

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

**ΣΧΟΛΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ  
ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ**

**( Objective measurements of voice characteristics in  
preschool children)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΦΙΛΗ ΙΩΑΝΝΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ: Δρ. ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ, Καθηγήτρια**

**ΠΑΤΡΑ 2013**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....σελ. 4

Abstract.....σελ. 5

## Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή .....σελ. 6

## Κεφάλαιο 2

### Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Το σύστημα φώνησης .....σελ.7

2.1.1 Ο λάρυγγας και οι φωνητικές χορδές .....σελ.8

2.1.1.1 Η θέση και το μέγεθος του λάρυγγα και των φωνητικών χορδών .....σελ .8

2.1.1.2 Οι βασικές λειτουργίες του λάρυγγα .....σελ.10

2.2 Αναπνευστικό σύστημα .....σελ.11

2.3 Σύστημα αντήχησης .....σελ.12

2.4 Παραγωγή της φωνής .....σελ.13

2.5 Χαρακτηριστικά της φωνής .....σελ14

2.6 Ακουστικές μετρήσεις .....σελ.14

2.7 Βιβλιογραφικές αναφορές σχετιζόμενες με την ανάλυση της φωνής σε παιδιά  
διάφορων ηλικιακών ομάδων.....σελ15

### **Κεφάλαιο 3**

Σκοπός της έρευνας .....	σελ17
3.1 Συμμετέχοντες.....	σελ17
3.2 Διαδικασία.....	σελ17
3.3 Εξοπλισμός.....	σελ18
3.4 Μεθοδολογία.....	σελ18

### **Κεφάλαιο 4**

Αποτελέσματα.....	σελ21
4.1 Στατιστική Ανάλυση .....	σελ. 26
4.2 Σύγκριση των αποτελεσμάτων.....	σελ. 36

### **Κεφάλαιο 5**

5.1 Συμπεράσματα.....	σελ. 38
5.2 Μελλοντική έρευνα .....	σελ. 41

<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>σελ. 42</b>
--------------------------	----------------

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στόχευε στη μέτρηση των ακουστικών παραμέτρων φωνής τυπικώς αναπτυσσόμενων παιδιών προσχολικής ηλικίας και τη σύγκριση τυχόν διαφορών αγοιών και κοριτσιών προσχολικής ηλικίας.

Μεθοδολογία: Το δείγμα της έρευνας αποτελείτο από είκοσι παιδιά, ηλικίας από τεσσάρων έως πέντε ετών. Το δείγμα των ατόμων χωρίστηκε σε δύο ομάδες με σημείο αναφοράς το φύλο. Οι δύο ομάδες συμμετείχαν σε κάποιες δοκιμασίες, οι οποίες ηχογραφούνταν μέσω του προγράμματος praat5302\_win32. Μέσω αυτών των δοκιμασιών μετρήθηκαν και αναλύθηκαν οι εξής ακουστικοί παράμετροι: F0, jitter (rap), shimmer (local) %, NHR (Noise Harmonic Ratio) και MPT( Maximum Phonation Time).

Αποτελέσματα: Τα δεδομένα συγκρίθηκαν με άλλες παρόμοιες έρευνες σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Επίσης έδειξαν πως υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της βασικής συχνότητας κατά την παραγωγή αυτοματοποιημένου λόγου και κατά την αφήγηση τόσο για τα αγόρια όσο και για τα κορίτσια και στην ακουστική παράμετρος NHR μεταξύ των δύο ομάδων. Ακόμα, βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην βασική συχνότητα κατά την παραγωγή των φωνημάτων /a/- /i/, /a/- /u/ και /u/-/i/ μεταξύ των ατόμων στην ομάδα των αρρένων και στην ομάδα των θηλέων βρέθηκε μονό μεταξύ των φωνημάτων /a/- /u/ .

Συζήτηση: Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και η βιβλιογραφική ανασκόπηση μας οδηγούν στο συμπέρασμα πως το συγκεκριμένο δείγμα ατόμων παρουσιάζει μειωμένο νευρομυϊκό έλεγχο εξαιτίας της ανωριμότητας λόγω της χρονολογικής ηλικίας στην οποία βρίσκονται.

## **ABSTRACT**

This research aimed to investigate acoustical parameters of voice in preschool children and possible differences in acoustic characteristics of voice between the two genders.

Method: The sample in the study consisted of twenty children, aged four to five years, divided into two groups with reference to gender. Both groups participated in a series of tasks tests, which were recorded by the program praat5302\_win32. Through these tasks the following acoustic parameters were measured and analyzed: F0, jitter (rap), shimmer (local)%, NHR (Noise Harmonic Ratio) and MPT (Maximum Phonation Time).

Results: The data obtained showed that there is statistically significant difference between the basic rate in the production of automated speech and narration for both boys and girls and the acoustic parameter NHR between the two groups. Statistical significant differences were found in fundamental frequency in the production of phonemes / a / - / i /, / a / - / u / and / u / - / i / in males and for the group of females differences were found only between the phoneme / a / - / u /.

Discussion: The results of this study leads us to conclude that this studied group exhibits reduced neuromuscular control because of immaturity because of chronological age at which they are located.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στη βιβλιογραφία, υπάρχουν πολλές μελέτες που ασχολούνται με την ανάλυση της φωνής και την μέτρηση των αντικειμενικών χαρακτηριστικών της φωνής σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Παρόλα αυτά, οι ερευνητές δείχνουν ενδιαφέρον στις ομάδες ατόμων με παθολογικά ευρήματα, ενώ σπάνια συναντάμε έρευνες που το δείγμα αυτών, να είναι εντός ενός φυσιολογικού πλαισίου. Λόγω των παραπάνω, λήφθηκε η απόφαση να πραγματοποιηθεί αυτή η έρευνα σχετικά με τα χαρακτηριστικά της φωνής, σε με μία ομάδα ατόμων, προσχολικής ηλικίας και χωρίς καμία παθολογία. Στο οποίο δείγμα, θα πραγματοποιηθούν αντικειμενικές μετρήσεις, ώστε να γίνει διεξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων.

Η εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαιο. Στα οποία αναφέρονται τα εξής : το πρώτο κεφάλαιο είναι η εισαγωγή, το δεύτερο αποτελείται από μια σύντομη αναφορά στη διαδικασία της παραγωγής της φωνής, καθώς και των δομικών στοιχείων του λάρυγγα που λαμβάνουν μέρος σε αυτή τη διαδικασία. Στο τρίτο κεφάλαιο, σημειώνεται ο σκοπός της παρούσας έρευνας. Ακόμα, στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, το δείγμα των ατόμων που έλαβαν μέρος και οι αναλύσεις που χρειάστηκε να γίνουν. Στο τελευταία κεφάλαιο, αναφέρονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων, επίσης, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες σχετικές έρευνες από τη βιβλιογραφία, ώστε να προκύψουν τα συμπεράσματα της έρευνας.

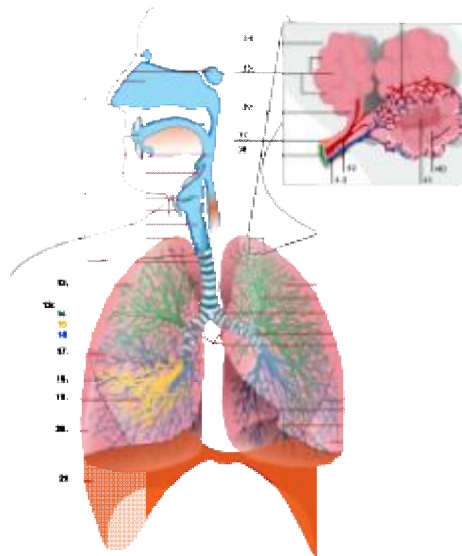
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, θα παρουσιάσουμε τη διαδικασία παραγωγής της φωνής και τι χρειάζεται για να παραχθεί.

#### 2.1 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΝΗΣΗΣ

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στο σύστημα παραγωγής φωνής στο φυσιολογικό επίπεδο. Για λόγους ευκολίας, το σύστημα παραγωγής φωνής διαιρείται σε τρεις περιοχές: την περιοχή του λάρυγγα, στην οποία βρίσκεται οι φωνητικές χορδές, το αναπνευστικό σύστημα και το σύστημα αντήχησης. ( K. Stevens,2000). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το σύστημα παραγωγής φωνής, όπου φαίνονται όλα όργανα, που εμπλέκονται στην παραγωγή της φωνής. Κατά την διαδικασία παραγωγής φωνής, το αναπνευστικό σύστημα παρέχει την ενέργεια με την ροή του αέρα από τους πνεύμονες, οι γνήσιες φωνητικές χορδές, που βρίσκεται στην περιοχή του λάρυγγα, είναι κύρια πηγή ήχου, ενώ το σύστημα αντήχησης μετά τον λάρυγγα δρα ως ένας συντονιστής ήχου, οι συχνότητες του οποίου ελέγχονται από την χρονικά μεταβαλλόμενη γεωμετρία του.



Εικόνα 1. Πηγή: <http://el.wikipedia.org> (2013)

## **2.1.1 Ο ΛΑΡΥΓΓΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΦΩΝΗΤΙΚΕΣ ΧΟΡΔΕΣ**

Ο λάρυγγας αποτελεί ένα όργανό του αναπνευστικού συστήματος και του φάρυγγα. Συγκεκριμένα, είναι η αρχή της κάτω αεροφόρου οδού μέσω του οποίου έρχεται σε επαφή ο φάρυγγας με την τραχεία. Ο λάρυγγας είναι ένας ινοχονδρικός σωλήνας ( οι οποίοι χόνδροι συνδέονται μεταξύ τους με τη συμβολή των συνδέσμων και των υμένων και κινούνται από μύες ) που αποτελείται από ένα οστό , το υοειδές οστό, το οποίο συνδέεται με την κάτω γνάθο και πραγματοποιεί την εκ των άνω στήριξη του λάρυγγα.

Ακόμα, μέσα στο λάρυγγα βρίσκονται οι φωνητικές χορδές, όπου διαχωρίζονται στις αρυεπιγλωττιδικές, τις νόθες και τις γνήσιες φωνητικές χορδές.

### **2.1.1.1 Η ΘΕΣΗ ΚΑΙ Ο ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΩΝΗΤΙΚΩΝ ΧΟΡΔΩΝ**

Ο λάρυγγας , εμβρυολογικά, ξεκινά την ανάπτυξη του από την τέταρτη έως της δέκατη εβδομάδα κύησης, Κατά τη γέννηση, δεν έχει λάβει την τελική του θέση. Αρχικά, βρίσκεται ψηλά στο λαιμό, στο ύψος του τρίτου και του τέταρτου αυχενικού σπονδύλου, ενώ το υοειδές οστό και ο θυρεοειδής χόνδρος είναι ενωμένα.

Ο λάρυγγας βρίσκεται στον τράχηλο ανάμεσα στα μεγάλα αγγεία του και μπροστά από την λαρυγγική μοίρα του φάρυγγα και καλύπτεται έμπροσθεν από δέρμα. Τα όρια του στον ενήλικο άνδρα αντιστοιχούν στον τρίτο (άνω επιφάνεια) και στον έκτο (κάτω επιφάνεια) αυχενικό σπόνδυλο, ενώ στη γυναίκα και στα παιδιά ο λάρυγγας βρίσκεται ελαφρώς υψηλότερα(κατά ένα σπόνδυλο περίπου). Κατά την ομιλία, την κατάποση και τον βήχα, ο λάρυγγας μετατοπίζεται προς τα άνω έως και κατά ένα σπόνδυλο. (Άγιος 1997, Μαυρικάκη 2007).

