρυγγας αποτελεί ένα μυϊκό σωλήνα, ο οποίος εκτείνεται από τη βάση του κρανίου έως το επίπεδο του κρικοειδούς χόνδρου. Έχει καθοριστικό ρόλο στην διαδικασία της αναπνοής, της κατάποσης και της ομιλίας. Ακόμα είναι συνεχής κάτω από τον αυχενικό οισοφάγο που η χρησιμότητα του είναι πως αποτελεί μέρος της λειτουργικής μονάδας. Επίσης ο φαρυγγικός αεραγωγός θεωρείται ένας εύκαμπτος σωλήνας, που περιβάλλεται από ένα πολυστρωματικό τοίχωμα και αποτελείται από πέντε στρώματα: βλεννογόνος, υποβλεννογόνος, φαρυγγοβασιλική περιτονία, μύες και βουκοφαρυγγική περιτονία (Karaosmanoglu & Ozgen, 2022).

Ο φάρυγγας των ενηλίκων έχει μήκος περίπου 12-14 εκατοστά και εύρος περίπου 2-4 εκατοστά. Επιπλέον εκτείνεται από την βάση του κρανίου μέχρι το στόμιο του οισοφάγου, στο ύψος του βου αυχενικού σπονδύλου (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Ρινοφάρυγγας:

Αποτελεί το ανώτερο τμήμα του φάρυγγα και η λειτουργία του βασίζεται κυρίως στην αναπνοή. Βρίσκεται αμέσως κάτω από την κεντρική βάση του κρανίου, οριοθετείται υπεροπίσθια από τον αγκυλωτό και την πρόσθια όψη των δύο πρώτων αυχενικών σπονδύλων. Ακόμα ξεκινά κατώτερα στο επίπεδο της σκληρής υπερώας έως στην άνω επιφάνεια της μαλακής υπερώας (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

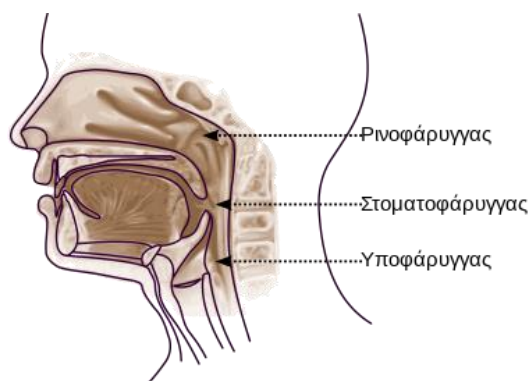
Στοματοφάρυγγας:

Αποτελεί την κεντρική δομή της άνω αεροπεπτικής οδού, η οποία επικοινωνεί με τον ρινοφάρυγγα πάνω, τη στοματική κοιλότητα μπροστά και τον λάρυγγα και τον υποφάρυγγα κάτω. Η χρησιμότητα του είναι πως αποτελεί τη κοινή δίοδο για φαγητό και αέρα. Ξεκινά κρανιοουραίως από τη σύνδεση της μαλακής και σκληρής υπερώας έως κατώτερα περίπου στο επίπεδο του υοειδούς οστού και της επιγλωττίδας (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Υποφάρυγγας:

Αποτελεί το κατώτερο μέρος του φάρυγγα, που ξεκινά από το επίπεδο του υοειδούς οστού έως τον οισοφάγο. Το κατώτερο άκρο του εντοπίζεται στο επίπεδο του κάτω ορίου του κρικοειδούς χόνδρου και του βου αυχενικού σπονδύλου. Επίσης είναι

συνεχής πάνω από τον στοματοφάρυγγα και κατώτερα από τον αυχενικό οισοφάγο χωρίς ανατομικό φράγμα, με αποτέλεσμα να επιτρέπει την εξάπλωση νεοπλασμάτων.



Εικόνα 5. Φάρυγγας(Αναρτήθηκε από:

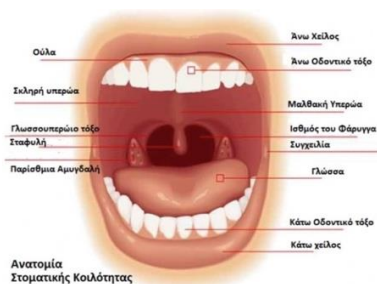
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%AC%CF%81%CF%85%CE%B3%CE%B3%CE%B1%CF%82>)

1.3.2. Στοματική Κοιλότητα

Η στοματική κοιλότητα αποτελείται από πολλές υποδιαίρεσεις και χώρους, οι οποίοι παρουσιάζουν ξεχωριστή παθολογία σε αυτές τις τοποθεσίες(Famuyide et al., 2022). Ιδιαίτερα οριοθετείται πρόσθια και πλάγια από τους όδοντες, οπίσθια από τα γλωσσοϋπερώιο τόξο-πρόσθια φαρυγγική στήλη, προς τα άνω από τη σκληρή και μαλακή υπερώα και προς τα κάτω από τη γλώσσα. Ακόμα βρίσκεται πίσω και προς τα έσω της υπερώιας κοιλότητας, όπου είναι ο χώρος ανάμεσα στα χείλη, τα ούλα, τα δόντια και μπροστά από το φάρυγγα (McFarland, 2011).

Τα χείλη είναι υπεύθυνα για τη φωνοποίηση, την έκφραση του προσώπου, την αίσθηση και τη μάσηση. Περιέχουν το περίγραμμα που χρησιμεύει για τον διαχωρισμό του δέρματος από τον βλεννογόνο της στοματικής κοιλότητας. Το άνω χείλος εκτείνεται από τις ρινοχειλικές πτυχές μέχρι το κάτω χείλος της μύτης. Επιπρόσθετα το δάπεδο του στόματος είναι ένας χώρος που έχει σχήμα U κάτω από τη γλώσσα. Με βάση τους χειρουργούς το δάπεδο του στόματος περιλαμβάνει την επιφάνεια του βλεννογόνου που επικαλύπτει το δάπεδο του στόματος και τη σφεντόνα του μυλοϋοειδούς μυός. Επίσης τα δόντια εντός της στοματικής κοιλότητας βρίσκονται στην απεικόνιση κεφαλής και λαιμού και είναι μια κοινή εστία ασθένειας. Ακόμα τα ούλα καλύπτουν τις γλωσσικές και παρειακές πτυχές της φαρυγγικής απόφυσης της κάτω και άνω γνάθου. Η ένωση των ούλων με τον στοματικό βλεννογόνο σχηματίζει την ουλίτιδα. Επιπλέον η σκληρή υπερώα, η άνω γνάθος κυψελίδα και τα υπερκείμενα

ούλα σχηματίζουν την οροφή της στοματικής κοιλότητας. Η σκληρή υπερώα και η άνω γνάθος διαχωρίζουν τη στοματική κοιλότητα από τη ρινική κοιλότητα και τους άνω γνάθους κόλπους, αντίστοιχα (Famuyide et al., 2022).



Εικόνα 6. Ανατομία Στοματικής Κοιλότητας (Αναρτήθηκε από: <https://pin.it/5BL9A7iMt>)

1.3.3. Ρίνα και Παραρρίνιοι κόλποι

Η ρίνα (μύτη) αποτελείται από ένα χόνδρινο και ένα οστέινο τμήμα. Ακόμα το σχήμα της είναι σαν τρίπλευρη πυραμίδα. Η βασική φυσική λειτουργία της μύτης είναι η αναπνοή και η όσφρηση και ως δευτερεύουσες λειτουργίες είναι η συμβολή της στο σχηματισμό ορισμένων φυσιολογικών αντανεκλαστικών του οργανισμού, στην υποδοχή των δακρύων και στην ανοσοβιολογική αντίσταση του οργανισμού (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009). Επίσης η ρίνα και οι παραρρίνιοι κόλποι συμβάλουν στην ομιλία σαν αντηχία, με σκοπό τη σωστή διαμόρφωση της φωνής.

Οι παραρρίνιοι κόλποι αποτελούν αεροφόρες κοιλότητες, όπου αναπτύσσονται στα οστά του σπλαχνικού και εγκεφαλικού κρανίου. Επικοινωνούν μέσω στομιών με το εσωτερικό της μύτης. Αποτελούνται από τέσσερις παραρρίνιους κόλπους: το γναθιαίο ή ιγμόρειο άντρο, τις ηθμοειδής κυψέλες, τους σφηνοειδής κόλπους και τους μετωπιαίους κόλπους (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Γναθιαίο ή ιγμόρειο άντρο

Αποτελεί τον μεγαλύτερο από όλους τους παραρρίνιους κόλπους και διευρύνεται σχεδόν σε όλη την άνω γνάθο. Το σχήμα του είναι σαν τετράπλευρη πυραμίδα, η οποία έχει τη βάση της προς το έσω τοίχωμα (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Ηθμοειδής κυψέλες

Αποτελούν μικρές αεροφόρες κοιλότητες, οι οποίες βρίσκονται μέσα στον λαβύρινθο του ηθμοειδούς οστού. Συγκεκριμένα είναι 8-12 και χωρίζονται σε πρόσθιες και οπίσθιες. Οι πρόσθιες ηθμοειδής κυψέλες είναι πιο μικρές σε μέγεθος αλλά αριθμητικά περισσότερες και εκβάλλουν στο μέσο ρινικό πόρο. Αντίθετα οι οπίσθιες ηθμοειδής κυψέλες είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος αλλά αριθμητικά λιγότερες και εκβάλλουν στον άνω ρινικό πόρο (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Μετωπιαίοι κόλποι

