

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Η επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση παιδιών με αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού. Μία συστηματική ανασκόπηση.

Όνοματεπώνυμο Συγγραφέων: Μπούμα Παναγιώτα Α.Μ: 20683072

Φραντζανά Σοφία Α.Μ: 20683122

Επιβλέπων: Χρυσάγης Νικόλαος- Σταύρος, Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα 2024

UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSIOTHERAPY



DISSERTATION

**Title: The effect of virtual reality intervention programs on
motor performance of children with Developmental Coordination Disorder.
A systematic review.**

Authors' name: Mprouma Panagiota R.N:20683072

Frantzana Sofia R.N:20683122

Supervisor's name: Chrysagis Nikolaos- Stavros, Assistant Professor

ATHENS 2024

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ-ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΧΡΥΣΑΓΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2	ΣΑΚΕΛΛΑΡΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΠΑΤΣΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπρούμα Παναγιώτα του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου 20683072 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Φραντζανά Σοφία του Αποστόλου, με αριθμό μητρώου 20683122 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'S. Frantzana', with a large, sweeping flourish underneath.

I. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας και επιβλέπων της παρούσας εργασίας κ. Νικόλαο - Σταύρο Χρυσάγη για την πολύτιμη βοήθειά του κατά την εκπόνηση της πτυχιακής καθώς και για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε.

Επιπλέον, είναι επιθυμία μας να ευχαριστήσουμε και να αφιερώσουμε την πτυχιακή εργασία μας στις οικογένειες και στους φίλους μας, οι οποίοι μας συμπαραστάθηκαν και μας υποστήριξαν κατά την διάρκεια των προπτυχιακών μας σπουδών.

II. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού είναι μία από τις πιο συχνές διαταραχές που εμφανίζονται στην παιδική ηλικία και σχετίζεται με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει το παιδί στην απόκτηση και εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων, επηρεάζοντας την λειτουργικότητα στην καθημερινή του ζωή. Τα προγράμματα παρέμβασης με χρήση εικονικής πραγματικότητας αποτελούν μια σύγχρονη θεραπευτική προσέγγιση που χρησιμοποιείται στην αποκατάσταση παιδιών με αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού.

Σκοπός: Η εξέταση της επίδρασης των παρεμβατικών προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση παιδιών με αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού.

Μεθοδολογία: Η αναζήτηση της αρθρογραφίας πραγματοποιήθηκε στις διεθνείς βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus, PEDro, ScienceDirect και Google Scholar. Η αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών έγινε με τη χρήση της κλίμακας PEDro.

Αποτελέσματα: Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 9 έρευνες, εκ των οποίων οι 2 ήταν υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας και οι 7 μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας, σύμφωνα με την κλίμακα PEDro. Εξετάστηκαν η στατική και δυναμική ισορροπία, ο αμφίπλευρος συντονισμός, ο οπτικο-κινητικός συντονισμός, η επιδεξιότητα χεριών, η μυϊκή δύναμη, η ευκινησία και η αντίληψη της κινητικής απόδοσης. Οι μεταβλητές που παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση ήταν η ισορροπία, ο οπτικο-κινητικός συντονισμός και η αντίληψη της κινητικής απόδοσης.

Συμπεράσματα: Τα παρεμβατικά προγράμματα με την χρήση εικονικής πραγματικότητας έχουν θετική επίδραση στην ισορροπία, στον οπτικο-κινητικό συντονισμό και στην αντίληψη την κινητικής απόδοσης στα παιδιά με ΑΔΚΣ, ωστόσο για ορισμένες κινητικές δεξιότητες τα αποτελέσματα ήταν αντικρουόμενα. Προτείνεται η διεξαγωγή περισσότερων μελετών, με μεγαλύτερο δείγμα και με πρωτόκολλα τα οποία θα εστιάζουν στην εξάσκηση συγκεκριμένων κινητικών δεξιοτήτων για την εξαγωγή ασφαλέστερων αποτελεσμάτων.

Λέξεις κλειδιά: αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού, εικονική πραγματικότητα, παιδιά, κινητική απόδοση

III. ABSTRACT

Introduction: Developmental motor coordination disorder is one of the most common disorders that occur in childhood and is related to the difficulties that the child has in acquiring and performing motor skills, affecting the child's functionality in daily life. Intervention programs using virtual reality are a modern therapeutic approach used in the rehabilitation of children with developmental motor coordination disorder.

Purpose: Examining the effect of virtual reality intervention programs on the motor performance of children with developmental motor coordination disorder.

Method: The articles were searched in the international databases Pubmed, Scopus, PEDro, ScienceDirect and Google Scholar. The methodological quality of the studies was assessed using the PEDro scale.

Results: Nine studies were included in this systematic review, of which 2 were of high methodological quality and 7 of moderate methodological quality, according to the PEDro scale. Static and dynamic balance, bilateral coordination, visual-motor coordination, manual dexterity, muscle strength, agility, and perception of motor performance were examined. The variables that showed statistically significant improvement were balance, visual-motor coordination and perception of motor performance.

Conclusions: Interventional programs using virtual reality have a positive effect on balance, visual-motor coordination and perception of motor performance in children with DCD, but for some motor skills the results were conflicting. It is suggested that more studies should be conducted with a larger sample size and protocols that focus on the practice of specific motor skills to extract safer results.

Key-Words: developmental coordination disorder, children, virtual reality, motor performance

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I.	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	I
II.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
III.	ABSTRACT	III
IV.	ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	VI
V.	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	VIII
1.	Εισαγωγή	1
1.1.	Αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού - ΑΔΚΣ	1
1.1.1.	Ορισμός	1
1.1.2.	Συμπτώματα	1
1.1.3.	Ετυμολογία	2
1.1.4.	Επιδημιολογία	3
1.1.5.	Διάγνωση και αξιολόγηση	3
1.1.6.	Αιτιολογία	7
1.1.7.	Συννοσηρότητες	7
1.2.	Μέθοδοι αποκατάστασης	7
1.3.	Κινητική Απόδοση	8
1.4.	Εικονική πραγματικότητα - Virtual Reality (VR)	9
1.4.1.	Ορισμός	9
1.4.2.	Τύποι εικονικής πραγματικότητας	9
1.4.3.	Ιστορική αναδρομή	10
1.5.	Η VR ως μέθοδος αποκατάστασης	11
1.6.	Σκοπός της Έρευνας	12
2.	Μεθοδολογία Έρευνας	14
2.1.	Ερευνητικός σχεδιασμός (PRISMA)	14
2.2.	Στρατηγική αναζήτησης	14
2.3.	Διαδικασία Διαλογής Δεδομένων	15
2.4.	Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	15
2.5.	Αξιολόγηση Μεθοδολογικής Ποιότητας	16
3.	Αποτελέσματα	18
3.1	Αποτελέσματα Αναζήτησης	18
3.2.	Χαρακτηριστικά μελετών	20

3.2.1. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών.....	20
3.2.2. Συμμετέχοντες	20
3.2.3 Είδος και διάρκεια παρέμβασης	23
3.3. Εργαλεία αξιολόγησης εξαρτημένων μεταβλητών	24
3.3.1. Δοκιμασίες κινητικής απόδοσης.....	24
3.3.2. Υποκειμενική αξιολόγηση κινητικής απόδοσης.....	24
3.3.3. Στατική και δυναμική ισορροπία.....	25
3.3.4. Μυϊκή Δύναμη	26
3.3.5. Οπτικο-κινητικός συντονισμός	27
3.4. Η αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων VR στην κινητική απόδοση των παιδιών.....	29
3.4.1. Στατική και Δυναμική ισορροπία	29
3.4.2. Αμφίπλευρος συντονισμός	31
3.4.3. Οπτικο- κινητικός συντονισμός.....	31
3.4.4. Επιδεξιότητα χεριών	32
3.4.5. Μυϊκή δύναμη.....	33
3.4.6. Ευκινησία.....	33
3.4.7. Ερωτηματολόγια αντίληψης κινητικής απόδοσης	34
4. Συζήτηση	39
4.1. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών.....	39
4.2. Η αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων VR στην κινητική απόδοση των παιδιών με ΑΔΚΣ	41
4.2.1. Στατική και Δυναμική Ισορροπία	41
4.2.2. Αμφίπλευρος Συντονισμός.....	42
4.2.3. Οπτικο-κινητικός Συντονισμός	42
4.2.4. Επιδεξιότητα χεριών	43
4.2.5. Μυϊκή Δύναμη	44
4.2.6. Ευκινησία.....	45
4.2.7. Ερωτηματολόγια κινητικής απόδοσης	46
4.3. Περιορισμοί της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης.....	46
5. Συμπεράσματα	46
6. Βιβλιογραφία	48

IV. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
ΑΔΚΣ	Αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού
ΔΕΠΥ	Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
ΠΟΥ	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
ΑΡΑ	American Psychological Association
ADHD	Attention-deficit/hyperactivity disorder
ΑΜΤΙ	Advanced Mechanical Technology, Inc
ΑΡ	Augmented Reality
ΑΥ	Augmented Virtuality
ΒΟΟΜ	Binocular Omni Orientation Monitor
ΒΟΤ-2	Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition
ΒΟΤΜΡ	Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency
CCΤ	Controlled Clinical Trial
COΡ	Center Of Pressure
CPNI	Coolidge Personality and Neuropsychological Inventory
CSQ	Coordination Skills Questionnaire
CTT	Consecutive Time on Target
DCD	Developmental Coordination Disorder
DCD-Q	Developmental Coordination Disorder Questionnaire
DP	Distance from Path
DSM-5	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder-5
DT	Distance from Target
EBP	Evidence-Based Practice
FSM	Functional Strength Measure
HHD	Hand-Held dynamometer
HMD	Head-mounted Display

ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
IQ	Intelligence Quotient
MABC-2	Movement Assessment Battery for Children-2
MBD	Minimal Brain Dysfunction
m-DCD	Moderate Developmental Coordination Disorder
MPST	Muscle Power Sprint Test
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RCT	Randomized Controlled Trial
RGB camera	Red Green Blue camera
SD	Standard Deviation
s-DCD	Severe Developmental Coordination Disorder
TOMI	Test of Motor Impairment
TOT	Total Time On Target
TSS	Total Standard Score
TST	Task Specific Training
VR	Virtual Reality
WWTT	Walking While Talking Test
XR	Extended Reality

V. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας 1.1 Κριτήρια DSM-5.....	3-4
Πίνακας 1.2 Διάγνωση ΑΔΚΣ.....	6
Πίνακας 2.1 Μέθοδος PICO.....	15
Πίνακας 2.2 Κριτήρια Ένταξης.....	15
Πίνακας 2.3 Κριτήρια Αποκλεισμού.....	16
Πίνακας 2.4 Κριτήρια PEDro.....	16-17
Διάγραμμα 3.1 Στρατηγική αναζήτησης ερευνών.....	19
Πίνακας 3.1 Βαθμολογία μελετών με την κλίμακα PEDro.....	20
Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	21-23
Πίνακας 3.3 Είδος και διάρκεια προγραμμάτων παρέμβασης.....	23-24
Πίνακας 3.4 Εργαλεία αξιολόγησης εξαρτημένων μεταβλητών.....	27-29
Πίνακας 3.5 Πίνακας αποτελεσμάτων.....	34-39

1. Εισαγωγή

1.1. Αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού - ΑΔΚΣ

1.1.1. Ορισμός

Η αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού (Developmental Coordination Disorder: DCD) (American Psychiatric Association, 2000) ή ειδική αναπτυξιακή διαταραχή της κινητικής λειτουργίας (International Classification of Diseases 10th Revision: World Health Organization, 1992) ορίζεται ως ένα σύνδρομο συμπεριφορών, οι οποίες σχετίζονται με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει το άτομο στην απόκτηση και εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων. Αποτελεί μια από τις πιο συχνές διαταραχές που εμφανίζονται κατά την παιδική ηλικία και επηρεάζει σημαντικά την ικανότητα επιτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων, καθώς και τις ακαδημαϊκές επιδόσεις του παιδιού (Barnhart et al 2003). Όπως αναφέρεται και στην κλίμακα διεθνούς ταξινόμησης της λειτουργικότητας, της αναπηρίας και της υγείας (ICF-ΠΟΥ, 2001), η αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού (ΑΔΚΣ) επιδρά στην λειτουργία και δομή του σώματος, στην δραστηριότητα και στη συμμετοχή στη φυσική δραστηριότητα. Ο δεύτερος όρος χρησιμοποιείται σπάνια στην ερευνητική βιβλιογραφία, ωστόσο μπορεί να θεωρηθεί πιο ακριβής για την περιγραφή της συγκεκριμένης διαταραχής, καθώς η ίδια δεν επηρεάζει μόνο τον κινητικό συντονισμό (Blank et al 2019).

1.1.2. Συμπτώματα

Τα παιδιά με ΑΔΚΣ υπολείπονται κινητικά σε σχέση με τους συνομηλίκους τους και παρουσιάζουν ελλείμματα σε γνωστικό, κοινωνικό αλλά και ψυχολογικό επίπεδο (Smits-Engelsman et al 2018). Στην βιβλιογραφία αναφέρονται τέσσερις υπότυποι της ΑΔΚΣ, οι οποίοι διακρίνονται με βάση δυσκολίες στην αδρή και λεπτή κινητικότητα, στην οπτικο-κινητική λειτουργία και στις γνωστικές ικανότητες (Lust et al 2022; Calero-Morales et al 2023). Στα παιδιά με ΑΔΚΣ εμφανίζονται “ήπια νευρολογικά σημεία” (“neurological soft signs”-NSS) όπως είναι ο μειωμένος μυϊκός τόνος, η επιμονή των πρωτόγονων αντανακλαστικών και οι ανώριμες αντιδράσεις ισορροπίας. Τα παιδιά δυσκολεύονται στην εκτέλεση βασικών δεξιοτήτων όπως είναι το τρέξιμο, η ρίψη μπάλας, το λάκτισμα κ.α. (Cairney & KingDowling 2016; Wilson et al 2013), ενώ παρουσιάζουν ακανόνιστο πρότυπο βάδισης, χάνουν συχνά την ισορροπία τους (Verbeque et al 2021) και αδυνατούν να ακολουθήσουν κινητικές εντολές. Επιπρόσθετα επιλέγουν έναν καθιστικό τρόπο ζωής, περιορίζοντας τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες αναψυχής και αθλητισμού (Cantell & Crawford 2008).

Η διαταραχή της λεπτής κινητικότητας είναι η αδυναμία ή η δυσχέρεια ενός ατόμου να εκτελεί εργασίες που απαιτούν κάποιο βαθμό επιδεξιότητας των χεριών (Bos et al 2013). Το πρώτο αναγνωρίσιμο σημάδι που εμφανίζουν τα παιδιά με ΑΔΚΣ είναι η δυσκολία στην γραφή και στο σχέδιο αλλά και στην εκτέλεση βασικών δραστηριοτήτων αυτοσυντήρησης όπως είναι το ντύσιμο, το φαγητό και η διατήρηση της προσωπικής υγιεινής.

Τα παιδιά με ΑΔΚΣ αντιμετωπίζουν προβλήματα και σε ψυχοκοινωνικό επίπεδο, κυρίως στο περιβάλλον του σχολείου. Αρχικά, δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν με επάρκεια στις μαθησιακές απαιτήσεις λόγω των προβλημάτων δυσλεξίας και του αυξημένου κινδύνου για χαμηλότερη νοημοσύνη (Barnhart et al 2003). Επιπλέον, στο χώρο της τάξης, οι πιο εξωστρεφείς μαθητές μπορεί να επιδεικνύουν άτακτη συμπεριφορά προκειμένου να προκαλέσουν την προσοχή των συνομηλίκων τους, ενώ τα πιο ντροπαλά παιδιά απομονώνονται λόγω της έλλειψης κοινωνικής αποδοχής και του εκφοβισμού που μπορεί να βιώνουν λόγω της διαταραχής τους. Επιπρόσθετα, τα παιδιά με ΑΔΚΣ μπορεί να εμφανίσουν χαμηλή αυτοπεποίθηση και αυτοεκτίμηση, υψηλά ποσοστά άγχους, μέχρι και κατάθλιψη, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται σημαντικά η συναισθηματική και ψυχική τους υγεία (Campbell et al 2012; Missiuna et al 2014).

1.1.3. Ετυμολογία

Η ΑΔΚΣ έχει καθιερωθεί ως αναπτυξιακό πρόβλημα τα τελευταία 100 χρόνια. Το 1937 αναγνωρίστηκε η σημαντικότητα της αδεξιότητας στα παιδιά, ωστόσο δεν μελετήθηκε μέχρι και τις αρχές του 1960 ως διαταραχή. Έκτοτε, έχουν χρησιμοποιηθεί πολλοί όροι για την περιγραφή του αναπτυξιακού αυτού προβλήματος όπως “αναπτυξιακή απραξία/δυσπραξία”, “αντιληπτική κινητική δυσλειτουργία” και “δυσλειτουργία αισθητηριακής ολοκλήρωσης”, ενώ τα παιδιά συχνά χαρακτηρίζονταν ως “κινητικά αδέξια” και “κινητικά διαταραγμένα” (Barnhart et al 2003; Zwicker et al 2012). Το 1994 στην διεθνή διάσκεψη συναίνεσης στο Οντάριο του Λονδίνου καθιερώθηκε επίσημα ο όρος “αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού” ή “developmental coordination disorder” (DCD) (Polatajko et al 1995). Ο συγκεκριμένος όρος όπως και τα διαγνωστικά κριτήρια συμπεριλήφθηκαν στην 3η και 4η έκδοση του διαγνωστικού και στατιστικού εγχειριδίου ψυχικών διαταραχών (DSM), στην κατηγορία των “μαθησιακών διαταραχών”. Στην τρέχουσα και πιο πρόσφατη έκδοση του εγχειριδίου DSM-5 (American Psychological Association, 2013) η ΑΔΚΣ κατατάσσεται ως κινητική διαταραχή στην κατηγορία των “νευροαναπτυξιακών διαταραχών” (Cancer et al 2020).

1.1.4. Επιδημιολογία

Ο επιπολασμός της ΑΔΚΣ κυμαίνεται μεταξύ 5-6% με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια (2:1) (Huron 2020; Steenbergen et al 2024). Η διαφορά ενδεχομένως να οφείλεται στην δυσκολία διαχείρισης της συμπεριφοράς των αγοριών με κινητική αδεξιότητα στο σπίτι και στην τάξη. Σε έρευνα η οποία εξέτασε τον επιπολασμό παιδιών με ΑΔΚΣ στον Καναδά και στην Ελλάδα, βρέθηκε ότι τα παιδιά στην Ελλάδα ξεπέρασαν σε μεγάλο βαθμό τα αναμενόμενα ποσοστά (19,0%) (Tsiotra et al 2006). Σύμφωνα με τους Kirby et al (2013) τα μισά από τα παιδιά που διαγιγνώσκονται με ΑΔΚΣ στην πρώιμη παιδική ηλικία συνεχίζουν να έχουν δυσκολίες στην εφηβεία και την πρώιμη ενήλικη ζωή.

1.1.5. Διάγνωση και αξιολόγηση

Η διάγνωση της ΑΔΚΣ αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία συμπεριλαμβάνει αναπτυξιακή και ιατρική εξέταση του παιδιού, συστηματική αξιολόγηση μέσα από την παρατήρηση και καταγραφή της συμπεριφοράς και των καθημερινών του δραστηριοτήτων από γονείς και εκπαιδευτικούς καθώς και την εκτέλεση ειδικών κινητικών δοκιμασιών από εξειδικευμένους θεραπευτές. Για τον σκοπό αυτό, απαιτείται η συνεργασία μιας διεπιστημονικής ομάδας επαγγελματιών υγείας προκειμένου να δημιουργηθεί ένα λειτουργικό προφίλ του παιδιού που θα εξυπηρετεί τους σκοπούς της διάγνωσης και ενός εξατομικευμένου πλάνου αποκατάστασης (Cancer et al 2020).

Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία της διάγνωσης των παιδιών με ΑΔΚΣ, έχουν καθοριστεί συγκεκριμένα κριτήρια τα οποία καταγράφονται και αναλύονται στο διαγνωστικό και στατιστικό εγχειρίδιο ψυχικών διαταραχών (DSM-5) ως εξής:

Πίνακας 1.1: Κριτήρια DSM-5

A	Η απόδοση σε καθημερινές δραστηριότητες που απαιτούν κινητικό συντονισμό, είναι σημαντικά κατώτερη από το αναμενόμενο, δεδομένων της χρονολογικής ηλικίας και της ευκαιρίας για εκμάθηση και χρήση δεξιοτήτων. Οι δυσκολίες μπορεί να εκδηλώνονται ως αδεξιότητα (π.χ. πτώση αντικειμένων από τα χέρια ή πρόσκρουση σε αντικείμενα) καθώς και ως βραδύτητα και ανακρίβεια των κινητικών δεξιοτήτων (π.χ. το πιάσιμο ενός αντικειμένου, η χρήση ψαλιδιού ή μαχαιροπήρουνων, ο γραφικός χαρακτήρας, η οδήγηση ποδηλάτου, ή η συμμετοχή σε αθλήματα).
B	Το έλλειμμα των κινητικών δεξιοτήτων στο κριτήριο A παρεμποδίζει σημαντικά και επίμονα τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής οι οποίες αντιστοιχούν στη χρονολογική ηλικία (π.χ. αυτομέριμνα και αυτοσυντήρηση) και έχει αντίκτυπο στην ακαδημαϊκή/ σχολική

	παραγωγικότητα, τις προ-επαγγελματικές και επαγγελματικές δραστηριότητες, τον ελεύθερο χρόνο και το παιχνίδι.
C	Τα συμπτώματα αρχίζουν στην πρώιμη αναπτυξιακή περίοδο.
D	Τα ελλείμματα των κινητικών δεξιοτήτων δεν εξηγούνται καλύτερα με νοητική αδυναμία (νοητική αναπτυξιακή διαταραχή) ή διαταραχή όρασης και δεν οφείλονται σε νευρολογική κατάσταση που επηρεάζει την κίνηση (π.χ. εγκεφαλική παράλυση, μυϊκή δυστροφία, εκφυλιστική διαταραχή).

