



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΠΜΣ: «Διεπιστημονική προσέγγιση αναπτυξιακών και επίκτητων διαταραχών
επικοινωνίας»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΝΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΝΟΣΟ
PARKINSON

Πολυξένη Φακίτσα

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ευγενία Ι. Τόκη
Επίκουρος Καθηγήτρια

Ιωάννινα 2017



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΠΜΣ: «Διεπιστημονική προσέγγιση αναπτυξιακών και επίκτητων διαταραχών
επικοινωνίας»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΝΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΝΟΣΟ
PARKINSON

Πολυξένη Φακίτσα

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ευγενία Ι. Τόκη
Επίκουρος Καθηγήτρια

Ιωάννινα 2017



TEI OF EPIRUS

FACULTY OF HEALTH AND WELFARE PROFESSIONS

SPEECH AND LANGUAGE THERAPY DEPARTMENT

MSc in «Interdisciplinary approach to developmental and acquired communication disorders»

MASTER THESIS

**VOICE ANALYSIS IN PATIENTS WITH PARKINSON' S
DISEASE**

Polyxeni Fakitsa

Professor supervisor: Eugenia I. Toki

Assistant Professor

Ioannina 2017

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, 2017

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Ευγενία Ι. Τόκη

Επίκουρος Καθηγήτρια

2. Μέλος επιτροπής

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ., Χειρουργός ΩΡΛ

Καθηγήτρια

3. Μέλος επιτροπής

Βασιλική Σιαφάκα,

Επίκουρος Καθηγήτρια

Η Διευθύντρια του ΠΜΣ

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ., Χειρουργός ΩΡΛ

Καθηγήτρια

Υπογραφή

© Φακίτσα, Πολυξένη, 2017.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

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

Φακίτσα, Πολυξένη

Υπογραφή



Στη μητέρα μου...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με τεράστια ευγνωμοσύνη αναγνωρίζω την αδιάκοπη υποστήριξη και καθοδήγηση, αλλά και τις εύστοχες υποδείξεις της υπεύθυνης καθηγήτριάς μου, Δρ. Ευγενίας Τόκη, Επίκουρος Καθηγήτρια, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης, επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά τους νευρολόγους ιατρούς, Δρ. Σπυρίδων Κονιτσιώτη και Δρ. Γρηγόριο Νάσιο, για την πολύτιμη βοήθειά τους στην ανεύρεση και συλλογή του κατάλληλου δείγματος για τη μεταπτυχιακή μου εργασία.

Από καρδιάς ευχαριστώ όλους τους ασθενείς, οι οποίοι δέχτηκαν εθελοντικά να συμμετέχουν στο δείγμα της συγκεκριμένης εργασίας, αλλά και το συνάδελφο λογοθεραπευτή κ. Κωνσταντίνο Δρόσο για τις εποικοδομητικές συζητήσεις και τη συμπαράστασή του.

Τέλος, ευχαριστώ ειλικρινά όλους όσους διάβασαν τη μεταπτυχιακή μου εργασία και ιδιαίτερα τους καθηγητές της επιτροπής για τα εύστοχα σχόλιά τους: Δρ. Ναυσικά Ζιάβρα και Δρ. Βασιλική Σιαφάκα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο μηχανισμός παραγωγής της ομιλίας απαιτεί τη συνεργασία και το συγχρονισμό του κεντρικού νευρικού συστήματος και διαφόρων αρθρωτών. Οι φωνητικές χορδές στο λάρυγγα παράγουν έναν τόνο, ο οποίος μετατρέπεται σε ήχο ομιλίας διαπερνώντας το φάρυγγα, την υπερώα, τη γλώσσα και τα χείλη. Η φωνή αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ομιλίας ως πηγή ενέργειας των φωνημάτων, καθώς και απαραίτητο εργαλείο για την επικοινωνία. Μέσα από αυτή μεταβιβάζεται ένα μήνυμα – λεκτικό ή μη –, παράγεται μουσική, εκφράζονται συναισθήματα. Η φωνή αντικατοπτρίζει, ακόμη, τη φυσική κατάσταση του λάρυγγα αποκαλύπτοντας παθολογικά σημεία που αποκλίνουν από το φυσιολογικό. Αν και οι διαταραχές φωνής, οι οποίες συνδέονται με το νευρικό σύστημα, είναι εκτενείς, τα διαθέσιμα δεδομένα για την παθολογία φώνησης δεν είναι πολλά.

Σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας ήταν η ακουστικο-αεροδυναμική αξιολόγηση της φωνής σε ασθενείς με τη νόσο Parkinson με ιδιαίτερη έμφαση τον εντοπισμό και το βαθμό αλλοίωσης των χαρακτηριστικών της φωνής. Παρουσιάζεται βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος και εν συνεχεία, σε ομάδα 32 ασθενών με τη νόσο Parkinson καταγράφεται δείγμα ομιλίας και γίνεται ανάλυση με το λογισμικό MDVP. Τα αποτελέσματα της μεταπτυχιακής εργασίας αναδεικνύουν σε ασθενείς με Parkinson χαμηλότερη θεμελιώδη συχνότητα στη φωνή των ανδρών σε σχέση με των γυναικών και διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών της φωνής όταν υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες όπως το κάπνισμα και η λήψη συγκεκριμένης φαρμακευτικής αγωγής.

Τα εξαγόμενα συμπεράσματα παρουσιάζουν ενδιαφέρον για περεταίρω μελέτη σε μεγαλύτερο δείγμα της συγκεκριμένης παθολογίας, καθώς και διερεύνηση των δεδομένων σε σχέση με το συνδυασμό φαρμάκων, αλλά και με τα γνωσιακά ελλείμματα και την ψυχική κατάσταση των ασθενών με τη νόσο Parkinson.

Λέξεις-κλειδιά: Διαταραχή φωνής, Νόσος Parkinson, Ακουστική ανάλυση φωνής, Αεροδυναμική αξιολόγηση φωνής, MDVP

ABSTRACT

Speech production mechanism requires cooperation and timing between central nervous system and several modulars. The vocal cords produce a pitch, which is transformed into a speech sound passing through pharynx, palate, tongue and lips. Voice is an integral part of speech being the energy source of phonemes, as well as a necessary tool for communication. Through voice a message – verbal or not – can be transferred, music can be produced, emotions can be expressed. Furthermore, voice reflects the physical status of larynx revealing pathological signs that deviate from normal. Even if voice disorders, which are related to nervous system, are extensive, there are not many data available on voice pathology.

The purpose of this thesis was the voice acoustic-aerodynamic assessment in Parkinson patients emphasising on the detection and the extend of voice characteristic altering. Firstly, a literature review of the subject is presented. A speech sample is then recorded in a group of 32 patients with Parkinson's disease and analysed by the MDVP software. The results of the MSc thesis illustrated that, in Parkinson, patients present lower fundamental frequency in males compared to females, and a differentiation in voice characteristics over external factors such as smoking and a particular medication.

The conclusions drawn are of great interest for a further study of a larger sample of the particular pathology, as well as data examination in relation to drug combination, cognitive deficits and mental state of patients with Parkinson's disease.

Keywords: Voice disorder, Parkinson's Disease, Acoustic voice analysis, Aerodynamic voice assessment, MDVP.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	12
1. Φώνηση.....	12
1.1. Ανατομία – Φυσιολογία φωνητικής οδού.....	12
1.2. Θεωρίες Δόνησης των Φωνητικών Χορδών	17
1.3. Μηχανισμός φώνησης	19
1.4. Βαθμοί φώνησης.....	20
1.5. Χαρακτηριστικά φωνής.....	22
2. Παθολογία φώνησης.....	24
3. Νόσος του Parkinson.....	27
3.1. Φώνηση στη νόσο Parkinson	30
4. Αξιολόγηση φωνής.....	31
4.1. Εργαλεία αξιολόγησης φωνής	35
4.2. Ερευνητικά δεδομένα για τη φώνηση στο Parkinson.....	38
ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ	41
1. Ερευνητικά ερωτήματα.....	41
2. Μεθοδολογία	41
3. Συμμετέχοντες.....	42
4. Υλικό	42
5. Ανάλυση Δεδομένων και Στατιστική Ανάλυση	43
Αποτελέσματα.....	44
Συζήτηση	77
Συμπεράσματα.....	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όντας αναπόσπαστο κομμάτι της προσωπικότητας και της ψυχοσύνθεσής μας, η φωνή παίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή μας επικοινωνία. Γι' αυτό το λόγο οποιαδήποτε διαταραχή της επηρεάζει την ποιότητα ζωής. Οι διαταραχές φωνής νευρολογικού τύπου αφορούν ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό πληθυσμού ανά τον κόσμο. Παρόλα αυτά, μόλις τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη παθολογία. Αν και ο μηχανισμός φώνησης είναι πολύπλοκος, η αξιολόγηση των διαταραχών της καθίσταται αποτελεσματικότερη με τις απεικονίσεις του λάρυγγα και την ακουστικο-αεροδυναμική αξιολόγηση της φωνής να συλλέγουν όλο και περισσότερα δεδομένα για την φυσιολογία της φωνητικής οδού και τα χαρακτηριστικά της φωνής αντίστοιχα. Συμβάλλοντας προς αυτή την κατεύθυνση, η εν λόγω διπλωματική εργασία ασχολείται με την καταγραφή φωνής ασθενών με τη νόσο Parkinson και την ακουστική ανάλυση των εξαγόμενων δεδομένων.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Φώνηση

Η φωνή αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ομιλίας και κατ' επέκταση της επικοινωνίας μας αντικατοπτρίζοντας την προσωπικότητάς μας. Η βιολογική ωρίμανση, καθώς και οι συναισθηματικές και κοινωνικές αλλαγές επηρεάζουν φυσιολογικά την ποιότητά της (Zhang, 2016a). Με την ενηλικίωση επέρχεται η πλήρης ωρίμανση της φωνής και ο απόλυτος έλεγχός της. Ωστόσο, μέσα στο χρόνο, δύναται περαιτέρω επεξεργασίας, εξακολουθεί να μεταβάλλεται δυναμικά και είτε μένει ανέπαφη, είτε αλλοιώνεται λόγω κακής χρήσης ή τραυματισμού. Μετά την ηλικία των 65 ετών εμφανίζεται η φθορά του χρόνου ως προς τον έλεγχο της φωνής, ενώ η ποιότητά της εξαρτάται από τη φυσική κατάσταση του κάθε ατόμου (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Kletzien, Russell, & Connor, 2016).

1.1. Ανατομία – Φυσιολογία φωνητικής οδού

Η έκφραση μέσω της φώνησης μπορεί να μοιάζει μια αβίαστη κι εύκολη διαδικασία, αλλά στην πραγματικότητα προέρχεται από ένα ευαίσθητο και πολύπλοκο σύστημα λαρυγγικών μυών και συνδέσμων. Η παραγωγή ήχου απαιτεί τη συμβολή πολυάριθμων μυών, οστών και οργάνων του ανθρώπινου φωνητικού συστήματος (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Οι βασικές ανατομικές δομές που εμπλέκονται στην όλη διαδικασία διακρίνονται: (i) στα όργανα που διαχειρίζονται την απαιτούμενη ποσότητα αέρα κατά την αναπνοή (πνεύμονες, διάφραγμα, μεσοπλεύριοι μύες, κοιλιακοί μύες), (ii) στα όργανα, τα οποία, δια μέσου της δόνησης, συντελούν στη δημιουργία ηχητικού κύματος (λάρυγγας), και (iii) στα όργανα που τροποποιούν τον ήχο σε ποικίλους τόνους λειτουργώντας ως

αντηχεία (χείλη, δόντια, στοματική κοιλότητα, ρινική κοιλότητα, φάρυγγας) (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Γνωρίζοντας την ανατομία και τη φυσιολογία των δομών (Putz & Pabst, 2006; Standring, 2008; McFarland, 2011; Laughlin, 2016), οι οποίες είναι άμεσα εμπλεκόμενες στο μηχανισμό της φώνησης, καθίσταται περισσότερο κατανοητή και η πολυπλοκότητά της.

Αρχικά, εκτεινόμενος από τον 4^ο ως τον 6^ο αυχενικό σπόνδυλο, ο λάρυγγας με μήκος 7εκ. και διάμετρο 4εκ. είναι ένα μυοχόνδρινο όργανο, που επενδύεται με κροσσωτό βλεννογόνο και αποτελεί τμήμα του αεραγωγού και της φωνητικής συσκευής (Howse, 2016). Βρίσκεται στην πρόσθια όψη του λαιμού, εμπρός από το κατώτερο τμήμα του φάρυγγα, μεταξύ της ρίζας της γλώσσας (υοειδές οστό) και της τραχείας. Το υοειδές οστό βρίσκεται στη βάση της κάτω γνάθου, πάνω από το θυρεοειδή χόνδρο. Δεν παρουσιάζει αρθρώσεις με άλλα οστά και δεν είναι τεχνικά μέρος του λάρυγγα, αλλά παρέχει μυϊκές προσκολλήσεις από πάνω που βοηθούν στη λαρυγγική κίνηση. Η τραχεία αποτελεί τη συνέχεια του λάρυγγα κάτω από τον κρικοειδή χόνδρο, η οποία οδηγεί στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα με το βρογχικό δέντρο και τους πνεύμονες.

Οι αναδιπλώσεις της βλεννογόνου μεμβράνης του λάρυγγα είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό των φωνητικών πτυχών, γνωστές ως φωνητικές χορδές, οι οποίες διακρίνονται σε γνήσιες και νόθες (Zhang, 2016a). Οι *γνήσιες φωνητικές χορδές* είναι δύο πτυχές που εκτείνονται από τη μέση γωνία του θυρεοειδή χόνδρου ως τους αρυταινοειδείς, αποτελούμενες από φωνητικό σύνδεσμο. Φυσιολογικά έχουν λευκό χρώμα και σχηματίζουν ένα V σε ηρεμία. Το μυϊκό τμήμα τους σχηματίζεται από το κατώτερο τμήμα του θυρεοαρυταινοειδή μυ. Οι *νόθες φωνητικές χορδές* είναι δύο πτυχές βλεννώδους μεμβράνης ροζ χρώματος, που εκτείνονται από μπρος προς τα πίσω εγκάρσια της λαρυγγικής κοιλότητας. Περιέχουν αιθουσαίο σύνδεσμο, λίγες ίνες αρυταινοειδούς μυ και βλεννογόνους αδένες. Οι νόθες φωνητικές χορδές βρίσκονται άνω και πλάγια των γνήσιων φωνητικών χορδών παίζοντας ένα μικρό ρόλο στη φώνηση. Ένα πολυεπίπεδο στρώμα πλακώδους επιθηλίου, το οποίο επενδύει τις φωνητικές χορδές, προστατεύει τη μεμβράνη τους από την τριβή που προκαλείται με την ταχεία κίνηση του αέρα κατά την αναπνοή και τη φώνηση.

Η κοιλότητα του λάρυγγα έχει σχήμα σωληνοειδές και η είσοδός της οριοθετείται από την ελεύθερη επιφάνεια της επιγλωττίδας (πρόσθια), την αρυεπιγλωττιδική πτυχή (πλάγια) και την ενδοαρυταινοειδή πτυχή (οπίσθια). Οι φωνητικές χορδές τη διαχωρίζουν σε τρεις περιοχές: την αίθουσα, την κοιλία και την κάτω είσοδο στη γλωττίδα (υπεργλωττιδικός χώρος). Η αίθουσα είναι το ανώτερο τμήμα και εκτείνεται από την είσοδο του λάρυγγα ως

τις νόθες φωνητικές χορδές. Η κοιλία αποτελεί το φωνητικό κουτί και εντοπίζεται μεταξύ των νόθων και γνήσιων φωνητικών χορδών. Ο υπεργλωττιδικός χώρος αποτελεί το κατώτερο τμήμα της λαρυγγικής κοιλότητας και εντοπίζεται μεταξύ των γνήσιων φωνητικών χορδών και της γλωττίδας. Στην λαρυγγική κοιλία, σε κάθε πλευρά της, εντοπίζονται εγκάρσιες αναδιπλώσεις της βλεννογόνου μεμβράνης σχηματίζοντας κοιλότητες, η κάθε μία από τις οποίες παρουσιάζει σωληνοειδής προέκταση (κύστες) πρόσθια και άνω, ανάμεσα από τις νόθες φωνητικές χορδές και το θυρεοειδή χόνδρο. Τα τοιχώματα αυτών περιέχουν πολλούς βλεννογόνους αδένες που λιπαίνουν τις φωνητικές χορδές.

Επιπλέον, στις δύο πλευρές του πρόσθιου τοιχώματος του λαρυγγοφάρυγγα εμφανίζονται ακανθώδεις εσοχές, γνωστοί ως απιοειδείς κόλποι. Οριοθετούνται εσωτερικά από τις αρυεπιγλωττιδικές πτυχές και πλευρικά από τον θυρεοειδή χόνδρο και την θυρεοειδή μεμβράνη. Αποτελούν, δε, ένα κοινό σημείο κατακράτησης τροφής κατά την κατάποση. Επίσης, υπάρχουν δύο τριγωνικά ανοίγματα: η κοιλιακή σχισμή και η γλωττιδική σχισμή. Η πρώτη δημιουργείται από τις νόθες φωνητικές. Η δεύτερη, η οποία είναι μικρότερη και βρίσκεται πιο κάτω, σχηματίζεται από τις γνήσιες φωνητικές χορδές. Η κορυφή τους βρίσκεται εμπρός και η βάση τους σχηματίζεται από το οπίσθιο τοίχωμα της λαρυγγικής κοιλότητας.

Η γλωττίδα, που αποτελείται από τη γλωττιδική σχισμή, είναι ένα επίμηκες κενό μεταξύ των φωνητικών χορδών πρόσθια και των αρυταινοειδών χόνδρων οπίσθια (Zhang, 2016a). Είναι το στενότερο σημείο της λαρυγγικής κοιλότητας (23 mm στους άντρες και 16 mm στις γυναίκες). Το πρόσθιο τμήμα της (2/3) σχηματίζεται από μεμβρανώδεις πτυχές, ενώ το οπίσθιο τμήμα της (1/3) από τους φωνητικούς συνδέσμους των αρυταινοειδών χόνδρων. Το σχήμα και το μέγεθός της ποικίλει από τις κινήσεις των φωνητικών χορδών.

Ο σκελετός του λάρυγγα αποτελείται από ινοελαστική μεμβράνη, χόνδρους, συνδέσμους, αρθρώσεις και μύες. Οι χόνδροι διακρίνονται σε 3 μεγάλους, μονήρεις (επιγλωττίδα, θυρεοειδής, κρικοειδής) και 3 μικρότερους συζευγμένους (αρυταινοειδείς, κερατοειδείς, σφηνοειδείς). Συνδέονται μεταξύ τους με τους συνδέσμους, οι οποίοι διαχωρίζονται σε αυτούς που συνδέουν τους χόνδρους του λάρυγγα μεταξύ τους και σε εκείνους που συνδέουν το λάρυγγα με τα παρακείμενα όργανα. Επίσης, οι χόνδροι του λάρυγγα κινούνται με τη βοήθεια ενός αριθμού εσωτερικών μυών και δύο αρθρώσεων (Zhang, 2016a).

Οι μύες του λάρυγγα διακρίνονται στους αυτόχθονες (έσω και έξω) και τους ετερόχθονες (λαρυγγοφαρυγγικός, στερνοθυρεοειδής) κι επονομάζονται σύμφωνα με τις

δομές τις οποίες ενώνουν. Έτσι εντοπίζονται: οι κρικοθυρεοειδείς, οι οπίσθιοι κρικοαρυταινοειδείς, οι πλάγιοι κρικοαρυταινοειδείς, ο εγκάρσιος και οι πλάγιοι αρυταινοειδείς και οι θυρεοαρυταινοειδείς.

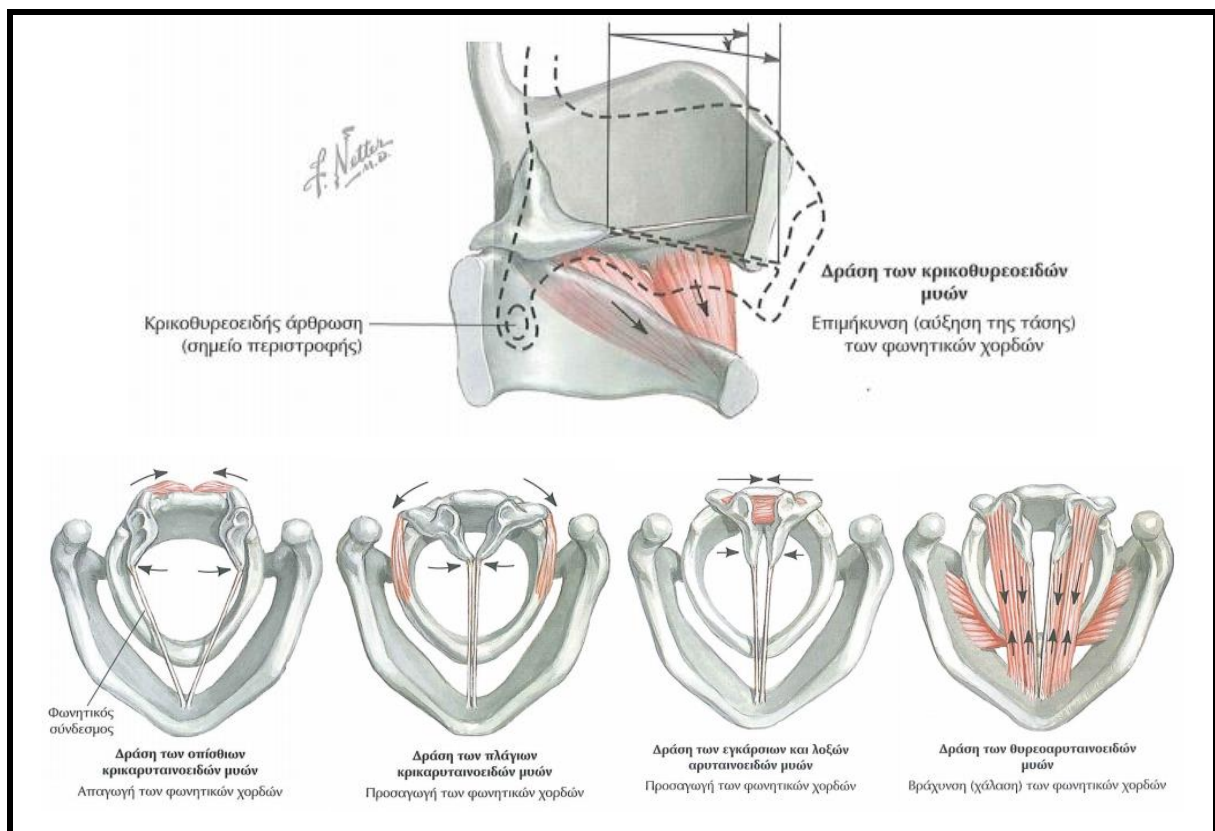
Οι αρθρώσεις του λάρυγγα αφορούν δύο ζεύγη, τα οποία συμβάλουν στην κίνηση των φωνητικών χορδών: οι κρικοθυρεοειδείς και οι κρικοαρυταινοειδείς. Το πρώτο ζεύγος σχηματίζεται από την άρθρωση μεταξύ του κρικοειδούς και του θυρεοειδούς χόνδρου. Σε αυτήν την άρθρωση ο θυρεοειδής χόνδρος γλιστρά και περιστρέφεται πλευρικά και προς τα πάνω ή προς τα κάτω, γεγονός που μεταβάλλει το μήκος των φωνητικών χορδών (Εικόνα 1). Αυτή η κίνηση αλλάζει την τάση των φωνητικών χορδών διαφοροποιώντας έτσι τον τόνο του παραγόμενου ήχου. Στις κρικοαρυταινοειδείς αρθρώσεις οι αρυταινοειδείς χόνδροι κινούνται επί του ελάσματος των κρικοειδών χόνδρων. Οι αρυταινοειδείς χόνδροι γλιστρούν συγκλίνοντας και αποκλίνοντας ο ένας από τον άλλο, περιστρέφονται πάνω στον άξονά τους και κλίνουν προς τα εμπρός και προς τα πίσω επιτελώντας ένα πολύ ευρύ φάσμα κίνησης.

Η αγγείωση του λάρυγγα επιτελείται με τη συμβολή αρτηριών, φλεβών και λεμφαγγείων, ενώ η νεύρωσή του με τη 10^η εγκεφαλική συζυγία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στη διαδικασία της φώνησης (Laughlin, 2016). Το πνευμονογαστρικό (κρανιακό νεύρο X) είναι μικτό νεύρο. Εκφυόμενο από τον προμήκη μυελό, παρουσιάζει καθοδική πορεία προς τον τράχηλο, τον θώρακα και την κοιλιά. Το πνευμονογαστρικό νεύρο εμπλέκεται στην παραγωγή φωνής καθώς δύο κλάδοι του νευρώνουν τους μύες του λάρυγγα και τις σχετιζόμενες δομές. Αυτοί είναι:

- Το άνω λαρυγγικό νεύρο, ο έξω κλάδος του οποίου νευρώνει κινητικά τον κρικοθυρεοειδή μυ, ενώ ο έσω κλάδος του είναι υπεύθυνος για την αισθητικότητα της βλεννογόνου μεμβράνης του λάρυγγα πάνω από τις φωνητικές χορδές.
- Το παλίνδρομο λαρυγγικό νεύρο, το οποίο νευρώνει κινητικά όλους τους μύες του λάρυγγα πλην του κρικοθυρεοειδή, ενώ παρέχει αισθητική νεύρωση στη βλεννογόνο μεμβράνη του λάρυγγα κάτω από τις φωνητικές χορδές.

