



**Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σχολή Επιστημών Υγείας
Τμήμα Ιατρικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
“Ακοολογία - Νευροωτολογία”**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Ομιλητική ακουομετρία με ψευδολέξεις(non-sense words)-
Εγκυρότητα και αξιοπιστία σε ασθενείς με νευροαισθητήρια
βαρηκοΐα: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»**

**Βάσσου Ευγενία
Α.Μ.:20161210**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

- **Παστιάδης Κωνσταντίνος, Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχ/κος & Μηχ/κός
Υπολογιστών, Επ. Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών Α.Π.Θ.,
Σχολή Καλών Τεχνών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης(Επιβλέπων)**
- **Μπίμπας Αθανάσιος, Cert Math MSc PhD FRCSI(Otol) Αναπλ.
Καθηγητης Πανεπιστημίου Αθηνών**
- **Παπαδέλης Γεώργιος, Αν. Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών,
ΑΠΘ**

ΑΘΗΝΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Από τις πρώτες προσπάθειες δημιουργίας ομιλητικού υλικού, το οποίο χρησιμοποιείται στην ομιλητική ακουμετρία σαν εργαλείο εξέτασης της ακοής, ορισμένα κριτήρια επιλογής έχουν θεωρηθεί ουσιώδη. Ένα από τα κριτήρια που πληρούν οι λίστες λέξεων και ψευδολέξεων είναι η φωνητική ισορροπία. Παρόλο που η ιδέα ανάπτυξης λιστών λέξεων και ψευδολέξεων, οι οποίες μιμούνται την ομιλούμενη γλώσσα είναι αξιόπαινη, οι ερευνητές έχουν βρει ότι είναι αδύνατο να δημιουργηθούν λίστες λέξεων, οι οποίες είναι πραγματικά φωνητικά ισορροπες. Παρά τα υπάρχοντα τεκμήρια που αμφισβητούν την ακρίβεια της φωνητικής ισορροπίας, τα ευρέως χρησιμοποιούμενα σύνολα υλικών για την εξέταση της αναγνώρισης λέξεων εξακολουθούν να είναι λίστες λέξεων φωνητικά ισορροπές (Martin et al, 1998).

Αντικείμενο της παρούσας ανασκόπησης είναι η διερεύνηση μέσω της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για την σημαντικότητα της ύπαρξης ή μη, του κριτηρίου της φωνημικής ή φωνητικής ισορροπίας και η επίδραση που η παρουσία ή η απουσία του συγκεκριμένου κριτηρίου στην εγκυρότητα και αξιοπιστία των τεστ, όταν αυτά χορηγούνται σε άτομα με φυσιολογική ακοή ή/και σε άτομα με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Για να μπορέσει να δημιουργηθεί ένα τεστ, το οποίο να μετράει την ικανότητα ενός ατόμου να αναγνωρίζει ήχους της ομιλίας, είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ακριβής μέθοδος μέτρησης αυτής της ικανότητας. Συγκεκριμένα βασικά κριτήρια θεωρήθηκαν ουσιώδη από διάφορους ερευνητές, σαν οδηγός στην επιλογή των στοιχείων του ομιλητικού υλικού για τα τεστ ομιλητικής ακοομετρίας. Τα ενδεδειγμένα τεστ κατανόησης της ομιλίας πρέπει να είναι ευαίσθητα, έγκυρα, αξιόπιστα και εφαρμόσιμα.

Μεθοδολογία: Πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση της δημοσιευμένης αρθρογραφίας μέχρι τον Αύγουστο 2019 στις βάσεις δεδομένων Pubmed και Google Scholar με τη χρήση κατάλληλων όρων.

Αποτελέσματα: Μετά από εκτεταμένη αναζήτηση και μελέτη της υπάρχουσας αρθρογραφίας επιλέχθηκαν δώδεκα άρθρα, τα οποία περιελάμβαναν τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις. Πέντε εξ' αυτών χορήγησαν λίστες ψευδολέξεων μόνο σε άτομα με φυσιολογική ακοή, δύο μόνο σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ενώ τέσσερα και στις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Μία μελέτη δεν χορήγησε τις ψευδολέξεις σε συμμετέχοντες.

Συζήτηση: Στην πλειοψηφία τους τα τεστ, τα οποία μελετήθηκαν είναι έγκυρα και ευαίσθητα, παρότι δεν πληρούν όλα το κριτήριο της φωνητικής ή φωνημικής ισορροπίας.

Συμπεράσματα: Η παρούσα ανασκόπηση μπορεί να αποτελέσει το κίνητρο για την διερεύνηση της επίδρασης της φωνητικής ή φωνημικής ισορροπίας των λιστών ψευδολέξεων για την ελληνική γλώσσα, ώστε να αναπτυχθούν έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία εξέτασης ομιλητικής ακοομετρίας για ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

Λέξεις Κλειδιά: nonsense words, ομιλητική ακοομετρία με ψευδολέξεις, φωνητική ισορροπία, φωνημική ισορροπία, νευροαισθητήρια βαρηκοΐα

ABSTRACT

Introduction: There must be an accurate method of measurement in order to create a valid test that quantifies a person's ability to recognize speech sound. This thesis describes the need for a speech comprehension test that addresses in a sensitive, valid, reliable and applicable way each person's ability. Specific key criteria were considered essential by various researchers as a guide in the selection of the spoken material for the audiometry tests.

Methodology: A systematic review of published articles has been conducted, in Pubmed and Google Scholar databases, using appropriate terms.

Results: Twelve articles have been selected, through an extensive list, and were consisted of speech audiometry tests with nonsense words. Five out of them gave nonsense word lists only to people with normal hearing, two only to patients with sensorineural hearing loss, and four in both groups of participants. One study failed to provide nonsense words to participants.

Discussion: Most of the tests are valid and sensitive, although they do not meet the criteria of a phonetic or phonemic balance.

Conclusions: This review may trigger a further investigation regarding the impact that the phonetic or phonemic balance of the nonsense word lists may have on the Greek language, in order to develop valid and reliable speech audiometry tools for patients with sensorineural hearing loss.

Key Words: nonsense words, speech audiometry with nonsense words, phonetic balance, phonemic balance, sensorineural hearing loss

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ ειλικρινά και θερμά τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος κ. Μπίμπα Αθανάσιο και κ. Παστιάδη Κωνσταντίνο για την κατανόηση, την ώθηση, την καθοδήγηση και την υποστήριξη τους, σε κάθε εγχείρημα μου. Το άνοιγμα των φτερών μου το οφείλω σε εσάς.

Ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου Αλέξανδρο Παναγιωτίδη και Σταύρο Πατσαούρα για την συμπόρευση και την υποστήριξη τους.

Θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την υπομονή τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	σελίδα 2
Περίληψη.....	σελίδα 3
Abstract.....	σελίδα 4
Ευχαριστίες.....	σελίδα 5
Πίνακας Περιεχομένων.....	σελίδα 6
Πίνακας με ακρόνυμα.....	σελίδα 7
Ευρετήριο Διαγραμμάτων και Πινάκων.....	σελίδα 8
Εισαγωγή.....	σελίδα 9
Ακοή και κατανόηση ομιλίας.....	σελίδα 10
Ομιλητική ακοομετρία.....	σελίδα 11
Κατηγοριοποίηση των τεστ ομιλητικής ακοομετρίας.....	σελίδα 12
Ομιλητικό υλικό.....	σελίδα 12
Τύπος απόκρισης.....	σελίδα 14
Αρχές δημιουργίας ομιλητικού υλικού.....	σελίδα 15
Σκοπός μελέτης.....	σελίδα 18
Μεθοδολογία.....	σελίδα 18
Αποτελέσματα.....	σελίδα 19
Παρουσίαση τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις.....	σελίδα 22
Συζήτηση.....	σελίδα 30
Συμπεράσματα.....	σελίδα 31
Βιβλιογραφία.....	σελίδα 33

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΑΚΡΩΝΥΜΑ:

CV Consonant-Vowel - Σύμφωνο-Φωνήεν

CVC Consonant-Vowel-Consonant - Σύμφωνο-Φωνήεν-Σύμφωνο

CVCV Consonant-Vowel-Consonant-Vowel - Συμφωνο-Φωνήεν-Σύμφωνο-Φωνήεν

PAL Psychoacoustic Laboratory - Εργαστήριο Ψυχοακουστικής

PB Phonemically Balanced - Φωνημικά Ισορροπη

PTA Pure Tone Audiometry - Τονική Ακοομετρία

SRT Speech Recognition Threshold - Ουδός Αναγνώρισης Ομιλίας

VC Vowel-Consonant - Φωνήεν-Σύμφωνο

WRS Word Recognition Score - Σκορ Αναγνώρισης Ομιλίας

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής διαδικασίας επιλογής μελετών.....σελίδα 19

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Συνοπτικός πίνακας των επιλεγμένων μελετών.....σελίδα 20-21

Εισαγωγή

Η ακουστική αξιολόγηση με τη χρήση γλωσσικού ερεθίσματος έχει μια μεγάλη ιστορία στην εξέταση της ακοής.

Το 1804 υπήρξαν επιστημονικές προσπάθειες έρευνας της ευαισθησίας της ακοής για την ομιλία, εξετάζοντας ποιά επίπεδα των ήχων της ομιλίας ήταν σε θέση να ακούσει ένα άτομο: φωνήεντα, ηχηρά σύμφωνα, άηχα σύμφωνα. [1]

Το 1821 ο Itard, ο οποίος είναι ευρέως γνωστός για τη συμβολή του στην εκπαίδευση κωφών, διαφοροποίησε τα άτομα που δυσκολεύονταν να ακούσουν από αυτά που ήταν κωφά με το κατά πόσο μπορούσε κάποιος να κατανοήσει λίγο ή καθόλου ένα λεκτικό μήνυμα (Feldmann, 1970). [1]

Το 1910 ο Campbell περιέγραψε ένα παράδειγμα συλλαβών ψευδολέξεων, το οποίο χρησιμοποιούσε την επίδοση στην αναγνώριση για την εκτίμηση των τηλεφωνικών κυκλωμάτων. [5]

Ακολουθώντας τα παραδείγματα που εγκαθίδρυσαν ερευνητές όπως ο Campbell και ο Crandall, οι Fletcher και Steinberg σε άρθρο τους το 1929, ανέπτυξαν τις αρχές της δημιουργίας και εκτέλεσης των τεστ αντίληψης ομιλίας, οι οποίες ακολουθήθηκαν για περισσότερα από 75 χρόνια. [5]

Η εφαρμογή των αρχών αυτών, κατά τη διάρκεια και λίγο μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο, σε μέρη όπως το Ψυχοακουστικό Εργαστήριο του Χάρβαρντ και το Γενικό (Στρατιωτικό) Νοσοκομείο του Doshon εδραίωσε τη μορφή της ακοολογίας, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα. [5]

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου αναπτύχθηκαν οι βασικές λίστες λέξεων, για την Αγγλική γλώσσα, που χρησιμοποιούνται στην ομιλητική ακοομετρία. Ο Hudgins και συν. δημιούργησε τις σπονδείς λίστες λέξεων, τις οποίες στη συνέχεια τροποποίησε ο Hirsh και συν. στις CID W-1 και W-2, οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα για την καθιερωμένη εξέταση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT). Ταυτόχρονα, ο Egan δημιούργησε 20 PB-50 λίστες λέξεων. Οι Tillman και Carhart ανέπτυξαν το ακουστικό τεστ NU-6 με μονοσύλλαβες λίστες λέξεων. Τα υλικά των CID και NU-6 αποτέλεσαν το στήριγμα στη χρήση γλωσσικού υλικού που χρησιμοποιείται σήμερα από ακοολόγους. [5]

Τα τεστ αναγνώρισης ομιλίας για την Ελληνική γλώσσα δημιουργήθηκαν αρχικά στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα. Ο Κόγιας το 1961 κατασκεύασε έξι λίστες λέξεων. Το 1964 ο Μανωλίδης δημιούργησε πέντε λίστες λέξεων. Πιο πρόσφατα ο Ηλιάδης και συν. (1978) δημιούργησε ένα τροποποιημένο τεστ ομιλητικής ακοομετρίας βασισμένο στις λίστες του Μανωλίδη(1964).[7]

Ακοή και κατανόηση ομιλίας

Η ακοή και η κατανόηση της ομιλίας κατέχει μοναδική σημασία στις ζωές μας. Για τα παιδιά, η ικανότητα να ακούν και να κατανοούν την ομιλία είναι θεμελιώδης για την ανάπτυξη της προφορικής γλώσσας.

Για τους ενήλικες, μια δυσκολία στην αντίληψη και κατανόηση της ομιλίας ελαχιστοποιεί την ικανότητα συμμετοχής τους σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, οι οποίες είναι η βάση πολυάριθμων δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής.[1]

Η αξιολόγηση της λειτουργίας του ακουστικού συστήματος πραγματοποιείται κυρίως με την τονική ακοομετρία.