Αποτελούνται από τον δεξιό και αριστερό μετωπιαίο κόλπο, οι οποίοι βρίσκονται στο μετωπιαίο οστό. Ανάμεσα τους υπάρχει ένα λεπτό οστέινο διάφραγμα όπου τους χωρίζει. Τις περισσότερες φορές το σχήμα τους είναι σαν τρίπλευρη πυραμίδα, που έχει την κρυφή προς τα πάνω και τη βάση προς τα κάτω (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Σφηνοειδής κόλποι

Αποτελούνται από τον δεξιό και αριστερό σφηνοειδή κόλπο, οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο σώμα του σφηνοειδούς οστού. Ανάμεσα τους βρίσκεται το σφηνοειδές διάφραγμα όπου τους χωρίζει. Από μέγεθος ποικίλλουν και στο πρόσθιο τοίχωμά τους υπάρχει το στόμιο του εκφορητικού πόρου(εκβάλλει στο άνω ρινικό πόρο) (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

2ο Κεφάλαιο: Ταξινόμια Φωνής

2.1. Η Σημασία της Ταξινόμησης της Φωνής του Τραγουδιστή και η Φωνητική Έκταση ως Δείκτης Ταξινόμησης

Η ταξινόμηση της φωνής αποτελεί συχνά τον ακρογωνιαίο λίθο της ταυτότητας του κλασικού τραγουδιστή. Ακόμα μοιράζει τους λειτουργικούς ρόλους που θα εκτελέσει ο τραγουδιστής και επηρεάζει την τεχνική του τραγουδιού. Επίσης ο Sataloff στην έρευνα του κατά την αξιολόγηση ενός τραγουδιστή για μία φωνητική διαταραχή, έχει την ταξινόμηση φωνής στην κορυφή του ιστορικού του ασθενούς. Η ταξινόμηση θεωρούταν υποκείμενη-μη τυποποιημένη διαδικασία. Έτσι η εσφαλμένη ταξινόμηση της τραγουδιστικής φωνής είναι ένα γεγονός που συμβαίνει συχνά, ειδικά σε νέους τραγουδιστές. Η προσπάθεια κάποιου να τραγουδήσει με ακατάλληλο τρόπο και με ακατάλληλη ταξινόμηση φωνής είναι πιθανό να καταστρέψει την ποιότητα της φωνής του. Όταν το τραγούδι βρίσκεται σε ακατάλληλη, πολύ ψηλή περιοχή θεωρείται κατάχρηση φωνής. Η σημαντικότερη συνέπεια της ακατάλληλης ταξινόμησης φωνής αποτελεί η ανάπτυξη αναποτελεσματικής τεχνικής τραγουδιού, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την φωνητική καταστροφή μακροπρόθεσμα ακόμα και στην υγεία (Johnson & Kempster, 2011; McKinney, 2005; Pórolniczak & Kramarczyk, 2017).

Η ταξινόμηση ενός τραγουδιστή γίνεται από ειδικούς και έμπειρους στον χώρο της παραγωγής φωνής, οι οποίοι τους ταξινομούν με βάση τα χαρακτηριστικά όπως η χροιά, το εύρος, η κλίμακα και η δύναμη φωνής. Οι τραγουδιστές της χορωδίας ταξινομούνται με αντίστοιχο τρόπο, ωστόσο οι πιο επιθυμητοί παράμετροι είναι η κλίμακα φωνής και η σταθερότητα του ηχοχρώματος (Pórolniczak & Kramarczyk, 2017).

Με βάση την έρευνα των Yan, Ng, Man & To (2013) αποδείχθηκε πως υπάρχει σημαντικά μικρότερο μήκος στοματικής και φωνητικής οδού και μικρότερο όγκο στοματικής και φωνητικής οδού των σοπράνο σε σύγκριση με τις mezzo-soprano. Ακουστικά, οι σοπράνο είχαν υψηλότερες τιμές F1, F2 και F3 από τις μέτζο-σοπράνο. Με βάση τα παραπάνω ευρήματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως ο όγκος της φωνητικής οδού μπορεί να επηρεάσει τις συχνότητες σχηματισμού και έτσι είναι πιθανό η ταξινόμηση των επαγγελματικών φωνών τραγουδιού να στηρίζεται στο μήκος αλλά και στην ένταση του φωνητικού συστήματος (Yan et al., 2013).

Το μήκος της κοιλότητας του φάρυγγα παίζει σημαντικό ρόλο στο συνολικό μήκος της φωνητικής οδού, όπου ποικίλλει συστηματικά ανάλογα με την ταξινόμηση. Ακόμα υπάρχουν σταθερές μορφολογικές διαφορές φωνητικής οδού μεταξύ τραγουδιστών διαφορετικών κατηγοριών φωνής (Roers et al., 2009).

Η φωνητική εκπαίδευση ασκεί σημαντική επίδραση στο μέγιστο εύρος φωνητικών συχνοτήτων, δηλαδή στη φωνή του τραγουδιού. Το παραπάνω μπορεί να ανιχνευθεί ακουστικά από το τέταρτο εξάμηνο της φωνητικής εκπαίδευσης (Mendes et al., 2003)

2.2. Ταξινομήσεις Φωνής με Βάση την Έκταση

Το πιο γνωστό χαρακτηριστικό εύρος που χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση της τραγουδιστικής φωνής είναι το εύρος. Οι κύριοι τύποι φωνής είναι σοπράνο, άλτο, τενόρο και μπάσο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα τυπικά εύρη είναι τα εξής:

1. Σοπράνο: από c1 έως a2(261,6Hz-880Hz)
2. Alto: από f έως e2(174,6Hz-659,3Hz)
3. Τενόρ: από c έως c2(130,8Hz-523,2Hz)
4. Μπάσα: από D έως f1(73,4Hz-349,2Hz)

Έτσι αυτά τα εύρη μπορεί να είναι η βάση για την ταξινόμηση της φωνής του τραγουδιστή σε έναν συγκεκριμένο τύπο. Η παραπάνω ταξινόμηση τις περισσότερες φορές πραγματοποιείται από έναν έμπειρο στο τομέα της παραγωγής φωνής (Półrolniczak & Kramarczyk, 2017).

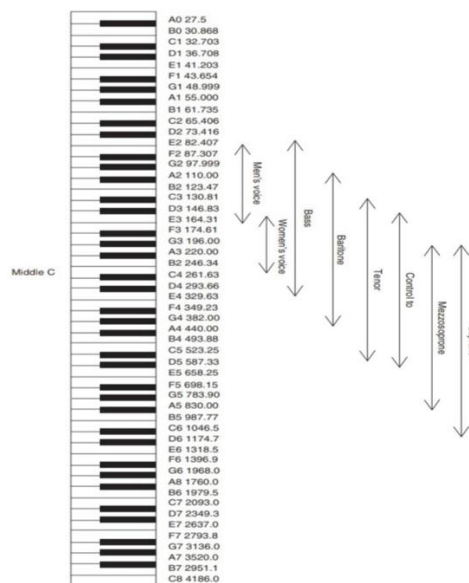
Έχουν βρεθεί υψηλότερες συχνότητες μορφοποίησης στον τύπο ηχοχρώματος τενόρου και χαμηλότερες συχνότητες σχηματισμού στον τύπο μπάσου. Τα φάσματα μακροχρόνιου μέσου όρου φαίνεται να παρέχουν μια καλή εκτίμηση της ταξινόμησης φωνής. Οι ποσοστιαίες διαφορές στη συχνότητα της φόρμας ανάμεσα στους μπάσους και τους τενόρους είναι παρόμοιες με εκείνες μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως τα μήκη του στόματος και του φάρυγγα, που είναι γνωστό ότι διαφοροποιούν τα θηλυκά και τα αρσενικά, πιθανότατα διαφοροποιούν επίσης τους τενόρους και τους μπάσους (Cleveland, 1977).

Μέσα μήκη φωνητικών χορδών (από τη διάμετρο πρόσθιας-οπίσθιας υπογλωττίδας-τραχείας):

1. Σοπράνο:14,9mm

2. Μεζοσοπράνο: 16,0mm
3. Άλτο: 16,6mm
4. Τενόρος: 18,4mm
5. Βαρύτονος: 19,5mm
6. Μπάσος: 20,9mm

Εμφανίζονται σταθερές ανατομικές διαφορές στον λάρυγγα ανάμεσα σε τραγουδιστές ποικίλων και διαφορετικών κατηγοριών φωνής, σχετιζόμενοι με το εύρος του ύψους και τη χροιά της φωνής (Roers et al., 2009).



Εικόνα 7. Διαφορετικές φωνητικές ομάδες κατά την ταξινόμηση της ανδρικής και γυναικείας φωνής, με χρήση της θεμελιώδους συχνότητας (Αναρτήθηκε από: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9781444395068.ch2?saml_referrer)

2.3.Επίδραση της Μουσικής Εκπαίδευσης στα Χαρακτηριστικά της Φωνής

Η φωνητική εκπαίδευση αποτελεί τον κύριο παράγοντα ενίσχυσης της τραγουδιστικής φωνής. Αποτελεί τον βασικό παράγοντα ενίσχυσης της τραγουδιστικής φωνής, αλλά και ένα παράγοντα που έχει σκοπό την ανάπτυξη των παραμέτρων που κάνουν την φωνή ενός τραγουδιστή διαφορετική από εκείνη ενός μη τραγουδιστή. Από τις πιο σημαντικές επιδράσεις που ασκεί η φωνητική εκπαίδευση είναι εκείνη του μέγιστου εύρους φωνητικών συχνοτήτων (Mendes et al., 2003).

