



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
Π.Μ.Σ. «ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ & ΕΠΙΚΤΗΤΩΝ
ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ»

Διπλωματική Εργασία

**“ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ: ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ
ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ /
ΥΠΕΡΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΔΕΠΥ)”**

Εκπόνηση Εργασίας:

Φλωρά Δωροθέα (Α.Μ.: 32)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΕΥΓΕΝΙΑ ΤΟΚΗ, *Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*

Ιωάννινα 2019



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
Π.Μ.Σ. «ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ & ΕΠΙΚΤΗΤΩΝ
ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ»

Διπλωματική Εργασία

**“ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ: ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ
ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ /
ΥΠΕΡΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΔΕΠΥ)”**

Εκπόνηση Εργασίας:

Φλωρά Δωροθέα (Α.Μ.: 32)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΕΥΓΕΝΙΑ ΤΟΚΗ, *Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*

Ιωάννινα 2019



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
Π.Μ.Σ. «ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ & ΕΠΙΚΤΗΤΩΝ
ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ»

Dissertation Title

**“Systematic review: Sensory technologies for Attention Deficit Hyperactivity
Disorder (ADHD) diagnosis ”**

FLORA DOROTHEA (A.M. 32)

Supervisor

Dr. Toki Eugenia

Associate Professor, University of Ioannina

Ioannina, 2019

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.

Φλωρά Δωροθέα

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου, σε όλους όσους, άμεσα ή έμμεσα συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Πρώτα από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κα. Τόκη Ευγενία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την στήριξη που μου παρείχε κατά την υλοποίηση της εργασίας. Επίσης για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση στην επίλυση διάφορων δυσκολιών που αντιμετώπισα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την ηθική και οικονομική υποστήριξη, κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ), αποτελεί μία νευροαναπτυξιακή διαταραχή με σημαντική ετερογένεια, γεγονός που καθιστά την διάγνωσή της δύσκολη, πολυπαραγοντική και χρονοβόρα. Η σύγχρονη έρευνα για την διαταραχή της ΔΕΠΥ, σε συνδυασμό με την πρόοδο της τεχνολογίας έχει ανοίξει τον δρόμο για περισσότερο αντικειμενικές αξιολογήσεις των συμπεριφορών των παιδιών. Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έχει σκοπό να εκτιμήσει βάσει τεκμηριωμένων στοιχείων, το επίπεδο της σύγχρονης τεχνολογίας αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Για τον λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση της πρόσφατης αρθρογραφίας στις βάσεις δεδομένων, σύμφωνα με την λίστα ελέγχου Prisma. Εντοπίστηκαν δεκαεφτά σχετικά άρθρα, τα οποία μελετήθηκαν και συντέθηκαν για την διεξαγωγή συμπερασμάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το μεγαλύτερο ενδιαφέρον της σύγχρονης έρευνας για την διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ, έχει στραφεί στη μέτρηση των κινητικών συμπεριφορών των παιδιών με ΔΕΠΥ και στην ακριβή ταξινόμησή τους μέσω αισθητήρων νανοτεχνολογίας και προγραμμάτων μηχανικής μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: Διάγνωση ΔΕΠΥ, Τεχνολογίες Αισθητήρων, Αντικειμενική αξιολόγηση ΔΕΠΥ

Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder with significant heterogeneity, making its diagnosis difficult, and time-consuming. Our deeper knowledge of the disorder, coupled with advances in technology has paved the way for more objective assessments of children's' attitudes. This paper aims to assess on the basis of evidence, the level of contemporary sensor technology in diagnosing children with ADHD. For this reason, recent articles in the databases were systematically reviewed, in accordance with the Prisma Checklist. Seventeen relevant articles have been identified, which have been studied and compiled for conclusions. According to the results of this study, the greatest interest of modern research in the diagnosis of children with ADHD has focused on measuring the motor behaviors of children with ADHD and their accurate classification through nano-technology sensors and machine learning programs.

Keywords: ADHD diagnosis, Sensory technologies, Objective assessment of ADHD, Attention Deficit Hyperactivity Disorder

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	11
1.1 Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής Υπερκινητικότητα – ΔΕΠΥ	
1.1.1 Ιστορική εξέλιξη και ορισμός της ΔΕΠΥ	
1.1.2 Αιτιολογία της ΔΕΠΥ	
1.1.3 Επιπολασμός και Συννοσηρότητα	
1.1.4 Σύγχρονα διαγνωστικά κριτήρια της ΔΕΠΥ	
1.1.5 Διάγνωση της ΔΕΠΥ	
1.2 Τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση της ΔΕΠΥ	
1.2.1 Τεχνολογίες αισθητήρων μέτρησης βιοδεικτών	
1.2.2 Τεχνολογίες αισθητήρων ανίχνευσης οφθαλμικής κίνησης	
1.2.3 Τεχνολογίες αισθητήρων ανίχνευσης σωματικής κίνησης	
1.2.4 Σκοπός της έρευνας	
2. Υλικό και Μέθοδος	53
2.1 Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος	
2.2 Στρατηγική αναζήτησης	
2.3 Αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων	
3. Αποτελέσματα	58
3.1 Ποιοτική αξιολόγηση μελετών	
3.2 Σύντομη Περιγραφή άρθρων	
3.3 Ανάλυση άρθρων	
3.3.1 Μέτρηση βιοδεικτών στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ	

3.3.2 Οφθαλμικές κινήσεις στην διάγνωση ΔΕΠΥ

3.3.3 Ανίχνευση σωματικής κίνησης στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ με ή χωρίς χρήση VR

3.3.4. Προτιμώμενη ή/και πιο αποτελεσματική θέση στο σώμα του υποκειμένου για την τοποθέτηση του αισθητήρα στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ.

3.3.5 Αισθητήρες και διάκριση συμμετεχόντων ανάλογα με τη λήψη ή όχι συνοδευτικής φαρμακευτικής αγωγής

3.3.6 Αισθητήρες και τύπος παιδικής ΔΕΠΥ

4. Συζήτηση91

4.1 Το ΗΕΓ στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

4.2 Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης ματιών στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

4.3 Ανίχνευση σωματικής κίνησης στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ με ή χωρίς χρήση VR

4.4 Αισθητήρες και μέρος τοποθέτησης τους στα υποκείμενα

4.5 Αισθητήρες και διάκριση συμμετεχόντων ανάλογα με τη λήψη ή όχι συνοδευτικής φαρμακευτικής αγωγής

4.6 Τεχνολογίες αισθητήρων και τύπος ΔΕΠΥ

4.7 Περιορισμοί – Προτάσεις

5. Συμπεράσματα104

Βιβλιογραφία106

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Ταξινόμηση υποτύπων ΔΕΠΥ (DSM - V)

Πίνακας 1.2 : Εργαλεία υποκειμενικής αξιολόγησης παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 1.3 : Εργαλεία αντικειμενικής αξιολόγησης παιδιών με ΔΕΠΥ.

Πίνακας 3.1: Άρθρα με αισθητήρες στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.2: Ποιοτική αξιολόγηση άρθρων

Πίνακας 3.3: Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.4: Αισθητήρες ανίχνευσης οφθαλμικών κινήσεων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.5: Αδρανειακοί αισθητήρες στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.6: Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης με παράλληλη χρήση VR στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.7: Τοποθεσία αισθητήρα στο υποκείμενο

Πίνακας 3.8: Διάκριση συμμετεχόντων ανάλογα με τη λήψη ή μη φαρμακευτικής αγωγής

Πίνακας 3.9 Τεχνολογίες αισθητήρων και τύπος ΔΕΠΥ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ), είναι συνήθης νευροαναπτυξιακή διαταραχή με επίδραση, όχι μόνο στα παιδιά, αλλά και στους εφήβους και τους ενήλικες. Υπολογίζεται ότι ο επιπολασμός της ΔΕΠΥ στα παιδιά φτάνει έως και 5% στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Σε ότι αφορά τους ενήλικες, τα ποσοστά μπορεί να κυμαίνονται από 3% έως 16%, αναλόγως των διαγνωστικών κριτηρίων που χρησιμοποιούνται. (Barkley, 2003b) Η ΔΕΠΥ έχει συσχετιστεί με σοβαρές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, οι οποίες οφείλονται στις δυσκολίες κοινωνικής αλληλεπίδρασης του ατόμου, στην έλλειψη προσοχής στο σχολείο ή τον εργασιακό χώρο και στον αυξημένο κίνδυνο ψυχολογικής δυσλειτουργίας που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια παραγωγικότητας και αυξημένο κόστος υγειονομικής περίθαλψης. (Lahey κα, 1994)

Η κλινική διάγνωση της ΔΕΠΥ βασίζεται σε δομημένες συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια που εκτιμούν τα συμπτώματα συμπεριφοράς, σύμφωνα με τα τυποποιημένα διαγνωστικά εγχειρίδια DSM-IV και DSM-5. Ωστόσο, η διαγνωστική προσέγγιση που ακολουθούν οι περισσότερες ερευνητικές εργασίες, αφορά ολόένα και περισσότερο τα νευρικά συστήματα που επηρεάζονται (Cuthbert & Insel, 2013).

Στην διαταραχή της ΔΕΠΥ παρατηρείται σημαντική ετερογένεια, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο αντικειμενικές και ακριβείς διαγνωστικές και προγνωστικές προσεγγίσεις, όπως είναι οι προηγμένες αναλύσεις ταξινόμησης προτύπων. (Angold et al, 1999, Samet, Nunes & Hasin, 2004) Μία φθηνή και μη επεμβατική εναλλακτική είναι οι βιοδείκτες που βασίζονται σε μετρήσεις ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (ΗΕΓ), (Ogrim et al, 2012) η μέτρηση και παρακολούθηση των κινήσεων του σώματος, με χρήση τεχνολογιών IMU (Kühnhausen & Dirk, 2013) και η μέτρηση και παρακολούθηση της οφθαλμοκίνησης (Biederman et al, 2011)

καθιστώντας τους κατάλληλους για σκοπούς συλλογής ή και για παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της θεραπείας.

Τα αποτελέσματα παρόμοιων διαγνωστικών εξετάσεων είναι δυνατόν να προσφέρουν επιπρόσθετες πληροφορίες σε σχέση με τα τρέχοντα διαγνωστικά κριτήρια της ΔΕΠΥ που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό η και την αναγνώριση πχ των σχετικών υποομάδων.

1.1 Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής Υπερκινητικότητα – ΔΕΠΥ

1.1.1 Ιστορική Εξέλιξη και Ορισμός της ΔΕΠΥ

Η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά της συμπτωματολογίας της ΔΕΠΥ χρονολογείται το 1798, στο άρθρο του γιατρού Crichton, όπου περιέγραψε τα βασικά χαρακτηριστικά του απρόσεχτου τύπου της ΔΕΠΥ, τα οποία περιλήφθηκαν σχεδόν αυτούσια στο διαγνωστικό εργαλείο DSM – IV (Palmer, 2001). Το 1809 ο Haslam, περιέγραψε μία περίπτωση παιδιού του υποτύπου υπερκινητικότητας, στο βιβλίο του *Observations on Madness and Melanchol*. Από τότε, και ως τις αρχές του 20ού αιώνα, η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην περιγραφή, παρακολούθηση και καταγραφή ανάλογων περιπτώσεων παιδιών (Sandberg & Barton, 1996). Το 1902 επιχειρείται για πρώτη φορά ο συσχετισμός της διαταραχής με νευροβιολογικά αίτια από τον καθηγητή G.F. Still. Ο Still, περιέγραψε μία ομάδα παρορμητικών παιδιών με συμπεριφορικά προβλήματα και τα χαρακτήρισε ως “άτομα με αδύναμη βούληση και μικρή ικανότητα για ηθικό έλεγχο της συμπεριφοράς τους”, που όμως δεν οφείλονται σε κοινωνικά ή περιβαλλοντικά αίτια αλλά μάλλον στο νευρολογικό υπόβαθρο της διαταραχής.

Το 1937 αποτελεί χρονολογία ορόσημο για την θεραπεία και την μελέτη της διαταραχής. Πιο συγκεκριμένα, ο C. Bradley παρατήρησε ότι η χορήγηση αμφιταμινών σε παιδιά που υποφέρουν από πονοκέφαλο επιφέρει βελτίωση στην συμπεριφορά και τις σχολικές επιδόσεις των παιδιών (Bradley, 1937). Η παρατήρηση αυτή άνοιξε τον δρόμο στην φαρμακευτική αντιμετώπιση της ΔΕΠΥ. Το 1947, κάνει την εμφάνισή της η θεωρία της “εγκεφαλικής βλάβης” (Strauss & Lehtinen, 1947 στο Κάκουρος, 2001) η οποία μετά έδωσε την θέση της στον όρο “ελάχιστη εγκεφαλική βλάβη” και αργότερα στον όρο “ελάχιστη εγκεφαλική δυσλειτουργία” (Kessler, 1980). Ο όρος αυτός έδινε έμφαση στον σημαντικό ρόλο των οργανικών παραγόντων, που συμμετείχαν στην ανάπτυξη της διαταραχής.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950, οι κλινικοί εισήγαγαν όρους όπως, “σύνδρομο υπερκινητικής συμπεριφοράς”, “διαταραχή υπερκινητικής αντίδρασης”, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο μεγαλύτερη έμφαση στην κλινική εικόνα της διαταραχής και όχι στην υποκείμενη αιτιολογία της (Douglas, 1972). Ο όρος, διαταραχή υπερκινητικής αντίδρασης της παιδικής ηλικίας, εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο των Διανοητικών Διαταραχών, DSM – II το 1968. Τη δεκαετία του 1960 δημιουργήθηκε η κλίμακα γονέων και δασκάλων για τη διαγνωστική εκτίμηση των συμπτωμάτων της υπερκινητικότητας και την παρακολούθηση της αντίδρασης στη θεραπεία. Αυτά τα ερωτηματολόγια επέτρεψαν την τυποποίηση της αξιολόγησης της συμπεριφοράς των παιδιών στο σπίτι και στο σχολικό περιβάλλον (Standberg, 1991). Αργότερα, το 1980 στην αναθεωρημένη έκδοση του DSM - III, χρησιμοποιήθηκε ο όρος Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής.

Το 2000 στο αναθεωρημένο DSM – IV, - TR η ΔΕΠΥ εντάχθηκε στην κατηγορία “Διαταραχές Ελλειμματικής Προσοχής και Διασπαστικής Συμπεριφοράς και συγχρόνως στην ευρύτερη κατηγορία “Διαταραχές που Συνήθως διαγιγνώσκονται για πρώτη φορά κατά την βρεφική, παιδική ή εφηβική ηλικία”. Σύμφωνα με αυτό, αναγνωρίζονται αναγνωρίζονται επιμέρους τύποι της διαταραχής (τύπος ελλειμματικής προσοχής, τύπος υπερκινητικότητας/παρορμητικότητας και μικτός τύπος). Η διαταραχή περιγράφεται ως

ένα “επίμονο μοτίβο έλλειψης προσοχής ή/και υπερκινητικότητας / παρορμητικότητας, το οποίο εμφανίζεται συχνότερα και είναι σοβαρότερο από αυτό που παρατηρείται τυπικά σε άτομα συγκρίσιμου αναπτυξιακού σταδίου”.

Στο αναθεωρημένο DSM-V το 2013, εισάγεται ο τέταρτος τύπος της ΔΕΠΥ ο οποίος αφορά άτομα με δυσκολίες εστίασης της προσοχής χωρίς την παρουσία των χαρακτηριστικών της υπερκινητικότητας – παρορμητικότητας (σε ύφεση). Επίσης, αλλαγή παρουσιάζεται και στα κριτήρια του απρόσεχτου τύπου. Τέλος, εισάγεται και το κριτήριο της πρώτης εμφάνισης των κλινικών χαρακτηριστικών πριν από τα 7 έτη (Κακούρος & Μανιαδάκη, 2014).

1.1.2 Αιτιολογία της ΔΕΠΥ

Αν και η ΔΕΠΥ ανήκει σε μία από τις συχνότερες αναπτυξιακές διαταραχές, εντούτοις η ερευνητική προσπάθεια γύρω από την ακριβή αιτιολογία εμφάνισής της ακόμα δεν έχει προσδιοριστεί. Θεωρείται ότι αποτελεί μία σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ νευροβιολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Εγκεφαλικές δομές και λειτουργία εγκεφάλου

Έρευνες έχουν δείξει ότι εγκεφαλικές δομές των παιδιών με ΔΕΠΥ, είναι σημαντικά μικρότερες κατά μέσο όρο από εκείνες των παιδιών τυπικής ανάπτυξης κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία. Σε ότι αφορά τις ανατομικές διαφορές που παρουσιάζουν τα παιδιά με ΔΕΠΥ, το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στον μετωπιαίο φλοιό. (Βαρβόγλη, 2005) Η μετωπιαία περιοχή η οποία φιλοξενεί τις εκτελεστικές λειτουργίες, εμπλέκεται με περίπλοκο τρόπο σε συνδυασμούς με άλλα εγκεφαλικά συστήματα. (Bresnahan, Anderson, & Barry, 1999; Chabot & Serfontein, 1996) Παραδείγματος χάρη με το μεταιχμιακό σύστημα, που σχετίζεται με τα κίνητρα

του ατόμου και το δικτυωτό ενεργοποιητικό σύστημα που αφορά την διέγερση. Στις περισσότερες ανατομικές μελέτες παρατηρείται διαφορά στον συνολικό όγκο του εγκεφάλου των παιδιών με ΔΕΠΥ σε σχέση με παιδιά ίδιας ηλικίας και φύλου τυπικής ανάπτυξης (Castellanos & Acosta, 2014). Πιο συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί ανωριμότητα του μετωπιαίου λοβου (Castellanos et al, 2012, Durston κ.α, 2009), μειωμένος όγκος του μεσολόβιου και της παρεγκεφαλίδας (Mostofsky, 2012) των δεξιών μετωπιαίων περιοχών και αυξημένος ρυθμός λεπτύνσης του φλοιού (Pehlivanidis, 2012). Επίσης, μελέτες που σύγκριναν τα επίπεδα δραστηριότητας του εγκεφάλου παιδιών με ΔΕΠΥ και παιδιών χωρίς, δημιούργησαν αυξημένο ενδιαφέρον για τρεις κυρίως νευροανατομικές περιοχές. Τον προμετωπιαίο φλοιό, την έλικα του προσαγωγίου και τα βασικά γάγγλια (Durston, 2003). Μπορεί επίσης να παρατηρηθεί διαφοροποίηση στην κατανομή της γκρίζας και λευκής ουσίας στους μετωπικούς λοβούς παιδιών με ΔΕΠΥ (Sowell, 2004).

Σε έρευνα των Sripatha, Kesslel και Angstadt (2014) παρατηρήθηκε καθυστέρηση στην ωρίμανση της λειτουργικής αρχιτεκτονικής του εγκεφάλου σε περιοχές που εντοπίζονται στο πρόσθιο βρεγματικό δίκτυο και εμπλέκουν έξω προμετωπιαίες περιοχές και τη νησίδα του Reil. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε καθυστέρηση σε δύο σημεία: την ωρίμανση του Δικτύου Προκαθορισμένης λειτουργίας (Default Mode Network, DMN) και στην διασύνδεσή του με τα δύο δίκτυα προσοχής (task positive networks, TPNs). Ο ανεπαρκής έλεγχος του Δικτύου Κατάστασης Ηρεμίας DMN, που παρουσιάζεται στα άτομα με ΔΕΠΥ μπορεί να είναι υπεύθυνος για τις δυσκολίες προσοχής ή/και διάσπασης (Sripatha, et al., 2014) και τις μεγάλες διακυμάνσεις που παρατηρούνται στις επιδόσεις των παιδιών αυτών κατά την εκτέλεση καθηκόντων (Castellano, 2009 από Sripatha, 2014). Η καθυστέρηση της ωρίμανσης που υπάρχει στη διασύνδεση ανάμεσα στο DMN και στα TPN, φαίνεται ότι σχετίζεται με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΔΕΠΥ στον εντοπισμό ερεθισμάτων στο εξωτερικό περιβάλλον καθώς και στην ρύθμιση των εναλλαγών ανάμεσα στις ενδογενείς και εξωγενείς λειτουργίες της προσοχής (Menon & Uddin, 2010).

Διαφορά στον όγκο και στην συμμετρία έχει παρατηρηθεί επίσης στον κερκοφόρο και τον φακοειδή πυρήνα. Με τις μοντέρνες νευροαπεικονιστικές μεθόδους (MRI, PET & SPECT) βρέθηκαν ανωμαλίες τόσο στην υφή όσο και κυρίως στη λειτουργία τους. Οι διαφορές μάλιστα αυτές αφορούν κυρίως στο δεξιό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Στις περιοχές αυτές εντοπίζεται η έναρξη της λειτουργίας των βασικών γαγγλίων. (Gaub & Carlson, 2001)

Η λειτουργία των περιοχών αυτών ρυθμίζεται από τους μονοαμινικούς νευροδιαβιβαστές (νοραδρεναλίνη, σεροτονίνη, ντοπαμίνη) κυρίως, όμως, από τη ντοπαμίνη, η οποία στην κυριολεξία δίνει το εναρκτήριο ερέθισμα για τη νευρωνική επικοινωνία στο σύστημα αυτό, στα υπερκινητικά παιδιά υπάρχει δυσλειτουργία και των δύο ντοπαμινεργικών συστημάτων, του μεσοστεφανιαίου και του μεσοφλοιώδους. (Gaub & Carlson, 2001) Ο Castellano, μάλιστα, σε 29 αγόρια απέδειξε πως ο βαθμός της υπερκινητικότητάς τους συνδέεται θετικά με τη συγκέντρωση του ομοβαλινικού οξέος (του μεταβολίτη δηλαδή της ντοπαμίνης) στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

Επίσης, χρησιμοποιώντας τεχνικές fMRI οι ερευνητές απομόνωσαν τα βασικά γάγγλια και τον βρεγματικό λοβό, ως τα συστήματα που έχουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της αίσθησης του χρόνου (Rao, Mayer & Harrington, 2001 από Sripada, 2014). Η ελλειμματική αντίληψη του χρόνου που συναντάται στην ΔΕΠΥ θα μπορούσε να σημαίνει ότι τα βασικά γάγγλια είναι ένας σημαντικός τομέας δυσλειτουργίας στα άτομα με ΔΕΠΥ.

Γενετικοί παράγοντες

Έχει διαπιστωθεί ότι η ΔΕΠΥ εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά μεταξύ συγγενών πρώτου βαθμού. Δεδομένα από μελέτες διδύμων εκτιμούν ότι το 75% των περιπτώσεων παιδιών με ΔΕΠΥ έχουν κάποιον γονέα ή αδερφό με παρόμοιες δυσκολίες προσοχής (Nigg, 2014). Άλλες έρευνες αναφέρουν ότι, η πιθανότητα να αντιμετωπίζει κάποιος συγγενής πρώτου βαθμού τις ίδιες δυσκολίες είναι περίπου 20%-30% (Burt, 2009). Συγκεκριμένα γονίδια έχουν συσχετιστεί με την διαταραχή έπειτα από

μοριακές γενετικές μελέτες. Πιο συγκεκριμένα, το γονίδιο του μεταφορέα της ντοπαμίνης (DAT1), της β-υδροξυλάσης της ντοπαμίνης (DBH), του H1 υποδοχέα της σεροτονίνης (HTR1B), του μεταφορέα της σεροτονίνης (5-HTT), καθώς και της σχετιζόμενης με τα συναπτικά κυστίδια πρωτεΐνης 25 kDa (SNAP-25) (Faraone, Perlis, Doyle, Smoller, Goralnick, Holmgren, et al., 2005, όπως αναφέρεται σε Pehlivanidis, 2012).

Όλα τα παραπάνω τοποθετούν τη ΔΕΠΥ ανάμεσα στις διαταραχές που κληρονομούνται με τη μεγαλύτερη συχνότητα. Η αναζήτηση γονιδίων που αποτελούν πιθανούς προβλεπτικούς παράγοντες επικινδυνότητας για την εκδήλωση της ΔΕΠΥ είναι σε εξέλιξη τα τελευταία χρόνια.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Πολλοί και διαφορετικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν συσχετιστεί με την ΔΕΠΥ, αλλά είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι όποιες αιτιώδεις συσχετίσεις. Το κάπνισμα κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης, φαίνεται να έχει την ισχυρότερη σχέση με την εκδήλωση ΔΕΠΥ στο παιδί. Μακροχρόνιες μετα-αναλύσεις έδειξαν ότι όσο περισσότερο κάπνιζε η μητέρα, τόσο μεγαλύτερη ήταν η πιθανότητα εμφάνισης συμπτωμάτων υπερκινητικότητας / παροσμητικότητας στο παιδί της (Lagley, Rice, Thapar, 2005). Παρομοίως, το στρες κατά την διάρκεια της κύησης σχετίζεται ισχυρά με την ΔΕΠΥ. Μελέτες από τα ιστορικά μητέρων και τις αξιολογήσεις παιδιών έχουν καταδείξει ισχυρό συσχετισμό μεταξύ των δύο (Glover, 2011). Αν και υπάρχουν οι βιολογικοί μηχανισμοί που θα μπορούσαν να εξηγήσουν την εκδήλωση ΔΕΠΥ, εντούτοις παραμένει ακόμα ασαφές αν όντως υπάρχει αιτιακή σχέση μεταξύ καπνίσματος ή στρες και ΔΕΠΥ.

Μελέτες παιδιών που δεν βρίσκονται σε σχέση με την βιολογική τους μητέρα και αδερφών, κατά την κύηση των οποίων η μητέρα στο ένα κάπνιζε και στο άλλο όχι, έχουν

συγκεχυμένα αποτελέσματα. (Lambert & Hartsough, 1998) Φάνηκε ότι το κάπνισμα και το στρες ήταν ένα μέρος της αιτίας, σε συνδυασμό με τον τύπο διαπαιδαγώγησης και με άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (D'Onofrio & Rice, 2010). Επίσης, καμία έρευνα δεν έχει εντοπίσει πτώση στην εκδήλωση ΔΕΠΥ στον παιδικό πληθυσμό ανάλογη της πτώσης του καπνίσματος που παρατηρείται στους πληθυσμούς των ενηλίκων τα τελευταία χρόνια (Collishaw & Maughan, 2010).

Άλλοι παράγοντες μπορεί να είναι, η κατανάλωση αλκοόλ και η χρήση παράνομων ουσιών κατά την διάρκεια της κύησης, το χαμηλό βάρος γέννησης, η έκθεση της μητέρας ή του παιδιού σε τοξίνες και η διατροφή, έχουν επίσης συσχετιστεί με την ΔΕΠΥ (Pheula & Rhode, 2011). Τέλος, διάφοροι ψυχοκοινωνικοί δείκτες, συμπεριλαμβανομένης της ενδοοικογενειακής βίας και των χαμηλών εισοδημάτων, έχουν συσχετιστεί με προβλήματα ψυχικής υγείας των παιδιών, συμπεριλαμβανομένης της ΔΕΠΥ (Lifford, Harold, & Thapar, 2009).

Σύγχρονες απόψεις και θεωρίες

Σύμφωνα με το μοντέλο των Goldstein & Goldstein (1998), η αιτιολογία της ΔΕΠΥ εντοπίζεται στο εγκεφαλικό στέλεχος και την επικοινωνία του με άλλες περιοχές διαμορφώνοντας την ικανότητα προσοχής. Η σύνδεση του στελέχους με κινητικές περιοχές, τόσο τα βασικά γάγγλια, όσο και το φλοιό, επιτρέπει το έλεγχο της παρορμητικής δραστηριότητας. Το κέντρο προσοχής μπορεί να χρησιμοποιεί νοραδρεναλίνη, σεροτονίνη και ντοπαμίνη. Η λειτουργικότητα του συστήματος προσοχής απαιτεί ανέπαφο σύστημα μεταφοράς μηνυμάτων. Μπορεί να μηνύματα να στέλνονται σωστά, αλλά οι ντοπαμινικές νευρικές απολήξεις του εγκεφάλου να μη λειτουργούν καθιστώντας το σύστημα αναποτελεσματικό. Έχει προταθεί επίσης ότι η δυσλειτουργία εντοπίζεται στην σύνθεση της ποσότητας του νευροδιαβιβαστή ή ότι υπάρχει δυσλειτουργία στους υποδοχείς.

Σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο αυτορρύθμισης του Barkley (1991), ο αυτοέλεγχος του ατόμου εξαρτάται από την πρόβλεψη των περιβαλλοντικών αλλαγών, προκειμένου να λειτουργεί προς όφελός του. Το μοντέλο αυτό έχει τρία βασικά στοιχεία.

- Την συμπεριφορική αναστολή, η οποία επιτρέπει να εκτελούνται οι εκτελεστικές λειτουργίες, προφυλάσσοντας από αποδιοργανωτικές και διασπαστικές συμπεριφορές.
- Τις εκτελεστικές λειτουργίες: τη μη λεκτική εργαζόμενη μνήμη, τη λεκτική εργαζόμενη μνήμη, την αυτορρύθμιση συναισθήματος και την ανασύσταση.
- Το σύστημα κινητικού ελέγχου.

Βάσει των παραπάνω, τα άτομα με ΔΕΠΥ, παρουσιάζουν βλάβες εκτελεστικών λειτουργιών και των υπολειτουργιών τους. Συνεπώς, η ΔΕΠΥ συνιστά έλλειμμα στην ανώτερη λειτουργία και και την αυτορρύθμιση, που οδηγεί σε προσβολή του κινητικού συστήματος και του ελέγχου του.

1.1.3 Επιπολασμός και Συννοσηρότητα

Τα ποσοστά επιπολασμού που αναφέρονται στο DSM κυμαίνονται μεταξύ 3% έως 7% στα παιδιά σχολικής ηλικίας. (Barkley, 2003b) Ο τύπος της υπερκινητικότητας / παρορμητικότητας είναι ο περισσότερο διαγεγνωσμένος. Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, τα οποία έχουν λάβει διάγνωση ΔΕΠΥ, ανήκουν κατά 90% σε αυτόν τον τύπο. Τα παιδιά με τον λιγότερο εμφανή τύπο της ελλειμματικής προσοχής διαγιγνώσκονται σε μεγαλύτερη ηλικία και σε μικρότερα ποσοστά. Πολλά από τα παιδιά που ανήκουν στον τελευταίο τύπο παραμένουν αδιάγνωστα, καθιστώντας την σύγκριση των ποσοστών επιπολασμού των δύο τύπων προβληματική. (Rowland et al, 2002) Θέμα αντιπαράθεσης εξακολουθούν να αποτελούν οι διαφορές επιπολασμού μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Πιο συγκεκριμένα η ΔΕΠΥ είναι 3-4 φορές πιο συχνή στα αγόρια (O'Brien, 2016). Η αναλογία αυτή προσδιορίζεται κατά μέσο όρο στο 2:1 πάντα σε βάρος των αγοριών (APA, 2013). Τίθεται επομένως το ερώτημα κατά πόσο υπάρχει σχέση μεταξύ του φύλου και των τύπων της ΔΕΠΥ. Αυτή η διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης

της ΔΕΠΥ μεταξύ των δύο φύλων, φαίνεται ότι οφείλεται στην φύση των συμπτωμάτων του τύπου ελλειμματικής προσοχής, καθώς είναι λιγότερο εμφανή και ευδιάκριτα. (Biederman et al, 2002). Από την άλλη τα συμπεράσματα αυτά δεν μπορούν ακόμα να γενικευτούν.

Όσον αναφορά τη συννοσηρότητα, είναι γνωστό ότι η ΔΕΠ-Υ συνοδεύεται από ένα φάσμα άλλων δευτερευόντων χαρακτηριστικών. (Barkley et al, 2004) Οι διαταραχές που μπορεί να συνυπάρχουν με τη ΔΕΠ-Υ είναι οι μαθησιακές δυσκολίες, (Barkley, 1990) η διαταραχή διαγωγής, (Barkley et al, 2004) το άγχος, η κατάθλιψη ή άλλες διαταραχές της διάθεσης, (Ostrander κ.α, 2006) διαταραχή της μνήμης και η Εναντιωματική Προκλητική Διαταραχή (Kadesjo & Gillberg 2001). Επίσης οι ασθενείς με ΔΕΠ-Υ, έχουν περισσότερες πιθανότητες να βιώσουν μια σειρά από αναπτυξιακά, κοινωνικά και άλλα προβλήματα υγείας όπως διαταραχές κινητικού συντονισμού, χαμηλό δείκτη νοημοσύνης, ψυχοκοινωνικά προβλήματα, αυτοτραυματισμούς καθώς και προβλήματα ύπνου και επιθετικότητας. (Barkley et al, 2004)

1.1.4 Σύγχρονα Διαγνωστικά Κριτήρια της ΔΕΠΥ

Οι γνώσεις μας για την ΔΕΠΥ αν και έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, ωστόσο η μελέτη και η έρευνα γύρω από τα αίτια, τα ακριβή χαρακτηριστικά και την συμπτωματολογία δεν έχει εξαντληθεί. Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένα διαγνωστικά κριτήρια, στα οποία περιλαμβάνεται κατάλογος βασικών συμπτωμάτων ώστε να γίνει η διάγνωση. Τα δύο εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται είναι το DSM-V και το ICD-10.

Ταξινομήση σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ψυχιατρική Εταιρεία (American Psychiatry Association, APA)

Πίνακας 1.4: Ταξινόμηση υποτύπων ΔΕΠΥ (DSM - V)

Συμπτώματα Απροσεξίας / Ελλειμματικής Προσοχής	Συμπτώματα Υπερκινητικότητας/ Παρορμητικότητας	Συμπτώματα Συνδυασμένου Τύπου
1. Συχνά αποτυγχάνει να εστιάσει την προσοχή του σε λεπτομέρειες ή κάνει απρόσεχτα λάθη στο σχολείο, στη δουλειά ή σε άλλες δραστηριότητες 2. Συχνά δυσκολεύεται να διατηρήσει την προσοχή του στα καθήκοντα του ή σε δραστηριότητες παιχνιδιού. 3. Συχνά δεν φαίνεται να ακούει όταν του μιλούν κατευθείαν. 4. Συχνά δεν ακολουθεί μέχρι τέλους οδηγίες και αποτυγχάνει να τελειώσει σχολικές εργασίες, μικροελλήματα ή άλλες υποχρεώσεις στον χώρο της δουλειάς. 5. Συχνά έχει δυσκολίες να οργανώσει καθήκοντα και δραστηριότητες. 6. Συχνά αποφεύγει, δεν του αρέσουν ή είναι απρόθυμο να αν εμπλακεί σε καθήκοντα που απαιτούν σταθερή και διαρκή νοητική προσπάθεια. 7. Συχνά χάνει πράγματα απαραίτητα για καθήκοντα ή δραστηριότητες. 8. Συχνά διασπάται εύκολα η προσοχή του από εξωτερικά ερεθίσματα. 9. Συχνά ξεχνάει καθημερινές δραστηριότητες.	1. Συχνά κινεί νευρικά χέρια και πόδια ή στριφογυρνά στη θέση του. 2. Συχνά σηκώνεται από τη θέση του στη τάξη ή σε άλλες καταστάσεις στις οποίες το αναμενόμενο είναι να παραμείνει καθισμένο. 3. Συχνά τρέχει γύρω-γύρω ή σκαρφαλώνει σε μέρη που δεν επιτρέπεται. 4. Συχνά δυσκολεύεται να παίζει ή να εμπλέκεται σε δραστηριότητες του ελεύθερου χρόνου ή συχνά. 5. Συχνά είναι «εν κινήσει» ή ενεργεί σαν «να κινείται με μηχανή». 6. Συχνά μιλά υπερβολικά 7. Συχνά απαντά απερίσκεπτα πριν καν ολοκληρωθεί η ερώτηση. 8. Συχνά δυσκολεύεται να περιμένει στη σειρά. 9. Συχνά διακόπτει ή ενοχλεί με την παρουσία του τους άλλους.	Πληρούνται τόσο τα κριτήρια της Απροσεξίας όσο και της Υπερκινητικότητας και/ή Παρορμητικότητας.

