



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ**

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

**ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**

**ΜΠΕΓΚΟ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

**ΠΑΠΑΛΕΩΝΙΔΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΡΙΜΜΗΣ, PhD., CCC A/SLP**

**ΠΑΤΡΑ – 2020**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας, κύριο Τρίμμη Νικόλαο, για την συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε στην προσπάθειά μας να ολοκληρώσουμε την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

Επιθυμούμε, επίσης, να ευχαριστήσουμε όλες τις κοπέλες που προσήλθαν οικειοθελώς για να συμμετάσχουν στην παρούσα έρευνα, ώστε να πραγματοποιηθεί ο στόχος της ερευνητικής εργασίας μας, καθώς επίσης και τον στατιστικολόγο, κύριο Ντεγιαννάκη Σταύρο, που μας μετέδωσε τις γνώσεις του και μας βοήθησε να διεκπεραιώσουμε την πτυχιακή εργασία μας.

Τέλος, δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τις οικογένειές μας και τους φίλους μας, που μας στήριζαν και μας στηρίζουν σε κάθε προσπάθειά μας.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα: “Συνθετική Ομιλητική Ακοομετρία” πραγματοποιήθηκε για το Τμήμα Λογοθεραπείας της Σχολής Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Πατρών.

Σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία και η επεξεργασία ψηφιακού υλικού συνθετικής ομιλίας, το οποίο στηρίχτηκε στις έτοιμες λίστες των λέξεων του καθηγητή, κύριου Τρίμμη Νικόλαου (2006). Το υλικό αυτό χρησιμοποιήθηκε για να ελεγχθεί η ισοδυναμία των λέξεων και κατ’ επέκταση των λιστών, ώστε να υπάρξει έγκυρο υλικό συνθετικής ομιλητικής ακοομετρίας. Για τον λόγο αυτό, οι λίστες συγκρίθηκαν, με σκοπό να φανεί εάν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους για κάθε ένταση. Επίσης, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση για τις λάθος αποκρίσεις των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τόπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα.

Είναι σημαντικό να υπάρχει αυτό το υλικό για την επιστήμη της ακοολογίας, τόσο για τη σωστή διάγνωση αλλά και για την σωστή αποκατάσταση των ασθενών. Με αυτό τον τρόπο, η Ελλάδα θα αναβαθμιστεί περισσότερο όσον αφορά τις παραπάνω επιστήμες και θα βελτιωθεί περισσότερο η υγεία των πολιτών αυτής της χώρας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια πραγματοποίησης της πτυχιακής μας εργασίας. Σκοπός της έρευνας είναι η δημιουργία και η επεξεργασία ψηφιακού υλικού συνθετικής ομιλητικής ακοομετρίας, καθώς και η απόδειξη της ισοδυναμίας των λιστών των λέξεων που χρησιμοποιήθηκαν. Ακόμα, γίνεται έλεγχος των λανθασμένων αποκρίσεων των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τόπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα.

Για τις ανάγκες της έρευνας, δημιουργήθηκαν ηχητικά αρχεία MP3, για καθεμία από τις 200 δισύλλαβες λέξεις των τεσσάρων λιστών, τα οποία μετέπειτα μετατράπηκαν σε ηχητικά αρχεία μορφής WAV. Στη συνέχεια, επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα Adobe Audition και ρυθμίστηκαν για να βρίσκονται όλες περίπου στην ίδια ένταση. Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας και επεξεργασίας του ψηφιακού υλικού, σειρά είχε η χορήγηση του υλικού. Οι τέσσερις λίστες με τις δισύλλαβες λέξεις χορηγήθηκαν σε 30 γυναίκες ηλικιακού εύρους 18-25 σε έναν ηχομονωμένο θάλαμο. Οι εντάσεις στις οποίες εξετάστηκαν ήταν: 0dB, 10dB, 20dB, 30dB, 40dB, 50dB και 60dB. Σε περίπτωση που κάποια από τις εξεταζόμενες έβρισκε έστω και μία λέξη στα 0dB, εξεταζόταν και στα -5dB και αντίστοιχα εάν έβρισκε έστω και μία λέξη στα -5dB, εξεταζόταν και στα -10dB. Αν κάποιο από τα άτομα έβρισκε όλες τις λέξεις πριν τα 60dB η εξέταση ολοκληρωνόταν και δεν εξεταζόταν σε όλες τις εντάσεις.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων φανερώνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων λιστών για κάθε επίπεδο έντασης. Αυτό αποδεικνύει ότι οι λίστες είναι κλινικά ισοδύναμες μεταξύ τους. Σχετικά με την περιγραφική στατιστική ανάλυση για τα λάθη τόπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα λάθη τόπου, καθώς και τα λάθη τρόπου, μειώνονται όσο αυξάνεται το επίπεδο της έντασης. Επιπλέον, το υψηλότερο ποσοστό λαθών τόσο του τόπου όσο και του τρόπου άρθρωσης παρατηρείται στις εντάσεις 0 dB και 10 dB, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό βρίσκεται στις εντάσεις 30 dB, 40 dB, 50 dB και 60 dB.

Τέλος, γίνεται αναφορά στους περιορισμούς που προέκυψαν κατά την διάρκεια χορήγησης του υλικού και γενικά κατά την εκπόνηση και ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας και τονίζεται η σημασία της ανάπτυξης υλικών συνθετικής ομιλητικής ακοομετρίας.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: συνθετική ομιλητική ακοομετρία, ψηφιακό υλικό, δισύλλαβες λέξεις, ισοδυναμία λιστών, ακουστική ένταση, ηχομονωμένος θάλαμος, λάθη τόπου και τρόπου.

## **ABSTRACT**

This present research was conducted for our graduation thesis. The purpose of this research is to create and edit the digital material of synthetic speech audiometry, and to prove the equivalence of the words of the lists which were used. It is also being checked the wrong responses of the words, which were examined for both of location and manner errors in every audible intensity for each list.

For the needs of the research, Mp3 audio files were created, for each of the 200 two-syllable words of the 4 lists, which were later converted into WAV audio files. The WAV audio files of the words were edited afterwards, in the software Adobe Audition and adjusted at the same volume. After the completion of the creation and processing of the digital material, it was the turn of the material to be distributed. The 4 lists with the 200 two-syllable words were distributed to 30 women aged 18-25, in a soundproof chamber. The audible intensities to which women have been examined were: 0 dB, 10 dB, 20 dB, 30 dB, 40 dB, 50 dB and 60 dB. In case one of the women who have been examined, had found even one word at 0dB, she would have been examined, also at -5dB and respectively if someone of them had found even one word at -5dB, they would have been examined, also at -10dB. If one of the subjects had found all the words before 60 dB, the test would have been completed to this audible intensity.

The results that came out of the statistical analysis of the data, shows that there is no statistically significant difference between the 4 lists for each volume level, which proves that the lists are clinically equivalent to each other. Regarding the descriptive statistical analysis of location and manner errors to each audible intensity for each list, the results shows that the errors for the location and the manner are being decreased as the volume level is increased. In addition, the highest percentage for both of location and manner errors is observed at the volume of 0dB and 10dB, while the lowest percentage is found at the volume of 30dB, 40dB, 50dB and 60dB.

Finally, reference is made to the limitations that arose during the distribution of the material and in general, during the processing and completion of this dissertation. Furthermore, it is emphasized the importance of the development of the materials of the synthetic speech audiometry.

**KEYWORDS:** synthetic speech audiometry, digital material, two-syllable word, equivalence of the lists, audible intensity, soundproof chamber, location and manner errors.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	i
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	ii
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	vii
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	1
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
1. ΑΚΟΟΛΟΓΙΑ.....	1
2. ΗΧΟΣ.....	1
3. ΑΚΟΗ.....	4
4. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΟΗΣ.....	5
4.1. ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	5
4.2. ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	6
4.3. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΟΗΣ.....	7
5. ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΟΝΩΝ.....	7
6. ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ.....	8
7. ΟΜΙΛΗΤΙΚΗ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ.....	10
7.1. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ.....	10
7.2. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΟΕΟ ΚΑΙ ΟΑΟ.....	12
7.3. ΟΜΙΛΗΤΙΚΗ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ.....	12
7.4. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	19
8. ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ ΚΑΙ TTS.....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	28
<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	28



1. ΥΛΙΚΟ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ .....	28
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΗΧΟΓΡΑΦΗΜΕΝΩΝ ΛΕΞΕΩΝ .....	28
3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ .....	29
3.1. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ .....	29
3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ .....	29
3.3. ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ .....	30
3.4. ΦΟΡΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	30
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	31
5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	31
5.1. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS .....	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>33</b>
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>52</b>
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ .....	52
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>54</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	<b>56</b>
ΦΟΡΜΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	56

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. ΑΚΟΟΛΟΓΙΑ

Η ακοολογία είναι ένα επάγγελμα υγείας, υπεύθυνο για την φροντίδα ατόμων με βαρηκοΐα και συναφείς διαταραχές. Οι “ακοολόγοι είναι οι βασικοί επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι αξιολογούν, προβαίνουν σε διάγνωση, αντιμετωπίζουν και διαχειρίζονται την βαρηκοΐα και τις διαταραχές ισορροπίας σε ενήλικους και παιδιά” (American Academy of Audiology, 2010). Οι ακοολόγοι, λοιπόν, είναι μη ιατρικοί επαγγελματίες υγειονομικής περίθαλψης, οι οποίοι αντιμετωπίζουν την βαρηκοΐα, χρησιμοποιώντας τεχνικές, πέρα από την φαρμακευτική αγωγή ή την χειρουργική επέμβαση. Η πλειοψηφία των ασθενών με βαρηκοΐα δεν έχουν μία υποκείμενη ασθένεια η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί με φάρμακα ή επέμβαση. Πάνω από το 75% των ασθενών που αναζητούν βοήθεια για βαρηκοΐα, χρειάζονται τις υπηρεσίες ενός ακοολόγου παρά ενός γιατρού (Hall, Freeman, & Bratt, 1994; Zapala et al. , 2010). Οι ακοολόγοι συνεργάζονται στενά με γιατρούς όπως είναι οι ωτολόγοι οι οποίοι έχουν εξειδικευτεί στην φαρμακευτική και χειρουργική αντιμετώπιση των παθήσεων του αυτιού.

Πατέρας της ακοολογίας θεωρείται ο Raymond Carhart ο οποίος ξεχώρισε ως μορφή στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο όπου φρόντιζε στρατιωτικούς με βαρηκοΐα σε στρατιωτικά νοσοκομεία στις Ηνωμένες Πολιτείες (Jerger, 2009). Το έργο του Carhart σε όλη την πορεία της ζωής του έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της επιστήμης της ακοολογίας.

### 2. ΗΧΟΣ

Ο ήχος είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία που χρησιμοποιούν οι ακοολόγοι στην εργασία τους. Τα ακουστικά ερεθίσματα βοηθούν στην αξιολόγηση, ανίχνευση και θεραπεία μίας διαταραχής. Ο ήχος χαρακτηρίζεται από τρεις ιδιότητες: **την συχνότητα, την ένταση και τη διάρκεια.** Συγκεκριμένα, ο ήχος αποτελεί μία δόνηση των σωματιδίων του αέρα, που παράγεται από την δόνηση ενός ή πολλών αντικειμένων (JAMES W. HALL, III, 2014). Ένα παράδειγμα δονούμενου αντικειμένου που παράγει ήχο είναι το ξυπνητήρι.

Η πρώτη ιδιότητα του ήχου αποτελεί θεμελιώδη έννοια στην κλινική ακοολογία αφού σε κάθε αξιολόγηση ο ακοολόγος χειρίζεται τη **συχνότητα** του ήχου. Η συχνότητα ενός ήχου περιγράφεται ως ο αριθμός των κύκλων ανά μονάδα χρόνου, συνήθως σε δευτερόλεπτα. Ο όρος κύκλος ορίζεται πολύ απλά ως μία πλήρης δόνηση (JAMES W. HALL, III, 2014). Η συχνότητα δεν θα μπορούσε να μένει ανεπηρέαστη από τις ιδιότητες ενός δονούμενου αντικειμένου. Συγκεκριμένα, η συχνότητα είναι ανάλογη με το μήκος του αντικειμένου που δονείται, αντιστρόφως ανάλογη με την μάζα του αντικειμένου και ανάλογη με την δυσκαμψία (ενδοτικότητα) του αντικειμένου. Μία απλή συχνότητα αναπαρίσταται από ένα ημιτονοειδές κύμα το οποίο αναφέρεται συχνά ως καθαρός τόνος. Οι ήχοι καθαρών τόνων ονομάζονται περιοδικοί, επειδή το πλάτος αλλάζει επαναλαμβανόμενα και προβλέψιμα από το θετικό στο αρνητικό.

Όπως η συχνότητα έτσι και η **ένταση** είναι πολύ σημαντική για τους ακοολόγους καθώς αυξομειώνουν την ένταση του ήχου σε κάθε εξέταση ακοής. Η ένταση, η οποία είναι η δεύτερη ιδιότητα του ήχου, σχετίζεται με τη μέγιστη μετατόπιση ή το πλάτος μίας κυματομορφής (JAMES W. HALL, III, 2014). Για παράδειγμα, το πόσο μακριά μετατοπίζεται η χορδή μία κιθάρας προσδιορίζει το πλάτος άρα και την ένταση του ήχου. Σημαντικό ρόλο στον όρο της έντασης παίζει η πίεση (δύναμη) που ασκείται σε μία περιοχή. Συγκεκριμένα, το μέγεθος της δύναμης και της πίεσης του ήχου σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος της δόνησης ενός αντικειμένου, τη μετατόπιση του και τη ταχύτητα της δόνησης (JAMES W. HALL, III, 2014). Η πίεση είναι ανάλογη με τη δύναμη και τη ταχύτητα της δόνησης και αντιστρόφως ανάλογη με τη περιοχή στην οποία κατανέμεται. Μονάδα δύναμης που χρησιμοποιείται στον κλάδο της ακοολογίας αποτελεί το dyne και ως μονάδα πίεσης χρησιμοποιείται το micro-Pascal ( $\mu\text{Pa}$ ). Μία ακόμα μέτρηση της δύναμης ή του μεγέθους του ήχου αποτελεί η ισχύς. Η ισχύς του ήχου είναι το συνολικό μέγεθος της ακουστικής ενέργειας που ασκείται σε μία μονάδα χρόνου (JAMES W. HALL, III, 2014). Το Watt είναι μία μονάδα ενέργειας, που περιγράφει την ισχύ του ήχου. Για την περιγραφή της ακοής χρησιμοποιείται η μονάδα ισχύος erg.

Η ένταση μετριέται σε Decibel (dB) το οποίο αποτελεί:

- Λογαριθμική μονάδα
- Αναλογία μίας ισχύος ήχου προς μία άλλη καθορισμένη ισχύ ήχου ή μίας πίεσης ήχου προς μία άλλη καθορισμένη πίεση ήχου
- Σχετική μέτρηση, όχι μία απόλυτη μέτρηση

- Μονάδα για την ισχύ του ήχου, αλλά και για την πίεση του ήχου (JAMES W. HALL, III, 2014)

Το Decibel χρησιμοποιείται στην περιγραφή των σταθμών πίεσης του ήχου γιατί είναι μία λογαριθμική μονάδα (βάση το 10 και εκθέτης οποιοσδήποτε αριθμός), επομένως μπορεί να περιγράψει μία τεράστια κλίμακα πιέσεων ήχου που εμπλέκονται στην ακοή. Για να γίνει πιο κατανοητό, η μικρότερη πίεση που μπορεί να κινήσει μετά βίας τη τυμπανική μεμβράνη ανήκει στην τάξη των 20  $\mu\text{Pa}$  και γίνεται ανιχνεύσιμη από άτομο με φυσιολογική ακοή, αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύει τον ουδό ακοής. Ενώ, η μεγαλύτερη πίεση που μπορεί να ασκηθεί στην τυμπανική μεμβράνη ανήκει στη τάξη των 200.000.000  $\mu\text{Pa}$  και αντιπροσωπεύουν τον ουδό δυσφορίας ο οποίος αποτελεί μία στάθμη που παράγει το αίσθημα του πόνου στο ανθρώπινο αυτί.

Η τελευταία ιδιότητα του ήχου αφορά μία “χρονική ιδιότητα” η οποία είναι η **διάρκεια**. Η διάρκεια αναφέρεται στο χρονικό διάστημα από την αρχή έως το τέλος του ήχου. Ορισμένοι ήχοι έχουν μεγάλη διάρκεια και άλλοι διαρκούν μόνο μερικά κλάσματα του δευτερολέπτου.

Πέραν από τους απλούς ήχους υπάρχουν και οι ήχοι που μας περιβάλλουν, οι οποίοι είναι σύνθετοι ήχοι, αποτελούνται δηλαδή από πολλές διαφορετικές συχνότητες. Οι σύνθετοι ήχοι δεν είναι ημιτονοειδείς και περιοδικό όπως οι απλοί ήχοι, δημιουργούνται από τον άπειρο συνδυασμό συχνοτήτων, φάσης, πλατών και χρονικών χαρακτηριστικών (JAMES W. HALL, III, 2014).

Η ομιλία είναι ένας ιδιαίτερος σύνθετος ήχος, Οι ομιλητικοί ήχοι αποτελούνται από πολλές διαφορετικές συχνότητες, στάθμες έντασης και διάρκειες (JAMES W. HALL, III, 2014).

Σημαντικό χαρακτηριστικό της ανθρώπινης ομιλίας είναι η **Θεμελιώδης συχνότητα**  $F_0$ . Ο ρυθμός με τον οποίο δονούνται οι φωνητικές χορδές μας δίνει την θεμελιώδη συχνότητα  $F_0$ , η οποία εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο και το μέγεθος των φωνητικών χορδών. Συγκεκριμένα, οι άντρες έχουν την χαμηλότερη θεμελιώδη συχνότητα με μία μέση τιμή στα 125 Hz με μία κλίμακα από 85 έως 180 Hz. Οι γυναίκες έχουν υψηλότερη θεμελιώδη συχνότητα που ξεκινά από 170 έως 250 Hz και τέλος στα μικρά παιδιά η  $F_0$  ξεπερνά τα 300 Hz.

Η ανθρώπινη φωνή εκτός από τη θεμελιώδη συχνότητα αποτελείται και από άλλες υψηλότερες συχνότητες οι οποίες προσδιορίζονται από τις ακουστικές ιδιότητες της

φωνητικής οδού, από το λαιμό έως το στόμα. Οι κορυφές ενέργειας πάνω από τη θεμελιώδη συχνότητα σε φωνηεντικούς ήχους ονομάζονται, διαμορφωτές. Οι διαμορφωτές είναι περιοχές ενέργειας στην ομιλία, οι οποίες σχετίζονται με την αντήχηση της φωνητικής οδού (JAMES W. HALL, III, 2014).

Άλλοι τύποι σύνθετων ήχων είναι η μουσική και οι περιβαλλοντικοί ήχοι οι οποίοι συνήθως αναφέρονται ως εξωτερικοί θόρυβοι οι οποίοι αντιμετωπίζονται ως μία ανεπιθύμητη ακουστική ενέργεια που μπορεί να διακόψει μία δραστηριότητα.