Οι γυναίκες τραγουδίστριες έχουν μέγιστο εύρος φωνητικών συχνοτήτων από πέντε έως επτά ημιτόνια (ST, re: 16,35 Hz) μεγαλύτερο από τις μη τραγουδίστριες και η επέκταση υπάρχει κυρίως στο υψηλό άκρο του εύρους συχνοτήτων. Οι εκπαιδευμένοι τραγουδιστές, γενικά, εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερο μέγιστο εύρος φωνητικών συχνοτήτων από τους μη τραγουδιστές: 38,4 ST και 29,1 ST, αντίστοιχα. Το παραπάνω συμβαίνει διότι οι επαγγελματίες τραγουδιστές έχουν μια δεξιοτεχνία στη φωνητική τεχνική, η οποία δεν συναντάται στους μη επαγγελματίες τραγουδιστές (Mendes et al., 2003).

Το Vibrato αναπτύσσεται από μόνο του όσο η εκπαίδευση φωνής συνεχίζεται με επιτυχία (Mendes et al., 2003).

Τα αποτελέσματα της έρευνας του Mendes, Rothman, Sapienza & Brown (2013) έδειξαν ότι η φωνητική εκπαίδευση είχε σημαντική επίδραση στο μέγιστου εύρους φωνητικών συχνοτήτων. Η θεμελιώδη συχνότητα και η στάθμη ηχητικής πίεσης του επιπέδου 90% του μέγιστου εύρους φωνητικών συχνοτήτων και του εύρους 90–10% αυξήθηκαν πού όσο προχωρούσε η φωνητική εκπαίδευση. Παρά ταύτα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο vibrato και στους τραγουδιστές ως συνάρτηση της εκπαίδευσης. Όλα τα παραπάνω μπορούν να εντοπιστούν από το τέταρτο εξάμηνο της φωνητικής εκπαίδευσης (Mendes et al., 2003).

Σύμφωνα με την έρευνα των Falcão, Masson, Oliveira & Behlau, βρέθηκε πως υπάρχουν μικρές άμεσες αλλαγές στη φωνή των τραγουδιστών κοριτσιών ηλικίας 9-12, οι οποίες συμμετείχαν σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα προθέρμανσης φωνής στη χορωδία. Η προθέρμανση αυτή οδήγησε στην παραγωγή μεγαλύτερου πλούτου στο ηχητικό φάσμα και δείχνοντας μια πιθανή βελτίωση στο κλείσιμο της γλωττίδας ή τη ρύθμιση της φωνητικής οδού (Falcão et al., 2014).

Από την έρευνα των Brown, Morris, Hicks, & Howell βρέθηκε πως τα επίπεδα μέσης βασικής συχνότητας ομιλίας και έντασης ήταν πολύ πιο υψηλά για τους επαγγελματίες τραγουδιστές σε αντίθεση με τους μη τραγουδιστές. Ωστόσο αυτό παρατηρήθηκε μόνο για ορισμένες ηλικιακές ομάδες. Επίσης τα επίπεδα μέσης βασικής συχνότητας ομιλίας των μη τραγουδιστών διέφεραν κατά πολύ ανάλογα με την ηλικία, ενώ για τους επαγγελματίες τραγουδιστές δεν διέφεραν. Ακόμα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για το μέσο φωνητικό εύρος ή τα συνήθη επίπεδα τόνου μεταξύ επαγγελματιών με μη επαγγελματίες τραγουδιστές (Brown et al., 1993).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εξάσκηση των ασκήσεων αναπνοής και φωνής από έμπειρους καθηγητές μουσικής διαφέρει και εξαρτάται από τη δομή που σπουδάζουν οι μαθητές. Οι εβδομαδιαίες ώρες του μαθήματος μουσικής, η πιθανή ανεπάρκεια εξοπλισμού στη τάξη παίζουν σημαντικό ρόλο και επηρεάζουν τη χρήση της αναπνοής και τις φωνητικές ασκήσεις από καθηγητές μουσικής στη διδασκαλία του τραγουδιού (Gul, 2018).

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3^ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία

3.1. Συμμετέχοντες

Το δείγμα ήταν παιδιά που φοιτούν σε ωδεία της ελληνικής επικράτειας (N=33) αλλά και παιδιά (N=33) που δεν παρακολουθούν σε αυτά (ομάδα ελέγχου). Οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν με βάση την ηλικία, το φύλο και το αν φοιτούν σε ωδεία ή όχι. Η επιλογή του δείγματος είχε ηλικιακή ομοιογένεια, έγινε ανεξάρτητα από καταγωγή, οικογενειακή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Να σημειωθεί ότι για την ηχογράφιση φωνής για να γίνουν οι μετρήσεις, διασφαλίστηκε το απόρρητο των προσωπικών δεδομένων των υποκειμένων της έρευνας. Όλοι οι γονείς των συμμετεχόντων ενημερώθηκαν με βάση τις αρχές του GDPR και της Συνθήκη του Ελσίνκι για την έρευνα και τους ζητήθηκε να υπογράψουν μια επιστολή συγκατάθεσης στην έρευνα.

3.2. Τρόπος Συλλογής Δεδομένων

Ο τρόπος συλλογής δεδομένων έγινε με βάση το μοντέλο των Behlau et. al (2015) και της European Laryngeal Society – ELS (2002). Οι ως άνω αναφέρουν πως για να υπάρχει μια ενδεδειγμένη καταγραφή των διαταραχών φωνής, θα πρέπει ο ασθενής να: (α) να κάνει μια ενδοσκοπική εξέταση του λάρυγγα, (β) να γίνουν ακουστικές αναλύσεις της φωνής του, (γ) να γίνουν ακουστικές-αντιληπτικές βαθμονομήσεις της φωνής του, (δ) αεροδυναμικές μετρήσεις της φωνής του και (ε) να συμπληρώσει ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς ως προς τη διαταραχή του. Από τα παραπάνω βήματα πραγματοποιήθηκαν τα βήματα (β) και (γ).

3.2.1. Συλλογή Ακουστικών Δεδομένων

Οι μετρήσεις των ακουστικών χαρακτηριστικών φωνής, μια συνήθης διαδικασία αξιολόγησης από τους φωνιάτρους και λογοθεραπευτές και είναι καλό να διεξάγονται σε ένα χαλαρό πλαίσιο με ήπιο διάλογο (Schutte & Seidner, 1983). Επομένως, οι ηχογραφήσεις των συμμετεχόντων έγιναν σε χώρο ο οποίος δεν επηρεάζεται από εξωτερικούς θορύβους άνω των 40dB όπως συστήνεται από τους παραπάνω συγγραφείς. Με την διασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών μέτρησης ακολούθησε η καταγραφή του δείγματος ομιλίας. Το μικρόφωνο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την λήψη των μετρήσεων ήταν υψηλής καταγραφής και ήταν συνδεδεμένο με έναν

συμπυκνωτή του σήματος προ του κάθε προγράμματος ανάλυσης με προ ενισχυτή. Στη συνέχεια στα δείγματα ομιλίας του κάθε συμμετέχοντα έγινε ανάλυση με λογισμικό H/Y που καθορίζει τα ακουστικά χαρακτηριστικά της φωνής (Boersma & Weenink, 2018; Núñez et al., 2013; Oğuz et al., 2011).

Οι μετρήσεις της θεμελιώδους συχνότητας (Fo), %shimmer (Διακύμανση Απόκλισης Συχνότητας - ΔΑΣ), και του %jitter (Διακύμανση Απόκλισης Πλάτους – ΔΑΠ), SPL (αποτελεί μία στάνταρντ διαδικασία αξιολόγησης από τους φωνιάτρους και λογοθεραπευτές για πολλά χρόνια (Baken & Orlikoff, 2000). Οι παραπάνω μετρήσεις συνήθως γίνονται με συνεχή παραγωγή φωνηέντων. Οι Schutte & Seidner (1983) συστήνουν τη χρήση των /a/, /i/, και /u/. Το φωνήεν /a/ όπως στην λέξη «πατέρας» επιλέχτηκε για τη χρήση στην παρούσα μελέτη για να αποφευχθεί η αλληλεπίδραση μεταξύ του θεμελιώδους και του πρώτου διαμορφωτή (formant - F1) συχνότητας στην πλειοψηφία των φωνήσεων (Gramming & Sundberg, 1988). Επίσης, ο ήχος /i/, προτιμήθηκε γιατί είναι ο ήχος ο οποίος χρησιμοποιούν στην εξέταση τους οι ωτορινολαρυγγολόγοι και προκαλεί την πλήρη ανύψωση του λάρυγγα. Η παρατεταμένη παραγωγή ενός φωνήεντος είχε μια διάρκεια τουλάχιστον 3 δευτερόλεπτα στη συχνότητα στόχο (Awan, 1991).

3.2.2.Συλλογή Ακουστικών-Αντιληπτικών Δεδομένων

Οι Ακουστικές – Αντιληπτικές Μετρήσεις (AAM) θα ήταν μία εύκολη και απτή λύση που θα έδινε άμεσα αποτελέσματα για την φωνή ενός εξετάζομενου, παλιά θεωρούνταν ατυχές το γεγονός ότι μια τυποποιημένη μέθοδος για την εφαρμογή κρίσεων ποιότητας φωνής δεν είχε αναπτυχθεί (Kempster et al., 2009; Zraick et al. 2011). Αυτή η προσπάθεια ήταν δύσκολη λόγω των πολλών ζητημάτων που θα επηρέασαν πιθανά το έργο και το εξαγόμενο της αξιολόγησης αυτής όπως πηγάζει από τη βιβλιογραφία της ψυχολογίας (Marks & Algom, 1998; Stevens, 1975; Kent, 1996).

Αυτό το θέμα σε ένα σεμινάριο οι Kreiman, Gerratt, Kempster, Erman και Berke (1993) εξέτασαν χρησιμοποίησαν διάφορες προσεγγίσεις στην ακουστική-αντιληπτική ανάλυση της φωνής. Μεταξύ αυτών των προσεγγίσεων, η κλίμακα GRBAS, που εισήχθη επισήμως από τον Hirano (1981), έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την εκτίμηση της διαταραγμένης ποιότητας φωνής (Carding et al., 2009).