Η θέση του λάρυγγα είναι μία από τις αιτίες που διαφοροποιούν από άτομο σε άτομο τον τόνο και τη χροιά της φωνής, η οποία είναι οξύτερη στις γυναίκες και στα παιδιά και βαθύτερη στους άνδρες και στα άτομα τρίτης ηλικίας. Η υψηλή θέση του λάρυγγα στα νεογνά βοηθάει κατά τη διαδικασία του θηλασμού, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος πνιγμού, ενώ αντίθετα η χαμηλή θέση του στους γέροντες δυσκολεύει την κατάποση. Το μήκος του λάρυγγα στους ενήλικες άνδρες είναι της λευκής φυλής είναι 44 χιλ. αν μετρηθεί από τη θυρεοειδή εντομή και 70 χιλ αν μετρηθεί από το άνω χείλος της επιγλωττίδας, ενώ η εγκάρσια διάμετρος του είναι 43 χιλ και η οβελιαία περίπου 36 χιλ. Τα αντίστοιχα μεγέθη στις γυναίκες και στα παιδιά είναι 36,41 και 26 χιλ. Οι μεγαλύτερες διαστάσεις του λάρυγγα στους άνδρες οφείλονται στην μεγαλύτερη ανάπτυξη του κατά την διάρκεια της εφηβείας. Η διάσταση που στους άνδρες αυξάνεται αναλογικά περισσότερο από όλες τις άλλες είναι η οβελιαία. Η μεγάλη οβελιαία διάμετρος του λάρυγγα διαμορφώνει το λαρυγγικό έπαρμα (μήλο του Αδάμ) (Άγιος 1997, Μαυρικάκη 2007).

Το μέγεθος του λάρυγγα δεν εξαρτάται από το ανάστημα του ατόμου. Η αύξηση της οβελιαίας διαμέτρου του λάρυγγα στους άνδρες, σε αντίθεση με τις γυναίκες, είναι παράγοντας που προκαλεί την αλλαγή του τόνου της φωνής κατά την εφηβική ηλικία τους.

Οι φωνητικές χορδές, που όπως προαναφέρθηκε βρίσκονται μέσα στο λάρυγγα, αποτελούνται από το εξωτερικό στρώμα που συνιστάται το επιθήλιο, το μέσο στρώμα που αποτελείται από τρία υποστρώματα και το κυρίως σώμα που ονομάζεται φωνητικός μυς.

Το τρία υποστρώματα του μέσου στρώματος είναι τα εξής: το επιφανειακό υπόστρωμα , το οποίο είναι κολλώδες και καλύπτεται από λεπτό επιθήλιο, το μεσαίο υπόστρωμα που είναι ελαστικό και το βαθύτερο υπόστρωμα το οποίο αποτελείται κολλαγόνο. Η διαφορετικότητα



στη σύσταση καθενός υποστρώματος έχει τη δυνατότητα να διαφοροποιήσει και τον τρόπο δόνησης των φωνητικών χορδών.

Τα παιδιά, στα πρώτα χρόνια της ζωής τους, έχουν μικρές και λεπτές φωνητικές χορδές που αποτελούνται από τέσσερα επιστρώματα και έχουν τη δυνατότητα να δονούνται πολύ γρήγορα. Με την πάροδο του χρόνου, οι φωνητικές χορδές μεγαλώνουν και αποκτούν μεγαλύτερη πυκνότητα.

### 2.1.1.2 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΛΑΡΥΓΓΑ

Ο λάρυγγας επιτελεί κάποιες βασικές λειτουργίες. Αρχικά πραγματοποιεί την φώνηση, δηλαδή παράγει με την βοήθεια του εκπνεόμενου αέρα ήχους μεγάλης ποικιλίας (διαφορετικής έντασης, ύψους και διάρκειας), οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως θεμελιώδης τόνος. Ο θεμελιώδης τόνος με την συνέργεια των οργάνων της άνω αεροφόρου οδού (στοματοφάρυγγας, ρινοφάρυγγας, κύτος της ρίνας, παραρινικές κοιλότητες) καθώς και των οργάνων της άρθρωσης διαμορφώνεται σε έναρθη ομιλία (φωνή) (Άγιος 1997).

Επομένως, η φωνή δημιουργείται από τη δόνηση των φωνητικών χορδών καθώς διέρχεται μέσα από αυτές ο εμπνεόμενος αέρας από τους πνεύμονες. Ο παραγόμενος ήχος ταξιδεύει προς τα πάνω στο φάρυγγα, τη μύτη και το στόμα. Το μέγεθος και το σχήμα αυτών των κοιλοτήτων αλλά και των ίδιων των φωνητικών χορδών καθορίζουν τη χροιά της φωνής (Guyton & Hall 2008).

Οι διακυμάνσεις της φωνής κάποιου ατόμου είναι το αποτέλεσμα της επιμήκυνσης, ή της επιβράχυνσης των φωνητικών χορδών, της τάσης, ή της χαλάρωσής τους, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να συσπώνται ανάλογα με το ύψος του ήχου. Οι φωνητικές χορδές, κατά την παιδική ηλικία, δεν έχουν πλήρη μυϊκό και κινητικό έλεγχο σε αντίθεση με αυτές των ενηλίκων. Για το λόγο αυτό, το ύψος της φωνής των παιδιών είναι υψηλότερο σε σύγκριση με των ενηλίκων. (Μοσχονά 2007, Le Huche F. & Allali A. ,1993)

Ο λάρυγγας είναι προκαθορισμένος ώστε να λειτουργεί ως δονητής. Οι φωνητικές χορδές είναι που του δίνουν αυτή την δυνατότητα. Οι φωνητικές χορδές εκτείνονται από τα πλάγια τοιχώματα του λάρυγγα προς το κέντρο της γλωττίδας, ενώ εντείνονται στη ροή του αέρα με την συμβολή ειδικών μυών του ίδιου του λάρυγγα (λαρυγγικοί μύες απαγωγής και προσαγωγής των φωνητικών χορδών). Ο έλεγχος των μυών αυτών καθώς και όλο το φωνητικό σύστημα, πραγματοποιείται από τα παρακάτω κρανιακά νεύρα: πνευμονογαστρικό, τρίδυμο, προσωπικό και υπογλώσσιο. (Thayer & Sataloff, 2005). Κατά την φυσιολογική αναπνοή, οι φωνητικές χορδές είναι τελείως ανοιχτές, για να επιτρέπουν την διόδο του αέρα με ευκολία. Κατά την φώνηση όμως, οι φωνητικές χορδές συμπλησιάζουν μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπον ώστε η διόδος του αέρα να προκαλεί την δόνηση τους. Η συχνότητα των δονήσεων καθορίζεται, κατά κύριο λόγο, από τον βαθμό διάτασης των χορδών, αλλά και από την απόσταση που παρεμβάλλεται μεταξύ των χειλέων των 2 χορδών, καθώς και από την μάζα αυτών των χειλέων. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως οι φωνητικές χορδές των παιδιών αποτελούνται από τέσσερα επιστρώματα ενώ των ενηλίκων από πέντε επιστρώματα.(Guyton & Hall 2008).

Η αναπνοή είναι ακόμα μία λειτουργία στην οποία εμπλέκεται ο λάρυγγας. Κατά την φάση της εισπνοής οι φωνητικές χορδές απάγονται και διευρύνεται το χάσμα της γλωττίδας ανάλογα με την ένταση της εισπνοής, τόσο που σε βαθιά εισπνοή οι φωνητικές χορδές ακουμπούν στα πλάγια τοιχώματα του λάρυγγα (δεξιά και αριστερά). Κατά την φάση της εκπνοής, οι φωνητικές χορδές προσάγονται επίσης ανάλογα με την έντασή της. Κατά την φώνηση οι φωνητικές χορδές πλησιάζουν και έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, αλλά παραμένει ανοιχτή η αναπνευστική μοίρα της γλωττίδας για να μην διακοπεί η αναπνοή. Επομένως, ο λάρυγγας δεν αποτελεί παθητικό όργανο διόδου του εκπνεόμενου, αλλά συμβάλει ενεργά. (Σκευάς 1993).

Ακόμα, ο λάρυγγας συμμετέχει ενεργά και στην κατάποση, λόγω της διασταύρωσης του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος στον υποφάρυγγα. Ο λάρυγγας προφυλάσσει το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα από τυχόν εισροφήσεις υγρών ή στερεών τροφών, καθώς οι φωνητικές χορδές προσάγονται και ο λάρυγγας κινείται άνωθεν και εμπροσθεν και τοποθετείται κάτω από τη βάση της γλώσσας, ώστε να αποφευχθεί η είσοδος του βλωμού στους αεραγωγούς.

Επίσης, ο λάρυγγας προασπίζει τους πνεύμονες από ξένα σώματα που ίσως να εισέρχονται μέσω του εισπνεόμενου αέρα καθώς και από τις εκκρίσεις που υπάρχει πιθανότητα να παράγεται στην αεροφόρο οδό. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί ακούσια, αλλά και εκούσια μέσω του βήχα. Ο βήχας είναι μία διαδικασία, μέσω της οποίας γίνεται προσπάθεια να αποβληθεί κάποιο υλικό από τους πνεύμονες. Αυτό συμβαίνει με μία γρήγορη εισπνοή που ακολουθείται από δυνατό κλείσιμο των φωνητικών χορδών. Στη συνέχεια, η αύξηση της πίεσης επέρχεται ως αποτέλεσμα της σύντομης σύγκλισης των γνήσιων και νόθων φωνητικών χορδών στη διάρκεια της έντονης σύσπασης των εκπνευστικών μυών, έτσι το διάφραγμα κινείται άνωθεν σπασμωδικά, μέχρι να επιτύχει το άνοιγμα των φωνητικών χορδών και να απωθηθούν οι εκκρίσεις ή κάποιο ξένο υλικό. (Μανωλίδης 1986).

Τέλος, ο λάρυγγας συμβάλλει και σε άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού που χρειάζεται η αύξηση της ενδοθωρακικής πίεσης. Αυτό συμβαίνει σε οποιαδήποτε προσπάθεια που περιέχει την χρήση των χεριών, στην αφόδευση και στην ούρηση. Η αύξηση της ενδοθωρακικής πίεσης και καθήλωση του θώρακα, οφείλονται σε σημαντικό βαθμό από τη λειτουργία των σφιγκτήρων του λάρυγγα και κυρίως στην σύσπαση και σύγκλιση των νόθων και των γνήσιων φωνητικών χορδών. Με τον τρόπο αυτόν ο αέρας εγκλωβίζεται από την τραχεία και κάτω και αυξάνει την ενδοθωρακική πίεση, που είναι αναγκαία για τον βήχα. Επίσης, αυξάνεται και η ενδοκοιλιακή πίεση που είναι απαραίτητη για την αφόδευση, της ούρησης και για την εκτέλεση χειρονακτικής εργασίας (Δανιηλίδης 2000, Σκευάς 1993).