Ένας συχνός τύπος θορύβου που χρησιμοποιείται στην εξέταση της ακοής είναι ο **λευκός θόρυβος**. Ο λευκός θόρυβος αποτελείται από ήχο περίπου στην ίδια στάθμη έντασης σε μία ευρεία κλίμακα συχνοτήτων. Ο όρος λευκός θόρυβος προέρχεται από το νόημα του άσπρου χρώματος, το οποίο στην πραγματικότητα αποτελείται από πολλά χρώματα (JAMES W. HALL, III, 2014).

Όσον αφορά την αναπαράσταση των ιδιοτήτων του ήχου, υπάρχουν δύο γραφήματα που χρησιμοποιούνται. Το πρώτο γράφημα είναι στο **πεδίο του χρόνου**, δηλαδή το πλάτος σχεδιάζεται σε συνάρτηση με τον χρόνο. Το δεύτερο γράφημα ονομάζεται **φασματική απεικόνιση** και παρουσιάζει το πλάτος του ήχου σχεδιασμένο κατά μήκος μίας κλίμακας συχνοτήτων. Η Φασματική απεικόνιση συνεπικουρεί στη διάγνωση διαταραχών φώνησης και ομιλίας. Η ομιλία απεικονίζεται σε ένα τρισδιάστατο σχήμα το οποίο δείχνει στον οριζόντιο άξονα (X) τον χρόνο, στον κάθετο άξονα (Y) τη συχνότητα και η σκίαση στην εκτύπωση αντιπροσωπεύει την ένταση των ήχων, με τη πιο δυνατή ένταση στη πιο σκούρα σκιά και την χαμηλή στην πιο ανοιχτή σκιά.

### 3. ΑΚΟΗ

Πριν από πολλά χρόνια ο Flecher (1929) διέκρινε τέσσερις κατηγορίες αξιολόγησης ακοής, ταξινομημένες ανάλογα με το σκοπό τους:

- a) Βιομηχανική, ώστε να καθορίζεται η καταλληλότητα ενός υποψηφίου για απασχόληση.
- b) Εκπαιδευτική, για να εντοπίζονται τα παιδιά με προβλήματα ακοής.
- c) Κλινική, για να βοηθήσει τον ιατρό στην διάγνωση διαταραχών ακοής.
- d) Ερευνητική, για να προσδιορίζονται νέα γεγονότα, τόσο για κανονική όσο και για διαταραγμένη ακοή.

Ο Hirsh (1952) έκανε ένα άλλο είδος ταξινόμησης, που σχετίζεται περισσότερο με τη φυσική του θέματος, παρατηρώντας ότι η τάξη όλων των γεγονότων που ονομάζονται ήχοι θα μπορούσε να χωριστεί σε τρία: αυτά που ακούγονται από σχεδόν όλα τα ανθρώπινα όντα, αυτά που ακούγονται μόνο από μερικούς ανθρώπους και αυτά που δεν ακούγονται καθόλου από ανθρώπους. Διακρίνει επίσης μεταξύ της «ευαισθησίας» και της «οξύτητας» της ακοής, με την αιτιολογία ότι η οξύτητα μπορεί να αναφέρεται στην ικανότητα διαχωρισμού δύο ακουστικών ερεθισμάτων στο χώρο, το ύψος ή την ένταση, ενώ η ευαισθησία συνεπάγεται μόνο τον προσδιορισμό των ελάχιστων ακουστικών ήχων. Αυτή η διάκριση είναι σημαντική αφού η σημερινή διαχείριση της μέτρησης της ακοής από τον κλινικό ακουολόγο υιοθετεί μέτρα εκτός από την απόλυτη ευαισθησία και αυτά είναι σίγουρα " ακουομετρία " αν και με την ευρύτερη έννοια.

#### **4. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΟΗΣ**

Το ακουστικό σύστημα αποτελείται από δύο επιμέρους συστήματα, το περιφερικό ακουστικό σύστημα και το κεντρικό ακουστικό σύστημα. Το πρώτο, αποτελείται από τρία μέρη, το εξωτερικό αυτί, το μεσαίο αυτί και το εσωτερικό αυτί. Το τέλος του περιφερικού ακουστικού συστήματος αποτελεί την αρχή του κεντρικού ακουστικού συστήματος και περιλαμβάνει το ακουστικό νεύρο. Το ακουστικό νεύρο ξεκινά από το αυτί και καταλήγει μέσα στο ακουστικό νευρικό σύστημα μέσω του εγκεφαλικού στελέχους. (JAMES W. HALL, III, 2014).

##### **4.1. ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

- **Εξωτερικό αυτί**

Το εξωτερικό αυτί περιλαμβάνει το πτερύγιο, το οποίο είναι το πιο ορατό μέρος του αυτιού και χρησιμεύει στον προσδιορισμό της προέλευσης των ήχων. Επίσης, περιλαμβάνει τον εξωτερικό ακουστικό πόρο, ο οποίος είναι ένας αγωγός, σε σχήμα S, που μεταφέρει τον ήχο από το πτερύγιο στην τυμπανική μεμβράνη. Η καμπυλωτή πορεία εξωτερικού πόρου βοηθά στην προστασία της ευαίσθητης τυμπανικής μεμβράνης, που εντοπίζεται στο μεσαίο άκρο του πόρου. Τα τοιχώματα του πλευρικού ή τα εξωτερικά 2/3 του ακουστικού πόρου αποτελούνται από χόνδρο, ενώ τα τοιχώματα του μεσαίου ή του εσωτερικού 1/3 του εξωτερικού ακουστικού πόρου σχηματίζονται από οστό. Ο ενήλικος ακουστικός πόρος ενισχύει τον ήχο σε μία συχνότητα αντήχησης εντός της περιοχής 2500

Hz έως 3000 Hz, ανάλογα με την διάμετρο και το μήκος του πόρου. Αυτή η περιοχή συχνοτήτων είναι πολύ σημαντική για την αντίληψη των συμφώνων της ομιλίας (JAMES W. HALL, III, 2014).

- **Μεσαίο αυτί**

Το μεσαίο αυτί περιλαμβάνει την τυμπανική μεμβράνη και έναν χώρο που βρίσκεται πίσω από αυτή (JAMES W. HALL, III, 2014). Η τυμπανική μεμβράνη διαχωρίζει τον εξωτερικό ακουστικό πόρο από τον πόρο του μεσαίου αυτιού. Στον χώρο πίσω από την τυμπανική μεμβράνη, εντοπίζονται τρία μικροσκοπικά οστάρια, η σφύρα, ο άκμονας και ο αναβολέας, τα οποία συνδέουν τον τυμπανικό υμένα με το εσωτερικό αυτί. Επιπλέον, προς το κάτω άκρο της τυμπανικής μεμβράνης εντοπίζεται και η ευσταχιανή σάλπιγγα, η οποία φέρει σε επικοινωνία το κοίλο του τυμπάνου με τον ρινοφάρυγγα και αερίζει το μεσαίο αυτί.

- **Εσωτερικό αυτί**

Το εσωτερικό αυτί περιβάλλεται από κρανιακά οστά. Στο εσωτερικό αυτί, η μηχανική δραστηριότητα που σχετίζεται με τις δονήσεις του ήχου μετατρέπεται σε ηλεκτρική δραστηριότητα (JAMES W. HALL, III, 2014).

Το εσωτερικό αυτί αποτελείται από τον κοχλία, το αιθουσαίο σύστημα και τους ημικύκλιους σωλήνες. Ο κοχλίας είναι μία μικρή ελικοειδής δομή και χωρίζεται σε τρία τμήματα: το μεσαίο τμήμα, τον κοχλιακό πόρο και το όργανο Corti. Το όργανο Corti είναι γεμάτο υγρό και περιέχει υπερευαίσθητα τριχοειδή κύτταρα, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μετάφραση των ηχητικών δονήσεων σε ηλεκτρικούς παλμούς, που οδηγούνται μέσω του ακουστικού νεύρου στον εγκέφαλο. Το αιθουσαίο σύστημα περιέχει κύτταρα που ελέγχουν την ισορροπία. Τέλος, οι ημικύκλιοι σωλήνες δίνουν πληροφορίες στον εγκέφαλο σχετικά με την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης.

## **4.2. ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Το τέλος του περιφερικού ακουστικού συστήματος και η αρχή του κεντρικού νευρικού ακουστικού συστήματος είναι το σημείο όπου οι ακουστικές νευρικές ίνες δημιουργούν συνδέσεις με τους νευρώνες στο εγκεφαλικό στέλεχος. Οι ακουστικοί νευρώνες δημιουργούν οδούς νευρικών ιών που ταξιδεύουν από την μια περιοχή του εγκεφάλου στην επόμενη. Οι νευρώνες ομαδοποιούνται σε εγκεφαλικά κέντρα που ονομάζονται πυρήνες. Οι ακουστικοί οδοί και τα κέντρα είναι διπλά, βρίσκονται και στις

δύο πλευρές του εγκεφάλου και επικοινωνούν μέσω δεσμίδων νευρικών ινών, οι οποίες διασταυρώνονται από την μια πλευρά του εγκεφάλου στην άλλη (JAMES W. HALL, III, 2014).

Ο θάλαμος είναι μια βασική δομή στο κεντρικό νευρικό σύστημα, η οποία εντοπίζεται μεταξύ του εγκεφαλικού στελέχους και του εγκεφαλικού φλοιού και στην οποία συντονίζονται οι πληροφορίες της ακοής, της όρασης και της αφής. Το έσω γονατώδες σώμα είναι μια περιοχή του εγκεφάλου, η οποία εξειδικεύεται στην επεξεργασία των ακουστικών πληροφοριών. Τέλος ο εγκεφαλικός φλοιός αποτελεί την πιο πολύπλοκη περιοχή του εγκεφάλου και το υψηλότερο επίπεδο του ακουστικού συστήματος (JAMES W. HALL, III, 2014).

#### **4.3. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΟΗΣ**

Τα ηχητικά κύματα φτάνουν στον τυμπανικό υμένα μέσα από τον εξωτερικό ακουστικό πόρο και τον δονούν. Η δόνηση αυτή μεταβιβάζεται μέσω των μικρών οσταρίων του μέσου αυτιού στο εσωτερικό αυτί και εκεί η δόνηση του κοχλίου προκαλεί δόνηση στο όργανο του Corti που έχει ως συνέπεια την μετατροπή της ηχητικής σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή με τη σειρά της μεταβιβάζεται στον ακουστικό φλοιό μέσω του κοχλιακού νεύρου. Έτσι, επιτυγχάνεται η αίσθηση της ακοής του ήχου.

Η ακοή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μέσω της αέρινης οδού είτε μέσω της οστέινης οδού. Η αέρινη ακουστική οδός επιτυγχάνεται μέσα από την διαδικασία που περιγράφεται παραπάνω. Η οστέινη ακουστική οδός ενεργοποιείται όταν τα ηχητικά κύματα προσκρούονται στα κρανιακά οστά, τα οποία δονούνται με αποτέλεσμα η δόνηση αυτή να μεταβιβάζεται στο εσωτερικό αυτί και να μεταφράζεται σε ακοή.

#### **5. ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΟΝΩΝ**

Η ακοομετρία καθαρών τόνων προσδιορίζεται ως η μέτρηση των ουδών ακοής για ήχους καθαρών τόνων. Η μέτρηση ουδών καθαρών τόνων είναι ένας από τους παλαιότερους τρόπους εξέτασης της ακοής. Τα μηχανήματα που χρειάζονται για την εξέταση είναι ένας **ακοομετρητής** που αποτελεί μία ηλεκτρονική συσκευή που συνήθως συνδέεται με υπολογιστή, τα **ακουστικά** ή ένα **οστεόφωνο** τα οποία μετατρέπουν το ηλεκτρικό σήμα σε ήχο, το **μικρόφωνο** που μετατρέπει τον ήχο σε ηλεκτρικό σήμα και το **μεγάφωνο** το οποίο χρησιμοποιείται σε ασθενείς με ακουστικό βαρηκοΐας ή σε μικρά



βρέφη που δεν μπορούν να ανεχτούν τα ακουστικά ή το οστεόφωνο. Συγκεκριμένα, όταν χρησιμοποιείται το μεγάφωνο, η εξέταση της ακοής ονομάζεται **εξέταση ηχητικού πεδίου**.

Ο **ουδός ακοής** όπως αναφέρθηκε, ορίζεται ως η πιο εξασθενημένη στάθμη έντασης σε dB που παράγει μία απόκριση από τον ασθενή, περίπου στο 50% του χρόνου. Η επαύξηση για την εκτίμηση του κλινικού ουδού ακοής είναι 5 dB. Μικρότερες επαυξήσεις έντασης χρησιμοποιούνται κάποιες φορές στην ακουστική ενέργεια (JAMES W. HALL, III, 2014).

Ο μέσος άνθρωπος με τυπική ακοή έχει στάθμες ουδού ακοής στα 0 dB HL, το οποίο ονομάζεται **ακοομετρικό μηδέν** (JAMES W. HALL, III, 2014). Για οποιοδήποτε δεδομένο εξεταζόμενο αυτί και συχνότητα καθαρού τόνου, περίπου τα 2/3 του πληθυσμού με φυσιολογική ακοή θα έχουν στάθμες ουδών ακοής είτε -5 dB, είτε 0 dB είτε 5 dB (JAMES W. HALL, III, 2014). Σε έναν ασθενή που ο ουδός ακοής είναι μεγαλύτερος από 15 dB, που είναι εκτός φυσιολογικών ορίων, υπάρχει υποψία για ακουστική διαταραχή.

Παρόλο που ένας άνθρωπος με τυπική ακοή μπορεί να αντιληφθεί ήχους από 20 έως 20.000 Hz, στην κλινική εξέταση περιορίζεται η περιοχή συχνοτήτων από 250 έως 8.000 Hz καθώς σε αυτό το εύρος περιλαμβάνεται όλη η ενέργεια του ήχου που χρειάζεται για την αντίληψη της ομιλίας.

Στην αξιολόγηση της οστέινης αγωγής με καθαρούς τόνους, οι ουδοί ακοής μετριοούνται μόνο για μία κλίμακα συχνοτήτων από 500 έως 2.000 ή 4.000 Hz (JAMES W. HALL, III, 2014).

## **6. ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ**

Το ακοόγραμμα είναι μία γραφική σύνοψη των αποτελεσμάτων της εξέτασης ακοής. Το γράφημα αυτό, δείχνει τους ουδούς ακοής σε dB HL στον κάθετο άξονα Ψ, σχεδιασμένους σε συνάρτηση με τα σήματα καθαρών τόνων σε διαφορετικές συχνότητες, σε Hz που απεικονίζονται στον άξονα X (JAMES W. HALL, III, 2014). Η ένταση που δείχνει τον ουδό ακοής ξεκινάει από τα -10 dB στο πιο υψηλό τμήμα του γραφήματος, συνεχίζοντας καθοδικά στο γράφημα έως τα 110 με 120 dB, κάθε φορά αυξάνοντας κατά 5 dB. Οι εξεταζόμενες ακοομετρικές συχνότητες είναι οι καθαροί τόνοι που απέχουν μία οκτάβα μεταξύ τους, δηλαδή η πρώτη συχνότητα θα είναι το 1/2 της επόμενης συχνότητας. Το χαμηλότερο όριο των εξεταζόμενων συχνοτήτων είναι τα 125 Hz και το υψηλότερο

όριο φτάνει τα 8.000 Hz. Βέβαια έχουν σημειωθεί αποκλίσεις σε κάποια έντυπα ακοογράμματος, τα οποία δείχνουν την ένταση στο δεξί τμήμα του γραφήματος αντί για το αριστερό μέρος και σε άλλα έντυπα η κλίμακα της έντασης εκτείνεται από -10 dB έως και 130 dB. Στο έντυπο του ακοογράμματος καταγράφονται τα ευρήματα από την εξέταση, πληροφορίες σχετικά με την ταυτότητα και το ιστορικό του ασθενούς, ο λόγος για την εξέταση και η ημερομηνία εξέτασης. Επίσης, υπάρχει κι ένας πίνακας συμβόλων που ερμηνεύει τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο ακοόγραμμα. Συγκεκριμένα, οι ουδοί καθαρών τόνων με σήματα αέρινης αγωγής, υποδεικνύονται με έναν κύκλο “O” για το δεξί αυτί και ένα “X” για το αριστερό αυτί. Οι αγκύλες χρησιμοποιούνται για τους ουδούς ακοής οστέινης αγωγής, ανοιχτό προς τα δεξιά “<” για το δεξί αυτί και προς τα αριστερά “>” για το αριστερό αυτί. Ορισμένες φορές χρειάζονται τουλάχιστον, οχτώ διαφορετικά σύμβολα για τη διάκριση σε ένα διάγραμμα, των αποτελεσμάτων για το δεξί και αριστερό αυτί, σε τέσσερις καταστάσεις εξέτασης περιλαμβάνοντας είτε καθόλου κάλυψη για το μη εξεταζόμενο αυτί, είτε κάλυψη για το μη εξεταζόμενο αυτί. Αυτές οι καταστάσεις είναι: η αέρινη αγωγή χωρίς κάλυψη, η αέρινη αγωγή με κάλυψη, η οστέινη αγωγή χωρίς κάλυψη και η οστέινη αγωγή με κάλυψη (JAMES W. HALL, III, 2014).

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται κατά την εξέταση.

Key to audiometric symbols		
	Right	Left
Air conduction unmasked	○	×
Air conduction masked	△	□
Bone conduction unmasked	<	>
Bone conduction masked	[	]

**Εικόνα 1.6.1:** Σύμβολα ακοογράμματος

Η εξέταση γίνεται σε έναν ειδικά ηχομονωμένο θάλαμο έτσι ώστε να μην επηρεάζεται από εξωτερικούς θορύβους. Υπάρχουν δύο έντυπα ακοογράμματος, το **Παραδοσιακό Ακοόγραμμα** που απεικονίζει στο ίδιο γράφημα τα ευρήματα και για τα δύο αυτιά, και το **Ξεχωριστό Ακοόγραμμα Αυτιού** το οποίο βγάζει τα ίδια αποτελέσματα με το Παραδοσιακό Ακοόγραμμα αλλά ξεχωριστά για το κάθε αυτί. Η ανάλυση του ακοογράμματος περιγράφει τη σοβαρότητα της βαρηκοΐας, αν υπάρχει, σε κάθε αυτί.

## 7. ΟΜΙΛΗΤΙΚΗ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ

Η ομιλητική ακοομετρία είναι η διαδικασία, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανότητας ενός ατόμου να εντοπίζει και να αναγνωρίζει την ομιλία (JAMES W. HALL, III, 2014). Η εξέταση αυτή θεωρείται σημαντική για την ακοή καθώς επιτρέπει στον ακοολόγο να τεκμηριώσει τα παράπονα των ασθενών και να καταγράψει τις επιπτώσεις της βαρηκοΐας στην επικοινωνία. Τα αποτελέσματα της ομιλητικής ακοομετρίας βοηθούν τον ακοολόγο να αποφασίσει αν χρειάζεται περαιτέρω αξιολόγηση η ακοή, και επίσης, είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη στόχων διαχείρισης του ασθενούς.