Η κλίμακα GRBAS δημιουργήθηκε από τον Hirano (1981) με σκοπό να επιτευχθεί μια πιο συστηματική διαδικασία βαθμονόμησης ως προς AAM. Η κάθε • παράμετρος στην κλίμακα GRBAS αντιπροσωπεύει μια διάσταση: **G** αντιπροσωπεύει το βαθμό της

συνολικής φωνητικής απόκλιση, **R** αντιπροσωπεύει την τραχύτητα, **B** αντιπροσωπεύει την εμπνοηκότητα, **A** αντιπροσωπεύει την εξασθένιση (αδυναμία) και το **S** αντιπροσωπεύει την τάνυση/διάταση. Η GRBAS χρησιμοποιεί μια κλίμακα Likert 4 βαθμών από 0 (κανονική) έως 3 (σοβαρή) και για τις πέντε παραμέτρους. Ωστόσο, η κλίμακα GRBAS δεν προσφέρει ένα ειδικό πρωτόκολλο διαχείρισης και δεν παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για ανάλυση. Επιπλέον, για την GRBAS, πολλά θέματα που επισημάνθηκαν από τους Kempster, Gerratt, Verdolini Abbott, Barkmeier-Kramer και Hillman (2009) ως περιορισμοί της βρέθηκαν να επηρεάζουν την αξιοπιστία των αξιολογήσεων ποιότητας φωνής σε μελέτες ακουστικής ανάλυσης (Gorodetsky et al., 1992).

Το CAPE-V αναπτύχθηκε με σκοπό να χρησιμοποιείται από κλινικούς κατά την αξιολόγηση της ποιότητας φωνής των ενηλίκων με διαταραχές φωνής (Kempster et al., 2009). Με το CAPE-V καταγράφονται αντιληπτικά χαρακτηριστικά φώνησης. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής: (α) συνολικός βαθμός βαρύτητας (B) Τραχύτητα (Γ)Εμπνοηκότητα (Δ) Τάνυση (E) Ύψος και (στ) Ένταση (Zraick et al. 2011).

Τέλος, οι κλίμακες βαθμονόμησης της φωνής έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες και έχουν σταθμιστεί σε πολλές γλώσσες (Behlau et al., 2009; Mozzanica, et al., 2013; Nemr et al., 2012; Núñez-Batalla et al., 2015; Özcebe et al., 2019).

Οι Κλίμακες Βαθμονόμησης Φωνής που χρησιμοποιήθηκαν στην Έρευνα

- CAPE-V Consensus Auditory Perceptual Evaluation-Voice (Hogikyan και Sethuraman, 1999)
- GIRBAS Grade Instability Roughness Breathiness Asthenia Strain (Carding et al., 2009; Zraick et al. 2011)
- GRBAS Grade Roughness Breathiness Asthenia Strain (Hirano, 1981)

Στατιστική ανάλυση και επεξεργασίας δεδομένων

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν μέσω της χρήσης του προγράμματος “SPSS Version 20.0 Package” (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 Armonk, NY: IBM Corp). Πραγματοποιήθηκε περιγραφική και επαγωγική ανάλυση των αποτελεσμάτων από την οποία προέκυψαν οι επικρατούσες απαντήσεις για κάθε ερωτηματολόγιο για τον υγιή πληθυσμό, καθώς και οι μέσοι όροι για κάθε ερώτηση ξεχωριστά στις δύο κλίμακες. Οι μετρήσιμες μεταβλητές

παρουσιάζονται με τη μέση τιμή (mean value), την τυπική απόκλιση (standard deviation), την ελάχιστη (min value) και τη μέγιστη τιμή (max value), οι δε μη μετρήσιμες μεταβλητές (βαθμωτές, διχοτομικές ή κατηγορηματικές) παρουσιάζονται με τη συχνότητα (απόλυτος αριθμός) εμφάνισης απάντησης καθώς και τη σχετική συχνότητα (ποσοστιαία αναλογία) εμφάνισης της κάθε τιμής της μεταβλητής. Επίσης, οι μετρήσεις αξιοπιστίας και εγκυρότητας έγιναν με τους δείκτες Cronbach-alpha coefficient και omega alpha coefficient. Για τις κλίμακες θα χρησιμοποιήθηκε και ο δείκτης συσχέτισή τους με Pearson R (σε περίπτωση κανονικής κατανομής των δεδομένων) ή Spearman R coefficients (σε περίπτωση μη κανονικής κατανομής των δεδομένων).

Περιορισμοί και αδύναμα σημεία της μελέτης

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μελέτη υπόκειται σε ορισμένους μεθοδολογικούς περιορισμούς. Ο σημαντικότερος από αυτούς είναι ότι στο δείγμα δεν υπάρχουν άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα επικοινωνίας. Να σημειωθεί πως δεν υπάρχει προς το παρόν κάποιος σχεδιασμός για μελλοντική μελέτη. Η συγκεκριμένες πτυχιακές θα δώσουν τις προοπτικές για επόμενη μελέτη σε πληθυσμό με διαταραχές επικοινωνίας ώστε να γίνει η ολοκληρωμένη στάθμιση των δύο κλιμάκων στα Ελληνικά δεδομένα και αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κλινική άσκηση. Σε περίπτωση που η ανάλυση των δεδομένων της υπάρχουσας μελέτης μας δώσει αυτή την προοπτική θα ζητηθεί νέα έγκριση από την επιτροπή Ηθική και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Ιωάννινων.

3.3. Απόρρητο και Διασφάλιση Ερευνητικών Δεδομένων

Ηθικά θέματα/Απόρρητο και Διασφάλιση Ερευνητικών Δεδομένων

Δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα της μελέτης έχουν οι επιβλέποντες της μελέτης. Όλα τα ευρήματα και τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα σε ένα συγκεκριμένο Η/Υ και κλειδωμένα σε γραφείο της Κλινικής ΩΡΛ του Π.Γ.Ν.Ι καθώς και σε εξωτερικό σκληρό δίσκο. Αυτός ο υπολογιστής δεν είναι συνδεδεμένος με το διαδίκτυο. Επίσης, διασφαλίζεται η ανωνυμία των αποτελεσμάτων της έρευνας για τη χρήση τους σε μελλοντικές δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά ή/και για ανακοινώσεις που αφορούν επιστημονικά συνέδρια. Μέσω γραπτής συγκατάθεσης από τους συμμετέχοντες επιβεβαιώνεται η συμμετοχή τους στην έρευνα. Ειδικότερα:

- **Αποθήκευση/ Ανωνυμία/ Χρονική διάρκεια φύλαξης των δεδομένων**

Δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα της μελέτης έχουν οι επιβλέποντες του έργου. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την μελέτη αποθηκεύτηκαν σε εξωτερικό σκληρό δίσκο ο οποίος δεν έχει πρόσβαση στο ίντερνετ. Ο σκληρός δίσκος φυλάσσεται σε ασφαλές μέρος σε χώρο του πανεπιστημίου. Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος δεν είχε πρόσβαση στο διαδίκτυο. Μέσω γραπτής συγκατάθεσης από τους συμμετέχοντες επιβεβαιώνεται η συμμετοχή τους στην έρευνα.

- **Ανωνυμία / Εμπιστευτικότητα**

Κάθε έρευνα πρέπει να είναι σε θέση να εξασφαλίζει την ανωνυμία του συμμετέχοντος ενώ για την άρση αυτής απαιτείται συγκατάθεση. Για την τήρηση της εμπιστευτικότητας δεν επιτρέπεται να παραβιάζεται το ατομικό απόρρητο και τα ατομικά προσωπικά δεδομένα, πόσο μάλλον να τα γνωστοποιεί σε τρίτους χωρίς γραπτή συγκατάθεση (Γκαράνη & Παπαδάτου, 2012). Στην παρούσα έρευνα, η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα διατηρήθηκαν με την συμπλήρωση ανώνυμων ερωτηματολογίων και κατά την ολοκλήρωσή τους δόθηκε ένας προσωπικός μοναδικός κωδικός σε κάθε συμμετέχοντα. Ζητήθηκε από το άτομο να επιστρέψει στην ηλεκτρονική πλατφόρμα του ερωτηματολογίου, ώστε να απαντήσει ξανά τις ερωτήσεις σε διάστημα δέκα έως δεκαπέντε ημερών. Έτσι το άτομο είχε την δυνατότητα αν το επιθυμεί να απαντήσει το ερωτηματολόγιο εισάγοντας τον μοναδικό κωδικό που του έχει δοθεί. Επίσης, διασφαλίστηκε η ανωνυμία των αποτελεσμάτων της έρευνας για τη χρήση τους σε μελλοντικές δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά ή/και για ανακοινώσεις που αφορούν επιστημονικά συνέδρια (Γκαράνη & Παπαδάτου, 2012).

- **Φύλαξη των δεδομένων/ Ύπαρξη συνέχειας**

Τα δεδομένα θα παραμείνουν στο σκληρό δίσκο αποθηκευμένα για ένα χρονικό διάστημα έως πέντε έτη. Δεν υπάρχει μέχρι το τέλος της παρούσας κάποιος σχεδιασμός για μελλοντική μελέτη.