Σύμφωνα με το DSM – V, προκειμένου να διαγνωστεί ένα παιδί με ΔΕΠΥ, θα πρέπει να πληροί τουλάχιστον 6 από τα 9 κριτήρια απροσεξίας ή/και τουλάχιστον 6 από τα 9 κριτήρια παρορμητικότητας / υπερκινητικότητας. Τα συμπτώματα, θα πρέπει να έχουν διάρκεια τουλάχιστον 6 μήνες και έναρξη πριν από την ηλικία των 12 ετών, να εμφανίζονται σε τουλάχιστον δύο περιβάλλοντα και να έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο σε κοινωνικές και ακαδημαϊκές δραστηριότητες. Επίσης, τα συμπτώματα θα πρέπει να είναι ασύμβατα με το αναπτυξιακό στάδιο του παιδιού και να μην εξηγούνται καλύτερα από άλλη διαταραχή. Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας με τα συμπτώματα κάθε υποτύπου:

Ταξινόμηση σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (World Health Organization – WHO)

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, αναγνωρίζεται ως Διαταραχή Υπερκινητικότητας ΔΥΚ, η οποία συμπεριλαμβάνεται στις διαταραχές συμπεριφοράς και του συναισθήματος και τις ταξινομεί ως εξής:

- Διαταραχή της δραστηριότητας και της προσοχής,
- Διαταραχή της διαγωγής υπερκινητικού τύπου,
- Άλλες διαταραχές υπερκινητικού τύπου,
- Διαταραχή υπερκινητικού τύπου μη καθοριζόμενη.

Προκειμένου να τεθεί διάγνωση ορίζεται ότι πρέπει να συνυπάρχουν τα πρωτεύοντα χαρακτηριστικά της διαταραχής, δηλαδή η ελλειμματική προσοχή και η υπερκινητικότητα και επιπλέον:

- να έχουν κάνει την πρώτη εμφάνισή τους πριν το 6ο έτος της ηλικίας, να διαρκούν επί μακρόν,
- να μην αντιστοιχούν στην ηλικία και στο δείκτη νοημοσύνης του παιδιού και
- να είναι εμφανή σε περισσότερες από μία καταστάσεις

Επίσης θα πρέπει να αποκλειστεί η ύπαρξη: διαταραχής άγχους, συναισθηματικών διαταραχών, διάχυτων διαταραχών ανάπτυξης ή σχιζοφρένειας. Τα συμπτώματα θα πρέπει να μην είναι παροδικά αλλά να επιμένουν. Τέλος, καθοριστικός παράγοντας για την ακριβή διάγνωση είναι η απουσία ή η παρουσία συμπτωμάτων επιθετικότητας, ενοχής ή αντικοινωνικής συμπεριφοράς. Αν είναι παρόντα τότε σύμφωνα με το DSM-10, τίθεται διάγνωση Διαταραχή της διαγωγής Υπερκινητικού τύπου, ενώ όταν απουσιάζουν, Διαταραχή της δραστηριότητας και την προσοχής. Όταν δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των δύο, αλλά πληρούνται τα γενικά κριτήρια, τότε τίθεται η διάγνωση, Διαταραχή υπερκινητικού τύπου μη καθοριζόμενη.

Ο τύπος της ελλειμματικής προσοχής, φαίνεται ότι διαγιγνώσκεται λιγότερο από τις άλλες μορφές, είναι λιγότερο ορατός και εκδηλώνεται σε δυσκολίες που σχετίζονται με το σχολείο. Ένα μέρος της έρευνας υποστηρίζει ότι τα κορίτσια με ΔΕΠΥ ανήκουν συνήθως σε αυτό τον τύπο (Weiss, 2003).

Ο τύπος της υπερκινητικότητας/παρορμητικότητας διαγιγνώσκεται νωρίτερα (ηλικία 3 ετών) και σημαντικά συχνότερα (90% όλων των περιπτώσεων ΔΕΠΥ). Τα παιδιά αυτά εμφανίζουν συνήθως ψυχοκοινωνικές δυσκολίες και σημαντικές ακαδημαϊκές προκλήσεις.

Σε ότι αφορά τον συνδυασμένο τύπο, έχει τεθεί το ερώτημα κατά πόσον τα προβλήματα προσοχής που εμφανίζουν τα παιδιά είναι ίδια με τον τύπο ελλειμματικής προσοχής (Barkley, 1998). Το επιχείρημα είναι ότι οι δύο τύποι εμφανίζουν διαφορετικές δυσκολίες στην προσοχή. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος ελλειμματικής προσοχής χαρακτηρίζεται από αργό στυλ επεξεργασίας πληροφοριών και δυσκολίες στην εστιασμένη/επιλεκτική προσοχή, ενώ ο συνδυασμένος τύπος παρουσιάζει περισσότερες δυσκολίες στη διατήρηση προσοχής και την επιμονή στο έργο. (Barkley, 1998)

Όπως είναι αναμενόμενο πάντως, τα παιδιά που πληρούν τα κριτήρια για αυτόν τον τύπο ΔΕΠΥ, έχουν σοβαρότερη διαταραχή, που οφείλεται στον αριθμό και στη φύση των συμπτωμάτων (Barkley, 1998).

Η ΔΕΠΥ μπορεί να είναι σε μερική ύφεση, όταν κάποια στιγμή το άτομο στο παρελθόν πληρούσε τα κριτήρια της διαταραχής, και το τελευταίο εξάμηνο παρουσιάζει λιγότερα συμπτώματα, τα οποία όμως δυσκολεύουν την κοινωνική, ή σχολική λειτουργικότητά του.

1.1.5 Αξιολόγηση της ΔΕΠΥ

Η αξιολόγηση της ΔΕΠΥ καθοδηγείται από τον ορισμό της διαταραχής, ο οποίος μέχρι σήμερα είναι κυρίως ένας συμπεριφορικός ορισμός που εξετάζει την εκδήλωση

της διαταραχής με βάση το βαθμό στον οποίο το παιδί εμφανίζει συμπτώματα ελλειμματικής προσοχής, υπερκινητικότητας και παρορμητικότητας. Σε ανασκόπηση των Pelham, Fabiano & Masseti (2005), τονίζεται η ανάγκη για έλεγχο της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των συμπτωμάτων και την επιλογή της κατάλληλης θεραπείας. Συνεπώς, η αξιολόγηση της ΔΕΠΥ είναι μία εκτεταμένη διαδικασία, που περιλαμβάνει μία σειρά διαγνωστικών εργαλείων και μέσων.

Υποκειμενική αξιολόγηση

Η αξιολόγηση της ΔΕΠΥ περιλαμβάνει την λήψη εκτενούς ιστορικού μέσω δομημένης ή ημιδομημένης συνέντευξης των γονιών, για την συγκέντρωση πληροφοριών σχετικών με το ψυχοκοινωνικό, αναπτυξιακό και ιατρικό ιστορικό του παιδιού καθώς επίσης με τα πυρηνικά χαρακτηριστικά της οικογένειας (Shemmashian, 2015). Ένα σημαντικό θέμα για τον κλινικό είναι η εκτίμηση της σοβαρότητας και του τρόπου εκδήλωσης των συμπτωμάτων σε διαφορετικές καταστάσεις και περιβάλλοντα (Quinlan, 2000). Κατά συνέπεια, είναι δυνατό να ζητηθεί η συμπλήρωση ερωτηματολογίων από γονείς και εκπαιδευτικούς. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη Κλίμακα Αξιολόγησης είναι το Ερωτηματολόγιο Γονέων του Achenbach (CBCL), το οποίο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το Ερωτηματολόγιο Εκπαιδευτικών (Teacher Report File-TRF), το Ερωτηματολόγιο Εφήβων (Youth Self Report-YSR) και τα Ερωτηματολόγια για Ενήλικες. (Στην Ελλάδα έχουν σταθμιστεί, από τους Α. Ρούσσου και συνεργάτες) Κλίμακα ειδική στην αξιολόγηση της ΔΕΠΥ είναι η Ελληνική Κλίμακα Αξιολόγησης της ΔΕΠΥ- IV. (Ελληνική Κλίμακα Αξιολόγησης της ΔΕΠΥ- IV για Γονείς και Εκπαιδευτικούς (Α. Καλαντζή – Αζίζι, Κ. Αγγελή, Γ. Ευσταθίου, 2005)- Στάθμιση της ADHD Rating Scale –IV (DuPaul, Power, Anastopoulos & Reid, 1998). Τα παραπάνω εργαλεία παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.2.

Σημαντικό μειονέκτημα των ερωτηματολογίων, αποτελεί το γεγονός ότι βασίζονται στην υποκειμενική κρίση του παιδιού, του γονιού ή του εκπαιδευτικού οι οποίοι μπορεί και να μην αποτελούν έγκυρους παρατηρητές των κλινικών συμπτωμάτων. Μελέτες έχουν δείξει ότι πολύ συχνά τα νεαρά παιδιά μπορεί να υποτιμούν την σοβαρότητα των συμπτωμάτων τους (Pelham & Gnary, 2000) καθιστώντας τα αποτελέσματα των κλιμάκων αξιολόγησης λιγότερο έγκυρα. Συχνά, τα παιδιά με ΔΕΠΥ μπορεί να μεταβάλλουν την συμπεριφορά τους, προκειμένου να αντισταθμίσουν τις δυσκολίες τους, γεγονός που αλλοιώνει την εκδήλωση των συμπτωμάτων, περιπλέκοντας ακόμα περισσότερο την διαδικασία της αξιολόγησης. (πχ κρατούν σημειώσεις την ώρα του μαθήματος για πληροφορίες που οι συνομήλικοι δεν νιώθουν την ίδια ανάγκη – αντιστάθμιση απροσεξίας.) Αυτή η στρατηγική συνήθως δεν αποτυπώνεται σε κλίμακες αυτοαναφοράς. (Biederman, et al, 2010)

Συμπληρωματικά, εκτός από τις κλίμακες αξιολόγησης για γονείς και δασκάλους και τις αυτοαναφορές εφήβων, στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η άμεση παρατήρηση μπορεί συμπληρώσει σημαντικές πληροφορίες στην διαδικασία αξιολόγησης της ΔΕΠΥ. Σχέδια παρατήρησης με επαρκή αξιοπιστία στη διάκριση των παιδιών με ΔΕΠΥ είναι μεταξύ άλλων, η Κλίμακα αντιδράσεων στην τάξη και ο Κώδικας συμπεριφοράς στην τάξη. Ωστόσο η ελλειμματική προσοχή μπορεί να είναι πιο δύσκολα ανιχνεύσιμη μέσω παρατήρησης, σε σχέση με την παρορμητικότητα ή την υπερκινητικότητα (Kennedy, 2007).

Πίνακας 1.2: Εργαλεία υποκειμενικής αξιολόγησης παιδιών με ΔΕΠΥ

Κατηγορία	Εργαλείο	Τομείς αξιολόγησης	Μέθοδος	Βαθμολόγηση	Ερμηνεία
Κλίμακες Αξιολόγησης	CBCL	- ικανότητες του παιδιού - συναισθηματικά και κοινωνικά προβλήματα - προβλήματα συμπεριφοράς	Ερωτηματολόγιο Κηδεμόνων	Βάσει του πόσο αληθής είναι η πρόταση για το παιδί. 0-2σημεία (δεν ταιριάζει-ταιριάζει κάπως-ταιριάζει πολύ)	Οι βαθμολογίες υπολογίζονται από το αθροίζοντας τα στοιχεία σε κάθε ένα τομέα και το σύνολό τους

	TRF	- συμπεριφορά - κοινωνικές δεξιότητες - συναισθηματική ωριμότητα	Ερωτηματολόγιο Δασκάλων	Βάσει του πόσο αληθής είναι η πρόταση για το παιδί 0-5 σημεία	Οι βαθμολογίες υπολογίζονται από το αθροίζοντας τα στοιχεία σε κάθε ένα τομέα και το σύνολό τους
	ADHD-RATING SCALE-IV	9 ερωτήσεις για την υποκλίμακα της Ελλειμματικής Προσοχής και 9 ερωτήσεις για την υποκλίμακα της Υπερκινητικότητας/Παρορμητικότητας	Ερωτηματολόγιο Κηδεμόνων & Ερωτηματολόγιο Δασκάλων	βάσει της συχνότητας εμφάνισης συμπεριφορών 0-3 σημεία (σχεδόν ποτέ-σπάνια-αρκετές φορές-πολύ συχνά)	Υπολογίζεται αρχική βαθμολογία με την άθροιση των βαθμολογιών των ερωτήσεων και κατόπιν μετατρέπονται σε εκατοστιαίες τιμές βάσει του κατάλληλου προφίλ βαθμολογίας, που ορίζεται ανάλογα με την ηλικία και το φύλο του παιδιού
Συνέντευξη	Τυπική κλινική συνέντευξη	Διάγνωση ΔΕΠΥ βάσει των κριτηρίων του DSM	Συνέντευξη γονιού ή/και παιδιού	-	Διαγνωστική συνέντευξη που καθορίζει εάν ένα άτομο έχει ΔΕΠΥ
	DISC/DISC IV	Διάγνωση ΔΕΠΥ βάσει των κριτηρίων του DSM	Δομημένη συνέντευξη γονιού ή/και παιδιού	Τα στοιχεία βαθμολογούνται ως ναι, όχι, κάπως ή μερικές φορές	Διαγνωστικός αλγόριθμος που περιλαμβάνει τα κριτήρια DSM για ADHD. Τα αποτελέσματα της διαγνωστικής συνέντευξης δείχνουν εάν το άτομο έχει ADHD.

Αντικειμενική αξιολόγηση

Εξαιτίας των παραπάνω περιορισμών και για λόγους διαφοροδιάγνωσης ή/και διαφοροποίησης των τριών υποτύπων της ΔΕΠΥ, χρησιμοποιούνται “Δοκιμασίες Συνεχούς Απόδοσης” (Continuous Performance Tests, CPT) με την χρήση υπολογιστή, οι οποίες αποτελούν αντικειμενικές μετρήσεις συμπεριφοράς. Πρόκειται για μετρήσεις που ελέγχουν το χρονικό διάστημα που μπορεί ένα παιδί να μείνει συγκεντρωμένο σε αυτό που κάνει αλλά και πόσο παρορμητικό μπορεί να γίνει με την πάροδο της ώρας. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.3, είναι το Integrated Visual and Auditory CPT (IVA-2), το Test of Variables of Attention (T.O.V.A.), το Conners' CPT-II το Quotient Test, κατά την διάρκεια των οποίων το παιδί θα πρέπει να ασχοληθεί με μια επαναλαμβανόμενη και βαρετή διαδικασία, διατηρώντας όμως την

προσοχή του έτσι ώστε να ανταποκριθεί ή να αναστείλει την συμπεριφορά του σε ερεθίσματα (Teicher et al, 2012).

Πίνακας 1.3: Εργαλεία αντικειμενικής αξιολόγησης παιδιών με ΔΕΠΥ

Κατηγορία	Εργαλείο	Τομείς αξιολόγησης	Μέθοδος	Βαθμολόγηση	Ερμηνεία
Δοκιμασίες Συνεχούς Απόδοσης	Conner's CPT	- Προσοχή - Παρορμητικότητα - Διατήρηση Προσοχής - Εγρήγορση	Αξιολόγηση μέσω H/Y	Απόκριση σε στόχο – μη στόχο	- Ακατέργαστες και τυποποιημένες βαθμολογίες υπολογίζονται χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο για κάθε τομέα. - Παρέχονται Τ σκορ και εκατοστημόρια, όπου στις υψηλότερες βαθμολογίες που υποδηλώνουν περισσότερα προβλήματα σε μια δεδομένη περιοχή.
	IVA CPT (Integrated Visual and Auditory Continuous	- Έλεγχος ακουστικής απόκρισης - Έλεγχος οπτικής απόκρισης - Ακουστική προσοχή - Οπτική προσοχή - Διατήρηση ακουστικής προσοχής - Διατήρηση οπτικής προσοχής	Αξιολόγηση μέσω H/Y	Απόκριση σε στόχο (ακουστικό ή οπτικό) – μη στόχο (ακουστικό ή οπτικό)	- Οπτικός και ακουστικός τομέας υπολογίζονται σε ένα σύνολο 12 δεικτών - Βαθμολογούνται τα λάθη και οι παραλήψεις. Περισσότερες παραλήψεις: διάσπαση προσοχής Περισσότερα λάθη: παρορμητικότητα
	TOVA (Test of Variables of Attention)	- Προσοχή - Inhibitory control	Αξιολόγηση μέσω H/Y	Αποκρίσεις στο στόχο (σωστό), αποκρίσεις στο μη στόχο (λάθος)	Λάθη παραλήψεων αποφέρουν μετρήσεις έλλειψης προσοχής Λάθη απόκρισης αποφέρουν μετρήσεις παραρμητικότητας

Το μειονέκτημα αυτών των αντικειμενικών μετρήσεων είναι ότι πραγματοποιούνται σε μη φυσικό περιβάλλον, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει την συμπεριφορά του παιδιού και επομένως, τα αποτελέσματα να μην αποτυπώνουν την πλήρη εικόνα της πραγματικής συμπεριφοράς του (Hall, et al, 2015). Επίσης, δεν είναι χρήσιμες για την μέτρηση καθημερινών ή παλαιότερων συμπεριφορών (Riccio & Reynolds, 2001). Τέλος, στα αποτελέσματα μελέτης των Epstein και Goldberg (2007), βρέθηκε ότι το στρες μπορεί να αλλοιώσει τις επιδόσεις στις “Δοκιμασίες Συνεχούς Απόδοσης”

1.2 Τεχνολογίες αισθητήρων στη διάγνωση της ΔΕΠΥ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια είναι ραγδαία. Είναι γεγονός, ότι ο ρόλος της στην διαδικασία νευροψυχολογικών εκτιμήσεων, κεντρίζει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας. Πιο συγκεκριμένα, η σύγχρονη έρευνα γύρω από την ΔΕΠΥ σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες αισθητήρων, που εφαρμόζονται στην διαδικασία της διάγνωσης της διαταραχής, έχουν βοηθήσει στην λήψη αντικειμενικότερων μετρήσεων.

Κατά μία ευρεία έννοια, οι αισθητήρες είναι συσκευές, που ανιχνεύουν διάφορες καταστάσεις ή τις αλλαγές του περιβάλλοντος, προσφέροντας αποτελέσματα τα οποία, με την βοήθεια υπολογιστή, υπόκεινται σε επεξεργασία προκειμένου να δοθεί νόημα στην πληροφορία. Με τις εξελίξεις της μικροηλεκτρονικής, η χρήση των αισθητήρων έχει επεκταθεί πέρα από τους παραδοσιακούς τομείς.

Αυτή η πρόοδος έχει ανοίξει τον δρόμο για εγκυρότερη διάγνωση και περισσότερο στοχευμένη θεραπεία. Ωστόσο, θα πρέπει να τονίσουμε, ότι μέχρι σήμερα, καμία τεχνολογία δεν είναι ικανή να προσφέρει από μόνη της διάγνωση. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα τέτοιων μετρήσεων προσφέρουν πολύτιμο υλικό, τόσο στην διαδικασία της αξιολόγησης, όσο και στην περαιτέρω μελέτη της διαταραχής. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τα σημαντικότερα εργαλεία διάγνωσης της ΔΕΠΥ που χρησιμοποιούν τεχνολογίες αισθητήρων.

1.2.1. Τεχνολογίες αισθητήρων μέτρησης βιοδεικτών

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ-EEG)

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα αποτελεί εργαλείο μέτρησης της ηλεκτρικής δραστηριότητας των νευρώνων του εγκεφάλου. Αφορά την μέτρηση των διακυμάνσεων της τάσης, ως αποτέλεσμα της ηλεκτρικής δραστηριότητας από μετακινήσεις ιόντων

στους νευρώνες. (Sangal, 2014) Με την εφαρμογή ηλεκτροδίων (αισθητήρες) στο κρανίο και την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας επιτυγχάνεται η μέτρηση αυτής της δραστηριότητας. Η δυνατότητα οπτικοποίησης της δραστηριότητας επιτυγχάνεται μέσω της σύνδεσης της συσκευής με υπολογιστή. Τα μοτίβα της ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφονται ονομάζονται εγκεφαλικά κύματα. Τα βασικά χαρακτηριστικά των κυμάτων είναι το στάδιο, η συχνότητα και το πλάτος τα οποία καταγράφονται σε σχέση με τον χρόνο. Η ερμηνεία του του ΗΕΓ βασίζεται στη συχνότητα (κύκλος ανά λεπτό σε Hz) και στο πλάτος (ύψος κύματος/ένταση). (Sangal, 2014) Τα κύματα χωρίζονται σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων:

- κύματα δ (0.1 έως 4Hz): ρυθμός με το μεγαλύτερο πλάτος και τις μικρότερες συχνότητες. Κυρίαρχος ρυθμός στα νεογνά. Στα παιδιά εστιάζεται κυρίως στον ινιακό λοβό.
- κύματα θ (4 έως 8Hz): συνδέονται με καταστάσεις χαλάρωσης. Εμφάνιση υπερβολικού ρυθμού έχει σχετιστεί με εγκεφαλικές βλάβες ή διάσπαση προσοχής.
- κύματα α (8 έως 12 Hz): κυρίαρχος ρυθμός για τους ενήλικες. Παρατηρείται ενίσχυση πλάτους όταν τα μάτια του ατόμου είναι κλειστά, και συμπίεση όταν τα μάτια είναι ανοιχτά ή στην έντονη πνευματική δραστηριότητα.
- κύματα β (15 έως 30Hz): συμπίεση του πλάτους και μεταβαλλόμενη συχνότητα συσχετίζεται με δοκιμασίες που απαιτούν συγκέντρωση προσοχής.
- κύματα γ (30 έως 70Hz): εμπλοκή διαφορετικών νευρώνων για διεκπεραίωση πολύπλοκης γνωστικής ή κινητικής λειτουργίας. (Monstra, 2005)

Ένα από τα χαρακτηριστικά του ΗΕΓ που σχετίζεται με την ΔΕΠΥ, είναι ο αυξημένος ρυθμός των κυμάτων θ ή/και ο χαμηλός ρυθμός των κυμάτων δ τα οποία εκφράζονται με το λόγο θ/β (Theta/Beta Ratio – TBR). (Quintana et al, 2007) Σε μελέτη του Lubar (1995) συνεργατών βρέθηκε ότι κατά τη μέτρηση του TBR στο ηλεκτρόδιο Cz θα μπορούσε να προσδιοριστεί αν κάποιος είχε ΔΕΠΥ ή όχι με ευαισθησία 86% και ακρίβεια 98%. Μεταγενέστερη μετα-ανάλυση εννέα μελετών ($n = 1498$) το 2006 έδειξε

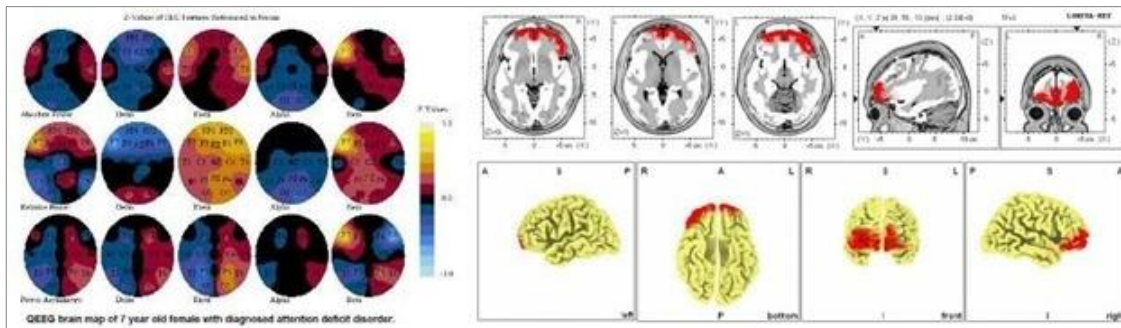
παρόμοιο επίπεδο ευαισθησίας και εξειδίκευσης (94%), υποστηρίζοντας και πάλι την ιδέα ότι η αναλογία θήτα / βήτα είναι κοινό χαρακτηριστικό της ΔΕΠΥ. (Monastra et al, 2006)

Το ενδιαφέρον μελέτης του TBR οδήγησε στην δημιουργία του ποσοτικού ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος (qEEG). Το qEEG, (quantitative electroencephalography) είναι μία απεικονιστική μέθοδος που προσφέρει πληθώρα πληροφοριών σε σχέση με την λειτουργία του εγκεφάλου. Κατά την διαδικασία της εξέτασης, τοποθετείται στο κεφάλι του παιδιού ειδικός σκούφος με 19 ηλεκτρόδια (προσαρμοσμένα στην κατάλληλη θέση, για το κεφάλι του παιδιού ύστερα από ειδικές μετρήσεις). Στην συνέχεια συνδέεται με ειδικό καλώδιο σε έναν υπολογιστή. Τα ηλεκτρόδια έρχονται σε επαφή με το δέρμα του τριχωτού της κεφαλής με τη βοήθεια ειδικού πυκνωτή που μειώνει την ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ του ηλεκτροδίου και του δέρματος. Αυτά τα δεδομένα πολλαπλών καναλιών ΗΕΓ επεξεργάζονται με διάφορους αλγόριθμους, όπως η κλασική "Fourier", ή με πιο σύγχρονες εφαρμογές (ανάλυση "Wavelet"). Τα ψηφιακά δεδομένα αναλύονται στατιστικά, και συγκρίνονται με τις "κανονικές" τιμές αναφοράς της βάσης δεδομένων.

Το qEEG είναι μια διαδικασία χωρισμένη σε δύο μέρη:

1. Τα ηλεκτρόδια καταγράφουν την δραστηριότητα του εγκεφάλου ενώ ο εξεταζόμενος κάθεται ήσυχα για 5-8 λεπτά με τα μάτια ανοιχτά.
2. Τα ηλεκτρόδια καταγράφουν τη δραστηριότητα του εγκεφάλου για επιπλέον 5-8 λεπτά ενώ τα μάτια του εξεταζόμενου είναι κλειστά.

Το qEEG μπορεί να παρακολουθεί τον επηρεασμό της προσοχής κατά την εκτέλεση έργου με πολύ υψηλά ποσοστά ευαισθησίας στην εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. (Ogrim et.al., 2012) Στην συνέχεια, το εξειδικευμένο λογισμικό μεταφράζει τα αποτελέσματα και τα αποδίδει σε χαρτογράφηση με κωδικοποιημένα χρώματα. (Sangal et.al., 2013) Μέσω αυτής της απεικόνισης, περιοχές του εγκεφάλου που εμφανίζουν περισσότερη ή μικρότερη δραστηριότητα σε μια επιλεγμένη ζώνη συχνοτήτων μπορούν εύκολα να εντοπιστούν.



Εικόνα 1.1: Χαρτογράφηση εγκεφάλου από το qEEG

Το 2013, ο Αμερικάνικος Οργανισμός Φαρμάκων (FDA), ενέκρινε την χρήση της ιατρικής συσκευής **NEBA** (Neuropsychiatric EEG-Based ADHD Assessment Aid), ως εργαλείο περαιτέρω αξιολόγησης ή επιβεβαίωσης της διάγνωσης για παιδιά ηλικίας 6 έως 17 χρονών. Ωστόσο, μέχρι και το 2018 δεν υπήρχε κάποια δημοσιευμένη έρευνα που να αξιολογεί την ακρίβεια της συγκεκριμένης συσκευής.

Παρόλαυτά, οι μετέπειτα μελέτες και αναλύσεις δεν ήταν τόσο καθοριστικές για την διαγνωστική αξία του TBR. Για παράδειγμα, σε μετα-ανάλυση των Arns και συνεργατών (2012), αναλύθηκαν 9 μελέτες που συνέκριναν 1253 παιδιά και εφήβους με ΔΕΠΥ και 517 χωρίς ΔΕΠΥ. Ειδικότερα, εξετάστηκε η σχέση του TBR στο πλαίσιο της διάγνωσης της ΔΕΠΥ και προέκυψε το συμπέρασμα ότι δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία που να δικαιολογούν τη χρήση του ως διαγνωστικό εργαλείο σε ολόκληρο το φάσμα της ΔΕΠΥ. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν συγκεκριμένες υποομάδες παιδιών με ΔΕΠΥ που εμφανίζουν αυτό το δείκτη και πρότειναν ότι για αυτές τις ομάδες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, για να προβλεφθεί η αποτελεσματικότητα διαφορετικών θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Την επόμενη χρονιά, οι Loo και Scott (2013), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητη περαιτέρω έρευνα προκειμένου να επικυρωθεί η χρήση TBR στην κλινική διάγνωση. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε λόγω των μεγάλων διαφορών και ασυνεπειών στα αποτελέσματα μεταξύ των μελετών που ερευνήθηκαν. Άλλη

ανασκόπηση το 2011 από τη Saad και συναδέλφους κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα, προκειμένου να υποστηριχθεί η χρήση των συστημάτων NEBA ως διαγνωστικό εργαλείο. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι τυποποιημένες ζώνες κυμάτων του ΗΕΓ βασίζονται σε ένα ΗΕΓ ενήλικα, τα οποία όμως μετατοπίζονται κατά την παιδική ηλικία. Επομένως, οι αποκλίνουσες καταγραφές του qEEG ενός παιδιού με ΔΕΠΥ, μπορεί να αντιπροσωπεύουν απλώς αυτές τις αναπτυξιακές αλλαγές και όχι να σχετίζονται ειδικά με τη ΔΕΠΥ. Πρότειναν επίσης ένα τροποποιημένο TBR το οποίο δεν χρησιμοποιεί γενικές ζώνες συχνοτήτων, αλλά ζώνες προσαρμοσμένες στο ΗΕΓ του ατόμου.

Σε άλλη μετα-ανάλυση των Snyder και Hall (2012), μελετήθηκαν 46 έρευνες παιδιών ηλικίας από 5 έως 12 χρονών με διάγνωση ΔΕΠΥ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνητών η ευαισθησία του qEEG στην ακρίβεια της διάγνωσης δεν ξεπερνούσε το 78%, σε αντίθεση με το 86 έως 95% που είχε υπολογιστεί παλαιότερα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το qEEG μπορεί να διαχωρίσει τα παιδιά με ΔΕΠΥ από τις ομάδες ελέγχου, όμως δεν είναι το ίδιο αξιόπιστο σε περιπτώσεις συννοσηρότητας (πχ ΔΕΠΥ και άγχος) ή σε περιπτώσεις διαφοροδιάγνωσης (πχ ΔΕΠΥ – διπολική διαταραχή).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, πως έχουν παρατηρηθεί διαφορές στα προφίλ των ΗΕΓ μεταξύ των διαφορετικών τύπων της ΔΕΠ-Υ, στον απρόσεκτο, τον υπερκινητικό και το συνδυασμένο τύπο, γεγονός που δείχνει πως μπορεί η κάθε υποομάδα να είναι νευρολογικά ανεξάρτητη από την άλλη. (Liechti, 2012) Ακόμη, με το πέρασμα του χρόνου και την ανάπτυξη του παιδιού σε κάθε στάδιο της ηλικίας των ατόμων, το ΗΕΓ του ίδιου ατόμου εμφανίζει αλλαγές. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν στοιχεία στη ΔΕΠΥ που είναι ηλικιακά προσδιορίσιμα. Το πρώτο είναι η υπερκινητικότητα/παρορμητικότητα, που με την αύξηση της ηλικίας φαίνεται να ομαλοποιείται και το δεύτερο είναι η απροσεξία, που δεν φαίνεται να ομαλοποιείται με την ηλικία (Clarke et al., 2011).

Τα προκλητά δυναμικά (Event Related Potentials - ERP)

Τα προκλητά δυναμικά αποτελούν μία από τις πιο δυναμικές μεθόδους παρακολούθησης των γνωστικών λειτουργιών. Μετρούν την μεταβολή της ηλεκτρικής δραστηριότητας στον εγκέφαλο που αντανακλάται με την μορφή κυμάτων στα αποτελέσματα του ΗΕΓ. Επειδή σχετίζονται με της γνωστικές λειτουργίες, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για κλινικές διαγνώσεις και ιδιαίτερα σε έρευνες σχετικές με αντιληπτικά και γνωστικά ελλείμματα των παιδιών με ΔΕΠΥ. Ο εξεταζόμενος θα πρέπει να διακρίνει ένα ερέθισμα στόχο ανάμεσα σε άλλα ερεθίσματα. Καθοριστικός παράγοντας στην απάντηση του ατόμου, είναι η επιλεκτική προσοχή. Το ερέθισμα φτάνει στην κατάλληλη περιοχή του εγκεφάλου για αναγνώριση και επεξεργασία μέσω των ηλεκτροδίων, και μετράται ο χρόνος μεταβίβασης και η ένταση (ύψος δυναμικού). Θεωρείται ότι αντανακλούν την αθροιστική δραστηριότητα των μετασυναπτικών δυναμικών που παράγονται, όταν ένας μεγάλος αριθμός από φλοιώδεις πυραμιδικούς νευρώνες (της τάξης των χιλιάδων ή εκατομμυρίων) πραγματοποιούν ώσεις συγχρόνως κατά την επεξεργασία πληροφοριών (Peterson et al., 1995). Τα ERP στον άνθρωπο μπορούν να χωριστούν σε 2 κατηγορίες. Τα πρώιμα κύματα, που κορυφώνονται κατά προσέγγιση στα πρώτα 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου μετά το ερέθισμα και ονομάζονται «αισθητήρια» ή «εξωγενή», καθώς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις φυσικές παραμέτρους του ερεθίσματος. Αντίθετα, τα ERP που παράγονται σε οπίσθια τμήματα, αντικατοπτρίζουν τον τρόπο με τον οποίο το άτομο αξιολογεί το ερέθισμα και ονομάζονται «γνωστικά» ή «ενδογενή» ERPs, καθώς εξετάζουν την επεξεργασία πληροφοριών. Οι κυματομορφές περιγράφονται σύμφωνα με την καθυστέρηση και το εύρος. Στα παιδιά με ΔΕΠΥ παρατηρείται μικρότερο ύψος και παρατεταμένος λανθάνον χρόνος (Kropoton, 2019).

