

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ Α.ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΦΩΝΗΣ ΚΑΙ
ΟΜΙΛΙΑΣ ΣΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΛΛΗΝΟΦΩΝΟ ΔΕΙΓΜΑ
ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΔΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ**

-

**Changes in time in basic voice and speech
characteristics of normal native Greek speakers**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΜΠΑΛΤΑ ΜΕΡΟΠΗ

ΞΕΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΗΛΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2013

...Φωνή δεν είναι μόνον τα ορθοφωνήματα. Ωραία φωνή δεν είναι μόνο οι βαθείς τόνοι του κόσμου των διαφημίσεων. Η σωστή άρθρωση, απαραίτητη προϋπόθεση για την πλήρη κατανόηση των λεγομένων, δεν είναι αρκετή. Η Φωνή, ως κύριο μέσο της επικοινωνίας, έχει έναν άλλο, πολύ πιο σύνθετο ρόλο: να εκφράζει με σαφήνεια όλο τον πλούτο των συναισθηματικών αποχρώσεων που διεκδικούν το χώρο τους στο πεδίο της έκφρασης. Επομένως, ωραία φωνή είναι αυτή που εκφράζει με πληρότητα και καθαρότητα ο,τιδήποτε απασχολεί τον άνθρωπο. Είναι αυτή που αλλάζει τονικότητα ή ένταση ανάλογα με τα συναισθήματα που – άλλωστε – την προκαλούν. Είναι αυτή που ξεπερνώντας τα ψυχολογικά, κοινωνικά και σωματικά εμπόδια τελικά θριαμβεύει, αποκαλύπτοντας τις εσώτερες, κρυμμένες, ανέγγιχτες πλευρές αυτού που αποκαλούμε «ο εαυτός μας»...

Κωστής Σφυρικήδης

Καθηγητής Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών μας σπουδών στο τμήμα Λογοθεραπείας του Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών και διήρκησε συνολικά από τον Μάιο έως και τον Οκτώβριο του 2013. Όπως γίνεται φανερό και από τον τίτλο, συνιστά κυρίως μια προσπάθεια έρευνας και καταγραφής, καθώς περιστρέφεται γύρω από διάφορες μετρήσεις των χαρακτηριστικών της ανθρώπινης φωνής και ομιλίας. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν σε ελληνόφωνο δείγμα, φυσιολογικού πληθυσμού, με εύρος ηλικιών από τα 20 έως και τα 40 έτη.

Στην επιλογή του θέματος, καθοριστικός ήταν ο ρόλος που διαδραμάτισε η αγάπη μας για το επιστημονικό κι ερευνητικό αντικείμενο της ανθρώπινης φωνής και ομιλίας καθώς και η ανάγκη μας να το ερευνήσουμε οι ίδιοι και να το γνωρίσουμε περαιτέρω. Μέσα από τη διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων, μας δόθηκε η ευκαιρία να έρθουμε σε βαθύτερη επαφή με το θέμα της φωνής και της ομιλίας καθώς και με την χρήση των απαραίτητων για τη διεξαγωγή της έρευνας τεχνολογικών μέσων, να αποκτήσουμε νέες δεξιότητες, να δουλέψουμε ομαδικά πάνω σε ένα θέμα που μας ενδιέφερε και, εν τέλει, να προσφέρουμε ένα μικρό λιθαράκι στην ήδη υπάρχουσα γνώση.

Πρωτίστως, αισθανόμαστε την ανάγκη να επισημάνουμε την ευγνωμοσύνη μας στον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μας εργασίας, κκ Δρ. Παπαθανασίου Ηλία, για την επιστημονική του καθοδήγηση, την αφιέρωση χρόνου και την αμέριστη υποστήριξη στην προσπάθεια ολοκλήρωσης της εργασίας αυτής, αλλά και για όσα άλλα μας έχει προσφέρει κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μας σπουδών.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να απευθύνουμε στα υποκείμενα της εν λόγω εργασίας για την ανιδιοτελή προσφορά τους και για τον σημαντικό χρόνο που μας αφιέρωσαν. Χωρίς τη βοήθειά τους, δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιλέξαμε να εξετάσουμε διεξοδικά τα χαρακτηριστικά της φωνής και της ομιλίας, σε ένα δείγμα υγιούς πληθυσμού, με εύρος ηλικιών από τα 20 έως και τα 40 έτη με στόχο να ανιχνεύσουμε τυχόν αλλαγές κατά τη διάρκεια αυτών ακριβώς των δεκαετιών κατά τις οποίες η φωνή μας θεωρείται ουσιαστικά αμετάβλητη.

Πιο αναλυτικά, στην έρευνα συμμετείχαν 120 άνδρες και γυναίκες, από 7 διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας, ηλικίας από 20 έως 40 ετών οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 60 ατόμων. Η 1^η ομάδα αποτελείτο από 60 άτομα 30 εκ των οποίων άνδρες και 30 γυναίκες ηλικίας 20-30 ετών ενώ η 2^η ομάδα αποτελείτο από 60 άτομα 30 εκ των οποίων άνδρες και 30 γυναίκες ηλικίας 30-40 ετών. Όλα τα υποκείμενα ήταν φυσικοί ομιλητές της ελληνικής και δεν εμφάνιζαν διαταραχές φώνησης.

Επιπλέον, η διαδικασία των ηχογραφήσεων πραγματοποιήθηκε βάση του σταθμισμένου πρωτοκόλλου φωνής και ομιλίας στα ελληνικά (Πρωτόπαπας & Παπαθανασίου, 2010). Οι διαδικασίες περιελάμβαναν (α) την μεμονωμένη παραγωγή των /a/, /s/, /z/ για την ανεύρεση του μέγιστου χρόνου φώνησης, της θεμελιώδους συχνότητας, του jitter και του shimmer, (β) την ανάγνωση λέξεων για τη διερεύνηση των ακουστικών χαρακτηριστικών των φωνηέντων της ελληνικής και συγκεκριμένα τη διάρκεια του φωνήεντος, το ύψος, την ένταση και τις μορφικές (f1,f2,f3) καθώς επίσης και (γ) του χρόνου έναρξης φώνησης συμφώνων της ελληνικής, (δ) την αυθόρμητη ανάγνωση κειμένων για τον προσδιορισμό της μέσης θεμελιώδους συχνότητας, καθώς και του αριθμού συλλαβών ανά λεπτό και τέλος (ε) την περιγραφή εικόνας τόσο για τον προσδιορισμό της μέσης βασικής συχνότητας, όσο και για την μέτρηση του αριθμού συλλαβών ανά λεπτό.

Τα δεδομένα που προέκυψαν συνηγορούν στην ανοδική τάση των jitter και shimmer, στη μείωση του pitch και του duration, στη σχετική σταθερότητα της φωνηεντικής αντήχησης και του χρόνου έναρξης φώνησης έκκροτων συμφώνων καθώς και στη μείωση του ρυθμού ομιλίας, με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, στατιστικά σημαντικές θεωρούνται οι μεταβολές που αφορούν στο jitter, στο τρίτο formant του φθόγγου [e] όταν αυτός τονίζεται, στο χρόνο έναρξης φώνησης του φθόγγου [d] και στην παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό.

Συμπερασματικά, η εν λόγω έρευνα αναδεικνύει τη μεταβολή στην ποιότητα της φωνής ενός εκάστου με την πάροδο του χρόνου. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως η περιοδικότητα του σήματος της φωνής διαταράσσεται σημαντικά. Επιπλέον, σε ό,τι αφορά στην αντήχηση των φωνηέντων και ιδιαίτερα του φθόγγου [e], παρατηρείται αξιοσημείωτη μεταβολή μόνο στην τρίτη μορφική αυτού και μόνο όταν τονίζεται. Επίσης, ο χρόνος έναρξης φώνησης για το φθόγγο [d] προκύπτει ότι αυξάνεται σημαντικά. Τέλος, παρατηρείται μείωση στην παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό.

ABSTRACT

The main goal of this paper was a thorough study of the voice and speech characteristics based on a sample of healthy native greek speakers within the age range 20-40 targeting on changes that may appear in these decades during which our voice is considered to be basically invariant.

In more detail, the participants of this study were 120 male and female adult speakers from seven greek cities. As stated above, ages varied from 20 to 40 years. Two groups of 60 were formed. The first group was consisted of 30 male and 30 female adults aged between 20-30, while the second group was equally consisted of male and female adults, aged between 30-40 years. All subjects were native greek speakers showing no voice disorders.

Moreover, the recording process was conducted adhering to the greek voice and speech standardized protocol (Protopapas & Papathanasiou, 2010). The tests included (a) the isolated production of /a/, /s/, /z/ in search of the mpt, pitch, jitter and shimmer, (b) the reading of words aiming to investigate the acoustic characteristics of greek vowels and specifically the duration of the vowel, the pitch, amplitude and formants (f1,f2, f3), (c) time interval of phonation of the greek consonants, (d) spontaneous text reading and (e) picture description in order to specify the mean pitch and the number of syllables per minute.

The collected data suggest that jitter and shimmer tend to increase, while the pitch and duration tend to decrease. Additionally, the vowel resonance and time interval of phonation of plosives seems to be relatively constant. However, the speech rate appears to speed down in time. Changes on jitter, the third formant of accented [e], time interval of the phonation of [d] and the syllable production rate per minute are statistically important.

As a conclusion, the present study shows changes in the quality of voice in time. Specifically, it seems that time affects the periodicity of the voice signal. Furthermore, vowel resonance and especially that of accented [e], exhibits a remarkable variation on the third formant only. It also follows that the time interval of the phonation of [d] increases remarkably. Finally, a reduction of the syllable production rate per minute is noticed.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	3
Περίληψη.....	4,5
Περιεχόμενα.....	6
Εισαγωγή	7
1. Ανθρώπινη ομιλία και φωνή.....	8, 21
i) Ομιλία.....	8, 9
ii) Φωνή.....	9, 11
iii) Οι φθόγγοι.....	12, 13
iv) τα σύμφωνα.....	13, 15
v) τα φωνήεντα.....	15, 16
vi) Συνάρθρωση και συγχρονισμός.....	16,17
vii) Οι συλλαβές.....	17, 18
viii) Τόνος και τονισμός.....	18, 19
ix) Επιτονισμός και προσωδία.....	19, 20
x) Χαρακτηριστικά φωνής και ομιλίας.....	20, 21
2. Διαδικασίες ανάλυσης φωνής και ομιλίας.....	22, 27
i) Ορίζοντας τον ήχο.....	22
ii) Η απεικόνιση της φωνής.....	22, 24
iii) Βασικά χαρακτηριστικά του σήματος της φωνής.....	24
iv) Το φάσμα της ομιλίας.....	24, 27
3. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	28, 31
4. Μεθοδολογία έρευνας.....	32, 38
i) Σκοπός της έρευνας.....	32
ii) Τα υποκείμενα.....	32, 37
iii) Η Διαδικασία της έρευνας και οι μεταβλητές.....	37, 38
5. Αποτελέσματα.....	39, 44
6. Συζήτηση.....	45, 50
Επίλογος.....	51
Βιβλιογραφία.....	52, 61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αν ρωτούσαμε έναν μουσικό, με ευκολία θα μας έλεγε ότι η φωνή αποτελεί το εκφραστικότερο και το πλουσιότερο σε αποχρώσεις μουσικό όργανο και, αυτός είναι ο λόγος, που έχει χρησιμοποιηθεί με αναρίθμητους τρόπους στη μουσική διαφόρων λαών καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας. Αν επιθυμούσαμε να εξετάσουμε τη φωνή από αυτή την πιο καλλιτεχνική της διάσταση, θα την κατατάσσαμε σίγουρα στα πνευστά όργανα. Όπως συμβαίνει με τα πνευστά όργανα, έτσι και ο ήχος της φωνής μας παράγεται όταν ο εκπνεόμενος από τους πνεύμονες αέρας αναγκάζει τις φωνητικές μας χορδές, οι οποίες τοποθετούνται στον λάρυγγα, να πάλλονται, παράγοντας ήχο (Thomas, E., 2000).

Η φωνή είναι ένα από τα σημαντικότερα μέσα επικοινωνίας του ανθρώπου. Καθένας από μας, χρησιμοποιεί καθημερινά τη φωνή του για να επικοινωνήσει, να μιλήσει, να τραγουδήσει, να εκφράσει απόψεις, ιδέες, συναισθήματα. Η ποιότητα της φωνής μας από μόνη της, δημιουργεί μια απέραντη παλέτα συναισθημάτων τα οποία προδίδουν τον τρόπο συμπεριφοράς μας, το πόσο προσιτοί είμαστε στους άλλους, την αίσθηση του χιούμορ που μας διακρίνει, ακόμη και το πόσο ψηλά είναι τα επίπεδα ενέργειας μας τη δεδομένη στιγμή που μιλάμε.

Τα χαρακτηριστικά της Φωνής και της Ομιλίας αξίζει να μελετώνται καθώς, τα αποτελέσματα τέτοιων μελετών παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη φύση και την ιστορία του ίδιου του ανθρώπινου πολιτισμού. Ακόμη, από τη σκοπιά του λογοθεραπευτή, η καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών αυτών, διευκολύνει τις διαδικασίες αξιολόγησης, διάγνωσης και ανάπτυξης θεραπευτικού προγράμματος, όταν καλείται να αντιμετωπίσει διαταραχές φωνής και ομιλίας, καθώς και την σύλληψη και διαμόρφωση αποτελεσματικότερων συστημάτων εναλλακτικής επικοινωνίας.

Η παρούσα εργασία ευελπιστεί να αποτελέσει ένα κείμενο αναφοράς και μελέτης, μία πηγή παροχής δεδομένων για όσους επρόκειτο να ασχοληθούν με θέματα συναφή της φωνής και της ομιλίας, καθώς και των διαταραχών αυτών, στο μέλλον. Σε αυτή την κατεύθυνση, επιχειρήσαμε να πραγματοποιήσουμε και να συγκεντρώσουμε μετρήσεις των χαρακτηριστικών της Φωνής και της Ομιλίας ελληνόφωνου δείγματος, φυσιολογικού πληθυσμού, με εύρος ηλικιών από τα 20 έως και τα 40 έτη.

Η πτυχιακή μας εργασία ξεκινάει με την ανάλυση των βασικών μηχανισμών και αρχών που διέπουν την Φωνή και την Ομιλία του ανθρώπου. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις μεταβλητές που καλείται να εξετάσει ο ερευνητής προκειμένου να εξάγει τα διάφορα χαρακτηριστικά της Φωνής και της Ομιλίας των υποκειμένων που έχει επιλέξει, ώστε να τα χρησιμοποιήσει στην εκάστοτε μελέτη που διεξάγει. Τέλος, γίνεται εκτενής αναφορά στην έρευνα που πραγματοποιήσαμε και στα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή.

1. ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΟΜΙΛΙΑ ΚΑΙ ΦΩΝΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της πτυχιακής μας εργασίας, αναγκαία κρίναμε την παράθεση ορισμένων βασικών στοιχείων που αφορούν στην ομιλία και στη φωνή.

i) Η ομιλία

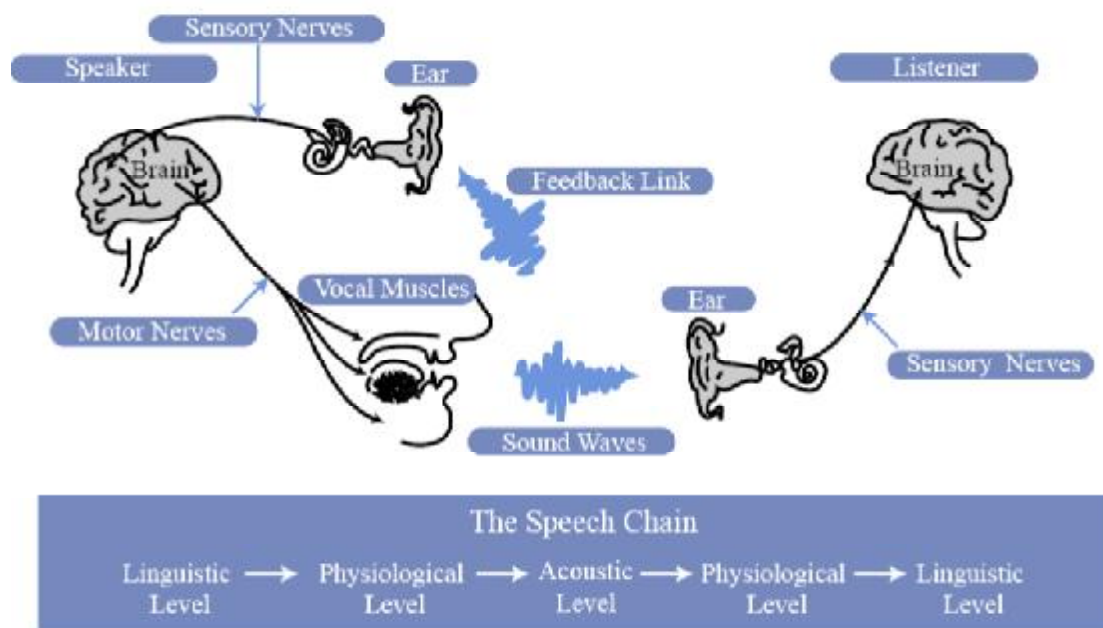
Από τις απαρχές της ιστορίας του ανθρώπου, όπου εμφανίζονται ανθρώπινες κοινωνίες, κάποιο σύστημα επικοινωνίας αναπτύσσεται προκειμένου να διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των μελών τους. Οι ανθρωπολόγοι εικάζουν ότι ακόμη και στις πρωτόγονες κοινωνίες, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν κάποια μορφή ομιλίας. (Aitchison, J., 1996). Ο ρόλος της ομιλίας είναι εξαιρετικά κρίσιμος για την ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού η οποία, σε μεγάλο βαθμό, στηρίζεται στην δυνατότητα του ανθρώπου να μοιράζεται τις εμπειρίες του, να εκφράζει τις ιδέες του και να μεταδίδει τη γνώση του από τη μία γενιά στην άλλη. Οι άνθρωποι μπορούμε να επικοινωνούμε με ποικίλους τρόπους. Ωστόσο, η ομιλία φαίνεται να είναι περισσότερο επιδραστική και θεμελιώδης για την ανάπτυξη του πολιτισμού. Οι διαδικασίες της απομνημόνευσης και της απαγγελίας χρησιμοποιήθηκαν ευρέως από τις ανθρώπινες κοινωνίες πολύ πριν από την ανάπτυξη των συστημάτων ανάγνωσης και γραφής. Η ομιλία, μέσα από τη συνεχή χρήση της στην καθημερινότητα ως εργαλείο επικοινωνίας, αναπτύχθηκε σε ένα εξαιρετικά αποδοτικό σύστημα κατορθώνοντας ακόμα και την ανταλλαγή πολύπλοκων ιδεών.

Ο απλούστερος τρόπος διερεύνησης των φαινομένων που συντελούνται κατά τη διάρκεια της ανθρωπίνης ομιλίας, έγκειται στην διερεύνηση της απλής περίπτωσης όπου δύο άτομα συνομιλούν μεταξύ τους: Το ένα από αυτά, ο ομιλητής, μεταδίδει μηνύματα και πληροφορίες στο άλλο, τον ακροατή. Το πρώτο πράγμα που οφείλει να κάνει ο ομιλητής είναι να οργανώσει τις σκέψεις του, να αποφασίσει ποιές πληροφορίες θέλει να μεταδώσει και να τις τοποθετήσει σε γλωσσολογική μορφή. Το μήνυμα τοποθετείται σε γλωσσολογική μορφή με την κατάλληλη επιλογή των λέξεων και των φράσεων για την ορθή έκφραση του νοήματός του και με την τοποθέτηση αυτών των λέξεων σε κατάλληλη σειρά, όπως επιβάλλουν οι γραμματικοί κανόνες της εκάστοτε γλώσσας. Η διαδικασία που μόλις περιγράψαμε σχετίζεται με την εγκεφαλική δραστηριότητα του ομιλητή, καθώς ο εγκέφαλος δίνει κατάλληλες οδηγίες, υπό τη μορφή παλμών, στα νεύρα κίνησης οι οποίοι μεταδίδονται στους μύες των φωνητικών οργάνων, τους αρθρωτές και τις φωνητικές χορδές. Οι νευρικοί παλμοί θέτουν σε κίνηση τους φωνητικούς μύες, οι οποίοι με τη σειρά τους προκαλούν μεταβολές πίεσης στον περιβάλλοντα αέρα. Αυτές οι μεταβολές πίεσης, ονομάζονται ηχητικό κύμα.

Η κίνηση των φωνητικών οργάνων δημιουργεί ένα ηχητικό κύμα ομιλίας που ταξιδεύει διαμέσου του αέρα και καταλήγει στον ακροατή. Οι μεταβολές πίεσης στο αυτί του ακροατή ενεργοποιούν τον ακουστικό μηχανισμό που αυτός διαθέτει και παράγουν παλμούς, οι οποίοι στη συνέχεια μεταφέρονται, μέσω του ακουστικού νεύρου, στον εγκέφαλο του ακροατή. Στον εγκέφαλο του ακροατή λαμβάνει χώρα σημαντική εγκεφαλική δραστηριότητα, η οποία και τροποποιείται από τους παλμούς

των νεύρων που καταλήγουν στο αυτί. Αυτή η τροποποίηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας επιφέρει την αναγνώριση του μηνύματος που μετέδωσε ο ομιλητής.

Επομένως, η επικοινωνία μέσω της ομιλίας απαρτίζεται από μια ακολουθία γεγονότων τα οποία συνδέουν του εγκέφαλο του ομιλητή με αυτόν του ακροατή. Αυτή η ακολουθία γεγονότων ονομάζεται και αλυσίδα της ομιλίας (Denes, P. B. & Pinson, E. N., 1993).



The Speech Chain: the different forms in which a spoken message exists in its progress from the mind of the speaker to the mind of the listener.

Εικόνα 1. Η αλυσίδα της ομιλίας

ii) Η φωνή

Η φωνή παράγεται μέσα σε έναν αγωγό μεταβλητής διατομής που αρχίζει από τις φωνητικές χορδές και καταλήγει στα χείλη. Οι φωνητικές χορδές είναι πτυχώσεις μαλακού ιστού δεξιά και αριστερά στο λάρυγγα, οι οποίες μπορούν να έρχονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους ή να απομακρύνονται χάρη σε ειδικούς μυς και χόνδρους με τους οποίους συνδέονται (Rothenberg, M., 1968). Στην πιο απλή περίπτωση, πλησίασμα των αρτενοειδών χόνδρων συνεπάγεται κλείσιμο του ανοίγματος μεταξύ των φωνητικών πτυχών ενώ αντίστροφα απομάκρυνση. Όταν οι φωνητικές χορδές είναι ανοιχτές, η ροή του εμπνεόμενου αέρα περνάει μέσα από τη φωνητική οδό. Αντίθετα, όταν οι φωνητικές χορδές είναι κλειστές, η ροή του αέρα από τους πνεύμονες αποτρέπεται (Titze, I. R. 2006). Κατά τη διάρκεια της ομιλίας, οι φωνητικές χορδές ανοιγοκλείνουν γρήγορα, κατακερματίζοντας τη σταθερή ροή αέρα σε μία ακολουθία διακοπτόμενων μαζών αέρα. Μπορούμε να ακούσουμε την ταχεία ακολουθία των διακοπτόμενων μαζών αέρα ως «βόμβο» του οποίου η συχνότητα

αυξάνεται συνεχώς καθώς αυξάνουμε το ρυθμό ταλάντωσης των φωνητικών χορδών. Ο ακουστικός χαρακτήρας του «βόμβου» αυτού τροποποιείται από τις ακουστικές ιδιότητες των φωνητικών χορδών, οι οποίες εξαρτώνται από το σχήμα της φωνητικής οδού. Κατά τη διάρκεια της ομιλίας μεταβάλλουμε συνεχώς το σχήμα της φωνητικής οδού, με μετακίνηση των αρθρωτών. Οι κινήσεις αυτές μας επιτρέπουν να παράγουμε τα διάφορα ήδη των ήχων, καθώς μεταβάλλουμε τις ακουστικές ιδιότητες της φωνητικής οδού.