Για να πραγματοποιηθεί η εξέταση της ομιλητικής ακοομετρίας, ο ακοολόγος χρησιμοποιεί διάφορα είδη ομιλίας όπως συλλαβές σύμφωνο-φωνήεν “πα”, μονοσύλλαβες λέξεις “πως”, δυσύλλαβες λέξεις “κότα” και προτάσεις “Η Άννα χτύπησε”. Τα διάφορα ερεθίσματα που χρησιμοποιούνται ονομάζονται **υλικά ομιλίας**. Ο ουδός ακοής μπορεί να εξετασθεί μέσω μίας δοκιμασίας επανάληψης δυσύλλαβων ή τρισύλλαβων λέξεων, καθώς η στάθμη της έντασης μειώνεται.

Επίσης, τα υλικά ομιλίας μπορούν να βοηθήσουν σε μία δοκιμασία λεκτικής και οπτικής αναγνώρισης, κατά την οποία ο ακοολόγος δείχνει εικόνες που αντιπροσωπεύουν λέξεις που παρουσιάζονται στον ασθενή σε μία σταθερή στάθμη άνετης ακρόασης και ο ασθενής θα πρέπει να επιλέξει την εικόνα που αντιστοιχεί στην λέξη που μόλις άκουσε. Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας καταγράφονται σε ποσοστό σωστών αποκρίσεων (JAMES W. HALL, III, 2014).

Μία πιο σύνθετη ακουστική διεργασία στην ομιλητική ακοομετρία είναι η ταυτόχρονη παρουσίαση δύο υλικών ομιλίας στο ένα αυτί με στόχο την επανάληψη μόνο του ενός ερεθίσματος.

### 7.1. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ

Μία απλή μέτρηση της ομιλητικής ακοομετρίας είναι ο **ουδός εντοπισμού ομιλίας**. Ο ουδός εντοπισμού ομιλίας ή OEO (ASHA, 1988) είναι η χαμηλότερη στάθμης έντασης σε dB HL, στην οποία ένα άτομο έχει επίγνωση ή μπορεί να εντοπίσει την παρουσία ενός ομιλητικού σήματος. Η μέτρηση του OEO δεν απαιτεί από τον ασθενή να επαναλάβει ή να κατανοήσει την ομιλία (JAMES W. HALL, III, 2014), το μόνο που χρειάζεται είναι να

εντοπίσει την παρουσία της ομιλίας και να πατήσει ένα κουμπί ή να κάνει κάποιο νόημα (στροφή κεφαλιού για μικρότερα παιδιά) για να το επιβεβαιώσει.

Μία άλλη συνηθισμένη μέτρηση της ομιλητικής ακοομετρίας είναι η μέτρηση του **ουδού αναγνώρισης ομιλίας**. Ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας (ΟΑΟ), ορίζεται ως η πιο εξασθενημένη ή χαμηλότερη στάθμη έντασης σε dB HL, στην οποία ένα άτομο μπορεί να αναγνωρίσει ή να προσδιορίσει σωστά περίπου το 50% των λέξεων, που παρουσιάζονται (ASHA,1988). Η αναγνώριση ή προσδιορισμός της ομιλίας είναι μία πιο σύνθετη απόκριση από ότι ο απλός εντοπισμός ή η επίγνωση της ομιλίας (JAMES W. HALL, III, 2014). Για τον εντοπισμό του ουδού αναγνώρισης ομιλίας χρησιμοποιείται ένας τύπος υλικού ομιλίας που ονομάζεται **σπονδείς**. Ο όρος σπονδείς αναφέρεται σε ένα μέτρο στη ποίηση, που αποτελείται από δύο τονισμένες συλλαβές (JAMES W. HALL, III, 2014). Κάποια παραδείγματα σπονδίων στην Αγγλική γλώσσα είναι “hotdog”, “iceberg”, “hothouse”, “daybreak”, “sunset” κ. α. Στην Ελληνική γλώσσα δεν υπάρχουν σπονδίοι.

Η εξέταση ΟΑΟ ξεκινάει σε μία άνετη στάθμη έντασης γύρω στα 30 – 40 dB HL. Ο ασθενής καλείται να επαναλάβει ή ακόμα και να μαντέψει, αν είναι απαραίτητο, την λέξη. Κάθε φορά που ο ασθενής επαναλαμβάνει σωστά έναν ή δύο σπονδείς, η ένταση μειώνεται κατά 10 dB HL και μία ή δύο λέξεις παρουσιάζονται ξανά.

Η μέτρηση του **σκορ (στάθμης) αναγνώρισης ομιλίας** είναι μια ακόμη δοκιμασία ομιλητικής ακοομετρίας. Αναλυτικότερα, η διάκριση της ομιλίας μπορεί να διαπιστωθεί με έναν απλό τρόπο. Ο πιο κοινός είναι να παρουσιαστεί στον ασθενή μια λίστα από λέξεις. Το ποσοστό των λέξεων που θα επαναληφθεί σωστά από τον ασθενή ονομάζεται Σκορ (Στάθμη) Αναγνώρισης Ομιλίας (ΣΑΟ) ή Σκορ Διάκρισης Ομιλίας και μας παρέχει λειτουργικές πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα ενός ατόμου να επικοινωνεί, στηριζόμενος στην ακοή του (Wiener & Lawson, 1997; Gelfand, 2009).

Η μέτρηση του σκορ αναγνώρισης ομιλίας χρησιμοποιείται σε κάθε φάση της ακοολογίας με σκοπό:

- Να υπολογιστεί ο βαθμός της ακουστικής αναπηρίας ή της λειτουργικής επικοινωνίας του ασθενή,
- Να καθοριστεί η ανατομική πλευρά της οργανικής βλάβης (αν η βλάβη είναι οπισθοκοχλιακή, τότε το σκορ είναι λιγότερο από 30%. Από 30% έως 84% είναι χαρακτηριστικό νευροαισθητηριακής βαρηκοΐας, δηλαδή κοχλιακής βλάβης. Από

84% έως 100% είναι χαρακτηριστικό βαρηκοΐας αγωγιμότητας και κανονικής ακοής.),

- Να ελέγξει την πορεία ενός προγράμματος ακουστικής αποκατάστασης και
- Να αξιολογήσει την λειτουργία των ακουστικών βοηθημάτων, (Τρίμης, 2016).

Η δοκιμασία ΣΑΟ μπορεί να εξεταστεί σε κάθε στάθμη ηχητικής έντασης, αλλά συνήθως η μέτρηση γίνεται σε ένταση 25 ή 40 dB πάνω από τον ουδό αναγνώρισης ομιλίας. Αυτό συμβαίνει διότι τα άτομα με φυσιολογική ακοή διακρίνουν το 100% των λέξεων που τους παρουσιάζονται σε αυτές κυρίως τις στάθμες (Παπαφράγκου, 2008).

## **7.2. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΟΕΟ ΚΑΙ ΟΑΟ**

- Η μέτρηση ΟΑΟ δεν είναι εφικτή σε ορισμένους πληθυσμούς ασθενών, όπως τα βρέφη, τα άτομα με σοβαρή βαρηκοΐα και άτομα με μειωμένη γνωστική λειτουργικότητα. Αντιθέτως, η μέτρηση του ΟΕΟ είναι εφικτή στους παραπάνω πληθυσμούς ασθενών.
- Ο ΟΕΟ μετριέται συνήθως σε στάθμες έντασης από 6 έως 10 dB HL πιο κάτω από τις στάθμες έντασης για το ΟΑΟ, για αυτό και συνήθως είναι κατά 10 dB HL καλύτερος από τον ουδό αναγνώρισης ομιλίας, στο ίδιο άτομο.
- Χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για την παροχή πληροφοριών για να αναγνωριστεί μία συγκεκριμένη λέξη, μεταξύ μίας ομάδας λέξεων, που συμβαίνει για τον ΟΑΟ. Ενώ, χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να εντοπιστεί απλά η παρουσία μίας λέξης (ΟΕΟ).

## **7.3. ΟΜΙΛΗΤΙΚΗ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ**

Η ανάπτυξη της ομιλητικής ακοομετρίας δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στην Ελλάδα. Οι πιο γνωστοί κατάλογοι λέξεων που έχουν δημιουργηθεί για την Ελληνική γλώσσα είναι του Α. Κόγια (Κόγιας, 1961), Λ. Μανωλίδη (Μανωλίδης, 1964), του Γ. Καστέλη (αδημοσίευτα στοιχεία) και των Μανωλίδη-Ηλιάδη (αδημοσίευτα στοιχεία) (Tye -Murray, 2011) . Οι λίστες αυτές, βέβαια, δεν πληρούν αρκετά κριτήρια ενός ομιλητικού τεστ. Συγκεκριμένα,

- Δεν είναι φωνημικά ισόρροπες.

- Αρκετές λέξεις έχουν χαμηλή οικειότητα.
- Δεν περιέχουν όλα τα φωνήματα της Ελληνικής γλώσσας.
- Δεν υπάρχει έρευνα για την ισοδυναμία λιστών.
- Σε μερικές λίστες ο τονισμός των λέξεων είναι τυχαίος.
- Ανεπαρκής αριθμός λέξεων για την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας.
- Δεν διευκρινίζονται αν οι λίστες χρησιμοποιούνται για τον ουδό αναγνώρισης ομιλίας ή την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας.
- Δεν διευκρινίζονται οι ηλικιακές ομάδες (παιδιά ή ενήλικες) για τις οποίες είναι κατάλληλες οι λίστες (Tye -Murray, 2011).

Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη νέων λιστών, τόσο για τον ουδό αναγνώρισης ομιλίας, όσο και για την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας, για παιδιά και ενήλικες (Tye -Murray, 2011). Ο Ν. Τρίμμης και οι συνεργάτες του, ανέπτυξαν το 2006, 4 νέες λίστες στην Νεοελληνική γλώσσα, οι οποίες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Φωνημική ισορροπία.
- Δισύλλαβες λέξεις.
- Οικειότητα των λέξεων.
- Αριθμός 50 λέξεων σε κάθε λίστα.
- Ίσος καταμερισμός των λέξεων με βάση τον τονισμό.
- Φωνημική διαφοροποίηση των λιστών.
- Ίδιος βαθμός δυσκολίας σε όλες τις λίστες (Tye -Murray, 2011).

Στο σημείο αυτό γίνεται μια εκτενής ανάλυση σχετικά με αυτά τα κριτήρια ανάπτυξης των λιστών ομιλητικής ακοομετρίας. Αναλυτικότερα,

#### Φωνημική ισορροπία

Σε κάθε λίστα, κάθε φώνημα θα πρέπει να συναντάται με την ίδια συχνότητα που εμφανίζεται και στην καθημερινή ομιλία. Η φωνημική ισορροπία συνήθως, αλλά εσφαλμένα, ορίζεται φωνητική ισορροπία. Υπάρχει μια βασική διαφορά μεταξύ των φωνημικών και των φωνητικών στοιχείων. Τα φωνήματα είναι αφηρημένες έννοιες σχετικές με την σημασιολογία. Τα φωνητικά στοιχεία, από την άλλη πλευρά, είναι οι

αρθρωτικές/ακουστικές εκδηλώσεις των φωνημάτων. Έτσι, ένα συγκεκριμένο φώνημα μπορεί να εκδηλώνεται ως ένας αριθμός διαφορετικών φωνητικών στοιχείων (αλλόφωνα), όλα εκ των οποίων θα ερμηνεύονται ως το ίδιο φώνημα. Οι διαφορές σε φωνητικά στοιχεία, όπως μεταξύ διαλέκτων της ίδιας γλώσσας δεν θα εμποδίσουν την επικοινωνία. Επομένως, είναι η φωνημική και όχι η φωνητική ισορροπία που μας ενδιαφέρει (Martin, 1997).

Τα διαφορετικά φωνήματα πρέπει να παρουσιάζονται στο υλικό της δοκιμασίας με τις ίδιες σχετικές συχνότητες όπως στην καθημερινή ομιλία, διότι αν ο ακροατής είναι εντελώς ανίκανος να διακρίνει ένα φώνημα το οποίο εμφανίζεται με χαμηλή συχνότητα στην καθημερινή ομιλία, η διαταραχή την οποία παρουσιάζει, δεν είναι τόσο σοβαρή όσο θα ήταν εάν επρόκειτο για ένα πιο συχνά εμφανιζόμενο φώνημα. Θεωρώντας ότι η αρχή της φωνημικής ισορροπίας είναι αποδεκτή, παραμένουν δυο παράγοντες για να επιλυθούν: η επιλογή του κατάλληλου φωνημικού αλφαβήτου και ο καθορισμός των σχετικών εμφανίσεων των φωνημάτων στον αρχικό πληθυσμό (Tye -Murray, 2011).

Αναλυτικότερα, ο αριθμός φωνημάτων σε μία γλώσσα εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη διαφοροποίηση των φωνημάτων από τα αλλόφωνα. Ο απλούστερος τρόπος για να καταδεχθεί ότι 2 ήχοι μιας γλώσσας ανήκουν σε διαφοροποιημένα τεμάχια (φωνήματα) είναι να βρεθούν τα ελάχιστα ζεύγη. Ένα ελάχιστο ζεύγος αποτελείται από δύο λέξεις, φράσεις ή προτάσεις με διαφορετική σημασία, οι μορφές των οποίων διαφέρουν μόνο σε ένα ήχο. Εάν σε οποιαδήποτε λέξη η αντικατάσταση του ενός φωνητικού στοιχείου από το άλλο καταλήγει σε διαφορά του σημασιολογικού περιεχόμενου της λέξης, τότε τα φωνητικά στοιχεία ανήκουν σε δυο διαφορετικά φωνήματα. Διαφορετικά θα θεωρούνται ως αλλοφωνικές παραλλαγές του ίδιου φωνήματος. Τα φωνήματα είναι οι ελάχιστες γλωσσικές μονάδες που έχουν εννοιολογικά διαφοροποιητική αξία σε μία γλώσσα (δηλαδή η αντικατάσταση ενός φωνήματος με ένα άλλο φώνημα στο ίδιο φωνητικό περιβάλλον επιφέρει αλλαγή της σημασίας) (Tye -Murray, 2011).

Υπάρχουν διάφορες μελέτες για τον αριθμό των φωνημάτων της νεοελληνικής. Σύμφωνα με τους Holton και συν (1999) η νεοελληνική γλώσσα αποτελείται από 32 κοινούς ήχους, εκ των οποίων οι 20 είναι φωνήματα και οι υπόλοιποι 12 αλλόφωνα. Χρησιμοποιώντας ελάχιστα ζεύγη για τους παραπάνω 32 ήχους κατορθώσαμε να βρούμε, εκτός από τα 20 φωνήματα, επιπλέον 10 ελάχιστα ζεύγη για τα 12 αλλόφωνα. Τα δύο

αλλόφωνα για τα οποία δεν βρέθηκαν ελάχιστα ζεύγη είναι το [ʃ] και το [ɲ] τα οποία ανήκουν στα φωνήματα [g] και [n] αντίστοιχα.

Επομένως για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας θα θεωρήσουμε ότι τα φωνήματα της νεοελληνικής γλώσσας είναι 30 (Tye -Murray, 2011).

Αρχικά καθορίστηκε η συχνότητα εμφάνισης των 32 πιο συχνών ήχων της νεοελληνικής γλώσσας (Trimmis, Papadeas and Papadas, 2005). Το υλικό που επιλέχθηκε αποτελείται από 102.934 λέξεις, που αποκτήθηκε από 100 τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές εκπομπές. Κάθε εκπομπή ανήκει σε μία από τις παρακάτω 10 κατηγορίες: Υγεία/Ιατρική, Ψυχολογία, Εκπαίδευση/Παιδεία, Πολιτισμός, Βιβλία, Μουσική, Θέατρο, Πολιτική, Οικονομία, Αθλητικά. Επιλέχθηκαν 10 εκπομπές για κάθε κατηγορία (5 τηλεοπτικές και 5 ραδιοφωνικές). Ο αριθμός των λέξεων σε κάθε εκπομπή ήταν περίπου 1000 και η γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις εκπομπές ήταν η νεοελληνική. Η ομιλία των εκπομπών καταγράφηκε φωνημικά σε αρχεία του Microsoft Word και στη συνέχεια έγινε η καταμέτρηση των 30 φωνημικών ήχων. Η καταγραφή των εκπομπών έγινε πολύ προσεκτικά, χρησιμοποιώντας σύμβολα του διεθνούς φωνητικού αλφάβητου (IPA) και λαμβάνοντας υπόψη τα φωνολογικά φαινόμενα της νεοελληνικής. Αυτά τα φαινόμενα είναι η αφομοίωση (αφομοίωση ως προς το σημείο της άρθρωσης και αφομοίωση ως προς την ηχηρότητα), η ανομοίωση ως προς τον τρόπο της άρθρωσης και η απαλοιφή (απαλοιφή συμφώνου και απαλοιφή φωνήεντος), τα οποία επηρεάζουν τη φωνολογική δομή των μορφημάτων ή των λέξεων, όταν αυτές συνδυάζονται (Holton και συν, 1999) (Tye -Murray, 2011).

#### Δισύλλαβες λέξεις

Οι δοκιμασίες για τη μέτρηση της μέγιστης επίδοσης αναγνώρισης της ομιλίας πρέπει να αποτελούνται από στοιχεία με χαμηλό πλεονασμό, διαφορετικά η πολυπλοκότητα των ενδείξεων στον ακροατή μπορεί να καλύψει μερικώς την ανικανότητα να διαφοροποιηθούν οι λεκτικοί ήχοι από τις ακουστικές ιδιότητές τους. Τα φωνήματα είναι ο ελάχιστος και οι προτάσεις ο πιο πλεονάζων τύπος αντικειμένου. Επομένως, οι μονοσύλλαβοι κατάλογοι λέξεων χρησιμοποιούνται ευρέως διεθνώς. Ο Egan (1948) παρουσίασε μια σχέση μεταξύ του αριθμού ήχων σε μια λέξη και της δυνατότητας να αναγνωριστεί εκείνη η λέξη. Όσο περισσότερα είναι τα φωνήματα και, επομένως, ο ακουστικός πλεονασμός που χαρακτηρίζουν μια λέξη, τόσο ευκολότερα αυτή αναγνωρίζεται. Ένα τεστ που χρησιμοποιεί προτάσεις, συνεπώς, θα μετρά εν μέρει ένα



ακουστικό έλλειμμα σε περιφερικό επίπεδο, και εν μέρει ένα συνδυασμό γλωσσικής ικανότητας και γενικής εγκεφαλικής λειτουργίας (Tye -Murray, 2011).

Στη νέα ελληνική είναι αδύνατον να βρεθούν αρκετές μονοσύλλαβες λέξεις, γι' αυτό και επιλέξαμε δισύλλαβες. Εντούτοις, όλες οι δισύλλαβες που επιλέχθηκαν είχαν τον ελάχιστο πιθανό αριθμό φωνημάτων, κρατώντας, κατά συνέπεια, τον πλεονασμό σε χαμηλό επίπεδο. Η 1η λίστα αποτελείται από 211 και οι υπόλοιπες από 213 φωνήματα (Tye -Murray, 2011).

### Οικειότητα των λέξεων

Η έννοια της γνώσης του υλικού ομιλίας είναι σημαντική για τη δοκιμασία και υποδηλώνει ότι όσο περισσότερο είναι κάποιος εξοικειωμένος με ένα ερέθισμα, τόσο πιο εύκολα θα το αναγνωρίσει. Οι μελέτες των Black(1952), Howes (1957), Pollack et al. (1959), Owens (1961) και Savin (1963) υποδεικνύουν ότι οι μη συνηθισμένες λέξεις έχουν χαμηλότερη καταληπτότητα απ' ό,τι οι συνηθισμένες (Tye -Murray, 2011).