## **2.2 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Η ανάπτυξη του αναπνευστικού συστήματος πραγματοποιείται πριν τη γέννηση. Εμβρυολογικά, ο σχηματισμός των πνευμόνων κάνει την έναρξη του μετά την δέκατη έκτη εβδομάδα και η ολοκλήρωση του επέρχεται στην ηλικία των οκτώ ετών. Η χωρητικότητα των πνευμόνων αυξάνεται παράλληλα με την ηλικία. Στο έβδομο έτος, η χωρητικότητα αντιστοιχεί στην τιμή των 2,5 lt, ενώ μέχρι και το εικοστό πρώτο έτος αυξάνεται έως 5 lt.

Το αναπνευστικό σύστημα, εξυπηρετεί την αναπνοή, δηλαδή χρησιμεύει για την πρόσληψη του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα που είναι απαραίτητο για τις καύσεις και την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα. Με το οξυγόνο καίγονται οι τροφές και παράγεται θερμότητα. Το οξυγόνο ενώνεται με τον άνθρακα των τροφών και σχηματίζει το διοξείδιο του άνθρακα που πρέπει να αποβληθεί σαν βλαβερό από τον οργανισμό. Η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα γίνεται κατόπιν ανταλλαγής των αερίων μεταξύ των κυψελίδων και των τριχοειδών αγγείων του πνεύμονα (Λαζαρίδης 2000).

Ο αέρας που εισπνέετε, διέρχεται από τις ρινικές κοιλότητες, το φάρυγγα, το λάρυγγα και την τραχεία για να καταλήξει στους πνεύμονες. Ο εισπνεόμενος αέρας κατά τη δίοδο του από τα αεραγωγά όργανα θερμαίνεται, εμπλουτίζεται σε υδρατμούς (υγραίνεται) και καθαρίζεται (φιλτράρεται) από αιωρούμενα μόρια σκόνης (Σμοκοβίτης 2007).

Επομένως με τον όρο αναπνοή εννοούμε τη μεταφορά αερίων από και προς τα κύτταρα αλλά και τις βιολογικές επεξεργασίες οξειδωσης που γίνονται μέσα στα κύτταρα με τη βοήθεια του οξυγόνου. Η αναπνοή είναι σημαντικότερη λειτουργία για τον οργανισμό.(Σμοκοβίτης 2007).

Το αναπνευστικό σύστημα χωρίζεται στην άνω αεροφόρα οδό και στην κάτω αεροφόρα.

Τα όργανα που αποτελούν το αναπνευστικό σύστημα είναι επτά και χρησιμεύουν για τη μεταφορά των αερίων. Διακρίνονται σε δυο τμήματα : την άνω και την κάτω αεροφόρο οδό. Η άνω αεροφόρος οδός αποτελείται από την ρινική κοιλότητα (έξω και έσω), τη ρινική και στοματική μούρα του φάρυγγα, που συμβάλλει στο πεπτικό αλλά και στο αναπνευστικό σύστημα. Εκεί ο εισπνεόμενος αέρας ελέγχεται και φιλτράρεται με στόχο να προφυλάξει την κατώτερη αεροφόρο οδό.

Τα όργανα που αποτελούν την κάτω αεροφόρα οδό είναι ο λάρυγγας, η τραχεία με τους βρόγχους και οι δύο πνεύμονες.

Στα όργανα αυτά συνεχίζεται ο καθαρισμός και η ρύθμιση της υγρασίας και της θερμοκρασίας του αέρα που εισπνέετε και επιπλέον πραγματοποιείται η ανταλλαγή των αερίων (Άγιος 1997, Χατζημπούγιας 2003).

Ο συνήθης αριθμός αναπνευστικών κινήσεων σε κατάσταση ηρεμίας είναι περίπου 24 κινήσεις στο λεπτό. Το αναπνευστικό σύστημα είναι σε θέση να ανταλλάξει περίπου 8 λίτρα αέρα/λεπτό και μπορεί να φτάσει και τα 200 λίτρα/λεπτό σε κατάσταση πίεσης. Οι αριθμοί αυτοί όμως δεν είναι σταθεροί, διότι κάθε άτομο ανάλογα με τις ανάγκες του και τις λειτουργίες που εκτελεί ο οργανισμός του (πέψη, μυική άσκηση, άγχος) μπορεί να μεταβάλει τον ρυθμό αναπνοής του. (Βικιπαίδεια, [http://el.wikipedia.org/wiki/Αναπνευστικό\\_σύστημα](http://el.wikipedia.org/wiki/Αναπνευστικό_σύστημα), 2013).

## **2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΗΧΗΣΗΣ**

Το ανθρώπινο σύστημα αντήχησης αποτελείται από την άνω περιοχή του λάρυγγα, το φάρυγγα , τη στοματική κοιλότητα, τη ρινική κοιλότητα και τη μαλθακή υπερώα.

Τα υπεργλωττιδικά αντήχεια , δηλαδή αυτά που βρίσκονται πάνω από το λάρυγγα, έχουν τη δυνατότητα να εναλλάσσουν το σχήμα, το μέγεθος και την ένταση τους, λόγω της δυνατότητας κίνησης της γλώσσας και της μαλθακής υπερώας, καθώς και της σύσπασης των φαρυγγικών και εξωτερικών λαρυγγικών μυών. Ο φάρυγγας είναι ένας κωνοειδής σωλήνας , όπου το τμήμα με την μεγαλύτερη διάμετρο επικοινωνεί με τη ρινική κοιλότητα, ενώ αυτό με την μικρότερη διάμετρο επικοινωνεί με το λάρυγγα και το οισοφάγο.

Η άνω περιοχή του λάρυγγα, ο φάρυγγας, η ρινική κοιλότητα και η στοματική κοιλότητα που λειτουργούν ως αντήχεια, όπως προαναφέρθηκε, τροποποιούν τη φωνή και έτσι κάθε άτομο αποκτά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. ( Thayer & Sataloff, 2005, Παπαθανασίου, 2008, Νησιώτη,2005).

## 2.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΝΗΣ

Κατά την παραγωγή της φωνής, ο αέρας που προέρχεται από τους πνεύμονες μέσω της γλωττίδας αποτελεί την ακουστική πηγή. Ο εκπνεόμενος αέρας μετατρέπεται σε ακουστική ενέργεια από την παλμική δόνηση που προκαλεί το περιοδικό άνοιγμα και κλείσιμο των φωνητικών χορδών, από τα ρεύματα αέρα που δημιουργούνται κάτω από την γλωττίδα εξαιτίας του ανοίγματος και κλεισίματος της και από την έκρηξη που προκαλείται λόγω του ξαφνικού ανοίγματος των φωνητικών χορδών.

Ο έλεγχος της συχνότητας των παλμικών δονήσεων των φωνητικών χορδών οφείλεται σε φυσιολογικούς μηχανισμούς. Η επικρατέστερη θεωρία που επιχειρεί να εξηγήσει το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι η μυοελαστική, όπου σύμφωνα με αυτή η παραγωγή της φωνής είναι συνδυασμός της μυϊκής δύναμης, της ελαστικότητας των ιστών και των πιέσεων του αέρα.

Καθώς οι πνεύμονες συστέλλονται ωθούν τον αέρα προς τα έξω, η πίεση του στην τραχεία αυξάνει, και φτάνοντας μια τιμή κατώφλι αναγκάζει τις φωνητικές χορδές να ανοίξουν. Το άνοιγμα αυτό οδηγεί σε ροή αέρα, διαμέσου των φωνητικών χορδών, η οποία αυξάνει όσο αυξάνει το άνοιγμα της γλωττίδας. Η αύξηση όμως της ροής του αέρα δημιουργεί μια πτώση της πίεσης κατά μήκος του ανοίγματος της γλωττίδας (αρχή του Bernouli). Η πτώση της πίεσης εν συνεχεία οδηγεί στο απότομο κλείσιμο των φωνητικών χορδών, ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω. Αυτός ο επαναλαμβανόμενος κύκλος είναι γνωστός σαν γλωττιδικός κύκλος και χωρίζεται σε δύο φάσεις την ανοιχτή και την κλειστή. Το σημείο έναρξης της κλειστή φάσης ισοδυναμεί με το απότομο κλείσιμο των φωνητικών χορδών, και αποτελεί την μέγιστη διέγερση της φωνητικής οδού με αντίστοιχο κύμα πίεσης. (Thayer & Sataloff, 2005, Παπαθανασίου, 2008).

Η παραγωγή του ήχου μπορεί να θεωρηθεί ως μία ακούσια λειτουργία, αλλά σε αντίθεση η ρύθμιση της ποιότητας του ήχου δεν μπορεί να θεωρηθεί το ίδιο. Η θέση, το πάχος, η μορφή και η τάση των φωνητικών χορδών ρυθμίζονται από το νευρικό σύστημα.

## 2.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ

Τα βασικά χαρακτηριστικά της φωνής είναι η συχνότητα που ορίζεται ως ο ρυθμός ταλάντωσης των φωνητικών χορδών κατά τη φώνηση. Η βασική συχνότητα είναι η χαμηλότερη τιμή συχνότητας ενός κύκλου δόνησης των φωνητικών χορδών. Ο αριθμός αυτός μας δείχνει τις επαναλήψεις προσαγωγής- απαγωγής που εκτελούν οι φωνητικές χορδές. Η μονάδα μέτρησης της είναι το Hz. Η βασική συχνότητα ισοδυναμεί με 120- 140 Hz στους άντρες και 180- 220 Hz για τις γυναίκες και 270- 300 Hz στα παιδιά(Thayer R. Sataloff 2005).

Ακόμα, η ένταση, η οποία καθορίζεται ως πλάτος της δόνησης. Ως πλάτος ορίζεται η απομάκρυνση του κύκλου της δόνησης από το σημείο που έχουμε θέσει ως σημείο αναφοράς για την ταλάντωση. Κάθε άνθρωπος έχει ένα καθορισμένο επίπεδο έντασης που χαρακτηρίζει την ομιλία του. Κατά την παιδική ηλικία, παρουσιάζονται περισσότερες εναλλαγές στην ένταση της φωνής συγκριτικά με την μέση ηλικία.

Τέλος, ένα ακόμα χαρακτηριστικό της φωνής είναι η ποιότητα ή αλλιώς χροιά, που σχετίζεται με το πώς οι φωνητικές χορδές μπορούν να συνεργαστούν κατά τη διάρκεια ενός κύκλου δόνησης. Οι φωνητικές χορδές συνεργάζονται με συμμετρία και αρμονία και αυτό έχει ως αντίκτυπο μία ευχάριστη φωνή. Αν αυτή η άριστη συνεργασία επηρεαστεί από οποιοδήποτε παράγοντα, η φωνητική ποιότητα θα αλλάξει ριζικά.

## 2.6 ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Μέσω των ακουστικών μετρήσεων μας δίνεται η δυνατότητα να αξιολογήσουμε τα χαρακτηριστικά της φωνής που προαναφέραμε.

Τα βασικά ακουστικά χαρακτηριστικά που πρέπει να αξιολογήσει ένας ειδικός για να ελέγξει αν υπάρχει παθολογία ή όχι είναι τα εξής:

- i. Ο ρυθμός που πάλλονται οι φωνητικές χορδές, όπου ακουστικά αντιστοιχεί στη συχνότητα του ήχου και αντιληπτικά στο ύψος της φωνής.
- ii. Η περιοδικότητα της δόνησης των φωνητικών χορδών που αντιστοιχεί ακουστικά με τους δείκτες jitter και shimmer και αντιληπτικά με την ποιότητα της φωνής.
- iii. Το πλάτος της δόνησης των φωνητικών χορδών, όπου ακουστικά συνδέεται με την ένταση του ήχου και αντιληπτικά με την ηχηρότητα της φωνής.