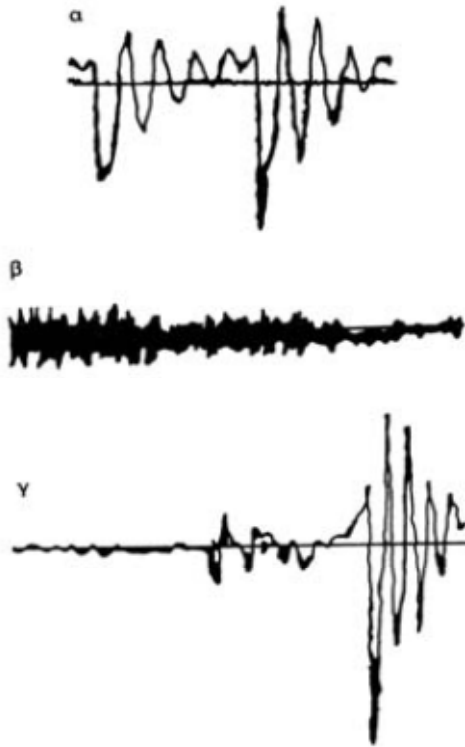
Εξειδικεύοντας ωστόσο, είναι χρήσιμο να θεωρήσει κανείς τρεις τύπους διέγερσης του φωνητικού συστήματος, οι οποίοι τύποι περιλαμβάνουν όλες τις βασικές μορφές ήχων που συναντάμε στην πράξη:

α) **Έμφωνη πηγή:** Οι ταλαντώσεις των φωνητικών χορδών δίνουν γένεση στους έμφωνους ήχους. Οι ταλαντώσεις αυτές είναι περίπου περιοδικές και συνίστανται σε μία διαδοχή κύκλων. Κάθε κύκλος εξελίσσεται ως εξής: όταν η πίεση του αέρα αυξηθεί σημαντικά, επιβάλλει στις χορδές να αποχωρισθούν. Η ροή του αέρα η οποία τις διαπερνά έχει σαν συνέχεια την πτώση της πίεσεως και την ανάπτυξη μιας δυνάμεως επαναφοράς, που αποκαθιστά την αρχική θέση των χορδών. Πρόκειται για ταλαντώσεις των οποίων η περίοδος είναι συνάρτηση της μάζας και της τάσεως των χορδών και επίσης της αρχικής πίεσεως του αέρα. Επειδή η ροή γίνεται με τρόπο κρουστικό προκαλεί την ταλάντωση του φωνητικού αγωγού στις ιδιοσυχνότητές του. Στο φάσμα ξεχωρίζουμε ορισμένες ζώνες συντονισμού με υψηλή ενεργειακή συγκέντρωση. Οι συχνότητες συντονισμού ονομάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία «formants». Η βασική ιδιότητα της πηγής που εξετάσαμε είναι ότι παράγει ένα οιονεί-περιοδικό (quasi-periodic) σήμα. Η θεμελιώδης συχνότητα αυτού του σήματος είναι γνωστή σαν «pitch» της φωνής.

β) **Τυρβώδης πηγή:** Αυτή σχηματίζεται σε μία στένωση του φωνητικού σωλήνα σε ένα σημείο του. Εκεί δημιουργείται τυρβώδης ροή του αέρα που έχει σαν αποτέλεσμα μια ακανόνιστη διέγερση του φωνητικού συστήματος (θόρυβος). Επειδή στο σημείο της δημιουργίας του ο θόρυβος έχει φάσμα σχετικά ομοιόμορφο σε μια πλατιά ζώνη, το φάσμα του εκπεμπόμενου ήχου καθορίζεται από τις φωνητικές κοιλότητες που βρίσκονται μακριά από το σημείο της στένωσης.

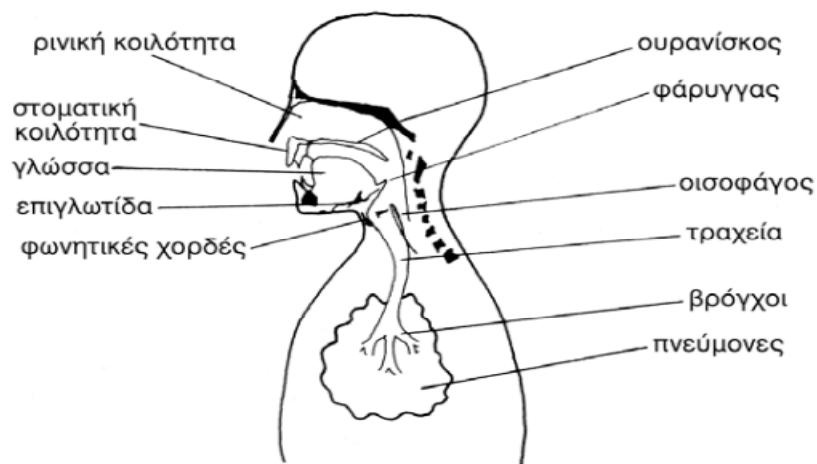
γ) **Εκρηκτική πηγή:** Αυτή δημιουργείται από την απότομη απελευθέρωση μιας ποσότητας αέρα αποκλεισμένης στη φωνητική κοιλότητα. Το άνοιγμα της τελευταίας δημιουργεί μια μεταβατική διέγερση απεριοδικού τύπου.

Η πρώτη πηγή δίνει γέννηση στα φωνήεντα και τα έμφωνα σύμφωνα, όπως τα [a], [o], [i], [m], [l]. Η δεύτερη σε ορισμένα τυρβώδους φύσεως σύμφωνα όπως [f], [x]. Τέλος η Τρίτη γεννά ήχους εκρηκτικής φύσης όπως το [t]. Πρέπει να σημειώσουμε ότι μεταξύ των έμφωνων συμφώνων, μία ειδική κατηγορία είναι τα ένρινα που παράγονται με τη συμμετοχή της ρινικής κοιλότητας σε ζεύξη με τη στοματική. Ας σημειώσουμε επίσης ότι μερικοί ήχοι παράγονται ύστερα από διέγερση με μίγμα από δύο πηγές.



Εικόνα 2. Οι διαφορετικοί τύποι των ήχων

Τέλος, είναι σημαντικό να διακρίνουμε ρητά μεταξύ φωνής και ομιλίας. Ο διαχωρισμός τους είναι απαραίτητος για την κατανόηση των φαινομένων της παραγωγής της ομιλίας και για τη μελέτη και αντιμετώπιση των διαταραχών της από τον κλινικό κλάδο της λογοθεραπείας. Η φωνή είναι ήχος που συνήθως χρησιμοποιείται για την παραγωγή ομιλίας, παραταύτα χρησιμοποιείται και σε έτερες περιπτώσεις (κραυγή, μουρμουρητό). Η φωνή αποτελεί προϋπόθεση για την παραγωγή πολλών φθόγγων, συνεπώς τη συναντούμε πάντα στην ομιλία, δεν είναι της απαραίτητο συστατικό όλων των φθόγγων. Υπάρχουν χαρακτηριστικά της φωνής, όπως η βραχνάδα, τα οποία δεν αλλοιώνουν το φωνητικό χαρακτήρα της ομιλίας.



Εικόνα 3. Τα φωνητικά όργανα

iii) Οι φθόγγοι

Η ομιλία αποτελείται και από ήχους οι οποίοι παράγονται φυσικά από την ανθρώπινη φωνητική οδό και αντιστοιχούν σε γλωσσικές μονάδες. Θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι οι γλωσσικές μονάδες της ομιλίας είναι οι λέξεις ή τα μορφήματα, καθότι μεταφέρουν νόημα. Σε βαθύτερη εξέταση όμως διαπιστώνουμε ότι οι ελάχιστες γλωσσικές μονάδες που απαρτίζουν την ομιλία, χωρίς να φέρουν νόημα αλλά σχετιζόμενες περισσότερο με μεμονωμένους ήχους, είναι οι επονομαζόμενοι φθόγγοι οι οποίοι και αποτελούν το μικρότερο στοιχείο της φωνής. Κάθε γλώσσα έχει ένα σύνολο φθόγγων με τους οποίους σχηματίζει όλες τις λέξεις της και, συνεπώς, όλες τις φράσεις που μπορούν να προφερθούν στη γλώσσα αυτή (Crystal, D., 1971). Κάθε άνθρωπος προφέρει τους φθόγγους λίγο διαφορετικά γι' αυτό και μπορούμε να αναγνωρίσουμε την ταυτότητα ενός ομιλητή μέσω της φωνή του. Επίσης ο ήχος της ομιλίας διαφέρει ανάλογα με το χώρο μέσα στον οποίο μιλάμε, ανάλογα με τη διάθεσή μας, ανάλογα με το μέσο μεταφοράς του ήχου και άλλες παραμέτρους. Συνεπώς, οι ήχοι της ομιλίας εξαρτώνται από έτερα στοιχεία μη σχετιζόμενα με το ίδιο το περιεχόμενο της ομιλίας, δηλαδή με τη σημασιολογία των προφερόμενων λέξεων. Οι εν λόγω διαφορές στους ήχους της ομιλίας δεν μας αφορούν στην παρούσα εργασία τη στιγμή που δεν μεταβάλλουν το νόημα των λέξεων. Οι φθόγγοι, εν τέλει, συνιστούν κατηγορίες ήχων που διαθέτουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν να κάνουν με την παραγωγή τους, δηλαδή την εκφορά τους, καθώς και με την ακουστική τους σύσταση, δηλαδή το είδος και τις ιδιότητες του ίδιου του ήχου όπως μπορούμε να τις απεικονίσουμε και να τις μετρήσουμε σε μια ηχογράφηση με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Για την ακριβή καταγραφή των φθόγγων υπάρχουν ειδικά σύμβολα που αντιστοιχούν με ακρίβεια στους ήχους χωρίς να επηρεάζονται από την ορθογραφία ή άλλες συμβάσεις κάθε γλώσσας. Το πιο συνηθισμένο και χρήσιμο σύνολο συμβόλων ονομάζεται διεθνές φωνητικό αλφάβητο και περιλαμβάνει σύμβολα για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των τόπων και των τρόπων άρθρωσης και φώνησης που παρουσιάζονται στις γλώσσες του κόσμου. Η διαδικασία καταγραφής των ήχων της ομιλίας χρησιμοποιώντας φωνητικά σύμβολα ονομάζεται φωνητική μεταγραφή. Το διεθνές φωνητικό αλφάβητο (International Phonetic Alphabet ή απλά IPA) δημοσιεύεται από τη διεθνή φωνητική ένωση (International Phonetic Association) και είναι διαθέσιμο σε σχετικά βιβλία αλλά και στο διαδίκτυο (International Phonetic Association, 1999).

the international phonetic alphabet (2005)

consonants (pulmonic)	LABIAL		CORONAL				DORSAL				LABIAL		LABIODENTAL
	Bilabial	Labiodental	Dental	Alveolar	Postalveolar	Retroflex	Alveolo-palatal	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Epiglottal	
Nasal	m	ɱ	n		ɳ	ɲ	ɰ	ŋ	ɴ				
Plosive	p b		t d	ʈ ɖ	c ɟ	k ɡ	q ɢ			ʕ	ʡ	ʔ	
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ	ʕ	h ɦ	
Approximant		ʋ	ɹ	ɻ	ɻ	ɻ	ɻ	ɻ					
Tap, flap		ɹ̥	ɹ̥	ɹ̥	ɹ̥	ɹ̥	ɹ̥	ɹ̥					
Trill	ʀ		ʀ										
Lateral fricative			ɬ ɮ										
Lateral approximant			l										
Lateral flap			ɺ										

When symbols appear in pairs, the one to the right represents a normally voiced consonant, except for rounded ʁ. Shaded areas denote articulations judged to be impossible. Light grey boxes are unofficial extensions of the chart.

consonants (non-pulmonic)

class	examples	examples
⊖ Bilabial fricative	ɸ	β
Lateral alveolar fricative ("straw")	ɬ	ɮ
Apical postalveolar fricative ("straw")	ɬ	ɮ
Subglottal retroflex	ɻ	ɻ
Lateral postalveolar fricative ("palatal")	ɬ	ɮ
Lateral alveolar fricative ("straw")	ɬ	ɮ

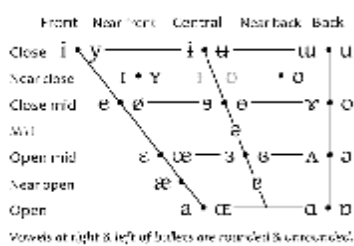
consonants (co-articulated)

M	voiceless bilabial-velar approximant
W	voiced bilabial-velar approximant
ɥ	voiced labialized palatal approximant
ɥ̟	simultaneous w and j (existence disputed)
t͡ʃ	fricative and double articulations
ɡ̊	may be joined by a tie bar

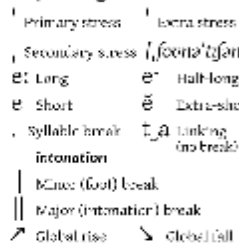
brackets

[m̥]	phonetic
[m̥]	orthographic

vowels



suprasegmentals



(tone)



diacritics

Diacritics may be moved to fit a letter, as p̚ or ɹ̥. Other letters may be used as diacritics of phonetic detail: ɸ (fricative release), ʙ (breathy voiced), ɹ̥ (glottalized), ɹ̥ (epiglottal schwa), ɹ̥ (off-glide), ɹ̥ (near-voiceless).

SYLLABIC & RELEASE	PHONETIC	PHONETIC	PHONETIC	PHONETIC
ɹ̥ ɹ̥	Syllabic	ɹ̥ ɹ̥	Voiceless or slack voice	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	Non-syllabic	ɹ̥ ɹ̥	Voiced or tight voice	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	Preaspirated	ɹ̥ ɹ̥	Breathy voice	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	Nasal release	ɹ̥ ɹ̥	Creaky voice	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	Lateral release	ɹ̥ ɹ̥	Strident	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	No audible release	ɹ̥ ɹ̥	Lingual alveolar	ɹ̥ ɹ̥
ɹ̥ ɹ̥	Lowered (ɹ̥ is a bilabial approximant)	ɹ̥ ɹ̥	Raised (ɹ̥ is a voiced alveolar non-syllabic fricative, ɹ̥ a fricative trill)	ɹ̥ ɹ̥

Εικόνα 4. Το διεθνές φωνητικό αλφάβητο

iv) Τα σύμφωνα

Κατά την άρθρωση των συμφώνων, άηχων και ηχηρών, η ροή του εκπνεόμενου από τους πνεύμονες αέρα συναντά κάποιο εμπόδιο στη φωνητική οδό από τα όργανα που συμμετέχουν στην άρθρωση των φθόγγων, τους αρθρωτές. Τα σύμφωνα διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με το σημείο στη φωνητική οδό όπου εμφανίζεται το εμπόδιο στη ροή του αέρα, τον λεγόμενο τόπο άρθρωσης και το είδος του εμποδίου, τον λεγόμενο τρόπο άρθρωσης. Συνεπώς, πάντοτε ένα σύμφωνο δύναται να λάβει έναν χαρακτηρισμό από τον τόπο και τον τρόπο άρθρωσής του (Maddieson, I., 1984).

Ο τόπος άρθρωσης των συμφώνων ορίζει το σημείο της φωνητικής οδού στο οποίο η ροή του αέρα εμποδίζεται με κάποιον τρόπο από τους αρθρωτές. Στα περισσότερα σύμφωνα υπάρχει ένας ενεργητικός και ένας παθητικός αρθρωτής. Ο ενεργητικός αρθρωτής είναι ο αρθρωτής που κινείται για να συναντήσει τον παθητικό αρθρωτή. Αρχίζοντας από τα χείλη και προχωρώντας προς τα πίσω κατά μήκος της φωνητικής οδού, είναι οι εξής:

- Χειλικός ή διχειλικός, όταν το εμπόδιο παράγεται από τα δύο χείλη.
- Χειλοδοντικός, μεταξύ του κάτω χείλους και της άνω οδοντοστοιχίας.
- Οδοντικός, μεταξύ της άκρης της γλώσσας και της πίσω πλευράς της άνω οδοντοστοιχίας.
- Φατνιακός, μεταξύ της άκρης της γλώσσας και των άνω φατνίων, της ρίζας δηλαδή της άνω οδοντοστοιχίας στην πρόσθια άκρη του ουρανίσκου, ακριβώς πίσω από τα δόντια.
- Φατνοουρανικός, μεταξύ της προράχης της γλώσσας και του πρόσθιου τμήματος του ουρανίσκου
- Ουρανικός, μεταξύ της ράχης της γλώσσας και του ουρανίσκου.
- Ανακεκαμένος, μεταξύ της κάτω πλευράς της άκρης της γλώσσας και του ουρανίσκου (με κύρτωση της γλώσσας προς τα πάνω και πίσω).
- Υπερωικός, μεταξύ του πίσω μέρους της γλώσσας και της μαλακής υπερώας.
- Σταφυλικός, μεταξύ του πίσω μέρους της γλώσσας και της σταφυλής.
- Φαρυγγικός, μεταξύ της ρίζας της γλώσσας και του ραχιαίου (οπίσθιου) τοιχώματος του φάρυγγα.
- Γλωττιδικός, μεταξύ των φωνητικών πτυχών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν χρησιμοποιούν όλες οι γλώσσες όλους τους παραπάνω τόπους άρθρωσης.

Οι τρόποι άρθρωσης ονοματίζονται από το είδος του εμποδίου που τίθεται στη ροή του αέρα. Το εμπόδιο μπορεί να είναι πλήρες, ανακόπτοντας εντελώς τη ροή του αέρα, ή μερικό, τροποποιώντας τη ροή και συμβάλλοντας στην παραγωγή ήχου με τη μορφή θορύβου. Αν ένας τρόπος άρθρωσης αντιστοιχεί σε μια σταθερή θέση των αρθρωτών τότε ο φθόγγος που παράγεται είναι εξακολουθητικός και η διάρκειά του μπορεί να ελέγχεται μέσα στα πλαίσια του ρυθμού της ομιλίας. Αν ο τρόπος άρθρωσης αντιστοιχεί σε μια κίνηση, ή αλληλουχία θέσεων των αρθρωτών, τότε ο φθόγγος που παράγεται είναι στιγμιαίος και η διάρκειά του περιορίζεται σε ένα στενό εύρος τιμών. Οι κύριοι τρόποι άρθρωσης είναι οι εξής:

- Κλειστός ή εκρηκτικός ή έκκροτος: Η ροή του αέρα ανακόπτεται εντελώς, αυξάνεται η πίεση στο εσωτερικό της φωνητικής οδού λόγω εκπνοής, και τέλος απελευθερώνεται απότομα η πίεση με απόσυρση του εμποδίου παράγοντας στιγμιαίο θόρυβο που ονομάζεται έκρηξη. Ο τρόπος αυτός είναι στιγμιαίος.
- Τριβόμενος: Η ροή του αέρα δεν ανακόπτεται αλλά λόγω της πολύ μικρής απόστασης μεταξύ των αρθρωτών γίνεται τυρβώδης ροή με αποτέλεσμα να παράγεται ήχος (θόρυβος) στον τόπο άρθρωσης. Ο τρόπος αυτός είναι εξακολουθητικός.
- Προστριβόμενος: Πρόκειται για συνδυασμό κλειστού τρόπου που καταλήγει σε τριβόμενο, δηλαδή αρχικά ανακόπτεται η ροή του αέρα και η αυξανόμενη πίεση απελευθερώνεται απότομα, αντί όμως η άφεση να καταλήξει σε ελεύθερη ροή διατηρείται μερικώς το εμπόδιο στον ίδιο τόπο άρθρωσης και εξαιτίας της τυρβώδους ροής του αέρα παράγεται διαρκής ήχος (θόρυβος).
- Ένρινος ή ρινικός: Η ροή του αέρα διαμέσου της στοματικής κοιλότητας ανακόπτεται εντελώς στον τόπο άρθρωσης αλλά χαμηλώνει η μαλακή υπερώα και επιτρέπει την ομαλή ροή του αέρα διαμέσου της ρινικής οδού. Πρόκειται για τρόπο εμποδιστικό αλλά εξακολουθητικό.
- Πλάγιος: Η ροή του αέρα στο κέντρο της στοματικής κοιλότητας εμποδίζεται από τη γλώσσα στον τόπο άρθρωσης αλλά επιτρέπεται προς το πλάι λόγω ασύμμετρης θέσης και τάσης της γλώσσας.
- Παλλόμενος: Η ροή του αέρα διακόπτεται και αποκαθίσταται περιοδικά με παλμική (παλινδρομική) αρθρωτική κίνηση. Στην κατηγορία αυτή μπορούμε να κατατάξουμε και την ειδική περίπτωση του ενός μοναδικού παλμού, δηλαδή μια στιγμιαία διακοπή στη ροή του αέρα από παροδικό εμπόδιο στον τόπο άρθρωσης. Η μοναδική αυτή διακοπή μπορεί να ονομαστεί και χτύπημα, πετάρισμα, ή πλατάγισμα.
- Ημιφωνικός ή υγρός: Ο τρόπος αυτός είναι ενδιάμεσος μεταξύ καθαρού συμφώνου και καθαρού φωνήεντος. Μοιάζει με σύμφωνο κυρίως ως προς τον σαφώς προσδιορισμένο τόπο άρθρωσης, την ύπαρξη δηλαδή σημείου κατά μήκος της φωνητικής οδού όπου δημιουργείται στένωση στη ροή του αέρα. Μοιάζει με φωνήεν όσον αφορά στη ροή του αέρα διότι αυτή παραμένει σχεδόν ομαλή. Στην περίπτωση δεν δημιουργείται θόρυβος στον τόπο άρθρωσης.

ν) Τα φωνήεντα

Κατά την παραγωγή των φωνηέντων, η ροή του αέρα διαμέσου της φωνητικής οδού είναι ομαλή, χωρίς εμπόδια, αντίθετα με τα σύμφωνα όπου δημιουργείται κάποιο εμπόδιο στη ροή του αέρα μέσα στη φωνητική οδό από τους αρθρωτές. Τα φωνήεντα μπορούν να περιγραφούν προσεγγιστικά βάσει της θέσης των αρθρωτών κατά την παραγωγή τους. Τα φωνήεντα δεν διακρίνονται μεταξύ τους από τόπο άρθρωσης, διότι δεν υπάρχει εμπόδιο στη ροή του αέρα, ώστε το σημείο του εμποδίου να προσδιορίσει την άρθρωση. Επίσης δεν διακρίνονται από τρόπο άρθρωσης διότι όλα αρθρώνονται με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή χωρίς εμπόδιο στη ροή του αέρα. Αρθρωτικά,

τα φωνήεντα διακρίνονται από τις διαφορές στο σχήμα που παίρνει η φωνητική οδός κατά την παραγωγή τους (Laver, J., 1994).

Για τη συστηματική ταξινόμηση των φωνηέντων ορίζουμε τρεις διαστάσεις στις οποίες διαφοροποιούνται, οι οποίες αντιστοιχούν σε διαφορές στη φωνητική οδό (Lindau, M. 1978). Η πρώτη διάσταση που διακρίνει φωνήεντα είναι το ύψος. Υπάρχουν φωνήεντα ψηλά, μεσαία, και χαμηλά. Η διάσταση αυτή αναφέρεται προσεγγιστικά στη θέση της γλώσσας μέσα στη φωνητική οδό. Όταν η γλώσσα βρίσκεται σχετικά ψηλά, δηλαδή πιο κοντά στον ουρανίσκο, τότε παράγονται ψηλά φωνήεντα, όπως το ι και το ου. Όταν η γλώσσα βρίσκεται χαμηλά, πιεσμένη στο έδαφος της φωνητικής οδού, τότε παράγονται χαμηλά φωνήεντα, όπως το α. Σε ενδιάμεσες θέσεις ύψους παράγονται τα μεσαία φωνήεντα ε και ο.

Η δεύτερη διάσταση είναι κατά το διαμήκη άξονα της φωνητικής οδού, διακρίνοντας τα φωνήεντα σε πρόσθια, κεντρικά και οπίσθια. Και αυτή η διάσταση αναφέρεται προσεγγιστικά στη θέση της γλώσσας μέσα στη φωνητική οδό. Όταν η γλώσσα βρίσκεται σχετικά μπροστά, δηλαδή λίγο πίσω από τα δόντια, τότε παράγονται πρόσθια φωνήεντα όπως το ι και το ε. Όταν η γλώσσα βρίσκεται πίσω, απομακρυσμένη όσο γίνεται από τα δόντια, τότε παράγονται οπίσθια φωνήεντα όπως το ο και το ου. Σε ενδιάμεσες θέσεις παράγονται τα κεντρικά φωνήεντα όπως το α.

Τέλος η τρίτη διάσταση είναι η στρογγυλότητα, η οποία αναφέρεται στο σχήμα των χειλιών. Έτσι τα φωνήεντα διακρίνονται σε στρογγυλά και μη στρογγυλά. Όταν τα χείλη σουφρώνουν σχηματίζοντας στρογγυλό σχήμα τότε παράγονται στρογγυλά φωνήεντα όπως το ο και το ου. Όταν τα χείλη είναι ελεύθερα τότε παράγονται μη στρογγυλά φωνήεντα όπως τα ι, ε και α. Σε άλλες γλώσσες, με περισσότερα φωνήεντα, υπάρχουν πολύ περισσότεροι συνδυασμοί στις τρεις διαστάσεις.

Η ταλάντωση των φωνητικών χορδών, με την παραγωγή των φωνηέντων παράγει κάποιες βασικές συχνότητες και τις αρμονικές τους οι οποίες είναι πολλαπλάσια της βασικής. Οι συχνότητες του κάθε φωνήεντος είναι αρκετά διαφορετικές από φωνήεν σε φωνήεν. Όμως για όλους τους ανθρώπους οι συχνότητες συντονισμού για το ίδιο φωνήεν είναι περίπου οι ίδιες.

vi) Η Συνάρθρωση και ο συγχρονισμός

Μια σειρά από λέξεις, ή και φράσεις, που έπεται και προηγείται σιωπής ονομάζεται εκφώνημα. Ο όρος εκφώνημα είναι πολύ χρήσιμος γιατί δηλώνει μια πράξη παραγωγής ομιλίας που έχει ακουστική αρχή και ακουστικό τέλος. Μπορεί δηλαδή ένα εκφώνημα να περιλαμβάνει δύο ή και περισσότερες φράσεις, μια φράση από λίγες ή περισσότερες λέξεις, μία λέξη, ή ακόμα και τμήμα λέξης, όπως στην περίπτωση που μια λέξη διακόπτεται ή λόγω δισταγμού.