Μέχρι το 2003, υπήρχε περιορισμένος αριθμός μελετών για την διαγνωστική αξία και την ακρίβεια των ERP την αξιολόγηση της ΔΕΠΥ. Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη των υπολογιστικών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, το ενδιαφέρον της κλινικής έρευνας έχει αυξηθεί σημαντικά. Οι Mueller και συνεργάτες (2012) σε μία

μελέτη τους κατάφεραν με την βοήθεια των SVM να ταξινομήσουν με ακρίβεια 92%, τα παιδιά με ΔΕΠΥ και την ομάδα ελέγχου.

Διακρανιακή μαγνητική διέγερση ΔΜΔ (Transcranial Magnetic Stimulation - TMS)

Η διακρανιακή μαγνητική διέγερση (ΔΜΔ), γνωστή και ως επαναλαμβανόμενη διακρανιακή μαγνητική διέγερση (τΔΜΔ), είναι μια μη επεμβατική μορφή εγκεφαλικής διέγερσης στην οποία χρησιμοποιείται ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο για να προκαλέσει ηλεκτρικό ρεύμα σε μια συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου μέσω ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Miller, 2012). Τα εξαρτήματα της συσκευής ΔΜΔ περιλαμβάνουν ένα μηχανισμό φόρτισης, τον πυκνωτή αποθήκευσης, τον θειστήρα και ένα πηνίο εκκένωσης. Το σχέδιο του πηνίου επηρεάζει τον εστιασμό της προκύπτουσας διέγερσης. Ένα κυκλικό πηνίο ενεργοποιεί μια ευρεία περιοχή, ένα πηνίο σχήματος 8, παρέχει σχετική εστιακή διέγερση περίπου 5 mm³ και ένα πηνίο σχήματος H, στοχεύει σε βαθύτερες δομές, μέχρι 6 cm κάτω από το σημείο διέγερσης .

Τα αποτελέσματα, ποικίλλουν ανάλογα με τη συχνότητα και την ένταση του μαγνητικού παλμού, καθώς και την απόσταση του πηνίου, το οποίο επηρεάζει τον συνολικό αριθμό παλμών που δίνεται. Η ΔΜΔ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της δραστηριότητας και της λειτουργίας συγκεκριμένων εγκεφαλικών κυκλωμάτων στον άνθρωπο, συνηθέστερα με απλούς ή συνδυασμένους μαγνητικούς παλμούς (Groppa et al, 2012).

Η ΔΜΔ χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η ενδοφλοιική ανασταλτική-διεγερτική ισορροπία. Η μεταβολή του χρονικού διαστήματος ανάμεσα σε δύο παλμούς ΔΜΔ οδηγεί σε αξιόπιστες μεταβολές στο μέγεθος του κινητικού προκλητού δυναμικού. Τα δύο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα ζεύγη παλμών περιλαμβάνουν: ενδοφλοιική

αναστολή βραχείας διαμέτρου (short-interval intracortical inhibition – SICI) και ενδοφλοιική αναστολή μακράς διαμέτρου (long-interval intracortical inhibition – LICI).

Οι μετρήσεις της υπερκινητικότητας ατόμων με ΔΕΠΥ, έχουν δείξει νευροφυσιολογικές συσχετίσεις στον κινητικό φλοιό, οι οποίες μπορούν να ανιχνευθούν με ΔΜΔ ενός παλμού και ζεύγους παλμών (Moll, 2000· Garvey, 2005· Hoepner, 2008). Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ του SICI και της υπερκινητικής. Φαίνεται ότι τα χαμηλά επίπεδα ενδοφλοιικής αναστολής συνδέονται με μεγαλύτερη υπερκινητικότητα. Αυτό υποδηλώνει ότι το SICI μπορεί να χρησιμεύσει ως βιοδείκτης της σοβαρότητας των συμπτωμάτων.

Οι περισσότερες έρευνες σήμερα, σχετικές με τις νευροφυσιολογικές μετρήσεις στα άτομα με ΔΕΠΥ, συνδυάζουν την ΔΤΔ με τα προκλητά δυναμικά ΗΕΓ και επικεντρώνονται στον κινητικό φλοιό. Τα προκληθέντα από το ΔΜΔ δυναμικά, ίσως επιτρέψουν σε μελλοντικές μελέτες να ενσωματώσουν μετρήσεις των περιοχών πέρα από τον κινητικό φλοιό (Rogash, 2013). Καθώς οι μεθοδολογίες βελτιώνονται και καθίστανται ευκολότερες στην ενσωμάτωσή τους, οι μελλοντικές μελέτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ΔΜΔ-ΗΕΓ για να διερευνήσουν τη νευροφυσιολογία μεμονωμένων δικτύων (Bortoletto, 2014). Η απόλυτη διαγνωστική χρησιμότητα των μετρήσεων που λαμβάνονται από το ΔΜΔ μπορεί να απαιτεί την ενσωμάτωση πολλαπλών παραμέτρων για την αποσαφήνιση ενός νευροφυσιολογικού προφίλ στο οποίο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης για τον προσδιορισμό κοινών προφίλ μεταξύ ασθενών με ΔΕΠΥ ή ακόμη και υποομάδων εντός ομάδων ΔΕΠΥ (Bortoletto, et al, 2014).

1.2.2 Τεχνολογίες αισθητήρων ανίχνευσης οφθαλμικής κίνησης

Το ηλεκτροοφθαλμογράφημα

Το ηλεκτροοφθαλμογράφημα, είναι μια τεχνική για τη μέτρηση του κερατοειδούς-αμφιβληστροειδούς δυναμικού που υπάρχει ανάμεσα στο πρόσθιο και το οπίσθιο τμήμα του ανθρώπινου ματιού. (Barrea et. al., 2011) Για τη μέτρηση της κίνησης των ματιών, ζεύγη ηλεκτροδίων τοποθετούνται συνήθως πάνω και κάτω από το μάτι ή αριστερά και δεξιά του οφθαλμού. Αν το μάτι μετακινηθεί από την κεντρική θέση προς ένα από τα δύο ηλεκτρόδια, αυτό το ηλεκτρόδιο "βλέπει" τη θετική πλευρά του αμφιβληστροειδούς και το αντίθετο ηλεκτρόδιο "βλέπει" την αρνητική πλευρά του αμφιβληστροειδούς. Κατά συνέπεια, υπάρχει διαφορά δυναμικού μεταξύ των ηλεκτροδίων. (Bulling et.al., 2011) Υποθέτοντας ότι το δυναμικό ηρεμίας είναι σταθερό, το καταγεγραμμένο δυναμικό είναι ένα μέτρο της θέσης του οφθαλμού. Με άλλα λόγια το ΕΟΓ αποτελεί μία τεχνική για την μέτρηση των οφθαλμικών κινήσεων του εξεταζόμενου.

Υπάρχουν διάφορα πειραματικά παραδείγματα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάγνωση με βάση την παρακολούθηση των οφθαλμών. Το πρώτο και το πιο απλό βασίζεται στον εντοπισμό ενός σημείου στόχου. Οι ασθενείς θα πρέπει να εξετάζουν το σημείο στόχου που εμφανίζεται κάπου στο οπτικό τους πεδίο. Όταν το σημείο αλλάξει τη θέση του, οι ασθενείς πρέπει να το ακολουθήσουν με τα μάτια τους.

Το πιο βασικό πείραμα, το οποίο ονομάζεται έργο pro-saccadic, χρησιμοποιεί έναν μόνο στόχο που αλλάζει γρήγορα την τοποθεσία του - μεταπηδά σε άλλη τοποθεσία. Ο εγκέφαλος του ασθενούς χρειάζεται χρόνο για να αντιδράσει (συνήθως περίπου 100-200 ms) και να ωθήσει τα μάτια να αλλάξουν εστίαση. (Toki, Simou & Pange, 2019). Αυτή η χρονική περίοδος (που ονομάζεται «λανθάνουσα σακκαδική κατάσταση») μπορεί εύκολα να μετρηθεί (Darrien et al, 2001). Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου πειράματος είναι ενδιαφέροντα διότι τα νευρικά γεγονότα που καθορίζουν τη σακκαδική λανθάνουσα κατάσταση περιλαμβάνουν τόσο την οπτική επεξεργασία όσο και τη λήψη αποφάσεων (Pereira, 2014).

Σε δοκιμασίες anti-saccadic, ο εξεταζόμενος εστιάζει σε έναν στόχο που εμφανίζεται στη μέση της οθόνης. Όταν ένα νέο σημείο εμφανίζεται είτε δεξιά είτε αριστερά, ο στόχος του εξεταζόμενου είναι να κοιτάξει αμέσως προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό το έργο είναι δύσκολο, επειδή η φυσική συμπεριφορά του ανθρώπινου οφθαλμοκινητικού συστήματος ακολουθεί αντανακλαστικά το νέο σημείο με μια σακκαδική κίνηση (Pereira, 2014).

Ένα άλλο απλό πείραμα μελέτης της κίνησης των ματιών, είναι η παρακολούθηση αντικειμένων (“ομαλές καταδιώξεις”). Στόχος για τον εξεταζόμενο είναι να ακολουθήσει με τα μάτια ένα αντικείμενο που εμφανίζεται στην οθόνη του. Όταν το αντικείμενο κινείται αργά (λιγότερο από 100/ s), πρέπει να είναι ορατή η ομαλή κίνηση των ματιών (Johnson et al, 2016).

Στις εργασίες οπτικής αναζήτησης, ο εξεταζόμενος ψάχνει για ένα στοιχείο στόχο μεταξύ ενός συνόλου αντικειμένων και απαντά υποδεικνύοντας εάν υπάρχει ένας στόχος ή όχι. Η δυσκολία αναζήτησης ποικίλλει ανάλογα με τον αριθμό των περιστροφικών στοιχείων (Joseph et al, 2009). Οι στρατηγικές αναζήτησης δεν είναι τυχαίες και εξαρτώνται από τις ιδιότητες των αντικειμένων που παρουσιάζονται στην οθόνη και την προηγούμενη εμπειρία του ασθενούς με αυτή τη συγκεκριμένη κατάσταση (Hannula et al., 2010).

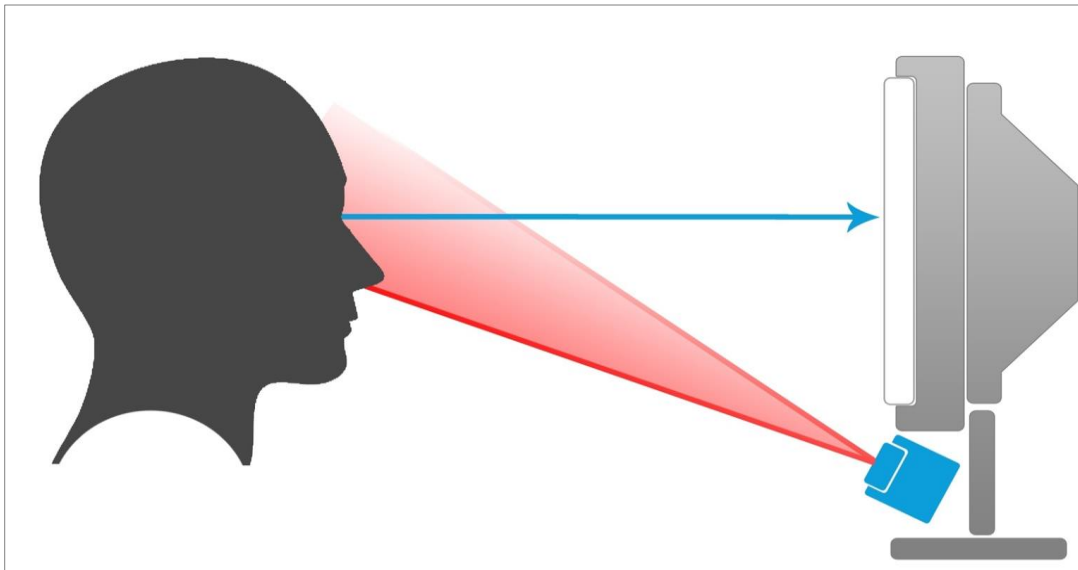
Τέλος, μία άλλη δοκιμασία, εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι παρατηρούν μια σκηνή χωρίς προηγούμενες οδηγίες. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της εξέτασης είναι ότι δεν χρειάζονται συγκεκριμένες οδηγίες προς τους συμμετέχοντες και, ως εκ τούτου, η παρατήρηση μπορεί να γίνει από πολύ μικρά παιδιά καθώς επίσης και από άτομα με σοβαρή αναπηρία και αδυναμία να ακολουθήσουν σύνθετες. Ένα ερέθισμα μπορεί να είναι ένα σύνολο στατικών εικόνων (Wang et al., 2015) ή ένα σύνολο κλιπ ταινιών (Tseng et al., 2013).

Πολλές μελέτες υποστηρίζουν ότι τα άτομα με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν διαφορετικά μοτίβα οφθαλμικών κινήσεων σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς ΔΕΠΥ. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι τα παιδιά με ΔΕΠΥ, παρουσιάζουν μεγαλύτερο χρόνο

αντίδρασης αναστολής, ευμετάβλητες αντιδράσεις και πιο αργές σακαδικές κινήσεις (οφθαλμικές μεταπηδήσεις) σε δοκιμασίες εντοπισμού του ερεθίσματος (Munoz, 2001). Επίσης, σε δοκιμασίες αναστολής κοιτάγματος, παρουσίαζαν μεγαλύτερη δυσκολία να αναστείλουν τις σακαδικές κινήσεις (Feifel & Faber, 2009). Οι Hommer και Castellanos, βρήκαν ότι τα παιδιά με ΔΕΠΥ δυσκολεύονται σε σημαντικό βαθμό στις δοκιμασίες εστίασης με διάρκεια, σε σχέση με τους συνομηλίκους τους και πρότειναν ότι οι οφθαλμικές κινήσεις θα μπορούσαν να παρέχουν αντικειμενικά κριτήρια στην διάγνωση της ΔΕΠΥ. Επίσης, οι Tseng et al. (2013) έδειξαν ότι οι κινήσεις των ματιών που καταγράφηκαν όταν οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν κινηματογραφικές ταινίες μπορεί να διαφοροποιήσουν τα παιδιά με ΔΕΠΥ και από τα παιδιά με διαταραχή διαγωγής. Οι Pishyareh et al, (2015), ανέφεραν ότι τα παιδιά με ΔΕΠΥ εστιάζουν για περισσότερη ώρα σε δυσάρεστες εικόνες, κάτι που πιθανώς συνδέεται με την δυσκολία των παιδιών αυτών να διαχειριστούν τα συναισθήματά τους. Οι ερευνητές κατέληξαν στην υπόθεση ότι η παρορμητικότητα των παιδιών με ΔΕΠΥ, μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της εξαιρετικά εστιασμένης προσοχής τους σε συναισθηματικά άγνωστες σκηνές.

Δοκιμασίες παρακολούθησης οφθαλμικών κινήσεων (Eye Tracking)

Ο ανιχνευτής ματιών (eye tracker), είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για την μέτρηση της θέσης και της κίνησης των ματιών. Τα τελευταία χρόνια, οι τεχνικές για τη συλλογή δεδομένων αυτού του είδους άλλαξαν σημαντικά. Ωστόσο, δεν υπάρχει μέχρι σήμερα κάποια εγκεκριμένη δοκιμασία που να χρησιμοποιεί παρόμοιες τεχνικές για την διάγνωση της ΔΕΠΥ. Ο τύπος που χρησιμοποιείται πιο συχνά για την αξιολόγηση της ΔΕΠΥ, είναι η οπτική ανίχνευση (optical tracking).



Εικόνα 1.2: Ανίχνευση κίνησης-θέσης οφθαλμών (eye tracking)

Μια κάμερα, τοποθετημένη απέναντι από τον εξεταζόμενο εστιάζει σε ένα ή και στα δύο μάτια και καταγράφει την κίνηση των ματιών καθώς ο εξεταζόμενος κοιτάζει κάποια στόχο όπως αναφέραμε προηγουμένως. Οι περισσότεροι σύγχρονοι ανιχνευτές ματιών, χρησιμοποιούν το κέντρο της κόρης και υπέρυθρη ακτινοβολία για να δημιουργήσουν αντανάκλασεις του κερατοειδούς. Χρησιμοποιούνται δύο γενικοί τύποι τεχνικών: φωτεινή κόρη και σκοτεινή κόρη. Η διαφορά τους βασίζεται στη θέση της πηγής του φωτός σε σχέση με την οπτική διαδρομή του βλέμματος. Εάν ο φωτισμός είναι ομοαξονικός σε σχέση με την οπτική διαδρομή, τότε το φως αντανάκλαται στον αμφιβληστροειδή με αποτέλεσμα η κόρη του οφθαλμού να φαίνεται φωτεινή. Εάν η πηγή φωτισμού είναι μετατοπισμένη από την οπτική διαδρομή, τότε η κόρη φαίνεται σκοτεινή επειδή η ανάκλαση από τον αμφιβληστροειδή κατευθύνεται μακριά από την κάμερα.

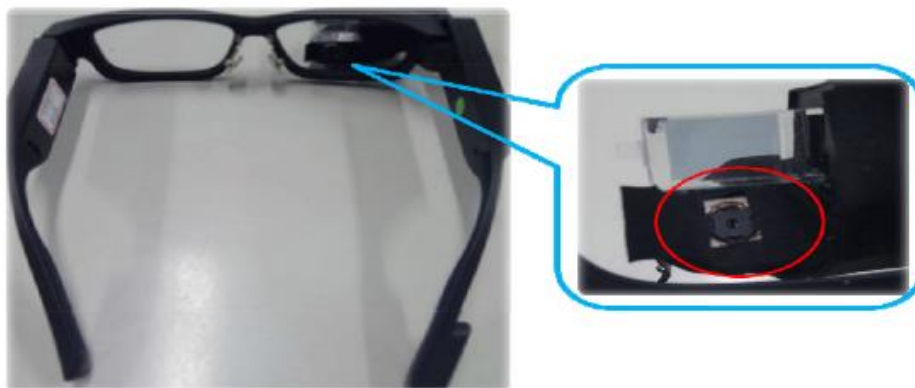


Εικόνα 1.3: Βασικές τεχνικές ανιχνευτή οφθαλμών

Το διάνυσμα από το κέντρο της κόρης έως την αντανάκλαση του κερατοειδούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της κίνησης ή την κατεύθυνση του βλέμματος. Μια απλή διαδικασία βαθμονόμησης (calibration) του εξεταζόμενου είναι συνήθως απαραίτητη πριν από τη χρήση του μηχανισμού παρακολούθησης ματιών.

Έξυπνα γυαλιά (Smart Glasses)

Οι Raynor, Sweet, Coe, από το Πανεπιστήμιο του Τενεσί, παρουσίασαν στο συνέδριο τεχνολογίας και επιστημών των ΗΠΑ, μία μελέτη τους σχετικά με την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου οργάνου μέτρησης για την αξιολόγηση της ΔΕΠΥ. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιούνται τα έξυπνα γυαλιά SiME της ChipSiP Technology Corp., όπου μια κάμερα προς τα έξω αντικατοπτρίζεται από μια κάμερα που βλέπει προς τα μέσα, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 2.6.



Εικόνα 1.4: Έξυπνα γυαλιά για την αξιολόγηση της ΔΕΠΥ

Η προς τα μέσα κάμερα έχει σταθερό μήκος εστίασης για να συλλάβει ολόκληρη την εικόνα του ματιού. Επιπλέον, είναι ενσωματωμένη μια αδρανειακή μονάδα μέτρησης (IMU) για να αποκτήσουν τρισδιάστατους προσανατολισμούς, επιταχύνσεις και γωνιακές ταχύτητες. Χρησιμοποιώντας αυτά τα έξυπνα γυαλιά, οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα όργανο εκτίμησης της προσοχής, του οποίου η μεθοδολογία μέτρησης βασίζεται στην κίνηση των ματιών και του κεφαλιού.

Τα έξυπνα γυαλιά θα μπορούν να κάνουν, (1) ανίχνευση κίνησης των ματιών, (2) εκτίμηση της θέσης/στάσης κεφαλής, και (3) αξιολόγηση της προσοχής με χρήση της μηχανικής μάθησης. Κατ' αρχάς, συλλαμβάνονται οι εικόνες των ματιών από την προς τα μέσα κάμερα και τα σήματα από την αδρανειακή μονάδα μέτρησης. Η ίριδα στις εικόνες των ματιών βρίσκεται και παρακολουθείται για να γνωρίζει η μονάδα τις συμπεριφορές κίνησης τους. Τα σήματα αναλύονται για να παράγουν χαρακτηριστικά της θέσης και στάσης του κεφαλιού. Τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την κίνηση των ματιών και την κεφαλή επιλέγονται και αναλύονται από τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης GA-SVM. Τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά αναγνωρίζονται περαιτέρω χρησιμοποιώντας το εκπαιδευμένο SVM για τον εντοπισμό της προσοχής ή της μη προσοχής.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων αποκαλύπτουν ότι το προτεινόμενο όργανο εκτίμησης της προσοχής, μπορεί να επιτύχει ακρίβεια 93,1% στην διάγνωση ΔΕΠΥ. Ως

εκ τούτου, το προτεινόμενο σύστημα ενσωματωμένο σε έξυπνα γυαλιά δίνει την δυνατότητα κίνησης των χρηστών στο καθημερινό περιβάλλον, είναι βολικά και αρκετά ακριβή στις μετρήσεις για την αξιολόγηση της προσοχής κατά την ανάγνωση αλλά και για την ιατρική εκτίμηση των συμπτωμάτων.

1.2.2 Τεχνολογίες αισθητήρων ανίχνευσης σωματικής κίνησης

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, η ΔΕΠΥ συνιστά μία διαταραχή με μεγάλη ετερογένεια. Αυτό, καθιστά την αξιολόγησή της απαιτητική, καθώς η διάγνωσή της βασίζεται σε συμπεριφορικά συμπτώματα, τα οποία ως επί τω πλείστων λαμβάνονται μέσω υποκειμενικών μεθόδων (παρατήρηση, συνέντευξη κτλ). Τα συμπτώματα όμως της ΔΕΠΥ, δυσκολεύουν την ακριβή καταγραφή των συμπεριφορών σε ερωτηματολόγιο, καθιστώντας ακόμα πιο πιθανό να μην παρέχουν αξιόπιστες και έγκυρες πληροφορίες (Lauth, 2006). Η πρόοδος της τεχνολογίας άνοιξε τον δρόμο της αντικειμενικής αξιολόγησης, όπως είδαμε μέχρι τώρα. Ωστόσο, οι δοκιμασίες αυτές συναντούν σημαντικούς περιορισμούς. Αρχικά, αγνοούν την ανάγκη αξιολόγησης των παιδιών σε διαφορετικά περιβάλλοντα, και περιορίζονται σε κλινικούς χώρους (Jordano et al, 2009). Επίσης, έχει αναφερθεί, ότι τα αποτελέσματά ανάλογων δοκιμασιών, μπορεί να είναι αλλοιωμένα, λόγω της επιφορτισμένης συναισθηματικής κατάστασης των παιδιών κατά την διάρκεια της αξιολόγησης (Ricci, et al, 2018).

Η εκτίμηση της κίνησης με τη βοήθεια αδρανειακών αισθητήρων (inerted sensors), έχει κερδίσει δημοτικότητα στην έρευνα και στην καθημερινή ζωή τα τελευταία χρόνια. Το επιταχυνσιόμετρο (accelormeter) και το βηματόμετρο (pedometer) χρησιμοποιήθηκαν συστηματικά στην έρευνα της ΔΕΠΥ (Li et al, 2016). Το επιταχυνσιόμετρο χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό τόσο της στατικής επιτάχυνσης (όπως είναι η βαρύτητα) όσο και της δυναμικής επιτάχυνσης (όπως ένα απότομο

ξεκίνημα/σταμάτημα). Μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές του είναι ο εντοπισμός κλίσης (tilt-sensing). Το βηματόμετρο περιλαμβάνει ένα μηχανικό αισθητήρα που ανιχνεύει την κίνηση των χεριών ή/και των ποδιών ενός ατόμου και ένα λογισμικό για την μέτρηση των βημάτων του (Shahi, et al, 2016). Καθώς οι αισθητήρες αυτοί συρρικνώθηκαν σε μέγεθος και απέκτησαν μεγαλύτερες μπαταρίες, χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην έρευνα της κίνησης του σώματος παιδιών, εφήβων και ενηλίκων με ή χωρίς ΔΕΠΥ (Klados k.a., 2013). Τα επιταχυνσιόμετρα και τα βηματόμετρα είναι χρήσιμα για την εκτίμησή της συνήθους δραστηριότητας στην καθημερινή ζωή, που είναι δύσκολο να ληφθεί από ερωτηματολόγια, επειδή διαφεύγουν της συνειδητής προσοχής μας (Troiano, 2007).



Εικόνα 1.5: Αδρανειακοί αισθητήρες άνω και κάτω άκρων

Ωστόσο, υπάρχουν και μειονεκτήματα των επιταχυνσιόμετρων και των βηματόμετρων: Οι περισσότερες συσκευές δεν είναι αδιάβροχες, οπότε εξαιρούν δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο νερό (π.χ. κολύμβηση) (Hotham, 2018). Επίσης, το μεγαλύτερο μέρος της ανθρώπινης δραστηριότητας περιλαμβάνει την κίνηση των άνω ή κάτω άκρων. Συνεπώς οι αδρανειακοί αισθητήρες τοποθετούνται στα άκρα προκειμένου να εκτιμήσουν την κίνηση του ατόμου (Braito et al, 2018). Όμως, δεν έχουν την δυνατότητα να εκτιμήσουν την κίνηση του ατόμου αν φορεθούν σε οποιοδήποτε

μέρος του σώματος όπως για παράδειγμα η κωπηλασία ή η ποδηλασία με ένα επιταχυνσιόμετρο που φοριέται στο ισχίο (Munoz et al, 2018).

Η πρόοδος της μικροηλεκτρονικής στο πεδίο των αισθητήρων άνοιξε τον δρόμο για ακόμα πιο αντικειμενικές και αξιόπιστες μετρήσεις, όχι μόνο σε εργαστηριακούς χώρους, αλλά και στο καθημερινό περιβάλλον των παιδιών. Αναφερόμαστε στους αδρανειακές μονάδες μέτρησης (Inertial Measurement Unit - IMU), που μπορούν να φορεθούν, για αρκετή ώρα και οι οποίοι δίνουν αποτελέσματα για την κίνηση του σώματος των παιδιών (Yim, 2019). Η ανάπτυξη των αδρανειακών αισθητήρων μέτρησης επικεντρώνεται στην τεχνολογία MEMS (Microelectromechanical Systems). Οι αισθητήρες MEMS είναι μικροί, ελαφριοί και παρουσιάζουν καλύτερη ανοχή σε κρούσεις. Οι αδρανειακές μονάδες μέτρησης (IMU) είναι δυναμικοί αισθητήρες μεγάλης ευαισθησίας, που χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπια, για να υπολογίσουν την μεταβολή της θέσης στον χώρο (Kam, 2011). Το γυροσκόπιο μετρά την γωνιακή ταχύτητα, δηλαδή πόσο γρήγορα περιστρέφεται ένα αντικείμενο γύρω από ένα άξονα. Αν θέλουμε να καταγράψουμε την περιστροφή ενός αντικείμενου σε κίνηση, το επιταχυνσιόμετρο μπορεί να μη μας δώσει αρκετή πληροφορία για το πώς ακριβώς είναι προσανατολισμένο το αντικείμενο. Αντίθετα με τα επιταχυνσιόμετρα, τα γυροσκόπια δεν επηρεάζονται από την ταχύτητα και έτσι αποτελούν τέλει συμπλήρωμα το ένα για το άλλο (Jiang, 2015).

Η χρήση των συσκευών αυτών μπορούν να προσφέρουν αναλυτικές πληροφορίες για την κίνηση του σώματος. Αυτό επιτρέπει όχι μόνο τη μέτρηση του μεγέθους της δραστηριότητας αλλά και την εκτίμηση των πιο ποιοτικών διαφορών της κίνησης. Αυτές οι διαφορές μπορούν να ανιχνεύσουν την κίνηση σε μικρούς χρόνους (Troiano & Dodd, 2009). Για παράδειγμα είναι δυνατόν να διακρίνουν διαφορετικά είδη κίνησης, αναλύοντας τα δεδομένα από τα επιταχυνσιόμετρα. (Kühnhausen & Dirk, 2013) Αυτή η ανάλυση είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με την χρήση των SVM (Support Vector Machine). Τα SVM είναι λογισμικά μηχανικής μάθησης που επιτρέπουν

την ταξινόμηση των δεδομένων σε διάφορες κατηγορίες. Επομένως, είναι ίσως κατάλληλα για την διάκριση των τριών υποτύπων της ΔΕΠΥ (Gawrilow, 2014).

Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει στατιστικά σημαντικές διαφορές στον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά με ΔΕΠΥ και τα παιδιά χωρίς ΔΕΠΥ κινούνται, σύμφωνα με τα δεδομένα που λαμβάνονται από αισθητήρες που φοριούνται στο σώμα. Οι ερευνητές αναφέρουν πως οι διαφορές αυτές αφορούν διαφορετικά μέρη του σώματος (Jiang & Yin, 2015). Τόσο τα κυρίαρχα όσο και τα μη κυρίαρχα άκρα έχουν χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή δεδομένων επιτάχυνσης. Επιπλέον, προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι, τα αποτελέσματα των δεδομένων επιτάχυνσης που λαμβάνονται από προκαθορισμένες και ελεγχόμενες δραστηριότητες, παιδιών με ΔΕΠΥ και των τυπικών παιδιών, συνήθως μπορούν να ταξινομηθούν αυτόματα με σχετικά υψηλή ακρίβεια (Jordano & Tores, 2009).

Ο Shemmassian με τους συνεργάτες του (2012), προσπάθησε να αναπτύξει μία αντικειμενική μέτρηση που θα βοηθούσε στη διάγνωση της ΔΕΠΥ. Προσπάθησαν να το πετύχουν, χαρακτηρίζοντας τις κινήσεις κάθε ομάδας με βάση ένα σύνολο χαρακτηριστικών και στη συνέχεια ποσοτικοποιώντας αυτά τα χαρακτηριστικά για να ταξινομήσει κάθε άτομο σε πιθανές ομάδες με ΔΕΠΥ και τυπικές ομάδες.

Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι τα λεπτομερή δεδομένα από τους αδρανειακούς αισθητήρες μέτρησης, θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για δύο λόγους. Πρώτον, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ακριβή αναγνώριση των παιδιών με ΔΕΠΥ με σχετικά μικρή προσπάθεια, τόσο από άποψη χρόνου όσο και από άποψη χρημάτων. Δεύτερον, τα χαρακτηριστικά των δεδομένων αυτών των αισθητήρων, τα οποία φαίνεται να είναι χρήσιμα για τη διάκριση των συμμετεχόντων σε άτομα με και χωρίς ΔΕΠΥ, θα μπορούσαν να αναλυθούν περαιτέρω. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούσαν να ληφθούν νέα στοιχεία για τη φύση της ΔΕΠΥ και της υπερικινητικότητας.

Τέλος, η Lee και συνεργάτες παρουσίασαν σε συνέδριο (2017) μία πολυπαραγοντική προσπάθεια εκτίμησης των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ. Οι ερευνητές συνδυάζουν την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας με σύστημα ανίχνευσης

οφθαλμικών κινήσεων (οθόνη κεφαλής head mounted), αισθητήρες IMU στα άνω και κάτω άκρα και ΗΕΓ για να εκτιμήσουν και να αξιολογήσουν παιδιά με ΔΕΠΥ και να συλλέξουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να αξιοποιηθεί από μετέπειτα μελέτες σε βαθύτερο επίπεδο. Σχεδιάστηκε εικονική τάξη με πίνακα, δάσκαλο, συμμαθητές, προτζέκτορα και διασπαστές. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές δοκιμασίες συνεχούς απόδοσης (οπτική, ακουστική και ταξινόμηση καρτών). Οι ερευνητές ανέφεραν ότι μελλοντικά θα μπορούμε, όχι μόνο να αξιολογήσουμε τα παιδιά με ΔΕΠΥ, αλλά επίσης να συλλέξουμε σημαντικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά της διαταραχής ώστε μέσω προγραμμάτων μηχανικής μάθησης να επιτευχθεί τόσο η ακριβέστερη διάγνωση, όσο και η πιο στοχευμένη θεραπεία.

Δοκιμασίες Συνεχούς Απόδοσης (Continuous Performance Test - CPT)

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι τέσσερις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες CPT είναι το Conners Continuous Performance Test (CPT-3; Conners, 2015) , το Test of Variables of Attention (TOVA), το Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test IVA + Plus και το GDS. Αυτές οι δοκιμασίες, εκτός από το GDS, χορηγούνται από τον κλινικό με την βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού προγράμματος, εγκατεστημένου στον υπολογιστή. Από την άλλη, η κινητική δραστηριότητα αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των παιδιών με ΔΕΠΥ. Η αντικειμενική εκτίμησή της μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη διάγνωση της ΔΕΠΥ προσφέροντας πληροφορίες σημαντικής προγνωστικής αξίας. Επιπλέον, η υπερκινητικότητα φαίνεται να είναι το μοναδικό εμπειρικά τεκμηριωμένο σύμπτωμα που διακρίνει με μοναδικό τρόπο τα παιδιά που διαγιγνώσκονται με ΔΕΠΥ από εκείνα που διαγιγνώσκονται με άλλες παιδικές διαταραχές.

Προκειμένου να αυξηθεί η διαγνωστική ακρίβεια των CPT, ενσωματώθηκαν τεχνολογίες συλλογής επιπλέον πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, πολλές δοκιμασίες

CPT χρησιμοποιούν τεχνολογίες αισθητήρων που ανιχνεύουν τις σωματικές κινήσεις του εξεταζόμενου, κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας. Οι ανιχνευτές είναι δυνατό να τοποθετηθούν στο κεφάλι, στους καρπούς, στην μέση ή στους αστράγαλους του εξεταζόμενου, παρακολουθώντας με αυτόν τον τρόπο το μοτίβο των κινήσεών του. Μια κοινή προσέγγιση συνίσταται στη χρήση συσκευών που χρησιμοποιούν γυροσκόπιο ή/και επιταχυνσιόμετρο (ακτιγράφους και IMUs-Inertial Measurement Unit Αδρανειακές Μονάδες Μέτρησης).

Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την αντικειμενική μέτρηση του επιπέδου κινητικότητας, έχουν δείξει μία γενετική βάση για την υπερκινητική συμπεριφορά. (Berrigan et.al, 2009; Ziereiset. al., 2015) Άλλες μελέτες, έχουν δείξει ότι οι μεταβλητές υπερκινητικότητας που έχουν οριστεί για την δημιουργία διαγνωστικών τεστ, είναι διαχρονικά σταθερές καθιστώντας τες ιδανικές για την εξακρίβωση της διάγνωσης της ΔΕΠΥ και των υποτύπων της. (Polcari et.al., 2008; Rief&Christansen, 2009)

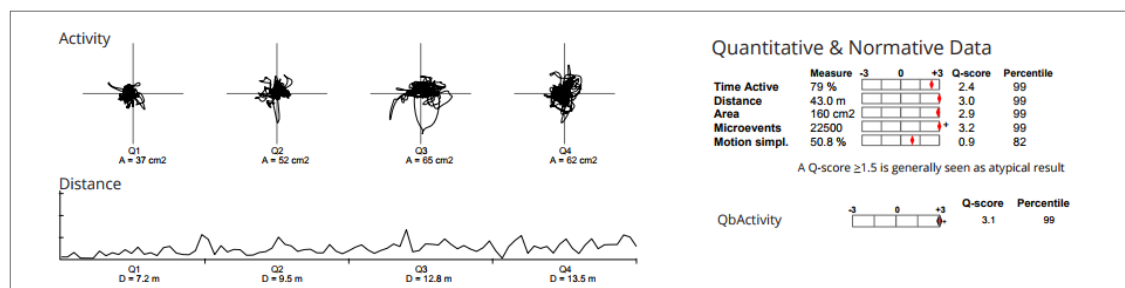


Εικόνα 1.6: Δοκιμασία Συνεχούς Απόδοσης με ταυτόχρονη ανίχνευση κινήσεων κεφαλής.

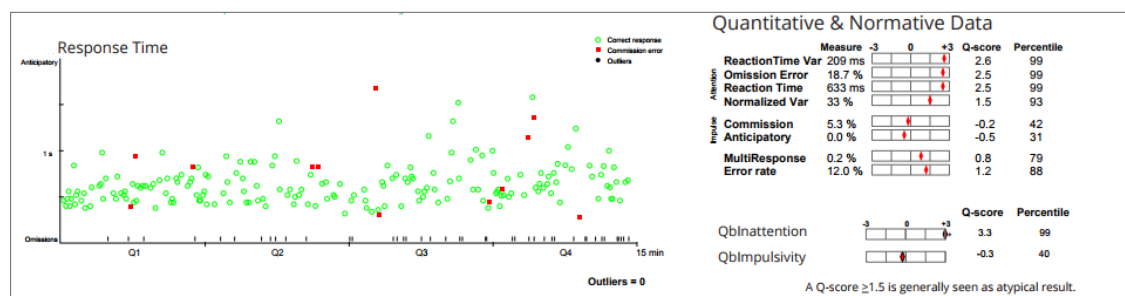
Qb Test: Εγκεκριμένο από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Φαρμάκων (2014). Μη επεμβατική δοκιμασία η οποία προσφέρει ποσοτικές μετρήσεις της ικανότητας του ατόμου να διατηρεί την προσοχή και να αναστέλλει τη συμπεριφορά του. Παρέχει μία ακριβή μέτρηση της ικανότητας του ατόμου να διατηρεί την προσοχή, να αναστέλλει

την συμπεριφορά του και να διατηρεί σωματική ηρεμία (μεταβλητές ΔΕΠΥ). Θεμελιώδες χαρακτηριστικό της δοκιμασίας αποτελεί η παράλληλη καταγραφή της κίνησης του κεφαλιού του εξεταζόμενου σε πραγματικό χρόνο με υπέρυθρη κάμερα. Το τεστ, πέρα από τις μετρήσεις των πιο πάνω μεταβλητών, προσφέρει και μετρήσεις κίνησης.

Η δοκιμασία είναι χωρισμένη σε 4 έργα δράσης / μη-δράσης και διαρκεί περίπου 15 – 20 λεπτά. Ο εξεταζόμενος, κατά την διάρκεια της δοκιμασίας, φοράει στο κεφάλι του ειδική ζώνη, στην οποία είναι ενσωματωμένος ένας ανακλαστικός δείκτης κίνησης. Η υπέρυθρη κάμερα ανιχνεύει την απόσταση και την περιοχή κίνησης του δείκτη. Επίσης, η ευαισθησία της κάμερας επιτρέπει την καταγραφή μικροκινήσεων. Τα αποτελέσματα εξάγονται μετά το πέρας της δοκιμασίας.



Εικόνα 2.3.: Αποτελέσματα κίνησης κεφαλής (Qb Test)



Εικόνα 2.4.: Αποτελέσματα μεταβλητών ΔΕΠΥ

Στις παραπάνω εικόνες φαίνονται τα αποτελέσματα του Qb Test, ενός αγοριού 6 χρονών. Στην εικόνα 3, παρατηρούμε ότι στην πρώτη δοκιμασία (Q1), η περιοχή

κίνησης του κεφαλιού είναι μικρή και η απόσταση από τον αισθητήρα σχετικά σταθερή. Ωστόσο, καθώς η διαδικασία της εξέτασης προχωράει, παρατηρείται αύξηση της κινητικής δραστηριότητας, παίρνοντας τις μεγαλύτερες τιμές κατά την διάρκεια της τρίτης δοκιμασίας (Q3) Επίσης, στην εικόνα 4 φαίνονται οι μετρήσεις για τις μεταβλητές της ΔΕΠΥ. Στην πρώτη δοκιμασία ο χρόνος αντίδρασης είναι σταθερά καλός και δεν παρατηρείται καμία λάθος αντίδραση. Ωστόσο, καθώς η διαδικασία της εξέτασης προχωράει, παρατηρούνται και εδώ διαφοροποιήσεις. Ο χρόνος αντίδρασης αυξάνει σημαντικά και σημειώνονται λάθη.

Σύμφωνα με τον Αμερικάνικο Οργανισμό Φαρμάκων, το Qb Test παρέχει στον κλινικό αντικειμενικές μετρήσεις για την υπερκινητικότητα, προσοχή και την παρόρμηση προκειμένου να ενισχύσει την κλινική αξιολόγηση της ΔΕΠΥ και να βοηθήσει την επιλογή κατάλληλης θεραπείας. Τα αποτελέσματα του Qb Test από μόνα τους δεν είναι ικανά να διαγνώσουν την διαταραχή. Εφτά δημοσιευμένες μελέτες που αξιολόγησαν το Qb Test, βρήκαν σταθερότητα στα αποτελέσματά του και ακρίβεια στις μετρήσεις των μεταβλητών σύμφωνα με το DSM – IV. Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα δύο ερευνών (Schmidt, 2014· Rief, 2015), υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι η συγκεκριμένη δοκιμασία θα μπορούσε να προβλέψει τον υποτύπο της διαταραχής. Περισσότερες και μεγαλύτερες έρευνες είναι απαραίτητες προκειμένου να καταλήξουμε σε ανάλογα συμπεράσματα.

Aula Nesplora: είναι μια δοκιμασία συνεχούς απόδοσης που πραγματοποιείται σε ένα εικονικό σενάριο, πολύ παρόμοιο με μια σχολική τάξη. (Areces et. al., 2012) Κατά τη διάρκεια των 20 λεπτών, το παιδί βρίσκεται σε ένα εικονικό περιβάλλον, το οποίο παρουσιάζεται μέσω μιας οθόνης τοποθετημένης στο κεφάλι με αισθητήρες κίνησης και ακουστικά και διακόπτη με ένα κουμπί.



Εικόνα 2.5: Τα

μέρη του Aula Nesplora

Το παιδί κάθεται σε ένα από τα γραφεία, βλέποντας τον πίνακα, όπου εμφανίζονται τα ερεθίσματα, τόσο σε οπτική όσο και ακουστική βάση και ταυτόχρονα εμφανίζονται σταδιακά οι τυχαιοποιημένοι διασπαστές που προσομοιάζουν τις συνθήκες της τάξης. Η δοκιμασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο είναι μία δοκιμασία “πράξε” (πάτα το κουμπί όταν δεν έχεις ερέθισμα) και η δεύτερη “μη πράξεις” (μη πατήσεις το κουμπί όταν υπάρχει το ερέθισμα). (Díaz et.al, 2013)



Εικόνα 2.6: Η διαγνωστική δοκιμασία του Aula Nesplora

Το Aula Nesplora προσφέρει πληροφορίες, οι οποίες είναι πολύ χρήσιμες για τις οδηγίες παρέμβασης, δεδομένου ότι παρέχουν μετρήσεις προσοχής τόσο από τα αισθητήρια κανάλια (οπτικά και ακουστικά), όσο και από τον τύπο της εργασίας (πράξε

– μη πράξεις) και την παρουσία ή την απουσία διασπαστών. (Climent et. al., 2014) Επιπλέον, η δοκιμασία παρέχει έναν αξιόπιστο δείκτη της κινητικής δραστηριότητας κατά την εκτέλεση των έργων. (Diaz et.al, 2013) Αυτές οι πληροφορίες είναι σημαντικές για τον προσδιορισμό της σοβαρότητας της ADHD, αλλά και για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τον τύπο της παρέμβασης από την οποία μπορεί να ωφεληθεί το παιδί περαιτέρω. Για παράδειγμα, με τη χρήση μιας έκθεσης Aula Nesplora, ο θεραπευτής είναι πλέον σε θέση να προσδιορίσει εάν ο συμμετέχων μπορεί να συγκεντρωθεί καλύτερα όταν οι πληροφορίες παρουσιάζονται από το οπτικό ή το ακουστικό κανάλι.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του Aula Nesplora, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η δοκιμασία Aula Nesplora δεν είναι μόνο χρήσιμη για τη διαφοροποίηση μεταξύ συμπτωματολογίας ΔΕΠΥ και μη-ΔΕΠΥ (Iriarte et.al, 2012), αλλά είναι επίσης χρήσιμη για τη διάκριση των υποτύπων της ΔΕΠΥ. (Areces et. al., 2012) Μια μελέτη (Negut, 2011) διαπίστωσε ότι οι πολλές πρόσθετες μεταβλητές που παρείχε ο Aula Nesplora κατέστησαν δυνατή τη διάκριση κυρίως παρορμητικού/ υπερκινητικού και μικτού τύπου ΔΕΠΥ από δεδομένα της ομάδας ελέγχου, ενώ ταυτόχρονα ανιχνεύτηκαν οι διαφορές μεταξύ του παρορμητικού/ υπερκινητικού τύπου και τύπου ελλειμματικής προσοχής. Ωστόσο, οι διαφορές μεταξύ του μικτού τύπου και ελλειμματικής προσοχής, εντοπίστηκαν μόνο όταν εξετάστηκαν τα αποτελέσματα των δοκιμασιών του Aula Nesplora που αφορούσαν το ακουστικό κανάλι.

1.2.4 Σκοπός της μεταπτυχιακής εργασίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η ΔΕΠΥ είναι μία νευροαναπτυξιακή διαταραχή που αφορά μεγάλο κομμάτι, όχι μόνο του παιδικού πληθυσμού αλλά και του ενήλικου. Τα συμπτώματα της διαταραχής παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια τόσο ως προς την ηλικία, όσο και ως προς τον τύπο και την σοβαρότητα. Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση και η διάγνωσή της συνιστά πολύπλευρη προσέγγιση και στηρίζεται ως επί τω πλείστον σε

υποκειμενικές μετρήσεις και στην οξυδέρκεια του κλινικού. Αυτό πολλές φορές οδηγεί σε υποδιάγνωση της διαταραχής, με αποτέλεσμα κάποια παιδιά να στερούνται τη θεραπεία.

Τα τελευταία χρόνια, η πρόοδος της τεχνολογίας έχει ανοίξει το δρόμο για αντικειμενικές μετρήσεις στην διάγνωση της ΔΕΠΥ. Ωστόσο, μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει κάποια μέτρηση η οποία να μπορεί από μόνη της να διακρίνει τα συμπτώματα της ΔΕΠΥ, ή έστω να μειώνει τον χρόνο της συμβατικής αξιολόγησης.

Η ένταξη των τεχνολογιών αισθητήρων στην διάγνωση της ΔΕΠΥ, φαίνεται ότι προσανατολίζεται σε αυτή την κατεύθυνση. Τα τελευταία χρόνια η χρήση των τεχνολογιών αισθητήρων φαίνεται ότι έχει αυξηθεί στον τομέα της υγείας, τόσο σε επίπεδο διάγνωσης όσο και θεραπείας.

Για όλους του παραπάνω λόγους, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εκτιμήσει βάσει τεκμηριωμένων στοιχείων το επίπεδο της σύγχρονης τεχνολογίας αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ.

2. ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

2.1 Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος

Το πρώτο βήμα για την εκτέλεση της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης αποτέλεσε η σαφής διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος (πρωτεύον ερώτημα) που με τη σειρά του θα εξετάζει την πιθανή ή εκτιμώμενη σχέση μεταξύ της μελετώμενης μεταβλητής (τεχνολογίες αισθητήρων) και της συχνότητας εμφάνισης μίας έκβασης (διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ) (Booth, Papaioannou and Sutton, 2012). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διατύπωση και ενός δεύτερου περισσότερο εξειδικευμένου ερωτήματος, καθίσταται αναγκαία συνθήκη για την περαιτέρω αξιολόγηση, επεξεργασία ή εμβάθυνση των δεδομένων που συλλέγονται από το πρωτεύον ερώτημα (Κυριαζή, 2002). Πιο συγκεκριμένα, και για την εκπόνηση αυτής της μελέτης, τα επιστημονικά ερωτήματα που θα διαμορφώσουν και θα ορίσουν το ερευνητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο θα κινηθεί η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι οι παρακάτω:

Πρωτεύον επιστημονικό ερώτημα

«Ποιες είναι οι σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ;»

Δευτερεύον επιστημονικό ερώτημα

«Οι σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων να διαγνώσουν αξιόπιστα παιδιά με ΔΕΠΥ.»

Συνεπώς η ύπαρξη σαφώς διατυπωμένων επιστημονικών ερωτήσεων εξασφαλίζει το σχεδιασμό ενός κατάλληλου ερευνητικού πρωτοκόλλου ανασκόπησης του οποίου η αυστηρή εφαρμογή θα ορίσει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία αλλά και την ακρίβεια του τρόπου μέτρησης της μελετώμενης μεταβλητής (σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ) αλλά και της έκβασης (επιτυχία και

αξιοπιστία των σύγχρονων τεχνολογιών αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ).

2.2 Στρατηγική αναζήτησης

Η στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε για την διερεύνηση της βιβλιογραφίας περιελάμβανε:

- αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων των μελετών
- ανάγνωση των τίτλων ή/και των περιλήψεων των μελετών
- ανάγνωση και μελέτη του σώματος των μελετών
- επιλογή των μελετών για την δημιουργία δείγματος της συστηματικής ανασκόπησης
- εκτίμηση των μελετών και σύνθεσή τους προκειμένου να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με τον σκοπό της έρευνας.

Η ανάσυρση και αναζήτηση των μελετών έγινε 15 – 26 Φεβρουαρίου 2019 από τις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων:

1. Science Direct
2. Pub Med

Λόγω της ποικιλίας και της ετερογένειας των διάφορων διαγνωστικών προσεγγίσεων της διαταραχής, οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας ήταν γενικές. Επιλέξαμε αυτή τη στρατηγική, αν και

περισσότερο χρονοβόρα, προκειμένου να εξασφαλίσουμε μεγαλύτερο δείγμα. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε με χρονικό περιορισμό από 2013 έως 2019 και με τις ακόλουθες λέξεις κλειδιά:

- objective diagnosis ADHD or
- objective assesement ADHD

2.3 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού μελετών

Κριτήρια ένταξης

- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα πρέπει τα αντίστοιχα συμπεράσματα και ευρήματα να προέρχονται από επιστημονικώς αποδεκτή και ορθή μεθοδολογική προσέγγιση και σχεδιασμό.
- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα πρέπει τα αντίστοιχα συμπεράσματα και ευρήματα να είναι σχετικά και να απαντούν τις προαναφερθείσες επιστημονικές υποθέσεις.
- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα πρέπει να παρέχει τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων προς εκτίμηση.
- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα πρέπει να είναι δημοσιευμένη στην αγγλική γλώσσα.
- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη ανασκόπηση βιβλιογραφία βιβλιογραφίας θα πρέπει να είναι διαθέσιμη ως πλήρες κείμενο και όχι μόνο σαν σύνοψη (abstract). Αυτό το κριτήριο εξασφαλίζει ότι η μεθοδολογία, η πιθανή στατιστική ανάλυση, το μέγεθος δείγματος, κλπ. θα είναι σωστά και εναρμονισμένα με τη λίστα ελέγχου PRISMA.
- Για να συμπεριληφθεί μία μελέτη στη συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα πρέπει να είναι δημοσιευμένη μετά το 2013 (τα τελευταία 5 χρόνια). Αυτό το

κριτήριο εξασφαλίζει ότι η συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας θα περιέχει άρθρα και μελέτες που είναι πλήρως ενημερωμένες με τις σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ και δεν θα περιέχουν ευρήματα που είναι είτε ανακριβή είτε παρωχημένα.

Κριτήρια αποκλεισμού

- Μελέτες που δεν ικανοποιούν όλα τα προαναφερθέντα κριτήρια ένταξης.
- Μελέτες που εστιάζουν σε διαταραχές διαφορετικές από την ΔΕΠΥ δεν θα συμπεριληφθούν στη συστηματική βιβλιογραφία βιβλιογραφίας.
- Μελέτες που εξετάζουν την εφαρμογή και αξιοπιστία σύγχρονων τεχνολογιών αισθητήρων σε ενήλικες δεν θα συμπεριληφθούν στη συστηματική ανασκόπηση.
- Μελέτες που εξετάζουν τεχνικές θεραπείας της ΔΕΠΥ δεν θα συμπεριληφθούν στη συστηματική βιβλιογραφία βιβλιογραφίας.
- Μελέτες που εστιάζουν στη διάγνωση της ΔΕΠΥ χωρίς τη χρήση αισθητήρων δεν θα συμπεριληφθούν στη συστηματική βιβλιογραφία βιβλιογραφίας.

2.3 Αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων

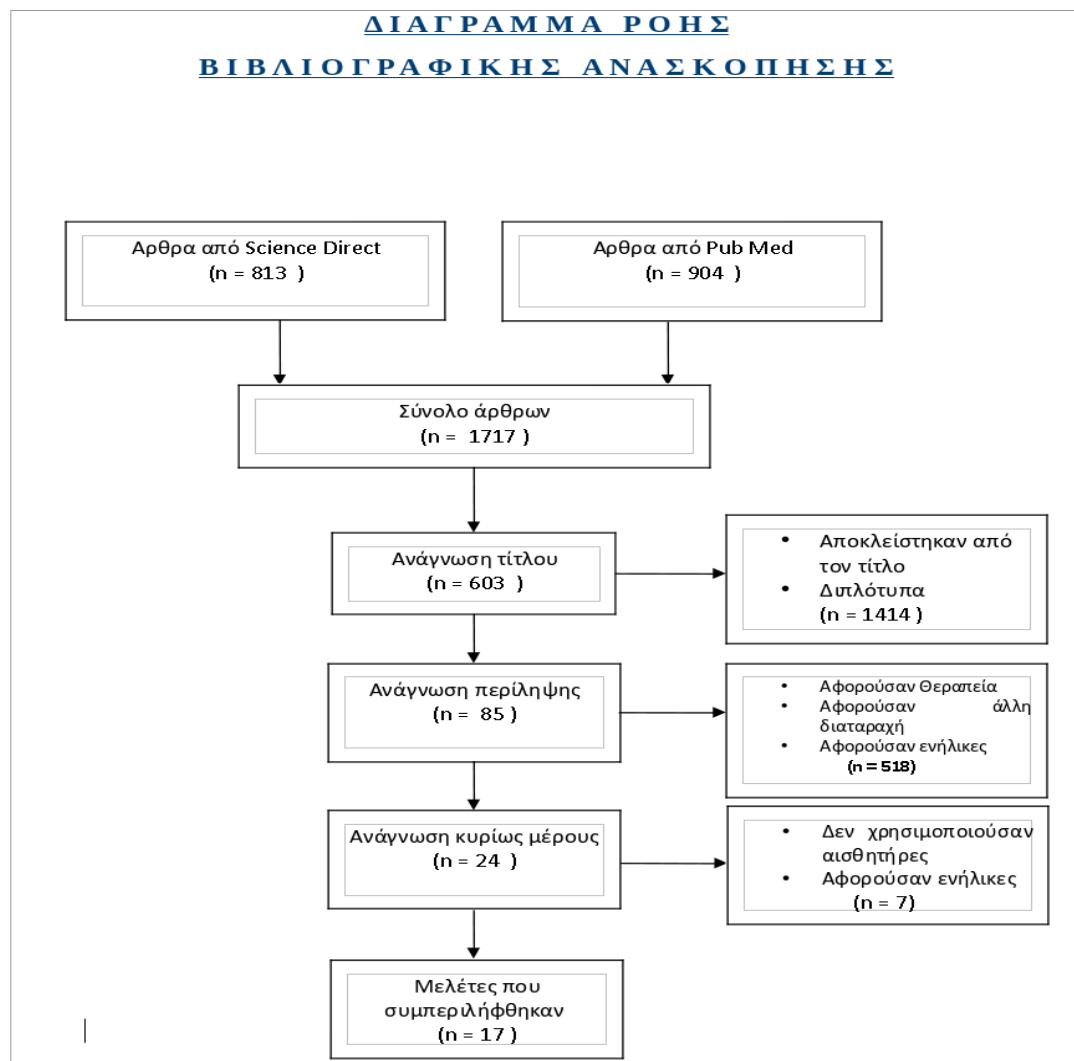
Όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα ροής σύνθεσης της συστηματικής αυτής έρευνας, η αρχική αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων απέδωσε 1717 άρθρα, ο αριθμός των οποίων μειώθηκε στα 603 έπειτα από την ανάγνωση του τίτλου και στη συνέχεια στα 85 έπειτα από την ανάγνωση της περίληψης των. Οι λόγοι που μας οδήγησαν να αποκλείσουμε αυτά τα άρθρα ήταν γιατί αφορούσαν θεραπεία και όχι διάγνωση της ΔΕΠΥ αλλά και γιατί ορισμένα εστίαζαν σε άλλη διαταραχή και όχι στη ΔΕΠΥ. Από τα 85 υπολειπόμενα άρθρα, τα 61 αποκλείστηκαν καθώς δεν εναρμονίζονταν με τα κριτήρια ένταξης και δει είτε μελετούσαν τη διάγνωση ΔΕΠΥ σε ενήλικες είτε γιατί

εφάρμοζαν μεθόδους για τη διάγνωση ΔΕΠΥ μέσω CPT χωρίς παράλληλη χρήση αισθητήρων. Τελικώς, έγινε επιλογή 17 μελετών για την εξαγωγή αποτελεσμάτων της παρούσας ανασκόπησης των οποίων τα κύρια χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Τα άρθρα που συγκεντρώθηκαν για πλήρη μελέτη, από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων, ήταν 24. Από αυτά, τα 4 αφορούσαν διάγνωση μέσω CPT χωρίς παράλληλη χρήση αισθητήρων και τα υπόλοιπα 3 αφορούσαν ενήλικο πληθυσμό.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βρέθηκαν και μελετήθηκαν 17 επιστημονικά άρθρα με τη παραπάνω συστηματική ανασκόπηση. Συνοπτικός πίνακας παρουσίασης των μελετών, παρατίθεται παρακάτω. Ο πίνακας δημιουργήθηκε βάσει των δημογραφικών χαρακτηριστικών, της τεχνολογίας που χρησιμοποιούσε, τον σκοπό και τα αποτελέσματα κάθε μελέτης.

Εικόνα 2.1: Διάγραμμα ροής (Prisma) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, The PRISMA Group, 2009).



Πίνακας 3.1.: Άρθρα με αισθητήρες στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

A/A	Πηγή	Συμμετέχοντες	Αξιολόγηση για ένταξη	Διαγνωστική μέθοδος προς έρευνα	Σκοπός	Αποτελέσματα
1	Tye, C., et. al. 2013	Μόνο αγόρια. ηλ:8-13 ΔΕΠΥ n=18 ΔΑΦn=19, ΔΕΠΥ+ΔΑΦ n=29 ομ. ελέγχου n=26 N=105	Conners 3rd ed. SCQ, ADI-R, PACS	Έγχρωμες εικόνες προσώπων με βλέμμα αριστερά ή δεξιά + EEG//ERP/EOG	Να διερευνήσει αν τα αποτελέσματα του ERP στην επεξεργασία προσώπου και βλέμματος που εμφανίζεται στα παιδιά με ΔΑΦ, σχετίζονται και με την ΔΕΠΥ ή/και ΔΕΠΥ+ΔΑΦ	- Η ΔΑΦ και η ΔΕΠΥ μπορούν να διαχωριστούν με βάση τις ανωμαλίες ERP στα πρώτα στάδια της επεξεργασίας του προσώπου. - Παιδιά με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν διακριτές δυσλειτουργίες στην πρώιμα στάδια της οπτικής προσοχής και εστίασης
2	Díaz-Orueta U., et.al., (2013)	Παιδιά ηλ: 6-16 42αγ, 15κορ M:56.1%Ελ.Πρ:40.4 % Y:3.5%	WISC-IV	VR γυαλιά με αισθητήρες ανιχνεύσης κίνησης κεφαλιού + Conners	Η αξιοποίηση της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας στην διάγνωση ΔΕΠΥ. Έλεγχος της εγκυρότητας του AULA	-Οι δύο τεχνικές έχουν συγκλίνουσα εγκυρότητα. - Το AULA μπορεί να διαπιστώσει διακριτές διαφορές σχετιζόμενες με ΔΕΠΥ μεταξύ των φύλων των συμμετεχόντων. - Το AULA μπορεί να διαγνώσει διαφορές στη ΔΕΠΥ μεταξύ συμμετεχόντων που ακολουθούσανε συνοδευόμενη φαρμακευτική αγωγή και όχι για ένα σημαντικό εύρος μετρήσεων σχετιζόμενες με απροσεξίες, παρορμητικότητα, ταχύτητα επεξεργασίας, κινητική δραστηριότητα και ποιότητα της εστίασης προσοχής.
3	Helgadóttir et.al. (2014)	Παιδιά ηλ:5.8-14χρ ΔΕΠΥ n=310 ομ.ελέγχ: n=351 N=661	Συνέντευξη (K-SADS_PL), WISC	EEG	Ανάπτυξη και έλεγχος πολυπαραγοντικής διαγνωστικής ταξινόμησης ΔΕΠΥ, βασει ΗΕΓ και ηλικίας	Σημαντικές διαφορές στις ΗΕΓ μετρήσεις των υποκειμένων με διάγνωση ΔΕΠΥ και της ομάδας ελέγχου σε ένα ευρύ φάσμα ηλικιών. Η ηλικιακά-βασισμένη κατανομή βρέθηκε ότι αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό κατάταξης για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ.
4	O'Mahony et.al. (2014)	Παιδιά ηλ: 6-11 ΔΕΠΥ n= 24 ομ. ελέγχ n= 19 N = 43	ADHD RS-IV, TOVA, AACAP	Τρι-αξονικά επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια IMUs	Να διερευνήσει την δυνατότητα των αδρανειακών αισθητήρων να διαχωρίζουν ΔΕΠΥ – μη ΔΕΠΥ σε κλινικό περιβάλλον.	Υψηλά ποσοστά πετυχημένης ταξινόμησης, με την συνεκτίμηση της συμπεριφοράς σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Επιπρόσθετα, και σε σύγκριση με το TOVA, τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των αδρανειακών αισθητήρων υπερέιχαν διαγνωστικά
5	Rajendran et.al. (2015)	ΔΕΠΥ	ADHD RS-IV	Στατιστική μέθοδος ανάλυσης λανθανουσών «τάξεων» ή «κλάσεων» (latent profile analysis, LPA) για τη νευροψυχολογική αξιολόγηση ΔΕΠΥ (NEPSY+ ακτιγράφοι) CPT/GNG	Να εκτιμήσει το επίπεδο δραστηριότητας των παιδιών και τη διερεύνηση της προγνωστικής αξίας των μετρήσεων LPA για εκδήλωση ΔΕΠΥ.	Η πρόωρη δυσλειτουργία, όπως μετράται από νευροψυχολογικές εξετάσεις που χορηγούνται κατά τη διάρκεια των προσχολικών ετών, δεν παρέχει ένα χρήσιμο προγνωστικό δείκτη της έκβασης μεταξύ των παιδιών με πρώιμα συμπτώματα ΔΕΠΥ. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι η πορεία των παιδιών με κίνδυνο ανάπτυξης ΔΕΠΥ, η πορεία των παιδιών με κίνδυνο ανάπτυξης ΔΕΠΥ, πιθανώς επηρεάζεται από μία σειρά περιβαλλοντικών και νευροαναπτυξιακών παραγόντων

A/A	Πηγή	Συμμετέχοντες	Αξιολόγηση για ένταξη	Διαγνωστική μέθοδος προς έρευνα	Σκοπός	Αποτελέσματα
6	Puig et al., 2015	29 υποκείμενα που έχουν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και ηλικίας 7-14 χρονών: αφηρημένα/απρόσεχτα (N = 4), υπερκινητικά/υπερδραστήρια (N = 15) και μείγμα των δύο προαναφερθέντων κατηγοριών (N = 10).	DSM-IV-TR, Συνέντευξη, Εξέταση όρασης	Οθόνη EventIDE, Ανιχνευτή ματιών Tobii	- Αν εμφανίζεται και στα παιδιά η σύγκλιση ενηλίκων με ΔΕΠΥ. - Αν η σύγκλιση είναι διαφορετική στα παιδιά με ΔΕΠΥ.	- Στα παιδιά με ΔΕΠΥ, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου υπήρχε ασθενής διαμόρφωση της γωνίας σύγκλισης είτε υπήρχε νόξη είτε όχι. - Οι ασύζευκτες κινήσεις στα παιδιά ήταν περισσότερο παρατεταμένες απ' ότι στους ενήλικες με ΔΕΠΥ. - Η διαταραχή στην κίνηση σύγκλισης ή απόκλισης είναι σαφής ένδειξη τροποποιημένης γνωστικής και διανοητικής ικανότητας για την επεξεργασία αισθητήριων πληροφοριών
7	Snyder et al., 2015	275 υποκείμενα ηλικίας 6-18 χρονών που παρουσίαζαν προβλήματα συμπεριφοράς και προσοχής.	Συνέντευξη, CPT:K iddie, CGAS, ADH D-IV RS, Ερωτηματολόγια, WASI, WRAT-4	HEG	Η καταλληλότητα ενός διεπιστημονικού βιοδείκτη HEG για την καλύτερη και πιο ασφαλή διάγνωση ΔΕΠΥ έτσι ώστε να είναι σε μεγαλύτερη συνέπεια και ακρίβεια με το κριτήριο E.	Η αξιολόγηση με τη χρήση HEG μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη βελτίωση διάγνωσης της ΔΕΠΥ ενισχύοντας την ακρίβεια του κριτηρίου E.
8	Kaneko, Yamashita & Iramina, 2016	33 παιδιά (27 αγόρια και 6 κορίτσια) με κλινικά διαγνωσμένη ΔΕΠΥ ηλικίας 7-11 χρονών αλλά και 25 ενήλικες (19 άντρες και 6 γυναίκες).	DSM-IV	Αδρανειακούς αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρα και αισθητήρες γωνιακής ταχύτητας, γυροσκοπίων). (χέρια και αγκώνες)	Να εγκαθιδρύσει μία αποτελεσματική ποσοτική μεθοδολογία για την αξιολόγηση νευρολογικών ανωμαλιών και καθυστέρησης σε παιδιά που πάσχουν από ΔΕΠΥ	Οι συμμετέχοντες με ΔΕΠΥ - είτε μπρούμυτα είτε σε ύπτια θέση - έχουν μία τάση να υστερούν σε ταχύτητα και συγκέντρωση εκτέλεσης της αποστολής έναντι των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών κατά αρκετά χρόνια. Αυτή η μέθοδος μπορεί να αξιολογήσει με αντικειμενικό τρόπο να καταδείξει πιθανή νευροαναπτυξιακή καθυστέρηση σε παιδιά με ΔΕΠΥ.
9	Li et al., 2016	28 αγ 2 κορ.- ηλ: 6-12 α' φάση: ΔΕΠΥ n=30, (M=20, ΕΛΠρ=5, Y=5) ομ.ελέγχ n=30 N=60 β' φάση: ΔΕΠΥ n=14 (M=10, ΕΛΠρ=2, Y=2)	Ήδη διαγνωσμένα από κλινική, DSM-V	CPT + Microsoft Kinect System (infrared)	Αν μετρήσεις των κινήσεων όλου του σώματος είναι δυνατικά βιοδείκτες για την αξιολόγηση παιδιών με ΔΕΠΥ.	Η χρήση συστημάτων ανίχνευσης υπέρυθρης κίνησης για τον υπολογισμό των μετρήσεων της έντασης της κίνησης έχει τη δυνατότητα να καταστεί χρήσιμο κλινικό εργαλείο που μπορεί να έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις.
10	Rodríguez et al., (2018)	Παιδιά ηλ: 6-16 χρ ΔΕΠΥ: n=237 ομ. ελέγχ: n=101 N=338.	WISC-IV, DISCIV	AulaNesplora (αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης) - TOVA	Σύγκριση της διαγνωστικής αξίας των παραδοσιακών CPT με εκείνων που κάνουν χρήση VR+CPT, στην αξιολόγηση ΔΕΠΥ.	Aula Nesplora απέδειξε μεγαλύτερη ευαισθησία και ακρίβεια στις μετρήσεις. Σημαντικές πληροφορίες για διάκριση ΔΕΠΥ. Σημαντικότερη μεταβλητή= παραλήψεις

A/A	Πηγή	Συμμετέχοντες	Αξιολόγηση για ένταξη	Διαγνωστική μέθοδος προς έρευνα	Σκοπός	Αποτελέσματα
11	Braito <i>et.al.</i> (2018)	21 δημοσιευμένα άρθρα εκ των οποίων τα 11 αφορούσαν την εφαρμογή των αισθητήρων σε τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά και 10 σε παιδιά με νευροαναπτυξιακές διαταραχές	Παιδιατρικός πληθυσμός. Αξιολόγηση κίνησης άνω άκρων μόνο. Συστηματική Ανασκόπηση βιβλιογραφίας 2015 -2017.	Αδρανειακοί αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρα)	- Πόσο έγκυρα είναι τα αποτελέσματα μέτρησης κίνησης των άνω άκρων για διάγνωση ΔΕΠΥ? - Συμφωνούν τα αποτελέσματα μετρήσεων με τα αποτελέσματα της συμβατικής αξιολόγησης?	- Όλες οι μελέτες υποστηρίζουν τη χρήση επιταχυνσιομέτρων ως πιθανή μελλοντική μέτρηση, κατάλληλη για τη μέτρηση της δραστηριότητας άνω άκρων σε μικρά παιδιά. - Χρειάζεται περισσότερη έρευνα για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. - Οι συμβατικές μετρήσεις απαιτούν εμπειρία στην κλινική αξιολόγηση της διαταραχής.
12	Choi <i>et al.</i> (2018)	Παιδιά ηλ.:γ-δ τάξη δημοτικού ΔΕΠΥ: n=35 ρίσκο για ΔΕΠΥ: n=26 ομ. ελέγχ: n=265 N=326	Ήδη διαγνωσμένα από γιατρό. WISC-IV, KADHDDS συνέντευξη, παρατήρηση	Ρομποτικές τεχνολογίες και μηχανική μάθησης (machine learning). Αισθητήρας RGB-D ενσωματωμένος σε ρομπότ	Αξιολόγηση χρήσης και καταλληλότητας αυτής της τεχνολογίας για τη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ αλλά και παιδιών που βρίσκονται σε κίνδυνο να αναπτύξουν αυτή τη διαταραχή. (ελλειμματική προσοχή, μνήμη εργασίας, χρόνος αντίδρασης).	Αρκετά αποτελεσματική και στατιστικά ορθή στην αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των αντικειμένων ανάλογα με το αν πάσχουν – ή είναι σε κίνδυνο να αναπτύξουν ΔΕΠΥ – ή όχι (90% – 97% επιτυχία διάκρισης των συμπτωμάτων και συμπεριφορών της ΔΕΠΥ).
13	Kim <i>et al.</i> , 2018	157 παιδιά εκ των οποίων 85 είχαν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ (μέσος όρος ηλικίας 9.25 ± 1.63 χρονών) και 72 που χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου (μέσος όρος ηλικίας 9.56 ± 1.98).	DISC-IV	IVA+CPT και ποσοτικό ΗΕΓ (quantitative EEG)	να εξεταστεί η κλινική ικανότητα του ποσοτικού ΗΕΓ (quantitative EEG) και του IVA+CPT ως βοηθητικών εργαλείων για τη διάγνωση και αξιολόγηση της ΔΕΠΥ σε παιδιά	Η συσχέτιση μεταξύ IVA + CPT και του ΗΕΓ ήταν αρκετά υψηλή μόνο σε μία υποκατηγορία ΔΕΠΥ, του συνδυαστικού τύπου σε αντίθεση με τις άλλες δύο υποκατηγορίες (απρόσεχτων ή παρορμητικών/υπερκινητικών παιδιών). Και οι δύο μέθοδοι μπορούν να θεωρηθούν ως εξαιρετικά και αποτελεσματικά εργαλεία στην διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά
14	Munoz-Organero <i>et al.</i> , 2018	Παιδιά ηλ.:6-15 ΔΕΠΥ n=11 ομ. ελέγχ=11 N = 22	Ήδη διαγνωσμένα από ψυχιατρική κλινική.	Ασύρματοι αισθητήρες στα άνω και κάτω άκρα (Runsense). IMU (επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπιο)	Να εξετάσει μία καινοτόμα προσέγγιση για την μέτρηση σωματικής κίνησης μέσω IMU.	- Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον τρόπο με τον οποίο κινείται ένα παιδί με ΔΕΠΥ σε σχέση με ένα παιδί χωρίς ΔΕΠΥ. - Στατιστικά σημαντικές διαφορών στο τρόπο που οι δύο ομάδες χρησιμοποιούσαν και κινούσαν τον επιταχυντή που βρισκόταν στον καρπό των υποκειμένων. - Σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων αλλά μόνο σε υποκείμενα που δεν ελάμβαναν τη φαρμακευτική τους αγωγή όσων αφορά τον επιταχυντή που βρισκόταν στον αστράγαλο.

