



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Λογοθεραπείας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τεχνολογίες στον εντοπισμό Κοινωνικών Ελλειμμάτων στη Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος

Φοιτήτρια: **Στεφανίδου Αποστολία**, Α.Μ.: 1199

Επιβλέπουσα: Δρ. Τόκη Ευγενία, Αν. Καθηγήτρια

Ιωάννινα, Νοέμβριος 2024



UNIVERSITY OF IOANNINA

School of Health Sciences

Department Of Speech and Language Therapy

BACHELOR'S THESIS

Technologies to Detect Social Deficits in Autism Spectrum Disorder

Student: **Stefanidou Apostolia**, StID:1199

Supervising Professor: Dr. Toki Eugenia

Ioannina, November 2024

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Τεχνολογίες στον εντοπισμό κοινωνικών ελλειμμάτων στη διαταραχή αυτιστικού φάσματος», είναι αποτέλεσμα δικής μου έρευνας, δεν αποτελεί αντιγραφή από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στη βιβλιογραφία και στο κείμενο, ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και τα προβλεπόμενα περί αποφυγή της λογοκλοπής.

Στεφανίδου Αποστολία

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Ευχαριστίες

Η πτυχιακή αυτή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, στο Τμήμα Λογοθεραπείας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας και μου παρείχαν την αμέριστη καθοδήγηση και στήριξη τους όλο αυτό το διάστημα, συμβάλλοντας στην εκπλήρωση των στόχων μου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κ. Ευγενία Τόκη, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες παρατηρήσεις της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες καθηγητές του Τμήματος Λογοθεραπείας για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσαν κατά την πορεία των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, ειδικά στους γονείς μου, οι οποίοι υπήρξαν πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για εμένα και στους οποίους οφείλω όλη τη διαδρομή των σπουδών μου, μέχρι σήμερα.

Περίληψη

Η Διαταραχή του Φάσματος του Αυτισμού (ΔΑΦ) είναι μια σύνθετη νευροαναπτυξιακή διαταραχή που επηρεάζει την κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και την συμπεριφορά του ατόμου. Η πτυχιακή αυτή εργασία παρουσιάζει μια συστηματική ανασκόπηση των σύγχρονων τεχνολογικών προόδων στον εντοπισμό των κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ. Εστιάζοντας σε μη επεμβατικά εργαλεία και τεχνολογίες, η μελέτη αξιολογεί την αποτελεσματικότητά τους στον εντοπισμό προκλήσεων κοινωνικής επικοινωνίας.

Τα ερωτήματα αυτής της πτυχιακής εργασίας εστιάζουν στην χρήση τεχνολογίας για τον πρώιμο εντοπισμό της ΔΑΦ. Διερευνώνται οι τεχνολογικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη ανίχνευση κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ, η μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν τα άρθρα συμπερίληψης για την συλλογή δεδομένων τους, τα συμπεράσματα που εξάγει το κάθε άρθρο για τις συγκεκριμένες τεχνολογικές προσεγγίσεις και τα ευρήματα που εξετάζει σε σχέση με τις τεχνολογίες διαφορετικών τεχνολογικών προσεγγίσεων. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην πτυχιακή εργασία για τη συστηματική ανασκόπηση είναι το PRISMA 2020 με αναζήτηση στο PUBMED. Τελικά αναλύθηκαν 9 άρθρα που τηρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης και τα οποία προσδιορίστηκαν μέσω συγκεκριμένων αναζητήσεων λέξεων κλειδιών στη βάση δεδομένων.

Τα αποτελέσματα από τις επιλεγμένες μελέτες υπογραμμίζουν το ρόλο των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται όπως τεχνολογίες αισθητήρων, μηχανική μάθηση (ML), τεχνητή νοημοσύνη (AI), συστήματα παρακολούθησης ματιών (Eye Tracking), Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), ψηφιακά παιχνίδια και εικονική πραγματικότητα (VR), στην παροχή ακριβέστερων, έγκαιρων και αντικειμενικών διαγνώσεων. Παρατίθενται οι σημαντικές προκλήσεις που παρουσιάζονται, όπως η προσβασιμότητα, οι απαιτήσεις εξειδικευμένου εξοπλισμού και η ανάγκη για περαιτέρω επικύρωση σε διαφορετικούς πληθυσμούς.

Συνολικά, η μελέτη υπογραμμίζει τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογικών καινοτομιών να ενισχύσουν τη διαγνωστική ακρίβεια και την εξατομίκευση της φροντίδας για παιδιά με ΔΑΦ. Τέλος, συνιστάται περαιτέρω έρευνα για την αντιμετώπιση των περιορισμών και τη μεγιστοποίηση των οφελών αυτών των τεχνολογιών σε κλινικά περιβάλλοντα.

Λέξεις-κλειδιά: Διαταραχές του Φάσματος του Αυτισμού, Διάγνωση, Τεχνολογίες Αισθητήρων, Ψηφιακά Παιχνίδια, Εικονική Πραγματικότητα, Μηχανική Μάθηση, Τεχνητή Νοημοσύνη

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a complex neurodevelopmental disorder that affects social interaction, communication, and behavior. This undergraduate thesis presents a systematic review of modern technological advances in the identification of social deficits in children with ASD. Focusing on non-invasive tools and technologies, the study evaluates their effectiveness in identifying social communication challenges.

The questions of this thesis focus on the use of technology for the early detection of ASD. Technological approaches used for the early detection of social deficits in children with ASD are examined, as well as the methodology used by the inclusion articles for their data collection, the conclusions drawn by each article on the specific technological approaches and their findings in relation to the technologies of different technological approaches. The method used in the dissertation for the systematic review is PRISMA 2020 and we performed searches in PUBMED database. To identify the relevant research specific keywords were used in our searches and were analyzed according to the inclusion and exclusion criteria. Finally, 9 articles met the studies inclusion criteria.

The results from the selected studies highlight the role of technologies used such as sensor technologies, machine learning (ML), artificial intelligence (AI), eye tracking, electroencephalogram (EEG), digital games and virtual reality (VR), in providing more accurate, timely and objective diagnoses. The major challenges presented are listed, such as accessibility, specialized equipment requirements and the need for further validation in different populations.

Overall, the study highlights the potential of these technological innovations to enhance diagnostic accuracy and personalization of care for people with ASD. Finally, further research is recommended to address the limitations and maximize the benefits of these technologies in clinical settings.

Keywords: Autism Spectrum Disorders, Diagnosis, Sensor Technologies, Digital Games, Virtual Reality, Machine Learning, Artificial Intelligence

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	4
Περίληψη	5
Abstract	6
Ευρετήριο Πινάκων	10
Πίνακας Συντομογραφιών	10
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	12
1.1 Ιστορικό.....	12
1.1.1 Επισκόπηση Διαταραχών Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)	12
1.1.2 Σημασία Κοινωνικών Ελλειμμάτων στη Διάγνωση ΔΑΦ.....	14
1.1.3 Ο ρόλος της Τεχνολογίας στη Διάγνωση και Λογοθεραπεία	17
1.1.4 Τεχνολογικές Εξελίξεις στη Διάγνωση της ΔΑΦ.....	18
1.2. Στόχοι	20
1.2.1 Κύριοι Στόχοι της Πτυχιακής	20
1.2.2 Πεδία και Περιορισμοί της Πτυχιακής Εργασίας.....	22
Κεφάλαιο 2 ^ο : Τεχνολογίες στην Λογοθεραπεία για παιδιά με Αυτισμό	25
2.1 Τεχνολογία και ΔΑΦ.....	25
2.2 Παραδοσιακές Προσεγγίσεις στη Διάγνωση ΔΑΦ	28
2.3 Αναδυόμενες τεχνολογίες στη διάγνωση ΔΑΦ.....	30
2.3.1 Σοβαρά παιχνίδια.....	30
2.3.2 Μηχανική Μάθηση και Τεχνητή Νοημοσύνη	31
2.3.3 Deep Learning στη Διάγνωση ΔΑΦ.....	32

2.3.4 Τεχνολογίες Αισθητήρων	33
2.3.5 Συνδυασμός Τεχνολογιών - Το παράδειγμα του συστήματος SmartSpeech.....	33
2.3.6 Εικονική Πραγματικότητα και Ψηφιακά Παιχνίδια	34
2.4. Ενσωμάτωση Τεχνολογιών στην Κλινική Πρακτική	35
Κεφάλαιο 3ο: Υλικά και Μέθοδοι	37
3.1 Ερωτήματα Πτυχιακής Εργασίας.....	37
3.2 Στρατηγική αναζήτησης, κριτήρια ένταξης-αποκλεισμού και επιλογή μελέτης	37
3.2.1 Κριτήρια Ένταξης.....	37
3.2.2 Κριτήρια Αποκλεισμού	38
3.3. Αναζήτηση σε Βάση Δεδομένων	38
3.3.1 PubMed.....	38
3.3.2 Λέξεις-φράσεις κλειδιά Αναζήτησης	39
3.3.3 Βελτίωση των Αποτελεσμάτων Αναζήτησης	39
3.3.4 Διαδικασία Τελικής Επιλογής	40
3.4. Διαδικασία Επιλογής.....	41
Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα	42
Κεφάλαιο 5ο: Συζήτηση	49
ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q1:	49
ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q2:	50
ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q3:	52
ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q4:	53
5.1 Τεχνολογικές εξελίξεις.....	61

5.1.1 Πρόοδοι στη Μηχανική Μάθηση και στην Τεχνητή Νοημοσύνη.....	61
5.1.2 Τεχνολογία Eye Tracking.....	62
5.1.3 Νευροαπεικόνιση και Ηλεκτροφυσιολογικός Έλεγχος.....	62
5.1.4 Κινητές και Ψηφιακές Τεχνολογίες Υγείας.....	63
5.1.5 Προηγμένες Τεχνολογίες στη ΔΑΦ: Δυνατότητες και Περιορισμοί.....	63
5.2. Προκλήσεις και Περιορισμοί	65
5.2.1 Τεχνολογικές Προκλήσεις στη Διάγνωση της ΔΑΦ: Εφαρμοστικές Δυσκολίες	65
5.2.2 Διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων	66
5.2.3 Πρόσβαση σε πόρους και ανισότητες	66
5.2.4 Προβλήματα ηθικής και Απόρρητο δεδομένων	67
5.2.5 Έλλειψη Τυποποίησης και Επικύρωσης.....	68
5.2.6 Πρακτικές Προκλήσεις στην Εφαρμογή	68
5.3. Τρέχουσες Τάσεις και Μελλοντικές Κατευθύνσεις	69
5.3.1 Ενσωμάτωση Προηγμένων Τεχνολογιών.....	70
5.3.2 Εξατομικευμένη Ιατρική	70
5.3.3 Εργαλεία Ψηφιακής και Εικονικής Πραγματικότητας.....	71
5.3.4 Μελλοντικές Οδηγίες	71
Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα.....	73
Βιβλιογραφία	74

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Σύγχρονες Τεχνολογίες	41
Πίνακας 2: Το δείγμα, ο σκοπός, η μέθοδος και τα αποτελέσματα κάθε μελέτης	42
Εικόνα 1: Prisma Flow Diagram.....	40

Πίνακας Συντομογραφιών

AI	Artificial Intelligence (Τεχνητή Νοημοσύνη)
VR	Virtual Reality (Εικονική Πραγματικότητα)
ASD/ΔΑΦ	Autism Spectrum Disorder (Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος)
ML	Machine Learning (Μηχανική Μάθηση)
EEG	Electroencephalogram (Ηλεκτροεφαλογράφημα)
fNIRS	Functional Near-Infrared Spectroscopy (Λειτουργική Φασματοσκοπία Εγγύς Υπέρυθρου)
PDD-NOS	Pervasive Developmental Disorder-Not Otherwise Specified (Διάχυτη Αναπτυξιακή Διαταραχή-Μη Προσδιοριζόμενη Αλλιώς)
ADOS	Autism Diagnostic Observation Schedule (Διαγνωστική Κλίμακα Παρατήρησης για τον Αυτισμό)
SCQ	Social Communication Questionnaire (Ερωτηματολόγιο Κοινωνικής Επικοινωνίας)
MRI	Magnetic Resonance Imaging (Μαγνητική Τομογραφία)
fMRI	Functional Magnetic Resonance Imaging (Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία)

M-CHAT	Modified Checklist for Autism in Toddlers (Τροποποιημένη Λίστα Ελέγχου για τον Αυτισμό σε Μικρά Παιδιά)
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών)
ADI-R	Autism Diagnostic Interview-Revised (Τροποποιημένη Λίστα Ελέγχου για τον Αυτισμό σε Μικρά Παιδιά)
CELF	Clinical Evaluation of Language Fundamentals (Κλινική Αξιολόγηση των Βασικών Γλωσσικών Δεξιοτήτων)
PPVT	Peabody Picture Vocabulary Test (Τεστ Εικόνων Λεξιλογίου Peabody)
TIIE	Information and Communication Technologies (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών)
RF	Random Forest (Τυχαίο Δάσος)
SVM	Support Vector Machine (Μηχανή Διανυσμάτων Υποστήριξης)
DT	Decision Tree (Δάσος Απόφασης)
ADTree	Alternating Decision Tree (Εναλλασσόμενο Δέντρο Απόφασης)
LDA	Linear Discriminant Analysis (Γραμμική Ανάλυση Διαχωρισμού)
SRS	Simple Random Sampling (Απλή Τυχαία Δειγματοληψία)
CNNs	Convolutional Neural Networks (Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα)
LR	Logistic Regression (Λογιστική Παλινδρόμηση)

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Ιστορικό

1.1.1 Επισκόπηση Διαταραχών Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)

Η ΔΑΦ είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία και περιορισμένα, επαναλαμβανόμενα πρότυπα συμπεριφοράς, ενδιαφερόντων ή δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με τον Maenner (2023), η συχνότητα εμφάνισης της ΔΑΦ έχει αυξηθεί σημαντικά, με πρόσφατες εκτιμήσεις να δείχνουν ότι περίπου 1 στα 36 παιδιά επηρεάζεται από τη διαταραχή. Αυτή η αύξηση υπογραμμίζει την ανάγκη για αποτελεσματικά διαγνωστικά εργαλεία και παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση των διαφορετικών αναγκών των ατόμων στο φάσμα του αυτισμού (Maenner, 2023).

Ιστορικά, η διάγνωση της ΔΑΦ βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό σε παρατηρητικές και κλινικές εκτιμήσεις. Ο όρος «αυτισμός» που προέρχεται ετυμολογικά από την ελληνική λέξη «εαυτός», πρωτοχρησιμοποιήθηκε το 1911 από τον Ελβετό ψυχίατρο Eugen Bleuler για να περιγράψει την τάση ορισμένων ατόμων να απομονώνονται από την πραγματικότητα και να εστιάζουν στον εσωτερικό τους κόσμο. Το θεμελιώδες έργο του Αμερικάνου παιδοψυχιάτρου Leo Kanner το 1943, το οποίο περιέγραψε 11 παιδιά με «αυτιστικές διαταραχές της συναισθηματικής επαφής», έθεσε τα θεμέλια για την κατανόηση της ΔΑΦ ως μια ξεχωριστή κλινική οντότητα. Παράλληλα, το 1944, αναπτύχθηκε περαιτέρω από τον Αυστριακό παιδίατρο Hans Asperger, ο οποίος εντόπισε μια ηπιότερη μορφή της διαταραχής που τώρα είναι γνωστή ως σύνδρομο Asperger. Οι πρώιμες αυτές συνεισφορές ήταν πολύ σημαντικές για τη διάκριση της ΔΑΦ από άλλες αναπτυξιακές διαταραχές (Rosen et al., 2021).

Η εξέλιξη των διαγνωστικών κριτηρίων υπήρξε σημαντική στην ιστορία της ΔΑΦ. Το DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) έχει υποστεί αρκετές αναθεωρήσεις, καθεμία από τις οποίες βελτιώνει τα κριτήρια για τη διάγνωση. Το DSM-5, που εισήχθη το 2013, επαναπροσδιόρισε τη ΔΑΦ ενοποιώντας προηγούμενες ξεχωριστές διαγνώσεις (όπως το Σύνδρομο Asperger και η Διάχυτη Αναπτυξιακή Διαταραχή-Μη Προσδιορισμένη αλλιώς) σε μια ενιαία κατηγορία. Αυτή η αλλαγή είχε στόχο να βελτιώσει τη διαγνωστική συνέπεια και να αντικατοπτρίζει τη φύση του φάσματος του αυτισμού (Rice et al., 2022; Rosen et al., 2021).

Η ΔΑΦ χαρακτηρίζεται κυρίως από ελλείμματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση, επικοινωνία και την παρουσία περιορισμένων, επαναλαμβανόμενων συμπεριφορών. Τα άτομα με ΔΑΦ συχνά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις κοινωνικές ενδείξεις, να δημιουργήσουν σχέσεις και να εκφράσουν σωστά τα συναισθήματά τους. Τα κοινωνικά αυτά ελλείμματα είναι κρίσιμα για τη διάγνωση, καθώς επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητα του ατόμου να λειτουργεί σε καθημερινά κοινωνικά πλαίσια (Kasari et al., 2012). Ωστόσο οι προκλήσεις της κοινωνικής επικοινωνίας

μπορεί να ποικίλλουν ευρέως μεταξύ των ατόμων, καθιστώντας αναγκαία μια διαφοροποιημένη προσέγγιση στη διάγνωση της διαταραχής (Briot et al., 2021).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις, με την βοήθεια εργαλείων όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) και η ιχνηλάτηση του βλέμματος (Eye Tracking), έχουν αναμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κανείς να αντιληφθεί και να διαγνώσει τη ΔΑΦ, προσφέροντας με αυτό τον τρόπο πιο αντικειμενικά δεδομένα που συμπληρώνουν τις παραδοσιακές μεθόδους παρατήρησης. Πιο συγκεκριμένα, το EEG μετρά την εγκεφαλική δραστηριότητα, αποκαλύπτοντας άτυπα νευρικά μοτίβα που σχετίζονται με την ΔΑΦ, ενώ το Eye Tracking παρακολουθεί τα μοτίβα βλέμματος, τονίζοντας τις διαφορές στην οπτική προσοχή που είναι ενδεικτικές των ελλειμμάτων κοινωνικής επικοινωνίας. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν μη επεμβατικά και αξιόπιστα μέσα αξιολόγησης ατόμων με ΔΑΦ, ενισχύοντας την ακρίβεια των διαγνώσεων (Sun et al., 2023).

Τα ψηφιακά παιχνίδια και τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (VR) αναδεικνύονται ως καινοτόμα εργαλεία τόσο στη διάγνωση όσο και στην παρέμβαση της ΔΑΦ. Αυτές οι τεχνολογίες παρέχουν καθηλωτικές και ελεγχόμενες ρυθμίσεις όπου οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μπορούν να προσομοιωθούν και να μελετηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια (Fletcher-Watson et al., 2016). Για παράδειγμα, τα περιβάλλοντα VR μπορούν να αναδημιουργήσουν ρεαλιστικά κοινωνικά σενάρια, επιτρέποντας στους ειδικούς μια πιο λεπτομερή παρατήρηση και αντικειμενική μέτρηση των αποκρίσεων ενός ατόμου στα κοινωνικά ερεθίσματα με έναν ακριβή και αναπαραγωγικό τρόπο (Alcañiz et al., 2022). Από την άλλη, ως εργαλείο θεραπείας και αξιολόγησης, τα ψηφιακά παιχνίδια προσφέρουν έναν διασκεδαστικό και αποτελεσματικό τρόπο για την βελτίωση κοινωνικών δεξιοτήτων και την ενίσχυση της συναισθηματικής αναγνώρισης (Almeida et al., 2019).

Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών στην κλινική πράξη κατέστησε δυνατή την επίτευξη πιο ολοκληρωμένων και ακριβών αξιολογήσεων της ΔΑΦ. Ακόμα, ο συνδυασμός παραδοσιακών συμπεριφορικών αξιολογήσεων με τα τεχνολογικά εργαλεία παρέχει μια ολιστική άποψη των δυνατοτήτων και των προκλήσεων του ατόμου (Odom et al., 2015). Για παράδειγμα, μια προσέγγιση που περιλαμβάνει EEG, Eye Tracking και φορητούς αισθητήρες μπορεί να προσφέρει λεπτομερείς πληροφορίες για τις νευρολογικές, φυσιολογικές και συμπεριφορικές πτυχές της ΔΑΦ (Briot et al., 2021). Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη προσαρμοσμένων παρεμβάσεων που καλύπτουν τις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε ατόμου (Rice et al., 2015).

Παρά αυτές τις εξελίξεις, η διάγνωση παραμένει πολύπλοκη λόγω της ετερογένειας της διαταραχής. Το ευρύ φάσμα των συμπτωμάτων και τα ποικίλα επίπεδα σοβαρότητάς τους απαιτούν μια εξατομικευμένη προσέγγιση στη διάγνωση και την παρέμβαση (Genovese & Butler, 2023). Οι πολιτισμικοί παράγοντες παίζουν επίσης ρόλο στον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η διάγνωση της ΔΑΦ, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της ανάπτυξης πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων. Σε συνέπεια αυτού, η διασφάλιση ότι τα διαγνωστικά κριτήρια και τα εργαλεία εφαρμόζονται σε διαφορετικούς πληθυσμούς είναι

απαραίτητο για την παροχή δίκαιης φροντίδας σε όλα τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού. (El-Sattar et al., 2022).

Η επισκόπηση της ΔΑΦ αναδεικνύει την πολυπλοκότητα και την ποικιλομορφία της διαταραχής, τονίζοντας τη σημασία των κοινωνικών ελλειμμάτων στη διάγνωσή της. Η ενσωμάτωση παραδοσιακών μεθόδων σε συνδυασμό με τις προηγμένες τεχνολογίες έχει βελτιώσει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κανείς να διαγνώσει και να κατανοήσει καλύτερα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ατόμου που βρίσκεται στο φάσμα του αυτισμού. Καθώς η έρευνα συνεχίζει να εξελίσσεται, η ανάπτυξη πιο ακριβών, αξιόπιστων και πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων θα είναι κρίσιμη για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων για τα άτομα με ΔΑΦ. Το μέλλον της διάγνωσης και της παρέμβασης της ΔΑΦ έγκειται στη συνεχή συνεργασία μεταξύ κλινικών ιατρών, ερευνητών και τεχνολόγων για τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων που ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες της κοινότητας του αυτισμού (Shaw, 2021; Briot et al., 2021; Genovese & Butler, 2020).

1.1.2 Σημασία Κοινωνικών Ελλειμμάτων στη Διάγνωση ΔΑΦ

Ο εντοπισμός και η κατανόηση των κοινωνικών ελλειμμάτων είναι μεγίστης σημασίας για τη διάγνωση της ΔΑΦ. Τα κοινωνικά ελλείμματα αναφέρονται στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με αυτισμό στην κοινωνική επικοινωνία και αλληλεπίδραση, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την καθημερινή ζωή και τις διαπροσωπικές τους σχέσεις. Τα ελλείμματα αυτά, αποτελούν τον πυρήνα των διαγνωστικών κριτηρίων για τη ΔΑΦ όπως περιγράφεται στο DSM-5, το οποίο δίνει έμφαση στις επίμονες δυσκολίες στην κοινωνική επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση σε πολλαπλά πλαίσια (Rice et al., 2022).

Ένα από τα κύρια κοινωνικά ελλείμματα που παρατηρούνται σε άτομα με ΔΑΦ είναι η δυσκολία κατανόησης και ανταπόκρισης σε κοινωνικές ενδείξεις. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει προκλήσεις στην ερμηνεία των εκφράσεων του προσώπου, της γλώσσας του σώματος και των φωνητικών τονισμών, τα οποία είναι απαραίτητα για την αποτελεσματική επικοινωνία (Kasari et al., 2012). Για παράδειγμα, τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού μπορεί να δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τα συναισθήματα στις εκφράσεις του προσώπου των άλλων, οδηγώντας σε παρεξηγήσεις και δυσκολίες στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Briot et al., 2021). Η αδυναμία αναγνώρισης των κοινωνικών ενδείξεων, μπορεί να οδηγήσει σε ακατάλληλες απαντήσεις και κοινωνικό αποκλεισμό, επιδεινώνοντας περαιτέρω την κοινωνική τους απομόνωση (Fletcher-Watson et al., 2016).

Η βλεμματική επαφή είναι ένας άλλος σημαντικός τομέας όπου εκδηλώνονται κοινωνικά ελλείμματα σε άτομα με ΔΑΦ. Παρότι η διατήρηση της οπτικής επαφής είναι θεμελιώδης πτυχή της μη λεκτικής επικοινωνίας και συμβάλλει στην ενίσχυση των κοινωνικών δεσμών και της κατανόησης μεταξύ των ανθρώπων, πολλά άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού αποφεύγουν ή δυσκολεύονται να διατηρήσουν την οπτική επαφή, γεγονός που μπορεί να εκληφθεί

ως αδιαφορία από τους γύρω τους. Ακόμα, η αποφυγή της βλεμματικής επαφής μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη κοινωνικών σχέσεων καθώς και να συμβάλει στις κοινωνικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα αυτά (Kou et al., 2019; Briot et al., 2021). Ωστόσο, η τεχνολογία Eye Tracking έχει συμβάλει καθοριστικά στην αντικειμενική μέτρηση αυτών των ελλειμμάτων, παρέχοντας πληροφορίες για τους υποκείμενους μηχανισμούς κοινωνικής προσοχής στη ΔΑΦ (Egger et al., 2018).

Η αμοιβαία κοινωνική αλληλεπίδραση, η συνεχής ροή της επικοινωνίας, είναι συχνά εξασθενημένη σε άτομα με αυτισμό. Για παράδειγμα, συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην έναρξη και διατήρηση συζητήσεων, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μονόπλευρες συζητήσεις ή κοινωνική αποσύνδεση (Rice et al., 2015). Αυτή η έλλειψη αμοιβαιότητας μπορεί να δυσκολεύει τα άτομα με ΔΑΦ να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν φιλίες, καθώς οι συνομήλικοί τους μπορεί να τους αντιληφθούν ως απόμακρους ή αδιάφορους. Δεδομένου αυτού, παρεμβάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της κοινωνικής αμοιβαιότητας, όπως η εκπαίδευση σε κοινωνικές δεξιότητες, έχουν φανεί πολλά υποσχόμενα για την ενίσχυση της κοινωνικής λειτουργίας των ατόμων που βρίσκονται στο φάσμα (Kasari et al., 2012).

Η συμπεριφορά των παιδιών κατά την διάρκεια του παιχνιδιού είναι ένας άλλος τομέας όπου τα κοινωνικά ελλείμματα είναι εμφανή. Πιο συγκεκριμένα, Τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά συμμετέχουν σε διάφορες μορφές παιχνιδιού που ενισχύουν τις κοινωνικές δεξιότητες και τις σχέσεις με τους συνομηλίκους. Αντίθετα, τα παιδιά με ΔΑΦ συχνά παρουσιάζουν μοναχικές ή επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και μπορεί να δυσκολεύονται να συμμετάσχουν σε συνεργατικό ή ευφάνταστο παιχνίδι. Αυτές οι διαφορές στη συμπεριφορά μπορούν να χρησιμεύσουν ως πρώιμοι δείκτες της ΔΑΦ και είναι σημαντικοί για την έγκαιρη διάγνωση (Kasari et al., 2012). Τεχνολογίες όπως τα ψηφιακά παιχνίδια και τα περιβάλλοντα VR έχουν αναπτυχθεί για να ενθαρρύνουν το κοινωνικό παιχνίδι και την αλληλεπίδραση, παρέχοντας δομημένες ευκαιρίες στα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού να εξασκηθούν και να αναπτύξουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες (Fletcher-Watson et al., 2016).

Η αναγνώριση των κοινωνικών ελλειμμάτων δεν είναι σημαντική μόνο για τη διάγνωση αλλά και για την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων. Η κατανόηση των συγκεκριμένων κοινωνικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΔΑΦ επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων σχεδίων παρέμβασης που ανταποκρίνονται στις μοναδικές ανάγκες τους. Για παράδειγμα, οι παρεμβάσεις που εστιάζουν στην ενίσχυση της αναγνώρισης συναισθημάτων, στη βελτίωση της βλεμματικής επαφής και στην ενθάρρυνση των αμοιβαίων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την κοινωνική λειτουργία των ατόμων με ΔΑΦ. Αυτές οι στοχευμένες παρεμβάσεις είναι απαραίτητες για να βοηθήσουν τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα να περιηγηθούν πιο αποτελεσματικά στις κοινωνικές καταστάσεις και να βελτιώσουν τη συνολική ποιότητα ζωής τους (Kasari et al., 2012; Rice et al., 2015).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν ενισχύσει σημαντικά την ικανότητά μας να εντοπίζουμε και να μετράμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τα κοινωνικά ελλείμματα σε άτομα με ΔΑΦ. Η τεχνολογία Eye

Tracking για παράδειγμα, παρέχει ακριβείς μετρήσεις των μοτίβων βλέμματος, αποκαλύπτοντας πώς τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού επεξεργάζονται διαφορετικά τις κοινωνικές πληροφορίες (Kou et al., 2019). Αντίστοιχα, η τεχνολογία όπως το EEG προσφέρει πληροφορίες για τους νευρικούς μηχανισμούς που κρύβονται πίσω από τα κοινωνικά ελλείμματα, επιτρέποντας στους ερευνητές να εντοπίσουν την άτυπη εγκεφαλική δραστηριότητα που σχετίζεται με την κοινωνική επεξεργασία στη ΔΑΦ (Khodatars et al., 2021). Αυτές οι τεχνολογίες συμπληρώνουν τις παραδοσιακές συμπεριφορικές αξιολογήσεις, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ (Odom et al., 2015).