Αρχικά, οι κινητικές δυσκολίες που παρουσιάζει ένα παιδί στην καθημερινότητά του συνήθως εντοπίζονται και ανιχνεύονται από δασκάλους, εκπαιδευτικούς φυσικής αγωγής, ψυχολόγους, φυσικοθεραπευτές κλπ. Στη συνέχεια, καθίσταται απαραίτητη η ιατρική εξέταση από παιδονευρολόγο, ψυχίατρο ή παιδίατρο, ώστε να μπορούν να εντοπιστούν ή να αποκλειστούν άλλες νευρολογικές παθήσεις (π.χ. νοητική αναπηρία, εγκεφαλική παράλυση, διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή) που προκαλούν παρόμοια κλινική εικόνα με την ΑΔΚΣ. Στη συνέχεια, το παιδί παραπέμπεται σε φυσικοθεραπευτές ή εργοθεραπευτές κατάλληλα εκπαιδευμένους στην εφαρμογή τυποποιημένων τεστ ή ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση των γνωστικών και κινητικών του λειτουργιών (Harris et al 2015).

Αναφορικά με το κριτήριο Α, χρησιμοποιούνται δοκιμασίες αξιολόγησης της κινητικής απόδοσης με βαθμολογίες που κυμαίνονται μεταξύ δύο οριακών τιμών ανάλογα με την ηλικία του παιδιού. Τα πιο συχνά εργαλεία είναι τα Movement Assessment Battery for Children (MABC-2) και Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency (BOTMP-BOT-2). Οι οριακές τιμές που αναφέρονται πιο συχνά στην βιβλιογραφία είναι η 5η και 15η εκατοστιαία θέση, βάση της ηλικιακής νόρμας.

Το κριτήριο Β μπορεί να ελεγχθεί μέσω ειδικά σχεδιασμένων ερωτηματολογίων για γονείς και εκπαιδευτικούς όπως το DCD-Q (Wilson 2007) και το MABC checklist (Henderson et al 2007), μέσα από τα οποία αντλούνται πληροφορίες για τα διάφορα ελλείμματα και τους περιορισμούς που παρουσιάζει το παιδί στην καθημερινότητά του, τόσο στο σπίτι όσο και στο σχολείο καθώς και τη χρονική περίοδο εμφάνισης των συμπτωμάτων.

Σύμφωνα με το κριτήριο Γ, τα συμπτώματα της αναπτυξιακής διαταραχής του κινητικού συντονισμού εμφανίζονται στην πρώιμη αναπτυξιακή περίοδο. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από την μελέτη του αναπτυξιακού και ιατρικού ιστορικού του παιδιού.

Ωστόσο, η επίσημη διάγνωση της ΑΔΚΣ δεν είναι σύνηθες να γίνεται πριν από την ηλικία των 5 ετών και για αυτό το παιδί θεωρείται ότι βρίσκεται “σε κίνδυνο” (at risk) για την εμφάνιση της διαταραχής, καθώς παρατηρείται σημαντική διακύμανση στην ηλικία και στην ανάπτυξη (APA, 2013).

Για το κριτήριο Δ, κατά την ιατρική αξιολόγηση του παιδιού συμπεριλαμβάνεται η εξέταση της νευρολογικής, οπτικής και νοητικής λειτουργίας του ώστε να διερευνηθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης κάποιας διαταραχής που να επηρεάζει τις κινητικές ικανότητες του παιδιού. Παρόλο που δεν υπάρχει συγκεκριμένο κριτήριο απόκλισης του δείκτη νοημοσύνης, στην έρευνα των Smits-Engelsman et al (2015) αναφέρεται σαν ελάχιστη τιμή το IQ= 70.

Movement Assessment Battery for Children (MABC-2)

Το τεστ αποτελεί εξέλιξη της δοκιμασίας ανίχνευσης κινητικής καθυστέρησης (Test of Motor Impairment- TOMI) και αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος συμπεριλαμβάνει μια σειρά από κινητικές δοκιμασίες (επιδεξιότητα χεριών, δεξιότητες με μπάλα και δυναμική-στατική ισορροπία) που εκτελεί ατομικά το κάθε παιδί και το δεύτερο μέρος μία λίστα με 48 ερωτήματα που δίνουν απαντήσεις οι γονείς και οι εκπαιδευτικοί σχετικά με το πως λειτουργεί και ανταποκρίνεται το παιδί στις απαιτήσεις της καθημερινής ζωής. Υπάρχουν 4 ηλικιακές κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα παιδιά ως εξής: Α) 4 με 6 ετών, Β) 7 με 8 ετών, Γ) 9 με 10 ετών και Δ) 11 με 12 ετών. Τα παιδιά της κάθε ομάδας εκτελούν τις δοκιμασίες και το σκορ των πετυχημένων προσπαθειών συγκρίνεται με αυτό της ηλικιακής νόρμας στην οποία ανήκουν.

Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency (BOTMP-BOT-2)

Στη νέα και πιο πρόσφατη έκδοση του τεστ κινητικής επάρκειας, το BOT-2 διαθέτει νέα αντικείμενα και δραστηριότητες, βελτιωμένο εξοπλισμό, και διευρυμένη ηλικιακή κλίμακα από 4 έως 21 ετών. Το BOT-2 είναι κατάλληλο και αξιόπιστο για την αξιολόγηση της κινητικής επάρκειας όλων των μαθητών που αναπτύσσονται τυπικά ή παρουσιάζουν μέτρια ελλείμματα κινητικών δεξιοτήτων. Το τεστ έχει 53 επιμέρους δοκιμασίες που χωρίζονται σε 8 μέρη: ακρίβεια λεπτής κίνησης, επιδεξιότητα χεριών, συγχρονισμό άνω άκρων, αμφίπλευρο συγχρονισμό, ισορροπία, τρέξιμο, ευκινησία και δύναμη (Cancer et al 2020). Υπάρχει και μία σύντομη μορφή, η οποία συμπεριλαμβάνει 14 επιμέρους δοκιμασίες, αντιπροσωπευτικές των 8 συνολικών δεξιοτήτων που αξιολογούνται. Από τις δοκιμασίες προκύπτει μια συνολική βαθμολογία για την επίδοση των παιδιών στον λεπτό κινητικό έλεγχο, τον συγχρονισμό των

χεριών και του σώματος, την δύναμη και την ευκινησία, η οποία μπορεί να συγκριθεί με τις αντίστοιχες τυπικές ηλικιακές νόρμες (Bruininks & Oseretsky 2005).

Η διάγνωση της ΑΔΚΣ καθορίζεται από τα αποτελέσματα των τυποποιημένων κινητικών δοκιμασιών και τον έλεγχο των τεσσάρων κριτηρίων του DSM-5. Τα παιδιά με βαθμολογία κάτω της 5ης εκατοστιαίας θέσης εμφανίζουν την σοβαρή μορφή της ΑΔΚΣ, ενώ η βαθμολογία από την 5η έως την 15η εκατοστιαία θέση αντιστοιχεί στην ήπιας μορφής, την πιθανή και σε κίνδυνο για ανάπτυξη ΑΔΚΣ (Smits-Engelsman et al 2015)

Πίνακας 1.2 : Διάγνωση ΑΔΚΣ

Γενική Διάγνωση	Περιγράφονται όλα τα DSM-5 κριτήρια και ο τρόπος με τον οποίο πληρούνται ή όχι (ερωτηματολόγια και τεστ που χρησιμοποιήθηκαν με τις βαθμολογίες αποκοπής που εφαρμόστηκαν).
Ήπια (Moderate) ΑΔΚΣ m-DCD	Περιγράφονται και πληρούνται όλα τα DSM-5 κριτήρια με βαθμολογία σε κινητική δοκιμασία μεταξύ 15ης και 5ης εκατοστιαίας θέσης.
Σοβαρή (Severe) ΑΔΚΣ s-DCD	Περιγράφονται και πληρούνται όλα τα DSM-5 κριτήρια με βαθμολογία στην κινητική δοκιμασία κάτω από την 5η εκατοστιαία θέση.
Πιθανή (Probable) ΑΔΚΣ p-DCD	<p>Περιγράφονται τα DSM-5 κριτήρια, αλλά ένα ή περισσότερα κριτήρια μπορεί να μην έχουν αξιολογηθεί. Βαθμολογούνται σε κινητική δοκιμασία στο ή κάτω από το 15ο εκατοστημόριο.</p> <p>Κάποιες από τις αιτίες επιλογής της διάγνωσης p-DCD είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Δεν υπάρχει αναφορά των γονέων σχετικά με τις καθημερινές δραστηριότητες ❖ Δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το κριτήριο C ή D ❖ Με βάση το ιστορικό του παιδιού, δεν υπήρξε επαρκής έκθεση στην εκμάθηση δεξιοτήτων <p>Εφόσον έχει δοθεί η ευκαιρία εκμάθησης δεξιοτήτων στο παιδί, πρέπει να σημειωθεί επαρκής πρόοδος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Διαφορετικά, ανάλογα με την κινητική βαθμολογία το παιδί θα διαγνωστεί με s-DCD ή m-DCD.</p>
Σε κίνδυνο (At risk) για ΑΔΚΣ	<p>Περιγράφονται και πληρούνται όλα τα DSM-5 κριτήρια και τα παιδιά είναι κάτω των 5 ετών.</p> <p>Εάν το παιδί υποβληθεί σε κινητική δοκιμασία και αξιολόγηση μεταγενέστερα και επιβεβαιωθεί ότι πληρούνται όλα τα κριτήρια DSM-5, θα δοθεί η διάγνωση DCD.</p>

1.1.6. Αιτιολογία

Η ακριβής αιτιολογία της ΑΔΚΣ είναι δύσκολο να καθορισθεί λόγω της ετερογένειας που παρουσιάζει η συγκεκριμένη διαταραχή (Miyahara & Mobs 1995). Αρχικά, θεωρήθηκε ως μια μορφή “ελάχιστης εγκεφαλικής λειτουργίας” (MBD), με τον όρο αυτό να περιγράφει μια σειρά συμπτωμάτων που αντανακλούν ελλείμματα μάθησης, προσοχής και κινητικού συντονισμού (Clements & Peters 1962). Τις τελευταίες δεκαετίες με την καλύτερη κατανόηση της νευροφυσιολογίας και των συμπτωμάτων της ΑΔΚΣ, η MBD αντικαταστάθηκε από την σύνθετη “ελάχιστη νευρολογική δυσλειτουργία” (MND) (Hadders-Algra 2002) η οποία σχετίζεται με παθολογία του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) καθώς αποτελεί μέρος της συνέχειας της εγκεφαλικής παράλυσης και οφείλεται σε προγεννητική, περιγεννητική ή νεογνική προσβολή αλλά και σε βλάβη των νευρώνων σε κυτταρικό επίπεδο στα συστήματα νευροδιαβιβαστών ή υποδοχέων (Hadders-Algra 2001). Επιπλέον, έχει βρεθεί πως σχετικά μεγάλο ποσοστό των παιδιών που γεννιούνται πρόωρα και με μειωμένο βάρος, εμφανίζουν κινητικές διαταραχές που συνάδουν με την ΑΔΚΣ και έχουν 6-8 φορές περισσότερες πιθανότητες να αναπτύξουν τη διαταραχή (Davis et al 2007).

1.1.7. Συννοσηρότητες

Η ΑΔΚΣ συχνά συνυπάρχει και με άλλες διαταραχές της παιδικής ηλικίας, όπως είναι η διαταραχή του αυτιστικού φάσματος (ASD), η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ-ADHD), η ειδική γλωσσική διαταραχή, μαθησιακές δυσκολίες και διαταραχές λόγου και ομιλίας. Σύμφωνα με τους Martin, Piek & Hay (2006) και Fliers et al (2009) έχει παρατηρηθεί γενετική σύνδεση μεταξύ της ΑΔΚΣ και της ΔΕΠΥ, η οποία αφορά την παρεγκεφαλίδα, καθώς μέχρι και το 50% των παιδιών με ΔΕΠΥ παρουσιάζουν κινητικές δυσκολίες που συνάδουν με την ΑΔΚΣ (Zwicker, Missiuna & Boyd 2009). Επιπρόσθετα, σε μία κλινική μελέτη των Iversen et al (2005) βρέθηκε πως πάνω των 50% των παιδιών που διαγνώστηκαν με σοβαρή δυσλεξία παρουσίασαν δυσκολίες κινητικού συντονισμού.

1.2. Μέθοδοι αποκατάστασης

Οι μέθοδοι αποκατάστασης των παιδιών με ΑΔΚΣ ποικίλουν, με πολυάριθμες προσεγγίσεις που βασίζονται στην δραστηριότητα και ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν τη δραστηριότητα στοχεύοντας στα υποκείμενα προβλήματα της κινητικής απόδοσης, οι οποίες αναφέρονται ως “προσανατολισμένες στην διαδικασία” (“process oriented approaches”). Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν την δραστηριότητα για να βελτιώσουν την ίδια την απόδοση και είναι “προσανατολισμένες στην δραστηριότητα” (“task oriented approaches”) (Miyahara et

al 2017; Smits-Engelsman et al 2013; Wilson et al 2013). Σύμφωνα με πρόσφατη βιβλιογραφία, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πιο συχνά για την βελτίωση των σωματικών λειτουργιών και κινητικών προτύπων είναι ασκήσεις ισορροπίας και δύναμης (Fong et al 2016; Kordi et al 2016), νευρομυϊκή εκπαίδευση (Cheng et al 2019), αερόβια άσκηση, βιοανάδραση και ασκήσεις οπτικο-κινητικού συντονισμού (Smits-Engelsman et al 2018). Επίσης, οι δραστηριότητες για την αποκατάσταση μπορούν να πραγματοποιηθούν στο πλαίσιο ενός αθλήματος (Zaragas et al 2023) ή και στο σχολείο. Άλλες παρεμβάσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελούν η εργοθεραπεία (Izadi-Najafabadi, Rinat & Zwicker 2021; Izadi-Najafabadi et al 2022), η υδροθεραπεία (Hillier, McIntyre & Plummer 2010), η ιπποθεραπεία (Kraft et al 2019), οι πολεμικές τέχνες (Fong et al 2022) και η χρήση προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας (Neto et al 2019).

1.3. Κινητική Απόδοση

Στην νευροεπιστήμη, η κινητική απόδοση ορίζεται ως το σύνολο των ενεργειών που απαιτούνται για την παραγωγή μιας εκούσιας, βέλτιστης και συντονισμένης κίνησης ή μιας κινητικής δεξιότητας (Flash & Hogan 1985) και περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την οργάνωση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο του κινητικού συντονισμού (Houwen et al 2019; van der Veer et al 2024). Ο κινητικός συντονισμός αφορά στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του νευρικού, μυϊκού και σκελετικού συστήματος, προκειμένου να παράγονται ακριβείς και ελεγχόμενες κινήσεις με την ενεργοποίηση των κατάλληλων μυϊκών ομάδων (Barros et al 2022). Η σωστή ανάπτυξη της κινητικής απόδοσης είναι εξέχουσας σημασίας κατά την πρώιμη παιδική ηλικία, καθώς αποτελεί βασική προϋπόθεση για την σωματική, κινητική, συναισθηματική, κοινωνική και γνωστική εξέλιξη του παιδιού μέχρι και την ενηλικίωση (Zaragas et al 2017). Έχει άμεση σχέση με τα υψηλά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και συμμετοχής σε οργανωμένο αθλητισμό (Valence et al 2019). Οι κύριες κινητικές δεξιότητες που πρέπει να έχουν αναπτυχθεί μέχρι και την πρώιμη παιδική ηλικία είναι η στατική και δυναμική ισορροπία, ο έλεγχος στάσης του σώματος, ο αμφίπλευρος συντονισμός, ο οπτικο-κινητικός συντονισμός, η επιδεξιότητα, η δύναμη, η ευκαμψία και η ευκινησία (Schlag et al 2021).

Η στατική ισορροπία ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης ευθυτενούς στάσης με την γραμμή βαρύτητας να παραμένει εντός των ορίων της βάσης στήριξης (Rival, Ceyte & Olivier 2005). Η δυναμική ισορροπία ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας κατά τη μετατόπιση του βάρους, συχνά με αλλαγή της βάσης στήριξης (Karimi & Solomonidis 2011).

Ο αμφίπλευρος συντονισμός ορίζεται ως η ικανότητα χρήσης και των δύο πλευρών του σώματος σε μια ολοκληρωμένη και επιδέξια κίνηση. Σε μια τέτοια διαδικασία, τα παιδιά

μαθαίνουν να χρησιμοποιούν και τις δύο πλευρές του σώματος με συμμετρικό τρόπο. Η ανάπτυξη του αμφίπλευρου κινητικού συντονισμού αρχίζει από την πρώιμη παιδική ηλικία και αποτελεί τη βάση για τη μελλοντική κινητική ανάπτυξη (Williams 1983).

Η επιδεξιότητα χεριών ορίζεται ως η ικανότητα εκτέλεσης ακριβών και συντονισμένων κινήσεων των χεριών και των δακτύλων, όπως ο λεπτός έλεγχος της σύλληψης και του χειρισμού μικρών αντικειμένων (Térémetz et al 2015).

Ο οπτικο-κινητικός συντονισμός είναι η ικανότητα αντίληψης του οπτικού ερεθίσματος, επεξεργασίας της πληροφορίας και συντονισμού της κινητικής απόκρισης. Θεμελιώδεις δραστηριότητες της παιδικής ηλικίας, όπως η γραφή με το χέρι, η πληκτρολόγηση, η ρίψη και το πιάσιμο μιας μπάλας, χρησιμοποιούν όλες τις δεξιότητες οπτικο-κινητικού συντονισμού (Carson et al 2021).

Τέλος η ευκινησία είναι η ικανότητα αλλαγής της κατεύθυνσης του σώματος και των άκρων με ταχύτητα και ακρίβεια (Sheppard & Young 2006).

1.4. Εικονική πραγματικότητα - Virtual Reality (VR)

1.4.1. Ορισμός

Η εικονική πραγματικότητα (VR) είναι ένα εικονικό, τρισδιάστατο και διαδραστικό περιβάλλον το οποίο δημιουργείται μέσω υπολογιστή και δίνει τη δυνατότητα στο άτομο να αλληλοεπιδρά με αυτό, να κινείται και να χειρίζεται προσομοιωμένα αντικείμενα σαν να είναι αληθινά. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών συσκευών εισόδου οι οποίες παρέχουν ποικιλία αισθητηριακών ερεθισμάτων στο άτομο, με αποτέλεσμα το ίδιο να αποκτά την εντύπωση ότι βρίσκεται στο χώρο που δημιουργείται από τον υπολογιστή (Mandal 2013; Afridi 2022).

1.4.2. Τύποι εικονικής πραγματικότητας

Η VR παρουσιάζει τις εξής τρεις ιδιότητες: την (τηλε)παρουσία, την διαδραστικότητα και την εμπύθιση. Με τον όρο (τηλε)παρουσία περιγράφεται η αίσθηση ότι το άτομο βρίσκεται παρών κάπου αλλού από εκεί που βρίσκεται στην πραγματικότητα. Η διαδραστικότητα σχετίζεται άμεσα με την (τηλε)παρουσία καθώς αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο το άτομο μπορεί να αλληλοεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο (Wohlgenannt, Simons & Stieglitz 2020). Η εμπύθιση είναι η ψευδαίσθηση που έχει το άτομο αναφορικά με την ύπαρξή του μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον (Slater et al 1994). Τα εμπυθιστικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν στο άτομο την πιο κοντινή στην πραγματικότητα εμπειρία, μέσω της υψηλής ποιότητας γραφικών και των κατάλληλων ερεθισμάτων με τη χρήση εξοπλισμού όπως γυαλιά VR, οθόνες που τοποθετείται στο κεφάλι, ακουστικά, γάντια.

Αντιθέτως, τα μη εμβυθιστικά συστήματα χρησιμοποιούν λιγότερο εξελιγμένες συσκευές εφαρμογής της VR όπως είναι ένας απλός επιτραπέζιος υπολογιστής ή ψηφιακές οθόνες, κονσόλες παιχνιδιών, πληκτρολόγια, ποντίκια, χειριστήρια και ο χρήστης παραμένει πλήρως συνδεδεμένος με το φυσικό του περιβάλλον. Τέλος υπάρχει και ο τύπος των ημι-εμβυθιστικών συστημάτων τα οποία συνδυάζουν τα δύο παραπάνω χρησιμοποιώντας λογισμικό που επιτρέπει στο άτομο να αλληλοεπιδρά μερικώς με το εικονικό περιβάλλον, με τη χρήση μιας οθόνης η οποία εμφανίζει πραγματικές εικόνες και να έχει αντίληψη του βάθους, αυξημένο οπτικό πεδίο και απτική ανατροφοδότηση (Kalawsky et al 1996; Nadeem 2021).

Πέρα από τον όρο “εικονική πραγματικότητα” (VR), χρησιμοποιούνται και οι όροι "μικτή πραγματικότητα" (MR), "επαυξημένη πραγματικότητα" (AR) και "επαυξημένη εικονικότητα" (AV) οι οποίοι διαφέρουν από την VR, ωστόσο συχνά συγχέονται σαν έννοιες στη βιβλιογραφία. Η VR δημιουργεί ένα εντελώς τεχνητό εικονικό περιβάλλον, προσφέροντας έτσι πλήρη εμβύθιση (Buhl & Winter 2009). Η AR και η AV εμπλουτίζουν τον πραγματικό κόσμο με εικονικές πληροφορίες και αντίστροφα, ενώ η MR πρόκειται για έναν ευρύτερο όρο που συνδυάζει ή συγχωνεύει τον εικονικό και τον πραγματικό κόσμο (Wohlgenannt, Simons & Stieglitz 2020). Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και ο όρος της “εκτεταμένης πραγματικότητας” (XR) σαν όρος-ομπρέλα για όλα αυτά τα συστήματα ή για να αναφερθεί στη συνδυασμένη χρήση τους και αφορά “όλα τα πραγματικά και εικονικά συνδυασμένα περιβάλλοντα και τις αλληλεπιδράσεις ανθρώπου και μηχανήματος που παράγονται από την τεχνολογία υπολογιστών και τις συσκευές εισόδου” (Fast-Berglund et al 2018).