A/A	Πηγή	Συμμετέχοντες	Αξιολόγηση για ένταξη	Διαγνωστική μέθοδος προς έρευνα	Σκοπός	Αποτελέσματα
15	Ricci <i>et al.</i> , 2019	Παιδιά ΔΕΠΥ: 8,5+/-1,5χρ 12αγ,5σκορ.=17 ελέγχ: 9+/-1χρ 15αγ, 5σκορ =20 N=37	Εκτίμηση από νευρολόγο, DCDQ,PANESS, WISC,Conners-3	12 φορητοί αισθητήρες IMU (τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπια)	Διεξοδική έρευνα για την ικανότητα αξιολόγησης συντονισμού των κινήσεων σε παιδιά με ΔΕΠΥ, βάσει οικονομικών αδρανειακών αισθητήρων μέτρησης σε ολόκληρο το σώματος.	Η διαδικασία της διάγνωσης παιδιών με ΔΕΠΥ θα πρέπει να περιλαμβάνει δοκιμασίες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα έργων κινητικού συντονισμού και να μη περιορίζονται σε ένα μόνο μέρος του σώματος
16	Areces <i>et al.</i> , 2018	88 μαθητές ηλικίας 6-16 χρονών (66 αγόρια και 22 κορίτσια) έλαβαν μέρος σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων οι 50 είχαν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ ενώ οι υπόλοιποι 38 ανήκαν στην ομάδα ελέγχου.	WISC-IV,	AulaNesplora (αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης)	Σύγκριση γνωστικών μεταβλητών (λειτουργική μνήμη και ταχύτητα επεξεργασίας) αλλά και των αντίστοιχων προφίλ προσοχής μεταξύ υγιών μαθητών και μαθητών που πάσχουν από ΔΕΠΥ.	- Μαθητές με ΔΕΠΥ είχαν σημαντικά χαμηλότερο σκορ στην εξέταση της λειτουργικής μνήμης και στη ταχύτητα επεξεργασίας σε σχέση με τους μαθητές που ανήκουν στην ομάδα ελέγχου. - μαθητές με ΔΕΠΥ επιδείξανε αρκετά χαμηλότερη απόδοση στην Aula Nesplora σε σχέση με τους υγιείς μαθητές. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία με τα οποία αξιολογήθηκε η προσοχή των υποκειμένων. - Είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση μεταβλητών όπως η λειτουργική μνήμη που εξετάζουν την προσοχή των αντικειμένων καθώς τα γνωστικά προφίλ από μόνα τους μπορεί να αποκρύψουν σημαντικές πληροφορίες για τη σωστή και έγκαιρη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά
17	Fang, Han & Luo, 2019	140 παιδιά ηλικίας 6-18 χρονών συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων 77 (57 αγόρια και 20 κορίτσια) είχαν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και 63 (49 αγόρια και 14 κορίτσια) χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου.	Conners' Parent Rating Scale (CPRS), Child Behavior Checklist (CBCL), Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA-CPT)	Εικονική πραγματικότητα (VR).	Η διερεύνηση της εφαρμοσιμότητας αλλά και της διαθεσιμότητας της εικονικής πραγματικότητας για την αξιολόγηση των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ.	- Υποκείμενα με ΔΕΠΥ παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους τρεις από τους τέσσερις δείκτες (σωστά στοιχεία, εσφαλμένα στοιχεία και ακρίβεια) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου) και τα οποία επαληθεύτηκαν με τις υπόλοιπες διαγνωστικές μεθόδους ΔΕΠΥ. -Η VR μπορεί να προσελκύσει και να εμπνεύσει τα παιδιά (αντικειμενικές διάγνωση ΔΕΠΥ).

3.1 Ποιοτική αξιολόγηση μελετών

Η μεθοδολογική εκτίμηση των μελετών που συνέθεσαν την παρούσα συστηματική ανασκόπηση, έγινε βάσει των οδηγιών του PRISMA. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν για να διασαφηνιστεί η μεθοδολογική ποιότητα των μελετών, ήταν:

1. Αν υπήρχε ομοιογένεια ομάδων.
2. Ικανοποιητικός αριθμός συμμετεχόντων.
3. Ικανές πληροφορίες για την ένταξη και την αξιολόγηση συμμετεχόντων.
4. Ικανές πληροφορίες για την διεξαγωγή της διαγνωστικής μεθόδου προς παρουσίαση.
5. Ικανές πληροφορίες στατιστικής ανάλυσης.
6. Μεταβλητές κατάλληλες για την μέτρηση των αποτελεσμάτων.
7. Αναφορά περιορισμών.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο πίνακας εκτίμησης των μελετών.

Πίνακας 3.2.: Ποιοτική αξιολόγηση άρθρων

Πηγή	Αρ. Συμμετ.	Ομοιο-γένεια	Μέθοδος Αξιολόγησης	Μέθοδος Διάγνωσης	Στατιστική Ανάλυση	Μετα-βλητές	Περιο-ρισμοί	Σύνολο
Rodríguez <i>et al.</i> , (2018)	√	√	√	√	√	√	√	7/7
Braito <i>et al.</i> (2018)	√	√	√	√	√	√	√	7/7
Choi <i>et al.</i> (2018)	√	√	√	X	√	√	√	5/7
Helgadóttir <i>et al.</i> , 2015	√	X	√	√	√	√	√	6/7
O'Mahony <i>et al.</i> , 2014	√	√	√	√	√	√	X	6/7
Rajendran <i>et al.</i> , 2015	√	√	√	√	√	√	√	7/7
Puig <i>et al.</i> , 2015	√	√	√	√	√	√	√	7/7
Li <i>et al.</i> , 2016	√	√	√	X	√	√	√	6/7

Munoz-Organero <i>et al.</i> , 2018	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	6/7
Ricci <i>et al.</i> , 2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
Tye <i>et al.</i> , 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
Diaz-Orueta <i>et al.</i> , 2014	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	5/7
Areces <i>et al.</i> , 2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
Fang, Han & Luo, 2019	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	5/7
Snyder <i>et al.</i> , 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
Kaneko, <i>et al.</i> , 2016	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7
Kim <i>et al.</i> , 2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7/7

3.2 Σύντομη περιγραφή άρθρων

Μελέτη 1

Tye, C., Battaglia, M., Bertolotti, E., Ashwood, K. L., Azadi, B., Asherson, P., McLoughlin, G. (2013). Altered neurophysiological responses to emotional faces discriminate children with ASD, ADHD and ASD+ADHD. Biological Psychology, 103, 125–134.

Η μελέτη των Tye *et al.*, προσπάθησε να διερευνήσει, αν οι ανωμαλίες του ERP στην επεξεργασία προσώπου και του βλέμματος που σχετίζονται με την ΔΑΦ, εντοπίζονται επίσης σε παιδιά με ΔΕΠΥ και σε παιδιά με συννοσηρότητα ΔΑΦ + ΔΕΠΥ. Τα ερεθίσματα προς επεξεργασία ήταν έγχρωμες εικόνες τριών προσώπων γυναικών με άμεσο ή αποφευκτικό βλέμμα (κοιτώντας δεξιά ή αριστερά). Αυτές οι εικόνες παρουσιάστηκαν είτε σε όρθιο είτε σε ανεστραμμένο προσανατολισμό σε γκρίζο φόντο. Η δοκιμασία εκτελέστηκε ως μέρος μιας άλλης μεγαλύτερης δοκιμασίας EEG / ERP (δεν παρουσιάστηκε στο άρθρο) με διάρκεια 65 λεπτών. Η καταγραφή του ΗΕΓ πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας σύστημα εγγραφής ενεργού ηλεκτροδίου (ActiCap-62). Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε ηλεκτροοφθαλμογράφημα με τοποθέτηση ηλεκτροδίων πάνω και κάτω από το αριστερό μάτι.

18 παιδιά με ΔΕΠΥ και 29 με ΔΑΦ + ΔΕΠΥ έλαβαν μέρος σε αυτή την ερευνητική διαδικασία, ηλικίας 8-13 χρονών. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν διορθωμένη ή κανονική όραση, έτσι ώστε να υπάρξει ομοιογένεια στις αντίστοιχες μετρήσεις.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας κατέδειξαν ότι η ΔΑΦ και η ΔΕΠΥ μπορούν να διαχωριστούν με βάση τις ανωμαλίες ERP στα πρώτα στάδια της επεξεργασίας του προσώπου. Η ελλείψεις που παρουσιάστηκαν σε παιδιά με ΔΕΠΥ κατά την παρουσίαση ανάστροφου προσώπου γύρω στα 100 ms, υποδηλώνει βασικές διαταραχές της επεξεργασίας του προσώπου στη ΔΕΠΥ, οι οποίες μπορεί να οφείλονται σε διαφορές στο στυλ της αντιληπτικής επεξεργασίας και / ή στα ελλείμματα οπτικής προσοχής. Συνεπώς, οι Tye *et. al.* (2013), καταλήγουν στο ότι παιδιά με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν διακριτές δυσλειτουργίες στην πρώιμα στάδια της οπτικής προσοχής και εστίασης. Η σύγκλιση αυτών των ευρημάτων υποδηλώνει ότι οι διαταραχές μπορούν να διαχωριστούν με βάση ανασταλτικά ελλείμματα και δυσλειτουργίες επεξεργασίας στο νευρικό επίπεδο.

Μελέτη 2

Díaz-Orueta, U., García-López, C., Crespo-Eguílaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2013). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners' Continuous Performance Test. Child Neuropsychology, 20(3), 328–342.

Το αντικείμενο αυτής της μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2014 από τους Díaz-Orueta *et al.* ήταν να εξετάσει τη σύγκλιση και συσχέτισμό μεταξύ του AulaNesplora (αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης) και τη δοκιμασία συνεχούς επίδοσης (CPT) Conners. Η αιτία αυτής της έρευνας είναι ότι το AULA αναπτύσσεται και εξελίσσεται σε εικονικές συνθήκες που είναι παρόμοιες με σχολικές τάξεις (εικονικό σενάριο). Κατά τη διάρκεια των 20 λεπτών, το παιδί βρίσκεται σε ένα εικονικό περιβάλλον, το οποίο παρουσιάζεται μέσω μιας οθόνης τοποθετημένης στο κεφάλι με αισθητήρες κίνησης και ακουστικά και διακόπτη με ένα κουμπί. Το παιδί κάθεται σε ένα από τα γραφεία, βλέποντας τον πίνακα, όπου εμφανίζονται τα ερεθίσματα, τόσο σε οπτική όσο και ακουστική βάση και ταυτόχρονα εμφανίζονται σταδιακά οι τυχαίοι-ποιημένοι διασπαστές που προσομοιάζουν τις συνθήκες της τάξης. Η δοκιμασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο είναι μία

δοκιμασία “πράξε” (πάτα το κουμπί όταν δεν έχεις ερέθισμα) και η δεύτερη “μη πράξεις” (μη πατήσεις το κουμπί όταν υπάρχει το ερέθισμα).

57 παιδιά ηλικίας 6-16 χρονών συμμετείχαν σε αυτήν την πρωτοποριακή έρευνα με μέσο όρο γνωστικής ικανότητας $IQ_{\text{mean}} = 100.56$ και που είχαν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ σύμφωνα με τα κριτήρια DSM-IV-TR.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι δύο τεχνικές και τα αποτελέσματά τους έχουν συγκλίνουσα εγκυρότητα. Όμως, το AULA απέδειξε ότι όχι μόνο μπορεί να διαπιστώσει διακριτές διαφορές σχετιζόμενες με ΔΕΠΥ μεταξύ των φύλων των συμμετεχόντων – σε αντίθεση με το Conner’s CPT – αλλά και να διαγνώσει διαφορές στη ΔΕΠΥ μεταξύ συμμετεχόντων που ακολουθούσανε συνοδευόμενη φαρμακευτική αγωγή και όχι, για ένα σημαντικό εύρος μετρήσεων σχετιζόμενες με απροσεξίες, παρορμητικότητα, ταχύτητα επεξεργασίας, κινητική δραστηριότητα και ποιότητα της εστίασης προσοχής. Συνεπώς οι Diaz-Orueta *et al.*(2013), καταλήγουν ότι το AULA μπορεί να θεωρηθεί ως ένα καλύτερο και ανώτερο πρωτόκολλο αναφοράς από το Conner’s CPT για τη μέτρηση προσοχής και παρορμητικότητας σε παιδιά που πάσχουν από ΔΕΠΥ. Περαιτέρω, αυτή η έρευνα αναδεικνύει τα πλεονεκτήματα αλλά και την αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ.

Μελέτη 3

Helgadottir, H., Gudmundsson, O. O., Baldursson, G., Magnusson, P., Blin, N., Brynjolfsdottir, B., Johnsen, K. (2014). Electroencephalography as a clinical tool for diagnosing and monitoring attention deficit hyperactivity disorder: a cross-sectional study.

Σκοπός αυτής της μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Helgadóttir *et al.* ήταν η εφαρμογή και αξιολόγηση, για πρώτη φορά, μιας πολυπαραγοντικής διαγνωστικής ταξινόμησης της ΔΕΠΥ βασιζόμενη σε μετρήσεις του ΗΕΓ. Επιπλέον, αυτή η έρευνα αποσκοπούσε στη χρονολογική και χρονική αποτύπωση αυτών των στοιχείων έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια κατηγοριοποίηση που θα παρέχει τη δυνατότητα διαχρονικής παρακολούθησης του εγκεφάλου σε αυτές τις περιπτώσεις. Τα

ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο τριχωτό της κεφαλής σύμφωνα με το διεθνές σύστημα, χρησιμοποιώντας 17 ηλεκτρόδια. Οι οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις των ματιών μετρήθηκαν με χρήση ηλεκτροοφθαλμογράφηματος. 661 υποκείμενα εντάχθηκαν σε αυτή την έρευνα (310 με ΔΕΠΥ και 351 controls) από 5.8 έως 14 χρονών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης ανέδειξαν σημαντικές διαφορές στις ΗΕΓ μετρήσεις των υποκειμένων με διάγνωση ΔΕΠΥ και της ομάδας ελέγχου σε ένα ευρύ φάσμα ηλικιών. Συνεπώς, η ανάλυση των εν λόγω μετρήσεων οδήγησε στην ταξινόμηση των παιδιών βάσει των χαρακτηριστικών που διαχωρίζουν τα παιδιά με ΔΕΠΥ από την ομάδα ελέγχου. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η διαγνωστική ακρίβεια αυτής της μεθοδολογίας ήταν υψηλότερη όσο μεγαλύτερη ήτανε και η ηλικία του εκάστοτε υποκειμένου. Με την χρήση αυτών των χαρακτηριστικών και τον συνδυασμό όλων των μετρήσεων σε έναν ενιαίο αλγόριθμο ταξινόμησης, οι ερευνητές πέτυχαν να παράγουν ακριβή αποτελέσματα, σε σύγκριση με την ατομική ανάλυση συνδετικότητας του εγκεφάλου. Συμπερασματικά, αυτή η έρευνα των Helgadóttir *et al.* (2014), αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της χρήσης ΗΕΓ στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Παρόλο που είναι απαραίτητο ο ταξινομητής που προτείνεται να επαληθευτεί και να αξιολογηθεί σε επιπλέον κλινικά παραδείγματα, η μεθοδολογία αυτή μπορεί να καταστήσει την διάγνωση της ΔΕΠΥ ως μία age-specific και κατηγοριοποιημένη, ανάλογα με κλινικά συμπτώματα, διαταραχή.

Μελέτη 4

O'Mahony, N., Florentino-Liano, B., Carballo, J. J., Baca-García, E., & Rodríguez, A. A. (2014). *Objective diagnosis of ADHD using IMUs. Medical Engineering & Physics*, 36(7), 922–926.

Σκοπός της μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2014 από τους O'Mahony *et al.* ήταν να προσδιοριστεί η δυνατότητα αλλά και η επιτυχία των αδρανειακών μονάδων μέτρησης, στη διάκριση και διαφοροποίηση παιδιών που πάσχουν από ΔΕΠΥ και παιδιών χωρίς ΔΕΠΥ.

Τα παιδιά συμμετείχαν στην δοκιμασία συνεχούς απόδοσης TOVA ενώ παράλληλα φορούσαν δύο μονάδες αδρανειακής μέτρησης. Ο ένας ήταν τοποθετημένος σε μία ζώνη στη μέση του παιδιού (κίνηση σώματος), και ο άλλος στο πόδι της κυρίαρχης πλευράς του παιδιού (κίνηση κάτω άκρων). Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν στο σώμα των παιδιών κατά την άφιξή τους στην κλινική, οπότε πάρθηκαν μετρήσεις κατά την διάρκεια αναμονής με τους γονείς, με τον επιβλέποντα, κατά την διάρκεια της εξέτασης από γιατρό με και χωρίς τους γονείς και κατά την διάρκεια της δοκιμασίας TOVA.

Πιο συγκεκριμένα, οι O'Mahony *et al.* (2014) προτείνουν την εφαρμογή μιας ασύρματης μινιατούρας που έχει ως αισθητήρες γυροσκόπια (για το χαρακτηρισμό της περιστροφικής κίνησης) και επιταχυνσιόμετρα (για το χαρακτηρισμό γραμμικής κίνησης) για την πλήρη αξιολόγηση και χαρακτηρισμό των κινήσεων των υποκειμένων που πάσχουν από ΔΕΠΥ. 43 παιδιά ηλικίας 6-13 χρονών εκ των οποίων τα 24 είχαν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και τα υπόλοιπα 19 χρησιμοποιήθηκαν ως control group, συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα. Για την κατηγοριοποίηση των υποκειμένων σε πάσχοντες και μη πάσχοντες ΔΕΠΥ, χρησιμοποιήθηκε μία Μηχανή Διανυσμάτων Υποστήριξης (Support Vector Machine, SVM). Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, τα παιδιά συμμετείχαν στην δοκιμασία συνεχούς απόδοσης TOVA ενώ παράλληλα φορούσαν δύο αισθητήρες αδρανειακής μέτρησης. Ο ένας ήταν τοποθετημένος σε μία ζώνη στη μέση του παιδιού (κίνηση σώματος), και ο άλλος στο πόδι της κυρίαρχης πλευράς του παιδιού (κίνηση κάτω άκρων).

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η ακρίβεια αυτής της κατηγοριοποίησης έφτασε στο 95 %. Συνεπώς, οι ερευνητές εστιάζουν στο ότι αυτή η μεθοδολογία παρείχε μεγάλη ακρίβεια αλλά και ευαισθησία στη διάγνωση ΔΕΠΥ σε μικρά παιδιά. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μέτρηση της κίνησης κατά την διάρκεια συγκεκριμένης εργασίας που απαιτεί συγκέντρωση αποδείχτηκε προτιμότερη από μία δραστηριότητα ελεύθερου χρόνου (free time). Επιπρόσθετα, και σε σύγκριση με το TOVA, τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των αδρανειακών μονάδων υπερέιχαν διαγνωστικά. Τέλος, οι O'Mahony *et al.* (2014) τονίζουν ότι οι μετρήσεις περισσότερων του ενός

χαρακτηριστικών κίνησης παρέχουν καλύτερα αποτελέσματα για την διάγνωση από ότι οι μετρήσεις που βασίζονται μόνο σε μία κατηγορία.

Μελέτη 5

Rajendran, K., O'Neill, S., Marks, D. J., & Halperin, J. M. (2015). Latent profile analysis of neuropsychological measures to determine preschoolers' risk for ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(9), 958–965.

Η έρευνα αυτή που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Rajendran *et al.* χρησιμοποιεί τη στατιστική μέθοδο της ανάλυσης λανθανουσών «τάξεων» ή «κλάσεων» (latent profile analysis, LPA) για να εκτιμήσει το επίπεδο δραστηριότητας των παιδιών και τη διερεύνηση της προγνωστικής αξίας των μετρήσεων για εκδήλωση ΔΕΠΥ. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός αυτής της έρευνας είναι να εξετάσει εάν τα νευροψυχολογικά δεδομένα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της προσχολικής ηλικίας σε παιδιά με υπερκινητικότητα/απροσεξία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχηματίσουν υποομάδες παιδιών, βασισμένα σε πρότυπα νευρογνωστικής λειτουργίας και εάν τέτοιες ομάδες θα είχαν προγνωστική χρησιμότητα όσον αφορά τη διάγνωση τη ΔΕΠΥ. 214 παιδιά 3-4 χρονών, εκ των οποίων 138 είχαν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και τα υπόλοιπα 76 (typically developing) χρησιμοποιήθηκαν ως control group, συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα που διήρκεσε έξι (6) χρόνια.

Τα αποτελέσματα των Rajendran και συνεργατών (2015) ανέδειξαν δύο ξεχωριστές κατηγορίες υπερκινητικών/απρόσεχτων παιδιών.: μία με επιλεκτική βλάβη στην προσοχή / εκτελεστική λειτουργία και μία με πιο σοβαρή και διάχυτη νευροψυχολογική δυσλειτουργία. Όμως, η φύση / σοβαρότητα της νευροψυχολογικής δυσλειτουργίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας δεν είχε προγνωστική αξία για τη μετέπειτα διάγνωση της ΔΕΠΥ. Συνεπώς, οι ερευνητές καταλήγουν ότι η πρόωρη δυσλειτουργία, όπως μετράται από νευροψυχολογικές εξετάσεις που χορηγούνται κατά

τη διάρκεια των προσχολικών ετών, δεν παρέχει ένα χρήσιμο προγνωστικό δείκτη της έκβασης μεταξύ των παιδιών με πρώιμα συμπτώματα ΔΕΠΥ. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι η πορεία των παιδιών με κίνδυνο ανάπτυξης ΔΕΠΥ, πιθανώς επηρεάζεται από μία σειρά περιβαλλοντικών και νευροαναπτυξιακών παραγόντων οι οποίοι αν εντοπιστούν θα μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο πρώιμης παρέμβασης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένας σημαντικός περιορισμός αυτής της μελέτης αποτελεί η χρήση του NEPSY AULA, μίας σειράς νευροψυχολογικών τεστ που αξιολογεί την ανάπτυξη των παιδιών βασισμένη σε έξι λειτουργικούς τομείς. Όμως, αυτό το πρωτόκολλο έχει δεχτεί σημαντική κριτική και σε συνδυασμό με τη χρήση ενός σχετικά μικρού δείγματος υποκειμένων, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι πιθανό να είναι μεροληπτικά.

Μελέτη 6

Puig S., M., Zapata P., L., Puigcerver, L., Iglesias E., N., Garcia S., C., Romeo, A., Supèr, H. (2015). Attention-Related Eye Vergence Measured in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. PLOS ONE, 10(12), e0145281.

Η έρευνα αυτή που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Puig *et al.* ερευνά τον πιθανό συσχετισμό οφθαλμικών κινήσεων σύγκλισης ή απόκλισης και της καθοδήγηση ή προσδιορισμού, αν θέλετε, της συγκέντρωσης σε παιδιά με ΔΕΠΥ. Συνεπώς, ο σκοπός αυτής της δημοσίευσης είναι να ερευνήσει κατά πόσο τα υποκείμενα με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν τροποποιημένες οφθαλμικές κινήσεις σύγκλισης ή απόκλισης μετρώντας τη γωνία σύγκλισης ή απόκλισης και συγκρίνοντας τα ευρήματα με προηγούμενα αποτελέσματα παιδιών αντίστοιχης ηλικίας, από την ομάδα ελέγχου. 29 υποκείμενα που έχουν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και ηλικίας 7-14 χρονών, κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το βαθμό ΔΕΠΥ που πάσχουν: αφηρημένα/απρόσεχτα ($N = 4$), υπερκινητικά/παρορμητικά ($N = 15$) και μείγμα των δύο προαναφερθέντων κατηγοριών ($N = 10$). Τα παιδιά κάθονταν σε ένα ελαφρώς φωτισμένο δωμάτιο νοσοκομείου ή σχολείου, στην οθόνη υπολογιστή σε απόσταση 40-60 cm. Για την ανίχνευση των

οφθαλμικών κινήσεων χρησιμοποιήθηκε το Tobii (αποτελείται από αδρανειακούς μικρο-προτζέκτορες, κάμερα ως αισθητήρας σύλληψης της θέσης του ματιού και εξειδικευμένο αλγόριθμο). Προκειμένου να εκτιμηθεί ο προσανατολισμός της οπτικής προσοχής, τα παιδιά θα έπρεπε να διατηρήσουν το βλέμμα τους εστιασμένο στο κέντρο της οθόνης κοιτώντας ένα σταυρό, και ταυτόχρονα να ξεχωρίσουν το συναίσθημα να (χαρούμενο/λυπημένο) ενός προσώπου καρτούν, το οποίο εμφανιζόταν περιφερειακά. Στις μισές δοκιμές τα παιδιά ήταν ενημερωμένα σχετικά με την θέση εμφάνισης του στόχου (νύξη), ενώ στις άλλες μισές όχι.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι στα παιδιά με ΔΕΠΥ, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου υπήρχε ασθενής διαμόρφωση της γωνίας σύγκλισης είτε υπήρχε νύξη είτε όχι. Ενδιαφέρον αποτέλεσε το γεγονός ότι οι ασύζευκτες κινήσεις στα παιδιά ήταν περισσότερο παρατεταμένες απ' ό,τι στους ενήλικες με ΔΕΠΥ (σύμφωνα με ευρήματα προηγούμενης μελέτης). Συνεπώς αυτή η μελέτη αποδεικνύει ότι η διοφθαλμική όραση σε περιπτώσεις παιδιών με ΔΕΠΥ είναι ελλιπής. Επίσης οι ερευνητές προτείνουν ότι η παρατηρούμενη διαταραχή στην κίνηση σύγκλισης ή απόκλισης είναι σαφής ένδειξη τροποποιημένης γνωστικής και διανοητικής ικανότητας για την επεξεργασία αισθητήριων πληροφοριών (sensory information). Θα πρέπει να τονιστεί ότι στατιστικά σημαντικότερη διαφορά βρέθηκε στις συζευκτικές κινήσεις σύγκλισης ή απόκλισης σε δοκιμασίες χωρίς νύξη, για τον λόγο αυτό οι ερευνητές προτείνουν ότι αυτή η συμπεριφορά θα μπορούσε να συμπεριληφθεί στις μετρήσεις διάγνωσης παιδιών με ΔΕΠΥ.

Μελέτη 7

Snyder SM, Rugino TA, Hornig M, Stein MA. (2015). Integration of an EEG biomarker with a clinician's ADHD evaluation. *Brain Behav.* 2015 Apr; 5(4): e00330.

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Snyder *et al.* ήταν να αξιολογήσει την εφαρμοσιμότητα αλλά και αξιοπιστία ενός ενοποιημένου ΗΕΓ βιοδείκτη για τη αξιολόγηση συμπτωμάτων ΔΕΠΥ και συνεπώς για τη διάγνωση αυτής της διαταραχής. Συνεπώς οι ερευνητές θέλησαν να εξετάσουν την καταλληλότητα ενός

διεπιστημονικό βιοδείκτη EEG-TBR για την καλύτερη και πιο ασφαλή διάγνωση ΔΕΠΥ έτσι ώστε να είναι σε μεγαλύτερη συνέπεια και ακρίβεια με το κριτήριο E (που ορίζει εάν τα συμπτώματα μπορούν να εξηγηθούν καλύτερα και πιο εμπεριστατωμένα από άλλη πάθηση).

275 υποκείμενα ηλικίας 6-18 χρονών συμπεριελήφθησαν στην ερευνητική διαδικασία και οι οποίοι παρουσίαζαν προβλήματα συμπεριφοράς και προσοχής. Συνεπώς σε αυτή η έρευνα – και σε αντίθεση με τις προηγούμενες – το δείγμα δεν είχε διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και άρα δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου. Αυτό βοηθάει στην συγκεκριμενοποίηση των αποτελεσμάτων αλλά και στην αποφυγή τυχόν σφαλμάτων έρευνας.

Τα αποτελέσματα των Snyder *et.al.* (2015) κατέδειξαν ότι 93 υποκείμενα παρουσίαζαν συμπτώματα και ενδείξεις που τους καθιστούσαν ως μη πληρούντες του κριτηρίου E και επομένως ότι οι επιστήμονες υπεύθυνοι για τη διάγνωση ΔΕΠΥ είχαν προβεί σε υπερδιάγνωση. Από αυτούς, το 93.91 % ήταν σε συμφωνία με τις ΗΕΓ μετρήσεις και συνεπώς το ποσοστό διάγνωσης με τη χρήση αυτής της μεθοδολογίας ενίσχυε την ακρίβεια και την αρτιότητα η ΔΕΠΥ όντως να υφίσταται στο παιδί. Συνεπώς η αξιολόγηση με τη χρήση ΗΕΓ μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη βελτίωση διάγνωσης της ΔΕΠΥ ενισχύοντας την ακρίβεια του κριτηρίου E.

Μελέτη 8

Kaneko M. Yamashita Y. and Iramina K. (2016). Quantitative Evaluation System of Soft Neurological Signs for Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Sensors (Basel). 2016 Jan; 16(1): 116.

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2016 από τους Kaneko, Yamashita & Iramina, ήταν να εγκαθιδρύσει μία αποτελεσματική ποσοτική μεθοδολογία για την

αξιολόγηση νευρολογικών ανωμαλιών σε παιδιά που πάσχουν από ΔΕΠΥ. Για τη διεξαγωγή αυτής της έρευνας, οι ερευνητές εστίασαν σε ασθενή νευρολογικά συμπτώματα (Soft Neurological Signs (SNS)) τα οποία αποτελούν ενδείξεις ασθενών/δευτερευόντων νευρολογικών ανωμαλιών στη κινητική απόδοση των υποκειμένων και χρησιμοποιούνται ως ένας σημαντικά χρήσιμος τρόπος για την αξιολόγηση και διάγνωση νευροαναπτυξιακής καθυστέρησης στα παιδιά που πάσχουν από ΔΕΠΥ.

33 παιδιά (27 αγόρια και 6 κορίτσια) με κλινικά διαγνωσμένη ΔΕΠΥ ηλικίας 7-11 χρονών αλλά και 25 ενήλικες (19 άντρες και 6 γυναίκες) έλαβαν μέρος σε αυτή την ερευνητική διαδικασία. Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για αυτή την έρευνα αποτελείτο από τέσσερα (4) επιταχυνσιόμετρα και αισθητήρες γωνιακής ταχύτητας (γυροσκόπια) που τοποθετήθηκαν στα χέρια και τους αγκώνες των υποκειμένων. Η μεθοδολογία εστίασε σε δύο κινητικές αποστολές (tasks) των χεριών είτε σε μπρούμυτη είτε σε ύπτια θέση: μία κινητική αποστολή που είχε ως βάση τη μίμηση και μία κινητική αποστολή μέγιστης προσπάθειας που εκτελείτο με το ένα χέρι στην οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε να κινήσουν το χέρι τους όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (αξιολόγηση υπερκινητικότητας και μη προσοχής).

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι οι συμμετέχοντες με ΔΕΠΥ - είτε μπρούμυτα είτε σε ύπτια θέση – έχουν μία τάση να υστερούν σε ταχύτητα και συγκέντρωση εκτέλεσης της αποστολής (αλλά όχι σε παραμέτρους όπως η ισορροπία) σε σχέση με εκείνη των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών κατά αρκετά χρόνια. Συνεπώς οι Kaneko, Yamashita & Iramina (2016) καταλήγουν στο ότι αυτή η μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναδείξει τυχόν νευροαναπτυξιακές καθυστερήσεις σε παιδιά με ΔΕΠΥ. Όμως, και όπως σημειώνεται, η μεθοδολογία αυτή δεν μπόρεσε να διαχωρίσει παιδιά με ΔΕΠΥ από τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Συνεπώς, η διαγνωστική σημασία αυτής της μελέτης έγκειται στο γεγονός ότι μπορεί να αξιολογήσει με αντικειμενικό τρόπο πιθανά SNS και να καταδείξει νευροαναπτυξιακή καθυστέρηση σε παιδιά με ΔΕΠΥ.