- iv. Τέλος, η πολυπλοκότητα των φωνητικών χορδών που ακουστικά αντικατοπτρίζει την έκταση της δόνησης των φωνητικών χορδών και αντιληπτικά την ικανότητα ευελιξίας και προσαρμοστικότητας της φωνής.

Οι επικρατέστερες μετρήσεις αξιολόγησης των παραπάνω χαρακτηριστικών είναι η βασική συχνότητα F0, που αποτυπώνει το ρυθμό δόνησης των φωνητικών χορδών, ο μέγιστος χρόνος φώνηση (MPT- maximum phonation time) , το jitter, όπου ορίζεται ως η διαφορά της συχνότητας μεταξύ δύο διαδοχικών κύκλων δόνησης των φωνητικών χορδών και το shimmer όπου ορίζεται ως το φαινόμενο της αστάθειας της έντασης της φωνής μεταξύ δύο διαδοχικών κύκλων δόνησης των φωνητικών χορδών (Cielo C.A & Carpellari V.M 2008).

## **2.7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΧΟΜΕΝΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΦΩΝΗΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΗΛΙΚΙΑΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ**

Οι επιστήμονες που έχουν ασχοληθεί ερευνητικά με τη φωνή παιδιών σχολικής ηλικίας είναι αρκετοί. Οι έρευνες αυτές, σε άτομα διάφορων εθνικοτήτων, δείχνουν ότι δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα αγόρια και στα κορίτσια.

Οι Glaze E. L, Bless M. D. , Mitenkovic P. και Susser D. R. (1990) πραγματοποίησαν μία έρευνα όπου συμμετείχαν 121 φυσιολογικά παιδιά, ηλικίας από 5 έως 11 ετών. Ο σκοπός της έρευνας τους ήταν να αναλυθούν τέσσερα ακουστικά μέτρα ( θεμελιώδης συχνότητα, jitter, shimmer, SNR) και να προσδιοριστεί αν υπάρχει οποιαδήποτε σχέση με την ηλικία και το φύλο των παιδιών. Διαπιστώθηκε, ότι η θεμελιώδης συχνότητα μειώνεται, καθώς αυξάνεται η ηλικία. Ακόμα, αναφέρεται ότι τα κορίτσια ηλικίας 5 έως 11 ετών έχουν μεγαλύτερη θεμελιώδης συχνότητα συγκριτικά με τα αγόρια της ίδιας ηλικίας, αλλά οι διαφορές τους δεν είναι στατιστικώς σημαντικές. Επίσης αναφέρεται πώς αυτές οι διαφορές μπορεί να οφείλονται στο περιβάλλον όπου πραγματοποιήθηκε η ηχογράφιση ή στη συναισθηματική κατάσταση που βρισκόταν το εκάστοτε παιδί.

Οι Ting H. , Chia S. , Hazfiza M., Ho A. , Tiu και Hamid (2011) στην έρευνά τους είχαν ως στόχο να αναλύσουν τα χαρακτηριστικά της φωνής και συγκεκριμένα τους εξής παραμέτρους : θεμελιώδης συχνότητα, jitter, shimmer, PPQ και APQ. Το δείγμα των συμμετεχόντων αποτελείτο από 360 παιδιά ηλικίας 7 έως 12 ετών, όπου είχαν μητρική γλώσσα τα Μαλαισιανά. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αγορών και των κοριτσιών στην ηλικία των 7 ετών, αλλά βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών όπου είχαν ηλικία 9, 10 και 12 ετών.

Οι Oliveira C., c.Cunha M, M , Silva S. T. A και Sa- Couto P. (2012) διετέλεσαν μια έρευνα όπου στόχευαν στη διερεύνηση των ακουστικών αλλαγών της φωνής σε παιδιά ηλικίας 7 έως

10 ετών με μητρική γλώσσα τα Πορτογαλικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θεμελιώδης συχνότητα μειώνεται καθώς αυξάνεται η ηλικία στα αγόρια, αν και η επίδραση της ηλικίας δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και στα κορίτσια που συμμετείχαν στην έρευνα. Ακόμα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων που λήφθηκαν από τα κορίτσια και τα αγόρια και βρέθηκε ότι σε αυτή την ομάδα ηλικιών δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Οι Cappellari V. M. και Cielo C. A. (2008) πραγματοποίησαν μία έρευνα ώστε να δούν την ανάπτυξη των λαρυγγικών δομών σε παιδιά ηλικίας 4 έως 6, 8 ετών. Το δείγμα της έρευνας αποτελείτο από 23 παιδιά και των δύο φύλων. Μετά από τη μελέτη, κατέληξαν στο εξής συμπέρασμα: οι διαφορές που παρουσιάζουν τα αγόρια και τα κορίτσια αυτής της ηλικίας στη θεμελιώδη συχνότητα και στο μέγιστο χρόνο φώνησης δεν είναι στατιστικώς σημαντικές. Ακόμα, φαίνεται από τα αποτελέσματα της έρευνας να αποδεικνύεται ότι στην ηλικία των 4 ετών, υπάρχει ανωριμότητα στις δομές του λάρυγγα και έλλειψη νευρομυϊκού ελέγχου και ότι οι ηλικίες πέντε και έξι ετών μπορούν να θεωρηθούν ως η στιγμή έναρξης της ωρίμανσης των φωνητικών δομών.

Τέλος, οι Tavares E.L.M, de Labio R.B και Martins R.H.G (2010) στην έρευνά τους είχαν ως στόχο την ανάλυση των αντικειμενικών χαρακτηριστικών της φωνής σε 240 παιδιά ηλικίας από 4 έως 12 ετών. Το δείγμα των ατόμων χωρίστηκε σε ομάδες ανάλογα με την ηλικία. Οι παράμετροι που αναλύθηκαν ήταν η θεμελιώδης συχνότητα, το jitter, το shimmer, το PPQ, το APQ, το NHR και το SPI. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, καταλήξαν στο συμπέρασμα, ότι καμία από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες και μεταξύ των φύλων μέχρι την ηλικία των 11 ετών.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση τυχών διαφορών στις ακουστικές μετρήσεις μεταξύ αρρένων και θηλέων ηλικίας 4 έως 5 ετών . Για το λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση της βασικής συχνότητας, του jitter , του shimmer , του NHR, του μέγιστου χρόνου φώνησης και της αναλογίας s/z. Το συγκεκριμένο εύρος ηλικίας επιλέχθηκε για να αποφύγουμε τυχόν αλλαγές που προκύπτουν στη βασική συχνότητα, στο jitter και στο shimmer, λόγω της έναρξης της εφηβείας.

### 3.1 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Το δείγμα των ατόμων της έρευνας αποτελείται από είκοσι παιδιά και των δύο φύλων, όπου βρίσκονται σε ηλικία μεταξύ των 4 έως 5 χρόνων. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ισότιμες ομάδες με βάση το φύλο. Όλοι οι συμμετέχοντες έπρεπε να πληρούν ορισμένα κριτήρια.

Πρώτον, έπρεπε να εντάσσονται σε κάποιο σχολικό πλαίσιο. Δεύτερον, να έχουν καλό νοητικό επίπεδο, ώστε να είναι δυνατόν να κατανοούν και να εκτελούν τις εντολές που δίνονταν από τον ερευνητή με τον αρτιότερο τρόπο και τέλος να είναι συνεργάσιμα, οριοθετημένα και επικοινωνιακά άτομα.

### 3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η ηχογράφηση πραγματοποιήθηκε στο κέντρο ειδικών θεραπειών με την επωνυμία «Λόγου έργον» . Το πλαίσιο ήταν ιδανικό, διότι μπορούσαμε να αποφύγουμε τυχόν περιβαλλοντικούς θορύβους. Η ερευνήτρια πραγματοποιούσε τις ηχογραφήσεις μέσω χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή και έδινε κάθε φορά τις απαιτούμενες οδηγίες. Ακόμα, για την ηχογράφηση χρησιμοποιήθηκε εξωτερικό μικρόφωνο όπου τα υποκείμενα διατηρούσαν μία απόσταση της τάξης των 10 με 15 cm από αυτό.

Οι φωνητικές δραστηριότητες που ζητήθηκαν από τα υποκείμενα ήταν οι εξής:

- i. Παραγωγή του φωνήματος /a/, με διάρκεια 3-5 sec, για τρεις φορές.
- ii. Παραγωγή του φωνήματος /u/, με διάρκεια 3-5 sec, για τρεις φορές.
- iii. Παραγωγή του φωνήματος /i/, με διάρκεια 3-5 sec, για τρεις φορές.
- iv. Παραγωγή παρατεταμένης διάρκειας του φωνήματος /a/, με σταθερό ύψος της φωνής,
- v. Παραγωγή του φωνήματος /s/ για το μέγιστο χρόνο που μπορούσε το εκάστοτε άτομο.
- vi. Παραγωγή του φωνήματος /z/ για το μέγιστο χρόνο που μπορούσε το εκάστοτε άτομο.
- vii. Μέτρηση από το 1 έως το 10, με σταθερό ρυθμό.
- viii. Περιγραφή εικόνων (ABC Color cards- Basic Verbs)

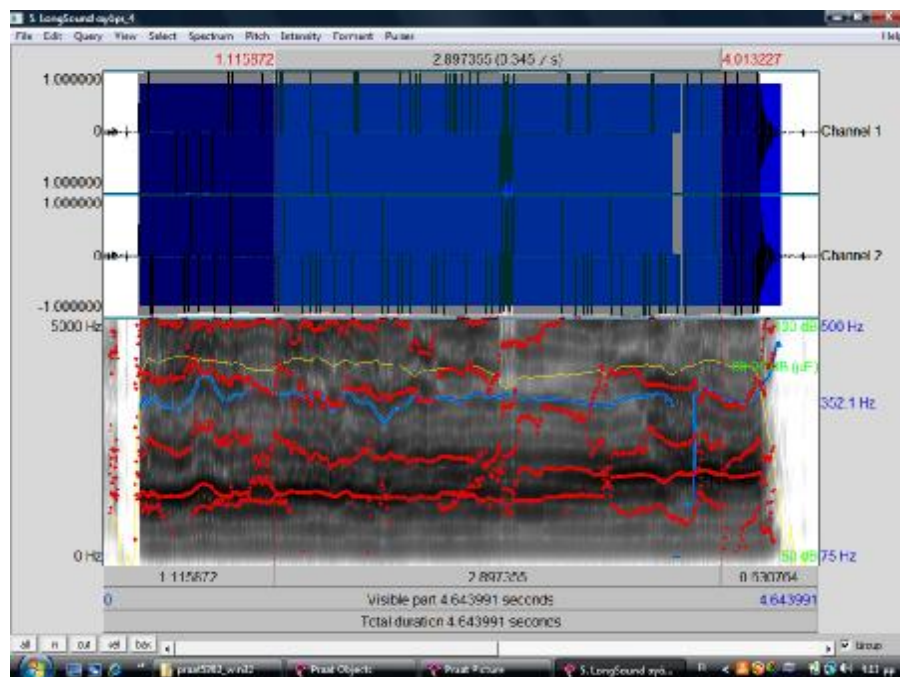
Τα δεδομένα που θα προκύψουν μέσω ανάλυσης είναι η τιμή της θεμελιώδους συχνότητας, το ποσοστό διαταραχής της συχνότητας, το ποσοστό διαταραχής του πλάτους και το ποσοστό θορύβου στον ήχο που αναλύουμε από την παραγωγή των φωνημάτων /a/, /u/, /i/ (φωνητική δραστηριότητα i, ii, iii). Ακόμα, θα μπορέσουμε να βρούμε το μέγιστο χρόνο φώνησης από την παραγωγή των φωνημάτων /a/, /s/, /z/ ( φωνητική δραστηριότητα iv, v, vi). Τέλος, από την μέτρηση και την κατονομασία των εικόνων θα προκύψει η μέτρηση του ύψους της φωνής. Σημαντικό είναι να αναφερθεί εδώ, πως στις εξής δραστηριότητες δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν αρθρωτικά ή φωνολογικά λάθη.