1.4.3. Ιστορική αναδρομή

Η εικονική πραγματικότητα έκανε την πρώτη της εμφάνιση τη δεκαετία του 1950 με το Sensorama του Morton Heilig να αποτελεί την πρώτη καινοτομία VR, χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα οπτικά, ηχητικά, απτικά, οσφρητικά ερεθίσματα για να προσφέρει μια καθηλωτική εμπειρία (Rheingold 1991). Στις αρχές της επόμενης δεκαετίας, η Philco δημιούργησε την πρώτη οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι (Head-mounted Display - HMD): το Headsight σε μορφή κράνους που επέτρεπε τον εντοπισμό της θέσης του κεφαλιού. Το πιο διάσημο HMD ή αλλιώς Binocular Omni Orientation Monitor (BOOM) ήταν το "Sword of Damocles" το οποίο ήταν ικανό να αναγνωρίζει τόσο τη θέση του χρήστη όσο και τις κινήσεις των ματιών του και να δημιουργεί μια τρισδιάστατη προβολή της εικόνας ανάλογα με τη θέση του χρήστη. Μια εξίσου σημαντική καινοτομία αποτελεί το ενσύρματο γάντι ονόματι “Sayre glove” που δημιουργήθηκε το 1977, από τους Tom DeFanti και Daniel J. Sandin και λειτουργούσε με αισθητήρες φωτός (Boas 2012). Παρόλες τις εφευρέσεις, ο όρος “εικονική

πραγματικότητα” καθιερώθηκε επίσημα το 1987 από τον επιστήμονα πληροφορικής Jaron Lanier (Mandal 2013). Αξιοσημείωτη είναι και η εφεύρεση του Cave Automatic Virtual Environment , ένα δωμάτιο με ηχεία και βιντεοπροβολείς που καλύπτουν τους τοίχους, μέσα στο οποίο παρευρίσκεται ο χρήστης εξοπλισμένος με ειδικά γυαλιά τα οποία συγχρονίζονται με τις στερεοσκοπικές εναλλασσόμενες εικόνες των βιντεοπροβολέων (Cruz-Neira et al 1992). Στις πιο πρόσφατες συσκευές VR συγκαταλέγονται το Nintendo Wii και το Microsoft Kinect, τα οποία πλέον χρησιμοποιούνται ως εργαλεία και σε πολλά προγράμματα αποκατάστασης. Το πρώτο αποτελείται από μια κονσόλα και ασύρματα τηλεχειριστήρια με αισθητήρες κίνησης που ανιχνεύουν κινήσεις τριών αξόνων και τις αποστέλλουν στην κονσόλα μέσω bluetooth (Schlömer et al 2008). Διατίθεται μια ποικιλία διαφορετικών χειριστηρίων, όπως μια σανίδα ισορροπίας, ένας τροχός αγώνων και ένα πατάκι δαπέδου και προάγεται το ομαδικό παιχνίδι μέσω ενός ευρέος φάσματος βιντεοπαιχνιδιών (Encyclopaedia Britannica 2024). Το Microsoft Kinect αποτελείται από μια κάμερα RGB που επιτρέπει την αναγνώριση προσώπου, έναν αισθητήρα βάθους, ένα ενσωματωμένο μικρόφωνο και ένα μικροτσίπ που παρακολουθεί και αναγνωρίζει τις κινήσεις (Leyvand et al 2011). Μπορεί να εφαρμοστεί σε κονσόλες παιχνιδιών όπως είναι το Xbox και δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να αλληλοεπιδρά διαδραστικά με το παιχνίδι χωρίς την παρουσία επιπρόσθετων συσκευών.

1.5. Η VR ως μέθοδος αποκατάστασης

Την τελευταία δεκαετία, με αφορμή τις πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις, πληθώρα άρθρων αναφέρουν πως η VR έχει ενταχθεί στα προγράμματα αποκατάστασης ως ένα βοηθητικό μέσο το οποίο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τις συμβατικές μεθόδους θεραπείας. Πολλές έρευνες επισημαίνουν την θετική επίδραση των προγραμμάτων VR σε νευρολογικές παθήσεις όπως το Πάρκινσον, το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο, την Πολλαπλή Σκλήρυνση αλλά και σε ηλικιωμένους με προβλήματα αστάθειας (Feng et al 2019; Cuesta-Gómez et al 2020; Choi et al 2018; Del Din et al 2020). Με τη χρήση συστημάτων εικονικής πραγματικότητας δίνεται η δυνατότητα σε ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας, να εκτελούν τα προγράμματα αποκατάστασης με ασφάλεια και από το σπίτι, βελτιώνοντας την ισορροπία, την στάση του σώματος και την κινητικότητά τους (Kanyilmaz et al 2022).

Αναφορικά με τον παιδικό πληθυσμό, η VR παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση νευρολογικών και αναπτυξιακών παθήσεων, όπως εγκεφαλική παράλυση, σύνδρομο Down και διαταραχή αυτιστικού φάσματος, διευκολύνοντας το έργο των θεραπειών (Armoni et al 2021; Zhao et al 2022; Gómez Álvarez et al 2018). Μέσω των ειδικά σχεδιασμένων παιχνιδιών σε ένα εικονικό περιβάλλον, η VR προσφέρει στο παιδί μία

καθηλωτική εμπειρία η οποία κεντρίζει το ενδιαφέρον και δίνει επιπλέον κίνητρο για συμμετοχή στη φυσική δραστηριότητα. Πρόσφατες έρευνες αναφέρουν πως τα παιχνίδια με εικονική πραγματικότητα βελτιώνουν την ισορροπία και τον έλεγχο στάσης σώματος, εξομαλύνουν τον μυϊκό τόνο και αυξάνουν το εύρος κίνησης (Shen et al 2020). Επιπρόσθετα, προάγουν την κινητική ανάπτυξη (Page et al 2017), την κινητική εκμάθηση και την νευροπλαστικότητα μέσα από την πολυαισθητηριακή ανατροφοδότηση, τις επαναλαμβανόμενες και εναλλασσόμενες δοκιμασίες (Cano Porras et al 2018). Πέρα όμως από τα κινητικά οφέλη, μέσα από τη χρήση της VR παρατηρούνται σημαντικές βελτιώσεις τόσο σε γνωστικό όσο και σε ψυχοκοινωνικό επίπεδο (Shen et al 2020; Johnson et al 2020), καθώς το παιδί γίνεται πιο ανεξάρτητο και αποκτά αυτοπεποίθηση (Choi et al 2021). Άλλες εφαρμογές των διαδραστικών προσομοιώσεων είναι και η χρήση τους ως μέσα απόσπασης προσοχής σε επώδυνες και στρεσογόνες καταστάσεις, όπως εγκαύματα (Ali et al 2022) ή ο παιδικός καρκίνος, διότι μειώνουν τον αντιλαμβανόμενο πόνο (Choi et al 2021). Ακόμα, υπάρχουν αναφορές που υποστηρίζουν ότι σε παιδιά με ΔΕΠΥ τα προγράμματα VR είναι αποτελεσματικά στην αύξηση της προσοχής και της ακρίβειας των απαντήσεων, ώστε τα ίδια να μπορούν να ανταπεξέρχονται με μεγαλύτερη ευκολία στις απαιτήσεις των ασκήσεων (Parsons et al 2009).

Η VR έχει χαρακτηριστεί από πολλούς ερευνητές ως ένα εύχρηστο και ασφαλές εργαλείο αποκατάστασης, που προσφέρει ποικιλία παιχνιδιών για εξατομίκευση του προγράμματος θεραπείας, με πολλές μορφές του να είναι οικονομικά προσιτές (Shen et al 2020). Ωστόσο, μία σοβαρή αρνητική επίπτωση της χρήσης της η οποία συναντάται κυρίως στον εμβυθιστικό τύπο, είναι η κυβερνο-ναυτία η οποία προκαλεί συμπτώματα όπως ζάλη, ναυτία και μία γενική δυσφορία από την έκθεση στο εικονικό περιβάλλον (Litleskare & Calogiuri 2019). Σύμφωνα με τους Zaragas et al (2022) και Lino et al (2021), η χρήση των διαδραστικών παιχνιδιών και άλλων εργαλείων εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση παιδιών με ΑΔΚΣ έχει θετικά αποτελέσματα στον οπτικο-κινητικό συντονισμό, την ισορροπία, την αδρή κινητικότητα, την οπτική αντίληψη και τον αμφίπλευρο συντονισμό. Οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι η VR αποτελεί μια ευχάριστη εμπειρία αποκατάστασης για τα παιδιά και μέσα από τη χρήση του σημειώνεται βελτίωση τόσο στην κοινωνική όσο και στην συναισθηματική ανάπτυξή τους.

1.6. Σκοπός της Έρευνας

Η επίδραση των προγραμμάτων αποκατάστασης με VR στην κινητική απόδοση των παιδιών με αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού, έχει εξεταστεί από δύο συστηματικές

ανασκοπήσεις του 2019, με άρθρα που χρονολογούνται από το 2006 μέχρι το 2018. Στην έρευνα των Cavalcante Neto et al (2019), συμπεριλήφθηκαν άρθρα με προγράμματα παρέμβασης με εμβυθιστικό και μη τύπο VR. Παρόλο που η πλειοψηφία των άρθρων έδειξαν θετικά αποτελέσματα, δεν υπήρχαν αρκετές αποδείξεις ότι βελτιώνεται η κινητική απόδοση των παιδιών με ΑΔΚΣ, λόγω της ετερογένειας των ερευνών, την αδυναμία προσδιορισμού των ακριβών παραμέτρων των θεραπευτικών πρωτοκόλλων και της χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας. Στην δεύτερη ανασκόπηση των Mentiplay et al (2019), τα προγράμματα παρέμβασης αφορούσαν τον εμβυθιστικό τύπο VR και βιντεοπαιχνίδια όπως το Nintendo Wii, με μέτρα έκβασης την βελτίωση της δομής του σώματος και λειτουργικότητας και της αύξησης της συμμετοχής στη φυσική δραστηριότητα παιδιών με ΑΔΚΣ. Βρέθηκαν αντικρουόμενα αποτελέσματα μεταξύ των ερευνών, καθώς διέφεραν ως προς τον ερευνητικό σχεδιασμό, στο μέγεθος δείγματος και την μεθοδολογική ποιότητα. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι στην πλειοψηφία των άρθρων που συμπεριλήφθηκαν στις παραπάνω ανασκοπήσεις δεν υπήρχε ομοιογένεια του δείγματος ως προς τη διάγνωση, καθώς έγινε σύγκριση παιδιών με ΑΔΚΣ και με τυπική ανάπτυξη. Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης είναι να εξετάσει την επίδραση των παρεμβατικών προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση παιδιών με αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού, καθώς είναι πιθανό την τελευταία πενταετία να έχουν διεξαχθεί και άλλες κλινικές μελέτες διότι η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην αποκατάσταση.

2. Μεθοδολογία Έρευνας

2.1. Ερευνητικός σχεδιασμός (PRISMA)

Η διεξαγωγή της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης βασίζεται στις ανανεωμένες οδηγίες των Προτεινόμενων Στοιχείων Αναφοράς για Συστηματικές Ανασκοπήσεις και Μετα-αναλύσεις (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses/ PRISMA 2020) οι οποίες αποτυπώνουν τις εξελιγμένες μεθόδους εντοπισμού, επιλογής, αξιολόγησης και σύνθεσης μελετών. Η δήλωση PRISMA 2020 αποτελείται από μια λίστα ελέγχου 27 στοιχείων, μια διευρυμένη λίστα ελέγχου που περιγράφει λεπτομερώς τις προτάσεις αναφοράς για κάθε στοιχείο, την λίστα ελέγχου περίληψης PRISMA 2020 και αναθεωρημένα διαγράμματα ροής για τις αρχικές και ενημερωμένες ανασκοπήσεις (Page et al 2021).

2.2. Στρατηγική αναζήτησης

Η αναζήτηση της αρθρογραφίας πραγματοποιήθηκε από τον Ιούλιο του 2024 στις βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus, PEDro, ScienceDirect και Google Scholar με λέξεις- κλειδιά που επιλέχθηκαν με βάση την μέθοδο PICO για την ανάλυση του ερευνητικού ερωτήματος. Τα αρχικά του ακρωνυμίου PICO αντιστοιχούν στις λέξεις Problem/Population (Πρόβλημα/Πληθυσμός), Intervention (Παρέμβαση), Comparison (Συγκριτική παρέμβαση) και Outcome (Μέτρο έκβασης/Αποτέλεσμα). Οι τελευταίες, χρησιμοποιούνται για την σωστή διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος και την εύρεση λέξεων-κλειδιών κατά την διεξαγωγή ανασκοπήσεων σύμφωνα με την τεκμηριωμένη πρακτική EBP (Evidence Based Practice) (Schiavenato & Chu 2021). Επιπλέον, η μεθοδολογία PICO χρησιμεύει ως ένα εργαλείο για την διευκόλυνση της στρατηγικής αναζήτησης και την βελτίωση της ακρίβειας ανάκτησης των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων. Οι βασικές λέξεις-κλειδιά για το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης ήταν: developmental coordination disorder, children, virtual reality και motor performance. Από αυτές προέκυψαν και κάποιοι εναλλακτικοί όροι όπως DCD, video games, virtual reality intervention programs, virtual rehabilitation, exergames, motor coordination, physical ability, agility, balance, speed, power, που αναζητήθηκαν στις βάσεις δεδομένων. Στην τελική αναζήτηση έγινε δοκιμή όλων των πιθανών συνδυασμών των παραπάνω λέξεων με τη χρήση των όρων AND και OR όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Μέθοδος PICO

Population	“developmental coordination disorder” OR “DCD” AND “child*”
Intervention	“virtual reality” OR “video game*” OR “virtual reality intervention program*” OR “virtual rehabilitation” OR “exergame*”
Comparison	“control group” OR “usual therapy” OR “conventional therapy”
Outcome	“motor performance” OR “motor coordination” OR “physical ability” OR “agility” OR “balance” OR “speed” OR “power”

2.3. Διαδικασία Διαλογής Δεδομένων

Το σύνολο των άρθρων που προέκυψε μέσα από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων, μελετήθηκε και αξιολογήθηκε από δύο ερευνήτριες (ΜΠ,ΦΣ), με βάση τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού που τέθηκαν παρακάτω. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η αφαίρεση των διπλότυπων άρθρων μέσω χειροκίνητου ελέγχου και κατόπιν από τα εναπομείναντα εξετάστηκε ο τίτλος τους. Ωστόσο, στην περίπτωση που δεν ήταν σαφές αν πληρούν ή όχι τα κριτήρια μελετήθηκε διεξοδικά η περίληψη και το κυρίως κείμενό τους. Η διαδικασία διενεργήθηκε ξεχωριστά από τις δύο ερευνήτριες, ενώ στο τέλος διεξήχθη επαναξιολόγηση των τελικών αποτελεσμάτων για την οριστική ένταξή τους στην έρευνα.

2.4. Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Πίνακας 2.2: Κριτήρια Ένταξης

- Άρθρα δημοσιευμένα σε πλήρες κείμενο στην αγγλική γλώσσα.
- Τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες- RCTs, ελεγχόμενες κλινικές μελέτες- CCTs και διασταυρούμενες κλινικές μελέτες- Crossover RCTs.
- Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες να έχουν ηλικιακό εύρος από 4 έως 12 ετών και να έχουν διαγνωσθεί με σοβαρή, ήπια ή πιθανή αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού ή με κίνδυνο για την ανάπτυξη της διαταραχής.
- Η εικονική πραγματικότητα να αποτελεί κύρια ή συμπληρωματική θεραπεία στην ομάδα παρέμβασης.
- Να αξιολογείται η επίδραση της εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση των συμμετεχόντων.

Πίνακας 2.3: Κριτήρια αποκλεισμού

- Άρθρα χωρίς ελεύθερη πρόσβαση
- Ο συνδυασμός της εικονικής πραγματικότητας με άλλη θεραπεία εκτός της συμβατικής για την ΑΔΚΣ.
- Να χρησιμοποιούνται μέσα εικονικής πραγματικότητας και στις δύο ομάδες.
- Το δείγμα συμμετεχόντων εκδηλώνει κάποια σοβαρή συννοσηρότητα.
- Να γίνεται σύγκριση της ομάδας παρέμβασης μόνο με παιδιά τυπικής ανάπτυξης.

2.5. Αξιολόγηση Μεθοδολογικής Ποιότητας

Για την εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των άρθρων που επιλέχθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση έγινε χρήση της κλίμακας PEDro. Η κλίμακα Physiotherapy Evidence Database (PEDro) είναι μία από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες κλίμακες που αποσκοπούν στην αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των κλινικών μελετών σε συστηματικές ανασκοπήσεις που αφορούν φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, αλλά και άλλους τομείς, όπως η ιατρική, η διατροφολογία και η λογοθεραπεία. Η κλίμακα PEDro αξιολογεί 11 στοιχεία που αφορούν στην εσωτερική εγκυρότητα της μελέτης και στη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, εκτός από το πρώτο κριτήριο, το οποίο δεν υπολογίζεται στη συνολική βαθμολογία (Paci, Bianchini & Baccini 2022). Στα κριτήρια 2 έως 9 αξιολογείται η εσωτερική εγκυρότητα και στα κριτήρια 10 και 11 αντλούνται δεδομένα σχετικά με την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται είτε ως παρόν (1) είτε ως απών (0), με μέγιστη βαθμολογία έως 10. Η συνολική βαθμολογία PEDro συνυπολογίζεται από τις βαθμολογίες των στοιχείων 2 έως 11 για μια τελική βαθμολογία από 0 έως 10. Οι μελέτες που συγκεντρώνουν από μηδέν έως τρεις βαθμούς θεωρούνται μελέτες “χαμηλής ποιότητας”, από τέσσερις έως έξι βαθμούς “μέτριας ποιότητας” και από επτά έως δέκα βαθμούς “υψηλής ποιότητας” (Cashin & McAuley et al 2020).

Πίνακας 2.4: Κριτήρια PEDro

Κριτήρια	Βαθμός
1. Τα κριτήρια εισαγωγής στην έρευνα είναι καθορισμένα	Δεν υπολογίζεται
2. Πραγματοποιήθηκε τυχαία κατανομή του πληθυσμού στις ομάδες	Ναι=1

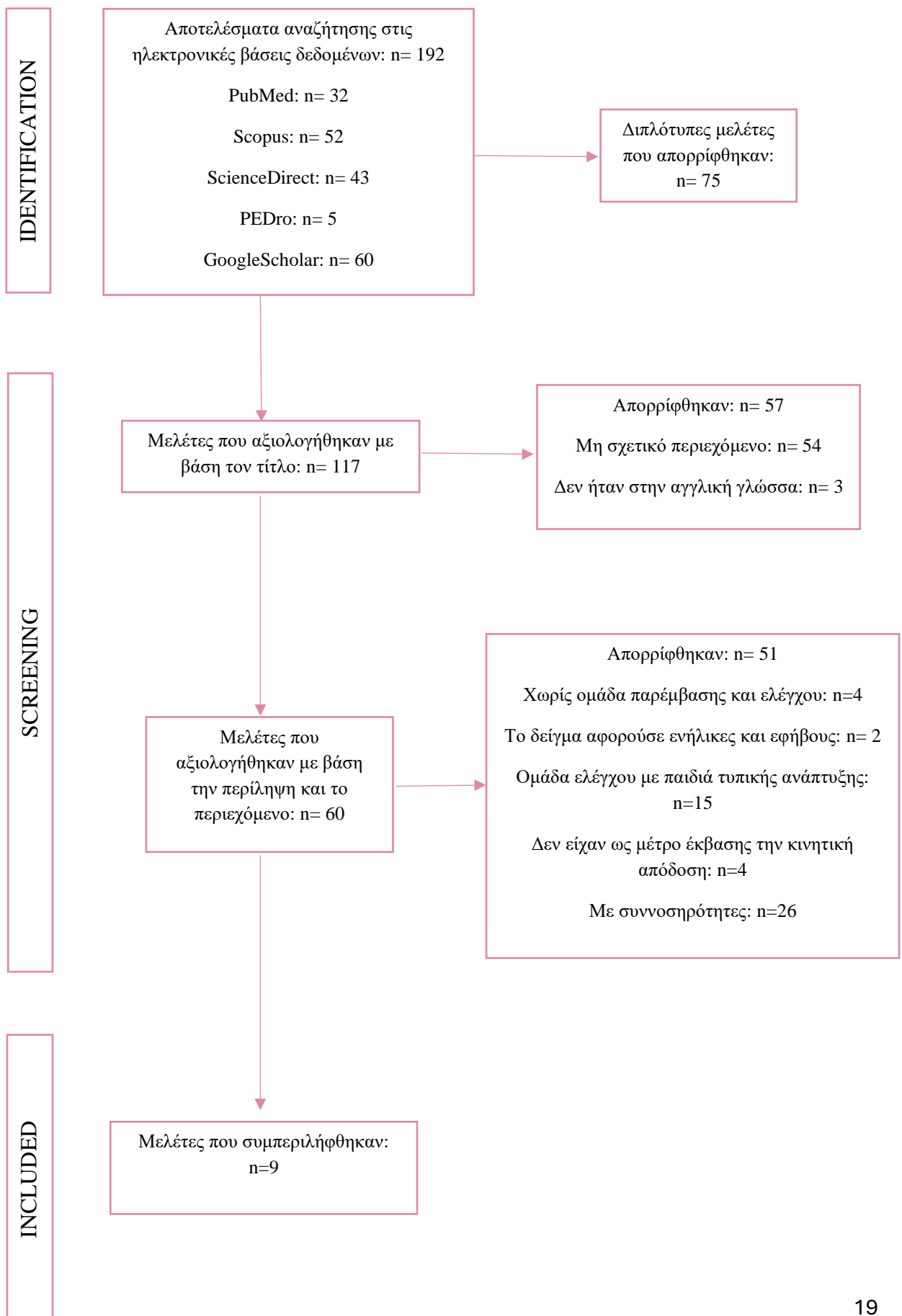
	Όχι= 0
3. Πραγματοποιήθηκε απόκρυψη της κατανομής του πληθυσμού σε ομάδες	Ναι= 1 Όχι= 0
4. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση και ομοιογένεια πληθυσμού πριν την έναρξη των παρεμβάσεων, λαμβάνοντας υπόψη τους σημαντικότερους προγνωστικούς δείκτες	Ναι= 1 Όχι= 0
5. Απόκρυψη της διαδικασίας από τους συμμετέχοντες	Ναι= 1 Όχι= 0
6. Απόκρυψη της διαδικασίας από τους θεραπευτές	Ναι= 1 Όχι= 0
7. Απόκρυψη της διαδικασίας από τους εξεταστές των αποτελεσμάτων	Ναι= 1 Όχι= 0
8. Οι μετρήσεις για μια τουλάχιστον εξαρτημένη μεταβλητή, ολοκληρώθηκαν από το 85% τουλάχιστον των συμμετεχόντων που εντάχθηκαν αρχικά στις ομάδες	Ναι= 1 Όχι= 0
9. Η πειραματική συνθήκη εφαρμόστηκε για όλους τους συμμετέχοντες όπως αυτή καθορίστηκε με τη διαδικασία απόκρυψης	Ναι= 1 Όχι= 0
10. Σύγκριση στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ τουλάχιστον δύο ομάδων έρευνας, της πειραματικής ομάδας με της ομάδας ελέγχου	Ναι= 1 Όχι= 0
11. Εξέταση της επίδρασης της πειραματικής παρέμβασης με έλεγχο μετρήσεων μεταβλητότητας	Ναι= 1 Όχι= 0

3. Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα Αναζήτησης

Από την αρχική αναζήτηση στις 5 βάσεις δεδομένων προέκυψαν 192 αποτελέσματα, από τα οποία αφαιρέθηκαν 75 διπλότυπα. Στην συνέχεια, έγινε έλεγχος των υπόλοιπων 117 μελετών ως προς τον τίτλο, από τις οποίες απορρίφθηκαν οι 57, διότι 54 θεωρήθηκαν μη συναφείς με το ερευνητικό ερώτημα και οι τρεις ήταν δημοσιευμένες σε γλώσσες άλλες πέραν της αγγλικής. Κατόπιν, μελετήθηκε διεξοδικά η περίληψη και το περιεχόμενο των υπόλοιπων 60, εκ των οποίων οι 51 δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις για την ένταξή τους στην παρούσα ανασκόπηση. Ειδικότερα, οι 4 δεν αποτελούσαν κλινικές μελέτες με ομάδες παρέμβασης και ελέγχου, 2 έρευνες αφορούσαν εφήβους ή ενήλικες, ενώ 15 συνέκριναν την ομάδα παρέμβασης με παιδιά τυπικής ανάπτυξης και 4 δεν είχαν ως μέτρο έκβασης την κινητική απόδοση. Παράλληλα, έγινε αξιολόγηση των άρθρων όσον αφορά την διάγνωση για την αναπτυξιακή διαταραχή κινητικού συντονισμού, όπου 26 κρίθηκαν ακατάλληλα καθώς το δείγμα των παιδιών εκδήλωνε κάποια σοβαρή συννοσηρότητα. Συνεπώς, τα άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση είναι 9 και συνοψίζονται στο παρακάτω διάγραμμα ροής PRISMA 2020 (Διάγραμμα 3.1).

