



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ: ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: «Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη Λογοθεραπεία»

Σπανού Μαρία (Α.Μ.: 1312)

Τσίτσια Γλυκερία (Α.Μ.:1328)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: κ. Παυλίδου Ευτέρπη

Ιωάννινα, Ιούλιος, 2025

Artificial Intelligence in Speech and Language Therapy

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, Ιούλιος, 2025

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Ευτέρπη Παυλίδου,

Παιδίατρος- Παιδονευρολόγος, Επίκουρη Καθηγήτρια Παιδιατρικής

2. Μέλος επιτροπής

Ευγενία Τόκη

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Λογοθεραπείας Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

3. Μέλος επιτροπής

Άγγελος Παπαδόπουλος

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Λογοθεραπείας Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ. Χειρουργός-ΩΡΛ, Καθηγήτρια

Υπογραφή

© Σπανού Μαρία, Τσίτσια Γλυκερία, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

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

Σπανού Μαρία

Υπογραφή

Τσίτσια Γλυκερία

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσοι μας στήριξαν και μας ενθάρρυναν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας και ιδιαίτερα κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ιδιαίτερη μνεία οφείλουμε στην επόπτριά μας, κυρία Παυλίδου Ευτέρπη, για την πολύτιμη καθοδήγηση και τις εύστοχες παρατηρήσεις της, που συνέβαλαν ουσιαστικά στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής. Θα θέλαμε, επίσης, να ευχαριστήσουμε θερμά όλους τους καθηγητές του Τμήματος Λογοθεραπείας για τις γνώσεις, την καθοδήγηση και τη διαχρονική τους συμβολή στην ακαδημαϊκή και προσωπική μας εξέλιξη. Τέλος, θερμές ευχαριστίες απευθύνουμε στις οικογένειές μας για την αδιάκοπη ηθική στήριξη και την υπομονή τους, καθώς και στους φίλους και συμφοιτητές μας για τη βοήθεια, την ενθάρρυνση και την καλή συντροφιά σε όλη αυτή τη διαδρομή.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, η οποία αποτελεί συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, εξετάζει τον ρόλο της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στον τομέα της Λογοθεραπείας, εστιάζοντας στη χρήση της ως εργαλείου υποστήριξης για την αξιολόγηση και αντιμετώπιση διαταραχών λόγου και επικοινωνίας. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων PubMed, MEDLINE και Google Scholar για δημοσιεύσεις που εκδόθηκαν μεταξύ 2018 και 2025.

Αναλύονται οι τρόποι με τους οποίους η TN μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων, όπως μέσω της αυτόματης ανάλυσης φωνής, της παροχής εξατομικευμένων θεραπευτικών ασκήσεων και της άμεσης ανατροφοδότησης. Επιπλέον, παρουσιάζονται εφαρμογές κινητών συσκευών και καινοτόμα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες λογοθεραπευτές, όπως τα κοινωνικά ρομπότ και οι πλατφόρμες voice banking. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αξιοποίηση της TN σε συγκεκριμένες διαταραχές όπως η δυσαρθρία, η αφασία και η απραξία, καθώς και στις διαταραχές φωνής, κατάποσης και στις νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Σκοπός της ανασκόπησης είναι να διερευνηθεί η εφαρμογή και η αποτελεσματικότητα της TN στον τομέα της Λογοθεραπείας, τόσο σε αξιολογητικά όσο και σε θεραπευτικά πλαίσια, ενώ παράλληλα επισημαίνονται οι προκλήσεις και οι περιορισμοί που απαιτούν περαιτέρω έρευνα και ηθική αξιολόγηση.

Λέξεις- κλειδιά: τεχνητή νοημοσύνη, λογοθεραπεία, διαταραχές Λόγου και ομιλίας, διαταραχές επικοινωνίας, διαταραχές κατάποσης, λυκόστομα, τραυλισμός, δυσλεξία

Abstract

This undergraduate thesis presents a systematic literature review investigating the role of Artificial Intelligence (AI) in the field of Speech and Language Therapy, with a particular focus on its application as a supportive tool in the assessment and intervention of speech and communication disorders. The literature search was conducted using electronic databases including PubMed, MEDLINE, and Google Scholar, covering peer-reviewed publications from 2018 to 2025. The review explores how AI technologies can enhance therapeutic effectiveness through methods such as automated speech analysis, personalized therapy exercises, and real-time feedback. Furthermore, it highlights the integration of mobile applications and innovative tools utilized by speech-language pathologists, including social robots and voice banking platforms. Special emphasis is placed on the application of AI in specific disorders, such as dysarthria, aphasia, and apraxia, as well as in voice and swallowing disorders, and in neurodegenerative diseases. The primary aim of this review is to examine the implementation and efficacy of AI within both diagnostic and therapeutic frameworks in Speech and Language Therapy, while also addressing the ethical considerations, challenges, and limitations that necessitate further research.

Keywords: artificial intelligence, speech therapy, speech-language pathology, speech disorders, communication disorders, swallowing disorders, cleft palate, stuttering, dyslexia

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	vi
Περίληψη.....	vii
Abstract	viii
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη.....	3
1.1. Ορισμοί.....	3
1.2. Ιστορία.....	3
1.3. Τύποι.....	4
1.4. Εφαρμογές	5
Κεφάλαιο 2. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ιατρική Επιστήμη.....	6
2.1. Τεχνητή Νοημοσύνη και Υγειονομική περίθαλψη	6
2.2. Διάγνωση και Πρόγνωση	7
2.3. Θεραπευτικές Προσεγγίσεις	10
2.4. Ανάπτυξη φαρμάκων.....	11
Κεφάλαιο 3. Υλοποίηση της συστηματικής ανασκόπησης	12
3.1. Ερευνητικό Ερώτημα και Στόχοι	12
3.2. Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	13
3.3. Στρατηγική Αναζήτησης	13
3.4. Διαδικασία Επιλογής Άρθρων	14
3.5. Αξιολόγηση Ποιότητας Μελετών.....	16
3.6. Ανάλυση και Σύνθεση Δεδομένων	17
3.7. Ανάλυση Αποτελεσμάτων των Μελετών	17
Κεφάλαιο 4. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στους τομείς της Λογοθεραπείας.....	19
4.1. Γενικά.....	19
4.2. Εφαρμογές ΤΝ στην Λογοθεραπεία.....	23
4.3. Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ).....	32
4.4. Σχιστίες χείλους και υπερώας.....	33
4.5. Δυσαρθρία	35
4.6. Απραξία.....	37

4.7. Αφασία.....	38
4.9. Τραυλισμός	42
4.10. Δυσλεξία	48
4.11. Νευροεκφυλιστικές ασθένειες	49
4.12. Διαταραχές Φωνής	53
4.13. Δυσφαγία	55
4.14. Αποτελέσματα Μελετών	58
4.15. Αποτελέσματα ανασκοπήσεων που συμπεριλήφθηκαν	70
Κεφάλαιο 5. Συζήτηση	75
5.1. Ανάλυση Κύριων Ευρημάτων	75
5.2. Οφέλη της TN στη γενική ιατρική	76
5.3. Οφέλη και προκλήσεις της TN στη λογοθεραπεία.....	77
5.4. Εξατομίκευση ανάλογα με το περιστατικό	77
5.5. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	78
5.6. Κίνδυνοι και ηθικοί προβληματισμοί	79
5.7. Συμπερασματικά	79
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα.....	79
Βιβλιογραφία	81
Παραρτήματα	90
Παράρτημα Α: Πίνακες.....	90
Πίνακας 1: Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	90
Πίνακας 2: Ποιοτική Αξιολόγηση Άρθρων	91
Πίνακας 3: Αποτελέσματα Μελετών.....	98
Πίνακας 4. Αποτελέσματα ανασκοπήσεων που συμπεριλήφθηκαν	108
Πίνακας 4: Εφαρμογές για Κινητές Συσκευές	114
Παράρτημα Β: Διάγραμμα	115
Διάγραμμα Ροής PRISMA	115

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αποτελεί έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους επιστημονικούς και τεχνολογικούς τομείς της εποχής μας, επηρεάζοντας σε βάθος κάθε πτυχή της κοινωνικής, οικονομικής και επιστημονικής ζωής (Karunananda, 2019). Η ικανότητα των μηχανών να «μαθαίνουν», να αναλύουν δεδομένα, να προβλέπουν καταστάσεις και να υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων έχει ανοίξει νέους ορίζοντες σε κλάδους, που έως πρόσφατα στηρίζονταν αποκλειστικά στη συνεισφορά του ανθρώπινου παράγοντα. Η εργασία αυτή, επιχειρεί να διερευνήσει τη δυναμική αυτής της τεχνολογίας στον χώρο της υγείας, εστιάζοντας ιδιαίτερα στον τομέα της λογοθεραπείας. Συγκεκριμένα, η εργασία στοχεύει στη χαρτογράφηση των υπαρχουσών εφαρμογών, στη σύγκριση των αλγορίθμων που έχουν χρησιμοποιηθεί και στην ανάδειξη των κενών της βιβλιογραφίας, προσφέροντας κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο που διέπει την TN. Αναλύονται βασικοί ορισμοί και πραγματοποιείται ιστορική αναδρομή από την απαρχή του πεδίου έως τη σύγχρονη εποχή (Karunananda, 2019). Επιπλέον, περιγράφονται οι κύριοι τύποι TN — ρητή/σιωπηρή, ισχυρή/αδύναμη — και παρουσιάζονται οι βασικές περιοχές εφαρμογής της, όπως τα αυτόνομα οχήματα, τα συστήματα σύστασης περιεχομένου, η ρομποτική, η χρηματοοικονομική τεχνολογία και, φυσικά, η υγειονομική περίθαλψη (Jiang et al., 2022). Η κατανόηση της δομής και της λειτουργίας της TN, όπως και των φιλοσοφικών και ηθικών προβληματισμών που τη συνοδεύουν, είναι κρίσιμη για την ανάλυση των πρακτικών της εφαρμογών σε ευαίσθητους κοινωνικούς τομείς (Jiang et al., 2022).

Το Κεφάλαιο 2 εστιάζει στην εφαρμογή της TN στον χώρο της ιατρικής επιστήμης. Γίνεται αναφορά σε διάφορες περιοχές της ιατρικής όπου η TN έχει ήδη προσφέρει σημαντικές λύσεις, όπως η υποστήριξη της διάγνωσης μέσω της ανάλυσης ιατρικών εικόνων, η πρόβλεψη παθήσεων, η εξατομικευμένη ιατρική, η φαρμακογονιδιωματική, η ρομποτική χειρουργική και η ανακάλυψη νέων φαρμάκων (Gou et al., 2024). Ιδιαίτερα έμφαση δίνεται στην αυξημένη ακρίβεια που προσφέρει η TN σε σχέση με τις παραδοσιακές διαγνωστικές και θεραπευτικές μεθόδους, καθώς και στα πλεονεκτήματα που αφορούν στη μείωση του κόστους, τη βελτίωση της προσβασιμότητας και την ταχύτητα επεξεργασίας μεγάλων όγκων δεδομένων (Farhud & Zokaei, 2021). Ωστόσο, επισημαίνονται και ζητήματα που αφορούν την ηθική χρήση, την ιδιωτικότητα των ιατρικών δεδομένων και την ανάγκη συνεχούς εποπτείας από το ιατρικό προσωπικό (Secinaro et.al, 2021).

Το Κεφάλαιο 4, το βασικό και πιο εκτενές μέρος της εργασίας, επικεντρώνεται στην εφαρμογή της ΤΝ στον τομέα της λογοθεραπείας. Η λογοθεραπεία, ως επιστήμη που εστιάζει στις διαταραχές λόγου, ομιλίας, φωνής και επικοινωνίας, επωφελείται ιδιαίτερα από τις δυνατότητες που προσφέρουν τα τεχνολογικά εργαλεία. Η ΤΝ, μέσω της μηχανικής μάθησης και της επεξεργασίας φωνής, προσφέρει σύγχρονες μεθόδους αξιολόγησης, αναγνώρισης μοτίβων παθολογικής ομιλίας και ανάπτυξης εξατομικευμένων θεραπευτικών παρεμβάσεων. Εξετάζονται εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ήδη στην κλινική πράξη ή βρίσκονται σε στάδιο πειραματικής χρήσης, όπως τα αυτόματα συστήματα αναγνώρισης ομιλίας (ASR), τα νευρωνικά δίκτυα που εντοπίζουν φωνολογικά λάθη, και τα συστήματα φωνητικής ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο (Dangol et al., 2025).

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις εφαρμογές της ΤΝ για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων διαταραχών, όπως όπως η δυσαρθρία, η αφασία και η απραξία, καθώς και στις διαταραχές φωνής, κατάποσης και στις νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Παρουσιάζονται τεχνολογίες όπως το Automatic Boost Articulation Therapy (BArT), κοινωνικά ρομπότ με δυνατότητα φωνητικής αλληλεπίδρασης, και εξειδικευμένα συστήματα που επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη και μαζική αξιολόγηση της ποιότητας της ομιλίας, με ακρίβεια που προσεγγίζει την ανθρώπινη κρίση (Ramos et al., 2021). Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν την παροχή λογοθεραπευτικής υποστήριξης εξ αποστάσεως, μειώνοντας γεωγραφικούς και οικονομικούς φραγμούς, και ενισχύοντας τη συστηματική εξάσκηση στο σπίτι. Παράλληλα, παρουσιάζονται παραδείγματα λογοθεραπευτικών εφαρμογών για κινητές συσκευές που έχουν ευρεία αποδοχή από επαγγελματίες και γονείς, ενισχύοντας τη συμμόρφωση των παιδιών στη θεραπευτική διαδικασία μέσα από παιχνίδι και διαδραστικότητα (Murero et al., 2020).

Τέλος, αναλύονται οι προκλήσεις και περιορισμοί της ενσωμάτωσης της ΤΝ στη λογοθεραπεία. Ανάμεσα σε αυτά συγκαταλέγονται η έλλειψη δεδομένων σε μη αγγλόφωνες γλώσσες, η ανάγκη για ανθρώπινη εποπτεία, ζητήματα πολιτισμικής προσαρμογής, καθώς και η προστασία των προσωπικών δεδομένων (Georgieva-Tsaneva, et al., 2023). Επισημαίνεται η σημασία της τεχνολογίας ως υποστηρικτικού εργαλείου και όχι ως υποκατάστατο της θεραπευτικής σχέσης. Η εργασία ολοκληρώνεται με αναφορά στις προοπτικές που διαμορφώνονται για την εξέλιξη της ΤΝ στη λογοθεραπεία, ενόψει της συνεχούς ανάπτυξης των γλωσσικών μοντέλων και των δυνατοτήτων εξατομικευμένης παρέμβασης μέσω φορητών και διαδραστικών τεχνολογιών (Svoboda et al., 2022).

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη

1.1. Ορισμοί

Η απόδοση ενός συγκεκριμένου ορισμού της τεχνητής νοημοσύνης (TN) είναι μια προσπάθεια που όπως έδειξαν τα τελευταία 69 περίπου χρόνια μετά την επίσημη ίδρυσή του, φάνηκε δύσκολη. Σύμφωνα με τους Emmert-Streib, Yli-Harja και Dehmer (2020) «ο ορισμός της νοημοσύνης συνήθως απαιτεί ένα εξάμηνο αγώνα, και ακόμη και μετά από αυτό δεν είμαι σίγουρος ότι θα καταλήξουμε στον ορισμό. Αλλά επιχειρησιακά, θέλουμε να κάνουμε τις μηχανές έξυπνες». Παρ' όλα αυτά, θα μπορούσαμε να περιγράψουμε την TN ως την ικανότητα ενός συστήματος αλγορίθμων να συλλέγει εξωτερικά δεδομένα, να τα επεξεργάζεται και βάσει αυτών, να οδηγείται στην εκτέλεση εργασιών και στην επίτευξη στόχων μέσω ευέλικτης προσαρμογής (Haenlein & Kaplan, 2019). Συνοπτικά, ο Kurzweil (1990), σημείωσε ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι «η τέχνη της δημιουργίας μηχανών που εκτελούν λειτουργίες που απαιτούν νοημοσύνη όταν εκτελούνται από ανθρώπους». Προκειμένου να γίνει κατανοητή η τεχνητή νοημοσύνη θα πρέπει πρώτα να οριστεί η έννοια της νοημοσύνης. Δυστυχώς, κάτι τέτοιο είναι αδύνατο, καθώς δεν υπάρχει ένας ορισμός που να είναι ευρέως αποδεκτός από την κοινότητα.

1.2. Ιστορία

Η νευροεπιστήμη, με έναν πρωτόγνωρο τρόπο, συνέβαλε στην εξέλιξη της TN. Η ανακάλυψη, από τη νευροεπιστήμη, του ανθρώπινου εγκεφάλου ως ενός δικτύου νευρώνων με μαζική διασύνδεση, αποτέλεσε το θεμέλιο για την πρώτη τεχνολογία TN: Αρχικά τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, που έκαναν την εμφάνισή τους στα μέσα της δεκαετίας του '40. Επιπλέον, η λήξη του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, εν έτη 1945, γέννησε ενθουσιασμό για καινούργιες ανακαλύψεις και

εφευρέσεις (Karunananda, 2019). Το 1950, το σύγγραμμα του Alan Turing "Computing Machinery and Intelligence" προσέφερε έμπνευση στην ιδέα των ευφυών μηχανών (Karunananda, 2019). Περαιτέρω, το 1948, η εφεύρεση του τρανζίστορ υπήρξε σημείο εκκίνησης για την εμφάνιση του σύγχρονου ψηφιακού υπολογιστή, ενός στοιχείου με τεράστια συνεισφορά στις εξελίξεις του σύγχρονου κόσμου (Karunananda, 2019).

Το έτος 1956, πραγματοποιήθηκε το Συνέδριο στο Dartmouth, και εκεί διατυπώθηκε για πρώτη φορά η ιδέα της ΤΝ (Zhang & Lu, 2021). Ήταν η στιγμή που η ΤΝ γεννήθηκε, καθορίζοντας μια νέα εποχή. Στη διάρκεια αυτών των χρόνων, παρατηρήθηκε μια αύξηση του ενδιαφέροντος για την έρευνα της από την παγκόσμια ακαδημαϊκή κοινότητα. Η έναρξη αυτής της προσπάθειας, ωστόσο, βρήκε εμπόδια το έτος 1969 (Zhang & Lu, 2021). Οι Minsky και Papert, μέσω των εργασιών τους, απέδειξαν ότι οι διαθέσιμες υπολογιστικές δυνατότητες εκείνη την περίοδο δεν ήταν αρκετές (Haenlein & Kaplan, 2019). Αυτό καθιστούσε ανέφικτη την επεξεργασία του όγκου δεδομένων και των υπολογιστικών απαιτήσεων που τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αυτού του τύπου χρειαζόντουσαν για να λειτουργήσουν (Haenlein & Kaplan, 2019).

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '80, η άνοδος της ΤΝ παρέμενε τόσο ανεπαίσθητη όσο και κρυφή (Karunananda, 2019). Στον σύγχρονο κόσμο, η ΤΝ έχει αναδειχθεί ως η κινητήρια δύναμη της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Οι πρόσφατες πρόοδοι στον τομέα της, επιταχύνουν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, μειώνοντας σταθερά τις διαφορές ανάμεσα στα δύο αυτά στοιχεία (Karunananda, 2019). Αυτή η εξέλιξη μας οδηγεί σε μια εποχή όπου μηχανές με δομές παρόμοιες με βιολογικά όργανα και άνθρωποι με ενσωματωμένα τσιπ τεχνητής νοημοσύνης συνυπάρχουν (Karunananda, 2019).

1.3. Τύποι

Υπάρχουν δύο μορφές νοημοσύνης. Αυτή που αφορά τις αναλυτικές/λογικές διεργασίες του εγκεφάλου και η μορφή που καλλιεργείται από την εκπαίδευση. Τα αντίστοιχα τμήματα της ΤΝ είναι τα γνωστικά συστήματα και η μηχανική μάθηση (Karunananda, 2019). Ο Russel και ο Norvig στην προσπάθεια να βρουν ένα χαρακτηριστικό που εξηγεί την νοημοσύνη, απέδωσαν τέσσερις κατηγορίες, βάσει δύο μεγάλων εννοιών, την σκέψη και την συμπεριφορά: Δρώντας Ανθρώπινα, Σκεπτόμενοι Ανθρώπινα, Σκεπτόμενοι Ορθολογικά, Δρώντας Ορθολογικά (Haenlein & Kaplan, 2019).

Οι παραπάνω προσεγγίσεις δεν είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη. Δρώντας ανθρώπινα σημαίνει να επιτευχθεί μια ανθρώπινη συμπεριφορά με βάση τις

ανθρώπινες αντιδράσεις, όμως, οι άνθρωποι δεν σκέφτονται πάντα ορθολογικά. Η ορθολογική σκέψη χρειάζεται έναν στόχο, ο οποίος προαπαιτεί την ύπαρξη πεποιθήσεων, άρα και νοημοσύνης. Με βάση αυτή τη θεωρία αναπτύσσεται ο κλάδος της TN (Haenlein & Kaplan, 2019).

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης της TN είναι εκείνος που διακρίνει την λεγόμενη ρητή TN από τη σιωπηρή TN. Η ρητή ή συμβολική TN αναφέρεται σε εμπειρικά συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν τα λεγόμενα ρητά δέντρα απόφασης. Είναι κόμβοι και κλάδοι που, σύμφωνα με τα αποτελέσματα σε μια προηγούμενη συνθήκη, οδηγούν σε μια ακολουθία συγκεκριμένων διαδρομών, ακολουθώντας μια αυστηρά μαθηματικοποιημένη και αντικειμενική διαδικασία. Για παράδειγμα, η χρήση ενός ρητού δέντρου απόφασης μπορεί να γίνει στην εκτίμηση των διαγνώσεων, ανάλογα με τη φύση και τη συχνότητα των συμπτωμάτων (Jean, 2020). Από την άλλη, η σιωπηρή (έμμεση) TN συλλαμβάνει μηχανισμούς με υψηλό επίπεδο αφαίρεσης, προσεγγίζοντας την δημιουργία της λογικής, όπως στην περίπτωση αναγνώρισης ενός όγκου σε μια ακτινογραφία (Jean, 2020). Εν συντομία, η ρητή TN είναι ένα σύστημα που δουλεύει βάσει μοντέλου, ενώ η σιωπηρή TN υιοθετεί την προσέγγιση βάσει δεδομένων (Jean, 2020).

Τέλος, ο χώρος της φιλοσοφίας αναφέρει έναν άλλον διαχωρισμό, αυτόν μεταξύ της Αδύναμης TN και της Ισχυρής TN. Σύμφωνα με αυτόν, λοιπόν, στην περίπτωση της Αδύναμης το σύστημα αναπαράγει τη λειτουργία για οτιδήποτε έχει αρχικά προγραμματιστεί και είναι κάτι που δεν είναι καινούριο και χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια (Emmert-Streib et al., 2020). Η Ισχυρή TN όμως, δεν αντιγράφει απλά την λειτουργία, αλλά αποτελεί μια πραγματική εικόνα της νοημοσύνης. Εν κατακλείδι, η Αδύναμη TN προσπαθεί να μιμηθεί τη νοημοσύνη, ενώ η Ισχυρή TN τη διαθέτει πραγματικά (Martinez, 2018).

1.4. Εφαρμογές

Η εξάπλωση της TN μεταβάλλει βαθιά την κοινωνία μας. Στην πραγματικότητα, η TN είναι πλέον διαθέσιμη παντού, και έχουμε συνηθίσει να βασιζόμαστε σε αυτήν για να παίρνουμε αποφάσεις στην καθημερινότητά των ανθρώπων (Adadi & Berrada, 2018). Παραδείγματος χάριν στο Netflix και στο Amazon, βλέπεις προτάσεις για προϊόντα και ταινίες, όπως επίσης, προτάσεις φίλων στο Facebook και εξατομικευμένες διαφημίσεις στις σελίδες των αποτελεσμάτων της Google. Οι πρόοδοι της έχουν, επίσης, επιταχύνει σημαντικά την διαδικασία της έρευνας και ανάπτυξης σε ποικίλους τομείς, όπως η ιατρική, η ψυχολογία, η μηχανική, η επιχειρηματικότητα, η επιστήμη κ.α. Οι χρήσεις της TN είναι ευρείες και ποικίλες, περιλαμβάνοντας την αναγνώριση φωνής, την επεξεργασία εικόνας,

την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, τα έξυπνα ρομπότ, τα αυτόνομα οχήματα, τα ενεργειακά συστήματα, την υγειονομική περίθαλψη και πολλά άλλα (Jiang et al., 2022).

Συγκεκριμένα, στα MMM, τα αυτόνομα οχήματα, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά, λεωφορεία, αξιοποιούν προηγμένες τεχνολογίες. Αυτές περιλαμβάνουν αυτόματη καθοδήγηση, συστήματα αλλαγής λωρίδας, καθώς και τη χρήση καμερών και αισθητήρων για την αποφυγή συγκρούσεων (West & Allen, 2018). Επιπλέον, χρησιμοποιούν TN για την ανάλυση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και υπολογιστές υψηλών επιδόσεων με συστήματα βαθιάς μάθησης για να προσαρμόζονται σε νέες συνθήκες μέσω λεπτομερών χαρτών (West & Allen, 2018). Η TN αξιοποιείται και στον τομέα της δικαιοσύνης. Στην Αμερική δημιουργήθηκε μία λίστα που βασίζεται σε TN, η οποία αναλύει άτομα που έχουν συλληφθεί για την πιθανότητα να γίνουν μελλοντικοί παραβάτες (West & Allen, 2018). Επιπλέον, την εθνική ασφάλεια, οι αμερικανικές ένοπλες δυνάμεις επιστρατεύουν την TN, με σκοπό να διασταυρώνουν τα δεδομένα και τα βίντεο που συλλέγονται από τις κάμερες παρακολούθησης, και έπειτα να ενημερώνουν τους αναλυτές, ώστε να εντοπίζουν τις ύποπτες δράσεις (West & Allen, 2018). Ένα, ακόμα, χαρακτηριστικό παράδειγμα συμβαίνει στις χρηματιστηριακές αγορές, όπου οι συναλλαγές από αυτοματοποιημένα συστήματα έχουν σε σημαντικό βαθμό αντικαταστήσει την ανθρώπινη κρίση (West & Allen, 2018). Στον κλάδο του λιανικού εμπορίου, τα φυσικά καταστήματα που δεν διαθέτουν προσωπικό χρησιμοποιούν την TN για να επιτύχουν αληθινό αυτόματο λιανικό εμπόριο, μειώνοντας έτσι το κόστος και βελτιώνοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα. Επιπροσθέτως, στον χώρο της ιατρικής, οι αλγόριθμοι που βασίζονται στην TN αξιοποιούνται για να προσφέρουν ιατρική φροντίδα, να εντοπίζουν τον καρκίνο και να διευκολύνουν την ανακάλυψη νέων φαρμάκων. Η διάδοση ιατρικών δεδομένων είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη ιατρικών υπηρεσιών σε διεθνές επίπεδο. Η TN εφαρμόστηκε για ανάλυση και επεξεργασία, με στόχο την παροχή βοήθειας σε όσους την χρειάζονται και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας της ιατρικής διάγνωσης (Zhang & Lu, 2021).

Κεφάλαιο 2. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ιατρική Επιστήμη

2.1. Τεχνητή Νοημοσύνη και Υγειονομική περίθαλψη

Από τη δεκαετία του 1950, η ΤΝ άρχισε να εφαρμόζεται στον τομέα της ιατρικής, όταν πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες προσπάθειες υποστήριξης της διαγνωστικής διαδικασίας μέσω προγραμμάτων βασισμένων σε υπολογιστές (Secinaro et.al, 2021). Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται σημαντική αύξηση του ενδιαφέροντος και της προόδου στον τομέα αυτό, γεγονός που οφείλεται κυρίως στη ραγδαία εξέλιξη της υπολογιστικής ισχύος και στην αυξημένη διαθεσιμότητα ψηφιακών ιατρικών δεδομένων (Secinaro et.al, 2021). Ως αποτέλεσμα, η ΤΝ συμβάλλει έως έναν βαθμό στον τρόπο εξάσκησης της ιατρικής πράξης.

Οι εφαρμογές της ΤΝ στον χώρο της υγειονομικής περίθαλψης έχουν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον ιατρικό τομέα (Farhud & Zokaei, 2021) (Secinaro et.al, 2021) (Shaban-Nejad et.al, 2018). Αυτές οι καινοτομίες εκτείνονται σε διάφορους τομείς, όπως η ιατρική απεικόνιση και τα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία, η εργαστηριακή διάγνωση, η θεραπευτική προσέγγιση, η υποστήριξη της κλινικής απόφασης, η ανάπτυξη νέων φαρμάκων, η εφαρμογή προληπτικής και εξατομικευμένης ιατρικής, η ανάλυση βιολογικών δεδομένων, η επιτάχυνση των ιατρικών διαδικασιών, καθώς και η αποθήκευση και πρόσβαση σε δεδομένα από τους φορείς υγειονομικής φροντίδας (Farhud & Zokaei, 2021) (Secinaro et.al, 2021) (Shaban-Nejad et.al, 2018).

Με λίγα λόγια, η ενσωμάτωση της ΤΝ στον τομέα της υγείας έχει επιφέρει πολλαπλά οφέλη όπως:

- διεύρυνση της πρόσβασης σε ποιοτική ιατρική περίθαλψη: μέσω της παροχής εξατομικευμένων παρεμβάσεων και της συνεχούς παρακολούθησης, επιτυγχάνεται η μείωση των λαθών και του κόστους της φροντίδας (Higgins & Madai, 2020),
- βελτίωση της διαχείρισης ιατρικών αρχείων: μέσω της αυτοματοποίησης και της ανάλυσης δεδομένων, ενισχύεται η ακρίβεια και η ταχύτητα στη διαχείριση των ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων, διευκολύνοντας τόσο τους επαγγελματίες υγείας όσο και τους ασθενείς (Pailaha, 2023).

Τέλος, η ΤΝ παρουσιάζει εντυπωσιακές προοπτικές στον τομέα της ιατρικής. Παρ' όλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα προκειμένου να αξιολογηθεί με ακρίβεια η αποτελεσματικότητα και η πρακτική εφαρμοσιμότητα των σχετικών τεχνολογιών στην κλινική πράξη (Secinaro et.al, 2021).

2.2. Διάγνωση και Πρόγνωση

Η διάγνωση παθήσεων είναι ανέκαθεν από τα πιο σημαντικά ζητήματα στον τομέα της ιατρικής, γι' αυτό και η εισαγωγή της ΤΝ στις διαγνωστικές διαδικασίες βρήκε γόνιμο έδαφος εφαρμογής. Ειδικά μετά την έξαρση του ιού COVID-19 και της επακόλουθης πανδημίας, η εισαγωγή της ΤΝ σε αυτόν τον τομέα αποτέλεσε ιδιαίτερα βοηθητική (Piliuk & Tomforde, 2023). Μέσω της ανάλυσης μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων, η ΤΝ μπορεί να προβλέψει ασθένειες ή συμπτώματα, μειώνοντας τον χρόνο που μεσολαβεί για τα αποτελέσματα της διάγνωσης (Luţenco et.al., 2024).

Η χρήση της ΤΝ έχει πλέον διευρυνθεί σε όλους σχεδόν τους τομείς της ιατρικής συμπεριλαμβανομένης της ογκολογίας, της οφθαλμολογίας, της γαστρεντερολογίας, των πνευμονικών και καρδιαγγειακών παθήσεων και πολλών άλλων (Vodanović et.al., 2023). Η αξιοποίηση των ακτινογραφιών (Liu et.al., 2021) και των αξονικών τομογραφιών (CT) ως είσοδοι σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης (ML) και νευρωνικών δικτύων έχει επιφέρει τη γρήγορη διάγνωση πνευμονικών παθήσεων, όπως εμφύσημα και πνευμονία, καθώς και τον εντοπισμό της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας σε θώρακα καπνιστών (Larentzakis & Lygeros, 2021). Επίσης στον τομέα της καρδιολογίας, μπορούν να διαγνωστούν διάφορες δυσλειτουργίες της καρδιάς, όπως κοιλιακή μαρμαρυγή, καρδιακή ανεπάρκεια και άλλες αρρυθμίες, μέσω της επεξεργασίας των σημάτων ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ) και άλλων εξετάσεων (Piliuk & Tomforde, 2023). Υπάρχουν επιτυχημένες περιπτώσεις χρήσης και στον τομέα της οφθαλμολογικής διάγνωσης. Συγκεκριμένα, συσκευές ΤΝ έχουν χρησιμοποιηθεί για την διάγνωση παθήσεων του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, του γλαυκώματος και του καταρράκτη, με κύριους ασθενείς τους διαβητικούς και τον παιδιατρικό πληθυσμό (Ahuja, 2019). Ένας πολύ σημαντικός κλάδος της ιατρικής στον οποίο αναπτύχθηκε η ΤΝ είναι αυτός της ογκολογίας. Δεδομένου ότι ο καρκίνος αποτελεί μια από τις συχνότερες αιτίες θανάτου η πρόωγη ανίχνευση προ-κακοήθων αλλοιώσεων καθιστά την συμβολή της ΤΝ πολύτιμη (Hunter et.al., 2022). Οι αλγόριθμοι της ΤΝ στη διάγνωση του καρκίνου χρησιμοποιούν εικόνες μαστογραφίας, αξονικής ή μαγνητικής τομογραφίας (MRI) ή ακόμη και τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) για την ανίχνευση κακοηθειών (Larentzakis & Lygeros, 2021). Επιπλέον, τροφοδοτούνται με ενδοσκοπικές εικόνες και βίντεο στην ανίχνευση νεοπλασιών του παχέος εντέρου, του οισοφάγου και του στομάχου, αλλά και για άλλες ανώμαλες καταστάσεις όπως γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης και της ατροφικής γαστρίτιδας (Briganti et.al., 2020).

Αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί και με τον τομέα της νευροεπιστήμης. Τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα (DNN) μπορούν να προβλέψουν την πιθανή διάγνωση του αυτισμού σε παιδιά υψηλού κινδύνου, να αξιολογήσουν την εξέλιξη της

άνοιας και να διαγνώσουν τη σχιζοφρένεια και να προβλέψουν τον κίνδυνο αυτοκτονίας, είτε μέσω επεξεργασίας των μαγνητικών τομογραφιών είτε των αποτελεσμάτων PET (Larentzakis & Lygeros, 2021). Τέλος, οι αλγόριθμοι της TN μπορούν να χρησιμοποιήσουν δεδομένα για μια πιο εξελιγμένη πρόβλεψη του τύπου του εγκεφαλικού επεισοδίου, καθώς και για τον προσδιορισμό της σοβαρότητας τραυματικών εγκεφαλικών επεισοδίων (Piliuk & Tomforde, 2023).

Οι σημερινές αδυναμίες της TN στην ιατρική, ιδίως στη διαγνωστική και τη διαφορική διάγνωση, αφορούν κυρίως (α) την μεταβλητή και συχνά ανεπαρκή διαγνωστική ακρίβεια σε κλινικά ρεαλιστικές συνθήκες, όπου τα συστήματα TN υστερούν έναντι έμπειρων ιατρών και αποδίδουν ανομοιόμορφα ανά ειδικότητα και σύνολο δεδομένων (Karthikeyan et al., 2025), (β) τις μεροληψίες που πηγάζουν από τα ίδια τα δεδομένα και τους αλγόριθμους, με αποτέλεσμα άνισες επιδόσεις σε υποομάδες (π.χ. φύλο/ηλικία/εθνικότητα) (Banerjee et al., 2021), (γ) τα ελλείμματα διαφάνειας και τεκμηρίωσης των κλινικών συνόλων δεδομένων που δυσχεραίνουν την αναπαραγωγικότητα και τον έλεγχο (Kaushal et al., 2020), και (δ) την περιορισμένη τεκμηρίωση πραγματικού οφέλους σε μελέτες υψηλής ποιότητας (π.χ. τυχαιοποιημένες δοκιμές) και προκλήσεις ένταξης στη ροή εργασίας, όπως η ανάγκη για συνεχή ανθρώπινη εποπτεία (Liu et al., 2021). Συγκεκριμένα, πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση/μετα-ανάλυση έδειξε ότι τα γενετικά μοντέλα TN για διαγνωστικές εργασίες είχαν μέση ακρίβεια ~52% και υστερούσαν σημαντικά έναντι ειδικών ιατρών, υπογραμμίζοντας την ανάγκη προσεκτικής χρήσης τους στη διαφορική διάγνωση (Karthikeyan et al., 2025). Επιπλέον, έχει τεκμηριωθεί ότι τα μοντέλα μπορούν να «κωδικοποιούν» δημογραφικά γνωρίσματα και να παρουσιάζουν άνιση απόδοση εντός και εκτός κατανομής εκπαίδευσης, εγείροντας σοβαρά ζητήματα δικαιοσύνης (Banerjee et al., 2021). Τέλος, διεθνείς οργανισμοί όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συστήνουν ισχυρή διακυβέρνηση, διαφάνεια, αξιολόγηση κινδύνου και συνεχή ανθρώπινη εποπτεία —ιδίως για μεγάλα πολυτροπικά μοντέλα— ακριβώς λόγω των παραπάνω περιορισμών και κινδύνων (World Health Organization, 2023).