Μελέτη 9

Li, F., Zheng, Y., Smith, S. D., Shic, F., Moore, C. C., Zheng, X., Leckman, J. F. (2016). A preliminary study of movement intensity during a Go/No-Go task and its association with ADHD outcomes and symptom severity. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 10(1)

Σκοπός αυτής έρευνας που δημοσιεύτηκε το 2016 από τους Li *et al.* ήταν η μέτρηση της έντασης της κίνησης από την καταγραφή ολόκληρου του σώματος, προκειμένου να εξετάσει εάν οι μετρήσεις αυτές θα μπορούσαν δυνητικά να αποτελέσουν βιοδείκτες για την διάγνωση της ΔΕΠΥ. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, τα δεδομένα κίνησης εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν από το σύστημα Microsoft Kinect που χρησιμοποιεί υπέρυθρο αισθητήρα κίνησης κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας πράξης/μη πράξης (Go/No Go task) και συνεπακολούθως αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας στρατηγικές επεξεργασίας σημάτων τελευταίας τεχνολογίας.

Συμμετείχαν 60 παιδιά ηλικίας 6-12 χρονών που ζούσαν στο Πεκίνο έλαβαν μέρος σε αυτή την έρευνα. Η μελέτη διεξήχθη σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε μια ομάδα παιδιών με ΔΕΠΥ και μια ομάδα ελέγχου, προκειμένου να αξιολογηθούν οι δυνατότητες διάκρισης των μετρήσεων της σωματικής κίνησης μεταξύ των δύο ομάδων. Σε αυτή τη φάση, τα υποκείμενα διαφοροποιούνταν σε ΔΕΠΥ και μη ΔΕΠΥ από τα συλλεγμένα δεδομένα (15 συχνότητες) και πιο συγκεκριμένα από το εάν ευρίσκοντο κάτω από την καμπύλη ROC (Receiver Operating Characteristic) (AUC). Στη δεύτερη φάση χρησιμοποιήθηκε ένα υποσύνολο της ομάδας ΔΕΠΥ και τα υποκείμενα διαχωρίστηκαν σε ομάδες ανάλογα με την προέλευση των παιδιών, 16 εκ των οποίων ήτανε ασθενείς σε ψυχιατρικό νοσοκομείο του Πεκίνου και 14 που προήλθαν από τυχαίο δείγμα υποκειμένων που ήταν σε λίστα αναμονής του “Integrated Brain, Body and Social (IBBS) Intervention for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder” για να διερευνήσει τις συσχετίσεις μεταξύ των μετρήσεων έντασης κινήσεων και της συμπτωματολογίας της ΔΕΠΥ.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η κινητικότητα αλλά και η συνεπακόλουθη ένταση της κίνησης με αυτό το πρωτόκολλο μεθοδολογίας μπορούν να διαχωρίσουν

παιδιά με ΔΕΠΥ από υγιή υποκείμενα. Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι το εύρος συχνοτήτων που βρέθηκε να έχει σημαντική συσχέτιση με τη διάγνωση της ΔΕΠΥ ήτανε συχνότητες μεταξύ 10-11 και 12-13 Hz. Η μόνη μέτρηση της δοκιμασίας με στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τις μετρήσεις κίνησης αφορούσε την ένταση της κίνησης κατά τα λάθη παράληψης, κάτι που ίσως να αποτελεί ειδοποιό διαφορά για τα παιδιά με ΔΕΠΥ. Κατά την δεύτερη φάση, οι μετρήσεις έντασης σωματική κίνησης είχαν ισχυρό συσχετισμό με την σοβαρότητα της ΔΕΠΥ, σε αντίθεση με της μετρήσεις μεμονωμένων μερών του σώματος. Συνεπώς, σύμφωνα με τους Li *et.al.* (2016) η χρήση συστημάτων ανίχνευσης υπέρυθρης κίνησης για τον υπολογισμό των μετρήσεων της έντασης της κίνησης έχει τη δυνατότητα να καταστεί χρήσιμο κλινικό εργαλείο που μπορεί να έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατές προσεγγίσεις.

Μελέτη 10

Rodríguez, C., Areces, D., García, T., Cueli, M., & González-Castro, P. (2018). Comparison between two continuous performance tests for identifying ADHD: Traditional vs. virtual reality. *International Journal of Clinical and Health Psychology*.

Ο κύριος σκοπός αυτής μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2018 από τους Rodriguez *et al.* ήταν να συγκριθεί η αξία διάκρισης των παραμέτρων προσοχής που παρέχεται από μια παραδοσιακή δοκιμασία συνεχούς απόδοσης, με αυτές που παρέχονται από μια δοκιμασία που συμπεριλαμβάνει εικονική πραγματικότητα.

338 υποκείμενα συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα (241 αγόρια και 97 κορίτσια, ηλικίας από 6 έως 16 χρονών), οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες αξιολόγησης (παραδοσιακό CPT και εικονικό CPT) για την εξέταση κινήσεων της κεφαλής, έτσι ώστε οι ομάδες να είναι ισοδύναμες όσον αφορά την ηλικία και το φύλο και οι αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση TOVA (*Test of Variables of Attention*) και AULA (*Aula Nesplora*).

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση AULA παράσχει μία αποτελεσματική και πιο αξιόπιστη διάγνωση των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ, κυρίως των τύπων ελλειμματικής προσοχής και παρορμητικότητας, ενώ συνάμα ο διαχωρισμός μεταξύ αντικειμένων με ΔΕΠΥ και χωρίς ΔΕΠΥ μπορεί να πραγματοποιηθεί με πιο εμπεριστατωμένο τρόπο. Επίσης, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι η χρήση της εικονικής πραγματικότητας προσφέρει περισσότερες πληροφορίες σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες μετρήσεων της ΔΕΠΥ, όπως μετρήσεις κίνησης κεφαλής και μετρήσεις οφθαλμοκίνησης. Παρόλο που το δείγμα είναι σχετικά μικρό, και συνεπώς η στατιστική δύναμη αυτής της έρευνας πρέπει να επαληθευτεί σε μελέτες με μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος, οι Rodriguez *et al.* (2018) καταλήγουν ότι οι αισθητήρες εικονικής πραγματικότητας μπορούν να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στη διάγνωση της ΔΕΠΥ αλλά και στην προσαρμογή της εφαρμοζόμενης θεραπείας.

Μελέτη 11

Braito, I., Maselli, M., Sgandurra, G., Inguaggiato, E., Beani, E., Cecchi, F., Boyd, R. (2018). Assessment of upper limb use in children with typical development and neurodevelopmental disorders by inertial sensors: a systematic review. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 15(1).

Ο κύριος σκοπός αυτής της συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας που δημοσιεύτηκε το 2018 από τους Braito *et al.* ήταν να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα αλλά και την αξιοπιστία των αδρανειακών αισθητήρων στην αναγνώριση και αξιολόγηση νευροαναπτυξιακών διαταραχών σε παιδιά 0 - 20 χρονών. Πιο συγκεκριμένα, και χρησιμοποιώντας διακριτά κριτήρια ένταξης, οι ερευνητές συμπεριέλαβαν 21 δημοσιευμένα άρθρα εκ των οποίων τα 11 αφορούσαν την εφαρμογή των αισθητήρων σε τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά (*typically developing children*) και 10 σε παιδιά με νευροαναπτυξιακές διαταραχές. Σε όλες τις περιληφθείσες έρευνες τα υποκείμενα έφεραν δύο ή και περισσότερους αισθητήρες στα άνω άκρα τους, και οι

μετρήσεις μελετούσαν κινήσεις που αφορούσαν την συμμετρία, την ταχύτητα περιστροφής και την σταθερότητα της θέσης των χεριών τους.

Τα αποτελέσματα αυτής της συστηματικής ανασκόπησης ανέδειξαν την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών αποκλίσεων στην κίνηση των άνω άκρων των παιδιών με ΔΕΠΥ, αποκλίσεις που δικαιολογούν τη χρήση αδρανειακών αισθητήρων – και πιο συγκεκριμένα των επιταχυνσιόμετρων - στην αντικειμενική και επιτυχή εκτίμηση της δραστηριότητας των ακρών σε αυτές τις περιπτώσεις. Επιπλέον, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της ερευνάς, η χρήση αδρανειακών αισθητήρων έχει τη δυνατότητα να καταδεικνύει την επιτυχία πιθανών παρεμβάσεων σε παιδιά με ΔΕΠΥ. Συνεπώς, οι Braito *et al.* (2018) προτείνουν ότι η χρήση αδρανειακών αισθητήρων αποτελεί δυνητικά μελλοντικό εργαλείο μέτρησης συμπεριφοράς, κατάλληλο τόσο για την διάγνωση νευροαναπτυξιακών διαταραχών, όσο και για την επιλογή κατάλληλης θεραπείας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ερευνητές καταληχτικά εστιάζουν στο ότι η βαθύτερη κατανόηση της αναπτυξιακής πορείας της κίνησης των άνω άκρων, είναι απαραίτητη αν θέλουμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τις νευροαναπτυξιακές διαταραχές. Ωστόσο, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες, για τη εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων, ειδικά σε πραγματικές συνθήκες (real-world settings). Αυτό πηγάζει και από το γεγονός ότι ένα από τα μειονεκτήματα αυτής της έρευνας ήταν η μερική ανομοιογένεια των επιλεγμένων μελετών που ενσωματώνει σημαντικό σφάλμα στην εξαγωγή ολιστικών συμπερασμάτων.

Μελέτη 12

Choi, M.-T., Yeom, J., Shin, Y., & Park, I. (2018). Robot-Assisted ADHD Screening in Diagnostic Process. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*.

Η συγκεκριμένη μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2018 από τους Choi *et al.* παρουσιάζει μία καινοτόμα προσέγγιση για την ανίχνευση παιδιών με ΔΕΠΥ χρησιμοποιώντας ρομποτικές τεχνολογίες και μηχανική μάθησης (machine learning) για να αποτυπώσει τις δυνατότητες συμπεριφοράς των αντικειμένων που συμμετέχουν στα

εκάστοτε τεστ. Ο σκοπός αυτής της ερευνάς ήταν να αξιολογηθεί η χρήση και η καταλληλότητα αυτής της τεχνολογίας για τη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ αλλά και παιδιών που βρίσκονται σε κίνδυνο να αναπτύξουν αυτή τη διαταραχή. Το ρομπότ κινείται στον χώρο ακολουθώντας το παιδί και δίνει κάποιες οδηγίες, τις οποίες το υποκείμενο θα πρέπει να ακολουθήσει.. Συνεπώς και χρησιμοποιώντας αισθητήρες τοποθετημένους στο ρομπότ, η δοκιμασία ανιχνεύει τρία χαρακτηριστικά: υπερκινητικότητα, ελλειμματική προσοχή, μνήμη εργασίας.

326 παιδιά ηλικίας οκτώ (8) και εννιά (9) χρονών συμπεριελήφθησαν σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων τα 35 είχαν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ ενώ 26 είχαν χαρακτηριστεί ως ‘σε κίνδυνο’ να αναπτύξουν αυτή τη διαταραχή.

Τα ευρήματα των Choi *et al.* (2018) υποδεικνύουν το γεγονός ότι αυτή η μεθοδολογία ήταν αρκετά αποτελεσματική και στατιστικά ορθή στην αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των αντικειμένων ανάλογα με το αν πάσχουν – ή είναι σε κίνδυνο να αναπτύξουν ΔΕΠΥ – ή όχι. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι αυτή η συστηματική προσέγγιση είναι σημαντικά χρησιμότερη σε σύγκριση με τα παραδοσιακά τεστ που χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια διότι χρησιμοποιεί μία προσέγγιση που είναι αρκετά πιο φιλική προς το παιδί, δίνοντας έτσι ένα πιο αξιόπιστο τρόπο και μοντέλο για την αναγνώριση και διάγνωση τυχόν διαταραχών. Κατά συνέπεια, και ενώ αυτή η μελέτη χρησιμοποιεί ένα σχετικά μικρό δείγμα υποκειμένων με ΔΕΠΥ, οι ερευνητές τονίζουν ότι με την χρήση της εν λόγω δοκιμασίας, ο κλινικός είναι ικανός να διακρίνει τα παιδιά με υψηλό κίνδυνο εμφάνισης ΔΕΠΥ.

Μελέτη 13

Kim J, Lee Y, Han D, Min K, Kim D, Lee C (2018) The utility of quantitative electroencephalography and integrated visual and auditory continuous performance test as auxiliary tools for the attention deficit hyperactivity disorder diagnosis. Clin Neurophysiol 126:532–540

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Kim *et al.* ήταν να εξεταστεί η κλινική ικανότητα του ποσοτικού ΗΕΓ (quantitative EEG) ως βοηθητικών

εργαλείων για τη διάγνωση και αξιολόγηση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Επίσης, στόχος αυτής της έρευνας ήταν να διερευνήσει την πιθανή συσχέτιση των μετρήσεων από το ΗΕΓ με το Integrated Visual and Auditory CPT (IVA + CPT) στις ομάδες ασθενών που πάσχουν από ΔΕΠΥ.

157 παιδιά εκ των οποίων 85 είχαν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ (μέσος όρος ηλικίας 9.25 ± 1.63 χρονών) και 72 που χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου (μέσος όρος ηλικίας 9.56 ± 1.98) έλαβαν μέρος σε αυτή την ερευνητική μελέτη. Οι μετρήσεις από το ΗΕΓ καταγράφηκαν από 21 κανάλια (ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν σύμφωνα με το διεθνές 10-20 σύστημα) και αναλύθηκαν στα υποσύνολα συχνοτήτων: delta (1–4 Hz), theta (4–8 Hz), slow alpha (8–10 Hz), fast alpha (10–13.5 Hz), and beta (13.5–30 Hz). Τα αντίστοιχα σκορ από το IVA + CPT προέκυψαν από μια δοκιμασία κατά την οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε να πατήσουν το νούμερο του κουμπιού που άκουγαν ή έβλεπαν π.χ. '1' όταν άκουγαν ή έβλεπαν τον αριθμό 1. Αυτή η διαδικασία επέφερε ένα σύνολο 12 συντελεστών με διακριτές οπτικές και ακουστικές μετρήσεις.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε όλους τους 12 συντελεστές μεταξύ των παιδιών με ΔΕΠΥ και των παιδιών της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες με ΔΕΠΥ παρουσίασαν σημαντικά αυξημένα delta και theta δραστηριότητα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Η συσχέτιση μεταξύ IVA + CPT και του ΗΕΓ ήταν αρκετά υψηλή μόνο σε μία υποκατηγορία ΔΕΠΥ, του συνδυαστικού τύπου σε αντίθεση με τις άλλες δύο υποκατηγορίες (απρόσεχτων ή παρορμητικών/υπερκινητικών παιδιών). Συνεπώς, οι ερευνητές προτείνουν ότι και οι δύο μέθοδοι (IVA + CPT και quantitative EEG) μπορούν να θεωρηθούν ως εξαιρετικά και αποτελεσματικά εργαλεία στην διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά.

Μελέτη 14

Munoz, D. P., Armstrong, I. T., Hampton, K. A., & Moore, K. D. (2018). Altered Control of Visual Fixation and Saccadic Eye Movements in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Neurophysiology*, 90(1), 503–514

Σκοπός της έρευνας αυτής που δημοσιεύτηκε το 2018 από του Munoz-Organero *et al.* ήταν η δημιουργία μίας καινοτόμου τεχνολογικής προσέγγισης στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ που συνδυάζει χωρικές τεχνολογίες νευρωνικών δικτύων και αδρανειακούς αισθητήρες ανίχνευσης σωματικής κίνησης. Τα νευρωνικά δίκτυα αφορούν τεχνολογίες δικτύωσης που προσομοιάζουν την δικτύωση του εγκεφάλου για καλύτερη αξιοποίηση των μετρήσεων από τα προγράμματα μηχανικής μάθησης.

22 παιδιά ηλικίας 6-15 χρονών έλαβαν μέρος σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων 11 έπασχαν από ΔΕΠΥ και 11 χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου. 5 από τα υποκείμενα που έπασχαν από ΔΕΠΥ δεν λάμβανε φαρμακευτική αγωγή κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης. Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν στα άκρα της κυρίαρχης πλευράς κάθε παιδιού για 8 ώρες και μετρήθηκε η δραστηριότητα των παιδιών κατά την παρουσία τους στο σχολείο, χωρίς περιορισμούς. Τα σήματα από τα τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα μετατράπηκαν σε δυσδιάστατες εικόνες επιτάχυνσης έτσι ώστε οι ειδικοί να μπορέσουν να διαχωρίσουν περιπτώσεις παιδιών που πάσχουν – ή δεν πάσχουν – από ΔΕΠΥ (Convolutional Neural Network (CNN)).

Τα αποτελέσματα των Munoz-Organero *et al.* (2018) καταδεικνύουν την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στο τρόπο που οι δύο ομάδες χρησιμοποιούσαν και κινούσαν τον επιταχυντή που βρισκόταν στον καρπό των υποκειμένων. Όσον αφορά στον επιταχυντή που βρισκόταν στον αστράγαλο των υποκειμένων, οι μετρήσεις κατέδειξαν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων αλλά μόνο σε υποκείμενα που δεν ελάμβαναν τη φαρμακευτική τους αγωγή. Επομένως και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η χρήση νευρωνικών δικτύων στην διάκριση των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ, απέφερε περισσότερο ακριβείς μετρήσεις, από ότι η απλή χρήση αδρανειακών αισθητήρων. Όμως, η έρευνα χρησιμοποιεί ένα αρκετά μικρό δείγμα. Συνεπώς η έρευνα θα πρέπει να επεκταθεί σε μεγαλύτερους πληθυσμούς για την διεξαγωγή περισσότερο έγκυρων μετρήσεων και ταξινομήσεων των συμπτωμάτων.

Μελέτη 15

Ricci, M., Terribili, M., Giannini, F., Errico, V., Pallotti, A., Galasso, C., Saggio, G. (2018). *Wearable-based electronics to objectively support diagnosis of motor impairments in school-aged children. Journal of Biomechanics.*

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2019 από τους Ricci *et al.* ήταν η εκτίμηση συντονισμού των κινήσεων σε παιδιά με αναπτυξιακή διαταραχή συντονισμού (Developmental Coordination Disorder – DCD) και σε παιδιά με ΔΕΠΥ, με χρήση αδρανειακών αισθητήρων μέτρησης των κινήσεων ολόκληρου του σώματος, κατά την διάρκεια κινητικών εργασιών. Συνεπώς οι ερευνητές θέλησαν να

37 παιδιά ηλικίας 7-10 χρονών έλαβαν μέρος σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων τα 17 έπασχαν από ΔΕΠΥ και 20 χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου. Οι αισθητήρες συνδύαζαν τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα και τριαξονικά γυροσκόπια. Δέκα αισθητήρες τοποθετήθηκαν στο σώμα των παιδιών (μπράτσα, στέρνο, μέση, καρποί, γόνατα και αστράγαλοι). Τα παιδιά εκτέλεσαν εννιά κινητικά έργα σύμφωνα με το πρωτόκολλο MABC-2 (Movement Assessment Battery for Children, 2nd edition): άλματα (ψηλά/γρήγορα), ακινητοποιήσεις (μόνο το δεξί πόδι/ μόνο το αριστερό πόδι), περπάτημα με την φτέρνα, άλμα βατράχου, ρυθμικό χτύπημα χεριών στα πόδια, ρυθμικές κινήσεις χεριών με παρατάσεις ή διακοπή, ρυθμικό χτύπημα ποδιών στο πάτωμα, ρυθμικό χτύπημα δαχτύλων των ποδιών.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας εστίασαν στην στατική ισορροπία, στην δυναμική ισορροπία, στο συντονισμό των άκρων και στο συντονισμό των κινήσεων των παιδιών. Τα υποκείμενα με ΔΕΠΥ εμφάνισαν φτωχό έλεγχο στις στατικές δοκιμασίες και ταχύτερες κινήσεις σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Όσον αφορά στη δυναμική ισορροπία – που μετρήθηκε με έργα αλμάτων - τα παιδιά με ΔΕΠΥ παρουσίασαν σημαντικά ελλείμματα στον έλεγχο του κέντρου βάρους. Τα έργα γρήγορων αλμάτων έδειξαν, όπως ήταν αναμενόμενο, στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη δραστηριότητα στα παιδιά με ΔΕΠΥ. Επίσης, τα παιδιά με ΔΕΠΥ, είχαν δυσκολίες συντονισμού των γονάτων και μικρότερη ακρίβεια στις κινήσεις τους, στα έργα που συνδύαζαν διαφορετική κίνηση των δύο άκρων. Δυσκολίες παρατηρήθηκαν στην διάκριση των

κινήσεων άνω και κάτω άκρων, στα έργα αλμάτων (δεξί πόδι μπροστά, δεξί χέρι πίσω) και ερμηνεύτηκε ως έλλειψη της ικανότητας αναστολής συγκεκριμένης απόκρισης, ανάπτυξης σχεδίου διαδοχικής κίνησης και ικανότητας διατήρησης νοητικής 70 αναπαράστασης του έργου. Τέλος, σε ότι αφορά τον χρόνο, τα παιδιά παρουσίασαν ελλείμματα σε σχέση με τον ρυθμό (όχι την ταχύτητα εκτέλεσης).

Συνεπώς, οι Ricci *et al.* (2018) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η διαδικασία της διάγνωσης παιδιών με ΔΕΠΥ θα πρέπει να περιλαμβάνει δοκιμασίες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα έργων κινητικού συντονισμού και να μη περιορίζονται σε ένα μόνο μέρος του σώματος. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί σε εργασίες που επικεντρώνονται στην ισορροπία (πχ διατήρηση ισορροπίας, ανάκτηση ισορροπίας, συντονισμός άκρων).

Μελέτη 16

Areces, D., Dockrell, J., García, T., González-Castro, P., & Rodríguez, C. (2018). Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. PLOS ONE, 13(8), e0201039.

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2019 από τους Areces *et al.* ήταν να εξετάσει και να συγκρίνει γνωστικές μεταβλητές (λειτουργική μνήμη και ταχύτητα επεξεργασίας) αλλά και τα αντίστοιχα προφίλ προσοχής μεταξύ υγιών μαθητών και μαθητών που πάσχουν από ΔΕΠΥ. Επιπροσθέτως, αυτή η έρευνα θέλει να καθορίσει την καταλληλότητα αλλά και την ακρίβεια με την οποία αυτές οι μεταβλητές μπορούν να προβλέψουν την ιδιότητα μέλους των μαθητών.

88 μαθητές ηλικίας 6-16 χρονών (66 αγόρια και 22 κορίτσια) έλαβαν μέρος σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων οι 50 είχαν ήδη διαγνωστεί με ΔΕΠΥ ενώ οι υπόλοιποι 38 άνηκαν στην ομάδα ελέγχου. Οι μαθητές με ΔΕΠΥ είχαν διαγνωστεί (κριτήριο ένταξης) μέσω του WISC-IV. Το Aula Nesplora χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό του προφίλ προσοχής μεταξύ υγιών μαθητών και μαθητών που πάσχουν από ΔΕΠΥ.

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι μαθητές με ΔΕΠΥ είχαν σημαντικά χαμηλότερο σκορ στην εξέταση της λειτουργικής μνήμης και στη ταχύτητα επεξεργασίας σε σχέση με τους μαθητές που ανήκουν στην ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, οι μαθητές με ΔΕΠΥ επέδειξαν αρκετά χαμηλότερη απόδοση στην Aula Nesplora σε σχέση με τους υγιείς μαθητές. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία με τα οποία αξιολογήθηκε η προσοχή των υποκειμένων παράσχουν αρκετά ευρύτερες μεταβλητές και πληροφορίες σε σχέση με τα συμβατικά γνωστικά μοντέλα. Συνεπώς αυτή η έρευνα των Areces *et al.* (2018), καταδεικνύει ότι είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση μεταβλητών όπως η λειτουργική μνήμη που εξετάζουν την προσοχή των αντικειμένων καθώς τα γνωστικά προφίλ από μόνα τους μπορεί να αποκρύψουν σημαντικές πληροφορίες για τη σωστή και έγκαιρη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Επίσης αυτή η έρευνα αναδεικνύει την σημασία της ηλικίας των υποκειμένων στη διάγνωση της ΔΕΠΥ. Παρόλο που οι ερευνητές διατυπώνουν τη σαφή σχέση μεταξύ ηλικίας υποκειμένου και απόδοσης σε εργασίες που απαιτούν συγκέντρωση, η ανθεκτικότητα αλλά και η επαναληψιμότητα των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ με το χρόνο πιθανόν να είναι ένας αρκετά σημαντικός δείκτης σχετικά με τη δριμύτητα της ΔΕΠΥ.

Μελέτη 17

Fang Y. Han D. and Luo H. (2019). A virtual reality application for assessment for attention deficit hyperactivity disorder in school-aged children. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2019; 15: 1517–1523.

Σκοπός αυτής μελέτης που δημοσιεύτηκε το 2019 από τους Fang, Han & Luo, ήταν η διερεύνηση της εφαρμοσιμότητας αλλά και της διαθεσιμότητας της εικονικής πραγματικότητας για την αξιολόγηση των συμπτωμάτων της ΔΕΠΥ. Επιπλέον αυτή η έρευνα συνέκρινε την αξιοπιστία αλλά και την επιτυχία αυτής της μεθόδου εν συγκρίσει με άλλες συχνά χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες για την διάγνωση ΔΕΠΥ όπως το Conner's CPT και το IVA-CPT.

140 παιδιά ηλικίας 6-18 χρονών συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα, εκ των οποίων 77 (57 αγόρια και 20 κορίτσια) είχανε διαγνωστεί με ΔΕΠΥ και 63 (49 αγόρια και 14

κορίτσια) χρησιμοποιήθηκαν ως ομάδα ελέγχου. Τρεις μεταβλητές εφαρμόστηκαν σε αυτή την πειραματική διαδικασία: παρακολούθηση θέσης (30 στοιχεία), παρεμβολή Stroop (41 στοιχεία) και η αναγνώριση αντικειμένων (60 στοιχεία). Η όλη διαδικασία διήρκησε 20 λεπτά και τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας 4 δείκτες: 1) σωστά στοιχεία, 2) τα εσφαλμένα στοιχεία, 3) την ακρίβεια και 4) το συνολικό χρόνο.

Τα αποτελέσματα των Fang, Han & Luo (2019) καταδεικνύουν ότι υποκείμενα με ΔΕΠΥ παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους τρεις από τους τέσσερις δείκτες (σωστά στοιχεία, εσφαλμένα στοιχεία και ακρίβεια) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου) και τα οποία επαληθεύτηκαν με τις υπόλοιπες διαγνωστικές μεθόδους ΔΕΠΥ. Όμως, το μεγαλύτερο προτέρημα της χρήσης εικονικής πραγματικότητας είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος που προσελκύει και εμπνέει το υποκείμενο και συνεπώς μπορεί να αποδώσει μία αντικειμενική ένδειξη και διάγνωση της ΔΕΠΥ στα παιδιά. Ταυτόχρονα, και όπως αποδείχτηκε από αυτή την έρευνα, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε μπορεί να αξιολογήσει και να διαγνώσει εγκαίρως συμπτώματα εμφάνισης ΔΕΠΥ σε παιδιά.

3.3 Ανάλυση άρθρων

Με γνώμονα τα αποτελέσματα στις βάσεις δεδομένων, που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, επακολούθησε παρουσίαση των βασικών αποτελεσμάτων προκύπτουν από την ανάλυση των συμπεριληφθούσων ερευνών. Πιο συγκεκριμένα, και έχοντας πάντοτε υπόψιν το πρωτεύον και δευτερεύον ερευνητικό ερώτημα αυτής της διπλωματικής εργασίας, τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ως προς τις ακόλουθες θεματικές ενότητες όπως προκύπτουν από τις 17 αυτές ερευνητικές μελέτες:

3.3.1 Μέτρηση βιοδεικτών στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.3: Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Έρευνα	Απαντά το Πρωτεύον Επιστημονικό Ερώτημα?	Επαληθεύει την Δευτερεύουσα Επιστημονική Υπόθεση?	Είδος ανιχνευτή	Συμπεράσματα
Snyder <i>et al.</i> (2015)	NAI	NAI	EEG	Αρκετά αξιόπιστη μέθοδος για τη διάγνωση ΔΕΠΥ σε παιδιά. Πολλά οφέλη μπορεί να προκύψουν
Helgadóttir <i>et al.</i> (2015)	NAI	NAI	EEG	
Kim <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	qEEG	
Tye <i>et al.</i> (2013)	NAI	NAI	EEG/EOG/ERP	

Συνολικά 4 μελέτες από τις 17 (23%) συμπεριέλαβαν το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Από αυτές η μία χρησιμοποίησε το ΗΕΓ σε συνδυασμό με ΕΟΓ και προκλητά δυναμικά, η μία ποσοτικό ΗΕΓ και οι δύο απλό ΗΕΓ.

3.3.2 Οφθαλμικές κινήσεις στην διάγνωση ΔΕΠΥ

Πίνακας 3.4: Αισθητήρες ανίχνευσης οφθαλμικών κινήσεων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Έρευνα	Απαντά το Πρωτεύον Επιστημονικό Ερώτημα?	Επαληθεύει την Δευτερεύουσα Επιστημονική Υπόθεση?	Είδος ανιχνευτή	Συμπεράσματα
Puig <i>et al.</i> (2015)	NAI	OXI	Tobii	Η οπτική ανίχνευση οφθαλμικών κινήσεων μπορεί να διαγνώσει ΔΕΠΥ

Tye <i>et al.</i> (2013)	NAI	NAI	EEG/EOG/ERP	σε παιδιά, όμως είναι απαραίτητη η διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών για την επαλήθευση των ευρημάτων.
-----------------------------	-----	-----	-------------	--

Συνολικά 2 μελέτες από τις 17 (11%), ερεύνησαν την διαγνωστική αξία των οφθαλμικών κινήσεων, μία εκ των οποίων σε συνδυασμό με ΗΕΓ και προκλητά δυναμικά.

3.3.3 Ανίχνευση σωματικής κίνησης στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ με η χωρίς χρήση VR

Πίνακας 3.5: Αδρανειακοί αισθητήρες στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Έρευνα	Απαντά το Πρωτεύον Επιστημονικό Ερώτημα?	Επαληθεύει την Δευτερεύουσα Επιστημονική Υπόθεση?	Είδος ανιχνευτή	Συμπεράσματα
Braito <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	Αδρανειακοί αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρα)	Οι αδρανειακοί αισθητήρες διαδραματίζουν έναν καίριο ρόλο καθώς επιτρέπουν την αποτελεσματική και αξιόπιστη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Η χρήση IR αισθητήρων μπορεί επίσης να προσφέρει την ευχέρια αντικειμενικών αλλά και προσιτών οικονομικά και χρονικά μετρήσεων και διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε παιδιά.
O'Mahony <i>et al.</i> (2014)	NAI	NAI	IMUs	
Kaneko, Tamashita & Iramina (2016)			Αδρανειακοί αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια)	
Munoz-Organero <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	IMU	
Ricci <i>et al.</i> (2015)	NAI	NAI	IMU	
Rajendran <i>et al.</i> (2018)	NAI	OXI	Ακτιγράφοι +CPT	
Li <i>et al.</i> (2016)	NAI	NAI	Υπέρ/ροι αισθητήρες, ολική κίνηση	
Choi <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης radar	

Από τις 17 μελέτες οι 8 (47 %) ερεύνησαν την διαγνωστική αξία των αισθητήρων ανίχνευσης σωματικής κίνησης χωρίς χρήση VR. Από αυτές, Οι τρεις χρησιμοποίησαν αδρανειακές μονάδες μέτρησης (IMU) και προγράμματα μηχανικής μάθησης. Τέλος, μία μελέτη ερευνήσε την διαγνωστική αξία ανίχνευσης κίνησης με απλούς ακτιγράφους, μία έκανε χρήση υπέρυθρων αισθητήρων και μία έκανε χρήση ραντάρ.

Πίνακας 3.6: Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης με παράλληλη χρήση VR στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Έρευνα	Απαντά το Πρωτεύον Επιστημονικό Ερώτημα?	Επαληθεύει την Δευτερεύουσα Επιστημονική Υπόθεση?	Είδος ανιχνευτή	Συμπεράσματα
Rodriguez <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	VR + IMU	Η χρήση εικονικής πραγματικότητας προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στην αντικειμενική διάγνωση της ΔΕΠΥ στα παιδιά. Η χρήση IR αισθητήρων μπορεί επίσης να προσφέρει την ευχέρια αντικειμενικών αλλά και προσιτών οικονομικά και χρονικά μετρήσεων και διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε παιδιά.
Areces <i>et al.</i> (2018)	NAI	NAI	VR + IMU	
Fang, Han & Luo (2019)	NAI	NAI	VR + IMU	

Από τις 17 μελέτες οι 3 (17%) ερεύνησαν την διαγνωστική αξία των αισθητήρων ανίχνευσης κίνησης κάνοντας παράλληλα χρήση της τεχνολογίας VR. Οι δυο χρησιμοποίησαν το AULA που περιλαμβάνει αισθητήρες IMU.

Συνολικά, οι μελέτες που ερεύνησαν την ανίχνευση σωματικής κίνησης αφορά το 65% (11 μελέτες) του συνολικού αριθμού που απασχόλησε η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία.

3.3.4. Προτιμώμενη ή/και πιο αποτελεσματική θέση στο σώμα του υποκειμένου για την τοποθέτηση του αισθητήρα στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ.

Από τις 17 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία, στις 9 η ανίχνευση του αισθητήρα αφορούσε την κεφαλή του υποκειμένου ενώ στις 2 η ανίχνευση αφορούσε την ανίχνευση οφθαλμικής κίνησης. Σε ότι αφορά αποκλειστικά την ανίχνευση σωματικής κίνησης (με εξαίρεση δηλαδή των ΗΕΓ και ΗΟΓ), φαίνεται ότι οι περισσότερες μελέτες ασχολήθηκαν με την ανίχνευση άνω και κάτω άκρων, ενώ μόνο μία τοποθέτησε αισθητήρες κίνησης σε όλο το σώμα. Επίσης, μόνο μία μελέτη αξιοποίησε την κίνηση της μέσης στην ανίχνευση της παιδικής ΔΕΠΥ. Τέλος, 5 από τις 11 μελέτες που ασχολήθηκαν με την ανίχνευση σωματικής κίνησης, μελέτησαν την κίνηση της κεφαλής.

