

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ  
ΦΩΝΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΟΙΣΟΦΑΓΙΚΗ  
ΟΜΙΛΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΟΜΙΛΗΤΩΝ**

**COMPARISON OF OBJECTIVE  
MEASUREMENTS OF VOICE IN INDIVIDUALS  
WITH ESOPHAGEAL SPEECH AND  
INDIVIDUALS WITH NORMAL SPEECH**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΒΟΥΤΣΙΝΑ ΟΔΥΣΣΕΙΑ  
ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΥ

ΠΑΤΡΑ 2014

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η υλοποίηση της παρούσας εργασίας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την καθοριστική συμβολή ενός συνόλου ανθρώπων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Κα Σταυρούλα Γεωργοπούλου για τη σημαντικότερη καθοδήγηση και την καλή συνεργασία καθ' όλο το διάστημα της προετοιμασίας και της υλοποίησης της παρούσας έρευνας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά την Κα Ανθή Γκίκα για τις πολύτιμες γνώσεις που παρείχε σχετικά με το αντικείμενο της αποκατάστασης της φωνής μετά από Λαρυγγεκτομή όπως επίσης και για το χρόνο που διέθεσε για την επίλυση των προβληματισμών μου.

Καθοριστική ήταν επίσης η συμβολή των Λογοθεραπευτριών της ΕΛΕΠΑΠ Αθηνών τις οποίες ευχαριστώ θερμά για την βοήθεια που παρείχαν στο θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας και για τη συνολική τους ενθάρρυνση και υποστήριξη.

Επιπλέον η παρούσα εργασία δε θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμβολή των μελών του Πανελληνίου Συλλόγου Λαρυγγεκτομηθέντων, τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω για την πρόθυμη διάθεση του χώρου του συλλόγου, την αξιοσημείωτη προσπάθεια που κατέβαλαν για τις δοκιμασίες ηχογράφησης και για την άριστη συνεργασία που είχαμε καθ' όλο το διάστημα της έρευνας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η σύγκριση των αντικειμενικών χαρακτηριστικών της φωνής ανάμεσα σε ένα ερευνητικό δείγμα που συγκροτούσαν δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 11 Λαρυγγεκτομηθέντες οι οποίοι χρησιμοποιούν ως πρωταρχικό μέσο επικοινωνίας την οισοφαγική φώνηση ενώ τη δεύτερη ομάδα συγκροτούσαν 11 άτομα τυπικού πληθυσμού χωρίς ενδείξεις παθολογίας του λάρυγγα ή νευρολογικών προβλημάτων που επιδρούσαν στην επίδοσή τους στις δοκιμασίες της παρούσας έρευνας. Τα άτομα των δύο ομάδων του δείγματος διέφεραν μόνο ως προς το είδος της φώνησης ενώ είχαν παραπλήσιες ηλικίες (+/- 3έτη) και ίδιο φύλο (9 άντρες και 2 γυναίκες στην κάθε ομάδα). Οι συμμετέχοντες ηχογραφήθηκαν κατά τη διάρκεια παρατεταμένης φώνησης του /a/ , μέτρησης 1-10 και ανάγνωσης κειμένου. Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τη διαδικασία της ηχογράφησης αναλύθηκαν στο λογισμικό ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma & Weenick, 2010) για τη λήψη αποτελεσμάτων σχετικά με τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής (βασική συχνότητα  $f_0$ , Shimmer local, Jitter Rap, NHR) όπως επίσης και για τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παρήγαγαν. Μετά την ολοκλήρωση της ακουστικής ανάλυσης , τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίθηκαν κατά ζεύγη για τη διερεύνηση της ύπαρξης στατιστικώς σημαντικής διαφοράς ως προς τις παραπάνω παραμέτρους μεταξύ των δύο ομάδων που μελετήθηκαν. Η στατιστική ανάλυση έγινε μέσω του προγράμματος IBM SPSS Statistics με τη χρήση της μεθόδου paired sample T test. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα σε όλα τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής όπου μελετήθηκαν όπως επίσης και στον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παρήγαγαν οι δύο ομάδες του δείγματος. Συνεπώς καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά (βασική συχνότητα  $f_0$ , Shimmer local, Jitter Rap, NHR) της οισοφαγικής φώνησης διαφέρουν από τα αντίστοιχα της λαρυγγικής φώνησης όπως επίσης διαφέρει και η επίδοση των δύο ομάδων στη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου ως προς τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παράγουν.

## SUMMARY

The purpose of this study was to compare the acoustic characteristics of voice in subjects that have undergone total laryngectomy and used esophageal speech and to compare the results with those obtained in a controlled group of subjects that spoke normally. The first group consisted of 11 subjects (9 males and 2 females) who used esophageal speech as primary way of communication. The second group consisted of 11 subjects who spoke normally and did not have a historic of laryngeal pathology or neurological problems that would have impacted their participation on assessments of the present study. The subjects of each group differed from the subjects of the other group only in the kind of phonation and they were age and gender matched. All participants were recorded on the task of counting from 1 to 10, reading a phonetically balanced passage and performing the prolongation of vowel /a/. The sound samples that we collected were analysed using Praat (Version 5.2.01) (Broersma & Weenick, 2010), a voice analysis program, through which results were extracted on specific acoustic measurements such as fundamental frequency (fo), Shimmer local, Jitter Rap and NHR. Also the number of words per minute that the participants could be able to produce during the reading passage task were counted. After finishing the acoustic analysis, a paired sample test was carried out, using IBM SPSS Statistics, in order to investigate the existence of a statistically significant difference between the groups of the research sample in those parameters that were mentioned earlier. The results of the statistical analysis demonstrated that there is a statistical significant difference between the two groups of the sample concerning the objective acoustic characteristic of voice (fundamental frequency (fo), Shimmer local, Jitter Rap and NHR) and also a difference in the number of word per minute that subjects could produce during the reading passage task. All in all, we come to the conclusion that in Greek language, esophageal voice differs from the laryngeal voice to the objective acoustic characteristics in specific tasks and also presents a lower rate of words/min that can be produced during a reading task.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

i. ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ii. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	5
iii. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ- ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	6
<b>2.1 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΛΑΡΥΓΓΙΚΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Στοιχεία ανατομίας της φωνητικής οδού.....	7
2.1.2 Ο μηχανισμός παραγωγής της ομιλίας.....	7
2.1.3 Η λειτουργία των φωνητικών χορδών κατά τη φώνηση.....	7
<b>2.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Κακοήθεις νεοπλασίες του λάρυγγα.....	9
2.2.2 Η χειρουργική λάρυγγα και η αποκατάσταση μετά από λαρυγγεκτομή.....	11
2.2.3 Η αποκατάσταση φωνής μετά από λαρυγγεκτομή.....	12
<b>2.3 Η ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ .....</b>	<b>15</b>
2.3.1 Η ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ.....	15
<b>iv. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Επιλογή και περιγραφή του ερευνητικού δείγματος.....	17
3.1.2 Διαδικασία της έρευνας – συλλογή δεδομένων- πρωτόκολλο αξιολόγησης.....	18
3.1.3 Ερευνητικές υποθέσεις .....	19
3.1.4 Ανάλυση δεδομένων.....	20
<b>3.2 ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Αποτελέσματα ακουστικής ανάλυσης.....	25
3.2.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης.....	32
<b>v. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	
4.1 Συμπεράσματα.....	45
4.2 Περιορισμοί .....	46
<b>vi. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Σκοπός της έρευνας

Παρόλη την εξέλιξη της ακτινοθεραπευτικής ογκολογίας και τις προσπάθειες για τη διατήρηση του οργάνου σε ασθενείς με κακοήγη νεοπλασμάτα του λάρυγγα, η λαρυγγεκτομή αποτελεί ακόμη, μία από τις θεραπευτικές τεχνικές που επιλέγουν οι χειρουργοί ΩΡΙΛΑ σε ασθενείς με προχωρημένο καρκίνο του λάρυγγα (Steiner, 1991;Kazi, 2006).

Η λαρυγγεκτομή επιφέρει απώλεια της φωνής, γεγονός που προκαλεί σοβαρό ψυχολογικό στρες και προβλήματα αυτοπεποίθησης στους ασθενείς. (Dhillon, 2008) Ο ρόλος του λογοθεραπευτή είναι καθοριστικός καθώς ενημερώνει τον ασθενή και τους φροντιστές του για τις αλλαγές που έχουν επέλθει στη φωνητική και την αναπνευστική οδό και προτείνει την καταλληλότερη μέθοδο για την αποκατάσταση της φωνής σύμφωνα με τις ανάγκες του ασθενή. (Hinni, 2013) Ο στόχος του θεραπευτικού προγράμματος για την αποκατάσταση της ομιλίας είναι η κατάκτηση του καταλληλότερου για το άτομο τρόπου ομιλίας σύμφωνα με την ηλικία, το φύλο και τη διάλεκτο. Οι επιλογές που αποσκοπούν στην παραγωγή φώνησης μετά την ολική λαρυγγεκτομή είναι η τραχειο-οισοφαγική ομιλία, το λαρυγγόφωνο (τεχνητός λάρυγγας) και η οισοφαγική ομιλία (Stemple et al., 2000). Όποιο από τα τρία είδη φώνησης κι αν επιλεγεί τα ακουστικά χαρακτηριστικά της φωνής του λαρυγγεκτομηθέντα διαφέρουν από τα αντίστοιχα της λαρυγγικής ομιλίας (Robbins, 1982). Η ακουστική ανάλυση της φωνής παρέχει στον κλινικό ποσοτικές μετρήσεις μέσω των οποίων είναι εφικτή η περιγραφή των υποσυστημάτων της ομιλίας, όπως επίσης και ο συσχετισμός ανάμεσα στα αντικειμενικά δεδομένα των μετρήσεων και τα αντίστοιχα αντιληπτικά χαρακτηριστικά. Συνεπώς, η ακουστική ανάλυση αξιοποιείται από τους κλινικούς κατά τη διάγνωση και συμβάλλει στη λήψη ποσοτικών μετρήσεων για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας (Stemple et al., 2000).

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια προσπάθεια σύγκρισης της οισοφαγικής και της λαρυγγικής φώνησης ως προς συγκεκριμένα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής όπως επίσης και ως προς τον αριθμό παραγωγής λέξεων ανά λεπτό κατά την ανάγνωση κειμένου. Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση ύπαρξης στατιστικώς σημαντικής διαφοράς ως προς τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής (βασική συχνότητα fo, Shimmer local, Jitter Rap, NHR) ανάμεσα στην ομάδα 11 ατόμων που έχουν υποστεί ολική λαρυγγεκτομή και χρησιμοποιούν την οισοφαγική φώνηση ως πρωταρχικό μέσω επικοινωνίας και της ομάδας ελέγχου που αποτελείται από 11 άτομα τυπικού πληθυσμού για τους οποίους δεν υπήρχαν ενδείξεις παθολογίας του λάρυγγα και δεν είχαν ιστορικό νευρολογικών προβλημάτων τέτοιων ώστε να επηρεάζουν την απόδοσή τους στις δραστηριότητες της παρούσας έρευνας. Επίσης σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση ύπαρξης στατιστικώς σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος ως προς τον αριθμό λέξεων ανά λεπτό που παράγεται κατά την ανάγνωση κειμένου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ- ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΈΡΟΣ

#### 2.1 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΛΑΡΥΓΓΙΚΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ

##### 2.1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΤΗΣ ΦΩΝΗΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ

Ο λάρυγγας , ο οποίος εκτείνεται από τη ρίζα της γλώσσας μέχρι την κορυφή της τραχείας, αποτελείται από εννέα χόνδρους οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους με ελαστικό υμένα και κινούνται από μύες. Οι χόνδροι του λάρυγγα περιλαμβάνουν τρεις μονήρεις (κρικοειδής, θυρεοειδής και επιγλωττιδικός) και τρεις συζευγμένους (αρυταινοειδής, κερατοειδής, σφηνοειδής). Ο θυρεοειδής χόνδρος ωθεί τα μαλακά μόρια προς τα εμπρός και σχηματίζει το «μήλο του Αδάμ» .

Οι εξωτερικοί μύες, οι οποίοι προσαρμόζουν και σταθεροποιούν τη συνολική θέση του λάρυγγα εντός του λαιμού, περιλαμβάνουν τον ωμοειδή, τον στερνοειδή, τον στερνοθυρεοειδή κ. α. Οι εσωτερικοί μύες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διαμόρφωση της θεμελιώδους συχνότητας, της έντασης και της ποιότητας της φωνής περιλαμβάνουν τον κρικοθυρεοειδή, τον έξω και έσω θυρεοαρυταινοειδή και τον εγκάρσιο και λοξό αρυταινοειδή.

Μεταξύ του κατώτερου τμήματος του θυρεοειδούς και του πλευρικού τοιχώματος του κρικοειδούς χόνδρου βρίσκεται ο κρικοθυρεοειδής μυς. Η άρθρωση αυτή είναι δυνατόν να εκτελέσει δύο κινήσεις. Η μία δυνατή κίνηση είναι η ολίσθηση από εμπρός προς τα πίσω στη διεύθυνση του χόνδρου. Η δεύτερη είναι μια κλίση ή εναλλακτικά μια κίνηση αιωρήσεως του χόνδρου γύρω από τον άξονα που είναι παράλληλος στην ευθεία που ενώνει τα δύο τύμπανα του αυτιού όταν το κεφάλι είναι στραμμένο προς τα εμπρός. Ο συνδυασμός της κλίσης και της ολίσθησης του κρικοθυρεοειδούς μυός αποτελεί την ανατομική βάση της σύσφιξης ή της επιμήκυνσης των φωνητικών χορδών και είναι ο κύριος ρυθμιστικός παράγοντας της θεμελιώδους συχνότητας.

Οι κρικοαρυταινοειδείς αρθρώσεις βρίσκονται στη δεξιά και αριστερή πλευρά του λάρυγγα και είναι συμμετρικές μεταξύ τους. Σχηματίζονται από τις πτυχές των αρθρώσεων του αρυταινοειδούς και του κρικοειδούς χόνδρου και του ζεύγους των κρικοαρυταινοειδών συνδέσμων. Όσο αφορά την κίνησή τους, αρχικά η κρικοαρυταινοειδής άρθρωση υφίσταται μια περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονά της (κύριος άξονας περιστροφής). Η απόσταση των φωνητικών χορδών από τον άξονα περιστροφής προκαλεί τη μαζική κίνησή τους καθώς η γλωττίδα ανοιγοκλείνει. Η περιστροφική αυτή κίνηση, επιπλέον, στενεύει ελαυρώς τη φωνητική χορδή. Έπειτα, η κρικοαρυταινοειδής άρθρωση εκτελεί μια γραμμική κίνηση ολίσθησης η οποία είναι παράλληλη προς τον κύριο άξονα περιστροφής. Η κίνηση αυτή που εκτείνεται σε μήκος περίπου 2mm, τείνει να ελαττώσει ή να αυξήσει το μήκος των φωνητικών χορδών κατά την προσαγωγή τους.

Συνεπώς, οι παραπάνω κινήσεις των κρικοαρυταινοειδών αρθρώσεων είναι εκείνες που προκαλούν την απαγωγή ή την προσαγωγή των φωνητικών χορδών. Ο πλευρικός κρικοαρυταινοειδής ονομάζεται προσαγωγός και ο οπίσθιος ονομάζεται απαγωγέας ενώ οι μεταξύ τους κινήσεις είναι ανταγωνιστικές και αντίθετες. Συμπερασματικά, καθώς οι φωνητικές χορδές συνδέονται εμπρόσθια με τον θυρεοειδή και οπίσθια με τον αρυταινοειδή,

ενώ παράλληλα ο θυρεοειδής και οι δύο αρυταινοειδείς συνδέονται μεταξύ τους με πολυάριθμες αρθρώσεις, είναι εφικτή μια σχεδόν άπειρη ποικιλία μετατοπίσεων των φωνητικών χορδών. Παρά την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει τις παραπάνω κινήσεις, η οποία καθιστά δύσκολη την ανάλυση των επιμέρους κινήσεων των χορδών, σε αυτήν οφείλεται η τεράστια ποικιλία ήχων που μπορεί να παράγει το ανθρώπινο σύστημα φώνησης.