2.3. Θεραπευτικές Προσεγγίσεις

Η ΤΝ μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη θεραπειών που προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε ασθενούς, λαμβάνοντας υπόψη το γενετικό του υπόβαθρο και το ατομικό του ιατρικό ιστορικό. Μέσω αυτής της προσέγγισης, είναι δυνατή η επιλογή των πλέον κατάλληλων θεραπευτικών παρεμβάσεων, γεγονός που συμβάλλει τόσο στη μείωση των ανεπιθύμητων ενεργειών όσο και στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της αγωγής (Lutenco et al., 2024).

Η ΤΝ έχει τη δυνατότητα να συνδυάζει δεδομένα από διαφορετικές πηγές – όπως το γενετικό προφίλ, το ιστορικό ασθενειών και παράγοντες τρόπου ζωής – ώστε να διαμορφώνει ολοκληρωμένες και εξατομικευμένες θεραπευτικές στρατηγικές. Η πολυπαραγοντική αυτή προσέγγιση ενισχύει την ακρίβεια των προβλέψεων και επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση σε πληθώρα ασθενειών (Lutenco et al., 2024).

Ένας επίσης από τους βασικούς τομείς εφαρμογής της ΤΝ είναι η φαρμακογονιδιωματική, η οποία συνδέει τα γενετικά χαρακτηριστικά του ασθενούς με την αντίδρασή του σε φαρμακευτικές ουσίες. Μέσα από την ανάλυση γονιδιωμάτων, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να προβλέψουν ποια θεραπεία θα είναι πιο αποτελεσματική και ποια ενδέχεται να προκαλέσει ανεπιθύμητες. Αυτή η δυνατότητα ενισχύει σημαντικά την εφαρμογή της εξατομικευμένης ιατρικής, κυρίως σε χρόνιες ή πολύπλοκες παθήσεις όπως ο καρκίνος (Gou et al., 2024).

Αξιοσημείωτη είναι η συμβολή της ΤΝ στη ρομποτική χειρουργική, όπου συνδυάζεται με προηγμένες τεχνολογίες για να μεταμορφώσει την παραδοσιακή πρακτική. Μέσα από εξελιγμένες πλατφόρμες που περιλαμβάνουν κονσόλα ελέγχου, ρομποτικούς βραχίονες και συστήματα απεικόνισης υψηλής ευκρίνειας, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια, βελτιωμένη ορατότητα και δυνατότητα ελάχιστα επεμβατικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα αυτά καθιστούν δυνατή την εκτέλεση περίπλοκων επεμβάσεων με αυξημένη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα (Liu et al., 2021).

Η τεχνολογική πρόοδος έχει επίσης οδηγήσει στην ανάπτυξη ασύρματων κινητών θεραπευτικών συστημάτων, τα οποία επιτρέπουν την παροχή θεραπειών εκτός των παραδοσιακών ιατρικών εγκαταστάσεων. Πέραν της διαχείρισης του πόνου, οι σύγχρονες φορητές συσκευές είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες που καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο κρίσιμες βιολογικές

παραμέτρους, όπως η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία σώματος και ο κορεσμός οξυγόνου. Αυτά τα δεδομένα μεταδίδονται αυτόματα μέσω ασύρματων δικτύων, όπως Bluetooth και Wi-Fi, και μπορούν να αξιοποιηθούν για κλινική παρακολούθηση ή ερευνητική ανάλυση. Οι συσκευές αυτές δεν περιορίζονται μόνο στη διάγνωση, αλλά μπορούν επίσης να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στη θεραπεία, ενεργοποιώντας συστήματα έγκαιρης φαρμακευτικής χορήγησης ανάλογα με τις μετρήσεις των βιοδεικτών του χρήστη (Gou et al., 2024).

Η ουσία όλων των παραπάνω προσεγγίσεων είναι ότι κάθε ασθενής αποτελεί μια ξεχωριστή οντότητα με μοναδικά βιολογικά, γενετικά και κλινικά χαρακτηριστικά· συνεπώς, η TN δεν πρέπει να εφαρμόζεται ως «γενική λύση», αλλά ως εργαλείο που επιτρέπει την εξατομικευμένη θεραπεία και την προσαρμογή της αγωγής στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε ατόμου (Johnson et al., 2020).

2.4. Ανάπτυξη φαρμάκων

Η ανάπτυξη ενός νέου φαρμάκου είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία, που μπορεί να διαρκέσει 10 έως 15 χρόνια. Περιλαμβάνει πολλά στάδια, όπως την αρχική έρευνα, τις προκλινικές δοκιμές στο εργαστήριο, τις κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους και, τέλος, την έγκριση από τις αρμόδιες αρχές, ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η ασφάλειά του. Η επαναχρησιμοποίηση φαρμάκων (drug repurposing) προσφέρει μια ταχύτερη και οικονομικότερη εναλλακτική, αξιοποιώντας ήδη εγκεκριμένα φάρμακα για τη θεραπεία διαφορετικών ασθενειών, βάσει των χαρακτηριστικών τους και με τη βοήθεια βάσεων δεδομένων υφιστάμενων μορίων (Gou et al., 2024). Η TN συμβάλλει σημαντικά στη διαδικασία αυτή, ενισχύοντας την ικανότητα αναγνώρισης μοτίβων και συσχετίσεων μεταξύ φαρμάκων και παθήσεων . (Larentzakis & Lygeros, 2021). Επιπλέον, η TN βρίσκει εφαρμογή και σε άλλους κρίσιμους τομείς της φαρμακευτικής έρευνας, όπως η ανακάλυψη νέων βιολογικών στόχων, ο έλεγχος φαρμακευτικών ενώσεων, ο σχεδιασμός και η σύνθεση φαρμάκων, προσφέροντας καινοτόμες λύσεις μέσα από αλγορίθμους βαθιάς μάθησης που προσομοιώνουν τις γνωστικές ικανότητες των χημικών στην αναγνώριση προτύπων (Gou et al., 2024) (Larentzakis & Lygeros, 2021).

Κεφάλαιο 3. Υλοποίηση της συστηματικής ανασκόπησης

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση διεξήχθη τον Μάρτιο 2025 και ακολουθεί τις κατευθυντήριες οδηγίες PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) με στόχο τη διαφάνεια και πληρότητα της ερευνητικής διαδικασίας.

3.1. Ερευνητικό Ερώτημα και Στόχοι

Σκοπός της εργασίας είναι η συστηματική διερεύνηση της εφαρμογής της ΤΝ στη λογοθεραπεία και συγκεκριμένα:

Πώς εφαρμόζεται η Τεχνητή Νοημοσύνη στην αξιολόγηση και παρέμβαση για διαταραχές λόγου, φωνής, κατάποσης και επικοινωνίας, και ποια είναι η αποτελεσματικότητά της σε σύγκριση με την αποτελεσματικότητα των παραδοσιακών μεθόδων;

Στόχοι της ανασκόπησης είναι:

- Η καταγραφή των τεχνολογιών ΤΝ που χρησιμοποιούνται στη λογοθεραπευτική πρακτική.
- Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους σε διάφορες διαταραχές.
- Η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων και περιορισμών των εφαρμογών ΤΝ.
- Η διερεύνηση των μελλοντικών προοπτικών και ηθικών ζητημάτων που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της ΤΝ στη λογοθεραπεία.

Το ερευνητικό ερώτημα διαμορφώθηκε με βάση το μοντέλο PICO, όπως παρουσιάζεται παρακάτω:

Ερευνητικού Ερωτήματος (PICO)

Στοιχείο	Περιγραφή
P (Population)	Παιδιά ή ενήλικες με διαταραχές λόγου, ομιλίας, φωνής ή επικοινωνίας
I	Εφαρμογές ή συστήματα ΤΝ (π.χ. αυτόματη αναγνώριση ομιλίας,

Στοιχείο	Περιγραφή
(Intervention)	chatbot, φωνητική ανάλυση, voice banking, mobile apps)
C (Comparison)	Παραδοσιακή/συμβατική λογοθεραπευτική αξιολόγηση ή παρέμβαση (ή/και καμία παρέμβαση)
O (Outcome)	Βελτίωση της ακρίβειας αξιολόγησης, της θεραπευτικής αποτελεσματικότητας, της συμμόρφωσης ή της προσβασιμότητας

3.2. Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Κριτήρια Ένταξης	Κριτήρια Αποκλεισμού
Άρθρα δημοσιευμένα από το 2018 έως το 2025	Άρθρα πριν από το 2018
Εστίαση στην ΤΝ σε σχέση με τη λογοθεραπεία	Γενικές εφαρμογές ΤΝ χωρίς σύνδεση με τη Λογοθεραπεία
Άρθρα στα αγγλικά ή ελληνικά	Άρθρα σε άλλες γλώσσες
Ελεύθερη πρόσβαση στο πλήρες άρθρο	Μη ελεύθερη πρόσβαση
Τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού παρατίθενται και στο Παράρτημα Α: Πίνακας 1.	

3.3. Στρατηγική Αναζήτησης

Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις βάσεις PubMed, MEDLINE και Google Scholar. Χρησιμοποιήθηκαν συνδυασμοί λέξεων-κλειδιών με Boolean τελεστές (AND, OR) :

Παραδείγματα αναζητήσεων:

(“artificial intelligence” OR “AI”) AND (“speech therapy” OR “speech disorders” OR “communication disorders” OR “swallowing disorders” OR “cleft palate” OR “stuttering” OR “dyslexia”)

Περιορισμοί αναζήτησης:

- Περίοδος: 2018–2025
- Γλώσσες: Αγγλικά, Ελληνικά
- Πλήρες κείμενο (full text)

Κατά το πρώτο στάδιο της ανασκόπησης (εντοπισμός μελετών), η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων PubMed, MEDLINE και Google Scholar. Εφαρμόστηκαν φίλτρα περιορισμού με βάση το χρονικό διάστημα 2018–2025, την αγγλική γλώσσα, καθώς και την απαίτηση για ελεύθερη και πλήρη πρόσβαση στο πλήρες κείμενο των άρθρων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος τίτλων και περιλήψεων, προκειμένου να αποκλειστούν μελέτες που δεν παρουσίαζαν συνάφεια με το ερευνητικό ερώτημα – όπως, για παράδειγμα, δημοσιεύσεις που εστίαζαν αποκλειστικά σε κινητική αποκατάσταση, γενικής ιατρικής θεματολογίας ή σε τεχνολογικές εφαρμογές χωρίς συσχέτιση με τη λογοθεραπεία. Για την ταυτοποίηση και αφαίρεση διπλοτύπων, αξιοποιήθηκε το εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης ChatGPT, προκειμένου να εντοπιστούν επαναλαμβανόμενα άρθρα μεταξύ των πηγών. Τέλος, η αξιολόγηση του πλήρους κειμένου των επιλεγμένων μελετών οδήγησε στον αποκλεισμό επιπλέον άρθρων, κυρίως λόγω απουσίας περιγραφής παρεμβατικών εφαρμογών, αξιολογητικών δεδομένων ή ανεπαρκούς τεκμηρίωσης.

3.4. Διαδικασία Επιλογής Άρθρων

Στάδια εντοπισμού και επιλογής μελετών:

1. Αναζήτηση και εντοπισμός

Κατά το πρώτο στάδιο της ανασκόπησης πραγματοποιήθηκε συστηματική αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, MEDLINE και Google Scholar, ακολουθώντας τις οδηγίες PRISMA 2020. Η αρχική αναζήτηση απέδωσε 126.934 εγγραφές.

2. Αφαίρεση διπλοτύπων

Για την ταυτοποίηση και αφαίρεση διπλοτύπων αξιοποιήθηκε το εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης ChatGPT, το οποίο εντόπισε και αφαίρεσε 372 επαναλαμβανόμενα άρθρα.

3. Έλεγχος τίτλων και περιλήψεων

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε λεπτομερής έλεγχος τίτλων και περιλήψεων με στόχο να αποκλειστούν μελέτες που δεν παρουσίαζαν συνάφεια με το ερευνητικό ερώτημα. Το δείγμα διαλογής ήταν 126.562 άρθρα. Εξαιρέθηκαν, δημοσιεύσεις που:

- δεν παρείχαν ελεύθερη πρόσβαση στο πλήρες κείμενο
- εστίαζαν αποκλειστικά στην κινητική αποκατάσταση,
- αφορούσαν γενική ιατρική θεματολογία χωρίς σύνδεση με λογοθεραπεία,
- περιέγραφαν τεχνολογικές εφαρμογές χωρίς σχετική λογοθεραπευτική διάσταση. Μετά από αυτό το βήμα 197 μελέτες προχώρησαν σε πλήρη αξιολόγηση.

5. Πλήρης αξιολόγηση κειμένων

Η αξιολόγηση του πλήρους κειμένου των 197 μελετών οδήγησε στον αποκλεισμό 138 άρθρων, κυρίως για τους εξής λόγους:

- απουσία περιγραφής παρεμβατικών εφαρμογών,
- έλλειψη αξιολογητικών δεδομένων,
- ανεπαρκής επιστημονική τεκμηρίωση.

6. Τελικό σύνολο μελετών

Συνολικά, 59 μελέτες, εκ των οποίων οι 18 αποτελούσαν συστηματικές ανασκοπήσεις, πληρούσαν όλα τα κριτήρια ένταξης και συμπεριλήφθηκαν στην τελική ανασκόπηση.

Συνοπτικός πίνακας ροής επιλογής (σύμφωνα με PRISMA):

Στάδιο	Αριθμός εγγραφών
Εντοπισμός (αρχικές εγγραφές)	126.934
Διπλότυπα που αφαιρέθηκαν	372
Αποκλεισμένες από αξιολόγηση τίτλων και περιλήψεων	126.365
Πλήρη κείμενα για αξιολόγηση	197
Αποκλεισμένα πλήρη κείμενα	146
Τελικό δείγμα για ανασκόπηση	59

Η επιλογή έγινε από δύο ανεξάρτητους αξιολογητές. Τυχόν διαφωνίες επιλύθηκαν με συναινετική συζήτηση.

Η πλήρης διαδικασία απεικονίζεται στο διάγραμμα ροής PRISMA στο Παράρτημα Β.

3.5. Αξιολόγηση Ποιότητας Μελετών

Η ποιοτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με βάση το εργαλείο CASP (Critical Appraisal Skills Programme) για πρωτογενείς μελέτες, το JBI checklist και το AMSTAR2.

Επιλέχθηκαν 15 μελέτες που κρίθηκαν και θεωρήθηκαν κατάλληλες για την περαιτέρω ανάλυση και ενσωμάτωση στα συμπεράσματα της εργασίας.

- Τα άρθρα βαθμολογήθηκαν ως:
 - Υψηλής ποιότητας
 - Μέτριας ποιότητας
 - Χαμηλής ποιότητας

Ο πλήρης πίνακας αξιολόγησης με τα κριτήρια, το είδος της μελέτης και την εκτίμηση της ποιότητας κάθε άρθρου παρατίθεται στο Παράρτημα Α: Πίνακας 2.

3.6. Ανάλυση και Σύνθεση Δεδομένων

Τα δεδομένα οργανώθηκαν θεματικά, με βάση:

- τον τύπο της διαταραχής (π.χ. αφασία, τραυλισμός),
- την τεχνολογία (π.χ. ASR, chatbot, robot),
- τον πληθυσμό-στόχο (παιδιά, ενήλικες, νευροεκφυλιστικά),
- τον τύπο της εφαρμογής (αξιολόγηση, παρέμβαση, εκπαίδευση).

Λόγω της ετερογένειας, δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική μετα-ανάλυση. Χρησιμοποιήθηκε αφηγηματική (narrative) σύνθεση των ευρημάτων, με σχολιασμό τάσεων και ερμηνειών.

3.7. Ανάλυση Αποτελεσμάτων των Μελετών

Η ανάλυση των τελικών μελετών ανέδειξε συγκεκριμένα μοτίβα εφαρμογής της ΤΝ στη Λογοθεραπεία, τα οποία ομαδοποιήθηκαν σε πέντε βασικές κατηγορίες:

1. Τεχνολογίες και Εργαλεία ΤΝ που χρησιμοποιούνται

Οι πιο συχνά εμφανιζόμενες τεχνολογίες στις μελέτες ήταν:

- Automatic Speech Recognition (ASR): χρησιμοποιήθηκε στο 60% των μελετών για εντοπισμό φωνολογικών ήχων και σφαλμάτων.
- Νευρωνικά Δίκτυα (ANN, CNN, RNN): σε εφαρμογές για δυσαρθρία, αφασία, και πρόβλεψη γλωσσικής απόκρισης.
- Voice Analysis & Feature Extraction: σε περιβάλλοντα αξιολόγησης άρθρωσης ή φωνής.
- Chatbots ή Conversational AI: σε μελέτες για αυτιστικό φάσμα και κοινωνική επικοινωνία.
- Voice Banking πλατφόρμες: για προετοιμασία σε ασθενείς με εκφυλιστικές ασθένειες (π.χ. ALS).

Επιπλέον παρατηρήθηκε έντονη χρήση εμπορικών εφαρμογών (π.χ. Speech Blubs, Proloquo2Go, Articulation Station) που συνδυάζουν ΤΝ με διαδραστικό περιβάλλον.

2. Είδος Διαταραχών που εξετάστηκαν

Η πλειοψηφία των μελετών εστίασε σε:

Διαταραχή	% των μελετών
Δυσαρθρία	~21%
Αφασία	~18%
Τραυλισμός	~16%
Αναπτυξιακή καθυστέρηση	~14%
ΔΑΦ (Αυτισμός)	~12%
Φωνολογικές/αρθρωτικές Δ.	~10%
Δυσφαγία	~5%
Άλλες (Σχιστίες)	~4%

Είναι χαρακτηριστικό ότι λιγότερες μελέτες εστίασαν σε φωνητικές ή νευρομυϊκές διαταραχές, δείχνοντας ερευνητικό κενό σε αυτές τις κατηγορίες.

3. Είδος Παρέμβασης: Αξιολόγηση ή Θεραπεία;

- 61% των μελετών ανέπτυξαν ή αξιολόγησαν εργαλεία για αυτόματη αξιολόγηση (screening, προφορική ακρίβεια, εντοπισμός σφαλμάτων).
- 31% εστίασαν στην παρέμβαση μέσω λογοθεραπευτικών εφαρμογών.
- 8% ήταν μελέτες παρακολούθησης προόδου ή αξιολόγησης φωνητικής παραγωγής σε βάθος χρόνου.

4. Αποτελεσματικότητα και ακρίβεια

- Οι περισσότερες εφαρμογές TN πέτυχαν επίπεδα ακρίβειας >80% στη διάκριση/ταξινόμηση γλωσσικών αποκλίσεων (ιδίως σε ASR και HMMs).
- Σε 8 μελέτες που περιλάμβαναν σύγκριση με ανθρώπινους αξιολογητές, τα εργαλεία TN πλησίασαν ή ξεπέρασαν το 85% συμφωνία.
- Οι φορητές εφαρμογές έδειξαν υψηλή αποδοχή από παιδιά και γονείς, ιδιαίτερα σε θεραπεία με παιχνιδοποίηση (gamification).

5. Πληθυσμιακή κατανομή & χώρες

- Το 74% των μελετών προήλθε από αγγλόφωνες χώρες (ΗΠΑ, ΗΒ, Αυστραλία).

- Πολύ λίγες μελέτες αφορούσαν μη αγγλόφωνες γλώσσες ή πολιτισμούς, ενισχύοντας την ανάγκη για πολιτισμική προσαρμογή εργαλείων.
- Πάνω από το 50% των μελετών αφορούσε παιδιά ηλικίας 4–12 ετών, ιδίως σε διαταραχές άρθρωσης και αυτιστικό φάσμα.

Κύρια Συμπεράσματα από την Ανάλυση:

- Η ΤΝ βρίσκεται σε πιλοτικό ή πρώιμο στάδιο στις περισσότερες εφαρμογές, αλλά τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά.
- Η πιο ώριμη τεχνολογία για αξιολόγηση φαίνεται να είναι η ASR, ενώ τα ρομπότ και τα voice banking είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο.
- Υπάρχει έλλειψη μελετών σε γλώσσες πλην των αγγλικών και σε ενήλικους πληθυσμούς.
- Οι μελέτες συχνά δεν αναφέρουν μακροπρόθεσμη παρακολούθηση (long-term follow-up), γεγονός που περιορίζει την εκτίμηση της σταθερότητας των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 4. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στους τομείς της Λογοθεραπείας

4.1. Γενικά

Οι διαταραχές ομιλίας (Speech Sound Disorders – SSD) αναφέρονται σε δυσκολίες στην παραγωγή φωνημάτων, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την ευκρίνεια, την κατανόηση και εν τέλει την αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας. Η έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία αυτών των δυσκολιών είναι κρίσιμη, ωστόσο οι παραδοσιακές μέθοδοι βασίζονται σε υποκειμενικές αξιολογήσεις από λογοθεραπευτές, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ασυνέπεια και καθυστερήσεις στη θεραπευτική παρέμβαση (Bhardwaj et al., 2024) (Ain & Imtiaz, 2025).

Η ανάγκη για αυτοματοποιημένα, ακριβή και γρήγορα εργαλεία αξιολόγησης καθίσταται ολοένα και πιο επιτακτική (Dudy et al., 2018). Η ενσωμάτωση της ΤΝ και της μηχανικής μάθησης (ML) στον τομέα της λογοθεραπείας σηματοδοτεί μια ριζική αλλαγή στην αξιολόγηση και παρέμβαση των διαταραχών ομιλίας και γλώσσας (Bhardwaj et al., 2024). Η ανάγκη για εξατομικευμένες, προσβάσιμες

και αποδοτικές παρεμβάσεις είναι εντονότερη από ποτέ, ιδιαίτερα όταν η συμβατική λογοθεραπεία δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες μεγάλων πληθυσμών ή παιδιών που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές (Ain & Imtiaz, 2025).

Η εφαρμογή της TN στον χώρο της λογοθεραπείας παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες, καθώς μπορεί να ενισχύσει διαδικασίες όπως η κατανόηση και επεξεργασία γλώσσας, η αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών και η δημιουργία εξατομικευμένου θεραπευτικού υλικού (Suh et al., 2024).

Ειδικότερα, τα εργαλεία TN μπορούν να αξιοποιηθούν για την προετοιμασία υλικού συνεδριών, την παροχή αναλυτικών δεδομένων για την ομιλία των παιδιών, αλλά και για την αυτοματοποίηση της συγγραφής κλινικών σημειώσεων (π.χ. σημειώσεις τύπου SOAP), μειώνοντας το διαχειριστικό βάρος και επιτρέποντας στους λογοθεραπευτές να επικεντρωθούν στην ουσία του έργου τους: την παροχή υψηλής ποιότητας φροντίδας (Suh et al., 2024). Ήδη από τα τέλη του 2022, σημειώνεται ραγδαία πρόοδος στην ανάπτυξη και ευρεία διάθεση εργαλείων TN με την εμφάνιση ισχυρών γλωσσικών μοντέλων, όπως το GPT-4, αλλά και εργαλείων δημιουργίας εικόνας, όπως το DALL·E 2 (Suh et al., 2024).

Η TN υποστηρίζει εξατομικευμένες θεραπείες μέσω της ανάλυσης δεδομένων φωνής και γλώσσας, χρησιμοποιώντας αλγορίθμους όπως τα νευρωνικά δίκτυα (CNN, RNN, LSTM), τις υποστηρικτικές μηχανές διανυσμάτων (SVM) και τα τυχαία δάση (Random Forests) (Dangol et al., 2025). Η εξαγωγή χαρακτηριστικών όπως η συχνότητα, η ένταση και ο ρυθμός ομιλίας ενδέχεται να βοηθήσει στη διάγνωση διαταραχών όπως η αφασία, η δυσφωνία και η αταξία (Dangol et al., 2025).

Οι διαταραχές λόγου και επικοινωνίας περιλαμβάνουν δυσκολίες στην άρθρωση, τη φωνολογία και την κατανόηση ή παραγωγή λόγου. Η έγκαιρη διάγνωση και η πρώιμη παρέμβαση είναι καθοριστικές για τη γλωσσική και γνωστική ανάπτυξη των παιδιών. Η ενσωμάτωση της TN στην αξιολόγηση και θεραπεία αυτών των διαταραχών έχει προσφέρει νέες δυνατότητες για βελτίωση της ακρίβειας, της προσβασιμότητας και της εξατομίκευσης της θεραπευτικής διαδικασίας (Dangol et al., 2025).

Πλεονεκτήματα

Η ενσωμάτωση της TN και των ψηφιακών εργαλείων στη λογοθεραπεία προσφέρει πολλά οφέλη:

- **Αυτόματη ανάλυση φωνής:** Μέσω αλγορίθμων επεξεργασίας φυσικού ήχου, η TN μπορεί να εντοπίσει σφάλματα στην προφορά, τον ρυθμό ή τη φωνολογική ακρίβεια (Svoboda et al., 2022).

- Προσωποποιημένη θεραπεία: Βασισμένη στα μοναδικά χαρακτηριστικά κάθε ασθενούς (Svoboda et al., 2022).
- Ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο: Οι τεχνολογίες ΤΝ επιτρέπουν την άμεση ενημέρωση του ασθενή και του θεραπευτή, ενισχύοντας τη συμμετοχή και τη μαθησιακή εμπειρία (Svoboda et al., 2022).
- Απομακρυσμένη πρόσβαση σε θεραπεία: Δίνεται η δυνατότητα παροχής λογοθεραπευτικής υποστήριξης σε περιοχές με ελλιπή πρόσβαση σε επαγγελματίες, μέσω φορητών συσκευών ή διαδικτυακών πλατφορμών (Svoboda et al., 2022).
- Ενίσχυση της ενεργού συμμετοχής: Μέσω παιχνιδοποιημένων εφαρμογών και οπτικοακουστικής υποστήριξης (Svoboda et al., 2022).
- Αυξημένη συμμόρφωση: Μέσω τακτικής εξάσκησης στο σπίτι (Svoboda et al., 2022).

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι αλγόριθμοι περιλαμβάνουν:

- Hidden Markov Models (HMMs), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση της χρονοσειράς της φωνής και την αναγνώριση προτύπων ομιλίας (Svoboda et al., 2022).
- Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks - ANNs), τα οποία μαθαίνουν να αναγνωρίζουν φωνολογικά λάθη και μοτίβα (Svoboda et al., 2022).
- Η αρχιτεκτονική client-server είναι ευρέως διαδεδομένη στα περισσότερα συστήματα, με τον τελικό χρήστη (client) να αλληλεπιδρά με τον εξυπηρετητή (server), ο οποίος επεξεργάζεται τα δεδομένα και παρέχει υπηρεσίες λογοθεραπείας, όπως ασκήσεις και οπτική ανατροφοδότηση (Svoboda et al., 2022).

Η ΤΝ χρησιμοποιείται σε λογοθεραπευτικά συστήματα που απευθύνονται κυρίως σε:

- Παιδιά με διαταραχές άρθρωσης και φωνολογίας, όπου εντοπίζονται δυσκολίες στην παραγωγή ή την οργάνωση φωνημάτων (Svoboda et al., 2022).
- Παιδιά με αναπτυξιακές γλωσσικές διαταραχές (Developmental Language Disorders - DLD), που εμφανίζουν καθυστερημένη ή διαταραγμένη ανάπτυξη κατανόησης και έκφρασης (Svoboda et al., 2022).
- Παιδιά στο φάσμα του αυτισμού με εστίαση στην υποστήριξη κοινωνικής επικοινωνίας και γλωσσικής αυτορρύθμισης (Landowska et al., 2022).

- Παιδιά με αναπτυξιακή καθυστέρηση, όπου η γενική καθυστέρηση επηρεάζει και τη γλωσσική ικανότητα (Svoboda et al., 2022).
- Περιπτώσεις αφασίας ή λεκτικής απραξίας, που σχετίζονται με νευρολογικές διαταραχές στην παραγωγή ή την κατανόηση λόγου (Privitera et al., 2024).
- Περιπτώσεις τραυλισμού, που επηρεάζουν τη ροή της ομιλίας (Yu et.al., 2023).
- Διαταραχές φωνής, όπως η δυσφωνία ή η φωνητική κόπωση (Rehman et.al., 2024).
- Παιδιά ή ενήλικες με σχιστίες χείλους και υπερώας, που παρουσιάζουν ιδιαίτερες φωνολογικές και αρθρωτικές δυσκολίες (Zambrano et.al., 2025).
- Άτομα με δυσαρθρία, όπου παρατηρείται διαταραχή στον κινητικό έλεγχο της ομιλίας (Xu; Liss & Berisha, 2023).
- Διαταραχές λόγου που συνδέονται με νευροεκφυλιστικές παθήσεις, όπως η νόσος του Πάρκινσον ή του Alzheimer (Manera et.al., 2023).
- Περιπτώσεις δυσφαγίας, που αφορούν δυσκολίες στην κατάποση και συχνά σχετίζονται με νευρολογικές ή αναπτυξιακές συνθήκες (Girardi; Cardell & Bird, 2023).

Η ΤΝ ενσωματώνεται στις σύγχρονες τεχνικές μέσω των εξής τεχνολογιών:

- Αυτόματη Αναγνώριση Ομιλίας (Automatic Speech Recognition – ASR): Επιτρέπει τη μετατροπή της ομιλίας σε αναγνώσιμη μορφή και την ανάλυση προφοράς.
- Μηχανική Μάθηση (Machine Learning): Εκπαιδεύει μοντέλα ώστε να εντοπίζουν πρότυπα λαθών στην προφορά και να κατηγοριοποιούν τις αποκλίσεις.
- Ανάλυση Ακουστικών Χαρακτηριστικών: Εφαρμόζεται για την εξαγωγή φωνητικών χαρακτηριστικών (π.χ. pitch, formants, duration), που σχετίζονται με την παραγωγή φωνημάτων.

Αυτές οι μέθοδοι προσφέρουν υψηλότερη ακρίβεια και αντικειμενικότητα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πρακτικές, προσεγγίζοντας τα επίπεδα αξιολόγησης των ειδικών (Dangol et al., 2025).

Σύμφωνα με τους Dudy et al. προτείνονται δύο καινοτόμες τεχνικές:

1. Ενσωμάτωση Γνώσης για Σφάλματα Προφοράς
Η μέθοδος αυτή αξιοποιεί προκαθορισμένες πληροφορίες για τα συχνότερα σφάλματα προφοράς ανθρώπων, εκπαιδεύοντας μοντέλα να αναγνωρίζουν συγκεκριμένα λάθη όπως αντικαταστάσεις ή παραλείψεις ήχων (Dangol et al., 2025).
2. Υπολογιστικά Μοντέλα Ανάλυσης Ομιλίας
Εφαρμόζονται τεχνικές εξαγωγής ηχητικών χαρακτηριστικών από δείγματα ομιλίας, επιτρέποντας την αυτόματη και μαζική ανάλυση, με σκοπό την αξιολόγηση της προφοράς και την παροχή ανατροφοδότησης (Dangol et al., 2025).

Τα αποτελέσματα αυτών των προσεγγίσεων δείχνουν υψηλό βαθμό αξιοπιστίας, ο οποίος πλησιάζει την ακρίβεια των ανθρώπινων αξιολογητών, καθιστώντας τις τεχνικές αυτές ιδανικές για ενσωμάτωση σε θεραπευτικά εργαλεία.

4.2. Εφαρμογές ΤΝ στην Λογοθεραπεία

Αναγκαία είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένων εργαλείων αξιολόγησης που θα επικεντρώνονται στην αποτελεσματικότητα των εφαρμογών για κινητές συσκευές ως συμπληρωματικά μέσα υποστήριξης της θεραπευτικής διαδικασίας. Ο τομέας της υγειονομικής φροντίδας αναγνωρίζει όλο και περισσότερο την πρακτικότητα, την οικονομική προσβασιμότητα και τον ελκυστικό χαρακτήρα αυτών των εφαρμογών, οι οποίες τείνουν να επιφέρουν ουσιαστικές αλλαγές. Για τα παιδιά με διαταραχές λόγου, οι εφαρμογές αυτές δημιουργούν νέες δυνατότητες εξάσκησης και ενίσχυσης των γλωσσικών δεξιοτήτων εκτός των παραδοσιακών θεραπευτικών πλαισίων (Bhardwaj et al., 2024). Μέσα σε αυτό το δυναμικά μεταβαλλόμενο πεδίο, η ΤΝ και οι φορητές τεχνολογίες διαμορφώνουν έναν νέο ορίζοντα στη λογοθεραπεία και την ανάπτυξη της γλώσσας, προάγοντας την πρόοδο, την κοινωνική ενσωμάτωση και την ίση πρόσβαση στις υπηρεσίες (Bhardwaj et al., 2024). Παρόλο που η ΤΝ δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον αναντικατάστατο ρόλο των επαγγελματιών υγείας, η συνεργασία μαζί τους αναδεικνύει νέες προοπτικές για την αναβάθμιση της θεραπευτικής φροντίδας και της ποιότητας ζωής των ασθενών (Bhardwaj et al., 2024).

Οι εφαρμογές που αξιοποιούν ΤΝ, όπως τα αυτόματα συστήματα αναγνώρισης ομιλίας και τα εργαλεία προγνωστικής ανάλυσης για τον εντοπισμό διαταραχών λόγου, έχουν παρουσιάσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα σε προκαταρκτικές έρευνες. Συγκεκριμένα, τα αυτόνομα μοντέλα διάγνωσης έχουν επιτύχει επίπεδα

ακρίβειας που κυμαίνονται μεταξύ 75% και 90% σε ελεγχόμενες συνθήκες (Ain & Imtiaz, 2025).

Παράλληλα, εφαρμογές λογοθεραπείας σε κινητές συσκευές χρησιμοποιούνται ευρέως, ιδίως σε περιοχές με υψηλότερο οικονομικό επίπεδο, όπου η τεχνολογική πρόσβαση είναι πιο εύκολη (Ain & Imtiaz, 2025). Σύμφωνα με έρευνες, περίπου το 60% των επαγγελματιών λογοθεραπείας παγκοσμίως ενσωματώνουν εφαρμογές όπως το *Proloquo2Go*, το *Articulation Station* και το *Speech Blubs* στην πρακτική τους, για να ενισχύσουν τη συμβατική θεραπεία. Οι εφαρμογές αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για θεραπεία στο σπίτι, με το 70% των θεραπευτών να επιβεβαιώνουν ότι αυξάνουν την ενεργή συμμετοχή και την παρακίνηση των ασθενών (Ain & Imtiaz, 2025).

Παρά τη διαρκώς αυξανόμενη χρήση των ψηφιακών εργαλείων στη λογοθεραπεία, εξακολουθούν να υφίστανται εμπόδια στην ευρεία υιοθέτησή τους. Μελέτες αναδεικνύουν τρεις βασικούς παράγοντες που αποθαρρύνουν την πλήρη ενσωμάτωσή τους από τους επαγγελματίες: η έλλειψη κατάλληλης εκπαίδευσης, το υψηλό κόστος απόκτησης ή χρήσης και η αντίσταση στην τεχνολογική αλλαγή (Ain & Imtiaz, 2025).

Παρακάτω θα παρουσιαστούν κάποιες Εφαρμογές για Κινητές Συσκευές και Εργαλεία με ΤΝ στη Λογοθεραπεία, οι οποίες παρατίθενται συνοπτικά στον Πίνακα 4 στα Παραρτήματα:

➤ Εφαρμογές Εναλλακτικής Επαυξητικής Επικοινωνίας (ΕΕΕ):
Card Talk (app.litalico.com).

Το Card Talk βασίζεται σε πραγματικές κάρτες που χρησιμοποιούνται στις αίθουσες διδασκαλίας. Περιλαμβάνει περίπου 200 κάρτες καθημερινής χρήσης με ηχητική υποστήριξη, ώστε το παιδί να ακούει τη λέξη ενώ βλέπει την εικόνα και δίνει τη δυνατότητα επιλογής της γλώσσας που θέλει να μάθει ο χρήστης. Είναι μια εφαρμογή που προσφέρει υποστήριξη σε παιδιά που δυσκολεύονται με τη λεκτική έκφραση, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να επικοινωνούν μέσω καρτών. Μέσα από αυτόν τον τρόπο, εκφράζουν συναισθήματα και προθέσεις ενώ εξασκούν το λεξιλόγιο και τη γραμματική τους (Murero et al., 2020).

Tobii Dynavox Compass Connect (iaccessibility.com)

Το Tobii Dynavox Compass Connect είναι μια εφαρμογή για iPad που λειτουργεί ως εργαλείο εναλλακτικής και επαυξητικής επικοινωνίας για άτομα με δυσκολίες λόγου. Μέσα από την εφαρμογή, ο χρήστης έχει πρόσβαση σε έτοιμα ή εξατομικευμένα σετ σελίδων επικοινωνίας (page-sets) όπως Podd ή Gateway, με εικόνες, σύμβολα και φωνητική έξοδο, μπορεί να δημιουργεί και να

αποθηκεύει νέες σελίδες στο cloud, να αξιοποιεί το ιστορικό μηνυμάτων για επανάχρηση φράσεων και να εξασκείται στην επικοινωνία οπουδήποτε, ακόμα κι όταν δεν έχει μαζί του τη βασική συσκευή. (Murero et al., 2020).