Για την παραγωγή κάθε εκφωνήματος πρέπει το σύστημα παραγωγής ομιλίας να προφέρει τους κατάλληλους φθόγγους με τη σωστή σειρά, ώστε να παραχθούν οι ήχοι που απαρτίζουν το εκφώνημα. Ωστόσο, όλοι οι ενεργητικοί αρθρωτές για να κινηθούν

από μια θέση άρθρωσης σε μια άλλη πρέπει να περάσουν από ενδιάμεσες θέσεις και, η μετακίνηση αυτή διαρκεί κάποιο, μικρό έστω, χρονικό διάστημα. Αν κατά τη διάρκεια της μετακίνησης αυτής παράγεται ήχος από τη φωνητική οδό τότε θα παράγονται σίγουρα και «ενδιάμεσοι» φθόγγοι, δηλαδή ήχοι που αντιστοιχούν στις «μεταβατικές» θέσεις άρθρωσης που αναγκαστικά παρεμβάλλονται. Η ομιλία αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος της από μεταβάσεις μεταξύ φθόγγων. Ένα σημαντικό μέρος του ήχου της ομιλίας είναι «ενδιάμεσο», αντιστοιχώντας σε κίνηση των αρθρωτών από τη θέση ενός φθόγγου στη θέση ενός άλλου. Τα ενδιάμεσα αυτά τμήματα ομιλίας ονομάζονται «μεταβάσεις» και, εκ των πραγμάτων, ανήκουν σε δύο φθόγγους, δηλαδή περιλαμβάνουν ακουστικά χαρακτηριστικά που προέρχονται από διαφορετικούς φθόγγους. Το γενικευμένο φαινόμενο ένας ήχος ομιλίας να μην ανήκει αποκλειστικά σε έναν φθόγγο αλλά να προκύπτει από «συμψηφισμό» ή μετάβαση μεταξύ δύο φθόγγων ονομάζεται συνάρθρωση (Crowley, T., 1997).

Ένα ακόμα θεμελιώδες φαινόμενο που παρατηρείται κατά την άρθρωση είναι ο συγχρονισμός. Όλες οι μετακινήσεις πρέπει να γίνονται την κατάλληλη στιγμή της μετάβασης. Υπάρχει σχεδόν πάντα μια προετοιμασία, δηλαδή, όσοι αρθρωτές είναι εφικτό να προετοιμαστούν, μετακινούνται ήδη κατά τη διάρκεια του προηγούμενου φθόγγου. Ο συγχρονισμός όλων των κινήσεων είναι απαραίτητος για τη σωστή παραγωγή των φθόγγων.

vii) Οι συλλαβές

Οι συλλαβές είναι ομαδοποιήσεις φθόγγων που εξυπηρετούν την άρθρωση, την αντίληψη, τη νοητική αναπαράσταση και επεξεργασία. Αν και ο ακριβής ορισμός τους είναι δύσκολος και τα όριά τους συχνά ασαφή, οι συλλαβές υπάρχουν σε όλες τις γλώσσες και φαίνεται ότι παίζουν πολύ σπουδαίο ρόλο στη φωνολογική και φωνητική οργάνωση κάθε γλώσσας. Πειραματικά έχει αποδειχτεί ότι είναι αρκετά εύκολο για όλους σχεδόν τους ομιλητές μιας γλώσσας, μορφωμένους και μη, να απαριθμήσουν τις συλλαβές μιας οποιασδήποτε λέξης, ακόμα κι αν δεν μπορούν να πουν με βεβαιότητα πού είναι η αρχή και το τέλος καθεμιάς. Η έννοια της συλλαβής είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς καθορίζει σημαντικά φωνητικά φαινόμενα, όπως φωνητικές αλλοιώσεις και υπερτμηματικά ακουστικά χαρακτηριστικά (Ladefoged, P., 2001).

Κάθε φθόγγος ενός εκφώνηματος ανήκει σε μία τουλάχιστον συλλαβή και όλοι οι φθόγγοι κάθε συλλαβής είναι διαδοχικοί. Δεν είναι συνεπώς επιτρεπτό να υπάρχουν κενά φθόγγων σε μια συλλαβή εντός του εκφώνηματος. Το μέγεθος της συλλαβής σε ό, τι αφορά στον αριθμό και στο είδος των φθόγγων που μπορούν να καταλάβουν τις διάφορες θέσεις μέσα στη συλλαβή, καθώς και η σειρά μεταξύ των φθόγγων σε κάθε θέση, υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς ανάλογα με την κάθε γλώσσα. Για παράδειγμα, στην ελληνική γλώσσα δεν μπορεί μια συλλαβή ποτέ να τελειώνει σε κλειστό σύμφωνο – μπορεί όμως να ξεκινά με δύο κλειστά σύμφωνα. Κάθε συλλαβή χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη: την έναρξη που είναι προαιρετική και τη ρίμα που είναι υποχρεωτική. Η ρίμα χωρίζεται με τη σειρά της σε δύο μέρη: τον πυρήνα που είναι

υποχρεωτικός και τη λήξη που είναι προαιρετική. Τελικά, το μόνο μέρος που απαραίτητα υπάρχει σε κάθε συλλαβή είναι ο πυρήνας. Η θέση του πυρήνα δεν μπορεί να καταληφθεί από οποιοδήποτε φθόγγο. Στην ελληνική γλώσσα, στον πυρήνα, μπορεί να βρίσκεται μόνο φωνήεν, ενώ σε άλλες γλώσσες μπορούν να λάβουν πυρηνική θέση και ορισμένα εξακολουθητικά σύμφωνα. Επομένως, στα ελληνικά, η μικρότερη δυνατή συλλαβή είναι ένα φωνήεν μόνο του. Μια συλλαβή που διαθέτει λήξη ονομάζεται κλειστή ενώ όταν δεν διαθέτει λήξη ονομάζεται ανοικτή. Οι περιορισμοί στην επιτρεπτή σειρά των φθόγγων μέσα σε μια συλλαβή ονομάζονται φωνοτακτικοί κανόνες και είναι για κάθε γλώσσα διαφορετικοί (Clements, G. N. Et al., 1983).

viii) Τόνος και τονισμός

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της φωνολογικής λέξης, που καθιστά σαφέστερη την αυτονομία της ως λειτουργική μονάδα, είναι ο τόνος. Τόνος ονομάζεται η ιδιότητα μιας συλλαβής να ξεχωρίζει από τις άλλες συλλαβές μιας φωνολογικής λέξης (Ladefoged, P., 1975). Στην ελληνική γλώσσα κάθε λέξη μπορεί να έχει μία μόνο τονισμένη συλλαβή και η συλλαβή αυτή πρέπει να είναι μία από τις τρεις τελευταίες της φωνολογικής λέξης. Επομένως, σε κάθε φωνολογική λέξη υπάρχει μια συλλαβή που ξεχωρίζει και η συλλαβή αυτή λέγεται ότι φέρει τόνο. Οι τρεις τελευταίες συλλαβές μιας φωνολογικής λέξης ονομάζονται προπαραλήγουσα, παραλήγουσα και λήγουσα. Αν η τονισμένη συλλαβή μιας φωνολογικής λέξης είναι η προπαραλήγουσα, τότε η φωνολογική λέξη λέγεται προπαροξύτονη. Αν η τονισμένη συλλαβή είναι η παραλήγουσα τότε η λέξη λέγεται παροξύτονη, ενώ αν τονισμένη είναι η λήγουσα τότε λέγεται οξύτονη. Η τονισμένη συλλαβή μιας φωνολογικής λέξης ξεχωρίζει από τις άλλες χάρη στα ακουστικά της χαρακτηριστικά, διότι είναι δυνατότερη και μακρύτερη. Ο τονισμός τοιουτοτρόπως, ακουστικά, αντιστοιχεί σε αυξημένη ένταση και αυξημένη διάρκεια της συλλαβής. Η αύξηση αυτή δεν κατανέμεται ομοιόμορφα στα μέρη της συλλαβής, δηλαδή στους φθόγγους που την αποτελούν. Το μεγαλύτερο μερίδιο της αύξησης λαμβάνει το φωνήεν, ή καλύτερα ο φωνηεντικός πυρήνας. Όμως και τα άλλα μέρη, δηλαδή η έναρξη και η κατάληξη, αν υπάρχουν, επηρεάζονται ανάλογα. Το πόσο θα επηρεαστούν εξαρτάται φυσικά και από το είδος τους. Σε κάθε περίπτωση, είναι ξεκάθαρο ότι ο τονισμός είναι ιδιότητα της συλλαβής και όχι του φωνήεντος. Ο τόνος κάνει μια συλλαβή να ξεχωρίζει από τις άλλες και όχι ένα φθόγγο να ξεχωρίζει από άλλους φθόγγους. Ο τόνος της κοινής νεοελληνικής ονομάζεται δυναμικός τόνος διότι εκφράζεται ως δυναμική διαφοροποίηση μιας συλλαβής η οποία κυριαρχεί με την ένταση και το μήκος της. Σε άλλες γλώσσες, όπως και στα αρχαία ελληνικά, μπορεί να συναντήσει κανείς μουσικό τόνο ο οποίος αντιστοιχεί σε διαφοροποίηση του ύψους της φωνής μεταξύ συλλαβών. Ο μουσικός ή μελωδικός τόνος μπορεί να παρομοιαστεί με μελωδική κίνηση της φωνής. Στην περίπτωση του μελωδικού τόνου μπορεί να υπάρχουν δύο ή περισσότερα μελωδικά σχήματα, τα οποία μάλιστα να λειτουργούν φωνητικά. Η απλούστερη περίπτωση είναι η διχοτόμηση μεταξύ «χαμηλών» και «υψηλών» συλλαβών, οι οποίες προφέρονται με φωνή χαμηλότερης και υψηλότερης

θεμελιώδους συχνότητας, αντίστοιχα. Με τον τρόπο αυτό μπορεί μια συλλαβή να ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες, αν όλες είναι κατά σύμβαση χαμηλές ενώ η «τονισμένη» είναι υψηλή. Μπορεί όμως και καθεμιά συλλαβή να είναι υψηλή ή χαμηλή ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες μέσα στη φωνολογική λέξη. Σε ένα τέτοιο σύστημα μια συλλαβή χαρακτηρίζεται φωνητικά από τους φθόγγους και τον τόνο της. Η σχέση του ύψους της φωνής με τον τόνο εξαρτάται από το σύστημα τονισμού της κάθε γλώσσας. Προφανώς για το μουσικό τόνο η σχέση αυτή είναι πολύ στενή, διότι ο μουσικός τόνος εκφράζεται ακουστικά κυρίως μέσα από το ύψος (Feng, S., 2003). Όμως στην περίπτωση του δυναμικού τόνου τα πράγματα δεν είναι τόσο ξεκάθαρα. Στην ελληνική γλώσσα η τονισμένη συλλαβή μπορεί να χαρακτηρίζεται και από ανοδικό ύψος φωνής αλλά μόνο όταν δεν συντρέχουν σημαντικότεροι λόγοι διαμόρφωσης του ύψους.

ix) Επιτονισμός και προσωδία

Με τον όρο προσωδία ή προσωδιακά χαρακτηριστικά εννοούμε όλες εκείνες τις μη φωνητικές παραμέτρους, όπως το ύψος της φωνής και τις μεταβολές και διακυμάνσεις του, τις διάρκειες φθόγγων, συλλαβών και φράσεων, τις παύσεις, οι οποίες συμβάλλουν στη διαμόρφωση του νοήματος του εκφωνήματος (Crystal, D., 1975). Τα προσωδιακά χαρακτηριστικά μπορούν να συνεισφέρουν στην έκφραση της εστίασης ή έμφασης, του επιτονισμού και της συναισθηματικής κατάστασης.

Ο επιτονισμός δίνει διαφορετικό βάρος σε φωνολογικές λέξεις μέσα σε ένα εκφώνημα και διαμορφώνει ή τροποποιεί τη σημασία του εκφωνήματος (Cruttenden, A., 1997). Η πιο απλή λειτουργία του επιτονισμού είναι ο χαρακτηρισμός του ρόλου του εκφωνήματος στην επικοινωνία. Με βάση μια γενική επιτονική καμπύλη, το ύψος της φωνής μεταβάλλεται στα κατάλληλα σημεία του εκφωνήματος παρέχοντας τις πληροφορίες αυτές. Η γενική επιτονική καμπύλη, ως σημειωθεί, είναι μια σταδιακή μείωση του ύψους κατά τη διάρκεια ενός εκφωνήματος η οποία αντιστοιχεί σε μια εκπνοή. Μια καταφατική φράση δηλώνεται με έντονη μείωση του ύψους της φωνής κατά τη διάρκεια της τελευταίας φωνολογικής λέξης της φράσης. Μια ερωτηματική φράση δηλώνεται με έντονη αύξηση του ύψους της φωνής κατά τη διάρκεια της τελευταίας φωνολογικής λέξης. Μια ατελής φράση δηλώνεται με περίπου σταθερό ύψος φωνής, και μπορεί να σημαίνει δισταγμό, εκκρεμότητα, ή απαρίθμηση.

Γενικά διακρίνονται οι βασικοί τύποι επιτονικής καμπύλης: ανοδική όταν αυξάνεται το ύψος της φωνής, καθοδική όταν μειώνεται το ύψος της φωνής και επίπεδη, όταν το ύψος παραμένει σταθερό. Ο βαθμός ανοδικότητας της καμπύλης στο τέλος μιας φράσης συμβαδίζει με το βαθμό βεβαιότητας της φράσης. Έτσι μια καταφατική δήλωση χαρακτηρίζεται από έντονα καθοδική καμπύλη. Αντίθετα, μια ερώτηση, δηλαδή σαφής έλλειψη βεβαιότητας, χαρακτηρίζεται από έντονα ανοδική καμπύλη. Μια ενδιάμεση κατάσταση χαρακτηρίζεται από επίπεδη καμπύλη. Θα μπορούσε να διακρίνει κανείς μια διαβάθμιση ενδιάμεσων καταστάσεων, για παράδειγμα μια σχεδόν επίπεδη καμπύλη επιτονισμού με ελαφρά ανοδική τάση μπορεί να δείχνει δισταγμό που ήταν συμπλήρωση ενώ μια σχεδόν επίπεδη καμπύλη με ελαφρά

καθοδική τάση μπορεί να δείχνει ότι ακολουθεί συνέχεια, ότι ακόμα δεν έχει ολοκληρωθεί το εκφώνημα. Στην πραγματικότητα η παραγωγή της επιτονικής καμπύλης είναι αρκετά περίπλοκη, με πολλούς παράγοντες που αλληλεπιδρούν. Έτσι μπορεί η ερμηνεία κάποιου ενδιάμεσου σχήματος να μην είναι τόσο ξεκάθαρη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν ισχύει η γενική αρχή.

Μια θεμελιώδης λειτουργία του επιτονισμού είναι η έμφαση σε ορισμένες φωνολογικές λέξεις ως πιο σημαντικές. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται εστίαση και είναι αυτή που αντιστοιχεί καλύτερα στο φαινόμενο του τονισμού μέσα στη φωνολογική λέξη. Όπως είδαμε, κάθε φράση χαρακτηρίζεται από μια καμπύλη επιτονισμού, η οποία αποτελείται από τη γενική καμπύλη αναφοράς, με τη βαθμιαία πτώση, και τον ειδικό τύπο κατάληξης (ανοδικό, καθοδικό, ή επίπεδο) ανάλογα με το είδος της φράσης. Πάνω στην ήδη σύνθετη αυτή καμπύλη χρωματίζονται, με αυξομειώσεις του ύψους της φωνής, ορισμένες φωνολογικές λέξεις που λαμβάνουν έτσι ιδιαίτερη έμφαση. Η εστίαση μπορεί να δώσει απλώς έμφαση σε ένα σημείο της φράσης, τονίζοντας τα λεγόμενα του ομιλητή. Επειδή η εστίαση λειτουργεί διαφορετικά, τονίζει δηλαδή μια φωνολογική λέξη σε βάρος των υπολοίπων, είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την έκφραση αντιθέσεων.

x) Χαρακτηριστικά φωνής και ομιλίας

Φυσικά χαρακτηριστικά της φωνής συνιστούν η συχνότητα, το όγκος και η πίεση του ήχου. Τα χαρακτηριστικά αυτά, αντιληπτικά, μεταφράζονται σε ύψος, χροιά και ένταση (Titze, I.R., 1994), (Baken, R.J., 1987).

Το ύψος της φωνής καθορίζεται από τη θεμελιώδη συχνότητα της φώνησης, δηλαδή από τη συχνότητα ταλάντωσης των φωνητικών χορδών. Θεμελιώδης συχνότητα της φωνής είναι το φαινόμενο που επαναλαμβάνεται ανά χρόνο T_0 , όπου T_0 ορίζεται ως ο χρόνος μεταξύ δυο διαδοχικών παλμών από τις φωνητικές χορδές. Η θεμελιώδης συχνότητα των φωνητικών χορδών ενός ανθρώπου δεν έχει μεγάλες διακυμάνσεις. Τα όρια της συχνότητας στους άντρες είναι από 85 ως 180 Hz και στις γυναίκες από 165 ως 265 Hz. Η επιστημονική προσέγγιση της θεμελιώδους συχνότητας είναι η μέτρηση της συχνότητας, δηλαδή η μέτρηση της ταλάντωσης των ηχητικών κυμάτων, που αντιπροσωπεύει την δόνηση της πηγής του ήχου, είτε σε απλούς είτε σε πολύπλοκους ήχους. Ωστόσο, ο ανθρώπινος εγκέφαλος ερμηνεύει υποκειμενικά το φαινόμενο της θεμελιώδους συχνότητας εμπλέκοντας την αντίληψη, την υποκειμενική αίσθηση και την ιδιότητα της ακοής στην ερμηνεία αυτή. Η συχνότητα έχει άμεση εξάρτηση από το μήκος, το πάχος και την τάση των χορδών. Όσο συχνότερα ανοιγοκλείνουν οι φωνητικές χορδές τόσο μεγαλύτερη (υψηλότερη) είναι η θεμελιώδης συχνότητα του ήχου που παράγεται και τόσο μεγαλύτερο είναι και το ύψος της φωνής που γίνεται αντιληπτό. Τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες μεταβάλλουν διαρκώς το ύψος της φωνής τους κατά τη διάρκεια της ομιλίας για να μεταδώσουν επιπλέον πληροφορίες προσωπικού τύπου. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν επιτονικά χαρακτηριστικά αλλά και συναισθηματική χροιά.

Η ποιότητα αποτελεί πολυεπίπεδο χαρακτηριστικό του ατόμου, του φύλου, της ηλικίας και προσδιορίζεται από τον βασικό τόνο σε συνδυασμό με την αρμονία. Η ποιότητα εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες της δομής του λάρυγγα και των αντηχητικών χώρων. Στο πλαίσιο της εκτίμησης ποιότητας φωνής, βοηθούμαστε από τη μέτρηση διαφόρων φαινομένων. Από τα πιο περίοπτα ανάμεσα στα φαινόμενα αυτά είναι εκείνα του jitter και του shimmer. Το jitter ορίζεται ως διαταραχές του κύκλου των φωνητικών χορδών, ενώ το shimmer ορίζεται ως διαταραχές του πλάτους της διέγερσης των φωνητικών χορδών. Και τα δύο φαινόμενα λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγή φωνής, ιδιαίτερα στην περίπτωση της φώνησης, όπως κατά την παραγωγή φωνέντων (Boersma, P., Weenink, D., 2002), (Albertini G. Et al., 2009). Συνήθως, μέθοδοι ακουστικής ανάλυσης χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του jitter. Οι περισσότερες αυτών των μεθόδων μετράνε το jitter στο πεδίο του χρόνου και βασίζονται στην εκτίμηση της τονικής περιόδου, συνεπώς, είναι ευαίσθητες στο λάθος αυτής της εκτίμησης. Επιπλέον, η απουσία σταθερότητας που παρουσιάζεται από τους εκτιμητές της τονικής περιόδου, κάνει προβληματική την χρήση ηχογραφήσεων συνεχούς ομιλίας και ουσιαστικά περιορίζει την μέτρηση του jitter σε σήματα παρατεταμένης φώνησης. Ομοίως για το shimmer, μέθοδοι ακουστικής ανάλυσης στο πεδίο του χρόνου συνήθως καλούνται να εκτιμήσουν το φαινόμενο, βασισμένες σε εκτίμηση του μέγιστου πλάτους ανά περίοδο. Επιπροσθέτως, οι μέθοδοι αυτές, και για τα δύο φαινόμενα, επηρεάζονται από την εξαγωγή μετρήσεων μέσης τιμής καθώς και την άμεση ή έμμεση χρήση βαθυπερατής πληροφορίας.

Ως ένταση αποκαλείται το πόσο ισχυρή ή ασθενής είναι η ταλάντωση ενός σώματος. Πλατύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν ηχητικά κύματα με μεγαλύτερη ένταση, σε σύγκριση με ταλαντώσεις μικρότερου πλάτους των οποίων το προϊόν είναι ήχοι ασθενέστεροι. Πιο συγκεκριμένα, η ένταση της φωνής αναφέρεται στο πόσο δυνατά ή πόσο σιγά ακούγεται η φωνή κάποιου. Η ένταση της φωνής μπορεί να επηρεαστεί από μια σειρά παραγόντων. Ο πρώτος εξ αυτών είναι η δόνηση των φωνητικών χορδών. Μικρότερος αριθμός δονήσεων, ίσως οδηγήσει σε πιο χαμηλή φωνή. Επιπροσθέτως, μεγαλύτερες μετακινήσεις από την αρχική θέση των δονούμενων φωνητικών χορδών, οδηγούν σε πιο δυνατή φωνή λόγω μεγαλύτερης γλωττιδικής πίεσης. Η ένταση της φωνής μετράται σε decibels.

Εν τάχει, θα αναφερθούμε και στα χαρακτηριστικά της ομιλίας τα οποία συνιστούν η άρθρωση, η προφορά, η ροή, οι παύσεις, η συχνότητα και ο ρυθμός αυτής. Ως άρθρωση ορίζεται η διαδικασία εκείνη σύμφωνα με την οποία η παραγόμενη από τις φωνητικές χορδές συχνότητα, μέσα από τις κινήσεις των φωνητικών οργάνων, μετατρέπεται σε φθόγγους. Έπειτα, η προφορά αναφέρεται στον ιδιαίτερο τρόπο με τον οποίο μία γλώσσα μιλιέται από τόπο σε τόπο ή από άνθρωπο σε άνθρωπο, χωρίς να αλλάζει το νόημά της. Ροή ονομάζουμε την ικανότητα ομαλής, συνεχούς και απρόσκοπτης έκφρασης ενώ η συχνότητα αναφέρεται στην θεμελιώδη συχνότητα του ομιλητή. Τέλος, ο ρυθμός σχετίζεται με τα προσωδιακά χαρακτηριστικά της ομιλίας ενός εκάστου. Τα χαρακτηριστικά που μας αφορούν στα πλαίσια της παρούσης εργασίας θεωρούμε ότι έχουν περιγραφεί ικανοποιητικά άνωθεν.

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΦΩΝΗΣ ΚΑΙ ΟΜΙΛΙΑΣ

Στόχο του παρόντος κεφαλαίου συνιστά μια εισαγωγική θεώρηση των σημάτων φωνής και των διαδικασιών ανάλυσής αυτής. Ένα σήμα περιέχει τις μεταβολές ενός φυσικού μεγέθους που εκφράζουν την κατάσταση κάποιου συστήματος που εξελίσσεται. Η ανθρώπινη φωνή παράγει διακυμάνσεις της πίεσης του αέρα που περιβάλλει τον ομιλητή και αντιστοιχεί σε μεταβολές του φωνητικού συστήματος. Οι μεταβολές αυτές έχουν σκοπό να χρησιμοποιήσουν το φυσικό μέσο μετάδοσης της πληροφορίας που είναι ο αέρας και να εξασφαλίσουν στον ήχο την μεταβίβαση μέχρι κάποια ορισμένη απόσταση.

i) Ορίζοντας τον ήχο

Γενικότερα, ως ήχος ορίζεται ένα μηχανικό κύμα το οποίο αποτελεί μια ταλάντωση πίεσης που μεταδίδεται μέσα από στερεά, υγρά ή αέρια και διαθέτει συχνότητες μέσα στο φάσμα της ακοής και ένταση ικανή να γίνει ακουστή. Συνοπτικά επεξηγώντας των ορισμό που δώσαμε ανωτέρω, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ταλάντωση πίεσης είναι η τοπική απόκλιση πίεσης από τον μέσο όρο της ατμοσφαιρικής πίεσης, συχνότητα είναι ο αριθμός των κυμάτων ανά δευτερόλεπτο και ένταση είναι η ενέργεια του ήχου ανά μονάδα χρόνου μέσα σε μια μονάδα εμβαδού. Επιπλέον, το φάσμα της ακοής στο οποίο αναφέρεται ο ορισμός που δόθηκε είναι κατά μέσο όρο από 20 Hz ως 20 kHz, αν και για συγκεκριμένους ανθρώπους μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ τουλάχιστον το άνω όριο. Εντούτοις, καθώς ο άνθρωπος γερνάει, το πάνω όριο μειώνεται αρκετά. Ας σημειώσουμε παράλληλα ότι το απόλυτο κατώφλι ακοής είναι η κατώτερη ένταση ενός τόνου που το μέσο αυτί μπορεί να ακούσει χωρίς να είναι παρών άλλος ήχος. Σύμφωνα με τον ορισμό, πολλές είναι οι πηγές που μπορεί να παράγουν ήχο, αρκεί να δημιουργηθεί μια ταλάντωση που να πληρεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις, όταν φτάσει στα ανθρώπινα αυτιά.

ii) Η απεικόνιση της φωνής

Για την κατανόηση, τη μελέτη των ακουστικών κυμάτων και, ειδικότερα, για την απεικόνιση και επεξεργασία των φθόγγων είναι απαραίτητη η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής καταγράφει τους φθόγγους μέσω ενός μικροφώνου και απεικονίζει τις ιδιότητες του ήχου με διάφορους τρόπους που καθιστούν ορισμένα χαρακτηριστικά προφανή. Έτσι είναι δυνατός ο συσχετισμός των ακουστικών ιδιοτήτων των φθόγγων με την άρθρωση και τη φώνηση που τα προκάλεσε. Μέσα από την απεικόνιση της ομιλίας μπορεί κανείς να συμπεράνει τις διαδικασίες παραγωγής της καθώς και ορισμένες διαταραχές της παραγωγής αυτής. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν μπορεί ωστόσο να υποκαταστήσει ένα έμπειρο αυτί. Εντούτοις είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εκπαίδευση και την κατανόηση των διεργασιών παραγωγής της ομιλίας, τόσο σε φυσιολογικές όσο και σε διαταραγμένες περιπτώσεις.