Αν και η γνώση (ή, τουλάχιστον, η συχνότητα εμφάνισης) των λέξεων του τεστ έχει ξεκάθαρα μια επίδραση στην καταληπτότητα, αυτό καθαυτό δεν αποτελεί εμπόδιο για την διαγνωστική ομιλητική ακοομετρία, εφόσον η επίδραση είναι ίδια για όλους σχεδόν τους ασθενείς. Συγκεκριμένες ομάδες ασθενών (άτομα με χαμηλή εκπαίδευση, παιδιά και άτομα για τα οποία η Νεοελληνική είναι μια δεύτερη γλώσσα) θα παρουσιάσουν απόκλιση στις επιδράσεις της συχνότητας εμφάνισης των λέξεων, οδηγώντας σε μειωμένες στάθμες αναγνώρισης ομιλίας, οι οποίες δεν έχουν καμία σχέση με την ακουστική τους ικανότητα. Η δυσκολία αυτή ξεπερνάτε σε μεγάλο βαθμό εάν οι λίστες αποτελούνται μόνο από σχετικά συνηθισμένες λέξεις (Martin, 1997) (Tye -Murray, 2011).

Σε πρώτο στάδιο συλλέχθηκαν 900 δισύλλαβες λέξεις από τον κατάλογο των 10.000 πιο ισχυρών λημμάτων της Ελληνικής γλώσσας όπως αυτά αντλήθηκαν από το Ηλεκτρονικό Σώμα Κειμένων του Ινστιτούτου Επεξεργασίας Λόγου (ILSP, 2000). Σε δεύτερο στάδιο, λόγω δυσκολιών τήρησης όλων των κριτηρίων για την διεκπεραίωση των λιστών, επιλέχθηκαν άλλες 100 δισύλλαβες λέξεις που δεν βρίσκονται στον κατάλογο των 10.000 πιο συχνών λημμάτων του Ινστιτούτου Επεξεργασίας Λόγου. Ωστόσο πρόκειται για λέξεις πολύ απλές και κατανοητές. Για την περαιτέρω πλήρωση του κριτηρίου της οικειότητας των λέξεων, χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο (τριών επιλογών: Πολύ γνωστή, Μετρίως γνωστή, Άγνωστη) σε 100 άτομα, ηλικίας 12 ετών και άνω (M=38,8 ετών), που περιλάμβανε τις 1000 δισύλλαβες λέξεις που επιλέχθηκαν. Για την ανάπτυξη των τελικών

λιστών χρησιμοποιήθηκαν μόνο λέξεις με οικειότητα “Πολύ γνωστή” (Tye -Murray, 2011).

#### Αριθμός 50 λέξεων σε κάθε λίστα

Η απόφαση σχετικά με τον αριθμό των λέξεων που πρέπει να περιέχει η δοκιμασία Στάθμη (ή Σκορ) Αναγνώρισης Ομιλίας (ΣΑΟ) απαιτεί την εκτίμηση των ακόλουθων τριών παραγόντων:

Πρώτον, η διάρκεια της δοκιμασίας: οι μεγαλύτερες λίστες απαιτούν περισσότερο χρόνο, αλλά οι κλινικοί θέλουν μια σύντομη δοκιμασία, επειδή ο χρόνος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κλινική ακουομετρία.

Δεύτερον, η μεταβλητότητα της βαθμολογίας των αποτελεσμάτων: η μεταβλητότητα της βαθμολογίας ενός ομιλητικού τεστ εξαρτάται σημαντικά από τον αριθμό των λέξεων που εμπεριέχει και την επιτυχή βαθμολογία (Raffin & Schafer, 1980; Thornton & Raffin, 1978). Οι μεγαλύτερες λίστες μειώνουν τη μεταβλητότητα και, επομένως, προκαλούν αύξηση της αξιοπιστίας. Βάση του αριθμού των λέξεων, 95% διαστήματα εμπιστοσύνης έχουν αναπτυχθεί, προκειμένου να καθοριστεί εάν δύο σκορ αναγνώρισης ομιλίας παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Αυτά τα διαστήματα γίνονται στενότερα με το αυξανόμενο μέγεθος της δοκιμασίας. Αυτή η μείωση της μεταβλητότητας είναι σημαντική όταν το μέγεθος της δοκιμασίας είναι μικρό, αλλά γίνεται σταδιακά μικρότερη, καθώς το μέγεθος της δοκιμασίας αυξάνεται σταδιακά. Ο μόνος τρόπος να μειωθεί η μεταβλητότητα, και επομένως να αυξηθεί η αξιοπιστία της δοκιμασίας, είναι η αύξηση του αριθμού των λέξεων σε κάθε λίστα της δοκιμασίας (Gelfand, 1998).

Τρίτον, οι μικρές λίστες περιέχουν έναν ανεπαρκή αριθμό φωνημάτων, προκειμένου να προσεγγιστεί η φωνημική ισορροπία. Ο Egan (1948) διαπίστωσε ότι ο ελάχιστος αριθμός λέξεων σε κάθε λίστα, προκειμένου να επιτευχθεί η φωνημική ισορροπία, είναι 50.

Η προσεκτική εκτίμηση των παραπάνω παραγόντων πρότεινε τον καταλληλότερο αριθμό λέξεων σε κάθε λίστα να είναι πενήντα (Tye -Murray, 2011).

#### Τπος καταμερισμός των λέξεων με βάση τον τονισμό

Ο τονισμός είναι υπερτεμαχιακό στοιχείο της ομιλίας. Σε πολλές γλώσσες, όπως και στη νεοελληνική, ο τονισμός λειτουργεί ως δείκτης, προσδιορίζοντας την πιο

σημαντική πληροφορία στην έκφραση. Σε επίπεδο λέξης, ο τονισμός μάς δείχνει την πιο σημαντική συλλαβή. Λειτουργεί για να σηματοδοτήσει συντακτικές αντιθέσεις (καταλήξεις φράσεων: ερώτηση αντί δήλωσης), διαθέσεις και συναισθήματα. Επίσης, μπορεί να προκαλέσει διαφορές στη σημασία. Για παράδειγμα, η πρώτη συλλαβή στο ουσιαστικό /χορος/ που σημαίνει «χώρος», θα έχει υψηλότερη βασική συχνότητα (f0), μεγαλύτερη διάρκεια και πλάτος από ότι η ίδια συλλαβή όταν εμφανίζεται στο ουσιαστικό που σημαίνει «χορός».

Στη νεοελληνική γλώσσα, οι λέξεις που αποτελούνται από δύο ή περισσότερες συλλαβές χρειάζονται τονισμό σε μία συλλαβή. Τα φωνήματα των τονισμένων συλλαβών είναι μακρύτερης διάρκειας από τα μη τονισμένα, αλλά αυτή η διαφορά δεν είναι διαφοροποιητική. Δηλαδή, η διαφορά είναι φωνητική και όχι φωνημική. Αυτό σημαίνει ότι δεν προκαλεί την αναγνώριση διαφορετικού φωνήματος από τον ακροατή και, επομένως, δεν θα επηρεαστεί η φωνημική ισορροπία (Holton και συν, 1999). Για παράδειγμα η λέξη /ΓΕΡΟΣ/ μπορεί να τονίζεται στην πρώτη (γέρος) ή στην δεύτερη συλλαβή (γερός). Και στις δύο περιπτώσεις ο ακροατής θα αναγνωρίσει τα ίδια πέντε φωνήματα (/j/, /e/, /r/, /o/, /s/).

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όσο πιο συγκεκριμένα τα στοιχεία της δοκιμασίας, τόσο περισσότερο τα αποτελέσματά της θα απεικονίσουν μία μέτρηση της περιφερικής ακοής. Η γλωσσική ικανότητα θα επηρεάσει ουσιαστικά τα αποτελέσματα (Martin & Clark, 1977), καθώς χρησιμοποιούνται περισσότερες πληροφορίες από το ακουστικό σήμα, όπως τα υπερτεμαχιακά χαρακτηριστικά γνωρίσματα (ένταση, προσωδία, διάρκεια) και η δοκιμασία θα γίνει ένα μέτρο και των περιφερικών και κεντρικών επεξεργασιών. Κατά συνέπεια, αλλά και για καλύτερη ομοιογένεια, ο τονισμός διανεμήθηκε ίσα σε κάθε λίστα. Η κάθε λίστα, δηλαδή, περιέχει 25 λέξεις, που τονίζονται στην πρώτη συλλαβή και 25 λέξεις, που τονίζονται στην δεύτερη συλλαβή (Tye -Murray, 2011).

#### Φωνημική διαφοροποίηση των λιστών

Οι λέξεις κάθε λίστας δεν θα πρέπει να είναι φωνημικά όμοιες (Τρίμμης, 2008). Επομένως, σε κάθε λίστα, οι λέξεις, που τονίζονται σε διαφορετική συλλαβή, διαφέρουν σε ένα τουλάχιστον φώνημα, και οι λέξεις, που τονίζονται στην ίδια συλλαβή, διαφέρουν σε τουλάχιστον δύο φωνήματα (Tye -Murray, 2011).

#### Ιδιος βαθμός δυσκολίας σε όλες τις λίστες

Οι διάφορες λίστες ομιλητικής ακοομετρίας θα πρέπει να έχουν ίσο βαθμό δυσκολίας, ανταποκρινόμενη περίπου σε αυτή που υπάρχει στην καθημερινή ομιλία, ώστε να θεωρούνται ανταλλάξιμες στην κλινική πράξη (Martin & Clark, 2008). Η αξιοπιστία και εγκυρότητα κάθε ομιλητικής δοκιμασίας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, δύο εκ των οποίων είναι ο ομιλητής και ο τρόπος παρουσίασης των ομιλητικών ερεθισμάτων (Martin, 1997).

Ο ομιλητής είναι ένα σοβαρό εμπόδιο για τη στάθμιση επειδή ένας ακροατής μπορεί να δώσει διαφορετικές βαθμολογίες, εάν η ίδια λίστα διαβαστεί από δυο διαφορετικούς ομιλητές (Silman & Silverman, 1991). Πιθανόν, το καλύτερο γνωστό παράδειγμα είναι οι δυο διαφορετικές ηχογραφήσεις των PB-50 λιστών από τους Rush-Hughes και Hirsh αντίστοιχα. Αυτές οι δυο ηχογραφήσεις δίνουν σημαντικά διαφορετικές βαθμολογίες για φυσιολογικούς ακροατές (διαφορά 10-20%) (Martin, 1997). Ακόμα και ένας μόνο ομιλητής δεν θα αρθρώσει τις λέξεις ακριβώς με τον ίδιο τρόπο σε διαφορετικές περιστάσεις. Οι βαθμολογίες που λαμβάνονται από τους ίδιους ακροατές, τις ίδιες λίστες και τον ίδιο ομιλητή, αλλά ηχογραφούνται σε διαφορετικές περιστάσεις, παρουσιάζουν διαφορές μέχρι και 10% (Brandy, 1966).

Επίσης, οι αντρικές και γυναικείες φωνές είναι αρκετά διαφορετικές, προκαλώντας διαφορές στις βαθμολογίες της αναγνώρισης ομιλίας για το ίδιο υλικό και ακροατή (Hirsh και συν, 1954).

Όσον αφορά τον τρόπο παρουσίασης του υλικού, η ομιλητική ακοομετρία πρέπει να εκτελείται με ηχογραφημένο υλικό διότι παρέχει μία σταθερότητα παρουσίασης που είναι ανεξάρτητη από την πείρα του κλινικού (American Speech-Language Hearing Association, 1988). Η παρουσίαση με ελεγχόμενη ζωντανή φωνή, ακόμα και όταν παρακολουθείται μέσω ενός μετρητή ηχητικού επιπέδου, προκαλεί μεταβλητότητα της έντασης, και μέσα σε κάθε λίστα αλλά και μεταξύ διαφορετικών λιστών (Tye -Murray, 2011).

#### **7.4. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι παρακάτω δοκιμασίες ομιλητικής ακοομετρίας αναπτύχθηκαν πρόσφατα στην ελληνική γλώσσα.

##### **1. Speech Audiometry: The development of Modern Greek Word Lists for Suprathreshold Word Recognition testing.**

Η έρευνα αυτή αναπτύσσει 4 λίστες από 50 δισύλλαβες λέξεις η καθεμία, για την Νεοελληνική Γλώσσα. Δεν συμπεριλήφθηκαν μονοσύλλαβες λέξεις, γιατί υπάρχουν λίγες στην Ελληνική γλώσσα. Το τεστ χορηγήθηκε σε 10 Έλληνες με φυσιολογική ακοή. Στόχος της εργασίας ήταν η ανάπτυξη μίας δοκιμασίας σε πραγματικές συνθήκες. Συγκεκριμένοι στόχοι της μελέτης ήταν:

- ο προσδιορισμός της συχνότητας εμφάνισης φωνημάτων στην Νεοελληνική γλώσσα
- η δημιουργία οικειότητας μεταξύ των λέξεων των λιστών
- η δημιουργία λιστών από λέξεις για δοκιμασίες αναγνώρισης λέξεων
- μία πρώτη έρευνα για την ισοδυναμία των λιστών.

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω κριτήρια:

- Φωνημική ισορροπία
- Δισύλλαβες λέξεις
- Οικειότητα μεταξύ των λέξεων
- Αριθμός 50 λέξεων σε κάθε λίστα
- Ίσος καταμερισμός των λέξεων με βάση τον τονισμό
- Φωνημική διαφοροποίηση των λιστών
- Ίδιος βαθμός δυσκολίας σε όλες τις λίστες

Οι 4 λίστες χορηγήθηκαν μονοφωνικά (στο δεξί αυτί) στα 10 dB (σε εύρος 10-40 dB HL). Όλοι οι συμμετέχοντες (μέσης ηλικίας 23,1 ετών) ήταν γηγενείς ομιλητές της νεοελληνικής και δεν είχαν πρόβλημα ακοής. Όλες οι λέξεις ηχογραφήθηκαν από έναν ενήλικο άνδρα ομιλητή με επαγγελματική εμπειρία ως ραδιοφωνικός εκφωνητής, σε ηχομονωμένο θάλαμο. Στην συνέχεια, οι λέξεις επεξεργάστηκαν, ψηφιοποιήθηκαν και ήταν έτοιμες για χορήγηση.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι οι λίστες που χρησιμοποιήθηκαν είναι κλινικά ισοδύναμες. Αυτό σημαίνει ότι οι λίστες είναι αξιόπιστες και έγκυρες για δοκιμασίες βαθμολογίας αναγνώρισης λέξεων, ένα εύρημα που διατηρεί σημαντική υπόσχεση για επιτυχημένη κλινική χρήση. Παρ' όλα αυτά, απαιτούνται περαιτέρω έρευνες με μεγαλύτερο αριθμό θεμάτων (άτομα που έχουν προβλήματα ακοής) για τον καθορισμό

της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας αυτών των λιστών. Τέλος, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των λιστών θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως κατευθυντήρια γραμμή για την ανάπτυξη ηχομετρικών υλικών για δοκιμές ΣΑΟ σε άλλες γλώσσες (Trimmis et al, 2006).

## **2. Speech Audiometry: A Modern Greek Word Recognition Score Test Designed for School Aged Children (bisyllabic words)**

Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η ανάπτυξη ενός τεστ αναγνώρισης ομιλίας στην Νεοελληνική γλώσσα ειδικά σχεδιασμένο για παιδιά, διότι όλα τα προηγούμενα τεστ που έχουν αναπτυχθεί απευθύνονται σε ενήλικες.

Σε αυτή την έρευνα αναπτύχθηκε μια δοκιμασία μέτρησης αναγνώρισης λέξεων στη Νεοελληνική γλώσσα για παιδιά. Η δοκιμασία είναι ανοιχτού τύπου και περιλαμβάνει δύο λίστες, που η καθεμία περιέχει 50 δισύλλαβες λέξεις. Επιλέχθηκαν δισύλλαβες λέξεις γιατί ο αριθμός των μονοσύλλαβων λέξεων είναι περιορισμένος στη Νεοελληνική γλώσσα. Οι λίστες είναι φωνημικά ισορροπημένες με λεξιλόγιο για ηλικίες 6 έως 12 ετών.

Τα αποτελέσματα των λιστών της Νεοελληνικής γλώσσας για παιδιά με φυσιολογική ακοή και διαφορετικούς τύπους απώλειας ακοής αποκαλύπτουν ότι η δοκιμασία φαίνεται να είναι ένα επιπρόσθετο χρήσιμο υλικό για ακουστική αξιολόγηση σε παιδιά (Trimmis et al, 2008).

## **3. Δοκιμασία Ομιλητικής Ακοομετρίας για τον Ουδό Αναγνώρισης Ομιλίας για Παιδιά Σχολικής Ηλικίας (τρισύλλαβες λέξεις)**

Η δοκιμασία για την μέτρηση του ΟΑΟ σε παιδιά σχολικής ηλικίας αποτελείται από 40 τρισύλλαβες λέξεις. Το τεστ χορηγήθηκε σε 20 παιδιά σχολικής ηλικίας, 10 αγόρια και 10 κορίτσια, μονοφωνικά (στο δεξί αυτί) ξεκινώντας από τα -10dB. Η ηχογράφηση έγινε από 6 γυναίκες. Κατόπιν, αξιολογήθηκε από δύο λογοθεραπευτές η καλύτερη απόδοση κάθε ομιλητή και επιλέχθηκε αυτή με την καλύτερη, την οποία επεξεργάστηκαν και χορήγησαν στα παιδιά σχολικής ηλικίας.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των λέξεων για παιδιά σχολικής ηλικίας (6 έως 12 ετών) ήταν:

- Τρισύλλαβες λέξεις.

- Οικειότητα σε σχέση με το λεξιλόγιο.
- Φωνημική διαφοροποίηση, ώστε μία λέξη να μην μπορεί εύκολα να μπερδευτεί με μια άλλη λέξη.
- Ομοιογένεια σε σχέση με την ακουστότητα, δηλαδή οι ουδοί για τις διάφορες λέξεις να αποκτώνται σε όμοια ένταση (Tye -Murray, 2011).

Ο τύπος του υλικού που χρησιμοποιείται σε διάφορες γλώσσες για τη δοκιμασία του Ουδού Αναγνώρισης Ομιλίας (ΟΑΟ) αποτελείται από φωνήματα, συλλαβές, λέξεις (μονοσύλλαβες, δισύλλαβες και πολυσύλλαβες), φράσεις και προτάσεις. Στην αγγλική γλώσσα χρησιμοποιούνται σπονδαίες λέξεις. Στη νεοελληνική δεν υπάρχουν δισύλλαβες λέξεις που να είναι και σύνθετες. Οι μικρότερες σε συλλαβές σύνθετες λέξεις είναι τρισύλλαβες αλλά και αυτές σχηματίζονται με αχώριστα μόρια. Ο αριθμός αυτών των λέξεων δεν είναι αρκετός για την κατασκευή ομιλητικής δοκιμασίας. Επιπλέον, αυτές οι λέξεις δεν είναι οικείες στο μεγαλύτερο τμήμα του παιδιατρικού πληθυσμού. Επομένως, η χρήση σύνθετων λέξεων απαιτεί τουλάχιστον τετρασύλλαβες λέξεις στη νεοελληνική, με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση του γλωσσικού πλεονασμού της δοκιμασίας. Για τους παραπάνω λόγους, επιλέχθηκαν απλές τρισύλλαβες λέξεις χωρίς συμπλέγματα και τονισμό στην παραλήγουσα (μεσαία συλλαβή) για καλύτερη ομοιογένεια της ακουστότητας ως το υλικό του ΟΑΟ (Tye -Murray, 2011).