Leeloo AAC (eastersealstech.com)

Η εφαρμογή Leeloo AAC είναι ένα εργαλείο επικοινωνίας βασισμένο στις αρχές της ΕΕΕ και του συστήματος ανταλλαγής εικόνων (PECS). Προσφέρει κάρτες με διανυσματικές εικόνες για καθημερινές λέξεις ή φράσεις, ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιλέγει την κατάλληλη κάρτα και αυτή να διαβάζεται φωνητικά στη συσκευή μέσω τεχνολογίας text-to-speech, με δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε περισσότερες από 10 φωνές. Είναι κατάλληλη για άτομα με φάσμα αυτισμού, σύνδρομο Down, αφασία, εγκεφαλική παράλυση κ.ά., διαθέτει προκαθορισμένες και δοκιμασμένες κάρτες για προνηπιακή και σχολική χρήση, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί για χρήστες όλων των ηλικιών (Murero et al., 2020).

Avaz App (Avaz Inc.+2Avaz Inc.)

Το Avaz App είναι ένα εργαλείο ΕΕΕ, σχεδιασμένο για άτομα με δυσκολίες λόγου, όπως στον αυτισμό, την εγκεφαλική παράλυση ή την αφασία. Υποστηρίζει επικοινωνία μέσω εικόνων και γραπτού λόγου, αξιοποιώντας κεντρικό λεξιλόγιο και μηχανισμούς πρόβλεψης λέξης, ενώ προσφέρει εκτεταμένες δυνατότητες εξατομίκευσης. Επιπλέον, διευκολύνεται η παρακολούθηση της προόδου από γονείς και θεραπευτές, ενώ οι λειτουργίες εκτύπωσης λεξιλογίου, εναλλαγής θεμάτων και αποθήκευσης δεδομένων (cloud ή τοπικά) ενισχύουν την πρακτική του εφαρμογή σε εκπαιδευτικά και κοινωνικά πλαίσια. (Murero et al., 2020).

Voiceitt® (voiceitt.com+1)

Το Voiceitt® αποτελεί πρωτοποριακή εφαρμογή ΕΕ νέας γενιάς, που αξιοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για να βοηθήσει άτομα με μη τυπική ομιλία, όπως στη δυσαρθρία, εγκεφαλική παράλυση ή αφασία, να επικοινωνούν πιο κατανοητά. Εκπαιδεύεται στις μοναδικές φωνητικές ιδιαιτερότητες κάθε χρήστη μέσα από την επανάληψη προτάσεων και στη συνέχεια μετατρέπει την ομιλία είτε σε καθαρότερη συνθετική φωνή (speech-to-speech) είτε σε κείμενο (speech-to-text), το οποίο μπορεί να κοινοποιηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές και διαδικτυακές πλατφόρμες. Υποστηρίζει επίσης ενσωματώσεις με εργαλεία τηλεδιάσκεψης (π.χ. Zoom, Teams, WebEx) και με τον Chrome, ώστε να διευκολύνει την επικοινωνία σε εκπαιδευτικά, επαγγελματικά και κοινωνικά περιβάλλοντα, αποτελώντας έτσι ένα ουσιαστικό βοήθημα για την κοινωνική ένταξη και αυτονομία των χρηστών (Murero et al., 2020).

- Λογοθεραπευτικά Εργαλεία / Παρεμβάσεις για διαταραχές λόγου & ομιλίας:

Articulation Station Pro

(https://littlebeespeech.com/articulation_station_pro.php)

Το Articulation Station Pro αποτελεί ένα πλήρες εργαλείο εξάσκησης στην άρθρωση, προσφέροντας δραστηριότητες σε επίπεδο λέξεων, προτάσεων και αφηγήσεων με τη χρήση 22 διαφορετικών φωνημάτων. Περιλαμβάνει στοχευμένες ασκήσεις για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων δυσκολιών στην ομιλία. Η εφαρμογή ενσωματώνει ηχητικά και οπτικά ερεθίσματα, καθώς και διαδραστικά παιχνίδια και δραστηριότητες, καθιστώντας τη μαθησιακή εμπειρία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου και εξατομίκευσης ανάλογα με τις ανάγκες κάθε χρήστη. Ο επαγγελματικός σχεδιασμός της εφαρμογής, ενισχύεται από τη χρήση πραγματικών φωτογραφιών σε λευκό φόντο, κάνοντας τις εικόνες πιο καθαρές και άμεσα αναγνωρίσιμες. Είναι ιδανικό για παιδιά με αρθρωτικές διαταραχές (Utebayeva et al., 2024).

Huni App (<https://assistivecards.com/huni/>)

Το Huni απευθύνεται σε νήπια με καθυστέρηση λόγου και παιδιά με αναπτυξιακές δυσκολίες, όπως απραξία και τραυλισμό, βοηθώντας τα να ενισχύσουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Διαθέτει 50 θεματικά πακέτα λέξεων, όπως «Οικογένεια», «Φαγητά» και «Συνομιλίες», τα οποία περιλαμβάνουν εικονογραφημένα βοηθητικά καρτελάκια. Μέσω αναγνώρισης φωνής, το παιδί επαναλαμβάνει λέξεις που ακούει, ενώ η εφαρμογή παρέχει ανατροφοδότηση για σωστή προφορά και επιτρέπει επαναλήψεις για βελτίωση (Utebayeva et al., 2024).

Proloquo2Go (.assistiveware.com+2assistiveware)

Η εφαρμογή Proloquo2Go αξιοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη μέσω Ανάλυσης Γλωσσικού Περιβάλλοντος. Στόχος της είναι να βοηθήσει άτομα με διαταραχές ομιλίας να επικοινωνούν αποτελεσματικά, χρησιμοποιώντας σύμβολα, εικόνες και συνθετική ομιλία. Διατίθεται για iOS και Apple Watch, προσφέροντας πάνω από 100 φυσικές φωνές και υποστήριξη δίγλωσσης επικοινωνίας. Επιπλέον, παρέχει πλήρως προσαρμόσιμα πλέγματα κουμπιών, δυνατότητα προσθήκης φωτογραφιών και εξατομίκευσης λεξιλογίου, ενώ χρησιμοποιεί τεχνολογία νευρωνικής φωνής για πιο φυσική ομιλία. Είναι κατάλληλη για εκπαίδευση γλωσσικών δεξιοτήτων και ευρέως χρησιμοποιούμενη από γονείς, θεραπευτές και εκπαιδευτικούς. (Utebayeva et al., 2024).

Timlogo (<https://timlogo.ro/>)

Αποτελεί ένα ψηφιακό εργαλείο λογοθεραπείας, ειδικά σχεδιασμένο για παιδιά με γλωσσικές και φωνολογικές δυσκολίες (π.χ. διαταραχές άρθρωσης, αναπτυξιακή καθυστέρηση λόγου, μαθησιακές δυσκολίες). Χρησιμοποιώντας ανάλυση φωνής, η εφαρμογή εντοπίζει συγκεκριμένα προβλήματα προφοράς και παρέχει εξατομικευμένες ασκήσεις διόρθωσης, ενώ ενσωματώνει παιχνίδια, χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων και σύντομες ιστορίες για να κάνει τη διαδικασία μάθησης ευχάριστη και διαδραστική. Η Timlogo χρησιμοποιείται ευρέως τόσο σε κλινικές και σχολεία όσο και στο σπίτι, επιτρέποντας την παρακολούθηση της προόδου και τη συνεχή εξάσκηση (Bhardwaj et al., 2024).

Speech Blubs (<https://speechblubs.com/>)

Η εφαρμογή Speech Blubs είναι ένα διαδραστικό εργαλείο λογοθεραπείας που χρησιμοποιεί τεχνολογία αναγνώρισης φωνής και βίντεο- μοντελοποίησης για να βοηθήσει παιδιά ηλικίας 1–6 ετών να αναπτύξουν τις δεξιότητες ομιλίας τους. Η εφαρμογή περιλαμβάνει πάνω από 1.500 δραστηριότητες, όπως παιχνίδια, βίντεο, φίλτρα προσώπου και εκπαιδευτικά βίντεο, σχεδιασμένα για να ενθαρρύνουν την παραγωγή ήχων και λέξεων με διασκεδαστικό τρόπο. Χρησιμοποιεί την τεχνική της βίντεο- μοντελοποίησης, όπου τα παιδιά μιμούνται άλλους συνομηλίκους τους σε βίντεο. Η εφαρμογή είναι κατάλληλη για παιδιά με καθυστέρησης ομιλίας, αυτισμό, σύνδρομο Down και άλλες αναπτυξιακές διαταραχές. (Bhardwaj et al., 2024).

Otsimo Speech Therapy App (<https://otsimo.com/en/otsimo-speech-therapy-user-guide/>)

Η εφαρμογή Otsimo Speech Therapy είναι μια διαδραστική πλατφόρμα λογοθεραπείας για παιδιά με καθυστέρηση λόγου, αυτισμό ή διαταραχές προφοράς. Προσφέρει πάνω από 150 δραστηριότητες σε θεματικές όπως επικοινωνία, χρώματα και ζώα, χρησιμοποιώντας παιχνίδια και βίντεο- μοντελοποίησης. Με τεχνολογία αναγνώρισης φωνής παρέχει θετική ανατροφοδότηση, ενώ προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε παιδιού μέσω εξατομικευμένων προγραμμάτων. (Bhardwaj et al., 2024).

➤ Εκπαιδευτικά / Ψυχαγωγικά Εργαλεία με υποστηρικτικό χαρακτήρα (Δεν είναι καθαρά θεραπευτικά, αλλά βοηθούν στην έκφραση, κατανόηση ή γλωσσική έκθεση):

Talking Pierre the Parrot

Η εφαρμογή Talking Pierre the Parrot είναι ένα διασκεδαστικό εργαλείο αλληλεπίδρασης, που επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν με τον Pierre,

έναν παπαγάλο που επαναλαμβάνει ό,τι λέει το παιδί με χιουμοριστικό τρόπο. Αν και δεν είναι εξειδικευμένη εφαρμογή λογοθεραπείας, ενθαρρύνει την καθαρή ομιλία μέσα από το παιχνίδι (Bhardwaj et al., 2024).

Monkey Preschool Lunchbox

(<https://monkeypreschool.com/portfolio/monkey-preschool-lunchbox/>)

Είναι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι για παιδιά ηλικίας 2–5 ετών, που περιλαμβάνει επτά διασκεδαστικά παιχνίδια που διδάσκουν βασικές έννοιες όπως χρώματα, γράμματα, αριθμούς, σχήματα, μεγέθη, αντιστοιχίσεις και διαφορές. Ο αγαπημένος χαρακτήρας Μίλο ενθαρρύνει τα παιδιά καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού, προσφέροντας θετική ανατροφοδότηση και επιβραβεύοντας την πρόοδο με αυτοκόλλητα. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με απλό και κατανοητό περιβάλλον, χωρίς περίπλοκα μενού, επιτρέποντας στα παιδιά να παίζουν ανεξάρτητα και να εξερευνούν τις δραστηριότητες χωρίς βοήθεια. (Bhardwaj et al., 2024).

Itsy Bitsy Spider (<https://supersimple.com/song/itsy-bitsy-spider/>)

Είναι ένα δημοφιλές παιδικό τραγούδι στα αγγλικά, που συνοδεύεται από κινήσεις των δακτύλων (fingerplay) και αφηγείται την ιστορία μιας μικρής αράχνης που σκαρφαλώνει σε έναν σωλήνα. Τα παιδιά συνοδεύουν το τραγούδι με κινήσεις χεριών που μιμούνται την αράχνη, τη βροχή που την κατεβάζει και τον ήλιο που την ξανασηκώνει. Μέσω του τραγουδιού διδάσκονται βασικές έννοιες όπως καιρικά φαινόμενα (βροχή, ήλιος) και δράση (ανέβασμα, κατέβασμα), αναπτύσσονται κινητικές δεξιότητες στα παιδιά μέσω των κινήσεων των χεριών και ενισχύεται η γλωσσική ανάπτυξη, αφού τα παιδιά μαθαίνουν νέες λέξεις και ρίμες (Bhardwaj et al., 2024).

Endless Reader | Sight Words for Kids

(<https://www.originatorkids.com/endless-reader-2/>)

Εκπαιδευτική εφαρμογή για παιδιά έως 6 ετών, η οποία βοηθά να μάθουν να αναγνωρίζουν τις βασικές λέξεις της αγγλικής γλώσσας. Μέσα από διαδραστικά παιχνίδια, κινούμενα γραφικά και ήχους, τα παιδιά μαθαίνουν να διαβάζουν, να κατανοούν και να θυμούνται τις λέξεις εύκολα και διασκεδαστικά. Η εφαρμογή ενισχύει το λεξιλόγιο, τις δεξιότητες ανάγνωσης και την αυτοπεποίθηση των παιδιών. (Bhardwaj et al., 2024).

➤ Άλλες Εφαρμογές / Εργαλεία

SmartSpeech

Το SmartSpeech είναι μια εκπαιδευτική εφαρμογή που βοηθά τα παιδιά να αναπτύξουν τις δεξιότητες ομιλίας και γλώσσας. Καταγράφει φωνή, ενσωματώνει αναγνώριση ομιλίας (speech-to-text) και χρησιμοποιεί βιομετρικά δεδομένα (όπως καρδιακός ρυθμός και eye-tracking) για να προσαρμόζει την αξιολόγηση και θεραπεία σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, μέσα από διαδραστικά παιχνίδια, προφορικές ασκήσεις και προσεκτικά σχεδιασμένα μαθήματα, τα παιδιά μαθαίνουν να προφέρουν σωστά λέξεις, να βελτιώνουν τη φωνητική τους και να ενισχύουν την επικοινωνία τους. Η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για παιδιά προσχολικής ηλικίας ή όσους χρειάζονται υποστήριξη στην ανάπτυξη της ομιλίας (Toki et.al., 2023).

Kaldi

Σύστημα αυτόματης αναγνώρισης ομιλίας που μετατρέπει την προφορική ομιλία σε κείμενο για περαιτέρω ανάλυση. Η συγκεκριμένη ανάλυση συμβάλλει στην εντόπιση προβλημάτων στην προφορά, τη γραμματική δομή και το λεξιλόγιο, παράλληλα με την υποστήριξη της αυτοματοποιημένης εκτίμησης των γλωσσικών δεξιοτήτων. Είναι ιδανικό και για άτομα με αφασία ή δυσφωνία. Υποστηρίζει την εξ αποστάσεως αξιολόγηση και παρακολούθηση της πορείας (Kanwal et.al., 2024).

Endeavor-Rx (<https://www.endeavorrx.com/>)

Το Endeavor-Rx είναι το πρώτο ψηφιακό θεραπευτικό παιχνίδι που έχει εγκριθεί από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) με σκοπό να συμβάλει στη θεραπεία της Διαταραχής Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠ-Υ) σε παιδιά ηλικίας 8 έως 17 ετών. Ενεργοποιεί επιλεκτικά συγκεκριμένα νευρωνικά κυκλώματα του εγκεφάλου, ενισχύοντας την προσοχή και τις γνωστικές δεξιότητες. Επίσης, το παιχνίδι προσαρμόζεται δυναμικά στις επιδόσεις του χρήστη, αυξάνοντας ή μειώνοντας τη δυσκολία για να ενισχύσει τις γνωστικές λειτουργίες που σχετίζονται με την προσοχή. Περιλαμβάνει γραφικά, μουσική και αφήγηση για να διατηρήσει το ενδιαφέρον των παιδιών. (Kim et al., 2023).

MedRhythms (<https://medrhythms.com/>)

Η εφαρμογή MedRhythms χρησιμοποιεί τη μουσικοθεραπεία για την αντιμετώπιση κινητικών, λεκτικών και γνωστικών δυσλειτουργιών, ενισχύοντας τη σύνδεση μεταξύ του ακουστικού και του κινητικού συστήματος του εγκεφάλου. Επιπλέον, συνδυάζει αισθητήρες, λογισμικό και μουσική για την παροχή εξατομικευμένων ρυθμικών ερεθισμάτων, επιτρέποντας την απομακρυσμένη παρακολούθηση και αξιολόγηση της προόδου των ασθενών. (Kim et al., 2023).

ChainingAI (<https://chaining.syr.edu>)

Αποτελεί μία αυτοματοποιημένη έκδοση της θεραπευτικής μεθόδου Speech Motor Chaining [To Speech Motor Chaining] (Preston et al., 2019) είναι ένα παράδειγμα θεραπείας ήχου ομιλίας που έχει διαμορφωθεί για να παρέχει τις παραμέτρους απόκτησης / μάθησης κινητικότητας που είναι πιο κατάλληλες με βάση το τρέχον επίπεδο απόδοσης του μαθητή, προκειμένου να προσαρμοστεί η θεραπεία για τη διατήρηση της λειτουργικής δυσκολίας γύρω από το σημείο πρόκλησης ενός μαθητή (Guadagnoli & Lee, 2004; Rvachew & Brosseau-Lapr  , 2016]. Παρέχει συνεδρίες λόγου παρόμοιες με αυτές ενός ανθρώπινου κλινικού ιατρού και περιλαμβάνει το PERCEPT AI Engine, το οποίο λειτουργεί σαν τα «αυτιά» του θεραπευτή και προβλέπει πώς θα αξιολογούσε ένας ειδικός την παραγωγή του παιδιού. Το Speech Motor Chaining σύστημα δρα ως «εγκέφαλος» και «φωνή», αποφασίζοντας τη ροή της θεραπείας με βάση την απόδοση του παιδιού.

Προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο, επιλέγοντας:

- τύπο και περιεχόμενο ανατροφοδότησης,
- σειρά ασκήσεων,
- πολυπλοκότητα επόμενης άσκησης,
- πότε να ενθαρρύνει το παιδί για αυτοέλεγχο (Benway & Preston, 2024) (Benway & Preston, 2025).

Voice banking

Η ΤΝ μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της επικοινωνίας, ιδιαίτερα μέσω της τεχνολογίας voice banking. Άτομα που πάσχουν από παθήσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον, η εκφραστική αφασία ή διάφορες μορφές δυσαρθρίας — ομάδες που διατρέχουν τον κίνδυνο να χάσουν την ικανότητά τους για λεκτική έκφραση — κάνουν συχνά χρήση αυτής της τεχνολογίας. Μέσα από ειδικές διαδικτυακές πλατφόρμες, το άτομο μπορεί να ηχογραφεί τη φωνή του σε διάφορες στιγμές. Σε αντίθεση με το συμβατικό λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία, η συνθετική φωνή που δημιουργείται από τα προσωπικά ηχητικά δείγματα είναι πολύ πιο κοντά στη φυσική φωνή του χρήστη. Εφόσον η φωνή αποτελεί βασικό κομμάτι της ταυτότητάς μας, αυτή η μέθοδος βοηθά το άτομο να διατηρεί μια συνεπή εικόνα του εαυτού του και προς τους άλλους (ElHennawy, 2024).

Κοινωνικά Ρομπότ

Τα κοινωνικά ρομπότ (SARs) παρουσιάζουν εξαιρετικά δυναμικό ρόλο στην υποστήριξη παιδιών και εφήβων με διαταραχές επικοινωνίας, καθώς μπορούν να προσφέρουν μια πολυτροπική, παιγνιώδη και ελκυστική εμπειρία μάθησης. Στο πλαίσιο της λογοθεραπείας, τα SARs αξιοποιούνται σε πολλαπλά επίπεδα, όπως η γλωσσική ανάπτυξη, η άρθρωση, η ακουστική επεξεργασία, η κοινωνική

αλληλεπίδραση, και η ενίσχυση της αυτονόμησης των παιδιών σε πραγματικά περιβάλλοντα. Με την ικανότητά τους να παρέχουν καθοδήγηση και άμεση ανατροφοδότηση, τα κοινωνικά ρομπότ δημιουργούν νέες ευκαιρίες για στοχευμένη και διασκεδαστική εξάσκηση των επικοινωνιακών δεξιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, τα SARs συμβάλλουν σημαντικά στην ενίσχυση του λεξιλογίου και της γλωσσικής ανάπτυξης, τόσο στη λεκτική όσο και στη νοηματική γλώσσα. Μέσω παιχνιδιών και διαδραστικών ασκήσεων, τα ρομπότ προσφέρουν εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και ενθάρρυνση, ενισχύοντας τη γλωσσική κατανόηση και παραγωγή. Η ικανότητά τους να ξεκινούν και να διατηρούν συζητήσεις τα καθιστά πολύτιμους συνεργάτες για θεραπευτές και εκπαιδευτικούς, που μπορούν έτσι να αξιολογούν πιο αποτελεσματικά τις γλωσσικές δεξιότητες των παιδιών με γλωσσικές διαταραχές (Georgieva-Tsaneva, et al., 2023).

Στο πεδίο της θεραπείας άρθρωσης, τα SARs παρέχουν επαναληπτικά, ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα, που βοηθούν τα παιδιά να βελτιώσουν την προφορά και την καθαρότητα της ομιλίας τους. Έρευνες δείχνουν αυξημένη λεκτική παραγωγή και ενεργό συμμετοχή των παιδιών όταν εργάζονται με SARs, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της φωνολογικής, μορφοσυντακτικής και σημασιολογικής επάρκειας. Επιπλέον, με τη χρήση διαφορετικών συχνοτήτων ήχου και δυνατότητα επανάληψης λέξεων, τα ρομπότ υποστηρίζουν την ανάπτυξη ακουστικών δεξιοτήτων, απαραίτητων για την κατανόηση και αναπαραγωγή της γλώσσας. Επίσης, μελέτες δείχνουν ότι οι δεξιότητες που καλλιεργούνται με τη χρήση κοινωνικών ρομπότ μεταφέρονται στην καθημερινή ζωή των παιδιών. Η αλληλεπίδραση μέσω παιχνιδιού ενισχύει τη γενίκευση των μαθησιακών εμπειριών, καθιστώντας τα SARs πολύτιμο εργαλείο μακροπρόθεσμης υποστήριξης. Η δυνατότητα εξατομίκευσης της παρέμβασης με βάση την απόδοση και την πρόοδο κάθε παιδιού καθιστά τα SARs ακόμα πιο αποτελεσματικά, καθώς μπορούν να προσαρμόσουν το επίπεδο δυσκολίας και το περιεχόμενο ανάλογα με τις ανάγκες κάθε παιδιού (Georgieva-Tsaneva, et al., 2023).

Συνοψίζοντας, τα κοινωνικά ρομπότ αποτελούν μια καινοτόμο και πολλά υποσχόμενη προσέγγιση στην υποστήριξη παιδιών και εφήβων με διαταραχές επικοινωνίας. Με τις συνεχώς εξελισσόμενες τεχνολογίες, αναμένεται να διαδραματίσουν ακόμη σημαντικότερο ρόλο στην εξατομικευμένη, προσαρμοστική και διαδραστική λογοθεραπευτική παρέμβαση του μέλλοντος (Georgieva-Tsaneva, et al., 2023).

4.3. Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)

Οι Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) αποτελούν χρόνιες νευροαναπτυξιακές διαταραχές, οι οποίες εμφανίζονται με διαφορετικά χαρακτηριστικά και επίπεδα σοβαρότητας. Σύμφωνα με το διαγνωστικό εγχειρίδιο DSM-V, τα άτομα με ΔΑΦ παρουσιάζουν δυσκολίες στην κοινωνική και συναισθηματική αλληλεπίδραση, όπως ασυνήθιστους τρόπους προσέγγισης, μειωμένη ή απύουσα ανταπόκριση στην κοινωνική επαφή και έλλειψη πρωτοβουλίας για κοινωνικές σχέσεις. Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται εν μέρει με προβλήματα στην αναγνώριση συναισθημάτων, γεγονός που δυσχεραίνει την κατανόηση και ερμηνεία κοινωνικών και συναισθηματικών ενδείξεων. Η ΤΝ ανοίγει νέους δρόμους στη λογοθεραπευτική παρέμβαση για παιδιά με ΔΑΦ, προσφέροντας σύγχρονα μέσα που προάγουν τη συναισθηματική κατανόηση και επιτρέπουν την εξατομίκευση της θεραπείας (Landowska et al., 2022).

Εφαρμογές για ΔΑΦ και Γνωστικές/Αισθητηριακές Δεξιότητες:

- **Autism Non-Verbal Therapy Game:** Το πρόγραμμα αυτό ενισχύει δεξιότητες όπως οπτικοχωρική αντίληψη, κινητικότητα, κιναισθητική επίγνωση και εκτελεστικές λειτουργίες (π.χ. οργάνωση και διαχείριση), και είναι κατάλληλο για παιδιά άνω των 3 ετών.
- **Language Therapy for Kids – MITA:** Το MITA είναι ένα καινοτόμο πρόγραμμα πρώιμης παρέμβασης για παιδιά με αυτισμό ή γλωσσικές καθυστερήσεις, που βασίζεται στη χρήση της νοητικής απεικόνισης (Bhardwaj et al., 2024).

Σημαντική καινοτομία στη λογοθεραπεία αποτελεί η ενσωμάτωση της ΤΝ και των κοινωνικά υποστηρικτικών ρομπότ (Socially Assistive Robots - SARs). Αυτά τα ρομπότ, εξοπλισμένα με συνομιλιακή ΤΝ, προσφέρουν διαδραστικές και εξατομικευμένες εμπειρίες θεραπείας. Μέσω άμεσης ανατροφοδότησης και καθοδήγησης σε δραστηριότητες ή παιχνίδια, τα ρομπότ μπορούν να ενθαρρύνουν τα παιδιά με διαταραχές επικοινωνίας να συμμετέχουν πιο ενεργά και με μεγαλύτερο ενδιαφέρον (Georgieva-Tsaneva et al., 2023).

Επιπλέον, τα κοινωνικά ρομπότ έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην ανάπτυξη λεκτικών και μη λεκτικών επικοινωνιακών δεξιοτήτων σε παιδιά με ΔΑΦ. Συγκεκριμένα, συμβάλλουν στη βελτίωση της προσοχής, των συνεργατικών δεξιοτήτων, της οπτικής αντίληψης και της κοινωνικής/συναισθηματικής εμπλοκής — τομείς που αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για τα παιδιά με ΔΑΦ. Η χρήση αυτών των ρομπότ δεν περιορίζεται μόνο σε εργαστηριακά περιβάλλοντα, αλλά εφαρμόζεται και σε καθημερινές συνθήκες, όπως στο σπίτι, χωρίς την ανάγκη εκτεταμένης τεχνικής επίβλεψης.

Παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Scassellati et al. (όπως αναφέρεται στους Chandra et.al, 2022), όπου παιδιά με ειδικές ανάγκες συμμετείχαν σε αλληλεπίδραση με ρομπότ και φροντιστές στο σπίτι, με αποτέλεσμα βελτιώσεις στην προσοχή στην άρθρωση λέξεων. Το ανθρωποειδές ρομπότ **Kaspar** έχει δείξει ευεργετικά αποτελέσματα στη μακροχρόνια χρήση από φροντιστές νηπιαγωγείων για παιδιά με ΔΑΦ, με καλή αποδοχή από εκπαιδευτικούς και φροντιστές, χωρίς την ανάγκη συνεχούς επιστημονικής επίβλεψης. Επίσης, το ρομπότ **iRobi** έχει αποδειχθεί χρήσιμο στην ενίσχυση των επικοινωνιακών δεξιοτήτων παιδιών με διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή, μέσω ενισχυτικών και εναλλακτικών στρατηγικών επικοινωνίας (Chandra, Garima Gupta; Loucks & Dautenhahn et al., 2022). Άλλα παραδείγματα τέτοιων ρομπότ που ήδη χρησιμοποιούνται σε θεραπείες παιδιών με ΔΑΦ περιλαμβάνουν τα **Furhat** και **QTrobot**. Ερευνητικές προσπάθειες έχουν ενσωματώσει υπηρεσίες αυτόματης συμπλήρωσης κειμένου της OpenAI, όπως το GPT-3 και το ChatGPT, στο ρομπότ Furhat. Αυτή η ενσωμάτωση επιτρέπει την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, χωρίς προκαθορισμένα σενάρια, προσφέροντας έτσι μια πιο φυσική, αυθόρμητη και αυτοματοποιημένη εμπειρία επικοινωνίας. Η χρήση αυτών των εργαλείων καθιστά τη λογοθεραπεία πιο ευέλικτη, προσβάσιμη και προσαρμοσμένη στις εξατομικευμένες ανάγκες κάθε παιδιού (Georgieva-Tsaneva et al., 2023).

4.4. Σχιστίες χείλους και υπερώας

Η χειλεοσχιστία και/ή υπερωϊοσχιστία (CL/P) αποτελεί μία από τις πιο συχνές γενετικές ανωμαλίες της στοματοπροσωπικής περιοχής, είτε ως μεμονωμένη πάθηση είτε ως μέρος συνδρόμου, με συχνότητα εμφάνισης 1 στις 600–800 γεννήσεις. Πρόκειται για τη δεύτερη πιο συχνή γενετική ανωμαλία, σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας. Πέραν της ανατομικής παραμόρφωσης, η CL/P επιφέρει προβλήματα όπως διαταραχές στην ομιλία και ακοή, αυξημένη ευαισθησία στην τερηδόνα, δυσκολίες στη σίτιση και ορθοδοντικά προβλήματα (Dhillon et.al., 2021).

Υπερρινικότητα

Ένα από τα βασικά πεδία εφαρμογής είναι η ανάλυση της υπερρινικότητας, ενός συχνού χαρακτηριστικού διαταραχής της φωνής σε άτομα με CL/P, το οποίο οφείλεται σε υπερβολική ροή αέρα μέσω της ρινικής κοιλότητας κατά την ομιλία. Η TN, αξιοποιώντας συστήματα βαθιάς μάθησης όπως τα νευρωνικά δίκτυα,

μπορεί να επεξεργαστεί ηχητικά δεδομένα και να προσδιορίσει με ακρίβεια τον βαθμό υπερρινικότητας (Zambrano et.al., 2025).

Μια εναλλακτική προσέγγιση είναι το OHM (Objective Hypernasality Measure), το οποίο καθιστά την αξιολόγηση ταχύτερη και περισσότερο αυτοματοποιημένη. Το σύστημα αυτό στηρίζεται σε έναν αλγόριθμο DNN (Deep Neural Network), εκπαιδευμένο σε δείγματα υγιούς ομιλίας, το οποίο ανιχνεύει ακουστικές ενδείξεις μη φυσιολογικής ρινικότητας, χωρίς την ανάγκη για κλινικές ετικέτες ή εξειδικευμένα γλωσσικά χαρακτηριστικά. Παρά τη γλωσσική ανεξαρτησία του μοντέλου, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για την επιβεβαίωση της απόδοσής του σε διαφορετικές γλώσσες. Επιπλέον, δίνεται πιθανή χρησιμότητα του συστήματος και σε περιπτώσεις νευρολογικών διαταραχών, όπως η νόσος του Parkinson (Mathad et.al., 2021).

Σφάλματα άρθρωσης

Παράλληλα, η TN διευκολύνει την αυτόματη ανίχνευση σφαλμάτων άρθρωσης, ένα συχνό φαινόμενο στα παιδιά με CL/P, τα οποία αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εκφορά συγκεκριμένων φθόγγων. Μέσω της ανάλυσης ακουστικών δεδομένων και της παρακολούθησης της γλωσσικής κινητικότητας (π.χ. με υπερηχογραφικές μεθόδους), τα TN συστήματα μπορούν να εντοπίσουν εσφαλμένη άρθρωση, καθυστερήσεις ή παραλείψεις στην προφορά. Οι αλγόριθμοι μαθαίνουν από παραδείγματα και είναι ικανοί να αναγνωρίσουν συγκεκριμένα είδη σφαλμάτων, διευκολύνοντας την έγκαιρη διάγνωση και τη στοχευμένη προσαρμογή του θεραπευτικού πλάνου (Zambrano et.al., 2025).

Ρομποτική

Μια ακόμη ενδιαφέρουσα καινοτομία είναι η ρομποτική υποστήριξη στη λογοθεραπεία, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το πειραματικό ρομπότ "Robot Lily", το οποίο έχει σχεδιαστεί για να αλληλεπιδρά με παιδιά με CL/P. Τα ρομπότ αυτά προσφέρουν διαδραστικές ασκήσεις ομιλίας, παιχνιδιάρη δραστηριότητα και άμεση ανατροφοδότηση, ενισχύοντας τόσο τη διάρκεια όσο και την ποιότητα της εξάσκησης. Επιπλέον, προάγουν τη συμμετοχή και το κίνητρο των παιδιών, λειτουργώντας ως ενισχυτικό εργαλείο παράλληλα με την παραδοσιακή θεραπεία (Zambrano et.al., 2025). Επιπλέον, σε μια άλλη μελέτη (Suh et.al., 2024), αναφέρεται ένας ρομποτικός θεραπευτικός βοηθός με την ονομασία "Buddy", σχεδιασμένος για παιδιά με σχιστία χείλους ή υπερώας. Ο Buddy, ως ρομπότ συντροφιάς, έδινε τη δυνατότητα στα παιδιά να εξασκούνται σε

ασκήσεις ομιλίας στο σπίτι, ενώ παράλληλα επέτρεπε την απομακρυσμένη παρακολούθησή τους από λογοθεραπευτές.

Φωνητικές μεταβάσεις

Η ανάλυση φωνητικών μεταβάσεων είναι μια ακόμη χρήσιμη εφαρμογή, καθώς η ομαλή μετάβαση μεταξύ συμφώνων και φωνηέντων είναι κρίσιμη για την καθαρότητα της ομιλίας. Η TN μπορεί να εντοπίσει ασυνέχειες και ανωμαλίες σε αυτές τις μεταβάσεις μέσω ακουστικής επεξεργασίας, προσφέροντας λεπτομερή και αντικειμενικά δεδομένα που βοηθούν τον θεραπευτή να κατανοήσει τα ακριβή σημεία δυσκολίας και να βελτιώσει στοχευμένα τη θεραπευτική παρέμβαση (Zambrano et.al., 2025).

Συνολικά, η TN προσφέρει εξατομικευμένη παρέμβαση, αυτοματοποιημένες διαδικασίες, αυξημένη προσβασιμότητα και αντικειμενικότητα στην αξιολόγηση της ομιλίας, ενισχύοντας σημαντικά την ποιότητα της λογοθεραπευτικής φροντίδας σε παιδιά με CL/P.

4.5. Δυσαρθρία

Η δυσαρθρία αποτελεί μια νευρογενή κινητική διαταραχή της ομιλίας, η οποία προκύπτει από ανεπαρκή μυϊκό έλεγχο, εξαιτίας βλάβης είτε στο κεντρικό είτε στο περιφερικό νευρικό σύστημα. Η νευρολογική αυτή βλάβη ενδέχεται να επηρεάσει τα συστήματα που συμμετέχουν στην παραγωγή της ομιλίας, οδηγώντας έτσι σε διαταραχές στην καταληπτότητά της. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της δυσαρθρίας είναι η ασαφής ή ανακριβής άρθρωση των φθόγγων (Ramos et al., 2021).

Η παραδοσιακή προσέγγιση για τη διάγνωση της δυσαρθρίας στηρίζεται κυρίως στην αντιληπτική αξιολόγηση της ομιλίας από λογοπαθολόγους. Ωστόσο, παρά την ύπαρξη τυποποιημένων πρωτοκόλλων, υπάρχουν ζητήματα αξιοπιστίας τόσο μεταξύ διαφορετικών αξιολογητών όσο και στο ίδιο άτομο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Αυτά τα προβλήματα έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για αντικειμενικότερες και αυτοματοποιημένες μεθόδους αξιολόγησης. Σύγχρονες μελέτες αξιοποιούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης (ML) και TN για την ανίχνευση και παρακολούθηση της δυσαρθρίας (Xu; Liss & Berisha, 2023).

Το **Automatic Boost Articulation Therapy (BArT)** είναι μια ψηφιακή θεραπευτική πλατφόρμα που αξιοποιεί τεχνικές TN για την αυτόματη ανάλυση και αξιολόγηση της ομιλίας σε άτομα με δυσαρθρία. Το σύστημα εφαρμόζει αλγορίθμους

μηχανικής μάθησης για την ανίχνευση φωνολογικών σφαλμάτων σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας εξατομικευμένη ανατροφοδότηση με βάση τα ακουστικά χαρακτηριστικά του χρήστη.

Η πλατφόρμα προσφέρει δυνατότητες συστηματικής εξάσκησης στο σπίτι, χωρίς την ανάγκη συνεχούς επίβλεψης από λογοθεραπευτή, ενισχύοντας έτσι την αυτονομία του ασθενούς και την προσβασιμότητα στη θεραπεία. Μέσω προσωποποιημένων ασκήσεων άρθρωσης, οι χρήστες λαμβάνουν ανατροφοδότηση που προσαρμόζεται στις ατομικές τους ανάγκες, προάγοντας την ενεργή συμμετοχή τους. Επιπλέον, το φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον του BArT επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων προόδου και τη τηλεπαρακολούθηση από λογοθεραπευτές. Το BArT αποτελεί παράδειγμα του πώς η ΤΝ μπορεί να ενισχύσει τη λογοθεραπευτική φροντίδα σε άτομα με κινητικές διαταραχές ομιλίας όπως η δυσαρθρία (Ramos et al., 2021).

Τα άτομα με δυσαρθρία συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατά τη χρήση συστημάτων αυτόματης αναγνώρισης ομιλίας (ASR), τα οποία σχεδιάζονται κυρίως για "καθαρή" ομιλία. Αυτή η πρόκληση καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη εξειδικευμένων τεχνολογιών, προσαρμοσμένων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της διαταραχής.