Η τονική ακοομετρία είναι ένα σημαντικό κομμάτι πολλών εξειδικευμένων διαδικασιών για την εξέταση της ακουστικής λειτουργίας, όπως και για την αξιολόγηση της επίδοσης των ακουστικών βοηθημάτων και άλλων μορφών ακουστικών συσκευών αποκατάστασης. Η τονική ακοομετρία περιλαμβάνει μια εύκολη διαχείριση με απλή απόκριση. Ο προσδιορισμός του ερεθίσματος από ένα άτομο προϋποθέτει ένα σχετικά απλό νευρικό σύστημα και η απόκριση γενικά, σηκώνοντας το χέρι, δεν είναι ένα πολύπλοκο έργο. Η τονική ακοομετρία είναι το μέσο που διαθέτει ο ωτολόγος για να καθορίσει στον βαθμό που είναι δυνατό, το βαθμό της δυσλειτουργίας σε επίπεδο φυσιολογίας.[33] Επιπρόσθετα, η τονική ακοομετρία παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τον βαθμό, τον τύπο και τη διαμόρφωση της απώλειας ακοής, και επίσης διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων για την ανάγκη περαιτέρω εξετάσεων ή ιατρικών παρεμβάσεων. Παρά την ύπαρξη αυτών των πλεονεκτημάτων, η τονική ακοομετρία παρέχει μόνο μια εν μέρει ιδέα για την ακουστική κατάσταση, διότι δεν δίνει καμία άμεση πληροφορία για την ικανότητα κάποιου να ακούσει και να κατανοήσει την ομιλία.[3] Οι πληροφορίες που παρέχει η τονική ακοομετρία είναι απαραίτητες, αλλά δεν είναι το μόνο στοιχείο στο συνολικό φάσμα των τεστ που απαιτούνται για την απόκτηση της ολοκληρωμένης εικόνας της κατάστασης ενός ασθενή με βαρηκοΐα. Μία βασική λειτουργία αυτής της εικόνας είναι η έκταση στην οποία ο ασθενής είναι ικανός να κατανοήσει την ομιλία στην καθημερινή ζωή, διότι αυτό καθορίζει πόσο ικανός είναι να προσαρμοστεί στην κατάσταση του.[33]

Η ομιλία είναι ένα σημαντικό σήμα με νόημα, το οποίο είναι στενά συνδεδεμένο με την καθημερινή λειτουργικότητα της ανθρώπινης ύπαρξης και επίσης παρέχει μια ιδέα της ανθρώπινης ικανότητας να κατανοήσει την καθημερινή κοινωνική επικοινωνία. Η αντίληψη της ομιλίας είναι η επεξεργασία της μετατροπής ενός ακουστικού σήματος, το οποίο μεταφέρεται από έναν ομιλητή με ένα επικοινωνιακό μήνυμα, με σκοπό να ακουστεί από έναν ακροατή, από τον οποίο η αντίληψη της ομιλίας δείχνει να είναι αβίαστη και αυτόματη. Έτσι, η αντίληψη της ομιλίας αποτελεί τη βάση της επικοινωνιακής ανταλλαγής και επίσης, παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην απόκτηση της γλώσσας και της επικοινωνίας.

Η ικανότητα της κατανόησης της ομιλίας πρέπει να θεωρηθεί σαν μια σημαντική μετρήσιμη άποψη των λειτουργιών του ανθρώπινου ακουστικού συστήματος. Η διαδικασία της εξέτασης του ασθενούς με γλωσσικό ερέθισμα με σκοπό την εύρεση του πόσο αυτός/αυτή ακούει και κατανοεί την ομιλία, είναι γνωστή ως ομιλητική ακοομετρία. [3]

Ομιλητική ακοομετρία

Η ομιλητική ακοομετρία είναι μια κλινική διαδικασία, η οποία χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ικανότητας ενός ατόμου να αντιλαμβάνεται σήματα της ομιλίας. Η κλινική σημασία αυτής της διαδικασίας έχει αποδοθεί σε πολλούς λόγους (Martin et al, 1998; ASHA, 2000).

Αρχικά, η ομιλητική ακοομετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μέτρηση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT), ο οποίος ορίζεται σαν η χαμηλότερη ένταση στην οποία ένα άτομο μπορεί να αντιληφθεί και να κατανοήσει την ομιλία στο 50% των φορών (Brandy, 2002). Ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας (SRT) μπορεί περαιτέρω να λειτουργήσει σαν διασταύρωση εγκυρότητας των αποτελεσμάτων της τονικής ακοομετρίας.[2] Υπάρχει μια δυνατή συσχέτιση μεταξύ της μέσης τιμής των ουδών της τονικής ακοομετρίας που λαμβάνονται απο συχνότητες που είναι γνωστό ότι είναι σημαντικές για την ομιλία (πχ. 500, 1000 και 2000 Hz) και τον ουδό αναγνώρισης της ομιλίας (SRT). Οι μεγάλες διαφορές μεταξύ του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT) και του μέσου όρου του τονικού ακοογράμματος (PTA) μπορεί να σημαίνουν λειτουργική ή μη οργανική απώλεια ακοής.[4] Ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας (SRT) είναι ένα εργαλείο στην ακουολογία, το οποίο καθορίζει ένα επίπεδο αναφοράς της έντασης για την εξέταση της αναγνώρισης λέξεων σε υπερουδικά επίπεδα και εφαρμόζεται στην ακουστική έρευνα για την αξιολόγηση της ευαισθησίας του ωτός στα σήματα ομιλίας κάτω απο ποικίλες συνθήκες ακρόασης.[34] Ένας άλλος σημαντικός λόγος για την συμπερίληψη του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT) στην ακουστική αξιολόγηση, είναι οτι παρέχει τη βάση για την επιλογή του ηχητικού επιπέδου, στο οποίο πρέπει να εξετάζονται οι ικανότητες αναγνώρισης ομιλίας του ασθενούς.

Δευτερευόντως, εκτός απο τη χρήση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT) στη βασική ακουστική αξιολόγηση, είναι χρήσιμος στον καθορισμό του λειτουργικού κέρδους κατά τη διαδικασία εκτίμησης ακουστικών βαρηκοΐας. [4]

Τρίτον, οι μετρήσεις της ομιλητικής ακοομετρίας μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες στη διαφοροδιάγνωση της πλευράς της βλάβης στο ακουστικό σύστημα. Οι εξετάσεις της ομιλητικής ακοομετρίας είναι συχνά πιο ευαίσθητες σε σχέση με την τονική ακοομετρία σε συγκεκριμένες ακουστικές διαταραχές όπως σε όγκους του VIIIου νεύρου ή διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος (Canty, 1978).

Δεδομένης της καλά τεκμηριωμένης σημασίας της ομιλητικής ακοομετρίας, αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται συνήθως σαν μέρος της διαγνωστικής διαδικασίας. [2]

Η ομιλητική ακοομετρία μπορεί να διεξαχθεί και σε υπερουδικά επίπεδα. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS), το οποίο μπορεί να παρέχει στους ακουολόγους μια εκτίμηση για τις επικοινωνιακές λειτουργίες του ασθενούς, όπως και μια εκτίμηση για την επιλογή τους στην ακουολογική αποκατάσταση, όπως τα ακουστικά βαρηκοΐας ή τα κοχλιακά εμφυτεύματα.[2]

Σε μία τυπική εφαρμογή, οι λέξεις παρουσιάζονται σε κάθε αυτί και το ποσοστό των λέξεων που έχουν επαναληφθεί σωστά υπολογίζεται για την απόδοση του σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS). Το σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS) δίνει πληροφορίες για την πλευρά της βλάβης, διαγιγνώσκει περιφερικές και κεντρικές ακουστικές βλάβες, καθορίζει την επιτυχία των ωτολογικών επεμβάσεων, εξετάζει το λειτουργικό κέρδος απο τη χρήση ακουστικών βαρηκοΐας ή κοχλιακών εμφυτευμάτων ή αν η ακοή έχει διαφοροποιηθεί απο την τελευταία εξέταση. Ακόμα, χρησιμοποιείται για τη

συμβουλευτική των ατόμων σχετικά με το βαθμό βαρηκοΐας τους ή για το πιθανό όφελος από τη χρήση ενίσχυσης. [11], [32]

Κατηγοριοποίηση των τεστ ομιλητικής ακοομετρίας

Ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας (SRT) και το σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS) μετρώνται με μία ποικιλία ομιλητικών υλικών, χρησιμοποιώντας και συνεχή ομιλία και μεμονωμένες λέξεις.[12] Το ομιλητικό υλικό που χρησιμοποιείται μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Δύο κλασσικές παράμετροι είναι το μήκος του ομιλητικού υλικού και ο τύπος απόκρισης.

Ομιλητικό υλικό

Τεστ με προτάσεις

Η χρήση λιστών προτάσεων στην εξέταση της ομιλητικής ακοομετρίας έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την αντίληψη των συμφραζομένων, λόγω του πλεονασμού που παρέχεται από τους «κανόνες» των συμφραζομένων, και των γραμματικών και των σημασιολογικών, το οποίο είναι χαρακτηριστικό των λέξεων μέσα σε προτάσεις, αλλά όχι των μεμονωμένων λέξεων. Γενικά, ο αυξανόμενος πλεονασμός, λόγω του μεγαλύτερου αριθμού στοιχείων στις λίστες προτάσεων, αυξάνει την κλίση του ακοογράμματος, μειώνει την μεταβλητότητα και αυξάνει την ακρίβεια των εκτιμήσεων της αντίληψης ομιλίας. Επιπρόσθετα, η χρήση προτάσεων επιτρέπει μια συστηματική έρευνα του χρονικού πεδίου, καθώς οι προτάσεις είναι επαρκούς διάρκειας, για να επιτραπεί αλλοίωση των χρονικών χαρακτηριστικών της ομιλίας. Οι προτάσεις που χρησιμοποιούνται στα τεστ προτάσεων για την ομιλητική ακοομετρία μπορεί να είναι συνθετικά δημιουργημένες ή να εντοπίζονται μέσω συντακτικής ή γραμματικής ανάλυσης της γλώσσας που χρησιμοποιούν τα άτομα στα οποία χορηγείται το τεστ.[13]

Οι προτάσεις μπορεί να είναι πιο ρεαλιστικός τύπος ερεθίσματος για την εξέταση της αντίληψης της ρέουσας ομιλίας, παρόλα αυτά το περιεχόμενο συμβάλλει ιδιαίτερα στην κατανόηση και δημιουργεί δυσκολία στον καθορισμό της βασικής ακουστικής λειτουργίας. Ακόμα ένα μειονέκτημα του μήκους των προτάσεων που δίνονται σαν ερέθισμα, ειδικά όταν εξετάζεται η επίδοση της αναγνώρισης ομιλίας σε θόρυβο σε μεγαλύτερης ηλικίας ενήλικες, είναι ότι η επανάληψη υλικού προτάσεων σε θόρυβο περιλαμβάνει πιο πολύπλοκες γνωστικές δεξιότητες σε σχέση με μια απλή δραστηριότητα αναγνώρισης ομιλίας με μία μόνο λέξη. Επίσης, απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια μνήμης εργασίας για την ανάκληση πολλαπλών λέξεων από ένα άτομο. Η ικανότητα χρήσης αντισταθμιστικών στρατηγικών, όπως η εξάσκηση (νοερή επανάληψη της πληροφορίας που πρέπει να ανακληθεί) και η πολύπλοκη κωδικοποίηση (σύνδεση νέων πληροφοριών με τη γνώση που είναι ήδη αποθηκευμένη στη μακροπρόθεσμη μνήμη) μπορεί να μην είναι προσιτές όταν παρουσιάζεται ερέθισμα προτάσεων με παρουσία θορύβου.[5]

Για την ελληνική γλώσσα το 2017, από την Κολούτσου και συν. δημιουργήθηκαν για πρώτη φορά

λίστες προτάσεων για ομιλητική ακουομετρία, με σκοπό την παροχή μέτρησης της συνολικής ακουοτικής λειτουργίας παιδιών 6-14 ετών με κοχλιακό εμφύτευμα. Το τεστ βασίστηκε σε προτάσεις βασισμένες σε εικόνες, σύμφωνα με έρευνα σε παιδιά με ήπια, μέτρια και σοβαρή βαρηκοΐα. Αποτελείται από δέκα λίστες προτάσεων, η καθεμία εκ των οποίων περιλαμβάνει πενήντα λέξεις «κλειδιά». Ο αριθμός των λέξεων «κλειδιά» ανά λίστα ελέγχθηκε ως μέτρηση για τη διατήρηση της δυσκολίας της λίστας στο ίδιο επίπεδο. [13]

Τεστ με λέξεις

Απο το 1896 κάποιοι γιατροί υποστήριζαν ότι μπορούσαν να διαφοροποιήσουν τη βαρηκοΐα αγωγιμότητας από τη νευροαισθητήρια βαρηκοΐα μέσω των τεστ αναγνώρισης ομιλίας. Έκτοτε, τα τεστ διάκρισης ομιλίας έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στην επιλογή ασθενών για χειρουργικές επεμβάσεις αναβολεκτομής και θυριδοποίησης.[16] Μέχρι και σήμερα από τα πιο διάσημα τεστ αναγνώρισης ομιλίας για την εξέταση της ακουοτικής λειτουργίας είναι αυτά που χρησιμοποιούν φωνητικά ή φωνημικά ισόρροπες λέξεις.[16]

Ο Hudgins και συν.(1947) ακολούθησε τους Hughson και Thompson στο Εργαστήριο Ψυχοακουοτικής του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ και ανέπτυξε υλικό με σπονδείες λέξεις για την ομιλητική ακουομετρία(PAL Auditory Test Nos. 9 and 14). Τότε ξεκίνησε η πρωτότυπη χρήση των σπονδείων λέξεων για την μέτρηση των ουδών αναγνώρισης ομιλίας (SRT). Μετά από αναθεωρήσεις και διορθώσεις στις σπονδείες λέξεις, τελικά δημιουργήθηκε το ακουοτικό τεστ CID W-1 και W-2 για την μέτρηση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT).[15] Στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί κάποια τεστ που χρησιμοποιούν λέξεις για τον έλεγχο του ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT), με τα πιο πρόσφατα αυτά των Ηλιάδου και συν.(2006) και Τρίμμη και συν.(2006) με τρεις και τέσσερις λίστες λέξεων αντίστοιχα. [7],[8]

Παρότι, η αντιπροσώπευση της καθημερινής ομιλίας, δεδομένου ότι η λεκτική επικοινωνία διεξάγεται μέσω φράσεων και προτάσεων, δεν γίνεται μονολεκτικά, η χρήση των λέξεων στην ομιλητική ακουομετρία μέχρι και σήμερα παραμένει ο πιο διάσημος τύπος ερεθίσματος μεταξύ ακουολόγων και ελαχιστοποιεί τις επιδράσεις της επίδοσης της μνήμης εργασίας και του γλωσσικού πλαισίου.[5]

Μέσα σε όλα αυτά τα χρόνια, πολλά από τα τεστ με λέξεις που χρησιμοποιούνται σαν ερέθισμα για την εξέταση της διάκρισης ομιλίας έχουν επικριθεί ότι είναι σχετικά μη-ευαίσθητα στις επικοινωνιακές δυσκολίες των βαρήκων, ακόμα και υπό βέλτιστες συνθήκες.[14]