Επιπρόσθετα, η μηχανική μάθηση (ML) και η τεχνητή νοημοσύνη (AI) έχουν φέρει περαιτέρω επανάσταση στη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να αναλύσουν μεγάλα σύνολα δεδομένων για τον εντοπισμό μοτίβων και συσχετισμών που μπορεί να διαφεύγουν της ανθρώπινης παρατήρησης. Τα εργαλεία που βασίζονται σε AI μπορούν να αναπτύξουν προγνωστικά μοντέλα που ενισχύουν την έγκαιρη διάγνωση, βελτιώνοντας τα αποτελέσματα για άτομα με ΔΑΦ. Για παράδειγμα, οι αλγόριθμοι ML μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να ανιχνεύουν συγκεκριμένους δείκτες συμπεριφοράς, παρέχοντας αντικειμενικές και αξιόπιστες μετρήσεις των κοινωνικών ελλειμμάτων (Song et al., 2019).

Η σημασία της έγκαιρης διάγνωσης δεν μπορεί να υπερεκτιμηθεί, καθώς η έγκαιρη παρέμβαση είναι απαραίτητη ώστε να βοηθήσει τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού να έχουν ένα καλύτερο μέλλον. Ακόμα, ο έγκαιρος εντοπισμός των κοινωνικών ελλειμμάτων δίνει την ευκαιρία στους ειδικούς να παρέμβουν άμεσα και να βοηθήσουν τα άτομα με ΔΑΦ να αναπτύξουν τις απαραίτητες δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας και να ξεπεράσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή ζωή λόγω της διαταραχής τους (Gabbay-Dizdar et al., 2022). Η έρευνα έχει δείξει ότι οι πρώιμες εντατικές συμπεριφορικές παρεμβάσεις είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων και στη μείωση των δυσπροσαρμοστικών συμπεριφορών σε μικρά παιδιά με ΔΑΦ (Kasari et al., 2012). Ως εκ τούτου, τα εργαλεία και οι μέθοδοι που βοηθούν για την έγκαιρη διάγνωση αποτελούν βασικό παράγοντα για την αποτελεσματικότερη παρέμβαση της ΔΑΦ (Briot et al., 2021).

Οι πολιτισμικοί παράγοντες παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση και διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ. Οι κοινωνικοί κανόνες και οι προσδοκίες ποικίλλουν μεταξύ των πολιτισμών, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται και ερμηνεύονται οι κοινωνικές συμπεριφορές. Δεδομένου αυτού, τα διαγνωστικά εργαλεία και κριτήρια πρέπει να είναι πολιτισμικά ευαίσθητα για να διασφαλίζεται ότι αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τις κοινωνικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν άτομα από διαφορετικά υπόβαθρα (El-Sattar et al., 2022). Τέλος, τα πολιτιστικά προσαρμοσμένα διαγνωστικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν τους κλινικούς να παρέχουν πιο ακριβείς και δίκαιες διαγνώσεις, οδηγώντας τελικά σε καλύτερη υποστήριξη και παρεμβάσεις για άτομα με ΔΑΦ (Genovese & Butler, 2020).

Συμπερασματικά, τα κοινωνικά ελλείμματα αποτελούν κεντρικό στοιχείο της διάγνωσης της ΔΑΦ και είναι κρίσιμα για την κατανόηση των μοναδικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα άτομα

με τη διαταραχή. Αυτά τα ελλείμματα εκδηλώνονται με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων δυσκολιών στην ερμηνεία των κοινωνικών ενδείξεων, στη διατήρηση της οπτικής επαφής, στη συμμετοχή σε αμοιβαίες κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και στη συμμετοχή σε συμβολικό-κοινωνικό παιχνίδι. Με βάση αυτών, η αναγνώριση και η μέτρηση των κοινωνικών ελλειμμάτων είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων που αντιμετωπίζουν τις συγκεκριμένες ανάγκες των ατόμων με την ΔΑΦ. Επιπλέον, οι τεχνολογικές εξελίξεις, όπως το Eye Tracking, το EEG, η ML και η AI, έχουν βελτιώσει σημαντικά το έργο της διάγνωσης καθώς βοηθούν κι στην καλύτερη κατανόηση των ελλειμμάτων αυτών (Briot et al., 2021; Genovese & Butler, 2020; Song et al., 2019).

1.1.3 Ο ρόλος της Τεχνολογίας στη Διάγνωση και Λογοθεραπεία

Ο ρόλος της τεχνολογίας στον τομέα της διάγνωσης και της Λογοθεραπείας εξελίσσεται καθημερινά με γρήγορους ρυθμούς, προσφέροντας νέα εργαλεία που ενισχύουν τόσο την ακρίβεια της διάγνωσης όσο και την αποτελεσματικότητα των θεραπειών.

Αρχικά, τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία και οι εφαρμογές αξιολόγησης επιτρέπουν στους λογοθεραπευτές να καταγράφουν, να αναλύουν και να αξιολογούν τις γλωσσικές και επικοινωνιακές ικανότητες των ατόμων με μεγάλη ακρίβεια. Με την υποστήριξη τεχνολογιών που χρησιμοποιούν αλγορίθμους ML και AI, οι διαγνώσεις γίνονται ταχύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία, καθώς μπορούν να αναγνωρίσουν τα κοινωνικά ελλείμματα της ΔΑΦ. Επιπλέον, οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι, όπως η MRI (Magnetic Resonance Imaging) και EEG, συμβάλλουν στη διάγνωση μέσω της παρακολούθησης εγκεφαλικών περιοχών που σχετίζονται με την ομιλία και τη γλώσσα. Ενώ τεχνολογίες όπως, ψηφιακά και σοβαρά παιχνίδια, καθιστούν τις συνεδρίες πιο διασκεδαστικές και πιο φιλικές προς τα παιδιά και ενισχύουν την συμμετοχή τους στην διαδικασία της διάγνωσης. Επιπρόσθετα, σημαντική είναι και η συνεισφορά των τεχνολογικών εργαλείων σε άτομα που αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες λόγου, επικοινωνίας και έκφρασης, χρησιμοποιώντας συσκευές, όπως tablets με ειδικές εφαρμογές που επιτρέπουν στους ειδικούς να διακρίνουν πρόωπα σημάδια ΔΑΦ (Kohli et al., 2022; Fletcher-Watson et al., 2016).

Η τεχνολογία στη Λογοθεραπεία έχει φέρει καινοτομίες και στον τομέα της εκπαίδευσης και της προσβασιμότητας. Η τηλεϊατρική δίνει τη δυνατότητα στα άτομα να παρακολουθούν εξ αποστάσεως συνεδρίες Λογοθεραπείας από το σπίτι τους, κάτι που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για ανθρώπους που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές ή που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε λογοθεραπευτές. Παράλληλα, η διαδικτυακή εκπαίδευση επιτρέπει στους ειδικούς να ενημερώνονται για τις πιο σύγχρονες μεθόδους και να ενσωματώνουν νέες γνώσεις στις διαγνωστικές και θεραπευτικές μεθόδους τους (Dal Pai et al., 2022).

Συνοψίζοντας, η τεχνολογία ενισχύει την ακρίβεια, την προσβασιμότητα και την εξατομίκευση στη διάγνωση και τη θεραπεία, μεταμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα με ΔΑΦ που

αντιμετωπίζουν γλωσσικές και επικοινωνιακές δυσκολίες θα λαμβάνουν την κατάλληλη υποστήριξη.

1.1.4 Τεχνολογικές Εξελίξεις στη Διάγνωση της ΔΑΦ

Η τεχνολογική πρόοδος έχει φέρει επανάσταση στη διάγνωση, παρέχοντας νέα εργαλεία και μεθόδους για έγκαιρη και ακριβή διάγνωση. Τεχνολογίες όπως το Eye Tracking, οι φορητοί αισθητήρες και οι αλγόριθμοι ML έχουν συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της κατανόησης και τον εντοπισμό της ΔΑΦ. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να προσαρμοστούν στις ατομικές ανάγκες και να παρέχουν ακριβείς και έγκαιρες αξιολογήσεις, που είναι πολύ σημαντικές για την έγκαιρη παρέμβαση (Hosseinzadeh et al., 2021).

Μία από τις πιο σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις είναι η χρήση του EEG για τη μέτρηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Το EEG καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα στον εγκέφαλο, προσφέροντας πληροφορίες για τα νευρικά μοτίβα που σχετίζονται με τη ΔΑΦ. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα άτομα αυτά εμφανίζουν ξεχωριστά μοτίβα EEG, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαφοροποίησή τους από τα νευροτυπικά άτομα (Egger et al., 2018). Αυτή η τεχνολογία παρέχει έναν μη επεμβατικό τρόπο αξιολόγησης της εγκεφαλικής λειτουργίας, καθιστώντας την ένα πολύτιμο εργαλείο στην έγκαιρη διάγνωση (Hosseinzadeh et al., 2021).

Η τεχνολογία Eye Tracking μια άλλη κρίσιμη εξέλιξη στη διάγνωση. Αυτή η τεχνολογία, καταγράφει τις κινήσεις των ματιών και συλλέγει δεδομένα σχετικά με το σημείο και την διάρκεια που τα άτομα εστιάζουν το βλέμμα τους, παρέχοντας δεδομένα σχετικά με την οπτική τους προσοχή. Η έρευνα έχει δείξει ότι τα άτομα που πάσχουν από τη ΔΑΦ συχνά εμφανίζουν άτυπα μοτίβα βλέμματος, όπως μειωμένη βλεμματική επαφή και προτίμηση στο να κοιτάζουν αντικείμενα και όχι πρόσωπα. Το Eye Tracking επιτρέπει την αντικειμενική μέτρηση αυτών των προτύπων, διευκολύνοντας την έγκαιρη ανίχνευση και διάγνωση (Kou et al., 2019). Εντοπίζοντας αυτά τα ελλείμματα οπτικής προσοχής, οι κλινικοί μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις προκλήσεις κοινωνικής επικοινωνίας που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΔΑΦ (Briot et al., 2021).

Τα ψηφιακά παιχνίδια και τα περιβάλλοντα VR χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για τη διάγνωση και τη θεραπεία της ΔΑΦ. Αυτές οι τεχνολογίες δημιουργούν ελεγχόμενα περιβάλλοντα όπου οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μπορούν να προσομοιωθούν και να μελετηθούν (Fletcher-Watson et al., 2016). Για παράδειγμα, το VR μπορεί να αναδημιουργήσει κοινωνικά σενάρια πραγματικού κόσμου, επιτρέποντας στους κλινικούς να παρατηρούν και να μετρούν τις αντιδράσεις ενός ατόμου στα κοινωνικά ερεθίσματα με συνεπή και αναπαραγωγικό τρόπο (Alcañiz et al., 2022). Τα ψηφιακά παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων και της συναισθηματικής αναγνώρισης προσφέρουν ελκυστικές πλατφόρμες τόσο για θεραπεία όσο και για αξιολόγηση. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον για τα άτομα με αυτισμό ώστε να εξασκήσουν και να αναπτύξουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες επικοινωνίας (Almeida et al., 2019).

Η ML και η AI έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο στον τομέα της διάγνωσης, καθώς επιτρέπουν την ανάλυση μεγάλων και σύνθετων δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, οι αλγόριθμοι ML μπορούν να αναλύσουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές, όπως γενετικές πληροφορίες νευροαπεικόνιση και συμπεριφορικές αξιολογήσεις, για να δημιουργήσουν προγνωστικά μοντέλα που επιτρέπουν την έγκαιρη διάγνωση. Από την άλλη, η AI επιτρέπει την εξατομίκευση των παρεμβάσεων, προσαρμόζοντας τις θεραπείες στις μοναδικές ανάγκες κάθε ατόμου, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Τέλος, αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να ανιχνεύσουν λεπτές συμπεριφορικές ενδείξεις και ανωμαλίες που μπορεί να μην είναι τόσο ξεκάθαρες και εμφανείς από την ανθρώπινη αντίληψη, προσφέροντας με αυτό τον τρόπο μεγαλύτερη ακρίβεια στην διάγνωση (Song et al., 2019).

Η ενσωμάτωση φορητών αισθητήρων στη διαγνωστική διαδικασία έχει προσφέρει ένα άλλο επίπεδο δεδομένων για την αξιολόγηση της ΔΑΦ. Αναλυτικότερα, οι φορητοί αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν φυσιολογικές αποκρίσεις όπως η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού και η αγωγιμότητα του δέρματος, που είναι δείκτες συναισθηματικών αντιδράσεων και αντιδράσεων στο στρες (Dehkordi et al., 2015). Αυτοί οι αισθητήρες παρέχουν συνεχή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο τα άτομα στο φάσμα του αυτισμού αντιδρούν σε διαφορετικές κοινωνικές καταστάσεις. Συνεπώς, οι πληροφορίες που παρέχουν είναι πολύτιμες για την κατανόηση των κοινωνικών ελλειμμάτων και για την ανάπτυξη στοχευμένων μελλοντικών παρεμβάσεων (Washington et al., 2017).

Η ρομποτική έχει επίσης συνεισφέρει σημαντικά στον τομέα της διάγνωσης και παρέμβασης της ΔΑΦ. Ρομποτικές πλατφόρμες, όπως το RoboParrot, έχουν αναπτυχθεί για να εμπλέκουν τα παιδιά σε διαδραστικές εργασίες που αξιολογούν τις κοινωνικές και επικοινωνιακές τους δεξιότητες (Dehkordi et al., 2015). Αυτά τα ρομπότ παρέχουν έναν τυποποιημένο και συναρπαστικό τρόπο αξιολόγησης των παιδιών, καθιστώντας τη διαγνωστική διαδικασία πιο προσιτή και λιγότερο αγχωτική για τους νέους. Ακόμα, οι ρομποτικές παρεμβάσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων, προσφέροντας συνεπείς και επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις που βοηθούν τα παιδιά με ΔΑΦ να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις ικανότητές τους (Warren et al., 2015).

Οι τεχνολογίες τηλεϊατρικής και απομακρυσμένης παρακολούθησης έχουν μεταμορφώσει το τοπίο της διάγνωσης και της παρέμβασης της ΔΑΦ, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. Οι πλατφόρμες τηλεϊατρικής επιτρέπουν στους κλινικούς υγείας να πραγματοποιούν αξιολογήσεις και να παρέχουν παρεμβάσεις εξ αποστάσεως, κάτι που είναι ιδιαίτερα επωφελές για οικογένειες σε αγροτικές ή υποεξυπηρετούμενες περιοχές (Dal Pai et al., 2022). Τα εργαλεία απομακρυσμένης παρακολούθησης, όπως οι κινητές εφαρμογές υγείας και οι φορητές συσκευές, επιτρέπουν τη συνεχή συλλογή δεδομένων σε νατουραλιστικές ρυθμίσεις, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφοράς και της ανάπτυξης ενός ατόμου. Αυτές οι τεχνολογίες

αυξάνουν την πρόσβαση σε διαγνωστικές υπηρεσίες και υποστηρίζουν τις προσπάθειες έγκαιρης παρέμβασης (Washington et al., 2017).

Εκτός από αυτά τα τεχνολογικά εργαλεία, τα ηλεκτρονικά και αυτοματοποιημένα συστήματα έχουν βελτιώσει τη διαγνωστική διαδικασία. Για παράδειγμα, το Automated Social Skills Trainer είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί ΑΙ για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων μέσω διαδραστικών ασκήσεων. Τέτοιου είδους συστήματα μπορούν να παρέχουν λεπτομερή ανατροφοδότηση και να προσαρμόσουν την εκπαίδευση με βάση την πρόοδο του ατόμου, προσφέροντας μια εξατομικευμένη προσέγγιση στην παρέμβαση. Χάρη στα αυτοματοποιημένα συστήματα, οι κλινικοί μπορούν να εξυπηρετήσουν μεγαλύτερο αριθμό ασθενών πιο αποτελεσματικά, καθώς μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται από την προσωπική τους παρουσία (Tanaka et al., 2015).

Παρά αυτές τις εξελίξεις, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις όσον αφορά την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διαγνωστική διαδικασία. Συγκεκριμένα, η διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας αυτών των εργαλείων καθώς και η αντιμετώπιση ηθικών ζητημάτων και το απόρρητο των δεδομένων, αποτελούν κρίσιμα ζητήματα (Briot et al., 2021). Επιπλέον, η άμεση ανάγκη που υπάρχει για συνεχή έρευνα, είναι καθοριστική για την αποτελεσματική προσαρμογή και την επικύρωση αυτών των τεχνολογιών σε διαφορετικούς πληθυσμούς και ρυθμίσεις (Rice et al., 2015). Τέλος, η ανάπτυξη πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων που μπορούν να εφαρμοστούν παγκοσμίως είναι απαραίτητη για την παροχή δίκαιης φροντίδας σε όλα τα άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού (El-Sattar et al., 2022).

Συμπερασματικά, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν ενισχύσει σημαντικά τη διάγνωση της ΔΑΦ, παρέχοντας πιο ακριβείς, αξιόπιστες και μη επεμβατικές μεθόδους για τον εντοπισμό της διαταραχής. Το EEG, το Eye Tracking, τα ψηφιακά παιχνίδια, το VR, η ML, η AI, οι αισθητήρες, η ρομποτική και η τηλεϊατρική έχουν συμβάλει στην πιο ολοκληρωμένη κατανόηση και αξιολόγηση της ΔΑΦ. Αυτές οι εξελίξεις προσφέρουν πολλά υποσχόμενες οδούς για έγκαιρη διάγνωση και εξατομικευμένη παρέμβαση, βελτιώνοντας τα αποτελέσματα για άτομα με ΔΑΦ. Καθώς η έρευνα συνεχίζει να εξελίσσεται, η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στην κλινική πρακτική θα είναι κρίσιμη για την κάλυψη των διαφορετικών αναγκών της κοινότητας του αυτισμού (Shaw, 2021; Briot et al., 2021; Dal Pai et al. 2022).

1.2. Στόχοι

1.2.1 Κύριοι Στόχοι της Πτυχιακής

Οι πρωταρχικοί στόχοι αυτής της πτυχιακής είναι να διερευνήσει και να αξιολογήσει τις διάφορες τεχνολογικές εξελίξεις που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων της ΔΑΦ. Δεδομένης της πολυπλοκότητας και της ποικιλομορφίας της, η ακριβής και έγκαιρη διάγνωση είναι υψίστης σημασίας για την αποτελεσματική παρέμβαση και υποστήριξη. Ακόμα, η

παρούσα πτυχιακή στοχεύει στην καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών σε κλινικά περιβάλλοντα.

Πρώτον, η πτυχιακή επιδιώκει να ανασκοπήσει την τρέχουσα κατάσταση των τεχνολογικών εξελίξεων στη διάγνωση. Τεχνολογίες όπως το EEG, το Eye Tracking, ψηφιακά παιχνίδια και το VR έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα για την παροχή αντικειμενικών και αξιόπιστων μετρήσεων των κοινωνικών ελλειμμάτων. Η παρούσα πτυχιακή έχει ως στόχο στον εντοπισμό των δυνατοτήτων και περιορισμών που παρουσιάζουν οι τεχνολογίες αυτές, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της αποτελεσματικότητας και της εφαρμογής τους (Neo et al., 2023; Minissi et al., 2022; Clairmont et al., 2022).

Δεύτερον, ένας σημαντικός στόχος είναι να αξιολογηθεί η ενσωμάτωση της ML και της AI στη διαγνωστική διαδικασία. Η ML και η AI έχουν τη δυνατότητα να αναλύουν μεγάλα σύνολα δεδομένων και να ανιχνεύουν με μεγάλη ακρίβεια λεπτές διαφορές στα δεδομένα που μπορεί να είναι ενδεικτικά σημάδια της ΔΑΦ. Ακόμα, θα διερευνήσει πώς οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να βελτιώσουν την έγκαιρη διάγνωση και την ακρίβεια των υφιστάμενων διαγνωστικών μεθόδων. Εξετάζοντας περιπτωσιολογικές μελέτες και πρόσφατες έρευνες, η πτυχιακή εργασία θα παρέχει πληροφορίες για τις πρακτικές εφαρμογές και τις μελλοντικές δυνατότητες των εργαλείων που βασίζονται στην AI για τη διάγνωση της ΔΑΦ (Cavus et al., 2021; Jenner et al., 2023; Wei et al., 2023).

Ένας άλλος βασικός στόχος είναι η διερεύνηση της χρήσης τεχνολογιών αισθητήρων και φορητών συσκευών για την παρακολούθηση φυσιολογικών αποκρίσεων που σχετίζονται με τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Οι φορητοί αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν τους καρδιακούς ρυθμούς, την αγωγιμότητα του δέρματος και άλλους φυσιολογικούς δείκτες που παρέχουν πληροφορίες για τις συναισθηματικές αντιδράσεις και τις αντιδράσεις στο στρες ενός ατόμου. Στόχος της πτυχιακής, είναι να αξιολογήσει πώς αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να ενσωματωθούν στην κλινική πράξη για να προσφέρουν σε πραγματικό χρόνο, συνεχή παρακολούθηση των κοινωνικών ελλειμμάτων, ενισχύοντας έτσι την ακρίβεια και την πληρότητα των διαγνώσεων στην ΔΑΦ (Desideri et al., 2021; Dehkordi et al., 2015).

Επιπλέον, αυτή η πτυχιακή στοχεύει να διερευνήσει τον ρόλο των ψηφιακών παιχνιδιών και των περιβαλλόντων VR τόσο στη διάγνωση όσο και στη θεραπεία κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ. Αυτές οι διαδραστικές και ταυτόχρονα ψυχαγωγικές τεχνολογίες, δημιουργούν ελεγχόμενους χώρους που οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μπορούν να μελετηθούν με ακρίβεια. Η πτυχιακή θα εξετάσει πώς αυτά τα εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ελκυστικών και αποτελεσματικών παρεμβάσεων που βελτιώνουν τις δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας. Ακόμα, αξιολογώντας διάφορες ψηφιακές και βασισμένες σε VR παρεμβάσεις, η πτυχιακή θα αναδείξει τις δυνατότητές τους να συμπληρώνουν τις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους και να προσφέρουν νέες θεραπευτικές ευκαιρίες (Minissi et al., 2022; Fletcher-Watson et al., 2016).

Στοχεύει επίσης να εξετάσει τις ηθικές και πρακτικές εκτιμήσεις που σχετίζονται με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών στη διάγνωση. Θα συζητηθούν επίσης θέματα, όπως το απόρρητο δεδομένων, η συναίνεση και η προσβασιμότητα αυτών των τεχνολογιών σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Στόχος της ακόμα, είναι να παρέχει μια ισορροπημένη προοπτική για τα οφέλη και τις προκλήσεις της εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών σε κλινικά περιβάλλοντα, διασφαλίζοντας ότι χρησιμοποιούνται υπεύθυνα και αποτελεσματικά (Briot et al., 2021; Genovese & Butler, 2020).

Επιπλέον, η πτυχιακή θα επικεντρωθεί στη σημασία της έγκαιρης διάγνωσης και παρέμβασης. Σύμφωνα με ερευνητές, η έρευνα έχει δείξει ότι η έγκαιρη αναγνώριση των κοινωνικών ελλειμμάτων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα για τα παιδιά με ΔΑΦ. Με την ανασκόπηση των σύγχρονων εργαλείων και πρακτικών προσυμπτωματικού ελέγχου, η πτυχιακή στοχεύει να εντοπίσει κενά και να προτείνει βελτιώσεις που διευκολύνουν την έγκαιρη διάγνωση. Ο στόχος είναι να τονιστεί ο κρίσιμος ρόλος της έγκαιρης διάγνωσης και της μετέπειτα παρέμβασης, για βελτίωση των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων για τα παιδιά με ΔΑΦ (Gabbay-Dizdar et al., 2022).

Τέλος, η παρούσα πτυχιακή στοχεύει να συμβάλει στην ανάπτυξη πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων. Πιο συγκεκριμένα, οι κοινωνικοί κανόνες και συμπεριφορές ποικίλλουν ευρέως μεταξύ των πολιτισμών και είναι σημαντικό τα διαγνωστικά εργαλεία να είναι προσαρμόσιμα και εφαρμόσιμα σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Θα διερευνηθεί επίσης πώς οι πολιτισμικοί παράγοντες επηρεάζουν την αντίληψη και τη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ και θα προτείνει στρατηγικές για την ανάπτυξη συνεκτικών διαγνωστικών μεθόδων που παρέχουν ισότιμη φροντίδα σε όλα τα παιδιά (El-Sattar et al., 2022).

Συμπερασματικά, οι κύριοι στόχοι είναι η συνολική ανασκόπηση και αξιολόγηση των τεχνολογικών προόδων στη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ, η αξιολόγηση της ολοκλήρωσης της ML και της AI, η διερεύνηση της χρήσης τεχνολογιών αισθητήρων και φορητών συσκευών, η διερεύνηση του ρόλου των ψηφιακών παιχνιδιών και VR αντιμετωπίζουν ηθικά ζητήματα, τονίζουν τη σημασία της έγκαιρης διάγνωσης και συμβάλλουν στην ανάπτυξη πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων. Αυτοί οι στόχοι στοχεύουν στην ενίσχυση της κατανόησης και της εφαρμογής προηγμένων τεχνολογιών στη διάγνωση της ΔΑΦ, βελτιώνοντας τελικά την ακρίβεια, την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα των διαγνωστικών μεθόδων και παρεμβάσεων.

1.2.2 Πεδία και Περιορισμοί της Πτυχιακής Εργασίας

Το αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη εξέταση των τεχνολογικών εξελίξεων και προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στην ΔΑΦ. Περιλαμβάνει μια λεπτομερή ανάλυση διαφόρων προηγμένων τεχνολογιών, όπως το EEG, Eye Tracking, ψηφιακά παιχνίδια, VR, ML και AI. Η πτυχιακή

εργασία στοχεύει να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια και τη δυνατότητα εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών σε κλινικά περιβάλλοντα, εστιάζοντας στον τρόπο με τον οποίο ενισχύουν τη διαγνωστική διαδικασία και βελτιώνουν τα αποτελέσματα της έγκαιρης παρέμβασης (Hosseinzadeh et al., 2021; Fletcher-Watson et al., 2016; Egger et al., 2018).

Αρχικά, ένας σημαντικός τομέας εστίασης στη πτυχιακή εργασία είναι η ενσωμάτωση της ML και της AI στη διάγνωση. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να αναλύουν μεγάλο όγκο δεδομένων και να προσδιορίζουν διακριτικά μοτίβα ενδεικτικά της ΔΑΦ, τα οποία μπορεί να μην είναι ανιχνεύσιμα μέσω παραδοσιακών διαγνωστικών μεθόδων. Διερευνώντας τη χρήση προγνωστικών μοντέλων και εργαλείων που βασίζονται σε AI, η πτυχιακή εργασία στοχεύει να τονίσει τον ρόλο τους στη διευκόλυνση της έγκαιρης διάγνωσης και των εξατομικευμένων παρεμβάσεων, βελτιώνοντας τελικά την ποιότητα ζωής των παιδιών με ΔΑΦ (Song et al., 2019).

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της πτυχιακής εργασίας είναι η εξέταση τεχνολογιών αισθητήρων και φορητών συσκευών. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν σε πραγματικό χρόνο, βιομετρικά δεδομένα, όπως η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού και η αγωγιμότητα του δέρματος, προσφέροντας πληροφορίες για τις συναισθηματικές και στρεσογόνες καταστάσεις του οργανισμού των παιδιών με ΔΑΦ (Dehkordi et al., 2015). Η πτυχιακή εργασία αξιολογεί πώς η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στην κλινική πρακτική μπορεί να βελτιώσει την πληρότητα και την ακρίβεια των διαγνώσεων της ΔΑΦ, παρέχοντας μια πιο ολιστική κατανόηση της διαταραχής (Washington et al., 2017).

Τα ψηφιακά παιχνίδια και τα περιβάλλοντα VR διερευνώνται επίσης για τις δυνατότητές τους στη διάγνωση και τη θεραπεία των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν ελεγχόμενα, καθηλωτικά περιβάλλοντα όπου οι κοινωνικές συμπεριφορές μπορούν να παρατηρηθούν και να μετρηθούν με συνέπεια (Fletcher-Watson et al., 2016). Αξιολογώντας διάφορες ψηφιακές και βασισμένες σε VR παρεμβάσεις, η πτυχιακή εργασία στοχεύει να καταδείξει την αποτελεσματικότητά τους στη βελτίωση των δεξιοτήτων κοινωνικής επικοινωνίας και στη συμπλήρωση των παραδοσιακών διαγνωστικών μεθόδων (Alcañiz et al., 2022).

Ωστόσο, παρά το ευρύ πεδίο αυτής της πτυχιακής εργασίας, πρέπει να αναγνωριστούν αρκετοί περιορισμοί. Ένας πρωταρχικός περιορισμός είναι η μεταβλητότητα στη διαθεσιμότητα και την προσβασιμότητα προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών. Ενώ τεχνολογίες όπως το EEG, το Eye Tracking και το VR προσφέρουν πολλά υποσχόμενες διαγνωστικές δυνατότητες, δεν είναι καθολικά προσβάσιμες λόγω κόστους, υποδομής και απαιτήσεων τεχνογνωσίας. Αυτός ο περιορισμός σημαίνει ότι τα ευρήματα αυτής της πτυχιακής εργασίας μπορεί να μην είναι εφαρμόσιμα σε όλα τα κλινικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με λιγότερους οικονομικούς πόρους (Briot et al., 2021; El-Sattar et al., 2022).

Ένας άλλος περιορισμός είναι η ετερογένεια της ίδιας της ΔΑΦ. Η φύση του φάσματος του αυτισμού σημαίνει ότι τα παιδιά εμφανίζουν ένα ευρύ φάσμα συμπτωμάτων και βαρύτητας, γεγονός που μπορεί να περιπλέξει τη διαγνωστική διαδικασία (Rice et al., 2022). Η πτυχιακή

εργασία αναγνωρίζει ότι ενώ οι προηγμένες τεχνολογίες μπορούν να ενισχύσουν τη διαγνωστική ακρίβεια, πρέπει να προσαρμόζονται στις μοναδικές ανάγκες κάθε ατόμου (Kasari et al., 2012).