Μέσα στο χώρο του λάρυγγα βρίσκονται οι φωνητικές χορδές. Δύο ζεύγη πτυχών βρίσκονται μέσα στην κοιλότητα του λάρυγγα: οι ψευδείς φωνητικές χορδές (κοιλιακές πτυχές) και οι αληθείς φωνητικές χορδές (φωνητικές πτυχές). Ο λάρυγγας χωρίζεται σε τρεις περιοχές: την αίθουσα, την κοιλία και την κάτω είσοδο στη γλωττίδα. Γλωττίδα ονομάζεται η στενή σχισμή που δημιουργείται στο χώρο μεταξύ των αληθών φωνητικών χορδών (Stemple et al., 2000; Ψύλλα, 2013).

### **2.1.2 Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ**

Φώνηση ονομάζεται η διαδικασία μετατροπής της πίεσης του αέρα που εξέρχεται από τους πνεύμονες σε ηχητικές δονήσεις με τη συνεργασία τριών συστημάτων: του αναπνευστικού συστήματος, του λάρυγγα και του ηχητικού συστήματος ( Stemple et al., 2000). Αρχικά το σύστημα της αναπνοής παρέχει τη ροή του αέρα και περιλαμβάνει τους άνω κοιλιακούς μύες, το διάφραγμα, τους πνεύμονες, το θώρακα, τους θωρακικούς μύες και την τραχεία. Έπειτα, ο λάρυγγας και οι φωνητικές χορδές που αποτελούν το σύστημα της ταλάντωσης, μετατρέπουν τον αέρα που πηγάζει από τους πνεύμονες σε περιοδικό κύμα. Τέλος, το παραγόμενο κύμα διέρχεται από το σύστημα της φωνητικής οδού και φιλτράρεται μέσω των αρθρωτών αποκτώντας μοναδικά χαρακτηριστικά και ποιότητα σε κάθε ήχο.

Η φωνητική οδός εκτείνεται από την περιοχή της γλωττίδας μέχρι τα χείλη, διαμέσου του φάρυγγα και της στοματικής κοιλότητας και συμπεριλαμβάνει τη ρινική κοιλότητα κατά της παραγωγή ορισμένων φωνημάτων. Η φωνητική οδός λειτουργεί ως αντηχείο στο οποίο διαμορφώνεται ο ήχος που παράγεται στις φωνητικές χορδές αλλά και οι ήχοι που παράγονται από τους ίδιους τους αρθρωτές μέσα σε αυτήν. Συμμετέχει κατά κάποιο τρόπο στην ταλάντωση των φωνητικών χορδών καθώς αντανάκλα μέρος του κύματος πίσω στη γλωττίδα ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο εξωτερικό περιβάλλον (Ψύλλα, 2013).

### **2.1.3 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΝΗΤΙΚΩΝ ΧΟΡΔΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΩΝΗΣΗ**

Το φαινόμενο Bernoulli και Venturi

Σύμφωνα με τη μυοελαστική - αεροδυναμική θεωρία στην οποία αποδίδεται ο τρόπος παραγωγής της φωνής ο αέρας που εξέρχεται από τους πνεύμονες περνάει από τις φωνητικές χορδές και τις εξαναγκάζει σε ταλάντωση. Οι φωνητικές χορδές ανοίγουν και κλείνουν ταυτόχρονα το πέρασμα του αέρα μέσα από αυτές. Έτσι, το ρεύμα αέρα σχηματίζει μικρούς παλμούς, οι οποίοι αυξάνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα την πίεση του αέρα πάνω από την περιοχή της γλωττίδας. Η πίεση ελαττώνεται και αυξάνεται πάλι, μόλις οι φωνητικές χορδές επιτρέψουν τη διέοδο του επόμενου παλμού αέρα. Με αυτόν τον τρόπο, οι εναλλαγές στο άνοιγμα και το κλείσιμο της διόδου του αέρα προκαλούν την ταλάντωση των



φωνητικών χορδών έτσι ώστε να παράγουν ένα ακουστικό σήμα που δημιουργείται από τις μεταβολές της πίεσης του αέρα. Όταν ένα αντικείμενο εμποδίζει ένα ρευστό (ο αέρας σε αυτή την περίπτωση) να έχει ελεύθερη ροή, τότε ορισμένα τμήματα της ροής αναγκάζονται να διανύσουν μεγαλύτερη απόσταση από τα υπόλοιπα. Συνεπώς, τα τμήματα αυτά αναπτύσσουν μεγαλύτερη ταχύτητα επειδή αναγκάζονται να διανύσουν μεγαλύτερη απόσταση από τα τμήματα που κινούνται ελεύθερα. Έτσι δημιουργείται η δύναμη Bernoulli. Η διαφορά ταχυτήτων ανάμεσα στο ελεύθερο ρεύμα αέρα και το επιταχυμένο δημιουργεί μια υποπίεση. Τα ακριανά τμήματα της ροής του αέρα αναγκάζονται να εκτραπούν από τη διεύθυνσή τους λόγω της ύπαρξης των φωνητικών χορδών κι έτσι διανύουν μεγαλύτερη απόσταση ενώ το μεσαίο τμήμα της ροής περνάει από τη σχισμή της γλωττίδας ανεπηρέαστο. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται υποπίεση κατά μήκος των φωνητικών χορδών οι οποίες τείνουν να εφάπτονται μεταξύ τους φράζοντας τη γλωττίδα.

Όταν η γλωττίδα είναι κλειστή, η πίεση του αέρα είναι υψηλότερη κάτω από αυτήν και οι φωνητικές χορδές είναι σε θέση φώνησης. Αυτή η διαφορά πίεσης είναι που εξαναγκάζει τη διάνοιξη των φωνητικών χορδών και επιτρέπει στο ρεύμα αέρα να περάσει.

Ένα άλλο φαινόμενο που ερμηνεύει τη λειτουργία της φώνησης είναι το φαινόμενο Venuuri το οποίο είναι σημαντικό για τη διαφοροποίηση του ακουστικού σήματος στη φωνητική οδό. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, τα ρευστά (όπως ο αέρας) επιταχύνονται όταν διέρχονται από περιοχή που παρουσιάζει στένωση. Επειδή η πίεση του αέρα κάτω από τη γλωττίδα είναι μεγαλύτερη από την επιγλωττιδική, η ροή του αέρα διοχετεύεται υπό πίεση από τους πνεύμονες προς τα πάνω μέσω του υπό στένωση ανοίγματος της γλωττίδας. Έτσι προκαλείται επιτάχυνση στο ρεύμα αέρα προς τα πάνω, έξω από τη γλωττίδα, κατά τη διάρκεια της περιόδου της ταλάντωσης.

Οι φωνητικές χορδές ταλαντώνονται σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση οι φωνητικές χορδές χωρίζονται και αυξάνουν την έκταση της γλωττίδας, αυτή είναι η φάση του ανοίγματος. Η δεύτερη φάση είναι η φάση όπου οι φωνητικές χορδές πλησιάζουν ώστε να μειώσουν την περιοχή της γλωττίδας. Τέλος, σε τρίτη φάση οι φωνητικές χορδές έχουν κλείσει και βρίσκονται στη μέγιστη δυνατή επαφή. Η τελευταία φάση δεν συμβαίνει κατά τη λειτουργία της αναπνοής (Ψύλλα, 2013).

## 2.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ

### 2.2.1 ΚΑΚΟΗΘΕΙΣ ΝΕΟΠΛΑΣΙΕΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ

Ο καρκίνος του λάρυγγα αποτελεί τον πιο συχνό καρκίνο κεφαλής και τραχήλου και τον 11<sup>ο</sup> συχνότερο καρκίνο στους άνδρες. Εμφανίζεται συχνότερα στους άνδρες απ' ότι στις γυναίκες και η ηλικία εμφάνισης είναι συνήθως η 7<sup>η</sup> δεκαετία .

Το κάπνισμα αποτελεί τον σημαντικότερο αιτιολογικό παράγοντα εξαιτίας της επίδρασης των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων, όπως το βενζοπυρένιο, τα προϊόντα των οποίων συνδέονται άμεσα με το DNA και το RNA.

Ξεχωριστό προδιαθεσικό παράγοντα αποτελεί η κατανάλωση αλκοόλ η οποία σε συνδυασμό με το κάπνισμα λειτουργεί αθροιστικά.

Παράγοντες που ενοχοποιούνται για την παρουσίαση των κακοήθων νεοπλασιών του λάρυγγα είναι επίσης η έκθεση σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η άσβεστος, η λοίμωξη από ορισμένα στελέχη του HPV και το θετικό οικογενειακό ιστορικό.

#### **Tis- Καρκίνωμα in situ**

Το Tis αποτελεί προκαρκινικό στάδιο. Η αντιμετώπιση του έγκειται στην αφαίρεση κατά τη διάρκεια του μικροσκοπικού ελέγχου είτε στην αφαίρεση μέσω μικροεργαλείων ή με laser διοξειδίου του άνθρακα.

#### **Λαρυγγικό καρκίνωμα υπεργλωττιδικής περιοχής**

Οι πιθανές θέσεις εμφάνισης των υπεργλωττιδικών όγκων του λάρυγγα είναι το κατώτερο τμήμα της επιγλωττίδας, οι νόθες φωνητικές χορδές, οι λαρυγγικές κοιλίες και οι αρυτενοειδείς χόνδροι. Το λεμφικό δίκτυο είναι πολύ πλούσιο στην υπεργλωττιδική μοίρα και γι αυτό υπάρχει υψηλή συχνότητα λεμφαδενικών μεταστάσεων στην περιοχή.

Εξαιτίας του διαθέσιμου χώρου για εξάπλωση που υπάρχει η κακοήθεια αργεί να εκδηλωθεί στη συγκεκριμένη περιοχή. Η αλλαγή της φωνής είναι όψιμο σύμπτωμα. Ο ασθενής μπορεί να παρουσιάσει δυσφαγία, αναπνευστικά προβλήματα ή να εμφανίσει μεταστατικό τραχηλικό λεμφαδένα. Η βιοψία αποκαλύπτει την ακριβή φύση της νόσου ενώ η μικρολαρυγγοσκόπηση επιτρέπει την πλήρη εκτίμηση της έκτασης της νόσου.

Οι περισσότερες περιπτώσεις υπεργλωττιδικού καρκινώματος αντιμετωπίζονται με ακτινοθεραπεία στην πρωτοπαθή εστία και στους τραχηλικούς λεμφαδένες με προσεκτική παρακολούθηση. Η ολική λαρυγγεκτομή με ριζικό λεμφαδενικό καθαρισμό του τραχήλου εφαρμόζεται στην περίπτωση υποτροπής.

Στην κατηγορία των ασθενών όπου δεν έχουν προσβληθεί οι τραχηλικοί λεμφαδένες και δεν υπάρχει εξάπλωση στις γειτονικές περιοχές και οι φωνητικές χορδές είναι πλήρως κινητές , η υπεργλωττιδική λαρυγγεκτομή είναι μια πιθανή αντιμετώπιση. Ο σκοπός της συγκεκριμένης αντιμετώπισης είναι η διατήρηση της φωνής με παράλληλη αφαίρεση του προσβεβλημένου πεδίου. Παρόλα αυτά οι μετεγχειρητικές εισροφές τροφών και υγρών είναι συχνές και πολλές φορές τόσο έντονές ώστε να οδηγούν στην ολική λαρυγγεκτομή με μόνιμη τραχειοστομία.

### **Γλωττιδικό λαρυγγικό καρκίνωμα**

Η συχνότερη περιοχή εμφάνισης καρκίνου του λάρυγγα είναι η γλωττιδική μοίρα. Ξεκινά συνήθως από τα ελεύθερα άκρα των γνήσιων φωνητικών χορδών και μπορεί να επεκταθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Σημείο δυσμενής πρόγνωσης αποτελεί η πρόσθια γωνία των φωνητικών χορδών καθώς σε αυτή τη θέση προσβάλλεται ο χόνδρος ο οποίος επιτρέπει την ευκολότερη επέκταση προς το θυροειδή αδένα. Η πλάγια επέκταση προς τους μύες παρεμποδίζει την κινητικότητα των χορδών και μπορεί να φτάσει σε λεμφαγγεία. Άριστη πρόγνωση έχουν οι όγκοι που περιορίζονται στη γνήσια φωνητική χορδή καθώς σε αυτή την περιοχή δεν υπάρχει λεμφική αποχέτευση.

Το βράγχος φωνής αποτελεί το πρώτο σύμπτωμα του γλωττιδικού καρκινώματος. Η πλήρης αξιολόγηση από ωτορινολαρυγγολόγο καθίσταται αναγκαία όταν το βράγχος φωνής διαρκεί για περισσότερο από τέσσερις εβδομάδες. Σε όλους σχεδόν τους γλωττιδικούς όγκους συνιστάται ακτινοθεραπεία. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται περισσότερο από 95% ποσοστό ίασης για βλάβες σταδίου T1. Όλα τα άλλα στάδια θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με σύγχρονη ακτινοβόληση και του τραχήλου σε ασθενείς με λεμφαδενική νόσο. Η χειρουργική επέμβαση απαιτείται σε ασθενείς με προχωρημένη νόσο. Η μερική λαρυγγεκτομή εφαρμόζεται σε μικρή μερίδα ασθενών επιτρέποντας τη διατήρηση της φωνής.

### **Λαρυγγικό καρκίνωμα υπογλωττιδικής μοίρας**

Η σπανιότερη περιοχή ανάπτυξης καρκίνου του λάρυγγα είναι η υπογλωττιδική χώρα. Η περιοχή κάτω από τη γλωττίδα είναι πλούσια σε λεμφαγγεία που αποχετεύεται στους παρατραχειακούς και στους τραχηλιακούς λεμφαδένες. Η εξάπλωση του υπογλωττιδικού καρκινώματος συμβαίνει συνήθως προς την τραχεία και το θυροειδή αδένα.

Το συχνότερο κλινικό σύμπτωμα είναι η αναπνευστική δυσχέρια ή απόφραξη. Σε περίπτωση εξάπλωσης του καρκινώματος προς την περιοχή της γλωττίδας παρατηρείται βράγχος φωνής.

Το υπογλωττιδικό καρκίνωμα χωρίς στοιχεία μετάστασης στους λεμφαδένες αντιμετωπίζεται με ακτινοθεραπεία και τακτική ενδοσκοπική παρακολούθηση για την ανακάλυψη πιθανών υποτροπών. Η χειρουργική επέμβαση συνήθως χρησιμοποιείται σε ασθενείς με λεμφαδενική νόσο ή σε περίπτωση υποτροπής μετά από ακτινοθεραπεία.

### **Διαγλωττιδικό λαρυγγικό καρκίνωμα**

Το διαγλωττιδικό λαρυγγικό καρκίνωμα αφορά και τις τρεις περιοχές του λάρυγγα και έχει συνήθως μια περίοδο ασυμπτωματικής εξέλιξης. Η διάγνωση γίνεται με την εγκατάσταση αναπνευστικής απόφραξης ή με την εμφάνιση τραχηλικών λεμφαδένων. Συνήθως είναι απαραίτητη η τραχειοστομία λόγω των αναπνευστικών δυσκολιών που παρουσιάζει ο ασθενής. Η ακτινοθεραπεία αποτελεί την προτιμότερη θεραπεία σε ασθενείς χωρίς λεμφαδενική νόσο. Χειρουργική επέμβαση γίνεται παρουσία τραχηλικής νόσου ή σε περιπτώσεις υποτροπής (Αθανασιάδης, 2010).