Τεστ με ψευδολέξεις

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης ψευδολέξεων, σαν ερέθισμα εξέτασης, επανεξετάστηκαν από τους Edgerton και Danhauer(1979), οι οποίοι αναφέρουν ότι, συγκριτικά με τα ερεθίσματα σημασιολογικών εννοιών, οι ψευδολέξεις είναι εύκολο να κατασκευαστούν, να ισορροπιστούν και να ελεγχθούν για την οικειότητα τους. Παρέχουν πιο βαθμολογήσιμα στοιχεία, απαιτούν λιγότερο χρόνο για την χορήγηση και είναι πιο δύσκολες δεδομένης της έλλειψης πλεονασμού. Επιπρόσθετα, η βαθμολόγηση τους δείχνει με μεγαλύτερη ακρίβεια τον αριθμό των φωνημάτων που πραγματικά ακούει ο εξεταζόμενος, σε σχέση με τις δοκιμασίες που βασίζονται σε λέξεις και προτάσεις και είναι

ευκολότερο να δημιουργηθούν λίστες ψευδολέξεων συγκρίσιμης δυσκολίας.[22] Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων, η χρήση εξετάσεων με ψευδολέξεις σε συνδυασμό με τις εξετάσεις με παραδοσιακές σημασιολογικές λέξεις μπορεί να ενδυναμώσει την διαγνωστική ευαισθησία της δοκιμασίας διάκρισης ομιλίας για βαρήκοους, αλλά και ακούοντες ακροατές.[14]

Το πρώτο τεστ με ψευδολέξεις δημιουργήθηκε από το Εργαστήριο Τηλεφωνίας Bell (BTL) για τον έλεγχο της επίδοσης των διαφορετικών τύπων συστημάτων μετάδοσης ομιλίας. Παρόμοια εργασία έλαβε χώρα και στο Ψυχοακουστικό Εργαστήριο του Χάρβαρντ στις αρχές του 1940 για την ανάπτυξη ομιλητικών τεστ που θα μπορούσαν να αξιολογήσουν στρατιωτικά συστήματα επικοινωνίας.[16] Πιο πρόσφατα, στον ελληνικό χώρο το 2012, ο Τρίμης και συν. δημιούργησε δύο λίστες μονοσύλλαβων ψευδολέξεων και το 2013, πέντε λίστες δισύλλαβων ψευδολέξεων. [9],[10]

Τύπος απόκρισης

Κλειστού τύπου

Τα περισσότερα από τα πρώτα τεστ κατανόησης της ομιλίας που έχουν περιγραφεί από τον Miller(1946), έχουν χρησιμοποιήσει απόκριση ανοιχτού τύπου για την αναγνώριση λέξεων ή συλλαβών. Παρόλα αυτά, πολλοί ερευνητές ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν κλειστού τύπου απόκριση στα τεστ, διότι ήταν γρηγορότερος και ευκολότερος τρόπος να τα χορηγήσουν και να τα βαθμολογήσουν(Black, 1957). Η υποκείμενη υπόθεση των τεστ κλειστού τύπου ήταν ότι η βασική διαδικασία της αναγνώρισης ομιλίας θα παρέμενε η ίδια, ανεξάρτητα από τον τύπο απόκρισης.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τεστ με κλειστού τύπου απόκριση είναι αξιόπιστα ακόμα και με μικρό αριθμό δοκιμών (Gelfand, 1998, 2003) και οι συμμετέχοντες δεν δείχνουν να μαθαίνουν κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας (House et al, 1965). Τα τεστ κλειστού τύπου χρησιμοποιούνται σε ασθενείς που παρουσιάζουν χαμηλή επίδοση στα τεστ ανοιχτού τύπου, καθώς και στα παιδιά, διότι η συνολική τους επίδοση είναι καλύτερη σε κλειστού τύπου δοκιμασίες, δεδομένης της πιο περιορισμένης φύσης της δραστηριότητας. Μερικά από τα πιο πρόσφατα τεστ με απόκριση κλειστού τύπου επιτρέπουν στους κλινικούς και τους ερευνητές να εντοπίσουν δυσκολίες αντίληψης ορισμένων χαρακτηριστικών ή φωνημάτων που μπορεί να παρουσιάζουν οι ασθενείς.[17]

Ανοιχτού τύπου

Τα τεστ με απόκριση ανοιχτού τύπου αποκαλύπτουν με συνέπεια επιδράσεις στην επίδοση, οι οποίες αντανακλούν τη συμβολή των διαφόρων σημαντικών μεταβλητών επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένου του λεξιλογικού ανταγωνισμού και της μεταβλητότητας των ομιλητών, κάτι που δεν συμβαίνει με τα παραδοσιακά τεστ κλειστού τύπου απόκρισης. Στα ανοιχτού τύπου τεστ οι ακροατές πρέπει να συγκρίνουν το ερέθισμα με όλες τις πιθανές λέξεις από την λεξιλογική τους μνήμη, ενώ στα τεστ με κλειστού τύπου απόκριση χρειάζεται να κάνουν μόνο ένα περιορισμένο αριθμό συγκρίσεων μεταξύ των ποικίλων απαντήσεων που παρέχονται από τους εξεταστές.[17]

Αρχές δημιουργίας ομιλητικού υλικού

Για να μπορέσει να δημιουργηθεί ένα τεστ, το οποίο να μετράει την ικανότητα ενός ατόμου να αναγνωρίζει ήχους της ομιλίας, είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ακριβής μέθοδος μέτρησης αυτής της ικανότητας. Η διαφορά των τεστ έγκειται στην τεχνική της δημιουργίας τους και στον τύπο του ομιλητικού υλικού που χρησιμοποιείται σε καθένα από αυτά.[31] Συγκεκριμένα βασικά κριτήρια θεωρήθηκαν ουσιώδη από διάφορους ερευνητές, σαν οδηγός στην επιλογή των στοιχείων του ομιλητικού υλικού για τα τεστ ομιλητικής ακουομετρίας.[19] Τα ίδια κριτήρια που τέθηκαν για τη δημιουργία των λιστών λέξεων, έχουν τεθεί και για τις λίστες ψευδολέξεων.

Οι αρχές τις οποίες ανέπτυξαν οι Fletcher και Steinberg(1929) για τις λίστες λέξεων ήταν οι εξής:

1. Λίστες λέξεων ίσης δυσκολίας
2. Μεγάλος αριθμός λιστών, για την αποφυγή επιδράσεων της μνήμης
3. Απλές συλλαβικές δομές
4. Λίστες λέξεων αντιπροσωπευτικές της ομιλίας
5. Ομοιόμορφη συχνότητα εμφάνισης κάθε φωνήματος
6. Χρήση φωνηέντων με σαφείς διαφορές στην προφορά [6]

Στη συνέχεια, τα κριτήρια βάσει των οποίων ο Hudgins και συν.(1947) κατασκεύασε τις λίστες λέξεων του Ψυχοακουστικού Εργαστηρίου του Χάρβαρντ (PAL) ήταν:

1. οικειότητα
2. φωνητική ανομοιότητα
3. φυσιολογικό δείγμα των ήχων ομιλίας
4. ομοιογένεια με σεβασμό προς τη βασική ακουστότητα[15]

Απο τις πρώτες κιόλας μελέτες του Hudgins και συν. διαφαίνεται πως οι φωνητικά ισόρροπες λίστες λέξεων παρουσιάζουν τη μικρότερη ομοιογένεια σε σχέση με τις σπονδειακές λέξεις(Auditory Test No.9) και με τυχαίες δυσύλλαβες λέξεις που επιλέχθηκαν και χορηγήθηκαν σε άτομα με φυσιολογικό ουδό ακοής.[19] Εάν οι λέξεις είναι ομοιογενείς, μειώνεται ο αριθμός των επιθυμητών λέξεων, άρα και ο χρόνος εξέτασης, για την μέτρηση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας, ώστε να αποφευχθεί η εξάντληση των εξεταζομένων. Οι μετρήσεις γίνονται ακριβέστερες σε μικρό εύρος εντάσεων και οι λέξεις είναι καταληπτές στο ίδιο επίπεδο παρουσίασης. Προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος δοκιμασίας, καθώς, επίσης, και να βελτιωθεί η αξιοπιστία, χρησιμοποιούνται οι λίστες λέξεων με τις πιο απότομες κλίσεις.[20] Στη μελέτη του Hudgins και συν. η κλίση των φωνητικά ισόρροπων λιστών λέξεων ήταν αυτή με

τη μικρότερη κλίση. [19] Οπότε, συμπεραίνεται πως οι φωνητικά ισόρροπες λίστες λέξεων δεν πληρούν ουσιαστικά το κριτήριο της ομοιογένειας.

O Egan(1948) κατασκεύασε τις λίστες PAL PB-50 βασιζόμενος στα εξής κριτήρια:

1. Μονοσύλλαβη δομή
2. Ίση μέση δυσκολία
3. Ίσο εύρος δυσκολίας
4. Ίση φωνητική σύνθεση
5. Αντιπροσωπευτική σύνθεση της ομιλίας
6. Λέξεις κοινής χρήσης[36]

Με τον όρο φωνητική σύνθεση ο Egan εννοεί την ίση κατανομή των διαφορετικών συλλαβικών δομών κάθε λίστας. Παρόλα αυτά, η ταξινόμηση των τμημάτων, συμφώνων και φωνηέντων, δεν προσεγγίζει αυτή της τρέχουσας γλωσσικής ανάλυσης.[15]

O Hirsch και συν.(1952) αναθεώρησε τη δουλειά του Egan στις λίστες PB-50, χρησιμοποιώντας παρόμοια κριτήρια, εκτός από το κριτήριο της δυσκολίας. Τα κριτήρια που έθεσε ήταν:

1. όλες οι λέξεις θα έπρεπε να είναι μονοσύλλαβες και χωρίς να υπάρχει επανάληψη τους μεταξύ των διαφορετικών λιστών
2. όλες οι επιλεγμένες λέξεις θα έπρεπε να είναι οικείες, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση των διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων των ασθενών
3. η φωνητική σύνθεση των λιστών λέξεων θα έπρεπε να συμφωνεί στο σύνολο της, όσο το δυνατόν πλησιέστερα, με την γλώσσα στην οποία χορηγείται το τεστ[15]

Η βασική δεξαμενή λεξιλογίου από την οποία επέλεξε ο Hirsch και συν.(1952) τις λέξεις για τις λίστες PB ήταν οι λίστες 20 PAL PB-50, ένα σύνολο από 1000 μονοσύλλαβες λέξεις. Από αυτή τη δεξαμενή επιλέχθηκαν 200 μονοσύλλαβες λέξεις, οι οποίες στη συνέχεια ελέγχθηκαν για την συχνότητα εμφάνισης στις λίστες Thorndike(1932) και Dewey(1932). Επιπλέον έλεγχος πραγματοποιήθηκε υπό το φως της μελέτης του French και συν.(1930), όσον αφορά την κατανομή των συλλαβικών δομών και τη φωνητική τους σύνθεση. Έτσι κατασκευάστηκε το CID Auditory Test W-22, το οποίο είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο τεστ που χρησιμοποιεί φωνητικά ισόρροπες μονοσύλλαβες λέξεις για την υπερουδική μέτρηση στην ομιλητική ακοομετρία.[15]

Στις λίστες W-22 διαπιστώνεται ότι η φωνητική ισορροπία σήμαινε τον αναλογικό διπλασιασμό των συχνοτήτων εμφάνισης των ήχων, σύμφωνα με τις μελέτες του Dewey (1923) και του Bell Telephone Laboratory (1930). Συνεπώς, η «φωνητική ισορροπία» έχει το νόημα της «εγκυρότητας προσώπου».

Η δομική ανάλυση του φωνολογικού συστήματος δεν αποτελούσε ανησυχία για την κατασκευή των λιστών PB. Έτσι, και πάλι οι λίστες PB δεν ενημερώνουν για τυχόν διαταραχές ακοής σε σχέση με το συγκεκριμένο συστατικό ή τα συστατικά της φωνολογικής δομής.[15]

Στην ερώτηση που αφορά την εγκυρότητα της «φωνητικής ισορροπίας», η απάντηση παρουσιάστηκε από τον Tobias (1964: 99), όταν είπε «η συντριπτική κλινική και πειραματική εμπειρία δείχνει ότι η φωνητική ισορροπία είναι μια ενδιαφέρουσα αλλά περιττή συνιστώσα μιας από τις τρέχουσες ακοομετρικές δοκιμασίες μας». Επίσης, θεώρησε ότι η φωνητική ισορροπία δεν είναι κριτήριο εγκυρότητας, δεδομένου ότι και με τις δοκιμασίες μισής λίστας έναντι ολόκληρης μετριέται το ίδιο πράγμα.[15]

Φαίνεται λοιπόν, πως από τις πρώτες κιόλας προσπάθειες ανάπτυξης ομιλητικού υλικού για την εξέταση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας τέθηκε το ερώτημα του κατά πόσο είναι σκόπιμη η χρήση της φωνητικής ή φωνητικής ισορροπίας.