Διάγραμμα 3.1: Στρατηγική Αναζήτησης Ερευνών - PRISMA 2020 Flow Diagram



3.2. Χαρακτηριστικά μελετών

3.2.1. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών

Η αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών πραγματοποιήθηκε με την κλίμακα PEDro. Από τις 9 έρευνες, 7 ήταν μέτριας (4-6 βαθμούς) και 2 υψηλής ποιότητας (7-10 βαθμούς). Ο μέσος όρος βαθμολογίας PEDro για τις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση ήταν 5.8. Οι αξιολογήσεις έγιναν ξεχωριστά από δύο ερευνήτριες (ΜΠ, ΦΣ) και ακολούθησε σύγκριση των αποτελεσμάτων και συζήτηση από την οποία διαμορφώθηκε η τελική βαθμολογία. Η αναλυτική βαθμολόγηση των ερευνών με την κλίμακα PEDro παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Βαθμολογία μελετών με την κλίμακα PEDro

Μελέτες	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Βαθμολογία
Ashkenazi et al 2013		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	7/10
Ju et al 2018		✓		✓				✓		✓		4/10
Neto et al 2019		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Hammond et al 2013		✓		✓				✓		✓	✓	5/10
Ferguson et al 2013				✓			✓	✓	✓	✓	✓	6/10
Straker et al 2015		✓		✓				✓	✓	✓	✓	6/10
Dana et al 2019		✓		✓				✓		✓	✓	5/10
Neto et al 2021		✓		✓				✓		✓	✓	5/10
EbrahimiSani et al 2020		✓		✓				✓	✓	✓	✓	6/10

*Το 1ο κριτήριο δεν αξιολογείται

3.2.2. Συμμετέχοντες

Στις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμμετείχαν 497 παιδιά ηλικίας από 4 ετών μέχρι 12 ετών και 311 ολοκλήρωσαν τα προγράμματα παρέμβασης και υπεβλήθησαν στην τελική αξιολόγηση. Σε όλες τις μελέτες η κύρια διάγνωση

των συμμετεχόντων ήταν η ΑΔΚΣ, ωστόσο υπάρχουν διαφορές στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την διάγνωση της διαταραχής. Συγκεκριμένα, 5 άρθρα χρησιμοποίησαν τα κριτήρια DSM-5 (Ju et al 2018; Neto et al 2019; Straker et al 2015; Neto et al 2021; EbrahimiSani et al 2020) χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα εργαλεία αξιολόγησης. Για το κριτήριο Α, τέσσερις έρευνες χρησιμοποίησαν το MABC-2 και μια το BOT-2 (EbrahimiSani et al 2020) για την αξιολόγηση της κινητικής απόδοσης. Το κριτήριο Β ελέγχθηκε μέσω τυποποιημένων ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων για την άντληση πληροφοριών από το περιβάλλον του παιδιού. Το DCDQ εφαρμόστηκε σε πέντε μελέτες, ενώ στην μελέτη των Ju et al (2018) αναφέρεται ότι ερωτήθηκαν γονείς και εκπαιδευτικοί για την ύπαρξη κινητικών δυσκολιών στην καθημερινότητα του παιδιού. Όσον αφορά το κριτήριο Γ το οποίο βασίζεται στο αναπτυξιακό ιστορικό του παιδιού, για την εμφάνιση των συμπτωμάτων πριν την ηλικία των 5 ετών δεν αναφέρεται με σαφήνεια πως αξιολογήθηκε, ενώ αποκλείστηκαν τυχόν συννοσηρότητες και γνωστικά ελλείμματα, που αντιστοιχούν στο κριτήριο Δ και στις πέντε έρευνες. Η διάγνωση της ΑΔΚΣ στις ίδιες έρευνες (Ju et al 2018; Neto et al 2019; Straker et al 2015; Neto et al 2021; EbrahimiSani et al 2020) είναι σοβαρής και μέτριας σοβαρότητας, καθώς στις δοκιμασίες αξιολόγησης έχει οριστεί ως οριακή τιμή ≤ 160 εκατοστημόριο. Στις μελέτες των Ferguson et al (2013) και Dana et al (2019) αναφέρονται τα κριτήρια του DSM-4 για την διάγνωση της ΑΔΚΣ. Πέρα από τα τεστ κινητικών ικανοτήτων, χρησιμοποιούνται και δοκιμασίες γνωστικών και νοητικών λειτουργιών όπως το Coolidge Personality and Neuropsychological Inventory for Children (CPNI) και το Raven's Test (Dana et al 2019). Τέλος, σε 2 άρθρα δεν αναφέρεται κανένα από τα κριτήρια DSM. Ειδικότερα, στην έρευνα των Ashkenazi et al (2013) οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν μόνο με την δοκιμασία MABC-2 με διάγνωση πιθανής ΑΔΚΣ και σε κίνδυνο εμφάνισης εφόσον υπάρχουν και παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών. Τέλος οι Hammond et al (2013), χρησιμοποιώντας το BOT-2 και το DCDQ αναφέρουν ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στην μελέτη είχαν ήπια και πιθανή μορφή διάγνωσης ΑΔΚΣ.

Πίνακας 3.2. : Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Μελέτες	Αριθμός συμμετεχόντων	Ηλικία συμμετεχόντων	Μορφές διάγνωσης ΑΔΚΣ	Εργαλεία διάγνωσης ΑΔΚΣ
Ashkenazi et al 2013	N= 30 ΟΠ →15 ΟΕ→15	4-6 ετών	Σε κίνδυνο και με πιθανή ΑΔΚΣ	MABC-2

Ju et al 2018	N= 36 ΟΠ→12 ΟΕ→24	5-10 ετών	Σοβαρής και ήπιας μορφής ΑΔΚΣ	DSM-5 κριτήρια MABC-2 Συνέντευξη γονέων και εκπαιδευτικών
Neto et al 2019	N=38 ΟΠ→19 ΟΕ→19	7-10 ετών	Σοβαρής και ήπιας μορφής ΑΔΚΣ	DSM-5 κριτήρια MABC-2 DCDQ Συνέντευξη γονέων
Hammond et al 2013	N=18 ΟΠ→10 ΟΕ→8	7-10 ετών	Ήπιας μορφής και πιθανή ΑΔΚΣ	BOT-2 DCDQ
Ferguson et al 2013	N=46 ΟΠ→19 ΟΕ→27	6-10 ετών	Γενική μορφή ΑΔΚΣ	DSM-4 κριτήρια MABC-2 Συνέντευξη γονέων Δοκιμασίες νοητικής και γνωστικής λειτουργίας
Straker et al 2015	N=21 ΟΠ→10 ΟΕ→11	9-12 ετών	Σοβαρής και ήπιας μορφής ΑΔΚΣ	DSM-5 κριτήρια MABC-2 DCDQ
Dana et al 2019	N=30 ΟΠ→15 ΟΕ→15	----	Γενική μορφή ΑΔΚΣ	DSM-4 κριτήρια Δοκιμασία κινητικών ικανοτήτων CPNI Raven's Test
Neto et al 2021	N=32 ΟΠ→16 ΟΕ→16	7-10 ετών	Σοβαρής και ήπιας μορφής ΑΔΚΣ	DSM-5 κριτήρια MABC-2 DCDQ
EbrahimiSani et al 2020	N=40 ΟΠ→20	7-10 ετών	Σοβαρής και ήπιας μορφής ΑΔΚΣ	DSM-5 κριτήρια BOT-2

	OE→20			PMOQ-T DCDQ
--	-------	--	--	----------------

3.2.3 Είδος και διάρκεια παρέμβασης

Η πλειοψηφία των ερευνών χρησιμοποίησε το Nintendo Wii Fit στο πρόγραμμα παρέμβασης εικονικής πραγματικότητας (Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Dana et al 2019; Neto et al 2021). Μία έρευνα χρησιμοποίησε το Nintendo VR Wii Console σε συνδυασμό με συσκευές εισόδου Wii-mote και Wii Balance Board (Neto et al 2019). Επιπλέον σε δύο έρευνες έγινε χρήση του συστήματος Xbox Kinect 360 (Straker et al 2015; EbrahimiSani et al 2020) το οποίο συνδέεται με την κονσόλα Sony playstation 3 σε μία από αυτές (Straker et al 2015) και της κονσόλας PlayStation®2 EyeToy (Ashkenazi et al 2013) και iBalance (Ju et al 2018), οι οποίες θα αναλυθούν περαιτέρω στη συνέχεια. Όλα τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω μελέτες είναι μη εμβυθιστικά.

Η χρονική διάρκεια των μελετών κυμαινόταν από 4 έως και 32 εβδομάδες. Οι συνεδρίες ανά εβδομάδα ήταν κατά μέσο όρο 1 με 3 και η διάρκεια της κάθε συνεδρίας κυμαινόταν από 10 λεπτά μέχρι και 60 λεπτά (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3: Είδος και διάρκεια προγραμμάτων παρέμβασης

Μελέτες	Είδος παρέμβασης ΟΠ	Είδος παρέμβασης ΟΕ	Διάρκεια μελέτης	Συχνότητα παρέμβασης	Διάρκεια συνεδρίας
Ashkenazi et al 2013	PlayStation®2 EyeToy	Συμβατική παρέμβαση	12 εβδομάδες	1 συνεδρία/εβδομάδα	60'
Ju et al 2018	Σύστημα iBalance	Δεν έλαβαν παρέμβαση	4 εβδομάδες	3 συνεδρίες/εβδομάδα	45'
Neto et al 2019	Nintendo VR Wii Console	Task specific training TST	8 εβδομάδες	2 συνεδρίες/εβδομάδα	60'
Hammond et al 2013	Nintendo Wii Fit	Σχολική παρέμβαση Jump Ahead	2 φάσεις ~18 εβδομάδες Φάση 1 ~ 4 εβδομάδες	Wii Fit: 3 συνεδρίες/εβδομάδα Jump Ahead: 1 συνεδρία/εβδομάδα	Wii Fit:10' Jump Ahead:60'

			Φάση 2 ~ 4 εβδομάδες		
Ferguson et al 2013	Nintendo Wii Fit	Neuromotor Task Training NTT	ΟΠ:6 εβδομάδες ΟΕ:9 εβδομάδες	ΟΠ: 3 συνεδρίες/εβδομάδα ΟΕ: 2 συνεδρίες/εβδομάδα	ΟΠ: 30' ΟΕ: 45'-60'
Straker et al 2015	Sony PlayStation 3 + Xbox Kinect 360	Παραδοσιακά/μη ενεργά βιντεοπαιχνίδια	2 φάσεις ~ 32 εβδομάδες Φάση 1 ~ 16 εβδομάδες Φάση 2 ~ 16 εβδομάδες	4-5 συνεδρίες/εβδομάδα + σαββατοκύριακα	min 20'
Dana et al 2019	Nintendo Wii Fit	Δεν έλαβαν παρέμβαση	4 εβδομάδες	3 συνεδρίες/εβδομάδα	30'
Neto et al 2021	Nintendo Wii Fit	Task Specific Training TST	6 εβδομάδες	2 συνεδρίες/εβδομάδα	60'
EbrahimiSani et al 2020	Xbox Kinect 360	Δεν έλαβαν παρέμβαση	16 εβδομάδες	2 συνεδρίες/εβδομάδα	30'

3.3. Εργαλεία αξιολόγησης εξαρτημένων μεταβλητών

3.3.1. Δοκιμασίες κινητικής απόδοσης

Για την αξιολόγηση της κινητικής απόδοσης, 5 από τις έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση χρησιμοποίησαν το MABC-2 (Ashkenazi et al 2013; Ju et al 2018; Neto et al 2019; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015) και μία το BOT-2 (Hammond et al 2013). Και τα δύο εργαλεία περιλαμβάνουν μια σειρά επιμέρους κινητικών δοκιμασιών με τις οποίες εξετάζονται η αδρή και λεπτή κινητική λειτουργία, η επιδεξιότητα των χεριών, ο αμφίπλευρος συγχρονισμός, η ευκινησία και η δύναμη. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως στην έρευνα των Neto et al (2021) χρησιμοποιήθηκε η μέση συνολική τυπική βαθμολογία (Total Standard Score-TSS) του MABC-2 μόνο για την πιθανή διάγνωση των συμμετεχόντων και όχι για την αξιολόγηση της κινητικής απόδοσης μετά την παρέμβαση.

3.3.2. Υποκειμενική αξιολόγηση κινητικής απόδοσης

Σε πολλές έρευνες εφαρμόστηκαν ειδικά σχεδιασμένα ερωτηματολόγια για την άντληση πληροφοριών σχετικά με την κινητική απόδοση των παιδιών για την υποκειμενική εκτίμηση

των δεξιοτήτων τους τόσο από γονείς και εκπαιδευτικούς όσο και από τα ίδια τα παιδιά. Πιο συγκεκριμένα, 2 έρευνες χρησιμοποίησαν το ερωτηματολόγιο αναπτυξιακής διαταραχής συντονισμού (Developmental Coordination Disorder Questionnaire-DCDQ) (Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015). Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 17 στοιχεία τα οποία ομαδοποιούνται σε 4 κατηγορίες: α) έλεγχος κατά τη διάρκεια της κίνησης, β) λεπτή κινητικότητα/γραφική, γ) αδρή κινητικότητα/σχεδιασμός και γενικός συντονισμός. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε πενταβάθμια κλίμακα και προστίθεται στη συνολική βαθμολογία. Οι συνολικές βαθμολογίες κατηγοριοποιούνται με βάση τις οριακές τιμές ως "ένδειξη ΑΔΚΣ", "πιθανή ΑΔΚΣ" ή "σε κίνδυνο για ΑΔΚΣ" (Park & Kim 2024). Στη μελέτη των Ashkenazi et al (2013) λήφθηκε υπόψη και η υποκειμενική αναφορά του κάθε γονέα σχετικά με την συνολική εντύπωση για την θεραπεία και την ανταπόκριση του παιδιού σε αυτή. Επιπλέον, στο άρθρο των Hammond et al (2013) τα παιδιά συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο για την αυτοεκτίμηση των κινητικών τους ικανοτήτων CSQ (Coordination Skills Questionnaire) και στο άρθρο των Straker et al (2015) κλήθηκαν να απαντήσουν σε μία ερώτηση και να περιγράψουν τις κινητικές τους δεξιότητες μετά την παρέμβαση, χρησιμοποιώντας μια αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης από το -5 έως το 5.

3.3.3. Στατική και δυναμική ισορροπία

Οι δύο μορφές της ισορροπίας, στατική και δυναμική αξιολογήθηκαν μεμονωμένα σε τέσσερις έρευνες (Ashkenazi et al 2013; Ju et al 2018; Straker et al 2015; Dana et al 2019). Στην έρευνα των Ashkenazi et al (2013) χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία βάδισης και ομιλίας (Walking While Talking Test – WWTT) 1 εβδομάδα μετά την ολοκλήρωση της περιόδου παρέμβασης για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας των παιδιών. Η συγκεκριμένη δοκιμασία αποτελεί ένα μέτρο εκτέλεσης δύο καθηκόντων ταυτόχρονα για την εξέταση των αλληλεπιδράσεων γνωστικών και κινητικών λειτουργιών, ιδίως για τον εντοπισμό ατόμων που είναι επιρρεπείς στις πτώσεις (Verghese et al 2007). Η δοκιμασία στην συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί μία παραλλαγή της αρχικής και αποτελείται από τρία στάδια με προοδευτική δυσκολία (Henning et al 2021 & Verghese et al 2007). Στην έρευνα των Ju et al (2018) χρησιμοποιήθηκε το σύστημα iBalance για την αξιολόγηση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας και για την παρέμβαση. Το σύστημα iBalance είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει λογισμικό, μια οθόνη και μια σανίδα ισορροπίας Wii Fit. Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα της σανίδας ισορροπίας ως μέσο αξιολόγησης έχει εξεταστεί σε παιδιά και νέους ενήλικες (Clark et al 2010). Ένα σύνθετο σύστημα ανάλυσης κίνησης χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα των Straker et al (2015) το οποίο αποτελείται από 14 κάμερες Vicon και έναν πελματογράφο AMTI force plate για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας και του οπτικο-κινητικού

συντονισμού. Για την δοκιμασία της ισορροπίας τα παιδιά έπρεπε να εκτελέσουν μονοποδική στήριξη στη μέση της πλάκας εφαρμογής δύναμης χωρίς να πέσουν για μέγιστο χρόνο 30 δευτερολέπτων. Τέλος, οι Dana et al (2019) πραγματοποίησαν την δοκιμασία heel to toe, η οποία αξιολογεί την δυναμική ισορροπία. Συγκεκριμένα ζητείται από τον εξεταζόμενο να κάνει 15 βήματα σε ευθεία γραμμή με το μπροστινό πόδι τοποθετημένο έτσι ώστε η φτέρνα του να ακουμπά το δάχτυλο του ποδιού στήριξης και σημειώνεται ο αριθμός των επιτυχημένων βημάτων.

3.3.4. Μυϊκή Δύναμη

Αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης πραγματοποιήθηκε μεμονωμένα σε ένα άρθρο της συστηματικής ανασκόπησης (Ferguson et al 2013) όπου οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τρία εργαλεία μέτρησης της μυϊκής δύναμης: α) τη δοκιμασία μέτρησης λειτουργικής δύναμης (The Functional Strength Measure-FSM), β) το δυναμόμετρο χειρός (Hand-held dynamometer-HHD) και γ) το Muscle Power Sprint Test (MPST).

Η πρώτη δοκιμασία FSM αποτελείται από οκτώ στοιχεία στα οποία συμπεριλαμβάνεται η εκτίμηση της μυϊκής δύναμης (ρίψη πάνω και κάτω από τον βραχίονα, ορθοστασία μακράς διάρκειας, άλμα, πάσα στο στήθος) και της μυϊκής αντοχής (πλάγιο βήμα σε σκαλί-lateral step up), sit to stand test, ανύψωση κιβωτίου και ανέβασμα σκάλας). Η δοκιμασία είναι έγκυρη και αξιόπιστη για την μέτρηση της δύναμης, τόσο σε παιδιά με φυσιολογική ανάπτυξη όσο και σε παιδιά με ήπια κινητικά προβλήματα (Aertssen, Steenbergen & Smits-Engelsman_2018).

Το δυναμόμετρο χειρός είναι μια μικρή φορητή συσκευή η οποία τοποθετείται και σταθεροποιείται από τον θεραπευτή στο χέρι με το οποίο θα ασκήσει δύναμη ο ασθενής, ενώ αυτός ενθαρρύνεται να ασκήσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη δύναμη η οποία καταγράφεται από το δυναμόμετρο (Le-Ngoc & Janssen 2012).

Τέλος, το Muscle Power Sprint Test (MPST) είναι μια δοκιμασία αξιολόγησης της αναερόβιας ικανότητας παιδιών και εφήβων που έχουν τη δυνατότητα να περπατήσουν, να τρέξουν ή να κινήσουν μόνοι τους ένα αναπηρικό αμαξίδιο. Για την εκτέλεση της δοκιμασίας, τοποθετούνται κώνοι ή γραμμές που σηματοδοτούν απόσταση 15 μέτρων. Οι συμμετέχοντες που είναι σε θέση να περπατήσουν/τρέξουν πρέπει να ολοκληρώσουν έξι σπριντ 15 μέτρων με μέγιστο ρυθμό. Τα παιδιά που κινούνται μόνα τους αναπηρικό αμαξίδιο πρέπει να εκτελέσουν τρία σπριντ 15 μέτρων (Verschuren & Takken 2014).