Μερικά καινοτόμα μοντέλα, τεχνολογίες ΤΝ και βαθιάς μάθησης (deep learning) που στοχεύουν στη βελτίωση της αναγνώρισης δυσαρθρικής ομιλίας είναι:

- **SepFormer-SEGAN (S-SEGAN):** Ένα συνδυαστικό μοντέλο που αξιοποιεί τη δύναμη των Generative Adversarial Networks (GANs) για βελτίωση ομιλίας και διαχωρισμό θορύβου. Συγκεκριμένα, το SepFormer διαχωρίζει το ηχητικό σήμα και το SEGAN το καθαρίζει, παράγοντας πιο κατανοητή ομιλία.
- **T-HAN και C-HAN μοντέλα:** Εφαρμογές που συνδυάζουν μετασχηματιστές (Transformers) με μηχανισμούς προσοχής (Hierarchical Attention Networks – HAN), προσφέροντας υψηλή ακρίβεια στην αναγνώριση δυσαρθρικής ομιλίας, ακόμα και με περιορισμένα δεδομένα.

Αυτές οι τεχνολογίες έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώσουν τη σαφήνεια της ομιλίας και να μειώσουν το ποσοστό σφάλματος λέξεων, γεγονός που μπορεί να έχει σημαντικό θεραπευτικό αντίκτυπο για άτομα που αντιμετωπίζουν κινητικές διαταραχές ομιλίας, όπως η δυσαρθρία (Vinotha et al., 2024).

4.6. Απραξία

Η απραξία είναι μια διαταραχή που χαρακτηρίζεται από δυσκολία στον συντονισμό των κινήσεων του στόματος και των μυών που εμπλέκονται στην ομιλία, γεγονός που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου να μιλήσει με σαφήνεια και ακρίβεια (Murero et al., 2020).

Το **Apraxia Farm** πρόκειται για μια εφαρμογή με τεχνολογίες ΤΝ, σχεδιασμένη να υποστηρίζει παιδιά με απραξία. Χρησιμοποιεί ΤΝ για την καθοδήγηση σε φωνολογικές ασκήσεις. Μέσα από ένα διασκεδαστικό και διαδραστικό περιβάλλον, τα παιδιά μπορούν να εξασκούνται σε φωνήεντα, σύμφωνα και προτάσεις. Η εφαρμογή περιλαμβάνει παιχνίδια και δραστηριότητες που προσαρμόζονται σε διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας (Uterbayeva et al., 2024).

Επιπλέον, η εφαρμογή **Huni App** απευθύνεται σε παιδιά με αναπτυξιακές δυσκολίες, όπως απραξία, βοηθώντας τα να ενισχύσουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες (Bhardwaj et al., 2024).

Πέρα από τις εφαρμογές για κινητές συσκευές, η τεχνολογία ρομποτικής αξιοποιείται επίσης στη θεραπεία της απραξίας ομιλίας. Συγκεκριμένα, κοινωνικά ρομπότ χρησιμοποιούνται ως διαδραστικά βοηθήματα που εμπλουτίζουν τη θεραπευτική διαδικασία, προσφέροντας οπτική και φωνητική υποστήριξη στις ασκήσεις. Μέσω οθονών, κινήσεων και φιλικής φωνητικής καθοδήγησης, το ρομπότ ενισχύει την ενεργή συμμετοχή του παιδιού, καθοδηγώντας το σε στοχευμένες ασκήσεις φωνηέντων και θέσεων των αρθρωτών του στόματος. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει τεχνικές ΤΝ και μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση φωνητικών μοτίβων. Χρησιμοποιώντας εξοπλισμό όπως το Microsoft Kinect, το σύστημα ανιχνεύει με ακρίβεια την κίνηση των αρθρωτών του στόματος μέσω εικόνων RGB και δεδομένων βάθους, τα οποία επεξεργάζονται για να καθορίσουν τη σωστή άρθρωση των φθόγγων. Οι πληροφορίες αυτές συμβάλλουν στη δημιουργία ενός προσωποποιημένου πλάνου εξάσκησης, που λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε χρήστη.

Πειράματα έδειξαν ότι, με την κατάλληλη εκπαίδευση του συστήματος σε δείγματα από χρήστες, τα κοινωνικά ρομπότ μπορούν να αναγνωρίσουν και να ταξινομήσουν σωστά διάφορες θέσεις των αρθρωτών του στόματος με υψηλή ακρίβεια. Έτσι, ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας, ενώ ταυτόχρονα ελαφρύνουν τον φόρτο του λογοθεραπευτή, επιτρέποντας του να παρακολουθεί περισσότερους ασθενείς με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Ακόμα, οι Castillo et al. (όπως αναφέρεται στους Chandra et al., 2022), ανέπτυξαν μια εφαρμογή που αξιοποιεί ένα κοινωνικό ρομπότ επιφάνειας εργασίας, που

ονομάζεται **Mini**, με στόχο να υποστηρίξει θεραπευτές στην αποκατάσταση ενηλίκων με απραξία, μέσω στοχευμένων ασκήσεων λόγου (Chandra et al., 2022).

4.7. Αφασία

Η αφασία αποτελεί μια νευρολογική διαταραχή που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου να επικοινωνεί, τόσο σε επίπεδο κατανόησης όσο και παραγωγής λόγου. Συνήθως προκύπτει έπειτα από εγκεφαλικό επεισόδιο ή τραυματισμό του εγκεφάλου, και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία συμπτωμάτων. Η διάγνωση και η θεραπευτική αντιμετώπιση της αφασίας είναι σύνθετες διαδικασίες, που απαιτούν χρόνο, εξειδικευμένο προσωπικό και μια εξατομικευμένη, συστηματική προσέγγιση (Jothi ; Sivaraju & Yawalkar et al., 2020).

Τα τελευταία χρόνια, η ΤΝ, και ιδιαίτερα οι τεχνολογίες μηχανικής μάθησης (ML) και επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing - NLP), έχουν εισαγάγει καινοτόμες μεθόδους για την αξιολόγηση και αποκατάσταση της αφασίας. Οι τεχνολογίες αυτές προσφέρουν δυνατότητες αυτόματης διάγνωσης, παρακολούθησης της προόδου και εξατομικευμένης θεραπείας, ενισχύοντας το έργο των λογοθεραπευτών και βελτιώνοντας την προσβασιμότητα στη φροντίδα (Privitera et al., 2024).

Αξιολόγηση και Διάγνωση Αφασίας με ΤΝ

Η κλινική αξιολόγηση της αφασίας βασίζεται παραδοσιακά σε συγκεκριμένες κλίμακες, όπως η Δοκιμή Δυτικής Αφασίας (Western Aphasia Battery - WAB) και η Διαγνωστική Εξέταση Αφασίας της Βοστώνης (Boston Diagnostic Aphasia Examination - BDAE). Αυτές οι κλίμακες εστιάζουν στην εκτίμηση βασικών γλωσσικών δεξιοτήτων και βοηθούν στη διάγνωση και ταξινόμηση της αφασίας. Ωστόσο, η χρήση τους μπορεί να είναι χρονοβόρα και συχνά να οδηγεί σε αντιφατικά αποτελέσματα ανάμεσα σε διαφορετικές κλίμακες (Zhong, 2024).

Η ΤΝ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση γλωσσικών δεδομένων με στόχο την έγκαιρη διάγνωση και ταξινόμηση της αφασίας. Μοντέλα βαθιάς μάθησης (deep learning) εφαρμόζονται για την αναγνώριση διαφορετικών τύπων αφασίας (π.χ. αφασία Broca, Wernicke, ανομική), αξιοποιώντας δεδομένα από γλωσσικά τεστ όπως το *Aachen Aphasia Test (AAT)* και το *AphasiaBank* (Privitera et al., 2024).

Επίσης, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) επιτρέπει στους υπολογιστές να αναλύουν και να κατανοούν τον ανθρώπινο λόγο, εφαρμόζοντας γλωσσικές αρχές για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό

στην αναγνώριση και ανάλυση γλωσσικών διαταραχών. Για παράδειγμα, η δυνατότητα αυτόματης ανάλυσης του λόγου των ασθενών με αφασία βοηθά στην αναγνώριση προτύπων δυσκολιών, όπως η μείωση της λεξιλογικής ποικιλίας ή οι αλλαγές στη δομή των προτάσεων. Τα σύγχρονα γλωσσικά μοντέλα TN, όπως το GPT-4, έχουν επιδείξει εξαιρετικές ικανότητες στην κατανόηση και παραγωγή κειμένου, προσφέροντας νέα μέσα αλληλεπίδρασης και θεραπείας (Birol et al., 2025).

Παράλληλα, η τεχνολογία αναγνώρισης ομιλίας μετατρέπει τον προφορικό λόγο σε κείμενο, διευκολύνοντας την αυτόματη αξιολόγηση της γλωσσικής παραγωγής. Αυτό βοηθά στην εκτίμηση παραμέτρων όπως η ευχέρεια, η συνοχή και η πολυπλοκότητα του λόγου, που είναι κρίσιμες για τη διάγνωση και την παρακολούθηση της πορείας της αφασίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το λογισμικό **Dragon NaturallySpeaking**, ένα σύστημα αναγνώρισης φωνής που μετατρέπει τον προφορικό λόγο σε γραπτό κείμενο σε πραγματικό χρόνο. Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για άτομα με αφασία, καθώς τους επιτρέπει να εκφράζονται με μεγαλύτερη άνεση και ευκολία, ενισχύοντας την καθημερινή τους επικοινωνία και αυξάνοντας την αυτονομία τους. Το λογισμικό "μαθαίνει" την φωνή του χρήστη και προσαρμόζεται σε αυτήν, καθιστώντας το εργαλείο ιδιαίτερα ευέλικτο και αποτελεσματικό (Zhong, 2024).

Τέλος, η ανάλυση νευροαπεικονιστικών δεδομένων (π.χ. fMRI, CBF, FA) μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης συνεισφέρει στη διαμόρφωση ενός ακριβέστερου νευρογλωσσικού προφίλ του ασθενούς, επιτρέποντας την πρόβλεψη της σοβαρότητας της αφασίας και τον εντοπισμό των επηρεαζόμενων γλωσσικών λειτουργιών (Privitera et al., 2024).

Θεραπευτική Παρέμβαση και Υποστήριξη Αφασίας μέσω TN

Η θεραπεία της αφασίας απαιτεί μακροχρόνια και συνεχή προσπάθεια, που συχνά περιορίζεται από το χρόνο και τους πόρους. Η TN προσφέρει λύσεις που υπερβαίνουν αυτά τα εμπόδια, επιτρέποντας την εξατομίκευση των προγραμμάτων θεραπείας, την παρακολούθηση της προόδου και την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης. Για παράδειγμα, τα συστήματα TN μπορούν να ενσωματωθούν σε φορητές συσκευές ή tablets, παρέχοντας ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο για ασκήσεις ονομασίας λέξεων ή άλλες λεκτικές δραστηριότητες, χωρίς να απαιτείται συνεχής επίβλεψη από λογοθεραπευτή (Zhong, 2024).

Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί TN-υποβοηθούμενες θεραπείες που μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα ή με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση, προσφέροντας τη δυνατότητα θεραπείας στο σπίτι, με συχνότερες και πιο ευέλικτες συνεδρίες. Παράλληλα, εξελίσσεται η χρήση εικονικών θεραπειών, όπως το σύστημα

VITHEA (Virtual Intelligent Therapy for Aphasia), οι οποίοι μπορούν να λειτουργούν υποστηρικτικά, κυρίως σε περιπτώσεις κοινωνικής απομόνωσης των ατόμων με αφασία, παρόλο που τίθενται ηθικά και λειτουργικά ζητήματα αναφορικά με την συναισθηματική αλληλεπίδραση και την κατανόηση σύνθετων αναγκών. Το **VITHEA** αποτελεί έναν διαδραστικό εικονικό βοηθό, σχεδιασμένο για να καθοδηγεί τους ασθενείς σε εξατομικευμένες λογοθεραπευτικές ασκήσεις. Χρησιμοποιεί φωνητικές εντολές, οπτικά ερεθίσματα και ΤΝ, ώστε να αξιολογεί την πρόοδο του ασθενή και να προσαρμόζει το περιεχόμενο των ασκήσεων ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητές του. Μέσω αυτής της δυναμικής αλληλεπίδρασης, το σύστημα προσφέρει μια εμπειρία θεραπείας πιο κοντά στις πραγματικές συνθήκες της επικοινωνίας και της καθημερινής ζωής (Privitera et al., 2024) (Zhong, 2024).

Η εφαρμογή **VoiceAdapt** αποτελεί ένα καινοτόμο εργαλείο κινητής θεραπείας, σχεδιασμένο με επίκεντρο τον χρήστη και βασισμένο σε σχόλια από άτομα με αφασία, τους φροντιστές τους και επαγγελματίες λογοθεραπευτές. Πρόκειται για μία εφαρμογή που ενσωματώνει δύο θεραπείες λεξιλογικής ανάκτησης βασισμένες σε τεκμήρια και χρησιμοποιεί ΤΝ για την αποκατάσταση διαταραχών κατονομασίας, ενισχύοντας τη γλωσσική ανάκληση μέσω προσαρμοσμένων ασκήσεων. Η εφαρμογή αξιοποιεί τις μεθόδους Phonological Components Analysis (PCA) και Semantic Feature Analysis (SFA), προσφέροντας μια προσαρμοστική εμπειρία θεραπείας με φωνητική αναγνώριση και απόκριση. Είναι διαθέσιμη για πλατφόρμες iOS και Android και υποστηρίζει καθημερινές συνεδρίες, εξατομίκευση του περιεχομένου σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα του χρήστη, καθώς και συντονισμό μεταξύ θεραπειών και ασθενών. Επιπλέον, καλύπτει πολυτροπικούς γλωσσικούς στόχους, όπως ανάγνωση, κατανόηση και παραγωγή λόγου. Η χρήση τέτοιων εφαρμογών αποτελεί οικονομικά αποδοτική λύση και μπορεί να ενισχύσει την ένταση της αποκατάστασης, γεγονός που σχετίζεται με καλύτερα και μακροπρόθεσμα θεραπευτικά αποτελέσματα (Kim et al., 2021).

Μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη διερεύνησε την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής **Constant Therapy** σε άτομα με αφασία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι συμμετέχοντες που χρησιμοποίησαν την ψηφιακή εφαρμογή παρουσίασαν σημαντικά καλύτερη πρόοδο στις γλωσσικές τους δεξιότητες σε σύγκριση με εκείνους που ακολούθησαν την παραδοσιακή μέθοδο αποκατάστασης με ασκήσεις σε έντυπη μορφή. Τα αποτελέσματα της έρευνας ενισχύουν την άποψη ότι οι ψηφιακές θεραπευτικές εφαρμογές μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά ή και ως εναλλακτική λύση στην καθιερωμένη λογοθεραπεία. Η **Constant Therapy** είναι μια ψηφιακή εφαρμογή αποκατάστασης που έχει σχεδιαστεί για άτομα με νευρολογικές διαταραχές, όπως αφασία, απώλεια μνήμης, τραυματική εγκεφαλική κάκωση και νόσο Alzheimer. Χρησιμοποιείται κυρίως από άτομα που έχουν υποστεί εγκεφαλικό

επεισόδιο και χρειάζονται λογοθεραπεία ή θεραπεία γνωστικών λειτουργιών. Περιέχει χιλιάδες διαδραστικές ασκήσεις για γλωσσικές και γνωστικές δεξιότητες, όπως κατανόηση και έκφραση λόγου, μνήμη και προσοχή, ανάγνωση και γραφή. Οι ασκήσεις προσαρμόζονται δυναμικά στις ανάγκες και την πρόοδο του χρήστη και οι χρήστες μπορούν να εξασκούνται ανεξάρτητα στο σπίτι ή σε συνδυασμό με τη θεραπεία που λαμβάνουν από ειδικούς. Οι λογοθεραπευτές έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν την πρόοδο των ασθενών τους μέσω της πλατφόρμας. Επίσης, η εφαρμογή είναι διαθέσιμη σε iOS και Android και έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές κλινικές μελέτες που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητά της (Kanwal; Ibrahim & Siddiqui, 2024).

Το **Semantic Decoder** αποτελεί μια πρωτοποριακή τεχνολογία ΤΝ που αναπτύχθηκε από ερευνητές του Πανεπιστημίου του Τέξας, με στόχο να μεταφράζει τη δραστηριότητα του εγκεφάλου σε γραπτό λόγο. Η συγκεκριμένη τεχνολογία απευθύνεται σε άτομα που πάσχουν από αφασία, προσφέροντάς τους έναν νέο τρόπο επικοινωνίας χωρίς την ανάγκη για παραδοσιακή ομιλία ή κίνηση. Σε αντίθεση με άλλες μεθόδους αποκωδικοποίησης, το Semantic Decoder είναι μη επεμβατικό, καθώς βασίζεται στη λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI) για να καταγράφει και να αναλύει τη νευρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Αυτό σημαίνει ότι δεν απαιτείται καμία χειρουργική επέμβαση ή εμφύτευση συσκευών. Η χρήση του προϋποθέτει εκπαίδευση του χρήστη, κατά την οποία το άτομο ακούει ώρες ηχητικού περιεχομένου (όπως podcast), ενώ παράλληλα η συσκευή καταγράφει τη λειτουργία του εγκεφάλου. Με αυτόν τον τρόπο, ο αποκωδικοποιητής «μαθαίνει» να συνδέει συγκεκριμένα πρότυπα εγκεφαλικής δραστηριότητας με σημασιολογικές έννοιες και λέξεις. Αν και βρίσκεται ακόμα υπό ανάπτυξη, η συσκευή έχει πετύχει περίπου 50% ακρίβεια, παράγοντας συνεχές κείμενο σε φυσική γλώσσα. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες που περιορίζονται στην επιλογή λέξεων από προκαθορισμένες λίστες, επιτρέποντας μόνο την παραγωγή σύντομων και περιορισμένων προτάσεων. Αντιθέτως, το Semantic Decoder έχει τη δυνατότητα να «μαθαίνει» καινούριες λέξεις με την πάροδο του χρόνου, προσφέροντας έτσι ένα πιο δυναμικό και ευέλικτο μέσο επικοινωνίας. Αν η ανάπτυξή του συνεχιστεί με επιτυχία, το Semantic Decoder ενδέχεται να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο τα άτομα με αφασία εκφράζονται και επικοινωνούν με το περιβάλλον τους (ElHennawy, 2024).

Η συμβολή των Διεπαφών Εγκεφάλου-Υπολογιστή (BCIs) στην αποκατάσταση της ομιλίας και την αντιμετώπιση της αφασίας

Οι διεπαφές εγκεφάλου-υπολογιστή (Brain-Computer Interfaces – BCIs) αποτελούν μία ραγδαία εξελισσόμενη τεχνολογία που βρίσκει ολοένα και

περισσότερες εφαρμογές στην αποκατάσταση ατόμων με σοβαρές νευρολογικές βλάβες, όπως αυτές που προκαλούνται από εγκεφαλικό επεισόδιο. Παρόλο που η αρχική τους χρήση επικεντρωνόταν κυρίως στην αποκατάσταση κινητικών λειτουργιών (με συστήματα όπως ρομποτικοί βραχίονες), τα τελευταία χρόνια οι BCI τεχνολογίες έχουν επεκταθεί σημαντικά και στον τομέα της αποκατάστασης της ομιλίας και της γλώσσας, προσφέροντας νέες δυνατότητες για άτομα που πάσχουν από αφασία (Saway et al., 2024).

Η αφασία, ως συχνή συνέπεια του εγκεφαλικού επεισοδίου, απαιτεί καινοτόμες προσεγγίσεις για την αποκατάσταση της επικοινωνίας. Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση των BCI σε συνδυασμό με την TN αποδεικνύεται ελπιδοφόρα. Αρχικά, η αποκωδικοποίηση της ομιλίας με BCI βασίστηκε σε μη επεμβατικές μεθόδους, όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), χρησιμοποιώντας τεχνικές τύπου P300 όπου ο χρήστης επικεντρωνόταν σε γράμματα μέσα σε ένα πλέγμα. Ωστόσο, αυτές οι μέθοδοι ήταν περιορισμένες σε ταχύτητα και ακρίβεια (Saway et al., 2024).

Σημαντικές εξελίξεις παρατηρούνται με τη χρήση επεμβατικών τεχνικών. Οι πιο πρόσφατες εφαρμογές επιτρέπουν την αποκωδικοποίηση προφορικής ομιλίας με ταχύτητες έως και 78 λέξεων το λεπτό, μέσω ECoG (ηλεκτροεγκεφαλογραφία επιφανείας φλοιού), και 62 λέξεων το λεπτό με εμφυτευμένα μικροηλεκτρόδια στον κινητικό φλοιό. Παρότι αυτές οι ταχύτητες δεν φτάνουν ακόμη τα επίπεδα της φυσικής γλωσσικής ροής (περίπου 160 λέξεις ανά λεπτό), η πρόοδος είναι σημαντική και ενθαρρυντική, ειδικά αν αναλογιστεί κανείς τον συνδυασμό τους με τεχνολογίες TN που ενισχύουν τη δυνατότητα εκμάθησης και προσαρμογής του συστήματος (Saway et al., 2024).

Εν ολίγοις, η ενσωμάτωση BCIs στη θεραπεία της αφασίας και η συνεργασία με εξελιγμένα μοντέλα TN προσφέρουν νέα θεραπευτικά μονοπάτια στη λογοθεραπεία. Πρόκειται για μια τεχνολογική εξέλιξη που δεν επιδιώκει να αντικαταστήσει τη συμβατική θεραπεία, αλλά να την ενισχύσει, ανοίγοντας τον δρόμο σε άτομα με σοβαρές δυσκολίες επικοινωνίας να ανακτήσουν μέρος της γλωσσικής τους λειτουργίας και της αυτονομίας τους. Η περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των μεθόδων προβλέπεται να αλλάξει ριζικά το μέλλον της αποκατάστασης στην αφασία (Saway et al., 2024).

4.9. Τραυλισμός

Ο τραυλισμός αναφέρεται ως μια διαταραχή της ροής της ομιλίας που εκδηλώνεται με επαναλήψεις ή επιμηκύνσεις φωνημάτων, συλλαβών ή λέξεων, και παύσεις. Αυτά τα συμπτώματα επηρεάζουν σημαντικά την επικοινωνία και την ποιότητα ζωής των ατόμων που τραυλίζουν. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν την ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών για την αξιολόγηση και θεραπεία του τραυλισμού (Yu et.al., 2023).

Αλγόριθμοι ASR και Ομοσπονδιακή Μάθηση

Οι αλγόριθμοι ASR αναλύουν την ομιλία των χρηστών σε πραγματικό χρόνο, εντοπίζοντας χαρακτηριστικά του τραυλισμού, όπως επαναλήψεις, επιμηκύνσεις και παύσεις. Η Ομοσπονδιακή Μάθηση επιτρέπει την εκπαίδευση των μοντέλων απευθείας στις συσκευές των χρηστών, χωρίς μεταφορά ευαίσθητων δεδομένων, ενισχύοντας την ασφάλεια και διατηρώντας υψηλά επίπεδα εξατομίκευσης. Στον θεραπευτικό τομέα, το εν λόγω σύστημα προσφέρει συνεχή παρακολούθηση της προόδου, επιτρέποντας την καταγραφή μεταβολών στην ποιότητα της ομιλίας και στη συχνότητα των επεισοδίων τραυλισμού και προσαρμόζοντας την θεραπευτική προσέγγιση στις ατομικές ανάγκες του ασθενούς. Παράλληλα, η υποστήριξη απομακρυσμένης παρακολούθησης μέσω έξυπνων τερματικών καθιστά δυνατή τη συνέχιση της θεραπείας και εκτός κλινικού περιβάλλοντος, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία και προσβασιμότητα. Συνολικά, οι τεχνολογίες αυτές συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας της λογοθεραπευτικής φροντίδας, μέσω ακριβέστερων δεδομένων και πιο στοχευμένων παρεμβάσεων (Yu et.al., 2023).

Εικονική Πραγματικότητα (VR)

Ο συνδυασμός Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και ΤΝ, με έμφαση στη Μηχανική Μάθηση (ML), προσφέρει μια πρωτοποριακή και εξατομικευμένη προσέγγιση στη λογοθεραπεία, ιδιαίτερα για τη διαχείριση του τραυλισμού και του κοινωνικού άγχους. Μέσω της VR, δημιουργούνται ελεγχόμενα και ρεαλιστικά κοινωνικά σενάρια – όπως δημόσιες ομιλίες ή ομαδικές συζητήσεις – στα οποία ο χρήστης εκτίθεται επανειλημμένα, μειώνοντας προοδευτικά το άγχος και βελτιώνοντας τη ροή της ομιλίας (Lc & Fukuoaka, 2020). Τα σενάρια αυτά προσαρμόζονται δυναμικά με βάση βιομετρικά δεδομένα που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο, όπως η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα ή η καρδιακή συχνότητα, επιτρέποντας εξατομικευμένη ρύθμιση της θεραπευτικής έκθεσης (Vona et.al., 2023).

Παράλληλα, αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης υποστηρίζουν την αναγνώριση συναισθημάτων μέσω φωνής (Speech Emotion Recognition – SER), εντοπίζοντας συναισθηματικές καταστάσεις όπως άγχος ή φόβο μέσω παραμέτρων της ομιλίας (ένταση, ρυθμός, τονικότητα) (Vona et.al., 2023). Ο θεραπευτής έχει πρόσβαση σε πίνακα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, όπου απεικονίζονται φωνητικά, συναισθηματικά και φυσιολογικά δεδομένα, υποστηρίζοντας τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων. Το συνολικό σύστημα ενσωματώνει αρχές γνωστικής-συμπεριφορικής θεραπείας (CBT) και προσφέρει μια καθλωτική, προσαρμοσμένη και επιστημονικά θεμελιωμένη θεραπευτική εμπειρία (Lc & Fukuoaka, 2020).

Χρήση Κοινωνικών Ρομπότ στην Παρέμβαση για τον Τραυλισμό

Η χρήση κοινωνικών ρομπότ στην παρέμβαση για τον τραυλισμό εστιάζει στη σημασία της σχεδίασης σεναρίων αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ, τα οποία να είναι συμβατά με καθιερωμένες κλινικές πρακτικές. Τα προτεινόμενα σενάρια λειτουργούν καθοδηγητικά για μελλοντική έρευνα και απαιτούν συν-σχεδιασμό, ανάπτυξη και αξιολόγηση μέσω εμπειρικής μελέτης και συμμετοχής όλων των εμπλεκόμενων μερών (θεραπευτών, φροντιστών, πελατών κ.ά.).

Η προσέγγιση βασίζεται σε ένα θεραπευτικό μοντέλο που διακρίνει τρεις φάσεις παρέμβασης: εγκατάσταση, μεταφορά και συντήρηση. Κατά την εγκατάσταση, οι πελάτες διδάσκονται δεξιότητες που υποστηρίζουν την ευχέρεια. Η μεταφορά επικεντρώνεται στην εφαρμογή αυτών των δεξιοτήτων σε ποικίλα επικοινωνιακά περιβάλλοντα, ενώ η φάση της συντήρησης στοχεύει στη διατήρηση των θεραπευτικών κερδών μακροπρόθεσμα.

Τα προτεινόμενα σενάρια, τα οποία ενδέχεται να τροποποιηθούν ανάλογα με τον χρήστη και το πλαίσιο (π.χ. φροντιστές, εκπαιδευτικοί), βασίζονται στην εμπειρία κλινικών ιατρών. Κάθε σενάριο ξεκινά με τον θεραπευτικό του στόχο, βασισμένο στη φάση της παρέμβασης (εγκατάσταση, μεταφορά ή συντήρηση). Περιλαμβάνει πληροφορίες για τους θεραπευτικούς τομείς (ομιλία, κοινωνικές/συναισθηματικές δεξιότητες), την τεχνική παρέμβασης, τον τύπο παιχνιδιού και τη μορφή αλληλεπίδρασης.

Τα προτεινόμενα σενάρια αξιοποιούν τεχνικές αλληλεπίδρασης με βασικές στρατηγικές όπως η μάθηση από ομοτίμους, η μάθηση μέσω διδασκαλίας, οι ομάδες υποστήριξης με διαμεσολάβηση ρομπότ και το μοντέλο-αντίπαλος, που ενισχύουν την υπευθυνότητα, την κατανόηση και τις κοινωνικές δεξιότητες. Επιπλέον, Οι θεραπευτικές τεχνικές που περιγράφονται στα σενάρια στοχεύουν στη διαχείριση του τραυλισμού και διακρίνονται σε τεχνικές διαμόρφωσης της ροής της ομιλίας (όπως παρατεταμένη ομιλία, ρυθμιζόμενη αναπνοή και ομιλία με χρονισμό συλλαβών), τεχνικές τροποποίησης του τραυλισμού (όπως ο

εκούσιος τραυλισμός και η αυτοπαρατήρηση) και συντελεστική εξαρτημένη μάθηση με θετική ενίσχυση, όπως το χρονικό όριο, ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εφήβους και ενήλικες (Chandra et.al., 2022).

Εφαρμογές TN στην Αναγνώριση και Αντιμετώπιση του Τραυλισμού:

wav2vec 2.0

Το wav2vec 2.0 είναι ένα self-supervised μοντέλο που αναπτύχθηκε από τη Meta (Facebook AI) και μετατρέπει ηχητικά σήματα – όπως η ομιλία ατόμων με τραυλισμό – σε φωνητικά embeddings, τα οποία αποτυπώνουν κρίσιμα στοιχεία όπως παύσεις, επαναλήψεις και επιμηκύνσεις. Αυτά τα embeddings μπορούν να αξιοποιηθούν σε συστήματα πολυκαθοδηγούμενης μάθησης για την αναγνώριση τύπων δυσρυθμιών και του φύλου του ομιλητή, βελτιώνοντας τη γενίκευση και την ακρίβεια του μοντέλου (Bayerl et.al., 2022). Το wav2vec 2.0 έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην κατηγοριοποίηση δυσρυθμιών, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για χρήση σε κλινικά περιβάλλοντα και εφαρμογές λογοθεραπείας (Sheikh et.al., 2022). Επιπλέον, παρουσιάζει διαγλωσσική ικανότητα, με επιτυχημένες εφαρμογές σε αγγλικά και γερμανικά δεδομένα, και δυνατότητα εφαρμογής σε άλλες γλώσσες, όπως τα ελληνικά, χωρίς ανάγκη επανεκπαίδευσης (Bayerl et.al., 2022). Τέλος, η προσέγγιση που βασίζεται στο wav2vec 2.0 μπορεί να ενσωματωθεί σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου, προσφέροντας δυνατότητες όπως αυτόματη αναγνώριση τύπων τραυλισμού, καταγραφή προόδου, εξατομικευμένη παρέμβαση και υποστήριξη τηλε-λογοθεραπείας (Bayerl et.al., 2022).

StutterNet (Time-Delay Neural Network – TDNN):

Το μοντέλο StutterNet χρησιμοποιεί μια υβριδική προσέγγιση για να εξαγάγει τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά από τα δεδομένα και στη συνέχεια να παρέχει προβλέψεις (Abubakar et.al., 2024). Πρόκειται για ένα εξειδικευμένο μοντέλο βαθιάς μάθησης που έχει σχεδιαστεί για την αυτόματη ταξινόμηση ατόμων που τραυλίζουν. Βασίζεται σε χρονικά καθυστερημένα νευρωνικά δίκτυα και αξιοποιεί ακουστικά χαρακτηριστικά όπως τα MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) για την ανίχνευση δυσρυθμιών σε σύντομα ηχητικά αποσπάσματα διάρκειας τεσσάρων δευτερολέπτων. Το μοντέλο αυτό έχει εφαρμοστεί επιτυχώς σε μεγάλα σύνολα δεδομένων όπως το UCLASS, επιτυγχάνοντας ακρίβεια ταξινόμησης που υπερβαίνει το 90% (Sheikh et.al., 2022).

Μοντέλα βάσει ResNet:

Τα ResNet18 και ResNet-BiLSTM αποτελούν παραδείγματα μοντέλων που συνδυάζουν convolutional νευρωνικά δίκτυα για την αυτόματη εξαγωγή

ακουστικών χαρακτηριστικών, επιτρέποντας την ανίχνευση μοτίβων τραυλισμού (π.χ. επαναλήψεις, διακοπές, επιμηκύνσεις) απευθείας από το ηχητικό σήμα, χωρίς χειροκίνητη ακρόαση (Filipowicz & Kostek, 2023). Αυτά τα υβριδικά μοντέλα βελτιώνουν τη δυνατότητα εντοπισμού μη ευδιάκριτων προτύπων τραυλισμού (Sheikh et.al., 2022).

Παραδοσιακά Μοντέλα (ANN, SVM, HMM):

Κλασικές μέθοδοι μηχανικής μάθησης όπως τα Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Machines (SVM) και Hidden Markov Models (HMM) χρησιμοποιούνται κυρίως για δυαδική ταξινόμηση (π.χ. τραυλισμός έναντι μη τραυλισμού). Αν και έχουν αξιοποιηθεί εκτενώς, εμφανίζουν περιορισμούς ως προς τη δυνατότητα γενίκευσης σε πιο σύνθετα γλωσσικά σενάρια (Sheikh et.al., 2022).

Τα παραπάνω μοντέλα μπορούν να ενσωματωθούν σε πλήθος καινοτόμων πρακτικών, όπως:

- Εφαρμογές για κινητές συσκευές που επιτρέπουν την real-time ανίχνευση και εξάσκηση της ομιλίας,
- πλατφόρμες τηλεθεραπείας με δυνατότητα αυτόματης ανατροφοδότησης για τον θεραπευτή,
- εργαλεία παρακολούθησης της προόδου παιδιών με τραυλισμό σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας τη διαρκή και προσαρμοστική παρέμβαση (Sheikh et.al., 2022).

PASAD

Το PASAD (Psychophysiology-Aided Speech Analysis for Disfluency) είναι ένα καινοτόμο σύστημα TN που συνδυάζει ακουστικά χαρακτηριστικά της ομιλίας με ψυχοφυσιολογικά δεδομένα, όπως καρδιακό ρυθμό και δερματική αγωγιμότητα, για να ανιχνεύσει δυσρυθμίες ακόμα και σε φαινομενικά ρέουσα ομιλία παιδιών που τραυλίζουν. Βασίζεται σε ένα Hyper-LSTM μοντέλο που προσαρμόζεται εξατομικευμένα στα δεδομένα κάθε παιδιού και χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο SHAP για να εξηγήσει ποια χαρακτηριστικά (φυσιολογικά ή ακουστικά) συνέβαλαν στη διάγνωση. Η διαδικασία ξεκινά με την καταγραφή παιδιών που μιλούν σε αγχωτικές ή αφηγηματικές καταστάσεις. Επιπλέον, το PASAD μπορεί να ενσωματωθεί σε mobile εφαρμογές και πλατφόρμες Internet of Things (IoT) για απομακρυσμένη λογοθεραπεία, διευκολύνοντας την εξατομικευμένη θεραπεία και την παρακολούθηση της προόδου των παιδιών σε πραγματικό χρόνο (Xiao et.al., 2025).

Stutter Diagnosis Agent

Το διαγνωστικό μοντέλο Stutter Diagnosis Agent βασίζεται σε ένα Gated Recurrent Convolutional Neural Network (GRCNN) αλγόριθμο και κατηγοριοποιεί τις διαταραχές σε επανάληψη λέξεων ή συλλαβών (Repetition) και παρατεταμένους ήχους (Prolongation). Το σύστημα καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις επιδόσεις και τους δείκτες των χρηστών, διαχειρίζοντας ρόλους ομιλητή και λογοθεραπευτή και προβλέπει το κατάλληλο θεραπευτικό επίπεδο για κάθε χρήστη. Επιπλέον, η εφαρμογή, η οποία είναι κατάλληλη για web ή mobile, παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης της προόδου μέσω γραφημάτων, εξαγωγής δεδομένων για τους θεραπευτές και αυτόματης ανατροφοδότησης (feedback) (Bhatia et.al.,2020).

Fluent

Το Fluent είναι ένα καινοτόμο εργαλείο συγγραφής με TN, σχεδιασμένο για άτομα με τραυλισμό. Χρησιμοποιεί ενεργή μάθηση για να εντοπίζει λέξεις που πιθανώς προκαλούν δυσκολία στην προφορά και προτείνει εναλλακτικές, ευκολότερες λέξεις. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν θα αποδεχθεί ή θα αγνοήσει τις προτάσεις, με αποτέλεσμα το σύστημα να προσαρμόζεται σταδιακά στις προσωπικές του ανάγκες. Το Fluent ανήκει στην κατηγορία εργαλείων συγγραφής με υποστήριξη NLP, που ενισχύουν την παραγωγικότητα και προσβασιμότητα. Ξεχωρίζει ως εξειδικευμένο εργαλείο ένταξης για χρήστες με διαταραχές ομιλίας (Ghai & Mueller,2021).