## **2.2.2 ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΛΑΡΥΓΓΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΛΑΡΥΓΓΕΚΤΟΜΗ**

Για τον καρκίνο του λάρυγγα υπάρχουν δύο είδη επεμβάσεων η ολική και η μερική λαρυγγεκτομή.

### *Μερική λαρυγγεκτομή*

Τα τελευταία χρόνια γίνεται σπάνια η επιλογή της μερικής λαρυγγεκτομής ως θεραπευτική αντιμετώπιση του καρκίνου του λάρυγγα λόγω του υψηλού ποσοστού ίασης με ακτινοθεραπεία. Επίσης η ενδοσκοπική χρήση του laser διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται να είναι αποτελεσματική σε ασθενείς που ήταν προηγουμένως υποψήφιοι για μερική λαρυγγεκτομή.

### *Ολική λαρυγγεκτομή*

Η ολική λαρυγγεκτομή είναι η επιλογή των κλινικών σε περιπτώσεις υποτροπής του καρκίνου του λάρυγγα μετά από αποτυχία των ακτινοβολιών. Σπανιότερα επιλέγεται σε ασθενείς με λειτουργική ανεπάρκεια του λάρυγγα, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν σοβαρά προβλήματα φώνησης και κίνδυνος θανάτου από εισρόφηση (Αθανασιάδης, 2010).

### 2.2.3 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΝΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΛΑΡΥΓΓΕΚΤΟΜΗ

Η απώλεια της φωνής προκαλεί σοβαρό ψυχολογικό στρες και προβλήματα αυτοπεποίθησης στους ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε λαρυγγεκτομή. Ως εκ τούτου η λογοθεραπεία είναι απαραίτητη και η συμβολή της στην αποκατάσταση πρέπει να επισημαίνεται.

Η φώνηση μετά τη λαρυγγεκτομή γίνεται είτε με την παραγωγή ενός ήχου που προέρχεται από τον οισοφάγο είτε με εξωτερική πηγή ήχου, το λαρυγγόφωνο(Αθανασιάδης, 2010).

#### ΟΙΣΟΦΑΓΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ

Η παραγωγή φωνής στην οισοφαγία ομιλία βασίζεται σε ένα τμήμα του οισοφάγου που ονομάζεται φαρυγγοοισοφαγικό τμήμα. Πραγματοποιείται με την ταχεία κατάποση αέρα , ο οποίος συγκρατείται στο ανώτερο μέρος του οισοφάγου. Ο αέρας που αποθηκεύεται στην περιοχή αυτή χρησιμοποιείται για τη δόνηση του φαρυγγοοισοφαγικού τμήματος με ελεγχόμενη σύσπαση θωρακικών και κοιλιακών μυών. Ο ήχος που παράγεται διαμορφώνεται φυσιολογικά από τις κοιλότητες αντήχησης και τους αρθρωτές. Ο οισοφάγος αναλαμβάνει το ρόλο των πνευμόνων σαν μια μικρή πηγή δύναμης για την έναρξη της δόνησης. Μόνο το 20% των ασθενών που έχουν υποβληθεί σε λαρυγγεκτομή καταφέρνουν να παράγουν φωνή με αυτή τη μέθοδο(Αθανασιάδης, 2010).

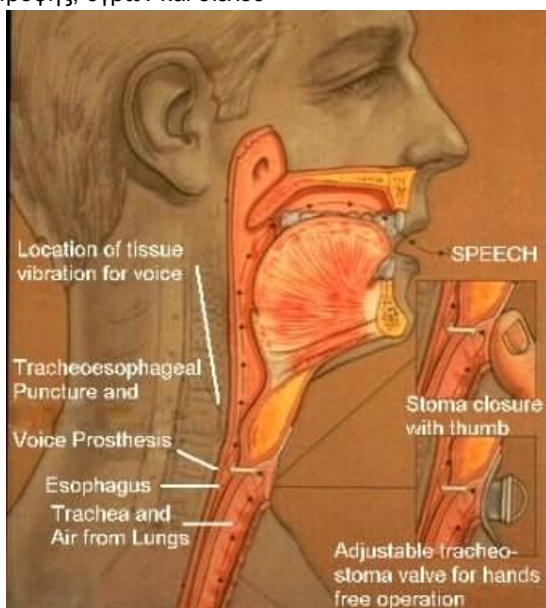


<http://lookfordiagnosis.com>

Εικόνα 1: Διαδικασία παραγωγής οισοφαγικής ομιλίας.

## ΤΡΑΧΕΙΟΟΙΣΟΦΑΓΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ- ΝΕΟΓΛΩΤΤΙΔΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ

Για την παραγωγή της τραχειοοισοφαγικής ομιλίας τοποθετείται κατά τη διάρκεια του χειρουργείου βαλβιδική πρόθεση για τη διοχέτευση του πνευμονικού αέρα μέσω του φαρυγγοοισοφαγικού τμήματος. Ο χειρουργός τοποθετεί την πρόθεση στον ανοιγμένο πόρο που ενώνει το οπίσθιο τραχειακό με το πρόσθιο οισοφαγικό τοίχωμα. Η βαλβίδα μονής διέλευσης επιτρέπει στον αέρα να περνά στο φαρυγγοοισοφαγικό τμήμα όταν το στόμιο της τραχειοστομίας αποφραχθεί με το δάκτυλο κατά την εκπνοή. Πρόσφατα χρησιμοποιούνται εξωτερικές βαλβίδες για να αποφευχθεί το άβολο κλείσιμο του τραχειοστόματος με το δάκτυλο. Ο κίνδυνος διαρροής γύρω από την τραχειοοισοφαγική βαλβίδα αποτελεί την κυριότερη επιπλοκή των χειρουργικών προσθετικών τεχνικών, επιτρέποντας την εισρόφηση τροφής, υγρών και σιέλου

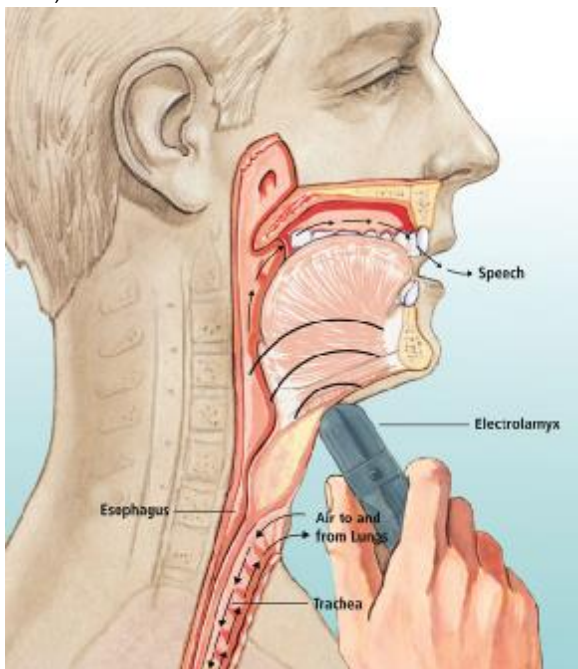


<http://www.webwhispers.org>

Εικόνα 2: Διαδικασία παραγωγής τραχειο-οισοφαγικής ομιλίας.

### ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΛΑΡΥΓΓΑΣ

Ο τεχνητός λάρυγγας είναι μια συσκευή ,που λειτουργεί με μπαταρία, η οποία τοποθετείται εξωτερικά στον τράχηλο για να παράγει δόνηση στη φαρυγγοοισοφαγική περιοχή. Με την ταλάντωση που προκαλείται στον αέρα που βρίσκεται μέσα στη φωνητική οδό παράγεται φωνή. Παρόλο που η ομιλία με το λαρυγγόφωνο κατακτάται εύκολα από τον ασθενή, η ποιότητα της φωνής διαφέρει πολύ από τη φυσιολογική, αποδίδοντας ένα μηχανικό ήχο και περιορίζοντας την ποικιλία της χροιάς και της έντασης(Αθανασιάδης, 2010).



<http://www.inhealth.com/>

Εικόνα 3: Παραγωγή ομιλίας με τη χρήση Λαρυγγόφωνου.

## 2.3 Η ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ

### 2.3.1 Η ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ

Η μελέτη της παραγωγής, της μετάδοσης και της και της τροποποίησης των ηχητικών κυμάτων που παράγονται από το σύνολο των δομών που συνθέτουν τη φωνητική οδό ονομάζεται ακουστική ανάλυση (Mathieson, 2001). Ειδικότερα, η ακουστική ανάλυση δίνει την ευκαιρία στον κλινικό να συλλέξει ποσοτικές μετρήσεις μέσω των οποίων είναι εφικτή η περιγραφή των υποσυστημάτων της ομιλίας, όπως επίσης και ο συσχετισμός ανάμεσα στα αντικειμενικά δεδομένα των μετρήσεων και τα αντίστοιχα αντιληπτικά χαρακτηριστικά. Συνεπώς, η ακουστική ανάλυση αξιοποιείται από τους κλινικούς κατά τη διάγνωση και συμβάλει στη λήψη ποσοτικών μετρήσεων για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας. Επίσης αποτελεί ερευνητικό εργαλείο παρέχοντας πληροφορίες για το ηχητικό προϊόν που παράγεται από τον ομιλητή αλλά και για την αντίληψη του σήματος από τον ακροατή (Stemple et al., 2000).

Στην παρούσα έρευνα συλλέχτηκαν ποσοτικές μετρήσεις για τις ακόλουθες παραμέτρους ακουστικής ανάλυσης της φωνής ή αντικειμενικών χαρακτηριστικών της φωνής μέσω του λογισμικού ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma & Weenick, 2010) :

1. **Βασική συχνότητα fo (mean pitch):** η περίοδος T της ταλάντωσης των φωνητικών χορδών είναι ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί ένας πλήρης κύκλος ταλάντωσης (Stemple et al., 2000; Mathieson, 2001). Η βασική συχνότητα είναι ο ρυθμός ταλάντωσης των φωνητικών χορδών ή ο αριθμός των περιόδων ανά δευτερόλεπτο. Η βασική συχνότητα μετρείται σε hertz (Hz) ή κύκλους ανά δευτερόλεπτο και υπολογίζεται από τον τύπο  $f_0 = 1/T$  (Stemple et al., 2000).

Αντιληπτικά, το αντίστοιχο μέγεθος είναι το ύψος της φωνής.

Η μέση βασική συχνότητα μπορεί να μετρηθεί από την παρατεταμένη φώνηση φωνήεντος ή από την αυθόρμητη ομιλία.

Η βασική συχνότητα εξαρτάται από την υπογλωττιδική πίεση και το λαρυγγικό μυικό μηχανισμό ο οποίος καθορίζει το μήκος, τη δυσκαμψία, την τάση και την ταλαντευόμενη μάζα των φωνητικών χορδών. Η αύξηση της υπογλωττιδικής πίεσης προκαλεί αύξηση της συχνότητας και της έντασης της φώνησης.

Επιπλέον, οι φωνητικές χορδές επιμηκύνονται ανάλογα με τη συχνότητα φώνησης, έτσι, όσο λεπτότερες, επιμηκυμένες και υπό μεγαλύτερη τάση είναι οι φωνητικές χορδές τόσο υψηλότερη είναι η συχνότητα που παράγουν. Η μεγάλη τάση επιτυγχάνεται όταν οι κρικοθυρεοειδείς μύες συσπώνται και αυξάνουν την απόσταση μεταξύ του θυρεοειδή και του αρυταινοειδή χόνδρου. Κατά τη σύσπαση των μυών αυτών, ο κρικοειδής χόνδρος πλησιάζει το θυρεοειδή χόνδρο. Αν είναι σταθεροί οι αρυταινοειδείς χόνδροι στους οποίους εισχωρούν οι φωνητικές χορδές, η σύσπαση των κρικοθυρεοειδών μυών θα προκαλέσει την επιμήκυνση των χόνδρων. Η σχισμή μεταξύ των πίσω τμημάτων των θυρεοειδών και των κρικοειδών χόνδρων στενεύει όταν αυξάνει η συχνότητα φώνησης.

Επίσης, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της βασικής συχνότητας έχει ο βαθμός δυσκαμψίας των ιστών των φωνητικών χορδών. Όσο μεγαλύτερη είναι η δυσκαμψία τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που χρειάζεται για τη μετατόπιση της χορδής από τη θέση ισορροπίας, και συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη επαναφοράς που οδηγεί τις φωνητικές χορδές στην αρχική τους θέση σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Επομένως η μεγαλύτερη δυσκαμψία οδηγεί σε υψηλότερη συχνότητα ταλάντωσης.



Επιπλέον, ένας παράγοντας που επηρεάζει τη βασική συχνότητα είναι η μάζα η μάζα των φωνητικών χορδών ανά μονάδα μήκους. Όταν δημιουργείται αύξηση της έντασης στον ιστό και επιμήκυνση των φωνητικών χορδών, η μάζα ανά μονάδα μήκους μειώνεται χωρίς να μεταβάλλεται η συνολική μάζα της χορδής (Ψύλλα, 2013).

2. **Διαταραχές στη σταθερότητα της φωνής (Perturbations):** μικρές και γρήγορες μεταβολές της περιόδου και του πλάτους κατά τη διάρκεια συνεχούς φώνησης. Οι διαταραχές της σταθερότητας της φωνής είναι διακριτές κατά την επιμήκυνση φωνηέντων ή σε απόσπασμα από τμήμα του φωνήεντος (Stemple et al., 2000).

Διακρίνονται σε διαταραχές θεμελιώδους συχνότητας (frequency perturbation ή jitter) και σε διαταραχές πλάτους (amplitude perturbation ή shimmer).

**Jitter** : με τον όρο jitter περιγράφουμε το φαινόμενο κατά το οποίο διαδοχικοί κύκλοι ταλάντωσης των φωνητικών χορδών παρουσιάζουν διαφορές στη συχνότητα και συνεπώς παρουσιάζουν βραχύχρονη διακύμανση στο ύψος της φωνής (Mathieson, 2001). Στην παρούσα έρευνα συλλέχθηκαν πληροφορίες για τις τιμές jitter Rap(%), δηλαδή για τη σχετική μέση διαταραχή η οποία δίνει μία εκτίμηση για το ποσοστό της μεταβλητότητας της περιόδου όπου γίνεται εξαγωγή ύψους. Το Rap% υπολογίζεται σε τρεις διαδοχικές περιόδους όπου εκτιμάται το ύψος (Boersma&Weenick, 2010).

**Shimmer** : με τον όρο Shimmer περιγράφουμε το φαινόμενο κατά το οποίο διαδοχικοί κύκλοι δόνησης των φωνητικών χορδών διαφέρουν σε πλάτος με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται βραχύχρονη διακύμανση στην ένταση της φωνής (Mathieson, 2001). Μέσω του Shimmer εκφράζεται η αστάθεια των φωνητικών χορδών. Στην παρούσα έρευνα εκτιμήθηκε το Shimmer local δηλαδή η σχετική μεταβλητότητα του πλάτους από περίοδο σε περίοδο έντασης στο αναλυόμενο δείγμα (Boersma&Weenick, 2010).