### **3.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Η ηχογράφηση πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή VIO VGN-NR31Z/S, στον οποίο είχε συνδεθεί ενσύρματα ένα εξωτερικό μικρόφωνο τύπου KONIG ELECTRONIC CMP- MIC20. Το φωνητικό δείγμα του εκάστοτε ατόμου μεταφερόταν στο σκληρό δίσκο του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπου εκεί αποθηκευόταν σε μορφή wav μέσω του προγράμματος Digital Wave Player. Έπειτα, ακολουθούσε η ανάλυση του φωνητικού δείγματος μέσω του προγράμματος praat5302\_win32, το οποίο ήταν αποθηκευμένο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Με τη βοήθεια του προγράμματος, έγινε η διεξαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων, όπως Fo /a,i,u/, jitter (rap) /a,i,u/, shimmer (local) /a,i,u/, NHR /a,i,u/, MPT / a, s, z/ και Mean pitch /μέτρησης, επανάληψη προτάσεων/ για κάθε μία από τις δοκιμασίες που πραγματοποίησε το κάθε άτομο. Για την εξαγωγή του μέσου όρου κάθε παραμέτρου, χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα Microsoft Office Excel 2007. Στη συνέχεια, ακολούθησαν οι στατιστικές αναλύσεις μέσω του προγράμματος SPSS.

### **3.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

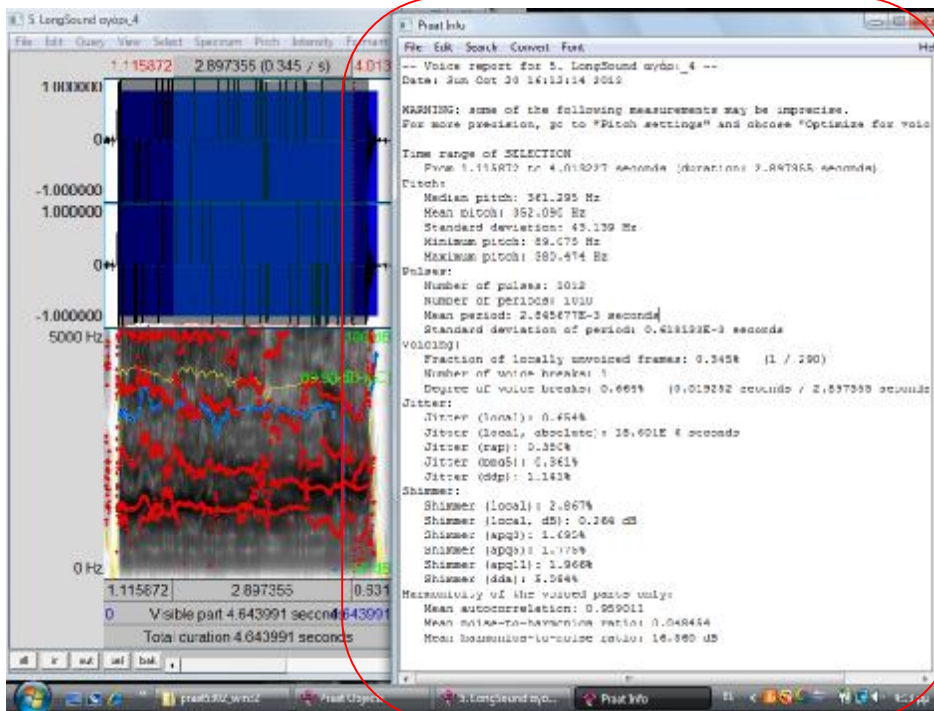
Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε μορφή wav και αναλύθηκαν μέσω του προγράμματος praat5302\_win32, όπως προαναφέρθηκε. Με το άνοιγμα των αρχείων του ήχου μέσω του προγράμματος αυτού εμφανιζόταν στην οθόνης μας αυτό που φαίνεται στην εικόνα 2.



Εικόνα 2. Ανάλυση φωνητικού δείγματος

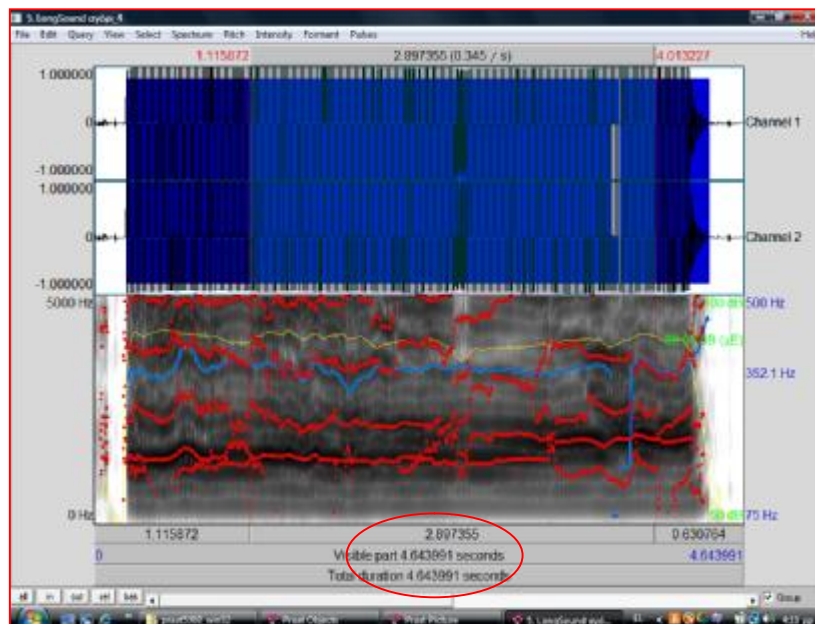
Το ηχητικό σήμα που αναλύσαμε, όπως φαίνεται στην εικόνα 2, παρουσιάζεται ως κυματομορφή, στερεοφωνικού σήματος και για το λόγο αυτό εμφανίζεται διπλή κυματομορφή, όπου οι μπλε κάθετες γραμμές που φαίνονται στο πάνω μέρος της εικόνας, απεικονίζουν τα σημεία ανοίγματος ή κλεισίματος των φωνητικών χορδών. Στο κάτω μέρος της εικόνας, εμφανίζεται το φασματογράφημα, όπου φαίνεται μία οριζόντια μπλε γραμμή που αντιστοιχεί στο ύψος του ηχητικού σήματος.

Με στόχο να βρούμε τις παραμέτρους  $F_0$ , jitter (rap), shimmer (local), NHR και Mean pitch /μέτρησης, επανάληψη προτάσεων/ πήγαμε στη γραμμή εργαλείων και κάναμε επιλογή στο voice analysis, όπου εμφανιζόταν ένα πίνακας voice report (αναφορά φωνής), ο οποίος παρουσίασε τα ζητούμενα.(εικόνα 3)



Εικόνα 3. Αναφορά φωνής

Για να βρούμε το μέγιστο χρόνο φώνησης (MPT- maximum phonation time), επιλέγαμε από την κυματομορφή το επιθυμητό πλαίσιο, αφαιρώντας την αρχή και το τέλος της κυματομορφής όπου δεν είχε ξεκινήσει και αντίστοιχα είχε τελειώσει η φώνηση. Ο μέγιστος χρόνος φώνησης καταγράφεται στο κάτω μέρος της εικόνας.



Εικόνα 4. Ενδειξη μέγιστου χρόνου φώνησης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα συνοπτικά αποτελέσματα, συγκεκριμένα ο μέσος όρος για τον εκάστοτε παράμετρο  $F_0$ , jitter rap, shimmer local και NHR από τις τρεις προσπάθειες που πραγματοποίησε το κάθε υποκείμενο για τα φωνήματα /a/, /i/ και /u/, ο μέσος όρος για το μέγιστο χρόνο φώνησης καθώς και η απόδοση των υποκειμένων κατά τη διαδικασία μέτρησης και επανάληψη προτάσεων, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1. Μέσοι όροι των μετρήσεων για τα κορίτσια για τα φωνήματα /a/, /i/,/u/.**

Υποκείμενα	/a/f0	/i/f0	/u/f0	/a/ RAP	/i/ RAP	/u/ RAP	/a/ Sh	/i/ Sh	/u/ Sh	/a/ NHR	/i/ NHR	/u/ NHR
Κ.1 (4,10)	290,4	309,8	323,6	0,122	0,139	0,198	2,034	2,089	2,009	0,0085	0,0109	0,0054
Κ.2 (5,00)	309,6	321,7	342,50	0,141	0,198	0,187	1,928	2,003	2,063	0,0065	0,011	0,0107
Κ.3 (4,7)	284,1	292	301,9	0,257	0,457	0,587	1,121	1,588	1,639	0,009	0,013	0,0135
Κ.4 (4,6)	278,9	296,9	322,9	0,145	0,153	0,286	2,086	2,098	2,603	0,0124	0,064	0,0115
Κ.5 (4,9)	300,7	355,1	357,1	0,116	0,165	0,172	1,998	2,565	2,634	0,0054	0,024	0,0184
Κ.6 (4,5)	279,7	307,4	321,4	0,146	0,181	0,132	3,259	3,361	2,959	0,0089	0,0068	0,0083
Κ.7 (4,7)	280,5	288,9	315,9	0,286	0,25	0,142	1,03	1,295	2,62	0,0104	0,0077	0,0036
Κ.8 (4,11)	310,5	322,9	335,7	0,399	0,407	0,28	3,848	2,327	3,039	0,0275	0,0115	0,0151
Κ.9 (4,6)	278,6	280,5	320,1	0,305	0,355	0,247	1,078	1,199	1,987	0,0113	0,0057	0,0101
Κ.10 (4,8)	281,6	284,9	323,5	0,105	0,129	0,264	1,679	3,002	2,801	0,0109	0,0054	0,0034

**Πίνακας 2. Μέσοι όροι των μετρήσεων για τα κορίτσια για τις διαδικασίες μέτρησης, επανάληψη προτάσεων, διάρκεια /s/, διάρκεια /z/.**

Παρατεταμένο /α/ sec	παρατεταμένο /s/ sec	παρατεταμένο /z/ sec	μέτρηση 1 έως 10	εικόνα 1	εικόνα 2	εικόνα 3
4,168	4,643	6,594	290,9	303,5	298,8	293,01
5,762	3,96	5,108	295,3	298,5	332,7	317,6
8,003	7,001	8,129	287,3	293,5	296,5	286,3
4,997	4,691	5,825	270,6	283,5	288,3	278,4
5,162	4,998	7,163	298,1	314,2	341,8	305,7
4,591	4,086	5,804	290,6	289,1	293,8	296,9
7,876	8,266	9,427	287,6	284,2	292	286,1
5,938	3,891	6,953	284,5	307,4	315,5	332,1
6,564	5,361	6,816	276,3	269,9	276,2	263,7
5,876	6,071	7,005	268,1	309,9	322,9	292,7

