



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΤΟΥ
ΑΥΤΙΣΤΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ »

Εκπόνηση Εργασίας:
Ελευθερία Φιτσοπούλου (Α.Μ. 1146)
Ιουλία Τσίμα (Α.Μ. 1193)

Επιβλέπουσα:
Ευγενία Τόκη, Αν. Καθηγήτρια ΠΙ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2024



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

**«TECHNOLOGIES AND APPROACHES TO
THE DIAGNOSIS OF AUTISM SPECTRUM DISORDER »**

Undergraduate Thesis by:

Eleftheria Fitsopoulou (StID: 1146)

Ioulia Tsima (StID: 1193)

Supervisor:

Dr. Eugenia Toki, Associate Professor, University of Ioannina

Ioannina, 2024

Δήλωση μη λογοκλοπής

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

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΦΙΤΣΟΠΟΥΛΟΥ (Α.Μ. 1146)

Υπογραφή

ΙΟΥΛΙΑ ΤΣΙΜΑ (Α.Μ. 1193)

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν αποτέλεσμα συνεργασίας και υποστήριξης από πολλούς ανθρώπους, στους οποίους θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες.

Πρώτα απ' όλα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας, κ. Ευγενία Τόκη, για την αδιάκοπη καθοδήγηση και στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Η προσέγγισή της μας ενέπνευσε και οι πολύτιμες συμβουλές της, η υπομονή και η εμπιστοσύνη της στις δυνατότητές μας, ήταν καθοριστικές για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Επιπλέον, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και όλους τους διδάσκοντες του Τμήματος Λογοθεραπείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τις γνώσεις που μας μετέφεραν και τη συνεχή υποστήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Χωρίς τη συμβολή τους, η πραγματοποίηση αυτής της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε στις οικογένειές μας, που στάθηκαν στο πλευρό μας σε κάθε βήμα της πορείας μας. Η αγάπη, η υπομονή και η στήριξή τους υπήρξαν ανεκτίμητες και τους αφιερώνουμε αυτή την εργασία με βαθιά ευγνωμοσύνη.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
1. Εισαγωγή.....	8
1.1. Ιστορία της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος	8
1.2. Έννοια της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος.....	9
1.3. Χαρακτηριστικά και του αυτιστικού φάσματος.....	10
1.4. Αιτία του αυτιστικού φάσματος.	11
1.5. Επιπολασμός	12
1.6. Τύποι Διαταραχής του Αυτιστικού Φάσματος	13
1.7. Διάγνωση του αυτιστικού φάσματος.....	15
1.8. Αξιολόγηση του αυτιστικού φάσματος	16
1.9. Συννοσηρότητα της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος	17
1.10 Η συμβολή της τεχνολογίας στην διάγνωση και στην Λογοθεραπεία	21
2. Υλικό και μέθοδος.....	23
2.1. Ερευνητικά ερωτήματα	23
2.2. Στρατηγική αναζήτησης, κριτήρια ένταξης και επιλογή μελέτης	23
2.3. Συνοπτική περιγραφή της διαδικασίας αναζήτησης:.....	24
2.4. Εξαγωγή δεδομένων	25
Σχήμα 1. PRISMA Flow Diagram	26
3. Αποτελέσματα.....	27
Πίνακας 1	27
Πίνακας 2.	29
Πίνακας 3	30
Πίνακας 4.	31
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΘΡΩΝ:.....	43
4. Συζήτηση	61
5. Συμπέρασμα	63
Βιβλιογραφία	65

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία με τίτλο «Τεχνολογίες και Προσεγγίσεις στη Διάγνωση του Αυτιστικού Φάσματος» εξετάζει την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογικών μεθόδων για τη διάγνωση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ). Ειδικότερα, εστιάζει στην αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και πρωτοποριακών απεικονιστικών τεχνικών, όπως η παρακολούθηση των ματιών (eye tracking), το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) και η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI), για την ανίχνευση και την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του αυτισμού. Μέσα από μια συστηματική ανασκόπηση 20 επιστημονικών άρθρων, τα οποία επιλέχθηκαν βάσει αυστηρών κριτηρίων ένταξης, αναδεικνύονται οι τελευταίες εξελίξεις και καινοτομίες στον τομέα της διάγνωσης του αυτισμού. Η ανάλυση των άρθρων υποδεικνύει ότι οι τεχνολογικές αυτές προσεγγίσεις μπορούν να προσφέρουν υψηλή διαγνωστική ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται πολυδιάστατες μέθοδοι, όπως η μαγνητική τομογραφία και οι τεχνικές μηχανικής μάθησης. Επιπλέον, η εργασία υποδεικνύει τις δυνατότητες αλλά και τις προκλήσεις που συνδέονται με την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στην κλινική πράξη, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα για την αύξηση της διαγνωστικής ακρίβειας που επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση σε άτομα με ΔΑΦ. Τα ευρήματα της μελέτης υποδεικνύουν επίσης βέλτιστες πρακτικές για την ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στη διαδικασία της διάγνωσης, συμβάλλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που βρίσκονται στο αυτιστικό φάσμα.

Λέξεις-κλειδιά: Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), Τεχνολογίες διάγνωσης, Τεχνητή νοημοσύνη, Μηχανική μάθηση, Eye tracking, Απεικονιστικές τεχνικές

ABSTRACT

This undergraduate thesis titled "Technologies and Approaches in the Diagnosis of Autism Spectrum Disorder" explores the application of modern technological methods for diagnosing Autism Spectrum Disorder (ASD). Specifically, it focuses on using artificial intelligence, machine learning, and innovative imaging techniques such as eye tracking, electroencephalography (EEG), and functional magnetic resonance imaging (fMRI) to detect and assess the characteristics of autism. Through a systematic review of 20 scientific articles selected based on strict inclusion criteria, the thesis highlights the latest advancements and innovations in autism diagnosis. The analysis of these articles demonstrates that these technological approaches can offer high diagnostic accuracy and effectiveness, particularly when combined with multidimensional methods, such as MRI and machine learning techniques. Moreover, the thesis underscores the potential and challenges associated with implementing these technologies in clinical practice, emphasizing the need for further research and improvement to enhance diagnostic accuracy and promote early interventions for individuals with ASD. The study's findings suggest best practices for integrating these technologies into the diagnostic process, improving the quality of life for individuals on the autism spectrum.

Keywords: Autism Spectrum Disorder (ASD), Diagnostic technologies, Artificial intelligence, Machine learning, Eye tracking, Imaging techniques

1.Εισαγωγή

1.1. Ιστορία της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος

Ο όρος «αυτισμός» εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1911 από τον Ελβετό ψυχίατρο Eugen Bleuler, ο οποίος τον χρησιμοποίησε για να περιγράψει την απομόνωση ατόμων από την πραγματικότητα και τον εσωτερικό τους κόσμο. Αργότερα, το 1943, ο Leo Kanner, Αμερικανός παιδοψυχίατρος, επαναπροσδιόρισε τον όρο για να αναφερθεί σε συγκεκριμένες συμπεριφορές, όπως η έλλειψη εκφραστικότητας του προσώπου και η έντονη εστίαση σε προσωπικές σκέψεις και φαντασίες. Ο Kanner παρατήρησε ότι τα παιδιά με αυτισμό δυσκολεύονται να αναπτύξουν συναισθηματική σύνδεση με τους γύρω τους. Ωστόσο, αναγνώρισε ότι πολλά από αυτά τα παιδιά παρουσιάζουν υψηλή νοημοσύνη και μπορούν να είναι ήρεμα και ευχαριστημένα όταν βρίσκονται μόνα τους. Ο ίδιος δεν απέδωσε αυτές τις συμπεριφορές σε αμέλεια ή ακατάλληλη γονική φροντίδα. Αντίθετα, θεώρησε ότι οι γονείς των παιδιών με αυτισμό ήταν συνήθως πολύ έξυπνοι και είχαν έντονα επιστημονικά ή καλλιτεχνικά ενδιαφέροντα. Η έρευνα του Kanner υπήρξε θεμελιώδης για την κατανόηση και τη διάγνωση της Διάχυτης Αναπτυξιακής Διαταραχής (ΔΑΔ). Παράλληλα, το 1944, ο Αυστριακός παιδίατρος Hans Asperger περιέγραψε μια παρόμοια ομάδα συμπτωμάτων, τα οποία ονόμασε «αυτιστική ψυχοπάθεια». Το έργο του οδήγησε στον όρο «Σύνδρομο Asperger», μια κατάσταση που θεωρείται ως μέρος του φάσματος του αυτισμού. Για πολλές δεκαετίες, μέχρι τη δεκαετία του 1970, ο αυτισμός εθεωρείτο μια μορφή «νηπιακής ψύχωσης», μια παρανόηση που καθυστέρησε την εξέλιξη της γνώσης και των θεραπειών στον τομέα αυτό. Σήμερα, παρόλο που δεν υπάρχει οριστική θεραπεία για τον αυτισμό, υπάρχει ένας αριθμός αποτελεσματικών εκπαιδευτικών και υποστηρικτικών μεθόδων που μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα στο φάσμα του αυτισμού να διαχειριστούν τα συμπτώματα και τις συμπεριφορές τους. Αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους και να μειώσουν τα αρνητικά συναισθήματα, όπως το άγχος, ο φόβος, ο θυμός και η σύγχυση. Με την κατάλληλη υποστήριξη και εκπαίδευση, πολλά άτομα με αυτισμό μπορούν να επιτύχουν μια πλήρη και ικανοποιητική ζωή, ενισχύοντας την αυτονομία και την κοινωνική τους ενσωμάτωση (McPartland & Volkmar, 2012).

1.2. Έννοια της διαταραχής τους αυτιστικού φάσματος

Ο αυτισμός είναι μια σύνθετη και πολυδιάστατη νευροβιολογική διαταραχή που επηρεάζει τη συμπεριφορά, την επικοινωνία και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις των ατόμων. Η αιτία της εμφάνισής του δεν σχετίζεται με τη συμπεριφορά των γονέων ή άλλους εξωτερικούς παράγοντες, αλλά είναι μια έμφυτη κατάσταση που συνδέεται με την ανάπτυξη του εγκεφάλου. Η διάγνωση βασίζεται στην παρατήρηση συγκεκριμένων συμπεριφορών και δυσκολιών στην κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και την επεξεργασία πληροφοριών. Τα κύρια χαρακτηριστικά του αυτισμού περιλαμβάνουν δυσκολίες στην κοινωνική επικοινωνία, όπου τα άτομα με αυτισμό μπορεί να δυσκολεύονται να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν μη λεκτικά μέσα επικοινωνίας, όπως εκφράσεις προσώπου, βλεμματική επαφή και χειρονομίες. Αυτές οι δυσκολίες επηρεάζουν την ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται τα συναισθήματα και τις προθέσεις των άλλων, γεγονός που συχνά οδηγεί σε δυσκολίες στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Επιπλέον, τα άτομα με αυτισμό συχνά δυσκολεύονται να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν κοινωνικές σχέσεις, μπορεί να δείχνουν μειωμένο ενδιαφέρον για κοινωνικές επαφές ή να μην κατανοούν κοινωνικούς κανόνες και συμβάσεις, με αποτέλεσμα να φαίνονται απομονωμένα ή αποστασιοποιημένα από τους συνομηλίκους τους (Lordan et al., 2021). Επίσης, συχνά έχουν περιορισμένα ή πολύ εξειδικευμένα ενδιαφέροντα και εμπλέκονται σε επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή τελετουργίες, που τους παρέχουν μια αίσθηση τάξης και προβλεψιμότητας σε έναν κόσμο που μπορεί να τους φαίνεται χαοτικός και απρόβλεπτος. Ο αυτισμός δεν εκδηλώνεται με έναν ενιαίο τρόπο, αλλά παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία μεταξύ των ατόμων, γεγονός που αποτυπώνεται στον όρο «διαταραχή του φάσματος του αυτισμού». Το φάσμα αυτό περιλαμβάνει άτομα με διαφορετικά επίπεδα ικανοτήτων και αναγκών. Για παράδειγμα, τα άτομα με σύνδρομο Asperger, που αποτελεί μέρος του φάσματος του αυτισμού, έχουν συνήθως κανονική ή υψηλή νοημοσύνη και δεν παρουσιάζουν δυσκολίες στην ομιλία, αλλά αντιμετωπίζουν τα χαρακτηριστικά προβλήματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση και τις επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές. Αυτά τα άτομα μπορεί να έχουν έντονα εξειδικευμένα ενδιαφέροντα και να επιτυγχάνουν υψηλή λειτουργικότητα τόσο στην προσωπική όσο και στην επαγγελματική τους ζωή. Από την άλλη πλευρά, σε πιο σοβαρές περιπτώσεις αυτισμού, τα άτομα μπορεί να παρουσιάζουν σοβαρή νοητική αναπηρία, με σημαντικές δυσκολίες στην επικοινωνία και την

αυτοεξυπηρέτηση, που απαιτούν συνεχή φροντίδα και υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Η ποικιλομορφία στο φάσμα του αυτισμού σημαίνει ότι η ζωή των ατόμων με αυτή τη διαταραχή μπορεί να κυμαίνεται από πλήρως ανεξάρτητη έως εξαρτημένη από τη βοήθεια άλλων (Hodges et al., 2020).

1.3. Χαρακτηριστικά και του αυτιστικού φάσματος

Ο αυτισμός, ή αλλιώς Διαταραχή του Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), χαρακτηρίζεται από μια σειρά από συμπτώματα που σχετίζονται με την κοινωνική επικοινωνία και τη συμπεριφορά. Συχνά, τα άτομα με αυτισμό παρουσιάζουν υπερευαισθησία ή μειωμένη ευαισθησία στα αισθητηριακά ερεθίσματα, δηλαδή μπορεί να αντιδρούν έντονα σε ήχους, φώτα, υφές, ή ακόμα και μυρωδιές, ή, αντίθετα, να δείχνουν αδιαφορία για τέτοια ερεθίσματα. Στα πρώιμα στάδια της ζωής, οι δυσκολίες στην κοινωνική αλληλεπίδραση αποτελούν βασικό δείκτη της διαταραχής. Αυτά τα άτομα μπορεί να δυσκολεύονται να συμμετάσχουν σε συζητήσεις ή να ανταποκριθούν κατάλληλα σε κοινωνικές περιστάσεις (Levy et al., 2009). Επιπλέον, οι εκφράσεις τους συχνά στερούνται της μη λεκτικής επικοινωνίας που συνήθως συνοδεύει την ομιλία, όπως είναι η διατήρηση της οπτικής επαφής, οι εκφράσεις του προσώπου, οι χειρονομίες και η χρήση του τόνου της φωνής. Σε ό,τι αφορά την επικοινωνία, οι δυσκολίες μπορεί να κυμαίνονται από την πλήρη απουσία της ομιλίας έως την καθυστερημένη ανάπτυξή της, καθώς και την αδυναμία κατανόησης της μεταφορικής γλώσσας, των αστείων ή του σαρκασμού. Συχνά, υπάρχει περιορισμένη κατανόηση των κοινωνικών κανόνων και δυσκολία στην ανάπτυξη και διατήρηση φιλικών ή άλλων διαπροσωπικών σχέσεων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του αυτισμού είναι οι επαναλαμβανόμενες ή στερεοτυπικές συμπεριφορές, όπως είναι η εμμονή σε συγκεκριμένες ρουτίνες, η ανάγκη για σταθερότητα και οι έντονα εστιασμένες προτιμήσεις ή ενδιαφέροντα. Οι αλλαγές στη ρουτίνα μπορεί να προκαλέσουν έντονη δυσφορία ή άγχος. Αυτά τα συμπτώματα συνήθως γίνονται αντιληπτά ήδη από την πρώιμη παιδική ηλικία, ωστόσο μπορεί να γίνουν πιο εμφανή καθώς το παιδί μεγαλώνει και αυξάνονται οι κοινωνικές του απαιτήσεις. Η ποικιλία των συμπτωμάτων και η έντασή τους διαφέρει σημαντικά από άτομο σε άτομο, καθιστώντας το φάσμα του αυτισμού πολυδιάστατο και μοναδικό για κάθε άτομο που το βιώνει (Lordan et al., 2021).

1.4. Αιτία του αυτιστικού φάσματος.

Ο αυτισμός είναι μια σύνθετη διαταραχή που οφείλεται σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Η επιστημονική έρευνα έχει εντοπίσει πολλούς γονιδιακούς παράγοντες που σχετίζονται με τον αυτισμό, ενώ ταυτόχρονα περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η αυξημένη ηλικία των γονέων κατά τη σύλληψη και η προωρότητα, φαίνεται να επηρεάζουν την πιθανότητα εμφάνισής του. Κατά την προγεννητική περίοδο, τα προβλήματα στην ανάπτυξη του εγκεφάλου που σχετίζονται με τον αυτισμό συνήθως αναπτύσσονται κατά το πρώτο και δεύτερο τρίμηνο της εγκυμοσύνης. Η έκθεση του εμβρύου σε τερατογόνες ουσίες, όπως η θαλιδομίδη και το βαλπροϊκό οξύ, ή οι λοιμώξεις της μητέρας, όπως η ερυθρά, έχει φανεί ότι αυξάνουν τον κίνδυνο αυτισμού. Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει ότι τα υψηλά επίπεδα εμβρυϊκής τεστοστερόνης ενδέχεται να συνδέονται με αυξημένη εμφάνιση αυτιστικών χαρακτηριστικών στα παιδιά. Στην περιγεννητική περίοδο, έχουν διερευνηθεί παράγοντες όπως το χαμηλό βάρος γέννησης και η διάρκεια της κύησης, χωρίς όμως να υπάρχει απόλυτη συμφωνία στα αποτελέσματα των μελετών. Ωστόσο, υπάρχει μια τεκμηριωμένη συσχέτιση μεταξύ της εμφάνισης εγκεφαλοπάθειας στα νεογνά και του αυξημένου κινδύνου για ανάπτυξη αυτισμού αργότερα στη ζωή, κάτι που μπορεί να οφείλεται σε συνδυασμό γενετικών προδιαθέσεων και άλλων παραγόντων. Παρά το γεγονός ότι ο αυτισμός ορίζεται κυρίως μέσω συμπεριφορικών κριτηρίων, θεωρείται ευρέως ότι μπορεί να προκύψει από ποικίλες οργανικές αιτίες. Αυτές περιλαμβάνουν λοιμώξεις κατά την εγκυμοσύνη, μεταβολικές διαταραχές, χρήση ορισμένων φαρμάκων κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, εγκεφαλικές βλάβες, καθώς και λοιμώξεις μετά τη γέννηση (McPartland & Volkmar, 2012). Είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό ατόμων με αυτισμό (περίπου 6-10%) παρουσιάζει συγκεκριμένη ιατρική αιτία. Οι έρευνες σε δίδυμα έχουν αναδείξει ενδιαφέροντα στοιχεία σχετικά με την κληρονομικότητα του αυτισμού. Για παράδειγμα, η πιθανότητα και τα δύο μονοζυγωτικά δίδυμα να εμφανίσουν αυτισμό φτάνει περίπου στο 60%, σε αντίθεση με πολύ χαμηλότερο ποσοστό στα διζυγωτικά δίδυμα. Επιπλέον, τα αδέρφια παιδιών με αυτισμό έχουν αυξημένη πιθανότητα να παρουσιάσουν και αυτά αυτισμό, με ποσοστά που κυμαίνονται από 2% έως 6%, σε σύγκριση με τον γενικό πληθυσμό. Η έρευνα υποδηλώνει ότι στον αυτισμό μπορεί να εμπλέκονται πολλά γονίδια, με πιθανά γονίδια να έχουν εντοπιστεί σε διάφορα χρωμοσώματα, χωρίς όμως

κανένα να έχει αναγνωριστεί ως κυριότερος υπεύθυνος. Επιπλέον, ο αυτισμός συνδέεται με συγκεκριμένες χρωμοσωμικές ανωμαλίες, όπως αυτές στο χρωμόσωμα 15, καθώς και με το σύνδρομο του εύθραυστου X, που αποτελεί γνωστό γενετικό παράγοντα κινδύνου (Bakke, 2022).

1.5. Επιπολασμός

Ο αυτισμός αποτελεί μια διαταραχή που επηρεάζει άτομα σε όλο τον κόσμο, χωρίς να κάνει διακρίσεις βάσει φυλής, πολιτισμού ή κοινωνικοοικονομικής τάξης. Οι στατιστικές δείχνουν ότι εμφάνισή του είναι περίπου τέσσερις φορές πιο συχνή στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Συνήθως, η διάγνωση γίνεται κατά την παιδική ηλικία, όταν γονείς και εκπαιδευτικοί παρατηρούν χαρακτηριστικές δυσκολίες, όπως προβλήματα στην οπτική επαφή και περιορισμένη κοινωνική αλληλεπίδραση. Ωστόσο, η διάγνωση του αυτισμού στα κορίτσια μπορεί να είναι πιο δύσκολη και συχνά παραμένει καθυστερημένη ή και ανύπαρκτη. Ο τρόπος με τον οποίο εκδηλώνεται ο αυτισμός στις γυναίκες διαφέρει συχνά από εκείνον των ανδρών, με αποτέλεσμα πολλές περιπτώσεις να μένουν αδιάγνωστες ή να λαμβάνουν εσφαλμένη διάγνωση. Οι γυναίκες μπορεί να εμφανίζουν λιγότερο προφανή συμπτώματα και είναι επίσης πιο πιθανό να υιοθετούν στρατηγικές "καμουφλάζ", προκειμένου να αντισταθμίσουν τις κοινωνικές τους δυσκολίες. Αυτό περιπλέκει περαιτέρω την έγκαιρη αναγνώριση της διαταραχής, καθώς οι γυναίκες ενδέχεται να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους με τρόπο που να καλύπτει τα αυτιστικά χαρακτηριστικά.