3. **NHR- Noise to harmonic Ratio- δείκτης θορύβου προς αρμονικές δομές:** με τον όρο αυτό εκφράζουμε τη σχέση μεταξύ της μη αρμονικής ενέργειας προς την αρμονική ενέργεια που παράγεται ή αλλιώς το θόρυβο που υπάρχει στο αναλυόμενο σήμα. Ο ήχος που παράγεται στην περιοχή της γλωττίδας αποτελείται από περιοδικά και μη περιοδικά κύματα (τυχαίος θόρυβος). Μέσω των μετρήσεων του NHR λαμβάνουμε πληροφορίες για το μέσο όρο του λόγου της ενέργειας των μη αρμονικών συχνοτήτων 1500-4500 Hz προς τις αρμονικές συχνοτήτες 70-4500 Hz (Andriopoulos, 2001).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 3.1.1 Επιλογή και περιγραφή του ερευνητικού δείγματος

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 22 άτομα τα οποία διακρίνονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από 11 άτομα ηλικίας 45-79 ετών (Μ.Ο. 63 έτη) που έχουν υποβληθεί σε ολική λαρυγγεκτομή και χρησιμοποιούν ως πρωταρχικό μέσο επικοινωνίας την οισοφαγική ομιλία. Την ομάδα αυτή συγκροτούν 9 άντρες ηλικίας 45-79 ετών (Μ.Ο. 64 έτη) και δύο γυναίκες 52 και 64 ετών (Μ.Ο. 58 έτη). Τα άτομα του δείγματος είχαν παρακολουθήσει συνεδρίες λογοθεραπείας που διήρκησαν κατά μέσο όρο 6 μήνες (Από 2-26 μήνες) με στόχο την κατάκτηση την οισοφαγικής ομιλίας. Μόνο ένα άτομο είχε κατακτήσει την οισοφαγική ομιλία κατόπιν οδηγιών που είχε λάβει από λαρυγγεκτομηθέντα ο οποίος είχε κάνει λογοθεραπεία στο παρελθόν. Κανένας από τους λαρυγγεκτομηθέντες δεν είχε ιστορικό νευρολογικών προβλημάτων ή διαταραχών λόγου και ομιλίας τέτοιο ώστε να επηρεάζει την επίδοσή τους στις δοκιμασίες της παρούσας έρευνας.

Ως ομάδα ελέγχου επιλέχθηκαν 11 άτομα με βάση το φύλο και την ηλικία των αντίστοιχων λαρυγγεκτομηθέντων. Για το κάθε άτομο της ομάδας των λαρυγγεκτομηθέντων επιλέχθηκε ένα άτομο του ίδιου φύλου από τον τυπικό πληθυσμό το οποίο είχε ηλικία  $\pm 3$  χρόνια από την ηλικία του λαρυγγεκτομηθέντα με τον οποίο συγκρινόταν. Τα άτομα του τυπικού πληθυσμού δεν είχαν ιστορικό διαταραχών φώνησης, διαταραχών ομιλίας ή νευρολογικών προβλημάτων που να επηρέαζαν τους τομείς του λόγου που εμπλέκονται στις δραστηριότητες της παρούσας εργασίας.

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει το φύλο και την ηλικία του κάθε συμμετέχοντα.

Φύλο	Κωδικός TL	ΗΛΙΚΙΑ	Κωδικός N	ΗΛΙΚΙΑ
A	1	73	A	70
A	2	53	B	55
A	3	45	Γ	48
A	4	63	Δ	61
Γ	5	52	E	49
A	6	69	Z	68
A	7	68	H	65
A	8	79	Θ	81
A	9	66	I	63
A	10	64	K	65
Γ	11	64	Λ	61
AVERAGE TL		63,27	AVERAGE N	
ST DEN TL		9,86	ST DEV N	
AVERAGE M TL		64,44	AVERAGE M N	
ST DEV M TL		10,20	ST DEV M N	
AVERAGE F TL		58,00	AVERAGE F N	
ST DEV F TL		8,49	ST DEV F N	

### Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Για τις ανάγκες της ηχογράφησης χρησιμοποιήθηκε μαγνητόφωνο Olympus-Voice-Recorder-VN-711PC-2GB το οποίο συνδέεται με υπολογιστή για τη μεταφορά των δεδομένων και μονοφωνικό μικρόφωνο Olympus Tie Clip Microphone ME-52W το οποίο υποβιβάζει τους θορύβους του περιβάλλοντος και είναι συμβατό με το μαγνητόφωνο που χρησιμοποιήθηκε. Το μικρόφωνο διατηρήθηκε σε απόσταση 5-8εκ. και σε γωνία 30<sup>ο</sup> από το στόμα του ομιλητή καθ' όλη τη διάρκεια της ηχογράφησης όπως προέβλεπαν οι οδηγίες του κατασκευαστή.

### 3.1.2 Η διαδικασία της έρευνας – συλλογή δεδομένων- πρωτόκολλο αξιολόγησης.

Η συλλογή δεδομένων έγινε στον Πανελλήνιο Σύλλογο Λαρυγγεκτομηθέντων στον Πειραιά. Η ηχογράφηση έγινε στην αίθουσα λογοθεραπείας η οποία αποτελούσε το πιο ήσυχο μέρος για τη λήψη του ήχου καθώς είναι σχετικά αποκομμένη από τους περιβαλλοντικούς θορύβους.

Αντίστοιχα, η ηχογράφηση του τυπικού πληθυσμού έγινε κατόπιν συνεννόησης με τους συμμετέχοντες σε επιλεγμένους χώρους χωρίς περιβαλλοντικούς θορύβους.

Όλα τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα ηχογραφήθηκαν στις ακόλουθες δοκιμασίες:

1. Επιμήκυνση παραγωγής φωνήεντος- Παρατεταμένη φώνηση του /a/: από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να παράγουν το /a/ για όσο περισσότερο χρόνο μπορούν μετά από μια βαθιά εισπνοή (στον τυπικό πληθυσμό). Η δοκιμασία επαναλήφθηκε έτσι ώστε να ληφθεί δείγμα από τρεις επιτυχημένες προσπάθειες. (Robbins, 1984)
2. Μέτρηση 1-10: Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να μετρήσουν από το 1 έως το 10.
3. Ανάγνωση κειμένου.: Ζητήθηκε η ανάγνωση φωνητικά σταθμισμένου κειμένου (Kazi, 2006) «Τα ελληνικά νησιά» (Konstantopoulos, 2004).

### 3.1.3 Ερευνητικές υποθέσεις

1.Θα εξεταστεί εάν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τα χαρακτηριστικά της φωνής Fo ,Shimmer local, Jitter Rap, NHR κατά τη δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης του /a/.

1α. *Μηδενική υπόθεση:* Δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τα χαρακτηριστικά της φωνής Fo ,Shimmer local, Jitter Rap, NHR κατά τη δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης του /a/.

1β. *Εναλλακτική υπόθεση:* Παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τα χαρακτηριστικά της φωνής Fo ,Shimmer local, Jitter Rap, NHR κατά τη δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης του /a/.

2.Θα εξεταστεί εάν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που

χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10.

2α. *Μηδενική υπόθεση*: Δε σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10.

2β. *Εναλλακτική υπόθεση*: Σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10.

3.Θα εξεταστεί εάν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία, ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.

3α. *Μηδενική υπόθεση*: Δεν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία, ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.

3β. *Εναλλακτική υπόθεση*: Σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία, ως προς τη βασική συχνότητα  $F_0$  κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.

4.Θα εξεταστεί εάν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παράγουν κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης κειμένου.

4α. *Μηδενική υπόθεση*: Δεν σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παράγουν κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης κειμένου.

4β. *Εναλλακτική υπόθεση*: Σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία ως προς τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παράγουν κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης κειμένου.

### 3.1.4 Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010) στο οποίο εισήχθησαν τα αρχεία με στόχο τη λήψη τιμών για τη βασική συχνότητα, το Shimmer, το Jitter και το NHR.

Τα αρχεία που συγκεντρώθηκαν από τις ηχογραφήσεις των δύο ομάδων του δείγματος, τα οποία ήταν σε μορφή WMA, μεταφέρθηκαν με τη χρήση καλωδίου USB από το μαγνητόφωνο σε Η/Υ. Για να είναι εφικτή η αναγνώριση των αρχείων από το λογισμικό ήταν απαραίτητη η μετατροπή τους σε αρχεία τύπου WAV. Η μετατροπή αυτή έγινε μέσω του λογισμικού Beethink musichandle (Version 3.2) για όλα τα αρχεία του δείγματος. Αφού έγινε η παραπάνω μετατροπή, τα αρχεία εισάχθηκαν στο Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010) για την ανάλυση.

Από την κάθε δοκιμασία αντλήθηκαν συγκεκριμένες πληροφορίες μέσω της ανάλυσης για τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν :

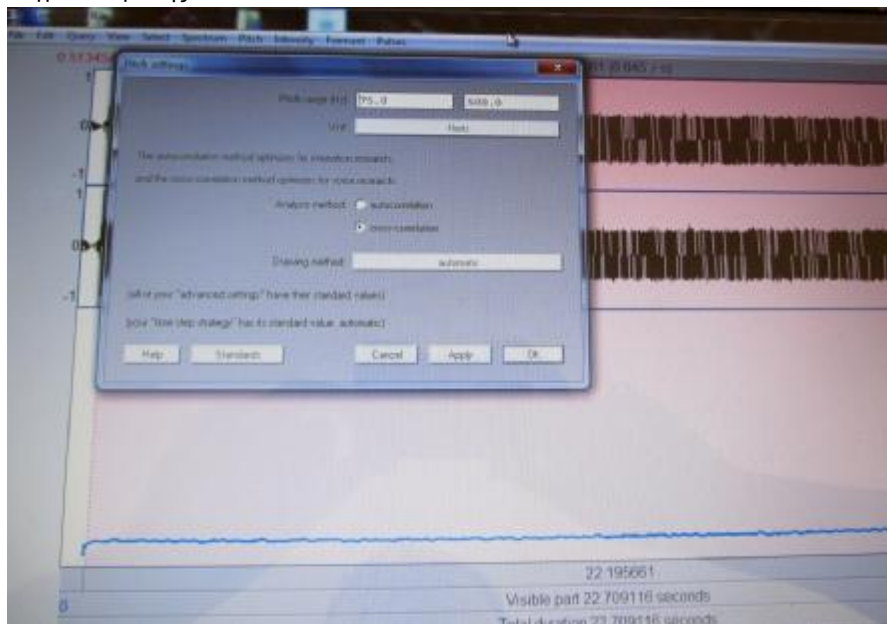
Fo- mean pitch: βασική συχνότητα.

Shimmer local: διακύμανση πλάτους.

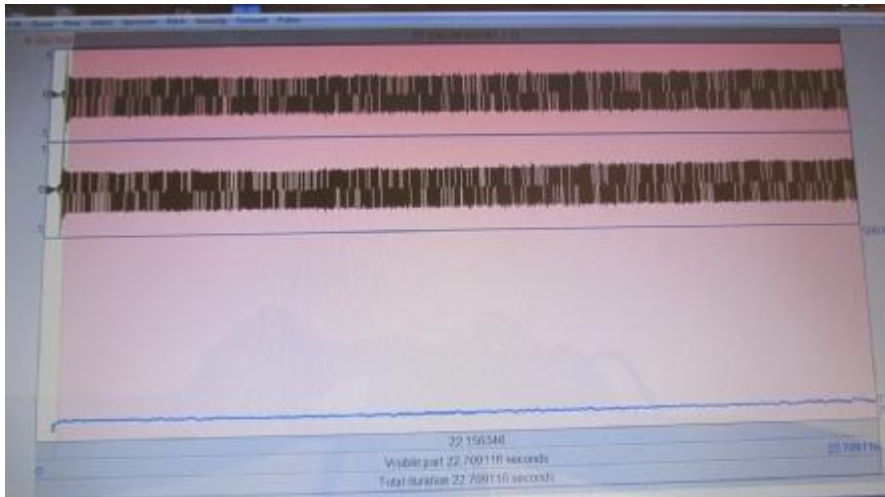
JitterRap: διακύμανση συχνότητας.

NHR: δείκτης θορύβου προς τις αρμονικές.

Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζονται στιγμιότυπα της χρήσης του λογισμικού Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010) από την εκτέλεση της ακουστικής ανάλυσης των δειγμάτων φωνής.

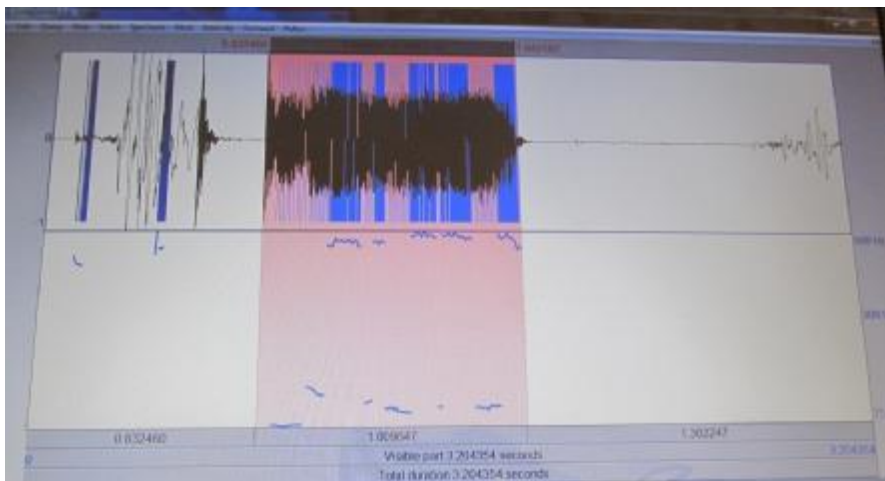


Εικόνα 4. : Για την ακουστική ανάλυση του δείγματος επιλέχθηκε η ρύθμιση cross correlation η οποία αποτελεί τη μέθοδο ανάλυσης για τις έρευνες που έχουν ως αντικείμενο τη φωνή [Praat (Version 5.2.01)] (Broersma& Weenick,2010).



Εικόνα 5.: Ενδεικτικό φωνητικό σήμα ,άντρα της ομάδας του τυπικού πληθυσμού, από το δείγμα παρατεταμένης φώνησης του /a/ , όπως παρουσιάζεται στο λογισμικό ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010).

Για την ανάλυση του δείγματος φωνής επιλέχθηκε το μεγαλύτερο τμήμα συνεχούς φώνησης που παρουσιάστηκε στην απεικόνιση του φωνητικού σήματος (Εικόνα 2 και 3, τμήμα με ροζ σκιαγράφηση).



Εικόνα 6: ενδεικτικό φωνητικό σήμα οισοφαγικής ομιλίας κατά την παρατεταμένη φώνηση του /a/ όπως παρουσιάζεται στο λογισμικό ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma & Weenick, 2010).

Στη συνέχεια από την επιλογή voice report του προγράμματος Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010) παρουσιάστηκαν οι τιμές για τα ακουστικά χαρακτηριστικά που εξετάζουμε.