Οι Gunnar Lidén & Gunnar Fant(1954) σε προσπάθεια να αναπτύξουν υλικό για την ομιλητική ακοομετρία στη Σουηδική γλώσσα επεσήμαναν πως είναι πιο σημαντική η πρακτική ανάγκη για ανταλλάξιμες λίστες, στο σχεδιασμό ενός τεστ, παρά η προϋπόθεση της φωνητικής σύνθεσης να πρέπει να αντικατοπτρίζει πιστά την κατανομή των ήχων της ομιλίας μιας γλώσσας. Η έννοια της αντιπροσωπευτικής φωνητικής σύνθεσης είναι κάπως αόριστη, καθώς μπορεί να ερμηνευθεί με διάφορους τρόπους. Οι λίστες των Αμερικάνικων τεστ συντάχθηκαν με σκοπό την αντιστοίχιση της κατανομής των ήχων στην ίδια αναλογία με ένα μεγάλο δείγμα συνδεδεμένου λόγου. Με αυτή τη διαδικασία η κατανομή αναφοράς θα μπορεί πολύ εύκολα να επηρεαστεί από τις πιο κοινές λέξεις της γλώσσας.[30]

Ο James και συν.(1991) σε έρευνα για τον καθορισμό των παραμέτρων για την ψηφιοποίηση ομιλητικού υλικού για χρήση στην ομιλητική ακοομετρία αμφισβήτησε την φωνητική ισορροπία, λέγοντας πως υπάρχουν διαφορές στην λειτουργία της θέσης σε μία μονάδα λέξης και σε συνδυασμούς διαφορετικών μονάδων. Σαν συνέπεια, η φωνητική ισοδυναμία δεν παρέχει απαραίτητα γενική αντιληπτική ισοδυναμία, κάτι που είχε αναφέρει και ο Μαρκίδης(1978). Επίσης, ο James ανέφερε πως αν η κάθε φωνητικά ισόρροπη λίστα αποτελούταν από μια ισόρροπη επιλογή ακουστικών χαρακτηριστικών, τότε θα αναμενόταν ότι οι επιδράσεις εφαρμοζόμενων συνθηκών δεν θα είχαν εξάρτηση σε κανέναν συνδυασμό κατάστασης-λίστας. Υπάρχουν πάντα διαφορετικές ακουστικές εκδηλώσεις μιας δοθείσας φωνητικής μονάδας, λόγω μεταβολής μεταξύ των ομιλητών, αλλά και μεταξύ περιπτώσεων του ίδιου φωνήματος σε πλαίσια διαφορετικών λέξεων και ολοκληρωμένων φράσεων. Ακόμα, δύο επαναλήψεις της ίδιας φωνητικής δομής, δεν θα είναι ολόιδιες ακόμα και όταν παράγονται από τον ίδιο ομιλητή.[35]

Ο Martin και συν. το 2000 έλεγξαν τα σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS) μεταξύ φωνητικά ισόρροπων και μη-φωνητικά ισόρροπων λιστών λέξεων, χορηγώντας και τις δύο λίστες σε ομάδες ατόμων με φυσιολογική ακοή, αλλά και σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα και διαπίστωσαν πως τα συνολικά σκορ που βασίζονται σε μη-φωνητικά ισόρροπες λίστες λέξεων δεν είναι σημαντικά

διαφορετικά απο τα συνολικά σκορ που βασίζονται σε προσεκτικά επιλεγμένες φωνητικά ισόρροπες λίστες.[18]

Επειδή οι δημιουργοί των λιστών πίστευαν ότι μια δοκιμή διάκρισης πρέπει να μιμείται τη συνομιλία, η κατασκευή των λιστών λέξεων βασίστηκε στην φωνητική σύνθεση των αγγλικών (Eldert Davis, 1951). Κάθε λίστα αποσκοπούσε να περιέχει τα φωνητικά στοιχεία περίπου στην ίδια αναλογία που εμφανίζονται στην εκάστοτε γλώσσα (Eldert and Davis, 1951). Αν και η ιδέα της ανάπτυξης λιστών λέξεων που μιμούνται τη γλώσσα συνομιλητών ήταν αξιέπαινη, οι ερευνητές βρήκαν αδύνατο να δημιουργήσουν λίστες λέξεων που είναι πραγματικά φωνητικά ισόρροπες (PB). Παρόλο που είναι δυνατόν να προσεγγισθεί η συχνότητα εμφάνισης ήχων σε "μέσο" λόγο, η πραγματική κατανομή των ήχων στην ομιλία εξαρτάται από το θέμα που συζητείται και το ποιος μιλάει (Egan, 1948). Ο ήχος της ομιλίας θα ποικίλει ανάλογα με τους ήχους που το περιβάλλουν. Επομένως, είναι αδύνατο να έχουμε μια λίστα λέξεων που είναι πραγματικά φωνητικά ισόρροπη (Lehiste and Peterson, 1959). Για να καταστούν οι λίστες πιο ομοιογενείς και να επιχειρηθεί η ισορροπία των φωνημάτων, οι Lehiste και Peterson, μεταξύ άλλων, ανέπτυξαν λίστες λέξεων που ακολούθησαν το μοντέλο σύμφωνο-πυρήνας-σύμφωνο, όπου ο πυρήνας είναι είτε φωνήεν, είτε δίφθογγος. Λίστες λέξεων που επιδιώκουν είτε φωνημική, είτε φωνητική ισορροπία αναφέρονται παραδοσιακά ως λίστες λέξεων φωνητικά ισόρροπες. Παρά τα υπάρχοντα στοιχεία που αμφισβητούν την ακρίβεια της φωνητικής ισορροπίας, το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο σύνολο υλικών για τη δοκιμασία αναγνώρισης λέξεων εξακολουθεί να είναι λίστες λέξεων φωνητικά ισόρροπων (Martin et al, 1998).[18]

Σκοπός μελέτης

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να εξακριβώσει την επίδραση, αν υπάρχει, της φωνητικής ισορροπίας στην εγκυρότητα και την αξιοπιστία των τεστ ψευδολέξεων. Ακόμα, ελέγχεται αν τα τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις είναι έγκυρα και αξιόπιστα όταν χορηγούνται σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα και αν υπάρχει διαφορά στην εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους με την παρουσία ή απουσία φωνητικά ισόρροπων λιστών.

Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε αναζήτησή βιβλιογραφίας μέχρι τον Ιούλιο 2019 στις βάσεις δεδομένων Pubmed και Google Scholar με τους όρους: speech audiometry, nonsense words, phonemic balance, phonetic balance, speech recognition threshold, word recognition score, nonsense syllables, adults, SRT, WRA, PB nonsense words, ομιλητική ακοομετρία με ψευδολέξεις, ουδός αναγνώρισης ομιλίας για ψευδολέξεις, φωνητική ισορροπία σε λίστες ψευδολέξεων, φωνημικά ισόρροπες λίστες ψευδολέξεων ομιλητικής ακοομετρίας.

Τα κριτήρια επιλογής των μελετών περιελάμβαναν τη χρήση ομιλητικού υλικού με ψευδολέξεις ή συλλαβές ψευδολέξεων, έπρεπε να εξετάζουν ενήλικα άτομα με φωνητικά ισόρροπες λίστες

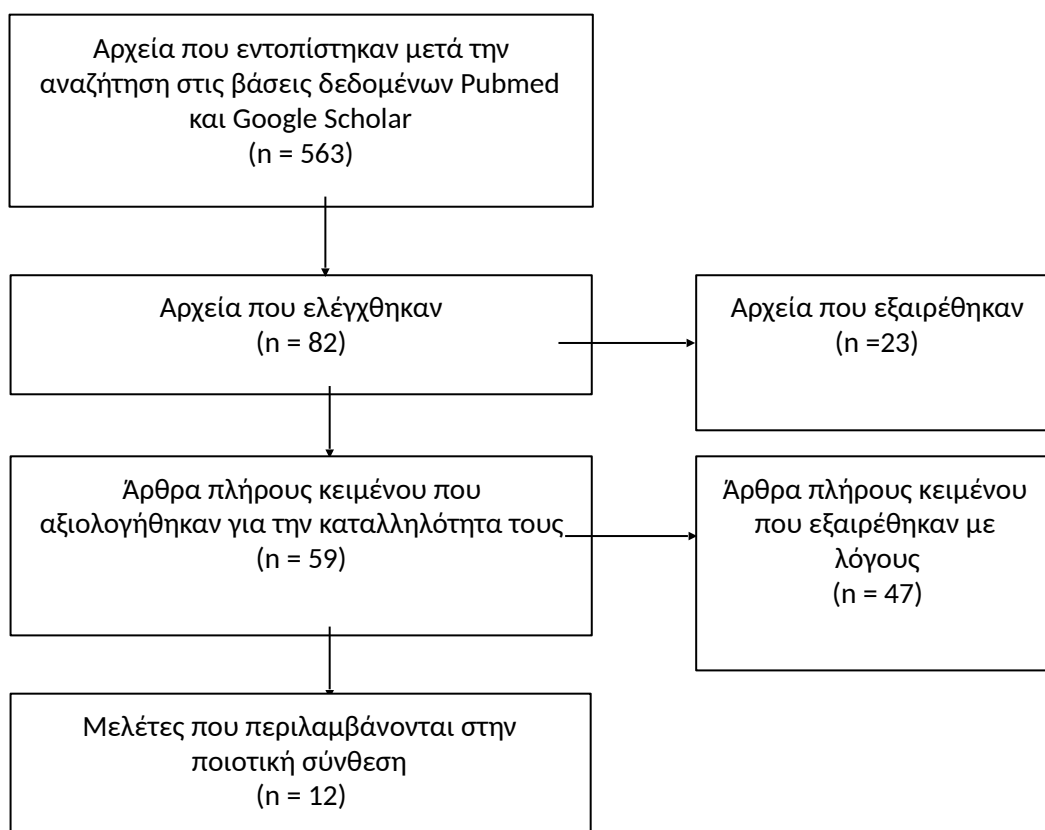
ψευδολέξεων ή με μη-φωνητικά ισορροπες λίστες. Θα έπρεπε να μελετάται η εγκυρότητα και/ή αξιοπιστία των τεστ, οι εξεταζόμενοι θα έπρεπε να έχουν φυσιολογική ακοή, αλλά να υπάρχει και χορήγηση των τεστ σε ενήλικα άτομα με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, οι συμμετέχοντες της εκάστοτε έρευνας θα έπρεπε να έχουν μητρική γλώσσα την γλώσσα στην οποία παρουσιάζεται το ερέθισμα και το ομιλητικό υλικό θα έπρεπε να είναι στην αγγλική, στην ελληνική ή γερμανική γλώσσα.

Τα κριτήρια αποκλεισμού περιελάμβαναν εξεταζόμενους μικρότερους των 18 ετών, δίγλωσσους συμμετέχοντες, ασθενείς με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μεικτού τύπου βαρηκοΐα, χρήση ομιλητικού υλικού με λέξεις ή προτάσεις, ομιλητικό υλικό σε άλλες γλώσσες πέραν των αγγλικών και των ελληνικών.

Αποτελέσματα

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαδικασία επιλογής των μελετών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση.

Διάγραμμα ροής διαδικασίας επιλογής μελετών



Η αρχική αναζήτηση με τους άνωθι όρους απέδωσε 563 αποτελέσματα. Από αυτά τα αποτελέσματα αφαιρέθηκαν τα 481 άρθρα, λόγω διπλών εγγραφών ή άσχετων με το ερευνητικό ερώτημα τίτλων που είχαν. Στη συνέχεια, ελέγχθηκαν 82 εγγραφές, εκ των οποίων αφαιρέθηκαν οι 23, δεδομένου ότι ήταν διπλωματικές, πτυχιακές, διδακτορικές διατριβές και ήταν γραμμένες σε γλώσσα άλλη από τα αγγλικά και τα ελληνικά. Μετέπειτα, αξιολογήθηκαν 59 άρθρα για την καταλληλότητά τους και εξαιρέθηκαν τα 47, δεδομένου ότι περιελάμβαναν διαφορετικό ομιλητικό υλικό από αυτό που είχε τεθεί στα

κριτήρια επιλογής ή/και συμμετέχοντες μικρότερους των 18 ετών. Επίσης, μέσα σε αυτές τις 47 μελέτες υπήρχαν μελέτες που είχαν σαν ομιλητικό υλικό τις ψευδολέξεις, αλλά στην ιαπωνική γλώσσα. Λόγω του ότι η ιαπωνική γλώσσα έχει διαφορετική δομή από την αγγλική και την ελληνική και δεν θα μπορούσε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων, έτσι οι συγκεκριμένες μελέτες αφαιρέθηκαν από την παρούσα ανασκόπηση.

Τα άρθρα που τελικά συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση ήταν συνολικά 12, τα οποία περιελάμβαναν τεστ ομιλητικής ακουομετρίας με ψευδολέξεις για άτομα με φυσιολογική ακοή ή/και για ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

Συνοπτικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα οι μελέτες που περιλαμβάνονται.

Συνοπτικός πίνακας των επιλεγμένων μελετών

Τεστ	Αρ. Συμμετεχόντων με φυσιολογική ακοή	Ηλικία Συμμετεχόντων και μέση ηλικία	Αρ. Συμμετεχόντων με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα	Ηλικία Συμμετεχόντων και μέση ηλικία	Φωνητική / Φωνημική Ισορροπία	Εγκυρότητα	Αξιοπιστία
Dubno, Dirks, 1982	0		38	22-79 ετών μέση ηλικία: 62 έτη	Δεν υπάρχουν στοιχεία από την αρχική μελέτη	ναι	ναι
Danhauser, Hiller, Edgerton, 1984	10 12	22-34 ετών μέση ηλικία: 29 έτη 50-69 ετών μέση ηλικία: 66 έτη	26	55-81 ετών μέση ηλικία: 75 έτη	όχι	ναι	ναι
Humes, 1986	12	19-32 ετών	4	17, 32, 36, 56 ετών μέση ηλικία: 35 έτη	Δεν υπάρχουν στοιχεία από την αρχική μελέτη	ασαφή αποτελέσματα	ναι
Butts, 1987	0		109	6-91 ετών μέση ηλικία: 51 έτη	όχι	ναι	ναι

Τεστ	Αρ. Συμμετεχόντων με φυσιολογική ακοή	Ηλικία Συμμετεχόντων και μέση ηλικία	Αρ. Συμμετεχόντων με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα	Ηλικία Συμμετεχόντων και μέση ηλικία	Φωνητική / Φωνημικά Ισορροπία	Εγκυρότητα	Αξιοπιστία
Gelfand, 1992	12 15	22-48 ετών μέση ηλικία: 28 έτη 18-21 ετών μέση ηλικία: 24 έτη	0		όχι	ναι	ναι
Cheesman, Jamieson, 1996	20	20-34 ετών	0		όχι	ναι	ναι
Wesker, 2005	0		0		όχι	-	-
Kuk, 2010	9	20-29 ετών μέση ηλικία: 27 έτη	10	56-87 ετών μέση ηλικία: 71.8 έτη	όχι	ναι	ναι
Τρίμης, 2013	20	μέση ηλικία: 25.1 έτη	0		ναι	ναι	ναι