**Πίνακας 3. Μέσοι όροι των μετρήσεων για τα αγόρια για τα φωνήματα /a/, /i/,/u/.**

Υποκείμενα	/a/f0	/i/f0	/u/f0	/a/ RAP	/i/ RAP	/u/ RAP	/a/ Sh	/i/ Sh	/u/ Sh	/a/ NHR	/i/ NHR	/u/ NHR
A.1 (4,9)	276,5	369,2	347,7	0,194	0,208	0,309	2,948	1,882	2,103	0,0141	0,0179	0,0024
A.2 (4,5)	322,1	343,3	348,1	0,337	0,139	0,343	2,586	2,056	3,898	0,0103	0,0035	0,0051
A.3 (4,8)	277,8	298,7	324,9	0,176	0,195	0,189	2,447	2,52	2,657	0,0117	0,0083	0,0098
A.4 (4,7)	256,7	260	259,5	0,153	0,272	0,313	2,626	3,051	3,261	0,0067	0,0133	0,0017
A.5 (4,7)	285,6	310,7	320,9	0,203	0,21	0,215	3,121	3,56	3,487	0,0176	0,0071	0,0066
A.6 (4,6)	257,2	263,7	268,9	0,09	0,206	0,173	2,096	2,165	2,546	0,0113	0,0086	0,0014
A.7 (4,10)	292,9	303,7	301	0,183	0,195	0,186	2,82	2,71	1,987	0,0092	0,0078	0,0069
A.8 (4,6)	270,6	290,4	298,3	0,289	0,267	0,254	1,968	1,702	1,883	0,0109	0,0087	0,0062
A.9 (4,11)	267	265,2	265	0,424	0,216	0,154	2,174	2,546	2,775	0,0069	0,0096	0,0023
A.10 (4,6)	307,9	320,8	318,6	0,218	0,209	0,236	3,912	3,72	3,547	0,0076	0,0139	0,0116



**Πίνακας 4. Μέσοι όροι των μετρήσεων για τα αγόρια για τις διαδικασίες μέτρησης, επανάληψη προτάσεων, διάρκεια /s/, διάρκεια /z/.**

παρατεταμένο/a/ sec	παρατεταμένο /s/ sec	παρατεταμένο /z/ sec	μέτρηση 1 έως 10	εικόνα 1	εικόνα 2	εικόνα 3
4,165	4,671	5,521	289,4	300,1	312,9	295,3
5,723	4,138	4,766	296,4	373,3	385,9	382,3
7,895	6,005	7,451	281,2	299,1	287,2	290
4,998	5,715	6,012	270,8	276,9	290,6	285,4
5,987	4,992	5,672	276,5	277,8	287,5	322,1
3,998	4,003	5,412	279,8	278,6	282	269,8
7,801	4,318	6,826	295,6	297,3	315,78	263,7
5,273	5,201	5,004	266,8	278,4	292	267,8
6,007	4,999	5,103	268,9	287,2	289,5	271
6,823	6,733	7,516	324,4	347,6	373	316,03

#### 4.1 Στατιστική Ανάλυση επαναλαμβανόμενων μετρήσεων φωνηέντων /a/, /i/ και /u/

Έγιναν συγκρίσεις μεταξύ των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων μεταξύ φωνηέντων /a/, /i/ και /u/ χρησιμοποιώντας την μέθοδο Repeated Measures ANOVA ξεχωριστά για αγόρια και κορίτσια και βρέθηκαν τα εξής:

##### 4.1.1 Σύγκριση f0 /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,438).

##### Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Effect	Subjects	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
f0		,814	1,651	2	,438

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων f0/a/, f0/i/ και f0/u/ για τα αγόρια:

#### Πίνακας 5. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του f0 /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια

##### Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
f0	Sphericity Assumed	6870,350	2	3435,175	40,904	,000
	Greenhouse-Geisser	6870,350	1,686	4075,829	40,904	,000
	Huynh-Feldt	6870,350	2,000	3435,175	40,904	,000
	Lower-bound	6870,350	1,000	6870,350	40,904	,000
Error(f0)	Sphericity Assumed	1511,683	18	83,982		
	Greenhouse-Geisser	1511,683	15,171	99,645		
	Huynh-Feldt	1511,683	18,000	83,982		
	Lower-bound	1511,683	9,000	167,965		

### Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE\_1

(I) f0	(J) f0	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
/a/	/i/	-16,550*	4,871	,024	-30,839	-2,261
	/u/	-37,000*	3,389	,000	-46,940	-27,060
/i/	/a/	16,550*	4,871	,024	2,261	30,839
	/u/	-20,450*	3,896	,002	-31,878	-9,022
/u/	/a/	37,000*	3,389	,000	27,060	46,940
	/i/	20,450*	3,896	,002	9,022	31,878

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5 από τις αναλύσεις που παρουσιάζονται σε αυτόν, βρέθηκε πως υπάρχει στατιστικών σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ). Συγκεκριμένα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ:

- f0/a/ και f0/i/ ( $p = 0,024$ )
- f0/a/ και f0/u/ ( $p < 0,001$ )
- f0/i/ και f0/u/ ( $p = 0,002$ )

#### 4.1.2 Σύγκριση f0 /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων ( $\text{sig.} = 0,050$ ).

#### Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Effect	Subjects	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
f0		,474	5,976	2	,050

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων f0/a/, f0/i/ και f0/u/ για τα κορίτσια:

**Πίνακας 6. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του f0 /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια**

**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
f0	Sphericity Assumed	3411,992	2	1705,996	7,497	,004
	Greenhouse-Geisser	3411,992	1,310	2603,757	7,497	,014
	Huynh-Feldt	3411,992	1,444	2362,801	7,497	,011
	Lower-bound	3411,992	1,000	3411,992	7,497	,023
Error(f0)	Sphericity Assumed	4096,248	18	227,569		
	Greenhouse-Geisser	4096,248	11,794	347,325		
	Huynh-Feldt	4096,248	12,996	315,183		
	Lower-bound	4096,248	9,000	455,139		

**Pairwise Comparisons**

Measure: MEASURE\_1

(I) f0	(J) f0	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
/a/	/i/	-21,140	8,414	,100	-45,822	3,542
	/u/	-23,860*	7,159	,026	-44,861	-2,859
/i/	/a/	21,140	8,414	,100	-3,542	45,822
	/u/	-2,720	3,806	1,000	-13,884	8,444
/u/	/a/	23,860*	7,159	,026	2,859	44,861
	/i/	2,720	3,806	1,000	-8,444	13,884

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6 από τις αναλύσεις που παρουσιάζονται σε αυτόν, βρέθηκε πως υπάρχει στατιστικών σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ). Συγκεκριμένα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ:

- f0/a/ και f0/u/ ( $p < 0,026$ )

#### 4.1.3 Σύγκριση RAP /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει μη ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,014).

##### **Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
RAP	,342	8,577	2	,014

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων RAP/a/, RAP/i/ και RAP/u/για τα αγόρια. Λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας χρησιμοποιείται η τιμή Greenhouse-Geisser.

**Πίνακας 7. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του Rap /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια.**

Tests of Within-Subjects Effects  
Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RAP	Sphericity Assumed	,013	,007	1,139	,342
	Greenhouse-Geisser	,013	,011	1,139	,323
	Huynh-Feldt	,013	,010	1,139	,326
	Lower-bound	,013	,013	1,139	,314
Error(RAP)	Sphericity Assumed	,105	,006		
	Greenhouse-Geisser	,105	,010		
	Huynh-Feldt	,105	,009		
Error(RAP)	Lower-bound	,105	,012		

**4.1.4 Σύγκριση RAP /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια**

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,423).

**Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
RAP	,806	1,723	2	,423

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων RAP/a/, RAP/i/ και RAP/u/ για τα κορίτσια:

**Πίνακας 8. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του Rap /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια**

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RAP	Sphericity Assumed	,003	,002	,315	,734
	Greenhouse-Geisser	,003	,002	,315	,697
	Huynh-Feldt	,003	,002	,315	,734
	Lower-bound	,003	,003	,315	,588
Error(RAP)	Sphericity Assumed	,094	,005		

Greenhouse-Geisser	,094	15,079	,006		
Huynh-Feldt	,094	18,000	,005		
Lower-bound	,094	9,000	,010		

#### 4.1.5 Σύγκριση SHIMMER /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,623).

##### Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
SHIMMER	,888	,946	2	,623

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων SHIMMER/a/, SHIMMER /i/ και SHIMMER /u/ για τα αγόρια.

**Πίνακας 9. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του Shimmer /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια.**

##### Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
SHIMMER	Sphericity Assumed	,952	2	,476	2,231	,136
	Greenhouse-Geisser	,952	1,799	,529	2,231	,143
	Huynh-Feldt	,952	2,000	,476	2,231	,136
	Lower-bound	,952	1,000	,952	2,231	,169
Error(SHIMMER)	Sphericity Assumed	3,842	18	,213		
	Greenhouse-Geisser	3,842	16,194	,237		
	Huynh-Feldt	3,842	18,000	,213		
	Lower-bound	3,842	9,000	,427		

#### 4.1.6 Σύγκριση SHIMMER /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,485).

##### Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
SHIMMER	,834	1,449	2	,485

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων SHIMMER /a/, SHIMMER /i/ και SHIMMER /u/ για τα κορίτσια:

#### Πίνακας 10. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του Shimmer /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια

##### Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
SHIMMER	Sphericity Assumed	,256	2	,128	,692	,513
	Greenhouse-Geisser	,256	1,716	,149	,692	,494
	Huynh-Feldt	,256	2,000	,128	,692	,513
	Lower-bound	,256	1,000	,256	,692	,427
Error(SHIMMER)	Sphericity Assumed	3,332	18	,185		
	Greenhouse-Geisser	3,332	15,442	,216		
	Huynh-Feldt	3,332	18,000	,185		
	Lower-bound	3,332	9,000	,370		

#### 4.1.7 Σύγκριση NHR /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει μη ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,019).

##### Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
NHR	,372	7,912	2	,019

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων NHR/a/, NHR /i/ και NHR /u/ για τα αγόρια. Λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας χρησιμοποιείται η τιμή Greenhouse-Geisser.



**Πίνακας 11. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του NHR /a/, /i/, /u/ για τα αγόρια**

**Mauchly's Test of Sphericity**

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
NHR	,949	,417	2	,812

**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
NHR	Sphericity Assumed	,000	2	,000	,903	,423
	Greenhouse-Geisser	,000	1,228	,000	,903	,384
	Huynh-Feldt	,000	1,323	,000	,903	,390
	Lower-bound	,000	1,000	,000	,903	,367
Error(NHR)	Sphericity Assumed	,002	18	,000		
	Greenhouse-Geisser	,002	11,056	,000		
	Huynh-Feldt	,002	11,910	,000		
	Lower-bound	,002	9,000	,000		

**4.1.8 Σύγκριση NHR /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια**

Το τεστ σφαιρικότητας δείχνει ισοδυναμία διακυμάνσεων (sig.=0,812).