3.3.5. Οπτικο-κινητικός συντονισμός

Η αξιολόγηση του οπτικο-κινητικού συντονισμού μεμονωμένα πραγματοποιήθηκε σε 2 έρευνες στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση (Straker et al 2015; EbrahimiSani et al 2020). Στην έρευνα των Straker et al (2015) η εκτίμηση του οπτικο-κινητικού συντονισμού στα παιδιά, έγινε μέσω ενός συστήματος ανάλυσης κίνησης με 14 κάμερες Vicon και έναν πελματογράφο AMTI force plate με αισθητήρες κατάλληλα τοποθετημένους σε όλο το σώμα που κατέγραφαν λειτουργικές κινήσεις των συμμετεχόντων, μια εκ των οποίων ήταν η δοκιμασία δάκτυλο-μύτη. Η δοκιμασία δάκτυλο-μύτη (Finger to Nose- FNT) είναι μια βασική και απλή φυσική εξέταση που χρησιμοποιείται συμβατικά κυρίως για την εξέταση της παρεγκεφαλιδικής λειτουργίας. Στη δοκιμασία FNT, ζητείται από τους ασθενείς να αγγίξουν τη μύτη τους στο ακίνητο ή κινούμενο δάχτυλο του αξιολογητή ενώ βρίσκονται σε ύπτια, καθιστή και όρθια θέση (Nishida et al 2022). Στην έρευνα των EbrahimiSani et al (2020) χρησιμοποιήθηκε το Rapid Online Control, ένα λογισμικό μιας πειραματικής δοκιμασίας συνεχούς καταγραφής κίνησης και αποσκοπούσε στον καθορισμό των προσαρμογών μικρο-ελέγχου για τις διορθώσεις σφαλμάτων σε πραγματικό χρόνο. Οι προσαρμογές μπορούν να ρυθμιστούν μέσα από μηχανισμούς ελέγχου προώθησης ή ανατροφοδότησης και βασίζονται στην αισθητηριακή επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο. Η αξιολόγηση της ακρίβειας της μεθόδου ελέγχου από τον χρήστη γίνεται σε 3 βήματα: 1) εκμάθηση της παραμονής στο στόχο, 2) πρόβλεψη της κατεύθυνσης και της διαδρομής του στόχου, 3) εκμάθηση του χρήστη να βασίζεται λιγότερο στην διαδικτυακή οπτική ανατροφοδότηση. Καθένα από αυτά τα στοιχεία αξιολογήθηκε με την μέτρηση του συνολικού χρόνου στο στόχο (TOT), του διαδοχικού χρόνου στο στόχο (CCT) της απόστασης από τη διαδρομή (DP) και της απόστασης από τον στόχο (DT).

Πίνακας 3.4: Εργαλεία Αξιολόγησης Εξαρτημένων Μεταβλητών

Εργαλείο αξιολόγησης	Εξεταζόμενη μεταβλητή
	Κινητική απόδοση
MABC-2	<ul style="list-style-type: none">• Subtest 1: Συντονισμός λεπτής κινητικότητας (Επιδεξιότητα χεριών)• Subtest 2: Συντονισμός αδρής κινητικότητας (Στόχευση και Σύλληψη)• Subtest 3: Στατική και Δυναμική Ισορροπία

BOT-2	<ul style="list-style-type: none"> • Subtest 1: Ακρίβεια λεπτής κίνησης • Subtest 2: Οργάνωση λεπτής κίνησης • Subtest 3: Επιδεξιότητα χεριών • Subtest 4: Αμφίπλευρος συντονισμός • Subtest 5: Στατική και Δυναμική Ισορροπία • Subtest 6: Συντονισμός άνω άκρων • Subtest 7: Ευκινησία • Subtest 8: Μυϊκή δύναμη
Υποκειμενική αξιολόγηση	
DCDQ	<p style="text-align: center;">Τέσσερις κατηγορίες ερωτήσεων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος κατά την διάρκεια της κίνησης • Λεπτή κινητικότητα- Γραφή • Αδρή κινητικότητα Σχεδιασμός • Γενικός συντονισμός
CSQ	Αυτοεκτίμηση κινητικών δεξιοτήτων
Ισορροπία	
WWTT	Δυναμική ισορροπία και εξέταση αλληλεπιδράσεων γνωστικών και κινητικών λειτουργιών
iBalance	Στατική και Δυναμική Ισορροπία
Vicon + πελματογράφο	Στατική Ισορροπία
AMTI force plate	
Heel to Toe	Δυναμική Ισορροπία
Μυϊκή δύναμη	
Hand-Held Dynamometer	Μυϊκή Δύναμη
MPST	Αξιολόγηση αναερόβιας ικανότητας
FSM	Λειτουργική Δύναμη (εκτίμηση μυϊκής δύναμης και μυϊκής αντοχής)
Οπτικο-κινητικός συντονισμός	

	Αξιολόγηση τεσσάρων μεταβλητών
Rapid Online Control	<ul style="list-style-type: none"> • Συνολικός χρόνος στο στόχο (TOT) • Διαδοχικός χρόνος στο στόχο (CCT) • Απόσταση από την διαδρομή (DP) • Απόσταση από τον στόχο (DT)
Vicon + πελματογράφο	Οπτικο-κινητικός συντονισμός
AMTI force plate (FNT)	

3.4. Η αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων VR στην κινητική απόδοση των παιδιών.

3.4.1. Στατική και Δυναμική ισορροπία

Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων παρέμβασης με εικονική πραγματικότητα στην ισορροπία των παιδιών με ΑΔΚΣ αξιολογήθηκε σε 8 άρθρα (Ashkenazi et al 2013; Ju et al 2018; Neto et al 2019; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015; Dana et al 2019; Hammond et al 2013; Neto et al 2021). Σε 2 μελέτες βρέθηκαν σημαντικές διαφορές υπέρ της ομάδας παρέμβασης η οποία συμμετείχε σε παρεμβατικό πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας. Συγκεκριμένα, οι Ju et al (2018), εφαρμόζοντας το πρόγραμμα iBalance, παρατήρησαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στη συνιστώσα ισορροπίας του MABC-2 για την ομάδα παρέμβασης σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου ($p < 0.0001$). Επιπλέον, οι μετρήσεις των αποτελεσμάτων περιλάμβαναν τη χρονική διάρκεια της ορθοστασίας με το ένα πόδι και τη τροχιά του κέντρου πίεσης COP της ορθοστασίας με ένα πόδι στη πλατφόρμα ισορροπίας iBalance. Για την στατική ισορροπία βρέθηκε πως η μέση χρονική διάρκεια της ορθοστασίας με ένα πόδι βελτιώθηκε από $15.78 \pm 5.31s$ σε $19.21 \pm 1.29s$ ($p < 0.001$) για τα παιδιά της ομάδας παρέμβασης, ενώ για την ομάδα ελέγχου βελτιώθηκε επίσης από $11.9 \pm 4.9s$ σε $13.21 \pm 5.24s$, χωρίς να φθάσει την στατιστική σημαντικότητα. Στην δυναμική ισορροπία υπήρξε βελτίωση μόνο για την ομάδα παρέμβασης χωρίς στατιστική σημαντικότητα ($p < 0.05$). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και για το μήκος της τροχιάς του κέντρου πίεσης COP στην προσθιοπίσθια και πλευρική κατεύθυνση ($p < 0.05$). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Dana et al (2019), οι οποίοι αναφέρουν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην δυναμική ισορροπία (Heel to Toe Test) της ομάδας παρέμβασης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($p = 0.001$) μετά την εφαρμογή προγράμματος με το Nintendo Wii Fit.

Σε 5 μελέτες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας που συμμετείχε σε πρόγραμμα VR και της ομάδας που έλαβε συμβατική θεραπεία ωστόσο υπήρχαν

σημαντικές διαφορές εντός των ομάδων. Αναλυτικότερα, στην έρευνα των Ashkenazi et al (2013), όπου χρησιμοποιήθηκε ως παρέμβαση το Playstation®2 της Sony EyeToy, αναφέρεται στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κατηγορία δεξιοτήτων ισορροπίας στο MABC-2 για την ομάδα παρέμβασης και ελέγχου ($p=0.0002$). Παρόμοια, στη δοκιμασία περπατήματος ομιλίας βρέθηκε σημαντική βελτίωση και για τις δύο ομάδες στη συνθήκη "περπάτημα με το δίσκο" ($p=0.03$). Στην έρευνα των Hammond et al (2013), μία διασταυρούμενη μελέτη παρέμβασης 2 φάσεων, αναφέρονται σημαντικές βελτιώσεις στην φάση όπου χρησιμοποιήθηκε το Wii Fit και στις δύο ομάδες. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε σημαντική βελτίωση της συνιστώσας ισορροπίας για την ομάδα A μεταξύ της αρχικής τιμής και του τέλους της φάσης 1 (από 5.9 ± 2.84 σε 7.8 ± 2.91) στην οποία εφάρμοσε το πρόγραμμα Wii Fit και δεν είχε σχεδόν καμία διαφορά μετά από σύγκριση και των μετρήσεων της φάσης 2 (από 7.8 ± 2.91 σε 7.5 ± 3.28), στην οποία εφάρμοσε το σχολικό πρόγραμμα εκμάθησης δεξιοτήτων Jump Ahead. Επίσης, ο μέσος όρος μετρήσεων ισορροπίας για την ομάδα B μειώθηκε στην φάση 1 με τιμές (από 7.57 ± 0.79 σε 6.88 ± 1.46) όταν εφάρμοσε το Jump Ahead, ενώ αυξήθηκε στην φάση 2 με την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης Wii Fit (από 6.88 ± 1.46 σε 8). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Straker et al (2015), οι οποίοι δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ισορροπία μεταξύ των 2 ομάδων στο MABC-2 ($p=0.676$) και στην δοκιμασία ισορροπίας με το ένα πόδι ($p=0.853$). Οι Neto et al (2019) επέλεξαν για την εξάσκηση δεξιοτήτων ισορροπίας με VR, σχοινάκι και ισορροπία με μπίλιες, ενώ για την ομάδα ελέγχου εκπαίδευση εξειδικευμένη στο έργο (Task Specific Training-TST) με δοκούς και δίσκους ισορροπίας. Μετά τις παρεμβάσεις, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση και για τις δύο ομάδες ($p<0.001$), ενώ δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($p=0.06$). Τέλος, οι Neto et al (2021) εξέτασαν την επίδραση προγράμματος που περιλάμβανε την εκπλήρωση 6 δραστηριοτήτων στο Wii (επιτραπέζια αντισφαίριση, φρίσμπι, τοξοβολία, μπόουλινγκ, σχοινοβασία-tightrope walking και ισορροπία με μάρμαρο-marble balance) στην πειραματική ομάδα και 6 συναφών δραστηριοτήτων εξειδικευμένων στο έργο (TST) για την ομάδα ελέγχου.

Αντίθετα, στην μελέτη των Ferguson et al (2013), όπου αξιολογήθηκε η ομάδα ελέγχου η οποία συμμετείχε σε πρόγραμμα νευροκινητικής εκπαίδευσης (NTT) σημείωσε καλύτερες επιδόσεις στην συνιστώσα ισορροπίας του MABC-2 συγκριτικά με την ομάδα παρέμβασης που χρησιμοποίησε το Wii fit ($p<0.01$). Επιπρόσθετα, αναφέρονται στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για την ομάδα νευροκινητικής εκπαίδευσης ($p<0.01$) σε αντίθεση με την ομάδα Wii fit όπου τα αποτελέσματα δεν ήταν στατιστικά σημαντικά ($p=0.08$).

3.4.2. Αμφίπλευρος συντονισμός

Οι Hammond et al (2013) εξέτασαν την επίδραση προγράμματος Wii Fit στον αμφίπλευρο συντονισμό παιδιών με DCD χρησιμοποιώντας το BOT-2. Η εφαρμογή του Wii Fit βελτίωσε την αρχική τιμή για τον αμφίπλευρο συντονισμό για την ομάδα A μέχρι την πρώτη φάση (από 4.6 ± 1.83 σε 6.4 ± 0.91) και μειώθηκε ελάχιστα στο τέλος της φάσης 2 (από 6.4 ± 0.91 σε 5.8 ± 1.46) όταν εφάρμοσε το σχολικό πρόγραμμα Jump Ahead. Για την ομάδα B παρατηρήθηκε αρκετά μεγάλη βελτίωση των τιμών μετά την εφαρμογή του προγράμματος Wii Fit (από 5.5 ± 0.93 σε 7.38 ± 1.06).

3.4.3. Οπτικο- κινητικός συντονισμός

Σε 7 μελέτες στην παρούσα ανασκόπηση αξιολογήθηκε ο οπτικο-κινητικός συντονισμός (Ashkenazi et al 2013; Neto et al 2019; Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015; Neto et al 2021; EbrahimiSani et al 2020). Ο οπτικο-κινητικός συντονισμός αξιολογείται με την συνιστώσα στόχευση και πιάσιμο (Aiming and Catching) του εργαλείου αξιολόγησης MABC-2, καθώς οι δραστηριότητες αυτές δείχνουν εάν το παιδί έχει εσωτερική συνείδηση της δεξιάς και αριστερής πλευράς και το ΚΝΣ είναι σε θέση να αποφασίσει ποια να είναι η κατάλληλη κινητική απόκριση στα οπτικά ερεθίσματα που δέχεται.

Στην έρευνα των Neto et al (2021) δεν παρουσιάζεται κάποιο εργαλείο αξιολόγησης του οπτικο-κινητικού συντονισμού, ωστόσο για την παρέμβαση τα παιδιά πραγματοποίησαν δραστηριότητες με στόχευση και χειρισμό μπάλας οι οποίες αντιστοιχούν με αυτήν τη δεξιότητα (επιτραπέζιο τέννις, φρίσμπι, τοξοβολία και μπόουλινγκ). Οι ερευνητές ανέφεραν στατιστικά σημαντική βελτίωση για την ομάδα παρέμβασης που πραγματοποίησε τις δραστηριότητες με την χρήση προγράμματος Wii ($p < 0.01$), ενώ η ομάδα ελέγχου, που εκτέλεσε τις αντίστοιχες δραστηριότητες δια ζώσης, δεν σημείωσε σημαντικές διαφορές. Με μια άλλη οπτική αξιολόγηση τον οπτικο-κινητικό συντονισμό οι EbrahimiSani et al (2020), καθώς με το λογισμικό Rapid Online Action, έγινε μέτρηση σε τρεις συνιστώσες: του συνολικού χρόνου στο στόχο (TOT), του διαδοχικού χρόνου στο στόχο (CCT) της απόστασης από τη διαδρομή (DP) και της απόστασης από τον στόχο (DT). Ειδικότερα, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας που εξασκήθηκε με VR σε TOT και CTT ($p < 0.001$) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και κατά την αξιολόγηση μετά την παρέμβαση αλλά και 2 μήνες μετά, ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στη μέτρηση του DP ($p = 0.439$). Οι Ashkenazi et al (2013) δεν διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής (VR) και ομάδας ελέγχου (συμβατική θεραπεία)

ωστόσο παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης και για τις 2 ομάδες ($p=0.004$).

Σε 4 μελέτες δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά διαφορές μεταξύ των ομάδων παρέμβασης και ελέγχου καθώς και μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης ξεχωριστά για τις 2 παρεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Neto et al (2019), δεν υπήρξε σημαντική μεταβολή μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης στην δεξιότητα στόχευση και πιάσιμο για καμία από τις δύο ομάδες και οι διαφορές μεταξύ των ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($p > 0.05$). Παρόμοια, οι Ferguson et al (2013) δεν εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μετά την εφαρμογή προγράμματος Wii ($p= 0.08$) αλλά και NTT, ωστόσο οι τιμές για την ομάδα ελέγχου ήταν ελάχιστα αυξημένες πριν αλλά και μετά την παρέμβαση (SD 7.56 ± 2.72 με 8.52 ± 2.44 για την ομάδα NTT και 6.53 ± 3.27 με 6.84 ± 3.18 για την ομάδα Wii). Επίσης, στην τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη των Straker et al (2015) μετά το διάστημα 32 εβδομάδων, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον οπτικο-κινητικό συντονισμό μεταξύ των ομάδων ($p= 0.228$). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Hammond et al (2013), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δραστηριότητες ακρίβειας και οργάνωσης της λεπτής κινητικότητας καθώς και τον συντονισμό άνω άκρων, ο οποίος αφορά την ικανότητα συντονισμού των κινήσεων του χεριού και του βραχίονα σε συνδυασμό με την οπτική παρακολούθηση. Σύμφωνα με τους ερευνητές και οι δύο ομάδες είχαν ελάχιστη βελτίωση στην φάση όπου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα VR, η οποία όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική για τις δύο πρώτες συνιστώσες του εργαλείου αξιολόγησης BOT-2. Ωστόσο, στην συνιστώσα του συντονισμού άνω άκρων παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση στο μέσο όρο για την ομάδα B (Jump Ahead) από την φάση των αρχικών μετρήσεων (baseline) μέχρι το τέλος της φάσης 1 (από 6.71 ± 1.5 σε 9.13 ± 1.89), χωρίς στατιστική σημαντικότητα.

3.4.4. Επιδεξιότητα χεριών

Από τα άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, 5 αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων παρέμβασης VR στην επιδεξιότητα των χεριών (Ashkenazi et al 2013; Neto et al 2019; Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015). Πιο συγκεκριμένα, στην μελέτη των Ashkenazi et al (2013), οι οποίοι εφάρμοσαν πρόγραμμα παρέμβασης με Playstation®2 της Sony EyeToy, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλλαγή στην κατηγορία της επιδεξιότητας των χεριών σε καμία από τις δύο ομάδες, όπως αυτή αξιολογήθηκε με το MABC-2 ($p=0.3$). Παρόμοια, στην έρευνα των Neto et al (2019) με πρόγραμμα παρέμβασης Wii δεν σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλλαγή μεταξύ των ομάδων αλλά και σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, όπως προέκυψε

από την αξιολόγηση με το MABC-2 ($p=0.06$). Στην έρευνα των Hammond et al (2013), η αξιολόγηση της επιδεξιότητας των χεριών πραγματοποιήθηκε με το BOT-2, το οποίο έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση για την ομάδα A (VR) μεταξύ αρχικών αξιολογήσεων (baseline) και του τέλους της 1ης φάσης (από 4.3 ± 1.23 σε 5.3 ± 1.04) σε σχέση με την ομάδα B (Jump Ahead) (από 4.14 ± 1.07 σε 4.5 ± 1.31), χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα. Η ομάδα B όταν εφάρμοσε το πρόγραμμα Wii Fit παρουσίασε μικρή βελτίωση μεταξύ της 1ης και της 2ης φάσης (από 4.5 ± 1.31 σε 5.5 ± 0.76), χωρίς αναφορά στατιστικής σημαντικότητας. Τέλος, στην μελέτη των Straker et al (2015), οι οποίοι χρησιμοποίησαν πρόγραμμα παρέμβασης που συμπεριλάμβανε AVGs με συσκευές Sony Playstation 3 και Xbox 360, δεν σημειώθηκε καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή στην επιδεξιότητα των χεριών σύμφωνα με το MABC-2 ($p=0.931$).

Αντίθετα οι Ferguson et al (2013), οι οποίοι εφάρμοσαν προγράμματα Wii και NTT, αναφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην επιδεξιότητα χεριών της ομάδας ελέγχου (NTT) συγκριτικά με την ομάδα παρέμβασης Wii ($p<0.01$).

3.4.5. Μυϊκή δύναμη

Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων παρέμβασης VR στην δύναμη εξετάστηκε σε 2 μελέτες (Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013). Ειδικότερα, στη διασταυρούμενη μελέτη των Hammond et al (2013), οι οποίοι χρησιμοποίησαν το BOT-2, αναφέρονται θετικές μεταβολές στην δύναμη μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων (baseline) και του τέλους της 1ης φάσης για την ομάδα A (VR) (από 5.7 ± 2.31 σε 6.8 ± 1.93) και την ομάδα B (Jump Ahead) (από 5.29 ± 1.5 σε 7.63 ± 4.31), χωρίς ωστόσο να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα. Στην έρευνα των Ferguson et al (2013), διαπιστώθηκε μεγαλύτερη βελτίωση στη λειτουργική δύναμη (FSM) για την ομάδα NTT σε σύγκριση με την ομάδα Wii σε 6 από τα 8 στοιχεία του FSM ($p<0.01$). Ακόμα, σημαντική βελτίωση υπήρξε στην αναερόβια ικανότητα τόσο στην ομάδα NTT ($p<0.01$) όσο και στην ομάδα Wii ($p=0.01$). Δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην ισομετρική δύναμη στις δύο ομάδες όπως προέκυψε από την αξιολόγηση με το δυναμόμετρο χειρός.

3.4.6. Ευκινησία

Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων παρέμβασης εικονικής πραγματικότητας VR στην ευκινησία αξιολογήθηκε στη διασταυρούμενη μελέτη των Hammond et al (2013), όπου παρατηρήθηκε αύξηση στις τιμές της συγκεκριμένης κατηγορίας μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων (baseline) και του τέλους της 1ης φάσης (από 1.2 ± 4.12 σε 2.3 ± 3.86) στο BOT-2 στην ομάδα A με την χρήση VR, αλλά μείωση μεταξύ 1ης και 2ης φάσης (από 2.3 ± 3.86 σε

1.3±3.88) με την χρήση προγράμματος Jump Ahead. Για την ομάδα B παρατηρήθηκε μείωση στις τιμές στο τέλος της 1ης φάσης σε σχέση με τις αρχικές (baseline) (από 1.57±0.53 σε 1.5±0.63) όταν εφαρμόσε Jump Ahead, και μικρή αύξηση μεταξύ των της πρώτης φάσης και της 2ης φάσης (από 1.5±0.63 σε 1.75±0.46) όταν εφαρμόσε Wii Fit.