Η πτυχιακή εργασία αντιμετωπίζει επίσης περιορισμούς που σχετίζονται με το απόρρητο των δεδομένων και την ηθική. Η χρήση AI, ML και φορητών αισθητήρων περιλαμβάνει τη συλλογή και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων προσωπικών δεδομένων, εγείροντας ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και το απόρρητο των δεδομένων. Η διασφάλιση της ηθικής χρήσης αυτών των τεχνολογιών, η απόκτηση ενημερωμένης συναίνεσης και η προστασία του απορρήτου των δεδομένων των ασθενών είναι κρίσιμες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Η πτυχιακή εργασία υπογραμμίζει τη σημασία της ανάπτυξης ισχυρών πλαισίων προστασίας δεδομένων και ηθικών κατευθυντήριων γραμμών που θα διέπουν τη χρήση προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων στη ΔΑΦ (Briot et al., 2021; Hosseinzadeh et al., 2021).

Επιπλέον, η πτυχιακή εργασία αναγνωρίζει την ανάγκη για πολιτισμική ευαισθησία στην ανάπτυξη και εφαρμογή διαγνωστικών εργαλείων. Οι κοινωνικοί κανόνες και συμπεριφορές ποικίλλουν μεταξύ των πολιτισμών, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την αντίληψη και τη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ (El-Sattar et al., 2022). Από την άλλη πλευρά, τα διαγνωστικά εργαλεία και κριτήρια πρέπει να είναι προσαρμόσιμα σε διαφορετικά πολιτισμικά πλαίσια για να διασφαλίζεται ότι είναι αποτελεσματικά και δίκαια για διαφορετικούς πληθυσμούς (Genovese & Butler, 2020). Ως εκ τούτου, η πτυχιακή εργασία τονίζει τη σημασία της ανάπτυξης πολιτισμικά ευαίσθητων διαγνωστικών μεθόδων που παρέχουν ακριβείς εκτιμήσεις για παιδιά από διάφορα υπόβαθρα (Rice et al., 2015).

Συμπερασματικά, ενώ αυτή η πτυχιακή εργασία καλύπτει ένα ευρύ φάσμα προηγμένων τεχνολογιών και τις εφαρμογές τους στη διάγνωση κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ, περιορίζεται από παράγοντες όπως η προσβασιμότητα, η ετερογένεια της διαταραχής, οι ανησυχίες για το απόρρητο των δεδομένων και η πολιτισμική μεταβλητότητα. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η πτυχιακή εργασία στοχεύει να παράσχει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τις δυνατότητες των προηγμένων τεχνολογιών για τη βελτίωση των διαδικασιών διάγνωσης και παρέμβασης για παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού.

Κεφάλαιο 2^ο: Τεχνολογίες στην Λογοθεραπεία για παιδιά με Αυτισμό

Η χρήση τεχνολογίας στη λογοθεραπευτική πράξη δεν περιορίζεται μόνο στην αναγνώριση και τη διόρθωση προβλημάτων άρθρωσης ή γλώσσας, αλλά επεκτείνεται και στην κατανόηση και υποστήριξη της πραγματολογίας, δηλαδή των κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων. Για παράδειγμα (i) εικονικές προσομοιώσεις και περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας: Μέσα από προσομοιώσεις σε εικονικά περιβάλλοντα, τα παιδιά μπορούν να μάθουν πώς να διαχειρίζονται κοινωνικές καταστάσεις, όπως τη διατήρηση οπτικής επαφής, την κατανόηση των συναισθημάτων των άλλων και την αλλαγή θέματος κατά τη διάρκεια μιας συζήτησης. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν στα παιδιά να εξασκούνται με ασφάλεια σε καταστάσεις που ίσως τους προκαλούν άγχος στον πραγματικό κόσμο, (ii) Eye Tracking τεχνολογία: Με την ανάλυση της κίνησης των ματιών, μπορεί να αξιολογηθεί κατά πόσο το παιδί διατηρεί την οπτική επαφή σε μια συνομιλία ή εστιάζει για παράδειγμα στα πρόσωπα και τις αντιδράσεις των άλλων. Αυτή η τεχνολογία βοηθά στον αντικειμενικό εντοπισμό των δυσκολιών του παιδιού στην αλληλεπίδραση και στην ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών διάγνωσης και παρέμβασης, (iii) λογισμικά κοινωνικής διευκόλυνσης: Εφαρμογές που χρησιμοποιούν αλγόριθμους ΑΙ μπορούν να προσφέρουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο για τις απαντήσεις του παιδιού, ενισχύοντας έτσι την επίγνωση του πότε είναι κατάλληλο να μιλήσει ή να απαντήσει, πώς να ερμηνεύσει τις εκφράσεις προσώπου και πώς να διαχειριστεί την εναλλαγή ρόλων στον διάλογο, και (iv) παιχνίδια προσομοίωσης επικοινωνιακών δεξιοτήτων: Πολλά διαδραστικά παιχνίδια έχουν σχεδιαστεί ώστε να βοηθούν τα παιδιά να εξασκηθούν στις κοινωνικές δεξιότητες, όπως η κατανόηση του χιούμορ, η διαχείριση συγκρούσεων και η σωστή χρήση της γλώσσας σε διαφορετικά κοινωνικά περιβάλλοντα. Τα παιχνίδια μπορούν να λειτουργούν και ως εργαλεία ενδυνάμωσης της πραγματολογικής τους ανάπτυξης, επιτρέποντας στα παιδιά να μαθαίνουν μέσα από το παιχνίδι (Toki, 2013; Zakoroulou et al., 2017; Toki et al., 2018).

Με αυτές τις τεχνολογικές λύσεις, οι λογοθεραπευτές μπορούν να ενισχυθούν τόσο στον τομέα της διάγνωσης όσο και στο να παρακολουθούν την πρόοδο του παιδιού και να τροποποιούν τις παρεμβάσεις τους, ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις πραγματολογικές του ανάγκες.

2.1 Τεχνολογία και ΔΑΦ

Η ιστορία της διάγνωσης των ΔΑΦ έχει εξελιχθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των δεκαετιών, μεταβαίνοντας από στοιχειώδεις τεχνικές παρατήρησης σε εξελιγμένες μεθόδους που βασίζονται στην τεχνολογία. Αρχικά, η διαγνωστική διαδικασία ήταν κυρίως κλινική και παρατηρητική, βασισμένη σε μεγάλο βαθμό στην υποκειμενική κρίση των κλινικών που αξιολόγησαν συμπεριφορές και αναπτυξιακά ορόσημα. Η εισαγωγή τυποποιημένων διαγνωστικών κριτηρίων,

όπως αυτά στο DSM-IV και αργότερα στο DSM-5, σημείωσε σημαντική πρόοδο παρέχοντας μια πιο δομημένη και συνεπή προσέγγιση στη διάγνωση (Rosen et al., 2021).

Αρχικά, η αναγνώριση της ΔΑΦ ήταν περιορισμένη και συχνά συγχέονταν με άλλες αναπτυξιακές διαταραχές. Η θεμελιώδης έρευνα του Leo Kanner το 1943, η οποία περιέγραψε 11 παιδιά με «αυτιστικές διαταραχές της συναισθηματικής επαφής», έθεσε τις βάσεις για την κατανόηση της ΔΑΦ ως μια ξεχωριστή κλινική οντότητα. Βελτιώθηκε περαιτέρω από το έργο του Hans Asperger το 1944, το οποίο εντόπισε μια ηπιότερη μορφή αυτισμού, γνωστή ως σύνδρομο Asperger. Παρά αυτές τις πρώιμες προσπάθειες, μόλις στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα τα διαγνωστικά κριτήρια άρχισαν να παγιώνονται, οδηγώντας σε πιο αξιόπιστη αναγνώριση της ΔΑΦ (Rosen et al., 2021).

Η στροφή από το DSM-IV στο DSM-5 το 2013 ήταν μια κομβική στιγμή στην ιστορία της διάγνωσης της ΔΑΦ. Το DSM-5 επαναπροσδιόρισε τα διαγνωστικά κριτήρια, δίνοντας έμφαση στη φύση του φάσματος του αυτισμού και ενοποιώντας προηγουμένως ξεχωριστές διαγνώσεις όπως το σύνδρομο Asperger και το PDD-NOS (Pervasive Developmental Disorder-Not Otherwise Specified) σε μια ενιαία κατηγορία. Αυτή η αλλαγή είχε ως στόχο τη βελτίωση της διαγνωστικής ακρίβειας και την αντανάκλαση των διαφορετικών παρουσιάσεων της ΔΑΦ. Τα νέα κριτήρια περιελάμβαναν ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία και την παρουσία περιορισμένων, επαναλαμβανόμενων συμπεριφορών, παρέχοντας έτσι ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διάγνωση (Rice et al., 2022).

Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών στη διάγνωση έχει μεταμορφώσει σημαντικά το πεδίο, παρέχοντας πιο αντικειμενικά, ακριβή και επεκτάσιμα εργαλεία αξιολόγησης. Αυτές οι τεχνολογίες συμπληρώνουν τις παραδοσιακές μεθόδους και ενισχύουν την ικανότητα ανίχνευσης και κατανόησης κοινωνικών ελλειμμάτων σε άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού (Kohli et al., 2022).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στη μετατροπή της διάγνωσης της ΔΑΦ. Η έλευση των τεχνολογιών αισθητήρων, όπως το EEG και το Eye Tracking, έχει παράσχει αντικειμενικά δεδομένα που συμπληρώνουν τις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στους κλινικούς να παρατηρούν και να μετρούν άτυπα νευρωνικά μοτίβα και συμπεριφορικά μοτίβα που σχετίζονται με τη ΔΑΦ, προσφέροντας μια πιο λεπτή κατανόηση της διαταραχής. Η τεχνολογία Eye Tracking για παράδειγμα, έχει χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό διαφορών στα μοτίβα βλέμματος, τα οποία είναι ενδεικτικά των ελλειμμάτων κοινωνικής επικοινωνίας σε παιδιά με ΔΑΦ (Kou et al., 2019; Sun et al., 2023).

Η ενσωμάτωση ψηφιακών παιχνιδιών και περιβαλλόντων VR σε διαγνωστικές πρακτικές έχει ανοίξει νέους δρόμους για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων κοινωνικής επικοινωνίας. Τα συγκεκριμένα εργαλεία, παρέχουν ελεγχόμενες ρυθμίσεις όπου οι απαντήσεις των παιδιών στα κοινωνικά ερεθίσματα μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια. Τα περιβάλλοντα VR, ειδικότερα, επιτρέπουν τη δημιουργία συναρπαστικών σεναρίων που μιμούνται τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τις κοινωνικές

συμπεριφορές ατόμων που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού. Από την άλλη, τα ψηφιακά παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση της αναγνώρισης συναισθημάτων και των κοινωνικών δεξιοτήτων, έχουν επίσης αποδειχθεί χρήσιμα εργαλεία τόσο για την αξιολόγηση όσο και στην παρέμβαση, υπογραμμίζοντας τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών τους να ενισχύσουν τις διαγνωστικές διαδικασίες (Alcañiz et al., 2022; Almeida et al., 2019, Toki et al., 2024a).

Η ML και η AI αντιπροσωπεύουν την πρώτη γραμμή των σύγχρονων διαγνωστικών τεχνικών. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν την δυνατότητα να αναλύουν μεγάλα σύνολα δεδομένων για να εντοπίσουν μοτίβα που μπορεί να μην είναι εμφανή μέσω των παραδοσιακών μεθόδων. Οι αλγόριθμοι ML μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να αναγνωρίζουν λεπτές ενδείξεις στη συμπεριφορά και τις φυσιολογικές αποκρίσεις, βελτιώνοντας την ακρίβεια και την έγκαιρη ανίχνευση της ΔΑΦ. Τα εργαλεία που βασίζονται σε AI, όπως οι αυτοματοποιημένοι εκπαιδευτές κοινωνικών δεξιοτήτων, παρέχουν εξατομικευμένες στρατηγικές παρέμβασης που προσαρμόζονται στην πρόοδο του ατόμου, ενισχύοντας έτσι την αποτελεσματικότητα των σχεδίων θεραπείας (Hosseinzadeh et al., 2021; Song et al., 2019).

Οι αξιολογήσεις συμπεριφοράς παραμένουν από τα πιο βασικά στοιχεία της διάγνωσης της διαταραχής, με εργαλεία όπως το ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) και το SCQ (Social Communication Questionnaire) να χρησιμοποιούνται ευρέως. Αυτές οι αξιολογήσεις παρέχουν δομημένους τρόπους για την παρατήρηση των αλληλεπιδράσεων και τον εντοπισμό συμπεριφορών χαρακτηριστικών της ΔΑΦ. Ωστόσο, η προσθήκη προηγμένων τεχνολογιών, όπως τα εργαλεία παρατήρησης που βασίζονται σε βίντεο και η ανάλυση με τη βοήθεια υπολογιστή, έχει βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια και την αξιοπιστία αυτών των αξιολογήσεων. Η ανάλυση αλληλεπίδρασης, η οποία περιλαμβάνει λεπτομερή παρατήρηση και ανάλυση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, συχνά χρησιμοποιώντας αρχεία βίντεο, επιτρέπει στους κλινικούς να εξετάσουν πώς τα παιδιά με ΔΑΦ ανταποκρίνονται στα κοινωνικά σημάδια και να διαχειρίζονται τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Shaw, 2021; Garcia-Garcia et al., 2022).

Τα ελλείμματα λόγου και γλώσσας είναι επίσης σημαντικοί τομείς αξιολόγησης στη διάγνωση. Εργαλεία όπως το CELF (Clinical Evaluation of Language Fundamentals) και το PPVT (Peabody Picture Vocabulary Test) αξιολογούν διάφορες πτυχές της γλωσσικής ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένων των εκφραστικών και δεκτικών γλωσσικών δεξιοτήτων. Οι προηγμένες τεχνολογίες, όπως η αυτοματοποιημένη ανάλυση ομιλίας και τα εργαλεία επεξεργασίας γλώσσας, παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες για τα πρότυπα ομιλίας και τις γλωσσικές ικανότητες, προσφέροντας μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των επικοινωνιακών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα άτομα στο φάσμα του αυτισμού (Calder et al., 2023).

Η ενσωμάτωση αυτών των προηγμένων τεχνολογιών στις διαγνωστικές πρακτικές αντανάκλα μια ευρύτερη τάση προς την εξατομικευμένη ιατρική, όπου οι παρεμβάσεις προσαρμόζονται στις συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις του ατόμου. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες όπως φορητές συσκευές, κινητές εφαρμογές υγείας και συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης

αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον της διάγνωσης και θεραπείας της ΔΑΦ. Αυτά τα εργαλεία προσφέρουν τη δυνατότητα για συνεχή παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, τα οποία μπορεί να ενισχύσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών παρέμβασης (Genovese & Butler, 2020; Hosseinzadeh et al., 2021; Toki et al., 2023a, 2023b, 2024a).

Συνολικά, το ιστορικό της διάγνωσης της ΔΑΦ χαρακτηρίζεται από σημαντικές εξελίξεις που έχουν βελτιώσει την κατανόησή μας και την ταυτοποίηση της διαταραχής. Από τις πρώιμες τεχνικές παρατήρησης έως την ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής, το πεδίο έχει εξελιχθεί για να παρέχει πιο ακριβείς και ολοκληρωμένες διαγνωστικές διαδικασίες. Αυτές οι εξελίξεις όχι μόνο ενισχύουν την ικανότητα διάγνωσης της ΔΑΦ αλλά και ανοίγουν το δρόμο για πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις που μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα ζωής των ατόμων με αυτισμό. Τέλος, οι συνεχείς εξελίξεις στο τομέα της τεχνολογίας προσφέρουν σημαντικές προοπτικές για την βελτίωση των διαγνωστικών διαδικασιών για τη ΔΑΦ, ανοίγοντας το δρόμο για πιο ακριβείς και εξατομικευμένες διαγνώσεις (Hosseinzadeh et al., 2021; Toki et al., 2023a, 2023b, 2024a).

2.2 Παραδοσιακές Προσεγγίσεις στη Διάγνωση ΔΑΦ

Οι παραδοσιακές μέθοδοι για τη διάγνωση ήταν ζωτικής σημασίας για τον εντοπισμό και την κατανόηση της διαταραχής, ιδιαίτερα πριν από την εισαγωγή προηγμένων τεχνολογιών. Ένα από τα πιο ευρέως αναγνωρισμένα διαγνωστικά εργαλεία είναι το ADOS, ένα εργαλείο δομημένης παρατήρησης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, της επικοινωνίας και των συμπεριφορών που σχετίζονται με τον αυτισμό (Lebersfeld et al., 2021). Το ADOS περιλαμβάνει μια σειρά εργασιών που επιτρέπουν στους κλινικούς να παρατηρούν συμπεριφορές που είναι ενδεικτικές της ΔΑΦ. Παρά την αποτελεσματικότητά του, η διάγνωση μπορεί να μην είναι τόσο αποτελεσματική καθώς βασίζεται μόνο στην ερμηνεία των κλινικών. Μελέτες έχουν τονίσει τη σημασία της τυποποίησης και της εκπαίδευσης των κλινικών για τη βελτίωση της αξιοπιστίας των αξιολογήσεων ADOS. Αυτό το εργαλείο έχει γίνει πρότυπο σε κλινικά περιβάλλοντα, αλλά απαιτεί έμπειρους κλινικούς να διασφαλίζουν τη διαγνωστική ακρίβεια (Barbarese et al., 2022).

Το ADI-R (Autism Diagnostic Interview-Revised) είναι ένα άλλο βασικό εργαλείο που συμπληρώνει το ADOS. Το ADI-R είναι μια δομημένη συνέντευξη που διεξάγεται με τους γονείς ή τους φροντιστές του ατόμου που αξιολογείται. Επικεντρώνεται στην αναπτυξιακή ιστορία, ιδιαίτερα σε σχέση με τις πρώιμες κοινωνικές συμπεριφορές, την επικοινωνία και τις επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές. Ενώ το ADI-R παρέχει ένα ολοκληρωμένο αναπτυξιακό ιστορικό, εξαρτάται από την ανάκληση των γονέων και μπορεί να περιοριστεί από την ικανότητα των φροντιστών να θυμούνται και να περιγράφουν με ακρίβεια τις συμπεριφορές της πρώιμης

παιδικής ηλικίας. Αυτή η εξάρτηση από υποκειμενικούς λογαριασμούς, αν και πολύτιμη, μπορεί να οδηγήσει σε μεταβλητότητα στη διαγνωστική διαδικασία. Επιπλέον, ο συνδυασμός τόσο του ADOS όσο και του ADI-R μπορεί να ενισχύσει τη διάγνωση, καθώς το ADI-R παρέχει ιστορικό πλαίσιο ενώ το ADOS προσφέρει αξιολόγηση συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο (Lebersfeld et al., 2021; Rice et al., 2022).

Το DSM-5 διαδραματίζει θεμελιώδη ρόλο στη διάγνωση. Παρέχει σαφή διαγνωστικά κριτήρια, εστιάζοντας στα ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία και στην παρουσία περιοριστικών και επαναλαμβανόμενων συμπεριφορών (Rice et al., 2022). Ενώ το DSM-5 είναι απαραίτητο για την παροχή ενός τυποποιημένου πλαισίου, έχει επικριθεί ότι είναι κάπως ευρύ, που ενδεχομένως να λείπουν πιο λεπτές μορφές αυτισμού στα μικρότερα παιδιά. Οι κλινικοί πρέπει να ερμηνεύουν συμπεριφορές και αναπτυξιακά ορόσημα σε σχέση με αυτά τα κριτήρια, τα οποία μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με την εμπειρία του κλινικού ιατρού και την ατομική παρουσίαση των συμπτωμάτων. Επιπλέον, λόγω της ποικιλομορφίας που εμφανίζει η ΔΑΦ, η διάγνωση μπορεί να μην είναι τόσο εύκολη στα παιδιά με ηπιότερα συμπτώματα, καθυστερώντας έτσι την διάγνωση και την παροχή υποστήριξης (Wieckowski et al., 2023).

Η παρατήρηση της συμπεριφοράς παραμένει μια παραδοσιακή και θεμελιώδης προσέγγιση στη διάγνωση. Οι κλινικοί παρατηρούν τις φυσικές συμπεριφορές ενός παιδιού σε δομημένα και μη δομημένα περιβάλλοντα για να αξιολογήσουν την κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και τα πρότυπα συμπεριφοράς. Αυτές οι παρατηρήσεις είναι ζωτικής σημασίας για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της ΔΑΦ, αλλά η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπειρία του κλινικού. Η μεταβλητότητα στην κλινική κρίση μπορεί να επηρεάσει τη διαγνωστική συνέπεια και οι συμπεριφορές μπορεί να μην εκδηλώνονται πάντα καθαρά κατά τη διάρκεια της περιόδου παρατήρησης, ιδιαίτερα σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα όπου τα παιδιά μπορεί να μην συμπεριφέρονται όπως θα έκαναν στο φυσικό τους περιβάλλον (Barbaresi et al., 2022).

Εργαλεία προσυμπτωματικού ελέγχου, όπως το M-CHAT (Modified Checklist for Autism in Toddlers), χρησιμοποιούνται συχνά από παιδίατρους και εκπαιδευτικούς πρώιμης παιδικής ηλικίας για να επισημάνουν πιθανές αναπτυξιακές ανησυχίες πριν από την επίσημη διάγνωση. Το M-CHAT χρησιμοποιείται ευρέως για πρώιμο προσυμπτωματικό έλεγχο, ειδικά σε παιδιά ηλικίας κάτω των τριών ετών, βοηθώντας στον εντοπισμό της ΔΑΦ (Wieckowski et al., 2023). Ωστόσο, όπως και άλλα παραδοσιακά εργαλεία, το M-CHAT χρησιμεύει ως προκαταρκτικός έλεγχος και δεν έχει σχεδιαστεί για να παρέχει οριστική διάγνωση. Η ευαισθησία και η ειδικότητα του M-CHAT έχουν αποτελέσει το επίκεντρο πολυάριθμων μελετών, με έρευνες να υποδεικνύουν ότι ενώ είναι αποτελεσματικό για την έγκαιρη αναγνώριση, μπορεί να παράγει ψευδώς θετικά αποτελέσματα, απαιτώντας περαιτέρω αξιολόγηση μέσω ολοκληρωμένων διαγνωστικών αξιολογήσεων (Barbaresi et al., 2022).

Συμπερασματικά, ενώ οι παραδοσιακές μέθοδοι για τη διάγνωση ήταν καθοριστικής σημασίας για τον εντοπισμό της διαταραχής, δεν είναι χωρίς περιορισμούς. Εργαλεία όπως το ADOS, το ADI-

R και το M-CHAT έχουν συμβάλει σημαντικά στη διαγνωστική διαδικασία, ωστόσο η εξάρτησή τους από την ανθρώπινη ερμηνεία εισάγει τη δυνατότητα για μεταβλητότητα. Επιπλέον, τα γενικά κριτήρια που περιγράφονται στο DSM-5 ενδέχεται να μην καταγράφουν όλες τις εκδηλώσεις της ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε μικρότερα παιδιά ή σε αυτά με λιγότερο σοβαρά συμπτώματα. Καθώς το πεδίο συνεχίζει να εξελίσσεται, αυτές οι παραδοσιακές προσεγγίσεις συμπληρώνονται όλο και περισσότερο από τεχνολογικές καινοτομίες που στοχεύουν να παρέχουν πιο αντικειμενικές και ακριβείς αξιολογήσεις.

2.3 Αναδυόμενες τεχνολογίες στη διάγνωση ΔΑΦ

Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών στη διάγνωση και διαχείριση της ΔΑΦ έχει εξελιχθεί σημαντικά, ιδιαίτερα στους τομείς των σοβαρών παιχνιδιών, των έξυπνων συστημάτων ομιλίας και της βαθιάς μάθησης (Deep Learning). Αυτές οι τεχνολογίες στοχεύουν στην αντιμετώπιση των διαγνωστικών προκλήσεων παρέχοντας καινοτόμες, διαδραστικές και βασισμένες σε δεδομένα μεθόδους για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των κοινωνικών ελλειμμάτων που συνήθως συνδέονται με τη ΔΑΦ.

2.3.1 Σοβαρά παιχνίδια

Τα σοβαρά παιχνίδια είναι διαδραστικά εργαλεία βασισμένα σε παιχνίδια που δεν έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για ψυχαγωγία αλλά για εκπαιδευτικούς, διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς. Αυτά τα παιχνίδια προσομοιώνουν συχνά σενάρια πραγματικής ζωής όπου τα παιδιά μπορούν να ασκήσουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Στο πλαίσιο της ΔΑΦ, τα σοβαρά παιχνίδια έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά καθώς μέσα από το παιχνίδι έχουν την ικανότητα να αξιολογούν τις βασικές κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες των παιδιών. Καθώς αλληλεπιδρούν με το παιχνίδι, ειδικά σχεδιασμένοι αισθητήρες και λογισμικά καταγράφουν τις αντιδράσεις και συμπεριφορές τους, τις αναλύουν, προσφέροντας ακριβείς πληροφορίες για τυχόν συμπεριφορικές αποκλίσεις που σχετίζονται με τη ΔΑΦ, ενισχύοντας τη διαγνωστική διαδικασία με αντικειμενικότητα και μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι, μπορούν να εντοπίσουν συμπτώματα που ίσως δεν είναι τόσο εμφανή στην παραδοσιακή κλινική αξιολόγηση. Αυτή η μέθοδος προσφέρει έναν μη απειλητικό και ελκυστικό τρόπο για τα παιδιά να προσπαθούν να βελτιώσουν τα κοινωνικά τους ελλείμματα αλλά και να συλλεχθούν σημαντικά στοιχεία χωρίς την πίεση των αλληλεπιδράσεων στον πραγματικό κόσμο. (Millar L et al., 2019).

Έρευνες δείχνουν ότι τα σοβαρά παιχνίδια μπορούν να συμβάλλουν τόσο στη διάγνωση όσο και στην παρέμβαση της ΔΑΦ. Συγκεκριμένα, βοηθούν στην αναγνώριση των κοινωνικών ελλειμμάτων μέσω αξιολόγησης δεξιοτήτων, όπως η κατανόηση εκφράσεων προσώπου και

κοινωνικών σημάτων, ενώ παράλληλα υποστηρίζουν τη βελτίωση αυτών των δεξιοτήτων, όπως της οπτικής επαφής, προωθώντας την κοινωνική ενσωμάτωση των παιδιών. Για παράδειγμα, Τα σοβαρά παιχνίδια μπορούν να λειτουργήσουν ως εργαλεία διάγνωσης, προσομοιώνοντας περιβάλλοντα όπως ένα σχολείο όπου το παιδί καλείται να συμμετέχει σε συζητήσεις, να διατηρεί οπτική επαφή και να ανταποκρίνεται σε συναισθηματικές εκφράσεις. Το παιχνίδι παρακολουθεί και αναλύει αυτές τις δεξιότητες, παρέχοντας στους κλινικούς και εκπαιδευτικούς πολύτιμα δεδομένα για τις κοινωνικές δυσκολίες που αντιμετωπίζει, με στόχο την ακριβέστερη ανίχνευση αναγκών τους για την μετέπειτα παρέμβαση που απαιτείται. Οι δυνατότητες των σοβαρών παιχνιδιών εκτείνονται πέρα από τη διάγνωση, καθώς μπορούν να αποτελούν μέρος μακροπρόθεσμων σχεδίων θεραπείας, προάγοντας τη συνεχή κοινωνική μάθηση και βελτίωση (Jaramillo-Alcázar et al., 2022).

2.3.2 Μηχανική Μάθηση και Τεχνητή Νοημοσύνη

Η ML και η AI μεταμορφώνουν τη διάγνωση επιτρέποντας την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων για τον εντοπισμό προτύπων και προγνωστικών παραγόντων της ΔΑΦ. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να αναλύσουν πολύπλοκα δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων γενετικών πληροφοριών, δεδομένων νευροαπεικόνισης και αξιολογήσεων συμπεριφοράς, για να εντοπίσουν βιοδείκτες και πρότυπα συμπεριφοράς που σχετίζονται με τη ΔΑΦ. Βάση των δεδομένων αυτών οι αλγόριθμοι ML, που είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα πεδία της AI, μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να αναγνωρίζουν λεπτές διαφορές στη συμπεριφορά και τις φυσιολογικές αποκρίσεις που μπορεί να μην είναι εμφανείς μέσω των παραδοσιακών διαγνωστικών μεθόδων (Song et al., 2019).

Για παράδειγμα, τα εργαλεία που βασίζονται σε AI μπορούν να αναλύσουν αρχεία βίντεο της συμπεριφοράς των παιδιών για να ανιχνεύσουν σημάδια ΔΑΦ, όπως μειωμένη κοινωνική αλληλεπίδραση, επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και άτυπες κινήσεις. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να παρέχουν συνεχή παρακολούθηση και ανάλυση, προσφέροντας μια λεπτομερή και αντικειμενική αξιολόγηση της συμπεριφοράς ενός ατόμου με την πάροδο του χρόνου. Αντίστοιχα, η χρήση της AI σε αυτό το πλαίσιο επιτρέπει την ανίχνευση προτύπων που μπορεί να παραλείψουν οι ανθρώπινοι παρατηρητές, οδηγώντας σε προγενέστερες και πιο ακριβείς διαγνώσεις (Hosseinzadeh et al., 2021; Song et al., 2019).

Η AI διευκολύνει επίσης την ανάπτυξη εξατομικευμένων διαγνωστικών εργαλείων, επιτρέποντας τον εντοπισμό συγκεκριμένων υποτύπων και διαγνωστικών προτύπων (Toki et al., 2024a). Αναλύοντας μεγάλα σύνολα δεδομένων, όπως συμπεριφορικά μοτίβα και φυσιολογικές αποκρίσεις, η AI εντοπίζει χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα προφίλ των παιδιών με ΔΑΦ (Toki et al., 2024; Toki et al., 2023). Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση διασφαλίζει ότι οι διαγνωστικές διαδικασίες είναι πιο ακριβείς και προσαρμοσμένες στις μοναδικές ανάγκες του

κάθε άτομο, εντοπίζοντας μικρές διαφοροποιήσεις και εξασφαλίζοντας μια αποτελεσματική παρέμβαση (Genovese & Butler, 2020).