Ενδεικτικά τεστ κατανόησης της ομιλίας πρέπει να είναι ευαίσθητα, δηλαδή να αποδίδουν διαφορετικά αποτελέσματα για διαφορετικές καταστάσεις ακοής, να είναι έγκυρα δηλαδή να αποδείχνουν αποτελέσματα τα οποία να σχετίζονται με πραγματικές επιδόσεις, να είναι αξιόπιστα δηλαδή να αποδίδουν αποτελέσματα τα οποία μπορούν να αναπαραχθούν με ακρίβεια και να είναι εφαρμόσιμα, δηλαδή να είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν εύκολα από κλινικούς οι οποίοι εργάζονται κάτω από τυπικές συνθήκες.[23]

Το 1979 οι Edgerton και Danhauer ανέπτυξαν ένα ανοιχτού τύπου τεστ δυσύλλαβων ψευδολέξεων, ώστε να εξετάσουν τις ψευδολέξεις σαν πιθανό ερέθισμα στην εξέταση της διάκρισης ομιλίας. Μέσα από μια δεξαμενή 1000 ψευδολέξεων φωνοτακτικής δομής CVCV επέλεξαν τελικά συνολικά 50 ψευδολέξεις, τις οποίες χώρισαν σε δύο λίστες των 25 ψευδολέξεων η καθεμία. Επιλέχθηκαν οι ψευδολέξεις και η συγκεκριμένη φωνοτακτική δομή, διότι μπορούν εύκολα να συνδυαστούν σε ισοδύναμες λίστες εξέτασης, έχουν μικρό πλεονασμό πληροφορίας και είναι σχετικά μη-ευαίσθητες σε επιδράσεις οικειότητας. Η συγκεκριμένη φωνοτακτική δομή κυρίως διότι τα τέσσερα στοιχεία είναι η μέγιστη προσέγγιση, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να μειώνεται αισθητά η κατανόηση του εκάστοτε φωνήματος, λόγω των επιδράσεων της μνήμης. Οπότε, κατασκευάστηκαν δύο λίστες των 25 ψευδολέξεων, οι οποίες ήταν σχετικά ομοιογενείς σε σχέση με το να μην υπάρχει νόημα και περιελάμβαναν ένα εύρος ατομικής δυσκολίας, η οποία ήταν αρκετά ευρεία για να είναι διαγνωστικά ευαίσθητες σε άτομα με προβλήματα ακοής. Δεν έγινε προσπάθεια κατασκευής φωνημικά ισόρροπων λιστών, γιατί η φωνημική ισορροπία δεν είναι απαραίτητη για την διαγνωστική εγκυρότητα (Tobias, 1964) και γιατί δεν έχουν βρεθεί σημαντικές διαφορές στα σκορ κατανόησης μεταξύ των λιστών ψευδολέξεων λόγω της φωνητικής ισορροπίας (Fletcher and Steinberg, 1929). Οι ψευδολέξεις χορηγήθηκαν σε 12 ενήλικες ηλικίας 20-38 ετών, με μέση ηλικία τα 26 έτη χωρίς ιστορικό ωτολογικής παθολογίας και με ουδούς αέρινης αγωγής τονικής ακοομετρίας μικρότερους ή ίσους με 15 dB HL στις συχνότητες 500-4000 Hz και σε 12 ενήλικες ηλικίας 22-70 ετών, με μέση ηλικία τα 49 έτη, οι οποίοι παρουσίαζαν ελαφριά προς μέτρια νευροαισθητήρια βαρηκοΐα. Εξέτασαν την βαθμολόγηση ολόκληρης της ψευδολέξης, τη βαθμολόγηση των συμφώνων, των φωνηέντων και των φωνημάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τους οι δύο λίστες ήταν ισοδύναμες και μεταξύ των συμμετεχόντων με φυσιολογικούς ουδούς ακοής και μεταξύ των συμμετεχόντων που παρουσίαζαν νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ανεξάρτητα από τον τρόπο βαθμολόγησης. Παρόλα αυτά, βρέθηκε πως για το συγκεκριμένο τεστ, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος βαθμολόγησης για διαγνωστικούς σκοπούς ήταν η βαθμολόγηση φωνημάτων. Διαπιστώθηκε πως το τεστ είναι έγκυρο, δεδομένου ότι εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συμμετεχόντων με φυσιολογική ακοή και αυτών με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, αλλά και αξιόπιστο σε ελάχιστο κλινικό χρόνο, παρότι αποτελείται από λίστες των 25 ψευδολέξεων και όχι από λίστες των 50 στοιχείων. [16]

Δύο χρόνια μετά τη δημιουργία του μη-φωνημικά ισόρροπου τεστ δυσύλλαβων ψευδολέξεων των Edgerton και Danhauer, οι προαναφερόμενοι και ο Rizzo (1981) μελέτησαν αν η χορήγηση του συγκεκριμένου τεστ έχει επιδράσεις από τις επαναλαμβανόμενες χορηγήσεις του στα σκορ διάκρισης φωνήματος για ακροατές με φυσιολογική ακοή. Χορήγησαν τις δυσύλλαβες ψευδολέξεις σε 4 ομάδες ατόμων που αποτελούνταν από 5 ενήλικες, ηλικίας 20-23 ετών η καθεμία, με ουδούς αέρινης αγωγής για την τονική ακοομετρία μικρότερους ή ίσους με 15 dB HL αμφοτερόπλευρα, διαφορά αέρινης-οστέινης αγωγής μικρότερη ή ίση με 5 dB και χωρίς αναφερόμενο ιστορικό ωτοπαθολογίας. Βρήκαν ότι αξιόλογη βελτίωση στην επίδοση με το πέρασμα των ημερών, δείχνει πως η οικειότητα λόγω της εξάσκησης μπορεί να λάβει χώρα σε πάνω από 5 συνεχόμενες μέρες χορήγησης, γεγονός που δεν είναι τυπικό στις περισσότερες κλινικές ρυθμίσεις. Ελέγχθηκε επίσης η επίδραση της επαναλαμβανόμενης χορήγησης μέσα στην ίδια συνεδρία και βρέθηκε πως δεν υπήρχε σημαντική επίδραση λόγω της

εξάσκησης για 15 παρουσιάσεις μέσα στην ίδια συνεδρία. Οπότε, το τεστ δισύλλαβων ψευδολέξεων μπορεί να είναι χρήσιμο όταν απαιτούνται πολλαπλές χορηγήσεις ενός τεστ μέσα στην ίδια συνεδρία. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή λειτουργιών έντασης-απόδοσης ή για την εξέταση των ακουστικών βοηθημάτων, χωρίς λάθη λόγω της εξάσκησης.[27] Απο τα ευρήματα τους διαπιστώνεται πως ακόμα και όταν ένα τεστ δεν πληροί το κριτήριο της φωνημικής ισορροπίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επανεξέταση, αλλά και στη ρύθμιση ακουστικών βοηθημάτων.

Το 1992 ο Gelfand και συν. έκαναν αλλαγές στο κλειστού τύπου τεστ συλλαβών ψευδολέξεων του Πανεπιστημίου του Σίτι της Νέας Υόρκης. Το αρχικό τεστ ήταν εντυπωσιακά ακριβές και αξιόπιστο και ο πρωτότυπος σχεδιασμός του ήταν να συγκεντρώνει τα λάθη σύγχυσης σε σύμφωνα που είναι πιο πιθανό να συμβούν. Οπότε οι επιλογές περιελάμβαναν το σύμφωνο στόχος και εναλλακτικές που διέφεραν στον τόπο ή στον τρόπο άρθρωσης σε σχέση με το σύμφωνο στόχος. Έτσι μπορούσε να εντοπίσει λάθη τόπου και τρόπου άρθρωσης, τα οποία παρουσίαζαν υψηλή διακρίσιμότητα. Δεν μπορούσε όμως να διακρίνει άλλες συγχύσεις κατανόησης και απο τα αποτελέσματα του δεν μπορούσε κάποιος να κατασκευάσει μια και μόνη μήτρα σύγχυσης, έτσι η χρησιμότητα του ήταν περιορισμένη σε καταστάσεις που κάποιος ενδιαφερόταν να ελέγξει ένα μεγάλο εύρος λαθών αντίληψης. Ο σκοπός της αλλαγής του αρχικού τεστ ήταν η υπερνίκηση των περιορισμών αυτών, καθώς διατηρείται η συνολική συνοχή του τεστ. Το αλλαγμένο τεστ περιελάμβανε συλλαβές ψευδολέξεων φωνοτακτικής δομής CV και VC. Κάθε λίστα με αρχικό σύμφωνο περιελάμβανε 22 συλλαβές ψευδολέξεων δομής CV και 16 δομής VC. Τα φωνήματα στόχος που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

Αρχική θέση: b, tʃ, d, f, g, h, dz, k, l, m, n, p, r, s, ʃ, t, θ, ð, v, w, j, z

Τελική θέση: b, d, f, g, k, m, n, η, p, s, ʃ, t, θ, ð, v z

Οι λίστες χορηγήθηκαν σε 12 ενήλικες, ηλικίας 22-48 ετών και μέση ηλικία τα 28 έτη, και στη συνέχεια σε άλλους 15 συμμετέχοντες ηλικίας 18-21 ετών, με μέση ηλικία τα 24 έτη, με ουδούς τονικής ακουομετρίας που δεν ξεπερνούν τα 10dB HL στις συχνότητες 250-8000 Hz, φυσιολογικά τυμπανογράμματα και ακουστικά αντανακλαστικά και στα δύο αυτιά. Οι συμμετέχοντες είχαν μητρική γλώσσα τα Αγγλικά, χωρίς ιστορικό νευρολογικών ή ωτολογικών προβλημάτων. Έγιναν μετρήσεις σε περιβάλλον χωρίς θόρυβο, αλλά και με παρουσία εξισορροπημένου ήχου ομιλίας καφετέρας. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως δεν υπήρχαν ιδιαίτερες διαφορές σε σχέση με το αρχικό τεστ, αλλά ούτε σημαντικές διαφορές μεταξύ των λιστών της αρχικής και της τελικής θέσης μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, παρότι στο αλλαγμένο τεστ χρησιμοποιήθηκε μόνο το φωνήεν /a/ για τις συλλαβές ψευδολέξεων, ενώ το αρχικό τεστ βασίστηκε σε τρία φωνήεντα (/i/, /a/ /u/) διαπιστώνεται πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο τεστ ούτε σε ήσυχο περιβάλλον, ούτε και σε παρουσία θορύβου. Έτσι φαίνεται πως οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν δεν επηρέασαν την επίδοση στο τεστ. Ακόμα, στο ερώτημα του κατά πόσο θα μπορούσε το αλλαγμένο τεστ να εντοπίσει λάθη πέρα του τρόπου και τόπου άρθρωσης των συμφώνων στις συλλαβές ψευδολέξεων, διαπιστώθηκε πως υπήρχε καλύτερη επίδοση στις συλλαβές φωνοτακτικής δομής CV σε σχέση με τη

δομή VC και φάνηκε πως στο αλλαγμένο τεστ υπήρχαν λάθη τόπου και τρόπου άρθρωσης σε ποσοστό 70% για τις συλλαβές CV σε σχέση με τις συλλαβές VC, όπου υπήρχαν λάθη τόπου άρθρωσης μόνο σε ποσοστό 61%. Παρόλα αυτά, τα συνολικά αποτελέσματα του αρχικού και αλλαγμένου τεστ είναι συγκρίσιμα και διαπιστώνεται πως οι αλλαγές στις οποίες υποβλήθηκε το αρχικό τεστ δεν επηρέασαν την ήδη αποδεδειγμένη συνοχή του. [24] Από τα παραπάνω φαίνεται πως παρότι δεν χρησιμοποιήθηκε η αναλογία των φωνημάτων που χρησιμοποιείται στην ομιλία της Αγγλικής γλώσσας, τα δύο τεστ θεωρούνται αξιόπιστα, με συνοχή και χρήσιμα για την εξέταση της αναγνώρισης ομιλίας σε συλλαβικό επίπεδο με ψευδολέξεις.

Οι Cheesman και Jamieson (1996) ανέπτυξαν ένα κλειστού τύπου τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις για την εξέταση ομιλητών που μιλούν Αγγλικά του Καναδά. Πέντε κριτήρια ορίστηκαν σαν σημαντικά χαρακτηριστικά αυτού του τεστ.[23]

1. Τα φωνήματα στόχος θα έπρεπε να είναι αντιπροσωπευτικά όλων των συμφώνων
2. Τα φωνήματα στόχος θα πρέπει να παρουσιάζονται σε όλες τις θέσεις μεταξύ φωνηέντων, ώστε να προσεγγίζουν τις σειρές συμφραζομένων της ταυτότητας των συμφώνων, οι οποίες είναι διαθέσιμες στη ρέουσα ομιλία
3. Οι ψευδολέξεις θα έπρεπε να ηχογραφηθούν από τουλάχιστον τέσσερις ομιλητές, δύο γυναίκες και δύο άντρες, η προφορά των οποίων θα έπρεπε να είναι κατάλληλη για τους ακροατές του Πανεπιστημίου Δυτικού Οντάριο
4. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί υψηλής ποιότητας ψηφιακό ακουστικό σήμα
5. Όλες οι ψευδολέξεις θα πρέπει να μην παρουσιάζουν ιδιοσυγκρασίες και ανωμαλίες στην προφορά και τον επιτονισμό και να μην χρησιμοποιούν προφανή διάλεκτο των Αγγλικών του κεντρικού Καναδά[23]