3.4.7. Ερωτηματολόγια αντίληψης κινητικής απόδοσης

Συνολικά τρεις έρευνες χρησιμοποίησαν ειδικά σχεδιασμένα ερωτηματολόγια τα οποία αφορούν την υποκειμενική αξιολόγηση της κινητικής απόδοσης (Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015; Hammond et al 2013). Ειδικότερα, σε δύο έρευνες εφαρμόστηκε το ερωτηματολόγιο DCDQ (Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015), το οποίο συμπληρώνεται από τους γονείς. Οι Ashkenazi et al (2013), διαπίστωσαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της συνολικής βαθμολογίας (εκατοστιαία θέση) και στις δύο ομάδες μετά την παρέμβαση ($p=0.008$). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για τις κατηγορίες “λεπτή κινητικότητα/γραφή” ($p=0.2$), “αδρή κινητικότητα/σχεδιασμός” ($p=0.02$) και “γενικός συντονισμός” ($p=0.1$). Αντίθετα, οι Straker et al (2015) αναφέρουν πως η συνολική βαθμολογία DCDQ παρουσίασε βελτίωση χωρίς να φτάσει τη στατιστική σημαντικότητα ($p=0.082$). Επιπλέον, στην έρευνα των Hammond et al (2013) χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο CSQ, στο οποίο οι συνολικές βαθμολογίες βελτιώθηκαν μόνο μετά την παρέμβαση με Wii Fit, ενώ μετά το πρόγραμμα Jump Ahead παρέμειναν σχεδόν αμετάβλητες, χωρίς στατιστική σημαντικότητα ($p<0.01$).

Πίνακας 3.5: Πίνακας Αποτελεσμάτων

Μελέτες	Αριθμός συνεδριών/ Διάρκεια παρέμβασης	Είδος Παρέμβασης	Αποτελέσματα
Στατική και Δυναμική Ισορροπία			
Ashkenazi et al 2013	1 συνεδρία/ 60'	PlayStation®2 EyeToy VS Συμβατική παρέμβαση	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων Εντός ομάδων : Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες ($p=0.0002$)
Ju et al 2018	3 συνεδρίες/ 45'	Σύστημα iBalance	Μεταξύ των ομάδων :

		VS Καμία παρέμβαση	Στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ομάδα παρέμβασης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου($p<0.001$) Εντός ομάδων : ΟΠ: στατιστικά σημαντική βελτίωση ($p<0.001$) ΟΕ: μικρή βελτίωση χωρίς στατιστική σημαντικότητα
Neto et al 2019	2 συνεδρίες/ 60'	Nintendo VR Wii Console VS TST	Μεταξύ των ομάδων: Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0.06$) Εντός ομάδων : Στατιστικά σημαντική βελτίωση και για τις δύο ομάδες ($p<0.01$)
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων: Δεν αναφέρεται η στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Βελτιώσεις και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Ferguson et al 2013	3 συνεδρίες/ 30'	Nintendo Wii Fit VS NTT	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντική βελτίωση της ομάδας NTT σε σύγκριση με την ομάδα Wii Fit ($p<0.01$) Εντός ομάδων : ΟΠ: βελτιώσεις χωρίς στατιστική σημαντικότητα ($p=0.08$) ΟΕ: στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις ($p<0.01$)
Straker et al 2015	4-5 συνεδρίες + σαββατοκύριακα/ min 20'	Sony PlayStation 3 + Xbox Kinect 360 VS Παραδοσιακά/ μη ενεργά βιντεοπαιχνίδια	Μεταξύ των ομάδων ; Χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων ($p=0.676$) Εντός ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα

Dana et al 2019	3 συνεδρίες/ 30'	Nintendo Wii Fit VS Καμία παρέμβαση	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ομάδα παρέμβασης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (p=0.001) Εντός ομάδων : ΟΠ: στατιστικά σημαντική βελτίωση (p<0.01) ΟΕ: ελάχιστη βελτίωση χωρίς στατιστική σημαντικότητα
Neto et al 2021	2 συνεδρίες/ 60'	Nintendo Wii Fit VS TST	Μεταξύ των ομάδων : Χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων Εντός ομάδων : Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις 2 ομάδες (p<0.01)
Αμφίπλευρος συντονισμός			
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων : Δεν αναφέρεται η στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Βελτιώσεις και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Οπτικο- κινητικός συντονισμός			
Ashkenazi et al 2013	1 συνεδρία/ 60'	PlayStation®2 EyeToy VS Συμβατική παρέμβαση	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων Εντός ομάδων : Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες (p=0.004)
Neto et al 2019	2 συνεδρίες/ 60'	Nintendo VR Wii Console VS TST	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων (p > 0.05) Εντός ομάδων :

			Καμία σημαντική αλλαγή και στις δύο ομάδες
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Ελάχιστη βελτίωση και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Ferguson et al 2013	3 συνεδρίες/ 30'	Nintendo Wii Fit VS NTT	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων (p=0.08) Εντός ομάδων : ΟΠ: χωρίς στατιστική σημαντικότητα (p=0.72) ΟΕ: χωρίς στατιστική σημαντικότητα (p=0.08)
Straker et al 2015	4-5 συνεδρίες + σαββατοκύριακα/ min 20'	Sony PlayStation 3 + Xbox Kinect 360 VS Παραδοσιακά/ μη ενεργά βιντεοπαιχνίδια	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων (p= 0.228) Εντός ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Neto et al 2021	2 συνεδρίες/ 60'	Nintendo Wii Fit VS TST	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων Εντός ομάδων : ΟΠ: στατιστικά σημαντική βελτίωση (p<0.01) ΟΕ: μικρές βελτιώσεις χωρίς στατιστική σημαντικότητα
EbrahimiSani et al 2020	2 συνεδρίες/ 30'	Xbox Kinect 360 VS Καμία παρέμβαση	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων Εντός ομάδων : ΟΠ: στατιστικά σημαντική βελτίωση

			ΟΕ: καμία σημαντική βελτίωση
Επιδεξιότητα χεριών			
Ashkenazi et al 2013	1 συνεδρία/ 60'	PlayStation®2 EyeToy VS Συμβατική θεραπεία	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων Εντός ομάδων : Χωρίς στατιστική σημαντικότητα και στις δύο ομάδες (p=0.3)
Neto et al 2019	2 συνεδρίες/ 60'	Nintendo VR Wii Console VS TST	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων (p=0.06) Εντός ομάδων : ΟΕ: χωρίς στατιστική σημαντικότητα (p=0.05) ΟΠ: χωρίς στατιστική σημαντικότητα (p=0.41)
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Βελτιώσεις και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Ferguson et al 2013	3 συνεδρίες/ 30'	Nintendo Wii Fit VS NTT	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντική βελτίωση για την ομάδα ελέγχου σε σύγκριση με την ομάδα παρέμβασης (p<0.01) Εντός ομάδων : ΟΕ: Χωρίς στατιστική σημαντικότητα (p=0.87) ΟΠ: στατιστικά σημαντική βελτίωση (p<0.01)
Straker et al 2015	4-5 συνεδρίες + σαββατοκύριακα/ min 20'	Sony PlayStation 3 + Xbox Kinect 360 VS Παραδοσιακά/ μη ενεργά βιντεοπαιχνίδια	Μεταξύ των ομάδων : Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων (p=0.931) Εντός ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα

Μυϊκή δύναμη			
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων : Δεν αναφέρεται η στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Βελτιώσεις και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα
Ferguson et al 2013	3 συνεδρίες/ 30'	Nintendo Wii Fit VS NTT	Μεταξύ των ομάδων : Στατιστικά σημαντική βελτίωση για την ομάδα ελέγχου σε σύγκριση με την ομάδα παρέμβασης για την λειτουργική δύναμη ($p<0.01$) Εντός ομάδων : ΟΠ: ελάχιστη βελτίωση στη λειτουργική δύναμη ($p=0.89$) και στατιστικά σημαντική βελτίωση για την αναερόβια ικανότητα ($p=0.01$) ΟΕ: στατιστικά σημαντική βελτίωση για την λειτουργική δύναμη και την αναερόβια ικανότητα ($p<0.01$) Καμία σημαντική στατιστική διαφορά για την ισομετρική δύναμη

Ευκινησία			
Hammond et al 2013	3 συνεδρίες/ 10'	Nintendo Wii Fit VS Jump Ahead	Μεταξύ των ομάδων : Δεν αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα Εντός ομάδων : Βελτιώσεις και στις δύο ομάδες κατά τις περιόδους εφαρμογής του Wii Fit, χωρίς να αναφέρεται στατιστική σημαντικότητα

4. Συζήτηση

4.1. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, από τις 8 έρευνες στις οποίες μελετήθηκε η στατική και δυναμική ισορροπία, οι 2 ήταν υψηλής ποιότητας (Ashkenazi et al 2013; Neto et

al 2019), με μέσο όρο 8/10 βαθμολογία PEDro και οι υπόλοιπες 6 (Ju et al 2018; Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015; Dana et al 2019; Neto et al 2021) ήταν μέτριας ποιότητας, με μέσο όρο 5,1/10 βαθμολογία PEDro. Σε όλες τις έρευνες οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν τουλάχιστον για το 85% των συμμετεχόντων, έγινε στατιστική ανάλυση των μετρήσεων ανάμεσα στις δύο ομάδες ενώ δεν έγινε απόκρυψη της διαδικασίας από τους συμμετέχοντες.

Ο αμφίπλευρος συντονισμός και η ευκινησία αξιολογήθηκαν από τους Hammond et al (2013), σε μια μελέτη μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και βαθμολογία 5/10 στην κλίμακα PEDro. Οι Hammond et al (2013) έκαναν τυχαία κατανομή των συμμετεχόντων σε ομάδες και ολοκλήρωσαν τις μετρήσεις τουλάχιστον το 85% των συμμετεχόντων. Ωστόσο δεν πραγματοποιήθηκε απόκρυψη της διαδικασίας ούτε από τους συμμετέχοντες αλλά ούτε και από τους θεραπευτές και τους εξεταστές των αποτελεσμάτων. Επίσης σύγκριναν στατιστικά τα αποτελέσματα των δύο ομάδων μεταξύ τους.

Ο οπτικο-κινητικός συντονισμός εξετάστηκε από 7 μελέτες, από τις οποίες οι 2 ήταν υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας (Ashkenazi et al 2013; Neto et al 2019) με μέσο όρο 8/10 βαθμολογία PEDro και οι υπόλοιπες 5 ήταν μέτριας ποιότητας (Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015; Neto et al 2021; EbrahimiSani et al 2020) και μέσο όρο 5,6/10.

Η επιδεξιότητα των άνω άκρων μελετήθηκε σε 5 έρευνες, από τις οποίες, οι 2 ήταν υψηλής ποιότητας (Ashkenazi et al 2013; Neto et al 2019) και οι άλλες 3 ήταν μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας (Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013; Straker et al 2015) και μέσο όρο 5,6/10. Όπως προαναφέρθηκε, μόνο οι Ferguson et al (2013) δεν έκαναν τυχαία κατανομή του πληθυσμού σε ομάδες ενώ μόνο οι Neto et al (2019) απέκρυψαν την διαδικασία από τους θεραπευτές και εξεταστές της εξαρτημένης μεταβλητής. Όλες οι έρευνες σύγκριναν τα στατιστικά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο ομάδες και εξέτασαν την επίδραση των παρεμβατικών προγραμμάτων VR με έλεγχο μετρήσεων μεταβλητότητας.

Τέλος, η μυϊκή δύναμη αναφέρεται ως εξαρτημένη μεταβλητή σε δύο έρευνες μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας PEDro (Hammond et al 2013; Ferguson et al 2013) και μέσο όρο 5,5/10 και οι οποίες πραγματοποιήθηκαν την ίδια χρονιά. Οι Hammond et al (2013) έκαναν τυχαία κατανομή των συμμετεχόντων σε ομάδες, ενώ οι Ferguson et al (2013) απέκρυψαν την διαδικασία από τους εξεταστές των αποτελεσμάτων. Ωστόσο και στις δύο μελέτες οι μετρήσεις για την μυϊκή δύναμη ολοκληρώθηκαν τουλάχιστον από το 85% των συμμετεχόντων, έγινε στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και ελέγχου και εξετάστηκε η επίδραση της πειραματικής παρέμβασης με έλεγχο μετρήσεων μεταβλητότητας.

4.2. Η αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων VR στην κινητική απόδοση των παιδιών με ΑΔΚΣ

4.2.1. Στατική και Δυναμική Ισορροπία

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, 5 από τις 8 έρευνες αναφέρουν θετική επίδραση των προγραμμάτων VR στη στατική και δυναμική ισορροπία παιδιών με ΑΔΚΣ (Ashkenazi et al 2013; Neto et al 2019; Ju et al 2018; Dana et al 2019; Neto et al 2021). Συγκεκριμένα, οι Dana et al (2019) και Ju et al (2018) αναφέρουν ότι τα παιδιά που συμμετείχαν σε παρεμβατικά προγράμματα VR διάρκειας 4 εβδομάδων είχαν καλύτερες επιδόσεις στην ισορροπία συγκριτικά με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Σύμφωνα με τους Dana et al (2019) οι καλύτερες επιδόσεις μπορεί να οφείλονται στην βελτίωση της αισθητηριακής ολοκλήρωσης ως αποτέλεσμα των συγκεκριμένων ασκήσεων που εκτελούσαν τα παιδιά με το σύστημα Wii Fit. Οι Ju et al (2018) απέδωσαν τα θετικά αποτελέσματα του προγράμματος iBalance στην προσανατολισμένη στην δραστηριότητα προσέγγιση και τις επαναλαμβανόμενες επιτυχημένες δοκιμές του προγράμματος εξάσκησης, τα οποία διευκολύνουν την κινητική μάθηση (Gordon & Magill 2016). Τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με μία πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση (Zaragas et al 2022) στην οποία αναφέρεται θετική επίδραση των μη εμβυστικών προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας στην ισορροπία και την αδρή κινητικότητα παιδιών με ΑΔΚΣ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Ashkenazi et al (2013), Neto et al (2019) και Neto et al (2021) τα προγράμματα VR δεν υπερτερούσαν των συμβατικών παρεμβάσεων όπως είναι τα προσανατολισμένα στην δραστηριότητα προγράμματα ωστόσο είναι εξ ίσου αποτελεσματικά και μπορεί να βελτιώσουν την στατική και δυναμική ισορροπία των παιδιών με ΑΔΚΣ. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Hammond et al (2013) και Straker et al (2015) οι οποίοι αναφέρουν παρόμοια επίδραση της VR και της συνηθισμένης κινητικής παρέμβασης στην ισορροπία παιδιών με ΑΔΚΣ.

Αντίθετα, οι Ferguson et al (2013) αναφέρουν ότι η νευροκινητική παρέμβαση (NTT) ήταν περισσότερο αποτελεσματική συγκριτικά με το πρόγραμμα Wii Fit στην βελτίωση δραστηριοτήτων ισορροπίας παιδιών με ΑΔΚΣ ηλικίας 9-10 ετών. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι τα παιδιά ήταν περισσότερο εξοικειωμένα με τις δραστηριότητες της νευροκινητικής παρέμβασης, ενώ τα παιχνίδια Wii λόγω της πολυπλοκότητάς τους μπορεί να μείωσαν την ενεργό συμμετοχή τους. Επιπρόσθετα, κατά την διάρκεια εκτέλεσης των διαδραστικών παιχνιδιών, το παιδί περιορίζεται μόνο στην εκτέλεση ελιγμών μετατόπισης βάρους εξασκώντας μόνο την στατική ισορροπία, χωρίς να του δίνεται η δυνατότητα να εξασκηθεί σε δεξιότητες όπως άλματα, ανεβοκατέβασμα σκάλας ή ισορροπία σε ασταθή επιφάνεια (Hammond et al 2013). Ωστόσο, η διαφορετική διάρκεια των

παρεμβάσεων των 6 και 9 εβδομάδων για την παρέμβαση Wii και την νευροκινητική εκπαίδευση αντίστοιχα μπορεί να επηρέασε τα αποτελέσματα (Ferguson et al 2013).

4.2.2. Αμφίπλευρος Συντονισμός

Οι Hammond et al (2013) εξέτασαν την επίδραση του Nintendo Wii Fit και το σχολικό πρόγραμμα Jump Ahead στον αμφίπλευρο συντονισμό παιδιών ηλικίας 7-10 ετών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι και οι δύο παρεμβάσεις έχουν θετικά αποτελέσματα, ωστόσο θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι οι αρχικές τιμές (baseline) ανάμεσα στις ομάδες A και B παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά. Σύμφωνα με τους ερευνητές, ένας από τους περιορισμούς της έρευνας που μπορεί να επηρέασαν τη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, είναι η μεσολάβηση παρατεταμένης περιόδου ανάμεσα στις δύο φάσεις του διασταυρούμενου σχεδιασμού. Επιπλέον, δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν οι δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκονταν τα παιδιά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου εντός και εκτός του σχολικού περιβάλλοντος.

4.2.3. Οπτικο-κινητικός Συντονισμός

Ο οπτικο-κινητικός συντονισμός και ειδικότερα η ικανότητα αντίληψης του οπτικού ερεθίσματος, επεξεργασίας της πληροφορίας και συντονισμού της κινητικής απόκρισης, μελετήθηκε σε 7 έρευνες. Θετική επίδραση στον οπτικο-κινητικό συντονισμό αναφέρονται στις μελέτες των Neto et al (2021) και EbrahimiSani et al (2020). Οι Neto et al (2021) αποδίδουν την θετική επίδραση στο διαδραστικό περιβάλλον του προγράμματος Wii Fit το οποίο συνέβαλε στην κινητική εκμάθηση σε μεγαλύτερο βαθμό από την προσανατολισμένη στην δραστηριότητα παρέμβαση (TST). Ομοίως, οι EbrahimiSani et al (2020), με την χρήση προγράμματος παρέμβασης Xbox Kinect με παιχνίδια που εστίαζαν στις δεξιότητες χειρισμού μπάλας και αντικειμένων, βρήκαν σημαντική βελτίωση του οπτικο-κινητικού συντονισμού. Η VR επέφερε καλύτερο διαδοχικό χρόνο επίτευξης στόχου από την ομάδα ελέγχου, καθώς σύμφωνα με τους ερευνητές επιτρέπει στο παιδί να ακολουθεί και να προβλέπει την κίνηση του στόχου πιο ομαλά, επομένως το βοηθάει να προετοιμάσει την κινητική του απόκριση. Τα προγράμματα VR προσδίδουν οπτική ανατροφοδότηση μέσω των εικόνων που εμφανίζονται στο παιχνίδι και το παιδί είναι ικανό να αναγνωρίζει ποιος είναι ο στόχος του και αν έχει επιτευχθεί. Αυτή η ανατροφοδότηση μπορεί να αποτελέσει κίνητρο και να βοηθήσει στην επιτυχή πραγματοποίηση της δεξιότητας, συμβάλλοντας συνολικά στην κινητική εκμάθηση (Gordon & Magill 2016). Δύο έρευνες (Neto et al 2019 & Ferguson et al 2013) συνέκριναν το Nintendo Wii Fit με παρεμβάσεις που περιλάμβαναν δραστηριότητες στο φυσικό περιβάλλον (TST και NTT αντίστοιχα) χωρίς να αναφέρουν σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες

παρέμβασης και ελέγχου. Ωστόσο, οι ομάδες ελέγχου παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση στην συνιστώσα στόχευση και σύλληψη, το οποίο αποδίδεται από τους ερευνητές στο γεγονός ότι τα παιδιά με ΑΔΚΣ μπορούν να συνδυάσουν πιο αποτελεσματικά την κίνηση με τις οπτικο-αισθητηριακές πληροφορίες στο φυσικό περιβάλλον. Επίσης, οι Ferguson et al (2013) σημειώνουν πως δεν ερευνήθηκαν επαρκώς διεργασίες ελέγχου κίνησης όπως η προσοχή, η πρόβλεψη και η παραμετροποίηση που απαιτούνται σε αυτές τις δοκιμασίες. Επιπρόσθετα, τα παιδιά με ΑΔΚΣ μπορεί να χρειάζονται ατομικές και πιο εντατικές συνεδρίες θεραπείας για την βελτίωση του οπτικο-κινητικού συντονισμού. Ομοίως, στις έρευνες των Hammond et al (2013), Ashkenazi et al (2013) και Straker et al (2015), δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Το μικρό δείγμα και η ετερογένεια των προγραμμάτων παρέμβασης σχετικά με την διάρκεια και την συχνότητα αυτών, δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων (Carson et al 2021). Επιπλέον, φαίνεται πως τα προγράμματα VR που χρησιμοποιήθηκαν δεν είναι ικανά να μιμηθούν επαρκώς τις δεξιότητες λεπτής κινητικότητας και χειρισμού μπάλας (Neto et al 2019).

4.2.4. Επιδεξιότητα χεριών

Σε πέντε έρευνες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης αξιολογήθηκε η επιδεξιότητα χεριών (Neto et al 2019; Hammond et al 2013; Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015; Ferguson et al 2013). Στις τέσσερις έρευνες από αυτές (Neto et al 2019; Hammond et al 2013; Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015) διαπιστώθηκε ότι τα προγράμματα παρέμβασης με εικονική πραγματικότητα δεν είχαν σημαντική επίδραση στις δραστηριότητες σύλληψης και χειρισμού αντικειμένων (Temporiti et al 2023). Συγκεκριμένα, στις έρευνες των Neto et al (2019) και Hammond et al (2013) όπου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Nintendo Wii δεν βρέθηκε μεγαλύτερη επίδραση συγκριτικά με τις παρεμβάσεις TST και Jump Ahead αντίστοιχα. Παρόλο που το χειριστήριο Wii Mote παρέχει ακρίβεια κίνησης και υπάρχει πληθώρα παιχνιδιών μέσω των οποίων εξασκείται ο χειρισμός αντικειμένων, δεν έγινε αισθητή η επίδραση των παιχνιδιών στα παιδιά με ΑΔΚΣ όσον αφορά τις δεξιότητες λεπτής κινητικότητας. Επιπλέον, σύμφωνα με τους μελετητές, τα παιχνίδια και οι δραστηριότητες που συμπεριλήφθηκαν στα προγράμματα παρέμβασης και ελέγχου ωφέλησαν περισσότερο την αδρή κινητικότητα και τις δεξιότητες ισορροπίας. Παρόμοια οι Ashkenazi et al (2013) και Straker et al (2015), οι οποίοι χρησιμοποίησαν κονσόλα Playstation σε συνδυασμό με συστήματα καταγραφής κίνησης EyeToy και Xbox Kinect 360 αντίστοιχα δεν βρήκαν σημαντική επίδραση της VR στην επιδεξιότητα χεριών των συμμετεχόντων. Τα αποτελέσματα μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν τα προγράμματα στο σπίτι με ή χωρίς την επίβλεψη γονέα. Είναι σημαντικό, πριν από την έναρξη της

παρέμβασης να δοθούν σωστές οδηγίες εκτέλεσης των δραστηριοτήτων από ειδικούς που γνωρίζουν τον τρόπο λειτουργίας και χειρισμό των συστημάτων. Επιπρόσθετα, εφόσον δεν υπήρχε επίβλεψη, τα παιδιά είχαν την ελευθερία να επιλέξουν παιχνίδια της αρεσκείας τους, χωρίς να υπάρχει προοδευτική δυσκολία. Στην έρευνα των Ferguson et al (2013), οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μόνο το πρόγραμμα NTT της ομάδας ελέγχου είχε θετική επίδραση στην επιδεξιότητα χεριών. Το εύρημα αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί από το γεγονός ότι το πρόγραμμα παρέμβασης για την ομάδα ελέγχου διήρκησε 3 μήνες περισσότερο από το πρόγραμμα VR και η διάρκεια της συνεδρίας ήταν μεγαλύτερη. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων έπαιζαν για πρώτη φορά Wii Fit, επομένως μεσολάβησε κάποιο χρονικό διάστημα για την εξοικείωσή τους με τα παιχνίδια με εκπαιδευτικές συνεδρίες. Επίσης, λόγω του πλήθους των παιχνιδιών (13 αδής και 5 λεπτής κινητικότητας) και της περιορισμένης διάρκειας της συνεδρίας, δεν δίνονταν η δυνατότητα στα παιδιά να εξασκήσουν επαρκώς τις κινητικές δεξιότητες. Η επιδεξιότητα χεριών αποτελεί ισχυρό προγνωστικό παράγοντα της λειτουργικής ανεξαρτησίας σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Flunn et al 2007), ωστόσο φαίνεται πως τα προγράμματα με την χρήση εικονικής πραγματικότητας δεν μπορούν να βελτιώσουν λειτουργικά την λεπτή κινητικότητα. Επιπλέον, συστήνεται να έχει προηγηθεί εκπαίδευση σχετικά με την χρήση των χειριστηρίων και τους κανόνες των παιχνιδιών, να υπάρχει επίβλεψη και ενθάρρυνση από το ερευνητικό προσωπικό αλλά και να εφαρμόζονται μεγαλύτερης δυσκολίας επίπεδα έτσι ώστε να προκαλούν το ενδιαφέρον των παιδιών (Howie et al 2017).