Η κύρια λειτουργία του λάρυγγα είναι η προστασία του κατώτερου αεραγωγού κλείνοντας απότομα μετά από μηχανική διέγερση και εμποδίζοντας την αναπνοή, καθώς και την είσοδο ξένων ουσιών στους πνεύμονες. Άλλες λειτουργίες του λάρυγγα είναι η παραγωγή ήχου, η σταθεροποίηση του θωρακικού τοιχώματος, ο έλεγχος της αναπνοής και ο βήχας. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της φωνητικής διαδικασίας (McFarland, 2011; Howse, 2016; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017), μετατρέπει τις αεροδυναμικές δυνάμεις που παράγονται από τους πνεύμονες, το διάφραγμα, το θώρακα και τους κοιλιακούς μύες σε ακουστική ενέργεια. Όταν ο αέρας εξέρχεται με δύναμη από τους

πνεύμονες μέσω της κλειστής γλωττίδας, οι φωνητικές χορδές δονούνται παράλληλα η μία προς την άλλη παράγοντας ήχους. Οι συσπάσεις των λαρυγγικών μυών διαμορφώνουν την κατάσταση των φωνητικών χορδών συντελώντας στη φώνηση (Εικόνα 1). Ειδικότερα, ο πλάγιος κρικοαρυταινοειδής μυς ελαττώνει το άνοιγμα της γλωττίδας προκαλώντας την προσαγωγή των φωνητικών χορδών στο οπίσθιο τμήμα τους (εκπνοή, ψίθυρος), ο οπίσθιος κρικοαρυταινοειδής προκαλεί την απαγωγή των φωνητικών χορδών (εισπνοή), οι πλάγιοι κι εγκάρσιοι αρυταινοειδείς προσάγουν τις φωνητικές χορδές με σκοπό τη φώνηση (εκπνοή), ο κρικοθυρεοειδής τεντώνει τις φωνητικές χορδές αυξάνοντας τον τόνο της φώνησης (εκπνοή) και ο θυρεοαρυταινοειδής χαλαρώνει τις φωνητικές χορδές μειώνοντας τον τόνο της φώνησης (εκπνοή).



Εικόνα 1. Λειτουργία λαρυγγικών μυών κατά τη φώνηση (McFarland, 2011, σ. 85)

Η δόνηση των φωνητικών χορδών είναι μία πολύ περίπλοκη κίνηση (McFarland, 2011; Zhang, 2016a). Σε γενικές γραμμές, ανοίγουν από κάτω προς τα πάνω και από πίσω προς τα εμπρός. Το κλείσιμο τους επιτελείται επίσης από κάτω προς τα πάνω, αλλά κατά μήκος του οριζώντιου άξονα αρχίζει από τη μέση, κλείνοντας ταυτόχρονα προς τα εμπρός και προς τα πίσω. Το κλείσιμο των φωνητικών πτυχών είναι συχνά ατελές, ειδικά για τις γυναίκες, αφού ένα μικρό τρίγωνο δίπλα στους αρυταινοειδείς χόνδρους, στο οπίσθιο τμήμα τους, παραμένει ανοιχτό. Παρότι είναι πολύ μικρές (13-18mm στις γυναίκες και 17-25mm

στους άντρες με πάχος περίπου 5mm) (McFarland, 2011; Zhang, 2016a), μόνο το πρόσθιο τμήμα τους δονείται κατά τη φώνηση, ενώ στο οπίσθιο εφάπτονται.

1.2. Θεωρίες Δόνησης των Φωνητικών Χορδών

Μια σειρά από διαφορετικές θεωρίες έχουν προταθεί για να εξηγήσουν τη δόνηση των φωνητικών χορδών κατά τη διάρκεια της ομιλίας. Η κάθε μία εξηγεί ένα κομμάτι της δημιουργίας της φώνησης, αλλά καμία δεν καλύπτει εξ' ολοκλήρου όλο το φάσμα αυτής. Στηριζόμενη στα επιχειρήματα άλλων υποθέσεων, φαινομένων και αρχών, αλλά και προοδευτικά ενισχυόμενη από επιπλέον θεωρίες, αναπτύχθηκε η Μυο-ελαστική αεροδυναμική θεωρία, η πλέον επικρατούσα θεωρία μέχρι σήμερα (Kelleher, Siegmund, Du, Naseri, & Chan, 2013; Oren, Khosla, & Gutmark, 2014; Coates, 2016; Zhang, 2016a). Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη για τη συγκεκριμένη θεωρία, είναι οι ακόλουθοι:

1. Η θεωρία της δονούμενης χορδής (Antoine Ferrein 1741), η οποία υποθέτει ότι οι φωνητικές χορδές δονούνται σαν τις χορδές ενός βιολιού και με αυτό τον τρόπο παράγουν έναν τόνο.
2. Η Νευρομυϊκή θεωρία (Raoul Hudson 1950), η οποία αναφέρει ότι ερεθίσματα από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) διεγείρουν το παλίνδρομο λαρυγγικό νεύρο προκαλώντας ενεργητική σύσπαση του θυρεοαρυταινοειδή μυ και κατ' επέκταση δόνηση των φωνητικών χορδών.
3. Το αεροδυναμικό φαινόμενο Bernoulli (Daniel Bernoulli 1738), το οποίο εξηγεί το λόγο που οι φωνητικές χορδές κατορθώνουν να συγκλίνουν γρήγορα παρότι η σταθερή ποσότητα αέρα στους πνεύμονες θα έπρεπε να τις κρατά σε απόσταση. Κι αυτό συμβαίνει διότι στενεύοντας ο φωνητικός σωλήνας στο επίπεδο των φωνητικών χορδών έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η πίεση και να αυξάνεται η ταχύτητα των σωματιδίων του εκπνεόμενου αέρα.
4. Το μυο-ελαστικό φαινόμενο είναι αυτό που ερμηνεύει το ρυθμό με τον οποίο συγκλίνουν οι φωνητικές χορδές και βασίζεται σε τέσσερις παράγοντες: **I.** Στο μήκος των φωνητικών χορδών. Οι μακριές φωνητικές χορδές δονούνται πιο αργά σε σχέση με τις κοντές. **II.** Στην ελαστικότητα των φωνητικών χορδών. Ακόμη και χωρίς τη βοήθεια της αεροδυναμικής, οι φωνητικές χορδές έχουν τη δική τους ελαστική δύναμη επαναφοράς στην αρχική τους θέση. **III.** Στην ελαστική τάση των φωνητικών χορδών. Οι τεταμένες χορδές ταλαντεύονται ταχύτερα από τις χαλαρές, επειδή τραβιούνται πίσω στη θέση ανάπαυσης με μεγαλύτερη δύναμη.

IV. Στη μάζα (πυκνότητα) των φωνητικών χορδών. Οι παχιές χορδές δονούνται πιο αργά από εκείνες που είναι λεπτές.

5. Οι φωνητικές χορδές δεν αποτελούν μια αδιαίρετη μονάδα. Μπορεί το άνω με το κάτω τμήμα τους να κάνουν διαφορετικές κινήσεις, αλλά πάντα σχετικές μεταξύ τους. Η θεωρία των δύο μαζών (Daniel Wegel και Nadia Flanagan 1972) εξηγεί πως η υστέρηση του άνω τμήματος των φωνητικών χορδών σε σχέση με το κάτω τμήμα κατά την κίνηση ανοίγματος και κλεισίματος αυτών οδηγεί στον πλήρη φραγμό της τραχείας.
6. Λόγω διαφοροποίησης των ιστών στην εξωτερική επιφάνεια των φωνητικών χορδών σε σχέση με τα βαθύτερα μυϊκά στρώματά τους, διαφοροποιείται και η κίνησή τους με αποτέλεσμα το τέντωμα των φωνητικών πτυχών. Αυτό το φαινόμενο περιγράφεται από τη θεωρία κάλυψης του σώματος (Minoru Hirano 1974).
7. Η θεωρία διαχωρισμού ροής (Ishizaka και Matsudaira 1968) εξηγεί την απότομη αλλαγή της ροής του αέρα που συμβαίνει στις άκρες των φωνητικών πτυχών, η οποία οδηγεί σε μια ορισμένη ποσότητα αναταράξεων (δονήσεις).

Η Μυο-ελαστική αεροδυναμική θεωρία (Johannes Muller 1843) είναι σε θέση να εξηγήσει πλήρως έναν κύκλο ταλάντωσης των φωνητικών χορδών. Ονομάστηκε: (i) **μυο-**, επειδή εμπλέκεται η κίνηση μυών, (ii) **ελαστική**, επειδή υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς των εμπλεκόμενων δομών στην αρχική κατάσταση, (iii) **αερο-**, επειδή αναφέρεται σε ροή του υπό πίεση αέρα, και (vi) **δυναμική**, επειδή αναφέρεται σε κίνηση και σε μεταβολή μιας κατάστασης. Σύμφωνα, λοιπόν, με τη συγκεκριμένη θεωρία, κατά την εκπνοή, οι γνήσιες φωνητικές χορδές προσάγονται και διατείνονται. Παράλληλα η πίεση του εκπνεόμενου αέρα στην υπογλωττιδική περιοχή αυξάνει προοδευτικά εξαιτίας της σύσπασης των αναπνευστικών μυών. Διατηρούμενες στη μέση γραμμή λόγω συσπάσεων του θυρεοαρυταινοειδούς μυός, οι φωνητικές χορδές τίθενται σε παλμική δόνηση από τον εκπνεόμενο αέρα όταν η πίεσή του ξεπερνά την αντίσταση που αυτές προβάλλουν. Εκείνη τη στιγμή, ανοίγει η γλωττίδα και εξέρχεται ο αέρας έως ότου η υπογλωττιδική πίεση γίνει μικρότερη της αντίστασης των φωνητικών χορδών. Τότε ξανακλείνει η γλωττίδα για να επαναληφθεί ο ίδιος μηχανισμός, με τον οποίο ο λάρυγγας παράγει ηχητικά κύματα που διαμορφώνονται κατάλληλα στην υπεργλωττιδική χώρα.

1.3. Μηχανισμός φώνησης

Φώνηση είναι η διαδικασία κατά την οποία οι γνήσιες φωνητικές χορδές παράγουν ήχους μέσω περιοδικής δόνησης. Ο βιομηχανισμός της στηρίζεται στην απαγωγή των φωνητικών χορδών κατά την εισπνοή, στην ελαφρά προσαγωγή τους κατά την εκπνοή, στην τέλεια απαγωγή τους σε έντονη εισπνοή, στην πτώση του λάρυγγα κατά την εισπνοή και στην ανύψωσή του με την εκπνοή (McFarland, 2011; Kelleher, Siegmund, Du, Naseri, & Chan, 2013). Έτσι λοιπόν, σε ένα άρτιο φωνητικό σύστημα, η ενεργητική υποστήριξη της αναπνοής, το επαρκές κλείσιμο της γλωττίδας, ο φυσιολογικός βλεννογόνος των φωνητικών χορδών, ο επαρκής έλεγχος του μήκους και της έντασης των φωνητικών χορδών, καθώς και η πλευρική κίνηση (δόνηση) των φωνητικών χορδών με ταυτόχρονη πτώση της πίεσης κατά μήκος του λάρυγγα αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την παραγωγή ήχου (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Zhang, 2016a).

Πριν την έναρξη της φώνησης, οι φωνητικές χορδές απάγονται γρήγορα για να επιτρέψουν στην απαιτούμενη ποσότητα αέρα να εισέλθει στους πνεύμονες κατά την εισπνοή (Petermann, Kniesburges, Ziethe, Schützenberger, & Döllinger, 2016). Η ποσότητα του υπό πίεση αέρα που απαιτείται για την έναρξη της φώνησης ονομάζεται κατώτατη πίεση φώνησης. Κάθε εναλλαγή εγκλωβισμού και απελευθέρωσης του αέρα από τις φωνητικές χορδές αποτελεί έναν κύκλο δόνησης, ο οποίος συχνά ονομάζεται γλωττιδικός κύκλος και διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις (Zhang, 2016a): 1. Άνοιγμα φωνητικών χορδών, 2. Ανοιγμένες φωνητικές χορδές, 3. Κλείσιμο φωνητικών χορδών, 4. Κλεισμένες φωνητικές χορδές.

Αρχικά, αμέσως μετά την εισπνοή, οι φωνητικές χορδές συγκλίνουν και είναι τεντωμένες. Ο νευρομυϊκός μηχανισμός του λάρυγγα προσαρμόζει τα φυσικά χαρακτηριστικά των γνήσιων φωνητικών χορδών (τάση, μήκος, πάχος, σκληρότητα), ώστε η γλωττίδα να προετοιμαστεί για την παραγωγή του πρώτου ήχου (Zhang, 2016b). Οι εκπνευστικοί μύες συσπώνται κατάλληλα, ενώ η υπογλωττιδική πίεση αυξάνεται καθώς γίνεται προσπάθεια εκπνοής με κλειστή γλωττίδα. Όταν η υπογλωττιδική πίεση υπερβεί τη μυϊκή αντίσταση, η γλωττιδική σχισμή αναγκάζεται να ανοίξει. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των φωνητικών χορδών συνεχίζουν να προσαρμόζονται έτσι ώστε να υποχωρούν υπό την πίεση του εκπνεόμενου αέρα και τα ελεύθερα χείλη τους να πάλλονται παθητικά λόγω της μεγάλης ταχύτητας του ρεύματος του αέρα μέσα από τη γλωττιδική σχισμή με κατεύθυνση από πίσω προς τα εμπρός. Αυτή είναι και η αρχή του ηχητικού κύματος. Μετά την απελευθέρωση του αέρα μειώνεται η υπογλωττιδική πίεση και οι φωνητικές χορδές

πλησιάζουν η μία την άλλη, αφού οι μυοελαστικές δυνάμεις τους υπερσχύουν των αεροδυναμικών δυνάμεων. Όταν η πίεση του αέρα στον υπογλωττιδικό χώρο υπερβεί εκ νέου τις μυοελαστικές δυνάμεις των φωνητικών χορδών, ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Έτσι οι φωνητικές χορδές τίθενται σε δόνηση δημιουργώντας εναλλασσόμενα ανοίγματα και κλεισίματα αυτών. Η επαναλαμβανόμενη δονητική τους κίνηση προκαλεί την ταλάντωσή τους. Με αυτό τον τρόπο παράγονται περιοδικοί ήχοι με διαφορετικές βασικές συχνότητες, οι οποίοι διαμορφώνονται στα αντηχεία, όπου εμπλουτίζονται με διάφορες αρμονικές του βασικού ήχου που έχει παραχθεί. Η δύναμη του αέρα που διαπερνά τη γλωττίδα καθορίζει την ένταση του ήχου (McFarland, 2011; Zhang, 2016a).

1.4. Βαθμοί φώνησης

Η φώνηση περιλαμβάνει λεκτικές, αλλά και μη λεκτικές λειτουργίες. Η προσαρμοστικότητα του λάρυγγα στη διαδικασία φώνησης χαρακτηρίζεται από την απαγωγή ή προσαγωγή των φωνητικών χορδών, τη συστολή των υπεργλωττιδικών δομών και τη ρύθμιση μήκους, την ακαμψία και την πάχυνση των φωνητικών χορδών, καθώς και τη ανύψωση και κάθοδο του ίδιου του λάρυγγα. Η τάση και η προσαρμοστικότητα των φωνητικών χορδών με τη βοήθεια του νευρομυϊκού μηχανισμού επηρεάζουν τη φωνητική διαδικασία και την ποιότητα της φωνής συμβάλλοντας στη διαμόρφωση των βαθμών φώνησης (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Ali, Elamvazuthi, Alsulaiman, & Muhammad, 2016; Kuang & Liberman, 2016). Αυτοί είναι:

- Η **μηδενική φωνή ή αφωνία (voiceless)**. Πραγματοποιείται είτε με την τέλεια σύγκλιση των φωνητικών χορδών και του αποκλεισμού της ροής του αέρα από τους πνεύμονες, είτε με το τέλειο άνοιγμα της γλωττίδας και της ελασματοειδούς (στρωτής) ροής του αέρα. Ωστόσο, σε καμία από τις δύο περιπτώσεις δεν εγγέεται ακουστική ενέργεια μέσα από τη φωνητική οδό, δε δονούνται οι φωνητικές χορδές και δεν παράγεται ήχος.
- Ο **ψίθυρος**. Είναι ένας άηχος τύπος φώνησης, όπου οι φωνητικές χορδές δε δονούνται αν και συγκλίνουν ικανοποιητικά. Χαρακτηρίζεται από τη ροή αέρα μέσα από ένα τριγωνικό άνοιγμα του χόνδρου της γλωττίδας (σχήμα αντεστραμμένου Υ) και την παραγωγή στροβιλισμού του λόγω της τριβής μέσα και πάνω από τον λάρυγγα.

- Η **τυπική ή γλωττιδική φωνή (modal voice ή glottalized voice)**. Είναι η φώνηση που παρουσιάζεται κατά την ομιλία με τη μέγιστη δόνηση των φωνητικών χορδών. Ειδικότερα, η δόνηση είναι περιοδική, χωρίς να παρουσιάζονται θόρυβοι τριβής καθώς ο αέρας περνάει μέσα από τη γλωττίδα. Η τελευταία είναι κλειστή ή σχεδόν κλειστή σε ηχηρούς φθόγγους, ενώ σε άηχους παραμένει ανοιχτή με τις φωνητικές χορδές να απέχουν ένα κλάσμα χιλιοστού.
- Η **έμπνη φωνή (breathy voice)**. Σ' αυτό το είδος φώνησης η παραγωγή των φωνητικών χορδών είναι μικρότερη από τον ψίθυρο και μεγαλύτερη από την τυπική φώνηση. Εξαιτίας του ατελούς κλεισίματος της γλωττίδας η δόνηση των φωνητικών χορδών είναι ανεπαρκής και η συνεχής διαφυγή μεγάλου όγκου αέρα προκαλεί μια ηχητική τριβή. Ο αέρας ρέει με υψηλό ρυθμό, ενώ η συχνότητα είναι λίγο πιο κάτω από τη συχνότητα της τυπικής φώνησης.
- Η **τριγμένη φωνή (creaky voice)**. Εδώ οι γνήσιες φωνητικές χορδές είναι έντονα ενωμένες με αυξημένο πάχος, ενώ ορισμένες φορές ακουμπούν τις νόθες δημιουργώντας μια ασυνήθιστα παχιά και χαλαρή δομή, η οποία ευθύνεται για την αργή και ακανόνιστη δόνησή τους. Η μειωμένη υπογλωττιδική πίεση και η περιορισμένη ροή του αέρα προκαλούν δόνηση των φωνητικών χορδών χαμηλής συχνότητας.
- Η **άκαμπτη φωνή (stiff voice)**. Παρουσιάζεται στην παραγωγή συμφώνων με στενότερο γλωττιδικό άνοιγμα και πιο σκληρές φωνητικές χορδές σε σχέση με την τυπική φωνή.
- Η **τραχιά φωνή (harsh voice)**. Ονομάζεται αλλιώς κοιλιακή ή πιεσμένη φωνή αφού η λαρυγγική κοιλότητα είναι συμπιεσμένη. Ολόκληρος ο λάρυγγας υποβάλλεται σε εξαιρετικά υψηλή τάση, συσφίγγεται και οι νόθες φωνητικές χορδές πιέζουν τις ανώτερες επιφάνειες των γνήσιων φωνητικών χορδών, οδηγώντας στην υπερβολική προσέγγισή τους και καθιστώντας τις δονήσεις τους αναποτελεσματικές.
- Το **φαλτσέτο**. Είναι η ικανότητα φώνησης πέρα από το φωνητικό φάσμα της φυσιολογικής – τυπικής φωνής με τη συχνότητα δόνησης των φωνητικών χορδών να είναι μεγαλύτερη από την τυπική φώνηση κατά μία οκτάβα. Οι φωνητικές χορδές τεντώνονται κατά μήκος και λεπταίνουν με αποτέλεσμα η δονητική μάζα να είναι μικρότερη και ο παραγόμενος τόνος υψηλότερος. Η γλωττίδα παραμένει συχνά ελαφρώς ανοιχτή, με αποτέλεσμα τη χαμηλή υπογλωττιδική πίεση και τη δημιουργία θορύβου τριβής.

- Η **εστιασμένη φωνή (faucalized voice)**. Είναι μια βαθιά και χαλαρή φωνή, όπου οι ήχοι παράγονται από μία διευρυμένη λαρυγγική κοιλότητα - το αντίθετο φαινόμενο από την τραχιά φωνή.

Οι παραπάνω τύποι φώνησης μπορεί να συνδυαστούν μεταξύ τους εκτός από την τυπική φώνηση και το φαλτσέτο, επειδή χρησιμοποιούν διαφορετικά τις δομές του λάρυγγα.

1.5. Χαρακτηριστικά φωνής

Η ανθρώπινη φωνή παρουσιάζει ιδιότητες που εντοπίζονται και σε άλλους ήχους. Τα χαρακτηριστικά της (τόνος, ένταση, ποιότητα) εξαρτώνται αφ' ενός από τη δύναμη του αέρα που διέρχεται μέσα από τη γλωττίδα, και αφ' ετέρου από το μήκος, το πάχος, την ελαστικότητα και την τάση των φωνητικών χορδών (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Zhang, 2016a). Η διαφοροποίηση αυτών των χαρακτηριστικών εξαρτάται από το φύλο, την ηλικία, τις ικανότητες του κάθε ανθρώπου και τη γνωστική του ανάπτυξη. Η θέση, το πάχος, η μορφή και η τάση των φωνητικών χορδών ρυθμίζονται από το νευρικό σύστημα (Standring, 2008; McFarland, 2011; Colton, Casper, & Leonard, 2015). Οι φωνητικές χορδές χαλαρώνουν (κονταίνουν) από το θυρεοαρτενοειδή μυ και διατείνονται (μακραίνουν) από τον κρικοθυρεοειδή μυ (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Zhang, 2016b). Η διάμετρος και το μήκος των γνήσιων φωνητικών χορδών, καθώς και η ένταση της φωνής επηρεάζουν τον παραγόμενο ήχο (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Ali, Elamvazuthi, Alsulaiman, & Muhammad, 2016).

Ο φωνητικός μηχανισμός του ανθρώπου είναι σε θέση να παράγει ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Η συχνότητα δόνησης των φωνητικών χορδών είναι γνωστή ως θεμελιώδης συχνότητα για την οποία υπάρχουν κανονιστικά πρότυπα ομιλίας ανά φύλο και ηλικία. Κατά την ομιλία οι άνδρες παρουσιάζουν θεμελιώδη συχνότητα 100-150Hz, ενώ οι γυναίκες παράγουν θεμελιώδη συχνότητα 180-250Hz (Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Η βασική συχνότητα (ακουστικό ύψος) της φωνής εξαρτάται από τη διαμόρφωση των φωνητικών χορδών (Zhang, 2016a; Ali, Elamvazuthi, Alsulaiman, & Muhammad, 2016). Η βράχυνση, η σκλήρυνση, η αύξηση της τάσης και η ελάττωση του παλλόμενου πάχους παράγει οξύτερη φωνή. Αντιθέτως, το μεγάλο μήκος των φωνητικών χορδών δημιουργεί βαθιά φωνή. Η συχνότητα με την οποία δονούνται οι φωνητικές χορδές και κατά συνέπεια η συχνότητα των παραγόμενων ήχων εξαρτάται από την πίεση του υπογλωττιδικού αέρα, τη ροή του αέρα και τη γλωττιδική αντίσταση. Ένα στενό άνοιγμα της γλωττίδας παράγει ήχο

υψηλής συχνότητας, ενώ ένα μεγάλο άνοιγμα της γλωττίδας παράγει χαμηλής συχνότητας ήχο (Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Ο *τόνος* είναι ο αριθμός των δονήσεων των φωνητικών χορδών ανά δευτερόλεπτο και εξαρτάται από το μήκος, τη μάζα και την τάση των φωνητικών χορδών (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Zhang, 2016a). Όταν οι φωνητικές χορδές είναι πιο μακριές, λεπτές και τεταμένες δονούνται πιο γρήγορα και παράγουν υψηλής συχνότητας τόνους, ενώ όταν είναι πιο κοντές, παχιές και χαλαρές δονούνται πιο αργά και παράγουν τόνους χαμηλής συχνότητας. Ιδιαίτερα στους άνδρες, τα φωνητικά όργανα υποβάλλονται σε ταχεία ανάπτυξη και αλλαγές κατά την εφηβεία (Markova, et al., 2016). Το πάχος και το μήκος των φωνητικών χορδών τους είναι μεγαλύτερα σε σχέση με τις γυναίκες, των οποίων οι φωνητικές χορδές έχουν βρεθεί ότι είναι περίπου ένα τρίτο μικρότερες από εκείνες των ανδρών. Όσον αφορά στην τάση, όσο πιο τεντωμένες είναι οι φωνητικές χορδές, τόσο υψηλότερος είναι ο τόνος του παραγόμενου ήχου.

Η *ένταση* της φωνής εξαρτάται από τη δύναμη του ρεύματος του αέρα (υπογλωττιδική πίεση), η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τις ικανότητες των πνευμόνων, δηλαδή από το πόσο δυνατά πιέζουν οι εκπνευστικοί μύες (Zhang, 2016a). Όσο ισχυρότερη είναι η πίεση του αέρα τόσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος των δονήσεων και, κατά συνέπεια, η ένταση του ήχου που παράγεται. Όσο πιο στενή είναι η γλωττίδα και πιο τεντωμένες οι φωνητικές χορδές, τόσο μικρότερη είναι η ποσότητα του εκπνεόμενου αέρα και τόσο πιο μειωμένη η πίεση που απαιτείται για να τεθούν σε δόνηση. Αντίστροφα, όσο πιο χαλαρές και απομακρυσμένες μεταξύ τους είναι οι φωνητικές χορδές, τόσο μεγαλύτερα είναι ο όγκος και η πίεση του ρεύματος αέρα που απαιτείται για την πλήρη δόνησή τους (Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Η *ποιότητα* του φωνητικού ήχου είναι σχεδόν απεριόριστη σε ποικιλία, όπως φαίνεται από τις φωνητικές ικανότητες διαφορετικών ατόμων (Zhang, 2016a). Η ποιότητα κάθε ήχου εξαρτάται από τη θεμελιώδη συχνότητα και τις αρμονικές που θα προστεθούν σε αυτή από τα αντηχεία και τους αρθρωτές (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Όσο λιγότερο διαταράσσεται η θεμελιώδης συχνότητα από τις αρμονικές, τόσο πιο καθαρή είναι η φωνή. Αυτό εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά των φωνητικών χορδών (το επίπεδο της ελαστικότητας, τη σχέση πάχους και μήκους, την ομαλότητα της επιφάνειας), καθώς και την ακρίβεια με την οποία οι μύες μπορούν να προσαρμοστούν στις επιφάνειές τους (Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Οποιαδήποτε μεταβολή στο μήκος, τη μάζα και την τάση των φωνητικών χορδών επηρεάζει τη θεμελιώδη συχνότητα της φωνής, την ένταση και την ποιότητά της (Colton,

Casper, & Leonard, 2015). Η μέτρηση των ακουστικών παραμέτρων της φωνής συμβάλλει στην ποσοτικοποίηση της συμπεριφοράς της και κατ' επέκταση στον καθορισμό πιθανής διαταραχής της.