Ο επιπολασμός του αυτισμού έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, με περισσότερα παιδιά να διαγιγνώσκονται με διαταραχές του αυτιστικού φάσματος. Αυτή η αύξηση οφείλεται σε πολλαπλούς παράγοντες. Πρώτον, η κατανόηση του αυτισμού έχει εξελιχθεί, και πλέον θεωρείται ένα φάσμα διαταραχών αντί για μια μοναδική πάθηση, γεγονός που έχει διευρύνει τα κριτήρια διάγνωσης. Επίσης, οι αλλαγές στις διαγνωστικές πρακτικές έχουν οδηγήσει σε μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση και κατανόηση των συμπτωμάτων του αυτισμού. Επιπλέον, η διαγνωστική προσέγγιση έχει γίνει πιο περιεκτική, συμπεριλαμβάνοντας παιδιά που παρουσιάζουν άλλες συνυπάρχουσες διαταραχές, όπως η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ), το σύνδρομο Tourette, και η κονδυλώδης σκλήρυνση, τα οποία πλέον θεωρούνται μέρος του ευρύτερου αυτιστικού φάσματος. Αυτοί οι παράγοντες έχουν συμβάλει σε μια σημαντική αύξηση της αναγνώρισης και της διάγνωσης των διαταραχών του αυτιστικού φάσματος, καθώς η επιστημονική κοινότητα και οι επαγγελματίες υγείας επαναπροσδιορίζουν τις προσεγγίσεις τους

για να κατανοήσουν καλύτερα τις ποικίλες εκδηλώσεις του αυτισμού σε διάφορες ομάδες πληθυσμού (Levy et al., 2009).

1.6. Τύποι Διαταραχής του Αυτιστικού Φάσματος

Το φάσμα του αυτισμού περιλαμβάνει διάφορους τύπους που διαφοροποιούνται ως προς τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων και την επίδρασή τους στην καθημερινή ζωή των ατόμων. Οι κυριότεροι τύποι που αναγνωρίζονται είναι οι εξής:

- **Αυτισμός:** Ο «κλασικός» αυτισμός χαρακτηρίζεται από σημαντικές δυσκολίες στην επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση, καθώς και από την ύπαρξη επαναλαμβανόμενων ή στερεοτυπικών συμπεριφορών. Τα άτομα με κλασικό αυτισμό ενδέχεται να έχουν περιορισμένη ή καθόλου λεκτική ικανότητα και να δυσκολεύονται να εκφράσουν τις ανάγκες και τις επιθυμίες τους μέσω της γλώσσας.
- **Ήπιος τύπος αυτισμού:** Τα άτομα με ήπιο τύπο αυτισμού συχνά παρουσιάζουν δυσκολίες στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, όπως στην κατανόηση κοινωνικών κανόνων και μη λεκτικών σημάτων, αλλά διατηρούν την επιθυμία να συνάπτουν φιλίες και κοινωνικές σχέσεις. Οι γλωσσικές τους ικανότητες είναι συνήθως φυσιολογικές ή και ανώτερες του μέσου όρου, γεγονός που τους επιτρέπει να επικοινωνούν με σχετική ευχέρεια. Ενδέχεται να έχουν περιορισμένα ενδιαφέροντα ή να παρουσιάζουν επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές, χωρίς αυτές να επηρεάζουν σημαντικά την καθημερινότητά τους. Πολλά άτομα με αυτόν τον τύπο αυτισμού διαθέτουν μέση ή υψηλή νοημοσύνη και μπορεί να επιδεικνύουν ιδιαίτερες ικανότητες ή ταλέντα σε συγκεκριμένους τομείς, όπως τα μαθηματικά, η μουσική ή η τεχνολογία.
- **Σοβαρός τύπος αυτισμού:** Σε αυτήν την κατηγορία, τα άτομα αντιμετωπίζουν σοβαρές προκλήσεις στην κοινωνική αλληλεπίδραση, όπως η αδυναμία κατανόησης των κοινωνικών σημάτων και η γενική αποφυγή της κοινωνικής επαφής. Τα άτομα αυτά συχνά έχουν περιορισμένες γλωσσικές δεξιότητες, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν καθυστέρηση ή απουσία ανάπτυξης της ομιλίας. Ορισμένα άτομα μπορεί να μην αναπτύξουν ποτέ τη δυνατότητα να μιλήσουν, ενώ άλλα μπορεί να έχουν πολύ περιορισμένο λεξιλόγιο. Οι επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και τα περιορισμένα

ενδιαφέροντά τους είναι συχνά έντονα και μπορεί να επηρεάζουν σημαντικά την καθημερινή τους λειτουργικότητα. Παράλληλα, τα άτομα αυτά συχνά παρουσιάζουν γενικές νοητικές δυσκολίες ή καθυστερήσεις, που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη μάθηση και τη συνολική τους προσαρμογή στην καθημερινή ζωή.

- **Σύνδρομο Asperger:** Το Σύνδρομο Asperger τοποθετείται στο «υψηλότερο» άκρο του αυτιστικού φάσματος. Τα άτομα με αυτή τη διαταραχή συνήθως έχουν κανονική έως υψηλή νοημοσύνη και καλές γλωσσικές δεξιότητες, όμως αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κοινωνική αλληλεπίδραση και συχνά εστιάζουν σε πολύ συγκεκριμένα ενδιαφέροντα ή παρουσιάζουν στερεοτυπικές συμπεριφορές. Παρόλο που η λεκτική τους επικοινωνία μπορεί να είναι ανεπτυγμένη, δυσκολεύονται συχνά να κατανοήσουν κοινωνικές συμβάσεις, ειρωνείες ή υπονοούμενα.
- **Διάχυτη Αναπτυξιακή Διαταραχή Μη Προσδιοριζόμενη Αλλιώς (PDD-NOS):** Η διάγνωση της Διάχυτης Αναπτυξιακής Διαταραχής Μη Προσδιοριζόμενης Αλλιώς δινόταν σε άτομα που εμφάνιζαν ορισμένα, αλλά όχι όλα τα χαρακτηριστικά του αυτισμού ή του συνδρόμου Asperger. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιούνταν για να περιγράψει περιπτώσεις όπου τα άτομα είχαν κάποια χαρακτηριστικά αυτισμού, αλλά δεν πληρούσαν τα πλήρη διαγνωστικά κριτήρια για τον κλασικό αυτισμό ή το Σύνδρομο Asperger.
- **Σύνδρομο Rett:** Το Σύνδρομο Rett είναι μια σπάνια γενετική διαταραχή που επηρεάζει κυρίως τα κορίτσια και προκαλεί σοβαρή αναπτυξιακή καθυστέρηση. Τα άτομα με Σύνδρομο Rett παρουσιάζουν χαρακτηριστικά του αυτισμού, όπως περιορισμένη κοινωνική αλληλεπίδραση και επαναλαμβανόμενες κινήσεις, αλλά παράλληλα εμφανίζουν σοβαρά κινητικά προβλήματα, όπως απώλεια της ικανότητας για χρήση των χεριών, σπασμούς και αναπνευστικές δυσκολίες. Πρόκειται για μια προοδευτική διαταραχή που προκαλεί σημαντικές αναπτυξιακές καθυστερήσεις σε πολλούς τομείς της ζωής.
- **Παιδική Αποδιοργανωτική Διαταραχή (CDD):** Επίσης γνωστή ως Σύνδρομο Heller, η Παιδική Αποδιοργανωτική Διαταραχή είναι μια εξαιρετικά σπάνια μορφή αυτισμού. Χαρακτηρίζεται από την απότομη απώλεια δεξιοτήτων που το παιδί είχε ήδη αναπτύξει, όπως η ομιλία, η κοινωνική αλληλεπίδραση και ο έλεγχος της κύστης ή του εντέρου, συνήθως μετά την ηλικία των δύο ετών. Το παιδί μπορεί να παρουσιάσει μια περίοδο φαινομενικά φυσιολογικής ανάπτυξης, προτού εκδηλωθούν τα συμπτώματα.

Αυτές οι διαφορετικές μορφές στο φάσμα του αυτισμού καταδεικνύουν τη μεγάλη ποικιλομορφία στις εκδηλώσεις της διαταραχής, αλλά και την ανάγκη για μια εξατομικευμένη προσέγγιση στη διάγνωση και την υποστήριξη των ατόμων που επηρεάζονται από αυτήν (McPartland & Volkmar, 2012).

1.7. Διάγνωση του αυτιστικού φάσματος

Οι έρευνες έχουν καταδείξει ότι ο αυτισμός μπορεί να διαγνωστεί με αξιόπιστο τρόπο σε παιδιά ηλικίας 2 έως 3 ετών. Σε αυτή την ηλικία, η διάγνωση των διαταραχών του ευρύτερου αυτιστικού φάσματος είναι αρκετά ακριβής και επιτρέπει την πρώιμη παρέμβαση, η οποία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αναπτυξιακή πορεία των παιδιών. Η διάγνωση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) βασίζεται σε κλινική αξιολόγηση και στην εφαρμογή των κριτηρίων που έχουν οριστεί από αναγνωρισμένα διαγνωστικά εγχειρίδια, όπως το ICD-10 και το DSM-IV-TR. Από το 2013, το DSM-5 έχει αντικαταστήσει το DSM-IV, ενοποιώντας όλες τις προηγούμενες διαγνώσεις που αφορούσαν τον αυτισμό, το σύνδρομο Asperger και άλλες διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές, υπό την κοινή ομπρέλα της «Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος». Αυτή η αναθεώρηση αποσκοπούσε στη δημιουργία μιας πιο συνεκτικής και περιεκτικής διαγνωστικής κατηγορίας, ενώ εισήγαγε κλίμακες σοβαρότητας για την αξιολόγηση της υποστήριξης που χρειάζεται κάθε άτομο με αυτισμό. Σύμφωνα με το DSM-5, η διάγνωση της ΔΑΦ απαιτεί την παρουσία ελλειμμάτων σε τρεις τομείς της κοινωνικής επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης (όπως δυσκολίες στην αμοιβαία κοινωνική συναισθηματική ανταπόκριση, στη χρήση μη λεκτικών συμπεριφορών και στην ανάπτυξη, διατήρηση και κατανόηση σχέσεων) και τουλάχιστον δύο επαναλαμβανόμενες και περιοριστικές συμπεριφορές (όπως στερεοτυπικές κινήσεις, εμμονές με ρουτίνες ή περιορισμένα ενδιαφέροντα). Τα συμπτώματα πρέπει να είναι παρόντα από την πρώιμη παιδική ηλικία και να προκαλούν σημαντικές δυσκολίες στην καθημερινή λειτουργία. Αυτή η αναθεώρηση στο DSM-5 αποσκοπεί στην ακριβέστερη διάγνωση και στην αναγνώριση της ΔΑΦ σε νεαρότερες ηλικίες, επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη παρέμβαση και υποστήριξη. Παρά τα πλεονεκτήματα της ενιαίας διάγνωσης, ορισμένες μελέτες υποδεικνύουν ότι το DSM-5 ενδέχεται να είναι λιγότερο ευαίσθητο σε ορισμένες περιπτώσεις, ειδικά σε μεγαλύτερα παιδιά, εφήβους, ενήλικες ή άτομα που είχαν προηγουμένως διαγνωστεί με Σύνδρομο Asperger ή άλλες πιο ήπιες μορφές αυτισμού. Αυτό σημαίνει ότι μερικά άτομα μπορεί να μην εντοπίζονται ή να μη λαμβάνουν

την υποστήριξη που χρειάζονται βάσει των νέων κριτηρίων, δημιουργώντας προκλήσεις στη διάγνωση και την παροχή φροντίδας. Οι διαγνωστικές αλλαγές του DSM-5 έχουν ως στόχο να βελτιώσουν την ακρίβεια της διάγνωσης και να διευκολύνουν τον εντοπισμό των ατόμων με ΔΑΦ, ειδικά σε μικρότερη ηλικία, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα πρώιμης παρέμβασης και παροχής εξατομικευμένης υποστήριξης. Ωστόσο, παραμένουν ανησυχίες σχετικά με την ικανότητα του συστήματος να αναγνωρίζει όλες τις μορφές αυτισμού, τονίζοντας την ανάγκη για συνεχή αναθεώρηση και βελτίωση των διαγνωστικών εργαλείων (Lordan et al., 2021).

1.8. Αξιολόγηση του αυτιστικού φάσματος

Η αξιολόγηση του αυτισμού απαιτεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση που περιλαμβάνει τόσο τη συνέντευξη με τους γονείς όσο και την άμεση παρατήρηση του ατόμου. Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, είναι κρίσιμο να διερευνηθούν οι κοινωνικές και επικοινωνιακές ικανότητες του ατόμου, ιδίως σε σχέση με τους συνομηλίκους του, καθώς και η παρουσία επαναλαμβανόμενων ή στερεοτυπικών συμπεριφορών και ενδιαφερόντων. Εξίσου σημαντικό είναι να συλλεχθούν λεπτομερείς πληροφορίες για την αναπτυξιακή πορεία του ατόμου, με ιδιαίτερη έμφαση στην πρώιμη κοινωνική ανάπτυξη, ώστε να επιβεβαιωθεί η σταθερότητα των συμπτωμάτων από την παιδική ηλικία. Η παρατήρηση του ατόμου θα πρέπει να περιλαμβάνει άμεση αξιολόγηση της κοινωνικής και επικοινωνιακής του συμπεριφοράς, είτε μέσα από παιχνίδια είτε μέσω δομημένων συνεντεύξεων, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να εντοπίζονται άτυπες συμπεριφορές όπως ιδιόρρυθμες κινήσεις, ασυνήθιστες αισθητηριακές αντιδράσεις, άκαμπτα ενδιαφέροντα ή επαναλαμβανόμενες ρουτίνες. Η παρατήρηση του ατόμου σε ποικίλα περιβάλλοντα, τόσο σε δομημένα όσο και σε πιο ανεπίσημα, είναι απαραίτητη. Παιδιά με υψηλή λειτουργικότητα και ΔΑΦ μπορεί να φαίνονται τυπικά σε πολύ προβλεπόμενες ή οργανωμένες καταστάσεις, ενώ οι κοινωνικές δυσκολίες τους μπορεί να γίνονται πιο εμφανείς σε λιγότερο καθοδηγούμενες ή απρόβλεπτες συνθήκες. Η συνέντευξη θα πρέπει να εστιάζει στις διαπροσωπικές σχέσεις του ατόμου, τα ενδιαφέροντα και τα χόμπι του, τις δραστηριότητες αναψυχής, την ικανότητά του να κατανοεί τις προοπτικές και συναισθήματα των άλλων, την κατανόηση της μεταφορικής ή αφηρημένης γλώσσας, καθώς και τη συνειδητοποίηση του σχετικά με τις δικές του κοινωνικές και συναισθηματικές εμπειρίες. Δεδομένου ότι τα άτομα με αυτισμό ενδέχεται να παραποιούν ή να μην αντιλαμβάνονται πλήρως τις κοινωνικές τους σχέσεις, είναι σημαντικό αυτές οι πληροφορίες

να επιβεβαιώνονται από τους γονείς ή τους δασκάλους τους. Επιπλέον, είναι αναγκαίο να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα συμπτώματα άγχους και κατάθλιψης, τα οποία είναι συχνά στους εφήβους και τους ενήλικες με υψηλή λειτουργικότητα. Η αξιολόγηση θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει μια συνολική εκτίμηση της ψυχικής υγείας του ατόμου, λαμβάνοντας υπόψη την σαφήνεια της σκέψης του και τη συναισθηματική του κατάσταση. Αυτή η πολυδιάστατη προσέγγιση διασφαλίζει ότι η αξιολόγηση του αυτισμού γίνεται με ακρίβεια και πληρότητα, βοηθώντας στη διάγνωση και στην παροχή κατάλληλης υποστήριξης (McPartland & Volkmar, 2012).

1.9. Συννοσηρότητα της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος

Ο αυτισμός συχνά συνοδεύεται από άλλες διαταραχές ή προβλήματα, τα οποία είναι γνωστά ως συννοσηρότητες. Ορισμένες κοινές συννοσηρότητες περιλαμβάνουν:

- **Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ):** Πολλά άτομα με αυτισμό εμφανίζουν συμπτώματα ΔΕΠΥ, όπως προβλήματα προσοχής, υπερκινητικότητα και παρορμητικότητα. Τα άτομα με ΔΕΠΥ δυσκολεύονται να εστιάσουν την προσοχή τους, να ελέγξουν την παρορμητικότητά τους και συχνά είναι υπερκινητικά. Οι μελέτες δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό των ατόμων με αυτισμό έχει επίσης και ΔΕΠΥ. Συγκεκριμένα, περίπου 30-80% των ατόμων με αυτισμό παρουσιάζουν συμπτώματα ΔΕΠΥ, ενώ περίπου 20-50% των ατόμων με ΔΕΠΥ έχουν χαρακτηριστικά αυτισμού. Αυτά τα ποσοστά δείχνουν την υψηλή συννοσηρότητα μεταξύ των δύο διαταραχών. Όταν οι δύο αυτές διαταραχές συνυπάρχουν, οι κλινικές εκδηλώσεις μπορεί να είναι πολύπλοκες και ποικίλες. Για παράδειγμα, ένα παιδί με συννοσηρότητα μπορεί να δυσκολεύεται να διαχειριστεί τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις λόγω του αυτισμού, ενώ παράλληλα να έχει και δυσκολίες στην προσοχή και την οργάνωση εξαιτίας της ΔΕΠΥ. Η υπερκινητικότητα και η παρορμητικότητα της ΔΕΠΥ μπορεί να επιδεινώσουν την προσαρμοστική συμπεριφορά του ατόμου με αυτισμό, καθιστώντας δύσκολη την καθημερινή του λειτουργία. Η διάγνωση της συννοσηρότητας είναι συχνά δύσκολη, καθώς τα συμπτώματα των δύο διαταραχών μπορεί να αλληλεπικαλύπτονται. Ένα σημαντικό ζήτημα είναι να διαχωριστούν τα συμπτώματα που οφείλονται στον αυτισμό από αυτά που οφείλονται στη ΔΕΠΥ. Συχνά, απαιτείται μια πολυεπιστημονική προσέγγιση για την αξιολόγηση και τη διάγνωση, που περιλαμβάνει ψυχολόγους, ψυχιάτρους,

λογοθεραπευτές και άλλους ειδικούς. Η συννοσηρότητα αυτισμού και ΔΕΠΥ μπορεί να οδηγήσει σε επιπλέον προκλήσεις για το άτομο και την οικογένειά του, όπως αυξημένες δυσκολίες στη μάθηση, την κοινωνική ένταξη και την επαγγελματική αποκατάσταση. Επίσης, μπορεί να υπάρξει μεγαλύτερη ανάγκη για συνεχή υποστήριξη και παρακολούθηση. Συνολικά, η αναγνώριση και η κατάλληλη διαχείριση της συννοσηρότητας αυτισμού και ΔΕΠΥ είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που επηρεάζονται (Velarde & Cárdenas, 2022).

- **Διαταραχή Άγχους:** Η αγχώδης διαταραχή είναι συχνή, με συμπτώματα όπως συνεχές και υπερβολικό άγχος για διάφορες καταστάσεις ή δραστηριότητες, έντονος φόβος για κοινωνικές καταστάσεις ή αλληλεπιδράσεις, κάτι που είναι ιδιαίτερα συχνό στα άτομα με αυτισμό λόγω των δυσκολιών στην κοινωνική επικοινωνία. Επίσης εμφανίζουν επαναλαμβανόμενες ιδεοληψίες και καταναγκασμοί, που μπορεί να είναι δύσκολο να διαφοροποιηθούν από τις επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές του αυτισμού, παράλογοι φόβοι για συγκεκριμένα αντικείμενα ή καταστάσεις, όπως είναι οι φοβίες για συγκεκριμένους ήχους, υφές, ή κοινωνικές καταστάσεις. Έρευνες δείχνουν ότι περίπου 40-50% των ατόμων με αυτισμό παρουσιάζουν κάποια μορφή διαταραχής άγχους. Αυτό το ποσοστό είναι σημαντικά υψηλότερο από το γενικό πληθυσμό, όπου το ποσοστό διαταραχών άγχους είναι περίπου 10-20%. Η διάγνωση των διαταραχών άγχους στα άτομα με αυτισμό είναι συχνά περίπλοκη, καθώς τα συμπτώματα του άγχους μπορεί να αλληλεπικαλύπτονται με εκείνα του αυτισμού. Για παράδειγμα, οι επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές μπορεί να εκληφθούν ως άγχος, ή το αντίθετο. Η σωστή διάγνωση απαιτεί λεπτομερή αξιολόγηση από ειδικούς που κατανοούν τόσο τον αυτισμό όσο και τις διαταραχές άγχους. Σημαντικό ρόλο παίζει η εκτίμηση της σοβαρότητας, της διάρκειας και της επίδρασης των συμπτωμάτων στην καθημερινή λειτουργία του ατόμου. Η συννοσηρότητα αυτισμού και διαταραχών άγχους μπορεί να επηρεάσει αρνητικά πολλές πτυχές της ζωής ενός ατόμου, όπως την κοινωνική του ένταξη, την εκπαίδευση, την επαγγελματική αποκατάσταση και τη γενική του ευημερία. Η διαχείριση της συννοσηρότητας απαιτεί μια ολιστική και εξατομικευμένη προσέγγιση, που να λαμβάνει υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του ατόμου. Η αναγνώριση και η κατάλληλη διαχείριση της συννοσηρότητας μεταξύ αυτισμού και διαταραχών άγχους είναι

κρίσιμη για την παροχή αποτελεσματικής υποστήριξης και για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που επηρεάζονται (Nimmo-Smith et al., 2020).