2.3.3 Deep Learning στη Διάγνωση ΔΑΦ

Το Deep Learning, είναι ένα υποσύνολο της AI, το οποίο έχει γίνει ένα ισχυρό εργαλείο για την έγκαιρη ανίχνευση της ΔΑΦ. Αυτή η τεχνολογία είναι ικανή να αναλύει μεγάλο όγκο δεδομένων νευροαπεικόνισης, παρατηρήσεις συμπεριφοράς και γενετικές πληροφορίες για να εντοπίσει μοτίβα που μπορεί να είναι ενδεικτικά της ΔΑΦ. Οι αλγόριθμοι Deep Learning έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στη διάγνωση παρέχοντας ταχύτερες, πιο ακριβείς αξιολογήσεις που υπερβαίνουν τις παραδοσιακές μεθόδους (Tang et al., 2020).

Τα τελευταία χρόνια, μοντέλα Deep Learning έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές, όπως απεικόνιση εγκεφάλου (EEG, MRI) και αξιολογήσεις συμπεριφοράς, για τον εντοπισμό μοναδικών δεικτών που σχετίζονται με τη ΔΑΦ. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να επεξεργαστούν πολύπλοκα σύνολα δεδομένων και να ανιχνεύσουν λεπτές διαφορές που μπορεί να μην είναι εύκολα αναγνωρίσιμες από τους κλινικούς. Για παράδειγμα, ορισμένοι δείκτες απεικόνισης εγκεφάλου που σχετίζονται με διαφορές στη συνδεσιμότητα και τον όγκο σε περιοχές του εγκεφάλου, οι οποίες είναι υπεύθυνες για κοινωνικές και επικοινωνιακές λειτουργίες, έχουν βρεθεί να συνδέονται με διαγνώσεις ΔΑΦ. Τα μοντέλα Deep Learning μπορούν να αναλύσουν αποτελεσματικά αυτά τα σύνολα δεδομένων, παρέχοντας μια πιο λεπτομερή κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες συμβάλλουν στην ΔΑΦ (Khodatars et al., 2021).

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του Deep Learning είναι η ικανότητά της να βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου. Καθώς συλλέγονται και αναλύονται περισσότερα δεδομένα, οι αλγόριθμοι γίνονται πιο ακριβείς, βελτιώνοντας τη διαγνωστική διαδικασία και μειώνοντας την πιθανότητα ψευδώς θετικών ή αρνητικών αποτελεσμάτων. Αυτό καθιστά το Deep Learning ένα ανεκτίμητο εργαλείο όχι μόνο για τη διάγνωση αλλά και για την παρακολούθηση της προόδου των παιδιών με ΔΑΦ με την πάροδο του χρόνου, επιτρέποντας στους κλινικούς να προσαρμόζουν τα σχέδια θεραπείας με βάση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Tang et al., 2020).

Συμπερασματικά, τα σοβαρά παιχνίδια, όπως το Smart Speech και οι αλγόριθμοι Deep Learning αντιπροσωπεύουν μερικές από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογικές εξελίξεις στη διάγνωση. Αυτά τα εργαλεία όχι μόνο βελτιώνουν τη διαγνωστική ακρίβεια, αλλά προσφέρουν επίσης μια πιο εξατομικευμένη προσέγγιση για την κατανόηση και τη διαχείριση των κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ. Με την ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στην κλινική πρακτική, οι κλινικοί μπορούν να παρέχουν πιο αποτελεσματικές, ελκυστικές και προσβάσιμες παρεμβάσεις, βελτιώνοντας τελικά την ποιότητα ζωής των παιδιών. Καθώς αυτές οι τεχνολογίες συνεχίζουν να εξελίσσονται, οι δυνατότητές τους να αλλάξουν το τρόπο της διάγνωσης και της θεραπείας της ΔΑΦ θα ενισχυθούν, προσφέροντας νέες δυνατότητες για έρευνα και πρακτική εφαρμογή στην κλινική ιατρική (Toki et al., 2024a, 2023c).

2.3.4 Τεχνολογίες Αισθητήρων

Οι τεχνολογίες αισθητήρων, όπως το EEG και το Eye Tracking, έχουν καταστεί ζωτικής σημασίας για τη διάγνωση. Το EEG μετρά την ηλεκτρική δραστηριότητα στον εγκέφαλο και μπορεί να αναγνωρίσει άτυπα μοτίβα εγκεφαλικών κυμάτων που σχετίζονται με την ΔΑΦ. Ακόμα, μελέτες έχουν δείξει ότι τα παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού εμφανίζουν διακριτές νευρικές αποκρίσεις σε κοινωνικά ερεθίσματα, τα οποία μπορούν να ανιχνευθούν νωρίς μέσω του EEG. Αυτή η τεχνολογία παρέχει μια μη επεμβατική και αντικειμενική μέθοδο αξιολόγησης της εγκεφαλικής λειτουργίας που σχετίζεται με ελλείμματα κοινωνικής επικοινωνίας. Για παράδειγμα, το EEG έχει χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό διαφορών στα πρότυπα νευρικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, βοηθώντας στον εντοπισμό περιοχών όπου τα παιδιά με ΔΑΦ μπορεί να δυσκολεύονται (Briot et al., 2021; Sun et al., 2023).

Η τεχνολογία Eye Tracking συλλέγει δεδομένα σχετικά με το σημείο και την διάρκεια της οπτικής εστίασης του βλέμματος των παιδιών, αποκαλύπτοντας άτυπα μοτίβα βλέμματος που μπορεί να συνδέονται με την ΔΑΦ. Επιπλέον, τα παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού συχνά παρουσιάζουν μειωμένη οπτική επαφή και δυσκολία στο να ακολουθήσουν κοινωνικές ενδείξεις, και ενδεικτικές προκλήσεις κοινωνικής επικοινωνίας. Σε συνέπεια αυτού, το Eye Tracking προσφέρει έναν αξιόπιστο και μη επεμβατικό τρόπο υποστήριξης της διάγνωσης του αυτισμού, ειδικά σε μικρά παιδιά που μπορεί να δυσκολεύονται να εκφράσουν τις εμπειρίες τους. Ακόμα, αυτή η τεχνολογία βοηθά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά στο φάσμα του αυτισμού αντιλαμβάνονται και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, παρέχοντας κρίσιμες γνώσεις για τις δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας τους (Kou et al., 2019; Briot et al., 2021; Toki et al., 2023a).

Οι φορητοί αισθητήρες παρέχουν σημαντικά δεδομένα για την διάγνωση της διαταραχής. Αυτές οι συσκευές παρακολουθούν φυσιολογικές αποκρίσεις όπως η μεταβλητότητα του καρδιακού παλμού και η εφίδρωση του δέρματος, που μπορεί να συνδεθούν με συναισθηματική και κοινωνική επεξεργασία. Ακόμα, οι φορητοί αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν αυξημένες αντιδράσεις άγχους ή στρες σε κοινωνικές καταστάσεις, συνηθισμένες σε παιδιά με ΔΑΦ, παρέχοντας πρόσθετα δεδομένα για υποστήριξη της διάγνωσης. Συνδυάζοντας φυσιολογικούς δείκτες με παρατηρήσεις συμπεριφοράς, οι κλινικοί μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση της κατάστασης ενός ατόμου, οδηγώντας σε πιο ακριβείς διαγνώσεις και προσαρμοσμένες παρεμβάσεις (Mohammed et al., 2023; Toki et al., 2023b).

2.3.5 Συνδυασμός Τεχνολογιών - Το παράδειγμα του συστήματος SmartSpeech

Το SmartSpeech είναι μια άλλη ερευνητική δράση, που χρησιμοποίησε κινητή τεχνολογία (tablets) και αισθητήρες και σοβαρό παιχνίδι (serious games) προσφέροντας μια νέα προσέγγιση στη διάγνωση αναπτυξιακών διαταραχών λόγου και ομιλίας σε παιδιά με ΔΑΦ. Το σύστημα

χρησιμοποιεί προηγμένους αλγόριθμους και τεχνικές ML για την ανάλυση των μοτίβων ομιλίας, των δεδομένων από το Eye Tracking, τους καρδιακούς παλμούς και το σοβαρό παιχνίδι για τον εντοπισμό πιθανών δυσκολιών επικοινωνίας και την δημιουργία του επικοινωνιακού προφίλ του παιδιού και αυτοματοποιημένα αποτελέσματα (Toki et al., 2024a). Για τα παιδιά με ΔΑΦ, που συχνά δυσκολεύονται με τη λεκτική επικοινωνία, το SmartSpeech μπορεί να παρέχει έναν αντικειμενικό και κλιμακωτό τρόπο αξιολόγησης της ανάπτυξης του λόγου και εντοπισμού συγκεκριμένων δεξιοτήτων λόγου που χρειάζονται ενίσχυση (Toki et al., 2021).

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του SmartSpeech είναι η ικανότητά του να λειτουργεί και σε κινητές πλατφόρμες, καθιστώντας τα προσβάσιμα για ένα ευρύ φάσμα κλινικών και οικιακών ρυθμίσεων. Αυτά τα συστήματα μπορούν να αναλύσουν διάφορες πτυχές της ομιλίας, συμπεριλαμβανομένου του τόνου, της συχνότητας και του ρυθμού, που είναι συχνά τομείς δυσκολίας για παιδιά με ΔΑΦ. Συλλέγοντας και αναλύοντας μεγάλα σύνολα δεδομένων, τα έξυπνα συστήματα ομιλίας παρέχουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σε κλινικούς και φροντιστές, βοηθώντας τους να κατανοήσουν καλύτερα τις επικοινωνιακές προκλήσεις του παιδιού και να αναπτύξουν στοχευμένα σχέδια παρέμβασης (Toki et al., 2024c).

Τα έξυπνα συστήματα που βασίζονται σε παιχνίδια, ειδικότερα, έχει αποδειχθεί ότι εντοπίζουν με επιτυχία διαταραχές ομιλίας σε μικρά παιδιά (Toki et al., 2024d). Αυτά τα συστήματα όχι μόνο προσφέρουν διαγνωστικές δυνατότητες αλλά παρέχουν επίσης διαδραστικές ασκήσεις που ενθαρρύνουν τα παιδιά να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις δεξιότητες ομιλίας τους μέσω συναρπαστικών σεναρίων που μοιάζουν με παιχνίδια (Toki et al., 2021). Η ενσωμάτωση του Smart Speech σε ψηφιακές κλινικές διαδικασίες υπογραμμίζει τον αυξανόμενο ρόλο της τεχνολογίας στη διάγνωση και θεραπεία της ΔΑΦ (Toki et al., 2024b).

2.3.6 Εικονική Πραγματικότητα και Ψηφιακά Παιχνίδια

Τα περιβάλλοντα VR και τα ψηφιακά παιχνίδια προσφέρουν καινοτόμες προσεγγίσεις για τη διάγνωση και την παρέμβαση σε κοινωνικά ελλείμματα που σχετίζονται με την ΔΑΦ (Toki et al., 2023a). Πιο συγκεκριμένα, οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν ελκυστικές, διαδραστικές πλατφόρμες που προσομοιώνουν κοινωνικά σενάρια και αλληλεπιδράσεις, επιτρέποντας στους ερευνητές να παρατηρούν και να αξιολογούν κοινωνικές συμπεριφορές σε ελεγχόμενα, αλλά δυναμικά περιβάλλοντα. Τα ψηφιακά παιχνίδια συνεισφέρουν στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων, της επικοινωνίας και της συναισθηματικής αναγνώρισης σε παιδιά με ΔΑΦ, καταδεικνύοντας τις δυνατότητές τους τόσο ως διαγνωστικά εργαλεία όσο και ως θεραπευτικές παρεμβάσεις (Garcia-Garcia et al., 2022; Millar L et al., 2019).

Από την άλλη πλευρά, τα περιβάλλοντα VR προσφέρουν μια πρωτοποριακή προσέγγιση για την διάγνωση και την θεραπεία της διαταραχής. Με την βοήθεια της τεχνολογίας και της προσομοίωσης ρεαλιστικών κοινωνικών αλληλεπιδράσεων που προσφέρει, οι κλινικοί μπορούν να εντοπίσουν κοινωνικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στο φάσμα του αυτισμού σε

διάφορες κοινωνικές καταστάσεις. Αναλυτικότερα, περιβάλλοντα VR μπορεί να προσομοιώσει διάφορα κοινωνικά πλαίσια, από καθημερινές αλληλεπιδράσεις έως πιο σύνθετες κοινωνικές προκλήσεις, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις για την κοινωνική λειτουργία ενός ατόμου. Αυτή η τεχνολογία είναι ιδιαίτερα επωφελής για παιδιά που θεωρούν ότι οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο είναι συντριπτικές ή προκαλούν άγχος. Η ελεγχόμενη φύση των περιβαλλόντων VR επιτρέπει συνεπείς και επαναλαμβανόμενες συνθήκες αξιολόγησης, οι οποίες είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ακριβή διάγνωση και την αποτελεσματική παρέμβαση (Alcañiz et al., 2022).

Συμπερασματικά, η αποτελεσματικότητα αυτών των εργαλείων έγκειται στην ικανότητά τους να δημιουργούν συνεπή και επαναλαμβανόμενα σενάρια, συχνά δύσκολο να επιτευχθούν σε πραγματικές συνθήκες. Με την τυποποίηση των κοινωνικών καταστάσεων, οι κλινικοί μπορούν να συγκρίνουν καλύτερα τις απαντήσεις μεταξύ των παιδιών και με την πάροδο του χρόνου, οδηγώντας σε πιο ακριβείς διαγνώσεις και προσαρμοσμένες παρεμβάσεις. Ως εκ τούτου, τα ψηφιακά παιχνίδια και το VR παρέχουν ελκυστικές πλατφόρμες για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των δεξιοτήτων κοινωνικής επικοινωνίας, καθιστώντας τα πολύτιμες προσθήκες στις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους (Garcia-Garcia et al., 2022; Millar L et al., 2019; Alcañiz et al., 2022).

2.4. Ενσωμάτωση Τεχνολογιών στην Κλινική Πρακτική

Η ενσωμάτωση αυτών των προηγμένων τεχνολογιών στην κλινική πράξη αντιπροσωπεύει μια σημαντική πρόοδο στον τομέα της διάγνωσης της ΔΑΦ. Ο συνδυασμός παραδοσιακών αξιολογήσεων συμπεριφοράς με δεδομένα αισθητήρων, ψηφιακά παιχνίδια, περιβάλλοντα VR και αναλύσεις που βασίζονται σε ΑΙ παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διάγνωση και την κατανόηση της ΔΑΦ. Για παράδειγμα, μια πολυτροπική προσέγγιση που περιλαμβάνει EEG, Eye Tracking και φορητούς αισθητήρες μπορεί να παρέχει ένα λεπτομερές προφίλ της νευροαναπτυξιακής κατάστασης ενός ατόμου. Αυτή η ολοκληρωμένη αξιολόγηση μπορεί να αποκαλύψει πώς αλληλεπιδρούν οι νευρολογικοί, φυσιολογικοί και συμπεριφορικοί δείκτες, προσφέροντας μια ολιστική άποψη της κατάστασης του ατόμου (Briot et al., 2021; Kou et al., 2019).

Τα ψηφιακά εργαλεία ενισχύουν επίσης την επεκτασιμότητα και την προσβασιμότητα των διαγνωστικών της ΔΑΦ. Η απομακρυσμένη παρακολούθηση και οι πλατφόρμες τηλεϊατρικής επιτρέπουν στους κλινικούς να αξιολογούν και να υποστηρίζουν παιδιά στο φάσμα του αυτισμού σε διάφορα περιβάλλοντα, συμπεριλαμβανομένων των κατοικιών τους. Αυτή η ευελιξία είναι ιδιαίτερα σημαντική για παιδιά που μπορεί να έχουν δυσκολία πρόσβασης σε παραδοσιακές κλινικές υπηρεσίες λόγω γεωγραφικών ή υλικοτεχνικών περιορισμών. Χρησιμοποιώντας λοιπόν αυτές τις προηγμένες τεχνολογίες, οι κλινικοί μπορούν να παρέχουν συνεχή υποστήριξη και

παρακολούθηση, διασφαλίζοντας ότι οι παρεμβάσεις παραμένουν αποτελεσματικές και ανταποκρίνονται στις ανάγκες του ατόμου (Almeida et al., 2019).

Κεφάλαιο 3ο: Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Ερωτήματα Πτυχιακής Εργασίας

Τα ερωτήματα της πτυχιακής που τίθενται σε αυτή τη πτυχιακή εργασία αφορούν:

- **Q1:** Ποιες τεχνολογικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη ανίχνευση κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ;
- **Q2:** Ποια μεθοδολογία χρησιμοποίησαν τα άρθρα συμπερίληψης για την συλλογή δεδομένων τους;
- **Q3:** Τι συμπεράσματα εξάγει το κάθε άρθρο για τις συγκεκριμένες τεχνολογικές προσεγγίσεις;
- **Q4:** Ποια τα ευρήματα που εξετάζει το κάθε άρθρο σε σχέση με τις τεχνολογίες διαφορετικών τεχνολογικών προσεγγίσεων;

Για να απαντηθούν αυτά τα παραπάνω ερωτήματα, ακολουθήθηκε η ακόλουθη διαδικασία/μεθοδολογία στην πτυχιακή.

3.2 Στρατηγική αναζήτησης, κριτήρια ένταξης-αποκλεισμού και επιλογή μελέτης

3.2.1 Κριτήρια Ένταξης

- Συστηματικές ανασκοπήσεις που δημοσιεύθηκαν μεταξύ 2019 και 2024.
- Άρθρα που επικεντρώνονται σε μη παρεμβατικά διαγνωστικά εργαλεία για την ΔΑΦ, συμπεριλαμβανομένης της AI, του Eye Tracking, της ML και άλλων ψηφιακών τεχνολογιών.
- Ελεύθερα άρθρα πλήρους κειμένου διαθέσιμα στα αγγλικά.

- Κριτικές που αναλύουν ειδικά εργαλεία για την έγκαιρη ανίχνευση, τον εντοπισμό ή τη διάγνωση της ΔΑΦ.
- Μελέτες που περιλαμβάνουν δεδομένα πληθυσμού από παιδιά και εφήβους που έχουν διαγνωστεί με ΔΑΦ.

3.2.2 Κριτήρια Αποκλεισμού

- Άρθρα που δημοσιεύτηκαν πριν από το 2019.
- Η έρευνα επικεντρώθηκε σε θεραπευτικά ή παρεμβατικά εργαλεία (π.χ. ωκυτοκίνη ή θεραπεία συμπεριφοράς) παρά σε διαγνωστικές μεθόδους.
- Μελέτες επικεντρώνονται σε φαρμακολογικές παρεμβάσεις ή θεραπεία της ΔΑΦ.
- Άρθρα χωρίς ελεύθερη πρόσβαση πλήρους κειμένου.
- Μελέτες που είναι καθαρά θεωρητικές χωρίς εμπειρικά δεδομένα ή συνιστώσες ανασκόπησης.
- Εργασίες που συζητούν μη σχετικές διαταραχές ή εργαλεία, που καθορίζονται από τίτλο ή περίληψη.

Ένα σημαντικό κριτήριο αποκλεισμού για αυτήν την ανασκόπηση ήταν η εστίαση στους ενήλικους πληθυσμούς. Δεδομένου ότι ο σκοπός αυτής της έρευνας είναι να αναλύσει διαγνωστικές τεχνολογίες και μεθόδους ειδικά προσαρμοσμένες σε παιδιά με ΔΑΦ, μελέτες που επικεντρώθηκαν σε ενήλικες δεν θεωρήθηκαν σχετικές. Η έγκαιρη ανίχνευση της ΔΑΦ είναι πιο κρίσιμη στην παιδική ηλικία και οι διαγνωστικές προκλήσεις στους ενήλικες διαφέρουν ως προς το εύρος και τη φύση τους. Ως εκ τούτου, τυχόν άρθρα που δεν αφορούσαν συγκεκριμένα τη διάγνωση σε παιδιά εξαιρέθηκαν από την ανασκόπηση.

3.3. Αναζήτηση σε Βάση Δεδομένων

3.3.1 PubMed

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την πτυχιακή εργασία ώστε να γίνει η αναζήτηση των πηγών πραγματοποιήθηκε μέσω διαδικτύου, κατά κύριο λόγο, αξιοποιώντας την μηχανή αναζήτησης «PubMed», μια πολύ αξιόπιστη βιοϊατρική βάση δεδομένων. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε από τον Ιούνιο έως τον Νοέμβριο 2024, και διεξήχθη με συγκεκριμένο στόχο

τον εντοπισμό συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων που εστιάζουν σε μη επεμβατικά διαγνωστικά εργαλεία για τη ΔΑΦ μεταξύ 2019 και 2024.

Ο συνολικός αριθμός συστηματικών κριτικών και μετα-αναλύσεων που ανακτήθηκαν από το PubMed ήταν 28 άρθρα. Από αυτές, έγινε μια εκλεπτυσμένη επιλογή με βάση τη συνάφεια με το αντικείμενο της διάγνωσης της ΔΑΦ χρησιμοποιώντας μη επεμβατικές μεθόδους. Οι μελέτες που επικεντρώθηκαν σε παρεμβατικές προσεγγίσεις, όπως θεραπευτικές μέθοδοι ή φαρμακολογικές θεραπείες, αποκλείστηκαν.

3.3.2 Λέξεις-φράσεις κλειδιά Αναζήτησης

Οι όροι αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό κατάλληλων άρθρων από το PubMed περιελάμβαναν τις ακόλουθες λέξεις και φράσεις κλειδιά σχετικές με το θέμα στα αγγλικά, οι οποίες αντικατοπτρίζουν την εστίαση στην ΔΑΦ και στις διαγνωστικές τεχνολογίες όπως:

- "(autism OR ASD) AND (prevention OR diagnosis OR screening OR detect) AND (animation OR "serious game" OR "digital story" OR iphone OR smartphone OR tablet OR online OR mobile OR web-based OR laptop OR computer OR technology OR "gaze" OR "eye tracking" OR sensor OR smartwatch OR "social robots" OR "machine learning" OR ML OR "neural networks" OR "artificial intelligence" OR AI OR Electroencephalogram OR EEG OR "Virtual Reality" OR VR) NOT (therapy OR intervention OR oxytocin)"
- Filters applied: "Free Full text, Systematic Review, 2019-2024."

Ακόμα, εφαρμόστηκαν φίλτρα σχετικά με τις χρονολογίες συγγραφής. Τέθηκε ένα εύρος 5ετίας ώστε να αποκλειστούν άρθρα τα οποία εμπεριέχουν παλαιότερες πληροφορίες οι οποίες ενδεχομένως να μην είναι αξιόπιστες πλέον ή να έχουν μεταβληθεί τα ερευνητικά τους αποτελέσματα.

Αυτή η σειρά αναζήτησης επέτρεψε τον εντοπισμό μελετών που σχετίζονται με τεχνολογικές καινοτομίες για τη διάγνωση και τον έλεγχο της ΔΑΦ, με εξαίρεση τα άρθρα που επικεντρώνονται σε παρεμβατικές θεραπείες, όπως η θεραπεία με ωκυτοκίνη. Οι μελέτες άσχετες με τη διάγνωση φιλτραρίστηκαν σε επίπεδο τίτλου ή περίληψης.

3.3.3 Βελτίωση των Αποτελεσμάτων Αναζήτησης

Πιο αναλυτικά, για τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων αναζήτησης και την εστίαση αποκλειστικά σε μη επεμβατικά διαγνωστικά εργαλεία, έγιναν αρκετά βήματα. Πρώτον, εφαρμόστηκαν φίλτρα για να εξαιρεθούν άρθρα που δημοσιεύτηκαν πριν από το 2019, διασφαλίζοντας ότι τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στη

διάγνωση. Δεύτερον, τα αποτελέσματα αναζήτησης βελτιώθηκαν με την εξαίρεση όρων που σχετίζονται με θεραπευτικές παρεμβάσεις, διασφαλίζοντας ότι η έρευνα επικεντρώθηκε αποκλειστικά σε διαγνωστικές μεθόδους.

Κατά τη διαδικασία αναζήτησης, τα άρθρα αξιολογήθηκαν με βάση την παρουσία βασικών όρων στον τίτλο και την περίληψη. Οποιαδήποτε άρθρα περιλάμβαναν θεραπευτικές παρεμβάσεις, αντί διαγνωστικά εργαλεία, αποκλείστηκαν με βάση μόνο τον τίτλο. Αυτή η διαδικασία βελτίωσης ήταν απαραίτητη για τη διατήρηση της εστίασης στις μη παρεμβατικές διαγνωστικές καινοτομίες.

3.3.4 Διαδικασία Τελικής Επιλογής

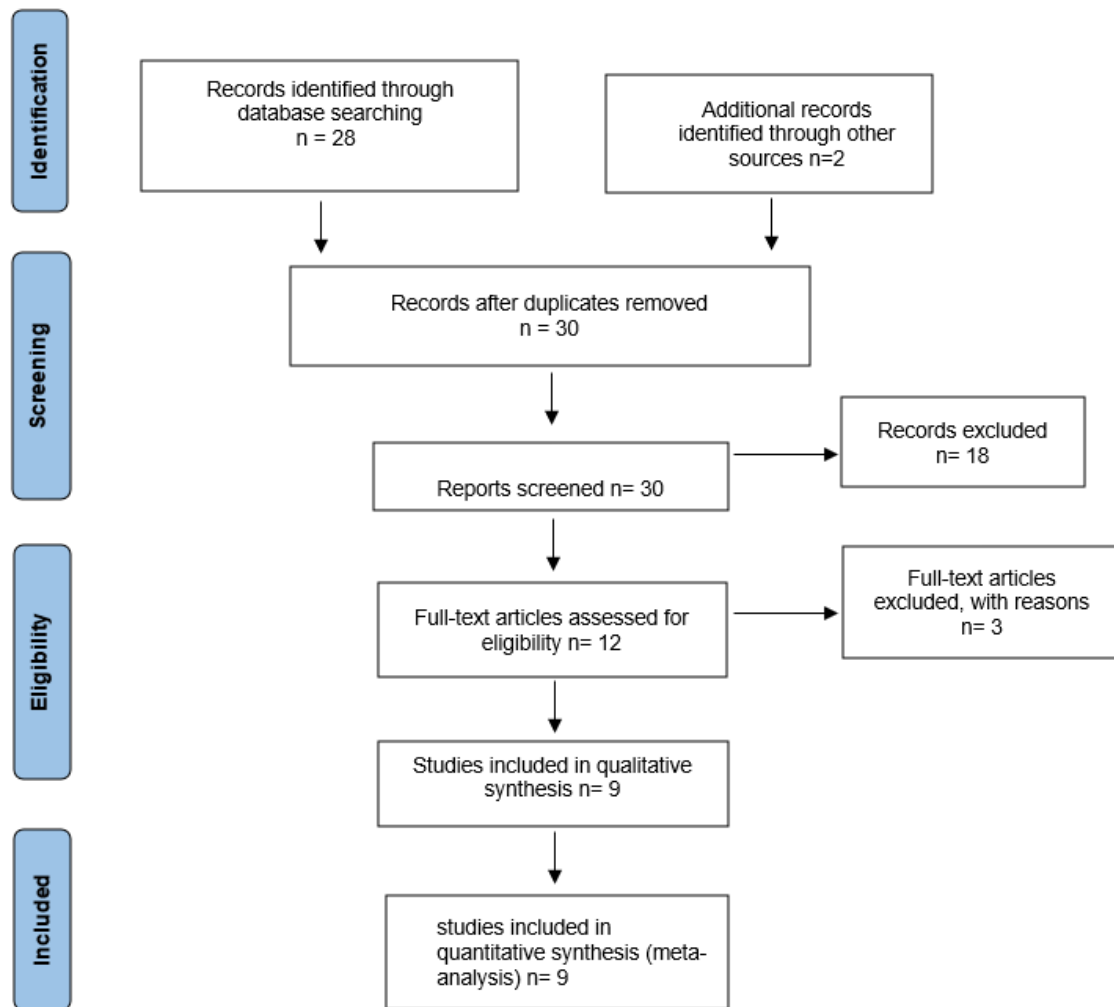
Η τελική διαδικασία επιλογής περιλάμβανε μια λεπτομερή ανασκόπηση του πλήρους κειμένου κάθε άρθρου για να επιβεβαιωθεί η συνάφειά του με τους στόχους αυτής της πτυχιακής εργασίας. Οι συστηματικές ανασκοπήσεις που επικεντρώθηκαν σε τεχνολογικές καινοτομίες, όπως τεχνολογιών αισθητήρων, ψηφιακών παιχνιδιών, VR και ML/AI, και άλλα μη επεμβατικά διαγνωστικά εργαλεία για τη ΔΑΦ, έλαβαν προτεραιότητα. Περιλαμβάνονταν επίσης άρθρα που παρείχαν σημαντικές μετα-αναλύσεις αυτών των διαγνωστικών προσεγγίσεων. Μελετήθηκαν άρθρα μόνο στα Αγγλικά.

Αρχικά, με την αναζήτηση εντοπίστηκαν 28 ελεύθερα πλήρους κειμένου άρθρα στο «PubMed», και συμπεριλήφθηκαν ακόμη 2 σχετικά. Μετά την αφαίρεση διπλότυπων, παρέμειναν 30 άρθρα. Τα 18 άρθρα αφαιρέθηκαν καθώς θεωρήθηκαν ανεξάρτητα με το θέμα, εξαιτίας των τίτλων και των περιλήψεων. Στη συνέχεια, τα 12 διατηρήθηκαν για συμπερίληψη στην ανασκόπηση. Αυτά τα άρθρα επιλέχθηκαν με βάση την σχετικότητα τους με την εστίαση στις πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στη διάγνωση και τη συμβολή τους στην κατανόηση των μη επεμβατικών διαγνωστικών τεχνολογιών. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι 3 δεν πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και, ως εκ τούτου, θεωρήθηκαν άσχετα και αφαιρέθηκαν. Τέλος, 9 άρθρα συμπεριλήφθηκαν σε αυτή τη συστηματική ανασκόπηση. Όλες οι δημοσιεύσεις που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης, χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή δεδομένων και τη μεθοδολογική αξιολόγηση της ποιότητας.