Αρχικά επιλέχθηκαν 22 σύμφωνα στόχος για χρήση σε ψευδολέξεις με φωνοτακτική δομή /ΛCΠ/, όπου C ήταν κάθε φορά ένα από τα σύμφωνα /b, tʃ, d, f, g, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ʃ, t, θ, ð, v, w, y, z/. Παρόλα αυτά το φώνημα /θ/ μετά από πιλοτική χορήγηση του τεστ σε 16 νέους ενήλικες με φυσιολογικούς ουδούς ακοής, βγήκε από τη λίστα συμφώνων, λόγω συχνής σύγχυσης του με το φώνημα /ð/. Στη συνέχεια, χορηγήθηκε σε 20 νέους ενήλικες ηλικίας 20-34 ετών με ουδούς τονικής ακοομετρίας μικρότερους ή ίσους με 20 dB HL στις συχνότητες 250-8000Hz στο εξεταζόμενο αυτί. Το τεστ χορηγήθηκε στους ακροατές σε συνθήκες συχνοτήτων ευρέως φάσματος, με παρουσία θορύβου και με συνθήκες φιλτραρίσματος του ερεθίσματος της ομιλίας. Όπως διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα τους το συγκεκριμένο τεστ είναι κατάλληλο για μια ποικιλία εφαρμογών που περιλαμβάνουν μέτρηση των ικανοτήτων των εξεταζόμενων να αναγνωρίσουν σύμφωνα μέσω ακουστικής πληροφορίας στην Αγγλική γλώσσα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ακροατές διαφόρων εκπαιδευτικών και πολιτισμικών υποβάθρων και να χορηγηθεί και βαθμολογηθεί γρήγορα. Είναι ευαίσθητο και ιδιαίτερα αξιόπιστο. [23]

Το 2005 ο Wesker και συν. δημιούργησαν το OLdenburg LOgatome (OLLO) για χρήση σε συστήματα αυτόματης αναγνώρισης ομιλίας. Ένας στόχος του ήταν η καλύτερη κατανόηση της ανθρώπινης αναγνώρισης ομιλίας και το όφελος που θα μπορούσε να προκύψει από την ανάπτυξη μηχανικής αναγνώρισης. Έτσι, δημιούργησαν ψευδολέξεις στα Γερμανικά, που αποτελούνταν από 3 φωνήματα, με φωνοτακτική δομή VCV είτε CVC αναλόγως το φώνημα στόχος που βρισκόταν στη μέση θέση κάθε φορά. Η επιλογή των φωνημάτων και των συνδυασμών των ψευδολεξέων έγινε με κριτήριο το να πλαισιώνεται το φώνημα στόχος ανάμεσα σε δύο σχεδόν όμοια φωνήματα, ώστε να μπορεί να αναλυθεί η επίδραση της συνάρθρωσης και μέσα από κλειστού τύπου τεστ κατανόησης οι άνθρωποι και οι μηχανές να μπορούν να επιλέξουν μέσα από το ίδιο εύρος απαντήσεων και επιλέχθηκαν τα πιο κρίσιμα φωνήματα για την αναγνώριση της ανθρώπινης ομιλίας, ώστε να μπορούν να αποκτηθούν σημαντικές διαφορές στα ποσοστά αναγνώρισης με μικρότερα σύνολα τεστ. Για να επιλεγθούν τα φωνήματα που θεωρούνται πιο κρίσιμα αναλύθηκαν μονοσύλλαβα και δισύλλαβα τεστ ψευδολεξέων και τα εξής φωνήματα ληφθήκαν υπόψιν, λόγω του υψηλού ποσοστού φωνολογικής σύγχυσης:

για τις VCV ψευδολέξεις: • [a][ε][I][ɔ][ʊ]

• [d][t][g][k][f][s][b][p][w][z][m][n][ŋ][l]

για τις CVC ψευδολέξεις: • [a] [ε] [I] [ɔ] [ʊ] [a:] [e] [i] [o] [u]

• [d][t][g][k][f][s][b][p]

Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά φωνήματα για την κάθε φωνοτακτική δομή, καθώς εξεταζόταν μόνο το μεσαίο φώνημα, ώστε να αυξηθεί ο αριθμός των μέσων φωνημάτων, ενώ ο αριθμός των ψευδολεξέων εξακολουθούσε να παραμένει μικρός. Ο συνδυασμός των παραπάνω φωνημάτων έδωσε 150 διαφορετικές ψευδολέξεις. Μετά τη δημιουργία των ψευδολεξέων έγιναν οι πρώτες μελέτες και το υλικό μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εξέταση. Η συνολική ακρίβεια της αναγνώρισης όλων των ψευδολεξέων ήταν στο 46,59%. [21] Και σε αυτή την προσπάθεια βλέπουμε ότι η επιλογή των φωνημάτων έγινε σύμφωνα με το ποσοστό φωνολογικής σύγχυσης και όχι με την φωνητική ισορροπία μεταξύ των ψευδολεξέων.

Πολύ πιο πρόσφατα, το 2010 ο Kuk και συν. ανέπτυξε ένα αξιόπιστο και ευαίσθητο, ανοιχτού τύπου τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις για την αναγνώριση ομιλίας, με σκοπό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο για την απο τη βάση προς την κορυφή ποσοτική ανάλυση των επιδράσεων της επεξεργασίας του σήματος στην αναγνώριση φωνημάτων. Έτσι κατασκεύασαν μια λίστα με 115 ψευδολέξεις φωνοτακτικής δομής CVCVC χρησιμοποιώντας 25 σύμφωνα της Αμερικάνικης αγγλικής γλώσσας. Κάθε σύμφωνο εμφανιζόταν με 5 διαφορετικά φωνήεντα και τα κριτήρια επιλογής των ψευδολεξέων ήταν τα εξής:

1. Κάθε σύμφωνο θα έπρεπε να εμφανίζεται σε αρχική, σε μέση και σε τελική θέση
2. Κάθε σύμφωνο σε κάθε θέση της ψευδολέξης θα εμφανιζόταν με τα πέντε επιλεγμένα φωνήεντα μόνο μία φορά
3. Εξαιρέσεις επιτρεπόταν μέσα στην λίστα όταν η άρθρωση κρινόταν ότι είναι πολύ δύσκολη

Όλες οι ψευδολέξεις παράγονταν με τονισμό στο δεύτερο σύμφωνο εκτός από αυτές τις συλλαβές με το /η/ σαν μεσαίο σύμφωνο. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο τόνος τοποθετούνταν στο πρώτο σύμφωνο. Η πλήρης λίστα των 115 ψευδολέξεων χορηγήθηκε σε 9 συμμετέχοντες με ουδό ακοής 10 dB HL μέχρι τις 8000 Hz ηλικίας από 20 έως 39 ετών και μέση ηλικία τα 27 έτη. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν μητρική γλώσσα τα Αγγλικά χωρίς να έχουν δεξιότητες σε οποιαδήποτε άλλη γλώσσα και χωρίς αρθρωτικές δυσκολίες. Δεδομένου όμως ότι η χορήγηση της πλήρους λίστας ήταν χρονοβόρα, κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθεί μια βραχεία λίστα, η οποία θα διατηρούσε την αξιοπιστία του τεστ. Για τη δημιουργία της βραχείας λίστας τέθηκαν τα εξής κριτήρια:

1. Αποκλεισμός των μη εξακολουθητικών στοιχείων
2. Αποκλεισμός των δύσκολων στοιχείων
3. Αποκλεισμός των στοιχείων που ήταν πολύ ευαίσθητα στον θόρυβο
4. Αποκλεισμός των στοιχείων με πολύ μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ τους

Συνεπώς, στη βραχεία λίστα επιλέχθηκαν 32 ψευδολέξεις με την ίδια φωνοτακτική δομή.

Και σε αυτό το τεστ δεν έχει επιλεχθεί η χρήση της φωνητικής ισορροπίας, διότι παρότι η συχνότητα εμφάνισης των φωνημάτων στη πραγματική ομιλία μπορεί να αντικατοπτρίσει δυσκολίες στην καθημερινή επικοινωνία, γίνεται εξ'ορισμού αποκλειστικά για φωνήματα που δεν εμφανίζονται τόσο συχνά όσο κάποια άλλα. Όπως για παράδειγμα, η συχνότητα εμφάνισης του φωνήματος /n/ στην καθημερινή ομιλία είναι 11%, ενώ του /s/ 6.9%. Συνεπώς, το ποσοστό αυτών των φωνημάτων σε ένα φωνητικά ισορροπο τεστ θα εμφανίζει παρόμοια φωνημική κατανομή. Αυτό προτείνει ότι κάποια από τα τεστ που χρησιμοποιούν τη φωνητική ισορροπία μπορεί να υποτιμούν το εύρος της συνέπειας μιας βλάβης των υψηλών συχνοτήτων ή της επεξεργασίας των υψηλών συχνοτήτων στην αναγνώριση ήχων της ομιλίας. Όπως φαίνεται και από το συγκεκριμένο τεστ, η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του διατηρήθηκαν παρά το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της φωνητικής ισορροπίας. [25]

Το 2012 ο Τρίμης και συν. ανέπτυξαν ένα τεστ με 2 λίστες μονοσύλλαβων ψευδολέξεων στα Ελληνικά, για την εξέταση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας(SRT) και του σκορ αναγνώρισης ομιλίας(WRS). Σκοπός της κατασκευής ήταν η δημιουργία φωνημικά ισορροπων λιστών με μονοσύλλαβες ψευδολέξεις για τον έλεγχο της ισοδυναμίας. Η κάθε λίστα μονοσύλλαβων ψευδολέξεων αποτελούταν από 50 ψευδολέξεις φωνοτακτικής δομής CV, VC και CVC με επιλεγμένα φωνήματα από 100 τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές εκπομπές της Ελλάδας. Οι λίστες χορηγήθηκαν σε 40 ενήλικες εξεταζόμενους, 20 άνδρες και 20 γυναίκες με μέση ηλικία 26,2 έτη και με μητρική γλώσσα τα Ελληνικά. Οι συμμετέχοντες δεν θα έπρεπε να παρουσιάζουν ωτολογικά προβλήματα ή προβλήματα λόγου και ομιλίας. Οι ουδοί τονικής ακοομετρίας, και για την αέρινη αγωγή και για την οστέινη αγωγή, θα έπρεπε να είναι μικρότεροι ή ίσοι από τα 15 dB HL για τις συχνότητες 250-8000 Hz. Επίσης, οι ουδοί αντίληψης ομιλίας τους έπρεπε να είναι μικρότεροι ή ίσοι με 20 dB HL και τα αποτελέσματα του τυμπανογράμματος έπρεπε να είναι μεταξύ 0.3 και 1.4 mmhos με κορυφή μεταξύ -20 και +40 daPa. Η απόκριση των εξεταζόμενων ήταν ανοιχτού τύπου. Όπως διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του τεστ είναι υπό

αμφισβήτηση, παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν φωνημικά ισόρροπες λίστες ψευδολέξεων. Εξάλλου, είναι αδύνατον να παραχθεί τεστ με την ίδια συχνότητα σε κάθε λίστα. Στο συγκεκριμένο τεστ κάθε φώνημα μεταβάλλει την φωνημική ισορροπία κατά 0.90%. [9]

Ο Τρίμης και συν. το 2013 κατασκεύασε τεστ με 5 λίστες φωνημικά ισόρροπων δισύλλαβων ψευδολέξεων στα Ελληνικά, με σκοπό την βελτίωση της αξιοπιστίας σε δοκιμασίες ουδού αναγνώρισης ομιλίας(SRT) και σκορ αναγνώρισης ομιλίας (WRS), όπως και την εξαγωγή ψυχομετρικών λειτουργιών και τον έλεγχο ισοδυναμίας των λιστών. Σε κάθε λίστα υπήρχαν 50 δισύλλαβες ψευδολέξεις, φωνοτακτικής δομής CVCV, οι μισές εκ των οποίων τονίζονταν στην πρώτη συλλαβή και οι άλλες μισές στη δεύτερη. Τα φωνήματα που χρησιμοποιήθηκαν, επιλέχθηκαν σύμφωνα με τη σχετική συχνότητα εμφάνισης τους στην καθημερινή ομιλία. Οι λίστες χορηγήθηκαν σε 20 ενήλικες με μέσο όρο ηλικίας τα 25,1 έτη, οι οποίοι δεν παρουσίαζαν κάποια νευρολογική διαταραχή και είχαν ουδούς τονικής ακουμετρίας μικρότερους ή ίσους με 15dB HL στις συχνότητες 250-8000Hz αμφοτερόπλευρα. Οι ψευδολέξεις παρουσιάστηκαν μονόπλευρα και η απόκριση ήταν ανοιχτού τύπου, ώστε να αποφευχθεί τυχόν εικασία από τους συμμετέχοντες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα βρέθηκε πως δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των λιστών ψευδολέξεων και πως η αξιοπιστία βελτιώθηκε, λόγω του αυξημένου αριθμού φωνημάτων. [10] Ακόμα και στις λίστες που ανέπτυξε ο Τρίμης και συν. φαίνεται πως παραλείπονται κάποια φωνήματα, όπως το /άνγχος/ και το /γκε, γκι/, οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε πως δεν υπάρχει απόλυτη φωνητική ισορροπία.