- **Καταθλιπτικές Διαταραχές:** Η κατάθλιψη μπορεί να εμφανιστεί σε άτομα με αυτισμό, ιδιαίτερα εάν έχουν δυσκολίες κοινωνικής αλληλεπίδρασης ή χαμηλή αυτοεκτίμηση. Επίσης τα τυπικά συμπτώματα της κατάθλιψης, είναι η θλίψη, η απώλεια ενδιαφέροντος για δραστηριότητες, η αλλαγή στην όρεξη και ο ύπνος. Η κατάθλιψη είναι συχνή σε άτομα με αυτισμό, με ποσοστά που κυμαίνονται από 10% έως 50%, ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα και τη σοβαρότητα του αυτισμού. Η κατάθλιψη είναι πιο συχνή στους ενήλικες με αυτισμό σε σύγκριση με τα παιδιά, πιθανώς λόγω των αυξανόμενων κοινωνικών και προσωπικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν καθώς μεγαλώνουν. Η συννοσηρότητα αυτισμού και κατάθλιψης μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες δυσκολίες στην καθημερινή ζωή, την εκπαίδευση, την κοινωνική αλληλεπίδραση και την επαγγελματική αποκατάσταση. Αυτή η συννοσηρότητα μπορεί επίσης να αυξήσει τον κίνδυνο αυτοκτονικών σκέψεων και συμπεριφορών, καθιστώντας απαραίτητη την άμεση και συνεχή ψυχολογική υποστήριξη (Hudson et al., 2019).
- **Διαταραχή Υποτονίας και Κινητικές Δυσκολίες:** Ορισμένα άτομα έχουν προβλήματα με τη συντονισμένη κίνηση και τη λεπτή κινητικότητα καθώς έχουν μειωμένη μυϊκή δύναμη ή τόνος. Τα άτομα με υποτονία συχνά παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων, όπως το περπάτημα, το τρέξιμο ή η χρήση των χεριών για ακριβείς κινήσεις. Η υποτονία είναι αρκετά συχνή στα άτομα με αυτισμό, με εκτιμήσεις που δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό (έως και 30-50%) παρουσιάζει κάποιο επίπεδο υποτονίας. Η υποτονία μπορεί να εκδηλώνεται από την πρώιμη παιδική ηλικία, καθυστερώντας την ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων. Επίσης η υποτονία μπορεί να συμβάλλει στη δυσκολία στη διατήρηση της στάσης του σώματος, καθιστώντας δύσκολη την καθιστή θέση ή τη σταθερή ορθοστασία για μεγάλες περιόδους. Η παρουσία κινητικής διαταραχής επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου να σχεδιάσει και να εκτελέσει κινήσεις με ακρίβεια. Επηρεάζει την ισορροπία, τον συντονισμό και την ικανότητα να εκτελούν σύνθετες κινητικές δραστηριότητες. Τα άτομα με αυτισμό και κινητικές διαταραχές μπορεί να δυσκολεύονται να συμμετέχουν σε σωματικές δραστηριότητες όπως το παιχνίδι. Η διάγνωση της υποτονίας και των κινητικών διαταραχών σε άτομα με αυτισμό απαιτεί λεπτομερή αξιολόγηση από ειδικούς, όπως φυσιοθεραπευτές, εργοθεραπευτές, και νευρολόγους. Οι

αξιολογήσεις μπορεί να περιλαμβάνουν δοκιμασίες που μετρούν τη μυϊκή δύναμη, τον συντονισμό και την κινητική λειτουργία. Η συννοσηρότητα αυτισμού με υποτονία και κινητικές διαταραχές μπορεί να επηρεάσει πολλές πτυχές της ζωής, όπως την εκπαίδευση, την κοινωνική ένταξη, και την επαγγελματική αποκατάσταση. Οι κινητικές δυσκολίες μπορεί να αυξήσουν την εξάρτηση του ατόμου από άλλους για καθημερινές δραστηριότητες, μειώνοντας την αυτονομία του. Επιπλέον, η παρουσία κινητικών δυσκολιών μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση δευτερογενών προβλημάτων, όπως η κατάθλιψη και το άγχος, λόγω της απομόνωσης ή των περιορισμένων ευκαιριών για κοινωνική συμμετοχή (Yu et al., 2018).

- **Σύνδρομο Τικς:** Μερικά άτομα με αυτισμό εμφανίζουν τικς ή σύνδρομο Tourette, που περιλαμβάνει ακούσιες, επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή φωνητικές εκφράσεις που εμφανίζονται απότομα και χωρίς συγκεκριμένο λόγο. Τα τικ μπορεί να είναι κινητικά (όπως το βλεφάρισμα, το κούνημα του κεφαλιού) ή φωνητικά (όπως το καθάρισμα του λαιμού ή τα ακούσια φωνήματα). Το σύνδρομο Tourette είναι μια πιο σοβαρή μορφή διαταραχής τικ, που χαρακτηρίζεται από πολλαπλά κινητικά και φωνητικά τικ που εμφανίζονται για τουλάχιστον ένα χρόνο.. Το ποσοστό συννοσηρότητας μεταξύ αυτισμού και συνδρόμου τικ κυμαίνεται περίπου 20-30% των ατόμων με αυτισμό που μπορεί να εμφανίζουν τικ, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό, περίπου 5-10%, μπορεί να πληροί τα κριτήρια για το σύνδρομο Tourette. Η παρουσία τικ είναι πιο συχνή σε άτομα με αυτισμό που έχουν υψηλή νοητική ικανότητα. Η συνύπαρξη της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος και του συνδρόμου Τικς επηρεάζουν σοβαρά την κοινωνική λειτουργία και την καθημερινή ζωή. Για την διάγνωση συχνά χρησιμοποιούνται κλινικές παρατηρήσεις, ερωτηματολόγια και νευροψυχολογικές αξιολογήσεις για την ανίχνευση και κατανόηση της έκτασης και του αντίκτυπου των τικ.
- **Διαταραχή Διατροφής:** Δυσκολίες με τη διατροφή και περιορισμένα διατροφικά μοτίβα είναι επίσης κοινές. Τα χαρακτηριστικά των ατόμων με διαταραχή διατροφής είναι ακραίο περιορισμό της πρόσληψης τροφής, έντονο φόβο αύξησης βάρους και διαστρεβλωμένη εικόνα σώματος. Έρευνες δείχνουν ότι τα άτομα με αυτισμό διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν διαταραχές διατροφής. Ειδικά για τα άτομα με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας, όπως εκείνοι με σύνδρομο Asperger. Η συννοσηρότητα με διαταραχές διατροφής μπορεί να είναι πιο συχνή ,δηλαδή 20-30% των ατόμων με διαταραχές

διατροφής μπορεί να πληρούν τα κριτήρια για αυτισμό, ενώ τα ποσοστά είναι υψηλότερα στα άτομα με νευρική ανορεξία. Η συννοσηρότητα του αυτισμού με διαταραχές διατροφής μπορεί να έχει σημαντικές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία, την ευημερία και την ποιότητα ζωής των ατόμων που επηρεάζονται. Η πρόγνωση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η έγκαιρη διάγνωση, η κατάλληλη παρέμβαση και η συνολική υποστήριξη του ατόμου.

Αυτές οι συννοσηρότητες μπορεί να επηρεάσουν τη γενική λειτουργικότητα και ευημερία των ατόμων με αυτισμό και συχνά απαιτούν πρόσθετη υποστήριξη και παρέμβαση (Sharma et al., 2018).

1.10 Η συμβολή της τεχνολογίας στην διάγνωση και στην Λογοθεραπεία

Η συμβολή της τεχνολογίας στη διάγνωση και λογοθεραπεία είναι ένα πεδίο που αναπτύσσεται ραγδαία, προσφέροντας νέες δυνατότητες για την υποστήριξη ατόμων με διαταραχές στην ομιλία στην γλώσσα και στην κατάποση, συμπεριλαμβανομένων αυτών που σχετίζονται με τον αυτισμό. Η χρήση τεχνολογικών εργαλείων όχι μόνο διευκολύνει τη διάγνωση και τη θεραπεία, αλλά και προσφέρει πιο ακριβή και εξατομικευμένα προγράμματα παρέμβασης, βελτιώνοντας τη ζωή τόσο των θεραπευομένων όσο και των φροντιστών τους.

Σχετικά με την συμβολή της τεχνολογίας στη διάγνωση σύμφωνα με την βιβλιογραφία προσφέρει μια σειρά από ψηφιακά εργαλεία που διευκολύνουν την ακριβή και ταχεία διάγνωση, με λογισμικά αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται από λογοθεραπευτές και ψυχολόγους για τη μέτρηση δεξιοτήτων όπως η άρθρωση, η φωνολογία, η κατανόηση και η παραγωγή γλώσσας (Chronopoulos et al., 2021; Toki, 2013; Toki et al., 2012, 2014, 2022; Toki & Pange, 2010).

Η χρήση τεχνολογιών ανάλυσης φωνής και αναγνώρισης ομιλίας (speech recognition) βοηθά στην αυτόματη καταγραφή και ανάλυση των χαρακτηριστικών της ομιλίας, με δυνατότητα να βοηθά στην αξιολόγηση της γλωσσικής ανάπτυξης και της ομιλίας, επιτρέποντας στους ειδικούς να διακρίνουν πρώιμα σημάδια καθυστέρησης στην ανάπτυξη της ομιλίας (Toki, 2013; Toki et al., 2012, 2014, 2022).

Η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο και στη διάγνωση του αυτισμού. Η έρευνα αναδύει την δυνατότητα ψηφιακών εργαλείων που επιτρέπουν την παρακολούθηση και αξιολόγηση της

συμπεριφοράς, της ομιλίας και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης παιδιών με αυτισμό. Επιπλέον, η ανάλυση βιντεοσκοπημένων συνεδριών με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση χαρακτηριστικών συμπεριφορών του φάσματος του αυτισμού.

Η χρήση διαδραστικών εφαρμογών λογοθεραπείας επιτρέπει στα παιδιά μέσω ενός παιχνιδιώδη και διασκεδατικού τρόπου να αναδειξουν τις δεξιότητές τους στην ομιλία στη γλώσσα και στην επικοινωνία (Toki et al., 2022).

Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη (AI) μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο για την ποιότητα της ομιλίας και των γλωσσικών δεξιοτήτων των παιδιών (Chronopoulos et al., 2021; Toki, Tatsis, et al., 2023a, 2023b; Toki, Zakoroulou, et al., 2024d; Toki, Papadopoulou, et al., 2024; Toki, Tatsis, et al., 2024a, 2024b; Toki, Tsoulos, et al., 2024b). Στην περίπτωση παιδιών με αυτισμό, η χρήση φορετών συσκευών (wearables) επιτρέπει τη συνεχή καταγραφή φυσιολογικών και συμπεριφορικών δεδομένων (Toki, Pange, et al., 2024a; Toki, Tsoulos, et al., 2024c; Toki, Zakoroulou, et al., 2023). Τέτοιες συσκευές μπορούν να μετρούν το άγχος, τις φυσιολογικές αντιδράσεις σε διαφορετικά ερεθίσματα ή την κοινωνική αλληλεπίδραση, και να προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες στους κλινικούς.

Η τεχνολογία ανοίγει νέους δρόμους στη διάγνωση και την παρέμβαση διαταραχών και του αυτισμού ειδικότερα και η έρευνα εις βάθος είναι απαραίτητη ώστε να βοηθήσει στην δημιουργία νέων εξελιγμένων κλινικών και εκπαιδευτικών εργαλείων.

2. Υλικό και μέθοδος

2.1. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξετάζονται σε αυτή τη συστηματική ανασκόπηση σχετίζονται με τα ακόλουθα σημαντικά ζητήματα:

1. E1: Πώς η τεχνολογία να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και τη διάγνωση του αυτισμού;
2. E2: Ποιες είναι οι πιο πρόσφατες καινοτομίες στις τεχνολογίες ανίχνευσης του αυτισμού;
3. E3: Ποιος είναι ο ρόλος των τεχνολογικών αισθητήρων στη διάγνωση του αυτιστικού φάσματος; (π.χ.: eye tracking, εγκεφαλογράφημα, MRI, fMRI)
4. E4: Ποιος είναι ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διάγνωση του αυτισμού;

Αυτή η πτυχιακή εργασία έχει στόχο να μελετήσει την βιβλιογραφία για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων. Η εργασία αυτή σχεδιάστηκε με στόχο να διερευνήσει σε βάθος τη χρήση και την αποτελεσματικότητα σύγχρονων τεχνολογικών μεθόδων στη διάγνωση του αυτισμού.

2.2. Στρατηγική αναζήτησης, κριτήρια ένταξης και επιλογή μελέτης

Για να συμπεριληφθούν τα άρθρα στην τελική ανάλυση της πτυχιακής εργασίας, έπρεπε να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια επιλογής. Αυτά τα κριτήρια καθορίστηκαν με στόχο να διασφαλιστεί ότι τα επιλεγμένα άρθρα ήταν τόσο επιστημονικά έγκυρα όσο και συναφή με το αντικείμενο της μελέτης. Ειδικότερα, τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν:

1. Να είναι δημοσιευμένα τα τελευταία χρόνια (2018-2024)

2. Να είναι δημοσιευμένο στην αγγλική γλώσσα
3. Θα πρέπει να είναι ερευνητικά άρθρα
4. Δεν πρέπει να είναι άρθρα κριτικής ή μετανάλυσης
5. Όλα τα άρθρα πρέπει να αφορούν τις τεχνολογικές προσεγγίσεις στη διάγνωση του αυτισμού σε παιδιά

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που πραγματοποιήθηκε για την παρούσα πτυχιακή εργασία βασίστηκε σε μια μεθοδική προσέγγιση, με στόχο την αναζήτηση σχετικών άρθρων στις βάσεις δεδομένων Google Scholar και PubMed, καθώς και σε κάποιες άλλες πηγές αναζήτησης. Η αναζήτηση επικεντρώθηκε σε λέξεις-κλειδιά όπως «Διάγνωση Αυτισμού», «Τεχνολογικές προσεγγίσεις», «Eye Tracking» «Μηχανική μάθηση» και «Απεικονιστικές τεχνικές», προκειμένου να εντοπιστούν άρθρα που αφορούν στις τελευταίες εξελίξεις και στις καινοτόμες μεθόδους διάγνωσης του αυτισμού με τη χρήση τεχνολογικών εργαλείων.

2.3. Συνοπτική περιγραφή της διαδικασίας αναζήτησης:

Η διαδικασία αναζήτησης περιελάμβανε τα εξής βήματα:

1. **Επιλογή Βάσεων Δεδομένων και Όρων Αναζήτησης:** Η αναζήτηση έγινε στο Google Scholar και το PubMed, χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά σχετικές με τις τεχνολογικές μεθόδους διάγνωσης του αυτισμού.
2. **Αποτελέσματα Αναζήτησης:** Εντοπίστηκαν 145 άρθρα συνολικά (110 από τις βάσεις δεδομένων και 35 από άλλες πηγές).
3. **Αφαίρεση Διπλότυπων:** Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων, παρέμειναν 115 μοναδικά άρθρα.
4. **Εξέταση Τίτλων και Περιλήψεων:** Εξαιρέθηκαν 45 άρθρα που δεν ήταν σχετικά με το θέμα.

5. **Εξέταση Πλήρων Κειμένων:** Από τα 70 άρθρα που ελέγχθηκαν πλήρως, αποκλείστηκαν άλλα 50 που δεν πληρούσαν τα τελικά κριτήρια.
6. **Τελική Επιλογή:** Συμπεριλήφθηκαν 20 άρθρα που πληρούσαν πλήρως τα κριτήρια, τα οποία αποτέλεσαν τη βάση για την ανάλυση της μελέτης.

Η διαδικασία αυτή, όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα PRISMA (Σχήμα 1), εξασφάλισε την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των σύγχρονων προσεγγίσεων στη διάγνωση του αυτισμού.

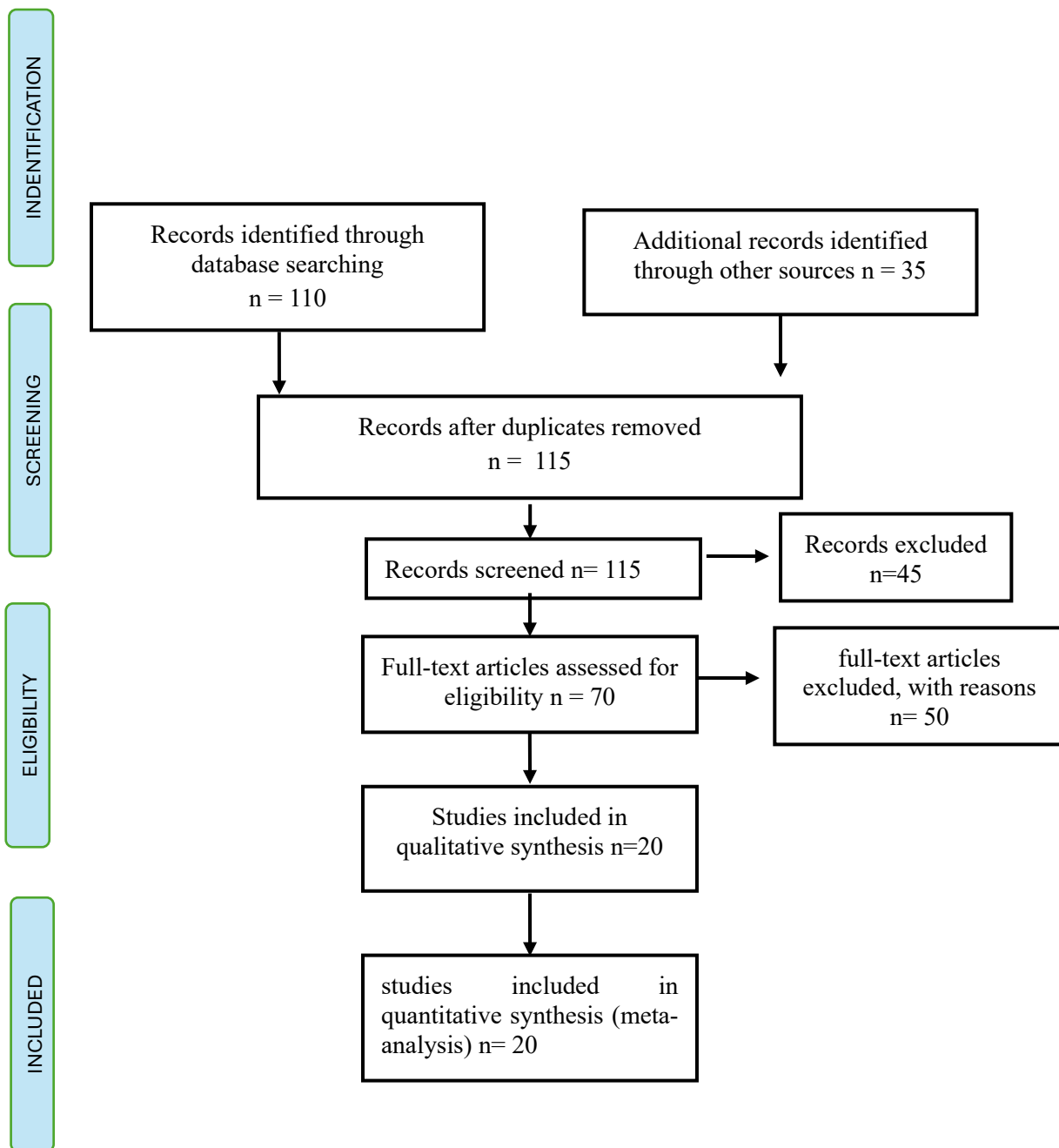
2.4. Εξαγωγή δεδομένων

Για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων της μελέτης, είναι απαραίτητο να εξαχθούν και να αναλυθούν κρίσιμα δεδομένα από τα 20 επιλεγμένα άρθρα. Αυτή η διαδικασία εξαγωγής δεδομένων θα επικεντρωθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: το δείγμα, το σκοπό, τη μέθοδο και τα αποτελέσματα. Κάθε κατηγορία παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την κατανόηση των διαφόρων πτυχών της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στα εν λόγω άρθρα.

- **Δείγμα:** Εξέταση του αριθμού και των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, καθώς και των κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού, για την αξιολόγηση της γενίκευσης των ευρημάτων.
- **Σκοπός:** Ανάλυση των βασικών ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων κάθε μελέτης, για την κατανόηση των στόχων και της κατεύθυνσης της έρευνας.
- **Μέθοδος:** Καταγραφή των τεχνολογικών προσεγγίσεων και εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για τη διάγνωση του αυτισμού, ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους.
- **Αποτελέσματα:** Αξιολόγηση των κύριων ευρημάτων, όπως η ακρίβεια και η ευαισθησία των μεθόδων διάγνωσης, για να εντοπιστούν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Η λεπτομερής ανάλυση αυτών των τεσσάρων κατηγοριών δεδομένων θα επιτρέψει την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων της μελέτης. Μέσω της σύγκρισης και της σύνθεσης των δεδομένων από τα 20 άρθρα, θα προκύψουν πολύτιμα συμπεράσματα σχετικά με την

αποτελεσματικότητα των τεχνολογικών προσεγγίσεων στη διάγνωση του αυτισμού και θα προσδιοριστούν οι βέλτιστες πρακτικές και οι προοπτικές για μελλοντική έρευνα.