Για τη μελέτη της άρθρωσης απαραίτητα θεωρούνται ορισμένα μηχανήματα καταγραφής όπως είναι ο παλατογράφος, συστήματα ακτινολογικής ή μαγνητικής απεικόνισης ή συστήματα ηλεκτρομυϊκής καταγραφής. Ωστόσο, η καταγραφή και μόνο του ήχου απαιτεί μόνο ένα μικρόφωνο και μια κάρτα ήχου, κάτι που κάθε υπολογιστής πλέον διαθέτει ή, αν όχι, που με χαμηλό κόστος μπορεί να αποκτηθεί. Επιπλέον στο διαδίκτυο διατίθενται δωρεάν εξειδικευμένα προγράμματα φωνητικής ανάλυσης τα οποία είναι πολύ εύχρηστα και παρέχουν πλήθος δυνατοτήτων, όπως είναι το πρόγραμμα Praat το οποίο και χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα εργασία.

Το πρώτο βήμα συνεπώς προς την ακουστική ανάλυση της ομιλίας είναι η καταγραφή του ήχου και η αποθήκευσή του στον υπολογιστή. Για την καταγραφή όπως ειπώθηκε χρησιμοποιείται ένα μικρόφωνο και μια κάρτα ήχου. Το μικρόφωνο μετατρέπει τις μεταβολές της πίεσης του αέρα, σε ηλεκτρικές μεταβολές, δηλαδή τον ήχο σε ηλεκτρικό ρεύμα που καταγράφεται από την κάρτα ήχου. Συνήθως τα μικρόφωνα διαθέτουν κατευθυντικότητα, δηλαδή καταγράφουν καλύτερα τους ήχους που προέρχονται από μια περιορισμένη γωνία ή μια συγκεκριμένη κατεύθυνση στο χώρο. Αυτό είναι αποτέλεσμα προσεκτικής σχεδίασης ώστε να απομονώνονται όσο είναι δυνατόν οι ήχοι του περιβάλλοντος και να καταγράφονται κατά προτίμηση οι ήχοι που προέρχονται από την συγκεκριμένη πηγή που μας ενδιαφέρει. Είναι σημαντικό το μικρόφωνο να είναι στραμμένο προς το στόμα του ομιλητή. Η κάρτα ήχου καταγράφει το σήμα που λαμβάνει το μικρόφωνο και το υπολογίζει με μια αριθμητική τιμή. Αυτό σημαίνει ότι, κάθε στιγμή, εμφανίζεται ένα νούμερο το οποίο αντιστοιχεί στην πίεση του αέρα εκείνη τη στιγμή. Οι δυνατότητες καταγραφής της κάρτας ήχου στον υπολογιστή περιορίζονται από το εύρος των διαθέσιμων αριθμών. Αν η ένταση του ήχου γίνει πολύ υψηλή τότε ο αντίστοιχος μεγάλος αριθμός δεν χωρά να καταγραφεί με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σήματος. Η διαδικασία καταγραφής θέτει κι άλλους περιορισμούς στην ακρίβεια του σήματος και στο εύρος συχνοτήτων που μπορεί να αναπαρασταθεί.

Οι αριθμητικές μετρήσεις οι οποίες αντιστοιχούν στην πίεση του αέρα για διάφορες χρονικές στιγμές μπορούν να απεικονιστούν γραφικά σε ένα σχήμα όπου στην οριζόντια διάσταση αντιστοιχεί ο χρόνος και στην κατακόρυφη διάσταση αντιστοιχεί το στιγμιαίο πλάτος του ηχητικού κύματος. Παράγεται, τοιουτοτρόπως, μια άμεση απεικόνιση της καταγραφής του μικροφώνου μέσα από τη δειγματοληψία της κάρτας ήχου. Η αναπαράσταση που προκύπτει ονομάζεται κυματομορφή και αποτελεί την πρώτη απεικόνιση που λαμβάνουμε κι εξετάζουμε από μια ηχογράφηση.

Το σήμα της φωνής, όπως απεικονίζεται στην κυματομορφή, είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο. Η πολυπλοκότητά του οφείλεται, κυρίως, στην ύπαρξη περισσότερων διαφορετικής φύσεως πηγών διέγερσης του φωνητικού συστήματος, στην περιοδικότητα του σήματος και στην μη στασιμότητα του καθώς τα χαρακτηριστικά του μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Οι παράγοντες αυτοί έχουν σαν αποτέλεσμα ένα ιδιαίτερος «πλούσιο» πληροφοριακό περιεχόμενο. Στο ακουστικό σήμα μπορούμε να βρούμε σχετικά με την ολοκλήρωση της πράξης μετάδοσης της «ουσιαστικής πληροφορίας», πληροφορίες για την ταυτότητα του ομιλητή,

πληροφορίες που χαρακτηρίζουν τη φυσική και τη συναισθηματική του κατάσταση, προσωδιακές πληροφορίες που σχετίζονται με την θέση του τόνου, σημεία στίξεως και γενικά στοιχεία για τα προσωδιακά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης ομιλίας. Οι πληροφορίες άνωθεν αναζητούνται στις ενεργειακές μεταβολές, στις μεταβολές της θεμελιώδους συχνότητας, στις ζώνες σταθερότητας των ήχων, στις μεταβατικές ζώνες των ήχων και στη χρονική διάρκεια των ζωνών αυτών. Είναι γνωστό ότι τόσο οι ενεργειακές μεταβολές, όσο και οι μεταβολές θεμελιώδους συχνότητας, χαρακτηρίζουν κυρίως την ταυτότητα του ομιλητή. Αντίθετα οι ζώνες σταθερότητας των ήχων χαρακτηρίζουν το ουσιαστικό περιεχόμενο μίας φράσεως.

iii) Βασικά χαρακτηριστικά του σήματος της φωνής

Γενικότερα, για την ανάλυση της φωνής χρησιμοποιούνται δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση χρησιμοποιεί μεθόδους που εξάγουν συμπεράσματα αναλύοντας τη φωνή στο επίπεδο του χρόνου, ενώ η δεύτερη προσέγγιση αναλύει τα δεδομένα της φωνής στο επίπεδο των συχνοτήτων. Στο πεδίο του χρόνου μπορούμε να έχουμε σταθερές επεξεργασίες λόγω του ότι ο ήχος παρουσιάζεται στον επεξεργαστή ως μια ακολουθία αριθμών, όπου μια σύντομη επεξεργασία από δείγμα σε δείγμα αρκεί για να βγουν τα πρώτα συμπεράσματα. Οι βασικές μέθοδοι επεξεργασίας της συνεχούς ροής στο πεδίο του χρόνου είναι το μέσο πλάτος, η κατανομή του πλάτους, η μέση ενέργεια και ο ρυθμός διάβασης από το μηδέν.

Το μέσο πλάτος είναι ίσως ο ευκολότερος τρόπος να καταλάβει κανείς την ύπαρξη μιας λέξης ή αν υπάρχει σύμφωνο ή φωνήεν σε κάποια χρονική περιοχή. Η κατανομή του πλάτους μας δίνει τα χαρακτηριστικά της φωνής για μικρές χρονικές περιόδους. Σε περίπτωση όμως που θέλουμε να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά της φωνής που παράγονται σε μεγάλες χρονικές περιόδους, δεν αρκεί μόνο η χρήση του μέσου πλάτους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιείται η κατανομή του πλάτους των δειγμάτων για λόγους ευνότητος. Εν συνεχεία, η μέση ενέργεια είναι ο μέσος όρος των στιγμιαίων ενεργειών των δειγμάτων για ορισμένο χρονικό διάστημα. Η μέση ενέργεια, εν συγκρίσει με το μέσο πλάτος, τονίζει τις διαφορές μεταξύ φωνηέντων και συμφώνων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η μέση ενέργεια προτιμάται για την ανίχνευση της ύπαρξης μιας λέξης. Συνήθως επίσης, χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το ρυθμό διάβασης από το μηδέν. Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των φωνηέντων και των συμφώνων είναι ο ρυθμός αλλαγής πρόσημου. Τα σύμφωνα, καθώς η κυματομορφή τους μοιάζει με λευκό θόρυβο με κατανομή Gauss, παρουσιάζουν πολλές εναλλαγές στο πρόσημο των δειγμάτων τους. Ο ρυθμός εναλλαγής του πρόσημου για ένα φωνήεν είναι 0,5 εναλλαγές ανά ms ενώ για ένα σύμφωνο 3 εναλλαγές ανά ms.

iv) Το φάσμα της ομιλίας

Κάθε μη απλός ημιτονοειδής ήχος ονομάζεται σύνθετος ήχος και αποτελεί άθροισμα απλών ήχων διαφορετικής συχνότητας. Ο ήχος της ομιλίας, όπως και όλοι οι φυσικοί ήχοι, είναι ένας σύνθετος ήχος ο οποίος παράγεται μέσα από μια περίπλοκη

διαδικασία δημιουργίας και διαμόρφωσης του ήχου εντός της φωνητικής οδού. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της φώνησης και της άρθρωσης αποτυπώνονται στις ακουστικές ιδιότητες αυτού του σύνθετου ήχου που προκύπτει. Η μελέτη των ήχων της ομιλίας διευκολύνεται σημαντικά αν τους αναλύσουμε στις επιμέρους συχνότητες τους και τους απεικονίσουμε φασματικά, δηλαδή ανάλογα με την κατανομή της ακουστικής τους ενέργειας στις διάφορες συχνότητες. Όπως έχει ήδη ειπωθεί, η φασματική ανάλυση και η ανάλυση της φωνής ή και της ομιλίας, με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού, είναι μία σχετικά εύκολη διαδικασία. Το μόνο που χρειάζεται είναι να μάθει κανείς τον τρόπο που παράγονται οι σχετικές απεικονίσεις. Για να γίνει αυτό, είναι απαραίτητη η κατανόηση του τρόπου ανάλυσης και σύνθεσης των χαρακτηριστικών της ομιλίας σε φασματικό επίπεδο. Οποιοσδήποτε σύνθετος ήχος μπορεί να αναλυθεί στους απλούς ήχους που τον απαρτίζουν. Η πράξη αυτή της ανάλυσης ονομάζεται φασματική ανάλυση και, για κάθε σύνθετο ήχο, θα μας δίνει ένα σύνολο απλών ήχων που, αν τους προσθέσουμε, θα λάβουμε τον αρχικό σύνθετο ήχο. Η φασματική ανάλυση έχει εφαρμογή σε οποιοδήποτε ήχο της φύσης, καθώς όλοι είναι σύνθετοι, όπως φυσικά και στην ομιλία που μας ενδιαφέρει εδώ.

Η ανάλυση των σύνθετων ήχων σε απλούς έχει πολύ σημαντικές συνέπειες για τη μελέτη τους. Πρώτον, αναλύοντας κάθε σύνθετο ήχο μπορούμε να μελετήσουμε αυστηρά και με τρόπο αντικειμενικό τα χαρακτηριστικά του και όχι απλώς την υποκειμενική εντύπωση που προκύπτει στον ακροατή ακούγοντας τον εν λόγω σύνθετο ήχο. Δεύτερον, αποκτούμε την δυνατότητα να συγκρίνουμε διαφορετικούς σύνθετους ήχους μεταξύ τους συγκρίνοντας τους απλούς ήχους στους οποίους αυτοί αναλύονται. Διαθέτουμε επομένως έναν τρόπο σύγκρισης και σχετικής μελέτης σύνθετων ήχων, είτε πρόκειται για φυσικούς ήχους όπως η ομιλία, είτε πρόκειται για ήχους τεχνητούς. Τρίτον, απεικονίζοντας κάποιον ορισμένο σύνθετο ήχο αναλυμένο σε απλούς ήχους, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα οπτικής αναπαράστασης των ήχων το οποίο γίνεται κατανοητό χωρίς να χρειάζονται οι ηχογραφήσεις.

Δεδομένου ότι τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά ενός απλού ήχου είναι μόνο το πλάτος και η συχνότητα, η ανάλυση ενός σύνθετου ήχου ουσιαστικά μας δίνει ένα σύνολο από ζευγάρια του τύπου {συχνότητα, πλάτος}. Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι αναλύουμε ένα σύνθετο ήχο σε συχνότητες. Επειδή κάθε επιμέρους συχνότητα μπορεί να λαμβάνει περισσότερο ή λιγότερο πλάτος από την ανάλυση, είναι χρησιμότερο να αναφερόμαστε, όπως είδαμε εν τάχει και άνωθεν, στην κατανομή της ακουστικής ενέργειας στις συχνότητες. Όταν ένας απλός ήχος, που προκύπτει από τη φασματική ανάλυση, έχει μεγάλο πλάτος, τότε λέμε ότι στη συχνότητα του απλού αυτού ήχου αντιστοιχεί μεγάλη ακουστική ενέργεια. Όταν αντίθετα, ένας απλός ήχος που προκύπτει έχει μικρό πλάτος, λέμε ότι στη συχνότητα αυτή του απλού ήχου υπάρχει λίγη ενέργεια. Το σύνολο των συχνοτήτων και των αντίστοιχων πλατών των απλών ήχων απαρτίζει την κατανομή ενέργειας του σύνθετου ήχου στο πεδίο των συχνοτήτων και ονομάζεται φάσμα του ήχου. Φάσμα, λοιπόν, ενός οποιοδήποτε ήχου ονομάζεται η κατανομή ακουστικής ενέργειας του σύνθετου ήχου στις διάφορες

συχνότητες. Επομένως, το φάσμα αποτελείται από τα πλάτη των απλών ήχων, με τις συχνότητές τους, που απαρτίζουν τον σύνθετο ήχο. Συνεπώς, γνωρίζοντας το φάσμα ενός ήχου, γνωρίζουμε τα πάντα για τον ήχο αυτόν, αφού μπορούμε να τον συνθέσουμε από τα στοιχεία των επιμέρους απλών ήχων. Ένας απλός ήχος έχει και αυτός φάσμα, το οποίο αποτελείται από ένα μόνο σημείο, καθώς ο απλός ήχος αποτελείται μόνο από τον εαυτό του.

Ένας ήχος ο οποίος παράγεται από μια πηγή η οποία δεν επαναλαμβάνει την ίδια κίνηση, ονομάζεται μη περιοδικός ήχος ή θόρυβος. Οι μη περιοδικοί και οι περιοδικοί ήχοι αναλύονται σε απλούς συστατικούς ήχους με τον ίδιο τρόπο. Ανεξάρτητα από το αν υφίσταται ένας ρυθμός επαναληπτικότητας, δηλαδή μια θεμελιώδης συχνότητα, κάθε σύνθετος ήχος αποτελείται από απλούς ήχους με τις συχνότητες και τα πλάτη τους, όπως αυτά προκύπτουν μέσα από τη φασματική ανάλυση. Η συχνότητα επανάληψης που αντιστοιχεί στην περιοδικότητα του ήχου δεν θα πρέπει να συγχέεται με τις συχνότητες των επιμέρους απλών ήχων που απαρτίζουν τον οποιονδήποτε περιοδικό ή απεριοδικό σύνθετο ήχο. Εντούτοις, παρατηρείται μία ιδιαιτερότητα των περιοδικών ήχων στη φασματική ανάλυση: Όλοι οι απλοί ήχοι που απαρτίζουν ένα σύνθετο περιοδικό ήχο βρίσκονται σε μια ειδική σχέση μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, οι συχνότητες όλων των απλών ήχων είναι ακέραια πολλαπλάσια μιας βασικής συχνότητας η οποία αποτελεί και τη θεμελιώδη συχνότητα του σύνθετου ήχου, τουτέστιν το ρυθμό επαναληπτικότητας ή αλλιώς, την περιοδικότητά του. Συμπεραίνουμε επομένως ότι η περιοδικότητα του σύνθετου περιοδικού ήχου αντιστοιχεί στη συχνότητα του πρώτου απλού ήχου που τον αποτελεί ενώ όλοι οι υπόλοιποι απλοί ήχοι στους οποίους αυτή αναλύεται έχουν κάποια συχνότητα η οποία συνιστά ακέραιο πολλαπλάσιο της πρώτης.

Στην περίπτωση του περιοδικού σύνθετου ήχου, οι απλοί ήχοι που προκύπτουν κατά τη φασματική του ανάλυση ονομάζονται αρμονικές και ο ίδιος ο σύνθετος περιοδικός ήχος ονομάζεται αρμονικός. Έτσι ένας περιοδικός ήχος αναλύεται σε αρμονικές, έχει δηλαδή ακουστική ενέργεια σε συγκεκριμένες μόνο συχνότητες, ανάλογα με την περιοδικότητά του. Αντίθετα, ένας μη περιοδικός ήχος μπορεί να έχει ενέργεια σε οποιαδήποτε συχνότητα.

Στην ομιλία, η περιοδική πηγή η οποία και αντιστοιχεί στις φωνητικές χορδές, παράγει ήχο με τη μορφή φώνησης ενώ η φωνητική οδός διαμορφώνει τον ήχο αυτόν δίνοντας του τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου φθόγγου ανάλογα με τις θέσεις των αρθρωτών. Η φώνηση, ως περιοδική πηγή ήχου, αναλύεται σε αρμονικό φάσμα. Το φάσμα της φώνησης, επομένως, θα αποτελείται από μια σειρά σημεία, ή κατακόρυφες γραμμές, που ισαπέχουν μεταξύ τους και αντιστοιχούν στις αρμονικές. Η συχνότητα της πρώτης αρμονικής θα είναι η συχνότητα φώνησης, δηλαδή η θεμελιώδης συχνότητα του ήχου. Οι συχνότητες των επόμενων αρμονικών του φάσματος θα είναι ακέραια πολλαπλάσια της πρώτης. Τα πλάτη των αρμονικών θα μειώνονται όσο αυξάνεται η συχνότητα. Αυτό προκύπτει από την ανάλυση του τρόπου ταλάντωσης των φωνητικών χορδών και είναι χαρακτηριστικό του φάσματος της φώνησης. Το τελικό σχήμα του φάσματος φώνησης θα είναι επομένως μια σειρά

από κατακόρυφες γραμμές, που αντιστοιχούν στις διακριτές αρμονικές, καθεμιά από τις οποίες έχει λίγο μικρότερο πλάτος από την προηγούμενη. Αν ενώσουμε τις κορυφές όλων των αρμονικών, δηλαδή όλα τα πλάτη, η γραμμή που σχηματίζεται είναι ευθεία. Η γραμμή αυτή ονομάζεται περιβάλλουσα, καθώς «περιβάλλει» το φάσμα του ήχου.

Κανένας σημαντικός για την ομιλία ήχος δεν είναι σταθερός αν αναλογιστούμε ότι μια συλλαβή διαρκεί μερικά δέκατα του δευτερολέπτου και πολλά σημαντικά ακουστικά γεγονότα διαρκούν ελάχιστα χιλιοστά του δευτερολέπτου ενώ ο ρυθμός ταλάντωσης των φωνητικών χορδών που παράγει τη φώνηση είναι της τάξης των εκατοστών του δευτερολέπτου. Η φασματική μας ανάλυση πρέπει να είναι ικανή να απεικονίσει κάθε στιγμή τα χαρακτηριστικά του και των μεταβολών του από φθόγγο σε φθόγγο. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, οφείλουμε να ορίσουμε το ηχητικό φάσμα ανά τακτά χρονικά διαστήματα και απεικονίζουμε τα φάσματα το ένα δίπλα στο άλλο, με τη σωστή χρονική σειρά. Χωρίζουμε την ομιλία επομένως σε σύντομα κομμάτια και αναλύουμε φασματικά καθένα από αυτά. Έτσι, για κάθε χρονική στιγμή λαμβάνουμε ένα σύνολο από απλούς ήχους που αποτελούν το στιγμιαίο φάσμα του ήχου. Συχνά, αντί να απεικονίσουμε το φάσμα οριζόντια με τις κορυφές και τις κοιλάδες του το απεικονίζουμε κατακόρυφα, σαν μια λεπτή κατακόρυφη ταινία στην οποία οι περιοχές συχνότητας των κορυφών έχουν σκούρο χρώμα και οι περιοχές συχνότητας των κοιλάδων είναι ανοιχτόχρωμες. Επομένως, οι συχνότητες απεικονίζονται στον κατακόρυφο άξονα και ο χρόνος στον οριζόντιο, ενώ τα πλάτη (ενέργεια) γίνονται αντιληπτά από το χρώμα. Η συνοπτική αυτή απεικόνιση του φάσματος κατά τη διάρκεια του χρόνου ονομάζεται φασματογράμμα και είναι ο σημαντικότερος τρόπος οπτικής αναπαράστασης του ήχου. Στο φασματογράμμα φαίνονται καθαρά όλα τα ακουστικά στοιχεία της ομιλίας και με λίγη εξάσκηση μπορεί ο καθένας να διακρίνει τις ιδιότητες των διαφόρων φθόγγων από τις σκούρες και φωτεινές περιοχές του. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν τυπικά φασματογράμματα για τους διάφορους φθόγγους από τα οποία μπορεί να καταλάβει κανείς το είδος και τα χαρακτηριστικά των αντίστοιχων ήχων και να συγκρίνει είτε με φθόγγους άλλης γλώσσας είτε με διαταραγμένες παραγωγές ομιλίας.

Σημείωση 1η: Για το θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας, δηλαδή το πρώτο και το δεύτερο κεφάλαιο αυτής, στηριχθήκαμε σε μεγάλο βαθμό στο σύγγραμμα του Αθανάσιου Πρωτόπαπα με τίτλο «Εισαγωγή στη Φωνητική» (2003).

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Αρχικά, θα εξετάσουμε την έρευνα των Chen-Chi Wang και Hui-Tsu Huang (2004) η οποία και διήρκησε από το Μάρτιο του 2002 έως και το Δεκέμβριο του ίδιου έτους. Για τις ανάγκες της έρευνας επιλέχθηκαν 45 ταϊβανέζες γυναίκες και 45 ταϊβανέζοι άνδρες, ηλικίας μικρότερης των 50 ετών, χωρίς διαταραχές φώνησης. Οι δύο αυτές ομάδες που συνδέονταν από το χαρακτηριστικό του φύλου, διαχωρίστηκαν περαιτέρω σε 3 υποομάδες η καθεμία με ηλικιακά κριτήρια αυτή τη φορά. Κατά την έρευνα μετρήθηκαν διάφοροι βασικοί παράμετροι των ακουστικών δεδομένων της παραγωγής των υποκειμένων υπό συνθήκες ήρεμης φώνησης. Από αυτή την έρευνα προέκυψε ότι περισσότερα χαρακτηριστικά παρέμειναν σχετικά σταθερά και δεν μεταβλήθηκαν μεταξύ των 20 και των 49 ετών. Μόνο οι μετρήσεις του shimmer και του H/N ratio διέφεραν ανάμεσα στα δύο φύλα και τις ηλικιακές υποομάδες. Πιο αναλυτικά, η θεμελιώδης συχνότητα F0, η οποία μετρήθηκε κατά τη μέτρηση από το 1 ως το 10 και κατά την παραγωγή του [a], ήταν μεγαλύτερη στις γυναίκες (203.2 _ 21.7 και 213.4 _ 25.4 Hz) σε σχέση με τους άνδρες (118.3 _ 17.3 και 121.3 _ 16.4 Hz). Επιπλέον ο μέγιστος χρόνος φώνησης, ο οποίος εξετάστηκε και πάλι με την παραγωγή του [a], ήταν μεγαλύτερος για τους άνδρες (28.0 _ 9.4 sec) σε σχέση με τις γυναίκες (22.6 _ 7.6 sec). Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στο SPL και το jitter μεταξύ γυναικών (77.8_ 5.5 dB και 0.66 _ 0.27%) και ανδρών (77.5 _ 5.5 dB και 0.56 _ 0.23%).