- **Καταστροφή Δεδομένων**

Τα δεδομένα της έρευνας θα καταστραφούν μετά την διάρκεια των δύο ετών μέσω της μεθόδου επεγγραφής δεδομένων (overwriting data). Για το σκοπό αυτό θα ακολουθηθεί η διαδικασία όπως ορίζεται από τους NIST ή IRS. [DataSpan, (2018) “What Are the Different Types of Data Destruction and Which One Should You Use?”, 3 Οκτωβρίου 2018, <https://www.dataspan.com/blog/what-are-the-different-types-of-data-destruction-and-which-one-should-you-use/>]

- **Αναμενόμενα Αποτελέσματα και Συμπεράσματα**

Από τις αναλύσεις της έρευνας δημιουργήθηκαν δεδομένα ως προς τα χαρακτηριστικά φωνής για κλινική χρήση. Ελέγχθηκαν οι παράγοντες κινδύνου όπως το κάπνισμα, το αλκοόλ, το εργασιακό άγχος, τη συναισθηματική κατάσταση και την επιρροή τους πάνω στα χαρακτηριστικά της φωνής. Επίσης έγινε ο εντοπισμός μεταβλητών που συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης διαταραχών φωνής, ώστε να γίνει η πρόωμη διάγνωση και πρόληψη και διαχείριση σε θέματα διαταραχών φωνής.

Στατιστική ανάλυση και επεξεργασίας δεδομένων

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν μέσω της χρήσης του προγράμματος “SPSS Version 23.0 Package” (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0 Armonk, NY: IBM Corp). Έγινε περιγραφική και επαγωγική ανάλυση των αποτελεσμάτων από την οποία θα προκύψουν οι επικρατούσες απαντήσεις για κάθε διαδικασία ακουστικής ανάλυσης μεταξύ των δύο υποομάδων, καθώς και οι μέσοι όροι για κάθε ερώτηση ξεχωριστά στις δύο κλίμακες. Οι μετρήσιμες μεταβλητές παρουσιάζονται με τη μέση τιμή (mean value), την τυπική απόκλιση (standard deviation), την ελάχιστη (min value) και τη μέγιστη τιμή (max value), οι δε μη μετρήσιμες μεταβλητές (βαθμωτές, διχοτομικές ή κατηγορηματικές) παρουσιάζονται με τη συχνότητα (απόλυτος αριθμός) εμφάνισης απάντησης καθώς και τη σχετική συχνότητα (ποσοστιαία αναλογία) εμφάνισης της κάθε τιμής της μεταβλητής.

4^ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα της Έρευνας

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στατιστικά αποτελέσματα της μελέτης. Κοινώς περιλαμβάνονται τα στατιστικά αποτελέσματα που προέκυψαν μέσω της συλλογής του δείγματος της έρευνας και της κωδικοποίησης των δεδομένων που καταγράφηκαν.

4.1. Γενικές Αναλύσεις

Σε αυτό το υποκεφάλαιο αναφέρονται τα δημογραφικά και συγκριτικά δεδομένα που προέκυψαν από την χορήγηση της κλίμακας. Στον πίνακα 4-1. ο οποίος ακολουθεί περιέχει συγκεντρωτικά δημογραφικά δεδομένα για το σύνολο του δείγματος.

Πίνακας 4-1. Τα δημογραφικά δεδομένα της μελέτης		
	Ομάδα Μαθημάτων (N=33)	Ομάδα Ελέγχου (N=33)
	Mean (SD)	Mean (SD)
Ηλικία	10.60 (2.40)	10.04 (2.07)
Μαθήματα	3.80 (2.09)	0.00 (0.00)

Η υποομάδα που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο είχε μέσο όρο ηλικίας τα 10.60 έτη με τυπική απόκλιση τα ± 2.40 έτη, ενώ υποομάδα που δεν δεχόταν μαθήματα στο ωδείο είχε μέσο όρο ηλικίας τα 10.04 έτη με τυπική απόκλιση τα ± 2.07 έτη [$t(64)=0.515$, NS]. Η υποομάδα που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο είχε μέσο όρο αριθμού μαθημάτων τα 3.86 με τυπική απόκλιση τα ± 2.09 , ενώ υποομάδα που δεν δεχόταν μαθήματα στο ωδείο είχε μέσο όρο τα 0.00 με τυπική απόκλιση τα ± 0.00 [$t(64)=8.276$, $p < 0.001$]. (Πίνακας 4.1.).

4.2. Συγκρίσεις Μέσων

Στον πίνακα 4-2 ο οποίος ακολουθεί περιέχει συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύνολο του δείγματος ως προ τις συγκρίσεις μέσων όρων για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

Πίνακας 4.2: Σύγκριση Μέσων Όρων Μεταξύ της Ομάδας που Δεχόταν Μαθήματα στο ωδείο και Αυτής που δεν Δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

N= 66	Ομάδα Μαθημάτων (N=33)	Ομάδα Ελέγχου (N=33)		
	Mean (SD)	Mean (SD)	t(64)	p
median_pitch	257.96 (48.13)	254.22 (45.25)	0.326	NS
mean_pitch	252.29 (45.59)	248.90 (43.02)	0.356	NS
min_pitch	168.47 (70.47)	179.79 (71.25)	0.649	NS
max_pitch	293.29 (60.82)	278.81 (54.85)	1.016	NS
Jiiter_local	0.84 (0.45)	0.72 (0.47)	1.086	NS
jitter_ppq5	0.48 (0.27)	0.40 (0.27)	1.123	NS
Jitter_ddp	0.52 (0.30)	0.44 (0.29)	1.161	NS
Shimmer_local	1.44 (0.82)	1.21 (0.81)	1.124	NS
Shimmer_local_db	10.23 (2.80)	10.04 (2.71)	0.282	NS
Shimmer_apq3	1.07 (0.27)	1.03 (0.26)	0.516	NS
Shimmer_apq5	4.48 (1.49)	4.35 (1.50)	0.342	NS
Shimmer_apq11	10.84 (3.11)	10.987 (3.22)	-0.036	NS
Shimmer_dda	13.45 (4.48)	13.071 (4.05)	0.342	NS
HNR	11.79 (3.59)	12.27 (3.29)	-0.567	NS

Από τον πίνακα 4.2 δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

Στον πίνακα 4-3 ο οποίος ακολουθεί περιέχει συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύνολο του δείγματος ως προ τις συγκρίσεις μέσω των όρων για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /e/.

Πίνακας 4.3: Σύγκριση Μέσων Όρων Μεταξύ της Ομάδας που Δεχόταν Μαθήματα στο ωδείο και Αυτής που δεν Δέχονταν για όλες τις μετρήσεις φωνής της παρατεταμένης φώνησης του /e/.

N= 66	Ομάδα Μαθημάτων (N=33)	Ομάδα Ελέγχου (N=33)		
	Mean (SD)	Mean (SD)	t(64)	p
median_pitch	265.33 (52.51)	273.37 (60.86)	-0.575	NS
mean_pitch	265.32 (52.51)	273.37 (60.86)	-0.575	NS
max_pitch	317.02 (70.44)	324.59 (61.77)	-0.522	NS
min_pitch	147.57 (67.79)	155.51 (76.97)	-0.445	NS
Jiiter_local	0.84 (0.45)	0.72 (0.47)	1.086	NS
jitter_ppq5	0.55 (0.35)	0.71 (0.64)	-1.250	NS
Jitter_ddp	0.31 (0.21)	0.40 (0.37)	-1.311	NS
Shimmer_local	0.90 (0.24)	0.96 (0.29)	-0.944	NS
Shimmer_local_db	9.02 (2.46)	9.62 (2.76)	-0.863	NS
Shimmer_apq3	4.29 (1.29)	4.57 (1.44)	-0.829	NS
Shimmer_apq5	5.48 (1.57)	5.87 (1.87)	-0.922	NS
Shimmer_apq11	8.46 (2.31)	9.20 (2.75)	-1.187	NS
Shimmer_dda	12.87 (3.87)	13.71 (4.34)	-0.830	NS
HNR	10.11 (3.52)	10.58 (3.73)	-0.533	NS

Από τον πίνακα 4.3 δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /e/.

Στον πίνακα 4-4 ο οποίος ακολουθεί περιέχει συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύνολο του δείγματος ως προ τις συγκρίσεις μέσω των όρων για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

Πίνακας 4.4: Σύγκριση Μέσων Όρων Μεταξύ της Ομάδας που Δεχόταν Μαθήματα στο ωδείο και Αυτής που δεν Δέχονταν για όλες τις μετρήσεις φωνής της παρατεταμένης φώνησης του /u/.

N= 66	Ομάδα Μαθημάτων (N=33)	Ομάδα Ελέγχου (N=33)		
	Mean (SD)	Mean (SD)	t(64)	p
median_pitch	266.58 (62.40)	273.25 (57.65)	-0.451	NS
mean_pitch	269.26 (56.02)	270.26 (50.55)	-0.076	NS
min_pitch	134.28 (58.87)	149.53 (76.72)	-0.906	NS
max_pitch	425.29 (87.53)	371.69 (89.30)	2.463	0.005
Jitter_local	0.76 (0.40)	0.67 (0.32)	1.007	NS
jitter_ppq5	1.35 (0.71)	1.19 (0.58)	0.965	NS
Jitter_ddp	0.83 (0.44)	0.76 (0.36)	0.749	NS
Shimmer_local	1.19 (0.39)	1.23 (0.29)	-0.499	NS
Shimmer_local_db	12.19 (2.87)	12.17 (2.18)	0.039	NS
Shimmer_apq3	5.01 (1.44)	4.99 (1.34)	0.054	NS
Shimmer_apq5	7.35 (2.17)	7.37 (1.74)	-0.037	NS
Shimmer_apq11	14.62 (4.53)	14.15 (3.21)	0.479	NS
Shimmer_dda	15.04 (4.33)	14.98 (4.04)	0.054	NS
HNR	11.61 (2.62)	11.51 (2.90)	0.153	NS

Από τον πίνακα 4.4 δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /u/ πλην του max_pitch $t(64) = 2.463, p < 0.005$.

Στον πίνακα 4-5 ο οποίος ακολουθεί περιέχει συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύνολο του δείγματος ως προ τις συγκρίσεις μέσω όρων για τις ακουστικές αναλύσεις MPT & S/Z Ratio.