Σχήμα 1. PRISMA Flow Diagram

3. Αποτελέσματα

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία περιλαμβάνονται 20 άρθρα. Ο πρώτος τομέας ενδιαφέροντος είναι η αναγνώριση των ειδικοτήτων που εμπλέκονται στην έρευνα των άρθρων. Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης, οι ειδιότητες αυτές περιλαμβάνουν κυρίως επαγγελματίες από τον τομέα της πληροφορικής και της ψυχιατρικής, καθώς και άλλους σχετικούς κλάδους. Η κατηγοριοποίηση των ειδικοτήτων παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση Ειδικοτήτων που Συμμετείχαν στην Έρευνα

Κατηγορίες	Άρθρα
Ψυχολόγοι/Ψυχίατροι	(Konrad et al., 2022), (Jones et al., 2023), (Webb et al., 2023), (Meng et al., 2023), (Simeoli et al., 2021), (Zhao et al., 2019), (Zhao et al., 2021)
Επιστήμονες υπολογιστών	(Yang et al., 2023a), (Toki, Pange, et al., 2024a), (Dekhil et al., 2021), (Eslami et al., 2019), (Siddiqui et al., 2021), (Haweel et al., 2021), (Han et al., 2022), (Kang et al., 2020), (Kang et al., 2021), (Chen et al., 2020)
Άλλοι επαγγελματικοί τομείς	(Konrad et al., 2022),(Webb et al., 2023). (Dekhil et al., 2021), (Alcañiz et al., 2022). (Xu et al., 2024), (Kang et al., 2021), (Chen et al., 2020)

Το δεύτερο πεδίο ενδιαφέροντος επικεντρώνεται στην ανάλυση των στόχων που τέθηκαν από κάθε άρθρο, με σκοπό να κατανοηθεί η ερευνητική κατεύθυνση και οι κύριοι άξονες στους οποίους στηρίζονται οι μελέτες.

Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της ανασκόπησης, οι κύριοι στόχοι των άρθρων καταγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 2. Αυτοί οι στόχοι καλύπτουν ευρύ φάσμα τεχνολογικών μεθόδων, οι

οποίες αναπτύσσονται και αξιοποιούνται στην προσπάθεια βελτίωσης της διάγνωσης του αυτισμού. Οι τεχνολογίες που περιλαμβάνονται είναι οι εξής:

- **Eye Tracking:** Ανάλυση κινήσεων των ματιών για τον εντοπισμό προτύπων συμπεριφοράς που σχετίζονται με τον αυτισμό.
- **Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ):** Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας για την ανίχνευση νευρολογικών διαφορών.
- **Μαγνητική Τομογραφία (MRI):** Λεπτομερής απεικόνιση εγκεφαλικών δομών για την ανίχνευση ανωμαλιών που σχετίζονται με τον αυτισμό.
- **Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία (fMRI):** Παρατήρηση λειτουργικών αλλαγών στον εγκέφαλο κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων.
- **Δομική Μαγνητική Τομογραφία (sMRI):** Εστίαση σε μορφολογικές διαφορές του εγκεφάλου που μπορεί να υποδεικνύουν αυτισμό.
- **Τεχνητή Νοημοσύνη (AI):** Ανάπτυξη αλγορίθμων για την ανάλυση δεδομένων και την ανίχνευση μοτίβων που σχετίζονται με τον αυτισμό.
- **Μηχανική Μάθηση:** Εκπαίδευση μοντέλων για την πρόβλεψη της διάγνωσης του αυτισμού και την ενίσχυση της διαγνωστικής ακρίβειας.
- **Φορητοί Αισθητήρες:** Παρακολούθηση φυσιολογικών και συμπεριφορικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για την κατανόηση των σχετικών με τον αυτισμό μοτίβων.

Αυτοί οι στόχοι αντικατοπτρίζουν την πολυπλοκότητα και την ποικιλομορφία των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη έρευνα για τη διάγνωση του αυτισμού, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα αυτό.

Πίνακας 2. Σύγχρονες τεχνολογίες

ΑΡΘΡΑ	EYE TRACKING	HEΓ	MRI	Fmri	Smri	ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	ΦΟΡΗΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ
(Toki, Pange, et al., 2024a)						✓	✓	✓
(Jones et al., 2023)	✓							
(Webb et al., 2023)		✓						
(Dekhil et al., 2021)			✓	✓	✓			
(Yang et al., 2023a)			✓	✓				
(Eslami et al., 2019)				✓				
(Meng et al., 2023)	✓					✓	✓	
(Konrad et al., 2022)								✓
(Xu et al., 2024)		✓						
(Haweel et al., 2021)				✓	✓			
(Siddiqui et al., 2021)								✓
(Zhao et al., 2019)							✓	
(Han et al., 2022)	✓	✓						
(Kang et al., 2020)		✓						
(Kang et al., 2021)		✓						
(Chen et al., 2020)				✓	✓			

(Zhao et al., 2021)	✓						✓	
(Simeoli et al., 2021)						✓		
(Alcañiz et al., 2022)	✓					✓	✓	
(Tang et al., 2022)			✓					

Ένα σημαντικό θέμα που αναλύθηκε σε αυτή την πτυχιακή εργασία ήταν οι ερευνητικές μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στα άρθρα που συμπεριλήφθηκαν. Ο Πίνακας 3 συνοψίζει τα εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μελέτη και περιγράφονται στην ενότητα υλικών και μεθόδων.

Πίνακας 3. Εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην τρέχουσα πτυχιακή εργασία.

Άρθρα	Εργαλείο συλλογής δεδομένων
(Toki, Pange, et al., 2024a)	Ψηφιακό Παιχνίδι
(Konrad et al., 2022), (Xu et al., 2024)	Ερωτηματολόγια σε γονείς
(Siddiqui et al., 2021)	Συλλογή Δεδομένων μέσω Φορητών Αισθητήρων
(Simeoli et al., 2021), (Zhao et al., 2019)	Συλλογή Δεδομένων μέσω Ανάλυσης Κίνησης
(Alcañiz et al., 2022), (Jones et al., 2023), (Zhao et al., 2021)	Συλλογή μέσω Παρακολούθησης Ματιών
(Tang et al., 2022), (Webb et al., 2023), (Eslami et al., 2019), (Meng et al., 2023), (Han et al., 2022), (Chen et al., 2020), (Dekhil et al., 2021), (Kang et al., 2021), (Kang et al., 2020), (Yang et al., 2023b)	Κλινική Εξέταση
(Haweel et al., 2021)	Ακρόαση Ομιλίας

Τέλος, η πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη αναφορά της συστηματικής ανασκόπησης, η οποία προσφέρει μια εμπεριστατωμένη επισκόπηση τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών στοιχείων που έχουν συγκεντρωθεί από τα 20 επιλεγμένα άρθρα. Αυτή η αναφορά δεν περιορίζεται μόνο σε μια γενική περιγραφή των άρθρων, αλλά προχωρά σε μια λεπτομερή ανάλυση των βασικών δεδομένων που σχετίζονται με το δείγμα, τους στόχους, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα κάθε μελέτης.

Όλες αυτές οι πληροφορίες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 4 της πτυχιακής εργασίας, ο οποίος λειτουργεί ως ένα αναλυτικό εργαλείο αναφοράς, επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση και κατανόηση των δεδομένων από τους αναγνώστες. Ο πίνακας αυτός διευκολύνει την οπτική σύγκριση των μελετών, βοηθώντας στην εξαγωγή συνολικών συμπερασμάτων για τη συστηματική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε.

Πίνακας 4.

ΑΡΘΡΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΣΚΟΠΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
(Toki, Pange, et al., 2024a)	320 παιδιά, 276 τυπικής ανάπτυξης και 44 με ΔΑΦ.	Ο σκοπός ήταν να εξεταστεί η εφαρμογή τεχνικών μηχανικής μάθησης σε δεδομένα που προέρχονται από ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι για παιδιά με αυτισμό, προκειμένου να διαπιστωθεί πώς αυτές οι τεχνικές μπορούν να βοηθήσουν στην κατηγοριοποίηση και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της κλινικής διαδικασίας.	Η έρευνα χρησιμοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης και νευρωνικά δίκτυα για να ταξινομήσει παιδιά με ΔΑΦ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από ένα διαδραστικό παιχνίδι σε κινητές συσκευές, όπου τα παιδιά εκτέλεσαν διάφορες δραστηριότητες. Αυτά τα δεδομένα	Σύμφωνα με τις αξιολογήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό σφάλματος αυτής της μεθόδου ήταν στο 11,77%, και το μικρότερο στο 0,75 καθώς και καλή ανάκληση στο 0,66.

			αναλύθηκαν για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα των μοντέλων στη διάγνωση του αυτισμού μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών.	
(Tang et al., 2022)	120 παιδιά, 60 με ΔΑΦ και 60 τυπικής ανάπτυξης.	Στόχος αυτής της μελέτης είναι να εξετάσει τη χρήση της ποσοτικής απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού στη διάγνωση του αυτισμού στα παιδιά.	Η έρευνα χρησιμοποιεί ποσοτική μαγνητική τομογραφία (MRI) για να διαγνώσει τον αυτισμό σε παιδιά, εφαρμόζοντας διαφορετικές τεχνικές απεικόνισης όπως ESWAN, DKI, 3D-pcASL, και 3D-T1. Η μελέτη συγκρίνει τη συγκέντρωση σιδήρου, τη ροή αίματος (CBF) και τις μικροδομές του εγκεφάλου μεταξύ παιδιών με αυτισμό και υγιών παιδιών για να εντοπίσει διαφορές και συσχετίσεις.	Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με αυτισμό έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο και ροή αίματος σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου σε σύγκριση με τα υγιή παιδιά. Οι δείκτες διάχυσης (MK, RK, AK) ήταν επίσης χαμηλότεροι, ενώ οι τιμές μέσης διάχυσης (MD) και ανισοτροπίας (FAK) ήταν υψηλότερες. Η συνδυασμένη τεχνολογία απεικόνισης (QSM, CBF, DKI) έδειξε

				υψηλή διαγνωστική ακρίβεια για την ανίχνευση του αυτισμού (AUC 0.917).
(Webb et al., 2023)	399 παιδιά, από τα οποία τα 280 ήταν με ΔΑΦ και τα 119 ήταν τυπικής ανάπτυξης.	Η έρευνα στοχεύει στην αξιολόγηση υποψήφιων βιοδεικτών από το ΗΕΓ για χρήση σε κλινικές δοκιμές για παιδιά με αυτισμό, εξετάζοντας την ακρίβεια, τη σταθερότητα και την ικανότητά τους να διαχωρίζουν παιδιά με αυτισμό από παιδιά με τυπική ανάπτυξη	Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ΗΕΓ για την αξιολόγηση υποψήφιων βιοδεικτών σε παιδιά με αυτισμό. Αξιολογήθηκαν διαφορετικές δοκιμασίες ΗΕΓ, όπως ηρεμία, αναγνώριση προσώπων, αντίληψη βιολογικής κίνησης και οπτικά προκλητά δυναμικά (VEPs), με βάση την απόδοση, την καταγραφή και τη σταθερότητά τους σε διάστημα έξι εβδομάδων.	Η αξιολόγηση των βιοδεικτών ΗΕΓ σε κατάσταση ηρεμίας έδειξε ότι το 86% των παιδιών με ΔΑΦ και το 92% των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών παρείχαν έγκυρα δεδομένα. Στα παιδιά με ΔΑΦ, έδειξε υψηλότερο IQ και καλύτερες κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες.

(Dekhil et al., 2021)	Η έρευνα έγινε σε 185 παιδιά, όπου τα 61 είχαν διαγνωστεί με ΔΑΦ και τα 124 ήταν τυπικής ανάπτυξης.	Σκοπός της έρευνας ήταν να εξετάσει πώς οι μετρήσεις ανατομικής και λειτουργικής συνδεσιμότητας του εγκεφάλου μπορούν να δώσουν μια συνολική διάγνωση για το αν ένα άτομο βρίσκεται στο φάσμα του αυτισμού ή όχι, με βάση τις βαθμολογίες ADOS.	Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε με τη βοήθεια της δομικής μαγνητικής τομογραφίας (Smri), καθώς και με την λειτουργική μαγνητική τομογραφία σε κατάσταση ηρεμίας (Fmri)	Η ακρίβεια της μεθόδου Fmri ήταν 75%, της Smri ήταν 79%. Και των δύο μεθόδων μαζί ήταν 81%.
(Eslami et al., 2019)	1.035 άτομα απ' τα οποία τα 505 ήταν με ΔΑΦ και τα 530 τυπικής ανάπτυξης,	Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι η ταξινόμηση ατόμων με ΔΑΦ από τα υγιή άτομα με την βοήθεια Fmri δεδομένων.	Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε με την βοήθεια της μεθόδου ASD-DiagNet, χρησιμοποιώντας δεδομένα Fmri	Η έρευνα έδειξε ότι το ASD-DiagNet πέτυχε μέγιστη ακρίβεια 82%, ξεπερνώντας άλλες μεθόδους κατά 28%. Το ASD-DiagNet αποδείχθηκε πιο αποτελεσματικό και γρήγορο στη διάγνωση ΔΑΦ χρησιμοποιώντας δεδομένα Fmri.
(Meng et al., 2023)	161 παιδιά, από τα οποία τα 117 ήταν με ΔΑΦ και τα 44 ήταν τυπικής ανάπτυξης.	Η παρούσα έρευνα στόχευε να εξετάσει αν τα μοτίβα κινήσεων των ματιών των παιδιών, όταν παρακολουθούν χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων ή	Η έρευνα χρησιμοποίησε τεχνικές παρακολούθησης ματιών για να μελετήσει παιδιά με ΔΑΦ και τυπικά	Το μοντέλο μηχανικής μάθησης είχε μέση ακρίβεια, ευαισθησία και ανάκληση για τον αυτισμό 0,73, 0,73 και 0,75, αντίστοιχα.

		πραγματικούς ανθρώπους, θα μπορούσαν να συμβάλλουν στον εντοπισμό παιδιών με ΔΑΦ	αναπτυσσόμενα παιδιά. Χρησιμοποιήθηκαν βίντεο με χαρακτηριστικές κινουμένων σχεδίων και πραγματικούς ανθρώπους.	Ως ταξινομητής για τη διάκριση μεταξύ παιδιών με αυτισμό και τυπική ανάπτυξη, είχε AUC 0,81.
(Siddiqui et al., 2021)	10 παιδιά με ΔΑΦ.	Η παρούσα έρευνα βασίζεται στην ανάπτυξη μιας πλατφόρμας IoT(αφορά τον σχεδιασμό ,την λειτουργία και την ανάπτυξη φυσικών συσκευών για την απόκτηση δεδομένων) που βασίζεται σε φορητούς αισθητήρες για την ανάλυση χειρονομιών σε άτομα με ΔΑΦ.	Αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε μια πλατφόρμα με φορητούς αισθητήρες, τοποθετημένους στους καρπούς παιδιών με ΔΑΦ, για την ανίχνευση και αναγνώριση των καθημερινών χειρονομιών τους μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, επιτρέποντας καλύτερη επικοινωνία με τους ανθρώπους. Οι πληροφορίες μεταδίδονταν μέσω Bluetooth.	Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσίασαν σημαντικές διαφορές σε 9 κινηματικά χαρακτηριστικά συγκριτικά με τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά, κυρίως όσον αφορά την πολυπλοκότητα, το εύρος της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των κινήσεών τους. Επίσης, το μοντέλο πέτυχε ακρίβεια 88,37%, με ειδικότητα 91,3%, ευαισθησία 85% . Η πλειονότητα των

				μοντέλων μηχανικής μάθησης πέτυχε ακρίβεια πάνω από 75%
(Simeoli et al., 2021)	60 παιδιά (30 παιδιά με ΔΑΦ 30 παιδιά τυπικής ανάπτυξης).	Στόχος της μελέτης είναι η περιγραφή δεδομένων κινητικών προτύπων για την διάκριση παιδιών με ΔΑΦ και παιδιών με τυπική ανάπτυξη.	Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα λογισμικό σε εργαλείο σε συνδυασμό με μια έξυπνη συσκευή tablet, το οποίο καταγράφει κινήσεις και χρησιμοποιεί τεχνολογίες αισθητήρων οθόνης αφής.	Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ταξινόμηση αυτισμού με ποσοστό ακρίβειας 93%, αποδεικνύοντας ότι ο αυτισμός μπορεί να προσδιοριστεί υπολογιστικά.
(Haweel et al., 2021)	157 παιδιά με αυτισμό.	Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στην ανάπτυξη αντικειμενικών τεχνολογιών υποβοηθούμενων από υπολογιστή για τη διάγνωση του αυτισμού, χρησιμοποιώντας μεθόδους απεικόνισης εγκεφάλου και τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Η μελέτη χρησιμοποίησε εικόνες Fmri για να αναλύσει τη δραστηριότητα του εγκεφάλου και να εντοπίσει διαφορές ανάμεσα σε ομάδες με διαφορετικά επίπεδα σοβαρότητας της ΔΑΦ. Τα δεδομένα από αυτές τις εικόνες μετατράπηκαν σε χαρακτηριστικά που	Τα αποτελέσματα τις παρούσες έρευνας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει και τις 3 ομάδες (ήπια, μέτρια, σοβαρή) με ακρίβεια = 0,83 ευαισθησία = 0,73, ειδικότητα = 0,83). Η δεύτερη κατηγορία χωρίζει τα άτομα σε ήπιο ή

			χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη ενός υπολογιστικού συστήματος διάγνωσης.	σοβαρό αυτισμό με ακρίβεια = 0,81 ευαισθησία = 0,81 και ειδικότητα = 0,76.
(Alcañiz et al., 2022)	55 παιδιά (20 παιδιά τυπικής ανάπτυξης και 35 με διάγνωση ΔΑΦ).	Ο στόχος της έρευνας είναι να αξιολογήσει την επεξεργασία κοινωνικών και μη κοινωνικών οπτικών πληροφοριών και τη γνωστική ικανότητα των παιδιών με ΔΑΦ σε σύγκριση με παιδιά τυπικής ανάπτυξης, μέσω παρακολούθησης των κινήσεων των ματιών, και να αναγνωρίσει τα παιδιά με ΔΑΦ από αυτά με τυπική ανάπτυξη χρησιμοποιώντας μεθόδους μηχανικής μάθησης.	Αυτή η μελέτη πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια συστημάτων παρακολούθησης ματιών μέσω τοποθέτησης γυαλιών για την καταγραφή κίνησης ματιών (eye gaze). Για την ανάλυση αυτών των πληροφοριών χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης.	Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης είχαν έως και 86% ακρίβεια και ευαισθησία 91% στην αναγνώριση παιδιών με ΔΑΦ.
(Zhao et al., 2021)	43 παιδιά από τα οποία τα 20 είναι με ΔΑΦ και τα 23 τυπικής ανάπτυξης.	Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει εάν τα δεδομένα παρακολούθησης ματιών από συνομιλίες πρόσωπο με πρόσωπο μπορούν να διακρίνουν τα παιδιά με ΔΑΦ από εκείνα με τυπική ανάπτυξη. Επιπλέον, εξετάστηκε εάν ο συνδυασμός	Για τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε μηχανική μάθηση σε δεδομένα παρακολούθησης ματιών που συλλέχθηκαν ενώ οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν διάφορες οπτικές	Ο ταξινομητής svm πέτυχε μέγιστη ακρίβεια ταξινόμησης 92,31% συνδυάζοντας χαρακτηριστικά που αφορούν την οπτική καθήλωση και τη διάρκεια της

		χαρακτηριστικών που αφορούν την οπτική καθήλωση και τη διάρκεια της συνομιλίας θα βελτίωνε την ακρίβεια της ταξινόμησης.	πληροφορίες (π.χ. εικόνες, βίντεο και ιστοσελίδες).	συνεδρίας. Η ταξινόμηση με τα συνδυασμένα χαρακτηριστικά ήταν πιο ακριβής από τη χρήση μόνο των χαρακτηριστικών οπτικής καθήλωσης (μέγιστη ακρίβεια 84,62%) ή μόνο της διάρκειας συνεδρίας (μέγιστη ακρίβεια 84,62%).
(Chen et al., 2020)	Αυτή η μελέτη περιλαμβάνει 1114 άτομα, εκ των οποίων 521 ήταν ασθενείς με ΔΑΦ και 593 τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα.	Η έρευνα στόχευε να εξετάσει την ικανότητα εντοπισμού δομικών προτύπων στον εγκέφαλο ατόμων με ΔΑΦ, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως βιοδείκτες για τη διάγνωση και την αξιολόγηση της ΔΑΦ στις κλινικές.	Για τη μελέτη αυτή αναπτύχθηκε ένα πλαίσιο ταξινόμησης με βάση την ιστογράμμο ομαδοποίησης (HBM) χρησιμοποιώντας ένα αλγόριθμο βασισμένο σε 3D έκδοση του ιστογράμματος προσανατολισμένων διαβαθμίσεων (HOG) για την εξαγωγή	Η μεθοδολογία πέτυχε υψηλή ακρίβεια στην ταξινόμηση των ασθενών με ΔΑΦ, με την καλύτερη τιμή AUC να φτάνει το 0.849. Επίσης, εντοπίστηκαν εγκεφαλικές περιοχές που συνδέονται με τη ΔΑΦ, δείχνοντας καλύτερη απόδοση σε σύγκριση με άλλους αλγόριθμους.