2. Παθολογία φώνησης

Η διαταραχή φωνής είναι η ακανόνιστη μεταβολή της ποιότητας, του τόνου και της έντασής της σε σχέση με το φύλο, την ηλικία, το πολιτισμικό υπόβαθρο και τη γεωγραφική θέση του ατόμου (Behlau, Madazio, & Oliveira, 2015; Wu, et al., 2017). Ξεκινά τη στιγμή που το ίδιο το άτομο αντιλαμβάνεται τη φωνή του να διαφοροποιείται επηρεάζοντας την καθημερινότητά του. Υπολογίζεται ότι 3-9% του πληθυσμού των Η.Π.Α. έχει κάποια διαταραχή φωνής (Behlau, Madazio, & Oliveira, 2015; Al-nasheri, et al., 2017), ενώ μόνο το 1% αναζητά θεραπεία (Cohen, Kim, Roy, Asche, & Courey, 2012). Ο επιπολασμός έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζεται από το φύλο, την ηλικία και το επάγγελμα με τις ενήλικες γυναίκες, τα αγόρια στην παιδική ηλικία, τους υπερήλικες και τους επαγγελματίες φωνής να υπερέχουν (Cohen, Kim, Roy, Asche, & Courey, 2012; Schiller, Morsomme, Alcoulombre, De Brossard, & Remacle, 2016; Al-nasheri, et al., 2017; Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017).

Οι διαταραχές φωνής διακρίνονται σε *οργανικές* και *λειτουργικές* (Moreti, Zambon, & Behlau, 2014; Behlau, Madazio, & Oliveira, 2015). Οι *οργανικές*, οι οποίες προκύπτουν από αλλοιώσεις του αναπνευστικού και του φωνητικού συστήματος, διαχωρίζονται σε δομικές και νευρογενείς. Οι πρώτες αφορούν φυσικές αλλαγές του φωνητικού μηχανισμού (π.χ. οίδημα/οζίδια φωνητικών χορδών, δομικές αλλαγές του λάρυγγα λόγω ηλικίας). Οι νευρογενείς διαταραχές προκύπτουν από προβλήματα του κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος που επηρεάζουν τη λειτουργία του λάρυγγα (τρόμος φωνής, σπασμωδική δυσφωνία, παράλυση φωνητικών χορδών). Οι *λειτουργικές* διαταραχές φωνής οφείλονται σε ακατάλληλη ή αναποτελεσματική χρήση ενός, κατά τα άλλα, φυσιολογικού φωνητικού μηχανισμού (π.χ. φωνητική κόπωση, δυσφωνία ή αφωνία, διπλοφωνία, κοιλιακή φώνηση). Τέλος, οι φωνητικές διαταραχές που οφείλονται σε ψυχολογικούς στρεσογόνους παράγοντες (ψυχογενής αφωνία, ψυχογενής δυσφωνία, σπαστική δυσφωνία, αγχώδης φώνηση, υστερική φώνηση) είναι γνωστές ως *ψυχογενείς* φωνητικές διαταραχές (Martins, Tavares, Ranalli, Pessin, & Pessin, 2014).

Καθώς τα λαρυγγικά νεύρα συμμετέχουν ενεργά στην παραγωγή φωνής, η κάκωσή τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση της ποιότητάς της (Borghi, Safi, Santangelo, & Borghi, 2015; Ta, Liu, & Krishna, 2016). Η ετερόπλευρη βλάβη τους επηρεάζει λιγότερο τη φώνηση από την αμφοτερόπλευρη. Ειδικότερα, το άνω λαρυγγικό προκαλεί ελάχιστες μεταβολές (ετερόπλευρη βλάβη) ή βράγχο φωνής (αμφοτερόπλευρη βλάβη), το παλίνδρομο λαρυγγικό προκαλεί βράγχο φωνής (ετερόπλευρη βλάβη) ή συριγμό και δύσπνοια (αμφοτερόπλευρη βλάβη) και το πνευμονογαστρικό προκαλεί βράγχο φωνής (ετερόπλευρη βλάβη) ή αφωνία (αμφοτερόπλευρη βλάβη).

Έτσι, λοιπόν, τα αίτια των διαταραχών φωνής μπορεί να είναι (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017):

1. Οργανικά

- Δομικά (εκ γενετής ανατομικές δυσμορφίες του λάρυγγα, φλεγμονή του λάρυγγα, τραυματισμός του λάρυγγα, κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες, ανωμαλίες φωνητικών χορδών)
- Νευρολογικά (επαναλαμβανόμενη παράλυση του λαρυγγικού νεύρου, σπασμωδική δυσφωνία, νόσος του Parkinson, πολλαπλή σκλήρυνση)

2. Λειτουργικά (τραυματισμός φωνητικών χορδών, δυσφωνία, κοιλιακή φώνηση, φωνητική κόπωση)

3. Ψυχογενή (χρόνιο άγχος, ανησυχία, κατάθλιψη)

Βέβαια, οι αιτιολογικοί παράγοντες αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλοκαλύπτονται κατά τη διαμόρφωση μιας φωνητικής διαταραχής (Stemple, Roy, & Klaben, 2014). Η αναγνώριση των συσχετισμών μεταξύ αυτών των παραγόντων, μαζί με το ιστορικό ασθενών, μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό των πιθανών αιτιών μιας διαταραχής φώνησης.

Γενικά, μια διαταραχή φωνής περιλαμβάνει ακουστικά-αντιληπτικά χαρακτηριστικά εξαιτίας της αλλοίωσης της φωνητικής ποιότητας, του ύψους φωνής, της έντασης φωνής και της φωνητικής προσπάθειας. Ο ακριβής προσδιορισμός τους προκύπτει από το συνδυασμό των συμπτωμάτων που νιώθει ο ασθενής και των σημείων που εντοπίζει ο κλινικός μέσα από την παρατήρηση και την εξέταση. Τα σημεία και τα συμπτώματα μιας διαταραχής φωνής είναι τα ακόλουθα (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Medeiros, Santos, Teixeira, Gama, & Medeiros, 2016; Wu, et al., 2017):

- Βραχνάδα (ακανόνιστη περιοδικότητα ήχου)
- Τρόμος φωνής (ασταθής φωνή με ομαλό ρυθμό)
- Τραχύτητα (παρεκκλίνουσα δόνηση φωνητικών χορδών)

- Εμπνοηκότητα (διαφυγή αέρα ή έκρηξη αναπνοής). Αφορά στο αίσθημα μειωμένου αποθέματος αέρα που εμποδίζει την ολοκλήρωση προτάσεων. Η φωνή δε δύναται να ακουστεί σε θορυβώδες περιβάλλον.
- Τεταμένη/κοπιώδης φώνηση
- Τάνυση (αυξημένη τάση μυών)
- Ανώμαλο ύψος φωνής (πολύ υψηλό, πολύ χαμηλό, διακοπτόμενο, μειωμένο εύρος)
- Ανώμαλη ένταση φωνής (πολύ υψηλή, πολύ χαμηλή, μειωμένης εμβέλειας, ασταθής)
- Ανώμαλη αντήχηση (ένρινη φωνή, υπορινικότητα, έλλειψη συντονισμού)
- Αφωνία (απουσία φωνής)
- Αδυναμία φώνησης
- Τριγμός και σπασίματα στη φωνή
- Διακοπτόμενη φώνηση
- Παρουσία υγρασίας στη φωνή

Επίσης, σε μια διαταραχή φωνής μπορεί να εντοπιστεί αυξημένη φωνητική προσπάθεια κατά την ομιλία, μειωμένη αντοχή ή κόπωση σε παρατεταμένη χρήση φωνής, μεταβαλλόμενη ποιότητα στην ομιλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, γρήγορη εξάντληση στη φώνηση, η αίσθηση σβόλου στο λαιμό, η αίσθηση διάτασης, η αίσθηση ξηρότητας, συχνός βήχας ή καθάρισμα του λαιμού με επιδείνωση σε αυξημένη χρήση φωνής και υπερευαισθησία ή και πόνο που μπορεί να εντοπίζεται μονόπλευρα, αμφοτερόπλευρα ή κεντρικά στο λάρυγγα ή στο άνω τμήμα του θώρακα.

Τα σημεία και τα συμπτώματα μιας διαταραχής φωνής μπορεί να εμφανιστούν μεμονωμένα ή συνδυαστικά. Η ακουστικο-αντιληπτική ποιότητα της φωνής σε άτομα με φωνητικές διαταραχές μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο και τη σοβαρότητα της διαταραχής, το μέγεθος και τη θέση της βλάβης (εάν υπάρχει), καθώς και τις αντισταθμιστικές αντιδράσεις του ασθενούς. Η σοβαρότητα, όμως, της φωνητικής διαταραχής δεν μπορεί πάντοτε να προσδιορίζεται μόνο από την ποιότητα της ακουστικο-αντιληπτικής φωνής.

3. Νόσος του Parkinson

Η νόσος Parkinson είναι μία εκφυλιστική νόσος του κεντρικού νευρικού συστήματος με εξελικτική πορεία. Επηρεάζει τη μέλαινα ουσία των βασικών γαγγλίων – ένα τμήμα του εγκεφάλου που ελέγχει την κίνηση – μειώνοντας την παραγωγή ντοπαμίνης στον κερκοφόρο και φακοειδή πυρήνα (Dexter & Jenner, 2013; Khan, Westin, & Dougherty, 2014; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Howse, 2016; Huang, et al., 2016; Orozco-Arroyave, et al., 2016; Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017; Wu, et al., 2017). Η νόσος Parkinson είναι η δεύτερη σε συχνότητα εμφάνισης νευροεκφυλιστική νόσος μετά τη νόσο Alzheimer. Εμφανίζεται σε 1-5 στα 100 άτομα άνω των 60 ετών στην Ευρώπη, ενώ 7 στα 10 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως ζουν με αυτή την ασθένεια (Naranjo, Pérez, Campos-Roca, & Martín, 2016; Howse, 2016; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; Orozco-Arroyave, et al., 2016; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017; Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017; Wu, et al., 2017). Αν και εκτιμάται ότι το 0,04% των ατόμων διαγιγνώσκεται με τη νόσο πριν από την ηλικία των 50 ετών, η συχνότητα εμφάνισής της αυξάνεται με την ηλικία με τους άνδρες να είναι ενάμισι φορές πιο πιθανό να εμφανίσουν Parkinson από τις γυναίκες (Huang, et al., 2016; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016).

Η νόσος Parkinson διακρίνεται στις ακόλουθες υποκατηγορίες (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015):

- Η ιδιοπαθής νόσος Parkinson, που παρουσιάζει τα κλασικά συμπτώματα του παρκινσονισμού
- Ο παρκινσονισμός με επιπρόσθετο σύνδρομο, που εμπεριέχει πολλαπλά συμπτώματα ατροφίας
- Ο μετεγκεφαλικός παρκινσονισμός, που εντοπίζεται μετά από μια εγκεφαλίτιδα
- Ο νεανικός παρκινσονισμός, και
- Ο φαρμακευτικός παρκινσονισμός, ο οποίος οφείλεται στη λήψη αντιψυχωσικών φαρμάκων

Παρά τις δεκαετίες εντατικής μελέτης, τα αίτια της νόσου παραμένουν άγνωστα μέχρι σήμερα (Dexter & Jenner, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015). Αν και οι επιστήμονες έχουν εντοπίσει τη γήρανση ως σημαντικό παράγοντα κινδύνου και η γενετική προδιάθεση βρίσκεται υπό έρευνα, πιθανοί αιτιολογικοί παράγοντες περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ιού, τους τραυματισμούς κεφαλής, τις τοξικές ουσίες, τα φάρμακα, το αγγειακό τραύμα και τη δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα.

Κάθε ασθενής με νόσο Parkinson είναι μοναδικός. Πολλοί βιώνουν τον τρόμο ως το κύριο σύμπτωμα τους, ενώ άλλοι μπορεί να έχουν προβλήματα ισορροπίας (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Για ορισμένους ανθρώπους η ασθένεια εξελίσσεται γρήγορα, ενώ σε άλλους πιο αργά. Η συμπτωματολογία της νόσου ποικίλει και μεταβάλλεται καθώς η νόσος εξελίσσεται (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015). Η ανεπάρκεια ντοπαμίνης οδηγεί στον χαρακτηριστικό συνδυασμό τρόμου (κεφαλής, χεριών, ποδιών), βραδύτητας, δυσκαμψίας και αστάθειας στη στάση του σώματος. Παρότι, συνήθως, τα συμπτώματα ξεκινούν στη μία πλευρά του σώματος, εμφανίζονται και στην άλλη πλευρά με την εξέλιξη της νόσου. Η συμπτωματολογία της νόσου Parkinson διακρίνεται στα κινητικά (κύρια και δευτερεύοντα) και μη κινητικά χαρακτηριστικά (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Orozco-Arroyave, et al., 2016; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017). Αναλυτικότερα:

A. Κύρια κινητικά συμπτώματα

- **Τρόμος ηρεμίας.** Ξεκινά τυπικά με τη ταλάντωση ενός δακτύλου. Το επηρεασμένο τμήμα του σώματος τρέμει σε κατάσταση ηρεμίας, ενώ ο τρόμος συνήθως παύει όταν ένα άτομο αρχίζει μια ενέργεια. Ο τρόμος επιδεινώνεται εξαιτίας του άγχους, του ενθουσιασμού ή της απόσπασης προσοχής.
- **Βραδυκινησία.** Αποτελεί ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό του Parkinson, που περιγράφεται με αργή κίνηση, απώλεια αυτόματων κινήσεων, δυσκολία στην έναρξη κινήσεων κατόπιν εντολής, μείωση της έκφρασης του προσώπου ή καθηλωμένο προσωπείο, μειωμένο ανοιγοκλείσιμο ματιών και μειωμένη αυτόματη κατάποση. Προκαλεί δυσκολία σε επαναλαμβανόμενες κινήσεις (π.χ. απόσπαση των δακτύλων, βάδιση) και σε καθημερινές λειτουργίες (π.χ. κούμπωμα πουκαμίσου, κοπή τροφής, βούρτσισμα δοντιών).
- **Δυσκαμψία.** Ο μυϊκός τόνος ενός προσβεβλημένου άκρου είναι πάντα άκαμπτος συμβάλλοντας σε μειωμένο εύρος κίνησης. Τα άτομα με Parkinson εμφανίζουν συχνότερα σφίξιμο του λαιμού, του ώμου και του ποδιού, δημιουργώντας ένα αίσθημα δυσάρεστο ή ακόμη και οδυνηρό.
- **Αστάθεια στάσης σώματος.** Είναι ένα από τα σημαντικότερα σημεία της νόσου που υποδηλώνει την απώλεια μερικών από τα αντανακλαστικά που απαιτούνται για τη διατήρηση μιας όρθιας στάσης. Εμφανίζεται όταν το άτομο σηκώνεται από την καθιστή θέση, όταν στέκεται όρθιο ή όταν θέλει να κάνει μια περιστροφή. Η αστάθεια σε συνδυασμό με το περιορισμένο εύρος κινήσεων επηρεάζουν

σημαντικά τη μεταφορά συναισθημάτων όπως είναι το χιούμορ, η ειρωνεία και ο σαρκασμός.

B. Δευτερεύοντα κινητικά συμπτώματα

- **Πάγωμα (Freezing).** Είναι ένα σημαντικό σύμπτωμα της νόσου που δεν εξηγείται από την ακαμψία ή τη βραδυκινησία. Τα άτομα διστάζουν να περπατήσουν έχοντας την αίσθηση ότι τα πόδια τους είναι κολλημένα στο πάτωμα. Αυτό μπορεί να ξεπεραστεί μετά ένα μεγάλο πρώτο βήμα, αλλά μπορεί η βάδιση να είναι τελείως αδύνατη. Συμβαίνει σε πολύ συγκεκριμένες καταστάσεις, όπως όταν το άτομο αρχίζει να περπατάει, όταν περιστρέφεται, όταν διασχίζει ένα κατώφλι ή μία πόρτα και όταν πλησιάζει σε μια καρέκλα. Για άγνωστους λόγους, το πάγωμα σπάνια συμβαίνει στις σκάλες.
- **Μικρογραφία.** Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον τρόπο γραφής των ατόμων με νόσο Parkinson. Καθώς η νόσος εξελίσσεται εντοπίζεται συρρίκνωση των γραμμών ως αποτέλεσμα της βραδυκινησίας, η οποία προκαλεί δυσκολία σε επαναλαμβανόμενες ενέργειες.
- **Προσωπείο-Μάσκα.** Το πρόσωπο ενός ατόμου με νόσο Parkinson μπορεί να φαίνεται λιγότερο εκφραστικό από το συνηθισμένο λόγω μειωμένων ασυνείδητων κινήσεων του προσώπου. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε συνδυασμό ακαμψίας και βραδυκινησίας.
- **Υπερκινήσεις.** Αξιοσημείωτο είναι ότι κάποιοι ασθενείς με νόσο Parkinson βιώνουν μία ανεξέλεγκτη επιτάχυνση επηρεάζοντας τις κινήσεις και το λόγο τους. Ο τελευταίος παρουσιάζει διαταραχή ροής της ομιλίας σε σημείο που γίνεται δυσνόητος.

Επιπλέον συμπτωματολογία που υπόκειται σε αυτή την κατηγορία είναι η σκυφτή στάση σώματος, η δυστονία, η δυσχέρεια λεπτής κινητικότητας και κινητικού συντονισμού, η δυσχέρεια αδρού κινητικού συντονισμού, η μειωμένη κινητικότητα, η ακαθισία, η δυσκολία κατάποσης, η σεξουαλική δυσλειτουργία, οι κράμπες και η σιελόρροια και παρουσία περίσσειας σιέλου που προκύπτει από μειωμένες κινήσεις κατάποσης.

C. Μη κινητικά συμπτώματα

Κύριο χαρακτηριστικό μη κινητικό σύμπτωμα της νόσου είναι η διαταραχή φωνής (δυσφωνία με μειωμένη ευκρίνεια άρθρωσης και τρόμο φωνής) (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015). Οι περισσότεροι ασθενείς με Parkinson θα βιώσουν αλλαγές στο λόγο, τη φωνή και την κατάποση σε κάποιο σημείο της πορείας της νόσου. Ακριβώς όπως επηρεάζεται η κίνηση σε μέρη του σώματος, επηρεάζονται και οι

μύες κατάποσης και λόγου στο πρόσωπο, το στόμα και το λαιμό. Αν και οι αλλαγές ποικίλλουν από άτομο σε άτομο, οι ασθενείς εμφανίζουν γλωσσικές και γνωστικές δυσχέρειες καθιστώντας δύσκολη τη γρήγορη σκέψη, τη διαχείριση πολλαπλών εργασιών και τον εντοπισμό και την κατανόηση πολύπλοκων προτάσεων (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Κάποια άλλα μη κινητικά συμπτώματα μπορεί να προϋπάρχουν των κινητικών συμπτωμάτων της νόσου. Τέτοια είναι η απώλεια όσφρησης, η δυσκοιλιότητα, η διαταραχή ύπνου, οι διαταραχές διάθεσης και η ορθοστατική υπόταση. Επιπλέον συμπτώματα αυτής της κατηγορίας που μπορεί να βιώσει ένα άτομο με νόσο Parkinson είναι τα προβλήματα της ουροδόχου κύστης, η μεταβολή βάρους σώματος, τα προβλήματα όρασης, τα οδοντικά προβλήματα, τα δερματικά προβλήματα, η κόπωση και η απώλεια ενέργειας, η κατάθλιψη, ο φόβος, το άγχος, οι παρενέργειες φαρμάκων και τα γνωστικά ελλείμματα, όπως οι δυσκολίες μνήμης, η επιβράδυνση της σκέψης, η σύγχυση και, σε ορισμένες περιπτώσεις, η άνοια.

3.1. Φώνηση στη νόσο Parkinson

Οι διαταραχές λόγου επηρεάζουν σχεδόν το 90% των ασθενών με νόσο Parkinson κι έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη λειτουργική επικοινωνία και κατ' επέκταση στην ποιότητα ζωής τους (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Stepp, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Fabbri, et al., 2017). Σχεδόν το 70%–90% των ατόμων με νόσο Parkinson εμφανίζουν δυσφωνία πριν από οποιαδήποτε άλλη διαταραχή λόγου (Huang, et al., 2016; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017; Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017). Ενώ το 1/3 αυτών αναφέρει τη δυσφωνία ως το κυριότερο έλλειμμά τους (Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017), πολύ συχνά, οι ασθενείς με νόσο Parkinson δεν αντιλαμβάνονται τη σοβαρότητα της φωνητικής τους διαταραχής. Αντιθέτως, συχνά αναφέρουν ότι αισθάνονται σαν να φωνάζουν ή σαν να ασκούν μεγάλη προσπάθεια όταν τους ζητείται να μιλήσουν σε ένα κανονικό επίπεδο έντασης (Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017).

Όπως είναι γνωστό, οι ασθενείς με νόσο Parkinson παρουσιάζουν υποκινητική δυσarthρία, η οποία χαρακτηρίζεται από δυσφωνία και δυσπροσωδία με μειωμένη ευκρίνεια άρθρωσης, δισταγμό και τρόπο φωνής, τα οποία οφείλονται στον τρόπο ηρεμίας, στη βραδυκινησία και στη δυσκαμψία (Huang, et al., 2016; Howse, 2016; Benba, Abdelilah, &

Hammouch, 2016; Orozco-Arroyave, et al., 2016; Laughlin, 2016; Fabbri, et al., 2017; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017). Η δυσφωνία και η δυσπροσωδία δυσχεραίνουν με την πορεία της νόσου εξαιτίας ανεπαρκούς ενεργοποίησης των μυών και δυσλειτουργίας στην αναπνοή, τη φώνηση και την άρθρωση (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017; Fabbri, et al., 2017). Ο λόγος στο Parkinson είναι μονότονος με εξελικτική μείωση της ηχηρότητας και της έντασης προς το τέλος της φώνησης. Παρουσιάζει καθυστερημένη έναρξη φώνησης με παύσεις, μειωμένη ροή και ρυθμό, καθώς και μειωμένη ένταση. Κι όλα αυτά ακολουθούνται από διαταραχή ροής της ομιλίας και παλιλαλία (Martínez-Sánchez, et al., 2016). Τα συμπτώματα, λοιπόν, ποικίλουν από μια απαλή και μονότονη φωνή μέχρι μια φωνή που ούτε ακούγεται, ούτε καθίσταται κατανοητή (Fabbri, et al., 2017). Ειδικότερα, η φωνή των συγκεκριμένων ασθενών υπολείπεται στην αυξομείωση της έντασης και της βασικής συχνότητας (μονοτονία) και χαρακτηρίζεται από μειωμένη ένταση, έμπνοη και βραχνή ποιότητα φωνής, δυσδιάκριτη άρθρωση (ψέλλισμα ή τραυλισμός) και επίπεδη μελωδικότητα (δυσπροσωδία) με διακοπές τόνου, έλλειψη ρυθμού και πολλές παύσεις (Weiner, Shulman, & Lang, 2013; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Fabbri, et al., 2017; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017). Ιδιαίτερα η ένταση της φωνής μεταβάλλεται εξαιτίας του μειωμένου ελέγχου του λάρυγγα. Τότε, ο εκπνεόμενος αέρας δεν έχει την απαιτούμενη πίεση, οι φωνητικές χορδές δεν προσάγονται ικανοποιητικά και η αεροδυναμική ενέργεια δε μετατρέπεται σε ακουστική (Howse, 2016; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017). Ένα ακόμη χαρακτηριστικό γνώρισμα των ασθενών με τη νόσο Parkinson είναι η ελλειμματική τους διαδοχοκινητικότητα. Η ταχεία κίνηση των αρθρώσεων ελέγχει την απαγωγή και προσαγωγή των φωνητικών χορδών. Οι ασθενείς με Parkinson, όμως, δυσκολεύονται να διατηρήσουν τη φώνηση καθ' όλη τη διάρκεια μιας δραστηριότητας με διαδοχική κίνηση (π.χ. pa-ta-ka) (Howse, 2016).

4. Αξιολόγηση φωνής

Οι αλλοιώσεις στη φωνητική διαδικασία αντικατοπτρίζονται στην καθημερινότητα του ατόμου που τις βιώνει. Τότε η καταγραφή των χαρακτηριστικών της φωνής κρίνεται απαραίτητη για τον ακριβέστερο εντοπισμό πιθανού προβλήματος. Η αξιολόγηση της φωνής είναι αναπόσπαστο κομμάτι στη ροή της διερεύνησης των διαταραχών της. Μια ολοκληρωμένη διάγνωση αποτελεί μια πολυδιάστατη διαδικασία (Behlau, Madazio, &

Oliveira, 2015; Lopes, et al., 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017; Siqueira, et al., 2017; Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017), κατά την οποία διενεργείται ενδοσκοπήση του λάρυγγα για την απεικόνιση των φωνητικών χορδών και τη μυϊκή λειτουργία [λαρυγγοσκόπηση (έμμεση και άμεση), στροβοσκόπηση, ηλεκτρογλωττιδογραφία και ηλεκτρομυογραφία] (Laughlin, 2016), ακουστικο-αντιληπτική ανάλυση της ποιότητας της φωνής για το βαθμό και το είδος της φωνητικής απόκλισης (Συνολικός βαθμός βαρύτητας, Τραχύτητα, Εμπνοηκότητα, Τάνυση, Ύψος και Ένταση), ακουστικο-αεροδυναμικές μετρήσεις των χαρακτηριστικών της φωνής και εργαλεία αυτό-αξιολόγησης, όπου καταγράφεται η αντίληψη του ίδιου του ασθενούς για την ποιότητα της φωνής του. Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν δημιουργηθεί εργαλεία που μετρούν την εμπειρία ενός ατόμου που βιώνει μια διαταραχή φωνής βάσει πρωτοκόλλων και κλιμάκων (Helidoni, et al., 2010; Behlau, Madazio, & Oliveira, 2015; Gibbins, Awad, Harris, & Aymat, 2017; Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017; Lopes, et al., 2017; Yamasaki, et al., 2017).