Πίνακας 4.5: Σύγκριση Μέσων Όρων Μεταξύ της Ομάδας που Δεχόταν Μαθήματα στο ωδείο και Αυτής που δεν Δέχονταν για τα MPT & S/Z Ratio.

N= 66	Ομάδα Μαθημάτων (N=33)	Ομάδα Ελέγχου (N=33)	t(64)	p
MPT	8.69 (2.23)	7.65 (3.31)	1.489	0.005*
S/Z Ratio	0.86 (0.42)	0.75 (0.25)	1.114	0.005*

Συγκεκριμένα στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίστηκε μεταξύ των δύο ομάδων της έρευνας στο συνολικό σκορ του MPT $t(64) = 1.489$, $p < 0.005$ και το συνολικό σκορ του S/Z Ratio $t(64) = 1.114$, $p < 0.005$ (Πίνακας 4.5).

5^ο Κεφάλαιο: Συμπέρασμα-Συζήτηση

5.1. Σύνοψη των Αποτελεσμάτων της Έρευνας

Σε αυτό το υποκεφάλαιο συνοψίζονται τα αποτελέσματα της έρευνας της πτυχιακής για την ηχογράφιση που πραγματοποιήθηκε σε παιδιά που φοιτούσαν σε ωδείο και σε παιδιά που δεν φοιτούσαν σε ωδείο. Συγκεκριμένα:

1. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /a/.
2. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /e/.
3. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /u/ πλην του max_pitch $t(64) = 2.463$, $p < 0.005$.
4. Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων της έρευνας στο συνολικό σκορ του MPT $t(64) = 1.489$, $p < 0.005$ και το συνολικό σκορ του S/Z Ratio $t(64) = 1.114$, $p < 0.005$.

5.2. Συμπέρασμα και Συζήτηση των Αποτελεσμάτων της Έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση των μελωδικών ασκήσεων στα χαρακτηριστικά φωνής παιδιών. Αφού αναλύθηκε η ανατομία, η φυσιολογία και η ταξινόμια φωνής, ακολούθησε το ερευνητικό κομμάτι, το οποίο

βασίστηκε σε παιδιά τα οποία φοιτούν σε ωδείο της ελληνικής επικράτειας(N=33) αλλά και σε παιδιά τα οποία δεν φοιτούν σε ωδείο(N=33). Όλοι οι συμμετέχοντες ηχογραφήθηκαν στη συνεχή παραγωγή των φωνήματα /a/, /i/, /u/, /s/,/z/. Στόχος ήταν η μέτρηση της θεμελιώδους συχνότητας (Fo), του %shimmer, του %jitter, του %pitch, του s/z ratio και του MPT.

Από την ανάλυση των ηχογραφήσεων φάνηκε πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης των φωνημάτων /a/ και /e/. Επίσης δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που δεχόταν μαθήματα στο ωδείο και αυτής που δεν δέχονταν για όλες τις ακουστικές μετρήσεις της παρατεταμένης φώνησης του /u/ πλην του max_pitch $t(64) = 2.463$, $p < 0.005$. Ιδιαίτερα βρέθηκε μεγαλύτερη τιμή max_pitch στα παιδιά που παρακολουθούσαν μαθήματα σε ωδείο(425,29Hz), σε σύγκριση με τα παιδιά που δεν παρακολουθούσαν(371,69Hz). Ακόμα υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων της έρευνας στο συνολικό σκορ του MPT $t(64) = 1.489$, $p < 0.005$ και το συνολικό σκορ του S/Z Ratio $t(64) = 1.114$, $p < 0.005$. Συγκεκριμένα τα παιδιά που παρακολουθούσαν μαθήματα σε ωδείο είχαν μεγαλύτερη τιμή MPT(8,69sec) και s/z Ratio(0,86), σε σύγκριση με τα παιδιά που δεν παρακολουθούν(MPT=7,65sec, s/z Ratio=0,75). Συνεπώς οι μελωδικές ασκήσεις βοηθούν τα παιδιά στο μέγιστο χρόνο φώνησης(MPT) και στη μεγαλύτερη τιμή του max_pitch του φωνήματος u.

Ο λόγος s/z Ratio έχει σχεδιαστεί με σκοπό να εξετάζει την επίδραση παθολογικών καταστάσεων στη φώνηση. Ισχύει πως αν ο λόγος s/z έχει μεγαλύτερη τιμή από 1,4 δεν θεωρείται φυσιολογικός. Επίσης ο λόγος s/z που προσεγγίζει την τιμή 1 θεωρείται φυσιολογικός και αναμενόμενος για παιδιά και ενήλικες(Colton et al., 2022) . Στη παρούσα έρευνα υπάρχει διαφορά στον λόγο s/z μεταξύ παιδιών που παρακολουθούν μαθήματα σε ωδείο(s/z=0,86) και εκείνων που δεν παρακολουθούν(s/z=0,75), αλλά δεν ξεπερνά το 1,4, συνεπώς θεωρείται φυσιολογικός. Ωστόσο παρατηρείται πως η ομάδα παιδιών που παρακολουθούν μαθήματα έχει υψηλότερη τιμή s/z Ratio από την ομάδα ελέγχου. Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε πως η ομάδα παιδιών που παρακολουθεί μαθήματα σε ωδείο έχει περισσότερες πιθανότητες παθολογικών καταστάσεων στη φώνηση μελλοντικά, από τα παιδιά που δεν παρακολουθούν μαθήματα σε ωδείο. Παρά ταύτα πολυάριθμοι συγγραφείς έχουν αμφιβολίες για την εγκυρότητα της συγκεκριμένης μέτρησης(Colton et al., 2022).

Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Pieper, Körner, Wiedemann, Ludwig, Werner, Meuret, & Fuchs, που έγινε το 2022, για την ανάλυση διαχρονικών φωνητικών δεδομένων αγοριών και κοριτσιών ηλικίας 8-12,5 ετών, για την περιγραφή της φυσιολογικής τους ανάπτυξης και για την αξιολόγηση της επιρροής ενός μονοετούς μουσικοπαιδαγωγικού παρεμβατικού προγράμματος με επίκεντρο τη φωνή του τραγουδιού, βγήκαν διάφορα αποτελέσματα. Διερευνήθηκαν η μέγιστη και ελάχιστη ένταση φωνής, η υψηλότερη και η χαμηλότερη συχνότητα, ο μέγιστος χρόνος φωνοποίησης (MPT) και το Jitter. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε πως σε δύο χρόνια η υψηλότερη συχνότητα αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 100,23Hz για τα αγόρια και τα κορίτσια και η χαμηλότερη συχνότητα μειώθηκε κατά 18,36Hz. Ακόμα δεν βρέθηκε κλινικά σχετική ανάπτυξη των παραμέτρων έντασης και για τα δύο φύλα. Ωστόσο, μετά το έτος παρέμβασης, η ελάχιστη ένταση φωνής μειώθηκε σημαντικά στην παρεμβατική ομάδα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Το MPT αυξήθηκε κατά 2,41 δευτερόλεπτα από 10,67 δευτερόλεπτα σε 13,09 δευτερόλεπτα σε δύο χρόνια. Η αύξηση παρατηρήθηκε μεγαλύτερη για τα αγόρια (+3,2 δευτερόλεπτα) από ότι για τα κορίτσια (+1,77 δευτερόλεπτα). Το Jitter βρέθηκε να είναι 0,84%-1,11%, χωρίς να παρουσιάζει κλινικά σημαντικές αλλαγές σε δύο χρόνια. Συνεπώς ενώ οι παράμετροι συχνότητας και έντασης αναπτύσσονται εξίσου για τα αγόρια και τα κορίτσια, το MPT αναπτύσσεται περισσότερο στα αγόρια (Pieper et al., 2022).

Οι Fuchs, Meuret, Thiel, Täschner, Dietz & Gelbrich, το 2009, διερεύνησαν τον βαθμό με τον οποίο η τακτική δραστηριότητα στο τραγούδι και η φωνητική εκπαίδευση σε παιδιά και εφήβους, ηλικία 6 έως 19 ετών, επηρεάζουν θετικά τις παραμέτρους απόδοσης φωνής και την αντίληψή τους για τη φωνή τους και τον βαθμό στον οποίο βελτιώνεται ο φωνητικός έλεγχος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση μια ταξινόμηση της τραγουδιστικής δραστηριότητας που ανέπτυξαν οι ερευνητές από μόνοι τους. Έτσι βρέθηκε πως το τακτικό τραγούδι και η ατομική προπόνηση φωνής φέρει θετικά αποτελέσματα στην απόδοση φωνής, στην αντίληψη του ήχου και στον συνειδητό έλεγχο της φωνής. Συγκεκριμένα μεγαλύτερο εύρος συναντάται σε παιδιά με τη μεγαλύτερη δυνατή φωνητική εκπαίδευση. Επίσης όσο πιο δυνατή είναι η φωνητική ένταση, τόσο καλύτερη είναι η ικανότητα για *messa di voce*. Αντίθετα η μέγιστη διάρκεια της παρατεταμένης φωνοποίησης παρατηρείται μειωμένη, γεγονός που οι ερευνητές αποδίδουν σε μεθοδολογικούς λόγους. Ακόμα η μίμηση άλλων φωνών και η αντίληψη της φωνής του ατόμου φαίνεται καλύτερη στα μεγαλύτερα

παιδιά. Επιπλέον η μέγιστη ένταση φωνής, η μέγιστη διάρκεια φωνοποίησης και η ικανότητα για *messa di voce* παρατηρείται μεγαλύτερη στα αγόρια από ότι στα κορίτσια. Τέλος τα αγόρια έχουν μεγαλύτερο έλεγχο φωνής από ότι τα κορίτσια (Fuchs et al., 2009).