Πρόβλεψη Τραυλισμού πριν την Ομιλία

Ο συνδυασμός πολυτροπικών δεδομένων – όπως η εγκεφαλική δραστηριότητα (ΗΕΓ) και οι μικροεκφράσεις του προσώπου – μέσω αλγορίθμων επεξηγήσιμης τεχνητής νοημοσύνης (ΧΑΙ), ανοίγει νέους δρόμους στην πρόβλεψη επεισοδίων τραυλισμού πριν την έναρξη της ομιλίας. Συγκεκριμένα, μελέτη που εφαρμόζει το πολυτροπικό μοντέλο Shapley εντοπίζει κρίσιμες περιοχές του εγκεφάλου (όπως ο αριστερός κροταφικός και ο δεξιός μετωπιαίος λοβός), καθώς και μικροεκφράσεις στο άνω και κάτω τμήμα του προσώπου, οι οποίες σχετίζονται με τη φωνητική προετοιμασία και διαφοροποιούν άτομα με τραυλισμό από φυσιολογικούς ομιλητές (Das et.al.,2022).

Παράλληλα, νέα μελέτη με χρήση εξηγήσιμων διανυσμάτων απόδοσης (Explainable Attribution Vectors) εστιάζει αποκλειστικά στις κινήσεις των μυών του προσώπου πριν από την ομιλία, αποκαλύπτοντας χαρακτηριστικά χρονικά πρότυπα προ-ομιλητικής δραστηριότητας. Τα μοτίβα αυτά, που εντοπίζονται τόσο στο άνω όσο και στο κάτω μέρος του προσώπου, συσχετίζονται με την

αναμονή και προετοιμασία της εκφώνησης και επιτρέπουν την αυτόματη διάκριση μεταξύ ρέουσας και μη ρέουσας ομιλίας (Das et.al.,2020). Και οι δύο προσεγγίσεις αναδεικνύουν τη νευρογνωστική και κινητική βάση του τραυλισμού και συμβάλλουν στην ανάπτυξη προγνωστικών εργαλείων με πιθανές εφαρμογές στην πρώιμη παρέμβαση.

4.10. Δυσλεξία

Η δυσλεξία αποτελεί μια μαθησιακή διαταραχή που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου στην αναγνώριση λέξεων και στην κατανόηση νοημάτων. Συχνά δεν διαγιγνώσκεται έγκαιρα, εξαιτίας της πολύπλοκης και ποικιλόμορφης φύσης της. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης – όπως οι τυποποιημένες δοκιμασίες και οι υποκειμενικές κρίσεις – ενδέχεται να οδηγήσουν σε καθυστερημένη ή λανθασμένη διάγνωση. Είναι σημαντικό να εντοπίζεται εγκαίρως, ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί εξατομικευμένη παρέμβαση και να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής του ατόμου (Alkhurayyif & Sait, 2024).

Η ΤΝ προσφέρει νέες δυνατότητες για την ανίχνευση της δυσλεξίας, αξιοποιώντας δεδομένα από eye-tracking, νευροαπεικόνιση (MRI, EEG), φωνολογικές και γλωσσικές αξιολογήσεις, ακόμα και χειρόγραφα. Μεθοδολογίες όπως τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (CNN), η t-SNE και η ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) χρησιμοποιούνται για εξαγωγή χαρακτηριστικών και μοτίβων που σχετίζονται με τη δυσλεξία. Ακόμα, η χρήση τεχνικών μείωσης διαστάσεων (DRT) βελτιώνει την ερμηνευσιμότητα και την αποδοτικότητα των μοντέλων (Alkhurayyif & Sait, 2024).

Μελέτες δείχνουν πως η χρήση δεδομένων eye-tracking και δημογραφικών πληροφοριών, σε συνδυασμό με αλγορίθμους ΤΝ, μπορεί να οδηγήσει σε ακριβή εντοπισμό της δυσλεξίας, διευκολύνοντας τον έγκαιρο προληπτικό έλεγχο σε σχολικές μονάδες (Shalileh et al., 2023).

Η ΤΝ χρησιμοποιείται για έγκαιρη ανίχνευση της δυσλεξίας, ανάπτυξη εξατομικευμένων παρεμβάσεων, ανάλυση λόγου/ομιλίας και νευροαπεικόνιση. Εφαρμογές όπως το λογισμικό **Amira** (εφαρμογή με εξατομικευμένη ανατροφοδότηση για μαθητές) και παιχνίδια τύπου **CollectiAR** (παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας για λεξιλόγιο) ενσωματώνουν ΤΝ για εκπαιδευτική υποστήριξη, ενώ εργαλεία όπως τα CNN και SVM χρησιμοποιούνται για την ανάλυση γραφής και οφθαλμικών κινήσεων. Ωστόσο, υπάρχουν προβληματισμοί για την ερμηνευσιμότητα και τις αλγοριθμικές

προκαταλήψεις στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Yap; Aruthanan & Chin et al., 2025).

4.11. Νευροεκφυλιστικές ασθένειες

Γενικά

Η χρήση ψηφιακών εργαλείων, όπως φορητές συσκευές και εφαρμογές για κινητά, σε συνδυασμό με TN, επιτρέπει την ανάλυση συμπεριφορικών δεικτών, όπως η ταχύτητα αντίδρασης και η ολοκλήρωση εργασιών. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να εντοπίσουν πρώιμες ενδείξεις γνωστικής έκπτωσης, ακόμη και σε άτομα με ήπια γνωστική εξασθένηση. Η ανάλυση της ομιλίας μέσω TN μπορεί να αποκαλύψει αλλαγές στη γλωσσική ικανότητα, όπως μειωμένο λεξιλόγιο ή αργή ροή λόγου, που συνδέονται με νευροεκφυλιστικές διαταραχές. Αυτές οι μέθοδοι παρέχουν αντικειμενικά δεδομένα για την αξιολόγηση της γνωστικής κατάστασης (Manera et.al., 2023).

1. Άνοια

Οι αλγόριθμοι της TN αποδεικνύονται εξαιρετικά αποτελεσματικοί στην έγκαιρη πρόβλεψη και διάγνωση ψυχιατρικών και νευροεκφυλιστικών διαταραχών. Η άνοια δεν αποτελεί φυσιολογική ή αναπόφευκτη συνέπεια της γήρανσης, αλλά συνιστά ένα παθολογικό φαινόμενο που περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα νευροεκφυλιστικών διαταραχών, οι οποίες χαρακτηρίζονται από σταδιακή έκπτωση των γνωστικών και σωματικών λειτουργιών. Αν και παρατηρείται συχνότερα στους ηλικιωμένους, δεν αφορά αποκλειστικά την τρίτη ηλικία, καθώς δύναται να προσβάλει και νεότερους ενήλικες, ενώ δεν είναι καθολικό χαρακτηριστικό της γήρανσης, καθώς πολλοί ηλικιωμένοι δεν εκδηλώνουν άνοια (Su et.al., 2022).

Project Relate

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής TN στην υποστήριξη ασθενών με άνοια είναι το **Project Relate** της Google. Πρόκειται για ένα καινοτόμο εργαλείο επικοινωνίας που σχεδιάστηκε για να βοηθήσει άτομα με διαταραχές λόγου, οι οποίες συχνά απαντώνται και σε άτομα με άνοια. Μέσω της συλλογής και ανάλυσης της προσωπικής ομιλίας των χρηστών με τεχνικές μηχανικής μάθησης,

το σύστημα δημιουργεί εξατομικευμένα μοντέλα γλωσσικής αναγνώρισης. Αυτό επιτρέπει την «μετάφραση» δυσνόητων προφορικών εκφράσεων σε ευανάγνωστο λόγο, διευκολύνοντας την επικοινωνία.

Κοινωνικά ρομπότ

Παράλληλα, κοινωνικά ρομπότ όπως το **PARO** —μια ρομποτική φώκια με κοινωνική διάδραση— έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στη βελτίωση της ψυχικής κατάστασης ασθενών με άνοια, ενισχύοντας την αίσθηση ταυτότητας, κοινωνικής σύνδεσης και ευημερίας (Su et.al., 2022). Επίσης, έχουν επιφέρει θετικές επιδράσεις, όπως η αύξηση της δραστηριότητας, η ενίσχυση κοινωνικών δεσμών και η μείωση του στρες. Παράλληλα, τα ρομπότ εξυπηρέτησης, όπως τα **Care-O-Bot και Hobbit**, διευκολύνουν την ανεξάρτητη διαβίωση προσφέροντας υποστήριξη σε καθημερινές δραστηριότητες, υπενθυμίσεις φαρμακευτικής αγωγής και παρακολούθηση ασφάλειας (Chandra et.al., 2022).

Diverse Avatar Working Network (DAWN)

Μια ακόμη πρωτοποριακή προσέγγιση είναι το Diverse Avatar Working Network (DAWN), το οποίο επιτρέπει σε άτομα με περιορισμένη κινητικότητα —όπως σε προχωρημένα στάδια άνοιας— να εργάζονται εξ αποστάσεως μέσω ρομποτικών σωμάτων-avatar. Χάρη σε προηγμένους αλγόριθμους TN, οι χρήστες μπορούν να χειρίζονται ρομπότ σε καφετέριες ή άλλους χώρους εργασίας από το σπίτι ή ακόμη και από το κρεβάτι τους. Ωστόσο, προς το παρόν η εν λόγω τεχνολογία είναι διαθέσιμη αποκλειστικά στην Ιαπωνία, με το πρώτο φυσικό κατάστημα να έχει ανοίξει στο Τόκιο τον Ιούνιο του 2021 (Su et.al., 2022).

2. Νόσος Αλτσχάιμερ

Η νόσος Alzheimer αποτελεί μια εκφυλιστική διαταραχή του νευρικού συστήματος, η οποία προκαλεί σταδιακή έκπτωση τόσο των γνωστικών όσο και των λειτουργικών ικανοτήτων του ατόμου. Πρόκειται για την πιο συχνή αιτία άνοιας. Λόγω της μεγάλης διάδοσής της, οι συνέπειες δεν περιορίζονται μόνο στους πάσχοντες και τους φροντιστές τους, αλλά επεκτείνονται και σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο, επηρεάζοντας σημαντικά το σύνολο της κοινωνίας. Παρότι η απώλεια μνήμης αναγνωρίζεται ευρέως ως βασικό γνώρισμα της νόσου, η γλωσσική έκπτωση είναι επίσης δυνατό να παρουσιαστεί ήδη από τα αρχικά της στάδια. Δεδομένης της σημασίας της γλώσσας και της επικοινωνίας στην καθημερινή ζωή, η ομιλία έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνητικών προσπαθειών. Πρόσφατες έρευνες στο πεδίο της TN που σχετίζονται με τη νόσο Alzheimer εστιάζουν στην αξιοποίηση δεδομένων λόγου και ομιλίας, τα οποία συλλέγονται μέσω διαφόρων μεθόδων, με στόχο τη διάγνωση, την πρόγνωση ή την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν

την αναγνώριση, ανάλυση και ερμηνεία του προφορικού λόγου, καθιστώντας τις ιδιαίτερα χρήσιμες στην κατανόηση των γλωσσικών αλλαγών που συνοδεύουν την ασθένεια (Garcia et.al.,2020).

Η αξιοποίηση τεχνολογιών ΤΝ και Μηχανικής Μάθησης (ML) έχει συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της διαγνωστικής ακρίβειας για τη νόσο Alzheimer. Μέσω ανάλυσης νευροαπεικονιστικών δεδομένων, όπως η μαγνητική τομογραφία, έχουν αναπτυχθεί μοντέλα υψηλής ακρίβειας, όπως οι αλγόριθμοι SVM και τα δίκτυα βαθιάς μάθησης. Ενδεικτικά, μελέτες κατέγραψαν ακρίβεια έως και 90% στη διάκριση ασθενών από υγιή άτομα ή από άτομα με ήπια γνωστική εξασθένηση. Επιπλέον, η ενσωμάτωση πολυ-ομικών δεδομένων (π.χ. δημογραφικά, κλινικά) σε συνδυασμό με MRI έχει οδηγήσει στον εντοπισμό νέων βιοδεικτών, όπως οι βαθμολογίες ομοιότητας προτύπων Alzheimer, που ενισχύουν τις δυνατότητες πρώιμης διάγνωσης και πρόβλεψης κινδύνου (Lin et.al., 2020).

Τα ακουστικά (π.χ. ένταση, ταχύτητα, παύσεις) και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά (π.χ. φραστική ρευστότητα, γραμματική δομή) αξιοποιούνται από μοντέλα όπως τα LSTM και τα BERT, οδηγώντας σε συστήματα με διαγνωστική ακρίβεια που φτάνει το 85–90% σε ερευνητικές εφαρμογές, υποστηρίζοντας την πρώιμη ανίχνευση της νόσου. Παράλληλα, εργαλεία όπως η πλατφόρμα **SmartSpeech** αξιοποιούν τεχνικές μηχανικής μάθησης για την αυτόματη ανάλυση χαρακτηριστικών ομιλίας, όπως ο ρυθμός, η άρθρωση και το λεξιλόγιο, βοηθώντας τους λογοθεραπευτές στην πρώιμη διάγνωση και στην εξατομίκευση της θεραπείας. Επιπλέον, το **Kaldi** κάνει η χρήση εφαρμογών αυτόματης αναγνώρισης ομιλίας (ASR) και επιτρέπει τη μετατροπή ομιλίας σε κείμενο, ώστε να γίνονται λεπτομερείς γλωσσικές αναλύσεις μέσω τεχνικών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) (Garcia et.al., 2020).

3. Νόσος Πάρκινσον

Οι διαταραχές ομιλίας αποτελούν κοινό σύμπτωμα στη Νόσο του Πάρκινσον, επηρεάζοντας την επικοινωνία και την ποιότητα ζωής των ασθενών. Οι διαταραχές αυτές περιλαμβάνουν:

- Μονοτονία φωνής: Απώλεια ποικιλίας στον τόνο της φωνής.
- Μειωμένη ένταση: Αδύναμη ή σιωπηλή ομιλία.
- Ακανόνιστος ρυθμός ομιλίας: Ανακοπές ή βιαστική ομιλία.
- Ασαφή άρθρωση: Δυσκολία στην προφορά των λέξεων.
- Αλλαγές στην ποιότητα της φωνής: Αλλοίωση του ήχου της φωνής.

Αυτές οι διαταραχές μπορούν να εντοπιστούν ακόμη και στα πρώιμα στάδια της νόσου, πριν από την πλήρη κλινική εκδήλωση (Rusz et.al., 2024).

Η αξιολόγηση διαταραχών ομιλίας στη νόσο Πάρκινσον βασίζεται παραδοσιακά σε κλινικές εξετάσεις, υποκειμενικά ερωτηματολόγια και την κλίμακα MDS-UPDRS, με περιορισμούς που σχετίζονται κυρίως με την υποκειμενικότητα των μεθόδων. Η TN προσφέρει μια εναλλακτική προσέγγιση, επιτρέποντας την αντικειμενική, μη επεμβατική και χαμηλού κόστους ανάλυση της ομιλίας, με δυνατότητα εντοπισμού πρώιμων συμπτωμάτων όπως η δυσαρθρία, η οποία επηρεάζει περίπου το 90% των ασθενών. Μέσω φωνητικής ανάλυσης, εξάγονται κρίσιμες παράμετροι όπως η ένταση, η συχνότητα, το jitter, το shimmer και ο λόγος θορύβου προς αρμονικές (HNR), επιτρέποντας τη διάκριση μεταξύ ON/OFF φάσεων, δηλαδή με ή χωρίς φαρμακευτική αγωγή, την κατηγοριοποίηση των ασθενών βάσει σοβαρότητας και την αξιολόγηση της θεραπευτικής αποτελεσματικότητας (Costantini et.al., 2023).

Ψηφιακοί Βιοδείκτες

Ένας ιδιαίτερα υποσχόμενος τομέας εφαρμογής της TN στη Νόσο του Πάρκινσον αφορά τη χρήση ψηφιακών βιοδεικτών ομιλίας. Η φωνή, ως φορέας νευρολογικών πληροφοριών, μεταβάλλεται ήδη από τα πρώιμα (προκινητικά) στάδια της νόσου. Μέσω της ανάλυσης φωνητικών χαρακτηριστικών –όπως η ένταση, ο ρυθμός άρθρωσης, η χροιά και οι παύσεις– και με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και νευρωνικών δικτύων (π.χ. X-vectors), είναι δυνατή η ανίχνευση πρώιμων ενδείξεων, η παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των θεραπευτικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, ορισμένα φωνητικά μοτίβα παρουσιάζουν αντίθετη εξέλιξη σε άλλες νευροεκφυλιστικές παθήσεις, όπως η νόσος Alzheimer, καθιστώντας τους βιοδείκτες αυτούς χρήσιμο εργαλείο διαφοροδιάγνωσης. Τα πλεονεκτήματά τους είναι σημαντικά: είναι μη επεμβατικοί, οικονομικά αποδοτικοί, εφαρμόζονται εύκολα εξ αποστάσεως (telemedicine) και προσαρμόζονται σε μεγάλο πληθυσμό μέσω απλών συσκευών (apps, μικρόφωνα, wearables). Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι ψηφιακοί φωνητικοί δείκτες είναι ικανοί να εντοπίσουν με ακρίβεια την πρόοδο της νόσου ακόμη και εντός ενός έτους, ενισχύοντας την κλινική και ερευνητική παρακολούθηση της Πάρκινσον (Rusz et.al., 2024).

4. Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS)

Η Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS) αποτελεί μια προοδευτική νόσο του νευρικού συστήματος, η οποία επηρεάζει τα κινητικά νεύρα που ελέγχουν τους μύες. Χαρακτηρίζεται από σταδιακή εκφύλιση των κινητικών νευρώνων,

οδηγώντας σε μυϊκή αδυναμία, παράλυση και τελικά αναπνευστική ανεπάρκεια. Η επικοινωνία και η διατήρηση της προσωπικής ταυτότητας είναι κρίσιμοι παράγοντες για άτομα με ALS, καθώς η σταδιακή απώλεια ομιλίας επηρεάζει την καθημερινότητά τους. Η τραπεζική φωνή (voice banking), σε συνδυασμό με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, προσφέρει μια πιο εξατομικευμένη προσέγγιση. Μέσω της καταγραφής δείγματος ομιλίας και της χρήσης προηγμένων μοντέλων, όπως το HiFi-GAN, είναι δυνατό να παραχθεί μια συνθετική φωνή που προσεγγίζει τη φυσική φωνή του ασθενούς, ενισχύοντας την αυθεντικότητα και την εκφραστικότητα (Regondi et.al., 2025).

HiFi-GAN

Το HiFi-GAN (High-Fidelity Generative Adversarial Network) είναι ένα προηγμένο σύστημα σύνθεσης φωνής (speech synthesis) βασισμένο σε τεχνητή νοημοσύνη. Συγκεκριμένα, είναι ένας φωνητικός vocoder, δηλαδή ένα σύστημα που μετατρέπει φωνητικά ενδιαμέσως σε κυματομορφές ήχου. Στο πλαίσιο της ALS, μπορεί να αναπαράγει τη φυσική φωνή του ασθενούς με εξαιρετική ακρίβεια, ακόμα και όταν αυτή έχει αλλοιωθεί, συνδυάζοντας υγιή και συνθετικά δείγματα. Αυτό καθιστά το HiFi-GAN ιδιαίτερα πολύτιμο για τη δημιουργία «ψηφιακής φωνής» που διατηρεί τη μοναδικότητα και την εκφραστικότητα του ομιλητή. Η τεχνολογία αυτή βρίσκει εφαρμογή σε πλατφόρμες όπως το voice banking και τα voice cloning systems, παρέχοντας στους ασθενείς με ALS τη δυνατότητα να συνεχίσουν να επικοινωνούν ουσιαστικά, ακόμα και όταν η φυσική τους φωνή έχει χαθεί (Regondi et.al., 2025).

Αξιολόγηση συναισθημάτων

Η εκτίμηση των συναισθημάτων ασθενών με ALS κατά τις ιατρικές επισκέψεις είναι ιδιαίτερα δύσκολη, λόγω των περιορισμών που επιφέρει η νόσος στην έκφραση του προσώπου, την ομιλία, τη γλώσσα του σώματος, καθώς και τη γνωστική λειτουργία. Σε αυτό το πλαίσιο, η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει καινοτόμες λύσεις για την υποστήριξη της συναισθηματικής αξιολόγησης. Μέσα από τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) και τη συλλογή βιοσημάτων, όπως ο σφυγμός και τα χαρακτηριστικά της ομιλίας, καθίσταται δυνατή η αναγνώριση συναισθημάτων και ανησυχιών των ασθενών. Η αξιοποίηση αυτών των εργαλείων από τους επαγγελματίες υγείας βελτιώνει την κατανόηση των ασθενών και ενισχύει την ποιότητα φροντίδας και την ποιότητα ζωής των ατόμων με ALS (Garbey et.al., 2025).

4.12. Διαταραχές Φωνής

Τα τελευταία χρόνια, η επιστήμη της παθολογίας ομιλίας στρέφει το ενδιαφέρον της σε τεχνολογίες μηχανικής μάθησης. Μέσω της αξιοποίησης ΤΝ, είναι δυνατή η συλλογή και ανάλυση δεδομένων που σχετίζονται με φωνητικές διαταραχές, εντοπίζοντας ανωμαλίες στην ομιλία που ενδέχεται να υποδεικνύουν την ύπαρξη κάποιας πάθησης. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη μελέτη παραμέτρων όπως η χροιά, η ένταση και η καθαρότητα της φωνής, οι οποίες συγκρίνονται με πρότυπα φυσιολογικής ομιλίας (Rehman et.al., 2024). Γίνεται χρήση τεχνικών όπως φασματική ανάλυση, αναγνώριση προτύπων και εξαγωγή χαρακτηριστικών (jitter, shimmer και pitch). Μέσω αυτών των μεθόδων καθίσταται δυνατή η διάγνωση φωνητικών διαταραχών με τη χρήση αλγορίθμων όπως οι Support Vector Machines (SVM), τα Δίκτυα Βαθιάς Μάθησης (DNN), τα Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (CNN) και τα Τυχαία Δάση (Random Forests).

Η δυσφωνία αποτελεί μια διαταραχή της φωνής που προκύπτει από ανατομικές ή/και λειτουργικές δυσκολίες στο πνευμονικό, φωνητικό και αρθρωτικό σύστημα. Πρόκειται για μια κατάσταση με ευρεία εξάπλωση, ιδιαίτερα σε άτομα των οποίων το επάγγελμα απαιτεί συστηματική χρήση της φωνής, όπως οι εκπαιδευτικοί, οι τραγουδιστές και οι νομικοί. Παρ' όλα αυτά, τα συμπτώματα της δυσφωνίας συχνά δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, γεγονός που μπορεί να καθυστερήσει ή να εμποδίσει την έγκαιρη και κατάλληλη θεραπευτική παρέμβαση (Verde et.al., 2019).

Παρακάτω παρουσιάζονται σύγχρονες εφαρμογές που αξιοποιούν εξελιγμένους αλγορίθμους για την διάγνωση και παρακολούθηση διαταραχών φωνής:

Φορητή Εφαρμογή Ανίχνευσης Διαταραχών Φωνής

Αναπτύχθηκε μια εφαρμογή κινητού που αξιοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση της φωνητικής ποιότητας και την ανίχνευση παθολογιών φωνής σε πραγματικό χρόνο. Ο βασικός αλγόριθμος που χρησιμοποιείται είναι τα Boosted Trees μέσω AdaBoost, με είσοδο χαρακτηριστικά όπως το F0, jitter, shimmer, HNR, καθώς και δημογραφικά στοιχεία του χρήστη (ηλικία, φύλο). Η επεξεργασία γίνεται τοπικά στη συσκευή, χωρίς μεταφορά δεδομένων, ενισχύοντας την ιδιωτικότητα και την προστασία προσωπικών πληροφοριών. Η εφαρμογή στοχεύει στην πρώιμη διάγνωση και παρακολούθηση διαταραχών φωνής (Verde et.al., 2019).

Πολυτροπικό Σύστημα Διάγνωσης Φωνητικών Παθολογιών (VPD)

Το σύστημα Voice Pathology Detection (VPD) αξιοποιεί φωνητικά σήματα και σήματα ηλεκτρογλωττογραφίας (EGG), τα οποία μετατρέπονται σε φασματογραφήματα και αναλύονται από προεκπαιδευμένα CNN (ResNet50, MobileNet v2, XceptionNet). Η έξοδος συγχωνεύεται μέσω BiLSTM, βελτιώνοντας την ταξινόμηση παθολογιών όπως η δυσαρθρία. Το σύστημα

ενσωματώνει τεχνολογίες IoT, cloud computing, 5G και edge AI, πετυχαίνοντας ακρίβεια >95% με βάση τη φωνητική βάση Saarbruecken (Muhammad & Alhussein, 2021).

Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση τεχνολογιών TN στην ανάλυση της φωνής καθιστά δυνατή την ακριβέστερη, ταχύτερη και οικονομικότερη διάγνωση φωνητικών διαταραχών. Οι έξυπνες εφαρμογές, τα φορητά συστήματα και η εξ αποστάσεως παρακολούθηση ενισχύουν την πρόσβαση και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να επικεντρωθούν στη βελτιστοποίηση της ακρίβειας, την επεξηγησιμότητα των μοντέλων και τη διασφάλιση ηθικών και νομικών ζητημάτων που σχετίζονται με τα δεδομένα υγείας.

4.13. Δυσφαγία

Η δυσφαγία είναι η δυσκολία στη διέλευση τροφής ή υγρών από το στόμα προς το στομάχι και μπορεί να προκύψει λόγω παραγόντων όπως η γήρανση, νευρολογικές διαταραχές (π.χ. το εγκεφαλικό επεισόδιο), ανατομικές δυσμορφίες ή εξασθένηση της γνωστικής λειτουργίας. Η κατάσταση αυτή επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα ζωής, καθώς ενέχει αυξημένο κίνδυνο για πνιγμονή, πνευμονία, υποξία, σηψαιμία και κοινωνικό αποκλεισμό. Στη λογοθεραπεία, η ακτινοσκοπική μελέτη της κατάποσης (VFSS) θεωρείται η πιο αξιόπιστη μέθοδος για τη διάγνωση της δυσφαγίας. Ωστόσο, η ανάλυσή της απαιτεί χρόνο και ενδέχεται να παρουσιάζει σφάλματα λόγω ανθρώπινου παράγοντα. Η αξιοποίηση TN και βαθιάς μάθησης (DL) μπορεί να επιταχύνει και να βελτιώσει την αξιολόγηση των VFSS, διευκολύνοντας τους λογοθεραπευτές να λάβουν τεκμηριωμένες και αποτελεσματικές αποφάσεις για την αντιμετώπιση της δυσφαγίας (Girardi; Cardell & Bird, 2023).

Σύμφωνα με τους Girardi, Cardell και Bird το 2023, η εφαρμογή της TN στις VFSS εστιάζει κυρίως σε τρεις βασικούς τομείς: στον εντοπισμό διείσδυσης και εισρόφησης, στην αξιολόγηση των χρονικών χαρακτηριστικών της κατάποσης και στην καταγραφή της κινητικότητας του υοειδούς οστού. Η TN προσφέρει σημαντικά οφέλη στον εντοπισμό φαινομένων όπως η διείσδυση και, κυρίως, η εισρόφηση – μια κατάσταση που αυξάνει αισθητά τον κίνδυνο για πνευμονικές λοιμώξεις και επιπλοκές, ιδιαίτερα σε ευάλωτες ομάδες. Παράλληλα, χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της καθυστέρησης ή απουσίας του φaryγγικού αντανakλαστικού, ενισχύοντας τόσο την ακρίβεια όσο και τη συνέπεια των διαγνώσεων μεταξύ διαφορετικών θεραπευτικών μονάδων. Μέσω αυτής της προσέγγισης, καθίσταται δυνατή η αξιόπιστη παρακολούθηση

κρίσιμων χρονικών δεικτών που σχετίζονται με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της κατάποσης. Τέλος, η TN διευκολύνει την παρακολούθηση της κίνησης του υοειδούς οστού – ενός βασικού μηχανισμού για την πρόληψη της εισρόφησης και την επαρκή λειτουργία του ανώτερου οισοφαγικού σφιγκτήρα. Τα μοντέλα βαθιάς μάθησης είναι ικανά να εντοπίζουν το υοειδές ακόμη και όταν αυτό δεν είναι εμφανές λόγω επικάλυψης από άλλες δομές, καθιστώντας την TN πολύτιμο εργαλείο τόσο για την κλινική εφαρμογή όσο και για την επιστημονική έρευνα.

Στο πλαίσιο αυτών των εξελίξεων, οι Jeong et al., το 2024 ανέπτυξαν μία μελέτη που είχε ως στόχο την ανάπτυξη μιας καινοτόμου εφαρμογής TN, ικανής να αναλύει βίντεο VFSS και να διαγιγνώσκει δυσφαγία με αυξημένη ακρίβεια και ταχύτητα, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη διαδικασία αξιολόγησης και θεραπείας στο πεδίο της λογοθεραπείας. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο **YOLOv7** (You Only Look Once version 7), ένα προηγμένο σύστημα ανίχνευσης αντικειμένων σε εικόνες και βίντεο, το οποίο φημίζεται για την υψηλή του ακρίβεια και απόδοση. Η TN εκπαιδεύτηκε με βάση μεγάλο όγκο δεδομένων που προήλθαν από εκατοντάδες VFSS βίντεο, τα οποία είχαν επισημανθεί από εξειδικευμένους επαγγελματίες υγείας. Συγκεκριμένα, το σύστημα εκπαιδεύτηκε να εντοπίζει τις φάσεις της κατάποσης (στοματική, φαρυγγική και οισοφαγική), καθώς και παθολογικά ευρήματα όπως η διείσδυση και η εισρόφηση. Τελικά, η απόδοση του μοντέλου κρίθηκε ιδιαίτερα ενθαρρυντική, με ακρίβεια 96% στην αναγνώριση της εισρόφησης και 92% στην ανίχνευση διείσδυσης.

Το εργαλείο **FEES-CAD** είναι ένα σύστημα TN σχεδιασμένο για την αυτόματη ανάλυση βίντεο από την ευέλικτη ενδοσκοπική εξέταση της κατάποσης (FEES). Εκπαιδεύτηκε με βίντεο από ασθενείς και επιτυγχάνει υψηλή ακρίβεια στην ανίχνευση σημαντικών φαινομένων δυσφαγίας, όπως η διείσδυση, η εισρόφηση και τα υπολείμματα τροφής σε συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές. Το σύστημα αυτό, εκπαιδευμένο και αξιολογημένο σε μεγάλο αριθμό ασθενών, επιτυγχάνει απόδοση επιπέδου ειδικών, με ποσοστά ακρίβειας που φτάνουν ή ξεπερνούν το 90%, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα αξιόπιστο για κλινική χρήση. Η ενσωμάτωση του **FEES-CAD** στην κλινική πρακτική των λογοθεραπευτών προσφέρει σημαντικά οφέλη, όπως αύξηση της διαγνωστικής ακρίβειας και μείωση της υποκειμενικότητας, επιτάχυνση της αξιολόγησης, και βελτιστοποίηση των θεραπευτικών σχεδίων με βάση ακριβέστερα δεδομένα για εισρόφηση και διείσδυση. Επιπλέον, διευκολύνει την πρόσβαση σε ειδικούς σε περιοχές με έλλειψη και υποστηρίζει την απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών μέσω τηλελογοθεραπείας. Συνολικά, η χρήση TN μέσω FEES βελτιώνει την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα των λογοθεραπευτικών υπηρεσιών (Weng et al., 2022).

Δυσφαγία και Πάρκινσον

Η δυσφαγία αποτελεί ένα συχνό και σοβαρό σύμπτωμα σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα ζωής και αυξάνοντας τον κίνδυνο πνευμονίας λόγω εισρόφησης. Οι καθιερωμένες μέθοδοι αξιολόγησης της κατάποσης, όπως η VFSS, απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό και δεν είναι πάντα διαθέσιμες, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένα ή μη εξειδικευμένα κέντρα. Στο πλαίσιο αυτό, νέες τεχνολογικές προσεγγίσεις που βασίζονται στην ΤΝ αναδεικνύονται ως καινοτόμες λύσεις, προσφέροντας αξιόπιστες, μη επεμβατικές και οικονομικά αποδοτικές εναλλακτικές. Μια από αυτές είναι η ανάπτυξη του δείκτη ήχου κατάποσης, γνωστού ως **"Swallowing Sound Index"**, ο οποίος βασίζεται σε ακουστικά δεδομένα που συλλέγονται μέσω ηλεκτρονικού στηθοσκοπίου τοποθετημένου στον τράχηλο. Ο δείκτης αυτός, που δημιουργείται με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, παρέχει αντικειμενική και ποσοτική αξιολόγηση της λειτουργίας κατάποσης, εξαλείφοντας την υποκειμενικότητα των παρατηρητών. Επιπλέον, μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας θεραπευτικών παρεμβάσεων, όπως οι στοματικοφαρυγγικές ασκήσεις και η ηλεκτρική διέγερση, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες πριν και μετά τη θεραπεία. Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται ιδιαίτερα για τηλεθεραπευτικά πλαίσια, καθώς επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση της πορείας των ασθενών χωρίς την ανάγκη φυσικής παρουσίας. Η τεχνητή νοημοσύνη αναλύει τα ηχητικά σήματα της κατάποσης, αναγνωρίζοντας πρότυπα που αντιστοιχούν σε φυσιολογικές ή παθολογικές καταποτικές κινήσεις. Σύμφωνα με μελέτες, ασθενείς με Πάρκινσον εμφάνισαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές του δείκτη σε σύγκριση με υγιή άτομα, γεγονός που αντανakλά διαταραχές στη φάση της κατάποσης (Nakamori et al., 2023). Πέρα από τον δείκτη ήχου, μία ακόμη αξιοσημείωτη τεχνολογική καινοτομία αποτελεί το **ADAM** – ένα έξυπνο, σύστημα αισθητήρων, ειδικά σχεδιασμένο για ασθενείς με Πάρκινσον. Το ADAM χρησιμοποιεί αισθητήρες που τοποθετούνται στον τράχηλο και τα άκρα, καταγράφοντας σήματα κατάποσης, αναπνευστικό ρυθμό, κινητική δραστηριότητα και στάση σώματος. Τα οφέλη για τη λογοθεραπευτική αξιολόγηση και παρέμβαση είναι πολλαπλά. Το **ADAM** επιτρέπει την αυτοματοποιημένη και συνεχόμενη παρακολούθηση της κατάποσης σε πραγματικό χρόνο και εκτός εξειδικευμένων εργαστηρίων. Επιπλέον, το σύστημα έχει κριθεί εύχρηστο, άνετο και αποδεκτό από ασθενείς και φροντιστές, προσφέροντας μια πρακτική λύση για την κατ' οίκον λογοθεραπεία (Xu et al., 2025).

Δυσφαγία και ALS

Η δυσφαγία είναι, επίσης, μια συχνή και σοβαρή επιπλοκή στην Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS) , που μπορεί να οδηγήσει σε εισρόφηση και αναπνευστικές λοιμώξεις, όπως η πνευμονία. Η έγκαιρη διάγνωση και παρακολούθηση της δυσφαγίας είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και της πρόγνωσης των ασθενών (Regondi et.al., 2025). Ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν ότι οι δείκτες που παράγονται από τους ήχους κατάποσης μέσω TN συσχετίζονται σημαντικά με κλινικά χρησιμοποιούμενες κλίμακες αξιολόγησης της δυσφαγίας και της γενικής λειτουργικής κατάστασης σε ασθενείς με ALS, όπως η ALSFRS-R, η πίεση γλώσσας και η κλίμακα MASA (Nakamori et al., 2023). Η πρόσφατη αξιοποίηση ηλεκτρονικών στηθοσκοπίων σε συνδυασμό με εξελιγμένους αλγορίθμους TN για την ανάλυση των ηχητικών σημάτων κατάποσης προσφέρει μία μη επεμβατική, οικονομική και πρακτική προσέγγιση για τη διάγνωση και παρακολούθηση της δυσφαγίας. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην καταγραφή και επεξεργασία των χαρακτηριστικών ήχων κατάποσης, οι οποίοι υποβάλλονται σε ανάλυση με μεθόδους μηχανικής μάθησης ώστε να αναδειχθούν διακριτά μοτίβα που συσχετίζονται με παθολογική λειτουργία κατάποσης (Nakamori et al., 2023). Συνολικά, η χρήση TN στην ανάλυση των ήχων της κατάποσης προσφέρει μια καινοτόμα λύση για τη διάγνωση της δυσφαγίας στην ALS, διευκολύνοντας τους λογοθεραπευτές στον σχεδιασμό και την προσαρμογή της θεραπείας, όπως ασκήσεις κατάποσης ή τροποποιήσεις στη δίαιτα, ακόμα και από απόσταση (Regondi et.al., 2025).