Πίνακας 3.7: Τοποθεσία αισθητήρα στο υποκείμενο

Τοποθεσία Αισθητήρα Έρευνα	Άνω άκρα	Κάτω άκρα	Κεφάλι	Μέση	Σε όλο το σώμα	Μάτια
Rodríguez <i>et al.</i> , (2018)			X			
Braito <i>et al.</i> (2018)	X					
Choi <i>et al.</i> (2018)			X			
Helgadóttir <i>et al.</i> , 2015			X			
O'Mahony <i>et al.</i> , 2014		X		X		
Rajendran <i>et al.</i> , 2015		X		X		
Puig <i>et al.</i> , 2015						X
Li <i>et al.</i> , 2016					X	
Munoz-Organero <i>et al.</i> , 2018	X	X				
Ricci <i>et al.</i> , 2019		X				
Tye <i>et al.</i> , 2013			X			X
Diaz-Orueta <i>et al.</i> , 2014			X			
Areces <i>et al.</i> , 2018			X			
Fang, Han & Luo, 2019			X			
Snyder <i>et al.</i> , 2015			X			
Kaneko, Yamashita & Iramina, 2016	X					
Kim <i>et al.</i> , 2018			X			

3.3.5 Αισθητήρες και διάκριση συμμετεχόντων ανάλογα με τη λήψη ή όχι συνοδευτικής φαρμακευτικής αγωγής

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.8 , με εξαίρεση μία από τις 11 μελέτες, δεν πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των συμμετεχόντων ανάλογα με την χορήγηση ή μη φαρμακευτικής αγωγής

Πίνακας 2.8: Διάκριση συμμετεχόντων σχετικά με τη λήψη ή μη φαρμακευτικής αγωγής

Φαρμακολογική συνοδευόμενη αγωγή Έρευνα	Διαχωρισμός μεταξύ συμμετεχόντων με συνοδευόμενη φαρμακολογική αγωγή	Μη διαχωρισμός μεταξύ συμμετεχόντων με συνοδευόμενη φαρμακολογική αγωγή
Rodríguez <i>et.al.</i> , (2018)		X
Braito <i>et.al.</i> (2018)		X
Choi <i>et al.</i> (2018)		X
Helgadóttir <i>et al.</i> , 2015		X
O'Mahony <i>et al.</i> , 2014		X
Rajendran <i>et al.</i> , 2015		X
Puig <i>et al.</i> , 2015		X
Li <i>et al.</i> , 2016		X
Munoz-Organero <i>et al.</i> , 2018		X
Ricci <i>et al.</i> , 2019		X
Tye <i>et al.</i> , 2013		X
Díaz-Orueta <i>et al.</i> , 2014	X	
Areces <i>et al.</i> , 2018		X
Fang, Han & Luo, 2019		X
Snyder <i>et al.</i> , 2015		X
Kaneko, Yamashita & Iramina, 2016		X
Kim <i>et al.</i> , 2018		X

3.3.6 Διάκριση των υποτύπων της ΔΕΠΥ με χρήση αισθητήρων

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.9, από τις 17 μελέτες μόνο οι δύο διέκριναν τη παιδική ΔΕΠΥ στους υποτύπους της. Στις 8 μελέτες δεν έγινε καμία διάκριση των συμμετεχόντων ενώ στις υπόλοιπες 7 οι διάκριση των υποτύπων της ΔΕΠΥ πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη της διαγνωστικής υπό μελέτη διαδικασίας.

Πίνακας 3.9: Τεχνολογίες αισθητήρων και τύπος παιδικής ΔΕΠΥ

Τύπος ΔΕΠΥ Έρευνα	τύπος ελλειμματικής προσοχής	τύπος υπερκινητικότητας/ παρορμητικότητας	συνδυασμένος τύπος	Κανένας τύπος
Rodríguez <i>et.al.</i> , (2018)	X (31.95 %)	X (15.38 %)	X (22.78 %)	
Braito <i>et.al.</i> (2018)				X
Choi <i>et al.</i> (2018)	X	X		
Helgadóttir <i>et al.</i> , 2015	X (33 %)	X (2 %)	X (65 %)	
O'Mahony <i>et al.</i> , 2014	X (41.7 %)	X (12.5 %)	X (45.8 %)	
Rajendran <i>et al.</i> , 2015				
Puig <i>et al.</i> , 2015	X (13.8 %)	X (51.7 %)	X (34.5 %)	
Li <i>et al.</i> , 2016	X (17.8 %)	X (14.3 %)	X (68.9 %)	
Munoz-Organero <i>et al.</i> , 2018				X
Ricci <i>et al.</i> , 2019				X
Tye <i>et al.</i> , 2013				X
Diaz-Orueta <i>et al.</i> , 2014	X (40.4 %)	X (3.5 %)	X (56.1 %)	
Areces <i>et al.</i> , 2018				X
Fang, Han & Luo, 2019				X
Snyder <i>et al.</i> , 2015				X
Kaneko, Yamashita & Iramina, 2016				X
Kim <i>et al.</i> , 2018	X (42.4 %)	X (23.5 %)	X (34.1 %)	

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με γνώμονα τα αποτελέσματα αυτής της συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, η συζήτηση που θα επακολουθήσει θα εξετάσει λεπτομερώς όλα τα στοιχεία αλλά και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των συμπεριληφθούσων ερευνών για κάθε θεματική ενότητα ξεχωριστά.

4.1 ΗΕΓ στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Καταρχήν, το ΗΕΓ έχει μία μακρά και επιτυχημένη ιστορία όσων αφορά την παραβολή και αξιολόγηση λειτουργικών πληροφοριών του κεντρικού νευρικού συστήματος σε άτομα με προβλήματα συμπεριφοράς. Επομένως, και επειδή τα συμπτώματα της ΔΕΠΥ έχουν συνδεθεί με προφανείς αλλαγές στα επίπεδα ντοπαμίνης (dopaminergic) και νορεπινεφρίνης (noradrenergic), το ΗΕΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έμμεση ποσοτικοποίηση αυτών των νευροδιαβιβαστών διότι τα ληφθέντα σήματα πρακτικά απεικονίζουν τη χημική δραστηριότητα στις συνάψεις των νευρώνων (Lenartowicz & Loo, 2014). Όμως τα αποτελέσματα αυτής της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, σε αντίθεση με την κριτική που έχει δεχθεί, δείχνουν ότι το ΗΕΓ μπορεί επιπροσθέτως να θεωρηθεί ένας αρκετά αξιόπιστος και αποτελεσματικός τρόπος διάγνωσης αλλά και κατάταξης των υποτύπων της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Συνοπτικά, τέσσερις (4) ερευνητικές μελέτες που ήταν σε πλήρη εναρμόνιση με τα κριτήρια ένταξης αυτής της ανασκόπησης, ανέδειξαν τη χρησιμότητα αλλά και την αποτελεσματικότητα του ΗΕΓ. Για παράδειγμα, οι Snyder *et al.* (2015) ερεύνησαν την αξιοπιστία ΗΕΓ μετρήσεων ως βιοδείκτη για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι αυτή η μέθοδος διάγνωσης επιφέρει μία σαφώς καλύτερα και πιο ασφαλή αποτελέσματα στην διάγνωση της ΔΕΠΥ, έτσι ώστε να βρίσκεται σε μεγαλύτερη συνέπεια και ακρίβεια με το κριτήριο E. Άλλωστε, και όπως αναφέρουν οι

ερευνητές, το ΗΕΓ επαλήθευσε την υπερδιάγνωση υποκειμένων με ΔΕΠΥ σε πολύ σημαντικό βαθμό (93.91 %) και άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την ενίσχυση ή απόρριψη της αρχικής διάγνωσης.

Η αξιοπιστία και η επιτυχία του ΗΕΓ στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ υποστηρίζεται επίσης από τους Helgadóttir *et al.* (2015). Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, αποδεικνύεται ότι μία διαγνωστική μέθοδος που βασίζεται στο ΗΕΓ και που χρησιμοποιεί αλγόριθμους ταξινόμησης μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα διάγνωσης της ΔΕΠΥ από ειδικούς/κλινικούς αλλά και την περαιτέρω παρακολούθηση της πορείας των υποκειμένων. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αλγόριθμοι ταξινόμησης μπορούν να αναπτυχθούν εμπειρικά αξιοποιώντας τα στατιστικά μοτίβα αναγνώρισης της ΔΕΠΥ σε διάφορες ηλικίες και συνεπώς να δημιουργήσουν βάσεις δεδομένων για την αντιστοιχία παιδιού (ηλικίας) και ΔΕΠΥ. Με άλλα λόγια, η ηλικιακά-βασισμένη ταξινόμηση και δημιουργία ηλικιακά-βασισμένων βάσεων δεδομένων αποτελεί ένα απαραίτητο συστατικό για την ακριβή διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ – γεγονός που παρουσιάζεται για πρώτη φορά από τους εν λόγω ερευνητές.

Επιπλέον, και σύμφωνα με τους Kim *et al.* (2018), το ποσοτικό ΗΕΓ, που όπως προαναφέρθηκε είναι μία απεικονιστική μέθοδος που προσφέρει πληθώρα πληροφοριών σε σχέση με την λειτουργία του εγκεφάλου, μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ένα εξαιρετικό και αποτελεσματικό εργαλείο στη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές αναφέρουν ότι το ποσοτικό ΗΕΓ καταδεικνύει μία σημαντική αύξηση των ρυθμών δ και θ σε παιδιά με ΔΕΠΥ - εκ των οποίων τα θ κύματα αυξάνονταν κυρίως στον μετωπιαίο λοβό – ενώ τα α και β κύματα επιδείκνυαν μία σημαντική πτωτική τάση. Συνεπώς, η υπολειτουργία του μετωπιαίου λοβού και έχοντας ως οδηγό το λόγο θ/β (TBR), το ποσοτικό ΗΕΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα για τη διάγνωση και αξιολόγηση της ΔΕΠΥ σε παιδιά.

Τέλος, και όπως παρουσιάζεται από τους Tye *et al.* (2013), το ΗΕΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για να αποδώσει προκλητά δυναμικά που μετρούν τη μεταβολή της ηλεκτρικής δραστηριότητας στον εγκέφαλο (μέσω σχετικών κυμάτων).

Στη συγκεκριμένη έρευνα, όπου τα ερεθίσματα προς επεξεργασία ήταν έγχρωμες εικόνες τριών προσώπων γυναικών με άμεσο ή αποφευκτικό βλέμμα, τα ευρήματα του ΗΕΓ επέδειξαν ότι ο διαχωρισμός μεταξύ ΔΕΠΥ και ΔΑΦ μπορεί να γίνει με αποτελεσματικό τρόπο. Συνεπώς, και όπως προτείνεται από τους ερευνητές, η χρήση προκλητών δυναμικών και η επακόλουθη μέτρησή τους με ΗΕΓ, έχει την ικανότητα να ενισχύσει τη διάγνωση αλλά και τη διάκριση νευροαναπτυξιακών διαταραχών όπως μεταξύ ΔΕΠΥ και ΔΑΦ.

Συμπερασματικά και σε σχέση με τα ερωτήματα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, φαίνεται ότι το ΗΕΓ αποτελεί μία από τις σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Επίσης, από τα παραπάνω φαίνεται, ότι το ΗΕΓ καταγράφει σε έρευνες υψηλής ακρίβειας διαγνωστικά αποτελέσματα της ΔΕΠΥ σε παιδιά είτε μέσω στατιστικών αναλύσεων στα κύματα δ και β , είτε με τη χρήση προκλητών δυναμικών, είτε – κυρίως - με τη δημιουργία μιας ηλικιακά-βασισμένης βάσης δεδομένων που θα αντιστοιχεί την ηλικία των υποκειμένων με την ύπαρξη ΔΕΠΥ (μηχανική μάθηση). Όμως στη τελευταία περίπτωση, οι συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων είναι ακόμα σε πρώιμη μορφή και επομένως χρειάζονται περαιτέρω έρευνες για την πλήρη δημιουργία και επαλήθευσή τους που να κατατάσσει όλες τις μορφές και τη σοβαρότητα της ΔΕΠΥ.

4.2 Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης ματιών στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ

Η έρευνα στην οπτική ανίχνευση για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ είναι περιορισμένη. Παρόλαυτά, τα ευρήματα που παρουσιάζονται από τους Puig *et al.* (2015) καταδεικνύουν το γεγονός ότι η οπτική ανίχνευση είναι αποτελεσματικά ικανή για να επαληθεύσει ή να απορρίψει την αρχική διάγνωση ΔΕΠΥ από τους κλινικούς. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές αναφέρουν ότι υπήρχε ασθενής διαμόρφωση της γωνίας σύγκλισης/απόκλισης σε παιδιά με ΔΕΠΥ – σε σύγκριση με υγιή υποκείμενα – και η

οποία συνδέεται άμεσα με τη γνωστική και νοητική ικανότητα των υποκειμένων για την επεξεργασία αισθητηριακών πληροφοριών. Εδώ όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι η οπτική ανίχνευση δεν μπόρεσε να συγκεκριμενοποιήσει ή να κατηγοριοποιήσει το τύπο και την σοβαρότητα της ΔΕΠΥ. Συνεπώς, τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να δράσουν ως εφαλτήριο για την περαιτέρω επαλήθευση της εφαρμογής και της αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου, μίας μεθόδου που παρουσιάζει σημαντική διαγνωστική αξία για τη αναγνώριση και επαλήθευση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επιτυχία αλλά και η ευκολία με την οποία οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης ματιών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ, ερευνάται με επιτυχία και από τους Lee et al. (2018). Όμως και ενώ τα ευρήματα αυτής της έρευνας αποτυπώνουν με δυναμικό τρόπο την εφαρμογή αλλά και την αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ., εν τούτοις δεν γίνεται καμία αναφορά στους συμμετέχοντες σε αυτή την έρευνα. Παρόλαυτα αξίζει να τονιστεί ότι και αυτή η έρευνα καταλήγει στο ότι η οπτική ανίχνευση είναι αποτελεσματικά ικανή να επαληθεύσει ή να απορρίψει την αρχική διάγνωση ΔΕΠΥ από τους κλινικούς.

Συμπερασματικά και σε σχέση με τα ερωτήματα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, φαίνεται ότι τόσο η οπτική ανίχνευση, όσο και το ΕΟΓ συγκαταλέγονται στις σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Εντούτοις, περαιτέρω έρευνα απαιτείται για να διαπιστωθεί εάν όντως οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης οφθαλμών δύνανται να αποτελέσουν αποτελεσματικό και αξιόπιστο τρόπο διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε παιδιά.

4.3 Ανίχνευση σωματικής κίνησης στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ με ή χωρίς χρήση VR

Οι ανδρειακοί αισθητήρες σύμφωνα με τα εύρηματά αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, χρησιμοποιούνται από ένα σημαντικό αριθμό των συλλεχθέντων άρθρων εξετάζοντας τη χρήση, την αποτελεσματικότητα αλλά και την αξιοπιστία του για τη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ (N = 11 άρθρα από 17). Πρώτα από όλα, τα παραπάνω εξετάζονται λεπτομερώς από τους Braito *et al.* (2018) σε μία συστηματική ανασκόπηση, τα αποτελέσματα της οποίας εστιάζουν στη χρήση αδρειακών αισθητήρων αποκλειστικά στα άνω άκρα για τη διάγνωση διάφορων νευροαναπτυξιακών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου της ΔΕΠΥ. Οι ερευνητές καταλήγουν στο γεγονός ότι τα επιταχυνσιόμετρα εκτός του ότι αποτελούν την κύρια έκφραση και τύπο αδρειακών αισθητήρων για τη μέτρηση νευροδιαταραχιακών ανωμαλιών, δύνανται να μετρήσουν, να εκτιμήσουν και να διαφοροποιήσουν τη δραστηριότητα των άνω άκρων σε παιδιά με ΔΕΠΥ σε σχέση με υγιή παιδιά. Αυτό το αποτέλεσμα υπογραμμίζεται και από τους O'Mahony *et al.* (2014), σε μία έρευνα που εξετάζει τη δυνατότητα των αδρειακών μονάδων μέτρησης (IMUs) – και δη των τριαξονικών επιταχυνσιόμετρων – να διαχωρίσουν ΔΕΠΥ – μη ΔΕΠΥ σε κλινικά περιβάλλοντα με τον αισθητήρα τοποθετημένο στη μέση (για μετρήσεις που αφορούν στο συνολικό σώμα) και στο πόδι (για αναγνώριση και αξιολόγηση συμπεριφορών που φανερώνουν περίσσια ενέργεια). Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές καταλήγουν ότι η χρήση επιταχυνσιόμετρων αλλά και γυροσκοπίων είναι άκρως αποτελεσματική και αξιόπιστη στη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά από 6 έως 11 χρονών – ειδικά σε σχέση με συμβατικές μεθόδους δοκιμασίας συνεχούς απόδοσης όπως την TOVA. Επιπλέον, η χρησιμότητα και η αξιοπιστία των επιταχυνσιόμετρων αναδεικνύεται και από τους Kaneko, Tamashita & Iramina (2016). Σε αυτή τη μελέτη, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι τα παιδιά με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν την τάση να υστερούν σε ταχύτητα και συγκέντρωση εκτέλεσης της αποστολής έναντι των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών. Συνεπώς, η χρήση επιταχυνσιόμετρων αλλά και αισθητήρων γωνιακής ταχύτητας (γυροσκοπίων), δύνανται να αποδείξουν πιθανή νευροαναπτυξιακή καθυστέρηση στα υποκείμενα μελέτης μελετώντας τα χέρια και τους αγκώνες των υποκειμένων.

Μία ειδική κατηγορία επιταχυνσιομέτρων αποτελούν τα τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα τα οποία, όπως προκύπτει από αυτή την ανασκόπηση, είναι οι πιο διαδεδομένοι, κατάλληλοι και αποτελεσματικοί τύποι αδρανειακών αισθητήρων για την ανάκτηση και παρουσίαση δεδομένων σχετικά με την συνολική κίνηση του σώματος σε παιδιά που πάσχουν από ΔΕΠΥ (Braito *et al.*, 2018). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σύμφωνα με τους O'Mahony *et al.* (2014) αυτοί οι αισθητήρες μπορούν πλέον να είναι οικονομικά προσιτοί αλλά και αρκετά μικροί σε μέγεθος που μπορούν πολύ άνετα να βρίσκονται στο σώμα του υποκειμένου κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, και όπως παρουσιάζεται από τους Munoz-Organero *et al.* (2018), η τοποθέτηση τριαξονικών επιταχυνσιομέτρων στον καρπό ή στον αστράγαλο καταδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παιδιών που πάσχουν από ΔΕΠΥ και υγιών συμμετεχόντων. Η διαφορά αυτή – ένα γεγονός που θα παρουσιαστεί και σε επόμενη ενότητα - είναι σαφώς πιο σημαντική και διακριτή σε παιδιά που ακολουθούν συνοδευτική φαρμακευτική αγωγή για ΔΕΠΥ. Όμως, στις περιπτώσεις που το τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο ήταν τοποθετημένο στον αστράγαλο, στατιστικά σημαντική διάκριση μπορούσε να επιτευχθεί μόνο σε παιδιά χωρίς συνοδευόμενη φαρμακευτική αγωγή έναντι των παιδιών στην ομάδα ελέγχου. Σε κάθε περίπτωση, η χρησιμότητα των τριαξονικών επιταχυνσιομέτρων υπογραμμίζεται και από τους Ricci *et al.* (2015), σε μία μελέτη όπου αποδεικνύεται ξανά η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία των αισθητήρων αυτών στη διάγνωση της ΔΕΠΥ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ερευνητές εξήρουν το ρόλο των τριαξονικών επιταχυνσιομέτρων ως αντικειμενικών κριτηρίων για την αξιολόγηση προβλημάτων μηχανικών και κινητικών ικανοτήτων που οδηγούν στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ.

Συμπερασματικά, και σε σχέση με το πρωτεύον ερώτημα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, φαίνεται ότι οι αδρανειακοί αισθητήρες και αδρανειακές μονάδες μέτρησης (IMUs) διαδραματίζουν έναν καίριο ρόλο στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ, και μάλιστα τα ευρήματα αυτών των μελετών υπογραμμίζουν ότι αυτού του τύπου οι αισθητήρες έχουν όλα τα εχέγγυα για να αποτελέσουν το μελλοντικό χρυσό κανόνα στο συγκεκριμένο πεδίο έρευνας και διάγνωσης. Επιπλέον και σε σχέση με το

δευτερεύον ερώτημα, τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι οι αδρανειακοί αισθητήρες εμφανίζουν αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία ανεξάρτητα από τη θέση στην οποία βρίσκεται ο αισθητήρας. Επομένως, και όπως τονίζεται από τους Ricci *et al.* (2015), η διαδικασία διάγνωσης παιδιών με ΔΕΠΥ θα πρέπει να περιλαμβάνει δοκιμασίες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα έργων κινητικού συντονισμού και να μην περιορίζονται αποκλειστικά σε ένα μόνο μέρος του σώματος. Επίσης, η ίδια έρευνα προτείνει ότι η βέλτιστη μεθοδολογία για την αντικειμενική διάγνωση νευροαναπτυξιακών και νευρομυικών διαταραχών έγκειται στη χρησιμοποίηση ενός δικτύου αισθητήρων τα οποία θα αξιολογούν διαφορετικές μηχανικές και νευρομυικές αποστολές.

Εικονική πραγματικότητα: Όπως έχει σημειωθεί στην εισαγωγή αυτής της διπλωματικής εργασίας, οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν αλλά και προέτρεψαν τη μετατροπή των δοκιμασιών συνεχούς απόδοσης (CPT) από μία παραδοσιακή και ξεπερασμένη διαγνωστική μέθοδο σε ένα μοντέρνο, εξελιγμένο και αποτελεσματικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση ΔΕΠΥ σε παιδιά. Αυτή είναι και η αιτία για την ένταξη αρκετών μελετών (7) σε αυτή την ανασκόπηση. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση της εικονικής πραγματικότητας στα CPT (Aula Nesplora) έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την επιτυχία αλλά και την αξιοπιστία αυτής της μεθόδου διάγνωσης της ΔΕΠΥ. Καταρχήν, με την ενσωμάτωση της εικονικής πραγματικότητας στα CPT, προσομοιάζεται το φυσικό περιβάλλον, κάτι για το οποίο τα CPT έχουν δεχθεί έντονη κριτική. Επειτα, οι Rodriguez *et al.* (2018) αποδεικνύουν ότι αυτή η συνδυαστική μέθοδος παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία αλλά και ακρίβεια στις αντίστοιχες μετρήσεις σε σχέση με το συμβατικό τεστ TOVA, ειδικά όταν πρόκειται για δείκτες απροσεξίας και αυθόρμητης/υπερκινητικής συμπεριφοράς. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης εικονικής πραγματικότητας στα CPT (Aula Nesplora) υπογραμμίζεται και από τους Areces *et al.* (2018), σε μία έρευνα που τονίζεται ότι η διαγνωστική αξία και αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου έγκειται στην ευχέρεια διάκρισης μεταξύ δραστηριοτήτων είτε με είτε χωρίς διασπαστές – μια παράμετρος που είναι εξέχουσας σημασίας στη διάγνωση

της ΔΕΠΥ. Παρόμοια αποτελέσματα και συμπεράσματα εξάγονται και από την έρευνα των Diaz-Orueta *et al.* (2014) στην οποία βρέθηκε ότι η χρήση της Aula Nesplora μπορεί να διαγνώσει παιδιά με ΔΕΠΥ λόγω της ακρίβειας της στη μέτρηση της προσοχής και παρορμητισμού των υποκειμένων.

Όμως, η χρήση της εικονικής πραγματικότητας δεν περιορίζεται αποκλειστικά στην Aula Nesplora αλλά επεκτείνεται και σε άλλες διακριτές τεχνικές που αξιολογούν το συνδυασμό VR και κίνησης για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Οι Fang, Han & Luo (2019) χρησιμοποίησαν ένα καινοτόμο σύστημα εικονικής πραγματικότητας το οποίο ανέλυε με τη χρήση πολλαπλών αισθητήρων κίνησης τρεις συγκεκριμένους δείκτες κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα απέδειξαν ότι αυτές οι τρεις παράμετροι παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παιδιών με ΔΕΠΥ και υγιών συμμετεχόντων. Εντούτοις ο λόγος που αυτό το άρθρο επιλέχθηκε να εισαχθεί σε αυτή την ανασκόπηση είναι ότι οι ερευνητές υπογραμμίζουν τον εξέχοντα ρόλο που παίζει η εικονική πραγματικότητα στο να προσελκύσει το πραγματικό ενδιαφέρον των παιδιών να συμμετάσχουν, και επομένως να αντικατοπτρίσει σε μέγιστο και αντικειμενικό βαθμό την ύπαρξη ή μη της ΔΕΠΥ σε αυτά.

Υπόλοιπες τεχνικές: Επιπλέον, αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη των Choi *et al.* (2018) (αισθητήρας RGB-D ενσωματωμένος σε ρομπότ). Αυτή η τεχνική που βασίζεται στη μηχανική μάθηση, αποδεικνύεται ότι ενισχύει την ακρίβεια της διάγνωσης ΔΕΠΥ σε παιδιά διότι έχει τη δυνατότητα να αντικατοπτρίσει την ποιότητα συμπεριφοράς του υποκειμένου κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας όπου το ίδιο το ρομπότ έχει ενεργό ρόλο. Μάλιστα η επιτυχία αυτής της μεθόδου να διακρίνει τα συμπτώματα και τις συμπεριφορές που σχετίζονται με ΔΕΠΥ σε παιδιά ήταν 90-97 %. Μία επίσης διαφορετική προσέγγιση παρουσιάζεται από τους Rajendran *et al.* (2015) όπου οι ερευνητές αξιολόγησαν την αξιοπιστία μίας στατιστικής μεθόδου ανάλυσης λανθανουσών «τάξεων» ή «κλάσεων» για την αξιολόγηση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι αισθητήρες παράλληλα και ανεξάρτητα, όμως τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι δεν υφίσταται σχέση μεταξύ της πρώιμης δυσλειτουργίας και της εμφάνισης συμπτωμάτων ΔΕΠΥ σε παιδιά.

Όμως το κύριο εύρημα είναι ότι η ανάπτυξη της ΔΕΠΥ πιθανώς να επηρεάζεται από μία σειρά περιβαλλοντικών και νευροαναπτυξιακών παραγόντων. Άρα, είναι σημαντικό οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης να χρησιμοποιούνται συλλογικά για την από κοινού προσπάθεια διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Τέλος, οι Li *et al.* (2016) παρουσίασαν μία μελέτη στην οποία υπέρυθροι αισθητήρες ανίχνευαν και μετρούσαν την ολική ένταση της κίνησης των συμμετεχόντων αλλά και την κατανομή αυτής της έντασης με σκοπό την ανάδειξη μετρήσεων όλου του σώματος ως βιοδείκτες για τη διάγνωση και αξιολόγηση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Η σημασία αυτής της έρευνας είναι ότι η αντικειμενικότητα αυτών των μετρήσεων αλλά και η αποτελεσματικότητά τους, όπως αναδεικνύονται από αυτή την έρευνα, μπορεί να προσφέρει ένα σημαντικότερο δείκτη για τη διάγνωση της ΕΠΥ σε παιδιά.

Συμπερασματικά, αυτή η ενότητα αναδεικνύει τη σημασία αλλά και την εφαρμόσιμότητα αισθητήρων ανίχνευσης κίνησης, είτε αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση εικονικής πραγματικότητας, είτε με υπέρυθρους αισθητήρες, είτε με ρομπότ. Εμφανώς, η εικονική πραγματικότητα έχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι άλλων τεχνικών που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ. Η φύση της VR και ο συνδυασμός της με παιχνίδια μπορεί να ερεθίσει τα υποκείμενα, να τους προκαλέσει ένα αληθινό ενδιαφέρον για την όλη διαδικασία και επακολούθως να αντικατοπτρίσει – όπως προείπαμε - σε μέγιστο και αντικειμενικό βαθμό την ύπαρξη ή μη της ΔΕΠΥ σε αυτά. Ένα ακόμα συμπέρασμα που εξάγεται από τα επιλεγμένα αυτά άρθρα είναι ότι η χρήση υπέρυθρων αισθητήρων φαίνεται να έχει τη δυνατότητα να διαγνώσει αποτελεσματικά την εμφάνιση ΔΕΠΥ σε παιδιά καθώς προσφέρει αντικειμενικές μετρήσεις που είναι συνάμα προσιτές οικονομικά και χρονικά.

Συμπερασματικά και σε σχέση με τα ερωτήματα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, φαίνεται ότι τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια και ειδικά οι IMU ανήκουν στις σύγχρονες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες αξιολόγηση παιδιών με ΔΕΠΥ. Εντούτοις, περαιτέρω έρευνα απαιτείται για να διαπιστωθεί εάν όντως οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης οφθαλμών δύνανται να αποτελέσουν αποτελεσματικό και αξιόπιστο τρόπο διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε παιδιά.

4.4 Αισθητήρες και μέρος τοποθέτησης τους στα υποκείμενα

Τα αποτελέσματα αυτής της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης ανέδειξαν ένα επιπλέον στοιχείο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας και αξιολόγησης των τεχνολογιών αισθητήρων για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Οι περισσότερες μελέτες εστίασαν στην τοποθέτηση και εφαρμογή των αισθητήρων στα άνω άκρα των συμμετεχόντων. Για παράδειγμα, η συστηματική ανασκόπηση των Braito *et al.* (2018), υπογράμμισε ότι οι περισσότερες μελέτες που χρησιμοποιούν αισθητήρες ανίχνευσης σωματικής κίνησης, χρησιμοποιούν είτε το χέρι, είτε τον καρπό, είτε το δάχτυλο, είτε τον βραχίονα των παιδιών για τις επακόλουθες μετρήσεις, κάτι που επίσης αποδεικνύεται από άλλες δύο (συνολικά τρεις μελέτες) έρευνες (Munoz-Organero *et al.*, 2018; Kaneko, Yamashita & Iramina, 2016). Επιπλέον, τα αποτελέσματα από τις υπόλοιπες έρευνες ανέδειξαν το κεφάλι ως το κύριο μέρος τοποθέτησης των αισθητήρων για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά, με συνολικά εννιά (9) συμπεριληφθείσες ερευνητικές μελέτες (Fang, Han & Luo, 2019; Areces *et al.*, 2018; Choi *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Rodríguez *et al.*, 2018; Helgadóttir *et al.*, 2015; Snyder *et al.*, 2015; Diaz-Orueta *et al.*, 2014; Tye *et al.*, 2013). Δύο (2) μελέτες εστίασαν στη μέση και τον αστράγαλο των συμμετεχόντων (Rajendran *et al.*, 2015; O'Mahony *et al.*, 2014), μία (1) μόνο στα μάτια (Puig *et al.*, 2015), μία (1) σε όλο το σώμα (Li *et al.*, 2016), και μία (1) στο καρπό και τον αστράγαλο (Munoz-Organero *et al.*, 2018).

4.5 Αισθητήρες και διάκριση συμμετεχόντων ανάλογα με τη λήψη ή όχι συνοδευτικής φαρμακευτικής αγωγής

Μία από τις συμπεριληφθείσες έρευνες σε αυτή τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση αναδεικνύει το διαχωρισμό των συμμετεχόντων ανάλογα με το αν ακολουθούσαν συνοδευτική φαρμακευτική αγωγή για τη ΔΕΠΥ. Παρόλο που ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μικρός, εντούτοις είναι αρκετά σημαντικό να αναφερθεί αυτό το αποτέλεσμα διότι η διάκριση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε λαθεμένα συμπεράσματα ένταξης υποκειμένων σε ερευνητικές μελέτες των οποίων στόχος είναι η επιτυχία διάγνωσης ΔΕΠΥ σε παιδιά. Πιο συγκεκριμένα, και όπως αναφέρεται από τους Diaz-Orueta et al. (2013), η χρήση του AULA επιδεικνύει σημαντικές διαφορές μεταξύ συμμετεχόντων με παράλληλη φαρμακευτική αγωγή ή μη για ένα σημαντικό εύρος μετρήσεων σχετιζόμενες με απροσεξίες, παρορμητικότητα, ταχύτητα επεξεργασίας, κινητική δραστηριότητα και ποιότητα της εστίασης προσοχής. Συνεπώς είναι επιτακτική η διάκριση αυτή των συμμετεχόντων καθώς το επίπεδο επιτυχίας των αντιστοίχων αποτελεσμάτων μπορεί να διαφέρει σημαντικά κι συνεπώς να ενσωματώσει ετερογένεια στα αποτελέσματα μίας σχετικής έρευνας (O'Mahony et al., 2014). Για παράδειγμα και σύμφωνα με τους Diaz-Orueta et al. (2013), η χρήση VR-CPT επιφέρει μικρότερες χρόνους αντίδρασης, χαμηλότερη μηχανική δραστηριότητα και μικρότερη απόκλιση συγκέντρωσης. Γι αυτόν ακριβώς το λόγο, οι έρευνες που ερευνούν την αποτελεσματικότητα τεχνολογιών αισθητήρων στη διάγνωση ΔΕΠΥ θα πρέπει να εισάγουν αυτό το κριτήριο ένταξης στη μεθοδολογία τους.

4.6 Τεχνολογίες αισθητήρων και τύπος ΔΕΠΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο εισαγωγικό σημείωμα, το 2000 στο αναθεωρημένο DSM – IV, - TR εισήχθη για πρώτη φορά η ΔΕΠΥ. Όμως, έγινε και για πρώτη φορά επίσημος διαχωρισμός και αναγνώριση των επιμέρους τύπων της διαταραχής με σκοπό τη διάκριση των επιμέρους συμπεριφορών αλλά και συμπτωμάτων. Συνεπώς, είναι αρκετά σημαντική η αξιολόγηση των ερευνών εν συγκρίσει με το τύπο της ΔΕΠΥ που εξετάζεται ή αναγνωρίζεται (τύπος ελλειμματικής προσοχής, τύπος υπερκινητικότητας/παρορμητικότητας και μικτός τύπος). Πιο συγκεκριμένα, οι Choi *et al.* (2018), έθεσαν ως πρωταρχικό στόχο τη μέτρηση ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας και συνεπώς η έρευνα αυτή μπόρεσε να διαμορφώσει το ρομποτικό τεστ έτσι ώστε να ξεχωρίσει τους συμμετέχοντες ανάλογα με αυτούς τους τύπους ΔΕΠΥ. Επιπλέον, στη μελέτη των Kim *et al.* (2018), το μοντέλο που αναπτύχθηκε (IVA + CPT) μπόρεσε να ξεχωρίσει το τύπο της ΔΕΠΥ στους συμμετέχοντες (42.4 % άνηκαν στο τύπο ελλειμματικής προσοχής, 23.5 % στο τύπο υπερκινητικότητας και 34.1 % στο μικτό τύπο). Συνεπώς, αποδεικνύεται ότι η συνδυαστική χρήση του ΗΕΓ και του IVA+CPT έχει τη δυνατότητα - κάτι που δεν εξετάστηκε στις υπόλοιπες έρευνες που εξετάστηκαν σε αυτή την ανασκόπηση - να αναγνωρίσει το τύπο της ΔΕΠΥ στα παιδιά. Πέραν της διάκρισης που επιτυγχάνεται σε αυτές τις τρεις μελέτες, οι υπόλοιπες έρευνες είχαν ήδη εντάξει τους συμμετέχοντες ανάλογα με το τύπο της ΔΕΠΥ. Για παράδειγμα στη μελέτη των Helgadóttir *et al.*, 2015 το 33 % των συμμετεχόντων είχε ήδη καθοριστεί ως πάσχοντες από τύπο ελλειμματικής προσοχής, 2 % με τύπο υπερκινητικότητας και 65 % με μικτό τύπο, ενώ αυτά τα ποσοστά διαφοροποιούνται στους O'Mahony *et al.* (2014) (41.7 %, 12.5 % και 45.8 % αντίστοιχα), στους Puig *et al.* (2015), στους Li *et al.* (2016) (13.8 %, 51.7 % και 34.5 % αντίστοιχα), στους (17.8 %, 14.3 % και 68.9 % αντιστοίχως), στους Diaz-Orueta *et al.* (2014) (40.4 %, 3.5 % και 56.1 % αντίστοιχα) και στους Rodriguez *et al.* (2018) (31.95 %, 15.38 % και 33.78 % αντίστοιχα).