Οι λέξεις-ερεθίσματα, που χρησιμοποιούνται στην ομιλητική ακουομετρία, πρέπει να εμπεριέχονται στο λεξιλόγιο των εξεταζόμενων παιδιών. Για την εκπλήρωση του κριτηρίου της οικειότητας, αρχικά, επιλέχθηκαν 464 τρισύλλαβες λέξεις με τονισμό στην παραλήγουσα από τα δύο τεύχη του βιβλίου «Γλώσσα» της Α' Τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Κατόπιν, για να μειωθεί ο πλεονασμός, αφαιρέθηκαν οι λέξεις που περιείχαν συμπλέγματα, με αποτέλεσμα να μείνουν 242. Στη συνέχεια, χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο τριών επιλογών (πολύ γνωστή, μετρίως γνωστή, άγνωστη) σε 50 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τουλάχιστον 5 έτη διδακτική εμπειρία στην Α' τάξη, και 50 μητέρες που είχαν παιδί/ιά με φυσιολογική ακοή στην Α' τάξη.

Οι λέξεις πρέπει να διαφέρουν σε τουλάχιστον δύο γραφήματα, ώστε να μην ομοιάζουν μεταξύ τους (Tye -Murray, 2011).

Οι σπονδαίες λέξεις προτιμώνται στη δοκιμασία του ΟΑΟ, λόγω της ομοιογένειάς τους στην ακουστότητα (ASHA, 1988). Εάν οι λέξεις είναι ομοιογενείς, τότε πρέπει να είναι καταληπτές στο ίδιο επίπεδο παρουσίασης. Επομένως, οι λέξεις είναι ανταλλάξιμες

(Carhart, 1951). Η ομοιογένεια των λέξεων, αναφορικά με την καταληπτότητα, είναι κρίσιμη, επειδή αυξάνει την ακρίβεια μέτρησης του ΟΑΟ. Επιτρέπει, επίσης, τη χρήση λιγότερων λέξεων, με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου εξέτασης και της εξάντλησης των εξεταζόμενων (Martin & Dowdy, 1986) (Tye -Murray, 2011), (Τρίμης, 2008).

#### **4. Speech Audiometry: Nonsense Monosyllabic lists in Modern Greek**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αναπτυχθεί ένα τεστ που θα αποτελείται από ισοδύναμες φωνημικά λίστες με συλλαβές χωρίς νόημα, για ομιλητές που έχουν ως πρώτη γλώσσα τα νεοελληνικά.

Η επιλογή των φωνημάτων έγινε από 100 τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά σόου της Ελληνικής τηλεόρασης. Οι μονοσύλλαβες ψευδολέξεις δημιουργήθηκαν με μορφή cv, vc, cnc και αντιπροσωπεύουν τους συνδυασμούς των φωνημάτων της Ελληνικής γλώσσας. Η ηχογράφηση των ψευδολέξεων έγινε σε ηχομονωμένο θάλαμο από γυναίκα Ελληνίδα επαγγελματία. Το τεστ αποτελείται από 2 λίστες με 50 λέξεις η κάθε λίστα, το οποίο διεξήχθη σε 40 άτομα (20 γυναίκες και 20 άνδρες). Τα άτομα αυτά έχουν τα ελληνικά ως μητρική γλώσσα και δεν έχουν στο ιστορικό τους κάποιο πρόβλημα ακοής, ομιλίας και λόγου. Οι λίστες χορηγήθηκαν μονόπλευρα (στο δεξί αυτί) με εύρος έντασης 0 έως 100 dB αυξάνοντας την ένταση ανά 5 dB.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης μέσω t-test έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των αντρών για τις λίστες I και II, αφού  $p < 0,05$ . Το ίδιο έδειξε και η στατιστική ανάλυση των γυναικών. Όμως, υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των γυναικών και των ανδρών στις εντάσεις 5, 80, 85 και 90 dB HL που ίσως οφείλεται στο μικρό δείγμα πληθυσμού που συμμετείχε στην έρευνα. Επίσης, αποδείχθηκε ότι οι λίστες διακρίνονται για την φωνημική ισορροπία, την φωνημική διαφοροποίηση και την ίση δυσκολία. Γενικά, από την μελέτη προκύπτει ότι το τεστ αυτό είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για κλινική χρήση (Trimmis et al, 2012).

#### **5. Speech Audiometry: Comparison between monosyllabic and disyllabic nonsense words.**



Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η σύγκριση του σκορ αναγνώρισης ομιλίας μεταξύ μονοσύλλαβων και δισύλλαβων ψευδολέξεων της Νέας Ελληνικής γλώσσας, για άντρες και γυναίκες.

Το τεστ των μονοσύλλαβων ψευδολέξεων αποτελείται από 2 λίστες με 50 ανοιχτού τύπου ψευδολέξεις (συνδυασμοί όλων των φωνημάτων της Ελληνικής CV, VC, CVC, χωρίς νόημα) η καθεμία, ενώ το τεστ των δισύλλαβων ψευδολέξεων αποτελείται από 5 λίστες με 50 λέξεις ανοιχτού τύπου ψευδολέξεων μορφής CVCV. Τα τεστ χορηγήθηκαν σε 70 ενήλικα άτομα (35 γυναίκες και 35 άνδρες) των οποίων η ακοή είναι μέσα στα τυπικά όρια. Η χορήγηση έγινε δίπλευρα, στην ένταση των 55 dB HL.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι το φύλο δεν αποτελεί διαφοροποιητικό παράγοντα. Επίσης, δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στις 2 λίστες των μονοσύλλαβων ψευδολέξεων τόσο για τους άνδρες μεταξύ τους όσο και για τις γυναίκες μεταξύ τους. Το ίδιο ισχύει και για τις 5 λίστες των δισύλλαβων ψευδολέξεων. Επιπρόσθετα, από την στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι οι 7 λίστες δεν είναι ισοδύναμες μεταξύ τους αφού υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 φύλων, αλλά και μεταξύ των 2 τεστ (μονοσύλλαβων και δισύλλαβων ψευδολέξεων). Άρα, οι λίστες μονοσύλλαβων και δισύλλαβων λέξεων δεν είναι ισοδύναμες και δεν μπορούν να χορηγηθούν ως μία δοκιμασία, παρά μόνο ξεχωριστά (Chaldi & Trimmis, 2014).

## **6. Δοκιμασία για Παιδιά Προσχολικής Ηλικίας**

Τα παρακάτω κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη λιστών στη νεοελληνική γλώσσα για παιδιά προσχολικής ηλικίας (3 έως 6 ετών):

- Φωνημική ισορροπία.
- Δισύλλαβες λέξεις.
- Οικειότητα των λέξεων.
- Εικονοποίηση των λέξεων.
- Αριθμός 40 λέξεων σε κάθε λίστα.
- Φωνητική διαφοροποίηση των λιστών.
- Τύπος Απόκρισης.
- Ίδιος βαθμός δυσκολίας σε όλες τις λίστες.

Τα κριτήρια της φωνημικής ισορροπίας, δισύλλαβων λέξεων (η πρώτη λίστα αποτελείται από 170 και η δεύτερη από 169 φωνήματα) και φωνημικής διαφοροποίησης των λιστών είναι τα ίδια όπως για τους ενήλικες (Tye -Murray, 2011).

Οι λέξεις ερεθίσματα των λιστών πρέπει να εμπεριέχονται στα μέρη του λόγου και στο λεξιλόγιο των εξεταζόμενων παιδιών. Τόσο τα αγόρια όσο και τα κορίτσια χρησιμοποιούν περισσότερο τα ουσιαστικά και ακολουθούν τα ρήματα. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ουσιαστικά και τα ρήματα είναι πιο πολλά στην προσχολική ηλικία, γιατί ο λόγος των παιδιών σ' αυτήν την ηλικία είναι πιο απλός, με λιγότερο σύνθετες προτάσεις. Επομένως, επιλέχθηκαν τα ουσιαστικά για τις λέξεις των λιστών προσχολικής ηλικίας. Επιπλέον, τα ουσιαστικά παρουσιάζουν και μεγάλη εικονοποίηση σε σχέση με τα άλλα μέρη του λόγου. Οι λέξεις που επιλέχθηκαν προέρχονται από το δείγμα λόγου των παιδιών και εμφανίζονται και στις τρεις ηλικιακές κατηγορίες (Tye -Murray, 2011).

Δημιουργήθηκαν καρτέλες των έξι εικόνων για κάθε λέξη-στόχο από τις ογδόντα λέξεις. Σε κάθε καρτέλα υπήρχε αντιπροσωπευτική εικόνα για τη λέξη-στόχο και άλλες πέντε αντιπροσωπευτικές εικόνες για δισύλλαβες λέξεις τονισμένες στην ίδια συλλαβή και με την ίδια ή παρόμοια φωνοτακτική δομή με τη λέξη-στόχο. Η λέξη-στόχος ήταν σε διαφορετικές τυχαίες θέσεις σε κάθε καρτέλα. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν έγχρωμες και απλές, ώστε να κινούν το ενδιαφέρον του παιδιού και να μπορεί εύκολα να τις αναγνωρίσει (Tye -Murray, 2011).

Η ανάπτυξη υλικού ομιλητικής ακοομετρίας για παιδιά προσχολικής ηλικίας παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερες δυσκολίες απ' ότι για παιδιά σχολικής ηλικίας, λόγω των περιορισμένων γλωσσικών δεξιοτήτων τους. Δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν 100 λέξεις που να ικανοποιούν όλα τα κριτήρια για την ανάπτυξη δύο λιστών. Επομένως, για να μην περιοριστούμε σε μία μόνο λίστα, επιλέξαμε 40 λέξεις σε κάθε λίστα, ώστε να υπάρχουν τουλάχιστον 2 λίστες. Επιπλέον, επιλέχθηκε ο κλειστός τύπος απόκρισης (Tye -Murray, 2011).

Οι λίστες προσχολικής ηλικίας διατηρούν τα βασικά χαρακτηριστικά άλλων διεθνών δοκιμασιών κλειστού τύπου της Αγγλικής γλώσσας όπως “Word Intelligibility by Picture Identification (WIPI) test” (Ross και Lerman, 1970), καθώς και “Northwestern University Children's Perception of Speech (NUCHIPS) test” (Elliot & Katz, 1980) (Tye -Murray, 2011).

## 8. ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ ΚΑΙ TTS

Η σύνθεση ομιλίας είναι η τεχνητή παραγωγή ανθρώπινης ομιλίας. Μία μετατροπή κειμένου-σε ομιλία- (text-to-speech, TTS) είναι η συνθετική ομιλία που παράγεται στον υπολογιστή (Γεωργοπούλου, 2013). Το TTS μπορεί να διαβάσει ένα κείμενο μεγαλοφώνως το οποίο μπορεί να εισαχθεί είτε από το πληκτρολόγιο είτε από μία μηχανή οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρα (OCR-optical character recognition). Ένας συνθέτης ομιλίας μπορεί να δημιουργηθεί και με υλικό (hardware) και με λογισμικό (software) (Γεωργοπούλου, 2013)

Για τα συστήματα TTS που έχουν μεγάλο λεξιλόγιο γίνεται αυτόματα η σύνθεση ομιλίας καθώς είναι αδύνατο να καταγράφονται και να αποθηκεύονται όλες οι λέξεις μίας γλώσσας ώστε να γίνεται αντιστοίχιση της γραπτής λέξης με την ηχογραφημένη φωνή που εκφέρει την κάθε λέξη. Συγκεκριμένα, συμβαίνει μία Γλωσσολογική Ανάλυση όπου η λέξη μετατρέπεται σε μορφήματα (Μορφολογία), τα μορφήματα με την σειρά τους μετατρέπονται σε φωνήματα μέσω του σταδίου της Φωνολογίας και τέλος, οι ήχοι φωνημάτων αντιστοιχούνται με τα φωνήματα. Αφού ληφθούν υπόψη η γλώσσα, το λεξικό, το corpus της συγκεκριμένης γλώσσας και η προσωδία τότε πραγματοποιείται η σύνθεση της ομιλίας και ακούγεται η ζητούμενη λέξη.

Η ποιότητα των συνθετικών φωνών έχει βελτιωθεί πολύ, και τα περισσότερα πρότυπα επιτρέπουν στο χρήστη να επιλέξει από διάφορες επιλογές φωνής (π.χ. κατάλληλες για την ηλικία και φύλο του ατόμου) κυρίως για τα Αγγλικά όπου γίνεται και διάκριση μεταξύ προφοράς Αμερικής και Βρετανίας. Εντούτοις, επειδή οι φωνές είναι ηλεκτρονικές στερούνται “τη φυσικότητα” και δεν έχουν τις λεπτές ατομικές διαφορές στην ποιότητα φωνής, τον τόνο, την ένταση και την τοπική προφορά που οι φυσιολογικές φωνές έχουν. Κατά συνέπεια, με το παρόν επίπεδο τεχνολογίας έχουν ακόμα μία “ρομποτική” ποιότητα η οποία προσελκύει αφενός την ανεπιθύμητη προσοχή και αφετέρου δεν είναι μοναδική για το άτομο όπως θα ήταν μία φυσική φωνή (Wülfing & Hoffmann, 2011).

Ο αείμνηστος αστροφυσικός Stephen Hawking ο οποίος είχε διαγνωστεί με Πλάγια αμυοτροφική σκλήρυνση (ALS-Amyotrophic lateral sclerosis) στα 21 του χρόνια, ξεκίνησε να δίνει τις διαλέξεις του με τη χρήση Συνθετικής Ομιλίας. Παρόλο που η ομιλία του ακουγόταν ρομποτική λόγω της απαρχαιωμένης τεχνολογίας δεν άλλαξε ποτέ τον συνθέτη ομιλίας του καθώς αυτή η “φωνή” είχε ταυτιστεί με τον Stephen Hawking.

Τα συστήματα TTS (Text-to-speech) επιτρέπουν την επικοινωνία σε άτομα με ειδικές ανάγκες, σε ασθενείς που συνιστάται αφωνία έπειτα από κάποια επέμβαση στις φωνητικές χορδές. Έτσι, άτομα τα οποία έχουν την ικανότητα της γραφής και της ανάγνωσης σε ένα μηχάνημα Επαυξητικής και Εναλλακτικής Επικοινωνίας μπορούν να επικοινωνούν με αυτό τον τρόπο και να μην περιθωριοποιούνται από την κοινωνία.

Όπως στην Αγγλική έτσι και στην Ελληνική γλώσσα υπάρχουν συνθέτες ομιλίας τόσο για την ανδρική φωνή όσο και για την γυναικεία γλώσσα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

#### **1. ΥΛΙΚΟ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ**

Για την διεκπεραίωση της ερευνητικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν 4 λίστες δισύλλαβων λέξεων, οι οποίες είναι οι λίστες του κύριου Τρίμμη και των συνεργατών του (Trimmis et al, 2006). Οι λίστες αυτές αποτελούνται συνολικά από 200 λέξεις, δηλαδή 50 λέξεις η κάθε λίστα. Η επιλογή αυτών των λέξεων έγινε κάτω από κάποια κριτήρια, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω στο κεφάλαιο 1.

Η σειρά των λέξεων σε κάθε λίστα άλλαξε αρκετές φορές έως ότου να φτάσει στην σημερινή της μορφή. Αυτή η μορφή, προσφέρει καλύτερη φωνημική ισορροπία, οικειότητα και φωνημική ανομοιομορφία.

#### **2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΗΧΟΓΡΑΦΗΜΕΝΩΝ ΛΕΞΕΩΝ**

Για την παραγωγή και αποθήκευση των ηχητικών αρχείων των δισύλλαβων λέξεων συνθετικής γυναικείας φωνής σε μορφή MP3 χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό πρόγραμμα TextToSpeech.io. Στο πρόγραμμα αυτό δεν άλλαξε κάποιος δείκτης (Volume, Pitch, Rate), μονάχα η γλώσσα (Greek Female). Έπειτα, για την μετατροπή των ηχητικών αρχείων από μορφή MP3 σε μορφή WAV χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό πρόγραμμα Online-Convert.com. Τα ηχητικά αρχεία είναι μορφής Stereo. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας σήματος Adobe Audition (Έκδοση 3. Adobe Systems Incorporated. San Jose, CA), πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των ηχητικών αρχείων με σκοπό να έχουν όλα την ίδια περίπου ένταση και για τα δύο αυτιά, έτσι ώστε μην αλλοιώνεται κάποιος ήχος. Για να επιτευχθεί αυτό, έγινε επιλογή του κάθε ηχητικού αρχείου και πατώντας “Effects → Amplitude and Compression → Amplify” έγινε μείωση ή αύξηση της έντασης. Ο έλεγχος της έντασης πραγματοποιήθηκε μέσω του ελέγχου της τιμής του “Average RMS Power”, η οποία εμφανιζόταν μέσω επιλογής του κάθε ηχητικού αρχείου και πατώντας “Window → Amplitude Statistics”. Στη συνέχεια, πατώντας “Edit → Group Waveform Normalize” επιλέχθηκαν όλες οι λέξεις στην πρώτη καρτέλα “Choose Files” και προχωρώντας στην δεύτερη καρτέλα “Analyze Loudness” επιλέχθηκε το

“Analyze Statistical Information” και μετά “Run Normalize”, ώστε να βρίσκονται όλες οι λέξεις περίπου στα 22dB.

Κατόπιν, με σκοπό να χορηγηθούν οι λέξεις στα άτομα δημιουργήθηκαν ηχητικά κομμάτια (tracks) στο Adobe Audition μέσω του “Multitrack”. Σε κάθε ένα από τα κομμάτια εισήχθησαν 50 ηχητικά αρχεία δισύλλαβων λέξεων με κενό, διάρκειας 5 δευτερολέπτων μεταξύ τους, έτσι ώστε να προλαβαίνει το άτομο, στο οποίο χορηγούνται, να επεξεργάζεται τη λέξη και να την επαναλαμβάνει, καθώς και ο εξεταστής να προλαβαίνει να καταγράφει τις αποκρίσεις των εξεταζομένων. Πριν από την πρώτη λέξη κάθε ηχητικού κομματιού τοποθετήθηκε ένας λευκός ήχος διάρκειας 30 δευτερολέπτων και συχνότητας 1000Hz. Ο λευκός ήχος τοποθετήθηκε εκεί για να ρυθμίζεται σωστά η ένταση πριν την παραγωγή των ηχητικών αρχείων.

### **3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ**

#### **3.1. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ**

Για την διεκπεραίωση της ερευνητικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 30 γυναίκες, οι οποίες ήταν όλες φοιτήτριες και ηλικιακού εύρους 18-25 ετών. Όλα τα άτομα είχαν ως μητρική γλώσσα την νεοελληνική. Επίσης, κανένα από τα άτομα δεν είχε κάποιο πρόβλημα με την ακοή του, ούτε κάποιο ιστορικό ωτίτιδας. Σε όλα τα υποκείμενα χορηγήθηκαν και οι 4 λίστες σε όλες τις προεπιλεγμένες εντάσεις.