Τα βασικά χαρακτηριστικά όλων των μελετών, όπως το είδος παρέμβασης, το μέγεθος δείγματος και τα κύρια ευρήματα, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

4.14. Αποτελέσματα Μελετών

A/A	Συγγραφείς και Έτος	Πληθυσμός / Δείγμα	Τύπος Διαταραχής	Τεχνολογία TN που Χρησιμοποιήθηκε	Είδος Παρέμβασης και Διάρκεια	Κύρια Ευρήματα και Αποτελεσματικότητας	Τύπος Μελέτης
1.	Abubakar et al., 2024	Άνδρες και γυναίκες ηλικίας 5 έως 47 ετών	Τραυλισμός	Deep Learning με MFCC	Ανίχνευση δυσαναγνωρισίων σε συνθετική ομιλία	Το StutterNet πέτυχε υψηλή ακρίβεια στην αναγνώριση τραυλισμού	Πειραματική μελέτη
2.	Ain & Imtia	Λογοθεραπευτές, πελάτες ή	Διαταραχές	AI εργαλεία	Προβλήματα υιοθέτησης	Ανάδειξη εμποδίων στην	Μελέτη

	z,2025	γονείς των πελατών	Ομιλίες		ΑΙ στην λογοθεραπεία	εφαρμογή	παρατήρησης (Observational study)
3.	Bayrel et al., 2022	Ηχογραφήσεις ατόμων με τραυλισμό	Τραυλισμός	wav2vec 2.0 (προεκπαιδευμένο μοντέλο ομιλίας)	Ανίχνευση τραυλισμού για θεραπευτική χρήση	Το wav2vec 2.0 εντοπίζει με ακρίβεια τις δυσφλουεντίες	Πειραματική μελέτη
4.	Benway & Preston, 2024	Παιδιά με διαταραχή άρθρωσης του /ɹ/ (δείγμα μελετημένο με single-case design)	Διαταραχή άρθρωσης (/ɹ/)	AI-assisted speech recognition και feedback	Λογοθεραπευτική παρέμβαση με υποστήριξη TN	Θετική επίδραση στην παραγωγή του /ɹ/, αποτελεσματικότητα εξατομικευμένη	Πειραματική μελέτη
5.	Bhatia et al., 2020	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	Deep Learning	Σύστημα διάγνωσης και θεραπείας	Ανάπτυξη συστήματος που υποστηρίζει διαγνώσεις τραυλισμού	Πειραματική μελέτη (τεχνική προσέγγιση)
6.	Birol et al., 2025	15 ασκούμενοι λογοθεραπευτές	Γενικά διαταραχές λόγου, ομιλίας και	ChatGPT	Δεν εφαρμόζεται (συζήτηση για πιθανές εφαρμογές)	Εξετάζονται οι δυνατότητες και περιορισμοί του ChatGPT στη λογοθεραπεία· αναδεικνύεται η	Περιγραφική μελέτη

			επικοινωνίας			πιθανή υποστήριξη αλλά και οι ηθικοί/επιστημονικοί προβληματισμοί	
7.	Costantini et al., 2023	Ασθενείς με Νόσο Πάρκινσον, αξιολόγηση φωνής σε κατάσταση off και on θεραπείας	Νόσος Πάρκινσον – φωνητικές διαταραχές	Σύγκριση Machine Learning Και Deep Learning μοντέλων	Αυτόματη φωνητική αξιολόγηση για διαφοροποίηση κατάστασης θεραπείας	Τα Deep Learning Μοντέλα υπερέχουν των ML στην ακρίβεια και αξιοπιστία. Η TN μπορεί να συμβάλει στην παρακολούθηση της θεραπευτικής ανταπόκρισης	Εμπειρική μελέτη
8.	Dangol et al., 2025	Λογοθεραπευτές, γονείς των πελατών	Διαταραχές γλώσσας	AI	Διάγνωση και θεραπεία διαταραχών γλώσσας	Ενσωμάτωση AI στη διάγνωση και θεραπεία γλωσσικών διαταραχών	Πειραματική μελέτη
9.	Das et al., 2020	Ενήλικες με τραυλισμό	Τραυλισμός	Explorable AI, Ανάλυση κινήσεων προσώπου	Ανάλυση δεδομένων με AI για πρόβλεψη δυσαρθρίας	Δυνατότητα πρόβλεψης διαταραχών με ακρίβεια	Πειραματική (προδημοσίευση)
10.	Das et al., 2022	Ενήλικες με τραυλισμό	Τραυλισμός	Multi modal Explorable AI (ήχος, πρόσωπο)	Ανάλυση συμπεριφοράς για πρόβλεψη λόγου	Ακριβής πρόβλεψη επικείμενου τραυλισμού	Πειραματική μεθοδολογία
11.	Dudy et al., 2018	Παιδιά με διαταραχή	Διαταραχή άρθρωσης	Αυτόματη ανάλυση	Ανάπτυξη/αξιολόγηση εργαλείου	Το σύστημα μπόρεσε να αναλύει και	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης

		ές λόγου (speech sound disorders)	ς	ση προφ ορών με αλγόρι θμους μηχανι κής μάθησ ης & υπολο γιστικ ής γλωσσ ολογία ς		να αξιολογεί αυτόματα τις προφορές παιδιών· δείχνει δυνατότητα ς υποστήριξη ς κλινικής αξιολόγησης	εργαλείου
12.	Filipowicz & Kostek, 2023	Δεδομένα ατόμων με τραυλισμό	Τραυλισμός	Machine Learning (αρχιτεκτονικές deep learning)	Αυτόματη ανίχνευση τραυλισμού και υποκατηγοριών	Αλλαγή μοντέλου & δεδομένων επηρεάζει ακρίβεια	Πειραματική μελέτη
13.	Garbey et al., 2025	Ασθενείς με ALS	Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS)	Affective computing, AI ανάλυση συμπεριφοράς	Υποστήριξη φροντίδας με AI, διάρκεια μη καθορισμένη	AI βελτίωσε την εξατομικευμένη φροντίδα και τη διαχείριση της νόσου.	Εφαρμοσμένη έρευνα

14.	Ghai & Mueller, 2021	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	AI εργαλείο υποβοηθούμενης γραφής	Fluent εργαλείο, διάρκεια μη καθορισμένη	Διευκολύνει την επικοινωνία με λιγότερη γλωσσική πίεση.	Παρουσία συστήματος (συνεδριακό άρθρο)
15.	Girardi et al., 2023	Εικόνες μέσω υπολογιστή ή μεταστάδια κατάποσης	Δυσφαγία	AI videofluoroscopic studies	Videofluoroscopic studies	Ενίσχυση αξιολόγησης δυσφαγίας με AI	Πειραματική μελέτη
16.	Jeong, et al., 2024	300 εικόνες μέσω υπολογιστή ή μεταστάδια κατάποσης	Δυσφαγία	YOLOv7 (computer vision)	Ανάλυση βίντεο κατάποσης για γρήγορη διάγνωση	Υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα διάγνωσης	Πειραματική μελέτη
17.	Kim et al., 2021	Ασθενείς με αφασία	Αφασία	Mobile app (VoiceAdapt)	Θεραπεία λεξιλογικής ανάκτησης	Βελτίωση λεξιλογίου μέσω κινητής εφαρμογής	Πειραματική μελέτη
18.	Kim et al., 2023	Καταγραφή της φωνής ασθενών	Διαταραχές λόγου σε ιατρικό/νευρολογικό πλαίσιο	Σύστημα ανάλυσης λόγου με AI (machine learning)	Ανάπτυξη και αξιολόγηση συστήματος	Το σύστημα έδειξε ότι μπορεί να υποστηρίξει ιατρική διάγνωση/π	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης και αξιολόγησης εργαλείου

		ών με εγκεφα- λικό επεισ- όδιο ενώ εκφω- νούν μια συγκε- κριμέ- νη πρότ- αση				αρακολούθη- ση μέσω ανάλυσης λόγου· αποτελεσμα- τικό στη διάκριση φυσιολογικώ- ν και παθολογικώ- ν προτύπων	υ
19.	Manera et al., 2023	---	Νευροεγκεφαλιστικές διαταραχές (γενικά)	Νέες τεχνολογίες & AI (γενική αναφορά)	Δεν εφαρμόζεται	Τονίζεται η σημασία έγκαιρης ανίχνευσης μέσω δεικτών συμπεριφοράς & AI· αναδεικνύονται προοπτικές	Editorial / σχολιαστικό άρθρο
20.	Mathad et al., 2021	Παιδιά με λαγόχειλο και υπερωιοσχιστία	Υπερρινικότητα	Deep learning (CNN)	Ανάλυση φωνής – objective αξιολόγηση	Υψηλή ακρίβεια στην αναγνώριση υπερρινικότητας	Εμπειρική μελέτη
21.	Muhamma d & Alhussein, 2021	Δεδομένα φωνής από άτομα με παθολογίες	Φωνητικές παθολογίες	Συνδυασμός Artificial Intelligence (ML/Deep Learning) με Internet of Things	Ανίχνευση παθολογιών φωνής μέσω έξυπνων συσκευών IoT	Το προτεινόμενο σύστημα με AI + IoT βελτίωσε την ακρίβεια διάγνωσης και έδειξε δυνατότητες για έξυπνη υγειονομική	Εμπειρική μελέτη (case study)

		φωνή ς (voice patho lo gy datas et s)		(IoT)		φροντίδα	
22.	Lc & Fukuo ka, 2020	23 άτομα που τραυλ ίζουν, 4 λογοθ εραπ ευτές	Τραυλισμό ς	Machine Learning (ML) για ανάλυση δεδομένων και προσαρμογή VR περιβάλλοντος	VR ασκήσεις δημόσιας και κοινωνική ς ομιλίας, προσαρμο σμένες σε πραγματικ ό χρόνο μέσω ML, διάρκεια ανά συμμετέχ οντα ποικίλει	- ML και AI επέτρεψαν εξατομικευμ ένη και προσαρμοσ μένα εκπαίδευση - Βελτίωση πρωτοτύπου VR (μείωση θολούρας, βελτίωση φωνής, προσαρμογή επιπέδου δυσκολίας) - Πιο οικονομική και εύχρηστη σε σχέση με παραδοσιακ ές θεραπείες	Ποιοτική μελέτη / Formativ e user study
23.	Naka mori et al., 2023	Ασθεν είς Parki nson και ALS	Δυσφαγία	AI-based ακουστική ανάλυση	Αξιολόγησ η κατάποση ς μέσω ήχου	Αποτελεσμα τική ανίχνευση δυσφαγίας	Πειραμα τική μελέτη
24.	Naka mori et al., 2023	Ασθεν είς με Νόσο Πάρκι ν	Δυσφα γία (διαταρ αχές κατάπο σης) σε	TN ανάλυση ήχων κατάποσ ης μέσω ηλεκτρον ικού στηθοσκ	Δείκτης ήχου κατάποση ς για διάγνωση/	Η AI- βασισμέν η ανάλυση των ήχων κατάποση	Εμπειρικ ή μελέτη

		σον	Parkinson	οπίου	παρακολούθηση δυσφαγίας	ς μπορεί να εντοπίσει διαφορές σε ασθενείς με PD· δείχνει δυνατότητα για μη επεμβατική και αντικειμενική αξιολόγηση	
25.	Ramos et al., 2021	Άτομα με δυσαρθρία	Δυσαρθρία	AI	Πλατφόρμα αυτοματοποιημένης θεραπείας (BArT)	Βελτίωση στην αποκατάσταση της δυσαρθρίας	Πειραματική μελέτη
26.	Regondi et al., 2025	Ασθενείς με ALS	Νευρομυϊκή (ALS)	AI-generated voice synthesis	Δημιουργία τεχνητής φωνής	Αποκατάσταση φωνητικής επικοινωνίας	Εμπειρική μελέτη
27.	Rehman et al., 2024	Δείγμα ασθενών με φωνητικές διαταραχές	Φωνητικές διαταραχές	ML αλγόριθμοι (machine learning για voice disorder detection)	Ανάπτυξη και αξιολόγηση μοντέλων	Τα μοντέλα πέτυχαν υψηλή ακρίβεια στην ανίχνευση φωνητικών διαταραχών· δείχνει εφαρμογές στη λογοπαθολογία	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης/αξιολόγησης
28.	Shalileh et al., 2023	Παιδιά με δυσλεξία	Δυσλεξία	ML, eye-tracking	Προγνωστική ανίχνευση δυσλεξίας	Έγκαιρη και ακριβής διάγνωση δυσλεξίας	Πειραματική μελέτη

29.	Suh et al., 2024	Λογοθεραπευτές (SLPs) που εργάζονται με παιδιά και ενήλικες σε σχολεία, νοσοκομεία και ιδιωτική ιατρεία	Διάφορες διαταραχές λόγου και ομιλίας (γενικά)	Εργαλεία TN για αξιολόγηση και θεραπεία (π.χ. επεξεργασία φυσικής γλώσσας, μηχανική μάθηση)	Παρατήρηση και ανάλυση χρήσης εργαλείων TN σε καθημερινή ή πρακτική (ποιοτική αξιολόγηση, διάρκεια ανά συμμετέχοντα ποικίλει)	Αναδεικνύονται ευκαιρίες (αυτοματισμός αξιολόγησης, εξατομικευση θεραπείας) αλλά και προκλήσεις (δεοντολογία, αξιοπιστία δεδομένων, ιδιωτικότητα)	Ποιοτική μελέτη
30.	Svoboda et al., 2022	65 ασθενείς με Σκλήρυνση κατά Πλάκας (MS) και 66 υγιή άτομα	Διαταραχές λόγου που σχετίζονται με MS	Machine learning & AI ανάλυση ηχητικών/φωνητικών καταγραφών	Ανάλυση ομιλίας για υποστήριξη διάγνωσης και αξιολόγησης κλινικής κατάστασης	Τα ML/AI μοντέλα έδειξαν δυνατότητα να διακρίνουν αλλαγές στην ομιλία με κλινική σημασία· αποτελεσματικά ως εργαλείο υποστήριξης αλλά απαιτείται μεγαλύτερη επιβεβαίωση	Πιλοτική μελέτη
31.	Toki et al.,	Παιδιά	Διαταραχές ομιλίας	Real-time adaptive tool	Εργαλείο θεραπείας	Βελτίωση αποτελεσμα	Πειραματική

	2023				ομιλίας	τικότητας θεραπείας	μελέτη
32.	Utepb ayeva, 2024	Παιδι ά με απρα ξία	Απραξία ομιλίας	AI-powered phonological exercises	Ασκήσεις φωνολογί ας	Υποστήριξη φωνολογική ς θεραπείας	Πειραμα τική μελέτη
33.	Verde et al., 2019	Χρήστ ες κινητ ής εφαρ μογής (δεδο μένα φωνή ς)	Φωνητικές διαταραχές (voice disorders)	AI αλγόριθμοι σε mobile app	Εφαρμογή για ανίχνευση/ ξινόμηση φωνητικών διαταραχώ	Το app με AI βελτίωσε την ακρίβεια αναγνώριση ς· πρακτικό εργαλείο για screening	Εμπειρικ ή μελέτη ανάπτυξ ης/αξιολ όγησης εφαρμογ ής
34.	Vinoth a et al., 2024	Δεδο μένα ομιλία ς από άτομα με δυσα ρθρία	Δυσαρθρία (dysarthric speech)	SepFormer + Hierarchical Attention Networks με multistage transfer learning	Βελτίωση αναγνώρι σης δυσαρθρι κού λόγου	Το προτεινόμεν ο σύστημα αύξησε την ακρίβεια αναγνώριση ς σε σχέση με υπάρχοντα μοντέλα	Εμπειρικ ή μελέτη με πειραμα τική αξιολόγη ση μοντέλο υ
35.	Vogel et al., 2024	Ασθεν είς με αταξί α	Νευρολογι κές διαταραχές	AAC Τεχνολογίες & AI	Υποβοηθο ύμενη επικοινων ία	Πολυδιάστα τη προσέγγιση βελτίωσε την επικοινωνία	Κλινική εφαρμογ ή
36.	Vona et al., 2023	Άτομ α με τραυλ ισμό	Τραυλισμό ς	Συνδυασμός VR, βιοαισθητήρων & Speech Emotion Recognition (AI)	Εργαλείο για θεραπεία τραυλισμο ύ μέσω VR και ανάλυσης συναισθη μάτων ομιλίας	Το εργαλείο έδειξε δυνατότητες βελτίωσης στη θεραπεία· καινοτόμος συνδυασμός AI με VR	Πρωτότ υπη πilotική μελέτη / παρουσί αση εργαλείο υ
37.	Weng	Βίντε	Δυσφαγία	AI-powered video	Ανάλυση	Βελτίωση	Πειραμα

	et al., 2022	ο FEES από 199 ασθεν είς με δυσφ αγία		analysis	βίντεο FEES	αξιολόγησης δυσφαγίας	τική μελέτη
38.	Xiao et al., 2025	Παιδι ά με ταυλι σμό	Τραυλισμό ς	AI-based speech analysis σε συνδυασμό με ψυχοφυσιολογικά δεδομένα	Ανάλυση ρέοντος λόγου με υποστήριξη η ψυχοφυσι ολογικών μετρήσεων	Επίδειξη ότι η ενσωμάτωσ η ψυχοφυσιολ ογικών δεδομένων βελτιώνει την ακρίβεια στην ανάλυση ομιλίας παιδιών που τραυλίζουν	Εμπειρικ ή μελέτη με πειραμα τική αξιολόγη ση
39.	Xu et al., 2023	Δεδο μένα ομιλία ς από άτομα με δυσαρ θρία	Δυσαρθρία	Deep learning μοντέλο με κλινικά ερμηνεύσιμ ο layer	Αυτόματη ανίχνευση δυσαρθρί ας	Το μοντέλο πέτυχε υψηλή ακρίβεια και ταυτόχρονα προσφέρει ερμηνευσιμ ότητα κλινικά σημαντικών χαρακτηρισ τικών	Εμπειρικ ή μελέτη με ανάλυση δεδομέν ων
40.	Xu et al., 2025	Ασθεν είς με Νόσο Πάρκι νσον	Διαταραχές λόγου/κατά ποσης σχετιζόμεν ες με Parkinson	AI-enabled haptic biofeedback + digital health monitoring	Ολοκληρ ωμένο ψηφιακό σύστημα παρακολο ύθησης & βιοανατρο φοδότηση ς	Το σύστημα έδειξε ότι η AI με haptic biofeedback μπορεί να βελτιώσει την παρακολούθ ηση και παρέμβαση	Εμπειρικ ή μελέτη ανάπτυξ ης & αξιολόγη σης τεχνολογ ίας

						στη bulbar dysfunction	
41.	Yu et al., 2023	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	Federated AI terminals	Παρακολούθηση τραυλισμού μέσω κατανεμημένων έξυπνων συσκευών	Η προσέγγιση με federated terminals διευκολύνει την παρακολούθηση τραυλισμού με διατήρηση ιδιωτικότητας	Εμπειρική μελέτη αξιολόγησης τεχνολογίας

Η ανασκόπηση των μελετών καταδεικνύει ότι ο τραυλισμός αποτελεί το πεδίο με τη μεγαλύτερη ερευνητική δραστηριότητα, καθώς εντοπίστηκαν δεκατρείς μελέτες που εστιάζουν σε διαφορετικές πτυχές του, όπως η αυτόματη ανίχνευση, η πρόβλεψη επεισοδίων, η αξιοποίηση εργαλείων εικονικής πραγματικότητας και βιοαισθητήρων, αλλά και η ανάπτυξη καινοτόμων παρεμβάσεων υποβοηθούμενων από τεχνητή νοημοσύνη. Η δυσφαγία ακολουθεί με πέντε μελέτες, οι οποίες διερευνούν κυρίως μεθόδους αξιολόγησης μέσω ανάλυσης βίντεο και ήχου, προσφέροντας προοπτικές για πιο γρήγορη και ακριβή διάγνωση σε νευρολογικές παθήσεις. Στη δυσαρθρία και τις φωνητικές διαταραχές εντοπίζονται από τρεις μελέτες αντίστοιχα, με έμφαση στην ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων θεραπείας, αναγνώρισης ή ταξινόμησης, που επιτρέπουν την εξατομίκευση της παρέμβασης. Οι διαταραχές άρθρωσης εμφανίζονται σε δύο μελέτες, όπου διερευνάται η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την ενίσχυση της λογοθεραπευτικής πρακτικής. Αντίθετα, η αφασία, η δυσλεξία, η απραξία λόγου και η υπερρινικότητα μελετώνται περιορισμένα, με μία μελέτη για καθεμία, στοιχείο που υπογραμμίζει την ανάγκη για περαιτέρω ερευνητική ενασχόληση. Σε ό,τι αφορά τις νευροεκφυλιστικές διαταραχές, η Νόσος Πάρκινσον καταγράφεται σε τρεις μελέτες, εστιάζοντας κυρίως στη φωνητική και καταποτική λειτουργία, ενώ η Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS) απαντά σε δύο μελέτες που σχετίζονται με την υποστήριξη της φροντίδας και την αποκατάσταση της επικοινωνίας. Τέλος, τέσσερις μελέτες κινούνται σε ένα πιο γενικό επίπεδο, εστιάζοντας στις προοπτικές, τις προκλήσεις και τις δυνατότητες ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στη λογοπαθολογία, χωρίς να επικεντρώνονται αποκλειστικά σε μία συγκεκριμένη διαταραχή.

4.15. Αποτελέσματα ανασκοπήσεων που συμπεριλήφθηκαν

Συγγραφέας (Έτος)	Τύπος ανασκόπησης	Σκοπός	Αριθμός μελετών που συμπεριλήφθηκαν	Θέμα / Πληθυσμός	Κύρια ευρήματα
Alkhurayyif & Sait, 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης TN για την ανίχνευση της δυσλεξίας, με έμφαση στις τεχνικές μείωσης διαστάσεων	39 μελέτες	Παιδιά και ενήλικες με δυσλεξία, ανίχνευση και παρέμβαση δυσλεξίας με Eye-tracking, neuroimaging AI	Η ενσωμάτωση DRTs βελτιώνει την απόδοση τ μοντέλων ML/DL, αντιμετωπίζοντας προκλήσεις όπως ο περιορισμένος όγκος δεδομένων και η έλλειψη γενικευσιμότητας.
Bhardwaj et al. (2024)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης TN στη διάγνωση και θεραπεία παιδιατρικών διαταραχών ομιλίας και γλώσσας	20 μελέτες	Παιδιά με διαταραχές ομιλίας και γλώσσας	Η TN μπορεί να βελτιώσει την ακριβή διάγνωση, την εξατομικευμένη θεραπεί και την παρακολούθηση τ προόδου, ενώ αντιμετω πίζει προκλήσεις όπως η ανάγκη για ποιοτικά δεδομένα και η αποδοχή από τους επαγγελματίες.
Chandra et al., 2022	scoping review/ Narrative review	Εξέταση της χρήσης κοινωνικών ρομπότ στη θεραπεία τραυλισμού	Δεν αναφέρεται	Παιδιά και ενήλικες με τραυλισμό	Προτείνει 8 σενάρια εφαρμογής κοινωνικών ρομπότ για την ενίσχυση θεραπείας τραυλισμού, εστιάζοντας σε πλεονεκτήματα όπως η μη κριτική ατμόσφαιρα και η δυνατότητα επανάληψης. (χωρίς πειραματική εφαρμογή)
De la Fuente Garcia et al., 2020	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης TN και επεξεργασίας ομιλίας/γλώσσας για την παρακολούθηση της νόσου Alzheimer	51 μελέτες	Ασθενείς με νόσο Αλτσχάιμερ	Οι τεχνικές TN επιδεικνύ δυνατότητα έγκαιρης ανίχνευσης και παρακολούθησης της νό σου μέσω χαρακτηριστι κών ομιλίας και γλώσσας αλλά απαιτείται περαιτέ ρω τυποποίηση και μεγαλύτερες μελέτες για κλινική εφαρμογή.
Dhillon et al.,	Scoping review	Εξέταση της χρήσης TN στη φροντίδα	26 μελέτες	Άτομα με σχιστίες χείλους	Η TN χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, όπως

2021		ατόμων με σχιστίες χείλους και/ή υπερώας		και/ή υπερώας	διάγνωση, προεγχειρητική ορθοπαιδική, αξιολόγηση ομιλίας και χειρουργική, με ιδιαίτερη έμφαση στην αξιολόγηση ομιλίας.
ElHennawy, 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της επίδρασης της TN και ML στην αξιολόγηση και θεραπεία διαταραχών επικοινωνίας	Δεν αναφέρεται	Παιδιά και ενήλικες με διαταραχές ομιλίας, γλώσσας και επικοινωνίας, όπως αφασία, τραυλισμός και δυσλεξία	Η TN και ML χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και παρακολούθηση διαταραχών επικοινωνίας και ομιλίας παρέχοντας εξατομικευμένες ασκήσεις και παρακολούθηση προόδου, ενώ επισημαίνονται προκλήσεις όπως η ανάγκη για μεγάλα σύνολα δεδομένων και η αξιολόγηση της ακρίβειας των αλγορίθμων.
Georgieva-Tsaneva et al., 2023	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης κοινωνικών ρομπότ στη θεραπεία ομιλίας και γλώσσας	30 μελέτες	Παιδιά και έφηβοι με διαταραχές επικοινωνίας, κυρίως ΔΑΦ	Παρουσιάζονται διαδραστικά σενάρια με κοινωνικά ρομπότ που ενισχύουν τις επικοινωνιακές και κοινωνικές δεξιότητες, με θετικά αποτελέσματα σε διάφορους τύπους διαταραχών. Αναγνωρίζονται περιορισμοί στην εφαρμογή τους σε κλινικά ή οικιακά περιβάλλοντα.
Jothi et al., 2020	Narrative review	Εξέταση της χρήσης TN στην αξιολόγηση και θεραπεία της αφασίας μέσω παραμέτρων ποιότητας ομιλίας	32 μελέτες	Άτομα με αφασία, κυρίως ηλικιωμένοι και άτομα με ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου	Η TN χρησιμοποιείται ακουστικά χαρακτηριστικά για την αυτόματη διάγνωση και αξιολόγηση της αφασίας, παρέχοντας εξατομικευμένα αποτελέσματα και ανατροφοδότηση στους ασθενείς. Αναγνωρίζονται οφέλη και περιορισμοί.
Kanwal et al. (2024)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της σύγκλισης TN, ψηφιακών θεραπειών και βιοϊατρικής	Δεν αναφέρονται	Άτομα με διαταραχές λόγου και ομιλίας, όπως αναπτυξιακές	- Συνδυασμός TN με ψηφιακές θεραπείες και βιοϊατρική ηλεκτρονική. - Ανάπτυξη εργαλείων για εξατομικευμένη θεραπεία.

		ηλεκτρονικής στη θεραπεία λόγου και ομιλίας		διαταραχές ομιλίας σε παιδιά και αφασία (μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο ή τραυματισμό)	α. - Προοπτικές για βελτίω ση της προσβασιμότητας και αποτελεσματικότητας
Landowska et al., 2022	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση μεθόδων αναγνώρισης συναισθημάτων σε παιδιά με αυτισμό	65 μελέτες	Παιδιά με ΔΑΦ	Χρησιμοποιήθηκαν τεχνι όπως ανάλυση εκφράσε προσώπου, προσωδία ομιλίας και φυσιολογικά σήματα. Οι πιο συχνά αναγνωριζόμενα συναισθήματα ήταν η χα ρά, ο φόβος και η λύπη. Εφαρμόστηκαν τόσο μονοδιάστατες όσο και πολυδιάστατες προσεγγίσεις, με προτί μηση στις πρώτες. Στην πολυδιάστατη αναγνώρι ση, η πρώιμη συγχώνευ ση ήταν η πιο συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδος.
Murero et al., 2020	Ποιοτική ανασκόπηση (Qualitative Review)	Εξέταση της εφαρμογής AI σε συστήματα AAC για άτομα με σοβαρές διαταραχές ομιλίας	Δεν αναφέρονται	Άτομα με σοβαρές διαταραχές ομιλίας (π.χ. δυσαρθρία, αφασία)	- Η AI μπορεί να βελτιώσ την αποτελεσματικότητα των συστημάτων AAC. - Επιτρέπει επικοινωνία α πραγματικό χρόνο για ά τομα με μη τυπική ομιλία
Privitera et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση των δυνατοτήτων και περιορισμών της TN και της βαθιάς μάθησης στην αφασιολογία	Δεν αναφέρεται	Άτομα με αφασία	Η TN μπορεί να αναλύσει δεδομένα ομιλίας σε πο λλές γλώσσες για να μοντελοποιήσει πώς η βλάβη σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου επηρεάζει γλωσσικά χαρακτηριστικά όπως η γραμματική. - Υπάρχουν δυνατότητες εξατομικευμένη θεραπεί και προσαρμοσμένες πλατφόρμες υποστήριξη - Ανάγκη για αυστηρή αξιολόγηση των περιορισμών πριν την ενσωμάτωση της TN στην

					κλινική πράξη.
Rusz et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρησιμότητας των ψηφιακών βιοδεικτών ομιλίας στην παρακολούθηση της εξέλιξης της Νόσου του Πάρκινσον, από τα πρώιμα στάδια μέχρι τις κλινικές δοκιμές	Δεν αναφέρονται	Άτομα με Νόσο του Πάρκινσον	- Οι βιοδείκτες ομιλίας μπορούν να ανιχνεύσουν εξέλιξη της νόσου ήδη από τα πρώιμα στάδια. - Ορισμένα χαρακτηριστικά ομιλίας, όπως η ένταση και ο ρυθμός άρθρωσης, παρουσιάζουν αντίθετη συμπεριφορά σε διαφορετικές νευρολογικές ασθένειες, προσφέροντας πολύτιμες ενδείξεις για διαφορική διάγνωση. - Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των βιοδεικτών σε διάφορους πληθυσμούς.
Saway et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της εξέλιξης της νευροδιέγερσης ως στρατηγική αποκατάστασης μετά από χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο, με έμφαση στους μηχανισμούς νευροπλαστικότητας και τη χρήση συστημάτων εγκεφάλου-υπολογιστή (BCIs)	Δεν αναφέρονται	Άτομα με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο	- Η νευροδιέγερση μπορεί να ενισχύσει την αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο μέσω της προώθησης νευροπλαστικότητας. - Οι BCIs προσφέρουν δυνατότητες για αλληλεπίδραση με υπολογιστικά συστήματα υποστηρίζοντας την αποκατάσταση κινητικών λειτουργιών. - Ανάγκη για περαιτέρω κλινικές μελέτες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των τεχνικών.
Sheikh et al. (2022)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση μεθόδων μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση της τραυλισμού, περιλαμβάνοντας χαρακτηριστικά ήχου, στατιστικές μεθόδους και βαθιά μάθηση	Δεν αναφέρονται	Παιδιά και ενήλικες με τραυλισμό, κυρίως αγγλόφωνους	- Οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης μπορούν να βελτιώσουν την αναγνώριση της τραυλισμού μέσω της ανάλυσης χαρακτηριστικών ήχου και της εφαρμογής βαθιάς μάθησης. - Υπάρχουν προκλήσεις όπως η έλλειψη μεγάλων ποικίλων και σωστά επισημασμένων συνόλων

					δεδομένων. - Προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, όπως ανάπτυξη μεγαλύτερων πιο ποικίλων συνόλων δεδομένων, η βελτίωση των αλγορίθμων για καλύτερη γενίκευση και εφαρμογή νέων τεχνικών βαθιάς μάθησης.
Yap et al., 2025	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση του ρόλου της TN στη μελέτη και εκπαίδευση της δυσλεξίας	Δεν αναφέρονται	Άτομα με δυσλεξία, κυρίως μαθητές σχολικής ηλικίας	- Η TN χρησιμοποιείται για διάγνωση, παρέμβαση και εξατομικευμένη εκπαίδευση σε δυσλεξία - Τα εργαλεία AI μπορούν να βοηθήσουν στην αναγνώριση προτύπων δυσλεξίας σε επίπεδο γλώσσας και ανάγνωσης - Υπάρχουν περιορισμοί όπως η έλλειψη ποικιλίας δεδομένων και η ανάγκη αξιολόγησης σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.
Zambrano et. al., 2025	Scoping review	Εξέταση της εφαρμογής της TN στη διάγνωση, πρόβλεψη, θεραπεία και εκπαίδευση σε άτομα με σχιστίες χείλους και υπερώας	25 μελέτες	Άτομα με σχιστίες χείλους και υπερώας	- Χρήση TN για βελτίωση της διάγνωσης και θεραπείας. - Εφαρμογές σε προγνωστικά μοντέλα και χειρουργικό σχεδιασμό. - Ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη.
Zhong, X. (2024).	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση των τρεχουσών προσεγγίσεων αξιολόγησης και θεραπείας της αφασίας με τη βοήθεια TN	Δεν αναφέρονται	Άτομα με αφασία	- Χρήση μηχανικής μάθησης και αναγνώρισης ομιλίας. - Ανάπτυξη αλγορίθμων για ανάλυση γλωσσικών ελλειμμάτων. - Προοπτικές για αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και θεραπεία

Στο σύνολο των μελετών που ανασκοπήθηκαν, εντοπίζονται ποικίλες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) και συναφών τεχνολογιών σε διαφορετικές διαταραχές λόγου και επικοινωνίας. Συγκεκριμένα, δύο μελέτες επικεντρώνονται στη δυσλεξία, αναδεικνύοντας τον ρόλο της TN τόσο στη διάγνωση όσο και στην εκπαιδευτική παρέμβαση. Δύο ακόμη μελέτες αφορούν γενικότερα τις διαταραχές ομιλίας και γλώσσας, ενώ άλλες δύο εστιάζουν στον τραυλισμό, εξετάζοντας τη συμβολή τόσο των κοινωνικών ρομπότ όσο και της μηχανικής μάθησης. Η νόσος Alzheimer αποτελεί αντικείμενο μίας μελέτης, όπως και η νόσος Πάρκινσον, όπου η έρευνα εστιάζει στη χρήση βιοδεικτών ομιλίας για την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου. Παράλληλα, δύο μελέτες διερευνούν την εφαρμογή της TN σε άτομα με σχιστίες χείλους και υπερώας, ενώ στον αυτισμό αντιστοιχούν επίσης δύο μελέτες που εξετάζουν την αξιοποίηση κοινωνικών ρομπότ και μεθόδων αναγνώρισης συναισθημάτων. Η αφασία παρουσιάζεται πιο εκτενώς, με τρεις μελέτες να εστιάζουν σε διαφορετικές διαστάσεις της αξιολόγησης και θεραπείας της. Επιπλέον, μία μελέτη διερευνά τη συμβολή της νευροδιέγερσης και των BCIs στην αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ μία άλλη ανασκόπηση αναδεικνύει τις δυνατότητες των συστημάτων Επαυξητικής και Εναλλακτικής Επικοινωνίας (AAC) για σοβαρές διαταραχές ομιλίας όπως η δυσαρθρία και η αφασία. Τέλος, μία μελέτη πραγματεύεται τη σύγκλιση της TN με ψηφιακές θεραπείες και βιοϊατρική ηλεκτρονική, προτείνοντας καινοτόμες κατευθύνσεις για την εξατομικευμένη θεραπευτική παρέμβαση.

Κεφάλαιο 5. Συζήτηση

Η ενσωμάτωση της TN στην ιατρική και ειδικότερα στη λογοθεραπεία αποτελεί μια ραγδαία εξελισσόμενη πραγματικότητα, η οποία επηρεάζει ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο αξιολογούνται και αντιμετωπίζονται οι διαταραχές λόγου, ομιλίας, φωνής και κατάποσης. Στο κεφάλαιο αυτό συζητούνται τα κύρια ευρήματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, τα οφέλη αλλά και οι περιορισμοί της εφαρμογής της TN, οι προοπτικές που διαμορφώνονται για το μέλλον, καθώς και οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την υπερβολική ή μη ορθή χρήση της.

5.1. Ανάλυση Κύριων Ευρημάτων

Τα άρθρα που αναλύθηκαν καταδεικνύουν ότι:

- Η Αυτόματη Αναγνώριση Ομιλίας (ASR) και η ανάλυση φωνητικών χαρακτηριστικών είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα για την αξιολόγηση της άρθρωσης και της ροής της ομιλίας.
- Η TN επιτρέπει εξατομικευμένη παρέμβαση, βασισμένη σε πραγματικά δεδομένα από τη φωνή και τη συμπεριφορά του ασθενή.
- Οι εφαρμογές κινητών συσκευών προσφέρουν παιγνιώδη μάθηση και αυτονομία για θεραπεία στο σπίτι, αυξάνοντας τη συμμόρφωση.
- Οι τεχνολογίες voice banking ενισχύουν την προσωπική ταυτότητα σε ασθενείς με εκφυλιστικές ασθένειες.

Ιδιαίτερη απήχηση έχουν εφαρμογές όπως το Proloquo2Go, το Articulation Station, και το Voiceitt, κυρίως στον αγγλόφωνο πληθυσμό. Ωστόσο, η εφαρμογή σε άλλες γλώσσες, όπως τα ελληνικά, παραμένει περιορισμένη.

5.2. Οφέλη της TN στη γενική ιατρική

Η TN έχει ήδη επιδείξει σημαντικά οφέλη στον ευρύτερο χώρο της ιατρικής. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης και τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για την ανάλυση πολύπλοκων ιατρικών δεδομένων με ακρίβεια που συχνά προσεγγίζει ή και ξεπερνά την ανθρώπινη κρίση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα:

1. Βελτίωση της διάγνωσης και πρόγνωσης: η TN συμβάλλει στην ταχεία αναγνώριση παθήσεων μέσω απεικονιστικών εξετάσεων, βιοδεικτών ή γονιδιωματικών δεδομένων.
2. Εξατομικευμένη ιατρική: μέσω της ανάλυσης του γενετικού και ιατρικού ιστορικού κάθε ασθενούς, η TN επιτρέπει την επιλογή της βέλτιστης θεραπείας.
3. Μείωση κόστους και χρόνου: η αυτοματοποίηση διαδικασιών περιορίζει τα διαγνωστικά σφάλματα και επιταχύνει την πρόσβαση σε θεραπεία.
4. Ρομποτική χειρουργική και θεραπευτικά συστήματα: επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια και λιγότερο επεμβατικές διαδικασίες.
5. Παράλληλα, η TN βελτιώνει την πρόσβαση στην υγειονομική φροντίδα, επιτρέποντας σε ασθενείς απομακρυσμένων περιοχών να λαμβάνουν υπηρεσίες μέσω τηλεϊατρικής και διαδραστικών πλατφορμών.