Η ανθρώπινη φωνή εμπεριέχει χαρακτηριστικά, τα οποία είτε είναι αντιληπτά στο άκουσμά τους, είτε είναι μετρήσιμα. Έτσι, από τη μία πλευρά, έχουμε την ποιότητα της φωνής κι από την άλλη τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της. Οι ακουστικές ενδείξεις των διαταραχών φωνής αποτελούν μετρήσιμα σημεία και αφορούν τη θεμελιώδη συχνότητα (μέση θεμελιώδη συχνότητα ομιλίας, μεταβλητότητα συχνότητας, εύρος φώνησης, αποκλίσεις) και το πλάτος (μέσο συνολικό επίπεδο πίεσης ήχου, μεταβλητότητα πλάτους, δυναμικό εύρος, αποκλίσεις). Ακόμη, περιλαμβάνονται ο λόγος σήματος προς θόρυβο (HNR), ο χρόνος ανόδου ή καθόδου της φώνησης, το τρέμουλο φωνής, ο χρόνος φώνησης, οι παύσεις φωνής, οι διακοπές συχνότητας και η φυσιολογική ακουστική (Colton, Casper, & Leonard, 2015).

Η εργαστηριακή εξέταση, η οποία αποτελεί και αντικείμενο της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας, εμπεριέχεται στη διάγνωση της φωνητικής παθολογίας και αφορά στην καταγραφή των μετρήσιμων σημείων της φωνής. Απαραίτητες προϋποθέσεις για μια αξιόπιστη καταγραφή είναι η χρήση ενός μικροφώνου υψηλής καταγραφής και ο περιορισμός του περιβαλλοντικού θορύβου μεταξύ 0db έως 40db (Tafiadis, Toki, & Ziavra, 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017; Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017). Τα ακουστικά χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα (Al-nasheri, et al., 2017; Sabir, Rouda, Khazri, Touri, & Moussetad, 2017):

- Θεμελιώδης συχνότητα (Fo)
- Διαμορφωτές θεμελιώδους συχνότητας (F₁, F₂, F₃, F₄...)
- jitter (Διακύμανση Απόκλισης Συχνότητας)

- shimmer (Διακύμανση Απόκλισης Πλάτους)
- SPL (Επίπεδο Ηχητικής Πίεσης)
- HNR (Λόγος Σήματος προς Θόρυβο)
- Τόνος (pitch)
- Πηλίο διαταραχής εύρους (amplitude perturbation quotient - APQ)
- Πηλίο διαταραχής τόνου (pitch perturbation quotient - PPQ)
- Τυποποιημένη ενέργεια θορύβου
- Δείκτης στροβιλισμού φωνής
- Δείκτης απαλής φώνησης
- Συχνότητα τρόμου
- Λόγος γλωττιδικής διέγερσης προς θόρυβο
- Διαδοχοκίνηση

Ειδικότερα (Colton, Casper, & Leonard, 2015), η Fo αντανακλά το ρυθμό δόνησης των φωνητικών πτυχών και ποικίλει ανάλογα με το λεκτικό υλικό που χρησιμοποιείται. Το jitter εκφράζει τη μεταβολή της Fo, η οποία υπάρχει φυσιολογικά ως αποτέλεσμα της αστάθειας των φωνητικών χορδών κατά τη δόνησή τους. Το shimmer αντιπροσωπεύει τις μεταβολές, οι οποίες είναι ασήμαντες σε φυσικούς ομιλητές, από το ένα πλάτος κύκλου δόνησης κατά την παρατεταμένη δόνηση των φωνητικών χορδών στο επόμενο. Το HNR, δε, είναι ο λόγος του φωνητικού σήματος προς το θόρυβο, που είναι μια τυχαία μη περιοδική ενέργεια της φωνής. Το συγκεκριμένο πηλίο θα πρέπει φυσιολογικά να είναι $\geq 20\text{db}$ και μας δίνει πληροφορίες για την Fo.

Οι παραπάνω μετρήσεις επιτελούνται με την παρατεταμένη παραγωγή φωνηέντων διάρκειας τουλάχιστον 3''-5'' (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; Sabir, Rouda, Khazri, Touri, & Moussetad, 2017) πλην της διαδοχοκίνησης για την οποία απαιτείται καταγραφή 7'' (Wang, Kent, Duffy, & Thomas, 2009). Τα φωνήεντα που συνιστώνται είναι τα /a/, /i/, /e/ και /u/. Κατά την εκφορά του /a/ αποφεύγεται η αλληλεπίδραση μεταξύ της θεμελιώδους συχνότητας (Fo) και του πρώτου διαμορφωτή της (F1), το /e/ ανασηκώνει το λάρυγγα και χρησιμοποιείται στη στροβοσκόπηση, ενώ η εκφορά του /i/ προκαλεί τη μέγιστη ανύψωση του λάρυγγα (Tafiadis, Toki, & Ziavra, 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017; Siqueira, et al., 2017).

Έρευνες αναφέρουν ότι η συμπτωματολογία μιας διαταραχής φωνής αντανακλάται στις μετρήσεις των NHR και shimmer(db) (Lin, Chen, Chen, Wang, & Kuo, 2016), καθώς και στα αποτελέσματα του Fo και του %jitter (Tafiadis, Toki, & Ziavra, 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017; Lopes, et al., 2017). Επιπλέον, τα ακουστικά χαρακτηριστικά

jitter, shimmer και NHR συσχετίζονται έντονα με την ποιοτική αξιολόγηση της φωνής με το jitter να υπερέχει (Dehqan, Yadegari, Scherer, & Dabirmoghdam, 2017; Lopes, et al., 2017), καθώς και το SPL και η θεμελιώδης συχνότητα, τα οποία παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση με την υποκειμενική αντίληψη μιας διαταραχής φωνής (Cutiva, Puglisi, Astolfi, & Carullo, 2017). Άλλη έρευνα εντοπίζει τη συσχέτιση ενός υψηλού SPL με υψηλό HNR και μειωμένα jitter και shimmer σε διαταραχές φωνής (Brockmann-Bauser, Bohlender, & Mehta, 2017). Επίσης, οι διαμορφωτές F1, F2, F3 και F4 συσχετίζονται με αλλαγές της φωνητικής ατράκτου κατά την ανάπτυξη και διαφοροποιούνται ως προς την ηλικία και το φύλο. Αυτό κατεγράφη με την εκφορά επαναλαμβανόμενων συλλαβών που περιείχαν τα φωνήεντα /a/, /u/, /i/ (Wagner, Milenkovic, Kent, & Vorperian, 2017). Τέλος, στη διαδοχοκίνηση έχουν εντοπιστεί αλλοιώσεις και σε άτομα νεαρής ηλικίας με πρόβλημα δυσφωνίας (Siqueira, et al., 2017).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η συχνότητα της φωνής κατά την ομιλία διαφοροποιείται σε σχέση με το φύλο, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το κάπνισμα και την κοινωνικοοικονομική κατάσταση (Schiller, Morsomme, Alcoulombre, De Brossard, & Remacle, 2016; Berg, et al., 2017). Ειδικότερα το κάπνισμα παρουσιάζεται στις εργαστηριακές μετρήσεις με μειωμένη την Fo και αυξημένα τα jitter και shimmer (Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017). Όπως έχει καταγραφεί οι μέσες συχνότητες φωνής (i) σε ήπια ομιλία είναι 111,8 Hz για τους άντρες και 161,3 Hz για τις γυναίκες, (ii) σε επίπεδο συζήτησης 111,9 Hz για τους άντρες και 168,5 Hz για τις γυναίκες, και (iii) σε έντονη ομιλία 175,5 Hz για τους άνδρες και 246,2 Hz για γυναίκες. Οι συχνότητες αυξάνονται σημαντικά με την ηλικία για τους άνδρες, αλλά όχι για τις γυναίκες, οι οποίες εμφανίζουν υψηλότερη θεμελιώδη συχνότητα από τους άντρες (Schiller, Morsomme, Alcoulombre, De Brossard, & Remacle, 2016; Berg, et al., 2017).

Ειδικότερα, στην αξιολόγηση φωνής των ασθενών με νόσο Parkinson τα συστήματα ακουστικής ανάλυσης είναι ικανά να εντοπίσουν τις αλλοιώσεις στη φωνή, αφού είναι το πρώτο σύμπτωμα με την έναρξη της νόσου (Naranjo, Pérez, Campos-Roca, & Martín, 2016; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Οι ακουστικές μετρήσεις είναι οι πιο ευρέως διαδεδομένες για τον εντοπισμό των διαταραχών φωνής σε άτομα με τη νόσο Parkinson (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016). Η αντικειμενική αξιολόγηση φωνής με σκοπό τον εντοπισμό πιθανών διαταραχών σε πρόσφατες μελέτες, βασίστηκε σε μετρήσεις χαρακτηριστικών όπου εντοπίζονται τα μεγαλύτερα ελλείμματα σε ασθενείς με νόσο Parkinson. Αυτές οι μετρήσεις, οι οποίες συσχετίζονται με πολλές δυσλειτουργίες της φωνής, αφορούν στα ακόλουθα (Benba, Jilbab, & Hammouch, 2014; Howse, 2016; Benba,

Abdelilah, & Hammouch, 2016; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016; Akbart, Anhoque, & Meireles, 2016; Martínez-Sánchez, et al., 2016; Galaz, et al., 2016; Fabbri, et al., 2017) F_0 , Jitter (%), SPL, Shimmer (%), HNR, Διαδοχοκίνηση (DDK), Βαθμός ακουστικής περιοδικότητας (Harmonicity), pitch period perturbation quotient (PPQ), amplitude perturbation quotient (APQ), relative average perturbation (RAP), voice turbulence index (VTI), cepstral peak prominence (CPP), Μέγιστος χρόνος φώνησης (MPT).

Πιο αναλυτικά (Colton, Casper, & Leonard, 2015; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016) η βραχνάδα συσχετίζεται με τη σταθερότητα της δόνησης των φωνητικών χορδών, η αναπνοή με το HNR, η εξασθένιση με την ένταση και η δύναμη της φωνής με υψηλότερη F_0 . Η αστάθεια της δόνησης της γλωττίδας είναι η κύρια αιτία της δυσφωνίας. Επομένως, η μέτρηση αυτών των διακυμάνσεων είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της δυσφωνίας. Αυτές οι μετρήσεις αφορούν τη συχνότητα ή το εύρος του λαρυγγικού σήματος, ενώ ο δείκτης αστάθειας ορίζεται ανάλογα με τη διάρκεια αυτών των διακυμάνσεων. Όπως είναι γνωστό ο μειωμένος μυϊκός τόνος αντικατοπτρίζεται με μειωμένη F_0 και ο τρόμος φωνής με αστάθεια στις μετρήσεις της F_0 . Οι διακυμάνσεις ενός γλωττιδικού κύκλου, οι οποίες χαρακτηρίζουν ιδιαίτερα τη μορφολογική βλάβη των φωνητικών χορδών, είναι το jitter για τη θεμελιώδη συχνότητα (F_0) και το shimmer για το εύρος. Το jitter αναπαρίσταται με διάφορες μορφές (absolute, relative, RAP, PPQ5) και η τιμή του εξαρτάται από την τεχνική μέτρησης της θεμελιώδους συχνότητας με το εκάστοτε λογισμικό. Ομοίως, το shimmer εντοπίζεται με διάφορους τύπους (db, relative, APQ11) και μαζί με το jitter υπολογίζονται σε db ή %. Η αστάθεια του γλωττιδικού σήματος εμφανίζεται με τη μορφή θορύβου και γι' αυτό τη μετράμε με το HNR σε db. Η ένταση της φωνής εξαρτάται κυρίως από την πίεση που αναπτύσσεται υπογλωττιδικά και η μέση τιμή της παρουσιάζει μεταβολές που κυμαίνονται μεταξύ 70 db σε απόσταση 30 cm από το στόμα σε μια φυσιολογική συνομιλία, 85 db στην έντονη φωνή και 105 db όταν φωνάζουμε δυνατά. Τέλος, ο μέγιστος χρόνος φώνησης υπολογίζεται με την παρατεταμένη εκφορά του φωνήεντος /a/.

Η φυσική παραγωγή των φωνηέντων οφείλεται στη Διακύμανση Απόκλισης Συχνότητας και τη Διακύμανση Απόκλισης Πλάτους (Yamasaki, et al., 2017), ενώ αναφέρεται ότι η F_0 είναι μεγαλύτερη σε ασθενείς με τη νόσο σε παρατεταμένη εκφορά φωνηέντων (Stepp, 2013).

4.1. Εργαλεία αξιολόγησης φωνής

Η κλινική παρατήρηση και εξέταση είναι αυτή που θα συμπληρώσει την παθολογία

και θα θέσει την τελική διάγνωση μιας πιθανής φωνητικής διαταραχής. Κατά την παρατήρηση ο κλινικός αντιλαμβάνεται κάποια σημεία, τα οποία είναι υποκειμενικά και μη μετρήσιμα. Ωστόσο, η κίνηση των φωνητικών χορδών μας δίνει μετρήσιμες πληροφορίες μιας υποκείμενης παθολογίας. Διάφορα όργανα και υπολογιστικά προγράμματα δίνουν πια τη δυνατότητα αντικειμενικής καταγραφής της ακουστικής ανάλυσης. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν (Burris, Vorperian, Fourakis, Kent, & Bolt, 2014; Colton, Casper, & Leonard, 2015; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; Tafiadis, Toki, & Ziavra, 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017): το Computerized Speech Lab (CSL), το Multi-Speech, το Visi-Pitch, το Dr. Speech (Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017), το MacSpeech Lab, το Praat (Berger, et al., 2014; Derdemezis, et al., 2016), το Phonatory-Aerodynamic System, το Voice Range Profile, το Wave Surfer (Derdemezis, et al., 2016), το Speech Analyzer και το Voice Sauce.

Οι έρευνες στη Λογοθεραπεία, οι οποίες έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούν τεχνικές και εργαλεία που παρέχουν αντικειμενικά και αξιόπιστα αποτελέσματα (Christmann, et al., 2015). Η ευρεία ποικιλία συστημάτων ακουστικής ανάλυσης παίζει ουσιαστικό ρόλο στην αξιολόγηση και θεραπεία των διαταραχών φωνής και ομιλίας. Ο πιο εξελιγμένος εκπρόσωπος αυτών είναι το Computerized Speech Lab (CSL), που προσφέρει εξαιρετικό ηλεκτρονικό σύστημα για την δέσμευση και αναπαραγωγή ομιλίας και χρησιμοποιείται από ειδικούς φωνής και ερευνητές διεθνώς (Hassan, 2014; Mansour, Abdel-Aziz, Saafan, Al-Afandi, & Darweesh, 2016; Derdemezis, et al., 2016). Συνοδευτικά στο βασικό λογισμικό για CSL και Multi-Speech, που προσφέρουν ευελιξία ανάλυσης, υπάρχουν περίπου 21 επιλογές ειδικών εφαρμογών λογισμικού που έχουν σχεδιαστεί για διαφορετικές κλινικές έρευνες. Τα προγράμματα αυτά στοχεύουν στην αξιολόγηση και τη θεραπεία καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα διαταραχών επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των διαταραχών φωνής, ροής, άρθρωσης και των κινητικών διαταραχών λόγου. Αντιπροσωπευτικά προγράμματα αποτελούν το Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) και το Motor Speech Profile (MSP).

Το MDVP (Berger, et al., 2014; Christmann, et al., 2015; Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016; KayElemetrics, 2016; Al-nasheri, et al., 2017; Geredakis, Karala, Ziavra, & Toki, 2017) χρησιμοποιείται για αντικειμενική αξιολόγηση της παθολογικής φωνής. Είναι ένα πρότυπο λογισμικό για την ακουστική αξιολόγηση φωνής ίδιου επιπέδου αξιοπιστίας με αυτό του Praat (Nilashi, Ibrahim, & Ahani, 2016; Al-nasheri, et al., 2017). Αποτελεί μια μη επεμβατική διαδικασία απόκτησης αντικειμενικών μετρήσεων ενός σήματος. Με την εξαιρετική του ακρίβεια επιτρέπει την πρόιμη αναγνώριση φωνητικών αλλοιώσεων

παρέχοντας αριθμητικές παραμέτρους. Το εν λόγω πρόγραμμα υπολογίζει 33 διαφορετικές μετρήσεις εκ των οποίων οι κυριότερες για την αξιολόγηση ασθενών με φωνητικές διαταραχές είναι: το f_0 , το jitter, το shimmer και το HNR (Wu, et al., 2017).

Το MDVP αποτελεί ένα αξιόπιστο σύστημα ανάλυσης των ακουστικών μετρήσεων στη νόσο Parkinson. Αυτό αποδεικνύεται από τη δυνατότητα πρόγνωσης της εξέλιξης της νόσου μέσα από τη μέτρηση μιας σειράς παραμέτρων, όπως είναι τα εξής (Nilashi, Ibrahim, & Ahani, 2016): Fo(Hz)(Average vocal fundamental frequency), Fhi(Hz) (Maximum vocal fundamental frequency), Flo(Hz) (Minimum vocal fundamental frequency), Jitter(%), Jitter(Abs), RAP, PPQ, Jitter:DDP(ποικίλες μετρήσεις συχνότητας), Shimmer(%), Shimmer(db), Shimmer:APQ3, Shimmer:APQ5, APQ, Shimmer:DDA (ποικίλες μετρήσεις εύρους), HNR. Το jitter αντιπροσωπεύει τη σταθερότητα της συχνότητας και η αύξησή του εντοπίζεται στη βραχνή, σκληρή και τραχιά φωνή. Το shimmer αντιπροσωπεύει τη σταθερότητα του εύρους και συμβάλει στον εντοπισμό μιας σκληρής και τραχιάς ποιότητας φωνής. Η αρμονικότητα αντιπροσωπεύει το βαθμό ακουστικής περιοδικότητας και μετριέται με το HNR. Ο τόνος, που είναι ένα αντιληπτικό χαρακτηριστικό, μπορεί να μετρηθεί με το $F_0\text{max}$. Ακόμη και οι παύσεις που δεν υφίστανται σε φυσιολογική φώνηση μπορούν να ποσοτικοποιηθούν μέσα από τέτοια προγράμματα (Meghraoui, Boudraa, Meksen, & Boudraa, 2016).

Το MSP (Wang, Kent, Duffy, & Thomas, 2009; Orozco-Arroyave, et al., 2016; Siqueira, et al., 2017) είναι άλλη μια επιλογή λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση ασθενών με δυσαρθρία. Είναι ένα υπολογιστικό πρόγραμμα που εξάγει και αναλύει την παραγωγή του λόγου σε ασθενείς με κινητικές διαταραχές ομιλίας (John, Ganapathy, John, & Rajashekhar, 2014). Παρέχει μια ισχυρή πολυδιάστατη ανάλυση της κινητικής συμπεριφοράς της ομιλίας και η έκθεση αξιολόγησης που προκύπτει αυτόματα περιλαμβάνει την ερμηνεία γραφημάτων των φωνητικών παραμέτρων, που παρουσιάζονται με αριθμούς και χρωματικά σχήματα (KayElemetrics, 2016). Ακόμη, δίνει τη δυνατότητα εισόδου πληροφοριών άλλων προγραμμάτων. Η εξαγωγή παραμέτρων γίνεται βάσει πρωτοκόλλων, τα οποία αφορούν την περιοδικότητα και το ρυθμό διαδοχοκίνησης, τη δεύτερη μετάβαση φωνοσυντονισμού, τη φωνή και τον τρόμο, τη διεγερσιμότητα επιτονισμού και το πρότυπο συλλαβικού ρυθμού (Laughlin, 2016; Siqueira, et al., 2017). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι ένα μη παρεμβατικό εργαλείο, με ερμηνεύσιμα αποτελέσματα και εύκολο στη χρήση (KayElemetrics, 2016).

4.2. Ερευνητικά δεδομένα για τη φώνηση στο Parkinson

Αν και τα προβλήματα φωνής που συνδέονται με το νευρικό σύστημα είναι εκτενή, τα διαθέσιμα δεδομένα για την παθολογία φώνησης δεν είναι πολλά (Colton, Casper, & Leonard, 2015). Παρόλα αυτά αρκετές ερευνητικές προσπάθειες γίνονται ανά τον κόσμο αποσκοπώντας στην επίλυση αναπάντητων ζητημάτων. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον με την διεπιστημονική συμμετοχή στη μελέτη της φυσιολογίας της φωνής και των διαταραχών της. Η αξιολόγηση των διαταραχών φωνής διακρίνεται στον εντοπισμό των ατόμων μέσα από το φυσιολογικό πληθυσμό που πάσχουν από τη νόσο Parkinson και στην πρόβλεψη της σοβαρότητας της νόσου (Benba, Abdelilah, & Hammouch, 2016).

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη σε ασθενείς με Parkinson υπό αγωγή με L-Dopa (Fabbri, et al., 2017) η πλειοψηφία των ασθενών κατόρθωσε να ολοκληρώσει τις δραστηριότητες φωνής που τους ανατέθηκαν, οι οποίες αφορούσαν την εκτίμηση της διάρκειας εκφοράς του φωνήεντος /a/ σε ομαλό τόνο και ένταση, της ποιότητά της με τη θεμελιώδη συχνότητα (f_0), της σταθερότητά της με τις παύσεις του τόνου και το jitter, της μεταβλητότητά της με την τυπική απόκλιση της θεμελιώδους συχνότητας κατά την επανάληψη και ανάγνωση τυποποιημένων λέξεων και προτάσεων και του ρυθμού ομιλίας (αριθμός συλλαβών/δευτ.). Τα ελλείμματα που παρουσιάστηκαν στο ρυθμό ομιλίας και στην ποιότητα της φωνής, έδειξαν να επηρεάζονται από τη διάρκεια της νόσου. Η χρήση, δε, του φαρμάκου δε φάνηκε να συμβάλει στη βελτίωση των συγκεκριμένων ελλειμμάτων.

Όπως έχει εντοπιστεί, η διαταραχή φωνής στη νόσο του Parkinson είναι πιο συχνή στους άντρες από ότι στις γυναίκες και ειδικότερα όλες οι μορφές της θεμελιώδους συχνότητας (SDF_0 , $minF_0$, $maxF_0$) παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση με τη διάρκεια της νόσου (Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016).

Επίσης, σε μία αξιολόγηση των ακουστικών χαρακτηριστικών της φωνής σε συνδυασμό με τα ποιοτικά σημεία και την ηλεκτρογλωττιδογραφία, ανεδείχθη πως η ποιότητα φωνής στη συγκεκριμένη νόσο αντιπροσωπεύεται με μειωμένα τα SPL και HNR, αλλά με αυξημένες τιμές στο jitter και το shimmer (Akbar, Anhoque, & Meireles, 2016). Το παθολογικό δείγμα εκτιμήθηκε σε αντιπαραβολή με φυσιολογικό πληθυσμό και τα αποτελέσματα ήταν τα αναμενόμενα, αφού το SPL μειώνεται στην υποκινητική δυσαρθρία, η οποία χαρακτηρίζει τη νόσο και το HNR μειώνεται αρκετά, ενώ η φυσιολογική του τιμή είναι $\geq 20\text{db}$. Το μειωμένο shimmer με τη σειρά του υποδηλώνει μειωμένη γλωττιδική αντίσταση, μειωμένη ένταση φωνής, βραχνάδα και σύντομη αναπνοή.

Γνωρίζοντας ότι ο ρυθμός ομιλίας μειώνεται στους ασθενείς με τη νόσο Parkinson έρχεται μία έρευνα να το επιβεβαιώσει εξετάζοντας τη συγκεκριμένη παθογένεια με την επαναλαμβανόμενη εκφορά του pa-ta-ka. Ενώ ο φυσιολογικός ρυθμός είναι 3-5 συλλαβές ανά δευτερόλεπτο, οι ασθενείς αύξησαν τις παύσεις τους και τις συλλαβές σε 7-8 ανά δευτερόλεπτο όταν τους ζητήθηκε να αυξήσουν την ταχύτητά τους. Προφανώς προσπαθούσαν να διατηρήσουν την ευκρίνεια στο λόγο τους (Martínez-Sánchez, et al., 2016). Κι εδώ η χρήση της L-Dopa δεν έδειξε να επηρεάζει το ρυθμό ομιλίας.