#### **3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Όλες οι μετρήσεις έλαβαν χώρα στην Κλινική Λογοθεραπείας του πρώην Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδος και πλέον Πανεπιστημίου Πατρών. Για την ολοκλήρωση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο τεχνολογικός εξοπλισμός που βρίσκεται στον χώρο της Κλινικής και περιλαμβάνει:

- Ηχομονωμένο θάλαμο Industrial Acoustic Company booth (Model 402-A).
- Πυκνωτικό μικρόφωνο (AKG model C-1000-S), ειδικά τοποθετημένο ανάλογα με τις απαιτήσεις του εξεταστή.
- Κάρτα ήχου (Fire Wire Solo), συνδεδεμένη με ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Λογισμικό επεξεργασίας του ηχητικού σήματος (AdobeAudition3.0).

- Κλινικός Ακοομετρητής ORBITER 922 (Version 2) – Madsen Electronics.
- Ακουστικά Telephonics TdH-49P.
- Φορητός Ηλεκτρονικός Υπολογιστής DELL PP10L.

### **3.3. ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Η διαδικασία χορήγησης των ηχητικών αρχείων διήρκησε 23 ημέρες. Η εξέταση συνθετικής ομιλητικής ακοομετρίας ήταν ίδια για όλα τα υποκείμενα. Η κάθε φοιτήτρια εισερχόταν και καθόταν μέσα στον ηχομονωμένο θάλαμο και φορούσε τα ακουστικά, ενώ δίπλα από την καρέκλα υπήρχε ένα μικρόφωνο για να ακούει τις εκφορές της ο εξεταστής. Ο εξεταστής βρισκόταν στο δωμάτιο ελέγχου, έξω από το θάλαμο και είχε τη δυνατότητα να επικοινωνεί οπτικά με το κάθε άτομο μέσω ενός παραθύρου.

Αρχικά, ο εξεταστής έπρεπε να εξηγήσει στον κάθε εξεταζόμενο ακριβώς την διαδικασία στην οποία θα λάμβανε μέρος και να λύσει οποιαδήποτε απορία υπήρχε. Αυτό το βήμα είναι πολύ σημαντικό για την επίτευξη ακριβών αποτελεσμάτων και κατ' επέκταση, για την επιτυχία της δοκιμασίας. Συγκεκριμένα, ο εξεταστής επέλεγε το ηχητικό κομμάτι που αντιστοιχούσε σε μία λίστα και ο εξεταζόμενος άκουγε με τη σειρά τις 50 λέξεις που περιείχε το κάθε ηχητικό κομμάτι (track). Στη συνέχεια, έλεγε στον εξεταζόμενο ότι θα του παρουσιάζονταν διάφορες λέξεις μέσω των ακουστικών, τις οποίες καλούνταν να επαναλάβει μέσα σε ένα χρονικό περιθώριο 5 δευτερολέπτων, μέχρι δηλαδή να ακουστεί η επόμενη λέξη. Ο εξεταστής έπρεπε να καταγράψει κάθε εκφορά του εξεταζόμενου.

Οι λέξεις παρουσιάζονταν σε κάθε εξεταζόμενο σε διαφορετικές εντάσεις (0dB, 10dB, 20dB, 30dB, 40dB, 50dB, 60dB). Αν ο εξεταζόμενος κατάφερνε να επαναλάβει σωστά κάποια λέξη και στα 0dB, εξεταζόταν και στην ένταση των -5dB και εάν τα κατάφερνε και σε αυτή την ένταση, εξεταζόταν και στα -10dB. Οι λέξεις παρουσιάζονταν έως ότου ο εξεταζόμενος κατάφερνε να ακούσει και να επαναλάβει σωστά όλες τις λέξεις και στις 4 λίστες (Trimmis et al, 2006).

### **3.4. ΦΟΡΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Βασικό μέλημα του εξεταστή είναι να καταγράψει τόσο τις σωστές όσο και τις λανθασμένες αποκρίσεις του κάθε εξεταζόμενου σε κάθε ένταση που του παρουσιάζονταν.

Οι λέξεις για να βοηθήσουν τον εξεταστή ήταν καταγεγραμμένες σε μία ειδική φόρμα, η οποία καθιστούσε γρήγορη και εύκολη την καταγραφή των εκφορών του εξεταζόμενου. Κάθε φόρμα αντιστοιχούσε σε ένα άτομο. Η φόρμα αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Ονοματεπώνυμο Εξεταζόμενου
- Ημερομηνία Γεννήσεως Εξεταζόμενου
- Φύλο Εξεταζόμενου
- Τηλέφωνο Εξεταζόμενου
- Πίνακα καταγραφής των αποκρίσεων των εξεταζόμενων γυναικών για κάθε λέξη σε κάθε ένταση στην κάθε λίστα.

Έτσι, καταγράφονται τα ακριβή στοιχεία για κάθε απόκριση και εκφορά. Η ακριβής καταγραφή των στοιχείων είναι πολύ σημαντική για την σωστή διεκπεραίωση και την αξιοπιστία αυτής της δοκιμασίας.

#### **4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας χορήγησης των λέξεων σε όλες τις εντάσεις, σε όλα τα υποκείμενα, ακολουθούν οι αναλύσεις των αποτελεσμάτων όλων των υποκειμένων. Για να γίνει αυτό, μετρήθηκαν όλες οι σωστές αποκρίσεις όλων των υποκειμένων, σε κάθε ένταση και για κάθε λίστα ξεχωριστά. Αντίστοιχα, μετρήθηκαν και αναλύθηκαν οι λάθος εκφορές, οι οποίες εξετάζονται ως προς τα λάθη τόπου και τρόπου, για κάθε υποκείμενο, σε κάθε ένταση για κάθε λίστα. Μετά τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων, εξετάστηκε η ισοδυναμία των λιστών μέσω στατιστικής ανάλυσης.

#### **5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Ύστερα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των υποκειμένων, σειρά είχε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 25. Για να καθοριστεί εάν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών γίνεται έλεγχος της τιμής Sig (p-value). Από αυτή την τιμή εξαρτάται αν θα αποδεχτούμε την μηδενική ή την εναλλακτική υπόθεση, δηλαδή αν θα υπάρχει ή δεν θα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών για κάθε ένταση. Αν  $p < 0.05$  τότε γίνεται αποδεκτή η εναλλακτική υπόθεση και



απορρίπτεται η μηδενική. Επίσης, σχετικά με τις λάθος αποκρίσεις των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τύπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση.

### **5.1. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS**

Το πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for the Social Sciences ή Statistical Product and Service Solutions) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα για στατιστική ανάλυση στην κοινωνική επιστήμη. Χρησιμοποιείται από ερευνητές αγοράς, ερευνητές υγείας, εταιρείες έρευνας, την κυβέρνηση και άλλους. Εκτός από τη στατιστική ανάλυση, η διαχείριση δεδομένων (επιλογή περιπτώσεων, αναδιαμόρφωση αρχείων, δημιουργία παράγωγων δεδομένων) και η τεκμηρίωση δεδομένων (ένα λεξικό μεταδεδομένων είναι αποθηκευμένο στο αρχείο δεδομένων) είναι επίσης χαρακτηριστικά του βασικού λογισμικού. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε στην εν λόγω ερευνητική εργασία για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων είναι το SPSS 25. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης προκύπτουν από ελέγχους, σύμφωνα με τις σημειώσεις της κυρίας Γεωργοπούλου και τη βοήθεια στατιστικολόγου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα υποκείμενα της έρευνας ήταν 30 γυναίκες φοιτήτριες ηλικιακού εύρους 18-25 ετών και συμμετείχαν στην χορήγηση των 4 λιστών. Συγκεκριμένα, οι 4 λίστες, όπου η κάθε λίστα αποτελείται από 50 λέξεις, παρουσιάζονταν σε κάθε υποκείμενο σε διαφορετικές εντάσεις (0dB, 10dB, 20dB, 30dB, 40dB, 50dB, 60dB). Σωστή απόκριση του κάθε υποκειμένου θεωρήθηκε η σωστή επανάληψη της λέξης που παρουσιάζόταν. Αν το υποκείμενο κατάφερνε να επαναλάβει σωστά κάποια λέξη στα 0dB εξεταζόταν και στην ένταση των -5dB και αν τα κατάφερνε και σε αυτή την ένταση εξεταζόταν και στα -10dB. Οι λέξεις παρουσιάζονταν έως ότου το υποκείμενο κατάφερνε να ακούσει και να επαναλάβει σωστά όλες τις λέξεις και στις 4 λίστες. Έτσι, προκύπτει το σύνολο των αποκρίσεων του κάθε υποκειμένου για την κάθε λίστα στο κάθε επίπεδο έντασης dB HL.

Στο παρόν κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των υποκειμένων. Για την επεξεργασία και την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 25. Σκοπός αυτής της στατιστικής ανάλυσης στην συγκεκριμένη έρευνα είναι να καθοριστεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των λιστών για κάθε επίπεδο έντασης ως προς τις σωστές αποκρίσεις. Δηλαδή, θα εξεταστεί η ισοδυναμία των λιστών. Επίσης, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση ως προς τις λάθος αποκρίσεις των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τόπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα.

Όσον αφορά την στατιστική ανάλυση για την ισοδυναμία των λιστών, στο πρόγραμμα **SPSS**, αρχικά, επιλέχθηκε η καρτέλα **Data View** προκειμένου να περαστούν τα δεδομένα της ανάλυσης. Στην συνέχεια, επιλέχθηκε η καρτέλα **Variable View**, στην οποία ορίστηκαν-ονομάστηκαν οι μεταβλητές στην στήλη **Name**, ορίστηκαν πόσα δεκαδικά ψηφία μας ενδιαφέρουν στην στήλη **Decimals** (0 δεκαδικά ψηφία διότι θέλουμε να είναι ακέραιος ο αριθμός) και στην στήλη **Measure** ορίστηκαν σε ποια κατηγορία ανήκουν τα δεδομένα. Επιλέχθηκε η κατηγορία **Scale**, διότι τα δεδομένα της έρευνας είναι αναλογικά. Αφού ορίστηκαν τα δεδομένα, επιλέχθηκε στην μπάρα η επιλογή **Analyze** → **General Linear Model** → **Repeated Measures**. Με άλλα λόγια, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία ανάλυσης διακύμανσης (ANalysis Of Variance)-ANOVA για επαναληπτικές μετρήσεις (repeated measures), καθώς είχαμε

μετρήσεις μιας ομάδας σε παραπάνω από δυο συνθήκες μέτρησης. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η επεξεργασία **Bonferroni** που επιτρέπει πολλαπλές συγκρίσεις.

Για να γίνει η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), πρέπει πρώτα να οριστούν οι υποθέσεις που θέλουμε να ελέγξουμε και στην συνέχεια να δούμε ποια θα απορριφθεί και ποια όχι. Οι υποθέσεις ήταν διπλής κατεύθυνσης και ορίστηκαν ως εξής:

➤ **1ο ζεύγος υποθέσεων (-10dB)**

**H<sub>0</sub>** : Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **-10dB (L1M10=L2M10=L3M10=L4M10)**

**H<sub>1</sub>** :Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **-10dB (L1M10≠ L2M10≠L3M10≠ L4M10)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα -10dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSMINUS10	,628	12,889	5	,025	,808	,887	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSMINUS10

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSMINUS10	Sphericity Assumed	5,967	3	1,989	,724	,540	
	Greenhouse-Geisser	5,967	2,423	2,462	,724	,513	
	Huynh-Feldt	5,967	2,660	2,243	,724	,523	
	Lower-bound	5,967	1,000	5,967	,724	,402	
Error(LISTSMINUS10)	Sphericity Assumed	239,033	87	2,748			
	Greenhouse-Geisser	239,033	70,277	3,401			
	Huynh-Feldt	239,033	77,147	3,098			
	Lower-bound	239,033	29,000	8,243			

**Πίνακας 3.1:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα -10dB.

Στον πίνακα 3.1 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα παραβιάζεται**, διότι sig.=0,025<0,05. Οπότε, λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Greenhouse-Geisser**, η οποία είναι p1=0,513>0,05. Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -10dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -10dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value >0,05.

Pairwise Comparisons							
Measure: MEASURE_1							
(I) LISTSMINUS10	(J) LISTSMINUS10	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>		
					Lower Bound	Upper Bound	
1	2	-.133	.425	1,000	-1,338	1,071	
	3	.400	.495	1,000	-1,002	1,802	
	4	.333	.402	1,000	-.805	1,472	
2	1	.133	.425	1,000	-1,071	1,338	
	3	.533	.520	1,000	-.940	2,006	
	4	.467	.342	1,000	-.500	1,434	
3	1	-.400	.495	1,000	-1,802	1,002	
	2	-.533	.520	1,000	-2,006	.940	
	4	-.067	.352	1,000	-1,064	.930	
4	1	-.333	.402	1,000	-1,472	.805	
	2	-.467	.342	1,000	-1,434	.500	
	3	.067	.352	1,000	-.930	1,064	

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.2:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα -10dB.

➤ **2ο ζεύγος υποθέσεων (-5dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -5dB (L1M5=L2M5=L3M5=L4M5)

**H<sub>1</sub>:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -5dB (L1M5≠L2M5≠L3M5≠L4M5)

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα -5dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSMINUS5	.567	15,736	5	.008	.757	.825	.333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.  
a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSMINUS5  
b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSMINUS5	Sphericity Assumed	9,067	3	3,022	.415	.743	
	Greenhouse-Geisser	9,067	2,272	3,991	.415	.688	
	Huynh-Feldt	9,067	2,475	3,663	.415	.705	
	Lower-bound	9,067	1,000	9,067	.415	.525	
Error(LISTSMINUS5)	Sphericity Assumed	633,933	87	7,287			
	Greenhouse-Geisser	633,933	65,886	9,622			
	Huynh-Feldt	633,933	71,782	8,831			
	Lower-bound	633,933	29,000	21,860			

**Πίνακας 3.3:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα -5dB.

Στον πίνακα 3.3 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα παραβιάζεται**, διότι  $\text{sig.}=0,008 < 0,05$ . Οπότε, λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Greenhouse-Geisser**, η οποία είναι  $p=0,688 > 0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -5dB .

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση -5dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value  $> 0,05$ .

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSMINUS5	(J) LISTSMINUS5	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	,000	,797	1,000	-2,255	2,255
	3	,133	,686	1,000	-1,809	2,076
	4	,667	,892	1,000	-1,860	3,193
2	1	,000	,797	1,000	-2,255	2,255
	3	,133	,598	1,000	-1,561	1,828
	4	,667	,647	1,000	-1,167	2,500
3	1	-,133	,686	1,000	-2,076	1,809
	2	-,133	,598	1,000	-1,828	1,561
	4	,533	,486	1,000	-,843	1,909
4	1	-,667	,892	1,000	-3,193	1,860
	2	-,667	,647	1,000	-2,500	1,167
	3	-,533	,486	1,000	-1,909	,843

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.4:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα -5dB.

➤ **3ο ζεύγος υποθέσεων (0dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L 3 και L4 στην ένταση **0dB (L1Z=L2Z=L3Z=L4Z)**

**H<sub>1</sub> :**Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **0dB (L1Z≠ L2Z≠L3Z≠ L4Z)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα ( $\text{sig.}<0,05$ ) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών ( $\text{sig.}<0,05$ ) στα 0dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSZERO	,572	15,506	5	,008	,725	,786	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSZERO

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects						
Measure: MEASURE_1						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LISTSZERO	Sphericity Assumed	9,092	3	3,031	,327	,996
	Greenhouse-Geisser	9,092	2,175	4,180	,327	,740
	Huynh-Feldt	9,092	2,358	3,856	,327	,757
	Lower-bound	9,092	1,000	9,092	,327	,572
Error(LISTSZERO)	Sphericity Assumed	805,158	87	9,255		
	Greenhouse-Geisser	805,158	63,070	12,766		
	Huynh-Feldt	805,158	68,373	11,776		
	Lower-bound	805,158	29,000	27,764		

**Πίνακας 3.5:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 0dB.

Στον πίνακα 3.5 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα παραβιάζεται**, διότι  $\text{sig.}=0,008 < 0,05$ . Οπότε, λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Greenhouse-Geisser**, η οποία είναι  $p3=0,740 > 0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 0dB .

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 0dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value  $> 0,05$ .

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSZERO	(J) LISTSZERO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	,400	,917	1,000	-2,196	2,996
	3	,733	,901	1,000	-1,817	3,284
	4	,167	,987	1,000	-2,629	2,962
2	1	-,400	,917	1,000	-2,996	2,196
	3	,333	,560	1,000	-1,252	1,919
	4	-,233	,669	1,000	-2,128	1,661
3	1	-,733	,901	1,000	-3,284	1,817
	2	-,333	,560	1,000	-1,919	1,252
	4	-,567	,561	1,000	-2,154	1,021
4	1	-,167	,987	1,000	-2,962	2,629
	2	,233	,669	1,000	-1,661	2,128
	3	,567	,561	1,000	-1,021	2,154

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.6:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 0dB.

➤ **4ο ζεύγος υποθέσεων (10dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **10dB (L1P10=L2P10=L3P10=L4P10)**

**H<sub>1</sub>:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **10dB (L1P10≠L2P10≠L3P10≠L4P10)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα 10dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPLUS10	,830	5,160	5	,397	,883	,980	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSPUS10

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSPLUS10	Sphericity Assumed	2,692	3	,897	,384	,764	
	Greenhouse-Geisser	2,692	2,649	1,016	,384	,740	
	Huynh-Feldt	2,692	2,940	,915	,384	,761	
	Lower-bound	2,692	1,000	2,692	,384	,540	
Error(LISTSPLUS10)	Sphericity Assumed	203,058	87	2,334			
	Greenhouse-Geisser	203,058	76,827	2,643			
	Huynh-Feldt	203,058	85,265	2,382			
	Lower-bound	203,058	29,000	7,002			

**Πίνακας 3.7:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 10dB.

Στον πίνακα 3.7 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα δεν παραβιάζεται**, διότι sig.=0,397>0,05. Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι p4=0,764>0,05. Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 10dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 10dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value >0,05.

Pairwise Comparisons							
Measure: MEASURE_1							
(I) LISTSPPLUS10	(J) LISTSPPLUS10	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>		
					Lower Bound	Upper Bound	
1	2	-,133	,403	1,000	-1,275	1,008	
	3	-,333	,366	1,000	-1,370	,704	
	4	-,367	,357	1,000	-1,378	,645	
2	1	,133	,403	1,000	-1,008	1,275	
	3	-,200	,478	1,000	-1,554	1,154	
	4	-,233	,403	1,000	-1,375	,908	
3	1	,333	,366	1,000	-,704	1,370	
	2	,200	,478	1,000	-1,154	1,554	
	4	-,033	,344	1,000	-1,007	,941	
4	1	,367	,357	1,000	-,645	1,378	
	2	,233	,403	1,000	-,908	1,375	
	3	,033	,344	1,000	-,941	1,007	

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.8:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 10dB.