Οι μετρήσεις της αναγνώρισης ομιλίας είναι ουσιώδεις για τον καθορισμό του βαθμού αναπηρίας που παρατηρείται σε άτομα με βαρηκοΐα στις διάφορες επικοινωνιακές καταστάσεις. Πολλά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ευρέως για το σκοπό αυτό, έχει βρεθεί ότι παρουσιάζουν υψηλή μεταβλητότητα μεταξύ των μετρήσεων, μειώνοντας την πρακτικότητα τους για αξιόπιστη διαφοροδιάγνωση μεταξύ των πειραματικών καταστάσεων. Οι πρώτοι ερευνητές της λεκτικής επικοινωνίας έχουν τονίσει αρκετούς παράγοντες που επηρεάζουν την αξιοπιστία των ομιλητικών εργαλείων, όπως οι επιδράσεις μάθησης (Egan, 1948) και η οικειότητα με το σύνολο των αποκρίσεων (Pollack, Rubenstein,& Decker, 1959). Η αξιοπιστία ενός τεστ επηρεάζεται με έναν υψηλά προβλέψιμο τρόπο από τον αριθμό των στοιχείων του τεστ ή από το μέγεθος του συνόλου των αποκρίσεων. Για την μέτρηση της επίδοσης της αναγνώρισης ομιλίας, σαν λειτουργία της κατάστασης της ακοής ή τη ρύθμιση των ακουστικών βοηθημάτων, μία επανάληψη της κάθε κατάστασης περιλαμβάνεται για τον καθορισμό της αξιοπιστίας εξέτασης-επανεξέτασης του συστήματος μέτρησης.[26]

Οι Dubno και Dirks το 1982 εξέτασαν την αξιοπιστία του κλειστού τύπου τεστ με ψευδολέξεις των Resnick, Dubno, Hoffnung και Levitt(1975). Επέλεξαν 38 συμμετέχοντες με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα ηλικίας 22 έως 79 έτη, με 8 άτομα κάτω των 50 ετών. Οι ουδοί αντίληψης ομιλίας για τους συμμετέχοντες ήταν 11 έως 57 dB HL, με μέσους ουδούς αναγνώρισης ομιλίας στα 32 dB HL. Χώρισαν τους συμμετέχοντες σε τρεις ομάδες σύμφωνα με τη διαμόρφωση που είχαν τα ακουογράμματα τους. Οι τρεις κλάσεις διαμόρφωσης ήταν: επίπεδο (διαφορά μικρότερη ή ίση με 20

dB μεταξύ των ουδών στις συχνότητες 250-4000 Hz), βαθμιαία κλίση (διαφορά 25-40 dB μεταξύ των ουδών στις συχνότητες 250-4000 Hz και μικρότερη διαφορά από 30 dB στους ουδούς μεταξύ παρακείμενων συχνοτήτων) και απότομη κλίση (διαφορά μεγαλύτερη ή ίση με 45 dB μεταξύ των ουδών στις συχνότητες 250-4000 Hz ή διαφορά μεγαλύτερη από 30 dB στους ουδούς μεταξύ παρακείμενων συχνοτήτων). Οι ασθενείς σε κάθε ομάδα ήταν 11, 13 και 14 για την κάθε ομάδα αντίστοιχα. Το τεστ αποτελούταν από 91 διαφορετικές συλλαβές ψευδολέξεων, χωρισμένες σε 11 υπο-τεστ, καθένα από τα οποία περιείχε 7,8 ή 9 συλλαβές ψευδολέξεων. Από τα αποτελέσματα τους βρέθηκε, πως δεν υπήρχε συστηματική αλλαγή στην μέση επίδοση των συμμετεχόντων που να σχετίζεται με επαναλαμβανόμενη χορήγηση του τεστ σε δύο διαφορετικές δοκιμές, η μεταβλητότητα μεταξύ των δοκιμών δεν μπορεί να αιτιολογηθεί στη βάση της ηλικίας, του μεγέθους της απώλειας ακοής ή του βαθμού απόδοσης του κάθε εξεταζόμενου. Ο αριθμός των σωστών αποκρίσεων κάθε δοκιμής σχετίζεται άμεσα με το σκορ κάθε άλλης δοκιμής και η σχετική συχνότητα εμφάνισης των συγχύσεων παραμένει η ίδια από δοκιμή σε δοκιμή. Η αναγνώριση συλλαβών ψευδολέξεων μετρήθηκε με ίση ευαισθησία σε κάθε δοκιμή, αποτέλεσμα που ήταν αναμενόμενο, δεδομένου ότι ένα πανομοιότυπο σύνολο στοιχείων παρουσιάστηκε σε κάθε δοκιμή. Το τεστ συλλαβών ψευδολέξεων βρέθηκε ότι παρουσιάζει υψηλή αξιοπιστία για την εξέταση της αναγνώρισης συλλαβών και τα πρότυπα σύγχυσης συμφώνων για ακροατές με προβλήματα ακοής.[26]

Το 1984 οι Danhauer, Hiller και Edgerton εξέτασαν την ευαισθησία του ανοιχτού τύπου τεστ δισύλλαβων ψευδολέξεων που είχαν αναπτύξει το 1979 και για άτομα με φυσιολογική ακοή, αλλά και για ασθενείς με βαρηκοΐα. Χρησιμοποίησαν τρεις ομάδες ατόμων. Μία ομάδα ατόμων με βαρηκοΐα, η οποία αποτελούταν από 11 άνδρες και 15 γυναίκες, ηλικίας 55-81 έτη και μέση ηλικία 75 έτη, οι οποίοι παρουσίαζαν αμφοτερόπλευρη συμμετρική νευροαισθητήρια βαρηκοΐα (ουδούς ακοής συν ή πλην 15 dB σε όλες τις συχνότητες) στις συχνότητες 250-8000 Hz και χωρίς ιστορικό ωτοπαθολογίας, ωτοτοξικότητας ή ακουστικού τραύματος λόγω έκθεσης σε θόρυβο. Και δύο ομάδες ατόμων, οι οποίες είχαν αμφοτερόπλευρα ουδούς ακοής μικρότερους ή ίσους με 20 dB στις συχνότητες 250-4000 Hz και μικρότερους ή ίσους στις 8000 Hz με χάσμα μεταξύ αέρινης και οστέινης αγωγής μικρότερο ή ίσο με 5 dB. Η μία εκ των δύο αυτών ομάδων αποτελούταν από 4 άνδρες και 6 γυναίκες, ηλικίας 22-34 με μέση ηλικία τα 29 έτη, ενώ η άλλη μόνο από 12 γυναίκες, ηλικίας 50-69 έτη, με μέση ηλικία τα 66 έτη. Χορηγήθηκε μόνο η μία λίστα, μετά τον έλεγχο της ισοδυναμίας μεταξύ των λιστών του αρχικού τεστ. Ο τρόπος βαθμολόγησης ήταν ανά φώνημα, δεδομένου ότι από την αρχική τους μελέτη βρέθηκε πως αυτή η μέθοδος βαθμολόγησης είναι ευαίσθητη σε λάθη φωνηέντων και συμφώνων, είναι ικανή να ξεχωρίσει τις ομάδες βαρηκοΐας από αυτές με φυσιολογική ακοή και παρέχει 100 βαθμολογήσιμα στοιχεία από μία λίστα των 25 ψευδολέξεων, η οποία απαιτεί μόλις 3 λεπτά για να χορηγηθεί. Από τα αποτελέσματα τους φαίνεται πως το συγκεκριμένο τεστ μπορεί να διακρίνει μεταξύ ατόμων με φυσιολογική ακοή και βαρηκοΐα. Το συγκεκριμένο τεστ είναι ευαίσθητο για την νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ειδικά στις υψηλότερες εντάσεις. Είναι χρήσιμο, δεδομένης της διαγνωστικής του ευαισθησίας και του χρόνου χορήγησης του. [14]

Το 1986 ο Humes και συν. εξέτασαν κατά πόσο ακροατές με φυσιολογική ακοή, με χρήση ηχοκάλυψης μπορούν να μιμηθούν την επίδοση ασθενών με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα. Χορήγησαν το τεστ ψευδολέξεων συλλαβών του Resnick και συν.(1975) σε 16 συνολικά συμμετέχοντες. Οι 4

παρουσίαζαν αμφοτερόπλευρη συμμετρική νευροαισθητήρια βαρηκοΐα. Και οι 4 είχαν μέτρια προς σοβαρή απώλεια ακοής στις υψηλές συχνότητες με μεταβαλλόμενο βαθμό βλάβης στις χαμηλές και μεσαίες συχνότητες. Όλοι τους είχαν φυσιολογικά τυμπανογράμματα. Για κάθε εξεταζόμενο με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα υπήρχαν 3 συμμετέχοντες με φυσιολογική ακοή, άρα συνολικά 12 συμμετέχοντες με ουδούς τονικής ακοομετρίας μικρότερους από 15 db στις συχνότητες 125-8000 Hz. Τα τυμπανογράμματα τους ήταν φυσιολογικά και τα ακουστικά αντανακλαστικά παρόντα στα 100 dB στη συχνότητα των 1000 Hz. Η ηλικία των εξεταζόμενων με φυσιολογική ακοή ήταν μεταξύ 19 και 32 ετών. Από τα αποτελέσματα τους βρέθηκε πως υπάρχει αξιοπιστία σε μεμονωμένες υποκλίμακες του τεστ, οι οποίες και χορηγήθηκαν. Όσον αφορά την εγκυρότητα της παρούσας μελέτης τα αποτελέσματα είναι ασαφή, για την χρήση ενός φυσιολογικού ωτός με ηχοκάλυψη σαν ένα μοντέλο νευροαισθητήριας βαρηκοΐας. Έτσι προτάθηκε η συμπερίληψη όσο το δυνατόν περισσότερων πλαισίων για φωνήεντα και θέσεων για σύμφωνα προτού εξαχθούν συμπεράσματα για την ακρίβεια της επίδοσης, που προκύπτει μεταξύ των ατόμων με φυσιολογική ακοή και χρήση ηχοκάλυψης και των ασθενών με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.[29]

O Butts και συν. το 1987 εξέτασαν αν μη εκπαιδευμένοι εξεταζόμενοι ενός ευρέους φάσματος ηλικιών επιδεικνύουν μια συνεπή μεταβλητότητα, η οποία σχετίζεται με το βαθμό της νευροαισθητήριας απώλειας που είναι παρούσα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποίησαν το υλικό των Edgerton και Danhauer(1979). Εξέτασαν 109 άτομα σε διάστημα 4 μηνών. Οι εξεταζόμενοι παρουσίαζαν φυσιολογική άρθρωση και δεν είχαν ιστορικό ή σωματικά τεκμήρια βαρηκοΐας αγωγιμότητας ή οπισθοκοχλιακής παθολογίας, όπως καθορίζεται από απουσία χάσματος αέρινης-οστέινης αγωγής, φυσιολογικό τυμπανόγραμμα, μη πτώση του ακουστικού αντανακλαστικού ή σημαντικού ιστορικού ή σωματικά ευρήματα στην ωτολογική εξέταση. Το εύρος των ηλικιών των συμμετεχόντων ήταν μεταξύ 6 και 91 έτη, με μέση ηλικία τα 51 έτη. Το 55% των εξεταζόμενων είχε μέσες απώλειες στο τονικό ακούγραμμα μεταξύ 20 και 55 dB HL για τις συχνότητες 500-2000 Hz, ενώ 35% των συμμετεχόντων είχε μέσες απώλειες στο τονικό ακούγραμμα λιγότερο από 21 dB HL για τις συχνότητες 500-2000 Hz, αλλά πολλοί από αυτούς τους «φυσιολογικούς» συμμετέχοντες είχαν απώλειες στο τονικό ακούγραμμα πάνω από 20 dB HL σε μεμονωμένες συχνότητες. Από τις μετρήσεις που πραγματοποίησαν, διαπιστώνεται ότι κάθε ηλικιακή ομάδα είναι ικανή για πολύ καλά ή πολύ φτωχά αποτελέσματα στις ψευδολέξεις. Μη εκπαιδευμένα άτομα άνω των 6 ετών και μέχρι τα 80 έτη φαίνεται να είναι ικανά να αποδώσουν με έναν συνεπή τρόπο στο τεστ ψευδολέξεων άσχετα από την ηλικία τους, αρκεί να μην παρουσιάζουν μέτριες ή σοβαρές κινητικές διαταραχές της ομιλίας. Βρέθηκε μια ισχυρή σχέση μεταξύ των λαθών σε σύμφωνα και βαρηκοΐας στις 2000 Hz και μια λιγότερο ισχυρή σχέση μεταξύ λαθών σε φωνήεντα και απώλειας στα 250 ή στα 500 Hz, η οποία πιστεύεται πως τονίζει την ευαισθησία του τεστ ψευδολέξεων στην περιφερική ακουστική λειτουργία. Το συγκεκριμένο τεστ φαίνεται να είναι ευαίσθητο ακόμα και στις πιο ελαφριές αλλαγές στις απώλειες στην τονική ακοομετρία και να έχει μοναδική ευαισθησία για την ήπια και μέτρια βαρηκοΐα. Έχει ιδιαίτερη χρησιμότητα στη συμβουλευτική ασθενών με ελάχιστη απώλεια τονικής ευαισθησίας. [28]

O Kuk και συν. το 2010 μαζί με την ανάπτυξη του ανοιχτού τύπου τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις για την αναγνώριση ομιλίας, έλεγξε την εγκυρότητα του και σε συμμετέχοντες με

προβλήματα ακοής. Στην μελέτη αυτή έλαβαν μέρος 10 ενήλικες με προβλήματα ακοής για να εξεταστεί η επίδοση τους στις διάφορες εκδοχές του ORCA-NST. Οι βαρηκοΐες των συμμετεχόντων ήταν συμμετρικές (συν-πλην 10 dB) μεταξύ των δύο ωτών και ο μέσος ουδός ήταν 20 dB HL στα 250 Hz με κλίση στα 85 dB HL στις 8000 Hz. Οι 5 συμμετέχοντες είχαν μετρήσιμη ακοή μέχρι τις 10000 Hz και ένας μέχρι τις 12500 Hz στα 80 dB HL. Η ηλικία των εξεταζόμενων ήταν 56-87 έτη με μέση ηλικία τα 71.8 έτη. Οι 8 συμμετέχοντες ήταν άνδρες και οι 2 γυναίκες και όλοι τους εκτός από δύο ήταν έμπειροι χρήστες ακουστικών βοηθημάτων και όλοι είχαν μητρική γλώσσα τα Αγγλικά, χωρίς να παρουσιάζουν λάθη άρθρωσης ή γνωστικές δυσκολίες. Για να εκτιμηθεί η αξιοπιστία της εξέτασης-επανεξέτασης, οι εκδοχές του τεστ επαναλήφθηκαν σε διαφορετικές μέρες, αλλά με τον ίδιο εξεταστή. Από τα αποτελέσματα τους προέκυψε ότι υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων με φυσιολογική ακοή και των βαρήκοων ατόμων. Η πιο εμφανής διαφορά ήταν το χαμηλότερο σκορ που μετρήθηκε στους βαρήκοους συμμετέχοντες σε σχέση με αυτούς με φυσιολογική ακοή, άρα προτείνεται πως η βαρηκοΐα των εξεταζόμενων μπορεί να παίζει μείζονα ρόλο στον καθορισμό της επίδοσης τους στο τεστ. Από τις μετρήσεις τους βρέθηκε πως το τεστ παρουσιάζει καλή αξιοπιστία εξέτασης-επανεξέτασης σε όλες του τις εκδοχές (πλήρης και βραχεία λίστα, άνδρας και γυναίκα ομιλητές). Το τεστ θα πρέπει να βαθμολογείται μόνο σε φωνημική βάση, και για την υψηλότερη αξιοπιστία και σταθερότητα στη βαθμολόγηση ο ίδιος κλινικός που βαθμολογεί την αρχική μέτρηση θα πρέπει να βαθμολογεί και τις μεταγενέστερες μετρήσεις.[25]

Συζήτηση

Η μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για τα τεστ που χρησιμοποιούν ομιλητικό υλικό με ψευδολέξεις, έδειξε πως υπάρχει περιορισμένος αριθμός τεστ με το συγκεκριμένο ομιλητικό υλικό για την εξέταση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας και του σκορ αναγνώρισης ομιλίας, παρότι τα τεστ που χρησιμοποιούν ψευδολέξεις μπορούν να εξετάσουν την αναγνώριση φωνημάτων χωρίς την επηροή του σημασιολογικού περιεχομένου.[37] Μετά από εκτεταμένη αναζήτηση και μελέτη της υπάρχουσας αρθρογραφίας επιλέχθηκαν δώδεκα άρθρα, τα οποία περιελάμβαναν τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις. Πέντε εξ' αυτών χορήγησαν λίστες ψευδολέξεων μόνο σε άτομα με φυσιολογική ακοή, δύο μόνο σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ενώ τέσσερα και στις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Μία μελέτη δεν χορήγησε τις ψευδολέξεις σε συμμετέχοντες.