Μία άλλη έρευνα προσέγγισε την υποκινητική δυσαρθρία, μέρος της οποίας αποτελεί η υποφωνία – σύμφωνα με τους νευρολόγους (Galaz, et al., 2016; Fabbri, et al., 2017) – αξιολογώντας όλα τα ακουστικά χαρακτηριστικά της διαταραχής φωνής με σκοπό τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίησή της σε ασθενείς με τη νόσο Parkinson. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι η ακουστική ανάλυση του φωνητικού σήματος παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάλυση της σοβαρότητας της νόσου (Galaz, et al., 2016). Ο λόγος των ασθενών εξετάστηκε σε επίπεδο λέξεων (HNR, MPSD, ZCR, F0, PPE, STE, TKEO, jitter, shimmer, NNE, SNR, GNE, IMF, RDPE, GQ, DFA), προτάσεων (HNR, NHR, MPSD, ZCR, F0, PPE, STE, TKEO, jitter, shimmer, NNE, SNR, GNE, IMF, NVB, DVB, SLUF, SF), ανάγνωσης κειμένου (HNR, NHR, MPSD, ER, ZCR, F0, PPE, STE, TKEO, jitter, shimmer, NVB, DVB, NNE, HZCR, LSTE, GNE, SF, FLUF), μονολόγου (τις ίδιες ενδείξεις με την ανάγνωση κειμένου) και διαδοχοκινητικότητας (CP, RATE, jitter, shimmer, VPL, OPL, SPL, V+OPL, O+SPL). Οι αλλοιώσεις στο λόγο των ασθενών εκφράστηκαν με: αυξημένο ακουστικό θόρυβο, μειωμένη ένταση φωνής, εμπνοηκότητα και σκληρότητα στην ποιότητα φωνής, υπερρινικότητα, μειωμένη μεταβολή τόνου και έντασης σε συνδυασμό με ανωμαλίες ρυθμού, ασταθή άρθρωση συμφώνων, ακούσια παραγωγή παύσεων, γρήγορη επανάληψη συλλαβών και λέξεων (παλιλαλία) και ξαφνική επιβράδυνση ή επιτάχυνση της ομιλίας.

Συνοψίζοντας, οι παράμετροι των ακουστικών χαρακτηριστικών της φωνής που καταδεικνύονται να επηρεάζονται βάσει ερευνών είναι η θεμελιώδης συχνότητα με τους διαμορφωτές της, το jitter, το shimmer, το HNR, το SPL και η διαδοχοκινητικότητα. Η μέση τιμή, η ελάχιστη και η μέγιστη παρουσιάζει άμεση συσχέτιση με τη διάρκεια της νόσου, ενώ μαζί με το jitter και το SPL συσχετίζονται με την ποιοτική αξιολόγηση της φωνής στο Parkinson. Επίσης, επιβεβαιώνεται ότι οι άντρες προσβάλλονται πιο συχνά από τη νόσο με συχνότερο σύμπτωμα τη δυσφωνία από τις γυναίκες, ενώ η αγωγή (L-Dopa) δεν επηρεάζει τις παραμέτρους της φωνής.

Σκοπός της μεταπτυχιακής εργασίας ήταν να εκτιμηθούν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της φωνής στη νόσο Parkinson και ειδικότερα να επιτευχθεί ο εντοπισμός και ο βαθμός αλλοίωσης της φωνής στη συγκεκριμένη παθολογία με τη χρήση ακουστικο-αεροδυναμικών μετρήσεων.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

1. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν μέσα από τα ευρήματα της μεταπτυχιακής εργασίας είναι τα ακόλουθα:

1. Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά της φωνής στη νόσο του Parkinson ως προς το φύλο των ασθενών;
2. Ποια είναι η συμβολή της φαρμακευτικής αγωγής στην παθολογία φωνής ως προς τη διάρκεια της νόσου Parkinson;
3. Ποια είναι η επίδραση της φαρμακευτικής αγωγής στα χαρακτηριστικά της φωνής;
4. Πως επιδρούν οι εξωγενείς παράγοντες (καφεΐνη, κάπνισμα και αλκοόλ) στη φωνή των ασθενών με τη νόσο του Parkinson;

2. Μεθοδολογία

Η νόσος του Parkinson παρουσιάζει αλλοιώσεις τόσο στα ποιοτικά, όσο και στα ακουστικά χαρακτηριστικά της φωνής. Η ακουστικο-αεροδυναμική αξιολόγηση της φωνής δίνει σημαντικές μετρήσιμες πληροφορίες που συμβάλουν στην έγκαιρη διάγνωση, στην καλύτερη θεραπευτική προσέγγιση της νόσου, καθώς και στην επανεκτίμηση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων.

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία διεξήχθη κατά τη διάρκεια του έτους 2016-2017 στο Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων, αλλά και σε ιδιωτικό νευρολογικό ιατρείο. Η διάρκεια της εργασίας ήταν δέκα (10) μήνες. Η καταγραφή φωνής

πραγματοποιήθηκε ατομικά και κατόπιν συναίνεσης του ασθενούς σε απομονωμένο χώρο μειώνοντας τον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Αρχικά έγινε λήψη του ιστορικού. Στη συνέχεια η φωνή των ασθενών εξετάστηκε ως προς την εκφορά των φωνηέντων της ελληνικής γλώσσας ζητώντας από τους ασθενείς να επιτελέσουν παρατεταμένη εκφορά των φωνημάτων /a/, /e/, /i/, /o/ και /u/, για τουλάχιστον 5΄΄.

Η καταγραφή της φωνής γινόταν στο πρόγραμμα Audacity με τη χρήση tablet. Το καταγεγραμμένο φωνητικό δείγμα αναλυόταν στο λογισμικό πρόγραμμα MDVP στο λογοπαθολογικό εργαστήριο του τμήματος Λογοθεραπείας του ΤΕΙ Ηπείρου. Εν συνεχεία, τα αριθμητικά αποτελέσματα υπόκειντο σε στατιστική ανάλυση με το πρόγραμμα SPSS με σκοπό την ανεύρεση απαντήσεων στα ζητούμενα ερευνητικά ερωτήματα.

3. Συμμετέχοντες

Το δείγμα αποτέλεσαν 32 ασθενείς με τη νόσο Parkinson ελληνικής καταγωγής, οι οποίοι συμμετείχαν εθελοντικά στη μεταπτυχιακή εργασία. Πιο συγκεκριμένα ήταν 18 άνδρες (Μ.Ο.=72,94±5,91 ετών) και 14 γυναίκες (Μ.Ο.=67,43±8,05 ετών). Η διάγνωση της νόσου Parkinson είχε τεθεί από νευρολόγο ιατρό μετά από απεικονιστικό έλεγχο με ΗΕΓ (ηλεκτροεγκεφαλογράφημα), CT (αξονική τομογραφία) εγκεφάλου, MRI (μαγνητική τομογραφία) εγκεφάλου ή/και PET (τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων) εγκεφάλου. Όλοι οι ασθενείς ήταν υπό αγωγή L-Dopa (λεβοντόπα) με αναστολέα/αγωνιστή ντοπαμίνης ή/και αναστολέα/αγωνιστή ακετυλοχολίνης, αλλά και υπό τακτική παρακολούθηση (περίπου κάθε 3-6 μήνες).

4. Υλικό

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η λήψη λογοπαθολογικού ιστορικού με το Voice Evaluation Form (VEF) - American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) – Φυλλάδιο Αξιολόγησης Φωνής (ASHA, 1997).

Το Φυλλάδιο Αξιολόγησης Φωνής είναι ένα ερωτηματολόγιο το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον American Speech Hearing Association (1997) με σκοπό να καταγράψει όλες αυτές τις παραμέτρους και πληροφορίες που σχετίζονται με το ιστορικό φωνής του κάθε εξεταζόμενου. Το φυλλάδιο αυτό περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν το κοινωνικό

ιστορικό, το ιατρικό ιστορικό, τις συνθήκες εργασίες και γενικότερα ερωτήσεις για την όλη φωνητική συμπεριφορά μέσα στην ημέρα. Οι δραστηριότητες-στόχοι της φωνητικής διαδικασίας ήταν καταγεγραμμένες σε έντυπο υλικό με ευανάγνωστη γραμματοσειρά, το οποίο ήταν τοποθετημένο στο οπτικό πεδίο του ασθενούς.

Η καταγραφή φωνής έγινε σε τάμπλετ με το λογισμικό πρόγραμμα επεξεργασίας ψηφιακού ήχου Audacity (έκδοση 2.1.2).

5. Ανάλυση Δεδομένων και Στατιστική Ανάλυση

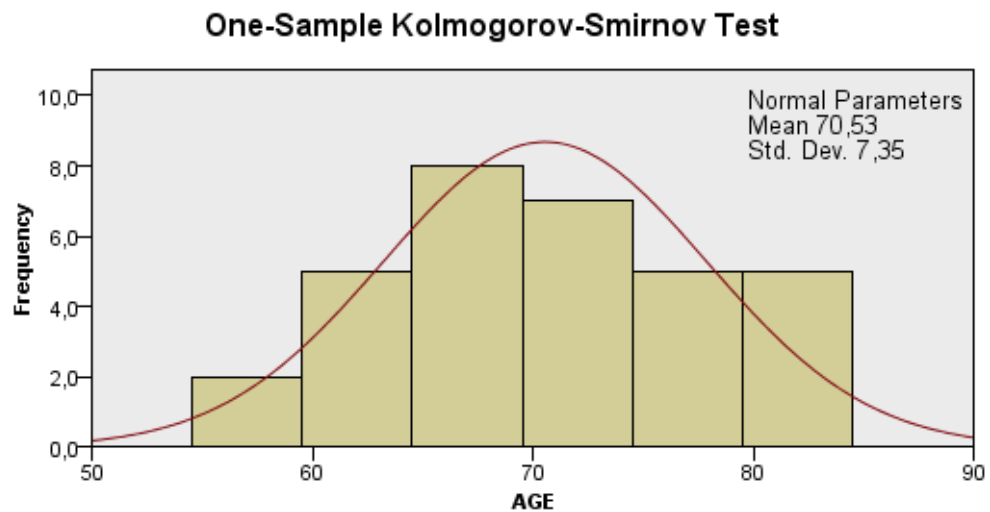
Η ανάλυση των ακουστικών μετρήσεων επιτεύχθηκε με το λογισμικό MDVP (Multi-Dimensional Voice Program). Τέλος, για τη στατιστική ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων και τον εντοπισμό πιθανών συσχετίσεων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα ανάλυσης SPSS.

Αποτελέσματα

Το δείγμα της μεταπτυχιακής εργασίας (N=32) αποτελείται από 18 άνδρες (M.O.=72,94±5,91 ετών) και 14 γυναίκες (M.O.=67,43±8,05 ετών). Κατά τη στατιστική ανάλυση (IBM SPSS20) του δείγματος ο στατιστικός έλεγχος εφαρμόστηκε μέσω των δοκιμών Kolmogorov-Smirnov test. Η δοκιμή έδειξε ότι τα δεδομένα δείγματος ακολουθούν την κανονική κατανομή (sig=.966) έτσι ώστε η επεξεργασία των δεδομένων, η οποία παρουσιάζεται παρακάτω, να είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με παραμετρικά στατιστικά εργαλεία.

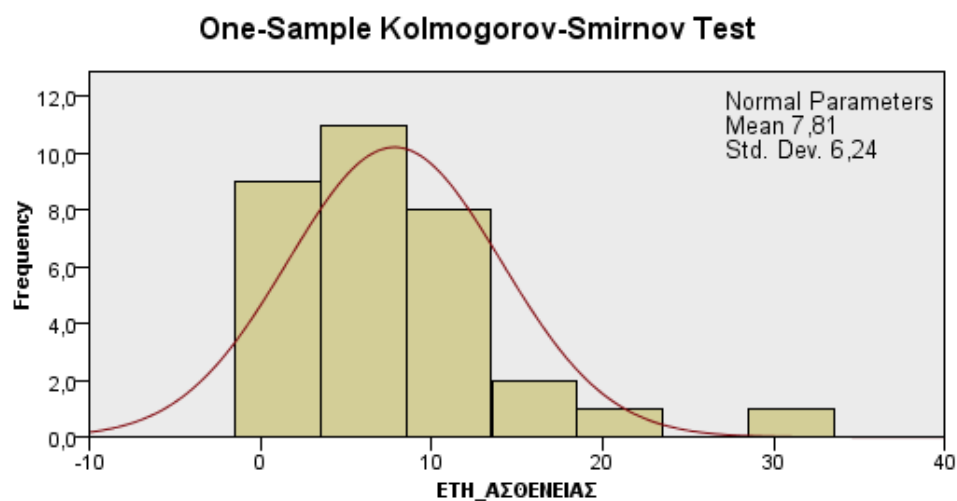
Για την ανάλυση και την περιγραφή της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία Independent samples t-test. Συγκρίθηκαν οι επιδόσεις των ασθενών με τη νόσο Parkinson στην εκφορά των φωνημάτων /a/, /e/, /i/, /o/ και /u/ όπως έχει ήδη περιγραφεί στη μεθοδολογία. Γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής των ασθενών και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Στις Εικόνες 2, 3 και 4 περιγράφονται οι δείκτες κανονικής κατανομής του δείγματος για την ηλικία των ασθενών, τη διάρκεια της νόσου και το φύλο.



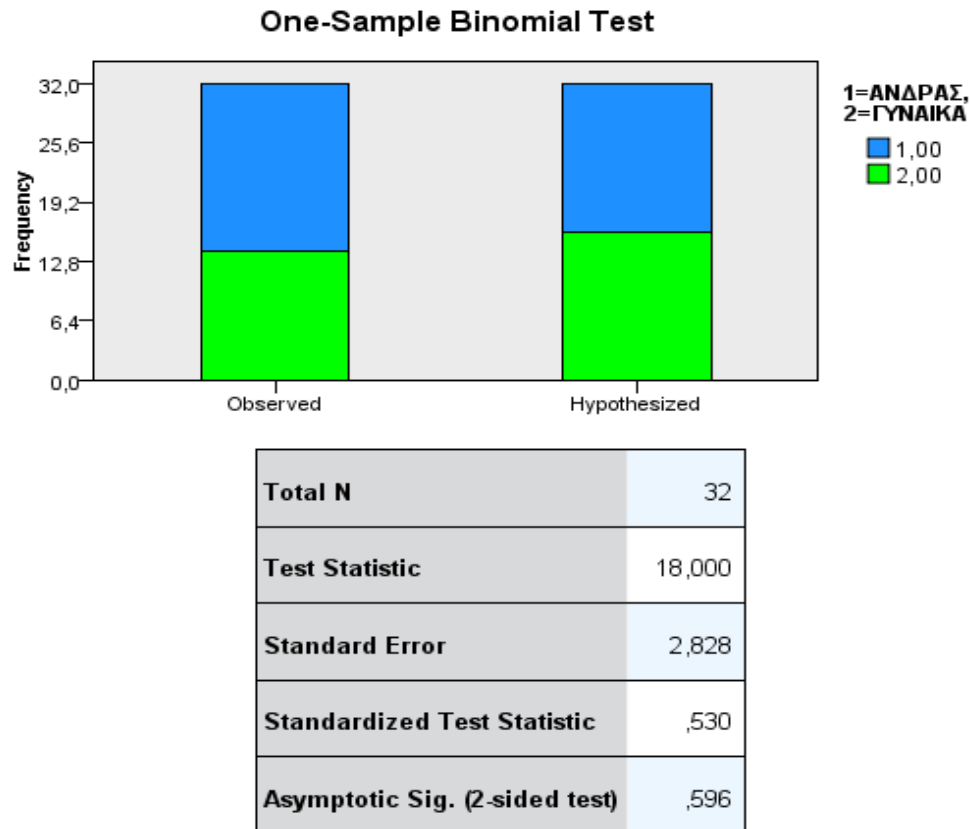
Total N		32
Most Extreme Differences	Absolute	,088
	Positive	,075
	Negative	-,088
Test Statistic		,496
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,966

Εικόνα 2. Δείκτης κανονικής κατανομής του δείγματος για την ηλικία των ασθενών



Total N		32
Most Extreme Differences	Absolute	,180
	Positive	,180
	Negative	-,138
Test Statistic		1,018
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,252

Εικόνα 3. Δείκτης κανονικής κατανομής του δείγματος για τη διάρκεια της νόσου



Εικόνα 4. Δείκτης κανονικής κατανομής του δείγματος για το φύλο των ασθενών

Στον Πίνακα 1.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς το φύλο και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 1.1 δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR μεταξύ ανδρών και γυναικών ασθενών με τη νόσο Parkinson.

Ειδικότερα, συγκρίνοντας το Jitt (%) στο φώνημα /a/, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων παρότι στους άνδρες ασθενείς παρατηρείται αυξημένο (M= 2493.7059, SD=450.27285) σε σχέση με τις γυναίκες (M=2268.4286, SD=1848.68626); (t(29)=.380, p=.706). Επίσης, το Shim (%), το οποίο εμφανίζεται πιο αυξημένο στους άνδρες στο φώνημα /a/, δεν καταγράφει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ανδρών (M=7764.23529, SD=3540.210279) και των γυναικών ασθενών (M=7759.21429, SD=4811.304831); (t(29)=.003, p=.997). Αν και στο

HNR του φωνήματος /a/ οι γυναίκες εμφανίζουν υψηλότερες τιμές δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών (M=181.7647, SD=57.15935) και γυναικών ασθενών (M=184,9286, SD=77.55937); (t(29)= -.131, p=.897).

Πίνακας 1.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς το φύλο (Α:άνδρας, Γ:γυναίκα).

Παράγοντες φωνής ως προς το φύλο (Α:άνδρας, Γ:γυναίκα)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (Α)	2493.7059 (±1450.27285)	2382.0556 (±1077.43314)	2313.0000 (±1391.40990)	2586.0588 (±2634.57604)	2182.7647 (±1670.72314)
Jitt (%) (Γ)	2268.4286 (±1848.68626)	2218.5000 (±1312.46900)	1896.0714 (±1094.19014)	1622.5000 (±1623.44907)	1692.0714 (±1140.82301)
Shim (%) (Α)	7764.23529 (±3540.210279)	6076.2778 (±3270.53492)	5406.4706 (±3529.78631)	6463.6471 (±5761.96888)	5347.7059 (±3378.80896)
Shim (%) (Γ)	7759.21429 (±4811.304831)	5935.1429 (±3866.47104)	6084.1429 (±3974.13807)	5017.7857 (±3682.86876)	4985.0714 (±3807.05526)
HNR (Α)	181.7647 (±57.15935)	154.8235 (±51.75813)	150.0000 (±55.47184)	179.2941 (±117.02925)	206.8824 (±256.89538)
HNR (Γ)	184,9286 (±77.55937)	155,9286 (±35.25176)	150.0000 (±27.61271)	138.2857 (±25.58373)	137.0000 (±29.28638)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (Α:Γ)	.380 (.706)	.387 (.701)	.912 (.369)	1.193 (.243)	.933 (.359)
Shim (%) (Α:Γ)	.003 (.997)	.112 (.912)	-.503 (.619)	.811 (.424)	.281 (.781)
HNR (Α:Γ)	-.131 (.897)	.068 (.946)	.000 (1.000)	1.282 (.210)	1.009 (.321)

Ως προς το φώνημα /e/, στο Jitt (%) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ανδρών ασθενών (M=2382.0556, SD=1077.43314) και των γυναικών (M=2218.5000, SD=1312.46900); (t(30)=.387, p=.701). Ομοίως, στο Shim (%) του ίδιου φωνήματος, το οποίο είναι ελαφρώς υψηλότερο στους άνδρες όπως και το Jitt (%), δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ανδρών ασθενών (M=6076.2778, SD=3270.53492) και των γυναικών (M=5935.1429, SD=3866.47104); (t(30)=.112, p=.912). Οι τιμές του HNR του φωνήματος /e/ δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών (M=154.8235, SD=51.75813) και γυναικών (M=155,9286, SD=35.25176); (t(30)= -.068, p=.946).

Στο φώνημα /i/ οι άντρες παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στο Jitt (%) χωρίς, όμως, να καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=2313.0000$, $SD=1391.40990$) και γυναικών ($M=1896.0714$, $SD=1094.19014$); ($t(29)=-.912$, $p=.369$). Στο Shim (%) οι τιμές των γυναικών υπερτερούν σε σχέση με αυτές των ανδρών χωρίς, όμως, πάλι να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=5406.4706$, $SD=3529.78631$) και γυναικών ($M=6084.1429$, $SD=3974.13807$); ($t(29)=-.503$, $p=.619$). Αν και στο HNR παρουσιάζεται ίδια τιμή και στα δύο φύλα με τους άνδρες να έχουν μεγαλύτερη τυπική απόκλιση, δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=150.0000$, $SD=55.47184$) και γυναικών ($M=150.0000$, $SD=27.61271$); ($t(29)=.000$, $p=1.000$).

Στο φώνημα /o/ οι άνδρες παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές από τις γυναίκες και στα τρία χαρακτηριστικά της φωνής. Παρόλα αυτά, ούτε στο Jitt (%) καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=2586.0588$, $SD=2634.57604$) και γυναικών ($M=1622.5000$, $SD=1623.44907$); ($t(29)=1.193$, $p=.243$), ούτε στο Shim (%) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=6463.6471$, $SD=5761.96888$) και γυναικών ($M=5017.7857$, $SD=3682.86876$); ($t(29)=.811$, $p=.424$), αλλά ούτε και στο HNR διαφαίνεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=179.2941$, $SD=117.02925$) και γυναικών ($M=138.2857$, $SD=25.58373$); ($t(29)=1.282$, $p=.210$).

Ακόμη και στο φώνημα /u/ οι άνδρες ασθενείς έχουν υψηλότερες τιμές στα Jitt (%), Shim (%) και HNR. Ωστόσο, συγκρίνοντας τα δύο φύλα στο Jitt (%) δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=2182.7647$, $SD=1670.72314$) και γυναικών ($M=1692.0714$, $SD=1140.82301$); ($t(29)=.933$, $p=.359$). Επίσης, και στο Shim (%) δεν εντοπίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=5347.7059$, $SD=3378.80896$) και γυναικών ($M=4985.0714$, $SD=3807.05526$); ($t(29)=.281$, $p=.781$). Τέλος, ούτε στο HNR παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=206.8824$, $SD=256.89538$) και γυναικών ($M=137.0000$, $SD=29.28638$); ($t(29)=1.009$, $p=.321$).

Στον Πίνακα 1.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής F_0 , MFO , F_{hi} και F_{lo} στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς το φύλο και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 1.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς το φύλο (Α:άνδρας, Γ:γυναίκα).

Παράγοντες φωνής ως προς το φύλο (Α:άνδρας, Γ:γυναίκα)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (Α)	148877.2941 (±21083.13049)	154795.5000 (±23535.8272)	156147.9412 (±26893.68498)	158767.2353 (±30738.05671)	165426.6471 (±34391.55779)
Fo (Hz) (Γ)	217647.5714 (±37865.63625)	225616.0000 (±50321.3218)	238186.3571 (±53868.77227)	225869.5714 (±49794.36464)	260813.5714 (±72680.99000)
MFo (Hz) (Α)	147177.9412 (±21423.66959)	153764.4444 (±22579.0565)	155169.9412 (±27280.23991)	157160.0588 (±30186.63999)	164368.1176 (±33246.99687)
MFo (Hz) (Γ)	210447.9286 (±47251.52417)	221899.6429 (±55750.8295)	237295.7857 (±54358.75072)	224338.5000 (±51554.05812)	257151.2857 (±78038.96006)
Fhi (Hz) (Α)	219555.4118 (±71720.31469)	204232.6667 (±47663.9771)	206557.6471 (±53268.34731)	203414.6471 (±49008.37033)	216055.4118 (±61149.47428)
Fhi (Hz) (Γ)	302918.4286 (±68292.45950)	304226.5000 (±70837.9277)	280181.1429 (±61663.55782)	299308.7857 (±65958.18096)	369324.7143 (±105935.68751)
Flo (Hz) (Α)	104747.1765 (±24080.34270)	112805.3333 (±25453.3242)	118267.2353 (±28804.80154)	119063.7059 (±30471.19989)	127466.3529 (±27455.26895)
Flo (Hz) (Γ)	148162.2857 (±58347.62957)	146504.0714 (±58289.2740)	173770.7143 (±54411.67821)	160685.3571 (±59021.93531)	188527.2143 (±54909.76547)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (Α:Γ)	-6.394 (.000)*	-5.290 (.000)*	-5.513 (.000)*	-4.601 (.000)*	-4.809 (.000)*
MFo (Hz) (Α:Γ)	-4.950 (.000)*	-4.728 (.000)*	-5.463 (.000)*	-4.522 (.000)*	-4.448 (.000)*
Fhi (Hz) (Α:Γ)	-3.290 (.003)	-4.769 (.000)*	-3.567 (.001)*	-4.643 (.000)*	-5.042 (.000)*
Flo (Hz) (Α:Γ)	-2.800 (.009)	-2.205 (.035)	-3.640 (.001)*	-2.532 (.017)	-4.024 (.000)*

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 1.2 παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς όλες τις τιμές της θεμελιώδους συχνότητας μεταξύ των ανδρών και των γυναικών ασθενών με τη νόσο Parkinson.

Αναλυτικότερα, στο φώνημα /a/, η Fo παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις γυναίκες να υπερέχουν κατά τη σύγκριση ανδρών (M= 148877.2941, SD= 21083.13049) και γυναικών ασθενών (M=217647.5714, SD=37865.63625); (t(29)=-6.394, p=.000). Η MFo εμφανίζεται στατιστικά σημαντική υπέρ των γυναικών, καθώς συγκρίνονται οι άνδρες (M=147177.9412, SD=21423.66959) με τις γυναίκες ασθενείς (M=210447.9286, SD=47251.52417); (t(29)=-4.950, p=.000). Παρατηρώντας την Fhi σημειώνεται μια μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών (M=219555.4118, SD=71720.31469) και γυναικών (M=302918.4286, SD=68292.45950); (t(29)= -3.290, p=.003). Ομοίως η Flo δεν είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών (M=104747.1765, SD=24080.34270) και γυναικών (M=148162.2857, SD= 58347.62957); (t(29)= -2.800, p=.009).