Επιπλέον, θα σταθούμε στην έρευνα του Markus Brückl (2007) ο οποίος διερεύνησε αν οι μεταβολές στη φώνηση των γυναικών, κατά την πάροδο 5 ετών, γίνονται αντιληπτές βάσει του ακροατή και βάση των μετρήσεων. Και, αν οι μεταβολές γίνονταν αντιληπτές, σε ποια στοιχεία οι ακροατές στηρίζονταν για να καταλάβουν τις διαφορές. Η εν λόγω έρευνα έδειξε ότι οι ακροατές διέκριναν σωστά τις διαφορές βασισμένοι στην παρατεταμένη παραγωγή των φθόγγων [i] και [u], ωστόσο στηρίχθηκαν πολύ περισσότερο στον ρέοντα λόγο. Οι παράμετροι που εξετάζονται στην έρευνα απεικονίζουν το ύψος, την αντήχηση των φωνηέντων, τις διαταραχές της φωνής, τον τρόμο και την κατανομή του ενεργειακού φάσματος. Όπως διαφάνηκε οι πλέον αξιόπιστες μεταβλητές για την ανίχνευση της ηλικίας αποτελούν ο ρυθμός και η διάρκεια παραγωγής στην ομιλία και η θεμελιώδης συχνότητα και ο τρόμος κατά την παραγωγή φωνηέντων.

Ακολούθως, θα εξετάσουμε την έρευνα των Marylou Pausewang Gelfer και John F. Pazera (2006) η οποία επιχείρησε να συγκρίνει μέγιστη φώνηση ελεγχόμενης έντασης για τους φθόγγους [s] και [z], καθώς και των λόγο αυτών, σε ενήλικες άνδρες και γυναίκες χωρίς διαταραχές φώνησης. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 άνδρες και 20 γυναίκες αντίστοιχα με εύρος ηλικίας από 19 έως 30 έτη. Ο M.O. ηλικίας για τους άνδρες ήταν τα 25 έτη ενώ για τις γυναίκες τα 23:6 έτη. Τα υποκείμενα παρήγαγαν από 10 φορές τα [s] και [z], με ελεγχόμενη ένταση στα 60-dB sound-pressure level (SPL). Ο μέγιστος χρόνος φώνησης και ο λόγος [s] / [z] αξιολογήθηκαν με 3 μεθόδους: Βάσει της μακρότερης χρονικώς παραγωγής μεταξύ των δέκα προσπαθειών, της μακρότερης χρονικώς παραγωγή μεταξύ τριών προσπαθειών και

του Μ.Ο. των τριών πρώτων προσπαθειών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, και στα δύο φύλα, ο μέγιστος χρόνος φώνησης των [s] και [z] ήταν παρόμοιος. Συγκεκριμένα, για τους άνδρες ο Μ.Ο. του μέγιστου χρόνου φώνησης ήταν 38.28 για το [s] και 37.58 για το [z] ενώ, αντίστοιχα, για τις γυναίκες ο Μ.Ο. του μέγιστου χρόνου φώνησης ήταν 25.68 για το [s] και 24.44 για το [z]. Συνεπώς και ο λόγος [s] / [z] δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ ανδρών και γυναικών (1,01 για τους άνδρες και 1,06 για τις γυναίκες). Ωστόσο, όπως φαίνεται, οι άνδρες σταθερά παρήγαγαν και τους δύο φθόγγους με μεγαλύτερη διάρκεια σε σχέση με τις γυναίκες.

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στην έρευνα των Leila Susana Finger, Carla Aparecida Cielo και Karine Schwarz (2009) η οποία προσπάθησε να καταγράψει ακουστικές μετρήσεις φωνής σε νεαρές ενήλικες γυναίκες με φυσιολογική ανατομία, τουλάχιστον σε ό, τι αφορά στα φωνητικά τους όργανα, και χωρίς διαταραχές φώνησης. Τα υποκείμενα ήταν 56 στον αριθμό και διέθεταν εύρος ηλικιών από τα 18 έως και τα 40 έτη. Για την πραγματοποίηση της έρευνας ζητήθηκε από τις συμμετέχουσες να παράγουν ένα παρατεταμένο [a], από το οποίο οι ερευνητές ανέλυσαν μόνο τα αρχικά 3,5 δευτερόλεπτα και με τη βοήθεια του προγράμματος praat. Κατά την έρευνα εξετάστηκαν οι μεταβλητές της βασικής συχνότητας (f0) όπου βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 210 και 220 Hz, η ελάχιστη και η μέγιστη συχνότητα, το jitter (local), το jitter (local, absolute), το jitter (rap) το οποίο τοποθετείται μεταξύ 0.16% , το jitter (ppq5) το οποίο βρέθηκε μεταξύ 0.1 και 0.4%, το jitter (ddp), το shimmer (local), το shimmer (local, dB), το shimmer (apq3), το shimmer (apq5) το οποίο αναφέρεται από 0.4 και 1%, το shimmer (apq11), το shimmer (ddp), το noise-harmonic ratio (NHR) και το harmonic-noise ratio (HNR). Αυτές οι μεταβλητές θεωρήθηκαν σημαντικές καθώς παρέχουν πληροφορίες για τη μη περιοδικότητα του σήματος φωνής, τη σταθερότητα, το θόρυβο και τα επίπεδα των συχνοτήτων. Από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι οι μεταβλητές της θεμελιώδους συχνότητας, το jitter (local), το jitter (local, absolute), το jitter (ppq5), το jitter (ddp) ακολουθούσαν μία κανονική κατανομή σε αντίθεση με το Jitter (rap), όλα τα Shimmer, το noise/harmonic ratio (NHR) και το harmonic/noise ratio (HNR).

Περαιτέρω, στην έρευνα της με τίτλο “Acoustic characteristics of Greek vowels produced by adults and children” (2002) η Sfakianaki επιχείρησε να συμπεριλάβει ακουστικές αναλύσεις φωνηέντων παραγόμενων από ενήλικες άνδρες, γυναίκες και παιδιά, με έμφαση στα τελευταία, στοχεύοντας στη διερεύνηση της σχέσης των δεδομένων των ενηλίκων και των παιδιών. Για την εν λόγω έρευνα επιλέχθηκαν 10 ενήλικες άνδρες, 10 ενήλικες γυναίκες και 10 παιδιά τα οποία ανήκαν και στα δύο φύλα (3 αγόρια και 7 κορίτσια), από την Αθήνα, την κεντρική Ελλάδα, την Βόρεια Ελλάδα και την Κρήτη. Οι ηλικίες των ενηλίκων υποκειμένων κυμαίνονταν από τα 20 στα 28 έτη ενώ των παιδιών από 5 έως 10 έτη. Όλα τα υποκείμενα ήταν φυσικοί ομιλητές της ελληνικής και δεν εμφάνιζαν διαταραχές λόγου, ομιλίας ή ακοής. Η διαδικασία περιλάμβανε ανάγνωση 30 λέξεων ή επανάληψη μετά το γονέα για τα παιδιά που δεν διάβαζαν ακόμα. Η έρευνα κατέληξε στην επιβεβαίωση της προϋπάρχουσας βιβλιογραφίας σε αγγλόφωνο δείγμα, καθώς τα παιδιά παρήγαγαν

ήχους υψηλότερων συχνοτήτων συγκριτικά με τους ενήλικες. Το σημαντικό, ως προς την δική μας έρευνα, είναι τα αποτελέσματα των μετρήσεων των συχνοτήτων των τριών πρώτων formants των φωνηέντων της ελληνικής, για τους ενήλικες. Πιο αναλυτικά, για το φθόγγο [i], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 423, 2073 και 2593 για τους άνδρες και 469, 2571 και 3109 για τις γυναίκες. Για το φθόγγο [e], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 601, 1811 και 2560 για τους άνδρες και 687, 2231 και 3051 για τις γυναίκες. Για το φθόγγο [a], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 736, 1466 και 2459 για τους άνδρες και 873, 1699 και 2713 για τις γυναίκες. Για το φθόγγο [o], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 583, 1137 και 2479 για τους άνδρες και 657, 1219 και 2817 για τις γυναίκες. Τέλος, για το φθόγγο [u], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 434, 921 και 2460 για τους άνδρες και 451, 955 και 2804 για τις γυναίκες.

Παρομοίως, στοιχεία για τα πρώτα δύο formants λαμβάνουμε και από την έρευνα των Fourakis, Marios, Antonis Botinis & Maria Katsaiti (1999). Σε αυτή την έρευνα 5 άνδρες παρήγαγαν τα φωνήεντα της ελληνικής με αργό και γρήγορο ρυθμό, σε τονισμένες και μη τονισμένες λέξεις. Μετρήθηκαν η διάρκεια, η βασική συχνότητα F0, το πλάτος της ταλάντωσης και οι συχνότητες F1 και F2 των πρώτων δύο formants προκειμένου να ανιχνευτεί η επιρροή του φωνηέντου, του ρυθμού, του τόνου και της εστίασης στις μεταβλητές αυτές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το σύστημα παραγωγής φωνηέντων στα ελληνικά ακολουθεί τις καθολικές τάσεις σε ό,τι αφορά στη διάρκεια αλλά όχι αναφορικά με τη θεμελιώδη συχνότητα και το πλάτος ταλάντωσης. Πιο συγκεκριμένα, για το φθόγγο [i], στα F1 και F2 αντιστοιχούν οι τιμές 340 και 2046 και διάρκεια 76 όταν ο φθόγγος τονίζεται ενώ 322 και 2088 και διάρκεια 44 όταν ο φθόγγος δεν τονίζεται. Για το φθόγγο [e], στα F1 και F2 αντιστοιχούν οι τιμές 491 και 1788 και διάρκεια 94 όταν ο φθόγγος τονίζεται ενώ 463 και 1745 και διάρκεια 57 όταν ο φθόγγος δεν τονίζεται. Για το φθόγγο [a], στα F1 και F2 αντιστοιχούν οι τιμές 738 και 1350 και διάρκεια 105 όταν ο φθόγγος τονίζεται ενώ 692 και 1280 και διάρκεια 78 όταν ο φθόγγος δεν τονίζεται. Για το φθόγγο [o], στα F1 και F2 αντιστοιχούν οι τιμές 508 και 1020 και διάρκεια 94 όταν ο φθόγγος τονίζεται ενώ 475 και 1002 και διάρκεια 67 όταν ο φθόγγος δεν τονίζεται. Τέλος, για το φθόγγο [u], στα F1 και F2 αντιστοιχούν οι τιμές 349 και 996 και διάρκεια 88 όταν ο φθόγγος τονίζεται ενώ 338 και 926 και διάρκεια 54 όταν ο φθόγγος δεν τονίζεται.

Τέλος, στην έρευνα της Nicolaidis, K. (2003) δοκίμασε να εξετάσει ακουστικά τα ελληνικά φωνήεντα κατά τη διάρκεια παραγωγής προφορικού λόγου. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από δύο άνδρες ομιλητές της ελληνικής, 29 και 30 ετών αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια παραγωγής μονολόγου και χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των συχνοτήτων και της διάρκειας για όλα τα φωνήεντα. Τα αποτελέσματα έδειξαν εκτεταμένη μεταβλητότητα για όλα τα φωνήεντα και παρουσία αλληλεπικαλυπτόμενων κατανομών στα formants, ειδικά στο κέντρο του φωνηεντικού χώρου. Πιο ειδικά, για το φθόγγο [i], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 360.3, 1892.3 και 2492.8 ενώ στη μέση διάρκειά του η τιμή 69.1. Για το φθόγγο [e], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 475.3, 1671.6 και 2377.1 ενώ στη μέση

διάρκειά του η τιμή 80.9. Για το φθόγγο [a], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 575, 1452.7 και 2201.9 ενώ στη μέση διάρκειά του η τιμή 85.4. Για το φθόγγο [o], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 462, 1202 και 2207.3 ενώ στη μέση διάρκειά του η τιμή 78.4. Τέλος, για το φθόγγο [u], στα F1, F2 και F3 αντιστοιχούν οι τιμές 376.7, 1163.1 και 2290.3 ενώ στη μέση διάρκειά του η τιμή 59.8.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω έρευνες βλέπουμε ότι οι περισσότερες προσανατολίζονται κυρίως στις διαφορές των χαρακτηριστικών ανάμεσα στα δυο φύλλα και κάποιες από αυτές αφορούν και ηλικίες άνω των 40 ετών. Η δική μας έρευνα διαφοροποιείται στο ότι παρόλο που βιβλιογραφικά συμπεραίνεται ότι δεν εμφανίζονται αξιοσημείωτες αλλαγές με την πάροδο του χρόνου στους ενήλικες που βρίσκονται πριν από τη μέση ηλικία, ωστόσο σκοπεύει να διευκρινίσει τις όποιες αλλαγές στον Ελληνόφωνο πληθυσμό με σκοπό τα αποτελέσματα να έχουν χρήση στην κλινική πράξη.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

i) Σκοπός της έρευνας

Κάθε άνθρωπος υπόκειται σταδιακά στη διαδικασία της γήρανσης ή οποία μέσα από μία περίπλοκη διαδικασία φυσιολογικών και ανατομικών μεταβολών μας επηρεάζει σε διάφορους, συμπεριλαμβανομένου και του τρόπου ομιλίας μας. Στην πραγματικότητα, η φωνή και η ομιλία ενός εκάστου, αλλάζουν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Για παράδειγμα, χαρακτηριστικά όπως ο ρυθμός της ομιλίας, το SPL και η θεμελιώδης συχνότητα της φωνής μας έχει αποδειχτεί ερευνητικά ότι σχετίζονται άμεσα με την ηλικία του ομιλητή. Επομένως, η ηλικία μας αποτυπώνεται ξεκάθαρα στη φωνή και την ομιλία μας. Επιπροσθέτως, όπως έχει ήδη αναδειχτεί από τη βιβλιογραφία, σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και ανάμεσα στην παραγωγή φωνής για τα δύο φύλα, λόγω ανατομικών, φυσιολογικών, ορμονολογικών ακόμα και συναισθηματικών και κοινωνικών διαφορών. Σε αυτή την κατεύθυνση, η παρούσα εργασία φιλοδοξεί να αναδείξει τις διαφορές οι οποίες προκύπτουν από την πάροδο του χρόνου, όπως αυτές αποτυπώνονται στα υπό μελέτη χαρακτηριστικά της φωνής και ομιλίας.

ii) Τα υποκείμενα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 120 άνδρες και γυναίκες ηλικίας από 20 έως 40 ετών οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 60 ατόμων. Η 1^η ομάδα αποτελείτο από 60 άτομα 30 εκ των οποίων άνδρες και 30 γυναίκες ηλικίας 20-30 ετών. Η 2^η ομάδα αποτελείτο από 60 άτομα 30 εκ των οποίων άνδρες και 30 γυναίκες ηλικίας 30-40 ετών.

Η επιλογή του δείγματος έγινε τυχαία ανάμεσα σε ελληνόφωνο πληθυσμό και αποτελούνταν από κατοίκους διαφόρων περιοχών της Ελλάδας (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Καρδίτσα, Φλώρινα, Αμαλιάδα, Πύργος). Οι συμμετέχοντες, έπρεπε να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

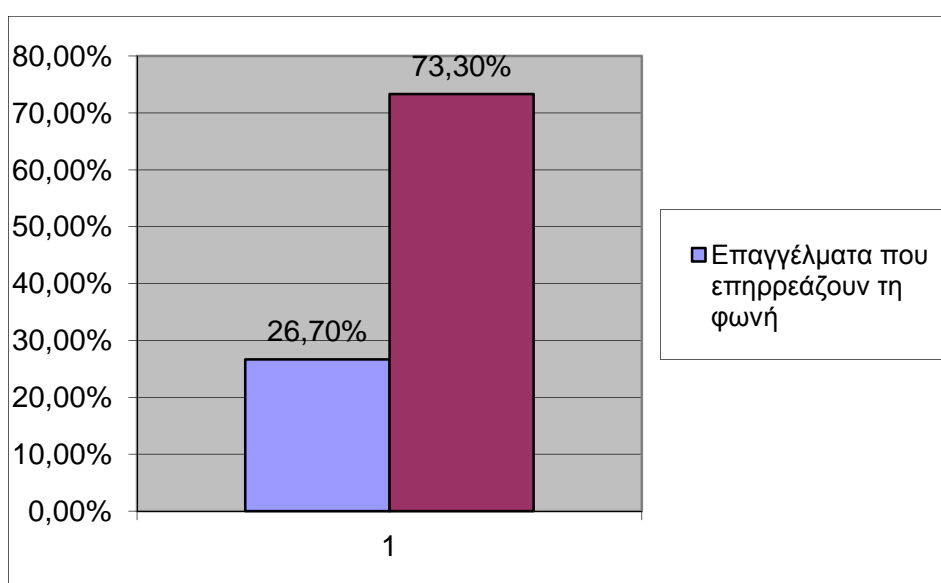
- Να είναι φυσικοί ομιλητές της Ελληνικής γλώσσας (για το λόγο αυτό αποκλείστηκαν οι δίγλωσσοι με δεύτερη γλώσσα την Ελληνική).
- Να αποτελούν φυσιολογικό πληθυσμό ως προς τη φώνηση (αποκλείστηκαν άτομα τα οποία έχουν παρουσιάσει παθολογία του λάρυγγα).
- Να ανήκουν σε κάποια από τις ηλικιακές κατηγορίες που είχαν οριστεί εξ αρχής.

Από τα παραπάνω προκύπτει ομοιομορφία του δείγματος ως προς την ηλικιακή κατηγορία και το φύλο. Για τη λήψη πληροφοριών σχετικών με τη φωνή του δείγματος χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο. Οι ερωτήσεις τις οποίες περιλαμβάνει σχετίζονται με παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν τη φυσιολογική διαδικασία της φώνησης και να οδηγήσουν σε παθολογία του λάρυγγα. Κάποιοι από τους παράγοντες αυτούς είναι το επάγγελμα, το κάπνισμα, η κατανάλωση καφέ, διάφορες συνήθειες όπως η κατανάλωση αλκοόλ, η λήψη φαρμάκων, το άγχος κ.α.

Το 100% του δείγματος δήλωσε ότι δεν έχει παρουσιάσει ποτέ κάποιο πρόβλημα με τη φωνή του, ενώ το 100% του δείγματος δήλωσε ότι θα περιέγραφε τη φωνή του από καλή έως πολύ καλή. Ας ρίξουμε όμως μια πιο αναλυτική ματιά στα χαρακτηριστικά του δείγματος όπως αυτά προκύπτουν από τις απαντήσεις, στο ερωτηματολόγιο φωνής που τους χορηγήθηκε πριν τις δοκιμασίες της έρευνας.

Το επάγγελμα αποτελεί έναν βασικό παράγοντα κινδύνου ως προς την υγεία της φωνής, καθώς υπάρχουν επαγγέλματα τα οποία είτε σχετίζονται με ακατάλληλο περιβάλλον που οδηγεί σε αφυδάτωση του μηχανισμού της φώνησης, είτε έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις φώνησης που οδηγούν σε υπερλειτουργία ή κακή χρήση του μηχανισμού με πιθανό αποτέλεσμα παθολογία του λάρυγγα. Στην ερώτηση:

- Τι επάγγελμα κάνετε;

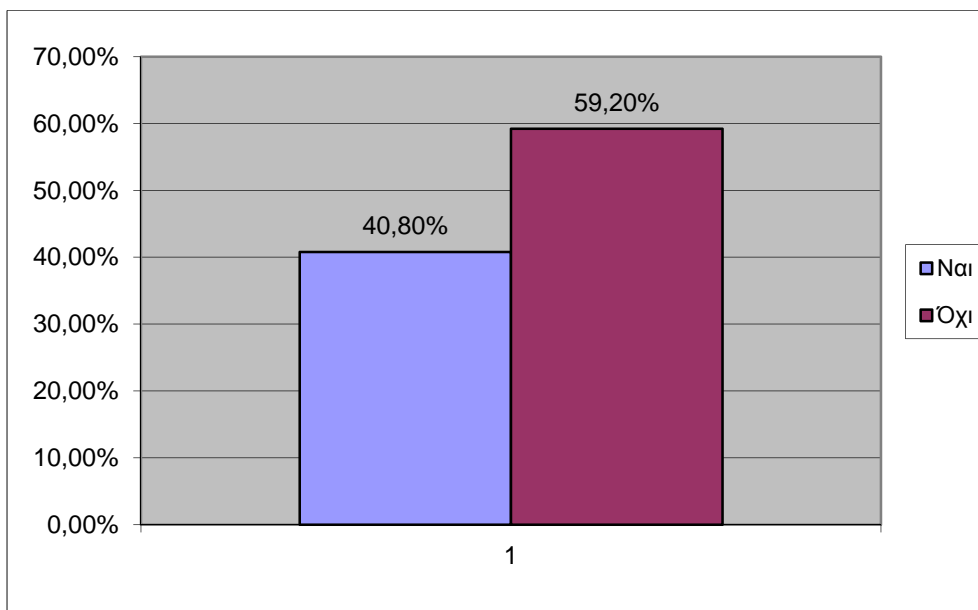


Πίνακας 1.1

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1.1 το 73,30% του δείγματος απάντησε ότι ασχολείται με επαγγέλματα τα οποία δεν επηρεάζουν τη φωνή όπως δημόσιοι υπάλληλοι, πολιτικοί μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι και αγρότες. Επίσης στο ποσοστό αυτό κατατάχθηκαν οι φοιτητές, οι άνεργοι, καθώς και κάποιες γυναίκες οι οποίες ασχολούνται με τα οικιακά.

Σε αντίθεση, το 26,70% του δείγματος ασχολείται με επαγγέλματα τα οποία επηρεάζουν τη φωνή όπως στρατιωτικοί, πωλητές, δικηγόροι, εκπαιδευτικοί, λογοθεραπευτές και σερβιτόροι.

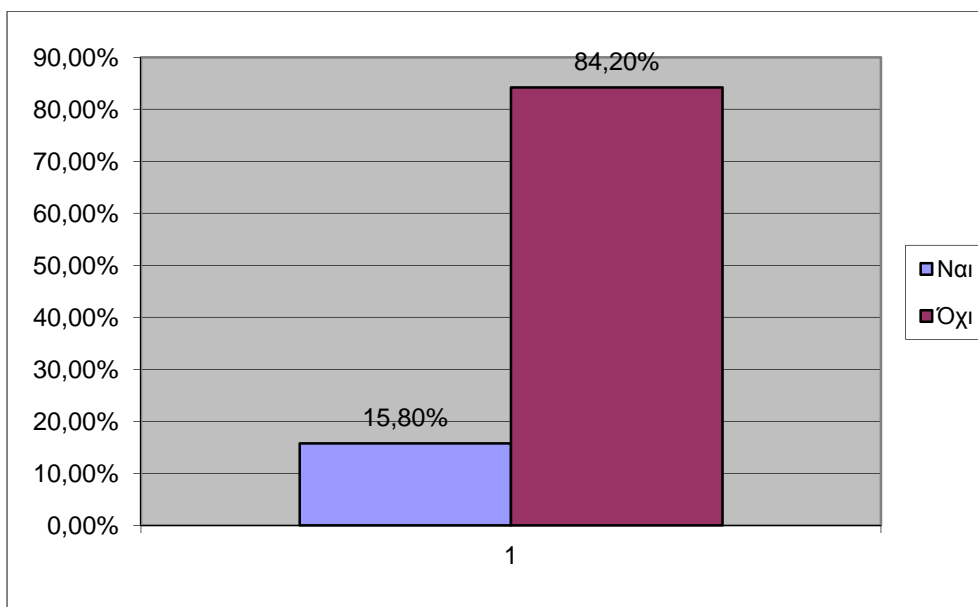
- Νοιώθετε έντονο προσωπικό ή επαγγελματικό άγχος;



Πίνακας 1.2

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 το 59,20% του δείγματος απάντησε όχι και το 40,80% του δείγματος απάντησε ναι.

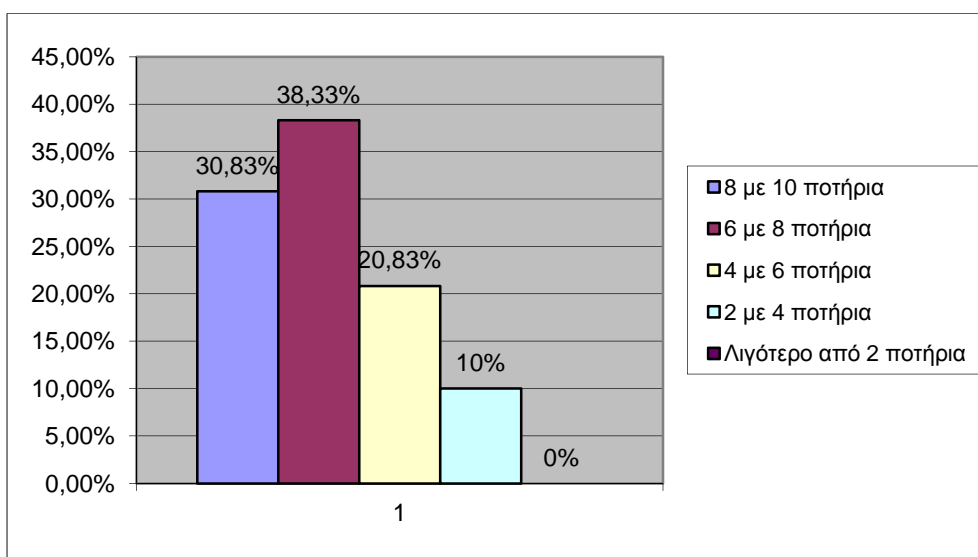
- Παίρνετε κάποια φάρμακα σε καθημερινή βάση;



πίνακας 1.3

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.3 το 84,20% του δείγματος απάντησε όχι ενώ το 15,80% του δείγματος απάντησε ναι.