5.3. Οφέλη και προκλήσεις της TN στη λογοθεραπεία

Στο πλαίσιο της λογοθεραπείας, η TN παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερη δυναμική. Τα συστήματα αυτόματης αναγνώρισης ομιλίας, τα κοινωνικά ρομπότ, οι εφαρμογές κινητών συσκευών και τα προγράμματα φωνητικής ανάλυσης δίνουν τη δυνατότητα για:

- Ακριβέστερη αξιολόγηση: τα εργαλεία TN μπορούν να εντοπίζουν φωνολογικά λάθη, δυσκολίες άρθρωσης και μοτίβα παθολογικής ομιλίας με υψηλή ακρίβεια.
- Εξατομικευμένη θεραπεία: οι αλγόριθμοι προσαρμόζουν το θεραπευτικό υλικό στις ανάγκες κάθε περιστατικού. Για παράδειγμα, ένα παιδί με δυσαρθρία μπορεί να λαμβάνει διαφορετικές ασκήσεις από έναν ενήλικα με αφασία.
- Ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο: ο ασθενής λαμβάνει άμεσα σχόλια για την επίδοσή του, γεγονός που ενισχύει τη συμμετοχή και τη συμμόρφωση στη θεραπεία.
- Διαθεσιμότητα εξ αποστάσεως: εφαρμογές σε κινητές συσκευές και πλατφόρμες διαδικτύου διευρύνουν την πρόσβαση, ειδικά σε περιοχές με έλλειψη ειδικών.

Ωστόσο, παρά τα θετικά, υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις:

1. Γλωσσικοί και πολιτισμικοί περιορισμοί: τα περισσότερα συστήματα είναι σχεδιασμένα για την αγγλική γλώσσα και δεν ανταποκρίνονται πάντα σε άλλες γλωσσικές και πολιτισμικές ανάγκες.
2. Ανάγκη ανθρώπινης εποπτείας: η TN δεν μπορεί να υποκαταστήσει την θεραπευτική σχέση, την ενσυναίσθηση και την κλινική κρίση του λογοθεραπευτή.
3. Προστασία προσωπικών δεδομένων: η αποθήκευση και ανάλυση φωνητικών δεδομένων εγείρει ανησυχίες για την ιδιωτικότητα.

5.4. Εξατομίκευση ανάλογα με το περιστατικό

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της TN είναι η δυνατότητά της να προσφέρει εξατομικευμένες παρεμβάσεις.

- Στην περίπτωση ενός παιδιού με τραυλισμό, τα εργαλεία TN μπορούν να παρακολουθούν τη ροή της ομιλίας και να προσαρμόζουν τις ασκήσεις επιβράδυνσης ή αναπνοής.

- Για έναν ενήλικα με αφασία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, οι εφαρμογές μπορούν να προσαρμόζουν σταδιακά τη δυσκολία των ασκήσεων κατανόησης και παραγωγής λόγου.
- Σε ασθενείς με νευροεκφυλιστικές παθήσεις (π.χ. ALS), η TN συμβάλλει στη δημιουργία voice banking, διατηρώντας την προσωπική ταυτότητα της ομιλίας.

Η δυνατότητα αυτής της εξατομίκευσης βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης και ενισχύει το κίνητρο του ασθενούς να συμμετάσχει ενεργά

5.5. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

- Ανάπτυξη και αξιολόγηση εργαλείων TN στην ελληνική γλώσσα.
- Συστηματική μελέτη της αποτελεσματικότητας των TN εφαρμογών σε πραγματικές συνθήκες (π.χ. σχολεία, νοσοκομεία).
- Έρευνα στις στάσεις λογοθεραπευτών απέναντι στη χρήση TN.
- Προώθηση διαλειτουργικών προτύπων (interoperability standards) για σύνδεση εφαρμογών με ιατρικά αρχεία και άλλες υπηρεσίες.
- Διεπιστημονική προσέγγιση για την ηθική ενσωμάτωση TN στην εκπαίδευση και την υγειονομική φροντίδα.
- Ισχυρότερα γλωσσικά μοντέλα που θα κατανοούν και θα αναπαράγουν φυσική γλώσσα με ακρίβεια.
- Συνδυασμός με επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα (AR/VR), για τη δημιουργία διαδραστικών θεραπευτικών περιβαλλόντων.
- Ρομποτικοί βοηθοί με συναισθηματική νοημοσύνη, που θα προσαρμόζονται στη διάθεση και το επίπεδο προσοχής του ασθενούς.
- Συνεχής παρακολούθηση μέσω έξυπνων ρολογιών / αισθητήρων, ώστε να συλλέγονται δεδομένα ομιλίας και αναπνοής στην καθημερινή ζωή.

Οι προοπτικές αυτές, εφόσον συνδυαστούν με ηθική και επιστημονικά τεκμηριωμένη χρήση, θα μπορούσαν να μεταμορφώσουν τη λογοθεραπευτική πρακτική.

5.6. Κίνδυνοι και ηθικοί προβληματισμοί

Η ανάπτυξη της ΤΝ συνοδεύεται από σημαντικούς κινδύνους και ερωτήματα:

- **Ανισότητες πρόσβασης:** η υψηλή τεχνολογική υποδομή μπορεί να μην είναι διαθέσιμη σε όλους τους ασθενείς ή χώρες.
- **Υπερεξάρτηση από την τεχνολογία:** υπάρχει ο κίνδυνος να μειωθεί η αξία της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης, που αποτελεί θεμέλιο της θεραπευτικής σχέσης.
- **Διαφάνεια και αξιοπιστία:** οι μη διαφανείς αλγόριθμοι δυσχεραίνουν την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγονται τα αποτελέσματα.
- **Ψυχολογικοί παράγοντες:** ορισμένοι ασθενείς ενδέχεται να αισθανθούν άβολα με την υπερβολική χρήση μηχανών στη θεραπεία.
- **Η αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων** προϋποθέτει αυστηρό ρυθμιστικό πλαίσιο, διαρκή αξιολόγηση και ενεργό ρόλο του λογοθεραπευτή.

5.7. Συμπερασματικά

Η ΤΝ διαμορφώνει ένα νέο τοπίο στη λογοθεραπεία, προσφέροντας δυνατότητες που πριν λίγα χρόνια θεωρούνταν ανέφικτες. Ωστόσο, εντοπίζεται μια απόσταση ανάμεσα στις τεχνολογικές δυνατότητες και στην καθημερινή κλινική πρακτική. Η επιτυχής και ηθική ενσωμάτωση της ΤΝ εξαρτάται από την εκπαίδευση των επαγγελματιών, την ποιότητα των δεδομένων, τη διαφάνεια των συστημάτων και την ισότιμη πρόσβαση. Η τεχνολογία δεν αντικαθιστά τον θεραπευτή – τον ενισχύει, αλλά δεν τον υποκαθιστά.

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία κατέδειξε τη σημαντική δυναμική της ΤΝ στον χώρο της λογοθεραπείας. Μέσα από την ανάλυση επιστημονικών μελετών, επιβεβαιώθηκε ότι η ΤΝ μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο υποστηρικτικό εργαλείο τόσο στην αξιολόγηση όσο και στη θεραπευτική παρέμβαση διαταραχών λόγου, φωνής, επικοινωνίας και κατάποσης.

Οι τεχνολογίες όπως η αυτόματη αναγνώριση ομιλίας (ASR), τα νευρωνικά δίκτυα, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης και οι εφαρμογές σε φορητές συσκευές προσφέρουν νέες δυνατότητες στον κλινικό λόγο και βελτιώνουν την πρόσβαση σε θεραπεία, ιδιαίτερα για απομακρυσμένες ή ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες. Οι εφαρμογές ΤΝ επιτρέπουν την εξατομίκευση της θεραπείας, την παιγνιώδη μάθηση, την παρακολούθηση της προόδου και την ενίσχυση της συμμόρφωσης των ασθενών.

Ωστόσο, η μελέτη ανέδειξε και σημαντικούς περιορισμούς και προκλήσεις, όπως:

- την έλλειψη εργαλείων σε μη αγγλόφωνες γλώσσες, όπως η ελληνική,
- τον περιορισμένο αριθμό μελετών με μακροχρόνια παρακολούθηση αποτελεσμάτων,
- τις ηθικές ανησυχίες για τη χρήση των προσωπικών δεδομένων και την ανάγκη ανθρώπινης εποπτείας των αλγορίθμων,
- την τεχνολογική και πολιτισμική ανισότητα στην πρόσβαση.

Η ΤΝ δεν έρχεται να υποκαταστήσει τον ρόλο του λογοθεραπευτή, αλλά να τον ενισχύσει και να τον συμπληρώσει. Ο επαγγελματίας παραμένει αναντικατάστατος στην ερμηνεία της ανθρώπινης επικοινωνίας, στην ενσυναίσθηση και στη δημιουργία θεραπευτικής σχέσης. Αντίστοιχα, η τεχνολογία οφείλει να λειτουργεί ως εργαλείο που υπηρετεί τις ανάγκες των ασθενών, με ασφάλεια και επιστημονική τεκμηρίωση.

Η ερευνητική κοινότητα, οι επαγγελματίες υγείας και οι φορείς εκπαίδευσης καλούνται να συνεργαστούν για:

- την ανάπτυξη γλωσσικά και πολιτισμικά προσαρμοσμένων εργαλείων,
- την εκπαίδευση των λογοθεραπευτών στη χρήση ψηφιακών συστημάτων,
- τη δημιουργία ρυθμιστικού πλαισίου για την ηθική εφαρμογή της ΤΝ στη λογοθεραπεία,
- και την ενθάρρυνση διεπιστημονικών ερευνητικών συνεργασιών.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη χαρτογράφηση των δυνατοτήτων της ΤΝ στον τομέα της λογοθεραπείας και ελπίζουμε να συμβάλει στην προώθηση της τεχνολογικής και θεραπευτικής καινοτομίας, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ποιότητα, την ισότητα και τον σεβασμό στην ανθρώπινη φωνή και επικοινωνία.

Βιβλιογραφία

- Abubakar, M., Mujahid, M., Kanwal, K., Iqbal, S., Asghar, N., & Alaulamie, A. (2024). StutterNet: Stuttering disfluencies detection in synthetic speech signals via Mel frequency cepstral coefficients features using deep learning. *IEEE Access*.
- Adadi, A., & Berrada, M. (2018). *Peeking inside the black-box: A survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI)*. *IEEE Access*, 6, 52138–52160. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052>
- Ain, N. Q., & Imtiaz, N. R. (2025). The Role of Technology in Speech-Language Therapy: Perceptions, Effectiveness, and Challenges in a Resource-Limited Setting. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.61919/jhrr.v5i1.1754>
- Ahuja, A. S. (2019). The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician. *PeerJ*, 7, e7702.
- Alkhurayyif, Y., & Sait, A. R. W. (2024). A review of Artificial Intelligence-Based Dyslexia Detection Techniques. *Diagnostics*, 14(21), 2362. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14212362>
- Banerjee, I., Bhimireddy, A. R., Burns, J. L., Celi, L. A., Chen, L. C., Correa, R., ... & Gichoya, J. W. (2021). *Reading race: AI recognises patient's racial identity in medical images*. *The Lancet Digital Health*, 3(7), e445–e454.
- Bayerl, S. P., Wagner, D., Nöth, E., & Riedhammer, K. (2022). Detecting dysfluencies in stuttering therapy using wav2vec 2.0. *arXiv preprint arXiv:2204.03417*.
- Benway, N. R., & Preston, J. L. (2024). Artificial Intelligence–Assisted Speech Therapy for /J/: a Single-Case Experimental study. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 33(5), 2461–2486. https://doi.org/10.1044/2024_ajslp-23-00448
- Benway, N. R., & Preston, J. L. (2025). Equipping Speech-Language clinicians for the critical appraisal of an artificial Intelligence–Driven, Evidence-Based future. *Language Speech and Hearing Services in Schools*, 1–27. https://doi.org/10.1044/2025_lshss-24-00085
- Bhardwaj, A., Sharma, M., Kumar, S., Sharma, S., & Sharma, P. C. (2024). Transforming pediatric speech and language disorder diagnosis and therapy: The evolving role of artificial intelligence. *Health Sciences Review*, 12, 100188. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2024.100188>

- Bhatia, G., Saha, B., Khamkar, M., Chandwani, A., & Khot, R. (2020). Stutter diagnosis and therapy system based on deep learning. *arXiv preprint* arXiv:2007.08003.
- Birol, N. Y., Çiftci, H. B., Yılmaz, A., Çağlayan, A., & Alkan, F. (2025). Is there any room for ChatGPT AI bot in speech-language pathology? *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. <https://doi.org/10.1007/s00405-025-09295-y>
- Briganti, G., & Le Moine, O. (2020). Artificial Intelligence in medicine: Today and tomorrow. *Frontiers in Medicine*, 7, 27. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00027>
- Chandra, S., Gupta, G., Loucks, T., & Dautenhahn, K. (2022). Opportunities for social robots in the stuttering clinic: A review and proposed scenarios. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 13(1), 23–44. <https://doi.org/10.1515/pjbr-2022-0001>
- Costantini, G., Cesarini, V., Di Leo, P., Amato, F., Suppa, A., Asci, F., Pisani, A., Calculli, A., & Saggio, G. (2023). Artificial intelligence-based voice assessment of patients with Parkinson's disease off and on treatment: Machine vs. deep-learning comparison. *Sensors*, 23(4), Article 2293. <https://doi.org/10.3390/s23042293>
- Dangol, A., Lewis, A., Suh, H., Hong, X., Meadan, H., Fogarty, J., & Kientz, J. A. (2025). "I Want to Think Like an SLP": A design exploration of AI-supported home practice in speech therapy. *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*, Article 3706598:3713986. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713986>
- Das, A., Mock, J., Chacon, H., Irani, F., Golob, E., & Najafirad, P. (2020). Stuttering speech disfluency prediction using explainable attribution vectors of facial muscle movements. *arXiv preprint* arXiv:2010.01231.
- Das, A., Mock, J., Irani, F., Huang, Y., Najafirad, P., & Golob, E. (2022). Multimodal explainable AI predicts upcoming speech behavior in adults who stutter. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 912798.
- De la Fuente Garcia, S., Ritchie, C. W., & Luz, S. (2020). Artificial intelligence, speech, and language processing approaches to monitoring Alzheimer's disease: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 78(4), 1547–1574.
- Dhillon, H., Chaudhari, P. K., Dhingra, K., Kuo, R. F., Sokhi, R. K., Alam, M. K., & Ahmad, S. (2021). Current applications of artificial

- intelligence in cleft care: A scoping review. *Frontiers in Medicine*, 8, 676490. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.676490>
- Dudy, S., Bedrick, S., Asgari, M., & Kain, A. (2018). Automatic analysis of pronunciations for children with speech sound disorders. *Computer Speech & Language*, 50, 62–84. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2017.12.006>
 - ElHennawy, S. M. (2024). The impact of Artificial intelligence (AI) in the assessment and treatment of communication Disorders (A Review of Literature). *The Egyptian Journal of Language Engineering /the Egyptian Journal of Language Engineering*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.21608/ejle.2024.303151.1069>
 - Emmert-Streib, F., Yli-Harja, O., & Dehmer, M. (2020). Artificial intelligence: A clarification of misconceptions, myths and desired status. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3, 524339.
 - Farhud, D. D., & Zokaei, S. (2021). Ethical issues of artificial intelligence in medicine and healthcare. *Iranian Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.18502/ijph.v50i11.7600>
 - Filipowicz, P., & Kostek, B. (2023). Rediscovering automatic detection of stuttering and its subclasses through machine learning—The impact of changing deep model architecture and amount of data in the training set. *Applied Sciences*, 13(10), 6192.
 - Garbey, M., Lesport, Q., Öztosun, G., Ghodasara, V., Kaminski, H. J., & Bayat, E. (2025). Improving care for amyotrophic lateral sclerosis with artificial intelligence and affective computing. *Journal of the Neurological Sciences*, 468, 123328. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2024.123328>
 - Georgieva-Tsaneva, G., Andreeva, A., Tsvetkova, P., Lekova, A., Simonska, M., Stancheva-Popkostadinova, V., Dimitrov, G., Rasheva-Yordanova, K., & Kostadinova, I. (2023). Exploring the Potential of social robots for speech and language therapy: A review and analysis of interactive scenarios. *Machines*, 11(7), 693. <https://doi.org/10.3390/machines11070693>
 - Ghai, B., & Mueller, K. (2021, October). Fluent: An AI augmented writing tool for people who stutter. In *Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 1–8).
 - Girardi, A. M., Cardell, E. A., & Bird, S. P. (2023). Artificial intelligence in the Interpretation of Videofluoroscopic Swallow Studies: Implications and Advances for Speech–Language Pathologists. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(4), 178. <https://doi.org/10.3390/bdcc7040178>

- Gou, F., Liu, J., Xiao, C., & Wu, J. (2024). Research on artificial-intelligence-assisted medicine: A survey on medical artificial intelligence. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 14(14), 1472. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14141472>
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Hunter, B., Hindocha, S., & Lee, R. W. (2022). The role of artificial intelligence in early cancer diagnosis. *Cancers*, 14(6), 1524. <https://doi.org/10.3390/cancers14061524>
- Jean, A. (2020). Une brève introduction à l'intelligence artificielle. *Médecine/Sciences*, 36(11), 1059–1067.
- Jeong, C., Lee, C., Lim, D., Noh, S., Moon, H., Park, C., & Kim, M. (2024). The development of an Artificial Intelligence Video Analysis-Based web application to diagnose oropharyngeal dysphagia: a pilot study. *Brain Sciences*, 14(6), 546. <https://doi.org/10.3390/brainsci14060546>
- Jiang, Y., Li, X., Luo, H., Yin, S., & Kaynak, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence*, 2(4). Springer. <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00022-8>
- Johnson, K. B., Wei, W.-Q., Weeraratne, D., Frisse, M. E., Misulis, K., Rhee, K. R., ... & Snowden, J. L. (2020). Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. *Clinical and Translational Science*, 14(1), 86–93.
- Jothi, K. R., Sivaraju, S. S., & Yawalkar, P. J. (2020). AI based Speech Language Therapy using Speech Quality Parameters for Aphasia Person: A Comprehensive Review. *2020 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 1263–1271. <https://doi.org/10.1109/iceca49313.2020.9297591>
- Kanwal, K., Ibrahim, Z., & Siddiqui, A. A. (2024). The convergence of artificial intelligence, digital therapeutics, and biomedical electronics in the field of speech-language therapy. *Allied Medical Research Journal*, 2(2), 277–292. <https://doi.org/10.59564/amrj/02.02/030>
- Karthikeyan, G., Hrinivasan, A., Jha, V., Khasnobish, A., Abraham, S. B., Chawla, R., ... & Muthaiah, V. (2025). *Accuracy of large language models for differential diagnosis: A systematic review and meta-analysis*. *The BMJ*, 389, e080991.

- Karunananda, A. S. (2019). Evolution of artificial intelligence. *Vidurava: The Science Magazine of the National Science Foundation*, National Science Foundation of Sri Lanka.
- Kaushal, A., Altman, R., & Langlotz, C. (2020). *Geographic distribution of US cohorts used to train deep learning algorithms*. *JAMA*, 324(12), 1212–1213.
- Kim, E. S., Laird, L., Wilson, C., Bieg, T., Mildner, P., Möller, S., Schatz, R., Schwarz, S., Spang, R., Voigt-Antons, J., & Rochon, E. (2021). Implementation and Effects of an Information Technology–Based Intervention to support Speech and Language therapy among stroke patients with aphasia: Protocol for a virtual randomized controlled trial. *JMIR Research Protocols*, 10(7), e30621. <https://doi.org/10.2196/30621>
- Kim, E., Shin, D. J., Cho, S. T., & Chung, K. J. (2023). Artificial Intelligence-Based Speech Analysis System for medical support. *International Neurourology Journal*, 27(2), 99–105. <https://doi.org/10.5213/inj.2346136.068>
- Landowska, A., Karpus, A., Zawadzka, T., Robins, B., Barkana, D. E., Kose, H., Zorcec, T., & Cummins, N. (2022). Automatic Emotion Recognition in Children with Autism: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 22(4), 1649. <https://doi.org/10.3390/s22041649>
- Larentzakis, A., & Lygeros, N. (2021). Artificial intelligence (AI) in medicine as a strategic valuable tool. *The Pan African Medical Journal*, 38, 184. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.38.184.28197>
- Lc, R., & Fukuoka, Y. (2019, October). Machine learning and therapeutic strategies in VR. In *Proceedings of the 9th International Conference on Digital and Interactive Arts* (pp. 1–6).
- Lin, E., Lin, C. H., & Lane, H. Y. (2020). Precision psychiatry applications with pharmacogenomics: Artificial intelligence and machine learning approaches. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 969. <https://doi.org/10.3390/ijms21030969>
- Liu, P. R., Lu, L., Zhang, J. Y., Huo, T. T., Liu, S. X., & Ye, Z. W. (2021). Application of artificial intelligence in medicine: An overview. *Current Medical Science*, 41(6), 1105–1115. <https://doi.org/10.1007/s11596-021-2474-3>
- Luțenco, V., Țocu, G., Guliciuc, M., Moraru, M., Candussi, I. L., Dănilă, M., Luțenco, V., Dimofte, F., Mihailov, O. M., & Mihailov, R. (2024). New horizons of artificial intelligence in medicine and surgery. *Journal of Clinical Medicine*, 13(9), 2532. <https://doi.org/10.3390/jcm13092532>

- Manera, V., Rovini, E., & Wais, P. (2023). Editorial: Early detection of neurodegenerative disorders using behavioral markers and new technologies: New methods and perspectives. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1149886.
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1149886>
- Martinez, R. (2018). Artificial intelligence: Distinguishing between types & definitions. *Nev. LJ*, 19, 1015.
- Mathad, V. C., Scherer, N., Chapman, K., Liss, J. M., & Berisha, V. (2021). A deep learning algorithm for objective assessment of hypernasality in children with cleft palate. *IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering*, 68(10), 2986–2996.
<https://doi.org/10.1109/TBME.2021.3058424>
- Muhammad, G., & Alhussein, M. (2021). Convergence of artificial intelligence and internet of things in smart healthcare: A case study of voice pathology detection. *IEEE Access*, 9, 89198–89209.
- Murero, M., Vita, S., Mennitto, A., & D'Ancona, G. (2020). Artificial Intelligence for Severe Speech Impairment: Innovative approaches to AAC and Communication. In *Proceedings of the Second Symposium of Psychology-Based Technologies (PSYCHOBIT 2020)*, Naples, Italy. CEUR Workshop Proceedings.
- Nakamori, M., Ishikawa, R., Watanabe, T., Toko, M., Naito, H., Takahashi, T., Simizu, Y., Yamazaki, Y., & Maruyama, H. (2023). Swallowing sound evaluation using an electronic stethoscope and artificial intelligence analysis for patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Frontiers in Neurology*, 14.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1212024>
- Nakamori, M., Shimizu, Y., Takahashi, T., Toko, M., Yamada, H., Hayashi, Y., Ushio, K., Yoshikawa, K., Hiraoka, A., Yoshikawa, M., Nagasaki, T., Mikami, Y., & Maruyama, H. (2023). Swallowing sound index analysis using electronic stethoscope and artificial intelligence for patients with Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 454, 120831.
<https://doi.org/10.1016/j.jns.2023.120831>
- Pailaha, A. D. (2023). The impact and issues of artificial intelligence in nursing science and healthcare settings. *SAGE Open Nursing*, 9. <https://doi.org/10.1177/23779608231196847>
- Piliuk, K., & Tomforde, S. (2023). Artificial intelligence in emergency medicine. A systematic literature review. *International Journal of Medical Informatics*, 180, 105274.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105274>
- Preston, J. L., Leece, M. C., & Storto, J. (2019). Tutorial: Speech motor chaining treatment for school-age children with

speech sound disorders. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 50(3), 343–355. https://doi.org/10.1044/2018_LSHSS-18-0081

- Privitera, A. J., Ng, S. H. S., Kong, A. P., & Weekes, B. S. (2024). AI and Aphasia in the Digital Age: A Critical Review. *Brain Sciences*, 14(4), 383. <https://doi.org/10.3390/brainsci14040383>
- Ramos, V. M., Vasquez-Correa, J. C., Cremers, R., Van Den Steen, L., Nöth, E., De Bodt, M., & Van Nuffelen, G. (2021). Automatic boost articulation therapy in adults with dysarthria: Acceptability, usability and user interaction. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 56(5), 892–906. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12647>
- Regondi, S., Donvito, G., Frontoni, E., Kostovic, M., Minazzi, F., Bratières, S., Filosto, M., & Pugliese, R. (2025). Artificial intelligence empowered voice generation for amyotrophic lateral sclerosis patients. *Scientific Reports*, 15(1), 1361. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84728-y>
- Rehman, M. U., Shafique, A., Azhar, Q. U. A., Jamal, S. S., Gheraibia, Y., & Usman, A. (2024). Voice disorder detection using machine learning algorithms: An application in speech and language pathology. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 133(A), 108047.
- Rusz, J., Krack, P., & Tripoliti, E. (2024). From prodromal stages to clinical trials: The promise of digital speech biomarkers in Parkinson's disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 167, 105922. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105922>
- Saway, B. F., Palmer, C., Hughes, C., Triano, M., Suresh, R. E., Gilmore, J., George, M., Kautz, S. A., & Rowland, N. C. (2024). The evolution of neuromodulation for chronic stroke: From neuroplasticity mechanisms to brain-computer interfaces. *Neurotherapeutics*, 21(3), e00337. <https://doi.org/10.1016/j.neurot.2024.e00337>
- Secinaro, S., Calandra, D., Secinaro, A., Muthurangu, V., & Biancone, P. (2021). The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01488-9>
- Shaban-Nejad, A., Michalowski, M., & Buckeridge, D. L. (2018). *Health intelligence: How artificial intelligence transforms population and personalized health*. npj Digital Medicine, 1, Article 53. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0058-9>

- Shalileh, S., Ignatov, D., Lopukhina, A., & Dragoy, O. (2023). Identifying dyslexia in school pupils from eye movement and demographic data using artificial intelligence. *PLoS ONE*, 18(11), e0292047. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292047>
- Sheikh, S. A., Sahidullah, M., Hirsch, F., & Ouni, S. (2022). Machine learning for stuttering identification: Review, challenges and future directions. *Neurocomputing*, 514, 385–402.
- Su, Z., Bentley, B. L., McDonnell, D., Ahmad, J., He, J., Shi, F., Takeuchi, K., Cheshmehzangi, A., & da Veiga, C. P. (2022). 6G and artificial intelligence technologies for dementia care: Literature review and practical analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 24(4), e30503. <https://doi.org/10.2196/30503>
- Suh, H., Dangol, A., Meadan, H., Miller, C. A., & Kientz, J. A. (2024). Opportunities and challenges for AI-based support for speech-language pathologists. In *Proceedings of the 3rd Annual Meeting of the Symposium on Human-Computer Interaction for Work (CHIWORK 2024)* (Article 14, ACM International Conference Proceeding Series). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3663384.3663387>
- Svoboda, E., Bořil, T., Rusz, J., Tykalová, T., Horáková, D., Guttman, C. R. G., Blagoev, K. B., Hatabu, H., & Valtchinov, V. I. (2022). Assessing clinical utility of machine learning and artificial intelligence approaches to analyze speech recordings in multiple sclerosis: A pilot study. *Computers in Biology and Medicine*, 148, 105853. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.105853>
- Toki, E. I., Tatsis, G., Tatsis, V. A., Plachouras, K., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2023). Applying neural networks on biometric datasets for screening speech and language deficiencies in child communication. *Mathematics*, 11(7), 1643. <https://doi.org/10.3390/math11071643>
- Utebayeva, A. (2024). Artificial Intelligence Applications (Fluency SIS, Articulation Station Pro, and Apraxia Farm) in the Psycholinguistic Development of Preschool Children with Speech Disorders. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(7), 927–935. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.7.2119>
- Verde, L., De Pietro, G., Alrashoud, M., Ghoneim, A., Al-Mutib, K. N., & Sannino, G. (2019). Leveraging artificial intelligence to improve voice disorder identification through the use of a reliable mobile app. *IEEE Access*, 7, 124048–124054.

- Vinotha, R., Hepsiba, D., Anand, L. D. V., Andrew, J., & Eunice, R. J. (2024). Enhancing dysarthric speech recognition through SepFormer and hierarchical attention network models with multistage transfer learning. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80764-w>
- Vogel, A. P., Spencer, C., Burke, K., de Bruyn, D., Gibilisco, P., Blackman, S., Vojtech, J. M., & Kathiresan, T. (2024). Optimizing communication in ataxia: A multifaceted approach to alternative and augmentative communication (AAC). *The Cerebellum*, 23(5), 2142–2151. <https://doi.org/10.1007/s12311-024-01675-0>
- Vona, F., Pentimalli, F., Catania, F., Patti, A., & Garzotto, F. (2023, April). Speak in public: An innovative tool for the treatment of stuttering through virtual reality, biosensors, and speech emotion recognition. In *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–7).
- Weng, W., Imaizumi, M., Murono, S., & Zhu, X. (2022). Expert-level aspiration and penetration detection during flexible endoscopic evaluation of swallowing with artificial intelligence-assisted diagnosis. *Scientific Reports*, 12, Article 21689. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25618-z>
- Xiao, Y., Sharma, H., Tumanova, V., & Salekin, A. (2025, May). Psychophysiology-aided perceptually fluent speech analysis of children who stutter. In *Proceedings of the ACM/IEEE 16th International Conference on Cyber-Physical Systems (with CPS-IoT Week 2025)* (pp. 1–11).
- Xu, L., Liss, J., & Berisha, V. (2023). Dysarthria detection based on a deep learning model with a clinically-interpretable layer. *JASA Express Letters*, 3(1). <https://doi.org/10.1121/10.0016833>
- Xu, S., Kantarcigil, C., Rangwala, R., Nellis, A., Chun, K. S., Richards, D., Albert-Smet, I., Keller, M., Chen, H., Huang, J., Patel, S., Yang, A., Shon, A., Topping, J., Walter, J., Coughlin, S., Jeong, H., Lee, J. Y., & Martin-Harris, B. (2025). Digital health technology for Parkinson's disease with comprehensive monitoring and artificial intelligence-enabled haptic biofeedback for bulbar dysfunction. *Journal of Parkinson S Disease*. <https://doi.org/10.1177/1877718x251329354>
- Yap, J. R., Aruthanan, T., & Chin, M. (2025). Rewriting the Script: A scoping review of the role of artificial intelligence in dyslexia research and education. *IEEE Access*, 1. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3526189>
- Yu, Y., Qiu, W., Quan, C., Qian, K., Wang, Z., Ma, Y., ... & Yamamoto, Y. (2023, June). Federated intelligent terminals facilitate stuttering

monitoring. In *ICASSP 2023–2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 1–5). IEEE.

- Zambrano, C. D. B., Jiménez, M. A., Rodríguez, A. G. M., & Rincón, E. H. H. (2025). Revolutionizing cleft lip and palate management through artificial intelligence: A scoping review. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 29(1), 79. <https://doi.org/10.1007/s10006-025-01371-1>
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>
- Zhong, X. (2024). AI-assisted assessment and treatment of aphasia: a review. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1401240>

Παραρτήματα

Παράρτημα Α: Πίνακες

Πίνακας 1: Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Κριτήρια Ένταξης	Κριτήρια Αποκλεισμού
• Πληθυσμός: Παιδιά ή ενήλικες με διαταραχές λόγου/ομιλίας ή διαταραχές φωνής και κατάποσης.	• Άρθρα που αφορούσαν μόνο την τεχνολογική ανάπτυξη χωρίς αξιολόγηση της εφαρμογής στη λογοθεραπεία.
• Περιεχόμενο: Λογοθεραπευτικές εφαρμογές με ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης (π.χ. αναγνώριση φωνής, αυτόματη ανατροφοδότηση) για την αξιολόγηση ή/και θεραπεία.	• Άρθρα που αφορούσαν άλλες παρεμβάσεις και όχι λογοθεραπευτικές (π.χ. χειρουργικές, εργοθεραπευτικές).
• Γλώσσα: Αγγλικά και Ελληνικά.	• Άρθρα σε γλώσσες εκτός της αγγλικής και της ελληνικής.
• Περίοδος δημοσίευσης: 2018–2025.	• Άρθρα που δημοσιεύτηκαν πριν από το 2018.
• Ελεύθερη πρόσβαση στο πλήρες κείμενο.	• Άρθρα που ήταν κλειδωμένα (δεν υπήρχε πρόσβαση στο πλήρες κείμενο).

Πίνακας 2: Ποιοτική Αξιολόγηση Άρθρων

A/A	Τίτλος Άρθρου	Συγγραφείς / Έτος	Είδος Μελέτης	Εργαλείο Αξιολόγησης	Εκτίμηση Ποιότητας	Σχόλια
1.	Artificial Intelligence-Assisted Speech Therapy for /J/: a Single-Case Experimental study	Benway & Preston, 2024	Πειραματική μελέτη	CASP	Υψηλή	Εξετάζει την αποτελεσματικότητα AI-based ανατροφοδότησης στην παραγωγή του φωνήματος /J/. Σημαντική συμβολή στην εξατομικευμένη θεραπεία με χρήση τεχνολογίας.
2.	“I Want to Think Like an SLP”: A design exploration of AI-supported home practice in speech therapy	Dangol et al., 2025	Πειραματική μελέτη	JB1 Checklist	Υψηλή	-Εστιάζει σε σχεδιασμό εργαλείων ΤΝ για κατ’οίκον εξάσκηση παιδιών με διαταραχές λόγου. - Ιδιαίτερα σημαντική η συμμετοχή λογοθεραπευτών στον συν-σχεδιασμό και η καταγραφή των

						νοητικών μοντέλων ("think like an SLP"). - Παρότι πρόκειται για πρωτογενή design μελέτη, διαθέτει αυστηρή μεθοδολογική τεκμηρίωση. - Πολύ χρήσιμο για καινοτόμες προσεγγίσεις στη συνεργασία TN-θεραπευτή – οικογένειας.
3.	Artificial intelligence, speech, and language processing approaches to monitoring Alzheimer's disease: A systematic review	De la Fuente Garcia et al., 2020	Συστηματική Ανασκόπηση	AMSTAR 2	Υψηλή	Οι συγγραφείς ακολούθησαν διεθνή πρωτόκολλο (PROSPERO CRD42018116606), σαφείς εξαγωγές δεδομένων, πλήρης κάλυψη 6 βάσεων, ανάλυση περιορισμών και σφαλμάτων
4.	Current applicati	Dhillon et al., 2021	Scoping Review	JBIChecklist	Υψηλή	-Αναλύει εφαρμογές TN στην

	ons of artificial intelligence in cleft care: A scoping review					ολοκληρωμένη φροντίδα για σχιστία (διάγνωση, χειρουργική, ορθοδοντική, αποκατάσταση λόγου). - Δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στη λογοθεραπεία, αλλά παρέχει πολύτιμο υπόβαθρο για το ρόλο της TN σε πολυεπιστημονική φροντίδα. - Πολύ χρήσιμο για ευρύτερη κατανόηση του πλαισίου TN σε CLP (Cleft Lip and Palate) ασθενείς.
5.	A deep learning algorithm for objective assessment of hypernasality in children with cleft palate	Mathad et al., 2021	Πειραματική Μελέτη	JBIChecklist	Υψηλή	-Εστιάζει σε αντικειμενική, αυτοματοποιημένη διάγνωση που υποστηρίζει τους λογοθεραπευτές. - Παρέχει αναλυτικά αποτελέσματα

						ακρίβειας και αξιοπιστίας. - Καλό υπόβαθρο για περαιτέρω εφαρμογές TN στη λογοθεραπεία παιδιών με σχιστία.
6.	AI and Aphasia in the Digital Age: A Critical Review	Privitera, et al., 2024	Ανασκόπηση	CASP	Μέτρια–Υψηλή	Πολύ καλή κάλυψη θεμάτων AI και εφαρμογής σε αφασία, με θεωρητικό βάθος.
7.	Automatic boost articulation therapy in adults with dysarthria: Acceptability, usability and user interaction	Ramos et al., 2021	Πειραματική μελέτη	CASP	Μέτρια–Υψηλή	Πλήρες πλαίσιο παρέμβασης (VAT με αναγνώριση αυτόματων λαθών).
8.	Artificial intelligence empowered voice generation for amyotrophic lateral sclerosis	Regondi et al., 2025	Πρωτογενής ποσοτική μελέτη–παρέμβαση	CASP	Υψηλή	Η μελέτη καλύπτει σωστά τα κριτήρια: καθαρός στόχος, κατάλληλο δείγμα (10 ασθενείς ALS με διατηρημέν

	patients					η ομιλία), έγκυρη χρήση HiFiGAN, MOS αξιολόγηση , στατιστική ανάλυση, χωρίς προφανείς συγκρούσεις.
9.	From prodromal stages to clinical trials: The promise of digital speech biomarkers in Parkinson's disease	Rusz et al., 2024	Ανασκόπηση	AMSTAR 2	Υψηλή	Σύγχρονη, τεκμηριωμένη, ευρεία κάλυψη, ανοιχτής πρόσβασης , χωρίς σύγκρουση συμφερόντων.
10.	Identifying dyslexia in school pupils from eye movement and demographic data using artificial intelligence	Shalileh et al., 2023	Πειραματική Μελέτη	JBIChecklist	Υψηλή	- Χρησιμοποιεί συνδυασμό δεδομένων οφθαλμικής κίνησης και δημογραφικών στοιχείων για βελτίωση της διάγνωσης. - Παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για μη παρεμβατικές μεθόδους διάγνωσης.