4.2.5. Μυϊκή Δύναμη

Σύμφωνα με τους Hammond et al (2013) και Ferguson et al (2013), το πρόγραμμα Wii Fit δεν είχε θετική επίδραση στην μυϊκή δύναμη παιδιών με ΑΔΚΣ. Συγκεκριμένα, οι Hammond et al (2013) δεν παρατήρησαν σημαντικές βελτιώσεις μεταξύ των ομάδων στην μυϊκή δύναμη των συμμετεχόντων όπως αυτή αξιολογήθηκε με το BOT-2. Τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι η έρευνα ήταν πιλοτική με μικρό αριθμό συμμετεχόντων και η διάρκεια των 4 εβδομάδων δεν επαρκούσε για την ανάπτυξη της δύναμης. Οι Ferguson et al (2013) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά που έλαβαν την παρέμβαση NTT, παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις στα αποτελέσματα της λειτουργικής δύναμης σε σύγκριση με τα παιδιά της ομάδας Wii. Η αύξηση της λειτουργικής δύναμης μπορεί να οφείλεται στην βελτίωση και των υπόλοιπων δεξιοτήτων κινητικού συντονισμού και των αλλαγών στις μυϊκές λειτουργίες με την βοήθεια του προγράμματος NTT. Η εξάσκηση με Wii δεν συνέβαλε στην αύξηση της δύναμης εκτός από τη δοκιμασία της “ανύψωσης ενός κουτιού” του MABC-2, η οποία προϋποθέτει και μεταφορά του κέντρου μάζας σώματος. Αντίθετα, δεν

βρέθηκαν διαφορές στις μετρήσεις ισομετρικής δύναμης ανάμεσα στις δύο ομάδες μετά από αξιολόγηση με το δυναμόμετρο χειρός, καθώς καμία από τις δύο παρεμβάσεις (NTT και Wii) δεν επικεντρώθηκε ειδικά σε ασκήσεις αντίστασης. Σε μία συστηματική ανασκόπηση των Montoro-Cárdenas et al (2022) αναφέρεται ότι η παρέμβαση με Nintendo Wii μπορεί να είναι αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική θεραπεία με τη συμβατική σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Η αδρή επιδεξιότητα χειρός και δύναμη λαβής και στα δύο χέρια, ακολουθούμενες από τη λεπτή επιδεξιότητα των δακτύλων, είναι οι ισχυρότεροι προγνωστικοί παράγοντες της δεξιότητας χειρισμού, ενώ η απτική αντίληψη πίεσης και η ιδιοδεκτικότητα παρουσιάζουν τη χαμηλότερη συσχέτιση με την χειρωνακτική ικανότητα (Arnould 2006). Επομένως, η μυϊκή δύναμη μπορεί να βελτιωθεί σε συνδυασμό με κάποιο συμβατικό πρόγραμμα θεραπείας, το οποίο συνδυάζει και την επιδεξιότητα χεριών αλλά και την λεπτή κινητικότητα των δακτύλων. Τέλος, τα παιχνίδια Wii Fit δεν περιλαμβάνουν εξάσκηση μυϊκής δύναμης, ωστόσο δραστηριότητες όπως καθίσματα ή άλματα μπορούν να συμβάλλουν στην λειτουργική ενδυνάμωση των παιδιών (Montoro-Cárdenas et al 2022).

4.2.6. Ευκινησία

Η μέτρηση της ευκινησίας πραγματοποιήθηκε από τους Hammond et al. (2013), μέσω του BOT-2, όπου σημειώθηκε βελτίωση και στις δύο ομάδες μετά την παρέμβαση με Wii Fit. Η ευκινησία προϋποθέτει ότι το παιδί δεν βρίσκεται στάσιμο σε ένα σημείο και μπορεί να μετακινηθεί στο χώρο, έτσι ώστε να αλλάζει την κατεύθυνση του σώματός του με ταχύτητα και ακρίβεια. Ωστόσο, στην έρευνα των Hammond et al (2013), τα παιδιά με ΑΔΚΣ κλήθηκαν να διαλέξουν ανάμεσα σε εννιά παιχνίδια του προγράμματος Wii Fit τα οποία εστίαζαν στην ισορροπία και τον συντονισμό. Επιπλέον, το συγκεκριμένο πρόγραμμα VR δεν επιτρέπει στον χρήστη να πραγματοποιεί αλλαγές κατεύθυνσης του σώματός του, παρά μόνο να βαδίζει και να χοροπηδάει επιτόπου. Το μόνο που επιτρέπεται είναι να αλλάξει την κατεύθυνση του Avatar μέσω των συσκευών εισόδου και της πλατφόρμας ισορροπίας, βασιζόμενος στις κινήσεις των άκρων και την μετατόπιση του βάρους του. Βέβαια, όσο εξελίσσεται η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας, κατασκευάζονται καινούργιες πλατφόρμες 360° στις οποίες ο χρήστης θα μπορεί να βαδίζει ή να τρέχει παραμένοντας σταθερός σε ένα σημείο, χωρίς να μετακινείται σε άλλο μέρος του χώρου (Omnidirectional walking platform). Ωστόσο, προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση τέτοιων προγραμμάτων στην ευκινησία παιδιών με ΑΔΚΣ, θα πρέπει πρώτα να διερευνηθεί ο βαθμός εμφάνισης κυβερνο-ναυτίας από τη χρήση τους, καθώς και να σχεδιαστούν ειδικές πλατφόρμες που να είναι ασφαλείς για παιδιά με νευρολογικές ή άλλες διαταραχές (Soon et al. 2023).

4.2.7. Ερωτηματολόγια κινητικής απόδοσης

Μετά την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων DCDQ σε δύο έρευνες (Ashkenazi et al 2013; Straker et al 2015), οι γονείς ανέφεραν βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων των παιδιών και μικρότερο αντίκτυπο των προβλημάτων κινητικής απόδοσης στην καθημερινή τους ζωή. Σύμφωνα με τους Straker et al (2015) τα παιδιά μπορεί να αντιλαμβάνονται τις κινητικές επιδόσεις τους σημαντικά βελτιωμένες, χωρίς ωστόσο αυτό να αποτυπώνεται στις εργαστηριακές και κλινικές μετρήσεις. Παρόμοια, στην έρευνα των Hammond et al (2015), τα παιδιά συμπληρώνοντας το CSQ, δήλωσαν ότι βελτιώθηκε σε μεγάλο βαθμό η αντίληψη και η ικανοποίησή τους για τις κινητικές τους δεξιότητες. Η χρήση του εργαλείου DCDQ είναι σημαντική καθώς οι κινητικές δυσκολίες των παιδιών γίνονται αντιληπτές αρχικά από τους γονείς και συνήθως οι ίδιοι είναι που θα αναφέρουν το πρόβλημα και θα γίνει η διάγνωση της διαταραχής (Neto et al 2018). Επομένως, είναι σκόπιμο οι γονείς να ερωτώνται για τις κινητικές επιδόσεις του παιδιού τους, έτσι ώστε να γίνεται πρόωρα η διάγνωση και η ένταξή τους σε πρόγραμμα αποκατάστασης.

4.3. Περιορισμοί της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης

Κατά την εκπόνηση της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης εντοπίστηκαν κάποιοι περιορισμοί οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν τα αποτελέσματα. Αρχικά, κατά τη διαδικασία διαλογής των ερευνών με βάση τα κριτήρια αποκλεισμού, απορρίφθηκαν μελέτες σε άλλη γλώσσα εκτός της αγγλικής και δεν συμπεριλήφθηκαν μελέτες στις οποίες δεν υπήρχε ελεύθερη πρόσβαση. Επιπρόσθετα, ο μικρός αριθμός μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση και ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων στις μελέτες δεν επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων. Τέλος, υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις αναφορικά με την διάρκεια και το είδος των παρεμβατικών προγραμμάτων με εικονική πραγματικότητα, με συνέπεια να μην είναι δυνατό να προταθεί κάποιο επίσημο πρωτόκολλο παρέμβασης με την χρήση εικονικής πραγματικότητας για τα παιδιά με ΑΔΚΣ.

5. Συμπεράσματα

Τα προγράμματα με εικονική πραγματικότητα αποτελούν μια σύγχρονη θεραπευτική προσέγγιση τα οποία εφαρμόζονται σε συνδυασμό με τις συμβατικές μεθόδους θεραπείας. Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης ήταν να εξεταστεί η επίδραση των προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση των παιδιών με ΑΔΚΣ. Συμπεριλήφθηκαν εννέα έρευνες των οποίων η μεθοδολογική ποιότητα ήταν από μέτρια έως υψηλή. Ειδικότερα, θετική επίδραση αναφέρεται στις δεξιότητες στατικής και δυναμικής

ισορροπίας, ωστόσο υπήρχε παρόμοια επίδραση των παρεμβάσεων εκπαίδευσης δεξιοτήτων στο φυσικό περιβάλλον. Επίσης, υπήρξε θετική επίδραση στον οπτικο-κινητικό συντονισμό και στην αντίληψη της κινητικής απόδοσης των παιδιών με ΑΔΚΣ, ενώ για την επιδεξιότητα χεριών, την μυϊκή δύναμη, τον αμφίπλευρο συντονισμό και την ευκινησία βρέθηκαν αντιφατικά αποτελέσματα. Λόγω του περιορισμένου αριθμού ερευνών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν. Επιπλέον, το μέγεθος του δείγματος, η μορφή διάγνωσης της ΑΔΚΣ, το πλαίσιο στο οποίο πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση (σπίτι, σχολείο), καθώς και η επίβλεψη των συμμετεχόντων κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, αποτελούν παράγοντες που μπορεί να διαφοροποιήσουν τα αποτελέσματα. Επομένως, είναι σκόπιμο να διεξαχθούν περισσότερες τυχαιοποιημένες μελέτες μεγαλύτερης μεθοδολογικής ποιότητας, οι οποίες θα έχουν μεγαλύτερο δείγμα συμμετεχόντων, μεγαλύτερη ομοιογένεια δείγματος αναφορικά με την διάγνωση, μεγαλύτερη διάρκεια καθώς και πρόγραμμα παρέμβασης σε συνδυασμό με συμβατική θεραπεία, έτσι ώστε να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα και να μελετηθεί μακροπρόθεσμα η επίδραση των προγραμμάτων VR στην κινητική απόδοση των παιδιών με ΑΔΚΣ. Τέλος, τα προγράμματα εικονικής πραγματικότητας θα πρέπει να σχεδιάζονται από θεραπευτές που έχουν κλινική εμπειρία και να επιλέγονται τα παιχνίδια με βάση τις δεξιότητες που αναμένεται να βελτιωθούν.

6. Βιβλιογραφία

1. Aertssen, W. F. M., Steenbergen, B., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2018). The validity and reliability of the Functional Strength Measurement (FSM) in children with intellectual disabilities. *Journal of intellectual disability research* [online]: *JIDR*, 62(8), 719–729. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
2. Africa, E. K. and van Deventer, K. J. (2016) ‘A motor-skills programme to enhance visual motor integration of selected pre-school learners’, *Early Child Development and Care*, [online], 187(12), 1960–1970. Διαθέσιμο από: www.tandfonline.com/ [Πρόσβαση 22 Αυγούστου 2024]
3. Afridi, A., Malik, A. N., Tariq, H., & Rathore, F. A. (2022). The emerging role of virtual reality training in rehabilitation. *JPM. The Journal of the Pakistan Medical Association*, [online], 72(1), 188–191. Διαθέσιμο από www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov [Πρόσβαση 20 Απριλίου 2024]
4. Ali, R. R., Selim, A. O., Abdel Ghafar, M. A., Abdelraouf, O. R., & Ali, O. I. (2022). Virtual reality as a pain distractor during physical rehabilitation in pediatric burns. *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries*, [online] 48(2), 303–308. Διαθέσιμο από <https://www.sciencedirect.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
5. American Psychiatric Association (2015). Διαγνωστικά κριτήρια από DSM-5 , Μετάφραση στα ελληνικά Γκοτζαμάνης Κώστας, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
6. American Psychiatric Association (2000). *DSM-IV TR diagnostic and statistical manual of mental disorders*. Washington (DC) [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
7. American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th edition*. Arlington (VA) [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
8. Arnoni, J. L. B., Kleiner, A. F. R., Lima, C. R. G., de Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2021). Nonimmersive Virtual Reality as Complementary Rehabilitation on Functional Mobility and Gait in Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Games for Health Journal*, [online] 10(4), 254–263. Διαθέσιμο από www.liebertpub.com [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
9. Arnould C. (2006) *Hand functioning in children with cerebral palsy*. Louvain la Neuve, CIACO, [online], Διαθέσιμο από http://www.abilhand.org/download/ABILHAND_thesis_ [Πρόσβαση στις 2 Σεπτεμβρίου 2024]
10. Barnhart, R. C., Davenport, M. J., Epps, S. B., & Nordquist, V. M. (2003). Developmental coordination disorder. *Physical therapy*, [online] 83(8), 722–731. Διαθέσιμο από www.academic.oup.com [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
11. Barros, W. M. A., da Silva, K. G., Silva, R. K. P., Souza, A. P. D. S., da Silva, A. B. J., Silva, M. R. M., Fernandes, M. S. S., de Souza, S. L., & Souza, V. O. N. (2022). Effects of Overweight/Obesity on Motor Performance in Children: A Systematic Review. *Frontiers in*

- endocrinology, [online], 12, 759165. Διαθέσιμο από www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]
12. Blank, R., Barnett, A. L., Cairney, J., Green, D., Kirby, A., Polatajko, H., Rosenblum, S., Smits-Engelsman, B., Sugden, D., Wilson, P., & Vinçon, S. (2019). International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 61(3), 242–285. Διαθέσιμο από www.onlinelibrary.wiley.com [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
 13. Boas, Y.A. (2012). Overview of Virtual Reality Technologies. [online] Διαθέσιμο από <https://www.semanticscholar.org> [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
 14. Bos, A. F., Van Braeckel, K. N., Hitzert, M. M., Tanis, J. C., & Roze, E. (2013). Development of fine motor skills in preterm infants. *Developmental medicine and child neurology*, 55 Suppl 4, 1–4 [online] Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
 15. Brown, T., & Lator, A. (2009). The Movement Assessment Battery for Children--Second Edition (MABC-2): a review and critique. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, [online] 29(1), p.86–103. Διαθέσιμο από www.tandfonline.com [Πρόσβαση 5 Απριλίου 2024]
 16. Bruininks, R. H., & Bruininks, B. D. (2005). Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2), American Psychological Association [online] Διαθέσιμο από www.psycnet.apa.org [Πρόσβαση 15 Απριλίου 2024]
 17. Buhl, H., Winter, R. (2009) Full Virtualization – BISE’s Contribution to a Vision. *Bus. Inf. Syst. Eng.* [online] 1, 133–136. Διαθέσιμο από <https://link.springer.com> [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
 18. Cairney, J., King-Dowling, S. (2016). Developmental Coordination Disorder. In: Matson, J. (eds) *Comorbid Conditions Among Children with Autism Spectrum Disorders*. Autism and Child Psychopathology Series. Springer International Publishing, Διαθέσιμο από <https://link.springer.com> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
 19. Calero-Morales, S., Vinuesa-Burgos, G. D. C., Yance-Carvajal, C. L., & Paguay-Balladares, W. J. (2023). Gross Motor Development in Preschoolers through Conductivist and Constructivist Physical Recreational Activities: Comparative Research. *Sports* (Basel, Switzerland), [online] 11(3), 61. Διαθέσιμο από www.mdpi.com [Πρόσβαση 12 Απριλίου 2024]
 20. Campbell WN, Missiuna C, Vaillancourt T. (2012) Peer victimization and depression in children with and without motor coordination difficulties. *Psychol Schs.* [online] 49(4), 328–341. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com/> [Πρόσβαση 12 Απριλίου 2024]
 21. Cancer, A., Minoliti, R., Crepaldi, M., & Antonietti, A. (2020). Identifying Developmental Motor Difficulties: A Review of Tests to Assess Motor Coordination in Children. *Journal of*

- functional morphology and kinesiology, [online] 5(1), 16. Διαθέσιμο από www.mdpi.com [Πρόσβαση 28 Απριλίου 2024]
22. Cano Porrás, D., Siemonsma, P., Inzelberg, R., Zeilig, G., & Plotnik, M. (2018). Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. *Neurology*, [online] 90(22), 1017–1025. Διαθέσιμο από www.neurology.org [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
23. Carsone, B., Green, K., Torrence, W., & Henry, B. (2021). Systematic Review of Visual Motor Integration in Children with Developmental Disabilities. *Occupational therapy international*, [online], 1801196. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1155/2021/1801196> [Πρόσβαση στις 20 Αυγούστου 2024]
24. Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, [online], 66(1), 59. [Πρόσβαση 9 Ιουνίου 2024]
25. Cavalcante Neto, J. L., de Oliveira, C. C., Greco, A. L., Zamunér, A. R., Moreira, R. C., & Tudella, E. (2019). Is virtual reality effective in improving the motor performance of children with developmental coordination disorder? A systematic review. *European Journal of physical and rehabilitation medicine*, [online] 55(2), 291–300. Διαθέσιμο από www.minervamedica.it [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
26. Chalmers A., Zányi E. (2009) Real Virtuality: emerging technology for virtually recreating reality. Becta, International Digital Laboratory, WMG University of Warwick [online] Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
27. Cheng, Y. T. Y., Wong, T. K. S., Tsang, W. W. N., Schooling, C. M., Fong, S. S. M., Fong, D. Y. T., Gao, Y., & Chung, J. W. Y. (2019). Neuromuscular training for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Medicine*, [online] 98(45), e17946. Διαθέσιμο από <https://journals.lww.com/> [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
28. Choi, J. Y., Yi, S. H., Ao, L., Tang, X., Xu, X., Shim, D., Yoo, B., Park, E. S., & Rha, D. W. (2021). Virtual reality rehabilitation in children with brain injury: a randomized controlled trial. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 63(4), 480–487. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
29. Choi, Y. H., & Paik, N. J. (2018). Mobile Game-based Virtual Reality Program for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. *Journal of visualized experiments: JoVE*, [online] (133), 56241. Διαθέσιμο από <https://app.jove.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
30. Clements, S. D., & Peters, J. E. (1962). Minimal brain dysfunctions in the school-age child. Diagnosis and treatment. *Archives of general psychiatry*, [online] 6, 185–197. Διαθέσιμο από www.jamanetwork.com [Πρόσβαση 6 Απριλίου 2024]
31. Cruz-Neira, C.; Sandin, D.; Defant, T.A.; Kenyon, R.C.; Hart, J.C. (1992) The cave-audio visual experience virtual environment. *Commun. ACM*. [online] 35, 65–72. Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]

32. Cuesta-Gómez, A., Sánchez-Herrera-Baeza, P., Oña-Simbaña, E. D., Martínez-Medina, A., Ortiz-Comino, C., Balaguer-Bernaldo-de-Quirós, C., Jardón-Huete, A., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2020). Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation in patients with multiple sclerosis: randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, [online] 17(1), 90. Διαθέσιμο από: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
33. Davis, N. M., Ford, G. W., Anderson, P. J., Doyle, L. W., & Victorian Infant Collaborative Study Group (2007). Developmental coordination disorder at 8 years of age in a regional cohort of extremely low-birthweight or very preterm infants. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 49(5), 325–330. Διαθέσιμο από www.onlinelibrary.wiley.com [Πρόσβαση στις 4 Ιουνίου 2024]
34. Deitz, J. C., Kartin, D., & Kopp, K. (2007). Review of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). *Physical & occupational therapy in pediatrics*, [online] 27(4), 87–102. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> [Πρόσβαση στις 22 Αυγούστου 2024]
35. Del Din, S., Galna, B., Lord, S., Nieuwboer, A., Bekkers, E. M. J., Pelosin, E., Avanzino, L., Bloem, B. R., Olde Rikkert, M. G. M., Nieuwhof, F., Cereatti, A., Della Croce, U., Mirelman, A., Hausdorff, J. M., & Rochester, L. (2020). Falls Risk in Relation to Activity Exposure in High-Risk Older Adults. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, [online] 75(6), 1198–1205. Διαθέσιμο από <https://academic.oup.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
36. Dewey, D., & Wilson, B. N. (2001). Developmental coordination disorder: what is it?. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, [online] 20(2-3), 5–27. Διαθέσιμο από www.tandfonline.com [Πρόσβαση 5 Απριλίου 2024]
37. Fast-Berglund, Åsa, Liang Gong, and Dan Li. (2018) Testing and validating Extended Reality (XR) technologies in manufacturing. *Procedia Manufacturing* [online] 25, 31-38 Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
38. Feng, H., Li, C., Liu, J., Wang, L., Ma, J., Li, G., Gan, L., Shang, X., & Wu, Z. (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and clinical research*, [online] 25, 4186–4192. Διαθέσιμο από <https://medscimonit.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
39. Flash, T., & Hogan, N. (1985). The coordination of arm movements: an experimentally confirmed mathematical model. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 5(7), 1688–1703. Διαθέσιμο από www.jneurosci.org [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]