Στο φώνημα /e/, η Fo παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις γυναίκες να υπερέχουν κατά τη σύγκριση ανδρών ($M=154795.5000$, $SD=23535.8272$) και γυναικών ασθενών ($M=225616.0000$, $SD=50321.3218$); ($t(30)=-5.290$, $p=.000$). Η MFo εμφανίζεται στατιστικά σημαντική υπέρ των γυναικών, καθώς συγκρίνονται οι άνδρες ($M=153764.4444$, $SD=22579.0565$) με τις γυναίκες ασθενείς ($M=221899.6429$, $SD=55750.8295$); ($t(30)=-4.728$, $p=.000$). Η Fhi σημειώνει, επίσης, μια διαφορά, η οποία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών ($M=204232.6667$, $SD=47663.9771$) και γυναικών ($M=304226.5000$, $SD=70837.9277$); ($t(30)=-4.769$, $p=.000$), ενώ παρατηρώντας την Flo δεν είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών ($M=112805.3333$, $SD=25453.3242$) και γυναικών ($M=146504.0714$, $SD=58289.2740$) ($t(30)=-2.205$, $p=.035$).

Στο φώνημα /i/, η Fo παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις γυναίκες να υπερέχουν κατά τη σύγκριση ανδρών ($M=156147.9412$, $SD=26893.68498$) και γυναικών ασθενών ($M=238186.3571$, $SD=53868.77227$); ($t(29)=-5.513$, $p=.000$). Η MFo εμφανίζεται στατιστικά σημαντική υπέρ των γυναικών, καθώς συγκρίνονται οι άνδρες ($M=155169.9412$, $SD=27280.23991$) με τις γυναίκες ασθενείς ($M=237295.7857$, $SD=54358.75072$); ($t(29)=-5.463$, $p=.000$). Παρατηρώντας την Fhi σημειώνεται μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών ($M=206557.6471$, $SD=53268.34731$) και γυναικών ($M=280181.1429$, $SD=61663.55782$); ($t(29)=-3.567$, $p=.001$). Ομοίως η Flo είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών ($M=118267.2353$, $SD=28804.80154$) και γυναικών ($M=173770.7143$, $SD=54411.67821$) ($t(29)=-3.640$, $p=.001$).

Στο φώνημα /o/, η Fo παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις γυναίκες να υπερέχουν κατά τη σύγκριση ανδρών ($M=158767.2353$, $SD=30738.05671$) και γυναικών ασθενών ($M=225869.5714$, $SD=49794.36464$); ($t(29)=-4.601$, $p=.000$). Η MFo εμφανίζεται στατιστικά σημαντική υπέρ των γυναικών, καθώς συγκρίνονται οι άνδρες ($M=157160.0588$, $SD=30186.63999$) με τις γυναίκες ασθενείς ($M=224338.5000$, $SD=51554.05812$); ($t(29)=-4.522$, $p=.000$). Παρατηρώντας την Fhi σημειώνεται μια διαφορά, η οποία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών ($M=203414.6471$, $SD=49008.37033$) και γυναικών ($M=299308.7857$, $SD=65958.18096$); ($t(29)=-4.643$, $p=.000$). Αντιθέτως, η Flo δεν είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών ($M=119063.7059$, $SD=30471.19989$) και γυναικών ($M=160685.3571$, $SD=59021.93531$) ($t(29)=-2.532$, $p=.017$).

Στο φώνημα /u/, η Fo παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις γυναίκες να υπερέχουν κατά τη σύγκριση ανδρών ($M=165426.6471$, $SD=34391.55779$) και γυναικών ασθενών ($M=260813.5714$, $SD=72680.99000$); ($t(29)=-4.809$, $p=.000$). Η MFo εμφανίζεται στατιστικά σημαντική υπέρ των γυναικών, καθώς συγκρίνονται οι άνδρες ($M=164368.1176$,

SD=33246.99687) με τις γυναίκες ασθενείς (M=257151.2857, SD=78038.96006); (t(29)=-4.448, p=.000). Παρατηρώντας την Fh1 σημειώνεται μια διαφορά, η οποία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ ανδρών (M=216055.4118, SD=61149.47428) και γυναικών (M=369324.7143, SD=105935.68751); (t(29)=-5.042, p=.000). Ομοίως η Flo είναι στατιστικά σημαντική παρουσιάζοντας διαφορά μεταξύ ανδρών (M=127466.3529, SD=27455.26895) και γυναικών (M=188527.2143, SD=54909.76547); (t(29)= -4.024, p=.000).

Στον Πίνακα 2.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη L-Dopa 1 και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 2.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 1 (1:ναι, 0:όχι).

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 1 (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2509.0556 (±1196.11609)	2152.0588 (±1631.53649)	2434.6667 (±1772.22177)	2123.7647 (±1256.30522)	2434.5294 (±2810.67381)
Jitt (%) (0)	2055.2143 (±1123.00998)	1729.3571 (±1223.69136)	2332.8462 (±1443.38357)	2125.8571 (±1319.15776)	1806.5000 (±1330.70888)
Shim (%) (1)	6677.1111 (±4159.93794)	5677.0000 (±3815.65583)	7909.61111 (±4497.056686)	5938.1176 (±4377.44660)	6622.1176 (±6155.95599)
Shim (%) (0)	5162.6429 (±2220.39125)	4585.2143 (±3162.15351)	7557.53846 (±3613.938724)	5438.5714 (±2769.15149)	4825.3571 (±2666.92025)
HNR (1)	194.0000 (±69.24636)	139.7778 (±30.89937)	133.2778 (±21.67896)	131.0000 (±23.01662)	186.3889 (±248.22574)
HNR (0)	168.2308 (±60.56973)	176.8462 (±51.98052)	173.1538 (±57.12099)	202.0000 (±126.98294)	160.0000 (±65.72544)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (1:0)	-1.093 (.283)	-.801 (.430)	-.170 (.866)	.005 (.996)	-.767 (.449)
Shim (%) (1:0)	-1.230 (.228)	-.855 (.399)	-.233 (.818)	-.370 (.714)	-1.014 (.319)
HNR (1:0)	-1.076 (.291)	2.486 (.019)	2.717 (.011)	2.334 (.027)	-.372 (.712)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.1 η λήψη του L-Dopa 1 επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR, αλλά όχι τόσο ώστε να είναι στατιστικά σημαντικό.

Αναλυτικότερα, στο φώνημα /a/ η λήψη του L-Dopa 1 φαίνεται να βελτιώνει το Jitt (%) χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=2509.0556$, $SD=1196.11609$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2055.2143$, $SD=1123.00998$); ($t(30)=-1.093$, $p=.283$). Ακόμη, το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται αν και αυτή η βελτίωση δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=6677.1111$, $SD=4159.93794$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=5162.6429$, $SD=2220.39125$); ($t(30)=-1.230$, $p=.228$). Ομοίως το HNR παρουσιάζει μια μη στατιστικά σημαντική βελτίωση με τη λήψη του L-Dopa 1 συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=194.0000$, $SD=69.24636$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=168.2308$, $SD=60.56973$); ($t(30)=-1.076$, $p=.291$).

Για το φώνημα /e/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική βελτίωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2152.0588$, $SD=1631.53649$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=1729.3571$, $SD=1223.69136$); ($t(29)=-.801$, $p=.430$). Το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=5677.0000$, $SD=3815.65583$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=4585.2143$, $SD=3162.15351$); ($t(29)=-.855$, $p=.399$). Η επιρροή της λήψης του L-Dopa 1 στο HNR, ωστόσο δεν είναι στατιστικά σημαντική, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=139.7778$, $SD=30.89937$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=176.8462$, $SD=51.98052$); ($t(29)=2.486$, $p=.019$).

Ως προς το φώνημα /i/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική βελτίωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2152.0588$, $SD=1631.53649$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=1729.3571$, $SD=1223.69136$); ($t(29)=-.801$, $p=.430$). Το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=5677.0000$, $SD=3815.65583$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=4585.2143$, $SD=3162.15351$); ($t(29)=-.855$, $p=.399$). Η επιρροή της λήψης του L-Dopa 1 στο HNR, ωστόσο, δεν είναι στατιστικά σημαντική, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=139.7778$, $SD=30.89937$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=176.8462$, $SD=51.98052$); ($t(29)=2.486$, $p=.019$).

Για το φώνημα /o/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2123.7647$, $SD=1256.30522$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2125.8571$, $SD=1319.15776$); ($t(29)=.005$, $p=.996$).

Το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=5938.1176$, $SD=4377.44660$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=5438.5714$, $SD=2769.15149$); ($t(29)=-.370$, $p=.714$). Η επιρροή της λήψης του L-Dopa 1 στο HNR, ωστόσο, δεν είναι στατιστικά σημαντική, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=131.0000$, $SD=23.01662$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=202.0000$, $SD=126.98294$); ($t(29)=2.334$, $p=.027$).

Στο φώνημα /u/ η λήψη του L-Dopa 1 φαίνεται να βελτιώνει το Jitt (%) χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=2434.5294$, $SD=2810.67381$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=1806.5000$, $SD=1330.70888$); ($t(29)=-.767$, $p=.449$). Ακόμη, το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται αν και αυτή η βελτίωση δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=6622.1176$, $SD=6155.95599$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=4825.3571$, $SD=2666.92025$); ($t(29)=-1.014$, $p=.319$). Ομοίως το HNR παρουσιάζει μια μη στατιστικά σημαντική βελτίωση με τη λήψη του L-Dopa 1 συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=186.3889$, $SD=248.22574$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=160.0000$, $SD=65.72544$); ($t(29)=-.372$, $p=.712$).

Στον Πίνακα 2.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Fo, MFO, Fhi και Flo στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη L-Dopa 1 και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.2 δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική επιρροή της λήψης του L-Dopa 1 σε καμία από τις μετρήσεις της θεμελιώδους συχνότητας της φωνής (Fo, MFO, Fhi και Flo).

Ειδικότερα, για το φώνημα /a/, η λήψη του L-Dopa 1 δε φαίνεται να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=174159.5556$, $SD=41482.14728$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=200719.3571$, $SD=60144.11500$); ($t(30)=1.478$, $p=.150$). Ακόμη, το MFO δε δείχνει να μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=170708.7222$, $SD=43503.47683$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=200114.1429$, $SD=59903.16109$); ($t(30)=1.610$, $p=.118$). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 1 δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=237173.5000$, $SD=62335.38014$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=261874.0000$, $SD=92708.98522$); ($t(30)=.900$, $p=.375$). Τέλος, ούτε στις

τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=112911.0556$, $SD=43863.59605$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=146368.1429$, $SD=41697.32864$); ($t(30)= 2.187$, $p=.037$).

Πίνακας 2.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 1 (1:ναι, 0:όχι).

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 1 (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (1)	174159.5556 (± 41482.14728)	198006.3529 (± 59185.92616)	169524.7222 (± 38104.39498)	182573.8824 (± 53569.17220)	179411.2353 (± 47485.02779)
Fo (Hz) (0)	200719.3571 (± 60144.11500)	221252.5000 (± 86493.77392)	194348.8462 (± 52222.28836)	206097.7143 (± 62514.42618)	200801.8571 (± 57062.48573)
MFo (Hz) (1)	170708.7222 (± 43503.47683)	194369.2941 (± 61786.46928)	164089.6111 (± 40586.61670)	181150.2353 (± 54147.55527)	177248.4706 (± 48159.51997)
MFo (Hz) (0)	200114.1429 (± 59903.16109)	220721.2857 (± 86173.82482)	191898.6923 (± 52647.42586)	205748.2857 (± 62354.83337)	199945.4286 (± 57321.42315)
Fhi (Hz) (1)	237173.5000 (± 62335.38014)	275984.7059 (± 100393.23940)	256491.1667 (± 84368.99639)	231890.2353 (± 66575.11671)	245582.2353 (± 77259.48155)
Fhi (Hz) (0)	261874.0000 (± 92708.98522)	296553.4286 (± 130550.29445)	258189.1538 (± 79190.96455)	249420.1429 (± 69708.75402)	248105.2857 (± 73396.29565)
Flo (Hz) (1)	112911.0556 (± 43863.59605)	147430.9412 (± 50394.63477)	119702.7778 (± 45323.86446)	132700.0000 (± 46894.56965)	125002.5294 (± 47103.58143)
Flo (Hz) (0)	146368.1429 (± 41697.32864)	164284.5000 (± 53397.51515)	130794.1538 (± 51765.22764)	156245.2143 (± 52603.89320)	153473.9286 (± 49395.72982)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (1:0)	1.478 (.150)	.886 (.383)	1.533 (.136)	1.129 (.268)	1.140 (.264)
MFo (Hz) (1:0)	1.610 (.118)	.990 (.330)	1.662 (.107)	1.176 (.249)	1.199 (.240)
Fhi (Hz) (1:0)	.900 (.375)	.496 (.624)	.057 (.955)	.714 (.481)	.093 (.927)
Flo (Hz) (1:0)	2.187 (.037)	.902 (.374)	.634 (.531)	1.317 (.198)	1.639 (.112)

Ως προς το φώνημα /e/, το L-Dopa 1 δε δείχνει να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=198006.3529$, $SD= 59185.92616$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=221252.5000$, $SD= 86493.77392$); ($t(29)= .886$, $p= .383$). Ακόμη, το MFo δε μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=194369.2941$, $SD= 61786.46928$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=220721.2857$, $SD= 86173.82482$); ($t(29)= .990$, $p=.330$). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 1 δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=275984.7059$, $SD=100393.23940$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=296553.4286$, $SD= 130550.29445$); ($t(29)= .496$, $p=.624$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική η επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M= 147430.9412$, $SD= 50394.63477$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 164284.5000$, $SD= 53397.51515$); ($t(29)= .902$, $p=.374$).

Για το φώνημα /i/, το Fo δεν επηρεάζεται κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=169524.7222$, $SD=38104.39498$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=194348.8462$, $SD=52222.28836$); ($t(29)= 1.533$, $p=.136$). Ακόμη, το MFo δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=164089.6111$, $SD=40586.61670$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=191898.6923$, $SD= 52647.42586$); ($t(29)= 1.662$, $p=.107$). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 1 δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=256491.1667$, $SD= 84368.99639$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 258189.1538$, $SD= 79190.96455$); ($t(29)= .057$, $p=.955$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική επιρροή του φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=119702.7778$, $SD=45323.86446$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=130794.1538$, $SD=51765.22764$); ($t(29)= .634$, $p=.531$).

Στο φώνημα /o/ το L-Dopa 1 δε φαίνεται να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=182573.8824$, $SD= 53569.17220$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 206097.7143$, $SD= 62514.42618$); ($t(29)= 1.129$, $p=.268$). Ακόμη, το MFo δε δείχνει να μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=181150.2353$, $SD= 54147.55527$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=205748.2857$, $SD= 62354.83337$); ($t(29)= 1.176$, $p=.249$). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 1 δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=231890.2353$, $SD= 66575.11671$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν

($M=249420.1429$, $SD=69708.75402$); ($t(29)=.714$, $p=.481$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=132700.0000$, $SD=46894.56965$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=156245.2143$, $SD=52603.89320$); ($t(29)=1.317$, $p=.198$).

Ως προς το φώνημα /u/, το L-Dopa 1 δε δείχνει να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=179411.2353$, $SD=47485.02779$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=200801.8571$, $SD=57062.48573$); ($t(29)=1.140$, $p=.264$). Ακόμη, το MFo δε μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 1 ($M=177248.4706$, $SD=48159.51997$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=199945.4286$, $SD=57321.42315$); ($t(29)=1.199$, $p=.240$). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 1 δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=245582.2353$, $SD=77259.48155$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=248105.2857$, $SD=73396.29565$); ($t(29)=.093$, $p=.927$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική η επίδραση του L-Dopa 1 κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=125002.5294$, $SD=47103.58143$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=153473.9286$, $SD=49395.72982$); ($t(29)=1.639$, $p=.112$).

Στον Πίνακα 3.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη L-Dopa 2 και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1 καταγράφονται κάποιες αρνητικές συσχετίσεις της λήψης του L-Dopa 2 με τα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR, οι οποίες, όμως, δεν στατιστικά σημαντικές.

Αναλυτικότερα, στο φώνημα /a/ η λήψη του L-Dopa 2 φαίνεται να βελτιώνει το Jitt (%) χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=2041.5625$, $SD=1050.59640$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2579.4375$, $SD=1250.81365$); ($t(30)=1.317$, $p=.198$). Ακόμη, το Shim (%) δείχνει να βελτιώνεται αν και αυτή η βελτίωση δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 ($M=5168.2500$, $SD=2101.22851$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=6860.8125$, $SD=4375.65124$); ($t(30)=1.395$, $p=.173$). Ομοίως, το HNR παρουσιάζει μια μη στατιστικά σημαντική βελτίωση με τη λήψη

του L-Dopa 2 συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=165.6667$, $SD= 56.60978$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 199.6250$, $SD= 71.53542$); ($t(30)= 1.459$, $p=.155$).

Πίνακας 3.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 2 (1:ναι, 0:όχι).

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 2 (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2041.5625 (±1050.59640)	2007.8750 (±1540.74038)	2260.3333 (±1366.03068)	2115.9375 (±1234.21092)	1758.3125 (±1248.00388)
Jitt (%) (0)	2579.4375 (±1250.81365)	1911.3333 (±1407.84672)	2515.3750 (±1859.09440)	2134.0667 (±1336.93383)	2569.6667 (±2975.94359)
Shim (%) (1)	5168.2500 (±2101.22851)	4950.6250 (±3108.53268)	7414.33333 (±3372.067523)	5363.0625 (±2591.90796)	4866.4375 (±2486.59017)
Shim (%) (0)	6860.8125 (±4375.65124)	5432.8000 (±4011.98508)	8087.87500 (±4752.249809)	6085.2667 (±4655.16042)	6817.8667 (±6553.90440)
HNR (1)	165.6667 (±56.60978)	173.6667 (±48.85060)	168.3333 (±54.52348)	191.9333 (±120.53480)	225.6667 (±270.52453)
HNR (0)	199.6250 (±71.53542)	138.1250 (±32.49385)	132.8125 (±22.74267)	131.5625 (±24.40756)	128.1250 (±20.55521)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (1:0)	1.317 (.198)	-.182 (.857)	.433 (.668)	.039 (.969)	1.002 (.325)
Shim (%) (1:0)	1.395 (.173)	.375 (.710)	.452 (.654)	.538 (.594)	1.110 (.276)
HNR (1:0)	1.459 (.155)	-2.400 (.023)	-2.395 (.023)	-1.963 (.059)	-1.439 (.161)

Για το φώνημα /e/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική βελτίωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2007.8750$, $SD=1540.74038$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=1911.3333$, $SD=1407.84672$); ($t(29)= -.182$, $p=.857$). Η επιρροή της λήψης του L-Dopa 2 στο Shim (%), ωστόσο, δεν είναι στατιστικά σημαντική, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=4950.6250$, $SD=3108.53268$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=5432.8000$, $SD= 4011.98508$); ($t(29)= .375$, $p=.710$). Το HNR δείχνει να βελτιώνεται χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=173.6667$, $SD=48.85060$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=138.1250$, $SD=32.49385$); ($t(29)= -2.400$, $p=.023$).

Ως προς το φώνημα /i/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική βελτίωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2260.3333$, $SD=1366.03068$) με

εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2515.3750$, $SD=1859.09440$); ($t(29)=.433$, $p=.668$). Η επιρροή της λήψης του L-Dopa 2 στο Shim (%), ωστόσο, δεν είναι στατιστικά σημαντική, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=7414.33333$, $SD=3372.067523$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=8087.87500$, $SD=4752.249809$); ($t(29)=.452$, $p=.654$). Το HNR δείχνει να βελτιώνεται χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=168.3333$, $SD=54.52348$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=132.8125$, $SD=22.74267$); ($t(29)=-2.395$, $p=.023$).

Για το φώνημα /o/ το Jitt (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=2115.9375$, $SD=1234.21092$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2134.0667$, $SD=1336.93383$); ($t(29)=.039$, $p=.969$). Το Shim (%) δε δείχνει να επηρεάζεται συγκρίνοντας τους ασθενείς που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=5363.0625$, $SD=2591.90796$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=6085.2667$, $SD=4655.16042$); ($t(29)=.538$, $p=.594$). Αν και η λήψη του L-Dopa 2 επιδρά στο HNR, αυτό δεν είναι στατιστικά σημαντικό, αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=191.9333$, $SD=120.53480$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=131.5625$, $SD=24.40756$); ($t(29)=-1.963$, $p=.059$).

Στο φώνημα /u/ το Jitt (%) παρουσιάζει μια μη στατιστικά σημαντική επιρροή με τη λήψη του L-Dopa 2 συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=1758.3125$, $SD=1248.00388$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=2569.6667$, $SD=2975.94359$); ($t(29)=1.002$, $p=.325$). Ακόμη, το Shim (%) δε δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 ($M=4866.4375$, $SD=2486.59017$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=6817.8667$, $SD=6553.90440$); ($t(29)=1.110$, $p=.276$). Η λήψη του L-Dopa 2 φαίνεται να βελτιώνει ελάχιστα το HNR χωρίς, όμως, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=225.6667$, $SD=270.52453$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=128.1250$, $SD=20.55521$); ($t(29)=-1.439$, $p=.161$).

Στον Πίνακα 3.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Fo, M_{Fo}, F_{h1} και F_o στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη L-Dopa 2 και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 3.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 2 (1:ναι, 0:όχι).

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη L-Dopa 2 (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (1)	196208.0625 (±58223.99408)	217456.4375 (±82675.50199)	188987.6667 (±51456.37109)	203556.0000 (±60156.93433)	196813.3750 (±56178.89160)
Fo (Hz) (0)	175350.8750 (±42819.52885)	198956.0000 (±61104.82630)	171447.8125 (±38824.62776)	182148.5333 (±55508.57768)	180813.5333 (±48252.94685)
MFo (Hz) (1)	195614.1250 (±57973.30066)	216901.1250 (±82366.11891)	186175.0000 (±52459.39304)	203211.8125 (±59995.96885)	195645.8125 (±56843.54223)
MFo (Hz) (0)	171533.0625 (±45150.89994)	194930.5333 (±64059.01947)	165979.4375 (±41163.66611)	180576.0667 (±56152.05694)	178808.4667 (±48636.05758)
Fhi (Hz) (1)	259201.2500 (±92590.28523)	293173.4375 (±126123.40574)	252078.8667 (±75951.04965)	248811.7500 (±71161.21948)	242671.5625 (±72380.61873)
Fhi (Hz) (0)	236758.6875 (±57718.98087)	276847.5333 (±101911.26255)	262007.3125 (±87468.62940)	230201.8667 (±64257.40210)	251041.8000 (±78584.71640)
Flo (Hz) (1)	143329.5000 (±39789.36496)	161820.3750 (±51168.85337)	125635.0000 (±50649.41312)	131346.5333 (±49702.53494)	147137.1875 (±50735.94490)
Flo (Hz) (0)	111767.5625 (±46482.16187)	147812.2000 (±52839.70719)	123153.0625 (±46219.60644)	154570.9375 (±49433.06750)	127965.5333 (±47797.95263)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (1:0)	-1.154 (.257)	-.705 (.487)	-1.076 (.291)	-1.028 (.313)	-.848 (.403)
MFo (Hz) (1:0)	-1.311 (.200)	-.825 (.416)	-1.197 (.241)	-1.083 (.288)	-.883 (.384)
Fhi (Hz) (1:0)	-.823 (.417)	-.395 (.696)	.336 (.739)	-.762 (.452)	.309 (.760)
Flo (Hz) (1:0)	-2.063 (.048)	-.750 (.459)	-.143 (.888)	-1.304 (.203)	-1.081 (.289)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2 καταγράφονται κάποιες αρνητικές συσχετίσεις της λήψης του L-Dopa 2 με τα χαρακτηριστικά της φωνής Fo, MFo, Fhi και Flo, οι οποίες, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Ειδικότερα, για το φώνημα /a/, η λήψη του L-Dopa 2 φαίνεται να επηρεάζει το Fo, αλλά όχι στατιστικά σημαντικά, κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο (M=196208.0625, SD=58223.99408) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=175350.8750, SD=42819.52885); (t(30)= -1.154, p= .257). Ομοίως, το MFo δείχνει να μεταβάλλεται μη στατιστικά σημαντικά αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 (M=195614.1250, SD=57973.30066) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=171533.0625, SD=45150.89994); (t(30)= -1.311, p= .200). Ακόμη για το Fhi η λήψη του L-Dopa 2 δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν (M= 259201.2500, SD= 92590.28523) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν

($M=236758.6875$, $SD=57718.98087$); ($t(30) = -.823$, $p=.417$). Τέλος, στις τιμές του Flo φαίνεται η μεγαλύτερη, αλλά μη στατιστικά σημαντική επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=143329.5000$, $SD=39789.36496$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=111767.5625$, $SD=46482.16187$); ($t(30) = -2.063$, $p=.048$).

Ως προς το φώνημα /e/, το L-Dopa 2 δε δείχνει να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=217456.4375$, $SD=82675.50199$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=198956.0000$, $SD=61104.82630$); ($t(29) = -.705$, $p=.487$). Ακόμη, το M Fo δε μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 ($M=216901.1250$, $SD=82366.11891$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 194930.5333$, $SD= 64059.01947$); ($t(29) = -.825$, $p=.416$). Ομοίως για το Fhi, η λήψη του L-Dopa 2 δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=293173.4375$, $SD=126123.40574$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=276847.5333$, $SD=101911.26255$); ($t(29) = -.395$, $p=.696$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική η επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=161820.3750$, $SD= 51168.85337$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=147812.2000$, $SD=52839.70719$); ($t(29) = -.750$, $p=.459$).

Για το φώνημα /i/, το Fo δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=188987.6667$, $SD=51456.37109$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=171447.8125$, $SD=38824.62776$); ($t(29) = -1.076$, $p=.291$). Ακόμη, το M Fo δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μεταβολή αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 ($M=186175.0000$, $SD=52459.39304$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=165979.4375$, $SD=41163.66611$); ($t(29) = -1.197$, $p=.241$). Για το Fhi η λήψη του L-Dopa 2 δεν επηρεάζεται συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=252078.8667$, $SD=75951.04965$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=262007.3125$, $SD=87468.62940$); ($t(29) = .336$, $p= .739$). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική επιρροή του φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=125635.0000$, $SD=50649.41312$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=123153.0625$, $SD=46219.60644$); ($t(29) = -.143$, $p= .888$).