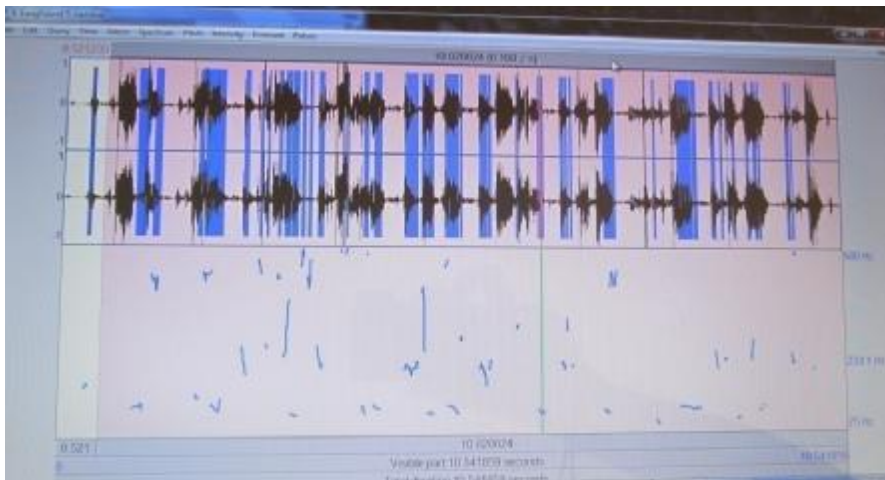
Πίνακας 1: Το voice report όπου παρουσιάζονται οι μετρήσεις για τα ακουστικά χαρακτηριστικά του τμήματος της φωνής που επιλέχθηκε προς ανάλυση. Τα επιλεγμένα αντικειμενικά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται είναι εκείνα που εξετάζουμε στην παρούσα έρευνα[ Praat (Version 5.2.01)] (Broersma& Weenick,2010).

```
-- Voice report for 8. LongSound A_a__1_ --
Date: Tue Jun 3 08:37:24 2014

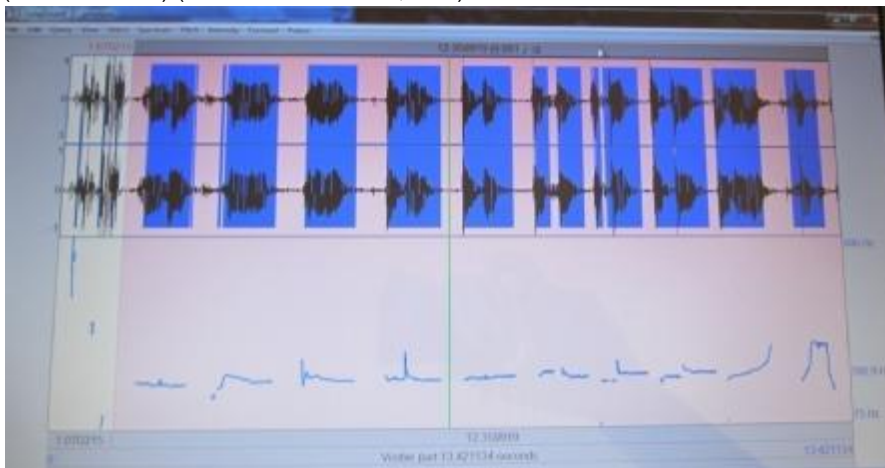
Time range of SELECTION
From 0.277183 to 3.612121 seconds (duration: 3.334939 seconds)
Pitch:
  Median pitch: 113.832 Hz
  Mean pitch: 114.602 Hz
  Standard deviation: 12.530 Hz
  Minimum pitch: 87.239 Hz
  Maximum pitch: 474.433 Hz
Pulses:
  Number of pulses: 379
  Number of periods: 377
  Mean period: 8.716922E-3 seconds
  Standard deviation of period: 0.586975E-3 seconds
Voicing:
  Fraction of locally unvoiced frames: 0.900% (9 / 1000)
  Number of voice breaks: 1
  Degree of voice breaks: 0.705% (0.023515 seconds / 3.334939 seconds)
Jitter:
  Jitter (local): 0.822%
  Jitter (local, absolute): 71.637E-6 seconds
  Jitter (rap): 0.441%
  Jitter (ppq5): 0.455%
  Jitter (ddp): 1.324%
Shimmer:
  Shimmer (local): 13.930%
  Shimmer (local, dB): 1.226 dB
  Shimmer (apq3): 7.579%
  Shimmer (apq5): 8.058%
  Shimmer (apq11): 9.134%
  Shimmer (dda): 22.737%
Harmonicity of the voiced parts only:
  Mean autocorrelation: 0.830681
  Mean noise-to-harmonics ratio: 0.223132
  Mean harmonics-to-noise ratio: 7.396 dB
```

Η διαδικασία αυτή έγινε για τα τρία δείγματα παρατεταμένης φώνησης του κάθε συμμετέχοντα . Συνολικά αναλύθηκαν 72 δείγματα παρατεταμένης φώνησης από τα οποία υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τριών δειγμάτων κάθε συμμετέχοντα.

Ομοίως, για τη δοκιμασία μέτρησης 1-10 από τα αρχεία του κάθε συμμετέχοντα που εισάχθηκαν στο λογισμικό, επιλέχθηκε το τμήμα της φώνησης που εμπεριέχει τη μέτρηση 1-10 και μέσω της επιλογής «get pitch» έγινε η λήψη δεδομένων σχετικά με τη βασική συχνότητα φώνησης του τμήματος αυτού. Ακολουθούν ενδεικτικά δείγματα του φωνητικού σήματος όπως απεικονίστηκε στο λογισμικό Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010).



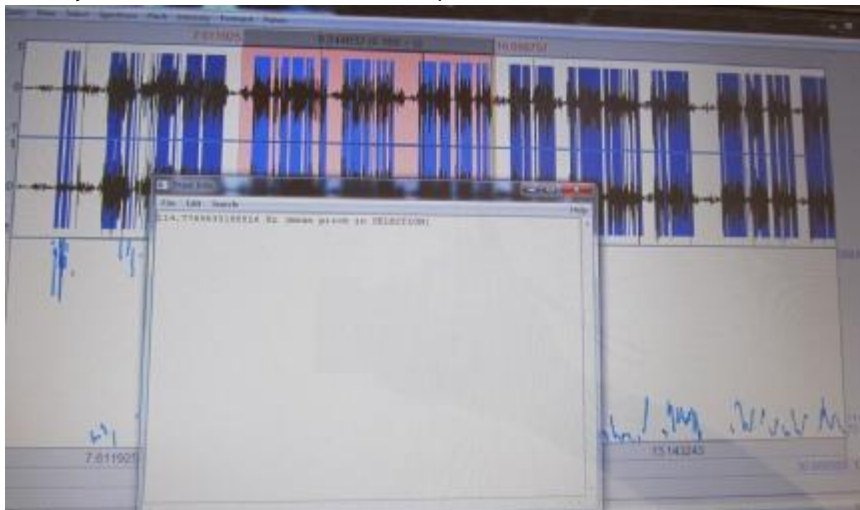
Εικόνα 7: Φωνητικό σήμα της δοκιμασίας μέτρησης 1-10 από το αναλυόμενο αρχείο ήχου Λαρυγγεκτομηθέντα όπως απεικονίζεται στο πρόγραμμα ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010).



Εικόνα 8: Φωνητικό σήμα της δοκιμασίας μέτρησης 1-10 από το αναλυόμενο αρχείο ήχου άντρα της ομάδας του τυπικού πληθυσμού όπως απεικονίζεται στο πρόγραμμα ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010).



Όσο αφορά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου, λόγω της περιορισμένης χρονικής χωρητικότητας στην ανάλυση του ήχου του προγράμματος Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010), επιλέχθηκαν οι δύο πρώτες προτάσεις του κειμένου προς ανάλυση. Από το τμήμα φώνησης αυτό, αντλήθηκαν πληροφορίες για τη βασική συχνότητα (ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με το μέτρημα 1-10) όπως επίσης και για τον υπολογισμό των λέξεων ανά λεπτό στο σύνολο του κειμένου.



Εικόνα 9: Ενδεικτική απεικόνιση του φωνητικού σήματος επιλεγμένου τμήματος φώνησης της δοκιμασίας ανάγνωσης κειμένου, όπως παρουσιάζεται στο πρόγραμμα ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010). Το δείγμα φωνής που απεικονίζεται παρουσιάζει την ανάγνωση των δύο πρώτων προτάσεων του κειμένου από άντρα της ομάδας του τυπικού πληθυσμού.



Εικόνα 10: Ενδεικτική απεικόνιση του φωνητικού σήματος επιλεγμένου τμήματος οισοφαγικής ομιλίας της δοκιμασίας ανάγνωσης κειμένου όπως παρουσιάζεται στο πρόγραμμα ακουστικής ανάλυσης Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010).

## 3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 3.2.1 Αποτελέσματα ακουστικής ανάλυσης

Μετά την ολοκλήρωση της ακουστικής ανάλυσης, συγκεντρώθηκαν δεδομένα για τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής των δύο ομάδων του δείγματος. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν καταγράφηκαν στο πρόγραμμα Microsoft excel των Windows 07. Οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν αφορούσαν τις τιμές Fo, Shimmer local, Jitter Rap, NHR όπως επίσης και τιμές για τον αριθμό λέξεων ανά λεπτό στη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.

Ακολουθούν πίνακες με τις συγκεντρωτικές τιμές των μετρήσεων για τις δύο ομάδες του δείγματος, όπου παρουσιάζονται αριθμητικά δεδομένα που αφορούν στο μέσο όρο (Average) και την τυπική απόκλιση (St. Dev.) των αναλυόμενων φωνητικών σημάτων για τα παραπάνω αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής.

#### ▼ Δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης /a/

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, για την συγκεκριμένη δοκιμασία, καταγράφηκαν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των τριών επιτυχημένων προσπαθειών της παρατεταμένης φώνησης του /a/ και υπολογίστηκε ο μέσος όρος (Average) και η τυπική απόκλιση (St. Dev.) για κάθε έναν από τους συμμετέχοντες. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο μέσος όρος [AVERAGE (TL)] και η τυπική απόκλιση [ST DEV (TL)] για την ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων συγκεντρωτικά όπως επίσης και ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση για τους άντρες και τις γυναίκες της συγκεκριμένης ομάδας [AVERAGE (TL) MALES, ST DEV (TL) MALES ,AVERAGE (TL) FEMALES -ST DEV (TL) FEMALES]

Πίνακας 2: Τιμές των αντικειμενικών μετρήσεων από την ακουστική ανάλυση φωνής της ομάδας των λαρυγγεκτομηθέντων (TL) κατά την παρατεταμένη φώνηση του /a/.

	fo (1)	rap(1)	shimmer(1)	NHR(1)
1o	260,25	3,15	23,53	0,66658
2o	335,60	2,18	26,86	0,63839
3o	314,90	2,53	22,91	0,69094
average 1	303,59	2,62	24,44	0,66531
st dev 1	38,93	0,49	2,13	0,02630
	fo (2)	rap(2)	shimmer(2)	NHR(2)
1o	261,23	1,70	19,20	0,46272
2o	309,92	2,41	16,50	0,59293
3o	183,14	4,28	19,95	0,71571
average 2	251,43	2,80	18,55	0,59045
st dev 2	63,95	1,33	1,81	0,12651
	fo (3)	rap(3)	shimmer(3)	NHR(3)

1o	252,23	1,56	16,62	0,36462
2o	333,41	2,02	20,99	0,42675
3o	195,63	1,19	15,55	0,19154
average 3	260,42	1,59	17,72	0,32764
st dev 3	69,26	0,41	2,88	0,12189
	fo (4)	rap(4)	shimmer(4)	NHR(4)
1o	215,96	2,74	21,00	0,72884
2o	110,61	4,10	12,97	0,78659
3o	103,92	3,37	13,16	0,70426
average 4	143,50	3,40	15,71	0,73990
st dev 4	62,84	0,68	4,58	0,04227
	fo (5)	rap (5)	shimmer (5)	NHR(5)
1o	140,08	1,47	18,15	0,69459
2o	143,68	1,23	14,57	0,50882
3o	130,55	2,04	12,29	0,54340
average 5	138,10	1,58	15,00	0,58227
st dev 5	6,78	0,42	2,96	0,09880
	fo(6)	rap(6)	shimmer(6)	NHR(6)
1o	230,73	2,19	21,26	0,66632
2o	247,93	3,12	21,63	0,73426
3o	209,86	2,70	24,33	0,68980
average 6	229,51	2,67	22,41	0,69679
st dev 6	19,06	0,47	1,68	0,03450
	fo(7)	rap(7)	shimmer(7)	NHR(7)
1o	357,85	2,05	19,60	0,67017
2o	380,32	2,17	22,09	0,86487
3o	373,42	1,88	18,05	0,79138
average 7	370,53	2,03	19,91	0,77547
st dev 7	11,51	0,15	2,04	0,09832
	fo (8)	rap(8)	shimmer(8)	NHR(8)
1o	448,51	3,07	25,75	0,77685
2o	408,83	3,13	20,70	0,80974
3o	317,78	2,99	24,21	0,75992
average 8	391,71	3,07	23,55	0,78217

st dev 8	67,03	0,07	2,59	0,02533
	fo (9)	rap(9)	shimmer(9)	NHR(9)
1o	356,79	1,97	20,64	0,84460
2o	308,40	2,27	21,18	0,72661
3o	325,46	2,07	21,06	0,91801
average 9	330,22	2,11	20,96	0,82974
st dev 9	24,54	0,15	0,28	0,09656
	fo (10)	rap(10)	shimmer(10)	NHR(10)
1o	387,61	3,77	19,63	0,53442
2o	384,58	1,91	26,32	0,77739
3o	252,56	1,67	23,87	0,69935
average 10	341,58	2,45	23,27	0,67039
st dev 10	77,11	1,15	3,38	0,12405
	fo (11)	rap(11)	shimmer(11)	NHR(11)
1o	202,76	2,50	16,05	0,60223
2o	166,42	2,57	29,52	0,62210
3o	251,94	1,31	14,19	0,35341
average 11	207,04	2,12	19,92	0,52591
st dev 11	42,92	0,71	8,36	0,14972
AVERAGE (TL)	269,78	2,40	20,13	0,65328
ST DEN (TL)	86,16	0,58	3,17	0,14275
AVERAGE (TL) MALES	291,39	2,53	20,72	0,67532
ST DEV (TL) MALES	78,07	0,56	2,97	0,14922
AVERAGE (TL) FEMALES	172,57	1,85	17,46	0,55409
ST DEV (TL) FEMALES	48,74	0,38	3,47	0,03985

Αντίστοιχα, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε κατά την καταγραφή των δεδομένων της ομάδας του τυπικού πληθυσμού (N) όπως παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3: Τιμές των αντικειμενικών μετρήσεων από την ακουστική ανάλυση φωνής της ομάδας του τυπικού πληθυσμού (N) κατά την παρατεταμένη φώνηση του /a/.

	fo(A)	rap(A)	Shimmer(A)	NHR(A)
1o	114,60	0,44	13,93	0,22313
2o	111,81	0,35	13,63	0,19630
3o	114,20	0,30	12,18	0,13217
average A	113,54	0,36	13,25	0,18387
st dev A	1,51	0,07	0,94	0,04674
	fo(B)	rap (B)	Shimmer(B)	NHR(B)
1o	126,03	0,12	3,96	0,01165
2o	114,33	0,12	5,61	0,01790
3o	121,07	0,11	4,74	0,01668
average B	120,48	0,12	4,77	0,01541
st dev B	5,87	0,01	0,83	0,00331
	fo(Γ)	rap(Γ)	Shimmer(Γ)	NHR(Γ)
1o	86,58	0,36	7,66	0,02876
2o	87,57	0,38	3,57	0,03048
3o	85,32	0,44	3,34	0,04087
average Γ	86,49	0,39	4,85	0,03337
st dev Γ	1,13	0,04	2,43	0,00655
	fo (Δ)	rap(Δ)	Shimmer(Δ)	NHR(Δ)
1o	139,88	0,18	6,84	0,03267
2o	146,76	0,14	7,63	0,02347
3o	141,06	0,20	8,03	0,04570
average Δ	142,57	0,17	7,50	0,03395
st dev Δ	3,68	0,03	0,60	0,01117
	fo(E)	rap(E)	Shimmer(E)	NHR(E)
1o	185,74	0,08	3,67	0,01816
2o	190,65	0,13	4,74	0,03411
3o	213,49	0,08	3,53	0,01464
average E	196,62	0,10	3,98	0,02231
st dev E	14,81	0,03	0,67	0,01038
	fo(Z)	rap(Z)	Shimmer(Z)	NHR(Z)
1o	133,44	0,39	4,67	0,03278
2o	122,74	0,14	4,28	0,01269
3o	122,93	0,21	5,25	0,01809
average Z	126,37	0,24	4,74	0,02119
st dev Z	6,12	0,13	0,49	0,01040

	fo (H)	rap (H)	Shimmer (H)	NHR(H)
1o	123,11	0,51	4,95	0,04299
2o	123,01	0,33	4,20	0,07806
3o	121,73	0,45	5,13	0,11786
average H	122,61	0,43	4,76	0,07964
st dev H	0,77	0,09	0,49	0,03746
	fo (Θ)	rap(Θ)	Shimmer(Θ)	NHR(Θ)
1o	146,54	0,91	21,78	0,16661
2o	147,04	1,55	18,71	0,24700
3o	144,87	1,97	11,27	0,26092
average Θ	146,15	1,47	17,25	0,22484
st dev Θ	1,13	0,53	5,40	0,05091
	fo(I)	rap(I)	Shimmer(I)	NHR(I)
1o	99,46	0,26	7,57	0,03436
2o	100,21	0,38	9,92	0,06419
3o	100,96	0,29	7,70	0,03884
average I	100,21	0,31	8,40	0,04579
st dev I	0,75	0,07	1,32	0,01609
	fo(K)	rap(K)	Shimmer(K)	NHR(K)
1o	91,90	0,21	9,05	0,09197
2o	95,74	0,19	8,25	0,10033
3o	90,28	0,17	16,28	0,10529
average K	92,64	0,19	11,19	0,09920
st dev K	2,81	0,02	4,42	0,00673
	fo(Λ)	Rap(Λ)	Shimmer(Λ)	NHR(Λ)
1o	219,52	0,18	10,28	0,09137
2o	216,18	0,20	9,38	0,05960
3o	172,56	0,28	6,45	0,06729
average Λ	202,75	0,22	8,70	0,07275
st dev Λ	26,20	0,05	2,00	0,01657
AVERAGE (N)	131,86	0,36	8,13	0,07566
ST DEV (N)	38,37	0,38	4,26	0,06957
AVERAGE (N) MALES	116,78	0,41	8,52	0,08192
ST DEV (N) MALES	20,78	0,41	4,51	0,07517
AVERAGE (N) FEMALES	199,69	0,16	6,34	0,04753
ST DEV (N) FEMALES	4,33	0,09	3,34	0,03567

#### ✓ Δοκιμασία μέτρησης 1-10

Από τη δοκιμασία μέτρησης 1-10 συλλέχθηκαν δεδομένα για τη βασική συχνότητα (fo) φώνησης των δύο ομάδων (Λαρυγγεκτομηθέντες - TL και τυπικός πληθυσμός - N).