➤ **5ο ζεύγος υποθέσεων (20dB)**

**H0:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 20dB (L1P20=L2P20=L3P20=L4P20)

**H1:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 20dB (L1P20≠ L2P20≠L3P20≠ L4P20)

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα 20dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPPLUS20	,916	2,443	5	,785	,951	1,000	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.  
a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSPPLUS20  
b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects						
Measure: MEASURE_1						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LISTSPPLUS20	Sphericity Assumed	,333	3	,111	,098	,961
	Greenhouse-Geisser	,333	2,853	,117	,098	,955
	Huynh-Feldt	,333	3,000	,111	,098	,961
	Lower-bound	,333	1,000	,333	,098	,756
Error(LISTSPPLUS20)	Sphericity Assumed	98,167	87	1,128		
	Greenhouse-Geisser	98,167	82,737	1,186		
	Huynh-Feldt	98,167	87,000	1,128		
	Lower-bound	98,167	29,000	3,385		

**Πίνακας 3.9:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 20dB.



Στον πίνακα 3.9 φαίνεται ότι η σφαιρικότητα δεν παραβιάζεται, διότι  $\text{sig.}=0,785>0,05$ . Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι  $\text{p5}=0,961>0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 20dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 20dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value  $>0,05$ .

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSPPLUS20	(J) LISTSPPLUS20	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-,133	,298	1,000	-,978	,712
	3	-,100	,281	1,000	-,896	,696
	4	-,033	,269	1,000	-,795	,728
2	1	,133	,298	1,000	-,712	,978
	3	,033	,260	1,000	-,704	,771
	4	,100	,246	1,000	-,597	,797
3	1	,100	,281	1,000	-,696	,896
	2	-,033	,260	1,000	-,771	,704
	4	,067	,287	1,000	-,747	,880
4	1	,033	,269	1,000	-,728	,795
	2	-,100	,246	1,000	-,797	,597
	3	-,067	,287	1,000	-,880	,747

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.10:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 20dB.

➤ **6ο ζεύγος υποθέσεων (30dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L 3 και L4 στην ένταση **30dB (L1P30=L2P30=L3P30=L4P30)**

**H<sub>1</sub> :**Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **30dB (L1P30≠ L2P30≠L3P30≠ L4P30)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα ( $\text{sig.}<0,05$ ) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών ( $\text{sig.}<0,05$ ) στα 30dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPPLUS30	,910	2,626	5	,758	,940	1,000	,333
Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.							
a. Design: Intercept Within Subjects Design: LISTSPPLUS30							
b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.							
Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSPPLUS30	Sphericity Assumed	2,167	3	,722	,623	,602	
	Greenhouse-Geisser	2,167	2,821	,768	,623	,532	
	Huynh-Feldt	2,167	3,000	,722	,623	,602	
	Lower-bound	2,167	1,000	2,167	,623	,436	
Error(LISTSPPLUS30)	Sphericity Assumed	100,833	87	1,159			
	Greenhouse-Geisser	100,833	81,812	1,232			
	Huynh-Feldt	100,833	87,000	1,159			
	Lower-bound	100,833	29,000	3,477			

**Πίνακας 3.11:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 30dB.

Στον πίνακα 3.11 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα** δεν παραβιάζεται, διότι  $\text{sig.} = 0,758 > 0,05$ . Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι  $\text{p} = 0,602 > 0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 30dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 30dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value  $> 0,05$ .

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSPPLUS30	(J) LISTSPPLUS30	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-,233	,286	1,000	-1,044	,578
	3	-,367	,242	,844	-1,052	,319
	4	-,133	,270	1,000	-,898	,631
2	1	,233	,286	1,000	-,578	1,044
	3	-,133	,313	1,000	-1,021	,754
	4	,100	,281	1,000	-,696	,896
3	1	,367	,242	,844	-,319	1,052
	2	,133	,313	1,000	-,754	1,021
	4	,233	,270	1,000	-,531	,998
4	1	,133	,270	1,000	-,631	,898
	2	-,100	,281	1,000	-,896	,696
	3	-,233	,270	1,000	-,998	,531

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.12:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 30dB.

➤ 7ο ζεύγος υποθέσεων (40dB)

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **40dB (L1P40=L2P40=L3P40=L4P40)**

**H<sub>1</sub>:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **40dB (L1P40≠ L2P40≠L3P40≠ L4P40)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα 40dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPPLUS40	,940	1,728	5	,885	,964	1,000	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSPPLUS40

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects						
Measure: MEASURE_1						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LISTSPPLUS40	Sphericity Assumed	3,492	3	1,164	1,753	,162
	Greenhouse-Geisser	3,492	2,892	1,207	1,753	,164
	Huynh-Feldt	3,492	3,000	1,164	1,753	,162
	Lower-bound	3,492	1,000	3,492	1,753	,196
Error(LISTSPPLUS40)	Sphericity Assumed	57,758	87	,664		
	Greenhouse-Geisser	57,758	83,881	,689		
	Huynh-Feldt	57,758	87,000	,664		
	Lower-bound	57,758	29,000	1,992		

**Πίνακας 3.13:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 40dB.

Στον πίνακα 3.13 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα δεν παραβιάζεται**, διότι sig.=0,885>0,05. Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι p7=0,162>0,05. Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 40dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 40dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value >0,05.

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSPPLUS40	(J) LISTSPPLUS40	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.433	,218	,338	-1,051	,184
	3	-.167	,215	1,000	-.775	,442
	4	-.367	,182	,323	-.883	,150
2	1	,433	,218	,338	-.184	1,051
	3	,267	,225	1,000	-.369	,902
	4	,067	,203	1,000	-.508	,642
3	1	,167	,215	1,000	-.442	,775
	2	-.267	,225	1,000	-.902	,369
	4	-.200	,217	1,000	-.813	,413
4	1	,367	,182	,323	-.150	,883
	2	-.067	,203	1,000	-.642	,508
	3	,200	,217	1,000	-.413	,813

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.14:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 40dB.

➤ **8ο ζεύγος υποθέσεων (50dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **50dB (L1P50=L2P50=L3P50=L4P50)**

**H<sub>1</sub>:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **50dB (L1P50≠ L2P50≠L3P50≠ L4P50)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα (sig.<0,05) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών (sig.<0,05) στα 50dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPPLUS50	,690	10,274	5	,068	,793	,868	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.  
a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSPPLUS50  
b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSPPLUS50	Sphericity Assumed	2,200	3	,733	,941	,424	
	Greenhouse-Geisser	2,200	2,379	,925	,941	,400	
	Huynh-Feldt	2,200	2,605	,844	,941	,415	
	Lower-bound	2,200	1,000	2,200	,941	,340	
Error(LISTSPPLUS50)	Sphericity Assumed	67,800	87	,779			
	Greenhouse-Geisser	67,800	68,977	,983			
	Huynh-Feldt	67,800	75,553	,897			
	Lower-bound	67,800	29,000	2,338			

**Πίνακας 3.15:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 50dB.

Στον πίνακα 3.15 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα δεν παραβιάζεται**, διότι  $\text{sig.}=0,068>0,05$ . Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι  $p=0,424>0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 50dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 50dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή p-value  $>0,05$ .

Pairwise Comparisons						
Measure: MEASURE_1						
(I) LISTSPPLUS50	(J) LISTSPPLUS50	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-,267	,291	1,000	-1,092	,558
	3	-,167	,245	1,000	-,860	,527
	4	-,367	,242	,844	-1,052	,319
2	1	,267	,291	1,000	-,558	1,092
	3	,100	,205	1,000	-,482	,682
	4	-,100	,194	1,000	-,649	,449
3	1	,167	,245	1,000	-,527	,860
	2	-,100	,205	1,000	-,682	,482
	4	-,200	,169	1,000	-,678	,278
4	1	,367	,242	,844	-,319	1,052
	2	,100	,194	1,000	-,449	,649
	3	,200	,169	1,000	-,278	,678

Based on estimated marginal means  
a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.16:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 50dB.

➤ **9ο ζεύγος υποθέσεων (60dB)**

**H<sub>0</sub>:** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **60dB (L1P60=L2P60=L3P60=L4P60)**

**H<sub>1</sub>:** Υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση **60dB (L1P60≠L2P60≠L3P60≠L4P60)**

Στον παρακάτω πίνακα, ελέγχεται αν παραβιάζεται η σφαιρικότητα ( $\text{sig.}<0,05$ ) και αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των λιστών ( $\text{sig.}<0,05$ ) στα 60dB.

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon <sup>b</sup> Huynh-Feldt	Lower-bound
LISTSPPLUS60	,905	2,754	5	,738	,941	1,000	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: LISTSPPLUS60

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects							
Measure: MEASURE_1							
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
LISTSPPLUS60	Sphericity Assumed	,067	3	,022	,038	,990	
	Greenhouse-Geisser	,067	2,824	,024	,038	,987	
	Huynh-Feldt	,067	3,000	,022	,038	,990	
	Lower-bound	,067	1,000	,067	,038	,847	
Error(LISTSPPLUS60)	Sphericity Assumed	50,933	87	,585			
	Greenhouse-Geisser	50,933	81,898	,622			
	Huynh-Feldt	50,933	87,000	,585			
	Lower-bound	50,933	29,000	1,756			

**Πίνακας 3.17:** Αποτελέσματα του ANOVA που αφορούν την παραβίαση της σφαιρικότητας και δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα στα 60dB.

Στον πίνακα 3.17 φαίνεται ότι η **σφαιρικότητα δεν παραβιάζεται**, διότι  $\text{sig.} = 0,738 > 0,05$ . Οπότε, αφού δεν παραβιάζεται η σφαιρικότητα, μας ενδιαφέρει η στατιστική σημαντικότητα που σχετίζεται με το **Sphericity Assumed**, η οποία είναι  $p = 0,990 > 0,05$ . Άρα, **αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 60dB.

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της L1 και των L2, L3 και L4 στην ένταση 60dB φαίνεται ξεκάθαρα και στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει ότι όλα τα ζευγάρια έχουν τιμή  $p\text{-value} > 0,05$ .

Pairwise Comparisons							
Measure: MEASURE_1							
(I) LISTSPPLUS60	(J) LISTSPPLUS60	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>		
					Lower Bound	Upper Bound	
1	2	,033	,176	1,000	-,465	,532	
	3	,033	,212	1,000	-,566	,633	
	4	,067	,203	1,000	-,508	,642	
2	1	-,033	,176	1,000	-,532	,465	
	3	,000	,192	1,000	-,543	,543	
	4	,033	,212	1,000	-,566	,633	
3	1	-,033	,212	1,000	-,633	,566	
	2	,000	,192	1,000	-,543	,543	
	4	,033	,189	1,000	-,501	,568	
4	1	-,067	,203	1,000	-,642	,508	
	2	-,033	,212	1,000	-,633	,566	
	3	-,033	,189	1,000	-,568	,501	

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Πίνακας 3.18:** Αποτελέσματα του ANOVA που δείχνουν ποια ακριβώς ζεύγη λιστών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στα 60dB.

Όσον αφορά την στατιστική ανάλυση για τις λάθος αποκρίσεις των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τόπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα, πραγματοποιήθηκε **περιγραφική στατιστική ανάλυση** μέσω του προγράμματος SPSS. Αρχικά, επιλέχθηκε η καρτέλα **Data View** προκειμένου να περαστούν τα δεδομένα της ανάλυσης. Στην συνέχεια, επιλέχθηκε η καρτέλα **Variable View**, στην οποία ορίστηκαν-ονομάστηκαν οι μεταβλητές στην στήλη **Name**, ορίστηκαν πόσα δεκαδικά ψηφία μας ενδιαφέρουν στην στήλη **Decimals** (0 δεκαδικά ψηφία διότι θέλουμε να είναι ακέραιος ο αριθμός) και στην στήλη **Measure** ορίστηκαν σε ποια κατηγορία ανήκουν τα δεδομένα. Επιλέχθηκε η κατηγορία **Scale**, διότι τα δεδομένα της έρευνας είναι αναλογικά. Αφού ορίστηκαν τα δεδομένα, επιλέχθηκε στην μπάρα η επιλογή **Analyze→Descriptive Statistics→Descriptives**.

Στους παρακάτω πίνακες της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης παρουσιάζονται ο μέσος όρος (Mean) και η τυπική απόκλιση (Std. Deviation) των λαθών του τόπου και του τρόπου άρθρωσης σε κάθε ένταση για κάθε λίστα λέξεων καθώς και το πλήθος των συμμετεχόντων (N).

<b>Descriptive Statistics</b>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1MINUS10T	30	0	43	10,43	12,913
L2MINUS10T	30	0	42	10,87	13,564
L3MINUS10T	30	0	49	11,93	14,797
L4MINUS10T	30	0	45	8,83	12,908
Valid N (listwise)	30				

**Πίνακας 3.19:** *M.O. και T.A. των λαθών του τόπου στα -10dB και των 4 λιστών*

<b>Descriptive Statistics</b>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1MINUS10TR	30	0	44	8,67	11,610
L2MINUS10TR	30	0	42	9,50	11,916
L3MINUS10TR	30	0	40	9,67	11,897
L4MINUS10TR	30	0	36	7,20	9,991
Valid N (listwise)	30				

**Πίνακας 3.20:** *M.O. και T.A. των λαθών του τρόπου στα -10dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1MINUS5T	30	0	38	12,57	12,437
L2MINUS5T	30	0	40	14,10	12,302
L3MINUS5T	30	0	45	14,30	12,474
L4MINUS5T	30	0	36	11,13	11,488
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.21: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα -5dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1MINUS5TR	30	0	37	11,03	11,391
L2MINUS5TR	30	0	32	12,30	10,597
L3MINUS5TR	30	0	33	13,00	11,405
L4MINUS5TR	30	0	31	9,40	10,183
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.22: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα -5dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1ZEROT	30	0	42	9,73	9,277
L2ZEROT	30	0	33	16,47	10,238
L3ZEROT	30	0	36	16,70	10,952
L4ZEROT	30	0	33	14,10	9,848
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.23: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 0dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1ZEROTR	30	0	38	9,27	9,292
L2ZEROTR	30	0	29	15,00	8,530
L3ZEROTR	30	0	30	15,23	9,856
L4ZEROTR	30	0	29	12,23	8,402
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.24: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 0dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS10T	30	4	29	15,10	6,671
L2PLUS10T	30	6	32	15,07	5,017
L3PLUS10T	30	8	31	16,23	4,911
L4PLUS10T	30	3	30	15,10	6,860
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.25: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 10dB και των 4 λιστών*



Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS10TR	30	5	33	14,33	6,261
L2PLUS10TR	30	5	22	12,90	3,881
L3PLUS10TR	30	6	29	14,53	5,264
L4PLUS10TR	30	5	27	13,93	5,620
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.26: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 10dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS20T	30	3	19	8,80	3,925
L2PLUS20T	30	1	14	5,50	3,060
L3PLUS20T	30	2	99	11,97	16,792
L4PLUS20T	30	1	16	7,53	4,424
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.27: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 20dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS20TR	30	3	16	7,97	3,459
L2PLUS20TR	30	1	12	5,43	2,635
L3PLUS20TR	30	2	17	7,20	3,134
L4PLUS20TR	30	0	16	7,77	3,785
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.28: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 20dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS30T	30	1	10	4,70	2,322
L2PLUS30T	30	0	6	1,93	1,660
L3PLUS30T	30	0	10	3,63	2,414
L4PLUS30T	30	0	9	2,83	2,335
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.29: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 30dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS30TR	30	2	9	4,40	1,694
L2PLUS30TR	30	0	7	1,90	1,605
L3PLUS30TR	30	0	8	3,53	2,255
L4PLUS30TR	30	0	8	2,87	2,270
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.30: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 30dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS40T	30	1,00	4,00	2,2667	1,01483
L2PLUS40T	30	0	3	,63	,850
L4PLUS40T	30	0	4	,97	1,129
L3PLUS40T	30	0	5	1,27	1,202
Valid N (listwise)	30				

Πίνακας 3.31: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 40dB και των 4 λιστών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS40TR	30	0	4	2,23	1,040
L2PLUS40TR	30	0	3	,67	,844
L3PLUS40TR	30	0	5	1,30	1,264
L4PLUS40TR	30	0	4	1,13	1,042
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.32: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 40dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS50T	30	0	3	1,57	,774
L2PLUS50T	30	0	2	,20	,484
L3PLUS50T	30	0	2	,40	,621
L4PLUS50T	30	0	3	,57	,935
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.33: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 50dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS50TR	30	0	4	1,60	,894
L2PLUS50TR	30	0	1	,17	,379
L3PLUS50TR	30	0	2	,47	,629
L4PLUS50TR	30	0	2	,47	,730
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.34: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 50dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS60T	30	0	3	1,40	,724
L2PLUS60T	30	0	1	,10	,305
L3PLUS60T	30	0	2	,30	,535
L4PLUS60T	30	0	2	,23	,504
Valid N (listwise)	30				

*Πίνακας 3.35: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τόπου στα 60dB και των 4 λιστών*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
L1PLUS60TR	30	0	3	1,37	,765
L2PLUS60TR	30	0	1	,07	,254
L3PLUS60TR	30	0	2	,40	,621
L4PLUS60TR	30	0	2	,23	,504
Valid N (listwise)	30				

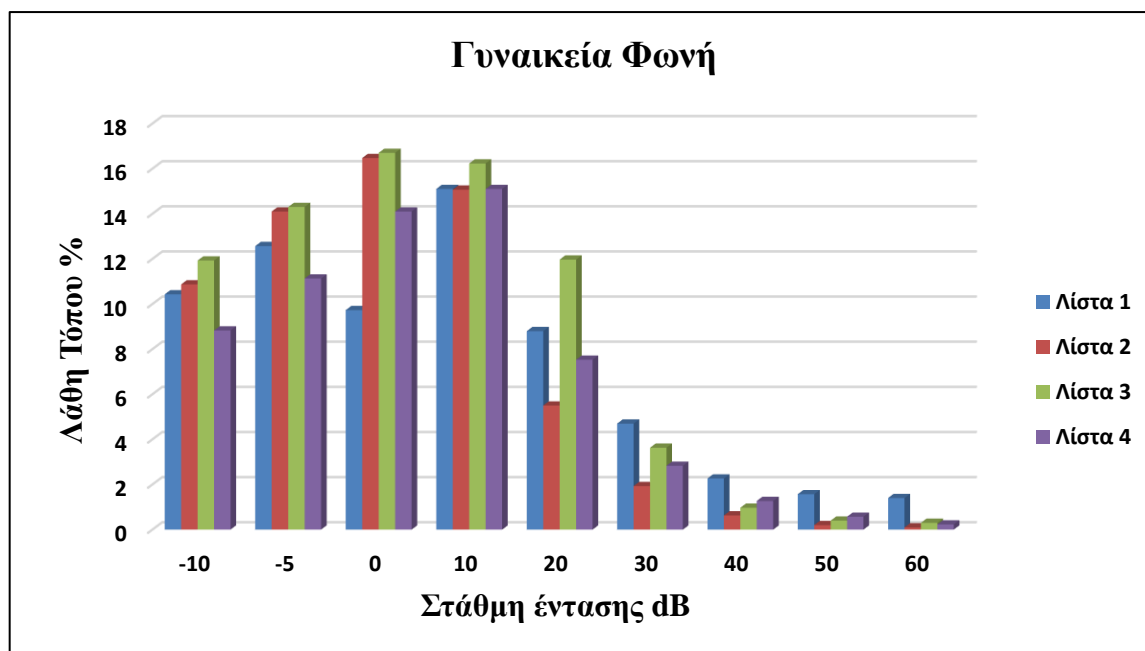
*Πίνακας 3.36: Μ.Ο. και Τ.Α. των λαθών του τρόπου στα 60dB και των 4 λιστών*

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά ο μέσος όρος (Μ.Ο.) των λαθών του τόπου και του τρόπου άρθρωσης σε κάθε επίπεδο έντασης για κάθε λίστα λέξεων.