Στο φώνημα /o/ το L-Dopa 2 δε φαίνεται να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο ($M=203556.0000$, $SD= 60156.93433$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M= 182148.5333$, $SD= 55508.57768$); ($t(29) = -1.028$, $p=.313$). Ακόμη, το M Fo δε δείχνει να μεταβάλλεται αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-

Dopa 2 (M=203211.8125, SD=59995.96885) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=180576.0667, SD=56152.05694); (t(29)= -1.083, p=.288). Ομοίως για το Fhi η λήψη του L-Dopa 2 δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν (M=248811.7500, SD=71161.21948) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=230201.8667, SD=64257.40210); (t(29)= -.762, p=.452). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική επίδραση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο (M=131346.5333, SD=49702.53494) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=154570.9375, SD=49433.06750); (t(29)= -1.304, p=.203).

Ως προς το φώνημα /u/, το L-Dopa 2 δε δείχνει να επηρεάζει το Fo κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο (M=196813.3750, SD=56178.89160) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=180813.5333, SD=48252.94685); (t(29)= -.848, p=.403). Ακόμη, το MFo δε μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που λαμβάνουν το L-Dopa 2 (M=195645.8125, SD=56843.54223) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=178808.4667, SD=48636.05758); (t(29)= -.883, p=.384). Ομοίως η λήψη του L-Dopa 2 δεν επηρεάζει το Fhi συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν (M=242671.5625, SD=72380.61873) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M= 251041.8000, SD=78584.71640); (t(29)= .309, p=.760). Τέλος, ούτε στις τιμές του Flo φαίνεται στατιστικά σημαντική η επίδραση του L-Dopa 2 κατά τη σύγκριση των ασθενών που λαμβάνουν το φάρμακο (M=147137.1875, SD=50735.94490) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν (M=127965.5333, SD=47797.95263); (t(29)= -1.081, p=.289).

Πίνακας 4. Λήψη φαρμάκου (L-Dopa 2 ή L-Dopa 1) ως προς τη διάρκεια της νόσου

Λήψη φαρμάκου ως προς τη διάρκεια της νόσου (1:ναι, 0:όχι)	ΕΤΗ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ
	M (SD)
L-Dopa 1 (1)	9.2222 (±7.69687)
L-Dopa 1 (0)	6.0000 (±3.03822)
L-Dopa 2 (1)	6.6250 (±3.77492)
L-Dopa 2 (0)	9.0000 (±7.95822)
	t-test (p-level)
L-Dopa 1 (1:0)	-1.475* (.151)
L-Dopa 2 (1:0)	1.079 (.289)

Στον Πίνακα 4 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της λήψης L-Dopa 1 και 2 ως προς τη διάρκεια της νόσου και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των

τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, συγκρίνοντας τα δύο φάρμακα L-Dopa μεταξύ τους, φαίνεται πως το L-Dopa 1 έχει θετικότερη επίδραση από το L-Dopa 2 καθώς η νόσος εξελίσσεται. Χωρίς, βέβαια, αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό, υπάρχει θετική επίδραση του L-Dopa 1 συγκρίνοντας τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=9.2222$, $SD=7.69687$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=6.0000$, $SD=3.03822$); ($t(30)=-1.475$, $p=.151$). Αντιθέτως, η λήψη του L-Dopa 2 δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που το λαμβάνουν ($M=6.6250$, $SD=3.77492$) με εκείνους που δεν το λαμβάνουν ($M=9.0000$, $SD=7.95822$); ($t(30)=1.079$, $p=.289$).

Στον Πίνακα 5 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%), HNR, Fo, M_{Fo}, F_{hi} και F_{lo} στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη L-Dopa 1 και 2 και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5 η λήψη του L-Dopa 1 δείχνει να αυξάνει τις τιμές στα Jitt (%), Shim (%) και HNR για το φώνημα /a/ (*), ενώ με το ίδιο φάρμακο μειώνονται οι μετρήσεις της θεμελιώδους συχνότητας στα φωνήματα /a/ και /e/ (**). Επίσης, το L-Dopa 2 παρουσιάζει πιο ακραίες τιμές στις τυπικές αποκλίσεις της θεμελιώδους συχνότητας (•) σε σχέση με το L-Dopa 1.

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη φαρμάκου (L-Dopa 2:1, L-Dopa 1:2)

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη φαρμάκου (L- Dopa 2 :1, L- Dopa 1 :2)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2041.5625 (±1050.59640)	2007.8750 (±1540.74038)	2260.3333 (±1366.03068)	2115.9375 (±1234.21092)	1758.3125 (±1248.00388)
Jitt (%) (2)	2509.0556* (±1196.11609)	2152.0588 (±1631.53649)	2434.6667 (±1772.22177)	2123.7647 (±1256.30522)	2434.5294 (±2810.67381)
Shim (%) (1)	5168.2500 (±2101.22851)	4950.6250 (±3108.53268)	7414.33333 (±3372.067523)	5363.0625 (±2591.90796)	4866.4375 (±2486.59017)
Shim (%) (2)	6677.1111* (±4159.93794)	5677.0000 (±3815.65583)	7909.61111 (±4497.056686)	5938.1176 (±4377.44660)	6622.1176 (±6155.95599)
HNR (1)	165.6667 (±56.60978)	173.6667 (±48.85060)	168.3333 (±54.52348)	191.9333 (±120.53480)	225.6667 (±270.52453)
HNR (2)	194.0000* (±69.24636)	139.7778 (±30.89937)	133.2778 (±21.67896)	131.0000 (±23.01662)	186.3889 (±248.22574)
Fo (Hz) (1)	196208.0625 (±58223.99408) •	217456.4375 (±82675.5019 9)•	188987.6667 (±51456.37109) •	203556.0000 (±60156.93433)•	196813.3750 (±56178.89160)•
Fo (Hz) (2)	174159.5556** (±41482.14728)	198006.3529** (±59185.9261 6)	169524.7222 (±38104.39498)	182573.8824 (±53569.17220)	179411.2353 (±47485.02779)
MFo (Hz) (1)	195614.1250 (±57973.30066) •	216901.1250 (±82366.1189 1)•	186175.0000 (±52459.39304) •	203211.8125 (±59995.96885)•	195645.8125 (±56843.54223)•
MFo (Hz) (2)	170708.7222** (±43503.47683)	194369.2941** (±61786.4692 8)	164089.6111 (±40586.61670)	181150.2353 (±54147.55527)	177248.4706 (±48159.51997)
Fhi (Hz) (1)	259201.2500 (±92590.28523)	293173.4375 (±126123.405 74)	252078.8667 (±75951.04965)	248811.7500 (±71161.21948)	242671.5625 (±72380.61873)
Fhi (Hz) (2)	237173.5000** (±62335.38014)	275984.7059** (±100393.239 40)	256491.1667 (±84368.99639)	231890.2353 (±66575.11671)	245582.2353 (±77259.48155)
Flo (Hz) (1)	143329.5000 (±39789.36496)	161820.3750 (±51168.8533 7)	125635.0000 (±50649.41312)	131346.5333 (±49702.53494)	147137.1875 (±50735.94490)
Flo (Hz) (2)	112911.0556** (±43863.59605)	147430.9412** (±50394.6347 7)	119702.7778 (±45323.86446)	132700.0000 (±46894.56965)	125002.5294 (±47103.58143)

Στον Πίνακα 6.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη καφεΐνης και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 6.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη καφεΐνης (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη καφεΐνης (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2494.4138 (±1622.41565)	2372.0333 (±1182.06915)	2199.2069 (±1264.61212)	2211.6552 (±2320.01484)	2018.7931 (±1481.15306)
Jitt (%) (0)	906.5000 (±226.98128)	1387.5000 (±2.12132)	1044.5000 (±775.69614)	1270.0000 (±280.01429)	1125.5000 (±713.47074)
Shim (%) (1)	7908.58621 (±4162.930746)	6191.4333 (±3529.06361)	5798.3103 (±3796.72801)	5915.8966 (±5065.99737)	5242.7931 (±3635.12692)
Shim (%) (0)	5636.00000 (±2561.140761)	3361.0000 (±380.42345)	4468.5000 (±1123.59268)	4285.0000 (±49.49747)	4330.5000 (±731.85552)
HNR (1)	187.2414 (±66.29030)	153.2069 (±44.20034)	146.586 (±43.40067)	161.0000 (±92.67262)	176.2069 (±198.33258)
HNR (0)	124.5000 (±12.02082)	186.0000 (±48.08326)	197.0000 (±41.01219)	157.5000 (±7.77817)	162.5000 (±53.03301)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (1:0)	-1.362 (.184)	-1.160 (.255)	-1.263 (.217)	-.565 (.577)	-.836 (.410)
Shim (%) (1:0)	-.755 (.456)	-1.117 (.273)	-.487 (.630)	-.448 (.657)	-.349 (.730)
HNR (1:0)	-1.317 (.198)	1.012 (.320)	1.586 (.124)	-.053 (.958)	-.096 (.924)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.1 υπάρχει αυξητική συσχέτιση της λήψης καφεΐνης με τα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR (πλην του φωνήματος /e/), η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Ειδικότερα, για το φώνημα /a/ η λήψη καφέ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν καφέ (M=2494.4138, SD=1622.41565) με εκείνους που δεν πίνουν (M=906.5000, SD=226.98128); (t(29)= -1.362, p=.184). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν καφέ (M=7908.58621, SD=4162.930746) με εκείνους που δεν πίνουν (M=5636.00000, SD=

2561.140761); ($t(29) = -.755$, $p = .456$). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν καφέ ($M = 187.2414$, $SD = 66.29030$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M = 124.5000$, $SD = 12.02082$); ($t(29) = -1.317$, $p = .198$).

Ως προς το φώνημα /e/, η λήψη καφέ φαίνεται να μεταβάλλει αυξητικά το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν καφέ ($M = 2372.0333$, $SD = 1182.06915$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 1387.5000$, $SD = 2.12132$); ($t(29) = -1.160$, $p = .255$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν καφέ ($M = 6191.4333$, $SD = 3529.06361$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 3361.0000$, $SD = 380.42345$); ($t(29) = -1.117$, $p = .273$). Επίσης, η αύξηση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν καφέ ($M = 153.2069$, $SD = 44.20034$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M = 186.0000$, $SD = 48.08326$); ($t(29) = 1.012$, $p = .320$).

Στο φώνημα /i/ η λήψη καφέ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν καφέ ($M = 2199.2069$, $SD = 1264.61212$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 1044.5000$, $SD = 775.69614$); ($t(29) = -1.263$, $p = .217$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν καφέ ($M = 5798.3103$, $SD = 3796.72801$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 4468.5000$, $SD = 1123.59268$); ($t(29) = -.487$, $p = .630$). Η πτωτική τάση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν καφέ ($M = 146.586$, $SD = 43.40067$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M = 197.0000$, $SD = 41.01219$); ($t(29) = 1.586$, $p = .124$).

Για το φώνημα /o/ η λήψη καφέ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν καφέ ($M = 2211.6552$, $SD = 2320.01484$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 1270.0000$, $SD = 280.01429$); ($t(29) = -.565$, $p = .577$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν καφέ ($M = 5915.8966$, $SD = 5065.99737$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 4285.0000$, $SD = 49.49747$); ($t(29) = -.448$, $p = .657$). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν καφέ ($M = 161.0000$, $SD = 92.67262$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M = 157.5000$, $SD = 7.77817$); ($t(29) = -.053$, $p = .958$).

Στο φώνημα /u/ η λήψη καφέ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν καφέ ($M = 2018.7931$, $SD = 1481.15306$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M = 1125.5000$, $SD = 713.47074$); ($t(29) = -.836$, $p = .410$). Το Shim (%) δεν

παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν καφέ ($M=5242.7931$, $SD=3635.12692$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M=4330.5000$, $SD=731.85552$); ($t(29) = -.349$, $p=.730$). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν καφέ ($M=176.2069$, $SD=198.33258$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M=162.5000$, $SD=53.03301$); ($t(29)=-.096$, $p=.924$).

Στον Πίνακα 6.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής F_0 , MF_0 , F_{hi} και F_{lo} στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη καφεΐνης και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 6.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη καφεΐνης (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη καφεΐνης (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (1)	175832.7241 (±43982.40473)	181287.6667 (±49878.72126)	187812.5862 (±55994.38108)	184621.2759 (±50998.57642)	202694.6552 (±71160.71132)
Fo (Hz) (0)	239415.5000 (±18224.26307)	253156.5000 (±160.51324)	271279.5000 (±11947.98328)	253600.0000 (±13915.86145)	292749.0000 (±22152.24124)
MFo (Hz) (1)	171384.7931 (±45595.65765)	178963.9333 (±51001.10972)	186847.5862 (±56311.58783)	182976.6552 (±51549.87219)	200370.4483 (±72406.07079)
MFo (Hz) (0)	239068.5000 (±17891.92288)	252718.5000 (±55.86144)	270725.0000 (±12303.65799)	253068.5000 (±13432.90752)	291816.5000 (±22581.45506)
Fhi (Hz) (1)	256797.3793 (±83664.39223)	242318.8667 (±74537.04976)	234829.7586 (±66865.49250)	239770.3103 (±69783.51026)	276449.8276 (±111971.66384)
Fhi (Hz) (0)	263088.0000 (±14762.97538)	332896.5000 (±78073.78103)	311976.5000 (±11095.21250)	347516.5000 (±86667.95685)	413221.5000 (±4397.49707)
Flo (Hz) (1)	120108.0000 (±46076.63149)	123987.9667 (±44661.76903)	138902.7586 (±48748.94535)	134503.8966 (±49247.02578)	152246.2414 (±52186.93349)
Flo (Hz) (0)	185921.0000 (±21381.49485)	180957.0000 (±13972.43000)	207576.5000 (±7105.71604)	186532.5000 (±21689.08630)	195584.0000 (±10494.87885)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (1:0)	2.006 (.054)	2.007 (.054)	2.073 (.047)	1.880 (.070)	1.759 (.089)
MFo (Hz) (1:0)	2.061 (.048)	2.014 (.053)	2.072 (.047)	1.890 (.069)	1.755 (.090)
Fhi (Hz) (1:0)	.105 (.917)	1.661 (.107)	1.605 (.119)	2.092 (.045)	1.700 (.100)
Flo (Hz) (1:0)	1.981 (.057)	1.774 (.086)	1.960 (.060)	1.466 (.154)	1.155 (.257)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.2 εντοπίζεται πτωτική τάση των χαρακτηριστικών της φωνής Fo, MFo, Fhi και Flo με τη λήψη καφεΐνης, χωρίς όμως αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό.

Στον Πίνακα 7.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη αλκοόλ και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 7.1 υπάρχει συσχέτιση της λήψης αλκοόλ με τα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR, η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν αυξητική μεταβολή των χαρακτηριστικών σε όλα τα φωνήματα εκτός από το HNR στα /e/ και /u/ όπου εντοπίζεται μείωση.

Ειδικότερα, για το φώνημα /a/ η λήψη αλκοόλ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν αλκοόλ ($M=2679.7273$, $SD=1906.01139$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M=2233.7000$, $SD=1464.15041$); ($t(29)=-.729$, $p=.472$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν αλκοόλ ($M=8378.72727$, $SD=4593.215956$) με εκείνους που δεν πίνουν ($M=7422.75000$, $SD=3866.183360$); ($t(29)=-.616$, $p=.542$). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν αλκοόλ ($M=186.3636$, $SD=51.20795$) με εκείνους που δεν καταναλώνουν ($M=181.4500$, $SD=74.04087$); ($t(29)=-.195$, $p=.847$).

Πίνακας 7.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη αλκοόλ (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη αλκοόλ (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2679.7273 (±1906.01139)	2530.6667 (±1323.65103)	2646.0909 (±1597.61243)	2739.0909 (±2793.64756)	2523.9091 (±1296.32877)
Jitt (%) (0)	2233.7000 (±1464.15041)	2178.4000 (±1079.36455)	1837.9500 (±965.63813)	1827.4000 (±1898.79719)	1651.6500 (±1472.99660)
Shim (%) (1)	8378.72727 (±4593.215956)	6904.5000 (±3943.17813)	6592.3636 (±4053.08799)	7425.1818 (±6965.68322)	6409.9091 (±3497.38432)
Shim (%) (0)	7422.75000 (±3866.183360)	5480.5500 (±3163.09288)	5228.6000 (±3484.71040)	4922.7000 (±3194.81275)	4509.6500 (±3434.69605)
HNR (1)	186.3636 (±51.20795)	153.1818 (±36.92917)	165.6364 (±61.56829)	175.1818 (±90.91185)	156.5455 (±65.69378)
HNR (0)	181.4500 (±74.04087)	156.5000 (±48.83431)	141.4000 (±29.97438)	152.8500 (±90.13573)	185.6500 (±235.68473)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (1:0)	-.729 (.472)	-.821 (.418)	-1.763 (.088)	-1.080 (.289)	-1.643 (.111)
Shim (%) (1:0)	-.616 (.542)	-1.124 (.270)	-.984 (.333)	-1.378 (.179)	-1.465 (.154)
HNR (1:0)	-.195 (.847)	.196 (.846)	-1.483 (.149)	-.658 (.516)	.398 (.693)

Ως προς το φώνημα /e/, η λήψη αλκοόλ φαίνεται να μεταβάλλει αυξητικά το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν αλκοόλ (M=2530.6667, SD=1323.65103) με εκείνους που δεν πίνουν (M=2178.4000, SD=1079.36455); (t(29)= -.821, p=.418). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν αλκοόλ (M=6904.5000, SD=3943.17813) με εκείνους που δεν πίνουν (M=5480.5500, SD=3163.09288); (t(29)= -1.124, p= .270). Η πτωτική τάση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν αλκοόλ (M=153.1818, SD=36.92917) με εκείνους που δεν καταναλώνουν (M=156.5000, SD=48.83431); (t(29)=.196, p=.846).

Στο φώνημα /i/ η λήψη καφέ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν αλκοόλ (M=2646.0909, SD=1597.61243) με εκείνους που δεν πίνουν (M=1837.9500, SD=965.63813); (t(29)= -1.763, p=.088). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν αλκοόλ (M=6592.3636, SD=4053.08799) με εκείνους που δεν πίνουν (M=5228.6000, SD=3484.71040); (t(29)= -.984, p= .333). Η πτωτική τάση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν αλκοόλ (M= 165.6364, SD=61.56829) με εκείνους που δεν καταναλώνουν (M= 141.4000, SD= 29.97438); (t(29)= -1.483, p=.149).

Για το φώνημα /o/ η λήψη αλκοόλ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν αλκοόλ (M=2739.0909, SD= 2793.64756) με εκείνους που δεν πίνουν (M=1827.4000, SD=1898.79719); (t(29)= -1.080, p=.289). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν αλκοόλ (M=7425.1818, SD=6965.68322) με εκείνους που δεν πίνουν (M=4922.7000, SD=3194.81275); (t(29)= -1.378, p=.179). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν αλκοόλ (M=175.1818, SD=90.91185) με εκείνους που δεν καταναλώνουν (M=152.8500, SD=90.13573); (t(29)=-.658, p=.516).

Στο φώνημα /u/ η λήψη αλκοόλ φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καταναλώνουν αλκοόλ (M=2523.9091, SD= 1296.32877) με εκείνους που δεν πίνουν (M=1651.6500, SD=1472.99660); (t(29)= -1.643, p=.111). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που πίνουν αλκοόλ (M=6409.9091, SD=3497.38432) με εκείνους που δεν πίνουν (M=4509.6500, SD=3434.69605); (t(29)= -1.465, p=.154). Η πτωτική μεταβολή του HNR δεν είναι

στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καταναλώνουν αλκοόλ (M=156.5455, SD=65.69378) με εκείνους που δεν καταναλώνουν (M=185.6500, SD=235.68473); (t(29)=.398, p=.693).

Στον Πίνακα 7.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Fo, M Fo, Fhi και Flo στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς τη λήψη αλκοόλ και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 7.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς τη λήψη αλκοόλ (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς τη λήψη αλκοόλ (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (1)	162433.4545 (±37159.06756)	171695.6667 (±33917.52199)	176077.6364 (±42556.07607)	174118.7273 (±39892.21675)	186599.9091 (±49292.25393)
Fo (Hz) (0)	189560.6000 (±47589.42676)	194229.7500 (±58656.26593)	202613.5000 (±64014.90329)	197295.5500 (±57213.23982)	220552.2000 (±81102.09704)
M Fo (Hz) (1)	160566.5455 (±37635.10062)	170087.0833 (±33431.48307)	174518.9091 (±43363.74908)	171481.6364 (±39372.79753)	184470.7273 (±47604.05532)
M Fo (Hz) (0)	184103.2000 (±50786.82817)	191665.5000 (±60630.57928)	202016.1000 (±64044.51426)	196308.1000 (±57994.04105)	218259.9000 (±83409.47013)
Fhi (Hz) (1)	237740.1818 (±82743.23868)	233236.5000 (±57826.61550)	229537.0000 (±57110.54438)	231280.1818 (±70018.43995)	266640.8182 (±105966.64001)
Fhi (Hz) (0)	267907.9000 (±79921.43860)	256826.0500 (±86340.62909)	245455.4500 (±73280.92386)	255214.5000 (±76946.08698)	295521.9500 (±118735.44863)
Flo (Hz) (1)	118605.6364 (±39618.66131)	119004.4167 (±38668.61394)	118058.2727 (±41101.09791)	122330.8182 (±37594.57693)	135032.2727 (±44803.10924)
Flo (Hz) (0)	127515.6000 (±52187.30202)	132675.0000 (±49351.85494)	157234.6000 (±50068.36293)	146401.9500 (±53899.07582)	166047.7000 (±52806.23709)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (1:0)	1.632 (.113)	1.210 (.236)	1.229 (.229)	1.190 (.244)	1.261 (.217)
M Fo (Hz) (1:0)	1.343 (.190)	1.129 (.268)	1.268 (.215)	1.264 (.216)	1.232 (.228)
Fhi (Hz) (1:0)	.993 (.329)	.838 (.409)	.622 (.539)	.854 (.400)	.672 (.507)
Flo (Hz) (1:0)	.492 (.626)	.819 (.419)	2.213 (.035)	1.311 (.200)	1.646 (.111)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2 εντοπίζεται πτωτική τάση των χαρακτηριστικών της φωνής Fo, MFO, Fhi και Flo με τη λήψη αλκοόλ, χωρίς όμως αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό.

Στον Πίνακα 8.1 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς το κάπνισμα και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 8.1. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς το κάπνισμα (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς το κάπνισμα (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Jitt (%) (1)	2908.0000 (±1592.81779)	2408.4000 (±1461.26993)	2395.7500 (±807.61599)	1760.2500 (±1168.61610)	2432.7500 (±1484.96900)
Jitt (%) (0)	2292.7308 (±1633.84030)	2292.3704 (±1139.17572)	2084.5556 (±1324.05360)	2208.7778 (±2383.02236)	1891.2963 (±1464.87137)
Shim (%) (1)	7626.34615 (±4306.61434 5)	6447.6000 (±1735.71867)	5737.2500 (±1233.27731)	5106.7500 (±1016.24255)	6026.0000 (±3104.91964)
Shim (%) (0)	8467.20000 (±2950.59124 6)	5934.3333 (±3737.43095)	5708.8519 (±3940.07694)	5914.9630 (±5255.78867)	5059.1852 (±3615.72876)
HNR (1)	213.4000 (±50.57470)	127.4000 (±25.44209)	140.4000 (±17.47284)	126.4000 (±27.66406)	120.6000 (±22.68920)
HNR (0)	177.3846 (±67.78854)	160.6923 (±45.51463)	151.8462 (±47.90632)	167.3846 (±96.01003)	185.8462 (±208.29358)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Jitt (%) (1:0)	-.774 (.445)	-.201 (.842)	-.454 (.653)	.366 (.717)	-.689 (.496)
Shim (%) (1:0)	-.415 (.681)	-.298 (.768)	-.014 (.989)	.302 (.764)	-.506 (.617)
HNR (1:0)	-1.123 (.271)	1.574 (.126)	.521 (.606)	.935 (.357)	.690 (.496)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 8.1 υπάρχει συσχέτιση του καπνίσματος με τα χαρακτηριστικά της φωνής Jitt (%), Shim (%) και HNR, η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν αυξητική μεταβολή του Jitt (%) σε όλα τα φωνήματα, αύξηση του Shim (%) στα φωνήματα /e/ και /u/, οριακή αύξηση στο φώνημα /i/ και μείωση στα φωνήματα /a/ και /o/. Για το HNR εντοπίζεται μείωση σε όλα τα φωνήματα πλην του /a/.

Ειδικότερα, για το φώνημα /a/ το κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καπνίζουν (M=2908.0000, SD=1592.81779) με εκείνους που δεν καπνίζουν (M=2292.7308, SD=1633.84030); (t(29)= -.774, p= .445). Το Shim (%) παρουσιάζει μη στατιστικά σημαντική μείωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που καπνίζουν (M=7626.34615, SD=4306.614345) με εκείνους που δεν καπνίζουν (M=8467.20000,

SD=2950.591246); ($t(29) = -.415$, $p = .681$). Ομοίως, η αυξητική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=213.4000$, $SD=50.57470$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=177.3846$, $SD=67.78854$); ($t(29) = -1.123$, $p=.271$).

Ως προς το φώνημα /e/, το κάπνισμα φαίνεται να μεταβάλλει αυξητικά το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καπνίζουν ($M=2408.4000$, $SD=1461.26993$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=2292.3704$, $SD=1139.17572$); ($t(30) = -.201$, $p=.842$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=6447.6000$, $SD=1735.71867$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=5934.3333$, $SD=3737.43095$); ($t(30) = -.298$, $p=.768$). Η πτωτική τάση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=127.4000$, $SD=25.44209$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=160.6923$, $SD=45.51463$); ($t(30) = 1.574$, $p = .126$).