Επομένως σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα υπάρχει στατιστική σημαντικότητα μεταξύ των μετρήσεων NHR /a/, NHR /i/ και NHR /u/ για τα κορίτσια:

**Πίνακας 12. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures ANOVA του NHR /a/, /i/, /u/ για τα κορίτσια**

**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
NHR	Sphericity Assumed	,000	2	7,985E-005	5,518	,014
	Greenhouse-Geisser	,000	1,903	8,390E-005	5,518	,015
	Huynh-Feldt	,000	2,000	7,985E-005	5,518	,014
	Lower-bound Sphericity Assumed	,000	1,000	,000	5,518	,043
Error(NH R)	Greenhouse-Geisser	,000	17,131	1,521E-005		
	Huynh-Feldt	,000	18,000	1,447E-005		
	Lower-bound	,000	9,000	2,894E-005		

**Pairwise Comparisons**

Measure: MEASURE\_1

(I) NHR	(J) NHR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
/a/	/i/	,001	,002	1,000	-,004	,006
	/u/	,005*	,002	,021	,001	,010
/i/	/a/	-,001	,002	1,000	-,006	,004
	/u/	,004	,002	,109	-,001	,010
/u/	/a/	-,005*	,002	,021	-,010	-,001
	/i/	-,004	,002	,109	-,010	,001

Σύμφωνα με τον Πίνακα 12 από τις αναλύσεις που παρουσιάζονται σε αυτόν, βρέθηκε πως υπάρχει στατιστικών σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ). Συγκεκριμένα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ:

- NHR/a/ και NHR/u/ ( $p < 0,021$ )

#### 4.1.9 Στατιστική Ανάλυση επαναλαμβανόμενων μετρήσεων f0 για δραστηριότητα μέτρησης και κατονομασίας.

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση Paired t-test για τη σύγκριση των τιμών του ύψους για τις δραστηριότητες μέτρησης και κατονομασίας και βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ( $p=0,002$ ).

**Πίνακας 13. Στατιστική ανάλυση Paired t- test για την τιμή του ύψους στις δραστηριότητες μέτρησης και κατονομασίας στα αγόρια και στα κορίτσια.**

#### Paired Samples Test

	Paired Differences	t	df	Sig. (2-tailed)
	95% Confidence Interval of the Difference			
	Upper			
Pair 1 f0_count1_10 - f0_naming	-6,70287	-3,593	19	,002

## 4.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Ακόμα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των δύο ομάδων ( αρρένων και θηλέων) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Paired t- test ως προς τους παραμέτρους που αναφέρονται στο Πίνακα 14.

Από τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από την σύγκριση των δύο ομάδων και με κριτήριο το επίπεδο σημαντικότητας μικρότερο της τάξεως του 0,05 , προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων μόνο στη μέτρηση του NHR/u/ (p=0,027).

**Πίνακας 14. Στατιστική ανάλυση Paired t- test για τις μετρήσεις των δύο ομάδων.**

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
f0/a/	Equal variances assumed	1,881	,187	1,024	18	,319
	Equal variances not assumed			1,024	14,759	,322
f0/i/	Equal variances assumed	1,451	,244	,258	18	,799
	Equal variances not assumed			,258	15,279	,800
f0/u/	Equal variances assumed	6,744	,018	1,862	18	,079
	Equal variances not assumed			1,862	12,763	,086
RAP/a/	Equal variances assumed	,361	,556	-,551	18	,589
	Equal variances not assumed			-,551	17,968	,589
RAP/i/	Equal variances assumed	13,414	,002	,799	18	,435
	Equal variances not assumed			,799	10,741	,442
RAP/u/	Equal variances assumed	,850	,369	,265	18	,794
	Equal variances not assumed			,265	13,263	,795
SHIMMER/a/	Equal variances assumed	,885	,359	-1,929	18	,070
	Equal variances not assumed			-1,929	15,059	,073

SHIMMER/ i/	Equal variances assumed	,001	,972	-1,420	18	,173
	Equal variances not assumed			-1,420	17,993	,173
SHIMMER/ u/	Equal variances assumed	2,000	,174	-1,405	18	,177
	Equal variances not assumed			-1,405	15,727	,179
NHR/a/	Equal variances assumed	,432	,519	,203	18	,842
	Equal variances not assumed			,203	13,983	,842
NHR/i/	Equal variances assumed	3,646	,072	1,067	18	,300
	Equal variances not assumed			1,067	9,958	,311
NHR/u/	Equal variances assumed	,953	,342	2,400	18	,027
	Equal variances not assumed			2,400	16,218	,029
mpt_a	Equal variances assumed	,044	,836	,045	18	,964
	Equal variances not assumed			,045	17,961	,964
max_dur_s	Equal variances assumed	1,961	,178	,414	18	,684
	Equal variances not assumed			,414	14,854	,685
max_dur_z	Equal variances assumed	,012	,913	1,901	18	,073
	Equal variances not assumed			1,901	17,287	,074
f0_count1_10	Equal variances assumed	1,879	,187	-,008	18	,994
	Equal variances not assumed			-,008	14,486	,994
f0_naming	Equal variances assumed	1,874	,188	-,370	18	,716
	Equal variances not assumed			-,370	13,238	,718

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

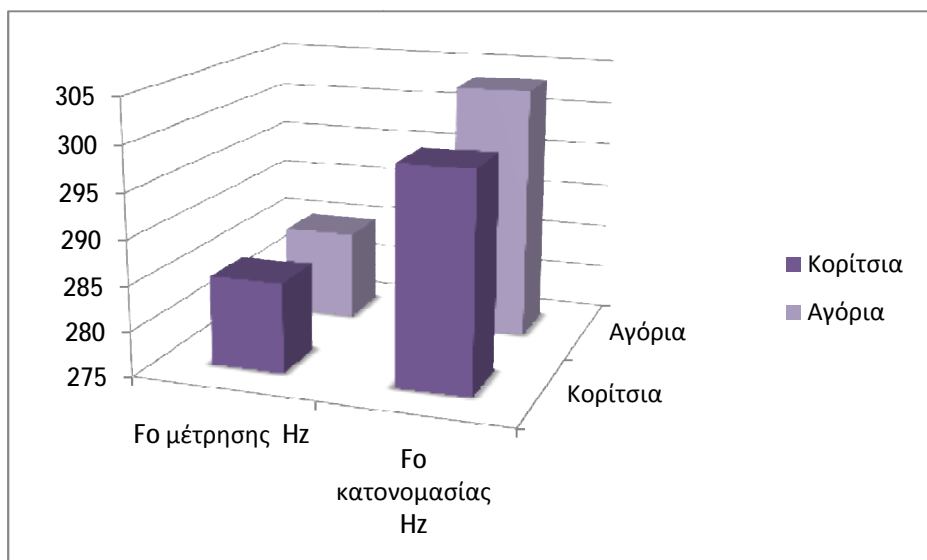
### 5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός αυτής της έρευνας είχε ο στόχο να αναλυθούν τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της φωνής ( Fo, jitter rap, shimmer local, NHR) και μέγιστη διάρκεια παραγωγής κάποιων φωνημάτων στα αγόρια και στα κορίτσια παιδικής ηλικίας. Καθώς και να πραγματοποιηθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο ομάδων , ώστε να δούμε αν προκύπτουν διαφορές. Για την επίτευξη του στόχου που είχαμε θέσει, εξαλείψαμε όσο το δυνατόν τυχών παράγοντες που μπορεί να επηρέαζαν την έρευνα και συνεχίσαμε με σύγκριση των αποτελεσμάτων μας με άλλες παρόμοιες έρευνες που υπάρχουν στη ήδη παρούσα βιβλιογραφία.

Τα αποτελέσματα που λήφθηκαν έρχονται σε συμφωνία με την βιβλιογραφία που αναφέρθηκε αρχικά. Η ομάδα των θηλέων που επιλέχθηκε συγκριτικά με την ομάδα των αρρένων δεν παρουσίαζε σημαντικές διαφορές στις ακουστικές μετρήσεις.

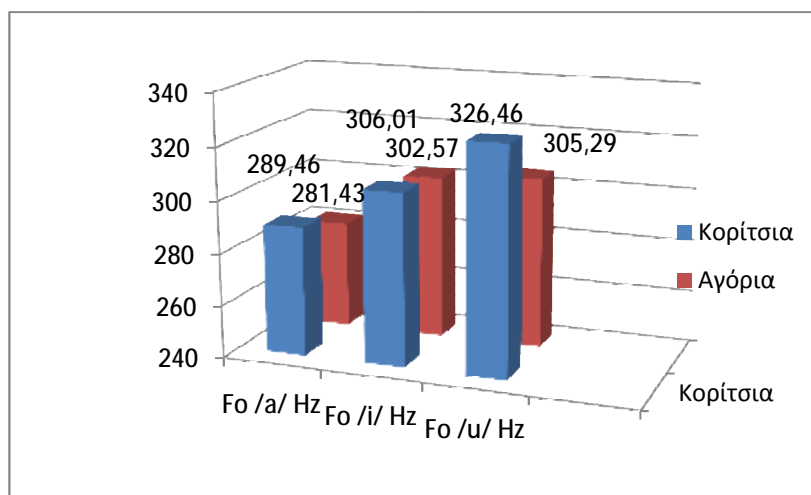
Αρχικά, δεν εντοπίστηκε διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στη μέτρησης της βασικής συχνότητας και στις πέντε δοκιμασίες που αξιολόγησαν την παράμετρο αυτή. Το αποτέλεσμα αυτό δικαιολογείται, σύμφωνα με το Ferrand (2001), λόγω της υψηλόσυχνης παραγωγής της φωνής που εμφανίζεται τόσο στα αγόρια, όσο και στα κορίτσια παιδικής ηλικίας. Η βασική συχνότητα μειώνεται αναλογικά με την αύξηση της ηλικίας του παιδιού, λόγω της αύξησης του μεγέθους του φωνητικού καναλιού και των επιμέρους δομών που συμμετέχουν στη φώνηση. Ο λάρυγγας επιμηκύνεται και οι φωνητικές πτυχές αλλάζουν δομικά και μορφολογικά.

Επίσης, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η βασική συχνότητα για τα αγόρια και τα κορίτσια παιδικής ηλικίας είναι περίπου 260- 300 Hz κατά την παραγωγή αυθόρμητης ομιλίας. Από το δείγμα των ατόμων που επιλέχθηκαν για την έρευνα, το 96% εμφάνιζαν βασική συχνότητα εντός του φυσιολογικού ορίου. Το μέγεθός της συχνότητας αυτής, οφείλεται στις μικρές και λεπτές φωνητικές πτυχές των παιδιών που έχουν τη δυνατότητα να δονούνται με κεκτημένη ταχύτητα.



Διάγραμμα 1. Σύγκριση της βασικής συχνότητας F0 κατά την διαδικασία μέτρησης και περιγραφής εικόνας με οπτικό βοήθημα για τα αγόρια και τα κορίτσια.