Συνοπτικά, η στρατηγική αναζήτησης σχεδιάστηκε για να επικεντρωθεί σε μη επεμβατικές διαγνωστικές μεθόδους για ΔΑΦ, εστιάζοντας σε συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις που δημοσιεύθηκαν μεταξύ 2019 και 2024. Εξαιρώντας άρθρα που επικεντρώνονται σε θεραπευτικές παρεμβάσεις ή μη σχετικά θέματα, η αναζήτηση παρέμεινε επικεντρωμένη στις καινοτομίες, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη και ενημερωμένη επισκόπηση των τελευταίων εξελίξεων στον τομέα της τεχνολογίας και της διάγνωσης.

3.4. Διαδικασία Επιλογής

Εικόνα 1: Prisma Flow Diagram



Κεφάλαιο 4^ο: Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, η πτυχιακή εργασία παρουσιάζει 9 άρθρα που προέκυψαν από την συστηματική ανασκόπηση, προκειμένου να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα που αφορούν τις τεχνολογίες στην διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στην ΔΑΦ.

Πίνακας 1: Σύγχρονες Τεχνολογίες

Άρθρο Αναφοράς	EEG	Eye Tracking	TΠΕ	Ψηφιακά Παιχνίδια / VR	ML και AI Τεχνολογίες
Ophir et al. (2023)			✓		
Neo et al. (2023)	✓				
Valliani et al. (2019)	✓				✓
Desideri et al. (2021)		✓	✓		✓
Cavus et al. (2021)					✓
Jenner et al. (2023)		✓			✓
Clairmont et al. (2022)	✓				
Wei et al. (2023)		✓			✓
Minissi et al. (2022)		✓		✓	✓

Ο Πίνακας 1: Παρουσιάζει τις σύγχρονες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε διάφορες μελέτες για την ανάλυση και αξιολόγηση της ΔΑΦ. Κάθε μελέτη αναφέρεται στις τεχνολογίες που αξιοποιεί, προσφέροντας μια εικόνα για το πώς διάφορα εργαλεία συνδυάζονται για την διάγνωση.

Πίνακας 2: Το δείγμα, ο σκοπός, η μέθοδος και τα αποτελέσματα κάθε μελέτης

Άρθρα	Δείγμα	Σκοπός	Μέθοδος	Αποτελέσματα
Ophir et al. (2023)	Το δείγμα της μελέτης περιλαμβάνει 46 μελέτες που δημοσιεύθηκαν μεταξύ 2011-2023. Συνολικά υπήρχαν 562.131 συμμετέχοντες που ήταν παιδιά ηλικίας κάτω των 12 ετών.	Στόχος αυτής της παρατηρητικής μελέτης ήταν να εξετάσει τη σχέση μεταξύ του χρόνου έκθεσης σε οθόνες και της πιθανότητας εμφάνισης ή επιδείνωσης συμπτωμάτων της ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε παιδιά μικρής ηλικίας. Εξετάζεται επίσης αν ο αυξημένος χρόνος οθόνης μπορεί να επηρεάζει την κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών και αν τα παιδιά με ΔΑΦ έλκονται περισσότερο από τη χρήση τεχνολογίας.	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση που συνέλεξε δεδομένα από 46 μελέτες, εκ των οποίων 5 ήταν διαμήκεις και 41 διατομικές. Οι μελέτες αυτές παρείχαν 66 εκτιμήσεις μεγεθών εφέ, οι οποίες μετρούσαν τη συσχέτιση μεταξύ του χρόνου χρήσης οθόνης και της εμφάνισης των συμπτωμάτων της ΔΑΦ. Η ανάλυση εξέτασε διαφορετικούς τύπους συσκευών και δραστηριοτήτων οθόνης, όπως τηλεόραση, βιντεοπαιχνίδια, κοινωνικά μέσα και smartphones, προκειμένου να διαχωρίσει τις επιδράσεις ανά κατηγορία. Τέλος, η μελέτη ακολούθησε τις κατευθυντήριες γραμμές PRISMA.	Διαπιστώθηκε μια μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ της γενικής χρήσης οθόνης και των συμπτωμάτων της ΔΑΦ στα παιδιά, αλλά αυτή η επίδραση δεν ήταν σημαντική μετά τη διόρθωση για μεροληψία. Η συσχέτιση γίνεται μη σημαντική και παύει να ισχύει όταν εξετάζονται μεμονωμένα οι διάφοροι τύποι οθονών (π.χ. Smartphones, βιντεοπαιχνίδια) γεγονός που υποδηλώνει ότι όλοι οι τύποι χρήσης οθόνης δεν επηρεάζουν εξίσου τα συμπτώματα της ΔΑΦ αρνητικά. Παράλληλα, ορισμένες δραστηριότητες, όπως η χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης ενδέχεται να προσφέρουν οφέλη σε παιδιά με ΔΑΦ, ενώ τα εκπαιδευτικά προγράμματα και τα βιντεοπαιχνίδια μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις και να βοηθούν στον εντοπισμό πρώιμων σημάδιων της ΔΑΦ.
	Το δείγμα της μελέτης περιλαμβάνει συνολικά 2.701 συμμετέχοντες	Στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αναλύσει τις διαφορές ισχύος EEG σε κατάσταση ηρεμίας μεταξύ νευροτυπικών	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση που συνέλεξε δεδομένα από 41 μελέτες, και προσέφεραν 135 μεγέθη	Τα αποτελέσματα έδειξαν μειωμένη σχετική ισχύς άλφα, με μέτριο μέγεθος εφέ και αυξημένη απόλυτη και σχετική ισχύς γάμμα, με μέγεθος του εφέ μεσαίο έως

Neo et al. (2023)	(1.246 με ΔΑΦ και 1.455 νευροτυπικά παιδιά).	και παιδιών με ΔΑΦ. Η μελέτη επικεντρώνεται στις διαφορές των 5 ζωνών EEG, για να προσδιορίσει πιθανές διαφορές που μπορούν να λειτουργήσουν ως βιοδείκτες στη ΔΑΦ. Παράλληλα εξετάζονται και οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αυτές τις διαφορές.	εφέ από τις πέντε βασικές ζώνες συχνοτήτων EEG: (delta, theta, alpha, beta, gamma). Διεξήχθησαν αναλύσεις συντονιστή για να διερευνηθεί η ετερογένεια του μεγέθους. Η επεξεργασία των δεδομένων και ο προσδιορισμός των διαφορών ισχύος έγινε με στατιστικά μοντέλα που εξέτασαν τα δεδομένα σε σχέση με δημογραφικούς παράγοντες, όπως το φύλο, η ηλικία, το IQ, καθώς και μεθοδολογικούς παράγοντες, όπως ο τύπος της κατάστασης ηρεμίας (ανοιχτά ή κλειστά μάτια) και η διάρκεια της καταγραφής.	πολύ μεγάλο σε παιδιά με ΔΑΦ. Δεν βρέθηκαν ισχυρά στοιχεία για διαφορές στην ζώνη δέλτα, θήτα και βήτα, ούτε στην απόλυτη ισχύ της άλφα μεταξύ αυτιστικών και νευροτυπικών παιδιών. Ακόμα, διαπιστώθηκε σημαντική ετερογένεια σε όλες τις μελέτες, υποδεικνύοντας την ανάγκη για πιο συνεπείς μεθοδολογίες και περαιτέρω επικύρωση αυτών των βιοδεικτών ισχύος EEG για ΔΑΦ.
Valliani et al. (2019)	Το δείγμα της μελέτης περιλαμβάνει δεδομένα από παιδιά με ΔΑΦ, ΔΕΠ-Υ. Δεν αναφέρεται το συνολικό πλήθος του δείγματος.	Στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αξιολογήσει την ακρίβεια της έγκαιρης διάγνωσης νευρολογικών διαταραχών σε παιδιά, μέσω των δυνατοτήτων των μοντέλων Deep Learning που αναλύουν δεδομένα εγκεφαλικής λειτουργίας καθώς και το πώς χρησιμοποιούνται στις κλινικές νευροεπιστήμες για τη διάγνωση	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση διαφόρων μοντέλων ML για την ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν από δημόσιες βάσεις υγειονομικής περίθαλψης. Εφαρμόζονται κυρίως στην ιατρική απεικόνιση, τη νευροανατομία και την επεξεργασία νευρολογικών σημάτων. Οι μέθοδοι περιλαμβάνουν CNNs (Convolutional Neural Networks) και νευρωνικά δίκτυα που εφαρμόστηκαν σε δεδομένα fMRI (Functional Magnetic Resonance	Διαπιστώθηκε ότι τα μοντέλα Deep Learning έδειξαν σημαντικά αποτελέσματα σε τομείς όπως η πρόωμη ανίχνευση ΔΑΦ με ακρίβεια 90% μέσω τμηματοποίησης εικόνας και ανάλυσης σήματος EEG. Ωστόσο, η ανασκόπηση τόνισε τις προκλήσεις για την ενσωμάτωση αυτών των μοντέλων στην κλινική πράξη, κυρίως προβλημάτων με την ποιότητα και ερμηνευσιμότητα των δεδομένων, καθώς και τη δυσκολία γενίκευσης των μοντέλων σε διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα.

		νευρολογικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου του αυτισμού.	Imaging) για την ανάλυση εγκεφαλικής δραστηριότητας.	
Desideri et al. (2021)	Το δείγμα της μελέτης συλλέχθηκε από παιδιά προσχολικής ηλικίας (ο έως 6 ετών) Το σύνολο των παιδιών που συμμετείχαν στις μελέτες ήταν 7.308.	Η μελέτη αυτή στοχεύει στον εντοπισμό και την ανασκόπηση των διαθέσιμων τεχνολογικών εργαλείων καθώς εξετάζει την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών αυτών τεχνολογιών στην υποστήριξη της έγκαιρης ανίχνευσης της ΔΑΦ σε παιδιά προσχολικής ηλικίας.	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση από 28 μελέτες. Η μελέτη χρησιμοποίησε μια ποικιλία μεθόδων για να συλλέξει τα δεδομένα όπως: Ερωτηματολόγια M-CHAT, παρατήρηση μέσω βίντεο, Eye Tracking, κοινωνικά ρομπότ, tablets, smartphones, αναλύσεις δεδομένων μέσω ML για πρώιμο έλεγχο ΔΑΦ.	Ως αποτέλεσμα τα ερωτηματολόγια έδειξαν άνω των 50% ακρίβεια , η παρατήρηση μέσω βίντεο : έως 30% όταν συνδυάζεται με άλλα εργαλεία, το Eye Tracking :85% και άνω ακρίβεια , ρομπότ και ψηφιακά μέσα : έως 60 % ακρίβεια, ML και αυτοματοποιημένες αναλύσεις : έως 50% ακρίβεια . Τα ψηφιακά εργαλεία, ιδιαίτερα οι ανιχνευτές ματιών και οι εφαρμογές για κινητά, ήταν πολλά υποσχόμενα για τον εντοπισμό πρώιμων σημείων ΔΑΦ. Ωστόσο, η κλινική υιοθέτησή τους παραμένει περιορισμένη λόγω ανησυχιών σχετικά με την αξιοπιστία των εργαλείων και την έλλειψη μελετών επικύρωσης μεγάλης κλίμακας.
	Το δείγμα συλλέχθηκε από παιδιά και έφηβους. Δεν	Να επανεξετάσει την εφαρμογή, τις δυνατότητες, τους περιορισμούς, την	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση 22 μελετών που χρησιμοποίησε αλγόριθμους	Τα μοντέλα ML ήταν αποτελεσματικά στην ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων προτύπων

Cavus et al. (2021)	αναφέρεται το συνολικό πλήθος του δείγματος	εγκυρότητα των μοντέλων ML στη συμπεριφορική αξιολόγηση του αυτισμού καθώς και την συνάφεια των αλγορίθμων ML σε σχέση με την κλινική διάγνωση.	ML όπως: SVM (Support Vector Machine), ADTree (Alternating Decision Tree), LR (Logistic Regression), RF (Random Forest) και LDA (Linear Discriminant Analysis) για την ταξινόμηση και πρόβλεψη της ΔΑΦ και εργαλείων όπως τα εργαλεία SRS (Simple Random Sampling), ADI-R και ADOS αξιολόγηση της ΔΑΦ συμπεριφορικά.	συμπεριφοράς στη ΔΑΦ, παρέχοντας ακριβείς προβλέψεις για τη διάγνωση του αυτισμού. Η μελέτη τόνισε ότι ο συνδυασμός πολλαπλών πηγών δεδομένων συμπεριφοράς θα μπορούσε να βελτιώσει περαιτέρω τη διαγνωστική ακρίβεια.
Jenner et al. (2023)	Το δείγμα περιλαμβάνει παιδιά με ΔΑΦ, παιδιά με διανοητική αναπηρία καθώς και νευροτυπικά παιδιά. Δεν αναφέρεται το συνολικό πλήθος του δείγματος.	Στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογήσει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία Eye Tracking αξιολογεί την κοινωνική γνώση και οπτική προσοχή σε παιδιά με διανοητική αναπηρία, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με ΔΑΦ. Ως επίκεντρο είχε να εξετάσει τη συσχέτιση μεταξύ δεδομένων Eye Tracking και χαρακτηριστικών αυτισμού.	Η μέθοδος της μελέτης ήταν μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση που χρησιμοποιεί 49 μελέτες με την τεχνολογία Eye Tracking ως κύριο εργαλείο συλλογής δεδομένων καταγραφής κινήσεων ματιών. Χρησιμοποιήθηκαν εικόνες και βίντεο με συναισθηματικές εκφράσεις ανθρώπων και avatars, βίντεο και εικόνες με παρουσίαση αντικειμένων καθώς και παρατηρητική μέθοδος κατά την διάρκεια του βλέμματος στο πρόσωπο του κλινικού στα πλαίσια της της κοινωνικής αλληλεπίδρασης.	Η τεχνολογία Eye Tracking έδειξε ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των ελλειμμάτων κοινωνικής γνωστικής ικανότητας και των χαρακτηριστικών της ΔΑΦ. Η αποφυγή της οπτικής επαφής και το περιορισμένο βλέμμα σε κοινωνικά εμφανείς περιοχές συσχετίστηκαν με τα συμπτώματα του αυτισμού.
	Το δείγμα περιλαμβάνει βρέφη κάτω των 24 μηνών	Στόχος της μελέτης ήταν η ανασκόπηση της νευροαπεικόνισης και των	Η μέθοδος ήταν μια συστηματική ανασκόπηση 75 μελετών. Οι τεχνικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για	Διαπιστώθηκαν δομικές και λειτουργικές διαφορές στα βρέφη HR που συνδέονται με επαναλαμβανόμενες

Clairmont et al. (2022)	με υψηλό κίνδυνο εμφάνισης ΔΑΦ. Δεν αναφέρεται το συνολικό πλήθος του δείγματος.	ηλεκτροφυσιολογικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τον πρώιμο έλεγχο ΔΑΦ σε βρέφη υψηλού κινδύνου.	την ανάλυση των νευροβιολογικών διαφορών περιλάμβαναν: EEG με δεδομένα όπως αισθητηριακής, ακουστικής, κίνησης, οπτικής επεξεργασία, και προσώπου, λειτουργικής συνδεσιμότητας και σε κατάσταση ηρεμίας και ύπνου. Από fNIRS (Functional Near-Infrared Spectroscopy) με δεδομένα που συλλέχθηκαν από την γλώσσα και την κοινωνική επικοινωνία και MRI.	συμπεριφορές και γλωσσική επεξεργασία. Βρέθηκαν στατιστικά αποτελέσματα για την πρόβλεψη της ΔΑΦ με 81% ακρίβεια, ενώ με MRI 96,6% για λειτουργική συνδεσιμότητα με fMRI.
Wei et al. (2023)	Το δείγμα περιλαμβάνει 1.396 παιδιά (28–141 συμμετέχοντες ανά μελέτη), παιδιά ηλικίας 4 ετών και πάνω: προσχολικής, σχολικής ηλικίας και εφήβους.	Στόχος της μελέτης είναι η αξιολόγηση της απόδοσης των αλγορίθμων ML στην ταξινόμηση παιδιών με ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης, με βάση δεδομένα Eye Tracking.	Η μέθοδος ήταν μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση 24 μελετών. Χρησιμοποιεί δεδομένα Eye Tracking για την εκπαίδευση αλγορίθμων ML (RF, SVM) με σκοπό την ταξινόμηση παιδιών ΔΑΦ έναντι παιδιών τυπικής ανάπτυξης.	Οι αλγόριθμοι ML, ιδιαίτερα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, έδειξαν υψηλή ακρίβεια (81%), ειδικότητα (79%) και ευαισθησία (84%) στον εντοπισμό της ΔΑΦ. Στην σχολική ηλικία: ακρίβεια 79% και στους έφηβους 71% ακρίβεια. Μεταβλητότητα στα ερεθίσματα.

Minissi et al. (2022)	Το δείγμα περιλαμβάνει παιδιά ηλικίας 2-10 ετών με ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης, με τουλάχιστον 10 συμμετέχοντες ανά μελέτη.	Στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της ML και της κοινωνικής οπτικής προσοχής στην πρόωμη ανίχνευση της ΔΑΦ, χρησιμοποιώντας κινήσεις των ματιών.	Η μέθοδος ήταν μια συστηματική ανασκόπηση 11 μελετών που χρησιμοποιεί δεδομένα Eye Tracking που έχουν αναλυθεί με αλγορίθμους ML, ως βιοδείκτες για την αξιολόγηση της ΔΑΦ.	Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αλγόριθμοι ML, ειδικά το SVM είχε ακρίβεια 85.1%, το οποίο το καθιστά αρκετά αποδοτικό και αξιόπιστο εργαλείο για τη διάγνωση της ΔΑΦ, με μελλοντικές δυνατότητες στην ενσωμάτωσή τους σε περιβάλλοντα VR. Επίσης, οι αλγόριθμοι ML σε συνδυασμό με τα δεδομένα Eye Tracking μπορεί να παρουσιάσουν ακρίβεια που ξεπερνά το 90%.
-----------------------	---	--	---	---

Ο Πίνακας 2: Συνοψίζει τη μεθοδολογία και τα κύρια αποτελέσματα διαφόρων μελετών για τη διάγνωση και την αξιολόγηση της ΔΑΦ. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το δείγμα, τον σκοπό της κάθε μελέτης, τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν και τα βασικά ευρήματα, δίνοντας μια συνολική εικόνα των ερευνητικών προσεγγίσεων και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στον τομέα.

Κεφάλαιο 5^ο: Συζήτηση

Η τρέχουσα πτυχιακή εργασία παρέχει μια ολοκληρωμένη σύνθεση των πρόσφατων προόδων στη διάγνωση της ΔΑΦ από το 2019 έως το 2024, επισημαίνοντας αρκετές τεχνολογικές καινοτομίες που έχουν μεταμορφώσει το διαγνωστικό τοπίο. Αυτή η ενότητα εμβαθύνει στην ερμηνεία των βασικών ευρημάτων από την ανάλυση των 9 συστηματικών ανασκοπήσεων, εστιάζοντας σε μη επεμβατικές διαγνωστικές τεχνολογίες όπως η ML, το Eye Tracking, η νευροαπεικόνιση και τα ηλεκτροφυσιολογικά εργαλεία όπως το EEG, τα οποία έχουν αναδειχθεί ως πολλά υποσχόμενα εργαλεία στη διάγνωση.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q1:

Οι τεχνολογικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη ανίχνευση κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ είναι :

- i) Η νευροαπεικόνιση και τα ηλεκτροφυσιολογικά εργαλεία όπως: η MRI, το EEG και το fNIRS, εντοπίζουν δομικές και λειτουργικές διαφορές στον εγκέφαλο που συνδέονται με τη ΔΑΦ, προσφέροντας πιθανές ενδείξεις πριν εμφανιστούν συμπεριφορικά συμπτώματα.
- ii) Οι τεχνολογίες ΤΠΕ όπως: οι κινητές εφαρμογές και οι φορητοί αισθητήρες, χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και ανάλυση της κοινωνικής συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας μη επεμβατικές και προσβάσιμες μεθόδους πρώιμου ελέγχου.
- iii) Το Eye Tracking συνδυασμένο με αλγορίθμους ML: αποτελεί ένα ισχυρό διαγνωστικό εργαλείο για την ανάλυση κοινωνικών ελλειμμάτων, το οποίο αναγνωρίζει πρότυπα οπτικής προσοχής και ενισχύει τη διάγνωση με υψηλή ακρίβεια. Η ΑΙ ενσωματώνεται σε αυτές τις προσεγγίσεις, βελτιώνοντας την ακρίβεια ανάλυσης και την εξατομίκευση των παρεμβάσεων.
- iv) Τα ψηφιακά παιχνίδια με ενσωματωμένη τεχνολογία ΑΙ: παρέχουν μια ελκυστική προσέγγιση για παιδιά μέσα από διαδραστικά περιβάλλοντα, τα οποία επιτρέπουν την παρακολούθηση της κοινωνικής συμπεριφοράς και αλληλεπίδρασης, ενώ ταυτόχρονα συλλέγουν δεδομένα για τη βελτίωση των διαγνωστικών μεθόδων.
- v) Τα περιβάλλοντα VR: μπορούν να αναδημιουργήσουν ρεαλιστικά κοινωνικά σενάρια, επιτρέποντας μια πιο λεπτομερή παρατήρηση και αντικειμενική μέτρηση των αποκρίσεων ενός παιδιού στα κοινωνικά ερεθίσματα με έναν ακριβή και αναπαραγωγικό τρόπο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q2:

Η μεθοδολογία επιλογής άρθρων ακολούθησε συγκεκριμένα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού, ώστε να εντοπιστούν οι πιο σχετικές και πρόσφατες μελέτες για τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ. Ειδικότερα, χρησιμοποιήσαν αναζήτηση σε πολλαπλές βάσεις δεδομένων όπως PubMed, Google Scholar, Web of Science, PsycINFO κλπ, με συγκεκριμένες λέξεις και φράσεις-κλειδιά που σχετίζονται με διαγνωστικές τεχνολογίες του αυτισμού. Η διαδικασία παρουσιάστηκε με διάγραμμα PRISMA DIAGRAM (2020), αποτυπώνοντας την τελική επιλογή άρθρων για τη συστηματική ανασκόπηση. Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες που περιλαμβάνονται σε κάθε συστηματική ανασκόπηση είναι οι εξής:

1) Ophir et al. (2023):

Αυτή η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση ξεκίνησε με 4682 αρχικά άρθρα που συλλέχθηκαν από τις βάσεις δεδομένων PubMed, PsycNET και ProQuest. Μετά την απομάκρυνση των διπλότυπων και τον έλεγχο βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού, 145 άρθρα επιλέχθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τελικά, συμπεριλήφθηκαν 46 άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Οι επιλεγμένες μελέτες, που περιλάμβαναν συνολικά 562.131 συμμετέχοντες, εξέτασαν τη σχέση μεταξύ χρόνου οθόνης και αυτισμού μέσω παρατηρητικών δεδομένων, με σκοπό την αξιολόγηση της πιθανής συσχέτισης με ΔΑΦ.

2) Neo et al. (2023):

Η μεθοδολογία αυτής της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης περιλάμβανε την ανάλυση αρχικά 2187 άρθρων από πολλές βάσεις δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των APA PsycInfo, Cochrane Library, MEDLINE, Scopus, και Web of Science. Μετά την απομάκρυνση των διπλότυπων και τον έλεγχο βάσει κριτηρίων, 112 άρθρα προκρίθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση και, τελικά, επιλέχθηκαν 41 μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Αυτές οι μελέτες περιλάμβαναν 1246 παιδιά με αυτισμό και 1455 νευροτυπικά παιδιά, εστιάζοντας στις διαφορές στην ισχύ EEG σε κατάσταση ηρεμίας στις διάφορες ζώνες συχνότητας, ως πιθανό βιοδείκτη για τον αυτισμό.

3) Valliani et al. (2019):

Αυτή η συστηματική ανασκόπηση ξεκίνησε με 312 αρχικά άρθρα που ανακτήθηκαν μέσω αναζήτησης σε βάσεις δεδομένων όπως Google Scholar, PubMed, ScienceDirect και arXiv. Μετά τον έλεγχο βάσει κριτηρίων και την αφαίρεση μη σχετικών άρθρων, 134 μελέτες προκρίθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση και συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση. Αυτές οι μελέτες εστίασαν στις εφαρμογές της βαθιάς μάθησης στη νευρολογία, συγκεκριμένα στην ανάλυση ιατρικών εικόνων, στην ταξινόμηση λειτουργικής συνδεσιμότητας του εγκεφάλου και στην πρόβλεψη ρίσκου για νευρολογικές διαταραχές, όπως η ΔΑΦ.

4) Desideri et al. (2021):

Αυτή η ανασκόπηση ξεκίνησε με την αναγνώριση 2427 αρχικών άρθρων. Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων και των μη αγγλόφωνων άρθρων, προκρίθηκαν 2283 άρθρα για περαιτέρω αξιολόγηση. Από αυτά, οι τίτλοι και οι περιλήψεις εξετάστηκαν βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων, και όσα πληρούσαν τα κριτήρια προχωρούσαν σε πλήρη ανάγνωση από τους αξιολογητές. Έπειτα από αυτήν την αξιολόγηση, λήφθηκαν 55 άρθρα πλήρους κειμένου. Με βάση τα καθορισμένα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού, επιλέχθηκαν τελικά 20 άρθρα. Προστέθηκαν επιπλέον τέσσερα άρθρα από την αναζήτηση στο Google Scholar για εργασίες που δημοσιεύθηκαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19, καταλήγοντας σε συνολικά 28 άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην τελική ανασκόπηση.

5) Cavus et al. (2021):

Αυτή η ανασκόπηση ξεκίνησε με 367 αρχικά άρθρα. Μετά την απομάκρυνση διπλότυπων και τον έλεγχο βάσει κριτηρίων αποκλεισμού, 177 άρθρα προκρίθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τελικά, κατέληξαν σε 22 άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης για την ανασκόπηση, τα οποία αφορούσαν τη χρήση μοντέλων ML στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς για τη διάγνωση της ΔΑΦ.

6) Jenner et al. (2023):

Αυτή η ανασκόπηση ξεκίνησε με 49 αρχικά άρθρα, τα οποία εντοπίστηκαν μέσω αναζητήσεων σε τέσσερις βάσεις δεδομένων και άλλες πηγές, όπως ερευνητικές λίστες και παρακολούθηση παραπομπών. Μετά την αφαίρεση διπλότυπων και την αρχική αξιολόγηση με βάση τα κριτήρια αποκλεισμού, προκρίθηκαν 49 άρθρα για περαιτέρω αξιολόγηση. Τελικά, κατέληξαν σε 12 άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης για τη μετα-ανάλυση, η οποία εξέτασε τη σχέση μεταξύ της οπτικής κοινωνικής προσοχής και των χαρακτηριστικών αυτισμού σε παιδιά με νοητική αναπηρία.

7) Clairmont et al. (2022):

Η ανασκόπηση ξεκίνησε με 943 άρθρα και αφού αποκλείστηκαν τα διπλότυπα και μη σχετικά άρθρα, 297 αξιολογήθηκαν σε πρώτη φάση για καταλληλότητα. Μετά από περαιτέρω αποκλεισμό βάσει των κριτηρίων επιλογής, η ανασκόπηση κατέληξε σε 75 μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια και εστιάζουν στη χρήση μεθόδων νευροαπεικόνισης (MRI, EEG, fNIRS) για πρόωμη διάγνωση ΔΑΦ.

8) Wei et al. (2023):

Αυτή η ανασκόπηση ξεκίνησε με 261 αρχικά άρθρα, που εντοπίστηκαν μέσω αναζητήσεων σε βάσεις δεδομένων, όπως Medline, Embase, Web of Science και άλλες, μέχρι τις 24 Δεκεμβρίου 2021. Μετά την απομάκρυνση των διπλότυπων και την εφαρμογή κριτηρίων αποκλεισμού, 24 άρθρα προκρίθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τελικά, επιλέχθηκαν 24 άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των

αλγορίθμων ML που βασίζονται σε δεδομένα ανίχνευσης οφθαλμών για την ταξινόμηση ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης.

9) Minissi et al. (2022):

Αυτή η ανασκόπηση ξεκίνησε με 30 αρχικά άρθρα, τα οποία εντοπίστηκαν μέσω αναζητήσεων σε βάσεις δεδομένων όπως PubMed και Scopus. Μετά την απομάκρυνση των διπλότυπων και την αρχική αξιολόγηση με βάση κριτήρια αποκλεισμού, 11 άρθρα προκρίθηκαν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τελικά, κατέληξαν σε 11 άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης για την ανασκόπηση, τα οποία επικεντρώθηκαν στη χρήση αλγορίθμων ML για την αξιολόγηση της κοινωνικής προσοχής σε παιδιά με ΔΑΦ.

Κάθε ανασκόπηση ακολούθησε την προσέγγιση PRISMA για τη διασφάλιση συστηματικότητας στην επιλογή των μελετών, καταλήγοντας τελικά σε διαφορετικό αριθμό επιλεγμένων μελετών ανάλογα με τη θεματική της κάθε έρευνας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q3:

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από κάθε άρθρο αναλύονται παρακάτω.

1. Ophir et al. (2023):

Η χρήση οθόνης σχετίζεται θετικά με τα συμπτώματα της ΔΑΦ στα παιδιά, αν και η συσχέτιση αυτή χάνει τη σημασία της όταν εξετάζονται μεμονωμένα οι τύποι οθονών, όπως τα smartphones ή τα βιντεοπαιχνίδια. Η χρήση μέσων κοινωνικής δικτύωσης και εκπαιδευτικών παιχνιδιών μπορεί να είναι ωφέλιμες, καθώς προσφέρουν θετικές επιπτώσεις στα παιδιά με ΔΑΦ και βοηθούν στην πρόωμη διάγνωση της διαταραχής.