Στο φώνημα /i/ το κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καπνίζουν ($M=2395.7500$, $SD=807.61599$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=2084.5556$, $SD=1324.05360$); ($t(29) = -.454$, $p=.653$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=5737.2500$, $SD=1233.27731$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=5708.8519$, $SD=3940.07694$); ($t(29) = -.014$, $p = .989$). Η πτωτική τάση του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=140.4000$, $SD=17.47284$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=151.8462$, $SD=47.90632$); ($t(29) = .521$, $p=.606$).

Για το φώνημα /o/ το κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καπνίζουν ($M=1760.2500$, $SD=1168.61610$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=2208.7778$, $SD=2383.02236$); ($t(29) = .366$ (.717, $p =$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μείωση συγκρίνοντας τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=5106.7500$, $SD=1016.24255$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=5914.9630$, $SD=5255.78867$); ($t(29) = .302$, $p=.764$). Η πτωτική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν συγκρίνουμε τους ασθενείς που καπνίζουν ($M=126.4000$, $SD=27.66406$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=167.3846$, $SD=96.01003$); ($t(29) = .935$, $p=.357$).

Στο φώνημα /u/ το κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει το Jitt (%) κατά τη σύγκριση των ασθενών που καπνίζουν ($M=2432.7500$, $SD=1484.96900$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=1891.2963$, $SD=1464.87137$); ($t(29) = -.689$, $p = .496$). Το Shim (%) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση συγκρίνοντας τους ασθενείς που καπνίζουν ($M= 6026.0000$, $SD= 3104.91964$) με εκείνους που δεν καπνίζουν ($M=5059.1852$, $SD=3615.72876$); ($t(29) = -.506$, $p=.617$). Η πτωτική μεταβολή του HNR δεν είναι στατιστικά σημαντική αν

συγκρίνουμε τους ασθενείς που καπνίζουν (M=120.6000, SD=22.68920) με εκείνους που δεν καπνίζουν (M=185.8462, SD=208.29358); (t(29)=.690, p= .496).

Στον Πίνακα 8.2 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της καταγραφής των χαρακτηριστικών φωνής Fo, M Fo, Fhi και Flo στα φωνήματα /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ των ασθενών ως προς το κάπνισμα και παρουσιάζονται τα δεδομένα των μέσων τιμών Mean (M) και των τυπικών αποκλίσεων (SD), οι τιμές των Independent samples t test και ο βαθμός σημαντικότητας (p-level) της σύγκρισης των επιδόσεών τους.

Πίνακας 8.2. Χαρακτηριστικά φωνής ως προς το κάπνισμα (1:ναι, 0:όχι)

Παράγοντες φωνής ως προς το κάπνισμα (1:ναι, 0:όχι)	Εκφερόμενα φωνήματα				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Fo (Hz) (1)	159801.4000 (±23517.53831)	163031.0000 (±28850.58187)	184142.5000 (±50330.87538)	164280.5000 (±33457.90659)	186128.7500 (±57638.72550)
Fo (Hz) (0)	183806.6538 (±47929.87746)	189992.1481 (±53864.97105)	194539.0370 (±59804.64918)	192744.2593 (±53972.53357)	211819.5556 (±74726.55165)
M Fo (Hz) (1)	155182.2000 (±23645.85862)	159553.8000 (±28479.40957)	182185.2500 (±50149.81046)	161846.0000 (±32459.81667)	183739.2500 (±54581.35904)
M Fo (Hz) (0)	179707.1154 (±49937.30761)	188021.7037 (±55111.25738)	193751.4444 (±60157.23340)	191299.1111 (±54630.23664)	209608.1111 (±76379.81682)
Fhi (Hz) (1)	257867.6000 (±113566.95363)	213294.6000 (±23706.78416)	229772.0000 (±71604.37761)	216942.2500 (±63211.23424)	273010.5000 (±154504.07714)
Fhi (Hz) (0)	257075.4615 (±76076.80192)	254403.1852 (±81622.62962)	241293.6296 (±68106.87000)	251133.4444 (±75835.03509)	287090.5926 (±109854.39184)
Flo (Hz) (1)	105955.6000 (±41017.80512)	92323.6000 (±39490.61188)	103380.7500 (±27539.17937)	108941.5000 (±30365.49429)	135744.5000 (±64147.29124)
Flo (Hz) (0)	127892.1538 (±48686.22992)	134071.6667 (±44086.94366)	149252.2222 (±50310.21010)	142144.8889 (±50701.08182)	157901.1481 (±50316.89344)
	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)	t-test (p-level)
Fo (Hz) (1:0)	1.084 (.287)	1.081 (.134)	.329 (.744)	1.017 (.317)	.656 (.517)
M Fo (Hz) (1:0)	1.064 (.296)	1.117 (.273)	.365 (.718)	1.042 (.306)	.649 (.522)
Fhi (Hz) (1:0)	-.020 (.984)	1.104 (.278)	.314 (.756)	.855 (.399)	.228 (.821)
Flo (Hz) (1:0)	.942 (.354)	1.971 (.058)	1.767 (.088)	1.265 (.216)	.797 (.432)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 8.2 εντοπίζεται πτωτική τάση των χαρακτηριστικών της φωνής F_0 , MFO , F_{hi} (πλην του φωνήματος /a/) και F_{lo} με το κάπνισμα, χωρίς όμως αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό.

Συζήτηση

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η διερεύνηση της ποιότητας φωνής των ασθενών με τη νόσο Parkinson. Έγινε αναδίφηση της σχετικής βιβλιογραφίας και καταγράφηκαν στοιχεία που αφορούν τη συσχέτιση διαφόρων παραγόντων (ενδογενών και εξωγενών) με τα ακουστικά χαρακτηριστικά της φωνής στη νόσο Parkinson. Ως προς το θέμα και το στόχο της μεταπτυχιακής εργασίας, επισημαίνεται πως αντίστοιχες μελέτες και αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία είναι περιορισμένες και ακόμη περισσότερο στην ελληνική γλώσσα. Η μελέτη των χαρακτηριστικών της φωνής στη νόσο Parkinson, αν και αφορά μεγάλο πληθυσμιακό κομμάτι, δεν έχει μελετηθεί εκτενώς σε αντίθεση με τα κινητικά ελλείμματα της νόσου.

Προς απάντηση των προαναφερθέντων ερευνητικών ερωτημάτων, η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία επιβεβαιώνει αρκετά από αυτά, αλλά αναδεικνύει και ζητήματα που απαιτούν μελλοντική διερεύνηση. Ειδικότερα, οι τιμές της θεμελιώδους συχνότητας παρουσιάζουν μείωση στους άνδρες ασθενείς σε σχέση με τις γυναίκες. Όπως αποδεικνύεται και από πορίσματα ερευνών (Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016), οι γυναίκες ασθενείς εμφανίζουν βελτιωμένη ποιότητα φωνής συγκριτικά με τους άνδρες, κάτι που αντικατοπτρίζεται με διαφοροποιήσεις στις τιμές της θεμελιώδους συχνότητας (MF₀, F_{h1} και F_{l0}) (Galaz, et al., 2016; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016; Fabbri, et al., 2017).

Ακόμη, σύμφωνα με τα πορίσματα της εν λόγω εργασίας εντοπίζεται αλλοίωση όλων των χαρακτηριστικών της φωνής με το κάπνισμα. Έρευνες (Tafiadis, Tatsis, Ziavra, & Toki, 2017; Tafiadis, Toki, Miller, & Ziavra, 2017) αναφέρουν μείωση των τιμών της θεμελιώδους συχνότητας και αύξηση των Jitt (%) και Shim (%) σε άτομα που δεν έχουν ιστορικό Parkinson και καπνίζουν. Ομοίως, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεταπτυχιακής εργασίας, οι ασθενείς με τη νόσο Parkinson που καπνίζουν παρουσιάζουν την ίδια εικόνα στην πλειονότητα των φωνημάτων /a/, /e/, /i/, /o/ και /u/ που εξετάστηκαν. Ωστόσο, παρουσιάστηκε μείωση του Shim στα φωνήματα /a/ και /o/. Επιπλέον, στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία εξετάστηκαν ως εξωγενείς παράγοντες που ενδέχεται να επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά της φωνής η κατανάλωση καφεΐνης και αλκοόλ. Οι παράγοντες αυτοί φαίνεται να επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της φωνής στο ίδιο μοτίβο με το κάπνισμα παρουσιάζοντας μειωμένη θεμελιώδη συχνότητα και HNR, αλλά αυξημένα τα Jitt (%) και

Shim (%). Αξιοσημείωτο είναι, βέβαια, ότι μεγαλύτερη συσχέτιση φαίνεται να υπάρχει στα Jitt (%), Shim (%) και HNR παρά με το F_0 στην κατανάλωση καφεΐνης και αλκοόλ.

Όσον αφορά στη λήψη της φαρμακευτικής αγωγής, ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν πως η φαρμακευτική αγωγή στη νόσο Parkinson συμβάλει θετικά στα κινητικά ελλείμματα, αλλά δεν επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της φωνής (Martínez-Sánchez, et al., 2016; Fabbri, et al., 2017). Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία εντοπίστηκε ελάχιστη, αλλά μη στατιστικά σημαντική βελτίωση του L-Dopa 1 ως προς το L-Dopa 2 σε σχέση με τη διάρκεια της νόσου. Επίσης η ομάδα των ασθενών που λαμβάνουν το L-Dopa 1 είναι πιο ομογενοποιημένη σε σχέση με το σύνολο των ασθενών που λαμβάνουν το L-Dopa 2.

Μελλοντική έρευνα μπορεί να εμβαθύνει στην μελέτη του συνδυασμού του φαρμακευτικού σχήματος και της εναλλαγής δοσολογιών παράλληλα με την ανάλυση των χαρακτηριστικών της φωνής.

Συμπεράσματα

Καταλήγοντας, στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε ακουστικο-αεροδυναμική αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της φωνής σε ασθενείς με τη νόσο Parkinson. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν υποδεικνύουν τη θετική συμβολή της συγκεκριμένης μεθόδου αξιολόγησης στην κλινική λογοπαθολογική διάγνωση. Παράλληλα επιβεβαιώνονται τα ελλείμματα στη φωνή της εν λόγω παθολογίας, και αναδεικνύεται η επιρροή φαρμακευτικής αγωγής. νέα προς περεταίρω μελέτη και διερεύνηση.

Μελλοντική έρευνα μπορεί να εστιάσει μεγαλύτερο δείγμα συσχετίζοντας φαρμακευτική αγωγή, πιθανά γνωστικά ελλείμματα, ψυχική κατάσταση των ασθενών και άλλους παράγοντες.

Βιβλιογραφία

- Akbart, T., Anhoque, C., & Meireles, A. (2016). Vocal Analysis of Individuals with Parkinson's Disease: Correlations between Perceptual Data, Acoustics and Electroglottography. *Speech Prosody*, 1221-1224.
- Ali, Z., Elamvazuthi, I., Alsulaiman, M., & Muhammad, G. (2016). Detection of voice pathology using fractal dimension in a multiresolution analysis of normal and disordered speech signals. *Journal of medical systems*, 40(1), 20.
- Al-nasheri, A., Muhammad, G., Alsulaiman, M., Ali, Z., Mesallam, T. A., Farahat, M., & Bencherif, M. A. (2017). An investigation of multidimensional voice program parameters in three different databases for voice pathology detection and classification. *Journal of Voice*, 13(1), 113-e9.
- ASHA. (1997, October). *American Speech Hearing Association*. Ανάκτηση από <http://www.asha.org/uploadedFiles/slp/healthcare/AATVoiceEvaluation.pdf>
- Behlau, M., Madazio, G., & Oliveira, G. (2015). Functional dysphonia: strategies to improve patient outcomes. *Patient related outcome measures*, 6, 243.
- Benba, A., Abdelilah, A., & Hammouch, A. (2016). A Review of the Assessment Methods of Voice Disorders in the Context of Parkinson's Disease . *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 8(9), 103-112.
- Benba, A., Jilbab, A., & Hammouch, A. (2014, Σεπτέμβριος). Voice analysis for detecting persons with Parkinson's disease using MFCC and VQ . *In The 2014 international conference on circuits, systems and signal processing*, (23-25).
- Berg, M., Fuchs, M., Wirkner, K., Loeffler, M., Engel, C., & Berger, T. (2017). The Speaking Voice in the General Population: Normative Data and Associations to Sociodemographic and Lifestyle Factors. *Journal of Voice*, 31(2), 257-e13.
- Berger, A., Hedström Lindenhäll, R., Heldner, M., Karlsson, S., Nyberg Pergament, S., & Vojnovic, I. (2014). Voices after midnight: How a night out affects voice quality. *FONETIK 2014, the XXVIIIth Swedish Phonetics Conference* (1-4). Stockholm: University, Department of Linguistics.
- Borghi, B., Safi, A., Santangelo, C., & Borghi, R. (2015). Recovery of Post Thyroidectomy Aphonia with Peri Recurrent Laryngeal Nerve Injection of Meloxicam. *Glob J Anesthesiol*, 2(2), 019-021.
- Brockmann-Bauser, M., Bohlender, J. E., & Mehta, D. D. (2017). Acoustic Perturbation Measures Improve with Increasing Vocal Intensity in Individuals With and Without Voice Disorders. *Journal of Voice*.
- Burris, C., Vorperian, H. K., Fourakis, M., Kent, R. D., & Bolt, D. M. (2014). Quantitative and descriptive comparison of four acoustic analysis systems: Vowel measurements. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 26-45.
- Christmann, M. K., Brancalioni, A. R., Freitas, C. D., Freitas, C. D., Vargas, D. Z., Keske-Soares, M., Mota, H. B. (2015). Use of the program MDVP in different contexts: a literature review. *Revista CEFAC*, 17(4), 1341-1349.

- Coates, S. L. (2016). Singing Terminology Usage: A Quantitative, Inter-Disciplinary Study. Doctoral dissertation. Toronto, University of Toronto, Canada.
- Cohen, S. M., Kim, J., Roy, N., Asche, C., & Courey, M. (2012). Prevalence and causes of dysphonia in a large treatment-seeking population. *The Laryngoscope*, 122(2), 343-348.
- Colton, R., Casper, J., & Leonard, R. (2015). ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΦΩΝΗΣΗΣ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑ. (4η). (Ε. Παπαδέας, Σ. Ναξάκης, & Μ. Νησιώτη, Επιμ.) Πάτρα: GOTSIS.
- Cutiva, L. C., Puglisi, G. E., Astolfi, A., & Carullo, A. (2017). Four-day follow-up study on the self-reported voice condition and noise condition of teachers: relationship between vocal parameters and classroom acoustics. *Journal of Voice*, 31(1), 120-e1.
- Dehqan, A., Yadegari, F., Scherer, R. C., & Dabirmoghadam, P. (2017). Correlation of VHI-30 to acoustic measurements across three common voice disorders. *Journal of Voice*, 31(1), 34-40.
- Derdemezis, E., Vorperian, H. K., Kent, R. D., Fourakis, M., Reinicke, E. L., & Bolt, D. M. (2016). Optimizing vowel formant measurements in four acoustic analysis systems for diverse speaker groups. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25(3), 335-354.
- Dexter, D. T., & Jenner, P. (2013). Parkinson disease: from pathology to molecular disease mechanisms. *Free Radical Biology and Medicine*, 62, 132-144.
- Fabbri, M., Guimarães, I., Cardoso, R., Coelho, M., Guedes, L. C., Rosa, M. M., & Ferreira, J. J. (2017). Speech and Voice Response to a Levodopa Challenge in Late-Stage Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*, 8, 432.
- Galaz, Z., Mzourek, Z., Mekyska, J., Smekal, Z., Kiska, T., Rektorova, I., & Daoudi, K. (2016). Degree of Parkinson's disease severity estimation based on speech signal processing. *39th International Conference on IEEE* (503-506). Telecommunications and Signal Processing (TSP).
- Geredakis, A., Karala, M., Ziavra, N., & Toki, E. (2017, July). Preliminary Measurements of Voice Parameters using Multi Dimensional Voice Program. *World Journal of Research and Review*, 5(1), 17-22.
- Gibbins, N., Awad, R., Harris, S., & Aymat, A. (2017). The diagnosis, clinical findings and treatment options for Parkinson's disease patients attending a tertiary referral voice clinic. *The Journal of laryngology and otology*, 131(4), 357.
- Guimaraes, I., Cardoso, R., Pinto, S., & Ferreira, J. J. (2017). The Psychometric Properties of the Voice Handicap Index in People With Parkinson's Disease. *Journal of Voice*, 31(2), 258-e13.
- Hassan, E. S. (2014). Effect of chronic renal failure on voice: an acoustic and aerodynamic analysis. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 30(1), 53.
- Helidoni, M. E., Murry, T., Moschandreas, J., Lionis, C., Printza, A., & Velegrakis, G. A. (2010). Cross-cultural adaptation and validation of the voice handicap index into Greek. *J Voice*, 24(2), 224-227.

- Howse, A. M. (2016, May). Measurement of laryngeal diadochokinetic strength in adult men and women between 40 and 59 years of age (Doctoral dissertation). Indiana University of Pennsylvania.
- Huang, X., Chen, X., Yan, N., Jones, J. A., Wang, E. Q., Chen, L., & Liu, H. (2016). The impact of parkinson's disease on the cortical mechanisms that support auditory–motor integration for voice control. *Human brain mapping*, 37(12), 4248-4261.
- John, J., Ganapathy, K., John, S., & Rajashekhar, B. (2014, Ιανουάριος 31). Normative for Motor Speech Profile in Kannada-Speaking Adults. *Journal of Voice*, 28(1), 7-13.
- KayElemetrics, C. (2016). *About KayeMetrics*. Ανάκτηση από Multi-Dimensional Voice Processing Program (MDVP): <http://www.kayelemetrics.com>
- Kelleher, J. E., Siegmund, T., Du, M., Naseri, E., & Chan, R. W. (2013). The anisotropic hyperelastic biomechanical response of the vocal ligament and implications for frequency regulation: A case study. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(3).
- Khan, T., Westin, J., & Dougherty, M. (2014, Δεκέμβριος 31). Classification of speech intelligibility in Parkinson's disease. . *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 34(1), 35-45.
- Kletzien, H., Russell, J. A., & Connor, N. P. (2016). The effects of treadmill running on aging laryngeal muscle structure. *The Laryngoscope*, 126(3), 672-677.
- Kuang, J., & Liberman, M. (2016). Pitch-Range Perception: The Dynamic Interaction Between Voice Quality and Fundamental Frequency. *INTERSPEECH*, 1350-1354.
- Laughlin, A. N. (2016). Laryngeal diadochokinetic strength in the young adult population (Doctoral dissertation). Pennsylvania, Indiana.
- Lin, F. C., Chen, S. H., Chen, S. C., Wang, C. T., & Kuo, Y. C. (2016). Correlation between acoustic measurements and self-reported voice disorders among female teachers. *Journal of Voice*, 30(4), 460-465.
- Lopes, L. W., Da Silva, J. D., Simões, L. B., Da Silva, E. D., Silva, P. C., Almeida, A. A., & De Lima-Silva, M. B. (2017). Relationship between acoustic measurements and self-evaluation in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 31(1), 119-e1.
- Majdinasab, F., Karkheiran, S., Soltani, M., Moradi, N., & Shahidi, G. (2016). Relationship Between Voice and Motor Disabilities of Parkinson's Disease. *Journal of Voice*, 30(6), 768-e17.
- Mansour, M. M., Abdel-Aziz, M. F., Saafan, M. E., Al-Afandi, H. R., & Darweesh, M. (2016). Voice, swallowing, and quality of life after management of laryngeal cancer with different treatment modalities. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 32(1), 37.
- Markova, D., Richer, L., Pangelinan, M., Schwartz, D., Schwartz, D. H., Leonard, G., . . . Paus, T. (2016). Age- and sex-related variations in vocal-tract morphology and voice acoustics during adolescence. *Hormones and behavior*, 81, 84-96.
- Martínez-Sánchez, F., Meilán, J. G., Carro, J., Íñiguez, C. G., Millian-Morell, L., Valverde, I. P., & López, D. E. (2016). Speech rate in Parkinson's disease: a controlled study. *Neurología*, 31(7), 466-472.

- Martins, R. G., Tavares, E. M., Ranalli, P. F., Pessin, A. P., & Pessin, A. B. (2014). Psychogenic dysphonia: diversity of clinical and vocal manifestations in a case series. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 80(6), 497-502.
- McFarland, D. H. (2011). *Εικονογραφημένο Εγχειρίδιο Ανατομίας Λόγου Κατάποσης & Ακοής*. Αθήνα: Π.Χ ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΕΠΕ.
- Medeiros, J. S., Santos, S. D., Teixeira, L. C., Gama, A. C., & Medeiros, A. D. (2016). Vocal symptoms reported by teachers with dysphonia and associated factors. *Audiology-Communication Research*, 21.
- Meghraoui, D., Boudraa, B., Meksen, T. M., & Boudraa, M. (2016). Features dimensionality reduction and multi-dimensional voice processing program to Parkinson disease discrimination. *4th International Conference on IEEE* (1-5). Control Engineering & Information Technology (CEIT).
- Moreti, F., Zambon, F., & Behlau, M. (2014, July). Voice symptoms and vocal deviation self-assessment in different types of dysphonia. *CoDAS. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 26(4), 331-333.
- Naranjo, L., Pérez, C. J., Campos-Roca, Y., & Martín, J. (2016, Μάρτιος 15). Addressing voice recording replications for Parkinson's disease detection. *Expert Systems with Applications*, σσ. 286-292.
- Nilashi, M., Ibrahim, O., & Ahani, A. (2016). Accuracy improvement for predicting Parkinson's disease progression. *Scientific reports*, 6.
- Oren, L., Khosla, S., & Gutmark, E. (2014). Intraglottal geometry and velocity measurements in canine larynges. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(1), 380-388.
- Orozco-Arroyave, J. R., Hönig, F., Arias-Londoño, J. D., Vargas-Bonilla, J. F., Daqrouq, K., Skodda, S., & Nöth, E. (2016). Automatic detection of Parkinson's disease in running speech spoken in three different languages. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(1), 481-500.
- Petermann, S., Kniesburges, S., Ziethe, A., Schützenberger, A., & Döllinger, M. (2016). Evaluation of Analytical Modeling Functions for the Phonation Onset Process. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*.
- Putz, R., & Pabst, R. (2006). *Sobotta - Atlas of Human Anatomy. Volume 1: Head, Neck, Upper Limb* (14th εκδ.). Munich: Elsevier.
- Sabir, B., Rouda, F., Khazri, Y., Touri, B., & Moussetad, M. (2017). Improved Algorithm for Pathological and Normal Voices Identification. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 71(1), 238-243.
- Schiller, I., Morsomme, D., Alcoulombre, A., De Brossard, M., & Remacle, A. (2016). Normative data on teachers' voice use in real-life situations. *30th World Congress of the International Association of Logopedics and Phoniatrics*. Dublin.
- Siqueira, L. D., Silverio, K. A., Brasolotto, A. G., Guirro, R. T., Carneiro, C. G., & Behlau, M. (2017). Effects of laryngeal manual therapy (LMT) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in vocal folds diadochokinesis of dysphonic women: a randomized clinical trial. *CoDAS. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 29(3).

- Standring, S. (2008). *The Anatomical Basis of Clinical Practice. Gray's Anatomy* (40th). Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Stemple, J. C., Roy, N., & Klaben, B. K. (2014). *Clinical voice pathology: Theory and management*. San Diego: Plural Publishing.
- Stepp, C. E. (2013). Relative fundamental frequency during vocal onset and offset in older speakers with and without Parkinson's disease. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(3), 1637-1643.
- Ta, J. H., Liu, Y. F., & Krishna, P. (2016). Medicolegal aspects of iatrogenic dysphonia and recurrent laryngeal nerve injury. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 154(1), 80-86.
- Tafiadis, D., Toki, E. I., & Ziavra, N. (2017). Deviations of Voice Characteristics in Female Speech Therapy Students that Smoke Using Dr. Speech. *Journal of Communication Disorders and Assistive Technology*, 1, 1-18.
- Tafiadis, D., Tatsis, G., Ziavra, N., & Toki, E. I. (2017). Voice Data on Female Smokers: Coherence between the Voice Handicap Index and Acoustic Voice Parameters. *Medical Science*.
- Tafiadis, D., Toki, E. I., Miller, K. J., & Ziavra, N. (2017). Effects of Early Smoking Habits on Young Adult Female Voices in Greece. *Journal of Voice*.
- Wagner, M., Milenkovic, P., Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (2017). Effects of Sampling Rate of Speech Waveform Acoustic Measurements. *Undergraduate Research Symposium*. Madison: Waisman Center, University of Wisconsin.
- Wang, Y. T., Kent, R. D., Duffy, J. R., & Thomas, J. E. (2009). Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program™. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(1), 1-11.
- Weiner, W. J., Shulman, L. M., & Lang, A. E. (2013). *Parkinson's Disease: A Complete Guide for Patients and Families*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Wu, Y., Chen, P., Yao, Y., Ye, X., Xiao, Y., Liao, L., & Chen, J. (2017). Dysphonic Voice Pattern Analysis of Patients in Parkinson's Disease Using Minimum Interclass Probability Risk Feature Selection and Bagging Ensemble Learning Methods. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*.
- Yamasaki, R., Madazio, G., Leão, S. H., Padovani, M., Azevedo, R., & Behlau, M. (2017). Auditory-perceptual evaluation of normal and dysphonic voices using the Voice Deviation Scale. *Journal of Voice*, 31(1), 67-71.
- Yamasaki, R., Montagnoli, A., Murano, E. Z., Gebrim, E., Hachiya, A., Da Silva, J. L., & Tsuji, D. (2017). Perturbation Measurements on the Degree of Naturalness of Synthesized Vowels. *Journal of Voice*, 31(3), 389-e1.
- Zhang, Z. (2016a). Mechanics of human voice production and control. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(4), 2614-2635.
- Zhang, Z. (2016b). Cause-effect relationship between vocal fold physiology and voice production in a three-dimensional phonation model. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(4), 1493-1507.