Πίνακας 4:Αποτελέσματα της ακουστική ανάλυση φωνής των δύο ομάδων του δείγματος για τη βασική συχνότητα κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10. Στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται τα δεδομένα της ομάδας των λαρυγγεκτομηθέντων-TL (Fo1-Fo11) και στη δεύτερη στήλη παρουσιάζονται τα δεδομένα της ομάδας του τυπικού πληθυσμού-N (FoA- FoΛ).

fo1	257,55	foA	170,80
fo2	149,36	foB	156,92
fo3	167,37	foΓ	116,96
fo4	199,34	foΔ	178,45
fo5	232,39	foE	186,93
fo6	249,19	foZ	121,27
fo7	374,60	foH	114,95
fo8	236,39	foΘ	206,75
fo9	312,68	foI	115,80
fo10	292,48	foK	98,04
fo11	152,08	foΛ	246,62
average TL	238,49	average N	155,77
ST DEV	70,33	ST DEV	46,75
Aver.(TI) M	248,77	Aver.(N) M	142,21
ST Dev. (TL) M	71,60	ST Dev. (N) M	37,05
Aver. (TL) F	192,24	Aver. (N) F	216,78
ST Dev.(TL) F	56,78	ST Dev. (N) F	42,21

✓ Δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου

Από τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου συλλέχθηκαν δεδομένα για τη βασική συχνότητα (fo) φώνησης των δύο ομάδων (Λαρυγγεκτομηθέντες - TL και τυπικός πληθυσμός - N) κατά την ανάγνωση των δύο πρώτων προτάσεων του κειμένου. Επιπλέον υπολογίστηκε ο αριθμός των λέξεων ανά λεπτό κατά την ανάγνωση του συνολικού κειμένου για τον κάθε συμμετέχοντα αλλά και για τις δύο ομάδες του δείγματος συγκεντρωτικά.

Πίνακας 5: Δεδομένα για τη βασική συχνότητα (fo) φώνησης των δύο ομάδων (Λαρυγγεκτομηθέντες - TL και τυπικός πληθυσμός - N) κατά την ανάγνωση κειμένου.

F01	268,05	FoA	154,87
F02	143,1	FoB	153,99
F03	190,34	Fo Γ	130,69
F04	207,52	Fo Δ	131,33
F05	193,65	Fo E	242,87
F06	349,45	Fo Z	127,27
F07	331,86	Fo H	119,06
F08	255,89	Fo Θ	191,46
F09	125,03	Fo I	120,42
F010	285,53	Fo K	114,78
F011	165	Fo Λ	195,15
Average TL	228,67	Average N	152,90
St dev. TL	74,85	St dev. N	40,79

Πίνακας 6: Δεδομένα από τη μέτρηση του αριθμού των λέξεων ανά λεπτό κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου από τις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται οι τιμές από τον υπολογισμό του αριθμού των λέξεων ανά λεπτό των λαρυγγεκτομηθέντων-TL(1-10) ενώ στη δεύτερη στήλη παρουσιάζονται οι τιμές από τον υπολογισμό του αριθμού των λέξεων ανά λεπτό του τυπικού πληθυσμού- N (A-Λ).

1	73	A	147
2	89	B	153
3	77	Γ	163
4	39	Δ	154
5	61	E	153
6	79	Z	149
7	89	H	147
8	65	Θ	114
9	68	I	153
10	100	K	158
11	65	Λ	162
Average (TL)	73,18	Average (N)	150,27
ST DEV (TL)	16,57	ST DEV (N)	13,17
Average (TL) M	75,44	Average (N) M	148,67
St dev. (TL) M	17,62	St dev. (N) M	13,99
Average (TL) F	63,00	Average (N) F	157,50
St dev. (TL) F	2,83	St dev. (N) F	6,36



### 3.2.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που συλλέχθηκαν από τη διαδικασία της ακουστικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε το Paired-Sample T-test με το οποίο αντλήθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες για το χαρακτηρισμό των ερευνητικών υποθέσεων ως στατιστικώς σημαντικές ή στατιστικώς μη σημαντικές. Η αποδοχή ή απόρριψη των ερευνητικών υποθέσεων κρίνεται από την αξιολόγηση της τιμής Sig που παρουσιάζεται στον πίνακα των αποτελεσμάτων στο IBM SPSS Statistics. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίζεται το  $p\text{-value} = 0,05$  (5%) όπου το διάστημα εμπιστοσύνης είναι της τάξεως του 95%. Αναλυτικότερα, η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή εάν η τιμή είναι μεγαλύτερη από το  $p\text{-value}$  ( $\text{Sig} > 0,05$ ) και το γεγονός αυτό συνεπάγεται την απουσία στατιστικώς σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στο ζεύγος των τιμών που εξετάζονται. Αντίθετα, εάν η τιμή είναι μικρότερη από το  $p\text{-value}$  ( $\text{Sig} < 0,05$ ) τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση, συνεπώς συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στο ζεύγος των τιμών που εξετάζουμε (Μαρκάκης, 2005).

#### ✓ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΦΩΝΗΣΗΣ /a/

Σύμφωνα με την έρευνα των Andrianopoulos et al. (2001), ορίζονται τα παρακάτω όρια στις τιμές των ακουστικών χαρακτηριστικών με τα οποία θα συγκριθούν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας:

Για να εντάσσεται μια *αντρική φωνή* στα φυσιολογικά πλαίσια τότε τα ακουστικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα πρέπει να είναι εντός των ακόλουθων ορίων:

Για τη βασική συχνότητα  $F_0$ :  $76,19 < F_0 < 180,43$

Για το Jitter Rap:  $\text{Jitter Rap} < 1,4$

Για το Shimmer local:  $\text{Shimmer local} < 2,95$

Για το NHR:  $\text{NHR} < 0,16$

Αντίστοιχα μια *γυναικεία φωνή* χαρακτηρίζεται ως φυσιολογική ως προς τα ακουστικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα όταν εντάσσεται στα όρια που ακολουθούν:

Για τη βασική συχνότητα  $F_0$ :  $178,24 < F_0 < 288,68$

Για το Jitter Rap:  $\text{Jitter Rap} < 0,96$

Για το Shimmer local:  $\text{Shimmer local} < 2,99$

Για το NHR:  $\text{NHR} < 0,17$

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι για τις τιμές Jitter rap και Shimmer local οι οποίες αφορούν σε διαταραχές της φωνής όσο πιο υψηλές είναι οι τιμές τόσο πιο δυσφωνική κρίνεται η ποιότητα της φωνής (Karnell, 1991).

Πίνακας 7: Αναλύσεις Paired-Sample T-test των κατά ζεύγη συγκρίσεων για τις παραμέτρους της φωνής που διερευνήθηκαν (Fo, Jitter Rap, Shimmer local, NHR).

		Paired Samples Test			
		Paired Differences	t	df	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference			
		Upper			
Pair 1	F0_TL - F0_N	213,03060	4,092	10	,002
Pair 2	Rap_TL - Rap_N	2,43989	11,345	10	,000
Pair 3	Shim_TL - Shim_N	14,08069	12,887	10	,000
Pair 4	NHR_TL - NHR_N	,66983	13,956	10	,000

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, το Sig είναι μικρότερο του 0,05 για όλα τα ζεύγη που διερευνήθηκαν και συνεπώς αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση (1β). Αναλυτικότερα, αποδεικνύεται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς τα χαρακτηριστικά της φωνής Fo, Shimmer local, Jitter Rap, NHR ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία κατά τη δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης του /a/.

Ομοίως, για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορούσαν στη βασική συχνότητα κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10, στη βασική συχνότητα κατά την ανάγνωση κειμένου και στον αριθμό παραγωγής λέξεων ανά λεπτό κατά τη διάρκεια ανάγνωσης του κειμένου, οι δύο ομάδες του δείγματος συγκρίθηκαν κατά ζεύγη με τη χρήση της μεθόδου Paired sample T-test.

Πίνακας 8: Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του Paired sample T-test όπως παρουσιάζεται από το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	f0count_TL	11	70,33209	21,20592
	f0count_N	11	46,75289	14,09653
Pair 2	f0read_TL	11	74,84719	22,56728
	f0read_N	11	40,79250	12,29940
Pair 3	read_rateTL	11	16,56996	4,99603
	read_rateN	11	13,16883	3,97055

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 f0count_TL & f0count_N	11	-,550	,079
Pair 2 f0read_TL & f0read_N	11	-,291	,385
Pair 3 read_rateTL & read_rateN	11	,122	,721

	Paired Differences			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference
				Lower
Pair 1 f0count_TL - f0count_N	82,72 182	103,6926 4	31,26451	13,06016
Pair 2 f0read_TL - f0read_N	75,77 545	95,09873	28,67335	11,88726
Pair 3 read_rateTL - read_rateN	- 77,09091	19,86683	5,99007	-90,43763

	Paired Differences	t	df	Sig. (2-tailed)	
					95% Confidence Interval of the Difference
					Upper
Pair 1 f0count_TL - f0count_N	152,38348	2,646	10	,024	
Pair 2 f0read_TL - f0read_N	139,66365	2,643	10	,025	
Pair 3 read_rateTL - read_rateN	-63,74419	12,870	10	,000	

Μελετώντας τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι :

Το Sig(2-tailed)=0,024<0,05 για τη σύγκριση των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τη βασική συχνότητα στη δοκιμασία της μέτρησης 1-10. Για αυτό το λόγο απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση. Συνεπώς, αποδεικνύουμε ότι σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την ισοφαγική ομιλία ως προς τη βασική συχνότητα F<sub>0</sub> κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10 (ερευνητική υπόθεση 2β).

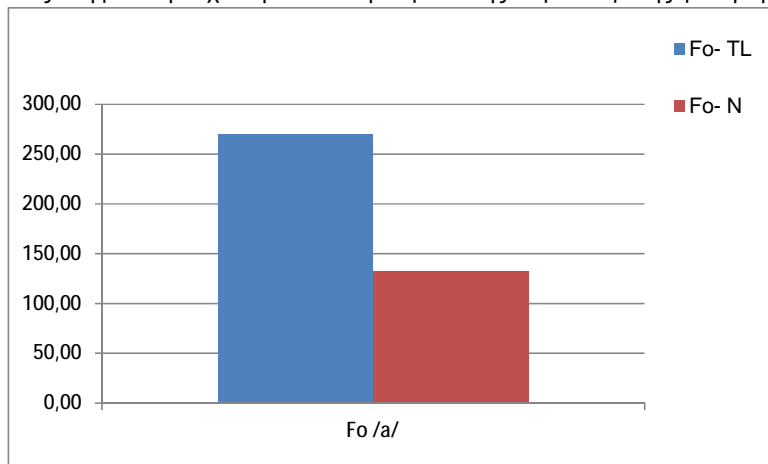
Το Sig(2-tailed)=0,025<0,05 όσο αφορά τη σύγκριση των ομάδων του δείγματος ως προς τη βασική συχνότητα κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης των δύο πρώτων προτάσεων του κειμένου και συνεπώς η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και γίνεται αποδεκτή η εναλλακτική υπόθεση. Πιο συγκεκριμένα, αποδεικνύεται ότι σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την ισοφαγική ομιλία, ως προς τη βασική συχνότητα F<sub>0</sub> κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου (ερευνητική υπόθεση 3β).

Το Sig(2-tailed) $<0,001$  για τη σύγκριση των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τον αριθμό των λέξεων που παράγουν κατά την ανάγνωση κειμένου. Για αυτό το λόγο απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση. Κατά συνέπεια, αποδεικνύεται ότι σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού και στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία, ως προς τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό που παράγουν κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης κειμένου (ερευνητική υπόθεση 4β).

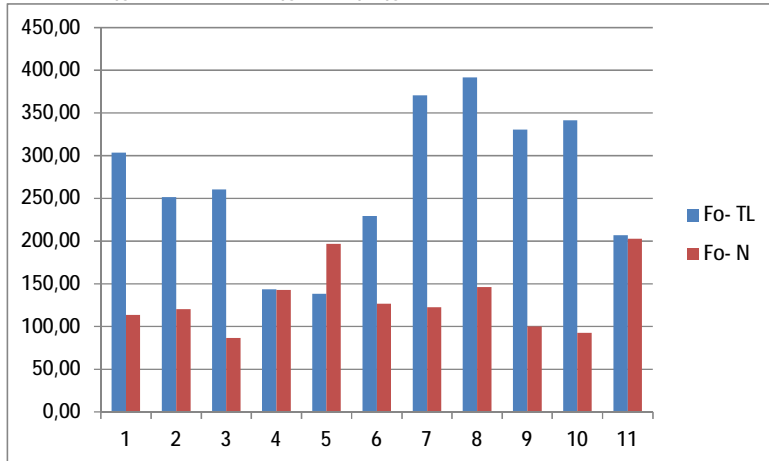
Στη συνέχεια παρατίθενται γραφήματα όπου απεικονίζονται και αιτιολογούνται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που προαναφέρθηκε.

- Βασική συχνότητα  $f_0$  κατά την παρατεταμένη φώνηση του /a/

Γράφημα 1α: Η απεικόνιση των τιμών των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τη διαφορά τους στη βασική συχνότητα κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.