2. Neo et al. (2023):

Σε παιδιά με ΔΑΦ παρατηρήθηκε μειωμένη ισχύς άλφα και αυξημένη ισχύς γάμμα, χωρίς σημαντικές διαφορές στις ζώνες δέλτα, θήτα και βήτα συγκριτικά με νευροτυπικά παιδιά. Η ποικιλία στα αποτελέσματα μεταξύ των μελετών υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο σταθερές μεθοδολογίες, ώστε οι βιοδείκτες EEG να χρησιμοποιηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια στη διάγνωση της ΔΑΦ.

3. Valliani et al. (2019):

Τα μοντέλα Deep Learning δείχνουν υψηλή ακρίβεια (90%) στην ανίχνευση της ΔΑΦ, χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως ανάλυση EEG και τμηματοποίηση εικόνας. Ωστόσο, παραμένουν δυσκολίες στην ενσωμάτωσή τους στην κλινική πράξη, εξαιτίας ζητημάτων στην ποιότητα των δεδομένων και στην προσαρμογή των μοντέλων σε διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα.

4. **Desideri et al. (2021):**

Διάφορα διαγνωστικά εργαλεία δείχνουν ποικίλα ποσοστά ακρίβειας στην ανίχνευση της ΔΑΦ, με το Eye Tracking να επιτυγχάνει την υψηλότερη ακρίβεια (85%) καθώς τα ρομπότ, ερωτηματολόγια, και άλλες μέθοδοι να αποδίδουν λιγότερο. Παρά τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών, η κλινική τους εφαρμογή είναι περιορισμένη λόγω ζητημάτων αξιοπιστίας και έλλειψης εκτεταμένων μελετών.

5. **Cavus et al. (2021):**

Τα μοντέλα ML αποδεικνύονται αποτελεσματικά στην ανάλυση δεδομένων συμπεριφοράς, επιτυγχάνοντας ακριβείς προβλέψεις για τη διάγνωση της ΔΑΦ. Ο συνδυασμός πολλαπλών πηγών δεδομένων κρίνεται σημαντικός για την περαιτέρω ενίσχυση της διαγνωστικής τους ακρίβειας.

6. **Jenner et al. (2023):**

Η τεχνολογία Eye Tracking συνδέει τα κοινωνικά γνωστικά ελλείμματα με χαρακτηριστικά της ΔΑΦ, καθώς παρατηρείται περιορισμένη οπτική επαφή και εστίαση σε κοινωνικά σημαντικά ερεθίσματα, στοιχεία που σχετίζονται με τα συμπτώματα της ΔΑΦ.

7. **Clairmont et al. (2022):**

Βρέθηκαν δομικές και λειτουργικές διαφορές στον εγκέφαλο βρεφών υψηλού κινδύνου για ΔΑΦ, οι οποίες σχετίζονται με επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και επεξεργασία γλώσσας. Οι μετρήσεις μέσω MRI και fMRI παρουσιάζουν υψηλή ακρίβεια στην πρόβλεψη της ΔΑΦ, με το fMRI να αγγίζει το 96,6%.

8. **Wei et al. (2023):**

Οι αλγόριθμοι ML παρουσιάζουν υψηλή ακρίβεια στον εντοπισμό της ΔΑΦ σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Αν και η ακρίβεια μειώνεται σταδιακά σε σχολική ηλικία και εφηβεία, παραμένουν προκλήσεις, καθώς υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα ερεθίσματα ανά ηλικιακή ομάδα.

9. **Minissi et al. (2022):**

Οι αλγόριθμοι ML, με τον SVM να ξεχωρίζει με ακρίβεια 85,1%, θεωρούνται αξιόπιστα εργαλεία για τη διάγνωση της ΔΑΦ. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή τους με δεδομένα από Eye Tracking φαίνεται να αυξάνει την ακρίβεια πάνω από 90%, καθώς αυτό το αποτέλεσμα δίνει την δυνατότητα για μελλοντική ενσωμάτωση και σε περιβάλλοντα VR.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Q4:

Τα ευρήματα που εξετάζει το κάθε άρθρο, αναφέρονται στην **ανάλυση άρθρων** παρακάτω.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΘΡΩΝ

❖ Η σχέση μεταξύ του χρόνου οθόνης και της ΔΑΦ (Ophir et al., 2023):

Ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα θέματα στην έρευνα για τη ΔΑΦ ήταν η πιθανή σχέση μεταξύ του χρόνου οθόνης και της ανάπτυξης ΔΑΦ στα παιδιά. Η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση από τους Ophir et al. (2023) στόχευε να διευκρινίσει αυτή τη σχέση. Αυτή η μελέτη συγκέντρωσε δεδομένα από 46 μελέτες και ανέλυσε τις πιθανές επιπτώσεις του χρόνου οθόνης στην ανάπτυξη ΔΑΦ, κάτι που έχει απασχολήσει ερευνητές και κλινικούς. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι ενώ υπάρχουν ορισμένα στοιχεία που υποδηλώνουν σύνδεση μεταξύ της υπερβολικής χρήσης της οθόνης και των αναπτυξιακών καθυστερήσεων, η σχέση μεταξύ του χρόνου οθόνης και της ΔΑΦ απέχει πολύ από το να είναι οριστική.

Η μετα-ανάλυση έδειξε ένα μικρό μέγεθος θετικού αποτελέσματος, υποδεικνύοντας μια ασθενή συσχέτιση μεταξύ του γενικού χρόνου οθόνης και της ΔΑΦ στα παιδιά. Ωστόσο, το αποτέλεσμα έγινε στατιστικά ασήμαντο μετά την προσαρμογή για μεροληψία δημοσίευσης. Αυτό υποδηλώνει ότι τα αρχικά ευρήματα μπορεί να έχουν υπερεκτιμηθεί λόγω επιλεκτικής δημοσίευσης μελετών με θετικά αποτελέσματα. Το πιο σημαντικό, η μελέτη τόνισε ότι η συσχετιστική φύση της έρευνας καθιστά δύσκολη την εξαγωγή αιτιωδών συμπερασμάτων. Με άλλα λόγια, ενώ ο χρόνος οθόνης μπορεί να συμπίπτει με τη ΔΑΦ, δεν είναι σαφές εάν ο χρόνος οθόνης συμβάλλει στη ΔΑΦ ή εάν τα παιδιά με ΔΑΦ ελκύονται περισσότερο από τις οθόνες λόγω δυσκολιών στην κοινωνική αλληλεπίδραση.

Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την πολυπλοκότητα της διάγνωσης της ΔΑΦ και την πληθώρα παραγόντων που μπορεί να συμβάλλουν στην ανάπτυξή της. Η μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο αυστηρή διαχρονική έρευνα για να κατανοηθεί εάν ο χρόνος οθόνης επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη της ΔΑΦ ή αν είναι απλώς ένα σύμπτωμα των ευρύτερων κοινωνικών και γνωστικών προκλήσεων της διαταραχής. Επιπλέον, αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν τη σημασία της διάκρισης μεταξύ των διαφορετικών τύπων χρήσης οθόνης, καθώς ορισμένες μορφές, όπως τα εκπαιδευτικά βιντεοπαιχνίδια ή οι δομημένες θεραπείες και αξιολογήσεις που βασίζονται σε υπολογιστή, μπορεί να έχουν θετικά αποτελέσματα και να συμβάλλουν στον έγκαιρο εντοπισμό της ΔΑΦ, ενώ η υπερβολική έκθεση σε παθητικές δραστηριότητες οθόνης (π.χ. τηλεόραση) μπορεί να θέτουν αναπτυξιακούς κινδύνους (Ophir et al., 2023).

❖ Διαφορές ισχύος EEG σε κατάσταση ηρεμίας σε ΔΑΦ (Neo et al., 2023):

Ένα άλλο βασικό εύρημα προέρχεται από τη μελέτη των Neo et al. (2023), η οποία εξέτασε τις διαφορές ισχύος EEG σε κατάσταση ηρεμίας ανάμεσα σε παιδιά με ΔΑΦ και νευροτυπικά παιδιά. Αυτή η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση προσπάθησε να ποσοτικοποιήσει τις

διαφορές ισχύος EEG σε πέντε κανονικές ζώνες συχνотήτων: δέλτα, θήτα, άλφα, βήτα και γάμμα. Το EEG έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό στην έρευνα για τη ΔΑΦ για την κατανόηση της νευρικής δραστηριότητας, αλλά η ποσοτικοποίηση αυτών των διαφορών μέσω μιας μετα-ανάλυσης είναι αρκετά σημαντική για τη μετάφραση αυτών των ευρημάτων σε κλινικές εφαρμογές.

Ο Neo et al. (2023) διαπίστωσαν ότι τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσίασαν σημαντικές μειώσεις στη σχετική ισχύ άλφα και αυξήσεις στην απόλυτη και σχετική ισχύ γάμμα σε σύγκριση με τα νευροτυπικά παιδιά. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι αυτές οι διαφορές ισχύος EEG θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως πιθανοί βιοδείκτες για τη ΔΑΦ, προσφέροντας μια μη επεμβατική, αντικειμενική μέτρηση των νευροφυσιολογικών χαρακτηριστικών της διαταραχής. Η μείωση της δύναμης άλφα μπορεί να σχετίζεται με ελλείμματα στη γνωστική επεξεργασία και την προσοχή, ενώ η αύξηση στη δύναμη γάμμα μπορεί να αντανακλά τη νευρική υπερκινητικότητα, ένα κοινό χαρακτηριστικό που παρατηρείται σε παιδιά με ΔΑΦ.

Αυτοί οι βιοδείκτες EEG παρέχουν ένα πολύτιμο εργαλείο για την έγκαιρη διάγνωση, ειδικά σε μικρότερα παιδιά όπου τα συμπτώματα συμπεριφοράς μπορεί να μην είναι ακόμη πλήρως εμφανή. Το EEG σε κατάσταση ηρεμίας είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος επειδή δεν απαιτεί ενεργή συμμετοχή από το άτομο, καθιστώντας το ιδανικό για χρήση σε πληθυσμούς με περιορισμένες επικοινωνιακές ικανότητες, όπως μικρά παιδιά με νοητική υστέρηση. Ωστόσο, ο Neo et al. (2023) σημείωσαν επίσης σημαντική ετερογένεια στα μεγέθη των επιπτώσεων στις μελέτες, υποδηλώνοντας ότι απαιτείται περισσότερη έρευνα για την τυποποίηση των μεθοδολογιών EEG και τη διασφάλιση συνεπών ευρημάτων σε διαφορετικούς πληθυσμούς.

Η δυνατότητα του EEG ως διαγνωστικού εργαλείου υποστηρίζεται περαιτέρω από μελέτες που συνδέουν αυτούς τους νευρικούς δείκτες με βασικά συμπτώματα ΔΑΦ, όπως δυσκολίες στην κοινωνική επικοινωνία και περιορισμένες, επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές. Έτσι, η ενσωμάτωση του EEG στην διαγνωστική διαδικασία για τη ΔΑΦ θα μπορούσε να βελτιώσει την έγκαιρη αναγνώριση και να βελτιώσει τα αποτελέσματα επιτρέποντας προηγούμενες παρεμβάσεις προσαρμοσμένες στο νευρικό προφίλ κάθε ατόμου (Neo et al., 2023).

❖ Ο Ρόλος της Μηχανικής Μάθησης στη Διάγνωση της ΔΑΦ (Valliani et al., 2019):

Οι τεχνικές ML έχουν φέρει επανάσταση σε διάφορους τομείς της ιατρικής και η εφαρμογή τους στη διάγνωση έχει συγκεντρώσει αυξανόμενη προσοχή. Η συστηματική ανασκόπηση των Valliani et al. (2019) τόνισε τη δυνατότητα μετασχηματισμού των αλγορίθμων Deep Learning στην ανάλυση μεγάλων, πολύπλοκων συνόλων δεδομένων όπως η νευροαπεικόνιση, τα γενετικά δεδομένα και οι αξιολογήσεις συμπεριφοράς. Τα μοντέλα ML έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν μοτίβα που μπορεί να μην είναι ορατά στους ανθρώπινους παρατηρητές, καθιστώντας τα ένα ισχυρό εργαλείο για έγκαιρη ανίχνευση και εξατομικευμένες παρεμβάσεις.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ML είναι η ικανότητά της να χειρίζεται πολυτροπικά δεδομένα, ενσωματώνοντας πληροφορίες από διάφορες πηγές για να παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της ΔΑΦ. Για παράδειγμα, μοντέλα ML έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση δεδομένων νευροαπεικόνισης, όπως fMRI ή EEG, για τον εντοπισμό νευρικών συσχετισμών της ΔΑΦ με υψηλή ακρίβεια.

Οι Valliani et al. (2019) τόνισαν ότι τα μοντέλα ML θα μπορούσαν να είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τον εντοπισμό υποτύπων ΔΑΦ. Με την ταξινόμηση των παιδιών με βάση τα μοναδικά νευροβιολογικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά τους, η ML θα μπορούσε να ανοίξει το δρόμο για πιο εξατομικευμένες θεραπευτικές προσεγγίσεις. Ωστόσο, η μελέτη αντιμετώπισε επίσης αρκετές προκλήσεις στην κλινική εφαρμογή της ML, κυρίως προβλήματα με την ποιότητα και την ερμηνευσιμότητα των δεδομένων, καθώς και τη δυσκολία γενίκευσης των μοντέλων σε διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα.

Τέλος, για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων συνιστάται η συνεργασία μεταξύ διεπιστημονικών ομάδων ιατρών, επιστημόνων υπολογιστών, μηχανικών, νομικών εμπειρογνομόνων και ηθικολόγων για να διασφαλιστεί ότι αυτά τα μοντέλα είναι ταυτόχρονα ακριβή και ερμηνεύσιμα. Παρά αυτές τις προκλήσεις, η δυνατότητα της ML να ενισχύσει την ακρίβεια και την ταχύτητα της διάγνωσης της ΔΑΦ είναι πολλά υποσχόμενη, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με άλλα διαγνωστικά εργαλεία (Valliani et al., 2019).

❖ Εφαρμογές Μηχανικής Μάθησης στην Αξιολόγηση Συμπεριφοράς (Cavus et al., 2021)

Η συστηματική ανασκόπηση των Cavus et al. (2021) συζήτησαν την εφαρμογή μοντέλων ML στην αξιολόγηση συμπεριφοράς της ΔΑΦ. Οι τεχνικές ML χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για την ανάλυση δεδομένων συμπεριφοράς με πιο διαφοροποιημένο τρόπο από τις παραδοσιακές μεθόδους. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ML είναι η ικανότητά της να αναγνωρίζει μοτίβα σε μεγάλα σύνολα δεδομένων που δεν είναι άμεσα εμφανή στους ανθρώπινους παρατηρητές. Αυτό το έχει καταστήσει ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την ανίχνευση λεπτών συμπεριφορικών δεικτών της ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε παιδιά που μπορεί να μην εμφανίζουν εμφανή συμπτώματα στα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια.

Οι Cavus et al. (2021) διαπίστωσε ότι τα μοντέλα ML ήταν αποτελεσματικά στον εντοπισμό προτύπων συμπεριφοράς που σχετίζονται με ελλείμματα κοινωνικής επικοινωνίας, επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και περιορισμένα ενδιαφέροντα, τα οποία είναι τα βασικά συμπτώματα της ΔΑΦ. Αυτά τα μοντέλα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα στη διάκριση μεταξύ παιδιών με ΔΑΦ και τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών σε μεγάλα σύνολα δεδομένων, επιδεικνύοντας υψηλά επίπεδα ακρίβειας. Η ανασκόπηση τόνισε επίσης τη δυνατότητα χρήσης της ML σε εργαλεία προσυμπτωματικού ελέγχου που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην έγκαιρη διάγνωση, κάτι που είναι κρίσιμο για την έγκαιρη έναρξη των παρεμβάσεων.

Επιπλέον, η χρήση της ML σε αξιολογήσεις συμπεριφοράς επιτρέπει την ενσωμάτωση πολλαπλών πηγών δεδομένων, όπως εγγραφές βίντεο, δεδομένα αισθητήρων και γονικές αναφορές, για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου προφίλ της συμπεριφοράς ενός παιδιού. Αυτή η πολυτροπική προσέγγιση παρέχει μια πλουσιότερη κατανόηση της αναπτυξιακής τροχιάς του παιδιού, καθιστώντας δυνατή την προσαρμογή των παρεμβάσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια στις ανάγκες του. Ωστόσο, η ανασκόπηση σημείωσε επίσης ότι υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με την κλινική υιοθέτηση εργαλείων που βασίζονται σε ML, ιδιαίτερα όσον αφορά την ερμηνευσιμότητα αυτών των μοντέλων και την ανάγκη για μεγάλα, υψηλής ποιότητας σύνολα δεδομένων για την εκπαίδευση των αλγορίθμων. Τέλος, τα βασικά ευρήματα από τη βιβλιογραφία υπογραμμίζουν την συμβολή της τεχνολογίας ML και τις μετασχηματιστικές δυνατότητες που προσφέρει, καθώς και των τεχνολογικών καινοτομιών στη διάγνωση (Cavus et al., 2021).

❖ To Eye Tracking ως διαγνωστικό εργαλείο (Jenner et al., 2023)

Η τεχνολογία Eye Tracking έχει αναδειχθεί ως πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της κοινωνικής γνώσης σε παιδιά με ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς με νοητικές αναπηρίες ή περιορισμένες λεκτικές ικανότητες. Η συστηματική ανασκόπηση των Jenner et al. (2023) επικεντρώθηκε στη χρήση του Eye Tracking για τη μέτρηση της κοινωνικής προσοχής και της σχέσης της με τα χαρακτηριστικά του αυτισμού. Το Eye Tracking επιτρέπει στους ερευνητές να μετρούν πού κατευθύνουν τα παιδιά το βλέμμα τους σε κοινωνικές καταστάσεις, παρέχοντας πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται τα κοινωνικά στοιχεία.

Οι Jenner et al. (2023) διαπίστωσαν ότι τα παιδιά με ΔΑΦ τείνουν να αποφεύγουν να κοιτάζουν κοινωνικά σημαντικές περιοχές, όπως τα μάτια, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της κοινωνικής πρόθεσης και των συναισθημάτων. Αυτή η αποφυγή της οπτικής επαφής είναι ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ΔΑΦ και το Eye Tracking παρέχει μια μη επεμβατική μέθοδο για την ποσοτικοποίηση αυτής της συμπεριφοράς. Η ανασκόπηση τόνισε επίσης ότι τα παιδιά με ΔΑΦ εμφανίζουν περιορισμένες διαδρομές σάρωσης, εστιάζοντας περισσότερο σε περιφερειακά ή άψυχα αντικείμενα παρά σε ανθρώπινα πρόσωπα ή κοινωνικά σχετικά ερεθίσματα.

Το Eye Tracking ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη στη μελέτη μικρών παιδιών με περιορισμένες επικοινωνιακές ικανότητες, καθώς δεν απαιτεί λεκτικές απαντήσεις ή περίπλοκες γνωστικές εργασίες. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό πρώιμων δεικτών ΔΑΦ σε βρέφη και νήπια, οδηγώντας ενδεχομένως σε πρώιμη διάγνωση και παρέμβαση. Ωστόσο, οι Jenner et al. (2023) σημείωσαν ότι απαιτείται περισσότερη έρευνα για την τυποποίηση των πρωτοκόλλων Eye Tracking και για τον προσδιορισμό της ειδικότητας αυτών των ευρημάτων στη ΔΑΦ, καθώς άλλες νευροαναπτυξιακές διαταραχές μπορεί επίσης να εμφανίζουν παρόμοια πρότυπα ελλειμμάτων κοινωνικής προσοχής.

Συνολικά, το Eye Tracking αντιπροσωπεύει ένα πολλά υποσχόμενο διαγνωστικό εργαλείο για τη ΔΑΦ, προσφέροντας μια αντικειμενική μέτρηση της κοινωνικής γνώσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε κλινικά όσο και σε ερευνητικά περιβάλλοντα. Η μη επεμβατική φύση του το καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για χρήση με μικρά παιδιά, συμβάλλοντας στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των πρώιμων σημείων ΔΑΦ και της διάγνωσης (Jenner et al., 2023).

❖ Νευροαπεικόνιση και Ηλεκτροφυσιολογικά Εργαλεία (Clairmont et al., 2022)

Η κριτική των Clairmont et al. (2022) διερεύνησε τη χρήση νευροαπεικόνισης και ηλεκτροφυσιολογικών εργαλείων, όπως η MRI, το EEG και η fNIRS, στην πρώιμη διαλογή της ΔΑΦ. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν πληροφορίες για τις δομικές και λειτουργικές διαφορές στον εγκέφαλο παιδιών με ΔΑΦ, προσφέροντας πιθανούς βιοδείκτες για έγκαιρη διάγνωση. Οι Clairmont et al. (2022) διαπίστωσαν ότι τα βρέφη υψηλού κινδύνου, όπως αυτά με οικογενειακό ιστορικό ΔΑΦ, εμφανίζουν ξεχωριστές νευροαναπτυξιακές τροχιές σε σύγκριση με τα τυπικά αναπτυσσόμενα βρέφη. Αυτές οι διαφορές, που παρατηρούνται μέσω της νευροαπεικόνισης, περιλαμβάνουν αλλοιωμένη συνδεσιμότητα του εγκεφάλου και άτυπα πρότυπα εγκεφαλικής δραστηριότητας.

Μελέτες MRI έχουν δείξει ότι τα βρέφη που συνεχίζουν να αναπτύσσουν ΔΑΦ έχουν αυξημένο όγκο εγκεφάλου και αλλοιωμένη συνδεσιμότητα σε περιοχές που σχετίζονται με την κοινωνική γνώση και την αισθητηριακή επεξεργασία. Ομοίως, μελέτες EEG έχουν εντοπίσει διαφορές στις νευρικές ταλαντώσεις, όπως η μειωμένη ισχύς άλφα και η αυξημένη ισχύς γάμμα, που σχετίζονται με συμπτώματα ΔΑΦ. Η fNIRS, η οποία μετρά τις αλλαγές στη ροή του αίματος και την οξυγόνωση στον εγκέφαλο, έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό διαφορών στη λειτουργική συνδεσιμότητα σε βρέφη υψηλού κινδύνου.

Αυτά τα νευροαπεικονιστικά και ηλεκτροφυσιολογικά εργαλεία προσφέρουν τη δυνατότητα για πρώιμη διάγνωση, ακόμη και πριν γίνουν εμφανή τα συμπτώματα συμπεριφοράς. Ωστόσο, οι Clairmont et al. (2022) τόνισαν ότι χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να επικυρωθούν αυτά τα ευρήματα και να καθοριστεί πώς αυτά τα εργαλεία μπορούν να ενσωματωθούν σε συνήθεις πρακτικές προσυμπτωματικού ελέγχου. Η χρήση αυτών των εργαλείων σε κλινικά περιβάλλοντα εξακολουθεί να περιορίζεται από παράγοντες όπως το κόστος, η προσβασιμότητα και η ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό και εκπαίδευση.

Παρά αυτές τις προκλήσεις, τα ευρήματα από τους Clairmont et al. (2022) προτείνουν ότι η νευροαπεικόνιση και τα ηλεκτροφυσιολογικά εργαλεία θα μπορούσαν να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην έγκαιρη ανίχνευση της ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου. Με τον εντοπισμό νευροβιολογικών δεικτών της ΔΑΦ, αυτά τα εργαλεία θα μπορούσαν να διευκολύνουν προηγούμενες παρεμβάσεις και να βελτιώσουν τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα για τα παιδιά με τη διαταραχή.

❖ Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας για την υποστήριξη του πρώιμου ελέγχου της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος (Desideri et al., 2021)

Οι Desideri et al. (2021) τονίζουν την σημασία των ΤΠΕ στην έγκαιρη αναγνώριση και διαχείριση της ΔΑΦ, ιδιαίτερα μέσω καινοτόμων εργαλείων προσυμπτωματικού ελέγχου προσαρμοσμένα για μικρά παιδιά. Χρησιμοποιώντας μεθόδους ΤΠΕ, όπως Eye Tracking, εφαρμογές για φορητές συσκευές και φορητούς αισθητήρες, οι ερευνητές μπορούν να εντοπίσουν πρώιμα σημάδια ΔΑΦ σε παιδιά ηλικίας έως έξι μηνών. Αυτά τα εργαλεία έχουν το πλεονέκτημα ότι παρέχουν μη επεμβατικές, επεκτάσιμες και προσβάσιμες επιλογές για πρώιμο έλεγχο, επιτρέποντας την ανίχνευση της διαταραχής πριν τα συμπτώματα γίνουν πιο έντονα και δύσκολα διαχειρίσιμα.

Η μελέτη προσδιορίζει συγκεκριμένα εργαλεία ΤΠΕ που έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα σε κλινικές και οικιακές ρυθμίσεις, προσφέροντας οφέλη όπως συνεχή παρακολούθηση, συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ανατροφοδότηση στους φροντιστές. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές για κινητές συσκευές μπορούν να παρακινήσουν τα παιδιά να συμμετέχουν σε διαδραστικές δραστηριότητες, ενώ συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τις απαντήσεις τους, τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Οι Desideri et al. (2021) υποστηρίζουν ότι αυτά τα εργαλεία, όταν συνδυάζονται με αλγόριθμους ML, θα μπορούσαν όχι μόνο να βελτιώσουν την ακρίβεια στην πρώιμη ανίχνευση ΔΑΦ, αλλά και να ενισχύσουν την εξατομίκευση των παρεμβάσεων σύμφωνα με τα μοναδικά πρότυπα συμπεριφοράς κάθε παιδιού.

Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις όσον αφορά τη διασφάλιση ότι τα εργαλεία που βασίζονται σε ΤΠΕ είναι προσβάσιμα, τυποποιημένα και φιλικά προς την χρήση τους. Η μεταβλητότητα στις πλατφόρμες λογισμικού, η συμβατότητα των συσκευών και οι μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων μπορούν να επηρεάσουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την επικύρωση της αποτελεσματικότητας αυτών των εργαλείων σε διαφορετικούς πληθυσμούς και περιβάλλοντα. Με τη συνεχή ανάπτυξη και ενσωμάτωση στις κλινικές πρακτικές, οι ΤΠΕ έχουν την δυνατότητα να μεταμορφώσουν την πρώιμη ανίχνευση και να υποστηρίξουν πιο έγκαιρες παρεμβάσεις.

❖ Μηχανική μάθηση στο Eye-Tracking για διάγνωση ΔΑΦ: Αποτελεσματικότητα και περιορισμοί (Wei et al., 2023)

Πρόσφατα ευρήματα από τους Wei et al. (2023) υπογραμμίζουν τη χρησιμότητα της ML στην ανάλυση δεδομένων Eye Tracking για την ταξινόμηση της ΔΑΦ έναντι των παιδιών τυπικής ανάπτυξης. Το Eye Tracking, ένα εργαλείο που ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στα διαγνωστικά πλαίσια, καταγράφει πρότυπα κοινωνικής οπτικής προσοχής. Η μελέτη δείχνει ότι η ML έχει υψηλή αποτελεσματικότητα, ειδικά σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, που αποδίδει υψηλή ακρίβεια (81%) και ευαισθησία (84%). Αυτές οι μετρήσεις υποδηλώνουν ότι οι προσεγγίσεις Eye Tracking που βασίζονται σε ML μπορούν να εντοπίσουν έγκαιρα τα κοινωνικά ελλείμματα,

καλύπτοντας την ανάγκη για πρώιμες παρεμβάσεις. Επιπλέον, η προσαρμοστικότητα του Eye Tracking με ML το καθιστά ένα ευέλικτο εργαλείο για διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.

Ωστόσο, η μελέτη επισημαίνει επίσης σημαντική διακύμανση μεταξύ των μελετών όσον αφορά τα ερεθίσματα Eye Tracking (κοινωνικά, στατικά και ενεργά) και τους αλγόριθμους ML, με μοντέλα SVM και RF που χρησιμοποιούνται συχνά. Αυτή η ασυνέπεια υπογραμμίζει την ανάγκη για τυποποίηση στη χρήση τεχνικών Eye Tracking, καθώς τα διαφορετικά ερεθίσματα μπορούν να επηρεάσουν την αναπαραγωγιμότητα και τη αξιοπιστία των ευρημάτων μεταξύ των μελετών. Η τυποποίηση αυτή πιθανότατα θα βελτιώσει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της ML, ειδικά όταν εφαρμόζεται σε ευρύτερα κλινικά περιβάλλοντα, καθιστώντας αυτή την τεχνολογία πιο προσιτή και αποδεκτή για χρήση από τους κλινικούς στην καθημερινή πρακτική.

Η μελέτη σημειώνει επίσης προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένων των μικρών μεγεθών δειγμάτων και της έλλειψης ομοιομορφίας στο υλικό και την εφαρμογή Eye Tracking. Αυτές οι προκλήσεις επηρεάζουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, υποδεικνύοντας την ανάγκη για μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ML στη διάγνωση της ΔΑΦ. Αντιμετωπίζοντας αυτά τα κενά, η μελλοντική έρευνα θα μπορεί να προσδιορίσει τις πιο κατάλληλες ρυθμίσεις και συνθήκες για την εφαρμογή του Eye Tracking με ML, υποστηρίζοντας περαιτέρω την ενσωμάτωσή του στην κλινική πρακτική.

❖ Ενίσχυση της διάγνωσης ΔΑΦ με Κοινωνική Οπτική Προσοχή που βασίζεται σε ML (Minissi et al., 2022)

Οι Minissi et al. (2022) διερευνούν τον ρόλο της κοινωνικής οπτικής προσοχής που βασίζεται στην ML ως πολλά υποσχόμενο βιοδείκτη για τη διάγνωση, με τις κινήσεις των ματιών προς τα κοινωνικά ερεθίσματα τα οποία παρέχουν αντικειμενικά δεδομένα για τα κοινωνικά ελλείμματα που είναι χαρακτηριστικά της ΔΑΦ. Η μελέτη υπογραμμίζει τη δυνατότητα της ML να ποσοτικοποιήσει τα πρότυπα κοινωνικής προσοχής, τα οποία θα μπορούσαν να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε ποιοτικές συμπεριφορικές αξιολογήσεις. Η ανασκόπηση προτείνει ότι τα μοντέλα που βασίζονται σε ML θα μπορούσαν να επιτύχουν καλύτερη ακρίβεια στην αξιολόγηση των προτύπων οφθαλμικών κινήσεων που σχετίζονται με τη ΔΑΦ, βοηθώντας τους κλινικούς να ανιχνεύσουν λεπτότητες στα ελλείμματα κοινωνικής προσοχής που μπορεί να περάσουν απαρατήρητες στις συμβατικές αξιολογήσεις.