			χαρακτηριστικών από δεδομένα σωματικής μαγνητικής τομογραφίας (sMRI).	
(Kang et al., 2021)	96 παιδιά από τα οποία τα 48 ήταν με ΔΑΦ χαμηλής λειτουργικότητας και 48 τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά.	Η μελέτη στοχεύει στη βελτίωση της διάγνωσης της ΔΑΦ αναλύοντας τη εγκεφαλική δραστηριότητα μέσω χαρακτηριστικών όπως η πολυπλοκότητα. Χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι για την επιλογή και ταξινόμηση χαρακτηριστικών, με στόχο την παροχή ακριβών και αντικειμενικών διαγνωστικών εργαλείων για τη ΔΑΦ.	Για τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ΗΕΓ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν σε ένα ήσυχο δωμάτιο, όπου τα άτομα κάθισαν άνετα σε μια καρέκλα με τα μάτια ανοιχτά και ήταν σε κατάσταση ηρεμίας.	Τα αποτελέσματα της έρευνας είχαν ακρίβεια 95,67% και AUC = 0,97.
(Jones et al., 2023)	499 παιδιά αξιολογήθηκαν για ΔΑΦ.	Στόχος της έρευνας ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της παρακολούθησης των ματιών στη μέτρηση της κοινωνικής οπτικής εμπλοκής (index test), σε σχέση με τη διάγνωση που γίνεται από ειδικούς γιατρούς, σε μικρά παιδιά που έχουν παραπεμφθεί σε	Η έρευνα έγινε με τη χρήση αυτοματοποιημένων συσκευών για τη μέτρηση της κοινωνικής όρασης με βάση την παρακολούθηση των ματιών (Eye-Tracking).	Τα αποτελέσματα της μέτρησης της κοινωνικής οπτικής εμπλοκής μέσω παρακολούθησης των ματιών ήταν επιτυχής σε 475 από τα 499 παιδιά που συμμετείχαν, δηλαδή στο 95,2% των περιπτώσεων.

		εξειδικευμένες κλινικές για αυτισμό.		
(Konrad et al., 2022)	48 παιδιά από τα οποία τα 22 ήταν με ΔΑΦ και τα 26 τυπικής ανάπτυξης.	Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει την αξία και την πρακτικότητα της χρήσης αμφίπλευρων αισθητήρων που φοριούνται στους καρπούς και των δύο χεριών για την παρακολούθηση της κίνησης παιδιών ηλικίας 3-10 ετών, με ή χωρίς διαταραχές αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ), κατά τη διάρκεια της καθημερινότητάς τους.	Η έρευνα έγινε με τη χρήση φορητών αισθητήρων που φοριούνται στον καρπό των παιδιών και καταγράφουν τον κινητικό μηχανισμό των παιδιών	Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι φορητοί αισθητήρες καρπού είναι χρήσιμοι για τη μέτρηση της κινητικότητας σε παιδιά με αυτισμό. Τα παιδιά με ΔΑΦ είχαν υψηλότερα επίπεδα αυτιστικών συμπτωμάτων, υπερκινητικότητας και κινητικού συντονισμού σε σύγκριση με τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά.
(Xu et al., 2024)	189 παιδιά, 97 με ΔΑΦ και 92 τυπικής ανάπτυξης.	Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να ερευνήσει μια νέα μέθοδο για την ανίχνευση ΔΑΦ με δεδομένα ΗΕΓ.	Η έρευνα έγινε με την χρήση του ΗΕΓ, που χρησιμοποιείται για να μετρήσει την λειτουργική σύνδεση των διαφόρων περιοχών του εγκεφάλου. Δημιουργήθηκε ένα	Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η λειτουργική συνδεσιμότητα και το δίκτυο επέτυχε ποσοστά ακρίβειας 81,08% και 74,55% στην ταξινόμηση δεδομένων που

			σύνθετο σύστημα που χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό από νευρωνικά δίκτυα (CNN) και μακροπρόθεσμης βραχυπρόθεσμης μνήμης (LSTM) για την ανίχνευση ΔΑΦ.	αντιπροσωπεύουν καταστάσεις όπως σε ηρεμία και σε εργασία αντίστοιχα.
(Han et al., 2022)	90 παιδιά από τα οποία τα 40 παιδιά ήταν με ΔΑΦ και τα 50 παιδιά τυπικής ανάπτυξης.	Σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνήσει την νευροφυσιολογική δραστηριότητα εντός του εγκεφάλου και τη συμπεριφορά από εξωτερική οπτική γωνία, προτείνοντας ένα καινοτόμο πλαίσιο διάγνωσης πολλαπλών παραμέτρων για την ανίχνευση της ΔΑΦ.	Η έρευνα έγινε δημιουργώντας ένα μοντέλο μάθησης που λειτουργεί σε δύο στάδια, όπου αναλύει αναπαραστάσεις χαρακτηριστικών από ΗΕΓ και eye-tracking (ET).	Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι αυτή η νέα μέθοδος είχε συνολική ακρίβεια 95,56% σε σύγκριση με τις μονοτροπικές μεθόδους.
(Kang et al., 2020)	97 παιδιά από τα οποία τα 49 παιδιά ήταν με ΔΑΦ και τα 48 ήταν τυπικής ανάπτυξης.	Αυτή η μελέτη στοχεύει να αναπτύξει πιο ακριβείς και αντικειμενικούς τρόπους διάγνωσης της ΔΑΦ μέσω της ανάλυσης δεδομένων από ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα και παρακολούθηση της κίνησης των ματιών (eye-tracking), χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Σκοπός είναι η	Για την ταξινόμηση παιδιών με ΔΑΦ και παιδιών τυπικής ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε η μηχανική μάθηση. Έπειτα η έρευνα έγινε με την χρήση δεδομένων ΗΕΓ και δεδομένων	Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων (ΗΕΓ και παρακολούθηση ματιών) είχαν ακρίβεια 85%. Τα δεδομένα μόνο της μεθόδου ΗΕΓ είχε ακρίβεια 68% και τα δεδομένα της μεθόδου

		βελτίωση της διαγνωστικής ακρίβειας, ξεπερνώντας τα όρια των παραδοσιακών κλινικών μεθόδων.	παρακολούθησης ματιών.	παρακολούθησης ματιών είχαν ακρίβεια 72,33%.
(Yang et al., 2023a)	1035 παιδιά από τα οποία τα 505 ήταν με ΔΑΦ και τα 530 ήταν παιδιά τυπικής ανάπτυξης.	Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση ενός καινοτόμου πλαισίου για την ανίχνευση της ΔΑΦ, χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά που εξάγονται από τα δεδομένα λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (Fmri) και φαινοτυπικά δεδομένα, αντίστοιχα.	Η μελέτη ανιχνεύει τη ΔΑΦ σε τρία στάδια: πρώτα, επιλέγονται σημαντικά χαρακτηριστικά από δεδομένα fMRI μέσω της μεθόδου RFE. Στη συνέχεια, τα νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων (GNN) αναλύουν αυτά τα χαρακτηριστικά, ενώ αναπτύσσεται και ένας εξαγωγέας φαινοτυπικών χαρακτηριστικών (PFE). Τα δεδομένα συγχωνεύονται και επικυρώνονται με το σύνολο δεδομένων ABIDE.	Τα δεδομένα ABIDE είχαν ποσοστό ακρίβειας 78,7% και 80,6%, αντίστοιχα.
(Zhao et al., 2019)	43 παιδιά, 20 παιδιά με ΔΑΦ και 23 παιδιά τυπικής ανάπτυξης.	Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει εάν τα περιορισμένα κινηματικά χαρακτηριστικά (RKF) θα μπορούσαν να	Για την ταξινόμηση παιδιών με ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης, χρησιμοποιήθηκε μια κινητική εργασία	Ο αλγόριθμος KNN με τιμή $k = 1$ είχε την καλύτερη απόδοση, με

		χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της διαταραχής του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦ).	για τη μέγιστη παραλλαγή κίνησης, μετρώντας την εντροπία, το εύρος κίνησης, την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Στη συνέχεια, αξιολογήθηκαν πέντε αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης (SVM, LDA, DT, RF, KNN) για την ακρίβειά τους στη διάγνωση της ΔΑΦ.	ακρίβεια 88,37%, ειδικότητα 91,3% και ευαισθησία 85%.
--	--	--	---	---

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΘΡΩΝ:

- (Yang et al., 2023a) :

Το άρθρο παρουσιάζει ένα νέο πλαίσιο για την ανίχνευση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), συνδυάζοντας προηγμένες τεχνικές μηχανικής μάθησης με νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων (GNNs), με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας διάγνωσης, αντιμετωπίζοντας τις προκλήσεις από το περιορισμένο μέγεθος και την πολυπλοκότητα των ιατρικών δεδομένων. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το Autism Brain Imaging Data Exchange (ABIDE I και II) που περιλαμβάνουν fMRI, ανατομικά και φαινοτυπικά δεδομένα από συνολικά 2.145 άτομα (1.023 με ΔΑΦ και 1.122 τυπικά αναπτυσσόμενα). Τα δεδομένα fMRI επεξεργάστηκαν με χρήση εργαλείων όπως το Configurable Pipeline for the Analysis of Connectomes και αναλύθηκαν ως γράφημα με 200 περιοχές ενδιαφέροντος (ROI), με τη συσχέτιση των περιοχών να μετράται μέσω του συντελεστή

Pearson και των μερικών συσχετίσεων για τα βάρη των συνδέσεων. Τα φαινοτυπικά δεδομένα κωδικοποιήθηκαν με one-hot κωδικοποίηση για κατηγορίες (όπως φύλο) και αριθμητικά κωδικοποιήθηκαν σε εύρος 0-1 (π.χ., ηλικία). Για τη μείωση της πολυπλοκότητας των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Recursive Feature Elimination (RFE) με την τεχνική SVM, που χωρίζει τα δεδομένα σε δύο ομάδες και επιλέγει τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά. Τα δεδομένα εικόνας επεξεργάστηκαν μέσω Graph Convolutional Networks (GraphConv), ενώ τα φαινοτυπικά δεδομένα αναλύθηκαν μέσω πολυεπίπεδου νευρωνικού δικτύου (MLP). Η μελέτη έδειξε ότι το προτεινόμενο πλαίσιο είχε υψηλή απόδοση, με ακρίβεια 78,7% και 80,6% στη διάγνωση της ΔΑΦ. Η επιτυχία οφείλεται κυρίως στη χρήση των τεχνικών RFE και PFE, που βελτιώνουν την επιλογή των χαρακτηριστικών και την ακρίβεια του μοντέλου. Ο συνδυασμός αυτών των τεχνικών με τα δεδομένα εγκεφάλου και φαινοτυπικά δεδομένα αποδεικνύεται εξαιρετικά αποτελεσματικός με ευρεία εφαρμογή.

- **(Konrad et al., 2022) :**

Η μελέτη ασχολείται με τη χρήση φορητών αισθητήρων επιταχυνσιόμετρου για την ποσοτική αξιολόγηση των κινητικών χαρακτηριστικών παιδιών με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ). Ο κύριος σκοπός ήταν να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα και η πρακτικότητα αυτών των αισθητήρων, οι οποίοι καταγράφουν τις κινήσεις των παιδιών σε πραγματικές συνθήκες, δίνοντας έμφαση σε παραμέτρους όπως η διάρκεια, η ένταση, η συμμετρία και η πολυπλοκότητα της κίνησης. Στη μελέτη συμμετείχαν 65 παιδιά ηλικίας 3-10 ετών: 22 από αυτά είχαν διαγνωστεί με ΔΑΦ και τα υπόλοιπα 26 είχαν τυπική ανάπτυξη. Από τα 65 παιδιά, τα δεδομένα από 48 τελικά συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση λόγω διαφόρων αποκλεισμών, όπως η απροθυμία χρήσης των αισθητήρων ή η απώλεια των συσκευών. Η διάγνωση ΔΑΦ επιβεβαιώθηκε από επαγγελματίες ψυχικής υγείας, εκτός από δύο περιπτώσεις που βασίστηκαν στην αναφορά των γονέων. Οι γονείς τοποθετούσαν τους αισθητήρες Actigraph στους καρπούς των παιδιών για 12 ώρες κάθε δύο ημέρες, προτιμώντας την περίοδο από το πρωί έως το βράδυ για να καταγραφεί ο μέγιστος χρόνος εγρήγορσης. Οι αισθητήρες, τοποθετημένοι κοντά στον καρπό, καταγράφουν γραμμική επιτάχυνση σε τρεις διαστάσεις με συχνότητα 30 Hz. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το λογισμικό ActiLife 6, ενώ χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια όπως το DCDQ και Little DCDQ για τον

κινητικό συντονισμό και οι υποκλίμακες της Κλίμακας Βαθμολόγησης Γονέων Conners για την υπερκινητικότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, αν και δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην ηλικία ή το Δείκτη Υλικής Ανάπτυξης μεταξύ των δύο ομάδων, υπήρχαν διαφορές στη φυλή, το εισόδημα και το φύλο. Τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα αυτιστικών συμπτωμάτων, υπερκινητικότητας και δυσκολίες στον κινητικό συντονισμό σε σύγκριση με τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης. Επίσης, βρέθηκε ότι τα μεγαλύτερα παιδιά είχαν μεγαλύτερη διάρκεια κίνησης με το δεξί χέρι και μικρότερη διάρκεια ταυτόχρονης χρήσης και των δύο χεριών, με λιγότερη ποικιλία στις κινήσεις τους. Οι γονείς ανέφεραν ότι ο καλύτερος κινητικός συντονισμός σχετίζεται με μεγαλύτερη ένταση και μεταβλητότητα στις κινήσεις, ενώ η υπερκινητικότητα δεν συνδέθηκε με τη διάρκεια ή την ένταση των κινήσεων που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες. Τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι οι φορητοί αισθητήρες είναι αποτελεσματικά εργαλεία για τη μέτρηση της κινητικής συμπεριφοράς των παιδιών και αποκαλύπτουν σημαντικές διαφορές στην κινητική ανάπτυξη και συμπεριφορά μεταξύ παιδιών με ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης.

- **(Siddiqui et al., 2021) :**

Το άρθρο παρουσιάζει μια πλατφόρμα που χρησιμοποιεί φορητούς αισθητήρες και αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση χειρονομιών παιδιών με ΔΑΦ, με στόχο τη βελτίωση της επικοινωνίας τους. Η πλατφόρμα λειτουργεί ως μεταφραστής που διευκολύνει την επικοινωνία των παιδιών με τους γύρω τους, αξιοποιώντας την τεχνολογία Internet of Things (IoT) για τη συνεχή διασύνδεση και αυτόνομη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών και αισθητήρων. Η μεθοδολογία της μελέτης περιλάμβανε δύο στάδια: αρχικά, τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από έναν φορητό αισθητήρα Hexiwear, που περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο. Ο αισθητήρας τοποθετήθηκε στο δεξί ή αριστερό χέρι των παιδιών και συνέλεγε δεδομένα μέσω Bluetooth με ρυθμό δειγματοληψίας 50 Hz, καταγράφοντας τόσο γραμμικές όσο και γωνιακές κινήσεις κατά την εκτέλεση χειρονομιών. Συνολικά, καταγράφηκαν 24 διαφορετικές χειρονομίες από 10 άτομα, με κάθε χειρονομία να εκτελείται 7-12 φορές.

Στο δεύτερο στάδιο, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση των χειρονομιών: ο Κ-πλησιέστερος γείτονας (KNN), τα Δέντρα Αποφάσεων (DT),

το Τυχαίο Δάσος (RF) και τα Νευρωνικά Δίκτυα (NN). Κάθε αλγόριθμος προσέγγιζε την αναγνώριση με διαφορετικό τρόπο, αξιοποιώντας τα δεδομένα που είχαν συλλεχθεί από τους αισθητήρες. Η ανάλυση έδειξε ότι οι αλγόριθμοι είχαν ακρίβεια αναγνώρισης άνω του 91%. Παρότι η πλατφόρμα επικεντρώνεται στην αναγνώριση χειρονομιών, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας των παιδιών.

- **(Simeoli et al., 2021) :**

Το άρθρο διερευνά αν η κίνηση ενός δακτύλου πάνω σε μια οθόνη tablet μπορεί να διαχωρίσει παιδιά με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) από παιδιά με τυπική ανάπτυξη (ΤΔ). Στη μελέτη συμμετείχαν 60 παιδιά ηλικίας 5-10 ετών, χωρισμένα σε δύο ομάδες: 30 παιδιά με ΔΑΦ (μέση ηλικία 7 έτη) και 30 παιδιά με τυπική ανάπτυξη (μέση ηλικία 6 έτη και 8 μήνες). Το νοητικό τους επίπεδο αξιολογήθηκε με τη Διεθνή Κλίμακα Απόδοσης Leiter-3, με τα παιδιά με ΔΑΦ να έχουν δείκτες IQ από 59 έως 109 και τα παιδιά με τυπική ανάπτυξη από 74 έως 110. Τα παιδιά κλήθηκαν να εκτελέσουν διάφορες εργασίες σε ένα tablet, μετακινώντας εικόνες στην οθόνη του σύμφωνα με συγκεκριμένες οδηγίες. Καταγράφηκαν περίπου 1.500 δείγματα κίνησης των δακτύλων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για να ταξινομηθούν τα παιδιά σε δύο κατηγορίες: "1,0" για τα παιδιά με ΔΑΦ και "0,1" για τα παιδιά με τυπική ανάπτυξη, μέσω συστήματος μηχανικής μάθησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 17 χαρακτηριστικά κίνησης ήταν επαρκή για να διαχωρίσουν τις δύο ομάδες με ακρίβεια 93%, ευαισθησία 87% και ειδικότητα 98%. Τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσίασαν χαμηλή γραμμικότητα στις κινήσεις τους, με πιο συχνές αλλαγές κατεύθυνσης και μικρότερο μέσο μήκος κινήσεων σε σχέση με τα παιδιά με τυπική ανάπτυξη. Επίσης, εμφάνισαν μεγάλη ποικιλία στις ταχύτητες και στις επιταχύνσεις τους, με υψηλές μέγιστες τιμές και χαμηλές ελάχιστες τιμές, γεγονός που οδήγησε σε μεγαλύτερες τιμές τυπικής απόκλισης. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι τα χαρακτηριστικά των κινήσεων των παιδιών με ΔΑΦ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώρισή τους μέσω μεθόδων μηχανικής μάθησης.

- **(Alcañiz et al., 2022) :**

Το άρθρο εστιάζει στη χρήση της εικονικής πραγματικότητας (VR) και της μηχανικής μάθησης (ML) ως νέες προσεγγίσεις για τη διάγνωση του αυτισμού (ΔΑΦ). Οι παραδοσιακές μέθοδοι

αξιολόγησης βασίζονται συχνά σε υποκειμενικές παρατηρήσεις, ενώ η χρήση της VR και των αλγορίθμων ML προσφέρει τη δυνατότητα για πιο αντικειμενική και ακριβή διάγνωση, ιδίως όσον αφορά τη μελέτη της κοινωνικής προσοχής των παιδιών. Η μελέτη περιλάμβανε 55 παιδιά ηλικίας 4-7 ετών: 20 παιδιά με τυπική ανάπτυξη (TD) με μέση ηλικία 4,75 έτη και τυπική απόκλιση 0,77, και 35 παιδιά με ΔΑΦ. Η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα επιλέχθηκε επειδή βρίσκεται σε κρίσιμο στάδιο για την ανάπτυξη της κοινωνικής προσοχής και των κοινωνικών δεξιοτήτων. Οι ερευνητές παρατήρησαν σημαντικές διαφορές σε 13 μεταβλητές που σχετίζονται με τις περιοχές ενδιαφέροντος (AOI) κατά την παρακολούθηση κοινωνικών και μη κοινωνικών ερεθισμάτων. Τα παιδιά εξετάστηκαν σε ένα εικονικό περιβάλλον που προσομοίωνε ένα εμπορικό κέντρο, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα CAVE™ και γυαλιά παρακολούθησης ματιών. Το σύστημα αυτό παρείχε ρεαλιστικά σενάρια, στα οποία τα παιδιά αλληλεπιδρούσαν με εικονικούς χαρακτήρες και αντικείμενα. Τα δεδομένα από την παρακολούθηση των ματιών κατέγραψαν τις περιοχές που τα παιδιά κοιτούσαν περισσότερο. Τα αυτιστικά παιδιά έδειξαν προτίμηση σε κοινωνικά ερεθίσματα, όπως τα πρόσωπα, και αφιέρωσαν περισσότερο χρόνο παρατηρώντας τα, σε σχέση με τα παιδιά με τυπική ανάπτυξη. Στη συνέχεια, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τεχνικές μηχανικής μάθησης (ML) για την ανάλυση των δεδομένων παρακολούθησης ματιών. Τα μοντέλα ML εκπαιδεύσαν αλγορίθμους ώστε να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τα παιδιά με ΔΑΦ από αυτά με τυπική ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μοντέλα ML μπορούσαν να εντοπίσουν τον αυτισμό με ακρίβεια που κυμαινόταν από 78% έως 84%, ενώ η ευαισθησία (η ικανότητα να εντοπίζουν σωστά τα παιδιά με ΔΑΦ) κυμαινόταν από 82% έως 94%. Η μελέτη καταλήγει ότι η χρήση της VR και της ML μπορεί να βελτιώσει την αξιολόγηση του αυτισμού, προσφέροντας πιο ακριβείς και αντικειμενικές μεθόδους διάγνωσης. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την ανίχνευση συγκεκριμένων συμπεριφορικών μοτίβων και την ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπειών, δίνοντας μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τις ανάγκες και τις συμπεριφορές των παιδιών με ΔΑΦ.