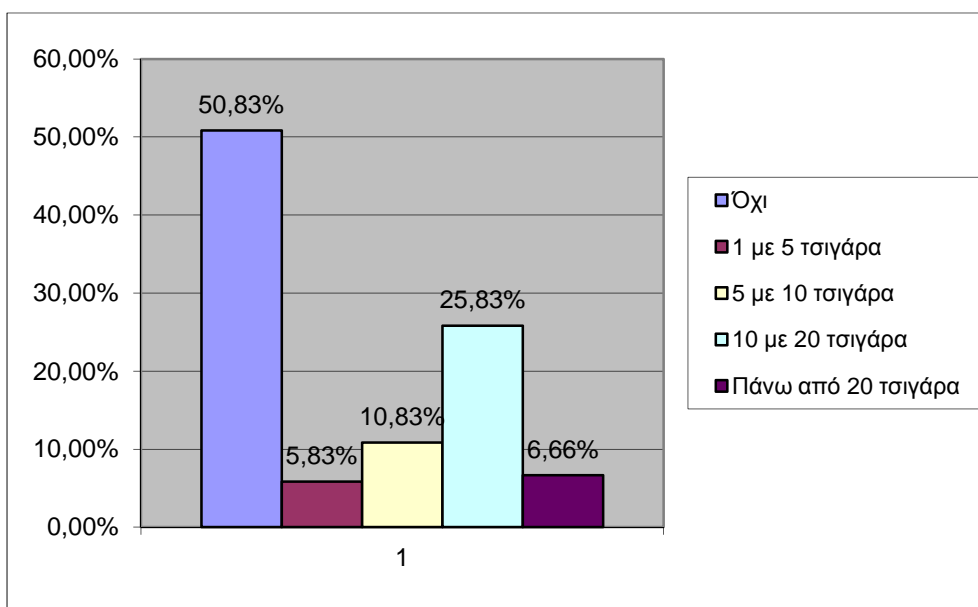
- Πόσο περίπου νερό πίνετε καθημερινά;



Πίνακας 1.4

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 το 30,83% του δείγματος πίνει 8-10 ποτήρια νερό καθημερινά, το 38,33% πίνει 6-8 ποτήρια νερό καθημερινά, το 20,83% πίνει 4-6 ποτήρια νερό καθημερινά ενώ μόλις το 10% πίνει 2-4 ποτήρια νερό καθημερινά.

- Καπνίζετε και αν ναι, πόσο;

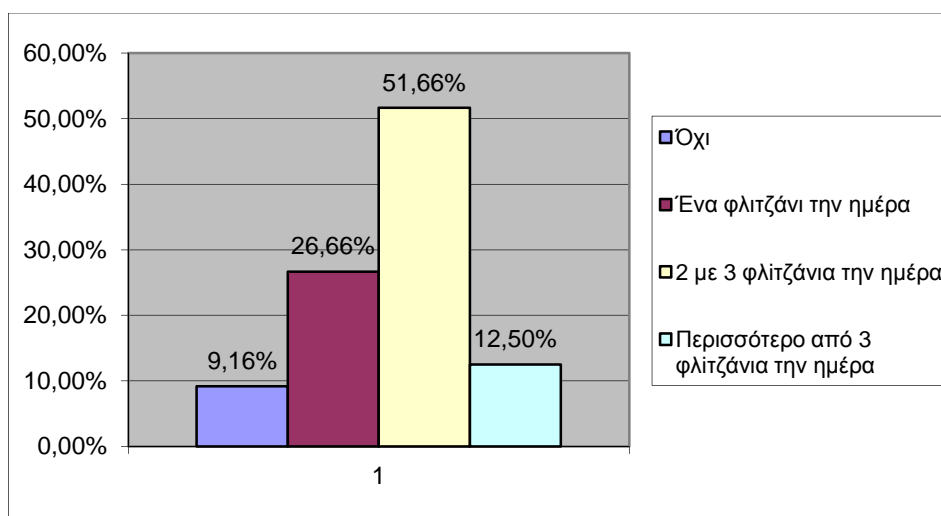


Πίνακας 1.5

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.5 προκύπτει ότι το 50,83% του δείγματος αποτελείται από μη καπνιστές ενώ το ποσοστό όσων καπνίζουν 1-5 τσιγάρα ανέρχεται στο 5,83% επί του συνολικού πληθυσμού, το ποσοστό όσων καπνίζουν 5-10 τσιγάρα ανέρχεται στο 10,83% επί του συνολικού πληθυσμού, το ποσοστό όσων καπνίζουν 10-20 τσιγάρα ανέρχεται στο 25,83% επί του συνολικού πληθυσμού και τέλος το ποσοστό όσων

καπνίζουν πάνω από 20 τσιγάρα ανέρχεται στο 10,83% επί του συνολικού πληθυσμού.

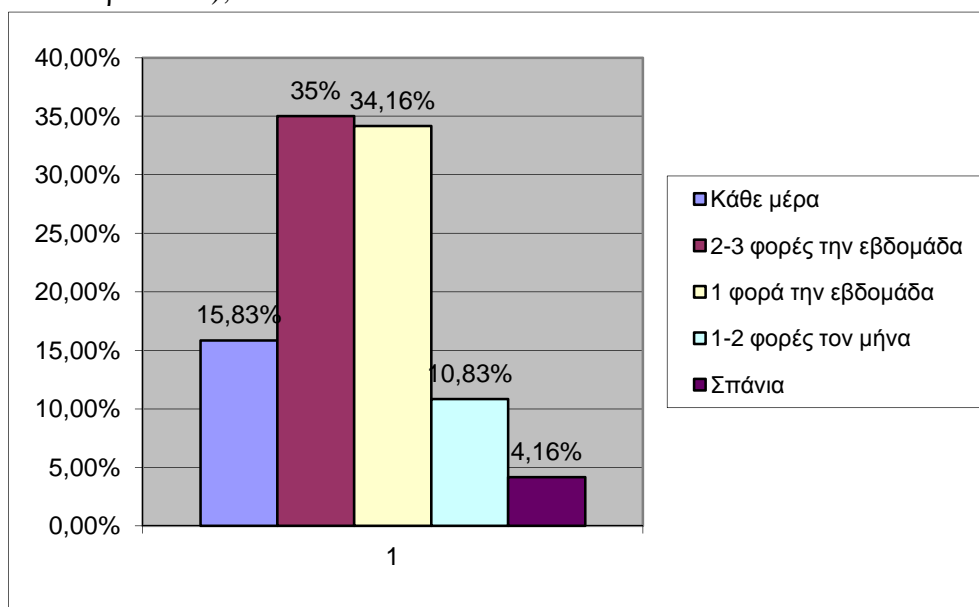
- Πίνετε καφέ και αν ναι πόσο;



Πίνακας 1.6

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.6 προκύπτει ότι το 9.16% του δείγματος δεν πίνει καφέ, το 26,66% πίνει περίπου ένα φλιτζάνι καφέ την ημέρα, το 51,66% πίνει περίπου 2-3 φλιτζάνια καφέ την ημέρα και μόλις 12,50% του πληθυσμού πίνει περισσότερα από 3 φλιτζάνια καφέ την ημέρα.

- Πόσο τακτικά πηγαίνετε σε μέρη που έχουν θόρυβο (όπως καφετέριες, εστιατόρια κλπ.);

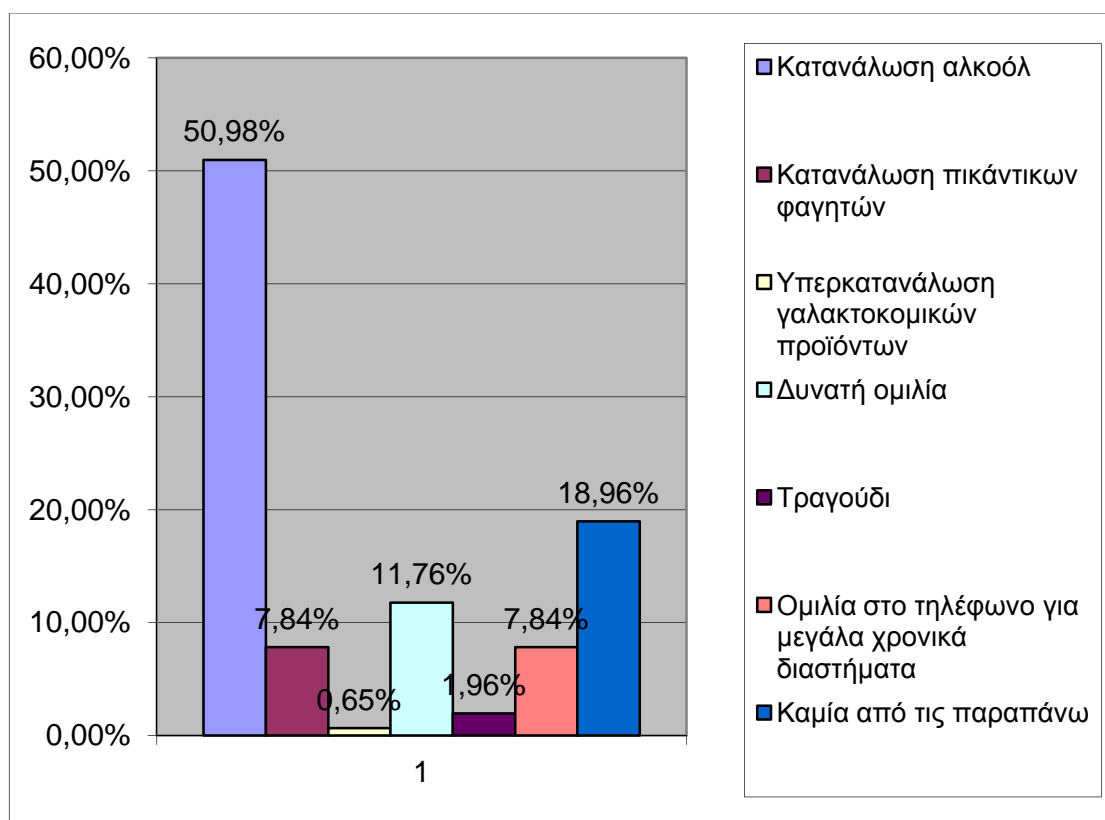


Πίνακας 1.7

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.7 το 15,83% του δείγματος πηγαίνει σε καθημερινή βάση σε μέρη με θόρυβο, το 35% του δείγματος 2-3 φορές την εβδομάδα, το 34,16% του

δείγματος μία φορά την εβδομάδα, το 10,83% του δείγματος 1-2 φορές το μήνα ενώ μόλις το 4,16% του δείγματος πηγαίνει σπανίως σε τέτοια μέρη.

- Έχετε κάποια από τις παρακάτω συνήθειες;



Πίνακας 1.8

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.8 το 50,98% του δείγματος συνηθίζει την κατανάλωση αλκοόλ, το 7,84% του δείγματος συνηθίζει την κατανάλωση πικάντικων φαγητών, το 11,76% του δείγματος συνηθίζει την υπερκατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, το 1,96% του δείγματος συνηθίζει να τραγουδά, το 7,84% του δείγματος συνηθίζει να μιλάει στο τηλέφωνο για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ενώ το 18,96% του δείγματος δεν έχει καμία από τις παραπάνω συνήθειες.

iii) Η Διαδικασία της έρευνας και οι μεταβλητές

Η έναρξη της έρευνας, πραγματοποιήθηκε με τη συλλογή του δείγματος. Αρχικά τα υποκείμενα συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο φωνής για να διαπιστωθεί αν πληρούν τις προϋποθέσεις για τη συμμετοχή στην παρούσα έρευνα. Το επόμενο βήμα ήταν η ηχογράφηση του δείγματος για τη συλλογή των δεδομένων και στην πορεία η παρατήρηση και ανάλυση των ακουστικών χαρακτηριστικών της φωνής και της ομιλίας.

- Για την ηχογράφηση των ατόμων χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικοί υπολογιστές οι οποίοι διέθεταν «κάρτα ήχου», δηλαδή ένα εσωτερικό εξάρτημα που τους επιτρέπει να δέχονται ήχο από εξωτερικές πηγές (π.χ.

μικρόφωνα, κασετόφωνα κ.ά.) και να παράγουν ήχο μέσω ακουστικών ή ηχείων.

- Τα ακουστικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα **sennheizer pc 131** τα οποία διαθέτουν στερεοφωνικό ήχο, ενσωματωμένο μικρόφωνο, ρυθμιστή έντασης, και φυσικά βύσματα σύνδεσης με τον υπολογιστή.
- Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν μέσω του προγράμματος **speech analyzer 3.0.1**.
- Οι αναλύσεις της φωνής και της ομιλίας πραγματοποιήθηκαν μέσω του προγράμματος **praat**.
- Η διαδικασία των ηχογραφήσεων πραγματοποιήθηκε βάση του σταθμισμένου πρωτοκόλλου φωνής στα ελληνικά (Πρωτόπαπας & Παπαθανασίου, 2010) Οι διαδικασίες περιελάμβαναν:
 1. Την παραγωγή των /a/, /s/, /z/. Ζητήθηκε από τα υποκείμενα η μεμονωμένη παραγωγή τους επί τρεις φορές το καθένα για να βρεθεί ο μέγιστος χρόνος φώνησης, η θεμελιώδης συχνότητα, το jitter και το shimmer
 2. Την ανάγνωση λέξεων. Ζητήθηκε από τα υποκείμενα η ανάγνωση λίστας λέξεων.
 - Για την διερεύνηση των ακουστικών χαρακτηριστικών των φωνηέντων της ελληνικής και συγκεκριμένα τη διάρκεια του φωνήεντος, το ύψος, την ένταση και τις μορφικές (f1,f2,f3). Οι λέξεις περιελάμβαναν τα φωνήεντα σε αρχική και τελική θέση, τονισμένα και άτονα.
 - Για τη διερεύνηση του χρόνου έναρξης φώνησης των φωνούμενων (b, d, g, ʝ) και άφωνων (p, t, k, c) συμφώνων της ελληνικής.
 3. Την αυθόρμητη ανάγνωση κειμένων. Χορηγήθηκαν τέσσερα σταθμισμένα κείμενα και ζητήθηκε από το δείγμα να πραγματοποιήσει ανάγνωση. Στόχος της δοκιμασίας αυτής ήταν ο προσδιορισμός της μέσης θεμελιώδους συχνότητας, καθώς και ο αριθμός συλλαβών ανά λεπτό.
 4. Την χορήγηση εικόνας (BDAE cookie theft). Ζητήθηκε από τα υποκείμενα να περιγράψουν την εικόνα, ώστε να συλλέξουμε δείγμα αυθόρμητης ομιλίας. Στόχος της δοκιμασίας ήταν ο προσδιορισμός της μέσης βασικής συχνότητας καθώς και ο αριθμός συλλαβών ανά λεπτό.
- Οι στατιστικές αναλύσεις στην εν λόγω εργασία πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα SPSS.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εκ των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα, επιλέχθηκε να εστιάσουμε σε εκείνα που αφορούν στη λαρυγγική λειτουργία, στην αντήχηση των φωνηέντων, στον χρόνο έναρξης φώνησης και στην ομιλία, σε συνάρτηση με την ηλικία.

ι) Λαρυγγική λειτουργία

Για την εκτίμηση της λαρυγγικής λειτουργίας, υπολογίστηκε το jitter, το shimmer, το pitch και το duration κατά την παραγωγή του φθόγγου [a]. Τα αποτελέσματα που αφορούν στην πρώτη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 20-30 έτη, παρουσιάζονται στον κάτωθεν πίνακα (πίνακας 1).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
JITTERa	60	0	1,192333	0,309774	0,368307
SHIMMERa	60	1	11	3,308594	1,473299
PITCHa	60	81,91433	252,115	163,3875	49,23084
DURa	60	7	45,13701	15,20751	6,494618

Πίνακας 1. Μετρήσεις λαρυγγικής λειτουργίας υποκειμένων με ηλικία από 20 έως 30 έτη

Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα που αφορούν στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 30-40 έτη, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 2).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
JITTERa	60	0	1,902667	0,467612	0,444865
SHIMMERa	60	0,845333	16,801	3,959983	2,658827
PITCHa	60	86,153	244,0107	155,6622	49,84947
DURa	60	4,974766	32	13,83809	5,71625

Πίνακας 2. Μετρήσεις λαρυγγικής λειτουργίας υποκειμένων με ηλικία από 30 έως 40 έτη

Από τους πίνακες 1 και 2, είναι εμφανές ότι υπάρχει μία ανοδική τάση των jitter και shimmer, ενώ αντίθετα το pitch και η duration μειώνονται. Ωστόσο, μόνο η διαφορά που προκύπτει από τις μετρήσεις του jitter θεωρείται στατιστικά σημαντική.

	20-30	30-40	Sig. (2-tailed)
JITTERa	0,31	0,47	,036
SHIMMERa	3,31	3,96	,100
PITCHa	163,39	155,66	,395
DURa	15,21	13,84	,223

Πίνακας 9. Α.

ii) Αντήχηση Φωνηέντων

Η αντήχηση των φωνηέντων [a], [u], [o], [i], [e] της ελληνικής μελετήθηκε όπως είθισται μέσα από τις μετρήσεις των τριών πρώτων formants. Τα αποτελέσματα που αφορούν στην πρώτη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 20-30 έτη, εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
ΑΤΟ2F1	60	217,24	1145,991	760,6702	156,9074
ΑΤΟ2F2	60	894,209	2018,59	1462,702	226,4881
ΑΤΟ2F3	60	153,686	3427,463	2494,586	483,2824
ΑΑΤ2F1	60	232,4	908,629	654,4089	142,2521
ΑΑΤ2F2	60	634,516	1851,279	1438,564	245,1396
ΑΑΤ2F3	60	1458,904	3508,141	2605,424	385,5914
ΙΤΟ2F1	60	286,688	526,498	371,1913	44,79207
ΙΤΟ2F2	60	463,814	2873,025	2244,437	405,8297
ΙΤΟ2F3	60	2171,969	3434,875	2744,607	285,28
ΙΑΤ2F1	60	285,122	784,43	396,3198	74,20689
ΙΑΤ2F2	60	376,581	2772,934	2083,284	442,5885
ΙΑΤ2F3	60	2137,07	3317,07	2645,017	280,4295
ΕΤΟ2F1	60	219,722	798,818	589,4877	98,22593
ΕΤΟ2F2	60	1067,586	6512,506	1889,798	652,9927
ΕΤΟ2F3	60	2136,032	3366,101	2725,811	289,223
ΕΑΤ2F1	60	221,511	1188,961	536,7938	133,1194
ΕΑΤ2F2	60	641,475	2440,674	1811,203	287,8417
ΕΑΤ2F3	60	1827,619	3084,015	2657,075	308,0974
ΟΤΟ2F1	60	391,874	985,059	593,145	98,70948
ΟΤΟ2F2	60	746,419	1786,174	1139,943	198,0909
ΟΤΟ2F3	60	1397,699	3114,056	2668,126	299,3885
ΟΑΤ2F1	60	54,055	821,005	512,6731	130,968
ΟΑΤ2F2	60	796,81	2438,112	1200,142	236,9567
ΟΑΤ2F3	60	1539,317	3409,408	2705,337	331,5748
ΥΤΟ2F1	60	204,141	681,321	419,6401	92,74153
ΥΤΟ2F2	60	385,043	2837,548	905,9631	486,8216
ΥΤΟ2F3	60	2187,027	3366,969	2705,736	301,965
ΥΑΤ2F1	60	195,325	719,223	395,1385	86,89879
ΥΑΤ2F2	60	463,398	2215,411	1095,673	293,413
ΥΑΤ2F3	60	2103,889	3226,024	2656,352	254,9686

Πίνακας 3. Μετρήσεις φωνηεντικής αντήχησης υποκειμένων με ηλικία από 20 έως 30 έτη

Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα που αφορούν στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 30-40 έτη, παρατίθενται στον επόμενο πίνακα (πίνακας 4).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
ΑΤΟ2F1	60	79,369	1349,377	777,1295	194,7328
ΑΤΟ2F2	60	954,176	1836,576	1495,926	184,7184
ΑΤΟ2F3	60	1707,235	3108,656	2532,181	309,064
ΑΑΤ2F1	60	75,893	1282,292	685,3952	152,371
ΑΑΤ2F2	60	162,679	2428,746	1472,621	286,011
ΑΑΤ2F3	60	309,667	3463,308	2598,307	482,4176
ΙΤΟ2F1	60	268,288	519,171	370,5858	47,84526
ΙΤΟ2F2	60	767,259	2818,493	2287,591	333,2625
ΙΤΟ2F3	60	2110,472	3528,637	2743	283,8468
ΙΑΤ2F1	60	285,232	1446,037	408,7584	147,2462
ΙΑΤ2F2	60	738,689	2678,572	2126,872	330,1949
ΙΑΤ2F3	60	2033,692	3292,065	2628,534	278,871
ΕΤΟ2F1	60	330,603	767,938	597,2891	81,43567
ΕΤΟ2F2	60	1218,113	2239,827	1811,841	237,991
ΕΤΟ2F3	60	2007,803	3336,612	2611,797	299,7655
ΕΑΤ2F1	60	438,643	1055,611	568,3458	101,741
ΕΑΤ2F2	60	199,022	2303,406	1792,567	317,7485
ΕΑΤ2F3	60	1776,475	3282,912	2630,889	333,7336
ΟΤΟ2F1	60	58,798	824,606	582,1661	108,8787
ΟΤΟ2F2	60	769,092	2301,5	1104,654	216,5325
ΟΤΟ2F3	60	2076,017	3143,793	2675,481	268,0911
ΟΑΤ2F1	60	276,347	1028,421	542,4196	105,3832
ΟΑΤ2F2	60	883,476	2575,816	1167,071	246,4668
ΟΑΤ2F3	60	1534,258	3703,682	2692,313	369,4716
ΥΤΟ2F1	60	279,365	731,211	410,5165	63,06818
ΥΤΟ2F2	60	62,051	2566,704	793,9474	323,5534
ΥΤΟ2F3	60	256,804	3346,856	2617,734	458,2554
ΥΑΤ2F1	60	248,142	1256,03	432,1321	152,9318
ΥΑΤ2F2	60	115,542	21023,52	1436,777	2595,334
ΥΑΤ2F3	60	1975,738	3620,752	2627,966	315,5854

Πίνακας 4. Μετρήσεις φωνηεντικής αντήχησης υποκειμένων με ηλικία από 30 έως 40 έτη

Από τους πίνακες 3 και 4, φαίνεται να μην προκύπτουν μεγάλες διαφορές σε ό,τι αφορά στις μετρήσεις της φωνηεντικής αντήχησης των δύο ηλικιακών ομάδων. Παραταύτα, στατιστικά σημαντική φαίνεται να είναι μόνο η διαφορά στο τρίτο formant του φθόγγου [e] όταν αυτός τονίζεται (ΕΤΟ2F3) .

	20-30	30-40	Sig. (2-tailed)
--	-------	-------	-----------------

ATO2F1	760,67	777,13	,611
ATO2F2	1462,70	1495,93	,380
ATO2F3	2494,59	2532,18	,613
AAT2F1	654,41	685,40	,252
AAT2F2	1438,56	1472,62	,485
AAT2F3	2605,42	2598,31	,929
ITO2F1	371,19	370,59	,943
ITO2F2	2244,44	2287,59	,526
ITO2F3	2744,61	2743,00	,975
IAT2F1	396,32	408,76	,561
IAT2F2	2083,28	2126,87	,542
IAT2F3	2645,02	2628,53	,747
ETO2F1	589,49	597,29	,637
ETO2F2	1889,80	1811,84	,388
ETO2F3	2725,81	2611,80	,036
EAT2F1	536,79	568,35	,147
EAT2F2	1811,20	1792,57	,737
EAT2F3	2657,08	2630,89	,656
OTO2F1	593,14	582,17	,564
OTO2F2	1139,94	1104,65	,354
OTO2F3	2668,13	2675,48	,888
OAT2F1	512,67	542,42	,173
OAT2F2	1200,14	1167,07	,455
OAT2F3	2705,34	2692,31	,839
UTO2F1	419,64	410,52	,530
UTO2F2	905,96	793,95	,141
UTO2F3	2705,74	2617,73	,217
UAT2F1	395,14	432,13	,107
UAT2F2	1095,67	1436,78	,316
UAT2F3	2656,35	2627,97	,589

Πίνακας 9. Β.

iii) Χρόνος έναρξης φώνησης έκκροτων συμφώνων

Περαιτέρω, μετρήθηκε ο χρόνος έναρξης φώνησης για τα έκκροτα [p], [b], [t], [d], [k], [g], [c] και [j] της ελληνικής. Τα αποτελέσματα που αφορούν στην πρώτη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 20-30 έτη, εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
p	60	0,007899	0,045808	0,022389	0,007605
b	60	0,065188	0,164592	0,108818	0,021051
t	60	0,012915	0,079936	0,025881	0,011226
d	60	0,01371	0,151319	0,090237	0,036084
k	60	0,021492	0,085637	0,037206	0,011643
g	60	0,02248	0,156141	0,085306	0,033508
c	60	0,025654	0,095981	0,047064	0,014619
j	60	0,022201	0,230304	0,092758	0,040846

Πίνακας 5. Χρόνος έναρξης φώνησης έκκροτων συμφώνων υποκειμένων με ηλικία από 20 έως 30 έτη

Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα που αφορούν στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 30-40 έτη, ακολουθούν στον προσεχή πίνακα (πίνακας 6).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
p	60	0,009787	0,100484	0,022857	0,01236
b	60	0,054317	0,205313	0,114542	0,029084
t	60	0,011659	0,045308	0,022804	0,007447
d	60	0,031738	0,213033	0,1075	0,033639
k	60	0,017041	0,072032	0,036051	0,009898
g	60	0,028284	0,157164	0,095698	0,035439
c	60	0,023349	0,312288	0,054224	0,041219
j	60	0,026867	0,270562	0,101689	0,043769

Πίνακας 6. Χρόνος έναρξης φώνησης έκκροτων συμφώνων υποκειμένων με ηλικία από 30 έως 40 έτη

Από τους πίνακες 5 και 6 προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Μόνο η διαφορά που αφορά στον φθόγγο [d] θεωρείται στατιστικά σημαντική.