Επίσης, από την ανασκόπηση των μελετών που περιλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη φαίνεται πως ο χρόνος που απαιτείται για την χορήγηση ενός τεστ ομιλητικής ακοομετρίας με ψευδολέξεις είναι μικρός και μπορεί η συγκεκριμένη εξέταση να συμπεριληφθεί στην διαγνωστική διαδικασία.

Οι μελέτες που αναλύθηκαν δείχνουν πως ανεξάρτητα από την χρήση της φωνημικής ή φωνητικής ισορροπίας σαν κριτήριο δημιουργίας των λιστών ψευδολέξεων, τα τεστ είναι έγκυρα και αξιόπιστα για την μέτρηση του ουδού αναγνώρισης ομιλίας και του σκορ αναγνώρισης ομιλίας, καθώς και των λαθών που πραγματοποιούνται κατά την χορήγηση τους και σε άτομα με φυσιολογική ακοή, αλλά και σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

Στις μελέτες που περιλαμβάνονται στην παρούσα ανασκόπηση διαπιστώνεται πως, μόνο στην έρευνα του Butts(1987) συμμετείχε ένας μεγάλος αριθμός ατόμων, ενώ στις υπολοίπες υπήρχε ένα μικρό

δείγμα. Ακόμα, οι ηλικίες των συμμετεχόντων με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ενώ περιελάμβαναν ένα μεγάλο εύρος, οι μέσες ηλικίες ήταν άνω των 49 ετών. Θα μπορούσε να ερευνηθεί η επίδοση ασθενών με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα σε τεστ με ψευδολέξεις σε νέους ενήλικες. Μόνο στη μελέτη του Wesker(2005) δεν υπήρξε χορήγηση των ψευδολέξεων σε συμμετέχοντες. Αυτό συνέβη διότι οι συγκεκριμένες ψευδολέξεις δεν χρησιμοποιήθηκαν σαν τεστ ομιλητικής ακουομετρίας από μόνες τους, αλλά σαν υλικό που ο καθένας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει για την κατασκευή ενός τεστ.

Ακόμα, κάποιες από τις μελέτες που παρουσιάστηκαν χρησιμοποιούν τις ίδιες λίστες ψευδολέξεων σε προσπάθεια τους είτε να τις τροποποιήσουν είτε να ελέγξουν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις δυνατότητες που θα μπορούσαν να έχουν στην κλινική πράξη.

Συμπεράσματα

Η μέτρηση των σκορ αναγνώρισης ομιλίας έχει παραδοσιακά συμπεριληφθεί σαν μέρος της πρότυπης ακοολογικής εξέτασης για την διαφοροδιάγνωση της ακουστικής παθολογίας και για την αξιολόγηση των αντιληπτικών δεξιοτήτων επικοινωνίας. Για να χρησιμοποιηθεί το αποτέλεσμα ενός τεστ στη διαφοροδιάγνωση, θα πρέπει να είναι αξιόπιστο και να αντιστοιχεί με ακρίβεια τους ασθενείς στις κατάλληλες διαγνωστικές κατηγορίες(πχ. φυσιολογική ακοή, βαρηκοΐα αγωγιμότητας, νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, οπισθοκοχλιακή βλάβη) ή να συσχετίζει το μοτίβο των αποτελεσμάτων με μία συγκεκριμένη αιτιολογία(νόσο Meniere, πρεσβυακουσία, ωτοτοξικότητα).[38]

Τα τεστ ομιλητικής ακουομετρίας με ψευδολέξεις που έχουν αναπτυχθεί, μπορούν να είναι αξιόπιστα και έγκυρα όταν χορηγούνται σε άτομα με φυσιολογική ακοή, αλλά και σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, για την αγγλική γλώσσα. Είναι ευαίσθητα στο να διακρίνουν μεταξύ ατόμων με φυσιολογική ακοή και ατόμων που παρουσιάζουν νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

Οι λίστες των τεστ μπορούν να δημιουργηθούν με φωνημικά ισόρροπες ψευδολέξεις ή με μη-φωνημικά ισόρροπες. Παρόλα αυτά, η παράλειψη του κριτηρίου της φωνημικής ισορροπίας μπορεί να απλουστεύσει την διαδικασία δημιουργίας των λιστών, να επιτρέψει να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερος αριθμός ψευδολέξεων, όπως και περισσότερους συνδυασμούς φωνημάτων.

Δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν έχουν δημιουργηθεί λίστες με μη-φωνημικά ισόρροπες ψευδολέξεις, θα ήταν σκόπιμη η δημιουργία ενός τεστ με τέτοιο ομιλητικό υλικό για τα ελληνικά. Επίσης, στη μελέτη του Τρίμμη δεν έχει γίνει χορήγηση των λιστών σε ασθενείς με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, οπότε η χορήγηση και η σύγκριση των δύο τεστ θα μπορούσε να δείξει τυχόν επιδράσεις του κριτηρίου της φωνημικής ισορροπίας, αν υπάρχουν για την ελληνική γλώσσα σε άτομα με φυσιολογική ακοή, αλλά και σε άτομα με νευροαισθητήρια βαρηκοΐα.

Βιβλιογραφία

1. Handbook of Clinical Audiology, Seventh Edition, Jack Katz, 2015, Wolters Kluwer Health
2. The development of the University of Jordan word recognition test, Soha N. Garadat, Khader J. Abdulbaqi & Maisa A. Haj-Tas, International Journal of Audiology 2017; Early Online: 1–7
3. Development of word lists in Telugu for assessing speech recognition threshold: alternative forms to existing word lists, Kumar SBR et al. Int J Otorhinolaryngol Head Neck Surg. 2016 Jul; 2(3):147-156
4. Audiology: The Fundamentals, Fourth Edition, Fred H. Bess, Larry E. Humes, 2008 by Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business
5. Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system Richard H. Wilson, Rachel McArdle, Journal of Rehabilitation Research & Development, Volume 42, Number 4, 2005, Supplement 2
6. Articulation Testing Methods, H. Fletcher and J. C. Steinberg, Bell System Technical Journal
7. Bi-syllabic, Modern Greek word lists for use in word recognition tests, Vassiliki Iliadou, Marios Fourakis, Angelos Vakalos, John W. Hawks, George Kaprinis, International Journal of Audiology 2006; 45:74-82
8. Speech Audiometry: The Development of Modern Greek Word Lists for Supra threshold Word Recognition Testing, Nikolaos Trimmis, Evangelos Papadeas, Theodoros Papadas, Stefanos Naxakis, Panagiotis Papathanasopoulos, Panos Goumas, Mediterr J Otol 2006; 3: 117-126
9. Speech Audiometry: Nonsense Monosyllabic Lists in Modern Greek, Nikolaos Trimmis, Georgios Vrettakos, Panagiota Gouma, Theodoros Papadas, Journal of Hearing Science, 2012 Vol. 2, No. 3
10. Speech audiometry: Dissyllabic Pseudowords Test - Ομιλητική Ακοομετρία: Δοκιμασία Δισύλλαβων Ψευδολέξεων, Trimmis N., Mourtzoucho S K., Naxakis S., Papada S Th., Goumas P, Otorhinolaryngologia - Head and Neck Surgery, Issue 52, April - May - June 2013, pages 16-21
11. A Demonstration of Improved Precision of Word Recognition Scores, Robert S. Schlauch, Elizabeth S. Anderson, and Christophe Micheyl, Journal of Speech, Language, and Hearing Research, Vol. 57, 543–555, April 2014
12. Ακοολογία, 2008, εκδόσεις ΕΛΛΗΝ, ελληνική επιμέλεια Τρίμμη Ν.

13. Speech audiometry test with picture-related sentence lists in Modern Greek for partially hearing children, Konstantina Koloutsou, Dimitris Kikidis, George Spanoudakis, Athanasios Bibas & Thomas Nikolopoulos, Pages 187-198, Published online: 26 Oct 2017
14. Performance on a nonsense syllable test for normal and hearing-impaired subjects, Danhauer J.L., Hiller S.M., Edgerton B.J., The Journal of Auditory Research, 1984, 24, 165-173
15. Some Questions About Speech Audiometry, Seunghwan Lee, Language Research, Volume 21, Number 2, June 1985
16. Clinical Implications of Speech Discrimination Testing Using Nonsense Stimuli, Edgerton B.J., Danhauer J.L., University Park Press, 1979
17. Effects of Open-Set and Closed-Set Task Demands on Spoken Word Recognition, Cynthia G. Clopper, David B. Pisoni, and Adam T. Tierney, J Am Acad Audiol. 2006 May ; 17(5): 331–349
18. The Question of Phonetic Balance in Word Recognition Testing, Frederick N .Martin, Craig A .Champlin, Desiree D .Perez, J Am Acad Audiol, 11: 489-493(2000)
19. The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech, Hudgins C.V., Hawkins J. E., Karlin J. E., Stevens S. S., Laryngoscope Office, 1946
20. Ουδός Αναγνώρισης Ομιλίας: Ανάπτυξη υλικού για τον παιδιατρικό πληθυσμό, Νικόλαος Τρίμμης, Θεόδωρος Παπαδάς, Παναγιώτα Γκούμα, Ευάγγελος Παπαδέας, Ελληνική Ωτολογία-Ακοολογία-Νευρωτολογία, τεύχος 1 (τόμος 3), 01-02-03/2009
21. Oldenburg Logatome Speech Corpus (OLLO) for Speech Recognition Experiments with Humans and Machines, Thorsten Wesker, Bernd Meyer, Kirsten Wagener, Jörn Anemüller Alfred Mertins, Birger Kollmeier, INTERSPEECH 2005
22. Comparison of Speech Audiometry Test-Words Among Various Languages, Sinsak Horiguti, International Audiology, 5:2, 275-279, 07 Jul 2009
23. Development, Evaluation and Scoring of a Nonsense Word Test Suitable for use with Speakers of Canadian English, Margaret F. Cheesman and Donald G. Jamieson, Canadian Acoustics / Acoustique Canadienne, 24(1) 3-11 (1996)
24. Speech recognition performance on a modified nonsense syllable test, Stanley A. Gelfand, Teresa Schwander, Harry Levitt, Mark Weiss, Shlomo Silman, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 29, No. 1, 1992, Pages 53-60

25. Development of the ORCA Nonsense Syllable Test, Francis Kuk, Chi-Chuen Lau, Petri Korhonen, Bryan Crose, Heidi Peeters, and Denise Keenan, *Ear & Hearing*, VOL. 31, NO. 6, 2010 779–795
26. Evaluation of Hearing-Impaired Listeners Using a Nonsense-Syllable Test I. Test Reliability, Judy R. Dubno, Donald D. Dirks, *Journal of Speech and Hearing Research*, Volume25, 135-141, March1982
27. Practice Effects for Normal Listeners' Performance on a Nonsense Syllable Test, Bradley J. Edgerton, Jeffrey L. Danhauer, Stephen Rizzo, Jr., *The Journal of Auditory Research*, 1981, 21, 125-131
28. Nonsense Syllable Test (NST) Results and Hearing Loss, Frank M. Butts, Roger R. Ruth, and Zarhl G. Schoeny, *Ear and Hearing*, Vol. 8., No. 1, Copyright 1987 by The Williams & Wilkins Co., Prinred in U.S.A.
29. Recognition of nonsense syllables by hearing-impaired listeners and by noise-masked normal hearers, Larry E. Humes, Donald D. Dirks, Theodore S. Bell and Gail E.Kincaid, *J. Acoust Soc. Am.*81(3), March 1987
30. Swedish Word Material for Speech Audiometry and Articulation Tests, Gunnar Lidén & Gunnar Fant(1954), *Acta Oto-Laryngologica*, 43:sup116, 189-204
31. *Speech and Hearing*, Harvey Fletcher, Bell Telephone Laboratories, Inc, New York, 1929
32. Psychometrically equivalent Russian speech audiometry materials by male and female talkers, Richard W. Harris, Shawn L. Nissen, Melissa G. Pola, David L. McPherson, George A. Tavartkiladze, Dennis L. Eggett, *International Journal of Audiology*, 2007; 46:4766
33. Word and Sentence Tests for Use in Speech Audiometry, D. B. FRY B.A.,*Special Articles*, *The Lancet*, July 22, 1961
34. Thresholds and Psychometric Functions of the Individual Spondaic Words, *Journal of Speech and Hearing Research*, Young et al., Volume25, 586-593, December1982
35. Speech audiometry: Digitization effects and the non-equivalence of isophonemic word lists, C. J. James, J. M. Bowsher & P. J. Simpson, 1991, *British Journal of Audiology*, 25:2, 111-121
36. Articulation testing methods, James P. Egan, *Laryngoscope*, June 21 1948
37. Normally Hearing Children's Responses to a Nonsense SyllableTest(NST; Edgerton& Danhauer, 1979), *Journal of Speech and Hearing Disorders*, February 1985

38. Confidence Limits for Maximum Word Recognition Scores Judy R. Dubno, Fu-Shing Lee, Alan J. Klein, Lois J. Matthews, Chan F. Lam, *Journal of Speech and Hearing Research*, Volume 38, 490-502, April 1995