Η μελέτη προσδιορίζει την SVM ως μια ιδιαίτερα αποτελεσματική τεχνική ML, δεδομένης της αποτελεσματικότητάς της με περιορισμένα μεγέθη δειγμάτων και λιγότερες παραμέτρους. Ενώ η SVM έχει δείξει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην ταξινόμηση ASD, οι Minissi et al. (2022) υποστηρίζουν την περαιτέρω εξερεύνηση άλλων μοντέλων, όπως τα DT (Decision Tree) και τα RF για τον εντοπισμό της καλύτερης αλγοριθμικής προσέγγισης. Επιπλέον, η ενσωμάτωση δυναμικών ερεθισμάτων, όπως ημι-εμβυθιστικές ρυθμίσεις VR, μπορεί να παρέχει μια πιο

φυσιοκρατική αξιολόγηση της κοινωνικής προσοχής, αυξάνοντας ενδεχομένως την οικολογική εγκυρότητα των δοκιμών Eye Tracking. Αυτές οι πρόοδοι υποδηλώνουν ότι οι αξιολογήσεις που βασίζονται σε ML θα μπορούσαν να εξελιχθούν σε οικονομικά αποδοτικά διαγνωστικά εργαλεία με υψηλή δυνατότητα εφαρμογής σε διάφορα κλινικά περιβάλλοντα.

Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην αντιμετώπιση των περιορισμών που σημειώθηκαν, συμπεριλαμβανομένων των μικρών μεγεθών δειγμάτων και της ανάγκης για τυποποιημένα, ρεαλιστικά περιβάλλοντα δοκιμών. Η ενοποίηση του VR και άλλων πολυτροπικών προσεγγίσεων μπορεί να βελτιώσει περαιτέρω την ακρίβεια των αξιολογήσεων ML, παρέχοντας πολύτιμα εργαλεία για έγκαιρη διάγνωση και παρέμβαση. Με τη βελτίωση αυτών των τεχνολογιών και τη διασφάλιση της προσβασιμότητάς τους, οι μέθοδοι που βασίζονται σε ML ενδέχεται να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα και την ακρίβεια της διάγνωσης της ΔΑΦ τα επόμενα χρόνια.

5.1 Τεχνολογικές εξελίξεις

Τα τελευταία χρόνια, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αλλάξει σημαντικά το τοπίο της διάγνωσης της ΔΑΦ, ιδιαίτερα στον εντοπισμό και την ανάλυση των κοινωνικών ελλειμμάτων. Η ενσωμάτωση εργαλείων όπως η ML, η τεχνολογία Eye Tracking, η νευροαπεικόνιση και οι εφαρμογές για κινητές συσκευές έχουν βελτιώσει τόσο την ακρίβεια όσο και την προσβασιμότητα των διαγνωστικών ΔΑΦ.

5.1.1 Πρόοδοι στη Μηχανική Μάθηση και στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Η ML και ΑΙ έχουν αναδειχθεί ως κρίσιμα εργαλεία στη διάγνωση, ιδιαίτερα στον εντοπισμό κοινωνικών ελλειμμάτων. Η χρήση τεχνικών ML επιτρέπει την επεξεργασία μεγάλων συνόλων δεδομένων και τον εντοπισμό πολύπλοκων μοτίβων που μπορεί να αγνοηθούν από την ανθρώπινη ανάλυση. Συγκεκριμένα, οι Cavus et al. (2021) τόνισαν τη δυνατότητα των μοντέλων ML στη συμπεριφορική αξιολόγηση της ΔΑΦ, σημειώνοντας ότι αυτά τα μοντέλα μπορούν να αναγνωρίσουν διακριτικά μοτίβα στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, όπως η οπτική επαφή και οι εκφράσεις του προσώπου, που συχνά επηρεάζονται σε παιδιά με ΔΑΦ. Αυτή η αυτοματοποιημένη προσέγγιση μειώνει την υποκειμενική προκατάληψη που μπορεί να εμφανιστεί στις παραδοσιακές μεθόδους παρατήρησης, οδηγώντας σε πιο ακριβή και αντικειμενικά διαγνωστικά.

5.1.2 Τεχνολογία Eye Tracking

Η τεχνολογία Eye Tracking έχει επίσης κερδίσει εξέχουσα θέση στον τομέα της διάγνωσης της ΔΑΦ, ιδιαίτερα για την ικανότητά της να αξιολογεί την κοινωνική γνώση. Όπως τονίζεται από τους Jenner et al. (2023), το Eye Tracking επιτρέπει στους κλινικούς να μετρούν τα μοτίβα βλέμματος και την κοινωνική προσοχή ενός ατόμου, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις σχετικά με την ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται και να ερμηνεύουν τα κοινωνικά στοιχεία. Η τεχνολογία Eye Tracking έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα μη επεμβατικό και αποτελεσματικό εργαλείο για την αξιολόγηση των κοινωνικών ελλειμμάτων, καθώς μπορεί να ανιχνεύσει λεπτές παραλλαγές στον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά με ΔΑΦ εστιάζουν σε κοινωνικά σχετικά ερεθίσματα, όπως πρόσωπα ή χειρονομίες. Σύμφωνα με τη μελέτη των Jenner et al. (2023), η μειωμένη οπτική επαφή και τα άτυπα μοτίβα βλέμματος είναι βασικοί δείκτες των δυσκολιών κοινωνικής επικοινωνίας σε παιδιά με ΔΑΦ. Η χρήση της τεχνολογίας Eye Tracking έδωσε τη δυνατότητα στους ερευνητές να ποσοτικοποιήσουν αυτές τις συμπεριφορές, παρέχοντας αντικειμενικά δεδομένα που μπορούν να βελτιώσουν τη διαγνωστική διαδικασία.

Επιπλέον, οι Neo et al. (2023) διερεύνησαν την εφαρμογή της τεχνολογίας οφθαλμικής παρακολούθησης σε συνδυασμό με EEG κατάστασης ηρεμίας στη μετα-ανάλυση των διαγνωστικών ΔΑΦ. Τα ευρήματά τους υποδηλώνουν ότι ο συνδυασμός δεδομένων Eye Tracking με νευροφυσιολογικά μέτρα, όπως το EEG, επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των υποκείμενων νευρικών μηχανισμών που συμβάλλουν στα κοινωνικά ελλείμματα. Αυτή η πολυτροπική προσέγγιση έχει μεγάλες δυνατότητες στη βελτίωση της διαγνωστικής διαδικασίας, καθώς επιτρέπει στους κλινικούς να αξιολογούν τόσο τη συμπεριφορική όσο και τη νευρική συσχέτιση των βλαβών της κοινωνικής επικοινωνίας.

5.1.3 Νευροαπεικόνιση και Ηλεκτροφυσιολογικός Έλεγχος

Η νευροαπεικόνιση και οι ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές έχουν επίσης προωθήσει τη διάγνωση, ιδιαίτερα στην ανίχνευση των νευρικών ανωμαλιών που σχετίζονται με τα κοινωνικά ελλείμματα. Οι Clairmont et al. (2022) διεξήγαγαν μια συστηματική ανασκόπηση σχετικά με την αξία της απεικόνισης εγκεφάλου και των ηλεκτροφυσιολογικών δοκιμών για τον πρώιμο έλεγχο της ΔΑΦ. Τα ευρήματά τους δείχνουν ότι οι μέθοδοι νευροαπεικόνισης, όπως η MRI και η fNIRS, μπορούν να ανιχνεύσουν άτυπα πρότυπα συνδεσιμότητας και ενεργοποίησης του εγκεφάλου σε παιδιά με ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε περιοχές που εμπλέκονται στην κοινωνική γνώση και επικοινωνία.

Ηλεκτροφυσιολογικά μέτρα, όπως το EEG, έχουν επίσης δείξει πολλά υποσχόμενα για τον εντοπισμό νευρικών δεικτών κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ. Η μελέτη των Neo et al. (2023) απέδειξε ότι τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσιάζουν ξεχωριστά πρότυπα εγκεφαλικής δραστηριότητας, ιδιαίτερα στις ζώνες συχνοτήτων άλφα και γάμμα, που σχετίζονται με την κοινωνική προσοχή και την επικοινωνία. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι το EEG μπορεί να χρησιμεύσει ως πολύτιμο

εργαλείο για τον εντοπισμό νευροφυσιολογικών δεικτών κοινωνικών ελλειμμάτων, παρέχοντας μια πιο αντικειμενική και βιολογικά θεμελιωμένη προσέγγιση στη διάγνωση.

Η ενσωμάτωση της νευροαπεικόνισης και των ηλεκτροφυσιολογικών δοκιμών στη διάγνωση είχε βαθιά επίδραση στο πεδίο. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την πρόωμη ανίχνευσή της εντοπίζοντας νευρικές διαφορές που προηγούνται των εμφανών συμπτωμάτων συμπεριφοράς. Επιπλέον, παρέχουν μια πιο λεπτομερή κατανόηση των νευρικών μηχανισμών που κρύβονται πίσω από τα κοινωνικά ελλείμματα, τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων.

5.1.4 Κινητές και Ψηφιακές Τεχνολογίες Υγείας

Η εμφάνιση των κινητών και ψηφιακών τεχνολογιών υγείας έχει φέρει περαιτέρω επανάσταση στη διάγνωση, ιδιαίτερα όσον αφορά την προσβασιμότητα και την επεκτασιμότητα. Οι εφαρμογές για κινητές συσκευές και οι πλατφόρμες επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο και παρακολούθηση των συμπτωμάτων της ΔΑΦ, μειώνοντας την ανάγκη για αυτοπροσώπως αξιολογήσεις. Οι Desideri et al. (2021) διεξήγαγαν μια συστηματική ανασκόπηση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη του πρώιμου ελέγχου της ΔΑΦ σε μικρά παιδιά. Τα ευρήματά τους υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών εργαλείων, όπως εφαρμογές κινητών (mobile apps) και οι διαδικτυακές πλατφόρμες, στον εντοπισμό πρώιμων σημείων κοινωνικών ελλειμμάτων. Αυτά τα εργαλεία συχνά ενσωματώνουν ερωτηματολόγια και αξιολογήσεις συμπεριφοράς που μπορούν να συμπληρώσουν οι γονείς στο σπίτι, παρέχοντας ένα βολικό και προσιτό μέσο έγκαιρης διάγνωσης.

Επιπλέον, η χρήση των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας έχει επεκτείνει την εμβέλεια των διαγνωστικών ΔΑΦ σε υποεξυπηρετούμενους πληθυσμούς. Στην ανασκόπηση τους, οι Ophir et al. (2023) εξέτασαν τη σχέση μεταξύ χρόνου οθόνης και ΔΑΦ, σημειώνοντας ότι οι εφαρμογές για κινητές συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για πρώιμο έλεγχο μπορεί να είναι ιδιαίτερα ωφέλιμες σε περιβάλλοντα χαμηλών πόρων όπου η πρόσβαση σε εξειδικευμένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης είναι περιορισμένη. Αξιοποιώντας τις ψηφιακές τεχνολογίες, οι κλινικοί μπορούν να ελέγξουν ένα μεγάλο πληθυσμό για την ενδεχόμενη ύπαρξη ΔΑΦ.

5.1.5 Προηγμένες Τεχνολογίες στη ΔΑΦ: Δυνατότητες και Περιορισμοί

Παρά τις σημαντικές προόδους στη διάγνωση, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην κλινική πρακτική παρουσιάζει προκλήσεις. Ένας από τους κύριους περιορισμούς είναι η μεταβλητότητα στην ποιότητα και τη διαθεσιμότητα των τεχνολογικών εργαλείων σε διαφορετικές ρυθμίσεις. Όπως τονίζεται από τους Dal Pai et al. (2022), η πανδημία COVID-19 επιδείνωσε τις ανισότητες στην πρόσβαση σε διαγνωστικές τεχνολογίες, ιδιαίτερα σε περιοχές με περιορισμένους πόρους,

όπως υποανάπτυκτες περιοχές. Ενώ οι κινητές και ψηφιακές τεχνολογίες υγείας έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν αυτές τις ανισότητες, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο και την ικανότητα των χρηστών να χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες.

Επιπλέον, η εξάρτηση από την τεχνολογία εγείρει ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο των δεδομένων και τα ηθικά ζητήματα. Οι Clairmont et al. (2022) σημείωσαν ότι η χρήση νευροαπεικόνισης και ηλεκτροφυσιολογικών δεδομένων στη διάγνωση απαιτεί αυστηρά πρωτόκολλα για τη διασφάλιση της προστασίας των ευαίσθητων πληροφοριών. Επιπλέον, η εφαρμογή της ΑΙ και της ΜΛ στην υγειονομική περίθαλψη προκαλεί ανησυχίες σχετικά με τη διαφάνεια και την υπευθυνότητα των αυτοματοποιημένων διαγνωστικών συστημάτων.

Τέλος, ενώ τα τεχνολογικά εργαλεία έχουν βελτιώσει την ακρίβεια των διαγνωστικών ΔΑΦ, συνεχίζουν να παρουσιάζουν περιορισμούς (Valliani et al., 2019). Ακόμα, οι Ophir et al. (2023) προειδοποίησαν ότι η σχέση μεταξύ του χρόνου οθόνης και της ΔΑΦ παραμένει ασαφής, καθώς τα ευρήματα συχνά επηρεάζονται από την προκατάληψη της δημοσίευσης και τους περιορισμούς συσχέτισης.

Εκτός από τις τεχνολογίες που εξετάζονται στη συστηματική ανάλυση, αξίζει να σημειωθούν οι πρόσφατες εξελίξεις σε σοβαρά παιχνίδια, που προσφέρουν καινοτόμες προσεγγίσεις στη διάγνωση νευροαναπτυξιακών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου του αυτισμού. Για παράδειγμα, οι Toki et al. (2024) συζητούν τη χρήση ενός σοβαρού συνόλου δεδομένων παιχνιδιών στο σύστημα Smart Speech, το οποίο συλλέγει δεδομένα σχετικά με την ομιλία και τις γλωσσικές αποκρίσεις των παιδιών για την πρόβλεψη νευροαναπτυξιακών διαταραχών. Αυτή η μελέτη, αξιοποιώντας τεχνικές ΜΛ και προηγμένα νευρωνικά δίκτυα, υπογραμμίζει τις δυνατότητες αυτών των εργαλείων στην έγκαιρη ανίχνευση. Το μοντέλο πρόβλεψης πέτυχε υψηλή ακρίβεια, ανάκληση και βαθμολογία F1, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά του στη διάκριση μεταξύ παιδιών με και χωρίς νευροαναπτυξιακές διαταραχές. Αυτές οι εξελίξεις τονίζουν τον αυξανόμενο ρόλο των σοβαρών παιχνιδιών και της ΜΛ στην ενίσχυση της διαγνωστικής ακρίβειας, προσφέροντας νέες ευκαιρίες για εξατομικευμένες παρεμβάσεις. Τα ποσοστά επιτυχίας που αναφέρονται σε συγκριτικές μελέτες διάφορων τεχνολογιών υπογραμμίζουν περαιτέρω τον πολλά υποσχόμενο αντίκτυπο της ενσωμάτωσης αυτών των εργαλείων στις κλινικές αξιολογήσεις (Toki et al., 2024).

Συμπερασματικά, οι τεχνολογικές εξελίξεις στη διάγνωση, ιδιαίτερα στον εντοπισμό των κοινωνικών ελλειμμάτων, είχαν βαθύ αντίκτυπο στον τομέα. Η ΜΛ, το Eye Tracking, η νευροαπεικόνιση και οι εφαρμογές για κινητές συσκευές έχουν βελτιώσει την ακρίβεια και την προσβασιμότητα των διαγνώσεων, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση και εξατομικευμένες παρεμβάσεις. Ωστόσο, η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στην κλινική πρακτική απαιτεί προσεκτική εξέταση των ηθικών, υλικοτεχνικών και πρακτικών προκλήσεων. Καθώς ο τομέας συνεχίζει να εξελίσσεται, είναι σημαντικό να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις για να

διασφαλιστεί ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις στη διάγνωση οδηγούν σε βελτιωμένα αποτελέσματα για τα παιδιά με ΔΑΦ και τις οικογένειές τους.

Με την ενσωμάτωση αυτών των προηγμένων τεχνολογιών, οι κλινικοί μπορούν να παρέχουν πιο ακριβή, έγκαιρη και εξατομικευμένη φροντίδα σε παιδιά με ΔΑΦ, ιδιαίτερα στην αντιμετώπιση των βασικών κοινωνικών ελλειμμάτων που καθορίζουν τη διαταραχή. Αυτές οι εξελίξεις υπόσχονται πολλά για το μέλλον της διάγνωσης και της παρέμβασης στη ΔΑΦ, υπό την προϋπόθεση ότι οι περιορισμοί και οι προκλήσεις αντιμετωπίζονται μέσω συνεχούς έρευνας και καινοτομίας (Dal Pai et al., 2022; Clairmont et al., 2022; Valliani et al., 2019; Ophir et al., 2023; Toki et al., 2024).

5.2. Προκλήσεις και Περιορισμοί

Ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν βελτιώσει σημαντικά τη διάγνωση, ιδιαίτερα στην ανίχνευση κοινωνικών ελλειμμάτων, εξακολουθούν να υπάρχουν αρκετές προκλήσεις και περιορισμοί. Αυτές οι προκλήσεις εκτείνονται από τους τεχνολογικούς περιορισμούς, τους περιορισμούς στα δεδομένα, την πρόσβαση σε πόρους, τις ηθικές ανησυχίες και την έλλειψη τυποποίησης στις διαγνωστικές προσεγγίσεις σε διάφορα εργαλεία.

5.2.1 Τεχνολογικές Προκλήσεις στη Διάγνωση της ΔΑΦ: Εφαρμοστικές Δυσκολίες

Μία από τις κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η υιοθέτηση προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών είναι η τεχνική πολυπλοκότητά τους και η ανάγκη για ισχυρή ενσωμάτωση σε κλινικά περιβάλλοντα. Εργαλεία όπως τα μοντέλα ML, το Eye Tracking, και η νευροαπεικόνιση απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά, γεγονός που αποτελεί εμπόδιο σε πολλά κλινικά περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, όπως οι Neo et al. (2023) επεσήμανε ότι οι διαφορές ισχύος EEG σε κατάσταση ηρεμίας στη ΔΑΦ μπορούν να αναλυθούν αποτελεσματικά μόνο με χρήση υπολογιστικών μοντέλων υψηλών προδιαγραφών, καθιστώντας την τεχνολογία απρόσιτη για πολλούς κλινικούς, ειδικά σε υποχρηματοδοτούμενα περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης.

Ομοίως, όπως συζητήθηκε από τους Valliani et al. (2019), η πολυπλοκότητα των αλγορίθμων Deep Learning χρησιμοποιείται στη διάγνωση και παρουσιάζει δυσκολία στη μάθησή τους από τους επαγγελματίες. Ενώ αυτά τα εργαλεία προσφέρουν υψηλή ακρίβεια, η ενσωμάτωσή τους στη συνήθη κλινική πρακτική περιορίζεται από την ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό και εκπαίδευση που απαιτείται για τους επαγγελματίες υγείας ώστε να χειρίζονται αποτελεσματικά αυτά τα εργαλεία. Επιπλέον, τα μοντέλα ML βασίζονται συχνά σε μεγάλα σύνολα δεδομένων για τη βελτίωση της ακρίβειας, η οποία μπορεί να μην είναι πάντα διαθέσιμη σε κλινικές ρυθμίσεις,

με αποτέλεσμα η εφαρμογή τους συχνά να παρεμποδίζεται από πρακτικούς περιορισμούς (Cavus et al., 2021).

5.2.2 Διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων

Η ακρίβεια και η αξιοπιστία των διαγνωστικών εργαλείων ΔΑΦ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Τα μοντέλα ML και άλλα εργαλεία που βασίζονται σε AI, απαιτούν μεγάλα και υψηλής ποιότητας σύνολα δεδομένων, τα οποία πρέπει να είναι ακριβή, αξιόπιστα και κατάλληλα για να εκπαιδεύουν σωστά τους αλγορίθμους και να διασφαλίζουν ότι η διάγνωση θα είναι όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστη. Ωστόσο, η απόκτηση ποιοτικών δεδομένων μπορεί να είναι μια σημαντική πρόκληση. Πολλές από τις μελέτες που περιλαμβάνονται στην συγκεκριμένη ανασκόπηση υπογραμμίζουν την περιορισμένη διαθεσιμότητα τέτοιων δεδομένων, ιδιαίτερα για ομάδες παιδιών που δεν καλύπτονται επαρκώς από τις έρευνες. Για παράδειγμα, οι Ophir et al. (2023) συζήτησαν τους περιορισμούς των δεδομένων που σχετίζονται με τον χρόνο οθόνης και τη ΔΑΦ, σημειώνοντας ότι πολλές μελέτες βασίζονται σε αυτοαναφορές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα και ανακρίβειες, καθώς τα δεδομένα που παρέχουν οι ίδιοι οι συμμετέχοντες δεν είναι πάντα ακριβή ή αντικειμενικά.

Επιπλέον, η ετερογένεια του πληθυσμού της ΔΑΦ προσθέτει ένα άλλο επίπεδο πολυπλοκότητας στην συλλογή δεδομένων. Η έλλειψη τυποποιημένων πρωτοκόλλων για το πώς πρέπει να γίνεται η συλλογή αυτή, κάνει το ζήτημα ακόμα πιο δύσκολο. Για παράδειγμα, οι Desideri et al. (2021) ανέφεραν ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τον πρώιμο έλεγχο της ΔΑΦ ποικίλλουν σημαντικά στον τρόπο λειτουργίας και εφαρμογής τους. Αυτή η ποικιλία, σε συνδυασμό με την έλλειψη συνέπειας στον τρόπο συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, δυσκολεύει τη δημιουργία ενός πλήρη αξιόπιστου συνόλου δεδομένων που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μελέτες. Ως αποτέλεσμα, ενώ η ML και άλλες προηγμένες τεχνολογίες υπόσχονται πολλά, η αποτελεσματικότητά τους περιορίζεται τελικά από την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξή τους.

5.2.3 Πρόσβαση σε πόρους και ανισότητες

Μια άλλη σημαντική πρόκληση, είναι η άνιση πρόσβαση στις διαγνωστικές τεχνολογίες. Πιο συγκεκριμένα, επιδεινώνει τις ανισότητες στη διάγνωση και ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με χαμηλούς πόρους. Πολλά από τα προηγμένα εργαλεία που συζητήθηκαν, όπως η νευροαπεικόνιση και το σύστημα Eye Tracking, απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό και υποδομή που μπορεί να μην είναι διαθέσιμα σε όλα τα περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης. Όπως τόνισαν οι Clairmont et al. (2022), το κόστος που απαιτείται για την χρήση νευροαπεικονίσεων και ηλεκτροφυσιολογικών εξετάσεων μπορεί να είναι αρκετά υψηλό. Σε αυτή την περίπτωση, η έλλειψη υποδομών και πόρων

δυσχεραίνει τη δυνατότητα χρήσης προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων, επιδεινώνοντας τις ανισότητες στη διάγνωση.

Η πανδημία COVID-19 δυσκόλεψε περαιτέρω την πρόσβαση στις διαγνωστικές τεχνολογίες. Όπως σημείωσαν οι Dal Pai et al. (2022), η πανδημία δυσχέρανε την πρόσβαση σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης για πολλά παιδιά με ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές. Ενώ η τηλευγεία και τα ψηφιακά εργαλεία έχουν προταθεί ως πιθανές λύσεις για την αντιμετώπιση αυτών των ανισοτήτων, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την πρόσβαση σε αξιόπιστες συνδέσεις στο διαδίκτυο και την γνώση πάνω στην χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Οι Ophir et al. (2023) επισήμαναν ότι ενώ οι εφαρμογές για κινητές συσκευές και οι διαδικτυακές πλατφόρμες προσφέρουν ένα προσιτό μέσο έγκαιρου ελέγχου, η χρήση τους εξακολουθεί να είναι περιορισμένη σε αρκετές περιοχές λόγω έλλειψης υποδομής και τεχνολογικής παιδείας. Κατά συνέπεια, η οικονομική ανισότητα εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην ευρεία υιοθέτηση προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών στη ΔΑΦ.

5.2.4 Προβλήματα ηθικής και Απόρρητο δεδομένων

Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών στη διάγνωση εγείρει επίσης σημαντικές ηθικές ανησυχίες, ιδίως όσον αφορά το απόρρητο των δεδομένων και την πιθανότητα αλγοριθμικής μεροληψίας. Πολλά από τα εργαλεία που συζητήθηκαν, όπως η νευροαπεικόνιση και τα μοντέλα ML, βασίζονται σε ευαίσθητα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των σαρώσεων εγκεφάλου και των αξιολογήσεων συμπεριφοράς. Όπως οι Clairmont et al. (2022) σημείωσαν, η συλλογή και αποθήκευση τέτοιων δεδομένων εγείρει ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο των ασθενών, ιδιαίτερα όταν αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με πλατφόρμες που βασίζονται σε cloud. Η διασφάλιση της ασφάλειας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων των ασθενών είναι μια κρίσιμη πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπιστεί καθώς αυτές οι τεχνολογίες ενσωματώνονται περισσότερο στην κλινική πρακτική.

Εκτός από τις ανησυχίες για το απόρρητο, υπάρχει επίσης η πιθανότητα μεροληψίας στους αλγόριθμους που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση. Συγκεκριμένα, εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης των μοντέλων ML είναι προκατειλημμένα ή ελλιπή, οι αλγόριθμοι που προκύπτουν ενδέχεται να παράγουν λανθασμένες ή ανακριβείς διαγνώσεις. Για παράδειγμα, αυτό το ζήτημα επιδεινώνεται από το γεγονός ότι πολλά διαγνωστικά εργαλεία, όπως το Eye Tracking και η νευροαπεικόνιση, οδηγούνται σε λανθασμένες διαγνώσεις διότι παρουσιάζουν πολιτισμικές διαφορές στην κοινωνική συμπεριφορά και επικοινωνία συγκριτικά με παιδιά από μη δυτικούς πολιτισμούς (Jenner et al., 2023).

Επιπλέον, η εξάρτηση από αυτοματοποιημένα διαγνωστικά εργαλεία εγείρει ερωτήματα σχετικά με τη λογοδοσία. Όπως οι Canus et al. (2021) επεσήμαναν, ότι παρόλο που τα μοντέλα ML μπορούν να βελτιώσουν την διάγνωση, δεν είναι αλάνθαστα. Σε περιπτώσεις λανθασμένης

διάγνωσης, δεν είναι σαφές ποιος θα αναλάβει την ευθύνη και τις συνέπειες του αποτελέσματος. Η ευθύνη αποδίδεται ανάμεσα του αρμόδιου κλινικού ιατρού που χρησιμοποιεί το εργαλείο, τους προγραμματιστές του αλγορίθμου ή του ιδρύματος που το εφάρμοσε. Αυτές οι ηθικές ανησυχίες υπογραμμίζουν την ανάγκη για αυστηρά πρωτόκολλα και ρυθμιστικά πλαίσια ώστε να διασφαλιστεί ότι η χρήση προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών στη ΔΑΦ είναι ασφαλής και δίκαιη.

5.2.5 Έλλειψη Τυποποίησης και Επικύρωσης

Ένα επαναλαμβανόμενο θέμα σε πολλά από τα άρθρα που εξετάζονται είναι η έλλειψη τυποποίησης (έλλειψη ενός καθορισμένου τρόπου διεξαγωγής ερευνών) στη χρήση προηγμένων τεχνολογιών για τη διάγνωση. Όπως τόνισαν οι Desideri et al. (2021), υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα στα εργαλεία και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στις μελέτες, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη σύγκριση ευρημάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Για παράδειγμα, ενώ ορισμένες μελέτες χρησιμοποιούν το Eye Tracking για την αξιολόγηση της κοινωνικής γνώσης, άλλες βασίζονται σε νευροαπεικόνιση ή αξιολογήσεις συμπεριφοράς, καθεμία από τις οποίες παρέχει διαφορετικές γνώσεις για τα κοινωνικά ελλείμματα σε παιδιά με ΔΑΦ. Η έλλειψη τυποποίησης στη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση και την αναφορά περιπλέκει περαιτέρω τις προσπάθειες για την επικύρωση αυτών των εργαλείων και την ενσωμάτωσή τους στην κλινική πρακτική (Jenner et al., 2023; Neo et al., 2023).

Αυτή η έλλειψη τυποποίησης είναι ιδιαίτερα προβληματική όταν πρόκειται για την ανάπτυξη διαγνωστικών κριτηρίων. Όπως οι Neo et al. (2023) σημείωσαν, ενώ η νευροαπεικόνιση και οι ηλεκτροφυσιολογικές δοκιμές μπορούν να παρέχουν πολύτιμες γνώσεις για τις νευρικές συσχετίσεις των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ, δεν υπάρχει επί του παρόντος συναίνεση σχετικά με τους συγκεκριμένους βιοδείκτες που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση της διαταραχής. Ομοίως, οι Ophir et al. (2023) επεσήμανε ότι ενώ ο χρόνος οθόνης επηρεάζει την ΔΑΦ σε ορισμένες μελέτες, τα ευρήματα είναι ασυνεπή και δεν υπάρχει τυποποιημένη μέτρηση του χρόνου οθόνης που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικούς. Χωρίς σαφείς οδηγίες και τυποποιημένα πρωτόκολλα, η αποτελεσματικότητα των προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών στη διάγνωση παραμένει περιορισμένη.