- **(Tang et al., 2022) :**

Το άρθρο εξετάζει τη χρήση πολυτροπικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI) για την αξιολόγηση και διάγνωση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) σε παιδιά, εστιάζοντας σε ανωμαλίες στη ροή του αίματος, την περιεκτικότητα σε σίδηρο και τη μικροδομή της φαιάς ουσίας του εγκεφάλου. Η μελέτη διεξήχθη στο Νοσοκομείο Παίδων του Ιατρικού Πανεπιστημίου Chongqing

από τον Ιούνιο 2018 έως τον Δεκέμβριο 2020, με τη συμμετοχή 123 παιδιών: 65 με διάγνωση ΔΑΦ και 63 υγιή. Από αυτά, 5 παιδιά με ΔΑΦ και 3 υγιή αποκλείστηκαν λόγω προβλημάτων στην ποιότητα εικόνας, αφήνοντας 60 παιδιά σε κάθε ομάδα για ανάλυση. Η έρευνα χρησιμοποίησε πολυτροπικές MRI τεχνικές με σαρωτή GE Discover MR750 3.0T για να εξετάσει τον εγκέφαλο των συμμετεχόντων. Τα παιδιά κατευνάστηκαν με τη χρήση ρινικών σταγόνων Dexmedetomidine για να παραμείνουν ήρεμα κατά τη διάρκεια της σάρωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν:

- Μείωση σιδήρου: Η τεχνολογία QSM αποκάλυψε χαμηλότερα επίπεδα σιδήρου σε περιοχές όπως ο μετωπιαίος λοβός και ο ιππόκαμπος στα παιδιά με ΔΑΦ.
- Μείωση ροής αίματος: Παρατηρήθηκε μειωμένη ροή αίματος σε περιοχές του εγκεφάλου, όπως ο μετωπιαίος και ο κροταφικός λοβός, καθώς και ο ιππόκαμπος, στα παιδιά με ΔΑΦ σε σύγκριση με τα υγιή παιδιά.
- Αλλαγές στη μικροδομή του εγκεφάλου: Χαμηλότερες τιμές διάχυσης (DKI) υποδεικνύουν δομικές αλλαγές στον εγκεφαλικό ιστό των παιδιών με ΔΑΦ.

Οι εξετάσεις αίματος δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές στα επίπεδα σιδήρου, αλλά η QSM εντόπισε μείωση της περιεκτικότητας σε σίδηρο σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου. Η μείωση της ροής αίματος συνδέεται περισσότερο με τα επίπεδα σιδήρου παρά με τον όγκο των εγκεφαλικών περιοχών. Συνολικά, οι πολυτροπικές τεχνολογίες MRI εμφανίζονται υποσχόμενες για την πρόωμη διάγνωση της ΔΑΦ, προσφέροντας νέες διαγνωστικές δυνατότητες.

- (Toki, Pange, et al., 2024a) :

Το άρθρο εξετάζει μια μελέτη που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και αξιολόγηση τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN) για τη διάγνωση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) σε παιδιά, χρησιμοποιώντας μοντέλα μηχανικής μάθησης (ML) και παιχνίδια. Το ερευνητικό έργο, με την ονομασία SmartSpeech, χρηματοδοτείται από την Περιφέρεια Ηπείρου και το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης. Ο στόχος είναι να διευκολύνει την αναγνώριση παιδιών με ΔΑΦ μέσω παιχνιδιών, αντί των παραδοσιακών διαγνωστικών μεθόδων. Στη μελέτη συμμετείχαν

συνολικά 320 παιδιά ηλικίας 3 έως 12 ετών, εκ των οποίων 276 ήταν τυπικής ανάπτυξης (TD) και 44 είχαν ΔΑΦ. Οι γονείς έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών, τα οποία έπαιζαν ένα παιχνίδι σε φορητές συσκευές. Το παιχνίδι περιλάμβανε δραστηριότητες που αξιολογούσαν διάφορες δεξιότητες, όπως η αναγνώριση λέξεων και οι κινήσεις χεριών. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν αυτόματα και μετατράπηκαν σε κείμενο χρησιμοποιώντας το λογισμικό Whisper, το οποίο συγκρίνει τις απαντήσεις με τις σωστές και δημιουργεί μια βαθμολογία για κάθε παιδί. Χρησιμοποιήθηκαν στατιστικές μέθοδοι για να συγκριθούν οι επιδόσεις των παιδιών με ΔΑΦ και αυτών με τυπική ανάπτυξη. Για τη διάγνωση της ΔΑΦ, εφαρμόστηκαν διάφορα μοντέλα μηχανικής μάθησης:

- MLP BFGS: Ένας αλγόριθμος που χρησιμοποιεί υπολογισμούς για να βρει την καλύτερη λύση με βάση τα δεδομένα. Το μοντέλο αυτό παρουσίασε ποσοστό σφάλματος 19,28% και απόδοση συγκρίσιμη με το μοντέλο RBF.
- RBF (Radial Basis Function Network): Μοντέλο που χρησιμοποιείται για την ακριβή μοντελοποίηση, ιδίως για σύνθετα προβλήματα. Είχε το υψηλότερο ποσοστό σφάλματος 18,70% και μέτρια αποτελεσματικότητα.
- INN (Integer Neural Network): Μια μέθοδος που χρησιμοποιεί ακέραιους αριθμούς για να βρει τις βέλτιστες τιμές παραμέτρων σε ένα νευρωνικό δίκτυο. Το INN αναλαμβάνει την αρχικοποίηση, την ανεύρεση των καλύτερων κανόνων μέσω γενετικού αλγόριθμου και την τελική εκπαίδευση του δικτύου. Το INN πέτυχε την καλύτερη απόδοση με το χαμηλότερο ποσοστό σφάλματος 11,77% και την υψηλότερη ακρίβεια στην αναγνώριση παιδιών με ΔΑΦ.
- NNC (Neural Network Construction): Μοντέλο που χρησιμοποιεί γενετικούς αλγόριθμους για τη δημιουργία και εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων. Ξεκινά με έναν πληθυσμό νευρωνικών δικτύων που εξελίσσονται μέσα από επαναληπτικές διαδικασίες για να επιτευχθεί η καλύτερη απόδοση. Το NNC είχε ποσοστό σφάλματος 16,05%, με καλή ακρίβεια και ανάκληση.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι το μοντέλο INN ήταν το πιο ακριβές και αποτελεσματικό στην αναγνώριση παιδιών με ΔΑΦ, ενώ τα άλλα μοντέλα παρείχαν συμπληρωματικές πληροφορίες για τη βελτίωση της διαγνωστικής διαδικασίας.

- **(Jones et al., 2023) :**

Η μελέτη εξετάζει τη χρήση αυτόματων συσκευών παρακολούθησης ματιών για την αξιολόγηση της κοινωνικής οπτικής εμπλοκής και την πρόωπη διάγνωση του αυτισμού σε παιδιά. Συμμετείχαν 499 παιδιά ηλικίας 16 έως 30 μηνών, με μέση ηλικία 24 μηνών, από τα 475 που είχαν εγγραφεί για αξιολόγηση σε 6 εξειδικευμένες κλινικές. Οι συμμετοχές κατανέμονταν ως εξής: 8% Ασιάτες, 7,8% Μαύροι, 74,1% Λευκοί, 9,3% άλλοι, και 14,3% Ισπανόφωνοι. Η μέτρηση της κοινωνικής οπτικής εμπλοκής έγινε μέσω ειδικών αυτόματων συσκευών παρακολούθησης ματιών, που κατέγραψαν την κίνηση των ματιών των παιδιών ενώ παρακολουθούσαν κοινωνικές σκηνές σε βίντεο. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μεταφορτώθηκαν σε ασφαλή διακομιστή για ανάλυση, με το τεστ να παρέχει τρεις βασικούς δείκτες: κοινωνική δέσμευση, λεκτική ικανότητα και μη λεκτική ικανότητα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το τεστ είχε ευαισθησία 71,0% και ειδικότητα 80,7%, που σημαίνει ότι εντόπισε σωστά το 71% των παιδιών με αυτισμό και το 80,7% των παιδιών χωρίς αυτισμό. Για τα παιδιά με βέβαιη διάγνωση αυτισμού, η ευαισθησία αυξήθηκε στο 78% και η ειδικότητα στο 85,4%. Το ποσοστό των παιδιών που ολοκλήρωσαν το τεστ με επιτυχία ήταν 95,2%, με 335 παιδιά (70,5%) να διαγιγνώσκονται με βεβαιότητα για αυτισμό, ενώ υπήρχε αβεβαιότητα για 140 παιδιά (29,5%). Η μελέτη χρησιμοποιεί αυτόματες συσκευές παρακολούθησης ματιών για τη μέτρηση της κοινωνικής οπτικής εμπλοκής και προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την πρόωπη διάγνωση του αυτισμού, καθώς οι ειδικοί αξιολόγησαν τα παιδιά χωρίς να γνωρίζουν τα αποτελέσματα των τεστ.

- **(Webb et al., 2023) :**

Η μελέτη εξέτασε την καταλληλότητα διαφόρων βιοδεικτών ΗΕΓ (ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος) για τη χρήση σε κλινικές δοκιμές της διαταραχής του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦ). Στη μελέτη συμμετείχαν 280 παιδιά με ΔΑΦ και 119 παιδιά με τυπική ανάπτυξη, ηλικίας 6 έως 11 ετών. Τα παιδιά με ΔΑΦ είχαν μέσο IQ 98,6, ενώ τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά είχαν μέσο IQ 115,1. Η εγκεφαλική δραστηριότητα καταγράφηκε με

σύστημα EEG 128 ηλεκτροδίων και υψηλής ανάλυσης (1.000 καταγραφές ανά δευτερόλεπτο) σε τέσσερις δοκιμασίες:

1. Δοκιμασία ηρεμίας: Τα παιδιά παρακολουθούσαν ένα βίντεο με αφηρημένες εικόνες για 30 δευτερόλεπτα. Από αυτά, το 86% των παιδιών με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) και το 92% των παιδιών με τυπική ανάπτυξη παρείχαν έγκυρα δεδομένα. Στα παιδιά με ΔΑΦ που παρείχαν έγκυρα δεδομένα, παρατηρήθηκε ότι είχαν υψηλότερο IQ και καλύτερες κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες.
2. Δοκιμασία προσώπων: Εξετάστηκαν οι αντιδράσεις του εγκεφάλου σε εικόνες προσώπων και σπιτιών. Το 77% των παιδιών με ΔΑΦ και το 97% των παιδιών με τυπική ανάπτυξη παρείχαν έγκυρα δεδομένα. Τα παιδιά με ΔΑΦ παρουσίασαν πιο αργές αντιδράσεις σε εικόνες προσώπων, κάτι που συνδέεται με δυσκολίες στην αναγνώριση και τη μνήμη προσώπων.
3. Δοκιμασία οπτικών ερεθισμάτων (VEP): Τα παιδιά παρακολουθούσαν σκακιέρες που άλλαζαν χρώμα. Το 85% των παιδιών με ΔΑΦ και το 96% των τυπικά αναπτυσσόμενων παρείχαν έγκυρα δεδομένα. Τα παιδιά με ΔΑΦ που έδωσαν δεδομένα είχαν υψηλότερο IQ και καλύτερες δεξιότητες.
4. Δοκιμασία βιολογικής κίνησης: Τα παιδιά παρακολουθούσαν βίντεο με κινούμενες φιγούρες ή τυχαία φωτεινά σημεία. Το 67% των παιδιών με ΔΑΦ παρέσχε έγκυρα δεδομένα, αλλά η αντίδραση των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών δεν ήταν αναμενόμενη και η σταθερότητα των μετρήσεων ήταν χαμηλή.

Συνολικά, οι μετρήσεις που σχετίζονται με την αντίληψη προσώπων (P1 και N170) και τα οπτικά προκληθέντα δυναμικά έδειξαν καλές δυνατότητες ως βιοδείκτες, ενώ οι μετρήσεις βιολογικής κίνησης δεν ήταν αποτελεσματικές.

- **(Eslami et al., 2019) :**

Το άρθρο προτείνει το πλαίσιο ASD-DiagNet για τη διάγνωση ατόμων με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), χρησιμοποιώντας δεδομένα λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI). Το ASD-DiagNet βασίζεται σε δεδομένα από τη βάση ABIDE (Brain Imaging Data Exchange), η

οποία περιλαμβάνει δεδομένα fMRI από 1.035 άτομα (505 με ΔΑΦ και 530 υγιή) που προέρχονται από 17 διαφορετικά κέντρα απεικόνισης εγκεφάλου. Το πλαίσιο ASD-DiagNet ενσωματώνει δύο βασικές τεχνολογίες:

1. Αυτόματος Κωδικοποιητής (Autoencoder): Χρησιμοποιείται για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από τα δεδομένα fMRI, βελτιώνοντας την ποιότητα των χαρακτηριστικών και εξασφαλίζοντας ότι είναι αντιπροσωπευτικά και διακριτικά για τη διαδικασία ταξινόμησης.
2. Μονοστρωματικό Perceptron (SLP): Εφαρμόζεται για την ταξινόμηση των χαρακτηριστικών που εξάγονται από τον αυτόματο κωδικοποιητή. Το SLP βελτιστοποιεί τις παραμέτρους του μοντέλου για να επιτύχει καλύτερη απόδοση στην ταξινόμηση.

Μία επιπλέον καινοτομία του ASD-DiagNet είναι η στρατηγική αύξησης δεδομένων που βασίζεται στη γραμμική παρεμβολή. Αυτή η στρατηγική δημιουργεί νέα, συνθετικά δεδομένα από τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά, ενισχύοντας την εκπαίδευση των μοντέλων μηχανικής μάθησης. Η αύξηση δεδομένων είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της απόδοσης του μοντέλου, ειδικά όταν τα διαθέσιμα δεδομένα είναι περιορισμένα ή άνισα κατανεμημένα. Η αξιολόγηση του ASD-DiagNet πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις:

1. Συνολική Αξιολόγηση: Το μοντέλο δοκιμάστηκε σε ολόκληρο το σύνολο δεδομένων.
2. Αξιολόγηση ανά Κέντρο: Το μοντέλο εξετάστηκε ξεχωριστά για κάθε κέντρο απεικόνισης εγκεφάλου.

Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Το ASD-DiagNet αύξησε την ακρίβεια ταξινόμησης έως και 28%, επιτυγχάνοντας συνολική ακρίβεια 82%. Επίσης, η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων έγινε σημαντικά ταχύτερη, με τον χρόνο να μειώνεται από 7 ώρες σε 40 λεπτά. Αυτή η μείωση του χρόνου είναι καθοριστική, διότι επιτρέπει πιο γρήγορες και αποδοτικές διαγνωστικές διαδικασίες, καθιστώντας το ASD-DiagNet ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την κλινική πρακτική. Συνολικά, το ASD-DiagNet προσφέρει μια προηγμένη προσέγγιση στη διάγνωση του αυτισμού, συνδυάζοντας προηγμένες τεχνικές μηχανικής μάθησης με βελτιωμένη ακρίβεια και ταχύτητα, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημαντική πρόοδο στον τομέα της διάγνωσης του αυτισμού.

- **(Meng et al., 2023) :**

Η μελέτη επικεντρώνεται στη χρήση μοτίβων κινήσεων των ματιών για την αναγνώριση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) σε παιδιά. Συμμετείχαν 161 παιδιά με μέση ηλικία $39,7 \pm 12,3$ μηνών, εκ των οποίων 117 είχαν διάγνωση ΔΑΦ (91 αγόρια, 26 κορίτσια) και 44 είχαν τυπική ανάπτυξη (23 αγόρια, 21 κορίτσια). Τα παιδιά με ΔΑΦ επιλέχθηκαν βάσει διαγνωστικών κριτηρίων του DSM-V και του ADOS, και έπρεπε να έχουν κανονική όραση και ακοή για να ολοκληρώσουν τα τεστ. Τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης επιλέχθηκαν με βάση την αναφορά των γονέων ότι δεν είχαν ενδείξεις αναπτυξιακών ή ψυχιατρικών προβλημάτων. Τα παιδιά παρακολούθησαν οκτώ βίντεο, στα οποία εμφανίζονταν είτε χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων είτε πραγματικοί άνθρωποι που εκτελούσαν τις ίδιες ενέργειες. Τα βίντεο ήταν σιωπηλά και παρουσιάστηκαν με τυχαία σειρά για κάθε παιδί. Η ανάλυση των κινήσεων των ματιών έδειξε ότι τα παιδιά με ΔΑΦ είχαν μεγαλύτερη προτίμηση για τα πρόσωπα των κινουμένων σχεδίων σε σχέση με τα πραγματικά πρόσωπα. Αντίθετα, τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης δεν παρουσίασαν αυτή την προτίμηση. Χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης για την ανάλυση των δεδομένων, το μοντέλο πέτυχε μέση ακρίβεια 0,73, ευαισθησία 0,73 και ανάκληση 0,75 στη διάγνωση της ΔΑΦ. Ο δείκτης Area Under the Curve (AUC) ήταν 0,81, υποδεικνύοντας καλή ικανότητα διάκρισης του μοντέλου μεταξύ παιδιών με ΔΑΦ και τυπικής ανάπτυξης. Τα ευρήματα της μελέτης δείχνουν ότι η ανάλυση των μοτίβων κινήσεων των ματιών μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αναγνώριση της ΔΑΦ, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την παρακολούθηση χαρακτήρων κινουμένων σχεδίων και πραγματικών ανθρώπων. Αυτό προσφέρει προοπτικές για την ανάπτυξη νέων διαγνωστικών εργαλείων βασισμένων στην οπτική παρακολούθηση και στη μηχανική μάθηση, βελτιώνοντας την έγκαιρη διάγνωση και παρέμβαση για παιδιά με ΔΑΦ.

- **(Xu et al., 2024) :**

Το άρθρο αυτό περιγράφει μια πρωτοποριακή μέθοδο για την ανίχνευση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) χρησιμοποιώντας δεδομένα Ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (ΗΕΓ) που προέρχονται από την Εθνική Βάση Δεδομένων για Έρευνα Αυτισμού. Η μελέτη επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της λειτουργικής συνδεσιμότητας του εγκεφάλου μέσω των σημάτων ΗΕΓ και χρησιμοποιεί κάθε άτομο ως ξεχωριστή μονάδα ανάλυσης, προσφέροντας μια

εξατομικευμένη προσέγγιση στη διάγνωση της ΔΑΦ. Η έρευνα περιλάμβανε ένα δείγμα 189 ατόμων, από τα οποία τα 97 είχαν ΔΑΦ, ενώ τα υπόλοιπα 92 ήταν άτομα τυπικής ανάπτυξης. Τα δεδομένα ΗΕΓ συλλέχθηκαν είτε σε κατάσταση ηρεμίας είτε κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας συγκεκριμένης εργασίας, προσφέροντας έτσι μια διττή προσέγγιση για την ανάλυση της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Οι χρονοσειρές που δημιουργήθηκαν για να απεικονίσουν τη λειτουργική συνδεσιμότητα του εγκεφάλου επεξεργάστηκαν μέσω ενός βαθιού συνελκτικού παραγωγικού ανταγωνιστικού δικτύου (DCGAN), το οποίο είναι μια προηγμένη τεχνολογία βαθιάς μάθησης. Το DCGAN επιτρέπει την αποτελεσματική ανάλυση των σύνθετων μοτίβων συνδεσιμότητας, συνδυάζοντας τις χωρικές και χρονικές διαστάσεις της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Για την περαιτέρω ενίσχυση της ακρίβειας της ανίχνευσης της ΔΑΦ, αναπτύχθηκε ένα σύστημα που συνδυάζει τις δυνατότητες ενός συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (CNN) με εκείνες της μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης μνήμης (LSTM). Το CNN εξειδικεύεται στην επεξεργασία χωρικών χαρακτηριστικών, ενώ το LSTM επικεντρώνεται στην ανάλυση χρονικών διαδοχών, καθιστώντας το συνδυαστικό αυτό σύστημα ιδιαίτερα ισχυρό στη διάγνωση σύνθετων εγκεφαλικών διαταραχών όπως η ΔΑΦ. Η μέθοδος αυτή αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική, παρουσιάζοντας υψηλότερη ακρίβεια ταξινόμησης σε σύγκριση με άλλες προσεγγίσεις που εστιάζουν αποκλειστικά σε χρονικά ή χωρικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, τα καλύτερα ποσοστά ακρίβειας ταξινόμησης για τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σε κατάσταση ηρεμίας και κατά τη διάρκεια μιας εργασίας ήταν 81,08% και 74,55% αντίστοιχα. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα αξιόπιστο εργαλείο για τη διάγνωση της ΔΑΦ, υποστηριζόμενη από υπολογιστικά συστήματα, σε πραγματικές εφαρμογές. Συνολικά, η μέθοδος αυτή συνιστά μια σημαντική πρόοδο στην τεχνολογία διάγνωσης της ΔΑΦ, καθώς συνδυάζει προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας εγκεφαλικών σημάτων με βαθιά μάθηση, παρέχοντας έτσι μια ολοκληρωμένη και ακριβή προσέγγιση που μπορεί να ενσωματωθεί σε κλινικές πρακτικές για την έγκαιρη και ακριβή διάγνωση αυτιστικών διαταραχών.