	20-30	30-40	Sig. (2-tailed)
p	0,02	0,02	,803
b	0,11	0,11	,220
t	0,03	0,02	,080
d	0,09	0,11	,008
k	0,04	0,04	,559
g	0,09	0,10	,102
c	0,05	0,05	,209
j	0,09	0,10	,250

Πίνακας 9. Γ.

iv) Ομιλία

Τέλος, σε ό,τι αφορά στην ομιλία, μετρήθηκε η παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό καθώς και το pitch, κατά την περιγραφή εικόνας και κατά την ανάγνωση 4 σταθμισμένων κειμένων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πρώτη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 20-30 έτη, βρίσκονται στον πίνακα κατωτέρω (πίνακας 7).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
CTFSy/m	60	163,7064	444,9721	291,7393	57,98831
CTFpitch	60	102,0778	250	165,4266	43,95762
K1Syl/m	60	269,7342	480,5654	364,4298	44,92711

K1PITCH	60	53,94546	247,8495	162,1513	47,12154
K2Syl/m	60	229,6344	505,6497	364,6063	43,91944
K2PITCH	60	104,846	258,7404	165,1333	45,10845
K3Syl/m	60	264,7	537,4	389,54	49,14166
K3PITCH	60	103,2777	250,9583	165,4183	43,67561
K4Syl/m	60	253,4	540	371,7789	51,84847
K4PITCH	60	102,0863	257,712	166,9659	43,9161

Πίνακας 7. Παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό καθώς και pitch υποκειμένων με ηλικία από 20 έως 30 έτη

Εν παραλλήλω, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη δεύτερη ηλικιακή ομάδα, με εύρος ηλικιών τα 30-40 έτη, αναφέρονται στον επόμενο πίνακα (πίνακας 8).

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
CTFSy/m	60	135,3803	431,9527	289,1672	58,80172
CTFpitch	60	13,79641	263,7029	160,2742	52,32492
K1Syl/m	60	261,5387	411,125	348,6699	36,08361
K1PITCH	60	89,73878	257	160,9068	48,03827
K2Syl/m	60	244,3803	422	345,3926	38,09452
K2PITCH	60	72,89124	255,8911	160,1346	49,70376
K3Syl/m	60	262,8	459	374,7983	42,76997
K3PITCH	60	84,78312	259	161,2188	48,05685
K4Syl/m	60	248,7	451	359,3188	44,19322
K4PITCH	60	84,3699	975	178,3262	115,1325

Πίνακας 8. Παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό καθώς και pitch υποκειμένων με ηλικία από 30 έως 40 έτη

Από τους πίνακες 7 και 8, διαφαίνεται η σημαντική μείωση του ρυθμού ομιλίας κατά την πάροδο του χρόνου, όπως αυτή προκύπτει από τη μείωση του αριθμού παραγόμενων συλλαβών ανά λεπτό. Επιπροσθέτως, η μείωση του pitch με την πάροδο του χρόνου επιβεβαιώνεται και από αυτές τις μετρήσεις που αφορούν στην ομιλία και όχι στην φώνηση αυτή τη φορά. Εντούτοις, στατιστικά σημαντική θεωρείται μόνο η διαφορά που αφορά στην παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό.

	20-30	30-40	Sig. (2-tailed)
CTFSy/m	291,74	289,17	,810
CTFpitch	165,43	160,27	,560
K1Syl/m	364,43	348,67	,036
K1PITCH	162,15	160,91	,886
K2Syl/m	364,61	345,39	,012
K2PITCH	165,133	160,135	,565
K3Syl/m	389,540	374,798	,082
K3PITCH	165,418	161,219	,617
K4Syl/m	371,779	359,319	,159
K4PITCH	166,966	178,326	,477

Πίνακας 9. Δ.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία επιλέξαμε να εξετάσουμε διεξοδικά τα χαρακτηριστικά της φωνής και της ομιλίας, σε ένα δείγμα υγιούς πληθυσμού, με εύρος ηλικιών από τα 20 έως και τα 40 έτη με στόχο να ανιχνεύσουμε τυχόν αλλαγές κατά τη διάρκεια αυτών ακριβώς των δεκαετιών κατά τις οποίες η φωνή μας θεωρείται ουσιαστικά αμετάβλητη. Συγκεκριμένα, εστιάζουμε σε μετρήσεις που αφορούν στη λαρυγγική λειτουργία, στην αντήχηση των φωνηέντων, στον χρόνο έναρξης φώνησης και στην ομιλία, σε συνάρτηση πάντα με την ηλικία.

Τα δεδομένα που προέκυψαν συνηγορούν στην ανοδική τάση των jitter και shimmer, στη μείωση του pitch και του duration, στη σχετική σταθερότητα της φωνηεντικής αντήχησης και του χρόνου έναρξης φώνησης έκκροτων συμφώνων καθώς και στη μείωση του ρυθμού ομιλίας, με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, στατιστικά σημαντικές θεωρούνται οι μεταβολές που αφορούν στο jitter, στο τρίτο formant του φθόγγου [e] όταν αυτός τονίζεται, στο χρόνο έναρξης φώνησης του φθόγγου [d] και στην παραγωγή συλλαβών ανά λεπτό (πίνακας 9).

Τα στοιχεία αυτά που προκύπτουν έρχονται να προστεθούν στα προϋπάρχοντα άλλων ερευνών, επιβεβαιώνοντας την βιβλιογραφία τουλάχιστον σχετικά με τη μείωση του ρυθμού της ομιλίας και του ύψους της φωνής, αλλά και σχετικά με την αλλαγή της ποιότητας της φωνής όπως αυτή εκφράζεται μέσα από τις τιμές των jitter και shimmer.

Αρχικά, συγκρίνοντας την έρευνα των Chen-Chi Wang και Hui-Tsu Huang (2004) με τη δική μας, μπορούμε σίγουρα να εντοπίσουμε πολλές διαφορές κυρίως ως προς τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα. Για τις ανάγκες της έρευνας επιλέχθηκαν 45 ταϊβανέζες γυναίκες και 45 ταϊβανέζοι άνδρες, ηλικίας 20 έως 49 ετών, χωρίς διαταραχές φώνησης, προκειμένου να μετρηθούν διάφοροι βασικοί παράμετροι των ακουστικών δεδομένων της παραγωγής των υποκειμένων υπό συνθήκες ήρεμης φώνησης. Το δείγμα ταξινομήθηκε σε ισάριθμες ομάδες, με κριτήρια το φύλο και την ηλικία. Παρομοίως, στη δική μας έρευνα, προκειμένου να μετρηθούν διάφοροι βασικοί παράμετροι των ακουστικών δεδομένων της παραγωγής των υποκειμένων υπό συνθήκες ήρεμης φώνησης, το δείγμα ταξινομήθηκε σε ισάριθμες ομάδες με κριτήριο όμως μόνο την ηλικία κι όχι το φύλο. Επιπλέον το δείγμα μας έχει μικρότερο εύρος ηλικίας κατά μια δεκαετία. Ως προς τα αποτελέσματα, οι δύο έρευνες συγκλίνουν στο γεγονός ότι τα περισσότερα χαρακτηριστικά παρέμειναν σχετικά σταθερά και δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά με την πάροδο του χρόνου αλλά διαφέρουν στο γεγονός ότι όσον αφορά την ποιότητα φωνής στην παραπάνω έρευνα βρέθηκε στατικός σημαντική η διαφορά του shimmer ενώ στη δική μας του jitter. Η διαφορά αυτή πιθανόν να οφείλεται είτε στο διαφορετικό κατά μία δεκαετία ηλικιακό φάσμα είτε στις διαφορετικές διαδικασίες ηχογράφησης καθώς οι Chi Wang και Hui-Tsu Huang στηρίχτηκαν στην παραγωγή παρατεταμένου [a] καθώς και στη μέτρηση από το 1 μέχρι το 10 σε αντίθεση με εμάς που στηριχτήκαμε στο σταθμισμένο πρωτόκολλο φωνής που αναλύουμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Ακολούθως ο Markus Brückl προσπάθησε να απαντήσει στο ερώτημα κατά πόσο οι μεταβολές στη φώνηση των γυναικών κατά την πάροδο πέντε ετών γίνονται αντιληπτές βάσει του ακροατή και σε ποια στοιχεία στηρίζονται οι ακροατές για να καταλάβουν τις διαφορές. Το δείγμα αποτελείται από εννέα γυναίκες ηλικίας από 26-87 ετών οι οποίες ηχογραφήθηκαν στην αρχή της έρευνας καθώς και πέντε χρόνια αργότερα. Σε αντίθεση στη δική μας έρευνα έλαβαν μέρος 60 γυναίκες κ 60 άντρες ηλικιακού φάσματος 20-40 ετών αλλά σε κοινή χρονική στιγμή (το ίδιο έτος). Επίσης διαφορά παρατηρείται και στις διαδικασίες των ηχογραφήσεων καθώς ο Markus στην παρούσα μελέτη στηρίχτηκε στην ανάγνωση τριών σταθμισμένων προτάσεων καθώς και στην περιγραφή εικόνας σε αντίθεση με εμάς που χρησιμοποιήσαμε το σταθμισμένο στα ελληνικά πρωτόκολλο τις διαδικασίες του οποίου αναφέρουμε παραπάνω. Λόγω των παραπάνω διαφορών αδυνατούμε να πραγματοποιήσουμε σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Κατόπιν, παραθέτουμε την έρευνα των Marylou Pausewang Gelfer και John F. Pazera (2006) η οποία επιχείρησε να συγκρίνει μέγιστη φώνηση ελεγχόμενης έντασης για τους φθόγγους [s] και [z], καθώς και τον λόγο αυτών, σε ενήλικες άνδρες και γυναίκες 19-30 ετών, χωρίς διαταραχές φώνησης με συνάρτηση το φύλο. Οι ομοιότητες των δύο ερευνών βρίσκονται στην επιλογή ανδρών και γυναικών καθώς και στη μέτρηση του μέγιστου χρόνου φώνησης, παρατηρείται όμως διαφορά καθώς εμείς αναφερόμαστε σε μία ηλικιακή δεκαετία επιπλέον και κυρίως η διαφορά έγκειται στο ότι μελετά τις διαφορές σε συνάρτηση με το φύλο ενώ η δική μας σε συνάρτηση με την ηλικία.

Ακολουθεί η έρευνα των Leila Susana Finger, Carla Aparecida Cielo και Karine Schwarz (2009) η οποία πραγματοποιήθηκε σε 56 γυναίκες 18-40 ετών με φυσιολογική ανατομία. Από το δείγμα ζητήθηκε η παραγωγή παρατεταμένου [a] εκ του οποίου αναλύθηκαν τα 3,5 πρώτα δευτερόλεπτα για τον προσδιορισμό της βασικής συχνότητας, του jitter και του shimmer. Παρατηρήθηκε κανονική κατανομή όσον αφορά τη βασική συχνότητα και το jitter, σε αντίθεση με το shimmer. Σε αντίθεση στη δική μας έρευνα όσον αφορά την παραγωγή παρατεταμένου [a] για τον προσδιορισμό της βασικής συχνότητας και των jitter, shimmer παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μία ανοδική τάση των jitter και shimmer, ενώ αντίθετα η βασική συχνότητα μειώνεται. Ωστόσο, μόνο η διαφορά που προκύπτει από τις μετρήσεις του jitter θεωρείται στατιστικά σημαντική. Πιθανόν οι διαφορές που βρέθηκαν στα αποτελέσματα να οφείλονται στο γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα το δείγμα αποτελούνταν μόνο από γυναίκες σε αντίθεση με τη δική μας έρευνα κατά την οποία τον πληθυσμό αποτελούσαν ισομερώς και άντρες και γυναίκες.

Ακολούθως, θα επιχειρήσουμε να συγκρίνουμε την έρευνά μας με αυτή της Sfakianaki (2002) η οποία επιχείρησε να συμπεριλάβει ακουστικές αναλύσεις φωνηέντων παραγόμενων από ενήλικες άνδρες, γυναίκες και παιδιά, με έμφαση στα τελευταία, στοχεύοντας στη διερεύνηση της σχέσης των δεδομένων των ενηλίκων και

των παιδιών. Η μεθοδολογία έρευνας περιλάμβανε την ανάγνωση όπως και η δική μας έρευνα. Επίσης, μία επόμενη ομοιότητα αποτελεί το γεγονός ότι στην έρευνα συμμετείχαν ισάριθμα 10 ενήλικες άνδρες και 10 ενήλικες γυναίκες. Οι δύο έρευνες διαφέρουν αισθητά σε μία σειρά σημεία, κυρίως όμως ως προς τον σκοπό τους. Η δική μας έρευνα δεν συμπεριλαμβάνει παιδιά, εξετάζει πολύ περισσότερες μεταβλητές και έχει περισσότερο από το διπλάσιο ηλικιακό εύρος.

Παρομοίως, συγκρίσιμα στοιχεία για τα πρώτα δύο formants λαμβάνουμε και από την έρευνα των Fourakis Marios, Antonis Botinis & Maria Katsaiti (1999). Η εν λόγω έρευνα πραγματοποιήθηκε με 5 άνδρες, σε αναντιστοιχία με τη δική μας έρευνα όπου συμμετείχαν 120 υποκείμενα και των δύο φύλων. Όπως και στη δική μας έρευνα τα υποκείμενα παρήγαγαν τα φωνήεντα της ελληνικής σε τονισμένες και μη τονισμένες λέξεις με στόχο να μετρηθούν η βασική συχνότητα F0, το πλάτος της ταλάντωσης και οι συχνότητες F1 και F2 των πρώτων δύο formants προκειμένου να ανιχνευτεί η επιρροή του φωνηέντου και του τόνου στις μεταβλητές αυτές. Σε αντίθεση με τη δική μας έρευνα, μετρήθηκαν επιπλέον, το πλάτος της ταλάντωσης ενώ μελετήθηκε και η επίδραση του ρυθμού και της εστίασης.

Επιπλέον, όμοια με τη δική μας έρευνα, η έρευνα της Nicolaidis, K. (2003) δοκίμασε να εξετάσει τα ελληνικά φωνήεντα κατά τη διάρκεια παραγωγής προφορικού λόγου. Συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε η εύρεση των συχνοτήτων για όλα τα φωνήεντα της ελληνικής, κατά τη διάρκεια παραγωγής μονολόγου. Η δική μας έρευνα, είχε πολύ μεγαλύτερο δείγμα και εύρος ηλικιών καθώς, η εν λόγω έρευνα, χρησιμοποίησε μόλις δύο άνδρες, 29 και 30 ετών αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι η έρευνα αυτή δεν περιλαμβάνει καθόλου τον παράγοντα του φύλου καθώς δεν περιλαμβάνει γυναίκες. Επίσης, η δική μας έρευνα περιλαμβάνει πλήθος άλλων εξεταζόμενων μετρήσεων.

Η πραγματοποίηση περισσότερων ερευνών πάνω στα χαρακτηριστικά της φωνής και της ομιλίας, ιδιαιτέρως σε ελληνόφωνο δείγμα, κρίνεται επιτακτική. Οι μελλοντικές έρευνες καλό θα ήταν να εστιάσουν σε έτερους παράγοντες που καθορίζουν τη φωνή προκειμένου αυτοί να διερευνηθούν αναλυτικότερα, όπως το φύλο, το επάγγελμα ή οι δραστηριότητες του ελεύθερου χρόνου, που επιδρούν στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών της φωνής και της ομιλίας. Τέλος, καλό θα ήταν στο μέλλον να προκύψουν έρευνες οι οποίες θα μελετούν τις μεταβολές στη φωνή στις μεγαλύτερες ηλικίες, καθώς διαπιστώθηκε ότι οι υπάρχουσες μελέτες επικεντρώνονται σε υποκείμενα που δεν υπερβαίνουν την μέση ηλικία.

Πραγματοποιώντας μια ανασκόπηση και κριτική της παρούσας έρευνας και συγκρίνοντας την με όσες προϋπάρχουν αυτής, παρατηρούμε ότι περιλαμβάνει αρκετά μεγάλο αριθμό δείγματος πράγμα το οποίο θεωρείται σημαντικό για την μεγαλύτερη αντικειμενικότητα των αποτελεσμάτων. Επίσης, παρατηρείται αρμονία του δείγματος ως προς το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων. Πολύτιμο εργαλείο για εμάς αποτέλεσε το σταθμισμένο πρωτόκολλο φωνής και ομιλίας στα ελληνικά (Πρωτόπαπας & Παπαθανασίου, 2010) καθώς πρόκειται για ένα πλήρως και λεπτομερώς σταθμισμένο πρωτόκολλο το οποίο σου επιτρέπει να λάβεις πλήθος αποτελεσμάτων καθώς επίσης και αυξάνει τις πιθανότητες της εγκυρότητάς τους.

Παραταύτα, οι περισσότερες εκ των υπόλοιπων ερευνών παρατηρούμε ότι εστιάζουν στη διερεύνηση των ακουστικών χαρακτηριστικών σε συνάρτηση κυρίως με το φύλο και όχι με την ηλικία όπως η παρούσα έρευνα και ίσως εκεί να βρίσκονται και οι πιο σημαντικές διαφορές όσον αφορά του ενήλικες που βρίσκονται πριν την μέση ηλικία.

Σε περίπτωση που μας δινόταν η ευκαιρία να πραγματοποιήσουμε την έρευνα από την αρχή, για τη μεγαλύτερη εγκυρότητα των αποτελεσμάτων μας θα προσπαθούσαμε να χρησιμοποιήσουμε υπολογιστές τελευταίας τεχνολογίας και έναν θάλαμο ο οποίος θα μας έδινε τη δυνατότητα της καθολικής απομόνωσης από εξωτερικούς ήχους κατά τις διαδικασίες της ηχογράφησης. Επίσης θα θέταμε περισσότερους περιορισμούς σχετικά με το δείγμα μας καθώς αποκλείσαμε μεν από το δείγμα ανθρώπους με παθολογία του λάρυγγα αλλά με τον ίδιο τρόπο θα μπορούσαμε να αποκλείσουμε και ανθρώπους με συνήθειες που έχουν επίπτωση στη φωνή τους (κάπνισμα, αλκοόλ κ.α.). Τέλος, να προσθέσουμε ότι ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον στην παρούσα εργασία θα είχε η διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών όχι μόνο σε συνάρτηση με την ηλικία αλλά και με το φύλο.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. (2-tailed)	Exact Sig. (1-tailed)	Point Probability	20-30	30-40		t (unequal variances)	df	Sig. (2-tailed)	
JITTERa	1409,0	3239,0	-2,113	,035	,0344	,017	,000	0,31	0,47	U	-2,117	114,0	,036	JITTERa
SHIMMERa	1689,0	3519,0	-0,586	,558	,5602	,280	,001	3,31	3,96		-1,660	92,1	,100	SHIMMERa
PITCHa	1632,5	3462,5	-0,879	,379	,3814	,191	,001	163,39	155,66		0,854	118,0	,395	PITCHa
DURa	1585,5	3415,5	-1,126	,260	,2616	,131	,001	15,21	13,84		1,226	116,1	,223	DURa
ATO2F1	1645,0	3475,0	-0,814	,416	,4180	,209	,001	760,67	777,13		-0,510	112,9	,611	ATO2F1
ATO2F2	1591,0	3421,0	-1,097	,273	,2743	,137	,001	1462,70	1495,93		-0,881	113,4	,380	ATO2F2
ATO2F3	1793,0	3623,0	-0,037	,971	,9718	,486	,001	2494,59	2532,18		-0,508	100,3	,613	ATO2F3
UAT2F1	1560,0	3390,0	-1,260	,208	,2091	,105	,000	395,14	432,13		-1,629	93,5	,107	UAT2F1
UAT2F2	1796,0	3626,0	-0,021	,983	,9843	,492	,001	1095,67	1436,78		-1,012	60,5	,316	UAT2F2
UAT2F3	1636,0	3466,0	-0,861	,389	,3914	,196	,001	2656,35	2627,97		0,542	113,0	,589	UAT2F3
OTO2F1	1791,0	3621,0	-0,047	,962	,9635	,482	,001	593,14	582,17		0,579	116,9	,564	OTO2F1
OTO2F2	1527,0	3357,0	-1,433	,152	,1528	,076	,000	1139,94	1104,65		0,931	117,1	,354	OTO2F2
OTO2F3	1757,0	3587,0	-0,226	,821	,8231	,412	,001	2668,13	2675,48		-0,142	116,6	,888	OTO2F3
ITO2F1	1786,0	3616,0	-0,073	,941	,9427	,471	,001	371,19	370,59		0,072	117,5	,943	ITO2F1
ITO2F2	1737,0	3567,0	-0,331	,741	,7428	,371	,001	2244,44	2287,59		-0,637	113,7	,526	ITO2F2
ITO2F3	1791,0	3621,0	-0,047	,962	,9635	,482	,001	2744,61	2743,00		0,031	118,0	,975	ITO2F3
OAT2F1	1647,0	3477,0	-0,803	,422	,4241	,212	,001	512,67	542,42		-1,371	112,8	,173	OAT2F1
OAT2F2	1532,0	3362,0	-1,407	,160	,1605	,080	,000	1200,14	1167,07		0,749	117,8	,455	OAT2F2
OAT2F3	1692,0	3522,0	-0,567	,571	,5730	,286	,001	2705,34	2692,31		0,203	116,6	,839	OAT2F3
IAT2F1	1721,5	3551,5	-0,412	,680	,6824	,341	,001	396,32	408,76		-0,584	87,2	,561	IAT2F1
IAT2F2	1726,0	3556,0	-0,388	,698	,6997	,350	,001	2083,28	2126,87		-0,611	109,1	,542	IAT2F2
IAT2F3	1777,0	3607,0	-0,121	,904	,9053	,453	,001	2645,02	2628,53		0,323	118,0	,747	IAT2F3
EAT2F1	1537,0	3367,0	-1,380	,167	,1685	,084	,000	536,79	568,35		-1,459	110,4	,147	EAT2F1
EAT2F2	1794,0	3624,0	-0,031	,975	,9760	,488	,001	1811,20	1792,57		0,337	116,9	,737	EAT2F2
EAT2F3	1706,0	3536,0	-0,493	,622	,6239	,312	,001	2657,08	2630,89		0,447	117,3	,656	EAT2F3
UTO2F1	1743,0	3573,0	-0,299	,765	,7666	,383	,001	419,64	410,52		0,630	104,0	,530	UTO2F1