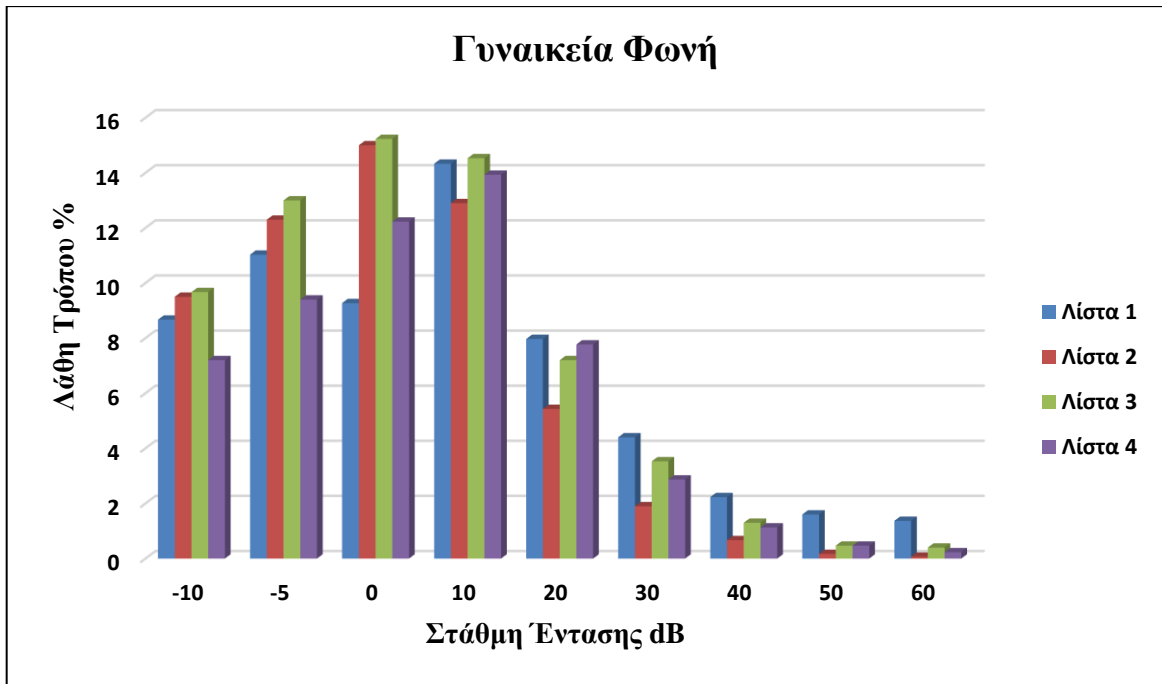
Αναλυτικότερα, στο πρώτο διάγραμμα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των λαθών τύπου (16%) αποτελούν τα επίπεδα των εντάσεων 0 dB και 10 dB και ακολουθούν οι εντάσεις -10 dB, -5 dB και 20 dB. Αντιθέτως, το χαμηλότερο ποσοστό των λαθών του τύπου άρθρωσης της τάξεως 4-2% αποτελούν τα επίπεδα των εντάσεων 30 dB, 40 dB, 50 dB και 60 dB. Με άλλα λόγια, φαίνεται ότι όσο αυξάνεται η ένταση τόσο μειώνεται το ποσοστό των λαθών του τύπου. Επίσης, μεταξύ των 4 λιστών φαίνεται να υπάρχουν μικρές διαφορές, ωστόσο θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η λίστα 3 εμφανίζει τα περισσότερα λάθη τύπου στα πρώτα πέντε επίπεδα έντασης και η λίστα 1 στα υπόλοιπα τέσσερα επίπεδα έντασης.

Αντίστοιχα, στο δεύτερο διάγραμμα το μεγαλύτερο ποσοστό των λαθών του τρόπου άρθρωσης (14%) παρατηρείται στα επίπεδα των εντάσεων 0 dB και 10 dB, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό (4-1,5%) βρίσκεται στις εντάσεις 30 dB, 40 dB, 50 dB και 60 dB. Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις διαφορές μεταξύ των λιστών, η λίστα 3 παρουσιάζει τα περισσότερα λάθη τρόπου στα πρώτα τέσσερα επίπεδα έντασης και η λίστα 1 στα υπόλοιπα πέντε επίπεδα.

Γενικά, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ του μέσου όρου των λαθών του τύπου και του μέσου όρου των λαθών του τρόπου στα διάφορα επίπεδα έντασης στις 4 λίστες.



*Διάγραμμα 3.1: Μέσος όρος των λαθών τύπου στα διάφορα επίπεδα έντασης για τις 4 λίστες.*



*Διάγραμμα 3.2: Μέσος όρος των λαθών τρόπου στα διάφορα επίπεδα έντασης για τις 4 λίστες.*

Συμπερασματικά, όσον αφορά την στατιστική ανάλυση για την ισοδυναμία των λιστών, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων λιστών για κάθε επίπεδο έντασης. Αυτό αποδεικνύει ότι οι λίστες είναι κλινικά ισοδύναμες μεταξύ τους. Επίσης, όσον αφορά την περιγραφική στατιστική ανάλυση για τις λάθος αποκρίσεις των λέξεων, οι οποίες εξετάζονταν ως προς τα λάθη τύπου και τρόπου σε κάθε ένταση για κάθε λίστα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα λάθη τύπου, καθώς και τα λάθη τρόπου, μειώνονται όσο αυξάνεται το επίπεδο της έντασης. Επιπλέον, το υψηλότερο ποσοστό λαθών τόσο του τύπου όσο και του τρόπου άρθρωσης παρατηρείται στις εντάσεις 0 dB και 10 dB, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό βρίσκεται στις εντάσεις 30 dB, 40 dB, 50 dB και 60 dB.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας με τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την δοκιμασία ομιλητικής ακουομετρίας για την μέτρηση του σκορ αναγνώρισης ομιλίας, η οποία αποτελείται από 4 λίστες και χορηγήθηκε σε 10 ενήλικες (5 γυναίκες και 5 άνδρες), παρατηρείται ότι η ισοδυναμία των λιστών παραμένει ισχύουσα, είτε αυτές χορηγούνται σε 5 είτε σε 30 γυναίκες. Αυτό σημαίνει ότι οι λίστες είναι αξιόπιστες και έγκυρες. Επιπλέον, από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της έρευνας με τις μονοσύλλαβες ψευδολέξεις και της έρευνας που αναπτύχθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στις λίστες και προκύπτει ότι οι δοκιμασίες είναι χρήσιμα υλικά για κλινική χρήση.

Το ψηφιακό υλικό συνθετικής ομιλητικής ακουομετρίας που δημιουργήθηκε αποδεικνύει ότι υπάρχει εγκυρότητα και αξιοπιστία μεταξύ των τεσσάρων λιστών. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για κλινική χρήση. Αναλυτικότερα, παρέχει βοήθεια για την διάγνωση μιας ακουστικής βλάβης δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία της βλάβης. Επιπρόσθετα, μπορεί να καθορίσει την ανάγκη για ενίσχυση και ακοολογική αποκατάσταση. Μπορεί να επαληθεύσει τα οφέλη από την χρήση ενός βοηθήματος ακοής καθώς και να γίνει σύγκριση της απόδοσης με και χωρίς βοήθημα. Εκτός αυτού, παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες για την σωστή ένταξη του παιδιού σε κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. (Martin & Clark, 2008). Με άλλα λόγια, μπορούμε να παρακολουθήσουμε τις επιδόσεις ενός ασθενούς είτε για διαγνωστικούς είτε για αποκαταστατικούς λόγους.

Όσον αφορά τους περιορισμούς που προέκυψαν κατά την διάρκεια ολοκλήρωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας, προέκυψε ότι ο αριθμός των εξεταζομένων είναι ικανοποιητικός, αλλά δεν υπάρχει υλικό και δείγμα ανδρικού πληθυσμού. Η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα και υπάρχει δυσκολία στην εύρεση του πληθυσμού, αλλά και στην διεκπεραίωση της χορήγησης, διότι η περίοδος των χορηγήσεων συνέπεσε με την πανδημία του COVID-19 και έπρεπε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την ασφάλεια τόσο των εξεταζομένων όσο και των εξεταστών. Επιπλέον, για να είναι πιο ιδανικές οι συνθήκες θα ήταν επιθυμητό ο ηχομονωμένος θάλαμος να έχει καλύτερη ηχομόνωση, διότι κάποια άτομα ανέφεραν πως άκουγαν τις λέξεις απέξω, όταν βρίσκονταν κοντά στο

παράθυρο. Γι' αυτό κι έπρεπε να αλλάξουν θέση και να απομακρυνθούν από το παράθυρο με αποτέλεσμα ο εξεταστής να μην έχει την μέγιστη ορατότητα και επικοινωνία με τον εξεταζόμενο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, για εγκυρότερα και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα θα έπρεπε:

- Να είναι πιο ηχομονωμένος ο θάλαμος ή πιο χαμηλή η ένταση στον ακοομετρητή που χειρίζεται ο εξεταστής και
- Να είναι πιο ευνοϊκή η περίοδος, ώστε να είναι πιο εύκολη η εύρεση πληθυσμού.

Αυτή η έρευνα αποτελεί εύφορο έδαφος για την ανάπτυξη και χορήγηση κι άλλων υλικών συνθετικής ομιλίας, με σκοπό την εξέλιξη της ακοομετρίας αλλά και γενικότερα της ακοολογίας.. Θα ήταν ενδιαφέρον οι λίστες με τις δυσύλλαβες λέξεις να χορηγηθούν σε άτομα του αντίθετου φύλου, παιδιά σχολικής και προσχολικής ηλικίας, άτομα με προβλήματα ακοής, άτομα μεγαλύτερου ηλικιακού εύρους καθώς και παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες. Επίσης, με την εξέλιξη της τεχνολογίας βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά της συνθετικής φωνής πλησιάζοντας τα χαρακτηριστικά της φυσικής ομιλίας. Για τον λόγο αυτό δημιουργείται η ανάγκη για την ανάπτυξη νέων δοκιμασιών με την χρήση μονοσύλλαβων λέξεων, ψευδολέξεων με ανοιχτό ή κλειστό τύπο απόκρισης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chaldi, D., Trimmis, N. (2014). *Speech Audiometry: Comparison between monosyllabic and disyllabic nonsense words*. [https://www.utsc.utoronto.ca/dls/sites/utsc.utoronto.ca.dls/files/u22/sulc\\_2014\\_proceeding\\_Chaldi\\_Trimmis.pdf](https://www.utsc.utoronto.ca/dls/sites/utsc.utoronto.ca.dls/files/u22/sulc_2014_proceeding_Chaldi_Trimmis.pdf)
- Γεωργοπούλου Σ. (2013). Μεθοδολογία Έρευνας και Ανάλυση Δεδομένων στη Λογοπαθολογία -Εφαρμογή στην Τεκμηριωμένη Πρακτική. Πάτρα 2013.
- Γεωργοπούλου Σ. (2013) Τεχνολογία Επαυξητικής & Εναλλακτικής Επικοινωνίας. Πάτρα 2013.
- Gelfand, S. A. (2009). *Essentials of Audiology*. USA: Theme.
- Hall, J. W. (2014). *Introduction to Audiology Today*. USA: Pearson Education Inc.
- Μάρκου, Ε. Ι., Πάππου, Π., Πολίτου, Κ. (2018). ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΟΜΙΛΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ (Πτυχιακή εργασία). Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα. <https://rb.gy/efs4a4>
- Παπαφράγκου, Κ. Γ. (2008). *Ακοολογία*. Αθήνα: Παρισιανού Α.Ε.
- Περάκη, Ε. (2014, Οκτώβριος 29). *Αυτί: Ανατομία και Ακοή*. Retrieved from <https://blog.doctoranytime.gr/afti-anatomia-akoi/>
- Robinson, D. W. (1971). A Review of Audiometry. *Phys. Med. Biol.*, 16(1), 1-24. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9155/16/1/201/pdf>
- Τρίμμης, Ν. (2008). *Ανάπτυξη δοκιμασίας ομιλητικής ακοομετρίας για τον έλεγχο κεντρικής ακουστικής οδού σε παιδιά πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με μαθησιακές διαταραχές* (Doctoral dissertation).
- Trimmis, N., Papadeas, E., Papadas, T., Naxakis, S., Papathanasopoulos, P., & Goumas, P. (2006). *Speech audiometry: The development of modern Greek word lists for suprathreshold word recognition testing*. *Mediterr J Otol*, 3, 117-126.
- Trimmis, N., Vrettakos, G., Gouma, P., & Papadas, T. (2012). *Speech Audiometry: Nonsense Monosyllabic Lists in Modern Greek*. *Journal of Hearing Science*, 2(3), 41-49.

- Nikolaos Trimmis, M. S., Evangoles Papadeas, M. D., Theodoros Papadas, M. D., Panagiotis Papathanasopoulos, M. D., Panagioto Gouma, M. D., & Panos Goumas, M. D. (2008). *A Modern Greek Word Recognition Score Test Designed for School Aged Children*. *Mediterr J Otol*, 4, 1-8.
- Trimmis, N., Mourtzouchos, K., Naxakis, S., Papadas, T., & Goumas, P. (2013). *Speech audiometry: Dissyllabic pseudowords test*. *Otorhinolaryngologia–Head and Neck Surgery*, (52), 16-21.
- Tye-Murray, N. (2011). *Θεμελιώδεις Αρχές Ακουστικής Αποκατάστασης: Παιδιά, Ενήλικες και Μέλη της Οικογένειάς τους*. *St. Louis, Washington University*.
- <https://audio.online-convert.com/convert-to-way>
- <https://texttospeech.io/>



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## ΦΟΡΜΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

- Δισύλλαβες λέξεις- Λίστα 1

ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ ΕΝΗΛΙΚΩΣ															
ΕΠΙΣΥΝΟΜΟ-ΟΝΟΜΑ		ΗΜ. ΓΕΝΝΗΣΕΩΣ													
ΦΥΛΛΟ		ΤΗΛ													
		0 dB		10 dB		20 dB		30 dB		40 dB		60 dB		80 dB	
		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
1	κότα														
2	θύμα														
3	σπίτι														
4	τύχη														
5	τέλος														
6	νίκη														
7	τρένο														
8	λύμη														
9	έργο														
10	τσάι														
11	φέτα														
12	ζέστη														
13	έτος														
14	μάτι														
15	πάγκος														
16	μπαινιώ														
17	νάφος														
18	μέλι														
19	όμα														
20	μέρα														
21	κούπα														
22	καίω														
23	Τζένη														
24	τέρας														
25	τέντα														
26	φωνή														
27	νησί														
28	παιδί														
29	χαρά														
30	ποτό														
31	σκιά														
32	σχοινί														
33	χαρτί														
34	μαλλί														
35	βουλή														
36	γλυκά														
37	αυτί														
38	νερό														
39	δουλειά														
40	θεός														
41	παππούς														
42	κρασί														
43	πρωί														
44	τιμή														
45	πεζός														
46	γλακός														
47	βουνό														
48	εδώ														
49	ναός														
50	εννιά														
	ΣΥΝΟΛΟ														

- Δισύλλαβες λέξεις- Λίστα 2

ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ															
ΕΙΡΕΝΥΜΟ-ΟΝΟΜΑ		ΗΜ. ΓΕΝΝΗΣΗΣ													
ΦΥΛΟ						ΤΗΛ									
		0 dB		10 dB		20 dB		30 dB		40 dB		60 dB		80 dB	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	τζάκι														
2	κέφι														
3	τέγνη														
4	ρέστα														
5	ζόγτυ														
6	νύχι														
7	πέντε														
8	άνθος														
9	τρία														
10	πέτασ														
11	ήλιος														
12	σέλα														
13	θεία														
14	μήνες														
15	μόνα														
16	μύτη														
17	πέτρα														
18	νότα														
19	πέινα														
20	γέννα														
21	τόπι														
22	βίσα														
23	κοόνια														
24	έδρα														
25	ζώνη														
26	κελί														
27	επίτα														
28	μπο,τά														
29	τυρί														
30	σκουφι														
31	μηδεν														
32	γατί														
33	ζωή														
34	κουτί														
35	σειρά														
36	νονός														
37	εσύ														
38	πουλί														
39	ουρά														
40	κακό														
41	καιρός														
42	τυχός														
43	γονείς														
44	λαός														
45	μυρό														
46	οστά														
47	φουμί														
48	λεφτά														
49	γκρεμός														
50	παλιό														
	ΣΥΝΟΛΟ														

- Δισύλλαβες λέξεις- Λίστα 3

ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ																	
ΕΠΙΣΥΝΔΕΣΗ ΟΝΟΜΑ						ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ											
ΦΥΛΛΟ						ΤΗΛ											
		0 dB		10 dB		20 dB		30 dB		40 dB		50 dB		60 dB		80 dB	
		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
1	πίνω																
2	θέα																
3	πόδι																
4	πίτα																
5	σούπα																
6	ένα																
7	μέση																
8	ταάντα																
9	ζώο																
10	στόμα																
11	φρένο																
12	πάνα																
13	θήκη																
14	τζάμι																
15	νύστα																
16	χτένα																
17	αάζο																
18	χήνα																
19	νέος																
20	δύση																
21	δένω																
22	γάτα																
23	μπούπι																
24	νεύρο																
25	μέτρο																
26	κερί																
27	κιλό																
28	σχολή																
29	καρές																
30	τρελός																
31	ταξί																
32	ψυχή																
33	στοά																
34	ακτή																
35	ποτέ																
36	λουρί																
37	τιμές																
38	κλαδί																
39	εμείς																
40	σκηνή																
41	ευρώ																
42	κουπί																
43	γυρί																
44	φτηνό																
45	γυαλί																
46	ψητό																
47	ελιά																
48	μα/κιά																
49	γενιά																
50	νεφρό																
	ΣΥΝΟΛΟ																

- Δισύλλαβες λέξεις - Λίστα 4

ΕΝΗΡΓΙΚΟΙ I-ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΟΜΙΛΙΑΣ															
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ-ΟΝΟΜΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ													
ΦΥΛΛΟ		ΤΑΞΗ													
		0 dB		10 dB		20 dB		30 dB		40 dB		50 dB		60 dB	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	χέρι														
2	δέκα														
3	ταύτη														
4	δέντρο														
5	αίμα														
6	νιάτα														
7	ώρα														
8	Τρίτη														
9	μέλλον														
10	σκόνη														
11	νέα														
12	τούρτα														
13	θέση														
14	τζιρός														
15	γούνα														
16	δύο														
17	χιόνι														
18	νύχτα														
19	έγω														
20	γκοφί														
21	στέγη														
22	πένα														
23	μπότα														
24	μούσι														
25	είμαι														
26	αρνί														
27	φτερά														
28	καπνός														
29	κλουβί														
30	σκεπή														
31	παπός														
32	πανί														
33	θεά														
34	συκιά														
35	λεπτά														
36	νερός														
37	αυλή														
38	οκτώ														
39	ταμί														
40	στολή														
41	εγώ														
42	φυτό														
43	φυλί														
44	μισό														
45	κούμα														
46	στενό														
47	νονά														
48	δεξι														
49	ζουμί														
50	κιμός														
	ΣΥΝΟΛΟ														