- **(Haweel et al., 2021) :**

Το άρθρο αυτό αναφέρεται σε μία μελέτη η οποία αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Στο πρώτο μέρος, διερευνώνται οι κοινές εγκεφαλικές περιοχές που ενεργοποιούνται σε παιδιά με

Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) κατά την ακρόαση ομιλίας μέσω ανάλυσης δεδομένων fMRI από 157 άτομα. Η ανάλυση αυτή επικεντρώνεται στην απόκριση σε τρία ακουστικά ερεθίσματα, με στόχο την ανίχνευση των περιοχών του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της ομιλίας. Στο δεύτερο μέρος της μελέτης, αναλύεται η διαφορά στην εγκεφαλική ενεργοποίηση μεταξύ τριών επιπέδων σοβαρότητας του αυτισμού σε μικρά παιδιά, με βάση το ADOS CSS. Αναπτύχθηκε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα της ανάλυσης ως βάση για την ταξινόμηση της σοβαρότητας του αυτισμού. Τα άτομα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες βάσει του επιπέδου σοβαρότητας: ήπια/χωρίς ΔΑΦ, μέτρια και σοβαρή, και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με προηγούμενες μελέτες. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική μελέτη σε 39 αυτιστικά παιδιά χρησιμοποιώντας μηχανική μάθηση για την ταξινόμηση της σοβαρότητας του αυτισμού, όπου η καλύτερη ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν 72% με χρήση του Random Forest (RF) και του Recursive Feature Elimination (RFE). Η κύρια μελέτη περιλάμβανε 157 άτομα, και τα δεδομένα fMRI προήλθαν από ένα πείραμα ομιλίας που περιλάμβανε τρία ακουστικά ερεθίσματα: απλή ομιλία προς τα εμπρός, σύνθετη ομιλία προς τα εμπρός και ομιλία προς τα πίσω. Το προτεινόμενο σύστημα ταξινόμησης σε δύο στάδια επιτυγχάνει ακρίβεια 0,83 στο πρώτο στάδιο, διαχωρίζοντας τη μέτρια ομάδα από τις άλλες δύο, και ακρίβεια 0,81 στο δεύτερο στάδιο, διακρίνοντας μεταξύ ήπιου και σοβαρού αυτισμού. Η μελέτη καταλήγει ότι το προτεινόμενο πλαίσιο είναι ανθεκτικό και αποτελεσματικό ως πρώιμο σύστημα βαθμολόγησης του αυτισμού με τη βοήθεια υπολογιστή.

- **(Han et al., 2022) :**

Το άρθρο διερευνά την προσέγγιση της διάγνωσης της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) σε παιδιά, χρησιμοποιώντας ένα καινοτόμο διπλό πλαίσιο που συνδυάζει εσωτερικές νευροφυσιολογικές μετρήσεις και εξωτερικές συμπεριφορικές παρατηρήσεις. Συγκεκριμένα, το προτεινόμενο πλαίσιο βασίζεται στη συγχώνευση δεδομένων από ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), που καταγράφουν τη δραστηριότητα του εγκεφάλου, και τεχνολογίες παρακολούθησης ματιών (ET), οι οποίες εξετάζουν την οπτική προσοχή και τις κινήσεις των ματιών των παιδιών. Αυτός ο συνδυασμός παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τον εντοπισμό χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη ΔΑΦ. Η μελέτη περιλάμβανε 90 παιδιά ηλικίας 3-6 ετών, εκ των οποίων 40

είχαν διαγνωστεί με ΔΑΦ βάσει των κριτηρίων του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών (DSM-V), ενώ τα υπόλοιπα 50 ήταν τυπικά αναπτυσσόμενα (TD). Τα παιδιά με ΔΑΦ αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα σύνολο εργαλείων αξιολόγησης, όπως η Λίστα Ελέγχου Συμπεριφοράς Αυτισμού (ABC), το Ερωτηματολόγιο Κοινωνικής Επικοινωνίας (SCQ), η Κλίμακα Κοινωνικής Ανταπόκρισης (SRS) και η Κλίμακα Συμπεριφοράς Clancy (CABS). Αυτά τα εργαλεία παρείχαν λεπτομερή στοιχεία για τη συμπεριφορά και την κοινωνική αλληλεπίδραση των παιδιών, ενώ τα δεδομένα EEG προσδιόρισαν νευροφυσιολογικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με τη ΔΑΦ. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει εντυπωσιακή ακρίβεια 95,56% στην αναγνώριση της ΔΑΦ, υπερέχοντας τόσο από τις μονοτροπικές προσεγγίσεις, που βασίζονται σε ένα μόνο τύπο δεδομένων, όσο και από απλές μεθόδους συγχώνευσης χαρακτηριστικών. Το υψηλό ποσοστό ακρίβειας υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου πλαισίου ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη διάγνωση της ΔΑΦ σε νεαρή ηλικία.

- **(Zhao et al., 2021) :**

Το παραπάνω άρθρο αναφέρεται σε μία μελέτη, η οποία είχε ως στόχο να αξιολογήσει αν τα δεδομένα παρακολούθησης ματιών κατά τη διάρκεια συνομιλιών πρόσωπο με πρόσωπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαχωρίσουν παιδιά με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) από παιδιά με τυπική ανάπτυξη. Συμμετείχαν 43 παιδιά, εκ των οποίων 20 είχαν διαγνωστεί με ΔΑΦ και 23 τυπικής ανάπτυξης. Τα παιδιά που συμμετείχαν ήταν ηλικίας 6 έως 13 ετών, είχαν τουλάχιστον μέση μη λεκτική νοημοσύνη και δεν είχαν άλλες κλινικές διαταραχές όπως ΔΕΠΥ ή σχιζοφρένεια. Τέσσερις από τους συμμετέχοντες (ένας με ΔΑΦ και τρεις με ΣΔ) αποκλείστηκαν λόγω τεχνικών προβλημάτων κατά την παρακολούθηση των ματιών, με αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να αποτελείται από 20 παιδιά με ΣΔ και 19 με ΔΑΦ. Η παρακολούθηση ματιών πραγματοποιήθηκε ενώ τα παιδιά συμμετείχαν σε τέσσερις συνεδρίες συνομιλίας πρόσωπο με πρόσωπο με μία 33χρονη γυναίκα ερευνήτρια. Η ανάλυση των δεδομένων επικεντρώθηκε σε δύο βασικά χαρακτηριστικά: την οπτική καθήλωση και τη διάρκεια της συνομιλίας. Για την αξιολόγηση της ικανότητας ταξινόμησης, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικοί ταξινομητές μηχανικής μάθησης: μηχανή διανυσμάτων υποστήριξης (SVM), ανάλυση γραμμικής διάκρισης, δέντρο αποφάσεων και τυχαίο δάσος. Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών της οπτικής

καθήλωσης και της διάρκειας της συνομιλίας με τη χρήση του ταξινομητή SVM απέδωσε τη μέγιστη ακρίβεια ταξινόμησης, η οποία έφτασε το 92,31%. Αυτή η απόδοση ήταν ανώτερη σε σχέση με τη χρήση μόνο της οπτικής καθήλωσης ή μόνο της διάρκειας της συνομιλίας, όπου η μέγιστη ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν 84,62% για κάθε περίπτωση.

- **(Dekhil et al., 2021) :**

Το άρθρο περιγράφει ένα προηγμένο σύστημα υποβοηθούμενης διάγνωσης που συνδυάζει δεδομένα δομικής (sMRI) και λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) για την εκτίμηση της πιθανότητας παρουσίας αυτισμού. Η μελέτη χρησιμοποίησε δεδομένα από την Εθνική Βάση Δεδομένων Έρευνας για τον Αυτισμό (NDAR), περιλαμβάνοντας 185 συμμετέχοντες. Από αυτούς, 7 άτομα αποκλείστηκαν λόγω κατεστραμμένων δεδομένων fMRI, αφήνοντας 72 άτομα με ΔΑΦ (33 αγόρια και 39 κορίτσια) και 113 άτομα τυπικής ανάπτυξης (49 αγόρια και 64 κορίτσια). Η μεθοδολογία του πειράματος περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Συλλογή και Επιλογή Δεδομένων: Τα δεδομένα sMRI και fMRI συλλέγονται, με τα sMRI να επικεντρώνονται σε μορφολογικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου, όπως ο όγκος και το πάχος του φλοιού, ενώ τα fMRI δεδομένα αναλύονται για τη λειτουργική συνδεσιμότητα μεταξύ εγκεφαλικών περιοχών.
2. Απεικόνιση και Προεπεξεργασία:
 - sMRI: Επεξεργασία που περιλαμβάνει ομαλοποίηση έντασης, απογύμνωση του κρανίου και τμηματοποίηση του εγκεφάλου για την εξαγωγή χαρακτηριστικών δομής.
 - fMRI: Προεπεξεργασία που περιλαμβάνει διόρθωση χρονισμού τομής, κανονικοποίηση στο MNI-152 και εφαρμογή χωρικής εξομάλυνσης.
3. Ανάλυση Χαρακτηριστικών:
 - sMRI: Ανάλυση χαρακτηριστικών όπως ο όγκος, το πάχος και οι καμπυλότητες του εγκεφαλικού φλοιού.
 - fMRI: Υπολογισμός των συντελεστών λειτουργικής συνδεσιμότητας μεταξύ εγκεφαλικών περιοχών.
4. Συσχέτιση με Βαθμολογίες ADOS: Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, οι τιμές των χαρακτηριστικών συνδυάζονται με τις βαθμολογίες ADOS για να εκτιμηθεί η σχέση τους

με τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων αυτισμού, χρησιμοποιώντας συντελεστές συσχέτισης Pearson.

5. Αξιολόγηση Σημαντικών Χαρακτηριστικών: Εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά με τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τις βαθμολογίες ADOS. Τα sMRI χαρακτηριστικά αποδεικνύονται πιο χρήσιμα και πλούσια σε σημαντικές πληροφορίες συγκριτικά με τα fMRI.

Το σύστημα επιτυγχάνει διαγνωστική ακρίβεια 75% χρησιμοποιώντας μόνο fMRI δεδομένα, 79% με δεδομένα μόνο sMRI, και 81% όταν συνδυάζονται και τα δύο. Επίσης, παράγει ατομικές αναφορές που αναδεικνύουν τις εγκεφαλικές περιοχές με τις μεγαλύτερες διαταραχές λόγω αυτισμού, διευκολύνοντας την ανάπτυξη εξατομικευμένων και στοχευμένων θεραπειών.

- **(Kang et al., 2020) :**

Το παραπάνω άρθρο αναφέρεται σε μια έρευνα, η οποία επικεντρώνεται στην ανίχνευση παιδιών με αυτισμό μέσω της ανάλυσης δεδομένων από ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και παρακολούθηση ματιών, αξιοποιώντας τεχνικές μηχανικής μάθησης με τη χρήση υποστηρικτικών διανυσμάτων (SVM). Στη μελέτη συμμετείχαν 97 παιδιά, εκ των οποίων 49 είχαν διαγνωστεί με αυτισμό (10 κορίτσια και 39 αγόρια) και 48 ήταν τυπικά αναπτυσσόμενα (12 κορίτσια και 39 αγόρια). Τα δεδομένα ΗΕΓ συλλέχθηκαν καθώς τα παιδιά κάθονταν ήσυχα και με ανοιχτά μάτια, ενώ για την παρακολούθηση ματιών, τα παιδιά παρατηρούσαν φωτογραφίες προσώπων στην οθόνη. Στη συνέχεια, τα χαρακτηριστικά που εξήχθησαν από αυτές τις καταγραφές χρησιμοποιήθηκαν για να διαχωριστούν τα αυτιστικά παιδιά από τα τυπικά αναπτυσσόμενα με τη βοήθεια του αλγορίθμου SVM. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα EEG, η ακρίβεια της ταξινόμησης έφτασε το 68%. Όταν αναλύθηκαν μόνο τα δεδομένα παρακολούθησης ματιών, η ακρίβεια έφτασε το 72,33% για πρόσωπα της ίδιας φυλής και 66,67% για πρόσωπα άλλης φυλής. Ωστόσο, όταν συνδυάστηκαν οι δύο τύποι δεδομένων, η ακρίβεια ταξινόμησης αυξήθηκε σημαντικά, φτάνοντας στο 85%, υποδεικνύοντας ότι ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων μπορεί να προσφέρει μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση για τη διάγνωση του αυτισμού.

- **(Chen et al., 2020) :**

Το άρθρο επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός εργαλείου τεχνητής νοημοσύνης για την ανίχνευση και αξιολόγηση της διαταραχής αυτιστικού φάσματος (ASD), με σκοπό να βελτιώσει την ακρίβεια στη διάκριση των ατόμων με ASD από τον γενικό πληθυσμό. Στην έρευνα συμμετείχαν 119 άτομα με ASD και 131 υγιείς, προερχόμενοι από τέσσερα διαφορετικά κέντρα, προσφέροντας έτσι ένα αξιόπιστο και ποικίλο δείγμα. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε σε ένα διπλό σύστημα ταξινόμησης και εφαρμόστηκε η τεχνική "3D Histogram of Oriented Gradients" (HOG) για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από τις μαγνητικές τομογραφίες της σπονδυλικής στήλης (sMRI). Αυτή η προσέγγιση επέτρεψε την λεπτομερή ανάλυση των εικόνων και την αναγνώριση προτύπων που σχετίζονται με το ASD. Τα ευρήματα της μελέτης ήταν πολύ θετικά, καθώς το εργαλείο κατέγραψε υψηλά επίπεδα ακρίβειας, με την καμπύλη AUC να φτάνει το 0,849. Αυτό υποδηλώνει ότι το σύστημα μπορεί να διαχωρίσει με σημαντική ακρίβεια τα άτομα με ASD από τους υγιείς συμμετέχοντες. Επιπλέον, η ανάλυση αποκάλυψε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που συνδέονται άμεσα με την ASD. Συνολικά, το άρθρο συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί στη νευροαπεικόνιση για τη βελτίωση της διάγνωσης του αυτισμού.

- **(Zhao et al., 2019) :**

Το άρθρο εξετάζει τη χρήση της μηχανικής μάθησης για την ανίχνευση του αυτισμού μέσα από την ανάλυση κινητικών χαρακτηριστικών. Συμμετείχαν συνολικά 43 παιδιά, εκ των οποίων 20 είχαν υψηλής λειτουργικότητας αυτισμό, ενώ τα υπόλοιπα 23 ήταν τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Οι ερευνητές ζήτησαν από τα παιδιά να εκτελέσουν συγκεκριμένες κινητικές ασκήσεις, καταγράφοντας στη συνέχεια την εντροπία και το εύρος των κινήσεών τους. Αυτά τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη χρήση πέντε διαφορετικών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, με σκοπό να προσδιοριστεί ποιος αλγόριθμος θα αποδώσει καλύτερα στην ταξινόμηση των παιδιών με αυτισμό έναντι των τυπικά αναπτυσσόμενων. Ο αλγόριθμος K-Nearest Neighbors (KNN) αναδείχθηκε ως ο πιο αποτελεσματικός, επιτυγχάνοντας μια ακρίβεια ταξινόμησης που έφτασε το 88,37%. αυτή η απόδοση υποδηλώνει ότι ο αλγόριθμος μπορεί να διαχωρίσει με αξιόπιστο τρόπο τα παιδιά με αυτισμό από εκείνα με τυπική ανάπτυξη, βασιζόμενος αποκλειστικά στα κινητικά τους χαρακτηριστικά. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης είναι αξιοσημείωτα, καθώς δείχνουν πως η μηχανική μάθηση μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη διάγνωση του αυτισμού, προσφέροντας μια

νέα μέθοδο ανάλυσης κινητικών δεδομένων που μπορεί να λειτουργήσει παράλληλα με τις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους. Επιπλέον, αυτή η προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την έγκαιρη ανίχνευση του αυτισμού, διευκολύνοντας την άμεση παρέμβαση και τη σωστή καθοδήγηση για τα παιδιά και τις οικογένειές τους.

- **(Kang et al., 2021) :**

Το άρθρο αυτό αναφέρεται στην ανάπτυξη μιας μεθόδου για την αξιολόγηση παιδιών με χαμηλής λειτουργικότητας αυτισμό, χρησιμοποιώντας ανάλυση ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG). Σκοπός της έρευνας ήταν να διακρίνει παιδιά με αυτισμό από παιδιά με τυπική ανάπτυξη, μέσω χαρακτηριστικών όπως η εντροπία, η σχετική ισχύς και η συνοχή του EEG. Το δείγμα περιλάμβανε 96 παιδιά (48 με αυτισμό και 48 με τυπική ανάπτυξη). Η μεθοδολογία περιλάμβανε τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων EEG, τα οποία εν συνεχεία υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για την εξαγωγή χαρακτηριστικών που θα χρησιμοποιούνταν για τη διάκριση των δύο ομάδων. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν εξελιγμένους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να επεξεργαστούν αυτά τα χαρακτηριστικά, με στόχο τη μεγιστοποίηση της ακρίβειας στην κατηγοριοποίηση των παιδιών με αυτισμό. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, καθώς η μέθοδος που εφαρμόστηκε πέτυχε υψηλή ακρίβεια στη διάκριση των παιδιών με αυτισμό από εκείνα με τυπική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν κατάφεραν να εντοπίσουν με μεγάλη ευαισθησία και ειδικότητα τα χαρακτηριστικά του EEG που συνδέονται με τον αυτισμό. Επιπλέον, η διασταυρούμενη επικύρωση που πραγματοποιήθηκε ενίσχυσε την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η σύντηξη πολλαπλών χαρακτηριστικών EEG μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για την κλινική διάγνωση του αυτισμού, παρέχοντας ένα νέο, αξιόπιστο τρόπο ανίχνευσης και κατανόησης των διαφορών στη νευρολογική λειτουργία παιδιών με αυτισμό. Αυτή η προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη διάγνωση και την παρέμβαση, προσφέροντας πιο εξατομικευμένες και στοχευμένες θεραπείες για τα παιδιά με αυτισμό.

4. Συζήτηση

Αυτή η πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στις τεχνολογικές προσεγγίσεις που εφαρμόζονται για τη διάγνωση του αυτισμού, διερευνώντας την επίδραση και την πρόοδό τους σε αυτόν τον τομέα. Μέσα από μια συστηματική ανασκόπηση στις βάσεις δεδομένων Google Scholar, PubMed καθώς και σε κάποιες άλλες πηγές αναζήτησης επιλέχθηκαν 20 σχετικά άρθρα που αποτέλεσαν τη βάση της μελέτης. Τα ερευνητικά ερωτήματα επικεντρώνονται στο πώς οι τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν τη διάγνωση του αυτισμού, προβάλλοντας σύγχρονες καινοτομίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση, καθώς και τη χρήση εξειδικευμένων αισθητήρων, όπως το eye tracking και το ΗΕΓ κ.α. Μέσω αυτής της ανάλυσης, στοχεύεται ο προσδιορισμός των βέλτιστων πρακτικών και των προοπτικών για μελλοντικές έρευνες, με σκοπό την ενίσχυση της ακρίβειας και της αποδοτικότητας στις διαγνωστικές μεθόδους του αυτισμού. Τα αποτελέσματα που έχουν παρουσιαστεί προηγουμένως αποτελούν τη βάση για τη συζήτηση που ακολουθεί, όπου εξετάζονται λεπτομερώς τα ερευνητικά ερωτήματα. Η τεχνολογία έχει αναδειχθεί ως κρίσιμος παράγοντας στη διάγνωση του αυτισμού, ενισχύοντας την ακρίβεια και την ταχύτητα της διαδικασίας. Για την απάντηση στην Ε1, σχετικά με την επίδραση της τεχνολογίας στη διάγνωση του αυτισμού, εξετάζεται η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης (ML), οι οποίες επιτρέπουν την επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, όπως βίντεο και ηχητικά αρχεία, για την αναγνώριση μοτίβων συμπεριφοράς που σχετίζονται με το αυτιστικό φάσμα (Toki, Tsoulos, et al., 2024b). Οι αλγόριθμοι AI μπορούν να αναλύουν εκφράσεις προσώπου, φωνητικές αποχρώσεις και αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον, παρέχοντας λεπτομερείς αναλύσεις που διευκολύνουν τους κλινικούς γιατρούς να προβούν σε πιο ακριβείς διαγνώσεις. Επιπλέον, βιομετρικές τεχνικές, όπως η ανάλυση των κινήσεων των ματιών και το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), επιτρέπουν την καταγραφή φυσιολογικών αντιδράσεων και την αναγνώριση διακριτών χαρακτηριστικών του αυτισμού, παρέχοντας δεδομένα που ήταν δύσκολο να συλλεχθούν με παραδοσιακές μεθόδους. Αυτές οι τεχνολογικές καινοτομίες καθιστούν τη διάγνωση πιο αντικειμενική και λιγότερο εξαρτημένη από την υποκειμενική παρατήρηση, ενισχύοντας την έγκαιρη ανίχνευση και παρέμβαση.