5.2.6 Πρακτικές Προκλήσεις στην Εφαρμογή

Τέλος, υπάρχουν πρακτικές προκλήσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών στην κλινική πράξη. Όπως οι Valliani et al. (2019) ανέφεραν, ενώ τα μοντέλα Deep Learning και άλλα εργαλεία που βασίζονται στην ΑΙ έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλουν ριζικά την διάγνωση, η χρήση τους εξακολουθεί να είναι περιορισμένη. Πολλά από αυτά τα εργαλεία

απαιτούν υψηλή υπολογιστική ισχύ και εξειδικευμένη τεχνογνωσία για να λειτουργήσουν, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εφαρμογή τους σε καθημερινά κλινικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, το κόστος αυτών των τεχνολογιών μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλό για μικρές κλινικές και παρόχους υγειονομικής περίθαλψης σε υποανάπτυκτες περιοχές (Clairmont et al., 2022).

Επιπλέον, ο χρόνος που απαιτείται για την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο. Για παράδειγμα, οι Desideri et al. (2021) σημείωσαν ότι ενώ τα ψηφιακά εργαλεία για πρώιμο έλεγχο μπορούν να είναι αποτελεσματικά, απαιτούν τακτικές ενημερώσεις και συντήρηση για να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία τους. Αυτό μπορεί να είναι χρονοβόρο και δαπανηρό, ιδιαίτερα για κλινικές με περιορισμένους πόρους. Επιπλέον, η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στα υπάρχοντα διαγνωστικά πλαίσια μπορεί να παρουσιάζει προκλήσεις, καθώς πολλοί κλινικοί μπορεί να είναι επιφυλακτικοί στην υιοθέτηση νέων εργαλείων ή μπορεί να μην έχουν την απαιτούμενη εκπαίδευση για την αποτελεσματική χρήση τους (Cavus et al., 2021).

Συμπερασματικά, ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν ενισχύσει σημαντικά τη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ, πρέπει να αντιμετωπιστούν αρκετές προκλήσεις και περιορισμοί για να διασφαλιστεί η ευρεία υιοθέτηση και η αποτελεσματικότητά τους. Αυτές οι προκλήσεις περιλαμβάνουν τεχνολογικούς περιορισμούς, ζητήματα διαθεσιμότητας δεδομένων και ποιότητας, άνιση πρόσβαση στους πόρους, ζητήματα ηθικής και ιδιωτικότητας, έλλειψη τυποποίησης και πρακτικά εμπόδια στην εφαρμογή. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων θα απαιτήσει συντονισμένες προσπάθειες από ερευνητές, κλινικούς και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για να διασφαλιστεί ότι τα οφέλη των προηγμένων διαγνωστικών τεχνολογιών θα είναι προσβάσιμα σε όλα τα παιδιά, ανεξάρτητα από το υπόβαθρο ή την τοποθεσία τους. Ξεπερνώντας αυτά τα εμπόδια, ο τομέας της διάγνωσης μπορεί να συνεχίσει να εξελίσσεται και να βελτιώνει τη ζωή των παιδιών με ΔΑΦ και των οικογενειών τους (Clairmont et al., 2022; Valliani et al., 2019; Cavus et al., 2021; Desideri et al., 2021).

5.3. Τρέχουσες Τάσεις και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Ο τομέας της διάγνωσης στην ΔΑΦ εξελίσσεται ταχέως, με γνώμονα την πρόοδο της τεχνολογίας και τη βαθύτερη κατανόηση της πολυπλοκότητας της διαταραχής. Οι τρέχουσες τάσεις στη διάγνωση των κοινωνικών ελλειμμάτων στη ΔΑΦ επικεντρώνονται στη βελτίωση της ακρίβειας, της προσβασιμότητας και της εξατομίκευσης των διαγνωστικών εργαλείων. Αυτές οι σύγχρονες τάσεις ανοίγουν το δρόμο για πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις και βελτιωμένα αποτελέσματα για παιδιά με ΔΑΦ.

5.3.1 Ενσωμάτωση Προηγμένων Τεχνολογιών

Μία από τις πιο σημαντικές τάσεις στη διάγνωση είναι η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών όπως η ΑΙ, η ΜΛ και οι φορητοί αισθητήρες. Η ΑΙ και η ΜΛ είναι ιδιαίτερα μετασχηματιστικά, επιτρέποντας στην ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων για τον εντοπισμό λεπτών μοτίβων και προγνωστικών παραγόντων της διαταραχής. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων γενετικών πληροφοριών, νευροαπεικόνισης και αξιολογήσεων συμπεριφοράς, για να αναπτύξουν πιο ακριβή και έγκαιρα διαγνωστικά εργαλεία (Minissi et al., 2022; Kohli et al., 2022; Genovese & Butler, 2023).

Ταυτόχρονα, οι φορητοί αισθητήρες γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς για την ικανότητά τους να παρέχουν ακριβή ποσοτικά δεδομένα για τις σωματικές αντιδράσεις των παιδιών με αυτισμό σε διάφορες κοινωνικές καταστάσεις. Αυτές οι συσκευές μπορούν να παρακολουθούν πώς αλλάζει ο καρδιακός ρυθμός και η αγωγιμότητα του δέρματος καθώς και άλλοι φυσιολογικοί δείκτες που σχετίζονται με το άγχος και τη συναισθηματική ρύθμιση, παρέχοντας συνεχή δεδομένα που μπορούν να ενημερώσουν τη διάγνωση και τη διαχείριση της ΔΑΦ. Η χρήση τέτοιων αισθητήρων επιτρέπει τη συλλογή αντικειμενικών δεδομένων σε φυσιοκρατικά περιβάλλοντα, ενισχύοντας την εγκυρότητα των αξιολογήσεων (Mohammed et al., 2023).

5.3.2 Εξατομικευμένη Ιατρική

Η στροφή προς την εξατομικευμένη ιατρική είναι μια άλλη σημαντική τάση στη διάγνωση της ΔΑΦ. Η εξατομικευμένη ιατρική περιλαμβάνει την προσαρμογή στρατηγικών διάγνωσης και παρέμβασης στα ατομικά χαρακτηριστικά κάθε παιδιού. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδιαίτερα σημαντική στη ΔΑΦ, δεδομένης της μεγάλης μεταβλητότητας στα συμπτώματα και τη σοβαρότητα μεταξύ των παιδιών. Οι τεχνολογίες ΑΙ και ΜΛ διευκολύνουν την εξατομικευμένη ιατρική αναλύοντας μεγάλα σύνολα δεδομένων για τον εντοπισμό υποτύπων της ΔΑΦ και την πρόβλεψη μεμονωμένων απαντήσεων σε διαφορετικές παρεμβάσεις (Kohli et al., 2022; Genovese & Butler, 2023; Mohammed et al., 2023).

Για παράδειγμα, οι αυτοματοποιημένοι εκπαιδευτές κοινωνικών δεξιοτήτων χρησιμοποιούν την ΑΙ για να προσομοιώσουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και να παρέχουν ανατροφοδότηση σε πραγματικές συνθήκες, προσαρμόζοντας την εκπαίδευση στην καθημερινή πρόοδο του ατόμου. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση διασφαλίζει ότι οι παρεμβάσεις προσαρμόζονται στις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε ατόμου, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά τους. Επιπλέον, εξατομικευμένα διαγνωστικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό των καταλληλότερων θεραπευτικών στρατηγικών για κάθε ασθενή, οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα (Alcañiz et al., 2022).

5.3.3 Εργαλεία Ψηφιακής και Εικονικής Πραγματικότητας

Τα ψηφιακά παιχνίδια και τα περιβάλλοντα VR γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα στη διάγνωση και την παρέμβαση της ΔΑΦ. Αυτά τα εργαλεία προσφέρουν καθηλωτικές και διαδραστικές εμπειρίες που μπορούν να προσομοιώσουν κοινωνικές αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο με ελεγχόμενο και επαναλαμβανόμενο τρόπο. Τα ψηφιακά παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για παιδιά με ΔΑΦ συχνά επικεντρώνονται στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων και στην αναγνώριση συναισθημάτων, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση και ελκυστικές πλατφόρμες μάθησης (Alcañiz et al., 2022; Garcia-Garcia et al., 2022).

Τα περιβάλλοντα VR το κάνουν ένα βήμα παραπέρα δημιουργώντας πλήρως καθηλωτικά κοινωνικά σενάρια όπου οι κλινικοί μπορούν να παρατηρήσουν πώς τα παιδιά με ΔΑΦ περιηγούνται στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, ανταποκρίνονται σε κοινωνικές ενδείξεις και διαχειρίζονται το άγχος. Αυτά τα περιβάλλοντα μπορούν να αναδημιουργήσουν διάφορα κοινωνικά πλαίσια, όπως αίθουσες διδασκαλίας ή παιδικές χαρές, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις για την κοινωνική λειτουργία του ατόμου. Επιπρόσθετα, η ικανότητα τυποποίησης κοινωνικών καταστάσεων στα περιβάλλοντα VR διασφαλίζει συνεπείς συνθήκες αξιολόγησης, ενισχύοντας την αξιοπιστία των διαγνώσεων (Alcañiz et al., 2022).

5.3.4 Μελλοντικές Οδηγίες

Κοιτάζοντας το μέλλον, το μέλλον της διάγνωσης και της παρέμβασης της ΔΑΦ πιθανότατα θα διαμορφωθεί από τις συνεχείς προόδους στην τεχνολογία και τη βαθύτερη κατανόηση των βιολογικών και συμπεριφορικών υποστρωμάτων της διαταραχής. Μια πολλά υποσχόμενη κατεύθυνση είναι η ανάπτυξη πιο εξελιγμένων αλγορίθμων ΑΙ και ΜΛ που μπορούν να ενσωματώσουν πολυτροπικές πηγές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων γενετικών, νευροαπεικόνισης και δεδομένων συμπεριφοράς, για να παρέχουν μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση (Mohammed et al., 2023; Minissi et al., 2022).

Ένας άλλος σημαντικός τομέας που θα αποτελέσει θεμέλιο για τις μελλοντικές παρεμβάσεις είναι η ανάπτυξη πολιτιστικά ευαίσθητων διαγνωστικών εργαλείων. Συγκεκριμένα, τα πρότυπα κοινωνικής επικοινωνίας μπορεί να διαφέρουν ευρέως μεταξύ των πολιτισμών και είναι σημαντικό τα διαγνωστικά εργαλεία να αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια αυτές τις διαφορές για να διασφαλιστούν δίκαιες και ακριβείς διαγνώσεις. Η ουσιαστική ανάλυση με στόχο την ανάπτυξη και την επικύρωση πολιτιστικά ευαίσθητων εργαλείων θα βοηθήσει να διασφαλιστεί ότι παιδιά από διαφορετικά υπόβαθρα λαμβάνουν κατάλληλες και αποτελεσματικές διαγνώσεις και παρεμβάσεις (El-Sattar et al., 2022).

Επιπλέον, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση γονιδιωματικών και νευροβιολογικών δεικτών για τη βελτίωση της διάγνωσης και της κατανόησης της ΔΑΦ. Οι πρόοδοι στη γονιδιωματική και τη νευροαπεικόνιση παρέχουν νέες γνώσεις για τους βιολογικούς μηχανισμούς

που κρύβονται πίσω από τη ΔΑΦ, οι οποίοι θα μπορούσαν να οδηγήσουν στον εντοπισμό νέων βιοδεικτών για έγκαιρη διάγνωση και στοχευμένες παρεμβάσεις. Ακόμα, η κατανόηση της γενετικής και νευροβιολογικής βάσης της ΔΑΦ θα ενημερώσει επίσης την ανάπτυξη νέων θεραπευτικών στρατηγικών που αντιμετωπίζουν τις βαθύτερες αιτίες της διαταραχής (Genovese & Butler, 2023).

Η ενσωμάτωση της ΑΙ και των φορητών τεχνολογιών στην καθημερινή ζωή είναι μια άλλη συναρπαστική μελλοντική κατεύθυνση. Οι έξυπνες οικιακές τεχνολογίες και οι φορητές συσκευές θα μπορούσαν να παρακολουθούν συνεχώς παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού, παρέχοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη συμπεριφορά και τις φυσιολογικές τους αντιδράσεις. Αυτή η συνεχής παρακολούθηση θα μπορούσε να εντοπίσει έγκαιρα αλλαγές στην κατάσταση του ατόμου, επιτρέποντας έπειτα από τη διάγνωση έγκαιρες και άμεσες παρεμβάσεις που αποτρέπουν την κλιμάκωση των συμπτωμάτων (El-Sattar et al., 2022).

Συμπερασματικά, οι τρέχουσες τάσεις στη διάγνωση της ΔΑΦ χαρακτηρίζονται από την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, εξατομικευμένης ιατρικής, τηλεϊατρική και ψηφιακών εργαλείων. Αυτές οι εξελίξεις ενισχύουν την ακρίβεια, την προσβασιμότητα και την αποτελεσματικότητα των διαγνωστικών στρατηγικών και των στρατηγικών παρέμβασης. Καθώς η τεχνολογική εξέλιξη συνεχίζεται, η ανάπτυξη νέων εργαλείων και μεθοδολογιών θα βελτιώσει περαιτέρω την διαγνωστική ικανότητα και τον εντοπισμό των κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ (El-Sattar et al., 2022; Mohammed et al., 2023; Genovese & Butler, 2023).

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα

Η πτυχιακή αυτή εργασία εξετάζει την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα διαφόρων τεχνολογιών, όπως το Eye Tracking, το EEG, η ML, η VR και τα σοβαρά παιχνίδια, στον εντοπισμό κοινωνικών ελλειμμάτων σε παιδιά με ΔΑΦ. Μέσα από μια συστηματική ανασκόπηση, αποδεικνύεται ότι αυτά τα εργαλεία παρέχουν πιο αντικειμενικές και ακριβείς διαγνώσεις συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους, μειώνοντας τα λάθη και διευκολύνοντας την έγκαιρη διάγνωση. Ειδικότερα, το Eye Tracking επιτρέπει στους κλινικούς να παρατηρούν πού εστιάζει το βλέμμα το παιδί, ενώ οι τεχνολογίες VR και ML ενισχύουν την ανάλυση της κοινωνικής συμπεριφοράς και την εξατομίκευση της διάγνωσης. Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις, όπως η προσβασιμότητα των τεχνολογιών και τα ζητήματα ιδιωτικότητας δεδομένων. Ωστόσο, η χρήση αυτών των εργαλείων υπόσχεται σημαντική πρόοδο στον τομέα των αναπτυξιακών διαταραχών, επιτρέποντας την πρόωμη ανίχνευση και την προσαρμοσμένη παρέμβαση για παιδιά με ΔΑΦ.

Βιβλιογραφία

- Alcañiz, M., Chicchi-Giglioli, I. A., Carrasco-Ribelles, L. A., Marín-Morales, J., Minissi, M. E., TeruelGarcía, G., Sirera, M., & Abad, L. (2022). Eye gaze as a biomarker in the recognition of autism spectrum disorder using virtual reality and machine learning: A proof of concept for diagnosis. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 15(1), 131–145. <https://doi.org/10.1002/aur.2636>
- Almeida, L. M., Silva, D. P. D., Theodório, D. P., Silva, W. W., Rodrigues, S. C. M., Scardovelli, T. A., ... & Bissaco, M. A. S. (2019). ALTRIRAS: A computer game for training children with autism spectrum disorder in the recognition of basic emotions. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4384896>
- Barbarese, W., Cacia, J., Friedman, S., Fussell, J., Hansen, R., Hofer, J., ... & Sideridis, G. (2022). Clinician diagnostic certainty and the role of the autism diagnostic observation schedule in autism spectrum disorder diagnosis in young children. *JAMA pediatrics*, 176(12), 1233-1241. doi:10.1001/jamapediatrics.2022.3605.
- Briot, K., Pizano, A., Bouvard, M., & Amestoy, A. (2021). New technologies as promising tools for assessing facial emotion expressions impairments in ASD: a systematic review. *Frontiers in psychiatry*, 12, 634756. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.634756>
- Calder, S. D., Brennan-Jones, C. G., Robinson, M., Whitehouse, A., & Hill, E. (2023). How we measure language skills of children at scale: A call to move beyond domain-specific tests as a proxy for language. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 25(3), 440-448. <https://doi.org/10.1080/17549507.2023.2171488>
- Cavus, N., Lawan, A. A., Ibrahim, Z., Dahiru, A., Tahir, S., Abdulrazak, U. I., & Hussaini, A. (2021). A systematic literature review on the application of machine-learning models in behavioral assessment of autism spectrum disorder. *Journal of Personalized Medicine*, 11(4), 299. <https://doi.org/10.3390/jpm11040299>
- Clairmont, C., Wang, J., Tariq, S., Sherman, H. T., Zhao, M., & Kong, X. J. (2022). The value of brain imaging and electrophysiological testing for early screening of autism spectrum disorder: a systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 812946. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.812946>
- Dal Pai, J., Wolff, C. G., Aranchipe, C. S., Kepler, C. K., Dos Santos, G. A., Canton, L. A. L., ... & Nunes, M. L. (2022). COVID-19 pandemic and autism spectrum disorder, consequences to children and adolescents—A systematic review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 11(2), 407-432. <https://doi.org/10.1007/s40489-022-00344-4>

- Dehkordi, P. S., Moradi, H., Mahmoudi, M., & Pouretmad, H. R. (2015). The design, development, and deployment of roboparrot for screening autistic children. *International Journal of Social Robotics*, 7, 513-522. <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0309-8>
- Desideri, L., Pérez-Fuster, P., & Herrera, G. (2021). Information and communication technologies to support early screening of autism spectrum disorder: a systematic review. *Children*, 8(2), 93. <https://doi.org/10.3390/children8020093>
- Egger, H. L., Dawson, G., Hashemi, J., Carpenter, K. L., Espinosa, S., Campbell, K., ... & Sapiro, G. (2018). Automatic emotion and attention analysis of young children at home: a ResearchKit autism feasibility study. *NPJ digital medicine*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0024-6>
- El-Sattar, A., Karam, H., Omar, M., & Mohamady, H. (2022). Saly: A New Serious Game to Promote Emotion Recognition and Attention Skills for Egyptian Children with Developmental Disorders. Available at SSRN 4102938. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4102938>
- Fletcher-Watson, S., Petrou, A., Scott-Barrett, J., Dicks, P., Graham, C., O'Hare, A., ... & McConachie, H. (2016). A trial of an iPad™ intervention targeting social communication skills in children with autism. *Autism*, 20(7), 771-782. <https://doi.org/10.1177/136236131560562>
- Gabbay-Dizdar, N., Ilan, M., Meiri, G., Faroy, M., Michaelovski, A., Flusser, H., Menashe, I., Koller, J., Zachor, D. A., & Dinstein, I. (2022). Early diagnosis of autism in the community is associated with marked improvement in social symptoms within 1-2 years. *Autism*, 26(6), 1353-1363. <https://doi.org/10.1177/13623613211049011>
- Garcia-Garcia, J. M., Penichet, V. M., Lozano, M. D., & Fernando, A. (2022). Using emotion recognition technologies to teach children with autism spectrum disorder how to identify and express emotions. *Universal Access in the Information Society*, 21(4), 809-825. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00818-y>
- Genovese, A., & Butler, M. G. (2020). Clinical assessment, genetics, and treatment approaches in autism spectrum disorder (ASD). *International journal of molecular sciences*, 21(13), 4726. <https://doi.org/10.3390/ijms21134726>
- Genovese, A., & Butler, M. G. (2023). The autism spectrum: behavioral, psychiatric and genetic associations. *Genes*, 14(3), 677. <https://doi.org/10.3390/genes14030677>
- Hosseinzadeh, M., Koochpayehzadeh, J., Bali, A. O., Rad, F. A., Souri, A., Mazaherinezhad, A., ... & Bohlouli, M. (2021). A review on diagnostic autism spectrum disorder approaches based on the Internet of Things and Machine Learning. *The Journal of Supercomputing*, 77, 2590-2608. <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03357-0>

- Jaramillo-Alcázar, A., Arias, J., Alborno, I., Alvarado, A., & Luján-Mora, S. (2022). Method for the development of accessible mobile serious games for children with autism spectrum disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3844. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073844>.
- Jenner, L. A., Farran, E. K., Welham, A., Jones, C., & Moss, J. (2023). The use of eye-tracking technology as a tool to evaluate social cognition in people with an intellectual disability: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 15(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s11689-023-09506-9>
- Kasari, C., Rotheram-Fuller, E., Locke, J., & Gulsrud, A. (2012). Making the connection: Randomized controlled trial of social skills at school for children with autism spectrum disorders. *Journal of child psychology and psychiatry*, 53(4), 431-439. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02493.x>
- Khodatars, M., Shoeibi, A., Sadeghi, D., Ghaasemi, N., Jafari, M., Moridian, P., ... & Berk, M. (2021). Deep learning for neuroimaging-based diagnosis and rehabilitation of autism spectrum disorder: a review. *Computers in biology and medicine*, 139, 104949. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104949>.
- Kohli, M., Kar, A. K., & Sinha, S. (2022). The role of intelligent technologies in early detection of autism spectrum disorder (asd): A scoping review. *IEEE Access*, 10, 104887-104913. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3208587.
- Kou, J., Le, J., Fu, M., Lan, C., Chen, Z., Li, Q., ... & Kendrick, K. M. (2019). Comparison of three different eye-tracking tasks for distinguishing autistic from typically developing children and autistic symptom severity. *Autism Research*, 12(10), 1529-1540. <https://doi.org/10.1002/aur.2174>
- Lebersfeld, J. B., Swanson, M., Clesi, C. D., & O'Kelley, S. E. (2021). Systematic review and meta-analysis of the clinical utility of the ADOS-2 and the ADI-R in diagnosing autism spectrum disorders in children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04839-z>.
- Liu, X., Wu, Q., Zhao, W., & Luo, X. (2017). Technology-facilitated diagnosis and treatment of individuals with autism spectrum disorder: An engineering perspective. *Applied Sciences*, 7(10), 1051. <https://doi.org/10.3390/app7101051>
- Maenner, M. J. (2023). Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2020. *MMWR. Surveillance Summaries*, 72. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>

- Millar L, McConnachie A, Minnis H, Wilson P, Thompson L, Anzulewicz A, Sobota K, Rowe P, Gillberg C, Delafield-Butt J. Phase 3 diagnostic evaluation of a smart tablet serious game to identify autism in 760 children 3-5 years old in Sweden and the United Kingdom. *BMJ Open*. 2019 Jul 16;9(7):e026226. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026226. PMID: 31315858; PMCID: PMC6661582.
- Minissi, M. E., Chicchi Giglioli, I. A., Mantovani, F., & Alcañiz Raya, M. (2022). Assessment of the autism spectrum disorder based on machine learning and social visual attention: A systematic review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(5), 2187-2202. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05106-5>
- Mohammed, V. A., Mohammed, M. A., Mohammed, M. A., Logeshwaran, J., & Jiwani, N. (2023, February). Machine Learning-based Evaluation of Heart Rate Variability Response in Children with Autism Spectrum Disorder. In 2023 Third International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS) (pp. 1022-1028). IEEE. doi: 10.1109/ICAIS56108.2023.10073898.
- Neo, W. S., Foti, D., Keehn, B., & Kelleher, B. (2023). Resting-state EEG power differences in autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. *Translational Psychiatry*, 13(1), 389. <https://doi.org/10.1038/s41398-023-02681-2>
- Odom, S. L., Thompson, J. L., Hedges, S., Boyd, B. A., Dykstra, J. R., Duda, M. A., ... & Bord, A. (2015). Technology-aided interventions and instruction for adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 3805-3819. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2320-6>
- Ophir, Y., Rosenberg, H., Tikochinski, R., Dalyot, S., & Lipshits-Braziler, Y. (2023). Screen time and autism spectrum disorder: a systematic review and Meta-analysis. *JAMA network open*, 6(12), e2346775-e2346775. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.46775
- Rice, C. E., Carpenter, L. A., Morrier, M. J., Lord, C., DiRienzo, M., Boan, A., ... & Wiggins, L. D. (2022). Defining in detail and evaluating reliability of DSM-5 criteria for autism spectrum disorder (ASD) among children. *Journal of autism and developmental disorders*, 52(12), 5308-5320. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05377-y>
- Rice, L. M., Wall, C. A., Fogel, A., & Shic, F. (2015). Computer-assisted face processing instruction improves emotion recognition, mentalizing, and social skills in students with ASD. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 2176-2186. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2380-2>
- Rosen, N. E., Lord, C., & Volkmar, F. R. (2021). The diagnosis of autism: From Kanner to DSM-III to DSM-5 and beyond. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(12), 4253-4270. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04904-1>

- Shaw, K. A. (2021). Early identification of autism spectrum disorder among children aged 4 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2018. *MMWR. Surveillance Summaries*, 70. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss7010a1>
- Song, D. Y., Kim, S. Y., Bong, G., Kim, J. M., & Yoo, H. J. (2019). The use of artificial intelligence in screening and diagnosis of autism spectrum disorder: A literature review. *Soa Chongsoryon Chongsin Uihak*, 30(4), 145-152. <https://doi.org/10.5765/jkacap.190027>
- Sun, B., Wang, B., Wei, Z., Feng, Z., Wu, Z. L., Yassin, W., Stone, W. S., Lin, Y., & Kong, X. J. (2023). Identification of diagnostic markers for ASD: A restrictive interest analysis based on EEG combined with eye tracking. *Frontiers in Neuroscience*, 17, Article 1236637. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1236637>
- Tanaka, H., Sakti, S., Neubig, G., Toda, T., Negoro, H., Iwasaka, H., & Nakamura, S. (2015, March). Automated social skills trainer. In *Proceedings of the 20th International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 17-27). <https://doi.org/10.1145/2678025.270136>
- Tang, M., Kumar, P., Chen, H., & Shrivastava, A. (2020). Deep multimodal learning for the diagnosis of autism spectrum disorder. *Journal of Imaging*, 6(6), Article 47. <https://doi.org/10.3390/jimaging6060047>
- Toki, E.I. (2013). Multimedia Technology for Speech and Language Diagnosis and Thera-py. *Socialinis darbas*, 12 (2), 330-339. DOI: 10.13165/SD-13-12-2-11
- Toki, E.I., Fakitsa, P., Drosos K., Pange, J., Siafaka, V., Karampas, A. & Petrikis, P. (2018). Pragmatics Communication Deficiencies and the Role of Gamification. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 22(2), 2624-2638. <http://dx.doi.org/10.15405/ejsbs.232>
- Toki, E. I., Pange, J., Tatsis, G., Plachouras, K., & Tsoulos, I. G. (2024a). Utilizing Constructed Neural Networks for Autism Screening. *Applied Sciences*, 14(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/app14073053>
- Toki, E., Zakopoulou, V., Tatsis, G., & Pange, J. (2024b). Automated detection of neurodevelopmental disorders using face-to-face mobile technology among typically developing Greek children: Randomized controlled trial. *JMIR Formative Research*, 8, e53465. <https://doi.org/10.2196/53465>
- Toki, E. I., Tatsis, G., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2024c). Constructing Features for Screening Neurodevelopmental Disorders Using Grammatical Evolution. *Applied Sciences*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/app14010305>

- Toki, E. I., Tsoulos, I. G., Santamato, V., & Pange, J. (2024d). Machine Learning for Predicting Neurodevelopmental Disorders in Children. *Applied Sciences*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/app14020837>
- Toki, E. I., Tatsis, G., Tatsis, V. A., Plachouras, K., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2023a). 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>
- Toki, E. I., Tatsis, G., Tatsis, V. A., Plachouras, K., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2023b). Employing Classification Techniques on SmartSpeech Biometric Data towards Identification of Neurodevelopmental Disorders. *Signals*, 4(2), 401-420. <https://doi.org/10.3390/signals4020021>
- Toki, E. I.; Zakopoulou, V.; Tatsis, G.; Plachouras, K.; Pange, J. (2023c). Markers for the support of clinical Tele-assessment: The case of autism spectrum disorders. 20th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV2023), International Edunet World Conference (IEWC 2023), pp 338-349 https://doi.org/10.1007/978-3-031-42467-0_72
- Toki, E. I., Zakopoulou, V., Tatsis, G., Plachouras, K., Siafaka, V., Kosma, E. I., ... & Manos, A. (2021). A game-based smart system identifying developmental speech and language disorders in child communication: a protocol towards digital clinical diagnostic procedures. In *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning* (pp. 559-568). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_50.
- Valliani, A. A. A., Ranti, D., & Oermann, E. K. (2019). Deep learning and neurology: a systematic review. *Neurology and therapy*, 8(2), 351-365. <https://doi.org/10.1007/s40120-019-00153-8>
- Warren, Z., Zheng, Z., Das, S., Young, E. M., Swanson, A., Weitlauf, A., & Sarkar, N. (2015). Brief report: development of a robotic intervention platform for young children with ASD. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 3870-3876. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2334-0>
- Washington, P., Voss, C., Kline, A., Haber, N., Daniels, J., Fazel, A., ... & Wall, D. (2017). SuperpowerGlass: a wearable aid for the at-home therapy of children with autism. *Proceedings of the ACM on interactive, mobile, wearable and ubiquitous technologies*, 1(3), 1-22. <https://doi.org/10.1145/313097>

- Wei, Q., Cao, H., Shi, Y., Xu, X., & Li, T. (2023). Machine learning based on eye-tracking data to identify autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Biomedical Informatics*, 137, Article 104254. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2022.104254>
- Wieckowski, A. T., Williams, L. N., Rando, J., Lyall, K., & Robins, D. L. (2023). Sensitivity and specificity of the modified checklist for autism in toddlers (original and revised): a systematic review and meta-analysis. *JAMA pediatrics*, 177(4), 373-383. doi:10.1001/jamapediatrics.2022.5975.
- Zakopoulou, V., Toki, E.I., Dimakopoulos, G., Mastropavlou, M., Drigkopoulou, E., Konstantopoulou, T. & Symvonis, A. (2017). Evaluating New Approaches of Intervention in Reading Difficulties in Students with Dyslexia: The ilearnRW Software Application. *Journal of Education and Practice*, 8(27), 36-52. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/38924>