40. Fliers, E., Vermeulen, S., Rijdsdijk, F., Altink, M., Buschgens, C., Rommelse, N., Faraone, S., Sergeant, J., Buitelaar, J., & Franke, B. (2009). ADHD and poor motor performance from a family genetic perspective. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, [online] 48(1), 25–34. Διαθέσιμο από www.jaacap.org [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
41. Flunn NA, Trombly-Latham CA, Podolski CR. Assessing abilities and capacities: Range of motion, strength and endurance. Radomski MV, Trombly-Latham CA (eds). *Occupational therapy for physical dysfunction*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, [online], 2007, 91-186. [Πρόσβαση στις 21 Αυγούστου 2024]
42. Folio MR, Fewell RR. (2000). *Peabody Developmental Motor Scales - Second Edition (PDMS-2)* [online] Διαθέσιμο από www.pearsonclinical.com
43. Fong, S. S. M., Chung, L. M. Y., Schooling, C. M., Lau, E. H. Y., Wong, J. Y. H., Bae, Y. H., & Chung, J. W. Y. (2022). Tai chi-muscle power training for children with developmental coordination disorder: a randomized controlled trial. *Scientific reports*, [online], 12(1), 22078. Διαθέσιμο από www.nature.com [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
44. Fong, S. S. M., Guo, X., Cheng, Y. T. Y., Liu, K. P. Y., Tsang, W. W. N., Yam, T. T. T., Chung, L. M. Y., & Macfarlane, D. J. (2016). A Novel Balance Training Program for Children with Developmental Coordination Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, [online] 95(16), e3492. Διαθέσιμο από <https://journals.lww.com/> [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
45. Gómez Álvarez, N., Venegas Mortecinos, A., Zapata Rodríguez, V., López Fontanilla, M., Maudier Vásquez, M., Pavez-Adasme, G., & Hemández-Mosqueira, C. (2018). Effect of an intervention based on virtual reality on motor development and postural control in children with Down Syndrome. *Revista chilena de pediatria*, [online] 89(6), 747–752. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
46. Gordon, A.M. and Magill, R., 2016. Motor learning: application of principles to pediatric rehabilitation. *Campbell's Physical Therapy for Children Expert Consult-E-Book*, [online], 78, 78-98. [Πρόσβαση στις 17 Σεπτεμβρίου 2024]
47. Hadders-Algra M. (2001). Early brain damage and the development of motor behavior in children: clues for therapeutic intervention. *Neural plasticity*, [online] 8(1-2), 31–49. Διαθέσιμο από www.hindawi.com [Πρόσβαση 6 Απριλίου 2024]
48. Hadders-Algra M. (2002). Two distinct forms of minor neurological dysfunction: perspectives emerging from a review of data of the Groningen Perinatal Project. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 44(8), 561–571. Διαθέσιμο από www.onlinelibrary.wiley.com [Πρόσβαση 6 Απριλίου 2024]
49. Harris, S. R., Mickelson, E. C. R., & Zwicker, J. G. (2015). Diagnosis and management of developmental coordination disorder. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal*

- de l'Association medicale canadienne, [online], 187(9), 659–665. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1503/cmaj.140994> [Πρόσβαση στις 6 Απριλίου 2024]
50. Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). Movement Assessment Battery for Children-2 (2nd ed.). The Psychological Corporation. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1037/t55281-000> [Πρόσβαση στις 7 Απριλίου 2024]
51. Henning, D. A., Edwards, E. M., Ansara, M., & Fritz, N. E. (2021). Validating the walking while talking test to measure motor, cognitive, and dual-task performance in ambulatory individuals with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*, [online], 54, 103123. Διαθέσιμο από: <https://www.msard-journal.com/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
52. Hillier, S., McIntyre, A., & Plummer, L. (2010). Aquatic physical therapy for children with developmental coordination disorder: a pilot randomized controlled trial. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, [online], 30(2), 111–124. Διαθέσιμο από www.tandfonline.com [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
53. Houwen, S.; Kamphorst, E.; van der Veer, G. (2019). Cantell, M. Identifying Patterns of Motor Performance, Executive Functioning, and Verbal Ability in Preschool Children: A latent Profile Analysis. *Res. Dev. Disabil.* [online], 84, 3–15. Διαθέσιμο από pubmed.ncbi.nlm.nih.gov [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]
54. Huron C. (2020). Trouble développemental de la coordination [Developmental coordination disorder]. *La Revue du praticien*, [online], 70(6), 683–686. Διαθέσιμο από: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27869410/> [Πρόσβαση στις 5 Απριλίου 2024]
55. Iversen, S., Berg, K., Ellertsen, B., & Tønnessen, F. E. (2005). Motor coordination difficulties in a municipality group and in a clinical sample of poor readers. *Dyslexia* (Chichester, England), [online] 11(3), 217–231. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com/> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
56. Izadi-Najafabadi, S., Gunton, C., Dureno, Z., & Zwicker, J. G. (2022). Effectiveness of Cognitive Orientation to Occupational Performance intervention in improving motor skills of children with developmental coordination disorder: A randomized waitlist-control trial. *Clinical rehabilitation*, [online] 36(6), 776–788. Διαθέσιμο από <https://journals.sagepub.com> [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
57. Izadi-Najafabadi, S., Rinat, S., & Zwicker, J. G. (2022). Brain functional connectivity in children with developmental coordination disorder following rehabilitation intervention. *Pediatric research*, [online] 91(6), 1459–1468. Διαθέσιμο από www.nature.com [Πρόσβαση 12 Απριλίου 2024]
58. J. M. Sheppard & W. B. Young (2006): Agility literature review: Classifications, training and testing, *Journal of Sports Sciences*, [online] 24:9, 919-932 Διαθέσιμο από doi: 10.1080/02640410500457109 [Πρόσβαση 22 Αυγούστου 2024]

59. Kalawsky, R.S. (1996) Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues [online] Διαθέσιμο από www.agocg.ac.uk [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
60. Kanyılmaz, T., Topuz, O., Ardiç, F. N., Alkan, H., Öztekin, S. N. S., Topuz, B., & Ardiç, F. (2022). Effectiveness of conventional versus virtual reality-based vestibular rehabilitation exercises in elderly patients with dizziness: a randomized controlled study with 6-month follow-up. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, [online] 88(3), S41–S49. Διαθέσιμο από www.sciencedirect.com [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
61. Karimi H, Aliabadi F, Hosseini Jam M, Afsharkhas L. (2016). Evaluation of motor skills in high-risk infants based on Peabody Developmental Motor Scales (PDMS-2). *International Journal of Children and Adolescents*, [online], 2(1), 4-7. Διαθέσιμο από www.ijca.iuims.ac.ir [Πρόσβαση στις 4 Ιουνίου 2024]
62. Karimi M. T., Solomonidis S. The relationship between parameters of static and dynamic stability tests. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2011;16(4):530–535. Διαθέσιμο από : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22091270/> [Πρόσβαση στις 19 Σεπτεμβρίου 2024]
63. Kirby, A., Williams, N., Thomas, M., & Hill, E. L. (2013). Self-reported mood, general health, wellbeing and employment status in adults with suspected DCD. *Research in developmental disabilities*, [online], 34(4), 1357–1364. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.003> [Πρόσβαση στις 5 Απριλίου 2024]
64. Kordi, H., Sohrabi, M., Saberi Kakhki, A., & Attarzadeh Hossini, S. R. (2016). The effect of strength training based on process approach intervention on balance of children with developmental coordination disorder. Efecto del entrenamiento de la fuerza por procesos sobre el equilibrio de los niños con trastorno del desarrollo de la coordinación. *Archivos argentinos de pediatria*, [online], 114(6), 526–533. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27869410/> [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
65. Kraft, K. A., Weisberg, J., Finch, M. D., Nickel, A., Griffin, K. H., & Barnes, T. L. (2019). Hippotherapy in Rehabilitation Care for Children with Neurological Impairments and Developmental Delays: A Case Series. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, [online] 31(1), E14–E21. Διαθέσιμο από <https://journals.lww.com/> [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
66. Lan Le-Ngoc and Jessica Janssen, Validity and Reliability of a Hand-Held Dynamometer for Dynamic Muscle Strength Assessment, Διαθέσιμο από: <https://www.researchgate.net/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
67. Iavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., Orús, C. (2019) The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *J. Bus. Res.* [online] 100, 547–560 Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]

68. Le-Ngoc, L. and Janssen, J., 2012. Validity and reliability of a hand-held dynamometer for dynamic muscle strength assessment. *Rehabil Med*, 4, 53-66. Διαθέσιμο από: www.researchgate.net [Πρόσβαση στις 4 Ιουνίου 2024]
69. Leyvand T., Meekhof C., Yi-Chen Wei W.; Jian Sun; Baining Guo, (2011) *Kinect Identity: Technology and Experience*, *Computer*, [online] 44(4), 94-96 Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
70. Lino, F., Arcangeli, V., & Chieffo, D. P. R. (2021). The virtual challenge: Virtual reality tools for intervention in children with developmental coordination disorder. *Children*, [online] 8(4), 270. Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 29 Απριλίου 2024]
71. Litleskare S, Calogiuri G. (2023) Seasonal Variations in the Effectiveness of Immersive Virtual Nature. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*. 2 [online] 16(1):219-232. Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
72. Lust, J. M., Steenbergen, B., Diepstraten, J. A. E. M., Wilson, P. H., Schoemaker, M. M., & Poelma, M. J. (2022). The subtypes of developmental coordination disorder. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 64(11), 1366–1374. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com/> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
73. Mandal S. (2013) Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, [online] 4(4), 304-309 Διαθέσιμο από www.semanticscholar.org [Πρόσβαση 20 Απριλίου 2024]
74. Martin, N. C., Piek, J. P., & Hay, D. (2006). DCD and ADHD: a genetic study of their shared aetiology. *Human movement science*, [online] 25(1), 110–124. Διαθέσιμο από www.sciencedirect.com [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
75. Missiuna, C., Cairney, J., Pollock, N., Campbell, W., Russell, D. J., Macdonald, K., Schmidt, L., Heath, N., Veldhuizen, S., & Cousins, M. (2014). Psychological distress in children with developmental coordination disorder and attention-deficit hyperactivity disorder. *Research in developmental disabilities*, [online] 35(5), 1198–1207. Διαθέσιμο από www.linkinghub.elsevier.com [Πρόσβαση 12 Απριλίου 2024]
76. Miyahara, M., & Möbs, I. (1995). Developmental dyspraxia and developmental coordination disorder. *Neuropsychology review*, [online] 5(4), p.245–268. Διαθέσιμο από www.link.springer.com [Πρόσβαση 6 Απριλίου 2024]
77. Nadeem A. (2019) *Virtual Reality Educational Transforms and Prospect for Pakistan*. *Muslim Perspectives* [online] 4(2), 79-101. Διαθέσιμο από www.muslim-perspectives.com [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
78. Nishida, K., Usami, T., Matsumoto, N., Nishikimi, M., Takahashi, K., & Matsui, S. (2022). The finger-to-nose test improved diagnosis of cerebrovascular events in patients presenting with isolated dizziness in the emergency department. *Nagoya journal of medical science*, 84(3), 621–629. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.18999/nagjms.84.3.621> [Πρόσβαση 4 Ιουνίου 2024]

79. Paci, M., Bianchini, C., & Baccini, M. (2022). Reliability of the PEDro scale: comparison between trials published in predatory and non-predatory journals. *Archives of physiotherapy*, [online] 12(1), 10. [Πρόσβαση 9/6/2024]
80. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, [online], 372, n71. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1136/bmj.n71> [Πρόσβαση στις 2 Ιουλίου 2024]
81. Page, Z. E., Barrington, S., Edwards, J., & Barnett, L. M. (2017). Do active video games benefit the motor skill development of non-typically developing children and adolescents: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, [online] 20(12), 1087–1100. Διαθέσιμο από www.jsams.org [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
82. Park, S. H., & Kim, E. Y. (2024). Predictive validity of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire as a screening tool to identify motor skill problems: A systematic review and meta-analysis. *Research in developmental disabilities*, [online] 150, 104748. Διαθέσιμο από: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
83. Parsons, T. D., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child neuropsychology: a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, [online] 13(4), 363–381. Διαθέσιμο από <https://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
84. Rival C., Ceyte H., Olivier I. Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*. 2005;376(2):133–136. doi: 10.1016/j.neulet.2004.11.042. Διαθέσιμο από : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15698935/> [Πρόσβαση στις 19 Σεπτεμβρίου 2024]
85. Rutkowska, I., Lieberman, L. J., Bednarczuk, G., Molik, B., Kaźmierska-Kowalewska, K., Marszałek, J., & Gómez-Ruano, M.-Á. (2016). Bilateral Coordination of Children who are Blind. *Perceptual and Motor Skills*. [online], 122(2), 595–609 [Πρόσβαση στις 31 Αυγούστου 2024]
86. Schiavenato, M., & Chu, F. (2021). PICO: What it is and what it is not. *Nurse education in practice* [online], 56, 103194. Διαθέσιμο από www.sciencedirect.com [Πρόσβαση στις 5 Ιουνίου 2024]
87. Schlag E, Ferrari N, Koch B, Dordel S, Joisten C. (2021). Secular trends in motor performance of children and adolescents between 2010 and 2020. *Transl Sports Med*. [online], 4: 882–891. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tsm2.292> [Πρόσβαση στις 19 Σεπτεμβρίου 2024]

88. Schlömer, T.; Poppinga, B.; Henze, N.; Boll, S. (2008). Gesture Recognition with a Wii Controller. In Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction, Bonn, Germany, [online], 18–20, 11–14. Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
89. Shen J, Johnson S, Chen C, Xiang H. (2020) Virtual reality for pediatric traumatic brain injury rehabilitation: a systematic review. *Am J Lifestyle Med.* [online], 14(1), 6–15. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
90. Sit, C. H., Yu, J. J., Wong, S. H., Capio, C. M., & Masters, R. (2019). A school-based physical activity intervention for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Research in developmental disabilities*, [online], 89, 1–9. Διαθέσιμο από www.sciencedirect.com [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
91. Slater, Mel & Usoh, Martin & Steed, Anthony. (1994). Depth of Presence in Virtual Environments. *Presence*, [online], 3, 130-144. Διαθέσιμο από www.researchgate.net [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
92. Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J., & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: Past and future. *Human movement science* [online], 42, 293–306. [Πρόσβαση 25 Μαΐου 2024]
93. Smits-Engelsman, B., Vinçon, S., Blank, R., Quadrado, V. H., Polatajko, H., & Wilson, P. H. (2018). Evaluating the evidence for motor-based interventions in developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Research in developmental disabilities*, [online], 74, 72–102. Διαθέσιμο από www.linkinghub.elsevier.com [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]
94. Soon, B., Lee, N., Lau, J., Tan, N., & Cai, C. (2023). Potential of the omnidirectional walking platform with virtual reality as a rehabilitation tool. *Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*, [online], 10, 20556683231161574. Διαθέσιμο από <https://doi.org/10.1177/20556683231161574> [Πρόσβαση 22 Αυγούστου]
95. Steenbergen, B., Valtr, L., Dunford, C., Prunty, M., Bekhuis, H., Temlali, T.Y., van Abswoude, F., Lust, J.M., Warlop, G., Augustijn, M. and Smits-Engelsman, B.C., 2024. Awareness about developmental coordination disorder. *Frontiers in Public Health*, [online], 12, 1345257. Διαθέσιμο από <https://www.frontiersin.org/> [Πρόσβαση στις 5 Απριλίου 2024]
96. Taragin, A. (2020) Administration and Scoring of the Peabody Developmental Motor Scale - 2. Course, Plus2020 [online]. [Πρόσβαση στις 5 Μαΐου 2024]
97. Temporiti, F., Calcagno, A., Coelli, S., Marino, G., Gatti, R., Bianchi, A. M., & Galli, M. (2023). Early sleep after action observation and motor imagery training boosts improvements in manual dexterity. *Scientific reports*, [online], 13(1), 2609. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29820-5> [Πρόσβαση στις 22 Αυγούστου 2024]

98. Tsiotra, G. D., Flouris, A. D., Koutedakis, Y., Faught, B. E., Nevill, A. M., Lane, A. M., & Skenteris, N. (2006). A comparison of developmental coordination disorder prevalence rates in Canadian and Greek children. *The Journal of adolescent health: official publication of the Society for Adolescent Medicine*, [online], 39(1), 125–127. Διαθέσιμο από www.linkinghub.elsevier.com [Πρόσβαση 5 Απριλίου 2024]
99. Ulrich, D. A. (2000). *Test of gross motor development 2: Examiner's manual* (2nd ed.). Austin: Pro-Ed Publisher
100. Vallence, A. M., Hebert, J., Jespersen, E., Klakk, H., Rexen, C., & Wedderkopp, N. (2019). Childhood motor performance is increased by participation in organized sport: the CHAMPS Study-DK. *Scientific reports*, [online], 9(1), 18920. Διαθέσιμο από www.nature.com [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]
101. van der Veer, G., Cantell, M. H., Minnaert, A. E. M. G., & Houwen, S. (2024). The relationship between motor performance and executive functioning in early childhood: A systematic review on motor demands embedded within executive function tasks. *Applied Neuropsychology: Child*, [online], 13(1), 62–83. Διαθέσιμο από www.tandfonline.com [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]
102. Verbecque, E., Johnson, C., Rameckers, E., Thijs, A., van der Veer, I., Meyns, P., Smits-Engelsman, B., & Klingels, K. (2021). Balance control in individuals with developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*, [online] 83, 268–279. Διαθέσιμο από www.sciencedirect.com [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
103. Verghese, J., Kuslansky, G., Holtzer, R., Katz, M., Xue, X., Buschke, H., & Pahor, M. (2007). Walking while talking effect of task prioritization in the elderly. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, [online], 88(1), 50–53. Διαθέσιμο από <https://www.archives-pmr.org/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
104. Verschuren, O., & Takken, T. (2014). The muscle power sprint test. *Journal of physiotherapy*, [online], 60(4), 239. Διαθέσιμο από <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> [Πρόσβαση 12 Αυγούστου 2024]
105. Williams, H. G. (1983). *Perceptual and Motor Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Διαθέσιμο από www.google scholar.com [Πρόσβαση στις 19 Σεπτεμβρίου 2024]
106. Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental medicine and child neurology*, [online] 55(3), 217–228. Διαθέσιμο από <https://onlinelibrary.wiley.com/> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
107. Wilson, B.N., Kaplan, B.J., Crawford, S.G. and Roberts, G. (2007). The developmental coordination disorder questionnaire 2007 (DCDQ'07). *Administrative manual for the DCDQ107 with psychometric properties*, [online], 10, 267-72. Διαθέσιμο από <https://dcdq.ca/uploads/pdf/> [Πρόσβαση στις 7 Απριλίου 2024]

108. Wohlgenannt, I.; Simons, A.; Stieglitz, S. (2020) Virtual reality. *Bus. Inf. Syst. Eng.* [online], 62, 455–461. Διαθέσιμο από www.aisel.aisnet.org [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2024]
109. World Health Organization (WHO). (1993). The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders. World Health Organization. [Πρόσβαση στις 30 Μαρτίου 2024]
110. Zaragas H., Rogoti A., Sogias K., Mike E., Ntalagiani A. (2022) Developmental Coordination Disorders (DCD) and Interactive Games: A Literature Review, *International Journal of Human Movement and Sports Sciences* [online] 10(6), 1245-1264, Διαθέσιμο από www.hrpub.org [Πρόσβαση 29 Απριλίου 2024]
111. Zaragas K. Harilaos, Sarris Demetrius, Pliogou Vassiliki, Ntella Dimitra, Panagiotopoulou Antonia and Zioga Olga (2017) Motor Efficiency and Comparison of Children in Early Childhood from Greece Albania and Sweden. Department of Early Childhood Education (E.C.E.D.U.), University of Ioannina, Northwest Greece and Department of Early Childhood Studies & Special Education, Metropolitan College of Thessaloniki, Central Macedonia. *Journal of Sports Science*, [online], 5, 96-106 Διαθέσιμο από: www.academia.edu [Πρόσβαση 18 Απριλίου 2024]
112. Zaragas, H., Fragkomichelaki, O., Geitona, M., Sofologi, M., Papantoniou, G., Sarris, D., Pliogou, V., Charmpatsis, C., & Papadimitropoulou, P. (2023). The Effects of Physical Activity in Children and Adolescents with Developmental Coordination Disorder. *Neurology international*, [online] 15(3), 804–820. Διαθέσιμο από www.mdpi.com [Πρόσβαση 13 Απριλίου 2024]
113. Zhao, J., Zhang, X., Lu, Y., Wu, X., Zhou, F., Yang, S., Wang, L., Wu, X., & Fei, F. (2022). Virtual reality technology enhances the cognitive and social communication of children with autism spectrum disorder. *Frontiers in public health*, [online] 10, 1029392. Διαθέσιμο από www.frontiersin.org [Πρόσβαση 25 Απριλίου 2024]
114. Zwicker, J. G., Missiuna, C., & Boyd, L. A. (2009). Neural correlates of developmental coordination disorder: a review of hypotheses. *Journal of child neurology*, [online] 24(10), 1273–1281. Διαθέσιμο από <https://journals.sagepub.com> [Πρόσβαση 10 Απριλίου 2024]
115. Zwicker, J. G., Missiuna, C., Harris, S. R., & Boyd, L. A. (2012). Developmental coordination disorder: a review and update. *European journal of Paediatric Neurology: EJPN: official journal of the European Paediatric Neurology Society*, [online] 16(6), p.573–581. Διαθέσιμο από www.linkinghub.elsevier.com [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2024]