Ως απάντηση στην Ε2, οι πιο πρόσφατες καινοτομίες στις τεχνολογίες ανίχνευσης του αυτισμού επικεντρώνονται στη χρήση της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης για την

ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων που σχετίζονται με τη συμπεριφορά, τη φωνή και τα φυσιολογικά σήματα (Toki, Tatsis, et al., 2024b). Συγκεκριμένα, οι νέες προσεγγίσεις χρησιμοποιούν αλγόριθμους βαθιάς μάθησης για την αναγνώριση προτύπων στη γλώσσα, τις εκφράσεις του προσώπου, τις κινήσεις των ματιών και τις βιομετρικές παραμέτρους, όπως η εγκεφαλική δραστηριότητα μέσω ΗΕΓ. Η μαγνητική τομογραφία (MRI) αξιοποιείται για την ανάλυση της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου, βοηθώντας στον εντοπισμό νευρολογικών διαφορών που σχετίζονται με τον αυτισμό. Παράλληλα, τεχνολογίες παρακολούθησης των ματιών (eye tracking) επιτρέπουν την ανίχνευση χαρακτηριστικών μοτίβων οπτικής προσοχής, τα οποία μπορεί να υποδεικνύουν αυτισμό. Επίσης, εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα και φορητές συσκευές χρησιμοποιούν αισθητήρες για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας άμεσες και οικονομικά αποδοτικές λύσεις. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν την πρόωπη διάγνωση και την εξατομικευμένη θεραπευτική παρέμβαση.

Ως απάντηση στην Ε3, η σημασία των τεχνολογικών αισθητήρων, όπως το eye tracking, το ΗΕΓ, το MRI και το fMRI, είναι μεγάλη για τη διάγνωση, την κατηγοριοποίηση και την κατανόηση του αυτιστικού φάσματος. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την ακριβή καταγραφή και ανάλυση βιολογικών και νευρολογικών δεδομένων, τα οποία είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με άλλες μεθόδους. Για παράδειγμα, το eye tracking εξετάζει τις οπτικές προτιμήσεις και τα πρότυπα προσοχής των ατόμων με αυτισμό, παρέχοντας πληροφορίες για το πώς επεξεργάζονται τα κοινωνικά ερεθίσματα, συμβάλλοντας στη διαφοροδιάγνωση. Αντίστοιχα, το ΗΕΓ επιτρέπει την ανίχνευση μοτίβων στην ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου, που συνδέονται με τη συμπεριφορά ή τη γνωστική λειτουργία στον αυτισμό (Duffy & Als, 2012). Το MRI και το fMRI παρέχουν εικόνες υψηλής ανάλυσης της εγκεφαλικής δομής και λειτουργίας, αποκαλύπτοντας διαφορές στη νευρωνική συνδεσιμότητα και τη δραστηριότητα περιοχών του εγκεφάλου που εμπλέκονται σε κοινωνικές και συναισθηματικές διεργασίες (Ecker et al., 2013). Συνολικά, αυτοί οι αισθητήρες προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για την εξατομίκευση της παρέμβασης και τη βελτίωση της διαγνωστικής ακρίβειας και αποτελεσματικότητας, αντιμετωπίζοντας την πολυπλοκότητα του αυτιστικού φάσματος (Tillmann et al., 2020).

Ως απάντηση στην Ε4, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η μηχανική μάθηση (ML) παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάγνωση του αυτισμού, καθώς επιτρέπουν την ανάλυση τεράστιου όγκου δεδομένων και την αναγνώριση σύνθετων μοτίβων που είναι δύσκολο να εντοπιστούν από τους

ανθρώπους. Τεχνολογίες AI και ML μπορούν να συνδυάσουν δεδομένα από πολλές πηγές, όπως συμπεριφορικές παρατηρήσεις, MRI, ΗΕΓ και eye tracking, για να εντοπίσουν βιοδείκτες και χαρακτηριστικά μοτίβα που σχετίζονται με το αυτιστικό φάσμα (Dwyer et al., 2018). Αυτές οι προσεγγίσεις συμβάλλουν στην ακρίβεια της διάγνωσης και στην πρόωμη ανίχνευση, επιτρέποντας πιο εξατομικευμένες και αποτελεσματικές θεραπευτικές προσεγγίσεις (Thabtah, 2019). Για παράδειγμα, μοντέλα ML έχουν αναπτυχθεί για την ανάλυση συμπεριφορικών προτύπων, ανιχνεύοντας χαρακτηριστικά που συνδέονται με τον αυτισμό με υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα, προσφέροντας πολύτιμα εργαλεία για τη διάγνωση του αυτιστικού φάσματος (Bone et al., 2016). Έτσι, η ενσωμάτωση των τεχνολογιών AI και ML στη διαγνωστική διαδικασία μπορεί να επιταχύνει και να βελτιώσει την ακρίβεια της διάγνωσης, συμβάλλοντας θετικά στην ποιότητα ζωής των ατόμων με αυτισμό και των οικογενειών τους (Khosla et al., 2019).

Συνολικά, η τεχνολογία και οι καινοτομίες της τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης έχουν φέρει επανάσταση στη διάγνωση του αυτισμού, προσφέροντας νέες δυνατότητες για αντικειμενικότερη και ταχύτερη ανίχνευση, βελτιώνοντας έτσι τη φροντίδα και τις παρεμβάσεις που μπορούν να προσφερθούν στα άτομα που βρίσκονται στο αυτιστικό φάσμα (Toki, Tatsis, et al., 2023b). Οι προοπτικές για το μέλλον περιλαμβάνουν περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών με στόχο την εξατομίκευση της θεραπείας και την προώθηση της έγκαιρης παρέμβασης, καθιστώντας τη διάγνωση του αυτισμού πιο προσβάσιμη και ακριβή από ποτέ.

5. Συμπέρασμα

Συνολικά, αυτή η πτυχιακή εργασία αναδεικνύει την καθοριστική συμβολή της τεχνολογίας στη διάγνωση του αυτισμού, υπογραμμίζοντας την πρόοδο και τις καινοτομίες που επιτυγχάνονται μέσω της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης. Η έρευνα αναδεικνύει τη δυνατότητα των νέων τεχνολογιών να βελτιώσουν την ακρίβεια και την αποδοτικότητα των διαγνωστικών μεθόδων, επιτρέποντας την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και την αναγνώριση μοτίβων συμπεριφοράς, φωνής και φυσιολογικών σημάτων που σχετίζονται με το αυτιστικό φάσμα. Οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως οι εξειδικευμένοι αισθητήρες και οι εφαρμογές AI, συμβάλλουν

στην έγκαιρη διάγνωση και την εξατομικευμένη παρέμβαση, ενώ προσφέρουν πολύτιμα εργαλεία για τη διαφοροδιάγνωση και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων με αυτισμό. Ως εκ τούτου, η περαιτέρω ανάπτυξη και ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογικών καινοτομιών στο διαγνωστικό πλαίσιο είναι επιτακτική, καθώς αναμένεται να συμβάλει καθοριστικά στην παροχή ακόμα πιο προσιτών, ακριβέστερων και αποτελεσματικών λύσεων για την αντιμετώπιση των πολυδιάστατων προκλήσεων που συνοδεύουν το αυτιστικό φάσμα. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών όχι μόνο θα ενισχύσει την ικανότητα έγκαιρης και ακριβούς διάγνωσης, αλλά θα προωθήσει επίσης την ανάπτυξη πιο εξατομικευμένων θεραπευτικών προσεγγίσεων, οι οποίες θα είναι προσαρμοσμένες στις μοναδικές ανάγκες κάθε ατόμου με αυτισμό.

Βιβλιογραφία

- Alcañiz, M., Chicchi-Giglioli, I. A., Carrasco-Ribelles, L. A., Marín-Morales, J., Minissi, M. E., Teruel-García, 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>
- Bakke, K. A. (2022). Autism or autisms? *Tidsskrift for Den Norske Lægeforening*. <https://doi.org/10.4045/tidsskr.22.0162>
- Bone, D., Bishop, S. L., Black, M. P., Goodwin, M. S., Lord, C., & Narayanan, S. S. (2016). Use of machine learning to improve autism screening and diagnostic instruments: Effectiveness, efficiency, and multi-instrument fusion. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 57(8), 927–937. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12559>
- Chen, T., Chen, Y., Yuan, M., Gerstein, M., Li, T., Liang, H., Froehlich, T., & Lu, L. (2020). The Development of a Practical Artificial Intelligence Tool for Diagnosing and Evaluating Autism Spectrum Disorder: Multicenter Study. *JMIR Medical Informatics*, 8(5), e15767. <https://doi.org/10.2196/15767>
- Chronopoulos, S. K., Kosma, E. I., Peppas, K. P., Tafiadis, D., Drosos, K., Ziavra, N., & Toki, E. I. (2021). Exploring the Speech Language Therapy through Information Communication Technologies, Machine Learning and Neural Networks. *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 193–198. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT52890.2021.9604553>
- Dekhil, O., Ali, M., El-Nakieb, Y., Shalaby, A., Soliman, A., Switala, A., Mahmoud, A., Ghazal, M., Hajjdiab, H., Casanova, M. F., Elmaghraby, A., Keynton, R., El-Baz, A., & Barnes, G. (2021). A Personalized Autism Diagnosis CAD System Using a Fusion of Structural MRI and Resting-State Functional MRI Data. *Frontiers in Psychiatry*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00392>
- Duffy, F. H., & Als, H. (2012). A stable pattern of EEG spectral coherence distinguishes children with autism from neuro-typical controls—A large case control study. *BMC Medicine*, 10, 64. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-64>
- Dwyer, D. B., Falkai, P., & Koutsouleris, N. (2018). Machine Learning Approaches for Clinical Psychology and Psychiatry. *Annual Review of Clinical Psychology*, 14, 91–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032816-045037>
- Ecker, C., Spooren, W., & Murphy, D. G. M. (2013). Translational approaches to the biology of Autism: False dawn or a new era? *Molecular Psychiatry*, 18(4), 435–442. <https://doi.org/10.1038/mp.2012.102>

- Eslami, T., Mirjalili, V., Fong, A., Laird, A. R., & Saeed, F. (2019). ASD-DiagNet: A Hybrid Learning Approach for Detection of Autism Spectrum Disorder Using fMRI Data. *Frontiers in Neuroinformatics*, 13, 70. <https://doi.org/10.3389/fninf.2019.00070>
- Han, J., Jiang, G., Ouyang, G., & Li, X. (2022). A Multimodal Approach for Identifying Autism Spectrum Disorders in Children. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 30, 2003–2011. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3192431>
- Haweel, R., Shalaby, A. M., Mahmoud, A. H., Ghazal, M., Seada, N., Ghoniemy, S., Casanova, M., Barnes, G. N., & El-Baz, A. (2021). A Novel Grading System for Autism Severity Level Using Task-Based Functional MRI: A Response to Speech Study. *IEEE Access*, 9, 100570–100582. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3097606>
- Hodges, H., Fealko, C., & Soares, N. (2020). Autism spectrum disorder: Definition, epidemiology, causes, and clinical evaluation. *Translational Pediatrics*, 9(Suppl 1), S55–S65. <https://doi.org/10.21037/tp.2019.09.09>
- Hudson, C. C., Hall, L., & Harkness, K. L. (2019). Prevalence of Depressive Disorders in Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 47(1), 165–175. <https://doi.org/10.1007/s10802-018-0402-1>
- Jones, W., Klaiman, C., Richardson, S., Aoki, C., Smith, C., Minjarez, M., Bernier, R., Pedapati, E., Bishop, S., Ence, W., Wainer, A., Moriuchi, J., Tay, S.-W., & Klin, A. (2023). Eye-Tracking-Based Measurement of Social Visual Engagement Compared With Expert Clinical Diagnosis of Autism. *JAMA*, 330(9), 854–865. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.13295>
- Kang, J., Han, X., Song, J., Niu, Z., & Li, X. (2020). The identification of children with autism spectrum disorder by SVM approach on EEG and eye-tracking data. *Computers in Biology and Medicine*, 120, 103722. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103722>
- Kang, J., Jin, Y., Liang, G., & Li, X. (2021). Accurate assessment of low-function autistic children based on EEG feature fusion. *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 90, 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.06.022>
- Khosla, M., Jamison, K., Ngo, G. H., Kuceyeski, A., & Sabuncu, M. R. (2019). Machine learning in resting-state fMRI analysis. *Magnetic Resonance Imaging*, 64, 101–121. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.05.031>
- Konrad, J., Marrus, N., & Lang, C. (2022). A Feasibility Study of Bilateral Wrist Sensors for Measuring Motor Traits in Children with Autism. *Perceptual and Motor Skills*, 129(6), 1709–1735. <https://doi.org/10.1177/00315125221125275>
- Levy, S. E., Mandell, D. S., & Schultz, R. T. (2009). Autism. *Lancet*, 374(9701), 1627–1638. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61376-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61376-3)
- Lordan, R., Storni, C., & De Benedictis, C. A. (2021). Autism Spectrum Disorders: Diagnosis and Treatment. In A. M. Grubucker (Ed.), *Autism Spectrum Disorders*. Exon Publications. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK573609/>

- McPartland, J., & Volkmar, F. R. (2012). Autism and Related Disorders. *Handbook of Clinical Neurology*, 106, 10.1016/B978-0-444-52002-9.00023-1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52002-9.00023-1>
- Meng, F., Li, F., Wu, S., Yang, T., Xiao, Z., Zhang, Y., Liu, Z., Lu, J., & Luo, X. (2023). Machine learning-based early diagnosis of autism according to eye movements of real and artificial faces scanning. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1170951. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1170951>
- Nimmo-Smith, V., Heuvelman, H., Dalman, C., Lundberg, M., Idring, S., Carpenter, P., Magnusson, C., & Rai, D. (2020). Anxiety Disorders in Adults with Autism Spectrum Disorder: A Population-Based Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(1), 308–318. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04234-3>
- Sharma, S. R., Gonda, X., & Tarazi, F. I. (2018). Autism Spectrum Disorder: Classification, diagnosis and therapy. *Pharmacology & Therapeutics*, 190, 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2018.05.007>
- Siddiqui, U. A., Ullah, F., Iqbal, A., Khan, A., Ullah, R., Paracha, S., Shahzad, H., & Kwak, K.-S. (2021). Wearable-Sensors-Based Platform for Gesture Recognition of Autism Spectrum Disorder Children Using Machine Learning Algorithms. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(10), 3319. <https://doi.org/10.3390/s21103319>
- Simeoli, R., Milano, N., Rega, A., & Marocco, D. (2021). Using Technology to Identify Children With Autism Through Motor Abnormalities. *Frontiers in Psychology*, 12, 635696. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635696>
- Tang, S., Nie, L., Liu, X., Chen, Z., Zhou, Y., Pan, Z., & He, L. (2022). Application of Quantitative Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Autism in Children. *Frontiers in Medicine*, 9, 818404. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.818404>
- Thabtah, F. (2019). Machine learning in autistic spectrum disorder behavioral research: A review and ways forward. *Informatics for Health & Social Care*, 44(3), 278–297. <https://doi.org/10.1080/17538157.2017.1399132>
- Tillmann, J., Uljarevic, M., Crawley, D., Dumas, G., Loth, E., Murphy, D., Buitelaar, J., Charman, T., Ahmad, J., Ambrosino, S., Auyeung, B., Baumeister, S., Beckmann, C., Bourgeron, T., Bours, C., Brammer, M., Brandeis, D., Brogna, C., de Bruijn, Y., ... the AIMS-2-TRIALS LEAP group. (2020). Dissecting the phenotypic heterogeneity in sensory features in autism spectrum disorder: A factor mixture modelling approach. *Molecular Autism*, 11(1), 67. <https://doi.org/10.1186/s13229-020-00367-w>
- Toki, E. I. (2013). Multimedia Technology for Speech and Language Diagnosis and Therapy. *Socialinis Darbas*, 12(2), 330–339. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=52896>
- Toki, E. I., & Pange, J. (2010). The design of an expert system for the e-assessment and treatment plan of preschoolers' speech and language disorders. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 815–819. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.240>

- Toki, E. I., Pange, J., & Mikropoulos, T. A. (2012). An Online Expert System for Diagnostic Assessment Procedures on Young Children's Oral Speech and Language. *Procedia Computer Science*, 14, 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.049>
- 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. I., Papadopoulou, S., & Pange, J. (2024). Utilizing New Technologies for Children with Communication and Swallowing Disorders: A Systematic Review. In M. E. Auer & T. Tsiatsos (Eds.), *Smart Mobile Communication & Artificial Intelligence* (pp. 192–204). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56075-0_19
- Toki, E. I., Tatsis, G., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2024a). Constructing Features for Screening Neurodevelopmental Disorders Using Grammatical Evolution. *Applied Sciences*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/app14010305>
- Toki, E. I., Tatsis, G., Pange, J., & Tsoulos, I. G. (2024b). Constructing Features for Screening Neurodevelopmental Disorders Using Grammatical Evolution. *Applied Sciences*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/app14010305>
- 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), Article 2. <https://doi.org/10.3390/signals4020021>
- Toki, E. I., Tsoulos, I. G., Santamato, V., & Pange, J. (2024b). Machine Learning for Predicting Neurodevelopmental Disorders in Children. *Applied Sciences*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/app14020837>
- Toki, E. I., Tsoulos, I. G., Santamato, V., & Pange, J. (2024c). Machine Learning for Predicting Neurodevelopmental Disorders in Children. *Applied Sciences*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/app14020837>
- Toki, E. I., Zakopoulou, V., & Pange, J. (2014). Preschoolers' learning disabilities assessment: New perspectives in computerized clinical tools. *Sino-US English Teaching*, 11(6), Article 6.
- Toki, E. I., Zakopoulou, V., Tatsis, G., & Pange, J. (2024d). Automated Detection of Neurodevelopmental Disorders Using Face-to-Face Mobile Technology Among Typically Developing Greek Children: Randomized Controlled Trial. *JMIR Formative Research*, 8(1), e53465. <https://doi.org/10.2196/53465>
- Toki, E. I., Zakopoulou, V., Tatsis, G., Plachouras, K., & Pange, J. (2023). Markers for the Support of Clinical Tele-Assessment: The Case of Autism Spectrum Disorders. In M. E. Auer, R. Langmann, & T. Tsiatsos (Eds.), *Open Science in Engineering* (pp. 759–769). Springer Nature Switzerland. 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., Chronopoulos, S. K., Filippidis, D. E., Nikopoulos, G., Pange, J., & Manos, A. (2022). A Game-Based Smart System Identifying Developmental Speech and Language Disorders in Child Communication: A Protocol Towards Digital Clinical Diagnostic Procedures. In M. E. Auer & T. Tsiatsos (Eds.), *New Realities, Mobile Systems and Applications* (Vol. 411, pp. 559–568). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_50
- Velarde, M., & Cárdenas, A. (2022). [Autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder: Challenge in diagnosis and treatment]. *Medicina*, 82 Suppl 3, 67–70.
- Webb, S. J., Naples, A. J., Levin, A. R., Hellemann, G., Borland, H., Benton, J., Carlos, C., McAllister, T., Santhosh, M., Seow, H., Atyabi, A., Bernier, R., Chawarska, K., Dawson, G., Dziura, J., Faja, S., Jeste, S., Murias, M., Nelson, C. A., ... McPartland, J. C. (2023). The Autism Biomarkers Consortium for Clinical Trials: Initial Evaluation of a Battery of Candidate EEG Biomarkers. *American Journal of Psychiatry*, 180(1), 41–49. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.21050485>
- Xu, Y., Yu, Z., Li, Y., Liu, Y., Li, Y., & Wang, Y. (2024). Autism spectrum disorder diagnosis with EEG signals using time series maps of brain functional connectivity and a combined CNN-LSTM model. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 250, 108196. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108196>
- Yang, J., Hu, M., Hu, Y., Zhang, Z., & Zhong, J. (2023a). Diagnosis of Autism Spectrum Disorder (ASD) Using Recursive Feature Elimination–Graph Neural Network (RFE–GNN) and Phenotypic Feature Extractor (PFE). *Sensors*, 23(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/s23249647>
- Yang, J., Hu, M., Hu, Y., Zhang, Z., & Zhong, J. (2023b). Diagnosis of Autism Spectrum Disorder (ASD) Using Recursive Feature Elimination–Graph Neural Network (RFE–GNN) and Phenotypic Feature Extractor (PFE). *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(24), 9647. <https://doi.org/10.3390/s23249647>
- Yu, C. C. W., Wong, S. W. L., Lo, F. S. F., So, R. C. H., & Chan, D. F. Y. (2018). Study protocol: A randomized controlled trial study on the effect of a game-based exercise training program on promoting physical fitness and mental health in children with autism spectrum disorder. *BMC Psychiatry*, 18, 56. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1635-9>
- Zhao, Z., Tang, H., Zhang, X., Qu, X., Hu, X., & Lu, J. (2021). Classification of Children With Autism and Typical Development Using Eye-Tracking Data From Face-to-Face Conversations: Machine Learning Model Development and Performance Evaluation. *Journal of Medical Internet Research*, 23(8), e29328. <https://doi.org/10.2196/29328>
- Zhao, Z., Zhang, X., Li, W., Hu, X., Qu, X., Cao, X., Liu, Y., & Lu, J. (2019). Applying Machine Learning to Identify Autism With Restricted Kinematic Features. *IEEE Access*, 7, 157614–157622. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950030>