Γράφημα 1β: Η διαφορά της βασικής συχνότητας (Fo) για κάθε ζεύγος του δείγματος κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

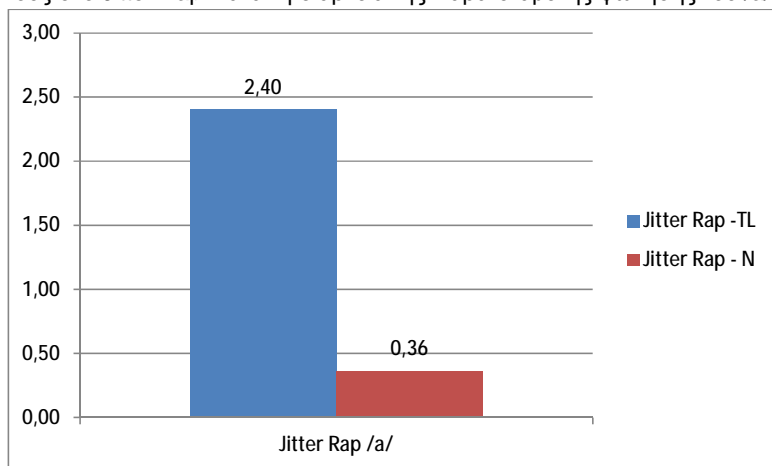


Εξετάζοντας τα παραπάνω διαγράμματα, παρατηρείται αυξημένη βασική συχνότητα φώνησης στην ομάδα των Λαρυγγεκτομηθέντων [ $f_{o(TL)} = 269,78\text{Hz}$ ] σε σχέση με την ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού [ $F_{o(N)} = 131,86\text{Hz}$ ].

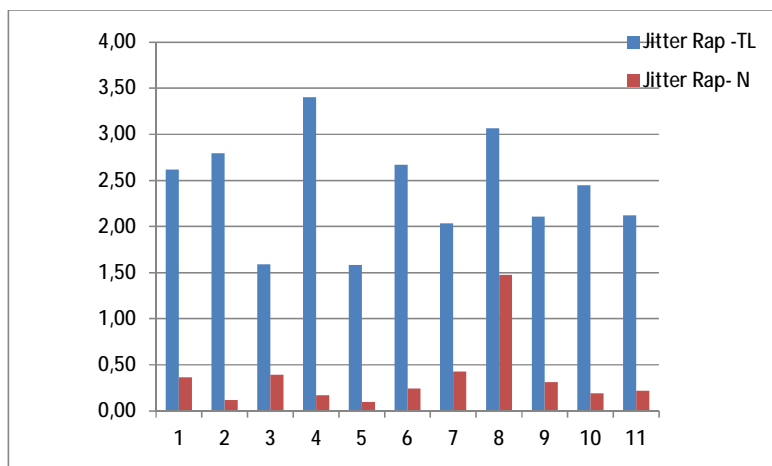
Πιο αναλυτικά, επισημαίνεται ότι η βασική συχνότητα φώνησης εντάσσεται στα όρια του φυσιολογικού για δύο άτομα που χρησιμοποιούν την οισοφαγική ομιλία όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα [Αντρας με ολική λαρυγγεκτομή :  $f_{o(4)} = 143,50\text{Hz}$ , γυναίκα με ολική λαρυγγεκτομή  $f_{o(11)} = 207,04\text{Hz}$ ]. Επιπλέον, μια γυναίκα της ομάδας των λαρυγγεκτομηθέντων παρουσίασε χαμηλότερη βασική συχνότητα φώνησης από το αντίστοιχο άτομο του τυπικού πληθυσμού [ $f_{o(5)} = 138,10\text{Hz}$  ενώ η γυναίκα αντίστοιχης ηλικίας του τυπικού πληθυσμού παρουσίασε  $f_{o(E)} = 196,62\text{Hz}$ ].

- Διακύμανση συχνότητας Jitter Rap

Γράφημα 2α: Η απεικόνιση των τιμών των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τη διαφορά τους στο Jitter Rap κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.



Γράφημα 2β : Η διαφορά του Jitter Rap για κάθε ζεύγος του δείγματος κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

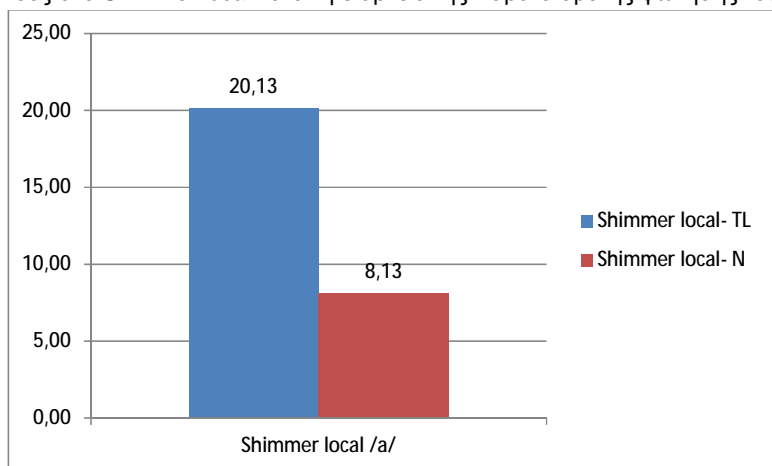


Όπως παρατηρείται στα γραφήματα 2α και 2β οι τιμές του Jitter Rap είναι αρκετά αυξημένες στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων σε σχέση με τις τιμές του τυπικού πληθυσμού. Οι παραπάνω τιμές υποδηλώνουν τη διαταραχή της συχνότητας των φωνητικών χορδών και καθιστούν τη φωνή δυσφωνική συγκριτικά με τις τιμές του τυπικού πληθυσμού (Singh, 2008). Αυξημένη τιμή στο Jitter Rap σημειώνεται για έναν από τους συμμετέχοντες της ομάδας του τυπικού πληθυσμού ( $Rap_{(9)} = 1,47 > 1,4$ ), γεγονός που αποδίδεται στην ηλικία του

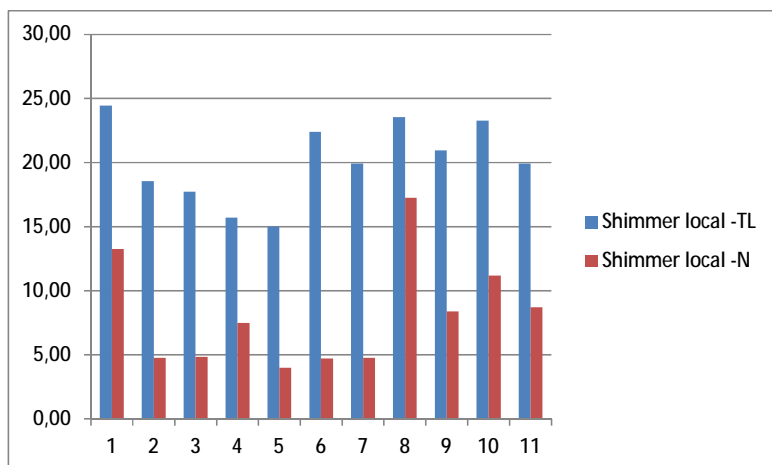
συγκεκριμένου άντρα (81 ετών) όπως αποδεικνύεται σύμφωνα με την έρευνα της Schotz το 2007 η οποία εξετάζει τη μεταβολή των ακουστικών παραμέτρων της φωνής με την πάροδο της ηλικίας.

- Διακύμανση πλάτους Shimmer local

Γράφημα 3α: Η απεικόνιση των τιμών των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τη διαφορά τους στο Shimmer local κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.



Γράφημα 3β: Η διαφορά του Shimmer local για κάθε ζεύγος του δείγματος κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

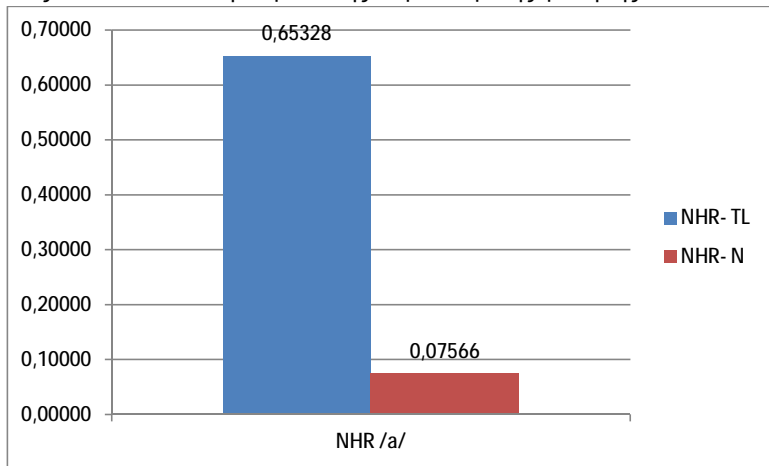




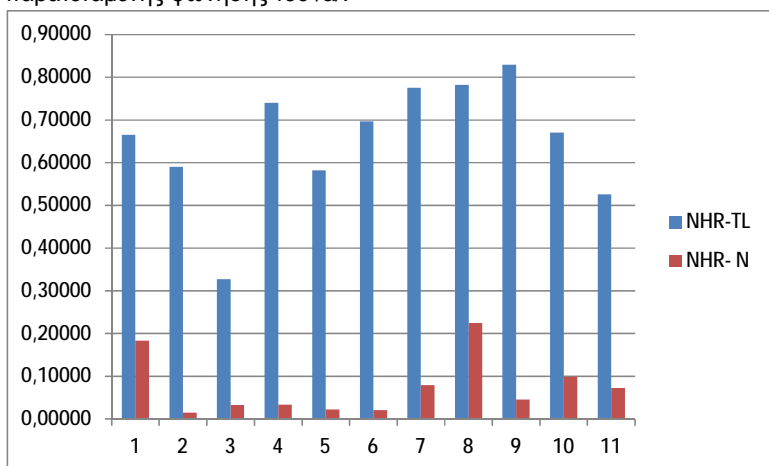
Ομοίως για τις τιμές του Shimmer local παρατηρείται σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος. Η ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων παρουσιάζει αρκετά αυξημένες τιμές (Shim=20,13) σε σχέση με την ομάδα του τυπικού πληθυσμού (Shim=8,13). Οι τιμές και των δύο ομάδων βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών ορίων για το shimmer local (Shimmer local < 2,95 για τους άντρες και Shimmer local < 2,99 για τις γυναίκες) γεγονός που αποδίδεται στην απουσία πλήρως ηχομονωμένου χώρου κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης (Deliyski, 2006).

- NHR- Noise to harmonic Ratio- δείκτης θορύβου προς αρμονικές δομές

Γράφημα 4α: Η απεικόνιση των τιμών των δύο ομάδων του δείγματος ως προς τη διαφορά τους στο NHR κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.



Γράφημα 4β: Η διαφορά του NHR για κάθε ζεύγος του δείγματος κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης φώνησης του /a/.

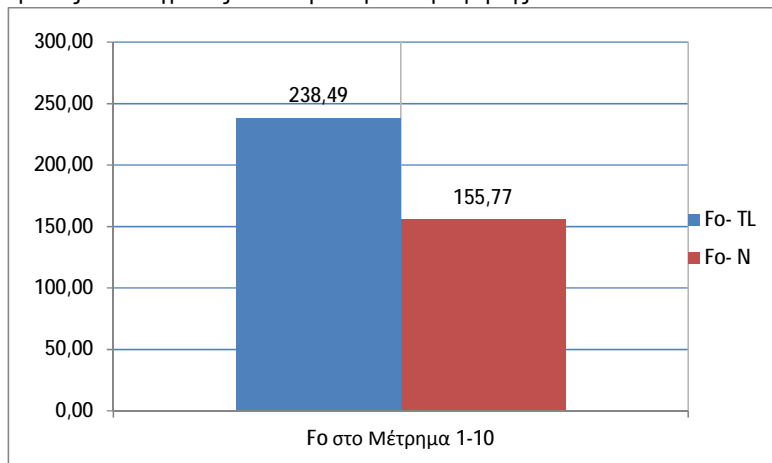


Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το NHR εμφανίζουν σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων του δείγματος. Οι λαρυγγεκτομηθέντες εμφανίζουν σημαντικά αυξημένες τιμές για το NHR τόσο σε σχέση με την ομάδα του τυπικού πληθυσμού όσο και με τα φυσιολογικά πλαίσια που ορίστηκαν από την έρευνα των Andrianopoulos et al.(2001).

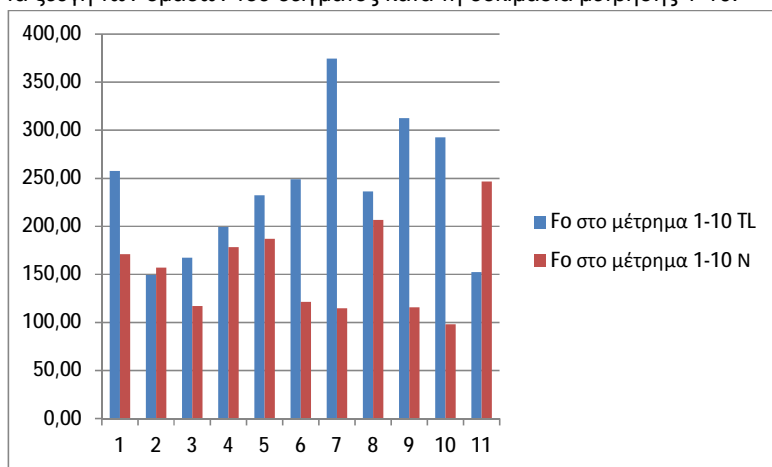
Εξετάζοντας την ομάδα του τυπικού πληθυσμού του δείγματος, παρατηρείται και πάλι ο μεγαλύτερος σε ηλικία συμμετέχοντας του δείγματος σημειώνει υψηλότερο NHR συγκριτικά με τα φυσιολογικά κριτήρια [ $NHR_{(e)} = 0,22484 > 0,16$ ] γεγονός που αποδίδεται στην ηλικία του συγκεκριμένου άντρα (81 ετών) όπως αποδεικνύεται σύμφωνα με την έρευνα της Schotz το 2007 η οποία εξετάζει τη μεταβολή του NHR με την πάροδο της ηλικίας.

✓ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ 1-10

Γράφημα 5α: Απεικόνιση της διαφοράς των τιμών της βασικής συχνότητας ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10.



Γράφημα 5β: Απεικόνιση της διαφοράς των τιμών της βασικής συχνότητας για κάθε ένα από τα ζεύγη των ομάδων του δείγματος κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10.

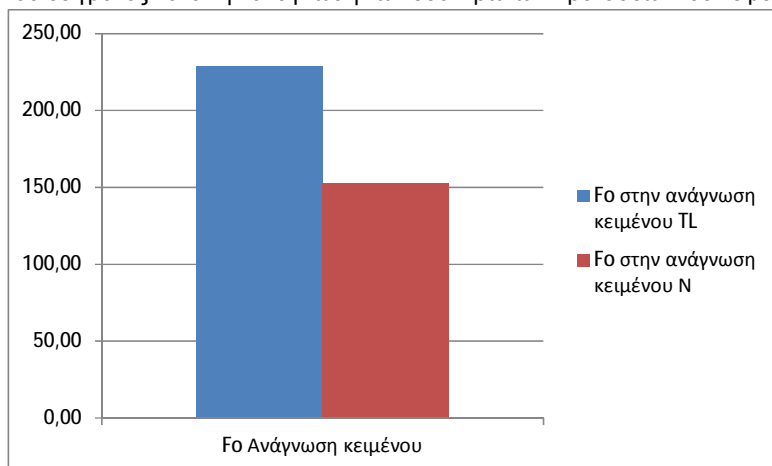


Για την εκτίμηση της βασικής συχνότητας κατά τη δοκιμασία μέτρησης 1-10, μελετώντας τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε αυξημένη τιμή της βασικής συχνότητας στην ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων [ $Fo_{(TL)} = 238,49$ ] σε σχέση με την ομάδα του τυπικού πληθυσμού [ $Fo_{(N)} = 155,77$ ]. Δύο από τους συμμετέχοντες της ομάδας των Λαρυγγεκτομηθέντων παρουσιάζουν χαμηλότερη βασική συχνότητα φώνησης σε σχέση με τους αντίστοιχους του τυπικού πληθυσμού [Άντρας  $Fo_{(2)} = 149,36$  γυναίκα  $Fo_{(11)} = 152,08$ ].