Η έρευνα των Schneider, Zumtobel, Prettenhofer, Aichstill & Jocher, το 2010, είχε στόχο την αξιολόγηση των φωνητικών δυνατοτήτων φωνητικά υγιών παιδιών με διαφορετικό κοινωνικό και φωνητικό/μουσικό υπόβαθρο με τη χρήση μετρήσεων προφίλ εύρους φωνής. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 186 παιδιά, 7 έως 10 ετών, που φοιτούσαν σε πέντε σχολεία. Εφαρμόστηκαν συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια σχετικά με τη φωνητική ένταση και την φωνητική εκπαίδευση. Βρέθηκε πως το εύρος της φωνής δεν επηρεάζεται από το κοινωνικό αλλά από το φωνητικό/μουσικό υπόβαθρο. Συγκεκριμένα τα παιδιά των σχολείων που ενθαρρύνονται φωνητικά/μουσικά είχαν μεγαλύτερο εύρος φωνής από τα παιδιά που δεν έχουν φωνητικά/μουσικά μαθήματα. Συνεπώς η αναγκαιότητα τακτικών μαθημάτων τραγουδιού στα δημοτικά σχολεία είναι φανερή (Schneider et al., 2010).

Η έρευνα των Pribuisiene, Uloza & Kardisiene, το 2011, είχε ως στόχο να βρεθεί πως η ηλικία, το φύλο και η φωνητική εκπαίδευση επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της φωνής, σε παιδιά ηλικίας 6 έως 13 ετών. Το παραπάνω πραγματοποιήθηκε από τον προσδιορισμό των παραμέτρων ακουστικής φωνής και φωνητογράμματος για την ομάδα των 44 τραγουδιστών και 31 παιδιών που δεν τραγουδούσαν. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως δεν επηρεάζει το φύλο ή η ηλικία το φωνόγραμμα, στις παραμέτρους ακουστικής φωνής και στο μέγιστο χρόνο φωνοποίησης. Ακόμα το εύρος φωνής όλων των παιδιών προσδιόριζε έναν προεφηβικό τύπο σοπράνο με εύρος φωνής 22 ημιτόνων για μη τραγουδιστές και 26 ημιτόνων για άτομα που τραγουδούν. Επίσης η μέση μέγιστη ένταση φωνής ήταν 81 dB. Επιπλέον η φωνητική προπόνηση επηρέασε θετικά τις παραμέτρους της έντασης της φωνής στα κορίτσια (Pribuisiene et al., 2011).

Οι Freudenhammer & Kreutz, το 2009, πραγματοποίησαν μία έρευνα με στόχο την αξιολόγηση των επιδράσεων του χορωδιακού τραγουδιού στη φωνητική απόδοση σε παιδιά δημοτικού. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν οι αλλαγές της τραγουδιστικής φωνής όσον αφορά τα προφίλ εύρους φωνής και τον δείκτη σοβαρότητας δυσφωνίας κατά την περίοδο ενός σχολικού έτους. Ένας επιπλέον στόχος ήταν η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ του χορωδιακού τραγουδιού και του κανονικού προγράμματος σπουδών μουσικής. Ιδιαίτερα 50 μαθητές της Γ' τάξης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η

ομάδα χορωδιακού τραγουδιού($n=32$) απασχολούταν με τραγούδι στη τάξη και με εβδομαδιαίες συνεδρίες, διάρκειας 30 λεπτών, ειδικής φωνητικής εκπαίδευσης σε μικρές ομάδες. Στα παιδιά της κανονικής ομάδας φροντιστηρίων μουσικής ($n = 18$), η οποία είχε και τραγούδι, δόθηκε επιπλέον χρόνος. Το εύρος φωνής και ο δείκτης σοβαρότητας δυσφωνίας μετρήθηκαν μεμονωμένα στην αρχή και στο τέλος του σχολικού έτους. Ιδιαίτερα βρέθηκε πως στις δύο ομάδες δεν υπήρχαν διαφορές κατά την έναρξη. Ωστόσο παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις ένα χρόνο αργότερα μόνο σε παιδιά που τραγουδούσαν χορωδιακά. Επίσης δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη φωνητική ανάπτυξη των παιδιών που είχαν τακτικά μαθήματα μουσικής(Freudenhammer & Kreutz , 2009).

Η έρευνα των Siupsinskiene & Lycke, το 2011, είχε ως στόχο να εξετάσει τις επιδράσεις της φωνητικής προπόνησης στις φωνητικές ικανότητες σε φωνητικά υγιείς ομάδες διαφοροποιημένης ηλικίας και φύλου που μετρώνται με το προφίλ εύρους φωνής και το προφίλ εύρους ομιλίας. Ιδιαίτερα οι μετρήσεις συχνότητας και έντασης του εύρους φωνής και εύρους ομιλίας έγιναν με τη χρήση τυπικών πρωτοκόλλων τραγουδιού και ομιλίας, σε 161 εκπαιδευμένους τραγουδιστές χορωδίας (21 άντρες, 59 γυναίκες και 81 προεφηβικά παιδιά) και σε 188 μη τραγουδιστές (38 άνδρες, 89 γυναίκες και 61 παιδιά). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε σύγκριση με τους μη τραγουδιστές, και τα δύο φύλα εκπαιδευμένων ενήλικων και παιδιών τραγουδιστών είχαν αυξημένο μέσο εύρος τόνου, υψηλότερη συχνότητα και το εύρος φωνής σε υψηλές συχνότητες($P<0,05$). Ακόμα οι γυναίκες τραγουδίστριες και οι παιδικές τραγουδίστριες είχαν σημαντικά αυξημένα μέση μέγιστη ένταση φωνής, εύρος έντασης και συνολική περιοχή εύρους φωνής. Η ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης έδειξε ότι το εύρος του τόνου εύρους φωνής, η υψηλότερη συχνότητα, η μέγιστη ένταση φωνής και το εύρος μέγιστης-ελάχιστης έντασης και η κλίση της καμπύλης ομιλίας ήταν οι κύριοι προγνωστικοί παράγοντες της φωνητικής εκπαίδευσης. Τέλος εμφανίζονται διαφοροποιημένα πρότυπα ηλικίας, φύλου και φωνητικής εκπαίδευσης των παραμέτρων εύρους φωνής και εύρους ομιλίας(Siupsinskiene & Lycke, 2011).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, E., Minutello, K., & Murcek, B. W. (2017). Anatomy, head and neck, larynx recurrent laryngeal nerve.
- Ashhad, S., Kam, K., Del Negro, C. A., & Feldman, J. L. (2022). Breathing rhythm and pattern and their influence on emotion. *Annual review of neuroscience*, *45*, 223-247. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-090121-014424>
- Awan, S. N. (1991). Phonetographic profiles and F0-SPL characteristics of untrained versus trained vocal groups. *Journal of Voice*, *5*(1), 41-50. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80162-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80162-6)
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). Commentaries: Intuition and Evidence: A Reaction to Watson and Clark. *Advances in Speech Language Pathology*, *2*(1), 43-47. <https://doi.org/10.3109/14417040008996786>
- Behlau, M., Rocha, B., Englert, M., & Madazio, G. (2022). Validation of the Brazilian Portuguese CAPE-V instrument—Br CAPE-V for auditory-perceptual analysis. *Journal of Voice*, *36*(4), 586-e15. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.007>
- Boone, D., Mcfarlane, S., Von Berg, S., & Zraick, R. (2016). *Η φωνή και η θεραπεία της*. Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2018). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.37, retrieved 14 March 2018 from <http://www.praat.org/>
- Brown Jr, W. S., Morris, R. J., Hicks, D. M., & Howell, E. (1993). Phonational profiles of female professional singers and nonsingers. *Journal of Voice*, *7*(3), 219-226. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80330-3](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80330-3)
- Bruckert, L., Liénard, J. S., Lacroix, A., Kreutzer, M., & Leboucher, G. (2006). Women use voice parameters to assess men's characteristics. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *273*(1582), 83-89. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3265>
- Carding, P. N., Wilson, J. A., MacKenzie, K., & Deary, I. J. (2009). Measuring voice outcomes: state of the science review. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, *123*(8), 823-829. <https://doi.org/10.1017/S0022215109005398>

- Cleveland, T. F. (1977). Acoustic properties of voice timbre types and their influence on voice classification. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 61(6), 1622-1629. <https://doi.org/10.1121/1.381438>
- Cohen, S. M., Statham, M., Rosen, C. A., & Zullo, T. (2009). Development and validation of the Singing Voice Handicap-10. *The Laryngoscope*, 119(9), 1864-1869. <https://doi.org/10.1002/lary.20580>
- Colton, R.H., Casper, J.K., & Leonard, R. (2022). Κατανοώντας τις Διαταραχές Φώνησης-Παράμετροι Φυσιολογίας για Διάγνωση και Θεραπεία. Gotsis.
- Denk, D.M., Swoboda, H. & Steiner, E. (1998, February). Physiology of the larynx. *PubMed*, 38 , 63-70. <https://doi.org/10.1007/s001170050325>.
- Drapeau, J., Gosselin, N., Gagnon, L., Peretz, I., & Lorrain, D. (2009). Emotional recognition from face, voice, and music in dementia of the Alzheimer type. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 342-345. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04768.x>
- Falcão, L. M. G., Masson, M. L. V., Oliveira, G., & Behlau, M. (2014). Spectrographic analysis of the effect of vocal warm-up on the voice of choir girls. *Audiology-Communication Research*, 19, 380-386. <https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000300001372>
- Famuyide, A., Massoud, T. F., & Moonis, G. (2022). Oral cavity and salivary glands anatomy. *Neuroimaging Clin N Am*, 32(4), 777-790. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2022.07.021>
- Freudenhammer, W., & Kreutz, G. (2009). Development of vocal performance in 5th grade children-A longitudinal study of choral class singing. In ESCOM 2009: 7th Triennial Conference of European Society for the Cognitive Sciences of Music.
- Fuchs, M., Meuret, S., Thiel, S., Täschner, R., Dietz, A., & Gelbrich, G. (2009). Influence of singing activity, age, and sex on voice performance parameters, on subjects' perception and use of their voice in childhood and adolescence. *Journal of Voice*, 23(2), 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.09.007>
- Gorodetsky, R., Amir, G., & Yarom, R. (1992). Effect of ionizing radiation on neuromuscular junctions in mouse tongues. *International journal of radiation biology*, 61(4), 539-544. <https://doi.org/10.1080/09553009214551301>