UTO2F2	1495,0	3325,0	-1,601	,109	,1099	,055	,000	905,96	793,95		1,484	102,6	,141	UTO2F2
UTO2F3	1690,0	3520,0	-0,577	,564	,5659	,283	,001	2705,74	2617,73		1,242	102,1	,217	UTO2F3
ETO2F1	1714,0	3544,0	-0,451	,652	,6538	,327	,001	589,49	597,29		-0,474	114,1	,637	ETO2F1
ETO2F2	1779,0	3609,0	-0,110	,912	,9136	,457	,001	1889,80	1811,84		0,869	74,4	,388	ETO2F2
ETO2F3	1407,0	3237,0	-2,063	,039	,0390	,019	,000	2725,81	2611,80	D	2,120	117,8	,036	ETO2F3
AAT2F1	1539,0	3369,0	-1,370	,171	,1717	,086	,000	654,41	685,40		-1,151	117,4	,252	AAT2F1
AAT2F2	1698,0	3528,0	-0,535	,592	,5945	,297	,001	1438,56	1472,62		-0,700	115,3	,485	AAT2F2
AAT2F3	1798,0	3628,0	-0,010	,992	,9927	,496	,001	2605,42	2598,31		0,089	112,5	,929	AAT2F3
p	1707,0	3537,0	-0,488	,625	,6276	,314	,001	0,02	0,02		-0,250	98,1	,803	p
b	1654,0	3484,0	-0,766	,443	,4457	,223	,001	0,11	0,11		-1,235	107,5	,220	b
t	1567,0	3397,0	-1,223	,221	,2227	,111	,000	0,03	0,02		1,769	102,5	,080	t
d	1389,0	3219,0	-2,157	,031	,0307	,015	,000	0,09	0,11	U	-2,711	117,4	,008	d
k	1748,0	3578,0	-0,273	,785	,7867	,393	,001	0,04	0,04		0,585	115,0	,559	k
g	1505,0	3335,0	-1,548	,122	,1221	,061	,000	0,09	0,10		-1,650	117,6	,102	g
c	1683,0	3513,0	-0,614	,539	,5413	,271	,001	0,05	0,05		-1,268	73,6	,209	c
j	1679,0	3509,0	-0,635	,525	,5276	,264	,001	0,09	0,10		-1,156	117,4	,250	j
CTFSy/m	1793,0	3623,0	-0,037	,971	,9718	,486	,001	291,74	289,17		0,241	118,0	,810	CTFSy/m
CTFpitch	1693,0	3523,0	-0,562	,574	,5766	,288	,001	165,43	160,27		0,584	114,6	,560	CTFpitch
K1Syl/m	1456,0	3286,0	-1,806	,071	,0711	,036	,000	364,43	348,67		2,118	112,8	,036	K1Syl/m
K1PITCH	1726,0	3556,0	-0,388	,698	,6997	,350	,001	162,15	160,91		0,143	118,0	,886	K1PITCH
K2Syl/m	1375,5	3205,5	-2,228	,026	,0256	,013	,000	364,61	345,39	D	2,560	115,7	,012	K2Syl/m
K2PITCH	1667,0	3497,0	-0,698	,485	,4873	,244	,001	165,133	160,135		0,577	116,9	,565	K2PITCH
K3Syl/m	1549,0	3379,0	-1,317	,188	,1888	,094	,000	389,540	374,798		1,753	115,8	,082	K3Syl/m
K3PITCH	1703,5	3533,5	-0,506	,613	,6147	,307	,001	165,418	161,219		0,501	116,9	,617	K3PITCH
K4Syl/m	1628,0	3458,0	-0,903	,367	,3687	,184	,001	371,779	359,319		1,417	115,1	,159	K4Syl/m
K4PITCH	1798,0	3628,0	-0,010	,992	,9927	,496	,001	166,966	178,326		-0,714	75,8	,477	K4PITCH

Πίνακας 9. Συγκεντρωτική σύγκριση ερευνητικών τιμών

6. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Καθώς μεγαλώνουμε, ένα σύνολο μεταβολών που αφορούν σε όλες τις δομές και τις λειτουργίες του οργανισμού, συμπεριλαμβανομένης και της φωνής μας, πραγματοποιούνται. Οι πιο εμφανείς διαφορές στη φωνή μας συντελούνται κατά την εφηβική ηλικία και μετά την πάροδο των 40 ετών. Έπειτα από δύο δεκαετίες και πλέον σταθερής σχετικά φωνής, μετά τα 40 αρχίζουμε να συνειδητοποιούμε τη σταδιακή γήρανση της φωνής μας η οποία οφείλεται κυρίως στη λέπτυνση και στην αφυδάτωση των φωνητικών χορδών, καθώς και στην μείωση του νευρολογικού ελέγχου που ασκείται σε αυτές. Ως λογοθεραπευτές, συνηθίζουμε να αποκαλούμε το φαινόμενο αυτό πρεσβυφωνία και συνοδεύεται συνήθως από αλλαγές σε όλα τα χαρακτηριστικά της φωνής καθώς οι φωνητικές χορδές χάνουν την ελαστικότητα και τη δύναμή τους και οι βλεννώδεις μεμβράνες μας λεπταίνουν και ξηραίνονται. Σταδιακά, μετά τα 40 έτη ζωής, η ποιότητα της φωνής αλλάζει, εκδηλώνεται με ένα ελαφρύ τρέμουλο, η αντοχή και η ένταση μειώνονται ενώ παράλληλα, μεταβάλλεται και το ύψος.

Ως λογοθεραπευτές, οφείλουμε να γνωρίζουμε με ποιους μηχανισμούς και κατά ποιον τρόπο μεταβάλλεται η φωνή του μέσου ανθρώπου με το πέρασμα του χρόνου καθώς θα πρέπει να είμαστε σε θέση να διαχωρίσουμε το φυσιολογικό από το παθολογικό, βάσει ηλικίας, κατά τη διαδικασία αξιολόγησης και διάγνωσης αλλά και να διαμορφώσουμε ένα ορθό πρόγραμμα φωνητικής θεραπείας, αν κρίνεται απαραίτητο, θέτοντας ρεαλιστικούς στόχους. Σε αυτή ακριβώς την κατεύθυνση, η παρούσα έρευνα προσπάθησε να συγκεντρώσει δεδομένα των χαρακτηριστικών της φωνής και της ομιλίας, σε φυσιολογικό πληθυσμό προκειμένου να συμβάλλει στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων στην οποία ο λογοθεραπευτής θα μπορεί να ανατρέξει κάθε φορά που συντρέχει λόγος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABBS, J.H., Watkin, K.L. (1976). "Instrumentation for the Study of Speech Physiology", in N.J. LASS (Ed.) *Contemporary Issues in Experimental Phonetics*. New York: Academic Press, 1976.
- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Adank, P., Smits, R., van Hout, R. (2004). *A comparison of vowel normalization procedures for language variation research*. Journal of the Acoustical Society of America.
- Ainsworth, W. A. (1976). *Mechanisms of speech recognition*. London: Pergamon Press.
- Aitchison, J. (1996). *The Seeds of Speech: Language Origin and Evolution*. Cambridge University Press.
- Akmajian, A., Demers, R. A., Farmer, A. K., & Harnish, R. M. (2010). *Linguistics: An introduction to language and communication* (6th ed.). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Albertini G., Giaquinto S., Mignano M. (2009). *Spectral analysis of the human voice: a potentially useful tool in rehabilitation*. Eur J Phys Rehabil Med.
- Apple, W., Streeter, L. A., & Krauss, R. M. (1979). *Effects of pitch and speech rate on personal attributions*. Journal of Personality and Social Psychology.
- Arvaniti, A. (2007). *Greek Phonetics: The State of the Art*. Journal of Greek Linguistics
- Arvaniti, A. (1991). *The Phonetics of Modern Greek Rhythm and its Phonological Implications*. Ph.D. Dissertation, University of Cambridge.
- Arvaniti, A. (2000). "The Phonetics of Stress in Greek." Journal of Greek Linguistics.
- Ashby, M., Maidment, J. (2005). *Introducing phonetic science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ashby, P. (1995). *Speech sounds*. London - New York: Routledge.
- Ashby, P. (2011). *Understanding phonetics*. London: Hodder Education.
- Bachorowskia, J., Owen, M.J. (1999). *Acoustic correlates of talker sex and individual talker identity are present in a short vowel segment in running speech*. Journal of the Acoustical Society of America.

- Bachus, J. (1977). *The Acoustical Foundations of Music* (Second Edition), W. W. Norton & Company, Inc., New York.
- Baken, R.J. (1987). *Clinical Measurement of Speech and Voice*. London: Taylor & Francis Ltd.
- Ball, M. J., Rahilly, J. (1999). *Phonetics: The science of speech*. London: Arnold.
- Borden, G. J., Harris, K. S. (1980). *Speech science primer. Physiology, acoustics and perception of speech*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Barlett, B., Barlett, J. (1998). *Practical recording techniques* (Second ed.). Boston: Focal Press.
- Beddor, P. S., Hawkins, S. (1990). *The influence of spectral prominence on perceived vowel quality*. Journal of the Acoustical Society of America.
- Beddor, P. S., Indiana University Linguistics Club. (1983). *Phonological and phonetic effects of nasalization on vowel height*. Bloomington, Ind.: Indiana University Linguistics Club.
- Beddor, P. S., Krakow, R. A., Goldstein, L. M. (1986). *Perceptual constraints and phonological change: A study of nasal vowel height*. Phonology Yearbook
- Boersma, P., Weenink, D. (2002). Praat (Version 4.2).
- Borden, G. J., Harris, K. S., Raphael, L. J. (1994). *Speech science primer. Physiology, acoustics and perception of speech* (3rd ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Brosnahan, L. F., Malmberg, B. (1970). *Introduction to phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Byrd, D., Mintz, T. H. (2010). *Discovering speech, words and mind*. Malden, MA - Oxford - Chichester: Wiley-Blackwell.
- Calvert, D. R. (1986). *Descriptive phonetics* (2nd ed.). New York: Thieme.
- Catford, J. C. (1988). *A practical introduction to phonetics*. Oxford: Oxford University Press.
- Catford, J.C. (1964). *Phonation types: the classification of some laryngeal components of speech production*, in D. ABERCROMBIE *et al.* (Eds.) In Honour of Daniel Jones. London: Longmans.
- Chen, M. (1997). *Acoustic correlates of English and French nasalized vowels*. The Journal of the Acoustical Society of America.
- Chen-Chi Wang, Hui-Tsu Huang (2004). "Voice Acoustic Analysis of Normal Taiwanese Adults". J Chin Med Assoc.

- Chomsky, N., Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Clark, J., & Yallop, C. (1995). *An introduction to phonetics and phonology* (2nd ed.). Oxford: Basil Blackwell. (Original work published 1990).
- Clements, G. N., Keyser, S. J.. (1983). *CV phonology: A generative theory of the syllable*. Linguistic inquiry monographs. Cambridge, MA: MIT Press
- Cohn, A. C. (1990). *Phonetic and phonological rules of nasalization*. UCLA Working Papers in Phonetics.
- Coleman, J. (2003). *Discovering the acoustic correlates of phonological contrasts*. Journal of Phonetics.
- Crowley, T. (1997). *An Introduction to Historical Linguistics*. 3rd edition. Oxford University Press
- Cruttenden, A. (1997). *Intonation* (Second Edition). Cambridge University Press
- Crystal, D. (1971). *Linguistics*. Baltimore: Penguin.
- Crystal, D. (1969). *Prosodic Systems and Intonation in English*. Cambridge University Press
- Crystal, D. (1975). *Prosodic features and linguistic theory*. In *The English Tone of Voice*, Edward Arnold
- Denes, P. B., Pinson, E. N. (1993). *The speech chain: The physics and biology of spoken language* (2nd ed.). New York: Freeman.
- Deterding, D. (1997). *The formants of monophthong vowels in Standard Southern British English*. Journal of the International Phonetic Association.
- Ee Ling, L., Grabe, E., Nolan, F. (2000). *Quantitative characterizations of speech rhythm: Syllable timing in Singapore English*. Language and Speech.
- Feinberg, D. R., Jones, B. C., DeBruine, L. M., O'Connor, J. J. M., Tigue, C. C., Borak, D. J. (2011). *Integrating fundamental and formant frequencies in women's preferences for men's voices*. Behavioral Ecology.
- Feng, G., & Castelli, E. (1996). *Some acoustic features of nasal and nasalized vowels: A target for vowel nasalization*. Journal of the Acoustical Society of America.
- Feng, S. (2003). *A Prosodic Grammar of Chinese*. University of Kansas.
- Flanagan, J. L. (1972). *Speech analysis, synthesis and perception* (2nd expanded ed.). Heidelberg: Springer.

- Flanagan, J.L. (1957). *Difference Limen For Formant Amplitude*. Journal of Speech and Hearing Disorders.
- Flynn, Nicholas and Paul Foulkes. 2011. *Comparing vowel formant normalisation procedures*. To appear in Proceedings of the 17th ICPHS, Hong Kong.
- Fourakis, M., Botinis A., Katsaiti M. (1999). *Acoustic characteristics of Greek vowels*. Phonetica.
- Fujimura, O. (1990). *Methods and goals in speech production research*. Language and Speech.
- Gilbert, H.R.- Weismer, G.G. (1974). *The effects of smoking on the speaking fundamental frequency of women*. Journal of Psycholinguistic Research.
- Halberstam, B., Lawrence J. R. (2004). *Vowel normalization: the role of fundamental frequency and upper formants*. Journal of Phonetics.
- Hartman, D. (1979). *The perceptual Identity and Characteristics of Aging in Normal Male Adult Speakers*. Journal of Communicative Disorders.
- Hillenbrand, J., Getty, L. A., Clark, M. J., Wheeler, K. (1995). *Acoustic characteristics of American English vowels*. Journal of the Acoustical Society of America.
- Hollien, H. (1987). *Old Voices: What Do We Really Know About Them?*. Journal of Voice.
- Horii, Y. - Ryan, W. J. (1981). *Fundamental Frequency Characteristics and Perceived Age of Adult Male Speakers*. Folia Phoniatica.
- Huber, D. M., & Williams, P. (1998). *Professional microphone techniques*. Emeryville, CA: Mix Books.
- International Phonetic Association (1999). *Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet*. Paperback.
- Johan, L. (1997). *Speech Signal Processing*. In H. William & L. John (Eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell.
- Johnson, K. (1989). *Contrast and normalization in vowel perception*. Journal of Phonetics.
- Johnson, K. (2003). *Acoustic and auditory phonetics* (2nd ed.). Malden, MA: Blackwell Pub.
- Kingston, J. (1991). *Integrating articulations in the perceptions of vowel height*. Phonetica.

Kingston, J., Macmillan, N. A. (1993). *Integrality of nasalization and F1 in vowels in isolation and before oral and nasal consonants*. Journal of the Acoustical Society of America.

Klatt, D. H., & Klatt, L. C. (1990). Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 87(2), 820-857.

Labov, W., Yeager, M., Steiner, R. (1972). *A Quantitative study of sound change in progress*. Philadelphia: U.S. Regional Survey.

Ladefoged, P. (1982). The linguistic use of different phonation types. *UCLA Working Papers in Phonetics*.

Ladefoged, P. (1975). *A course in phonetics*.

Ladefoged, P. (1980). *Preliminaries to linguistic phonetic*.

Ladefoged, P. (1997). *Linguistic Phonetic Descriptions*. In H. William & L. John (Eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell.

Ladefoged, P. (2001). *Vowels and consonants. An introduction to the sounds of languages*. Oxford - Malden, MA: Blackwell.

Ladefoged, P. (2003) *Phonetic Data Analysis. An Introduction to Fieldwork and Instrumental Techniques*. Oxford: Blackwell Publishing.

Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, MA: Wadsworth, Cengage Learning.

Ladefoged, P. (2001). *A course in phonetics* (4th ed.). Fort Worth: Harcourt College Publishers.

Laver, J. (1994). *Principles of Phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press

Lass, N. J. (Ed). (1996). *Principles of experimental phonetics*. St. Louis: Mosby.

Laver J. (1980). *The Phonetic Description of Voice Quality*. Cambridge: Cambridge University Press.

Laver, J. (1979). *The description of voice quality in general phonetic theory*. Edinburgh University Department of Linguistics Work in Progress

Laver, J.- Hanson, R.J. (1981). *Describing the normal voice*. DARBY, J.K. (Ed.) *Speech Evaluation in Psychiatry*. New York.

Leila Susana Finger, Carla Aparecida Cielo, Karine Schwarz (2009). *Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes*. Braz J Otorhinolaryngol.

Lieberman, P. (1977). *Speech physiology and acoustic phonetics. An introduction*. New York: Macmillan.

Liénard, J.-S., Di Denedetto, M.-G. (1999). *Effect of vocal effort on spectral properties of vowels*. Journal of the Acoustical Society of America.

Lindau, M. (1978). *Vowel features*. Language.

Maddieson, I. (1984). *Patterns of Sounds*. Cambridge University Press.

Male'cot, A. (1960). *Vowel nasality as a distinctive feature in American English*. Language.

Markus Brückl. *Women's Vocal Aging: a Longitudinal Approach*. Institute of Communications Research, Technische Universität Berlin, Berlin, Germany

Mary V. Andrianopoulos, Keith N. Darrow, Jie Chen. (2001). *Multimodal Standardization of Voice Among Four Multicultural Populations: Fundamental Frequency and Spectral Characteristics*. Journal of Voice.

Marylou Pausewang Gelfer και John F. Pazera (2006). *Maximum Duration of Sustained /s/ and /z/ and the s/z Ratio with Controlled Intensity*. Journal of Voice.

Miller, J. D., Engebretson, A. M., Vemula, N. R. (1980). *Vowel normalization: Differences between vowels spoken by children, women, and men*. Journal of the Acoustical Society of America.

Morrison, G. S. Nearey, T. M. (2006). *A cross-language vowel normalisation procedure*. Canadian Acoustics 34:94-5

Nearey, T. (1977). *Phonetic features system for vowels*. Unpublished PhD dissertation, University of Connecticut.

Nearey, T. M. 1989. *Static, dynamic, and relational properties in vowel perception*. Journal of the Acoustical Society of America.

NEIMAN, G. S. - APPLGATE, J. A. (1990). *Accuracy of listener judgements of perceived age relative to chronological age in adults*. Folia Phoniatica.

Nicolaidis, Katerina. (2003). *Acoustic Variability of Vowels in Greek Spontaneous Speech*. Proceedings of the XVth International Congress of Phonetic Sciences, 3221-3224. Universidad Autónoma de Barcelona.

Nooteboom, S. (1997). *The Prosody of Speech*. In H. William & L. John (Eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell.

Nordstrom, P., & Lindblom, B. (1975). *A normalization procedure for vowel formant data*. Proceedings of the 8th. International Congress of Phonetic Sciences.

Ohala, J. J. (1981). *The listener as a source of sound change*. In C. S. Masek, R. A. Hnedrick & M. F. Miller (Eds.), *Papers from the Parasession on Language and Behavior*. Chicago: Chicago Linguistic Society.

Ohala, J. J., Jaeger, J. J. (1986). *Experimental phonology*. Orlando: Academic Press.

Peterson, G., Barney, H. (1952). *Control methods used in a study of vowels*. Journal of the Acoustical Society of America.

Pickett, J. M. (1980). *The sounds of speech communication. A primer of acoustic phonetics and speech perception*. Baltimore - Austin: University Park Press - Pro-Ed.

Pickett, J. M. (1999). *The acoustics of Speech Communication: Fundamentals, Speech Perception Theory, and Technology*. Boston: Allyn and Bacon.

Pike, K. L. (1972). *Phonetics. A critical analysis of phonetic theory and a technic for the practical description of sounds* (3rd. ed.). Ann Arbor: University of Michigan Press. (Original work published 1943)

Pinson, E. (1993). *The Speech Chain*. New York: W.H. Freeman and Company.

Pisanski, K., & Rendall, D. (2011). *The prioritization of voice fundamental frequency or formants in listeners' assessments of speaker size, masculinity, and attractiveness*. The Journal of the Acoustical Society of America.

Pisoni, D. (1973). *Auditory and phonetic memory codes in the discrimination of consonants and vowels*. Perception and Psychophysics.

Plichta, B. (2004). *Akustyk for Praat (Version 1.7.2)*. East Lansing: Michigan State University.

Pohlmann, K. C. (2000). *Principles of Digital Audio* (Fourth ed.). New York: McGraw-Hill.

Praat software website: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>

Πρωτόπαπας, Α. (2003). *Εισαγωγή στη φωνητική*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Πρωτόπαπας, Α. (2004). *Εργαστήριο ακουστικής φωνητικής*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Purnell, T., Koplin, L. (2003). *Perceptual differences in source-filter characteristics of racially affiliated dialects of American English*. Journal of the Acoustical Society of America.

- Rabiner, L. R., Schafer, R. W. (1978). *Digital Processing of Speech Signals*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Rakerd, B., & Plichta, B. (2003). *More on perceptions of /a/ fronting*. Paper presented at the NWAV 32, University of Pennsylvania.
- Remez, R. E., Fellowes, J. M., Rubin, P. E. (1997). *Talker identification based on phonetic information*. *Journal of experimental psychology Human perception and performance*.
- Rodman, R. (1999). *Computer speech technology*. Boston: Artech House.
- Rogers, H. (1991). *Theoretical and practical phonetics*. Toronto: Copp Clark Pitman.
- Rogers, H. (2000). *The sounds of language. An introduction to phonetics*. London: Longman.
- Rolf, C., & Bjorn, G. (1997). *Speech Synthesis*. In H. William & L. John (Eds.). *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell.
- Rosner, B. S., and Pickering, J. B. 1994. *Vowel Perception and Production*. Oxford, UK/ New York: Oxford University Press.
- Rothenberg, M. (1999). *A New Method for the Measurement of Nasalance*. Unpublished manuscript.
- Rothenberg, M. (1968). *The Breath-Stream Dynamics of Simple-Released-Plosive Production*. Karger.
- Ryalls, J., & Lieberman, P. (1982). *Fundamental frequency and vowel perception*. *Journal of the Acoustical Society of America*.
- Ryan, W.- Burk, K. (1974). *Perceptual and Acoustic Correlates in the Speech of Males*. *Journal of Communicative Disorders*.
- Sataloff, R.T. (1992). *The Human Voice*. Scientific American.
- Saxman, J.H.- Burk, K. (1967). *Speaking Fundamental Characteristics of Middle Aged Females*. *Folia Phoniatica*.
- Schneiderman, C.R. (1984). *Basic Anatomy and Physiology in Speech and Hearing*. San Diego: College-Hill Press.
- Schotz, S. (2004). *The Role of F0 and Duration in Perception of Female and Male Speaker Age*. In *Proceedings of Speech Prosody 2004*.
- Sfakianaki. Acoustic characteristics of Greek vowels produced by adults and children.

Shipp, T. - Hollien, H. (1969). *Perception of the Aging Male Voice*. Journal of Speech and Hearing Research.

Small, L. H. (2010). *Fundamentals of phonetics: A practical guide for students* (2nd ed.). Boston, MA: Pearson. (Original work published 1999)

Smith, A. (2010). *Development of neural control of orofacial movements for speech*. In W. J. Hardcastle, J. Laver, & F. E. Gibbon (Eds.), *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed.). Oxford: Wiley-Blackwell.

Stevens, K.N. (1978). *The Speech Signal*. Speech and Language in the Laboratory, School and Clinic. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Stevens, Stanley and John Volkman. 1940. *The relation of pitch to frequency: a revised scale*. American Journal of Psychology.

Stevenson, D. C., Hogan, J. T., Rozsypal, A. J. (1985). *Generation of speech continua through monaural fusion*. Behavior Research Methods, Instruments & Computers.

Stockwell, R., Minkova, D. (1997). *On drifts and shifts*. Studia Anglica Posnaneisia.

Stockwell, R., Minkova, D. (2000). *English vowel shifts and "optimal" diphthongs: Is there a logical link?* Paper presented at the Optimal approaches to language change, Georgetown University, Washington, D.C.

Stoicheff, M.L. (1981). *Speaking Fundamental Frequency Characteristics of Nonsmoking Female Adults*. Journal of Speech and Hearing Research.

Stone, M. (2010). *Laboratory techniques for investigating speech articulation*. The handbook of phonetic sciences (2nd ed.). (pp. 9-38). Oxford: Wiley-Blackwell.

Sussman, H. M., Fruchter, D., Hilbert, J., Sirosh, J. *Linear Correlates in the Speech Signal: The Orderly Output Constraint*. Behavioral and Brain Sciences.

Swerts, M.- Veldhuis, R. (2001). *The effect of speech melody on voice quality*. Speech Communication.

Syrdal, A. K., Gopal, H. S. (1986). *A perceptual model of vowel recognition based auditory representation of American English vowels*. Journal of the Acoustical Society of America.

Syrdal, A., Bennett, R., Greenspan, S. (1995). *Applied speech technology*. Boca Raton: CRC Press.

Titze, I.R. (1994). *Principles of Voice Production*. Prentice Hall (NCVS.org).

Titze, I.R. (2006). *The Myoelastic Aerodynamic Theory of Phonation*. Iowa City: National Center for Voice and Speech.

Thomas, E. (2000). *Applying phonetic methods to language variation*. American Speech.

Traunmüller, Hartmut. (1997). Auditory scales of frequency representation.

TRITTIN, P.J.- de SANTOS y LLEÓ, A. (1995). *Voice quality analysis of male and female Spanish speakers*. Speech Communication.

Van den BERG, J.W. (1958). *Myoelastic-Aerodynamic Theory of Voice Production*. Journal of Speech and Hearing Research.

Watt, Dominic, Fabricius, Anne. (2002). *Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speakers' vowel spaces in the F1 ~ F2 plane*. Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics.

Watt, Dominic, Fabricius, Anne, Kendall, Tyler. (2011). *More on vowels: Plotting and normalization*. Sociophonetics: A Student's Guide. London: Routledge.

Weismer, G., Berry, J. (2003). *Effects of speaking rate on second formant trajectories of selected vocalic nuclei*. Journal of the Acoustical Society of America.

Whalen, D. H., Beddor, P. S. (1989). *Connections between nasality and vowel duration and height: elucidation of the Eastern Algonquian intrusive nasal*. Language.

Yang, B. (1996). *A comparative study of American English and Korean vowels produced by male and female speakers*. Journal of Phonetics.

Zsiga, E. C. (2012). *The sounds of language: An introduction to phonetics and phonology*. Chichester: Wiley-Blackwell.

Zwicker, E., & Terhardt, E. (1980). Analytical expressions for critical band rate and critical bandwidth as a function of frequency. *Journal of the Acoustical Society of America*, 68, 1523-1525.