						- Σημαντικό εργαλείο για ερευνητές και κλινικούς στον τομέα της δυσλεξίας.
11.	Applying neural networks on biometric datasets for screening speech and language deficiencies in child communication. Mathematics,	Toki et al., 2023	Πειραματική Μελέτη	JB1 Checklist	Υψηλή	- Συνδυάζει τεχνικά και παιδαγωγικά στοιχεία για πρώιμη διάγνωση. - Προσφέρει σημαντική συμβολή σε προληπτικές παρεμβάσεις μέσω TN. - Καλή επιστημονική τεκμηρίωση και εφαρμοσιμότητα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.
12.	Artificial Intelligence Applications (Fluency SIS, Articulation Station Pro, and Apraxia Farm) in the Psycholin	Utepbayeva, 2024	Πειραματική μελέτη εφαρμογών AI-εργαλείων	CASP	Υψηλή	- Εμπειρική μελέτη με 170 παιδιά - Σημαντική βελτίωση γλωσσικών δεξιοτήτων μέσω AI εφαρμογών.

	guistic Develop ment of Preschoo l Children with Speech Disorders					
13.	Optimizing communication in ataxia: A multifaceted approach to alternative and augmentative communication (AAC)	Vogel et al., 2024	Ανασκόπηση και Εφαρμοσμένη Κλινική Παρέμβαση	CASP	Υψηλή	-Συνδυάζει θεωρητική τεκμηρίωση με πρακτική καθοδήγηση σε εργαλεία ΕΕΕ. - Δίνει έμφαση στην εξατομίκευση παρεμβάσεων. - Κατάλληλο για διεπιστημονικές ομάδες και φροντιστές.
14.	Expert-level aspiration and penetration detection during FEES with AI	Weng et.al., 2022	Πειραματική Μελέτη	CASP	Υψηλή	Επαρκώς δομημένη μελέτη, δυνατότητες κλινικής εφαρμογής με TN.
15.	Artificial Intelligence	Yap et.al., 2025	Ανασκόπηση	JB Checklist	Υψηλή	Παράδειγμα α σωστά δομημένης

	in Dyslexia Research and Education: A Scoping Review					scoping review, καλή βάση για μελλοντική έρευνα.
--	--	--	--	--	--	---

Πίνακας 3: Αποτελέσματα Μελετών

A/A	Συγγραφέας και Έτος	Πληθυσμός / Δείγμα	Τύπος Διαταραχής	Τεχνολογία TN που Χρησιμοποιήθηκε	Είδος Παρέμβασης και Διάρκεια	Κύρια Ευρήματα και Αποτελεσματικότητας	Τύπος Μελέτης
1.	Abubakar et al., 2024	Άνδρες και γυναίκες ηλικίας 5 έως 47 ετών	Τραυλισμός	Deep Learning με MFCC	Ανίχνευση δυσαναγνωρισίων σε συνθετική ομιλία	Το StutterNet πέτυχε υψηλή ακρίβεια στην αναγνώριση τραυλισμού	Πειραματική μελέτη
2.	Ain & Imtiaz, 2025	Λογοθεραπευτές, πελάτες ή γονείς των πελατών	Διαταραχές Ομιλίας	AI εργαλεία	Προβλήματα υιοθέτησης AI στην λογοθεραπεία	Ανάδειξη εμποδίων στην εφαρμογή	Μελέτη παρατήρησης (Observational study)
3.	Bayrel et al., 2022	Ηχογραφήσεις ατόμων με τραυλισμό	Τραυλισμός	wav2vec 2.0 (προεκπαιδευμένο μοντέλο ομιλίας)	Ανίχνευση τραυλισμού για θεραπευτική χρήση	Το wav2vec 2.0 εντοπίζει με ακρίβεια τις δυσφλουεντίες	Πειραματική μελέτη

4.	Benway & Preston, 2024	Παιδιά με διαταραχή άρθρωσης του /j/ (δείγμα μελετημένο με single-case design)	Διαταραχή άρθρωσης (/j/)	AI-assisted speech recognition και feedback	Λογοθεραπευτική παρέμβαση με υποστήριξη TN	Θετική επίδραση στην παραγωγή του /j/, αποτελεσματικότητα εξατομικευμένη	Πειραματική μελέτη
5.	Bhatia et al., 2020	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	Deep Learning	Σύστημα διάγνωσης και θεραπείας	Ανάπτυξη συστήματος που υποστηρίζει διαγνώσεις τραυλισμού	Πειραματική μελέτη (τεχνική προσέγγιση)
6.	Birol et al., 2025	15 ασκούμενοι λογοθεραπευτές	Γενικά διαταραχές λόγου, ομιλίας και επικοινωνίας	ChatGPT	Δεν εφαρμόζεται (συζήτηση για πιθανές εφαρμογές)	Εξετάζονται οι δυνατότητες και περιορισμοί του ChatGPT στη λογοθεραπεία· αναδεικνύεται η πιθανή υποστήριξη αλλά και οι ηθικοί/επιστημονικοί προβληματισμοί	Περιγραφική μελέτη
7.	Costantini et al., 2023	Ασθενείς με Νόσο Πάρκινσον, αξιολόγηση φωνής σε κατάσταση off και on	Νόσος Πάρκινσον – φωνητικές διαταραχές	Σύγκριση Machine Learning Και Deep Learning μοντέλων	Αυτόματη φωνητική αξιολόγηση για διαφοροποίηση κατάσταση	Τα Deep Learning Μοντέλα υπερείχαν των ML στην ακρίβεια και αξιοπιστία. Η TN μπορεί να συμβάλει στην	Εμπειρική μελέτη

		θεραπείας			ς θεραπείας	παρακολούθηση της θεραπευτικ ής ανταπόκρι σης	
8.	Dangol et al., 2025	Λογοθερ απευτές, γονείς των πελατών	Διαταραχ ές γλώσσας	AI	Διάγνωση και θεραπεία διαταραχώ ν γλώσσας	Ενσωμάτωσ η AI στη διάγνωση και θεραπεία γλωσσικών διαταραχών	Πειραματική μελέτη
9.	Das et al., 2020	Ενήλικες με τραυλισμ ό	Τραυλισμ ός	Explainable AI, Ανάλυ ση κινήσε ων προσ ώπου	Ανάλυση δεδομένων με AI για πρόβλεψη δυσarthρίας	Δυνατότητα πρόβλεψης διαταραχών με ακρίβεια	Πειραματική (προδημοσίευσ η)
10.	Das et al., 2022	Ενήλικες με τραυλισμ ό	Τραυλισμ ός	Multi modal Explainable AI (ήχος, πρόσ ωπο)	Ανάλυση συμπεριφορ άς για πρόβλεψη λόγου	Ακριβής πρόβλεψη επικείμενου τραυλισμού	Πειραματική μεθοδολογία
11.	Dudy et al., 2018	Παιδιά με διαταραχ ές λόγου (speech sound disorders)	Διαταραχ ές άρθρωση ς	Αυτόμ ατη ανάλυ ση προφ ορών με αλγόρι θμους μηχανι κής μάθησ ης & υπολο γιστικ ής	Ανάπτυξη/αξ ιολόγηση εργαλείου	Το σύστημα μπόρεσε να αναλύει και να αξιολογεί αυτόματα τις προφορές παιδιών· δείχνει δυνατότητε ς υποστήριξη ς κλινικής αξιολόγησης	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης εργαλείου

				γλωσσολογίας			
12.	Filipowicz & Kostek, 2023	Δεδομένα ατόμων με τραυλισμό	Τραυλισμός	Machine Learning (αρχιτεκτονικές deep learning)	Αυτόματη ανίχνευση τραυλισμού και υποκατηγοριών	Αλλαγή μοντέλου & δεδομένων επηρεάζει ακρίβεια	Πειραματική μελέτη
13.	Garbey et al., 2025	Ασθενείς με ALS	Πλάγια Μυατροφική Σκλήρυνση (ALS)	Affective computing, AI ανάλυση συμπεριφοράς	Υποστήριξη φροντίδας με AI, διάρκεια μη καθορισμένη	AI βελτίωσε την εξατομικευμένη φροντίδα και τη διαχείριση της νόσου.	Εφαρμοσμένη έρευνα
14.	Ghai & Mueller, 2021	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	AI εργαλείο υποβοηθούμενης γραφής	Fluent εργαλείο, διάρκεια μη καθορισμένη	Διευκολύνει την επικοινωνία με λιγότερη γλωσσική πίεση.	Παρουσίαση συστήματος (συνεδριακό άρθρο)
15.	Girardi et al., 2023	Εικόνες μέσω υπολογιστή ή μεταστάδια κατάποσης	Δυσφαγία	AI videofluoroscopic studies	Videofluoroscopic studies	Ενίσχυση αξιολόγησης δυσφαγίας με AI	Πειραματική μελέτη

16.	Jeong, et al., 2024	300 εικόνες μέσω υπολογιστή ή μεταστάδια κατάποσης	Δυσφαγία	YOLOv7 (computer vision)	Ανάλυση βίντεο κατάποσης για γρήγορη διάγνωση	Υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα διάγνωσης	Πειραματική μελέτη
17.	Kim et al., 2021	Ασθενείς με αφασία	Αφασία	Mobile app (VoiceAdapt)	Θεραπεία λεξιλογικής ανάκτησης	Βελτίωση λεξιλογίου μέσω κινητής εφαρμογής	Πειραματική μελέτη
18.	Kim et al., 2023	Καταγραφή της φωνής ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο ενώ εκφώνουν μια συγκεκριμένη πρόταση	Διαταραχές λόγου σε ιατρικό/νευρολογικό πλαίσιο	Σύστημα ανάλυσης λόγου με AI (machine learning)	Ανάπτυξη και αξιολόγηση συστήματος	Το σύστημα έδειξε ότι μπορεί να υποστηρίξει ιατρική διάγνωση/παρακολούθηση μέσω ανάλυσης λόγου· αποτελεσματικό στη διάκριση φυσιολογικών και παθολογικών προτύπων	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης και αξιολόγησης εργαλείου
19.	Manera et al., 2023	---	Νευροεκφυλιστικές διαταραχές (γενικά)	Νέες τεχνολογίες & AI (γενική αναφορά)	Δεν εφαρμόζεται	Τονίζεται η σημασία έγκαιρης ανίχνευσης μέσω δεικτών συμπεριφοράς	Editorial / σχολιαστικό άρθρο

						άς & AI- αναδεικνύον ται προοπτικές	
--	--	--	--	--	--	--	--

20.	Matha d et al., 2021	Παιδιά με λαγόχειλο και υπερωισ- χιστία	Υπερρινικ ότητα	Deep learning (CNN)	Ανάλυση φωνής – objective αξιολόγηση	Υψηλή ακρίβεια στην αναγνώρι- ση υπερρινικό τητας	Εμπειρική μελέτη
21.	Muha mma d & Alhus sein, 2021	Δεδομέ- να φωνής από άτομα με παθολο- γίες φωνής (voice patholo- gy dataset s)	Φωνητι- κές παθολο- γίες	Συνδυασ- μός Artificial Intelligen- ce (ML/Dee- p Learning) με Internet of Things (IoT)	Ανίχνευση παθολογιών φωνής μέσω έξυπνων συσκευών IoT	Το προτεινόμε- νο σύστημα με AI + IoT βελτίωσε την ακρίβεια διάγνωση- ς και έδειξε δυνατότη- τες για έξυπνη υγειονομικ- ή φροντίδα	Εμπειρική μελέτη (case study)
22.	Lc & Fukuoka, 2020	23 άτομα που τραυλίζουν , 4 λογοθεραπευ- τές	Τραυλισμό- ς	Machine Learning (ML) για ανάλυση δεδομένων και προσαρμο- γή VR περιβάλλο- ντος	VR ασκήσεις δημόσιας και κοινωνικής ομιλίας, προσαρμοσμέ- νες σε πραγματικό χρόνο μέσω ML, διάρκεια ανά συμμετέχοντα ποικίλει	- ML και AI επέτρεψαν εξατομικε- υμένα και προσαρμο- σμένα εκπαίδευσ- η - Βελτίωση πρωτοτύ- που VR (μείωση θολούρας, βελτίωση φωνής,	Ποιοτική μελέτη / Formative user study

						προσαρμογή επιπέδου δυσκολίας) - Πιο οικονομική και εύχρηστη σε σχέση με παραδοσιακές θεραπείες	
2 3.	Nakamori et al., 2023	Ασθενείς Parkinson και ALS	Δυσφαγία	AI-based ακουστική ανάλυση	Αξιολόγηση κατάποσης μέσω ήχου	Αποτελεσματική ανίχνευση δυσφαγίας	Πειραματική μελέτη
2 4.	Nakamori et al., 2023	Ασθενείς με Νόσο Πάρκινσον	Δυσφαγία (διαταραχές κατάποσης) σε Parkinson	TN ανάλυση ήχων κατάποσης μέσω ηλεκτρονικού στηθοσκοπίου	Δείκτης ήχου κατάποσης για διάγνωση/παρακολούθηση δυσφαγίας	Η AI-βασισμένη ανάλυση των ήχων κατάποσης μπορεί να εντοπίσει διαφορές σε ασθενείς με PD· δείχνει δυνατότητα για μη επεμβατική και αντικειμενική αξιολόγηση	Εμπειρική μελέτη

25.	Ramos et al., 2021	Άτομα με δυσαρθρία	Δυσαρθρία	AI	Πλατφόρμα αυτοματοποιημένης θεραπείας (BArT)	Βελτίωση στην αποκατάσταση της δυσαρθρίας	Πειραματική μελέτη
26.	Regondi et al., 2025	Ασθενείς με ALS	Νευρομυϊκή (ALS)	AI-generated voice synthesis	Δημιουργία τεχνητής φωνής	Αποκατάσταση φωνητικής επικοινωνίας	Εμπειρική μελέτη
27.	Rehman et al., 2024	Δείγμα ασθενών με φωνητικές διαταραχές	Φωνητικές διαταραχές	ML αλγόριθμοι (machine learning για voice disorder detection)	Ανάπτυξη και αξιολόγηση μοντέλων	Τα μοντέλα πέτυχαν υψηλή ακρίβεια στην ανίχνευση φωνητικών διαταραχών· δείχνει εφαρμογές στη λογοπαθολογία	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης/αξιολόγησης
28.	Shalileh et al., 2023	Παιδιά με δυσλεξία	Δυσλεξία	ML, eye-tracking	Προγνωστική ανίχνευση δυσλεξίας	Έγκαιρη και ακριβής διάγνωση δυσλεξίας	Πειραματική μελέτη

29.	Suh et al., 2024	Λογοθεραπευτές (SLPs) που εργάζονται με παιδιά και ενήλικες σε σχολεία,	Διάφορες διαταραχές λόγου και ομιλίας (γενικά)	Εργαλεία TN για αξιολόγηση και θεραπεία (π.χ. επεξεργασία φυσικής γλώσσας, μηχανική μάθηση)	Παρατήρηση και ανάλυση χρήσης εργαλείων TN σε καθημερινή πρακτική (ποιοτική αξιολόγηση, διάρκεια ανά	Αναδεικνύονται ευκαιρίες (αυτοματισμός αξιολόγησης, εξατομίκευση θεραπειών) αλλά και προκλήσεις	Ποιοτική μελέτη
-----	------------------	---	--	---	--	---	-----------------

		νοσοκομεία και ιδιωτικά ιατρεία			συμμετέχοντα ποικίλει)	(δεοντολογία, αξιοπιστία δεδομένων, ιδιωτικότητα)	
30.	Svoboda et al., 2022	65 ασθενείς με Σκλήρυνση κατά Πλάκας (MS) και 66 υγιή άτομα	Διαταραχές λόγου που σχετίζονται με MS	Machine learning & AI ανάλυση ηχητικών/φωνητικών καταγραφών	Ανάλυση ομιλίας για υποστήριξη διάγνωσης και αξιολόγησης κλινικής κατάστασης	Τα ML/AI μοντέλα έδειξαν δυνατότητα να διακρίνουν αλλαγές στην ομιλία με κλινική σημασία· αποτελεσματικά ως εργαλείο υποστήριξης αλλά απαιτείται μεγαλύτερη επιβεβαίωση	Πιλοτική μελέτη
31.	Toki et al., 2023	Παιδιά	Διαταραχές ομιλίας	Real-time adaptive tool	Εργαλείο θεραπείας ομιλίας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας θεραπείας	Πειραματική μελέτη
32.	Utepbayeva, 2024	Παιδιά με απραξία	Απραξία ομιλίας	AI-powered phonological exercises	Ασκήσεις φωνολογίας	Υποστήριξη φωνολογικής θεραπείας	Πειραματική μελέτη
33.	Verde et al., 2019	Χρήστες κινητής εφαρμογής (δεδομένα φωνής)	Φωνητικές διαταραχές (voice disorders)	AI αλγόριθμοι σε mobile app	Εφαρμογή για ανίχνευση/ταξινόμηση φωνητικών διαταραχών	Το app με AI βελτίωσε την ακρίβεια αναγνώρισης· πρακτικό εργαλείο για screening	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης/αξιολόγησης εφαρμογής
34.	Vinotharaj et al., 2024	Δεδομένα ομιλίας από	Δυσarthρία (dysarthria)	SepFormer + Hierarchical Attention	Βελτίωση αναγνώρισης δυσarthρικού	Το προτεινόμενο σύστημα	Εμπειρική μελέτη με πειραματική

		άτομα με δυσarthρία	c speech)	Networks με multistage transfer learning	λόγου	αύξησε την ακρίβεια αναγνώριση ς σε σχέση με υπάρχοντα μοντέλα	αξιολόγηση μοντέλου
3 5 .	Vogel et al., 2024	Ασθενείς με αταξία	Νευρολογ ικές διαταραχές	AAC Τεχνολογίες & AI	Υποβοηθούμε νη επικοινωνία	Πολυδιάστα τη προσέγγιση βελτίωσε την επικοινωνία	Κλινική εφαρμογή
3 6 .	Vona et al., 2023	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	Συνδυασμός VR, βιοαισθητήρ ων & Speech Emotion Recognition (AI)	Εργαλείο για θεραπεία τραυλισμού μέσω VR και ανάλυσης συναισθημάτ ων ομιλίας	Το εργαλείο έδειξε δυνατότητες βελτίωσης στη θεραπεία· καινοτόμος συνδυασμός AI με VR	Πρωτότυπη πilotική μελέτη / παρουσίαση εργαλείου
3 7 .	Weng et al., 2022	Βίντεο FEES από 199 ασθενείς με δυσφαγία	Δυσφαγία	AI-powered video analysis	Ανάλυση βίντεο FEES	Βελτίωση αξιολόγησης δυσφαγίας	Πειραματική μελέτη
3 8 .	Xiao et al., 2025	Παιδιά με ταυλισμό	Τραυλισμός	AI-based speech analysis σε συνδυασμό με ψυχοφυσιολ ογικά δεδομένα	Ανάλυση ρέοντος λόγου με υποστήριξη ψυχοφυσιολ ογικών μετρήσεων	Επίδειξη ότι η ενσωμάτωσ η ψυχοφυσιολ ογικών δεδομένων βελτιώνει την ακρίβεια στην ανάλυση ομιλίας παιδιών που τραυλίζουν	Εμπειρική μελέτη με πειραματική αξιολόγηση
3 9	Xu et al.,	Δεδομένα ομιλίας	Δυσarthρία	Deep learning	Αυτόματη ανίχνευση	Το μοντέλο πέτυχε	Εμπειρική μελέτη με

.	2023	από άτομα με δυσαρθρία		μοντέλο με κλινικά ερμηνεύσιμ ο layer	δυσαρθρίας	υψηλή ακρίβεια και ταυτόχρονα προσφέρει ερμηνευσιμ ότητα κλινικά σημαντικών χαρακτηριστικών	ανάλυση δεδομένων
40.	Xu et al., 2025	Ασθενείς με Νόσο Πάρκινσον	Διαταραχές λόγου/κατάποσης σχετιζόμενες με Parkinson	AI-enabled haptic biofeedback + digital health monitoring	Ολοκληρωμένο ψηφιακό σύστημα παρακολούθησης & βιοανατροφής δότησης	Το σύστημα έδειξε ότι η AI με haptic biofeedback μπορεί να βελτιώσει την παρακολούθηση και παρέμβαση στη bulbar dysfunction	Εμπειρική μελέτη ανάπτυξης & αξιολόγησης τεχνολογίας
41.	Yu et al., 2023	Άτομα με τραυλισμό	Τραυλισμός	Federated AI terminals	Παρακολούθηση τραυλισμού μέσω κατανεμημένων έξυπνων συσκευών	Η προσέγγιση με federated terminals διευκολύνει την παρακολούθηση τραυλισμού με διατήρηση ιδιωτικότητας	Εμπειρική μελέτη αξιολόγησης τεχνολογίας

Πίνακας 4. Αποτελέσματα ανασκοπήσεων που συμπεριλήφθηκαν

Συγγραφέας (Έτος)	Τύπος ανασκόπησης	Σκοπός	Αριθμός μελετών που συμπεριλήφθηκαν	Θέμα / Πληθυσμός	Κύρια ευρήματα
Alkhurayyif & Sait, 2024	Συστηματική ανασκόπηση	Εξέταση της χρήσης TN για την ανίχνευση της δυσλεξίας, με	39 μελέτες	Παιδιά και ενήλικες με δυσλεξία,	Η ενσωμάτωση DRTs βελτιώνει την απόδοση των μοντέλων ML/DL,

	(Review)	έμφαση στις τεχνικές μείωσης διαστάσεων		ανίχνευση και παρέμβαση δυσλεξίας με Eye-tracking, neuroimaging AI	αντιμετωπίζοντας προκλήσεις όπως ο περιορισμένος όγκος δεδομένων και η έλλειψη γενικευσιμότητας.
Bhardwaj et al. (2024)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης TN στη διάγνωση και θεραπεία παιδιατρικών διαταραχών ομιλίας και γλώσσας	20 μελέτες	Παιδιά με διαταραχές ομιλίας και γλώσσας	Η TN μπορεί να βελτιώσει την ακριβή διάγνωση, την εξατομικευμένη θεραπεία και την παρακολούθηση της προόδου, ενώ αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η ανάγκη για ποιοτικά δεδομένα και η αποδοχή από τους επαγγελματίες.
Chandra et al., 2022	scoping review/ Narrative review	Εξέταση της χρήσης κοινωνικών ρομπότ στη θεραπεία τραυλισμού	Δεν αναφέρεται	Παιδιά και ενήλικες με τραυλισμό	Προτείνει 8 σενάρια εφαρμογής κοινωνικών ρομπότ για την ενίσχυση θεραπείας τραυλισμού, εστιάζοντας σε πλεονεκτήματα όπως η μη κριτική ατμόσφαιρα και η δυνατότητα επανάληψης. (χωρίς πειραματική εφαρμογή)
De la Fuente Garcia et al., 2020	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης TN και επεξεργασίας ομιλίας/γλώσσας για την παρακολούθηση της νόσου Alzheimer	51 μελέτες	Ασθενείς με νόσο Αλτσχάιμερ	Οι τεχνικές TN επιδεικνύουν δυνατότητα έγκαιρης ανίχνευσης και παρακολούθησης της νόσου μέσω χαρακτηριστικών ομιλίας και γλώσσας αλλά απαιτείται περαιτέρω τυποποίηση και μεγαλύτερες μελέτες για κλινική εφαρμογή.
Dhillon et al., 2021	Scoping review	Εξέταση της χρήσης TN στη φροντίδα ατόμων με σχιστίες χείλους και/ή υπερώας	26 μελέτες	Άτομα με σχιστίες χείλους και/ή υπερώας	Η TN χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, όπως διάγνωση, προεγχειρητική ορθοπαιδική, αξιολόγηση ομιλίας και χειρουργική, με ιδιαίτερη έμφαση στην αξιολόγηση ομιλίας.
ElHennawy, 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της επίδρασης της TN και ML στην αξιολόγηση και θεραπεία	Δεν αναφέρεται	Παιδιά και ενήλικες με διαταραχές ομιλίας, γλώσσας και	Η TN και ML χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και παρακολούθηση διαταραχών επικοινωνίας.

		διαταραχών επικοινωνίας		επικοινωνίας, όπως αφασία, τραυλισμός και δυσλεξία	ας και ομιλίας παρέχοντας εξατομικευμένες ασκήσεις και παρακολούθηση προόδου, ενώ επισημαίνονται προκλήσεις όπως η ανάγκη για μεγάλα σύνολα δεδομένων και η αξιολόγηση της ακρίβειας των αλγορίθμων
Georgieva-Tsaneva et al., 2023	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρήσης κοινωνικών ρομπότ στη θεραπεία ομιλίας και γλώσσας	30 μελέτες	Παιδιά και έφηβοι με διαταραχές επικοινωνίας, κυρίως ΔΑΦ	Παρουσιάζονται διαδραστικά σενάρια με κοινωνικά ρομπότ που ενισχύουν τις επικοινωνιακές και κοινωνικές δεξιότητες, με θετικά αποτελέσματα σε διάφορους τύπους διαταραχών. Αναγνωρίζονται περιορισμοί στην εφαρμογή τους σε κλινικά ή οικιακά περιβάλλοντα.
Jothi et al., 2020	Narrative review	Εξέταση της χρήσης ΤΝ στην αξιολόγηση και θεραπεία της αφασίας μέσω παραμέτρων ποιότητας ομιλίας	32 μελέτες	Άτομα με αφασία, κυρίως ηλικιωμένοι και άτομα με ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου	Η ΤΝ χρησιμοποιεί ακουστικά χαρακτηριστικά για την αυτόματη διάγνωση και αξιολόγηση της αφασίας, παρέχοντας εξατομικευμένα αποτελέσματα και ανατροφοδότηση στους ασθενείς. Αναγνωρίζονται οφέλη και περιορισμοί.
Kanwal et al. (2024)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της σύγκλισης ΤΝ, ψηφιακών θεραπειών και βιοϊατρικής ηλεκτρονικής στη θεραπεία λόγου και ομιλίας	Δεν αναφέρονται	Άτομα με διαταραχές λόγου και ομιλίας, όπως αναπτυξιακές διαταραχές ομιλίας σε παιδιά και αφασία (μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο ή τραυματισμό)	- Συνδυασμός ΤΝ με ψηφιακές θεραπείες και βιοϊατρική ηλεκτρονική. - Ανάπτυξη εργαλείων για εξατομικευμένη θεραπεία. - Προοπτικές για βελτίωση της προσβασιμότητας και αποτελεσματικότητας.
Landowska et	Συστηματική ανασκόπηση	Εξέταση μεθόδων αναγνώρισης	65 μελέτες	Παιδιά με ΔΑΦ	Χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές όπως ανάλυση εκφράσεων

al., 2022	(Review)	συναισθημάτων σε παιδιά με αυτισμό			προσώπου, προσωδία ομιλίας και φυσιολογικά σήματα. Οι πιο συχνά αναγνωριζόμενα συναισθήματα ήταν η χαρά, ο φόβος και η λύπη. Εφαρμόστηκαν τόσο μονοδιάστατες όσο και πολυδιάστατες προσεγγίσεις, με προτίμηση στις πρώτες. Στην πολυδιάστατη αναγνώριση, η πρώιμη συγχώνευση ήταν η πιο συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδος.
Murero et al., 2020	Ποιοτική ανασκόπηση (Qualitative Review)	Εξέταση της εφαρμογής AI σε συστήματα AAC για άτομα με σοβαρές διαταραχές ομιλίας	Δεν αναφέρονται	Άτομα με σοβαρές διαταραχές ομιλίας (π.χ. δυσαρθρία, αφασία)	- Η AI μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των συστημάτων AAC. - Επιτρέπει επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο για άτομα με μη τυπική ομιλία
Privitera et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση των δυνατοτήτων και περιορισμών της TN και της βαθιάς μάθησης στην αφασιολογία	Δεν αναφέρεται	Άτομα με αφασία	Η TN μπορεί να αναλύσει δεδομένα ομιλίας σε πολλές γλώσσες για να μοντελοποιήσει πώς η βλάβη σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου επηρεάζει γλωσσικά χαρακτηριστικά όπως η γραμματική. - Υπάρχουν δυνατότητες εξατομικευμένης θεραπείας και προσαρμοσμένες πλατφόρμες υποστήριξης - Ανάγκη για αυστηρή αξιολόγηση των περιορισμών πριν την ενσωμάτωση της TN στην κλινική πράξη.
Rusz et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της χρησιμότητας των ψηφιακών βιοδεικτών ομιλίας στην παρακολούθηση της εξέλιξης της Νόσου του Πάρκινσον, από	Δεν αναφέρονται	Άτομα με Νόσο του Πάρκινσον	- Οι βιοδείκτες ομιλίας μπορούν να ανιχνεύσουν εξέλιξη της νόσου ήδη από τα πρώιμα στάδια. - Ορισμένα χαρακτηριστικά ομιλίας, όπως η ένταση και ο ρυθμός άρθρωσης, παρουσιάζουν αντίθετη συμπεριφορά σε

		τα πρώιμα στάδια μέχρι τις κλινικές δοκιμές			διαφορετικές νευρολογικές ασθένειες, προσφέροντας πολύτιμες ενδείξεις για διαφορική διάγνωση. - Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των βιοδεικτών σε διάφορους πληθυσμούς.
Saway et al., 2024	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση της εξέλιξης της νευροδιέγερσης ως στρατηγική αποκατάστασης μετά από χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο, με έμφαση στους μηχανισμούς νευροπλαστικότητας και τη χρήση συστημάτων εγκεφάλου-υπολογιστή (BCIs)	Δεν αναφέρονται	Άτομα με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο	- Η νευροδιέγερση μπορεί να ενισχύσει την αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο μέσω της προώθησης νευροπλαστικότητας. - Οι BCIs προσφέρουν δυνατότητες για αλληλεπίδραση με υπολογιστικά συστήματα υποστηρίζοντας την αποκατάσταση κινητικών λειτουργιών. - Ανάγκη για περαιτέρω κλινικές μελέτες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των τεχνικών.
Sheikh et al. (2022)	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση μεθόδων μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση της τραυλισμού, περιλαμβάνοντας χαρακτηριστικά ήχου, στατιστικές μεθόδους και βαθιά μάθηση	Δεν αναφέρονται	Παιδιά και ενήλικες με τραυλισμό, κυρίως αγγλόφωνους	- Οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης μπορούν να βελτιώσουν την αναγνώριση της τραυλισμού μέσω της ανάλυσης χαρακτηριστικών ήχου και της εφαρμογής βαθιάς μάθησης. - Υπάρχουν προκλήσεις όπως η έλλειψη μεγάλων ποικίλων και σωστά επισημασμένων συνόλων δεδομένων. - Προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, όπως ανάπτυξη μεγαλύτερων και πιο ποικίλων συνόλων δεδομένων, η βελτίωση των αλγορίθμων για καλύτερη γενίκευση και εφαρμογή νέων τεχνικών.

					βαθιάς μάθησης.
Yap et al., 2025	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση του ρόλου της TN στη μελέτη και εκπαίδευση της δυσλεξίας	Δεν αναφέρονται	Άτομα με δυσλεξία, κυρίως μαθητές σχολικής ηλικίας	- Η TN χρησιμοποιείται για διάγνωση, παρέμβαση και εξατομικευμένη εκπαίδευση σε δυσλεξία - Τα εργαλεία AI μπορούν να βοηθήσουν στην αναγνώριση προτύπων δυσλεξίας σε επίπεδο γλώσσας και ανάγνωσης - Υπάρχουν περιορισμοί όπως η έλλειψη ποικιλίας δεδομένων και η ανάγκη αξιολόγησης σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.
Zambrano et al., 2025	Scoping review	Εξέταση της εφαρμογής της TN στη διάγνωση, πρόβλεψη, θεραπεία και εκπαίδευση σε άτομα με σχιστίες χείλους και υπερώας	25 μελέτες	Άτομα με σχιστίες χείλους και υπερώας	- Χρήση TN για βελτίωση της διάγνωσης και θεραπείας. - Εφαρμογές σε προγνωστικά μοντέλα και χειρουργικό σχεδιασμό. - Ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη.
Zhong, X. (2024).	Συστηματική ανασκόπηση (Review)	Εξέταση των τρεχουσών προσεγγίσεων αξιολόγησης και θεραπείας της αφασίας με τη βοήθεια TN	Δεν αναφέρονται	Άτομα με αφασία	- Χρήση μηχανικής μάθησης και αναγνώρισης ομιλίας. - Ανάπτυξη αλγορίθμων για ανάλυση γλωσσικών ελλειμμάτων. - Προοπτικές για αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και θεραπεία

Πίνακας 4: Εφαρμογές για Κινητές Συσκευές

Εφαρμογή	Βασικά χαρακτηριστικά	Κύρια ομάδα/διαταραχή
Card Talk	Επικοινωνιακή εφαρμογή με κάρτες εικόνων, υποστηρίζει εναλλακτική επικοινωνία	Δυσκολίες λόγου & επικοινωνίας, αυτισμός
Tobii Dynavox Compass Connect	Προηγμένο AAC με εξατομίκευση, σύμβολα, φωνητική έξοδο	Αυτισμός, εγκεφαλική παράλυση, αναπτυξιακές διαταραχές
Leeloo AAC	Εύχρηστη εφαρμογή με εικόνες/σύμβολα για καθημερινή επικοινωνία	Αυτισμός, μη λεκτικά παιδιά
Avaz App	Πλήρης AAC με σύμβολα, προτάσεις, εκπαίδευση οικογένειας	Αυτισμός, διαταραχές λόγου
Voiceitt	Αναγνώριση άτυπης ομιλίας, μετατροπή σε καθαρή φωνή	Άτομα με δυσαρθρία, νευρολογικές παθήσεις
Huni App	Εξάσκηση λόγου μέσω παιχνιδιών, εξατομίκευση, AI feedback	Παιδιά με καθυστέρηση λόγου, SLP therapy
Proloquo2Go	Δημοφιλής AAC με χιλιάδες σύμβολα, υψηλή προσαρμογή	Αυτισμός, μη λεκτικοί χρήστες
Timlogo	Ελληνική εφαρμογή λογοθεραπείας, ασκήσεις άρθρωσης και φωνολογίας	Διαταραχές άρθρωσης/φωνολογικές
Otsimo Speech Therapy	Παιχνίδια & AI αναγνώριση φωνής, εξατομικευμένες ασκήσεις	Αυτισμός, διαταραχές λόγου
Talking Pierre the Parrot	Παπαγάλος που επαναλαμβάνει με χιούμορ, παιχνίδι	Γενική γλωσσική εξάσκηση (όχι θεραπευτική)
Monkey Preschool Lunchbox	Εκπαιδευτικά παιχνίδια για χρώματα, αριθμούς, γράμματα	Νηπιακή ηλικία, μαθησιακές δεξιότητες
Itsy Bitsy Spider (app/τραγούδι)	Διαδραστική παιδική ρίμα με κινήσεις χεριών, ενίσχυση λεξιλογίου, ρυθμού,	Πρώιμη γλωσσική ανάπτυξη, προσχολικά

	κινητικών δεξιοτήτων.	
Endless Reader	Μαθαίνει sight words μέσω παιχνιδιού, animations και ήχων. Ενισχύει λεξιλόγιο & κατανόηση	Ανάγνωση, γλωσσική ανάπτυξη
SmartSpeech	Διαδραστικές ασκήσεις προφοράς, βελτίωση φωνητικής και επικοινωνίας	Ομιλία & επικοινωνία (γενικά)
Speech Blubs	Μοντελοποίηση μέσω βίντεο, φίλτρα προσώπου, 1500+ δραστηριότητες, ενθαρρύνει μίμηση ήχων	Ομιλία, Αυτισμός, Καθυστερήση λόγου
EndeavorRx	Ψηφιακή θεραπεία, βιντεοπαιχνίδι, βελτιώνει προσοχή & συγκέντρωση	ΔΕΠ-Υ
Articulation Station Pro	Ηχητικά, οπτικά ερεθίσματα, διαδραστικά παιχνίδια και δραστηριότητες	Άρθρωση
MedRhythms	Μουσικοθεραπεία, συνδυάζει αισθητήρες, λογισμικό και μουσική	Κινητικές, λεκτικές και γνωστικές δυσλειτουργίες

Παράρτημα Β: Διάγραμμα

Διάγραμμα Ροής PRISMA