- Gramming, P., & Sundberg, J. (1988). Spectrum factors relevant to phonetogram measurement. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(6), 2352-2360. <https://doi.org/10.1121/1.396366>
- Gul, G. (2018). Music Teachers' Usage of the Breathing and Voice Exercises in Song Teaching. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9), 69-77.
- Hirano, M. (1981). Structure of the vocal fold in normal and disease states anatomical and physical studies. *ASHA Rep*, 11, 11-30.
- Hogikyan, N. D., & Sethuraman, G. (1999). Validation of an instrument to measure voice-related quality of life (V-RQOL). *Journal of voice*, 13(4), 557-569. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(99\)80010-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(99)80010-1)
- Jesus, L. M., Barney, A., Sá-Couto, P., Vilarinho, H., & Correia, A. (2009). Voice quality evaluation using cape-v and GRBAS in european Portuguese. In *MAVEBA* (pp. 61-64).
- Johnson, A. M., & Kempster, G. B. (2011). Classification of the classical male singing voice using long-term average spectrum. *Journal of Voice*, 25(5), 538-543. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.05.009>
- Jones, K., Sigmon, J., Hock, L., Nelson, E., Sullivan, M., & Ogren, F. (2002). Prevalence and risk factors for voice problems among telemarketers. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 128(5), 571-577.
- Kaminsky, D. A., Cockcroft, D. W., & Davis, B. E. (2023, July). Respiratory system dynamics. In *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. Thieme Medical Publishers, Inc. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770058>
- Karaosmanoglu, A.A., & Ozgen, B. (2022, November). Neuroimaging Clinics of North America. *Elsevier*, 32(4), 791-807. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2022.07.022>
- Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Abbott, K. V., Barkmeier-Kraemer, J., & Hillman, R. E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/08-0017\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/08-0017))
- Kent, R. E. (1996). Rough concept analysis: a synthesis of rough sets and formal concept analysis. *Fundamenta informaticae*, 27(2-3), 169-181.
- Kutta, H., Knipping, S., Claassen, H., & Paulsen, F. (2007). Functional anatomy of the larynx from clinical viewpoints: Part I: Development, laryngeal skeleton, joints,

insertion structures, musculature. *HNO*, 55, 583-598.
<https://doi.org/10.1007/s00106-007-1556-2>

Lüscher, E. (1956). Die Physiologie des Kehlkopfes. In: Lehrbuch der Nasen- und Hals Heilkunde und der Endoskopie der Speiseröhre und der Luftwege. Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-7858-4_35

Marks, L. E., & Algom, D. (1998). Psychophysical scaling. In Measurement, judgment and decision making (pp. 81-178). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012099975-0.50004-X>

McFarland, D. H. (2011). *Εικονογραφημένο εγχειρίδιο ανατομίας λόγου, κατάποσης και ακοής*. Πασχαλίδης.

McKinney, J. C. (2005). *The diagnosis and correction of vocal faults: A manual for teachers of singing and for choir directors*. Waveland Press.

Mendes, A. P., Rothman, H. B., Sapienza, C., & Brown Jr, W. S. (2003). Effects of vocal training on the acoustic parameters of the singing voice. *Journal of voice*, 17(4), 529-543. [https://doi.org/10.1067/S0892-1997\(03\)00083-3](https://doi.org/10.1067/S0892-1997(03)00083-3)

Mozzanica, F., Ginocchio, D., Borghi, E., Bachmann, C., & Schindler, A. (2014). Reliability and validity of the Italian version of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 65(5), 257-265. <https://doi.org/10.1159/000356479>

Nemr, K., Simoes-Zenari, M., Cordeiro, G. F., Tsuji, D., Ogawa, A. I., Ubrig, M. T., & Menezes, M. H. M. (2012). GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times. *Journal of voice*, 26(6), 812-e17. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.03.005>

Núñez, B. F., González, M. R., Peláez, G. M., González, L. I., Fernández, F. M., & Morato, G. M. (2013). [Acoustic voice analysis using the Praat program: comparative study with the Dr. Speech program]. *Acta otorrinolaringologica espanola*, 65(3), 170-176.

Núñez-Batalla, F., Morato-Galán, M., García-López, I., & Ávila-Menéndez, A. (2015). Validation of the spanish adaptation of the consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)*, 66(5), 249-257. <https://doi.org/10.1016/j.otoeng.2015.08.001>

- Oğuz, H., Kiliç, M. A., & ŞAFAK, M. A. (2011). Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP. *Turkish Journal of Medical Sciences*, *41(5)*, 835-841.
- Özcebe, E., Aydinli, F. E., Tiğrak, T. K., İncebay, Ö., & Yilmaz, T. (2019). Reliability and validity of the Turkish version of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Journal of voice*, *33(3)*, 382-e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.11.013>
- Pieper, L. H., Körner, M., Wiedemann, M., Ludwig, A., Werner, F., Meuret, S., & Fuchs, M. (2022). Analyzing longitudinal data on singing voice parameters of boys and girls aged 8 to 12.5 and possible effects of a music pedagogical intervention. *Journal of Voice*, *36(4)*, 583-e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.012>
- Półrolniczak, E., & Kramarczyk, M. (2017, September). Estimation of singing voice types based on voice parameters analysis. In 2017 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA) (pp. 63-68). IEEE. <https://doi.org/10.23919/SPA.2017.8166839>
- Pribuisiene, R., Uloza, V., & Kardisiene, V. (2011). Voice characteristics of children aged between 6 and 13 years: Impact of age, gender, and vocal training. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, *36(4)*, 150-155. <https://doi.org/10.3109/14015439.2011.569756>
- Producing a Voice and Controlling its Sound. (2011). *Foundations of Voice Studies*, 25–71.
- Roers, F., Mürbe, D., & Sundberg, J. (2009). Predicted singers' vocal fold lengths and voice classification—a study of x-ray morphological measures. *Journal of Voice*, *23(4)*, 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.12.003>
- Roers, F., Mürbe, D., & Sundberg, J. (2009). Voice classification and vocal tract of singers: a study of x-ray images and morphology. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *125(1)*, 503-512. <https://doi.org/10.1121/1.3026326>
- Rosen, D. C., & Sataloff, R. T. (1997). *Psychology of voice disorders*. Singular.
- Roy, N., Stemple, J., Merrill, R. M., & Thomas, L. (2007). Epidemiology of voice disorders in the elderly: preliminary findings. *The Laryngoscope*, *117(4)*, 628-633. <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e3180306da1>

- Schneider, B., Zumtobel, M., Prettenhofer, W., Aichstill, B., & Jocher, W. (2010). Normative voice range profiles in vocally trained and untrained children aged between 7 and 10 years. *Journal of voice*, 24(2), 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.07.007>
- Schutte, H. K., & Seidner, W. (1983). Recommendation by the Union of European Phoniaticians (UEP):standardizing voice area measurement/phonetography. *Folia Phoniatica et logopaedica*, 35(6), 286-288. <https://doi.org/10.1159/000265703>
- Siupsinskiene, N., & Lycke, H. (2011). Effects of vocal training on singing and speaking voice characteristics in vocally healthy adults and children based on choral and nonchoral data. *Journal of voice*, 25(4), e177-e189. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.03.010>
- Shipley, K. G., & McAfee, J. G. (2015). Assessment in speech-language pathology: A resource manual. Nelson Education.
- Skramlik, E.V. (1925). Physiologie des Kehlkopfs. In: Albrecht, W., et al. Die Krankheiten der Luftwege und der Mundhöhle. Handbuch der Hals- Nasen- Ohren-Heilkunde, (1), 1-5. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-92481-1_10
- Stevens, K. N. (1977). Physics of laryngeal behavior and larynx modes. *Phonetica*, 34(4), 264-279. <https://doi.org/10.1159/000259885>
- Titze, I. R. (2008). The human instrument. *Scientific American*, 298(1), 94-101. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0108-94>
- Yan, N., Ng, M. L., Man, M. K., & To, T. H. (2013). Vocal tract dimensional characteristics of professional male and female singers with different types of singing voices. *International journal of speech-language pathology*, 15(5), 484-491. <https://doi.org/10.3109/17549507.2012.744429>
- Zraick, R. I., Kempster, G. B., Connor, N. P., Thibeault, S., Klaben, B. K., Bursac, Z., ... & Glaze, L. E. (2011). Establishing validity of the consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2010/09-0105\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2010/09-0105))
- Δανηλίδης, Ι. (1998). *Κλινική ωτορινολαρυγγολογία*. Φιλωτάς.
- Εξαρχάκος, Γ. (2001). *Φυσιοπαθολογία της φωνής*. Ελληνικά Γράμματα.
- Ζιάβρα, Ν. & Σκεύας, Α. (2009). *Ωτορινολαρυγγολογία-Στοιχεία Ανατομίας, Φυσιολογίας και Παθολογίας*. UniversityStudioPress.

Λάζος, Λ.Μ. (1996). *Στοιχεία ανατομικής του ανθρώπου*. University Studio Press.