Παρόλο αυτά κατά την σύγκριση της βασικής συχνότητας κατά την μέτρηση και την επανάληψη των προτάσεων μεταξύ των δύο ομάδων βρέθηκε πως υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά ( $p=0,02$ ), όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1. Σύμφωνα με τον Glaze et al (1990), αυτό μπορεί να οφείλεται στη συναισθηματική κατάσταση που βρίσκονταν το κάθε άτομο ή στις μεταβολές του ύψους της φωνής κατά την παραγωγή του αυθόρμητου λόγου. Αυτή η μεταβολή του ύψους δεν παρουσιάζεται κατά την παραγωγή του αυτοματοποιημένου λόγου. Όπως έχει αναφερθεί ξανά, επειδή το δείγμα των ατόμων δεν ήταν μεγάλο σε αριθμό, αυτό τα αποτελέσματα χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να αποδειχθεί αξιόπιστο.

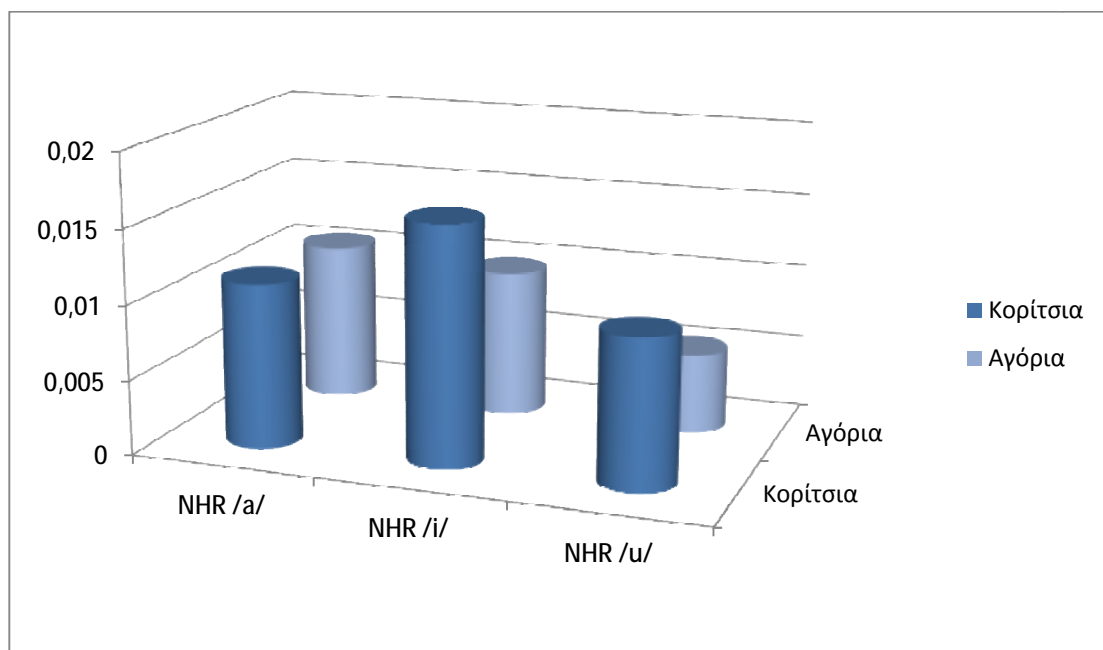


Διάγραμμα 2. Σύγκριση της βασικής συχνότητας F0 κατά την παραγωγή των φωνημάτων /a/, /i/ και /u/ στα αγόρια και στα κορίτσια.

Σημαντικό είναι εδώ να αναφερθεί, πως από την σύγκριση της βασικής συχνότητας μεταξύ των υποκειμένων της ομάδας των αρρένων, προέκυψε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των φωνημάτων /a/- /u/, /a/- /i/ και /u/- /i/. Αυτό συμβαίνει, σύμφωνα με τον Colton (2000), διότι κατά την παραγωγή του φωνήματος /a/ η γλώσσα δεν πραγματοποιεί καμία

κίνηση, ενώ κατά την παραγωγή των φωνημάτων /u/ και /i/ η γλώσσα κινείται προς τον ουρανίσκο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χαμηλώνει η τιμή της συχνότητας. Επίσης, η διαφορά μεταξύ των φωνημάτων /u/- /i/ βασίζεται στη χειλική στρογγυλοποίηση που πραγματοποιείται κατά την παραγωγή του φωνήματος /u/. Σύμφωνα με τον Carmell (1997) αυτή προκαλεί μείωση της συχνότητας. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, έρχεται σε ρήξη με αυτό, διότι και οι δύο ομάδες παρουσίαζαν υψηλή τιμή στη παραγωγή του φωνήματος /u/. Το αποτέλεσμα αυτό, λόγω του μειωμένου δείγματος ατόμων, μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη ανώριμου φωνητικού συστήματος και περιορισμένου εύρους κίνησης των οργάνων της άρθρωσης. Στη σύγκριση των υποκειμένων στην ομάδα των θηλέων, παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της βασικής συχνότητας στα φωνήματα /a/- /u/.

Όσο αναφορά, την ανάλυση των τιμών στις παραμέτρους jitter, shimmer και NHR δεν εμφανίστηκε κάποια σημαντική διαφορά, εκτός από την ανάλυση του δείκτη Noise to Harmonic Ratio (NHR) του φωνήματος /u/ στα κορίτσια. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να προκύπτει, σύμφωνα με τους Leliste & Peterson, Colton (2000) και Russel (2002), λόγω της θέσης παραγωγής του συγκεκριμένου φωνήματος (χαμηλό φωνήεν). Η ομάδα των κοριτσιών ίσως αντιμετώπισε δυσκολία στον έλεγχο ενός τέτοιου χαμηλού φωνήεντος. Το αποτέλεσμα αυτό, λόγω του μειωμένου αριθμού ατόμων που συμμετείχαν στη έρευνα, θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω, ώστε να αναδειχθεί πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα.



Διάγραμμα 3. Σύγκριση του δείκτη NHR κατά την παραγωγή των φωνημάτων /a/, /i/ και /u/ στα αγόρια και στα κορίτσια.

Ακόμα, κατά την ανάλυση του μέγιστου χρόνου φώνησης, δεν βρέθηκε να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων και στις τρεις δοκιμασίες που αξιολογούσαν την παράμετρο αυτή. Με βάση πάντοτε τη βιβλιογραφία, ο φυσιολογικός χρόνος φώνησης συμπίπτει στα 10 περίπου δευτερόλεπτα. Μόνο το 20% του δείγματος βρισκόταν εντός φυσιολογικών ορίων τόσο για τη συνεχή παραγωγή του φωνήματος /a/, όσο και των φωνημάτων /s/ και /z/. Αυτό, ίσως οφείλεται στα ανώριμα δομικά στοιχεία των πνευμόνων και στη μειωμένη χωρητικότητα τους που παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο εύρος



ηλικίας. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τους Cielo & Cappelari (2008), ο μέγιστος χρόνος φώνησης αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας.

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών ηλικία 4 έως 5 ετών στις ακουστικές παραμέτρους που αναλύθηκαν.

## **5.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ**

Με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνολογίας θα έπρεπε να πραγματοποιηθούν όσο δυνατόν περισσότερες έρευνες που να στοχεύουν στην ανάλυση των αντικειμενικών χαρακτηριστικών της φωνής σε παιδιά προσχολικής ηλικίας σε πανελλαδικό επίπεδο, ώστε να αναδειχθεί αν τυχόν περιβαλλοντικές αλλαγές επηρεάζουν τη φώνηση. Σημαντικό θα ήταν να πραγματοποιηθεί κάποια μελέτη με μεγάλο αριθμό ατόμων, όπου να διερευνά τις ακουστικές αλλαγές σε άτομα του ίδιου φύλου και στο ίδιο εύρος χρονολογικής ηλικίας, ώστε να αιτιολογήσουμε εγκυρότερα και τα στοιχεία της δικής μας έρευνας.

Επίσης, θα ήταν χρήσιμο να δημιουργηθεί ένα κοινό εργαλείο ανάλυσης των χαρακτηριστικών της φωνής, καθώς και ένα εγχειρίδιο με καθορισμένες δοκιμασίες, ώστε να μην υπάρχουν διαφωνίες σχετικά με την μεθοδολογία που χρησιμοποιεί ο κάθε ερευνητής και τα αποτελέσματα που προκύπτουν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Άγιος Α. (1997). *Περιγραφική και εφαρμοσμένη ανατομική Β. Τα σπλάχνα*. Θεσσαλονίκη: University studio press.
- Καμπανάρου Μ (2007). *Διαγνωστικά θέματα Λογοθεραπείας* (p.p 259-269) Αθήνα. Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ.
- Carmell T. (1997). *Spectrogram reading : What are formants?* Oregon Health & Science University.
- Cielo C.A & Cappellari V.M (2008). *Maximum phonation time in pre- school children*. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, p.p 552-560.
- Δανηλίδης Ι. (2000). *Κλινική ωτορινολαρυγγολογία με στοιχεία χειρουργικής κεφαλής και τραχήλου*. Θεσσαλονίκη: Φιλώτας.
- Hua Nong Ting, See Yan Chia, Kang Soo Kim, Siew Ling Sim, et al, , “*Fundamental Frequency and Perturbation measures of sustained vowels in Malaysian Malay children between 7 and 12 years old*”, January 2012
- Ferrand C.T (2001). *Speech Science an intergrated approach to theory and clinical practice*. p.p 7-35. USA. Pearson, Allyn & Bacon Edotions.
- Guyton M.D. & Hall Ph.D. (2008). *Ιατρική Φυσιολογία*. Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε.
- Laura W. Plexico, Mary J. Sandage (2011), *Influence of Vowel Selection on Determination of Phonation Threshold Pressure*, p.p 673-677
- Leslie E. Glaze, Diane M. Bless, Paul Milenkovic, Robin D. Susser, “*Acoustic Characteristics of children’s voices.*”, 2006
- Leslie E. Glaze, Diane M. Bless, Robin D. Susser, “*Acoustic analysis of vowel and loudness differences in children’s voice*”
- Μαυρικάκη Ε. (2007). *Άτλας Ανατομίας*. Αθήνα: Πατάκη.
- Μανωλίδης Λ. (1986) *Επιτομή Ωτορινολαρυγγολογίας* . Θεσσαλονίκη.
- Meike Brockmann, Michael J. Drinnan, Claudio Storck. Paul N. Carding. “*Reliable Jitter and Shimmer measurements in voice clinics: The Relevance of Vowel, Gender, Vocal Intensity and Fundamental Frequency effects in a typical clinical task.*”, January 2011, pp. 44-53.
- Oliveira C., c.Cunha M, M , Silva S. T. A και Sa- Couto P. (2012), *Acoustic Analysis of European Portuguese Oral Vowel Produced by Children*, Berlin Heidelberg.
- Russel B. (2002). *Fundamental Frequency & Jitter*. Course Notes SH- 565- Audiology. University of New York at Fredonia.
- Sataloff R.T (2004). *Clinical Assesement of Voice*. San Diego : Plural Publishing

Taveres E.L.M, de Labio R.B & Martins R.H.G (2010). *Normative study of vocal acoustic parameters from children 4 to 12 years of age without vocal symptoms. A pilot study.* Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, p.p 485-490

Thayer R. Sataloff (2005). *Voice Science* ( p.p 45-51) UK: Plurall Publicing Inc.

Wikipedia (2013). *Human Voice*.

Wikipedia (2013). *Αναπνευστικό σύστημα*. [http://el.wikipedia.org/wiki/Αναπνευστικό\\_σύστημα](http://el.wikipedia.org/wiki/Αναπνευστικό_σύστημα), 2013).