4.7 Περιορισμοί - Προτάσεις

Τα αποτελέσματα αλλά και η συζήτηση που παρατέθηκε στις προηγούμενες ενότητες, υποδεικνύουν τη ανάγκη για διεξαγωγή μελλοντικών κλινικών μελετών που θα καταδείξουν την αποτελεσματικότητα των προαναφερθέντων τεχνολογιών αισθητήρων για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ, σε σημαντικά μεγαλύτερο επίπεδο και με υψηλότερη ποιότητα στοιχείων. Φαίνεται η ανάγκη που υπάρχει για τη μελέτη της διάγνωσης παιδιών με ΔΕΠΥ στην λεπτομερή και αποτελεσματική αξιολόγηση της εκάστοτε μεθόδου και συγκεκριμένες συστάσεις/κριτήρια ένταξης σχετικά με συγκεκριμένες ηλικίες παιδιών, τύπων της ΔΕΠΥ, τοποθέτησης των αισθητήρων ή και ακόμα διαχωρισμού μεταξύ συμμετεχόντων που ακολουθούν παράλληλη φαρμακευτική αγωγή και μη. Για παράδειγμα, ένας από τους πιο σημαντικούς περιορισμούς αυτής της ανασκόπησης είναι το γεγονός ότι πολλές έρευνες ενέπλεκαν στη μεθοδολογία τους παιδιά και εφήβους, δημιουργώντας έτσι μία αρκετά σημαντική ετερογένεια στα αποτελέσματά τους. Επίσης, πολλές έρευνες δεν λάμβαναν υπόψιν το περιβάλλον στο οποίο η πειραματική διαδικασία λάμβανε χώρα. Όμως η διάκριση αυτών των περιβάλλοντων είναι πιθανώς και ο λόγος που η εικονική πραγματικότητα κατέδειξε σημαντικά και αξιόπιστα αποτελέσματα διάγνωσης ΔΕΠΥ σε παιδιά.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εξέτασε τις σύγχρονες τεχνολογίες αισθητήρων στην διάγνωση παιδιών με ΔΕΠΥ και τον βαθμό αξιοπιστίας τους στην εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους. Βρέθηκαν 17 έρευνες, οι οποίες συμπεριελήφθησαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι οποίες πληρούσαν όλα τα κριτήρια ένταξης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η μεταπτυχιακή εργασία ανέδειξε τρεις κύριες τεχνολογίες αισθητήρων για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά: τεχνολογίες αισθητήρων ανίχνευσης σωματικής κίνησης, ΗΕΓ, και τεχνολογίες ανίχνευσης οφθαλμικών κινήσεων. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι όλες αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα και εφόδια για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ σε παιδιά. Όμως, δύο είναι ουσιαστικά οι τεχνολογίες που ξεχωρίζουν και που έχουν τα εχέγγυα να προάξουν αντικειμενικές, αποτελεσματικές και αξιόπιστες μετρήσεις: η χρήση αδρανειακών αισθητήρων με ή και χωρίς VR και η συνδυαστική χρήση ΗΕΓ με IVA+CPT, που φάνηκε να έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει το τύπο της ΔΕΠΥ στα παιδιά, μία επιλογή που δεν παρουσιάζεται σε καμία άλλη ερευνητική προσπάθεια ή τεχνολογία αισθητήρα. Σε κάθε περίπτωση, η ανασκόπηση που έγινε ανέδειξε επιπρόσθετα στοιχεία όπως το γεγονός ότι η προτιμώμενη τοποθεσία για την εφαρμογή αυτών των αισθητήρων είναι το κεφάλι, αλλά και το ότι η παράλληλη φαρμακευτική αγωγή που ακολουθείται από παιδιά με ΔΕΠΥ, μπορεί να επιφέρει σημαντικές διαφορές σε μετρήσεις σχετιζόμενες με απροσεξίες, παρορμητικότητα, ταχύτητα επεξεργασίας, κινητική δραστηριότητα και ποιότητα της εστίασης προσοχής.

Παρόλες τις αρχικές ενδείξεις και ερευνητικές προσπάθειες, είναι επιτακτική η ανάγκη διεξαγωγής περαιτέρω μελετών που εν συνεχεία θα διασαφηνίσουν συγκεκριμένες συστάσεις/κριτήρια ένταξης σχετικά με συγκεκριμένες ηλικίες παιδιών, τύπων της ΔΕΠΥ, επιλογή τοποθεσίας των αισθητήρων κλπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., & Rizzo, A. "Skip." (2009). *Distractibility in Attention/Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD): The Virtual Reality Classroom*. Child Neuropsychology, 15(2), 120–135.
- Adler, L. A., & Alperin, S. (2015). Diagnosing ADHD in adults in the primary care setting. In R. A. Barkley & R. A. (Ed) Barkley (Eds.), *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (4th ed.). (pp. 501–509). New York, NY, US: Guilford Press.
- Angold, A.E., Costello, J.& Erkanli, A, (1999), Comorbidity, Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 40, 57-87
- Areces, D., Rodríguez, C., García, T., Cueli, M., & González-Castro, P. (2016). *Efficacy of a continuous performance test based on virtual reality in the diagnosis of ADHD and its clinical presentations*. Journal of Attention Disorders. Advance online publication
- Arns, M., Conners, C. K., & Kraemer, H. C. (2012). *A Decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD*. Journal of Attention Disorders, 17(5), 374–383.
- Asiry, O., Shen, H., & Calder, P. (2015). Extending Attention Span of ADHD Children through an Eye Tracker Directed Adaptive User Interface. Proceedings of the ASWEC 24th Australasian Software Engineering Conference on - ASWEC ' 15 Vol. II.
- Baggio, S., Hasler, R., Giacomini, V., El-Masri, H., Weibel, S., Perroud, N., & Deiber, M.-P. (2019). *Does the Continuous Performance Test Predict ADHD Symptoms Severity and ADHD Presentation in Adults?* Journal of Attention Disorders, 108705471882206.
- Barkley R.A., Fischer M., Smallish L., Fletcher K. (2004). Young adult follow-up of hyperactive children: antisocial activities and drug use. Journal of Child Psychology and Psychiatry: Volume 45, No 2, pp 195–211.
- Barkley, R.A. (1990), *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook*
- Barkley, R.A., (2003a). Attention – deficit/hyperactivity disorder. In: Mash, E.J. & Barkley, R.A.(eds), *Child Psychology*, NY, US: Guilford Press, xiv, 802.
- Barkley, R.A., (2003b), Issues in the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder in children, *Brain and Development*, 25(2), 77-83.
- Barkley, R.A., Edwards, G., Laneri, M., Fletcher, K. & Matevia, L. (2001), Executive functioning, temporal discounting and sense of time in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder, *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29-541-556.

- Barkley, R.A., Fischer, M., Fletcher, K. & Smallish, L. (1998), [Young adult outcome of hyperactive children], Unpublished raw data.
- Berger, I., Slobodin, O., & Cassuto, H. (2017). *Usefulness and Validity of Continuous Performance Tests in the Diagnosis of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Children*. Archives of Clinical Neuropsychology, 32, 81---93.
- Berggren, S., Engström, A.-C., & Bölte, S. (2016). *Facial affect recognition in autism, ADHD and typical development*. Cognitive Neuropsychiatry, 21(3), 213–227.
- Biederman, J., Mick, E., Faraone, S.V., Braatner, E., Doyle, A., Spencer, T., Wilens, T.E., Frazier, E. & Johnson, M.A.(2002), Influence of Gender on Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children Referred to a Psychiatric clinic, American Journal of Psychiatry, 159 (1), 36-42.
- Biederman, J., Petty, C. R., Clarke, A., Lomedico, A., & Faraone, S. V. (2011). *Predictors of persistent ADHD: An 11-year follow-up study*. Journal of Psychiatric Research, 45(2), 150–155.
- Biederman, J., Petty, C.R., Evans, M., Small, J., Faraone, S.V., (2010). *How persistent is ADHD? A controlled 10-year follow-up study of boys with ADHD*. Psychiatry. Res. 177 (3), 299e304
- Bölte, S., Mahdi, S., Coghill, D., Gau, S. S.-F., Granlund, M., Holtmann, M., Selb, M. (2018). Standardised assessment of functioning in ADHD: consensus on the ICF Core Sets for ADHD. European Child & Adolescent Psychiatry
- Bortoletto M, Veniero D, Thut G, Miniussi C.(2014) *The contribution of TMS-EEG coregistration in the exploration of the human cortical connectome*. Neurosci Biobehav Rev.49C:114–124
- Braito, I., Maselli, M., Sgandurra, G., Inguaggiato, E., Beani, E., Cecchi, F., ... Boyd, R. (2018). *Assessment of upper limb use in children with typical development and neurodevelopmental disorders by inertial sensors: a systematic review*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 15(1).
- Castellanos, F. X. (2009). *Neuroscience of attention-deficit hyperactivity disorder: The search for endophenotypes*. Nature Reviews. Neuroscience, 3, 617–628.
- Castellanos, F. X., & Acosta, M. T. (2014). *The neuroanatomy of attention deficit/hyperactivity disorder*. Revista de Neurologia, 38(Suppl 1), 131–136.
- Chen, H., Chen, W., Song, Y., Sun, L., & Li, X. (2019). *EEG Characteristics of Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*. Neuroscience.
- Chen, O. T.-C., Chen, P.-C., & Tsai, Y.-T. (2017). *Attention estimation system via smart glasses*. IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB).

- Chen, Y., Zhang, Y., Jiang, X., Zeng, X., Sun, R., & Yu, H. (2018). COSA: Contextualized and Objective System to Support ADHD Diagnosis. 2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM).
- Choi, M.-T., Yeom, J., Shin, Y., & Park, I. (2018). *Robot-Assisted ADHD Screening in Diagnostic Process*. Journal of Biomechanics.
- Clarke AR, Barry RJ, Dupuy FE, Heckel LD, McCarthy R, Selikowitz M, Johnstone SJ (2011) *Behavioural differences between EEG-defined subgroups of children with attention-deficit/hyperactivity disorder*. Clin Neurophysiol 122(7):1333–1341.
- Collishaw, S., Maughan, B., Natarajan, L., & Pickles, A. (2010). *Trends in adolescent emotional problems in England: a comparison of two national cohorts twenty years apart*. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51, 885–894.
- D’Onofrio, B.M., Van Hulle, C.A., Waldman, I.D., Rodgers, J.L., Harden, K.P., Rathouz, P.J., & Lahey, B.B. (2010). *Smoking during pregnancy and offspring externalizing problems: An exploration of genetic and environmental confounds*. Development and Psychopathology, 20, 139–164
- Darrien, J.H., Herd, K., Starling, L.-J., Rosenberg, J.R., Morrison, J.D., (2001). *An analysis of the dependence of saccadic latency on target position and target characteristics in human subjects*. BMC Neurosci. 2 (1), 1.
- Deans, Pamela & O’Laughlin, Liz & Brubaker, Brad & Gay, Nathan & Krug, Damon. (2010). *Use of Eye Movement Tracking in the Differential Diagnosis of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and Reading Disability*. Psychology. 01. 238-246. 10.4236/psych.2010.14032.
- Dorland’s, (1997). ΙΑΤΡΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ (Κατούλης Κ. Α. μετάφραση), Αθήνα: Πασχαλίδης Π.Χ
- Douglas VI (1972) *Stop, look and listen: the problem of sustained attention and impulse control in hyperactive and normal children*. Canadian Journal of Behavioural Science 4: 259–82
- DSM–5 American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. Arlington: American Psychiatric Publishing.
- Durston, S. (2009). *A review of the biological bases of ADHD: What have we learned from imaging studies?* Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 9, 184–195.
- Emser, T. S., Johnston, B. A., Steele, J. D., Kooij, S., Thorell, L., & Christiansen, H. (2018). *Assessing ADHD symptoms in children and adults: evaluating the role of objective measures*. Behavioral and Brain Functions, 14(1).

- Epstein, J. N., Erkanli, A., Conners, C. K., Klaric, J., Costello, J. E., & Angold, A. (2003). *Relations between continuous performance test performance measures and ADHD behaviors*. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31(5), 543–554.
- Feifel, D., Farber, R. H., Clementz, B. A., Perry, W., & Anllo-Vento, L. (2004). *Inhibitory deficits in ocular motor behavior in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Biological Psychiatry*, 56(5), 333–339.
- First, M.B., Williams, J.B.W., Karg, R.S., Spitzer, R.L. (2015). *Structured Clinical Interview for DSM-5 Disorders, Clinician Version (SCID-5-CV)*. Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Galgani, F., Sun, Y., Lanzi, P. L., & Leigh, J. (2009). Automatic analysis of eye tracking data for medical diagnosis. *IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining*.
- Gaub M., Carlson C. L. (1997). Behavioral Characteristics of DSM-IV ADHD Subtypes in a School-Based Population. *Journal of Abnormal Child Psychology*, Vol. 25, No. 2, pp. 103–111
- Gawrilow, C., KÃ¼hnhausen, J., Schmid, J., & Stadler, G. (2014). *Hyperactivity and Motoric Activity in ADHD: Characterization, Assessment, and Intervention*. *Frontiers in Psychiatry*, 5.
- Gawrilow, C., Stadler, G., Langguth, N., Naumann, A., & Boeck, A. (2013). *Physical Activity, Affect, and Cognition in Children With Symptoms of ADHD*. *Journal of Attention Disorders*, 20(2), 151–162.
- Glover, V. (2011). *Annual Research Review: Prenatal stress and the origins of psychopathology: An evolutionary perspective*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 356–367.
- Hall, C. L., Valentine, A. Z., Groom, M. J., Walker, G. M., Sayal, K., Daley, D., & Hollis, C. (2015). *The clinical utility of the continuous performance test and objective measures of activity for diagnosing and monitoring ADHD in children: a systematic review*. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(7), 677–699.
- Hall, C. L., Valentine, A. Z., Walker, G. M., Ball, H. M., Cogger, H., Daley, D., Hollis, C. (2017). *Study of user experience of an objective test (QbTest) to aid ADHD assessment and medication management: a multi-methods approach*. *BMC Psychiatry*, 17(1).
- Hall, C. L., Valentine, A. Z., Walker, G. M., Hollis, C. (2015). *The clinical utility of the continuous performance test and objective measures of activity for diagnosing and monitoring ADHD in children: a systematic review*. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 1–23.
- Hall, C. L., Walker, G. M., Valentine, A. Z., Guo, B., Kaylor-Hughes, C., James, M., ... Hollis, C. (2014). *Protocol investigating the clinical utility of an objective measure*

- of activity and attention (QbTest) on diagnostic and treatment decision-making in children and young people with ADHD—“AssessingQbTestUtility inADHD” (AQUA): a randomised controlled trial.* BMJ Open, 4(12),
- Hannula, D.E., Althoff, R.R., Warren, D.E., Riggs, L., Cohen, N.J., Ryan, J.D., (2010). *Worth a glance: using eye movements to investigate the cognitive neuroscience of memory.* Front. Human Neurosci. 4 (166).
- Harezlak, K., & Kasprowski, P. (2018). *Application of eye tracking in medicine: A survey, research issues and challenges.* Computerized Medical Imaging and Graphics, 65, 176–190.
- Helgadottir, H., Gudmundsson, O. O., Baldursson, G., Magnusson, P., Blin, N., Brynjolfsdottir, B., Johnsen, K. (2015). *Electroencephalography as a clinical tool for diagnosing and monitoring attention deficit hyperactivity disorder: a cross-sectional study.*
- Hotham, E.; Haberfield, M.; Hillier, S.; White, J.M.; Todd, G. (2012). *Upper limb function in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD).* J. Neural Transm.
- Jiang, W.; Yin, Z. (2015). *Human activity recognition using wearable sensors by deep convolutional neural networks.* In Proceedings of the ACM international conference on Multimedia, Brisbane, Australia, 26–30.
- Jiang, Y., & Johnston, C. (2011). *The relationship between ADHD symptoms and competence as reported by both self and others.* Journal of Attention Disorders, 38(7), 797–804.
- Johnson, B.P., Lum, J.A., Rinehart, N.J., Fielding, J., (2016). *Ocular motor disturbances in autism spectrum disorders: Systematic review and comprehensive meta-analysis.* Neurosci. Biobehav. Rev. 69, 260–279.
- Jordao, A.; Torres, L.A.B.; Schwartz, W.R. (2009). *Novel approaches to human activity recognition based on accelerometer data.* Sign. Image Video Process. 2018, 12, 1387–1394
- Joseph, R.M., Keehn, B., Connolly, C., Wolfe, J.M., Horowitz, T.S., (2009). *Why is visual search superior in autism spectrum disorder?* Dev. Sci. 12 (6), 1083–1096.
- Kam, H. J., Shin, Y. M., Cho, S. M., Kim, S. Y., Kim, K. W., & Park, R. W. (2010). *Development of a decision support model for screening attention-deficit hyperactivity disorder with actigraph-based measurements of classroom activity.* Applied Clinical Informatics, 01(04), 377–393.
- Kam, H.J.; Lee, K.; Cho, S.M.; Shin, Y.M.; Park, R.W. (2011). *High-Resolution Actigraphic Analysis of ADHD: A Wide Range of Movement Variability Observation in Three School Courses—A Pilot Study.* Healthc. Inf. Res. 17, 29–37

- Kaneko, M., Yamashita, Y., & Iramina, K. (2016). *Quantitative Evaluation System of Soft Neurological Signs for Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. *Sensors*, 16(1), 116.
- Karatekin, C. (2007). *Eye tracking studies of normative and atypical development*. *Developmental Review*, 27(3), 283–348.
- Kemper AR, Maslow GR, Hill S, et al. Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Diagnosis and Treatment in Children and Adolescents [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2018 Jan. (Comparative Effectiveness Reviews, No. 203.) Table 6, Description of available tools for ADHD assessment. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK487766/table/results.t2/>
- Kennedy, C. H. (2007). *Components of Adult ADHD Assessment and Treatment*. *PsycCRITIQUES*, 52(21).
- Kim J, Lee Y, Han D, Min K, Kim D, Lee C (2018) The utility of quantitative electroencephalography and integrated visual and auditory continuous performance test as auxiliary tools for the attention deficit hyperactivity disorder diagnosis. *Clin Neurophysiol* 126:532–540
- Klados, M. A., Nikolaidou, M., Konstantinidis, E., Chifari, A., & Bamidis, P. D. (2013). *A short review of computerized monitoring systems for ADHD*. *Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*
- Krain, A. L., & Castellanos, F. X. (2006). *Brain development and ADHD*. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 433–444
- Kühnhausen J, Dirk J. (2013). *Physical activity and affect in elementary school children's daily lives*. *Front Psychol* 4:456.
- Lahey, B.B., Applegate, B., McBurnett, K., Biederman, J., Greenhill, L., Hynd, G.W., Barkley, R.A., Newcorn J., Jensen, P., Richters, J., Garfinkel, B., Kerdyk, L., Frick, P.J., Ollendick, T., Perez, D., Hart, E.L., Waldman, I. & Shaffer, D., (1994), DSM – IV field trials for attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents, *American Journal of Psychiatry*, 151, 1673-1685.
- Lambert N.M., Hartsough C.S. (1998). Prospective Study of Tobacco Smoking and Substance Dependencies Among Samples of ADHD and Non-ADHD Participants. *Journal of Learning Disabilities: Volume 31, No. 6*, pp 533–544.
- Langley, K., Martin, J. (2011). *Clinical and cognitive characteristics of children with attention-deficit hyperactivity disorder, with and without copy number variants*. *British Journal of Psychiatry*, 199, 398–403.
- Lauth, G.W.; Heubeck, B.G.; Mackowiak, K. (2006). *Observation of children with attention-deficit hyperactivity (ADHD) problems in three natural classroom contexts*. *Br. J. Educ. Psychol.* 2006, 76, 385–404.

- Lee, H., Li, Y., Yeh, S.-C., Huang, Y., Wu, Z., & Du, Z. (2017). ADHD assessment and testing system design based on virtual reality. 2nd International Conference on Information Technology (INCIT).
- Lee, K. (2008), ADHD in American early schooling: from a cultural psychological perspective, *Early Child Development and Care*, 178 (4), 415- 439, Routledge
- Lenartowicz, A., & Loo, S. K. (2014). *Use of EEG to Diagnose ADHD*. *Current Psychiatry Reports*, 16(11).
- Li, F., Zheng, Y., Smith, S. D., Shic, F., Moore, C. C., Zheng, X., Leckman, J. F. (2016). *A preliminary study of movement intensity during a Go/No-Go task and its association with ADHD outcomes and symptom severity*. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 10(1).
- Lifford, K.J., Harold, G.T., & Thapar, A. (2009). *Parent-child hostility and child ADHD symptoms: A genetically sensitive and longitudinal analysis*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50, 1468–1476.
- MacArthur, B., Coe, D., Sweet, A., & Raynor, H. (2014). *Active Videogaming Compared to Unstructured, Outdoor Play in Young Children: Percent Time in Moderate- to Vigorous-Intensity Physical Activity and Estimated Energy Expenditure*. *Games for Health Journal*, 3(6), 388–394.
- Matier-sharma, K., Perachio, N., Newcorn, J. H., Sharma, V., & Halperin, J. M. (1995). *Differential diagnosis of ADHD: Are objective measures of attention, impulsivity, and activity level helpful?* *Child Neuropsychology*, 1(2), 118–127.
- Matthews, M., Nigg, J. T., & Fair, D. A. (2013). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. In S. L. Andersen & D. S. Pine (Eds.), *The Neurobiology of Childhood* (Vol. 16, pp. 235–266). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- McGee RA, Clark SE, Symons DK. (2002). *Does the Conners' continuous performance test aid in ADHD diagnosis?* *Child Psychol. Oct*;28(5):415–24.
- Miller, M., Iosif, A.-M., Young, G. S., Hill, M. M., & Ozonoff, S. (2016). *Early Detection of ADHD: Insights From Infant Siblings of Children With Autism*. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 47(5), 737–744.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- Mostofsky, S. H. (2012). *Smaller prefrontal and premotor volumes in boys with attention deficit/ hyperactivity disorder*. *Biological Psychiatry*, 52, 785–794.
- Munoz, D. P., Armstrong, I. T., Hampton, K. A., & Moore, K. D. (2003). *Altered Control of Visual Fixation and Saccadic Eye Movements in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*. *Journal of Neurophysiology*, 90(1), 503–514

- Negut, A., Jurma, A. M., & David, D. (2017). *Virtual-reality-based attention assessment of ADHD: ClinicaVR Classroom-CPT versus a traditional continuous performance test*. *Child Neuropsychology*, 23, 692---712.
- Nuwer, M. R., Buchhalter, J., & Shepard, K. M. (2016). *Quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Neurology: Clinical Practice*, 6(6), 543–548.
- O'Brien, D. R. (2016). The Association of Cognitive Distortions, Problems with Self-Concept, Gender, and Age in Adults Diagnosed with Attention/Hyperactivity Disorder (ADHD).
- O'Mahony, N., Florentino-Liano, B., Carballo, J. J., Baca-García, E., & Rodríguez, A. A. (2014). *Objective diagnosis of ADHD using IMUs*. *Medical Engineering & Physics*, 36(7), 922–926.
- of Diagnosis and Treatment, New York: Guilford Press.
- Ogrim, G., Kropotov, J., & Hestad, K. (2012). The quantitative EEG theta/beta ratio in attention deficit/hyperactivity disorder and normal controls: Sensitivity, specificity, and behavioral correlates. *Psychiatry Research*, 198(3), 482–488.
- Orueta, U., López, C., Eguílaz, N., Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2014). *AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners' continuous performance test*. *Child Neuropsychology*, 20, 328---342.
- Ostrander, R., Crystal, D.S.& August, G., (2006), Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Depression and self and other assessments of social competence: a developmental study, *Journal of Abnormal Child Psychology*, 34: 773-787.
- Palmer ED, Finger S (2001) *An early description of Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. *Child Psychology and Psychiatry Review* 6(2): 66–73.
- Parsey, C. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). *Applications of Technology in Neuropsychological Assessment*. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(8), 1328–1361.
- Passarotti, A. M., & Pavuluri, M. N. (2011). *Brain functional domains inform therapeutic interventions in attention-deficit/hyperactivity disorder and pediatric bipolar disorder*. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 11(6), 897–914.
- Pheula, G.F., Rohde, L.A., & Schmitz, M. (2011). *Are family variables associated with ADHD, inattentive type? A casecontrol study in schools*. *European Child and Adolescent psychiatry*, 20, 137–145.
- Puig, S. M., Zapata P., L., Puigcerver, L., Iglesias E, N., Garcia, C., Romeo, A., Supèr, H. (2015). *Attention-Related Eye Vergence Measured in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. *PLOS ONE*, 10(12), e0145281.
- Quinlan, D.M., (2000), “Assessment of Attention – Deficit Disorders and Comorbidities”, In: Brown, T.E, (Ed.), *Attention Deficit Disorders and*

- comorbidities in children, adolescents and adults, Washington DC, US: American Psychiatry Publishing, Inc..xxi, 455-507.
- Quintana, H., Snyder, S. M., Purnell, W., Aponte, C., & Sita, J. (2007). *Comparison of a standard psychiatric evaluation to rating scales and EEG in the differential diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Psychiatry Research*, 152(2-3), 211–222.
- Rajendran, K., O'Neill, S., Marks, D. J., & Halperin, J. M. (2015). *Latent profile analysis of neuropsychological measures to determine preschoolers' risk for ADHD*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(9), 958–965.
- Rajendran, K., O'Neill, S., Marks, D. J., & Halperin, J. M. (2015). *Latent profile analysis of neuropsychological measures to determine preschoolers' risk for ADHD*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(9), 958–965.
- Reh, V., Schmidt, M., Lam, L., Schimmelmann, B. G., Hebebrand, J., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). *Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms Using the QbTest*. *Journal of Attention Disorders*, 19(12), 1034–1045.
- Reh, V., Schmidt, M., Lam, L., Schimmelmann, B. G., Hebebrand, J., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). *Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms Using the QbTest*. *Journal of Attention Disorders*, 19(12), 1034–1045.
- Ricci, M., Terribili, M., Giannini, F., Errico, V., Pallotti, A., Galasso, C., Saggio, G. (2018). *Wearable-based electronics to objectively support diagnosis of motor impairments in school-aged children*. *Journal of Biomechanics*.
- Riccio, C. A., & Reynolds, C. R. (2001). *Continuous performance tests are sensitive to ADHD but lack specificity*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 931(1), 113–139.
- Rief, W., & Christiansen, H. (2014). *Preliminary evidence for altered motion tracking-based hyperactivity in ADHD siblings*. *Behavioral and Brain Functions*, 10(1), 7.
- Rietz, E., Cheung, C. H. M., McLoughlin, G., Brandeis, D., Banaschewski, T., Asherson, P., & Kuntsi, J. (2016). *Self-report of ADHD shows limited agreement with objective markers of persistence and remittance*. *Journal of Psychiatric Research*, 82, 91–99.
- Rodríguez, C., Areces, D., García, T., Cueli, M., & González-Castro, P. (2018). *Comparison between two continuous performance tests for identifying ADHD: Traditional vs. virtual reality*. *International Journal of Clinical and Health Psychology*.
- Rogasch NC, Fitzgerald PB. (2013). *Assessing cortical network properties using TMS-EEG*. *Hum Brain Mapp*. 34(7):1652–1669.
- Romani, M., Vigliante, M., Faedda, N., Rossetti, S., Pezzuti, L., Guidetti, V., & Cardona, F. (2018). *Face memory and face recognition in children and adolescents*

- with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review.* Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 89, 1–12.
- Rowland, A.S., Lesesne, C.A. & Abramowitz, A.J.(2002), The epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A public health view, Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 8, 162- 170
- Rubio, B., Boes, A. D., Laganieri, S., Rotenberg, A., Jeurissen, D., & Pascual-Leone, A. (2015). *Noninvasive Brain Stimulation in Pediatric Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)*. Journal of Child Neurology, 31(6)
- Samet, S., Nunes, E.V. & Hasin, D.(2004), Diagnosing co-morbidity: concepts, criteria and methods, Acta Neuropsychiatry, 16, 9-18.
- Sandberg S, Barton J (1996) Historical development. Hyperactivity Disorders of Childhood, pp. 1–25. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sangal, R. B., & Sangal, J. M. (2014). Use of EEG Beta-1 Power and Theta/Beta Ratio Over Broca's Area to confirm Diagnosis of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder in Children. Clinical EEG and Neuroscience, 46(3), 177–182.
- Scassellati, C., Bonvicini, C., Faraone, S. V., & Gennarelli, M. (2012). *Biomarkers and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review and Meta-Analyses*. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 51(10), 1003–1019.e20.
- Schwenck, C., Schneider, T., Schreckenbach, J., Zenglein, Y., Gensthaler, A., Taurines, R., Romanos, M. (2013). *Emotion recognition in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)*. ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 5(3), 295–302. doi:10.1007/s12402-013-0104-z
- Serrano, V. J., Owens, J. S., & Hallowell, B. (2015). *Where Children With ADHD Direct Visual Attention During Emotion Knowledge Tasks: Relationships to Accuracy, Response Time, and ADHD Symptoms*. Journal of Attention Disorders, 22(8), 752–763.
- Shahi, B., Dahal, S., Mishra, A., Kumar, S. B. V., & Kumar, C. P. (2016). *A Review Over Genetic Algorithm and Application of Wireless Network Systems*. Procedia Computer Science, 78, 431–438.
- Shemmashian, S. K. (2015). *Optimizing assessment procedures for attention-deficit/hyperactivity disorder (adhd)*. ProQuest Information & Learning, US.
- Slobodin, O., Cassuto, H., & Berger, I. (2015). *Age-related changes in distractibility: Developmental trajectory of sustained attention in ADHD*. Journal of Attention Disorders. Advance online publication,
- Snyder, S. M., Rugino, T. A., Hornig, M., & Stein, M. A. (2015). *Integration of an EEG biomarker with a clinician's ADHD evaluation*. Brain and Behavior, 5(4), n/a–n/a.

- Sonne, T., & Grønbaek, K. (2016). *Designing Assistive Technologies for the ADHD Domain. Pervasive Computing Paradigms for Mental Health*, 259–268. doi:10.1007/978-3-319-32270-4_26
- Sowell, E. R., Thompson, P. M. (2014). *Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children*. Journal of Neuroscience, 24, 8223–8231
- Sripada, C. S., Kessler, D., & Angstadt, M. (2014). *Lag in maturation of the brain's intrinsic functional architecture in attention-deficit/hyperactivity disorder*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(39), 14259–14264.
- Strohmeier, C. W., Rosenfield, B., DiTomasso, R. A., & Ramsay, J. R. (2016). *Assessment of the relationship between self-reported cognitive distortions and adult ADHD, anxiety, depression, and hopelessness*. Psychiatry Research, 238, 153–158.
- Sumner, C. R. (2010). *New tool for objective assessments of ADHD: The Quotient™ ADHD System*. ADHD Report, 18(5), 6–9.
- Tamura, T. (2014). *Wearable Inertial Sensors and Their Applications*. Wearable Sensors, 85–104.
- Teicher, M. H., Polcari, A., & McGreenery, C. E. (2008). *Utility of objective measures of activity and attention in the assessment of therapeutic response to stimulants in children with attention-deficit/hyperactivity disorder*. Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology, 18(3), 265–270.
- Thapar, A., Cooper, M., Jefferies, R., & Stergiakouli, E. (2011). *What causes attention deficit hyperactivity disorder?* Archives of disease in childhood, 97(3), 260–265.
- Toki, E. I., Simou, C., & Pange, J. (2019). *Eye-tracking and Autism Spectrum Disorder*. In the Proceedings of the International conference “Crisis in Contexts”, Ioannina, GR, 19-24 March 2019
- Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. (2008). *Physical activity in the United States measured by accelerometer*. Med Sci Sports Exerc 40:181–8
- Troiano RP. (2007). *Large-scale applications of accelerometers: new frontiers and new questions*. Med Sci Sports Exerc
- Trull, T. J., & Ebner-Priemer, U. (2014). *The Role of Ambulatory Assessment in Psychological Science*. Current Directions in Psychological Science, 23(6), 466–470.
- Tseng, P.-H., Cameron, I. G. M., Pari, G., Reynolds, J. N., Munoz, D. P., & Itti, L. (2012). *High-throughput classification of clinical populations from natural viewing eye movements*. Journal of Neurology, 260(1), 275–284.
- Türkan, B. N., Amado, S., Ercan, E. S., & Perçinel, I. (2016). *Comparison of change detection performance and visual search patterns among children with/without*

- ADHD: Evidence from eye movements*. Research in Developmental Disabilities, 49-50, 205–215.
- Tye, C., Battaglia, M., Bertolotti, E., Ashwood, K. L., Azadi, B., Asherson, P., ... McLoughlin, G. (2014). *Altered neurophysiological responses to emotional faces discriminate children with ASD, ADHD and ASD+ADHD*. Biological Psychology, 103, 125–134.
- Varela Casal, P., Lorena Esposito, F., Morata Martínez, I., Capdevila, A., Solé Puig, M., de la Osa, N., Cañete, J. (2018). *Clinical Validation of Eye Vergence as an Objective Marker for Diagnosis of ADHD in Children*. Journal of Attention Disorders, 108705471774993.
- Wehrmann, T., & Müller, J. M. (2015). *An objective measure of hyperactivity aspects with compressed webcam video*. Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health, 9(1).
- Yim, D., Lee, W., Kim, J., Kim, K., Ahn, D., Lim, Y.-H., Cho, S. (2019). *Quantified Activity Measurement for Medical Use in Movement Disorders through IR-UWB Radar Sensor*. Sensors, 19(3), 688.
- Yucha, C. & Montgomery D. (2008). Evidence-Based Practice in Biofeedback And Neurofeedback. Faculty Publications (N) In Association with the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, Paper 1
- Ziereis, S., & Jansen, P. (2015). *Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD*. Research in Developmental Disabilities, 38, 181–191.
- Βάρβογλη Λ. (2005). Τί συμβαίνει στο παιδί;Νευροεξελικτικές διαταραχές της παιδικής και εφηβικής ηλικίας. Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Κακούρος (2001). Το υπερκινητικό παιδί. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κάκουρος Ε. και Μανιαδάκη Κ.: Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα. GUTENBERG , Αθήνα, 2014.
- Καλατζή - Αζιζί Α., Αγγέλη Κ., Ευσταθίου Γ.: Η Στάθμιση της Κλίμακας Αξιολόγησης της ΔΕΠ-Υ σε ελληνικό πληθυσμό. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 2006.