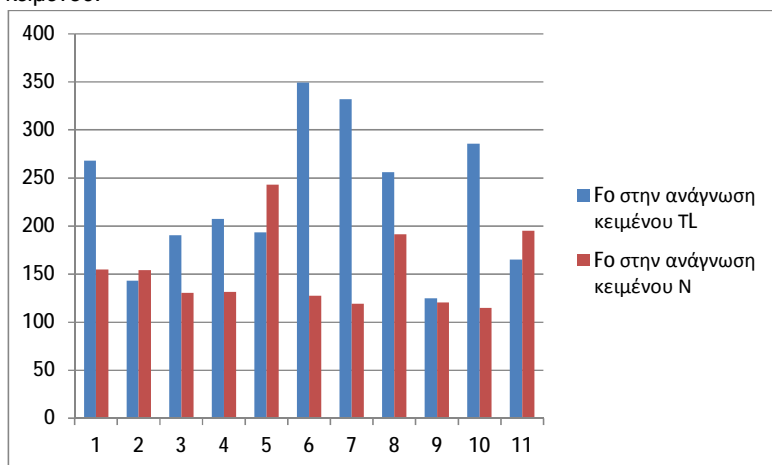
## ✓ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

### § ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΣΙΚΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ F<sub>0</sub>

Γράφημα 6α: Απεικόνιση της διαφοράς των τιμών της βασικής συχνότητας για τις δύο ομάδες του δείγματος κατά την ανάγνωση των δυο πρώτων προτάσεων του κειμένου.



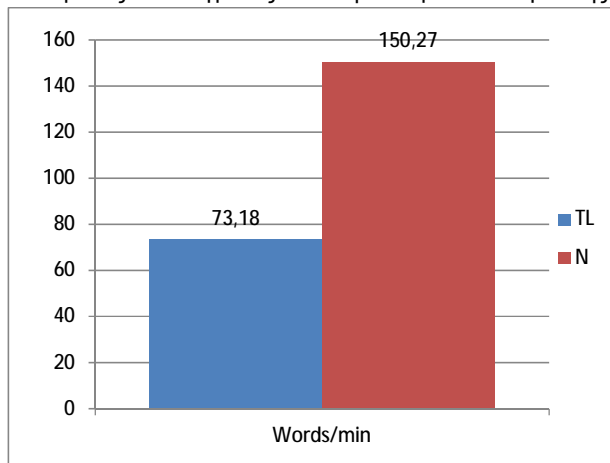
Γράφημα 6β: Απεικόνιση της διαφοράς των τιμών της βασικής συχνότητας για το κάθε ζεύγος των ομάδων του δείγματος κατά την ανάγνωση των δυο πρώτων προτάσεων του κειμένου.



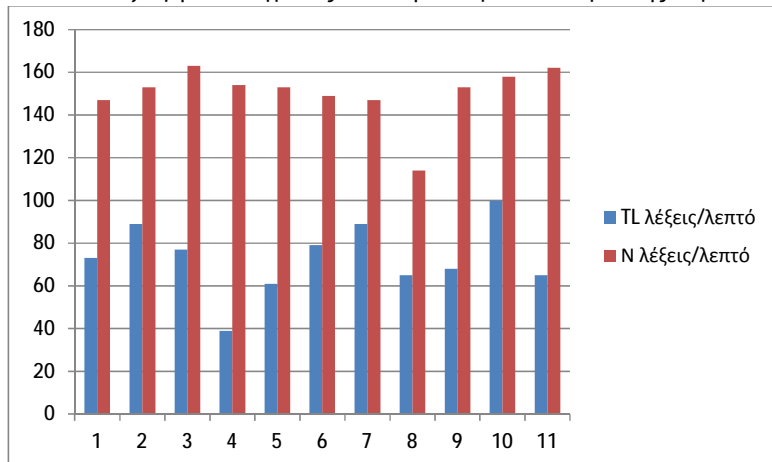
Από τα παραπάνω γραφήματα παρατηρείται η παρουσία υψηλότερων τιμών της βασικής συχνότητας για οκτώ άτομα της ομάδας των λαρυγγεκτομηθέντων, ενώ τρεις συμμετέχοντες της ίδιας ομάδας παρουσιάζουν χαμηλότερη συχνότητα συγκριτικά με τις τιμές των συχνοτήτων των αντίστοιχων ατόμων του τυπικού πληθυσμού. Συγκεντρωτικά, κατά την ανάγνωση κειμένου οι λαρυγγεκτομηθέντες δείχνουν να έχουν μεγαλύτερη βασική συχνότητα φώνησης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου του τυπικού πληθυσμού.

### § ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΛΕΞΕΩΝ/ΛΕΠΤΟ

Γράφημα 7α: Απεικόνιση του αριθμού των λέξεων ανά λεπτό (words/min) που παράγουν οι δύο ομάδες του δείγματος κατά την δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.



Γράφημα 7β : Απεικόνιση του αριθμού των λέξεων ανά λεπτό (words/min) που παράγει κάθε ένα από τα ζεύγη του δείγματος κατά την δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου.



Από τα γραφήματα (7α) και (7β) παρατηρείται ότι κατά τη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου όλοι οι συμμετέχοντες του τυπικού πληθυσμού κατάφεραν να παράγουν περισσότερες λέξεις ανά λεπτό (150,27 w/min) απ' ό τι η ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων (73,18 w/min).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 4.1 Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η σύγκριση των ακουστικών χαρακτηριστικών της φωνής (fo, Shimmer local, Jitter Rap, NHR) ανάμεσα στη λαρυγγική και την οισοφαγική φώνηση. Από τα αποτελέσματα που παρατηρούνται στο προηγούμενο κεφάλαιο, συμπεραίνεται ότι τα άτομα που χρησιμοποιούν την οισοφαγική φώνηση ως πρωταρχικό μέσο επικοινωνίας παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής (fo, Shimmer local, Jitter Rap, NHR) σε σχέση με τον τυπικό πληθυσμό στη δοκιμασία παρατεταμένης φώνησης του /a/. Επιπλέον, φαίνεται να παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές για τη βασική συχνότητα στις δοκιμασίες μέτρησης 1-10 και ανάγνωσης κειμένου σε σχέση με τον τυπικό πληθυσμό.

Όσο αφορά στη βασική συχνότητα, οι τιμές των αποτελεσμάτων για την ομάδα των λαρυγγεκτομηθέντων που καταγράφηκαν κατά την ανάλυση της οισοφαγικής ομιλίας ήταν μη αναμενόμενες καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Robbins,1984 ;Cervera 2001;Kazi et al.,2006) η βασική συχνότητα της οισοφαγικής ομιλίας είναι χαμηλότερη και στις τρεις δοκιμασίες που προαναφέρθηκαν συγκριτικά με την ομάδα του τυπικού πληθυσμού. Τα διαφορετικά αποτελέσματα της έρευνας πιθανόν να αποδίδονται στη πραγματοποίηση διαφορετικής μεθοδολογίας και πιο συγκεκριμένα στη χρήση διαφορετικών οργάνων και λογισμικών για την ανάλυση της φωνής του δείγματος (Teston,2004). Υψηλότερες τιμές για τη βασική συχνότητα της οισοφαγικής ομιλίας σε σχέση με τη λαρυγγική φώνηση παρουσιάζει η έρευνα των Yan et al. το 2012 όπου η ακουστική ανάλυση γίνεται μέσω του λογισμικού Praat (Version 5.2.01) (Broersma& Weenick,2010) όπως συμβαίνει και στην παρούσα έρευνα.

Για τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά Shimmer local, Jitter Rap, NHR τα αποτελέσματα της έρευνας συμβαδίζουν με τα αποτελέσματα των ερευνών που εξετάστηκαν στην βιβλιογραφία και οι αυξημένες τιμές τους συγκριτικά με τον τυπικό πληθυσμό αποδίδονται στην ύπαρξη διαφορετικών ανατομικών δομών ανάμεσα στις δύο ομάδες του πληθυσμού (Robbins, 1984;Cervera,2001).

Σχετικά με τον αριθμό των λέξεων ανά λεπτό στη δοκιμασία ανάγνωσης κειμένου, τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι κατά τη χρήση της οισοφαγικής ομιλίας η παραγωγή των λέξεων ανά λεπτό είναι σημαντικά χαμηλότερη από την απόδοση της ομάδας του τυπικού πληθυσμού στη συγκεκριμένη δοκιμασία, γεγονός που αποδίδεται στη διάρκεια φώνησης των συλλαβών. Σύμφωνα με την έρευνα των Robbins et al. (1984) κατά την οισοφαγική ομιλία απαιτείται περισσότερος χρόνος για την παραγωγή των συλλαβών από τις οποίες αποτελείται μια λέξη και κατ' επέκταση απαιτείται περισσότερος χρόνος για την ανάγνωση κειμένου συγκριτικά με τα άτομα του τυπικού πληθυσμού.

#### 4.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Η παρουσία μεθοδολογικών περιορισμών και τα ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά της ομιλίας του δείγματος που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα αποτελούν παράγοντες που πιθανών να επίδρασαν αρνητικά στην αξιοπιστία και την εγκυρότητα της παρούσας έρευνας.

Σχετικά με τη μεθοδολογία, είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι η ηχογράφηση του δείγματος δεν έγινε σε εξειδικευμένο θάλαμο ηχογράφησης και συνεπώς είναι πιθανό περιβαλλοντικοί θόρυβοι να αλλοίωσαν την ποιότητα του δείγματος παρόλο που έγινε προσπάθεια αποφυγής τέτοιου είδους παρεμβολών. Σχετικά με τα εργαλεία καταγραφής που χρησιμοποιήθηκαν θα πρέπει να αναφέρουμε ότι δεν αποτελούν εξειδικευμένα εργαλεία ακουστικής ανάλυσης και συνεπώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε το βαθμό της αξιοπιστίας που παρέχουν στην παρούσα έρευνα. Τον συγκεκριμένο περιορισμό επιβαρύνει η φύση των ακουστικών χαρακτηριστικών της φωνής της οισοφαγικής ομιλίας καθώς όπως είναι εμφανές από την απεικόνιση του ήχου στο λογισμικό Praat (Version 5.2.01) (Broersma & Weenick, 2010) το ακουστικό σήμα της οισοφαγικής φώνησης παρουσιάζει μεγάλη διαφορά σε σχέση με το ακουστικό σήμα της λαρυγγικής φώνησης γεγονός που αποδίδεται στην απουσία λάρυγγα και στην ύπαρξη διαφορετικών δομών για το όργανο της ταλάντωσης για κάθε μια από τις ομάδες του δείγματος.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση των εργαλείων ηχογράφησης και ανάλυσης δεν πραγματοποιήθηκε από εξειδικευμένο προσωπικό και συνεπώς είναι πιθανό να σημειώθηκαν παραλείψεις ή λάθη κατά τις συγκεκριμένες διαδικασίες. Επιπρόσθετα η έλλειψη βιβλιογραφικών αναφορών σχετικά με την ακουστική ανάλυση της οισοφαγικής φώνησης και ειδικότερα η χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού για την ακουστική ανάλυση αποτέλεσε ένα παράγοντα που περιορίσε σημαντικά τις δυνατότητες αξιολόγησης τόσο της διαδικασίας της έρευνας όσο και των αποτελεσμάτων.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα έρευνα, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι παρόλο που η λαρυγγεκτομή αποτελεί μια επέμβαση που επιφέρει ριζικές και ποικίλες αλλαγές στην ποιότητα ζωής του ατόμου, η αποκατάσταση της φωνής μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ανάκαμψη της ψυχολογίας και να καταστήσει δυνατή την ομαλότερη επανένταξή του ατόμου στις προ-εγχειρητικές του δραστηριότητες. Η μελέτη των δειγμάτων φωνής των λαρυγγεκτομηθέντων όπως και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αφενός υποδηλώνουν την παρουσία σημαντικών αποκλίσεων της οισοφαγικής φώνησης από τη λαρυγγική φώνηση των ομιλητών αφετέρου αποδεικνύουν την απόκτηση μιας λειτουργικής, ως προς την ομιλία, φωνής η οποία ανταπεξέρχεται στους σκοπούς της επικοινωνίας.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασιάδης, Α(2010). *Ωτορινολαρυγγολογία: Χειρουργική Κεφαλής και Τραχήλου* (σελ 142-146).Αθήνα: ΕκδόσειςΠαρισιάνος.
- Andrianopoulos,M.,Darrow,K.,Chen,J.(2001). Multimodal Standardization of VoiceAmong Four Multicultural Populations:Fundamental Frequency and Spectral Characteristics. *Journal of Voice* ,2,194–219.
- Broersma,P. & Weenick,D.(2010). Praat: doing Phonetics by Computer (Version 5.2.01) [Computer program] Retrieved from [www.praat.org](http://www.praat.org)
- Carvera,T. & Mirrales,J.(2001). Acoustical Analysis of Spanish Vowels Produced by Laryngectomized Subject. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 988–996.
- DeliyskiD.D., ShawH.S., EvansM.K., and VesselinovR. (2006). Regression Tree Approach to Studying Factors Influencing Acoustic Voice Analysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 274-288.
- Dhillon, S &East, C(2008). *Ωτορινολαρυγγολογία και χειρουργική κεφαλής και τραχήλου : εικονογραφημένο έγχρωμο εγχειρίδιο*( σελ 89-92).Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνος.
- Hinni, M.(2013).Laryngectomy rehabilitation: a perspective from the United States of America. *Current opinion in otolaryngology& head and neck surgery*, 21:218–223.
- Kamell, M. P., Scherer, R., & Fischer, L. B. (1991). Comparison of acoustic voice perturbation measures among three independent voice laboratories. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34,781-790.
- Kazi R, Kiverniti E, Prasad V.(2006).Multidimensional assessment of female tracheoesophageal prosthetic speech. *Clin Otolaryngol.*, 31, 511-517.
- Konstantopoulos, K.(2004).*Dysarthria in Early Parkinson's disease*, University College London.
- Μακράκης, Β(2005).*Ανάλυση δεδομένων στην επιστημονική έρευνα με τη χρήση του SPSS(3<sup>η</sup> έκδ.)*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Mathieson, L.(2001).*Greene and Mathieson's the Voice and its Disorders* (6th Edition). London: Whurr Publishier Ltd.
- Robbins,J.,Fisher,H.,Blom,E.,Singer, M.(1984).A comperative acoustic study of normal, esophageal, tracheoesophageal speech production.*Journal of speech and hearing disorders*, 49, 202-210.
- Schotz,S.( 2007).Acoustic Analysis of Adult Speaker Age. *Speaker classification I*, (p. 88-107). *New York*: Springer Berlin Heidelberg.
- Singh,A.(2008).Multidimensional Assessment of Voice After Vertical Partial Laryngectomy: A Comparison With Normal and Total Laryngectomy Voice. *Journal of Voice*, 22,6,740-745.
- SteinerW, Aurbach G, Ambrosch P. Minimally invasive therapy in otolaryngology and head and neck surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 1991; 1: 57–70.
- Stemple,J.C.,Glaze L.E.,Gerdeman,B.( 2000). *Clinical Voice Pathology Clinical Voice Pathology: Theory and Management* (3<sup>rd</sup> edition). California: Singular publishing learning.
- Teston, B. (2004).The objective evaluation of dysprosody in neurological practice: Acoustical and aerodynamic methods, Proceedings of Congress of the European Federation of Neurological Societies (4th : 09/2004 : Paris, France), p. 155.
- Ψύλλα, Ι(2013).*Μοντελοποίηση της ταλάντωσης των φωνητικών χορδών*(σελ 15-22). Διδακτορική διατριβή.Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθηνών.
- Yan,N., Lam, P., Ng, M.(2012). Pitch Control in Esophageal and Tracheoesophageal Speech of Cantonese. *Folia phoniatrica et logopaedic*,64:241–247.

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου



