



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή Εργασία με θέμα:

**«Σύγχρονες Θεραπευτικές Παρεμβάσεις στην Ισορροπία σε Παιδιά με
Σύνδρομο Down: Μια Συστηματική Ανασκόπηση»**

Φοιτητές: Κανοπούλου Δήμητρα, Νόρικοβ Αλέξανδρος
Εισηγητής: Μπέσιος Θωμάς, Αναπληρωτής Καθηγητής

Λαμία, 2025



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή Εργασία με θέμα:

**«Σύγχρονες Θεραπευτικές Παρεμβάσεις στην Ισορροπία σε Παιδιά με
Σύνδρομο Down: Μια Συστηματική Ανασκόπηση»**

Φοιτητές: Κανοπούλου Δήμητρα, Νόρικοβ Αλέξανδρος

Εισηγητής: Μπέσιος Θωμάς, Αναπληρωτής Καθηγητής

Λαμία, 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Τα άτομα με Σύνδρομο Down αντιμετωπίζουν μια πληθώρα προβλημάτων υγείας, μια εκ αυτών η ελλιπής ικανότητα ισορροπίας. Πολλές μελέτες έχουν αφιερωθεί στην διερεύνηση σύγχρονων και αποτελεσματικών θεραπευτικών μεθόδων για την βελτίωση της ισορροπίας, με πολλές από αυτές να αποδεικνύονται ελπιδοφόρες.

ΣΚΟΠΟΣ: Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση διεκπεραιώθηκε για να ερευνήσει τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που ασχολήθηκαν με τις σύγχρονες θεραπευτικές παρεμβάσεις στην ισορροπία των παιδιών με σύνδρομο Down.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων Pubmed-Medline, Scopus-Elsevier και ResearchGate. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: balance, children, Down syndrome, physiotherapy, therapeutic exercise, rehabilitation. Τα κριτήρια ένταξης ήταν τα εξής: α) να είναι δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα, β) να είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες έρευνες, γ) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να είναι 0 – 20 ετών, δ) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να έχει διαγνωστεί με Σύνδρομο Down, ε) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να μπορεί να κατανοεί και να ακολουθεί οδηγίες, στ) οι μελέτες να αφορούν παρεμβάσεις για την ισορροπία, η οποία αξιολογείται με έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο, ζ) οι μελέτες να είναι δημοσιευμένες από το 2015 έως και το 2025 και η) οι παρεμβάσεις της εκάστοτε μελέτης να έχουν συνάφεια με την επιστήμη της φυσικοθεραπείας. Τα κριτήρια αποκλεισμού συμπεριέλαβαν: α) μη τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, έρευνες πιλοτικού τύπου και πρωτόκολλα μελετών, β) άτομα με σοβαρές συννοσηρότητες και γ) μελέτες με άλλες ομάδες ασθενών. Η μεθοδολογική ποιότητα των μελετών που ενσωματώθηκαν αξιολογήθηκε με τη κλίμακα PEDro.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Από τις 42.471 έρευνες της αρχικής αναζήτησης, συμπεριλήφθηκαν εν τέλει 24. Ευνοϊκά αποτελέσματα έδειξαν οι παρεμβάσεις με ασκήσεις κορμού, αερόβια άσκηση, πλειομετρική άσκηση σε τραμπολίνο, Virtual Reality, Pilates, ιπποθεραπεία, Whole Body Vibration, πρόγραμμα άσκησης για κάτω άκρα, ταλάντωση ποδοκνημικής, ασκήσεις άκρου ποδός, αισθητηριακή διέγερση, διπλή εργασία, με καλύτερα αποτελέσματα όταν συνδυάζονται με κλασική μορφή φυσικοθεραπείας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Μέσω της συστηματικής ανασκόπησης διαφαίνεται πως υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός ευεργετικών σύγχρονων θεραπευτικών παρεμβάσεων στην ισορροπία των παιδιών με Σύνδρομο Down, ωστόσο κρίνεται σημαντική η συνεχής έρευνα για την εύρεση νέων μεθόδων, καθώς και τη βελτίωση και εξέλιξη των ήδη υπαρχουσών.

Λέξεις – Κλειδιά: Σύνδρομο Down, φυσικοθεραπεία, ισορροπία, παιδιά, σύγχρονες παρεμβάσεις.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Individuals with Down Syndrome face a plethora of health problems, one of which is impaired balance. Many studies have focused on exploring contemporary and effective therapeutic methods to improve balance, with many of them showing promising results.

PURPOSE: This systematic review was conducted to investigate randomized controlled trials that examined contemporary therapeutic interventions for improving balance in children with Down syndrome.

METHOD: The search was conducted through the electronic databases PubMed-Medline, Scopus-Elsevier and ResearchGate. The keywords used were: balance, children, Down syndrome, physiotherapy, therapeutic exercise, rehabilitation. The inclusion criteria were the following: a) studies published in the English language, b) randomized controlled trials, c) study participants to be aged 0–20 years old, d) participants to be diagnosed with Down syndrome, e) participants must be able to understand and follow instructions, f) studies including balance interventions assessed with a valid and reliable tool, g) studies published from 2010 to 2025 and h) the intervention must be relevant with the scientific field of physiotherapy. The exclusion criteria included the following: a) non-randomized controlled trials, pilot studies and study protocols, b) individuals with severe comorbidities and c) studies involving other patient groups. The methodological quality of the included studies was assessed using the PEDro scale.

RESULTS: Out of the 42,471 studies initially identified, a total of 24 were included. Positive results were shown for interventions involving trunk exercises, aerobic exercise, plyometric training on a trampoline, Virtual Reality, Pilates, hippotherapy, Whole Body Vibration, lower

limb exercise programs, manual ankle rocking, foot exercises, sensory stimulation, dual-task training, with the best outcomes observed when combined with conventional physiotherapy.

CONCLUSIONS: Through this systematic review, it appears that there is a significant number of beneficial contemporary therapeutic interventions for improving balance in children with Down syndrome. However, continuous research is considered essential for the discovery of new methods, as well as for the improvement and further development of the already existing ones.

Keywords: Down syndrome, physiotherapy, balance, children, contemporary interventions.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατόπιν εκπόνησης της εργασίας, θα θέλαμε να εκφράσουμε την βαθύτατη ευγνωμοσύνη μας στους δικούς μας ανθρώπους, τις οικογένειές μας και τους φίλους μας, που μας συμπαράσταναν σε κάθε στιγμή. Επίσης, δεν γίνεται να παραλείψουμε να ευχαριστήσουμε τον εισηγητή μας, κύριο Θωμά Μπέσιο για την υποστήριξη και την εύστοχη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της εν λόγω συστηματικής ανασκόπησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	I
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	VI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	VI
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	VII
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΣΥΝΔΡΟΜΟ DOWN	2
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	2
2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	2
2.3. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	3
2.4. ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ.....	4
2.5. ΜΟΡΦΕΣ.....	5
2.6. ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ – ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	6
2.7. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ – ΣΥΝΝΟΣΗΡΟΤΗΤΕΣ	8
2.7.1. ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ – ΝΕΥΡΟΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ – ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ.....	9
2.7.2. ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	11
2.7.3. ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ.....	11
2.7.4. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	11
2.7.5. ΠΕΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	12
2.7.6. ΑΥΤΟΑΝΟΣΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ.....	12
2.7.7. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	13
2.7.8. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ – ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ	13
2.8. ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	14
2.9. ΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ.....	16
3. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	17
4. ΣΚΟΠΟΣ	18
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	18
5.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΟΤΗΤΑΣ	19
5.2. ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΛΕΤΩΝ.....	19

5.3.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΛΕΤΩΝ	20
5.4.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	21
5.5.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ	22
6.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	23
6.1.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ.....	23
6.1.1.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ	23
6.1.2.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ.....	25
6.2.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ	61
7.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	63
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	67

(18.495 λέξεις κυρίως κειμένου)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 5.3 Διάγραμμα ροής (PRISMA 2020) της διαδικασίας αναζήτησης και επιλογής μελετών για την συστηματική ανασκόπηση. (TEM: Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Μελέτη, Συμπερ.: Συμπεριλήφθηκαν.).....σελ.21

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1.2 Χαρακτηριστικά μελετών της συστηματικής ανασκόπησης. (TEM: τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη, Μ.Ο.Η.: μέσος όρος ηλικίας, συμπερ.: συμπεριλαμβανομένου).....σελ.61

Πίνακας 6.2 Αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών με βάση την κλίμακα PEDro. Ο εκάστοτε αριθμός που αναγράφεται στην πρώτη γραμμή, αντιστοιχεί στο ανάλογο κριτήριο. (*: το πρώτο κριτήριο δεν συγκαταλέγεται στην βαθμολογία, ✓: ικανοποιείται το κριτήριο, ✗: δεν ικανοποιείται το κριτήριο.).....σελ.63

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

DS	Down Syndrome (Σύνδρομο Down)
TAM	Transient Abnormal Myelopoiesis (Παροδική Ανωμαλία Μυελοποίησης)
TEM	Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Μελέτη
M.O.H.	Μέσος Όρος Ηλικίας
BSS ή BBS	Biodex Stability System ή Biodex Balance System
PBS	Pediatric Balance Scale
BOTMP ή BOT-2	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
TUG	Timed Up & Go
6MWT	6-Minute Walk Test
FSST	Four Square Step Test
TGMD-2	Test of Gross Motor Development-2
FRT	Functional Reach Test
GMFM-88	Gross Motor Function Measure-88
WeeFIM	Functional Independence Measure for Children
CTSIB	Clinical Test of Sensory Interaction on Balance
ACSM	American College of Sports Medicine
SSRI	Sport Science Research Institute
WBV	Whole Body Vibration

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Σύνδρομο Down (DS) αποτελεί μια από τις συχνότερες γενετικές, αναπτυξιακές διαταραχές, καθώς και τη συχνότερη αιτία νοητικής αναπηρίας σε παιδική ηλικία, με το γονιδίωμα της πλειοψηφίας της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας να παρουσιάζει ένα επιπλέον αντίγραφο του χρωμοσώματος 21 (Antonarakis et al 2020, Nichols-Larsen et al 2017, σελ. 645). Υποστηρίζεται ότι το DS εμφανίζεται σε ένα εύρος από 1 στις 700 έως 1 στις 1.000 γεννήσεις παγκοσμίως (Bull 2020, Coppedè 2016, Hobson-Rohrer & Samson-Fang, 2013). Στο επίπεδο της γενετικής, η αιτία, κυρίως, είναι ο μη διαχωρισμός που προκύπτει στη μείωση ή τη μίτωση (Antonarakis et al 2004). Οι προδιαθεσικοί παράγοντες της διαταραχής περιλαμβάνουν την προχωρημένη γονική ηλικία, ειδικά της μητέρας (≥ 35 ετών), το περιβάλλον και τον ανθυγιεινό τρόπο ζωής (Coppedè 2016). Τα άτομα με DS εμφανίζουν μια πληθώρα προβλημάτων και καταστάσεων σε πολλαπλά συστήματα, ιδιαίτερα στο μυοσκελετικό, στο νευρικό και στο καρδιαγγειακό (Lagan et al 2020, Antonarakis et al 2020). Ορισμένα χαρακτηριστικά της κλινικής εικόνας είναι η υποτονία, η υπερκινητικότητα των αρθρώσεων, η ατλαντοαξονική αστάθεια, το χαρακτηριστικό προσωπείο με τα αμυγδαλωτά μάτια, το επίπεδο προφίλ και τη μικρή στοματική κοιλότητα με μακρογλωσσία (Martin & Kessler 2015, σελ. 229).

Τα παιδιά με DS αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον κινητικό έλεγχο, με εμφανή ελλείμματα στην αδρή κινητικότητα, τα οποία σε ζσυνδυασμό με την υποτονία οδηγούν σε προβλήματα ισορροπίας (AL-Nemr & Reffat 2024). Στην επιστήμη της μηχανικής, ως ισορροπία ορίζεται η κατάσταση εκείνη στην οποία η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα ισούται με 0 (Pollock et al 2000). Στον τομέα της υγείας, η ισορροπία στον άνθρωπο, είτε αυτή είναι στατική είτε δυναμική, σχετίζεται με τον στατικό έλεγχο, την σταθερότητα του κορμού και την επιτυχή εκτέλεση και συντονισμό των κινήσεων της καθημερινής ζωής (AL-Nemr & Reffat 2024, Pollock et al 2000). Ως συνέπεια τα παιδιά με DS αντιμετωπίζουν έναν αξιοσημείωτο αριθμό περιορισμών, το οποίο επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής τους, σε αντίθεση με τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης (AL-Nemr & Reffat 2024, Lee et al 2021).

Διαφαίνεται από τα παραπάνω η ανάγκη ύπαρξης επιστημονικά ορθών θεραπευτικών παρεμβάσεων για την ισορροπία στα παιδιά με DS. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλαπλές μελέτες

στο πέρασμα του χρόνου, οι οποίες εξέτασαν μία ποικιλία μεθόδων στοχευμένες στην ισορροπία του συγκεκριμένου πληθυσμού, με τα αποτελέσματα αυτών να είναι πολλά υποσχόμενα (AL-Nemr & Reffat 2024, Eid 2015, Eid et al 2017, Gupta et al 2011, Kaya et al 2023). Με αφορμή αυτό και της συνεχούς ανάπτυξης του τομέα της φυσικοθεραπείας, λήφθηκε η απόφαση να διεκπεραιωθεί η συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση, στην οποία εμπεριέχονται τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες των τελευταίων 15 ετών και συγκεντρώνονται τα κλινικά ευρήματα αυτών, με σκοπό την διάκριση των πιο ευεργετικών θεραπευτικών μέσων. Με αυτόν τον τρόπο ευελπιστούμε να καλύψουμε το κενό που υπάρχει στην πρόσφατη βιβλιογραφία και να δώσουμε έναυσμα και συγχρόνως ένα θεμέλιο για μελλοντική έρευνα επί του θέματος, που θα ωφελήσει τα άτομα με DS.

2. ΣΥΝΔΡΟΜΟ DOWN

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Το Σύνδρομο Down (DS) αποτελεί μία γενετική διαταραχή, η οποία στη πλειοψηφία των περιπτώσεων (~95%) χαρακτηρίζεται από τη παρουσία ενός επιπλέον χρωμοσώματος 21, λόγω μη διαχωρισμού σε επίπεδο γαμετών (Martin & Kessler 2015, σελ. 229). Σε μικρότερη συχνότητα παρατηρείται μετάθεση του χρωμοσώματος 21 (~3-4%) και μωσαϊκισμός (~1-2%) (Bull 2020). Οι Antonarakis et al (2020) αναφέρουν πως το DS είναι η συχνότερη γονιδιακή αιτία νοητικής αναπηρίας.

2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Οι πρώτες καταγεγραμμένες ενδείξεις για το DS προέρχονται από κεραμικά είδη, των οποίων η δημιουργία χρονολογείται περίπου στα 2500 χρόνια πριν. Παράλληλα, έργα τέχνης, συγκεκριμένα πίνακες ζωγραφικής του 15^{ου} και 16^{ου} αιώνα μαρτυρούν την ύπαρξη ανθρώπων που ζουν με την εν λόγω διαταραχή (Kazemi et al 2016). Αν και η πρώτη καταγραφή των κλινικών χαρακτηριστικών του DS έγινε από τους Jean-Étienne Dominique Esquirol το 1838 και Édouard Séguin το 1844 και το 1846, η επίσημη, ενδεδειγμένη περιγραφή δόθηκε από τον John Langdon Down το 1866 (Wajuihian 2016). Στο έργο που αποτέλεσε ορόσημο, με τίτλο «Observations on an Ethnic Classification of Idiots», ο Down αναφέρει πως ένας αξιοσημείωτος αριθμός ατόμων με γενετικής μορφής υστέρηση είναι τυπικοί Μογγόλοι (Down 1866 cited in

Kamat 2023), επειδή τα άτομα αυτά φέρουν φυσιολογικά χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του μογγολικού λαού (Kamat 2023). Οι όροι που επινοήθηκαν από τον Down, «Mongolian Idiocy» και «Mongolian Idiots», κρίθηκαν προσβλητικοί από τους Μογγόλους, ωστόσο ο ίδιος υποστήριξε πως ο χαρακτηρισμός συμπεριλάμβανε όλους τους ανθρώπους, ανεξαρτήτως φυλής (Wajuihian 2016, Kamat 2023).

Ένα αναμφισβήτητο σημαντικό σημείο στην ιστορία του συνδρόμου είναι το έτος 1909, όταν ο Shuttleworth αναγνώρισε την προχωρημένη ηλικία της μητέρας ως αιτιολογικό παράγοντα γέννησης παιδιών με DS (Wajuihian 2016). Το 1932 οι Waardenburg και Davenport υπέθεσαν και πρότειναν πως για το σύνδρομο ευθύνεται χρωμοσωμική ανωμαλία και στη συνέχεια, το 1956, οι Tijo και Levan καινοτόμησαν με τον προσδιορισμό του ακριβούς αριθμού χρωμοσωμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό (Kazemi et al 2016). Έπειτα, 3 χρόνια αργότερα, ο Γάλλος Lejeune και η Αμερικανίδα Jacobs, αναγνώρισαν το ένα επιπλέον αντίγραφο του χρωμοσώματος 21 στον καρυότυπο των ατόμων με DS ως την αιτία του συνδρόμου (Kazemi et al 2016, Wajuihian 2016).

Από το 1961, προτάθηκε από έναν αριθμό επιστημόνων η αντικατάσταση του όρου «Μογγολισμός», με έναν πιο επιστημονικά ορθό. Οι 4 εναλλακτικές που προτάθηκαν ήταν οι εξής: «Langdon Down Anomaly», «Down's Syndrome», «Congenital Acromicria» και «Trisomy 21 Anomaly» (Wajuihian 2016, Kamat 2023). Το 1965, έπειτα από εισήγηση του κράτους της Μογγολίας στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O.), η ορολογία καθιερώθηκε επισήμως ως «Down Syndrome» (Kamat 2023). Στη σύγχρονη βιβλιογραφία, το DS συχνά αποκαλείται και ως τρισωμία 21 (Wajuihian 2016), καθώς όπως έχει προαναφερθεί αποτελεί τη συχνότερη μορφή του συνδρόμου.

2.3. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Ανά τον κόσμο, ο αριθμός γεννήσεων ατόμων με DS εμφανίζει ποικιλομορφία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η επικράτηση του συνδρόμου είναι 14 ανά 10.000 γεννήσεις, αριθμός που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως κοινωνικοοικονομικούς, θρησκευτικούς και πολιτιστικούς μεταξύ άλλων, οι οποίοι επηρεάζουν την πρόσβαση σε ασφαλή τερματισμό της κύησης (Diamandopoulos & Green, 2018). Στις Η.Π.Α. καταγράφονται ~500 γεννήσεις που επιβιώνουν σε ετήσια βάση και άνω των 200.000 ανθρώπων που ζουν με το σύνδρομο (Bull

2020). Στην Ευρώπη, οι γεννήσεις που επιβιώνουν ανέρχονται στις 11,2 ανά 10.000, με την επικράτηση να παρουσιάζει σημαντική αύξηση στο διάστημα 1990 με 2009 (Gilvetic et al 2015). Στο Ηνωμένο Βασίλειο αναφέρονται 12,6 στις 10.000 γεννήσεις και 40.000 κάτοικοι με DS. Στην Αυστραλία οι γεννήσεις είναι 10 στις 10.000 και η πληθυσμιακή ομάδα του συνδρόμου ανέρχεται στα 13.000 άτομα (Diamandopoulos & Green, 2018). Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως το προσδόκιμο ζωής των ανθρώπων με DS έχει επεκταθεί από τα 25 χρόνια ζωής το 1983 στα 60 χρόνια το 2020 (Tsou et al 2020).

Όπως προαναφέρθηκε, οι κοινωνικοί και νομικοί παράγοντες, καθώς και οι πεποιθήσεις του εκάστοτε λαού, επηρεάζουν τον επιλεκτικό τερματισμό κυήσεων αφού γίνει ο προγεννητικός έλεγχος, μία κατάσταση που οδηγεί σε αυξημένο αριθμό γεννήσεων ατόμων με DS σε χώρες όπως η Μάλτα και η Ιρλανδία, στις οποίες λόγω νομικής απαγόρευσης των εκτρώσεων, καταγράφονται 20-34 γεννήσεις στις 10.000. Αντίθετα, σε χώρες όπως η Γαλλία, όπου έχουν πρόσβαση, οι γεννήσεις είναι 7,5 στις 10.000 (Gilvetic et al 2015).

2.4. ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Καταρχάς, για την καλύτερη κατανόηση της παθοφυσιολογίας του DS, αξίζει να εξηγηθεί η διαδικασία της μείωσης. Αρχικά, πραγματοποιείται μια σειρά μιτωτικών διαιρέσεων στα γενετικά κύτταρα, με σκοπό την αύξηση του αριθμού τους. Αμέσως μετά ξεκινά η γαμετογένεση, με τον διπλασιασμό του γενετικού υλικού εντός του κυττάρου, με το συγκεκριμένο κύτταρο να ονομάζεται πρωτογενές ωοκύτταρο ή σπερματοκύτταρο. Κάθε ένα από τα 46 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, δημιουργεί δύο πανομοιότυπες αδελφές χρωματίδες, ενωμένες στο κεντρομερίδιο. Ακολουθεί η πρώτη μειωτική διαίρεση, όπου ο πρωτογενής γαμέτης διαιρείται σε δύο δευτερογενείς, με τον καθένα να δέχεται 23 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, συμπεριλαμβανομένου και του φύλου. Τέλος, στη μείωση II οι αδελφές χρωματίδες χωρίζονται (Dee Unglaub Silverthorn 2019, σελ. 810). Ως αποτέλεσμα, στα αρρενα δημιουργούνται τέσσερα σπερματοζωάρια (δύο από κάθε δευτερογενή γαμέτη), δύο με χρωμόσωμα X και δύο με χρωμόσωμα Y (Barrett et al 2014, σελ 465). Στα θήλυ, η διαδικασία διαφέρει, και από το πρωτογενές ωοκύτταρο θα προκύψει τελικά ένα ωάριο, στο οποίο θα λάβει χώρα η δεύτερη μειωτική διαίρεση μόνο εφόσον αυτό γονιμοποιηθεί (Dee Unglaub Silverthorn 2019, σελ. 811).

Οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες στο DS συμβαίνουν στα στάδια της μείωσης, κατά την ανάπτυξη των γαμετών, ανεξαρτήτως φύλου, ωστόσο συχνότερα στο ωοκύτταρο (Wajuihian 2016, Diamandopoulos & Green 2018). Αν και σε επίπεδο γονιδιώματος η αιτία του συνδρόμου είναι ένα επιπλέον ολόκληρο ή μερικό *Homo Sapiens* χρωμόσωμα 21 (HSA21) (Antonarakis et al 2020), ακόμα οι σαφείς αιτίες και ο αριθμός παραγόντων που διαδραματίζουν ρόλο στην εμφάνιση του DS δεν είναι εξακριβωμένα. Μέσω διεξοδικών ερευνών έχει ανακαλυφθεί πως ο μακρύς βραχίονας q του HSA21 έχει περισσότερα από 420 γονίδια, ενώ τουλάχιστον 4 έχει ο βραχύς (Diamandopoulos & Green 2018). Πρόσφατα έχουν σχηματιστεί δύο υποθέσεις για τις βιολογικές διαταραχές που οδηγούν στο φαινότυπο του DS. Γίνεται λόγος για υπερβολική έκφραση γονιδίων που φέρει το HSA21, καθώς και για αναπτυξιακή αστάθεια, κατά την οποία σφαιρική διαταραχή της έκφρασης των γονιδίων οδηγεί σε διατάραξη της ομοιόστασης. Στην επιστημονική κοινότητα, θεωρείται πως η πραγματική αιτιολογία του συνδρόμου εμπεριέχει και τους δύο μηχανισμούς (Antonarakis et al 2020). Αξίζει σημειωθεί πως πιθανολογείται η ποικιλομορφία του HSA21 ευθύνεται για τα διαφορετικά φαινότυπα του συνδρόμου (Antonarakis et al 2004).

2.5. ΜΟΡΦΕΣ

Στις μέρες μας, το DS κατηγοριοποιείται σε 4 τύπους – μορφές. Η συχνότερη μορφή του συνδρόμου, η οποία συχνά ταυτίζεται με το DS, είναι η τρισωμία 21 (Wajuihian 2016). Συμβαίνει στο 95% των περιπτώσεων, λόγω μη διαχωρισμού (Bull 2020) που προέρχεται από σφάλματα στη μείωση I (~3%) ή II (5%) του σπερματοκυττάρου, είτε από σφάλματα στη μείωση I (~66%) ή II (~21%) του ωοκυττάρου, αλλά υπάρχει και ένα ποσοστό περιπτώσεων (5%) που το σφάλμα υφίσταται στη μίτωση μετά τη γονιμοποίηση (Antonarakis et al 2020). Τα συγκεκριμένα άτομα φέρουν ένα επιπλέον χρωμόσωμα σε κάθε κύτταρο (Diamandopoulos & Green 2018).

Η επόμενη σε συχνότητα μορφή του συνδρόμου (~5%) είναι η μετάθεση (Antonarakis et al 2020). Συμβαίνει πριν από την γονιμοποίηση, όπου μέρος ενός επιπλέον αντιγράφου του χρωμοσώματος 21 αποσπάται κατά τη κυτταρική διαίρεση και προσκολλάται σε ένα άλλο χρωμόσωμα του ωαρίου ή του σπερματοζωαρίου. Η μετάθεση χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες, την αμοιβαία και τη Ρομπερτσόνια (Wajuihian 2016). Στη Ρομπερτσόνια ο μακρύς βραχίονας

του HSA21 προσκολλάται σε ένα άλλο χρωμόσωμα, στη πλειοψηφία των περιπτώσεων το 14 (Diamandopoulos & Green 2018), αν και μπορεί να γίνει και στα χρωμοσώματα 13, 15 και 22 (Wajuihian 2016). Έτσι, αν και το άτομο έχει 46 χρωμοσώματα, φέρει το γενετικό υλικό 47 χρωμοσωμάτων (Diamandopoulos & Green 2018). Αξιοσημείωτο είναι πως ο συγκεκριμένος τύπος του συνδρόμου είναι ο μόνος ανεξάρτητος από την ηλικία της μητέρας και μπορεί να κληρονομηθεί. Η αμοιβαία μετάθεση αφορά ανταλλαγές μεταξύ οποιωνδήποτε τύπων χρωμοσωμάτων (Wajuihian 2016).

Οι λιγότερο συχνοί τύποι του DS είναι ο μωσαϊκισμός και η μερική τρισωμία 21. Οι Antonarakis et al (2020) αναφέρουν πως ο μωσαϊκισμός εντοπίζεται στο ~2% των περιπτώσεων και προκύπτει από σφάλμα στη κυτταρική διαίρεση μετά τη δημιουργία του ζυγωτού (Wajuihian 2016). Τα άτομα με μωσαϊκισμό έχουν κύτταρα με τρισωμία, αλλά και ευπλοειδή κύτταρα (Papavassiliou et al 2014). Στα συγκεκριμένα άτομα η κλινική εικόνα ποικίλει (Bull 2020, Diamandopoulos & Green 2018). Οι Papavassiliou et al (2014) και ο Wajuihian (2016) υποστηρίζουν πως ο αριθμός των φυσιολογικών κυττάρων έχει σημαντική επιρροή στην νοητική ικανότητα του εκάστοτε ατόμου με DS. Η μερική τρισωμία 21 είναι πολύ σπάνια και παρατηρείται σε <1% των περιπτώσεων (Bull 2020). Η κλινική εικόνα στα συγκεκριμένα άτομα εξαρτάται από το μήκος του οριοθετημένου τμήματος του HSA21 που τριπλασιάστηκε (Antonarakis et al 2020).

2.6. ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ – ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Ως σήμερα έχουν εντοπισθεί πολλαπλοί παράγοντες κινδύνου για το DS, οι οποίοι εκτείνονται από βιολογικούς έως και κοινωνικούς και παράγοντες σχετιζόμενους με περιβαλλοντικές συνθήκες. Από τους πιο ευρέως αναφερόμενους στην βιβλιογραφία προδιαθεσικούς παράγοντες, καθώς και από τους πιο ερευνημένους, είναι η ηλικία της μητέρας στη σύλληψη του εμβρύου, η οποία αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα κινδύνου που οδηγεί σε σφάλματα κατά τον διαχωρισμό στη μείωση (I και II) (Sherman et al 2005). Στη σειρά των σφαλμάτων, πρώτο σε σειρά έρχεται ένα γεγονός ανασυνδυασμού που συμβαίνει κοντά στο κεντρομερίδιο (Allen et al 2009), ενώ σε δεύτερη φάση οι Lamb et al (2005) αναφέρουν πως με τη πάροδο του χρόνου ο μειωτικός μηχανισμός καθίσταται λιγότερο αποτελεσματικός και περισσότερο επιρρεπής σε σφάλματα, λόγω εκφυλισμών που συσσωρεύονται από το

περιβάλλον και την ηλικία. Ιδιαίτερα τα σφάλματα που συμβαίνουν στη μείωση II, με τον εγγύ ανασυνδυασμό να συμβαίνει κοντά στο κεντρομερίδιο, έχουν στενή συσχέτιση με την προχωρημένη ηλικία της μητέρας (Oliver et al 2012, Allen et al 2009). Άλλοι παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τη μητέρα είναι η παχυσαρκία κατά τη κύηση, το κάπνισμα (που μπορεί να οδηγήσει και σε συγγενείς καρδιακές παθήσεις), η ακτινοβολία και η λήψη αντισυλληπτικών (Coppedè 2016, Hunter et al 2013). Ειδικά, το υπερβολικό βάρος της μητέρας εμποδίζει τον εντοπισμό της τρισωμίας 21 κατά τη διάρκεια του προγεννητικού ελέγχου, καθώς επηρεάζεται η κατανομή του ορού που χρησιμοποιείται. Αναφορικά με την ακτινοβολία, η επίδρασή της διαφαίνεται από τη μόλυνση από τα ραδιενεργά νέφη που προήλθαν από το ατύχημα του Chernobyl, τα οποία αύξησαν αισθητά τα περιστατικά τρισωμίας 21 στην Ευρώπη (Coppedè 2016).

Όσον αφορά τον μη διαχωρισμό πατρικής προέλευσης, γεγονός που συμβαίνει σε ποσοστό μικρότερο του 10% των περιπτώσεων, ηλικιακή συσχέτιση δεν έχει ακόμη επιβεβαιωθεί, ωστόσο υπάρχουν στοιχεία που υποδεικνύουν πως συνήθειες της ζωής του πατέρα μπορούν να οδηγήσουν σε ανευπλοειδία των σπερματοζωαρίων. Ειδικότερα, το κάπνισμα, η κατάχρηση του αλκοόλ και της καφεΐνης, συσσωρευτικά επηρεάζουν τους γαμέτες του άνδρα, αλλά και η παχυσαρκία και η χαμηλή πρόσληψη φολικού οξέος έχουν συσχετιστεί με την ανευπλοειδία στα σπερματοζωάρια. Τέλος, οι διατροφικές συνήθειες, η έκθεση σε διάφορους επιβλαβείς περιβαλλοντικούς ρύπους και συγκεκριμένες εργασιακές συνθήκες, όπως η μηχανική δόνηση και η καθιστική εργασία (>6 ώρες), αποτελούν παράγοντες κινδύνου για DS, πατρικής προέλευσης (Coppedè 2016).

Υφίσταται και ένα ακόμη, πιο σύνθετο, πολύπλοκο μοντέλο που περιλαμβάνει μια σειρά τριών γενεών (Antonarakis et al 2020, Coppedè 2016). Κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής της μέλλουσας μητέρας του παιδιού με DS, ο τρόπος ζωής της γιαγιάς έχει αντίκτυπο στη πρώτη μειωτική διαίρεση. Το αλκοόλ, το κάπνισμα, η διατροφή και η επαρκής πρόσληψη φολικού οξέος, καθώς και διάφορες γονιδιοτοξικές μεταβλητές στο διάστημα της σύλληψης της μητέρας, αποτελούν παράγοντες των οποίων η επιρροή εμφανίζεται δυο γενιές αργότερα, με τη γέννηση του παιδιού με DS. Το παραπάνω έρχεται να συμπληρώσει ένα δεύτερο λάθος είτε στη μείωση I, είτε στη μείωση II στην ενήλικη ζωή της μητέρας (Coppedè 2016).

Ένας επιπλέον προδιαθεσικός παράγοντας είναι η έλλειψη φολικού οξέος (Antonarakis et al 2020). Συγκεκριμένα, διαταραχές στον μεταβολισμό του φολικού οξέος αυξάνουν το ρίσκο μη διαχωρισμού του χρωμοσώματος 21 στη μητέρα, επιγενετικών μεταλλάξεων κατά την ανάπτυξη του εμβρύου με τρισωμία 21 (που καθορίζουν αν θα επιβιώσει το έμβρυο) και την ανάπτυξη συγγενών διαταραχών, όπως είναι οι συγγενείς καρδιακές ανωμαλίες (Corpedè 2016). Σε άλλες έρευνες των Hollis et al (2013) και Hunter et al (2013), βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της μειωμένης πρόσληψης φολικού οξέος από τη μητέρα και αύξησης σφαλμάτων μη διαχωρισμού στη μείωση II σε γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας.

Επιπροσθέτως, η κοινωνικοοικονομική κατάσταση της οικογένειας ενδέχεται να ευθύνεται για σφάλματα μη διαχωρισμού στη μείωση II (Keen et al 2019, Antonarakis et al 2020). Οι Hunter et al (2013) υποστηρίζουν πως το χαμηλό εισόδημα του νοικοκυριού, σε συνδυασμό με την ηλικία, την εθνικότητα και τον αριθμό προηγούμενων κυήσεων της μητέρας, σχετίζεται με τη γέννηση ενός παιδιού με DS, και συγκεκριμένα λόγω μη διαχωρισμού στη μείωση II, με μηχανισμό που παραμένει άγνωστος. Ακόμη, οι συνθήκες του εργασιακού περιβάλλοντος, οι οποίες πιθανώς να περιλαμβάνουν χημικούς και τοξικούς παράγοντες, εργασιακό άγχος, λοιπές ψυχοκοινωνικές μεταβλητές και σωματική καταπόνηση, ενδεχομένως επηρεάζουν την ανάπτυξη του εμβρύου και αυξάνουν τον κίνδυνο για δυσμενείς επιπλοκές στην κύηση. Οι επιπλοκές αυτές συμπεριλαμβάνουν αιφνίδια αποβολή, πρόωρο τοκετό, χαμηλό βάρος γέννησης και θνησιγένεια. Συγκεκριμένα πεδία εργασίας, όπως απασχολήσεις στις κοινωνικές επιστήμες, στη παρασκευή τροφίμων και την εστίαση, επίσης σχετίζονται με μη διαχωρισμό. Εξίσου σημαντική θεωρείται η έκθεση σε διαλύτες (σε μορφή αλοιφής, εισπνεόμενους, αλογονωμένους) σε εργοστασιακά επαγγέλματα κατά τη διάρκεια της ζωής της μητέρας έως τη σύλληψη, αφού επηρεάζει την ποιότητα του ωκυττάρου και οδηγεί σε αύξηση των σφαλμάτων στη μείωση I (Keen et al 2019).

2.7. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ – ΣΥΝΝΟΣΗΡΟΤΗΤΕΣ

Στο DS επηρεάζονται πολλαπλά οργανικά συστήματα, ενώ υφίστανται και φυσικά στοιχεία, χαρακτηριστικά του συνδρόμου. Ξεκινώντας από το ανώτερο σημείο του σώματος, η τυπική εικόνα ενός ατόμου με DS περιλαμβάνει στρογγυλό πρόσωπο, κοντό λαιμό, μικρά αυτιά με χαμηλή πρόσφυση, το χαρακτηριστικό πεπλατυσμένο προσωπείο με την επίπεδη ράχη της

μύτης, μικρογναθία, αμυγδαλωτά μάτια με ανοδικές βλεφαρικές σχισμές και επικανθικές πτυχές, μακρογλωσσία εξ' αιτίας μικρότερης στοματικής κοιλότητας (Wajuihian 2016) και ένα επίπεδο ινίο (Antonarakis et al 2020). Οι Diamandopoulos & Green (2018) σημειώνουν, επίσης, πως παρατηρούνται κηλίδες Brushfield, οι οποίες αποτελούν λευκά ή κίτρινα σημεία συμπυκνωμένου κολλαγόνου ιστού, ποικίλων μεγεθών, κατά μήκος της ίριδας του οφθαλμού (Postolache & Parsa 2018, Ljubic et al 2015). Επιπλέον, τα άτομα με DS έχουν βραχύτερα άκρα και δάκτυλα, πλατιά χέρια και κλινοδακτυλία 5^{ου} δακτύλου (Roizen & Patterson 2003) χαμηλό ανάστημα και τάση για παχυσαρκία και μεγαλύτερο διάστημα μεταξύ μεγάλου δακτύλου του ποδιού και δεύτερου δακτύλου του ποδιού (Wajuihian 2016, Antonarakis et al 2020).

2.7.1. ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ – ΝΕΥΡΟΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ – ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Τα άτομα με DS αντιμετωπίζουν και ένα φάσμα νευροαναπτυξιακών και ψυχιατρικών προβλημάτων. Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, το DS αποτελεί την πιο κοινή αιτία νοητικής αναπηρίας. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπου το νοητικό πηλίκο των εν λόγω ατόμων είναι φυσιολογικό (Vicari et al 2013), η συντριπτική πλειοψηφία του συγκεκριμένου πληθυσμού έχει δείκτη νοημοσύνης (IQ) που κυμαίνεται από υπό του 20 έως 69, το οποίο δηλώνει από σοβαρή έως μέτρια καθυστέρηση. Ως απόρροια, τα άτομα αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην λεκτική έκφραση, ενώ η μη λεκτική αναπτύσσεται κανονικά. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν περισσότερα εμπόδια στην κατανόηση του λόγου, παρά στην λεκτική έκφραση (Santoro et al 2021). Επίσης, παρουσιάζουν αδυναμία στην μνήμη και τη διατήρηση προσοχής (Antonarakis et al 2020).

Τα παιδιά με DS εμφανίζουν μια καθυστέρηση στην κινητική ανάπτυξη και κατάκτηση των κινητικών οροσήμων, πιθανώς λόγω της υποτονίας, της συνδεσμικής και αρθρικής χαλαρότητας και του πτωχού συντονισμού (Eid et al 2017). Η υποτονία καθαυτή εντοπίζεται σε ένα μεγάλο ποσοστό βρεφών με DS, που ακολουθείται από μειωμένη δύναμη, ελαττωμένα επιγονατιδικά αντανakλαστικά και μικρότερη μυϊκή διατομή, και ως συνέπεια οδηγεί σε έναν σημαντικό αριθμό μυοσκελετικών δυσλειτουργιών. Ακόμη, ευθύνεται για προβλήματα στη σίτιση, καθώς επηρεάζεται η δύναμη και ο τόνος των μασητήρων μυών, καθώς και ο συντονισμός της ακολουθίας κατάποσης και αναπνοής, ενεργειών απαραίτητων για τη σίτιση του βρέφους (Santoro et al 2021).

Στις καταστάσεις που συνοδεύουν το DS συμπεριλαμβάνονται και οι παρακάτω διαταραχές. Η κατάθλιψη εμφανίζεται με δυσφορία, ανηδονία, απάθεια, αϋπνία και κοινωνική απόσυρση. Επιπροσθέτως, τα άτομα με DS ενδέχεται να εμφανίσουν συμπεριφορές χαρακτηριστικές της Ιδιοψυχαναγκαστικής διαταραχής, να έχουν αγχώδη διαταραχή, ψύχωση, καθώς και να βρίσκονται στο φάσμα του Αυτισμού. Εξίσου σημαντικές καταστάσεις που ενδεχομένως υφίστανται στη συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα είναι η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας, η Διαταραχή Εναντιωματικής – Προκλητικής Συμπεριφοράς και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει αναφερθεί κατατονία (Vicari et al 2013).

Ένα κομμάτι των ανθρώπων με DS (1% - 13%) πάσχει από επιληψία, ενώ σε μικρότερες ηλικίες η κύρια αιτία σπασμωδικών κρίσεων είναι το Σύνδρομο Βρεφικών Σπασμών (επίσης γνωστό ως Σύνδρομο West), το οποίο κάνει την αρχική εμφάνιση του σε βρέφη ηλικίας 6-18 μηνών και αποτελεί τύπο πρώιμης παιδική επιληπτικής εγκεφαλοπάθειας. Χαρακτηρίζεται από σύντομους σπασμούς με άκαμπτα άκρα και κάμψη του αυχένα. Στη συνέχεια της παιδικής ηλικίας μπορεί να παρουσιαστεί το σύνδρομο Lennox-Gastaut, μια επιληπτική εγκεφαλοπάθεια με επαναλαμβανόμενες κρίσεις, η οποία μπορεί να επηρεάσει τη γνωστική και συμπεριφορική ανάπτυξη, ενώ μορφές επιληψίας μπορούν να υπάρξουν και στην ενήλικη ζωή μετά τα 30 έτη (Santoro et al 2021).

Τα άτομα με DS βρίσκονται σε ζώνη αυξημένου κινδύνου για Νόσο Αλτσχάιμερ και ένα ουσιώδες μερίδιο ανθρώπων με DS πάσχει από αυτή (Diamandopoulos & Green 2018, Antonarakis et al 2020). Η Νόσος Αλτσχάιμερ και η Άνοια αποτελούν συχνή αιτία θανάτου μεταξύ μεγαλύτερων ατόμων με DS. Ο λόγος για τα αυξημένα ποσοστά της νόσου είναι η υπερπαραγωγή της πρόδρομης πρωτεΐνης αμυλοειδούς, η οποία κωδικοποιείται από γονίδιο στο χρωμόσωμα 21 και συγκεντρώνεται στις συνάψεις των νευρώνων (Diamandopoulos & Green 2018).

Μια ομπρέλα νοσημάτων που αξίζει να αναφερθεί είναι των εγκεφαλοαγγειακών. Στα άτομα με DS αυτά που παρατηρούνται είναι το σύνδρομο Moyamoya, που χαρακτηρίζεται από αρτηριακή στένωση, ειδικά της έσω καρωτίδας, καθώς και η εγκεφαλική αμυλοειδής αγγειοπάθεια, όπου υπάρχει συσσώρευση αμυλοειδούς πρωτεΐνης στα αγγεία του εγκεφάλου (Santoro et al 2021).

2.7.2. ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Από τις πιο σημαντικές επιπλοκές του συνδρόμου κρίνονται αυτές που είναι καρδιακής φύσεως. Αρχικά, ένα ποσοστό 54% - 66% παιδιών που γεννιούνται με DS, διαγιγνώσκονται με συγγενή καρδιοπάθεια. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούνται ελαττώματα κολποκοιλιακού διαφράγματος και λιγότερο συχνά τα ελαττώματα μεσοκοιλιακού και μεσοκολπικού διαφράγματος. Επιπροσθέτως, η πνευμονική υπέρταση κάνει την εμφάνιση της πιο συχνά στα παιδιά με DS σε σχέση με τα παιδιά χωρίς το σύνδρομο, ενώ η ύπαρξη συγγενούς καρδιακής παθολογίας αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισής της. Επίσης, τα άτομα με DS είναι σε κίνδυνο να αναπτύξουν το Σύνδρομο Eisenmenger και διαταραχές βαλβίδων, ιδίως της αορτικής (Lagan et al 2020). Ακόμη, η Bull (2020) αναφέρει πως η Τετραλογία του Fallot και ο Ανοικτός Αρτηριακός Πόρος αποτελούν συγγενείς καρδιοπάθειες που εμφανίζονται σε αξιοσημείωτα ποσοστά.

2.7.3. ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Όσον αφορά το μυοσκελετικό σύστημα, τα άτομα με DS αντιμετωπίζουν συχνότερα αρθροπάθειες, με τις πιο προσβαλλόμενες αρθρώσεις να είναι οι εγγύς φαλαγγοφαλαγγικές, οι καρποί, οι μετακαρποφαλαγγικές και τα γόνατα. Οι αρθροπάθειες εμφανίζονται είτε σε πολλές, είτε σε λίγες αρθρώσεις, με οίδημα και περιορισμό της λειτουργικότητας συμμετρικά. Τα άτομα με DS έχουν χαλαρές αρθρώσεις και υπερκινητικότητα, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Ως εκ τούτου, παρατηρείται μια πληθώρα ορθοπαιδικών προβλημάτων, με το πιο σημαντικό από αυτά την ατλαντοαξονική αστάθεια, η οποία μπορεί να προκαλέσει σοβαρές νευρολογικές επιπλοκές, όπως είναι η πίεση του νωτιαίου μυελού, και θάνατο (Lagan et al 2020). Ακολουθεί μια σειρά μυοσκελετικών προβλημάτων που περιλαμβάνει τη σκολίωση, τη πλατυποδία, τον βλαισό μέγα δάκτυλο, την αστάθεια του ισχίου και της επιγονοτιδομηριαίας (και σε ορισμένες περιπτώσεις εξάρθρωση) και τη συνδακτυλία (Lagan et al 2020, Bull 2020).

2.7.4. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Τα άτομα με DS διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο λοιμώξεων του κατώτερου αναπνευστικού συστήματος, οι οποίες – μάλιστα – αποτελούν τη πιο συχνή αιτία εισόδου σε νοσοκομείο για τα παιδιά με DS, καθώς και τη συχνότερη αιτία θανάτου μετά τις συγγενείς

καρδιοπάθειες. Αναφέρονται και ανατομικές ανωμαλίες σε αυξημένους αριθμούς, όπως ο τραχειακός βρόγχος, η τραχειομαλακία και η βρογχομαλακία, καθώς και υπογλωττιδική στένωση. Ακόμη, συχνή είναι η εμφάνιση της χρόνιας ρινίτιδας, της πνευμονικής εισρόφησης και της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας, η οποία πιθανολογείται να αποτελεί αποτέλεσμα των ανατομικών αλλαγών που έχουν προαναφερθεί (Lagan et al 2020).

2.7.5. ΠΕΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Αναφέρονται δομικές και λειτουργικές ανωμαλίες και στο γαστρεντερικό σύστημα, με πιο συχνή την ατρησία του δωδεκαδάκτυλου, ενώ ακολουθεί και η ατρησία ή στένωση του πρωκτού. Λιγότερο συχνές, ωστόσο εξίσου σημαντικό να αναφερθούν, είναι η ατρησία του οισοφάγου, που συχνά συνυπάρχει με το τραχειο-οισοφαγικό συρίγγιο. Επίσης, υπάρχουν αναφορές για νόσο του Hirschsprung, που εμφανίζεται με σοβαρή δυσκοιλιότητα και διάσταση κοιλιακών, ενώ η ίδια η δυσκοιλιότητα παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό σε άτομα με DS, πιθανώς λόγω υποτονίας, πτωχών διατροφικών συνηθειών και μειωμένης φυσικής δραστηριότητας. Ιδιαίτερα στα νεογνά, λόγω χαμηλού τόνου του κορμού και της στοματικής κινητικότητας, υφίστανται προβλήματα σίτισης και γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση (Lagan et al 2020). Οι Antonarakis et al (2020) κάνουν αναφορά και σε δυσλειτουργία του εντέρου στον συγκεκριμένο πληθυσμό.

2.7.6. ΑΥΤΟΑΝΟΣΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Τα άτομα με DS εμφανίζουν και μια πληθώρα αυτοάνοσων παθήσεων σε μεγαλύτερη συχνότητα από αντίστοιχα άτομα χωρίς το σύνδρομο. Αντιμετωπίζουν προβλήματα του θυρεοειδή αδένος, συγκεκριμένα Νόσο του Χασιμότο και υποθυρεοειδισμό, με μια επίπτωση 50% έως την ηλικία των 45 ετών (Bull 2020). Η αλωπεκίαση, η λεύκη, η ψωρίαση, ο διαβήτης τύπου I, η εφηβική ιδιοπαθής αρθρίτιδα, η κοιλοκάκη συμπληρώνουν τη λίστα των αυτοάνοσων που έχουν συσχετιστεί με το DS (Bull 2020, Antonarakis et al 2020). Επιπροσθέτως, λόγω αποδιοργάνωσης του ανοσοποιητικού συστήματος, έχουν σημειωθεί μειωμένοι αριθμοί T και B λεμφοκυττάρων εκ γενετής, ενώ παράλληλα οι βλάβες στη μνήμη των B-κυττάρων πιθανώς να εξηγεί τις επαναλαμβανόμενες υποκύψεις στους ίδιους παθογόνους μικροοργανισμούς και τις συχνές και παρατεταμένες επισκέψεις σε νοσοκομεία (Lagan et al 2020).

2.7.7. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Σημαντική υποκατηγορία των αιματολογικών και ογκολογικών επιπλοκών είναι οι λευχαιμίες. Ωστόσο, πρώτη σε εμφάνιση είναι η παροδική ανωμαλία μυελοποίησης (TAM), η οποία αποτελεί την αυξημένη ποσότητα βλαστοκυττάρων στη περιφερική κυκλοφορία (Lagan et al 2020). Όπως υπογραμμίζουν οι Lagan et al (2020), το 20% των νεογνών που διαγιγνώσκονται με TAM θα αναπτύξουν μυελογενή λευχαιμία. Οι δύο τύποι λευχαιμίας που συσχετίζονται με το DS είναι η οξεία μυελογενής λευχαιμία (AML) και η οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία (ALL) (Bull 2020). Επίσης, γίνεται αναφορά σε σιδηροπενική αναιμία λόγω πτωχής διατροφής, ενώ συχνά εντοπίζεται θρομβοπενία και πολυκυτταραιμία στα νεογνά. Η θρομβοπενία από μόνη της δεν αποτελεί πάντα κακό προγνωστικό δείκτη, ωστόσο χρειάζεται αυξημένη προσοχή, διότι εγκυμονεί κίνδυνο σήψης (Lagan et al 2020). Μολονότι στα παιδιά με DS αυξάνεται το ρίσκο λευχαιμίας, είναι αρκετά πιο σπάνιο να αποκτήσουν όγκους, ενώ συγκεκριμένα η Bull (2020) αναφέρει πως το ίδιο το σύνδρομο μπορεί να αποτελέσει προστασία ενάντια στην ανάπτυξη όγκου. Αξίζει να σημειωθεί, ωστόσο, πως ο καρκίνος των όρχεων εμφανίζεται πιο συχνά στα άτομα με DS σε σύγκριση με τον γενικό πληθυσμό (Bull 2020), ενώ έχει συσχετιστεί η ανδρική υπογονιμότητα με το σύνδρομο (Antonarakis et al 2020).

2.7.8. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ – ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Οι μειωμένες αισθήσεις της όρασης και της ακοής είναι διαδεδομένα φαινόμενα στους ανθρώπους με DS (Antonarakis et al 2020). Η εν μέρει απώλεια της ακοής στα άτομα με DS, αναφέρεται πως φέρει συσχέτιση με πτωχό λόγο και ανάπτυξη της χρήσης της γλώσσας. Μάλιστα, έρευνες αναφέρουν πως το ποσοστό ατόμων με DS που έχουν κάποιου είδους απώλεια ακοής κυμαίνεται από 47,4% έως 85% (Santoro et al 2021). Προβλήματα όρασης υφίστανται στο 38% των παιδιών ηλικίας υπό του ενός έτους, ενώ σε ηλικίες 5-12 έτη, αυτό το ποσοστό εκτοξεύεται στο 80% (Lagan et al 2020). Ονομαστικά, οι οφθαλμολογικές εκδηλώσεις περιλαμβάνουν τα διαθλαστικά σφάλματα (π.χ. αστιγματισμός), τον στραβισμό, τον νυσταγμό, τον καταρράκτη, την δακρύρροια, τη βλεφαρίτιδα και τον κερατοκώνος (Lagan et al 2020, Santoro et al 2021).

Οι εκδηλώσεις στο δέρμα δεν μπορούν να παραληφθούν. Μερικές από τις παθήσεις που έχουν συνδεθεί αυξημένα με το σύνδρομο είναι η δερματίτιδα (ατοπική και σμηγματορροϊκή), η φλυκταινώδης θυλακίτιδα, η ξηροδερμία, οι στοματικές μολύνσεις, κάποιοι όγκοι του δέρματος και καλκίνωση δέρματος (συγκέντρωση ασβεστίου) (Lagan et al 2020).

2.8. ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Στις μέρες με την εξέλιξη της ιατρικής τεχνολογίας δίνονται ποικίλες επιλογές προγεννητικού ελέγχου στα διάφορα στάδια της κύησης, με έμφαση στο 1^ο και στο 2^ο τρίμηνο. Στο 1^ο τρίμηνο προτείνεται να πραγματοποιηθεί ένας συνδυασμός υπερήχου και αιματολογικών εξετάσεων. Στις αιματολογικές εξετάσεις, που συνήθως γίνονται στις 9-12 εβδομάδες κύησης, δύο είναι οι γενετικοί δείκτες ενδιαφέροντος – η ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη (hCG) και η πρωτεΐνη-A του πλάσματος που σχετίζεται με την εγκυμοσύνη (PAPP-A) – οι οποίοι στη συγκεκριμένη περίπτωση θα εντοπισθούν σε μη φυσιολογικά επίπεδα (Diamandopoulos & Green 2018). Η υπερηχογραφία του 1^{ου} τριμήνου κρίνεται απαραίτητη, καθώς μέσω αυτής διακρίνονται 5 δείκτες. Το υπερηχογράφημα αυχενικής διαφάνειας αφορά τη μέτρηση του πάχους του υγρού στον αυχένα του εμβρύου, το οποίο εφόσον είναι ίσο ή ξεπερνά τα 3 χιλιοστά υποδεικνύει ανευπλοειδία (Kamat 2023). Οι υπόλοιποι 4 δείκτες είναι ανατομικοί. Είναι η απουσία ρινικού οστού, η αυξημένη γωνία μεταξύ μετωπιαίου και άνω γναθικού οστού, η ανεπαρκής λειτουργία της τριγλώχινας και η απουσία ή μείωση ροής στον φλεβικό πόρο (Antonarakis et al 2020). Οι Diamandopoulos & Green (2018) αναφέρουν πως ο συνδυασμός αυτών των προγεννητικών εξετάσεων εντοπίζει επιτυχώς σε ποσοστό 87%, ενώ επίσης κάνουν αναφορά σε έναν μη-επεμβατικό προγεννητικό έλεγχο που διεξάγεται την 9^η εβδομάδα κύησης, όπου ελέγχουν την ύπαρξη εμβρυϊκού DNA στο μητρικό αίμα. Με τη βοήθεια σύγχρονων τεχνολογιών, ανιχνεύονται ακολουθίες μητρικού και εμβρυϊκού γενετικού υλικού (cfDNA) και ελέγχονται οι αναλογίες των επίμαχων χρωμοσωμάτων για εντοπισμό ανευπλοειδίας (Gray & Wilkins-Haug 2018). Στο 1^ο τρίμηνο χρησιμοποιείται, επίσης, η επεμβατική μέθοδος της βιοψία χοριακών λαχνών (CVS) και γίνεται ανάλυση του καρυότυπου, με 99% ακρίβεια (Bull 2020). Η CVS διεξάγεται στο διάστημα των 9-14 εβδομάδων κύησης σύμφωνα με τις Diamandopoulos & Green (2018).

Στο 2^ο τρίμηνο, όσον αφορά την επεμβατική επιλογή, αυτή είναι η αμνιοπαρακέντηση στις 15-20 εβδομάδες και ανάλυση καρύοτυπου (Diamandopoulos & Green 2018, Bull 2020). Αξίζει να σημειωθεί πως, ενώ οι επεμβατικές μέθοδοι αποτελούν αξιόπιστα διαγνωστικά εργαλεία για τη τρισωμία 21, ταυτόχρονα φέρουν μεγάλο κίνδυνο αποβολής (Diamandopoulos & Green 2018). Στο ίδιο διάστημα, ελέγχονται με τον «τετραπλό έλεγχο» οι τιμές των hCG, μη συζευγμένης οιστριόλης (uE3), α-Φετοπρωτεΐνης (AFP) και ανασταλτικού παράγοντα A (inhibin A) (Gupta & Kabra 2014). Όπως υπογραμμίζουν οι Diamandopoulos & Green (2018), σε περίπτωση που οι τιμές hCG και του ανασταλτικού παράγοντα A επιστρέψουν αυξημένες, ενώ αντίθετα των uE3 και AFP μειωμένες, τότε το έμβρυο έχει DS. Υπάρχουν δείκτες που εμφανίζονται αυτό το διάστημα στον υπέρηχο που ενδεχομένως αποτελούν ένδειξη DS. Αυτοί σύμφωνα με τους Antonarakis et al (2020) είναι οι διαστάσεις του μηριαίου και του βραχιονίου, η πάχυνση της αυχενικής δερματικής πτυχής, η κυστική υδρωμία, η προεξέχουσα γλώσσα, οι κύστες χιοριοειδούς πλέγματος, οι καρδιακές βλάβες, το ηχογενές έντερο, η ήπια κοιλιομεγαλία, η ατρησία του δωδεκαδακτύλου, η διάταση της νεφρικής πυέλου, η κλινοδακτυλία του 5^{ου} δακτύλου αμφοτερόπλευρα και η μεγάλη απόσταση μεταξύ μεγάλου και 2^{ου} δακτύλου του ποδιού. Ο προγεννητικός έλεγχος είναι ύψιστης σημασίας, καθώς συμβάλλει στην εκπαίδευση των γονέων, στη λήψη αποφάσεων, στην επιλογή των κατάλληλων ειδικών και στην έναρξη της πρώιμης παρέμβασης κατά τη κύηση (Antonarakis et al 2020). Ωστόσο, έχουν ανέλθει πολλά ζητήματα ηθικής, καθώς μέσω αυτού δίνεται η επιλογή – σε ορισμένα κράτη – για επιλεκτικό τερματισμό της κύησης (Diamandopoulos & Green 2018).

Κατόπιν τοκετού, η φυσική εξέταση και η οπτική παρατήρηση του νεογνού από τους επαγγελματίες υγείας, μπορεί να θέσει στη πλειοψηφία των περιπτώσεων τη διάγνωση του συνδρόμου. Στοιχεία που συμβάλλουν στη διάγνωση μέσω των μεθόδων που αναφέρθηκαν είναι η σωματική διάπλαση, η υποτονία και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά (Bull 2020). Όταν υπάρχει υποψία για DS, μπορεί να πραγματοποιηθεί γενετικός έλεγχος μέσω ποσοτικής φθοριστικής αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (QF PCR) για ταχεία ανίχνευση ανευπλοειδιών και ο φθορίζων *in situ* υβριδισμός (FISH), τεχνική που χρησιμοποιείται για να εντοπίσει ανευπλοειδία και δομικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες μέσω ανίχνευσης συγκεκριμένων ακολουθιών DNA (Gupta & Kabra 2014, Kamat 2023).

2.9. ΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Το DS επηρεάζει πολλαπλά συστήματα και ως αναμενόμενο επακόλουθο χρήζει διεπιστημονικής προσέγγισης (Antonarakis et al 2020). Η φαρμακευτική αγωγή των ατόμων με DS περιλαμβάνει παυσίπονα, αντικαταθλιπτικά, αντιψυχωτικά, φάρμακα για αντιμετώπιση της άνοιας, αντισπασμωδικά και αντιεπιληπτικά για τις κρίσεις, καθώς και αντιβιοτικά για λοιμώξεις του αναπνευστικού (Okpala & Okpala 2021). Φάρμακα χορηγούνται και για λοιπές συννοσηρές καταστάσεις, όπως ο διαβήτης και ο θυρεοειδής (Tsou et al 2020). Για σοβαρές καταστάσεις, όπως οι συγγενείς καρδιοπάθειες και συγκεκριμένα - για παράδειγμα - οι βλάβες του κολποκοιλιακού διαφράγματος, οι χειρουργικές επεμβάσεις κρίνονται απαραίτητες (Okpala & Okpala 2021). Όσον αφορά το νοητικό μέρος του συνδρόμου, προτείνονται – με καλά αποτελέσματα – συμπεριφορικές θεραπείες, ψυχοτρόπα φάρμακα και ψυχοθεραπείες, από εξειδικευμένους επαγγελματίες υγείας (Antonarakis et al 2020).

Μεγάλη συμβολή στην αντιμετώπιση των επιπλοκών του συνδρόμου έχουν η λογοθεραπεία, η εργοθεραπεία και η φυσικοθεραπεία. Οι Okpala & Okpala (2021) σημειώνουν πως μέσω λογοθεραπείας ενδυναμώνονται μύες (στόματος, γλώσσα) και βελτιώνεται η άρθρωση και η επικοινωνία. Επίσης, υπογραμμίζουν πως η εργοθεραπεία βελτιώνει τις βασικές δεξιότητες της καθημερινής ζωής. Οι διάφορες φυσικοθεραπευτικές μέθοδοι φαίνεται να παρέχουν αξιοσημείωτα αποτελέσματα, ειδικά στην δύναμη και την ισορροπία, στη ποιότητα των κινήσεων και την επιτέλεση των καθημερινών δραστηριοτήτων (Ruiz-González et al 2019). Επιπροσθέτως, οι Tsou et al (2020) προτείνουν πως θα πρέπει να υιοθετηθούν καλές διατροφικές συνήθειες, να γίνεται έλεγχος του βάρους και της θερμιδικής πρόσληψης, καθώς και να ακολουθηθεί ένα πρόγραμμα άσκησης για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας.

Είναι εξαιρετικά σημαντικό τα άτομα με DS να συμμετέχουν ενεργά στη κοινωνία και να τους δίνεται η ευκαιρία να προοδεύσουν. Θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε τάξεις με τυπικά συννομήλικα παιδιά και να δίνεται βαρύτητα στις δυνατότητες του παιδιού, ώστε να γεφυρωθεί η μετάβαση στην ενήλικη ζωή και να φτάσουν υλοποιήσουν στον μέγιστο βαθμό το δυναμικό τους. Προσπάθειες υποστήριξης στο εργασιακό περιβάλλον, στη περίθαλψη υγείας και στην οικονομική ενίσχυση μπορούν να φέρουν ευημερία στον άνθρωπο με DS και την οικογένειά του (Bull 2020).

Τέλος, σημαντική υποστήριξη παρέχει και η τεχνολογία, με μια πληθώρα επιλογών για τη διευκόλυνση της ζωής των ατόμων με DS. Συγκεκριμένα, οι βοηθητικές συσκευές συμπεριλαμβάνουν μεταξύ άλλων ειδικά καθίσματα, βοηθήματα βάδισης, κινητά τηλέφωνα με μεγάλα πλήκτρα, ακουστικά βοηθήματα και λαβές για στυλό, οι οποίες βελτιώνουν σημαντικά το βιοτικό τους επίπεδο μέσω ενίσχυσης της επικοινωνίας και της ανεξαρτησίας τους. Υπάρχουν, ακόμη, λογισμικά που ενισχύουν τη μάθηση με διαδραστικά μέσα και βοηθούν τα άτομα να ξεπεράσουν τα φυσικά εμπόδια του συνδρόμου (Okpala & Okpala 2021).

3. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ο ορισμός της ισορροπίας σχετίζεται στενά με τους όρους «σταθερότητα» και «στατικός έλεγχος». Στην επιστήμη της μηχανικής έχει οριοθετηθεί από τον Νεύτωνα στον Πρώτο Νόμο, και αποτελεί την κατάσταση κατά την οποία η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται επί ενός αντικειμένου ισούται με μηδέν (Pollock et al 2000). Όσον αφορά την ανθρώπινη ισορροπία, αυτή προκύπτει ως αποτέλεσμα συνεργασίας πολλαπλών συστημάτων, με κοινό σκοπό την αντίδραση σε διαταράξεις της ισορροπίας (Olchowik et al 2015). Ένα σώμα διατηρεί κατάσταση ισορροπίας όταν η γραμμή της βαρύτητάς του βρίσκεται εντός της βάσης στήριξης (Pollock et al 2000). Ο άνθρωπος έχει δύο κύριες στρατηγικές για τη διατήρηση της ισορροπίας, του ισχίου και της ποδοκνημικής, για μεγάλη διατάραξη της ισορροπίας και μικρή αντίστοιχα (Panjan & Sarabon 2010). Ως γενικός κανόνας, η μεταφορά του κέντρου βάρους εκτός της βάσης στήριξης ενός σώματος οδηγεί σε αφαίρεση της ισορροπίας του (Pollock et al 2000), ωστόσο ο άνθρωπος για να προσαρμοστεί στις περιβαλλοντικές προκλήσεις και ασταθείς συνθήκες, βασίζεται σε ικανοποιητική αισθητηριακή ανατροφοδότηση από το οπτικό, το αιθουσαίο και το σωματοαισθητικό σύστημα (Wittenberg et al 2017). Οι πληροφορίες που συλλέγονται, έπειτα μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα για τον σχεδιασμό των κατάλληλων κινητικών απαντήσεων και ενεργοποιείται το μυοσκελετικό σύστημα για την εκτέλεση αυτών (Olchowik et al 2015, Wittenberg et al 2017). Στις κινητικές απαντήσεις, ιδιαίτερα σε ταυτόχρονη εκτέλεση πολλών εργασιών, μεγάλη συμβολή έχουν ο φλοιός και οι ανώτερες γνωστικές διεργασίες (Wittenberg et al 2017). Η αποτελεσματικότητα του συστήματος αυτού εξαρτάται από παράγοντες όπως η πνευματική και η φυσική κόπωση, οι νευρολογικές διαταραχές, η άσκηση, το φύλο, το βάρος και το BMI, το ύψος και η ηλικία (Olchowik et al 2015).

Συμπερασματικά, ο άνθρωπος έχει στατικό έλεγχο, ο οποίος κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός στις δραστηριότητες της καθημερινής του ζωής, στη διατήρηση συγκεκριμένων στάσεων, στην εκούσια κίνηση και στην αντίδραση σε εξωτερικούς παράγοντες. Ως εκ τούτου, η έννοια της ισορροπίας στον άνθρωπο περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες της κατάκτησης, διατήρησης και ανάκτησης της σταθερότητας, οπότε γίνεται κατανοητή η ανάγκη για ενδελεχή αξιολόγηση σε ασθενείς με νευρολογικά και ορθοπαιδικά προβλήματα, καθώς και αιθουσαία δυσλειτουργία (Pollock et al 2000).

Η αξιολόγηση της ισορροπίας μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολα, γρήγορα και με μικρό κόστος από έναν ειδικό επαγγελματία υγείας στη κλινική πράξη. Υπάρχει μια πληθώρα δοκιμασιών, με ή χωρίς εξοπλισμό, για τη στατική ή τη δυναμική ισορροπία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα απλών δοκιμασιών είναι η δοκιμασία Romberg, η κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS), η δοκιμασία ισορροπίας Tinetti, καθώς και η δοκιμασία Flamingo. Σε εργαστηριακά πλαίσια μπορεί να χρησιμοποιηθεί δυναμοδάπεδο και εξοπλισμός όπως σανίδες ισορροπίας για αξιολόγηση στατικής και δυναμικής ισορροπίας. Εργαστηριακές δοκιμασίες αποτελούν και το Star Excursion Balance Test (SEBT), το Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) και το Functional Reach Test (FRT). Σαφώς, υφίστανται και ποσοτικές μέθοδοι με χρήση υπολογιστή, όπως η υπολογιστική δυναμική φωτογράφιση (Panjan & Sarabon 2010).

4. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να συλλέξει και να ερευνήσει τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες επί των σύγχρονων θεραπευτικών παρεμβάσεων για την ισορροπία των παιδιών με σύνδρομο Down.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές και το διάγραμμα ροής του PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al 2021). Έπειτα, οι μελέτες αξιολογήθηκαν στη κλίμακα PEDro (Physiotherapy Evidence Database).

5.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΟΤΗΤΑΣ

Για την διεκπεραίωση της συστηματικής ανασκόπησης τέθηκαν κάποια κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού μελετών, ενώ η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε με συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά.

Στη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση εντάχθηκαν μελέτες οι οποίες πληρούσαν τα εξής κριτήρια: α) να είναι δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα, β) να είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες έρευνες, γ) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να είναι 0 – 20 ετών, δ) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να έχει διαγνωστεί με Σύνδρομο Down, ε) το δείγμα της εκάστοτε μελέτης να μπορεί να κατανοεί και να ακολουθεί οδηγίες, στ) οι μελέτες να αφορούν παρεμβάσεις για την ισορροπία, η οποία αξιολογείται με έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο, ζ) οι μελέτες να είναι δημοσιευμένες από το 2015 έως και το 2025 και η) οι παρεμβάσεις της εκάστοτε μελέτης να έχουν συνάφεια με την επιστήμη της φυσικοθεραπείας.

Αντιθέτως, τα κριτήρια αποκλεισμού συμπεριέλαβαν: α) μη τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, έρευνες πιλοτικού τύπου και πρωτόκολλα μελετών, β) άτομα με σοβαρές συννοσηρότητες και γ) μελέτες με άλλες ομάδες ασθενών.

5.2. ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΛΕΤΩΝ

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση άρθρων στις ακόλουθες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: Pubmed-Medline, Scopus-Elsevier και ResearchGate στις 10 Φεβρουαρίου 2025. Όπου ήταν διαθέσιμα χρησιμοποιήθηκαν φίλτρα περιορισμού χρονολογίας, γλώσσας και τύπου μελέτης. Οι παρακάτω λέξεις-κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση: balance, children, Down syndrome, physiotherapy, therapeutic exercise, rehabilitation.

Η στρατηγική αναζήτησης στην βάση Pubmed-Medline αποτυπώνεται ως εξής:
(("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields] OR ("child"[MeSH Terms] OR "child"[All Fields] OR "children"[All Fields] OR "child s"[All Fields] OR "children s"[All Fields] OR "childrens"[All Fields] OR "childs"[All Fields]) OR ("physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR ("physical"[All

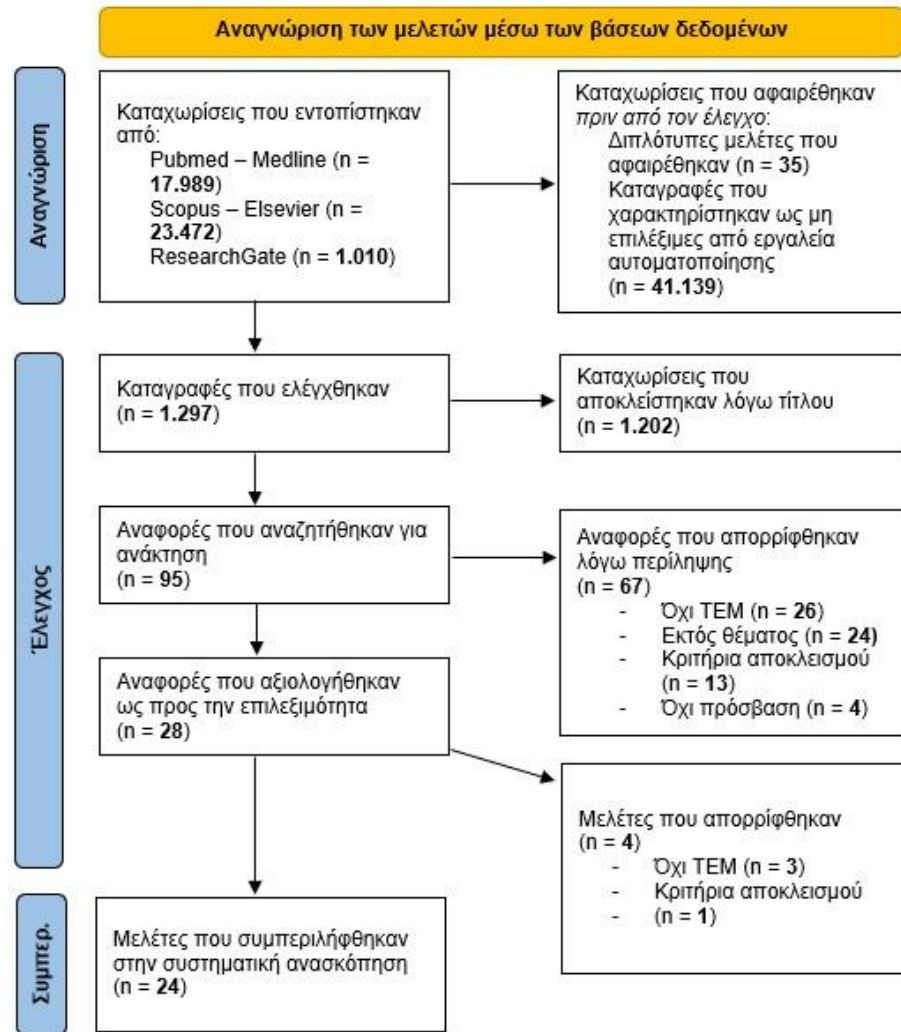
Fields] AND "therapy"[All Fields] AND "modalities"[All Fields]) OR "physical therapy modalities"[All Fields] OR "physiotherapies"[All Fields] OR "physiotherapy"[All Fields]) OR ("exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "exercise therapy"[All Fields] OR ("therapeutic"[All Fields] AND "exercise"[All Fields]) OR "therapeutic exercise"[All Fields]) OR ("rehabilitant"[All Fields] OR "rehabilitants"[All Fields] OR "rehabilitate"[All Fields] OR "rehabilitated"[All Fields] OR "rehabilitates"[All Fields] OR "rehabilitating"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitations"[All Fields] OR "rehabilitative"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Subheading] OR "rehabilitation s"[All Fields] OR "rehabilitational"[All Fields] OR "rehabilitator"[All Fields] OR "rehabilitators"[All Fields])) AND ("down syndrome"[MeSH Terms] OR ("down"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "down syndrome"[All Fields])) AND ((randomizedcontrolledtrial[Filter]) AND (2015:2025[pdat])).

Η στρατηγική αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων Scopus και ResearchGate αποτυπώνεται ως εξής: ((balance) OR (children) OR (physiotherapy) OR (therapeutic exercise) OR (rehabilitation) AND (down syndrome)).

Οι μελέτες αξιολογήθηκαν ως προς την επιλεξιμότητά τους από δυο κριτές, με τη συμμετοχή τρίτου σε περίπτωση διαφωνίας. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε αρχικά με βάση τους τίτλους, έπειτα με τις περιλήψεις και τέλος κατόπιν ανάγνωσης ολόκληρου του κειμένου. Τα πλήρη κείμενα τεσσάρων εκ των μελετών που βρέθηκαν δεν υπήρχαν διαδικτυακά και δεν ανακτήθηκαν έπειτα από αίτηση χορήγησης του άρθρου.

5.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΛΕΤΩΝ

Η αρχική αναζήτηση στις τρεις βάσεις δεδομένων επέφερε 42.471 αποτελέσματα. Έπειτα από την αφαίρεση των διπλοτύπων και την αφαίρεση μελετών μέσω εφαρμογής εργαλείων αυτοματοποίησης, έμειναν 1.297. Με βάση τον τίτλο αφαιρέθηκαν επιπλέον 1.202 μελέτες. Ύστερα από την ανάγνωση 95 περιλήψεων, αποκλείστηκαν ακόμη 67 μελέτες, εκ των οποίων οι 26 δεν ήταν TEM, οι 24 ήταν εκτός θεματολογίας, οι 13 εμπίπταν στα κριτήρια αποκλεισμού και σε 4 δεν αποκτήσαμε πρόσβαση, ακόμα και μετά από αίτηση στους συγγραφείς. Από τα 28 άρθρα, κατόπιν ανάγνωσης του πλήρους κειμένου, αποκλείστηκαν περαιτέρω 4, εκ των οποίων τρία δεν ήταν TEM και 1 δεν πληρούσε τα κριτήρια επιλογής.



Γράφημα 5.3 Διάγραμμα ροής (PRISMA 2020) της διαδικασίας αναζήτησης και επιλογής μελετών για την συστηματική ανασκόπηση. (TEM: Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Μελέτη, Συμπερ.: Συμπεριλήφθηκαν.)

Συνεπώς, συνολικά 24 μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και ενσωματώθηκαν στην συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση. Η παραπάνω διαδικασία παρουσιάζεται στο (Γράφημα 5.3).

5.4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα εξήχθησαν από τις μελέτες από τους δύο κριτές ξεχωριστά, χωρίς αναζήτηση περαιτέρω στοιχείων από τους συγγραφείς. Τα στοιχεία που επιλέχθηκαν είναι: α) τα χαρακτηριστικά του δείγματος (ηλικία, φύλο, συννοσηρότητες), β) ο τύπος της εκάστοτε παρέμβασης (π.χ. ασκήσεις ενδυνάμωσης, με επικουρική χρήση της τεχνολογίας μεταξύ άλλων) και οι αντίστοιχες παράμετροι (π.χ. αριθμός και διάρκεια συνεδριών, χρονικό διάστημα

εφαρμογής της παρέμβασης κ.λπ.) και γ) το εργαλείο αξιολόγησης της ισορροπίας που επιλέχθηκε.

5.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη τελική μορφή της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, αξιολογήθηκαν ως προς τη μεθοδολογία τους με τη κλίμακα PEDro (Physiotherapy Evidence Database) (<https://pedro.org.au/>). Η κλίμακα PEDro αποτελείται από 11 κριτήρια, τα οποία αφορούν την εσωτερική εγκυρότητα, εκτός από το 1^ο που αφορά την εξωτερική και δεν λαμβάνεται υπόψη στην τελική βαθμολογία. Κάθε κριτήριο που πληρείται, προσθέτει έναν πόντο στην βαθμολογία, η οποία κυμαίνεται από 0 έως 10 (Maher et al 2003). Μελέτες με βαθμολογία <4 κρίνονται ως χαμηλής ποιότητας, 4-5 κρίνονται ως μέτριας ποιότητας, 6-8 σημαίνει καλής ποιότητας και 9-10 άριστης (Cashin & McAuley 2020). Το 1^ο κριτήριο πληρείται εάν γίνεται καθορισμός των κριτηρίων ένταξης των ατόμων, καθώς και της πηγής προέλευσής τους. Το 2^ο πληρείται εάν γίνεται τυχαία κατανομή του δείγματος, το 3^ο εάν η κατανομή αυτή είναι τυφλή, το 4^ο εάν οι ομάδες έχουν παρόμοιους προγνωστικούς δείκτες στην αρχική μέτρηση, το 5^ο εάν οι συμμετέχοντες είναι τυφλοί ως προς την ομάδα που ανήκουν, το 6^ο εάν οι θεραπευτές είναι τυφλοί ως προς τις ομάδες των συμμετεχόντων, το 7^ο εάν οι αξιολογητές του αποτελέσματος είναι τυφλοί ως προς τις ομάδες, το 8^ο εάν αποκτήθηκε βασικό αποτέλεσμα από τουλάχιστον το 85% των συμμετεχόντων που είχαν αρχικά κατανεμηθεί, το 9^ο εάν όλοι οι συμμετέχοντες για τους οποίους υπάρχουν μετρήσεις έλαβαν θεραπεία ή την ανάλογη παρέμβαση (ή μη) της ομάδας ελέγχου όπως είχαν κατανεμηθεί, ή όπου δεν ίσχυε το παραπάνω, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε όπως θα γινόταν αν τα άτομα συμμετείχαν στην ομάδα που είχαν κατανεμηθεί (“intention to treat”). Το 10^ο κριτήριο πληρείται εάν γίνεται αναφορά σε αποτέλεσμα σύγκρισης μεταξύ των ομάδων για τουλάχιστον ένα βασικό μέσο αξιολόγησης και το 11^ο εάν παρέχονται στατιστικοί δείκτες και μετρήσεις μεταβλητότητας για τουλάχιστον ένα κύριο αποτέλεσμα (Maher et al 2003). Πρέπει να σημειωθεί πως η αξιολόγηση έγινε από τους 2 κριτές και σε περίπτωση διαφωνίας, οι διαφορές επιλύονταν μέσω συζήτησης.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

6.1.1. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Στα πλαίσια των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση, χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα αξιόπιστα εργαλεία αξιολόγησης, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω.

Η Pediatric Balance Scale (PBS) είναι μία τροποποιημένη έκδοση της Berg Balance Scale και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με μέτριες έως ήπιες αναπηρίες, ηλικίας άνω των 4 ετών (Ghafar & Abdelraouf 2017). Η PBS καλύπτει 14 στοιχεία, με το καθένα να βαθμολογείται 0 (χαμηλότερο επίπεδο λειτουργίας) έως 4 (μέγιστο επίπεδο λειτουργίας), με ανώτατο σκορ το 56. Όσο χαμηλότερο το σκορ τόσο πιο ελλιπής η ισορροπία, ενώ σκορ μικρότερο του 34 παραπέμπει σε αυξημένο κίνδυνο πτώσεων (Kaya 2023, Raghupathy et al 2022). Τα 14 στοιχεία είναι τα εξής: μετάβαση από όρθια σε καθιστή θέση και το αντίστροφο, μεταφορές βάρους, ανεξάρτητη καθιστή θέση, ανεξάρτητη όρθια θέση με ανοιχτά ή κλειστά μάτια και με πόδια ενωμένα ή το ένα πόδι μπροστά, μονοποδική στήριξη, στροφή 360°, κοίταγμα πάνω από τους ώμους και από τις δύο πλευρές από όρθια θέση, ανάκτηση αντικειμένων από το πάτωμα, εναλλάξ τοποθέτηση ποδιών σε σκαμπό και έκταση προς τα εμπρός με τα χέρια τεντωμένα (Razzaq 2022).

To Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP ή BOT-2) είναι ένα τεστ το οποίο εμπεριέχει 8 υποκατηγορίες, με 53 στοιχεία, οργανωμένα για την εκτίμηση της ανάπτυξης της αδρής και λεπτής κινητικότητας και χρησιμοποιείται σε παιδιά με διανοητικές ικανότητες, ηλικίας 4 - 21 έτη (AL-Nemr & Reffat 2024). Τα πρώτα 3 στοιχεία εξετάζουν την στατική ισορροπία με συνολικό σκορ 17 και τα τελευταία 5 τη δυναμική, με συνολικό σκορ 15 (Rahman & Shaheen 2010).

To Biodex Stability System (BSS) – ή αλλιώς Biodex Balance System (BBS) – αξιοποιείται για την αξιολόγηση της σταθερότητας του κορμού υπό πίεση και της δυναμικής ισορροπίας. Αποτελείται από μία κυκλική πλατφόρμα που επιτρέπει κλίση έως και 20° στους

προσθιοπίσθιους και μεσοπλάγιους άξονες ταυτόχρονα. Από τους βαθμούς κλίσης σε αυτούς τους άξονες το σύστημα Biodex Stability υπολογίζει τον δείκτη σταθερότητας στον μεσοπλάγιο και προσθιοπίσθιο άξονα, καθώς και τον συνολικό δείκτη σταθερότητας που είναι ευαίσθητος σε αλλαγές και προς τις δύο κατευθύνσεις. Οι δείκτες αυτοί είναι τυπικές αποκλίσεις, οι οποίες αξιολογούν διακυμάνσεις γύρω από το σημείο μηδέν, την οριζόντια θέση. Οι υψηλότερες τιμές σε αυτές τις μετρήσεις υποδεικνύουν φτωχή ισορροπία (Eid et al 2022).

Το Timed-Up & Go (TUG) αποτελεί δοκιμασία όπου τα παιδιά κάθονται σε μία καρέκλα και κατόπιν τους ζητείται να σηκωθούν, να περπατήσουν ως ένα σημείο 3 μέτρα μακριά, να κάνουν αναστροφή, να περπατήσουν και να κάτσουν πάλι στην καρέκλα. Η δοκιμασία εκτελείται δύο φορές, με τη βοήθεια χρονομέτρου, και έπειτα υπολογίζεται ο Μ.Ο. (Ghafar & Abdelraouf 2017).

Το 6-Minute Walk Test (6MWT) αποτελεί τεστ αντοχής κατά το οποίο ζητείται από τα παιδιά να περπατήσουν όσο πιο γρήγορα μπορούν για 6 λεπτά σε ένα ορθογώνιο, οριοθετημένο μονοπάτι. Το τεστ αυτό είναι ασφαλές και αντικατοπτρίζει την ικανότητα εκτέλεσης ΔΚΖ, καθώς αξιολογείται και η φυσική απόδοση (Eid et al 2022).

Το Four Square Step Test (FSST) αποτελεί μια κλινική δοκιμασία για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας και του γνωστικού παράγοντα του κινητικού σχεδιασμού. Ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει πάνω από ράβδους που είναι τοποθετημένες σε σχήμα σταυρού και αξιολογείται η ικανότητα να περνώνται από πάνω αντικείμενα μπροστά, πίσω και πλευρικά (Raghupathy et al 2022).

Το Test of Gross Motor Development-2 (TGMD-2) αποτελεί τυποποιημένη δοκιμασία για 12 δεξιότητες αδρής κινητικότητας, οργανωμένες σε δύο υποκατηγορίες, της κίνησης και του χειρισμού αντικειμένων. Η υποκατηγορία κίνησης αξιολογεί την ευκινησία και τον συντονισμό των παιδιών ενώ τρέχουν, χοροπηδούν, καλπάζουν, κάνουν άλματα και γλιστρούν. Η δεύτερη υποομάδα αξιολογεί τον χειρισμό των αντικειμένων, όπως είναι η σύλληψη και η οπτικοκινητική ενσωμάτωση δεξιοτήτων με τη μπάλα, όπως το κλότσημα, η «τρίπλα», η λήψη, το λάκτισμα και η ρίψη. Μεγαλύτερο σκορ σημαίνει καλύτερη απόδοση, ενώ το μέγιστο είναι το 48 (Raghupathy et al 2022).

To Functional Reach Test (FRT) αποτελεί μια δοκιμασία αξιολόγησης της λειτουργικής ισορροπίας, και αποτελεί εύχρηστο εργαλείο σε παιδιά. Το εξεταζόμενο άτομο στέκεται παράλληλα με έναν τοίχο με 90° κάμψης στους ώμους και του ζητείται να φτάσει όσο πιο μπροστά μπορεί, χωρίς να χάσει την ισορροπία του, να κάνει βήμα ή να ακουμπήσει τον τοίχο. Σημειώνεται η θέση του μεσαίου δακτύλου του χεριού πριν και μετά τη κίνηση, και η απόσταση μεταξύ των σημείων μετρίεται σε εκατοστά. Μεγαλύτερα σκορ στη δοκιμασία είναι ενδεικτικά καλύτερης λειτουργικής ισορροπίας (Efkere & Tarsuslu 2024).

To Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88) αποτελεί σημαντικό, τυποποιημένο εργαλείο για την αξιολόγηση και ταξινόμηση των αδρών κινητικών λειτουργιών και ικανοτήτων. Αποτελείται από 5 κατηγορίες-διαστάσεις και 88 στοιχεία. Η Α με τη κατάκλιση και τη κύλιση, η Β με το κάθισμα, η C με το μπουσούλημα και το γονάτισμα, η D με την ορθοστάτηση και η Ε με τη βάδιση, τα άλματα και το τρέξιμο. Βγαίνει σκορ για κάθε κατηγορία, καθώς και ένα συνολικό. Το κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε 4-βάθμια κλίμακα, από το 0 (δεν ξεκινά) έως 3 (πραγματοποιεί πλήρως το ζητούμενο) (Choi 2024).

To Functional Independence Measure for Children (WeeFIM) είναι η παιδιατρική έκδοση του FIM και αποτελείται από 18 στοιχεία, με το σκορ να ευρύνεται από 18 έως 126 (δηλαδή 1-7 μπορεί να λάβει το κάθε στοιχείο) και είναι κατάλληλο για παιδιά με αναπτυξιακές διαταραχές από 6 μηνών έως 21 ετών (Kaya et al 2023). Αποτελεί ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της απόδοσης στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και των λειτουργικών δεξιοτήτων των παιδιών από 6 μηνών έως 7 ετών. Τα προαναφερθέντα 18 στοιχεία κατηγοριοποιούνται σε 3 βασικούς τομείς: την αυτοφροντίδα, τη κινητικότητα και τη νόηση (Büyükcelik et al 2023).

6.1.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Η μελέτη των Ghafar & Abdelraouf (2017) ήταν μία TEM, η οποία είχε ως στόχο να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality-VR) χρησιμοποιώντας παιχνίδια Wii, με την παραδοσιακή φυσικοθεραπεία, για την ενίσχυση της λειτουργικής ισορροπίας σε παιδιά με DS. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 26 παιδιά, εκ των οποίων τα 18 ήταν αγόρια και τα 8 κορίτσια. Τα παιδιά μοιράστηκαν τυχαία και με ίση κατανομή των φύλων σε δύο ισόποσες ομάδες, στην ομάδα Α, η οποία έλαβε συμβατική

φυσιοθεραπευτική παρέμβαση, και στην ομάδα B, που ακολούθησε ένα πρόγραμμα ισορροπίας βασισμένο στο Wii. Οι θεραπευτικές συνεδρίες και των δύο ομάδων διήρκεσαν 30 λεπτά, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα, για 8 εβδομάδες. Πιο αναλυτικά, η ομάδα A με Μ.Ο.Η. $7,40 \pm 1,27$ έτη έλαβε συμβατική φυσικοθεραπευτική παρέμβαση κατά την οποία λήφθηκαν υπόψη οι λειτουργικοί περιορισμοί του κάθε παιδιού για την εξατομίκευση του προγράμματος. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα περιέλαβε ρίψη και πιάσιμο μπάλας/σάκων έξω από τη βάση στήριξης, πιάσιμο αντικειμένων από όρθια ή καθιστή θέση σε σταθερές ή ασταθείς επιφάνειες, ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας, περπάτημα πάνω σε δοκό ισορροπίας, μονοποδική στήριξη και τέλος δραστηριότητες κλοστήματος. Τα παιδιά της ομάδας B με Μ.Ο.Η. $7,18 \pm 1,85$ έτη συμμετείχαν σε προπόνηση Wii χρησιμοποιώντας τα Nintendo Wii Sports και Nintendo Wii Fit. Τρία παιχνίδια Wii εξασκήθηκαν για 10 λεπτά το καθένα ως εξής: αρχικά, το παιχνίδι κεφαλιάς στο ποδόσφαιρο, το οποίο βελτιώνει τις κινήσεις του κορμού και των ακρών σε μεγάλο εύρος διαταραχών της ισορροπίας, που διαφέρουν τόσο στο μέγεθος, όσο και στην τοποθεσία εφαρμογής των αποσταθεροποιητικών δυνάμεων. Δεύτερο είναι το παιχνίδι Ski Slalom, το οποίο εκμαιεύει στρατηγικές ισορροπίας των κάτω άκρων και βελτιώνει την φόρτιση τους και τέλος το παιχνίδι Table Tilt ενισχύει τον έλεγχο ολόκληρου του σώματος μέσω δυναμικής ισορροπίας σε μία εικονική σανίδα ισορροπίας. Τα παιχνίδια που χρησιμοποιήθηκαν, επαναλήφθηκαν κατά μέσο όρο 150 φορές σε κάθε συνεδρία, με την επίβλεψη φυσικοθεραπευτή. Για την αξιολόγηση και την καταγραφή των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία: η PBS, το TUG, και το Five-times-Sit-to-Stand τεστ. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας με τη PBS έγινε χρήση των εξής υλικών: προσαρμοζόμενος (για το ύψος) πάγκος, καρέκλα με υποστηριζόμενη πλάτη και υποβραχιόνια στήριξη, χρονόμετρο, ταινία κάλυψης πλάτους μίας ίντσας, σκαμπό ύψους 6 ιντσών, σφουγγάρι για μαυροπίνακα, μέτρο και ένα μικρό επίπεδο. Τέλος, το Five-times-Sit-to-Stand τεστ χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της ικανότητας εκτέλεσης συνηθισμένων κινήσεων. Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να σηκώνονται όρθιοι από μία καρέκλα και να ξανακάθονται 5 φορές όσο πιο γρήγορα μπορούσαν. Τα αποτελέσματα της μελέτης φανέρωσαν πως και οι δύο τύποι παρέμβασης είχαν θετική επίδραση στις μετρήσεις της ισορροπίας, ωστόσο η ομάδα B που ακολούθησε το πρόγραμμα VR, είχε μεγαλύτερη στατιστικά σημαντική διαφορά.

Η μελέτη των Cheema et al (2023) ήταν μια μονή τυφλή TEM που έλαβε μέρος στο τμήμα φυσικοθεραπείας του Παιδιατρικού Νοσοκομείου της Λαχώρας και είχε ως στόχο την

σύγκριση της επίδρασης ασκήσεων ενδυνάμωσης κορμού και του ανάποδου περπατήματος (Retro-walk) στην ισορροπία και στον συντονισμό ατόμων με Σύνδρομο Down. Στη συγκεκριμένη έρευνα, που διήρκησε 6 μήνες, συμμετείχαν 24 άτομα, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ισόποσες ομάδες (Α και Β). Αναλυτικότερα, η ομάδα Α απαρτίστηκε από 8 κορίτσια και 4 αγόρια με Μ.Ο.Η. $10,08 \pm 3,7$ έτη. Αντίστοιχα, η ομάδα Β απαρτίστηκε από 4 κορίτσια και 8 αγόρια με Μ.Ο.Η. $10,17 \pm 2,98$ έτη. Σχετικά με την παρέμβαση, η ομάδα Α έλαβε συμβατική θεραπεία σε συνδυασμό με ασκήσεις ενδυνάμωσης του κορμού και η ομάδα Β έλαβε συμβατική θεραπεία σε συνδυασμό με Retro-walk σε ομοιόμορφη επιφάνεια. Παράλληλα, στόχος της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης, που χορηγήθηκε και στις δύο ομάδες, ήταν η γενική ενδυνάμωση των άνω και κάτω άκρων. Και τα δύο σχήματα θεραπείας εκτελέστηκαν για 30 λεπτά, 5 μέρες την εβδομάδα και σε ένα χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων. Η συμβατική θεραπεία συμπεριέλαβε λογοθεραπεία, φυσικοθεραπεία, εργοθεραπεία και μαθησιακή-γνωστική θεραπεία. Ως εργαλείο αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε η PBS για τις λειτουργικές, ισορροπιστικές δεξιότητες των παιδιών με DS. Επιπρόσθετα, το Foot Tapping Test, το οποίο περιλαμβάνει αμφοτερόπλευρο χτύπημα του δακτύλου του ποδιού από καθιστή θέση, χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του συντονισμού. Αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση των 8 εβδομάδων. Ο αριθμός των αγγιγμάτων σε 10 sec καταγράφηκε για ανάλυση. Στα πλαίσια της θεραπείας, η πρώτη επίσκεψη αφιερώθηκε σε διεξοδική αξιολόγηση των συμμετεχόντων, η οποία συμπεριέλαβε την λήψη ιστορικού και την καταγραφή πιθανών ενοχλήσεων και συμπτωμάτων. Τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης έδειξαν πως τόσο η ενδυνάμωση του κορμού όσο και το Retro-walk είχαν θετική επίδραση στην ισορροπία και στον συντονισμό των ατόμων με DS και, μάλιστα, υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση.

Επίσης, η μελέτη των Eid et al (2022) ήταν μία TEM η οποία διεξάχθηκε σε πανεπιστήμιο της Σαουδικής Αραβίας με σκοπό να διερευνήσει την επίδραση της βιταμίνης D και της αερόβιας άσκησης στην ισορροπία και την σωματική λειτουργική απόδοση. Ένα σύνολο 38 παιδιών με DS με ηλικιακό εύρος 8-12 ετών συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα και χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, στην ομάδα ελέγχου με Μ.Ο.Η. $9,5 \pm 1,14$ έτη και στην ομάδα μελέτης με Μ.Ο.Η. $9,72 \pm 1,36$ έτη. Δύο παιδιά δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν την έρευνα, καθώς το ένα τραυματίστηκε έξω από τα πλαίσια της μελέτης και το άλλο απουσίασε σε ταξίδι. Συνεπώς, 36 παιδιά ολοκλήρωσαν αυτή την μελέτη. Και οι δύο ομάδες έλαβαν συμβατική θεραπεία και ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης, ενώ στην ομάδα μελέτης δόθηκαν επιπλέον συμπληρώματα

βιταμίνης D. Πιο αναλυτικά, οι συμμετέχοντες κατά την συμβατική φυσικοθεραπεία εκτέλεσαν το εξής πρωτόκολλο: ιδιοδεκτική προπόνηση 5 λεπτά, νευροαναπτυξιακή προπόνηση 15 λεπτά, διευκόλυνση της μυϊκής σύσπασης για εκτεινόντες ισχίου, τετρακέφαλο, οπίσθιους μηριαίους και των μυών της πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης για 10 λεπτά αμφοτερόπλευρα. Τέλος, ασκήσεις ισορροπίας και στατικού ελέγχου, οι οποίες περιέλαβαν στατικές αντιδράσεις (ανόρθωση, ισορροπία, προστατευτικές αντιδράσεις) και διατήρηση της ισορροπίας από την όρθια θέση ενώ γίνεται μετατόπιση του βάρους πρόσθια και οπίσθια εναλλάξ, για 15 λεπτά. Σύνολο της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης: 45 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Στη συνέχεια, ύστερα από ένα διάλειμμα 10 λεπτών από την φυσικοθεραπεία και οι δύο ομάδες εκτέλεσαν αερόβιες ασκήσεις για 15 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Το περπάτημα επιλέχθηκε ως μία ασφαλής μορφή άσκησης, βάσει του ιστορικού πτώσεων των παιδιών. Επίσης, ένας παλμογράφος ήταν απαραίτητος για την καταγραφή των παλμών πριν, αλλά και μετά την προπόνηση. Τα άτομα επιτέλεσαν την αερόβια συνεδρία σε τρεις φάσεις. Αρχικά ήταν η φάση προθέρμανσης, με διάρκεια 5 λεπτά, ένταση 60% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax), με αρχική ταχύτητα 2,0 χλμ/ώρα και κλίση 0°. Έπειτα, ακολούθησε η κύρια φάση διάρκειας 5 λεπτών, με σταδιακά αυξανόμενη ένταση 60-70% HRmax, ταχύτητα από 2,0-3,0 χλμ/ώρα και κλίση από 0°-5°. Τέλος, η φάση αποθεραπείας ήταν ίδια με την φάση προθέρμανσης. Στην ομάδα μελέτης, επιπρόσθετα από τα παραπάνω, χορηγήθηκε από το στόμα μία φορά τη μέρα, 400 UI βιταμίνης D3 (χοληκαλσιφερόλη), σύμφωνα με τις συστάσεις της Αμερικάνικης Παιδιατρικής Ακαδημίας. Ακόμη, η πρόσληψη τροφής τέθηκε υπό επιτήρηση μέσω διατροφικών ημερολογίων στο χρονικό διάστημα των 12 εβδομάδων, ώστε να εξασφαλιστεί πως η πρόσληψη των τροφών που περιείχαν βιταμίνη D ήταν ισόποση μεταξύ των δύο ομάδων. Επιπλέον, σε κάθε παιδί έγινε μέτρηση των επιπέδων της βιταμίνης D, της ισορροπίας και της φυσικής απόδοσης. Συγκεκριμένα, το BSS αξιοποιήθηκε για την αξιολόγηση της σταθερότητας του κορμού, στο οποίο τα παιδιά αξιολογήθηκαν ενώ στέκονταν σε αμφίπλευρη στάση με τα μάτια ανοιχτά και τα χέρια στο πλάι, στο πιο σταθερό επίπεδο με ελάχιστη κίνηση της πλατφόρμας και στόχος ήταν να διατηρήσουν το κέντρο πίεσης εντός των ομόκεντρων κύκλων της πλατφόρμας. Η δοκιμή μέτρησης επαναλήφθηκε 3 φορές για κάθε άτομο και χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος για την ανάλυση των δεδομένων. Παράλληλα, για την αξιολόγηση της φυσικής απόδοσης επιλέχθηκε το 6MWT. Εν κατακλείδι,

τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της ομάδας μελέτης και συνεπώς ο συνδυασμός βιταμίνης D και αερόβιας άσκησης μπορεί να ενταχθεί στην αποκατάσταση ατόμων με DS.

Επιπλέον, η μελέτη των Arif et al (2024) αποτέλεσε μία TEM η οποία πραγματοποιήθηκε με σκοπό να υπολογίσει την αποτελεσματικότητα της αερόβιας άσκησης, σε σύγκριση με την κλασική φυσικοθεραπεία, στην βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε παιδιά με DS. Το μέγεθος του δείγματος ξεκίνησε στα 20 άτομα, ωστόσο την διαδικασία ολοκλήρωσαν 18 άτομα, χωρίς να γίνει αναφορά αιτίου αποχώρησης από την έρευνα. Συνεπώς, 18 παιδιά ηλικίας 5-12 ετών χωρίστηκαν σε δύο ισομερείς ομάδες, με 7 αγόρια και 2 κορίτσια η κάθε μία, την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα. Ειδικότερα, η ομάδα ελέγχου με Μ.Ο.Η. $7,78 \pm 2,22$ έτη ακολούθησε ένα πρόγραμμα τυπικής φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης, το οποίο περιέλαβε προπόνηση προοδευτικής αντίστασης, ασκήσεις ισορροπίας και προπόνηση ευλυγισίας. Από την άλλη, η πειραματική ομάδα με Μ.Ο.Η. $7,78 \pm 1,92$ έτη, έλαβε ένα πρόγραμμα αερόβιων ασκήσεων και συγκεκριμένα θεραπείες ποδηλασίας, πέρα από απλή φυσικοθεραπεία, για 30 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για περισσότερο από 8 εβδομάδες. Για την συλλογή των δεδομένων της ισορροπίας και της κινητικότητας χρησιμοποιήθηκαν η PBS και το 6MWT. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στην αρχή και μετά το τέλος της παρέμβασης. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν πως και οι δύο ομάδες σημείωσαν στατιστικώς σημαντική βελτίωση, τόσο στην στατική, όσο και στην δυναμική ισορροπία, με την πειραματική ομάδα που ακολούθησε το αερόβιο πρόγραμμα να εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα.

Επίσης, η μελέτη των Kaya et al (2023) αποτέλεσε μία TEM η οποία είχε ως στόχο να προσδιορίσει το αντίκτυπο της ιπποθεραπείας στην ισορροπία, στην λειτουργική κινητικότητα και στην λειτουργική ανεξαρτησία των παιδιών με DS. Ο αριθμός των συμμετεχόντων ανήλθε στα 34 παιδιά, ηλικίας από 4 έως 14 ετών, τα οποία χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδα ελέγχου (Μ.Ο.Η.: $8,18 \pm 2,74$ έτη) και σε πειραματική ομάδα (Μ.Ο.Η.: $10,12 \pm 3,30$ έτη) μετά την αρχική αξιολόγηση. Και οι δύο ομάδες έκαναν φυσικοθεραπεία, και η πειραματική ομάδα ακολούθησε επιπλέον πρωτόκολλο ιπποθεραπείας. Αναλυτικότερα, το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας περιέλαβε ένα σύνολο ασκήσεων ισορροπίας από το σπίτι, οι οποίες ήταν εύκολα εφαρμόσιμες και δεν απαιτήσαν εξοπλισμό. Μεταξύ των ασκήσεων ήταν οι παρακάτω: μονοποδική στήριξη σε στρώμα με ανοιχτά και κλειστά μάτια, διποδική στήριξη με ανοιχτά και κλειστά μάτια, διαδοχική βάδιση (tandem walk) με ανοιχτά και κλειστά μάτια, ασκήσεις ισορροπίας σε

επικλινή επιφάνεια, ασκήσεις ισορροπίας από θέση καθίσματος (squat) και πέρασμα με άλμα πάνω από εμπόδια στο έδαφος. Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν το πρόγραμμα υπό την επίβλεψη των γονέων, αλλά και των φυσικοθεραπευτών από βιντεοκλήση, για 30 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 6 εβδομάδες. Η πειραματική ομάδα εξασκήθηκε σε ένα πρόγραμμα υποθεραπείας, το οποίο εφαρμόστηκε από εξειδικευμένους φυσικοθεραπευτές για 6 εβδομαδιαίες θεραπείες, διάρκειας 30 λεπτών. Κάθε παιδί εκπαιδεύτηκε πάνω στο ίδιο άλογο για όλη τη διάρκεια της παρέμβασης, σε ειδικά προσαρμοσμένο χώρο όπου και τηρήθηκαν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας, με τον αναγκαίο εξοπλισμό: κράνος, ιμάντες, ειδικό μαξιλάρι, αναβολείς, χαλινάρι και αλυσίδα. Ακόμη, κάθε συνεδρία ξεκίνησε με χαιρετισμό-εξοικείωση με το άλογο, ακολούθησε προθέρμανση 5 λεπτών, το κύριο μέρος και τέλος 2 λεπτά χαλάρωσης. Οι δραστηριότητες τροποποιήθηκαν ώστε να είναι εφικτές για τις δυνατότητες όλων των παιδιών. Ειδικότερα, το κύριο μέρος της ιππασίας, περιείχε 5 λεπτά περπατήματος του αλόγου (5-7 χλμ/ώρα), 2 λεπτά διάλειμμα και 5 λεπτά τροχασιού (12-15 χλμ/ώρα). Συνολική διάρκεια της ιππασίας ήταν 20 λεπτά. Επίσης, το πρόγραμμα ήταν προοδευτικό και κάθε εβδομάδα τα παιδιά είχαν να αντιμετωπίσουν μία νέα δοκιμασία. Συγκεκριμένα, την 1η εβδομάδα παρατηρήθηκε η απτική ευαισθησία και η προσέγγιση του αλόγου από τους συμμετέχοντες. Η διατήρηση της στάσης του σώματος ενώ κινείται το άλογο, σε συνδυασμό με κινήσεις του άνω άκρου, πραγματοποιήθηκε με υποστήριξη ή χωρίς. Την 2η εβδομάδα τα παιδιά εκτέλεσαν διάφορες ασκήσεις για την αφή (άγγιγμα ή ξάπλωμα στο άλογο), την όραση (αντίληψη θέσης και περιβάλλοντος σε σχέση με το άλογο), την ακοή (λεκτικές οδηγίες), την αιθουσαία αίσθηση (αλλαγές θέσεων) και την ισορροπία όλου του σώματος (κάθισμα ή όρθια θέση στην σέλα του αλόγου). Την 3η εβδομάδα πραγματοποιήθηκαν ασκήσεις ενδυνάμωσης άνω και κάτω άκρων, καθώς και ασκήσεις ισορροπίας. Η 4η εβδομάδα ήταν ίδια με την 3η με τη διαφορά ότι τα τελευταία 5-10 λεπτά της συνεδρίας οι ασκήσεις ισορροπίας εκτελέστηκαν σε γρηγορότερη ταχύτητα του αλόγου. Την 5η εβδομάδα εκτελέστηκαν κυρίως ασκήσεις για την ισορροπία και τον συντονισμό με τη χρήση μπάλας ή παιχνιδιού, με έμφαση στις στροφές, την κάμψη και έκταση του κορμού. Τα τελευταία 5-10 λεπτά εκτελέστηκαν πάλι σε γρηγορότερη ταχύτητα. Την 6η και τελευταία εβδομάδα, επαναλήφθηκε το πρόγραμμα της προηγούμενης. Αξίζει να σημειωθεί πως τα παιδιά της ομάδας ελέγχου εντάχθηκαν στο πρόγραμμα υποθεραπείας μετά το τέλος της μελέτης. Επίσης, όλα τα παιδιά αξιολογήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση με την PBS για την λειτουργική ισορροπία, το TUG για την λειτουργική κινητικότητα και το

Pediatric Functional Independence Measure (WeeFIM) για την λειτουργική απόδοση σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Καταλήγοντας, τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στην λειτουργική ισορροπία και κινητικότητα και στις δύο ομάδες, ωστόσο η λειτουργική απόδοση βάσει του WeeFIM βελτιώθηκε μόνο στην ομάδα της υποθεραπείας.

Η μελέτη των Yunus et al (2024) ήταν μία TEM η οποία διερεύνησε την επίδραση της αισθητηριοκινητικής εικονικής πραγματικότητας (VR SenMor) στη στατική και δυναμική ισορροπία σε παιδιά με DS. Συνολικά, 20 παιδιά με DS συμμετείχαν στην έρευνα από ηλικία 9 έως 18 ετών (Μ.Ο.Η.: $12,86 \pm 3,20$ έτη) και χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Ειδικότερα, η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε καμία θεραπεία, ενώ η ομάδα παρέμβασης ακολούθησε την SemMor's VR θεραπεία 2 φορές την εβδομάδα, διάρκειας 20 λεπτών ανά συνεδρία, για 4 συνεχόμενες εβδομάδες. Η μέθοδος VR SenMor που χρησιμοποιήθηκε για την εν λόγω έρευνα παρείχε δύο επίπεδα δραστηριοτήτων, όπως το περπάτημα στο πάρκο και η αναζήτηση νομισμάτων, τα οποία προσέφεραν τροφοδότηση αισθητηριακής ολοκλήρωσης (οπτική, ιδιοδεκτική και αιθουσαία) και διεγείραν τη νευροπλαστικότητα, με τελικό αποτέλεσμα την βελτίωση της ισορροπίας και τον στατικό έλεγχο. Ακόμη, υπήρξε ο απαραίτητος εξοπλισμός, όπως ειδικά γυαλιά με ενσωματωμένο τρισδιάστατο (3D) φακό, ο οποίος προσαρμόστηκε για τις ανάγκες του κάθε παιδιού. Για την καταγραφή και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της στατικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε η PBS και για της δυναμικής ισορροπίας το TUG. Η αξιολόγηση έλαβε μέρος πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα της μελέτης φανέρωσαν σημαντική βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, ωστόσο υπογραμμίζεται το γεγονός πως η θεραπεία SenMor VR μπορεί να επηρεάσει θετικά την αδρή κινητικότητα και συνεπώς την ισορροπία μόνο σε συνδυασμό με την φυσικοθεραπεία και την εργοθεραπεία.

Η μελέτη των Aly & Abonour (2016) αποτέλεσε μία TEM η οποία είχε ως σκοπό να διερευνήσει την επίδραση των ασκήσεων σταθεροποίησης του κορμού στην σταθερότητα της στάσης του σώματος σε παιδιά με DS. Για τον σκοπό, λοιπόν, της έρευνας συμμετείχαν 30 παιδιά, ηλικίας 6-10 ετών, τα οποία χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η ομάδα μελέτης απαρτίστηκε από 15 παιδιά, 11 αγόρια και 4 κορίτσια, με Μ.Ο.Η. $8,11 \pm 1,26$ έτη, που ακολούθησε έναν συνδυασμό συμβατικής φυσικοθεραπείας με ασκήσεις ενδυνάμωσης κορμού. Από την άλλη, την ομάδα ελέγχου αποτέλεσαν 10 αγόρια και 5 κορίτσια με Μ.Ο.Η. $8,34 \pm 1,07$

έτη, που πραγματοποίησαν μόνο το μέρος της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα της φυσικοθεραπείας ήταν εστιασμένο στην ενδυνάμωση, την ισορροπία και τον στατικό έλεγχο με τις εξής ασκήσεις: ισομετρικές συσπάσεις για εκτείνοντες ισχίου, τετρακέφαλο, οπίσθιους μηριαίους, πρόσθιο κνημιαίο και των μυών της γαστροκνημίας για 15 λεπτά, 5-10 επαναλήψεις, 5 sec σύσπαση και 5 sec χαλάρωση, 2-3 φορές τη μέρα. Ακόμη, μετατοπίσεις βάρους από όρθια θέση, με ή χωρίς τη χρήση σκαλοπατιού σε διάφορα ύψη, για την διατήρηση της ισορροπίας, σκύψιμο και ανάκαμψη με χειροκίνητο κλείδωμα γόνατος, προπόνηση διορθωτικών και προστατευτικών αντιδράσεων καθώς και εκπαίδευση βάδισης σε ανοιχτό περιβάλλον με εμπόδια περιλήφθηκαν στην θεραπεία που έλαβαν και οι δύο ομάδες. Επιπρόσθετα, η ομάδα μελέτης εκτέλεσε τις ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού Jeffrey 3 φορές την εβδομάδα, για 8 εβδομάδες, με διάρκεια κάθε συνεδρίας 45-60 λεπτά. Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο το οποίο επικεντρώνεται στην ενδυνάμωση των κοιλιακών, της οσφύος και της πυέλου και αποτελείται από τρία επίπεδα προοδευτικότητας: το 1ο επίπεδο περιέχει ισομετρική σύσπαση σε σταθερή κατάσταση, το 2ο ισοτονική σύσπαση σε σταθερή κατάσταση και το 3ο περιέχει ισοτονική σύσπαση και προπόνηση αντίστασης υπό ασταθείς συνθήκες. Το πρωτόκολλο Jeffrey αναλύεται ως εξής: 1η και 2η εβδομάδα σύσπαση κοιλιακών μυών από ύπτια, πρηνή και θέση βαθιού καθίσματος (3 σετ και 20 επαναλήψεις σε κάθε σετ), 3η εβδομάδα σύσπαση κοιλιακών από πρηνή και ύπτια θέση με το ένα πόδι τεντωμένο και το άλλο πόδι λυγισμένο (3*20) και επίσης, πλάγια σανίδα (6 επαναλήψεις, 10 sec παύση). Την 4η εβδομάδα, σύσπαση κοιλιακών από ύπτια θέση, σηκώνοντας τα άκρα προς τα πάνω και σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους (3*20), από θέση καθίσματος σήκωμα του ενός ποδιού και μετατόπιση μπρος-πίσω (3*20 για κάθε πόδι), περιστροφές κορμού με βάρακια στα χέρια (3*20 για κάθε πλευρά του σώματος). Την 5η εβδομάδα, σύσπαση κοιλιακών από καθιστή θέση σε μπάλα Swiss (3 σετ των 10 sec), καθίσματα ενώ η μπάλα Swiss βρίσκεται στον ώμο (3*15), ταυτόχρονη ανύψωση άνω και κάτω άκρων από ύπτια θέση (3*10). Την 6η εβδομάδα, κάμψη 45ο προς τα δεξιά ή αριστερά, γέφυρα με ανύψωση ενός ποδιού (3 σετ με 15 sec παύση ενδιάμεσα), σύσπαση κοιλιακών σε ύπτια θέση πάνω σε μπάλα Swiss (3*10). Την 7η εβδομάδα, περιστροφές κορμού από ύπτια θέση πάνω σε μπάλα Swiss και (3*15), ίδια άσκηση με βάρακια στα χέρια, πλάγια σανίδα με ανύψωση του ποδιού (6 επαναλήψεις και παύση 10 sec). Την 8η και τελευταία εβδομάδα, σύσπαση κοιλιακών από ύπτια θέση πάνω σε μπάλα Swiss και ανύψωση ενός ποδιού (3*20), ανύψωση αντίθετου άνω και κάτω άκρου κατά το κάθισμα

(3*20), γέφυρα με τα πόδια πάνω στην μπάλα Swiss και ανύψωση του ενός ποδιού (3 σετ και 15 sec παύση). Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί πως η αξιολόγηση της στατικής σταθερότητας των συμμετεχόντων έγινε πριν και μετά την παρέμβαση με τη χρήση του BBS. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας ανέδειξαν πως και οι δύο ομάδες βελτιώθηκαν στην επίδοση της σταθερότητας του σώματός τους μετά την παρέμβαση, ωστόσο στην μεταξύ τους σύγκριση η ομάδα μελέτης παρουσίασε την μεγαλύτερη βελτίωση.

Η μελέτη της Zulfiqar et al (2022) αποτέλεσε μία τυφλή TEM η οποία είχε ως σκοπό να εξακριβώσει το αντίκτυπο της προπόνησης ισορροπίας και της σταθερότητας του κορμού στον έλεγχο της στάσης σε παιδιά με DS. Το μέγεθος του δείγματος ανήλθε στα 20 άτομα, ηλικίας από 5 έως 17 ετών, τα οποία χωρίστηκαν τυχαία μέσω κλήρωσης σε ομάδα Α και Β. Η ομάδα Α πραγματοποίησε ασκήσεις ισορροπίας και η ομάδα Β πραγματοποίησε ασκήσεις σταθερότητας του κοιλιακού πυρήνα, ενώ και οι δύο ομάδες έλαβαν συμβατική θεραπεία. Συγκεκριμένα, η κοινή θεραπεία των συμμετεχόντων περιέλαβε ισομετρικές συσπάσεις οπίσθιων μηριαίων, τετρακέφαλου, εκτινόντων του ισχίου, πρόσθιων κνημιαίων και μυών της γαστροκνημίας. Το πρόγραμμα ισορροπίας αποτελέστηκε από ασκήσεις όπως κίνηση κεφαλιού, των άνω άκρων και περιστροφή κορμού από γονυπετή θέση, κάμψη/έκταση άνω άκρων με ταυτόχρονη κίνηση του κεφαλιού από γονυπετή θέση, ανύψωση λεκάνης, ανύψωση αντίθετων άνω και κάτω άκρων από τετραποδική στήριξη και στήριξη στις πτέρνες και στις μύτες των ποδιών. Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης του κορμού περιείχε ασκήσεις όπως, σύσπαση κοιλιακών με ή χωρίς ολίσθηση της πτέρνας από ύπτια θέση, άρσεις ποδιών από την ίδια θέση, ανύψωση λεκάνης με σύσπαση κοιλιακών και τέλος, κοιλιακή σύσπαση από όρθια θέση. Σύμφωνα με τη συνταγογράφηση, κάθε άσκηση εκτελέστηκε από 10 επαναλήψεις με 5 sec σύσπαση, 3 φορές τη μέρα, 3 φορές τη βδομάδα, για 6 εβδομάδες. Δεν γίνεται να παραληφθεί πως για την αξιολόγηση της λειτουργικής ισορροπίας, πριν και μετά την παρέμβαση, χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα PBBS. Εν κατακλείδι, τα παιδιά με DS τα οποία εκτέλεσαν τις ασκήσεις ενδυνάμωσης του κορμού εμφάνισαν καλύτερο έλεγχο της στάσης τους μετά το πέρας της παρέμβασης.

Η μελέτη των Javaid et al (2024) αποτέλεσε μία TEM η οποία είχε ως πεδίο ενδιαφέροντος την επίδραση που ασκεί ένα πρόγραμμα γυμναστικής των κάτω άκρων στην κινητικότητα και στην δυναμική ισορροπία των παιδιών με DS. Στην έρευνα πήραν μέρος 28 παιδιά, 15 αγόρια και 13 κορίτσια, τα οποία χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδα ελέγχου και

πειραματική ομάδα. Κάθε ομάδα, λοιπόν, απαρτίστηκε από 14 παιδιά με Μ.Ο.Η. $8,25 \pm 1,81$ έτη και εύρος ηλικίας από 6 έως 12 ετών. Στην ομάδα ελέγχου δόθηκε απλή φυσικοθεραπεία και στην πειραματική ομάδα δόθηκε πρόγραμμα εκγύμνασης των κάτω άκρων. Αναλυτικότερα, το ασκησιολόγιο της πειραματικής ομάδας περιέλαβε, αρχικά, παθητικές ασκήσεις εύρους κίνησης (ROM) για 5 λεπτά, με σκοπό την διάταση και την ενίσχυση της σταθερότητας των μυών, ιδιοδεκτική προπόνηση με ασκήσεις ισορροπίας στο ένα πόδι για 5 λεπτά, με σταδιακή αύξηση από 20-30 sec στο 1 λεπτό στο κάθε πόδι, 2-3 σετ και μάτια ανοικτά ή κλειστά. Έπειτα, για 5-10 λεπτά ανά συνεδρία εκτελέστηκαν ασκήσεις βάρους σε ασταθείς επιφάνειες, όπως σε μπάλα Bosu και σχοινί ισορροπίας. Ακόμη, η μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση εκτελέστηκε 30 φορές σε 3 σετ των 20 λεπτών, ενώ για 10 λεπτά σε κάθε συνεδρία πραγματοποιήθηκαν και ασκήσεις ισορροπίας με υποστήριξη, με σταδιακή μετάβαση σε μη υποστηριζόμενες δραστηριότητες. Η διάρκεια του προγράμματος των κάτω άκρων ήταν 6 εβδομάδες με 3 συνεδρίες των 45 λεπτών τη βδομάδα. Η ομάδα ελέγχου έλαβε με την ίδια δοσολογία απλή θεραπεία, η οποία συμπεριέλαβε ασκήσεις ισορροπίας από όρθια θέση, μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση και ολίσθηση από τις πτέρνες έως τις μύτες. Πρέπει να σημειωθεί πως η εκτίμηση της δυναμικής ισορροπίας και της κινητικότητας έγινε πριν και μετά την παρέμβαση με τη βοήθεια της PBS, του TUG και του Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB). Τέλος, βάσει των αποτελεσμάτων που συλλέχθηκαν και από τα 3 εργαλεία αξιολόγησης, η δυναμική ισορροπία και η κινητικότητα βελτιώθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες, με την ομάδα του προγράμματος ενδυνάμωσης των κάτω άκρων να εμφανίζει μεγαλύτερη καλυτέρευση.

Η μελέτη των Kashi et al (2023) αποτέλεσε μία TEM η οποία είχε ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης ενός σχήματος σωματικών ασκήσεων, στην κινητική επάρκεια παιδιών με DS. Η συγκεκριμένη έρευνα διεξάχθηκε σε δύο φάσεις, στην φάση ανάπτυξης του προγράμματος των ασκήσεων και στην φάση τροποποίησής του αν κρινόταν αναγκαίο. Ακόμη, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο σχολεία, και ως επακόλουθο 36 παιδιά με DS, ηλικίας 9-17 ετών, έλαβαν μέρος και χωρίστηκαν σε ομάδα ελέγχου και ομάδα παρέμβασης. Η πρώτη εκ των δύο ομάδων απαρτίστηκε από παιδιά με Μ.Ο.Η. $13,22 \pm 1,927$ έτη και συνέχισαν να ακολουθούν το εκπαιδευτικό πρόγραμμα του ειδικού σχολείου, το οποίο εμπεριείχε καθημερινές σωματικές δραστηριότητες. Αντίστοιχα, η ομάδα παρέμβασης με Μ.Ο.Η. $12,55 \pm 2,77$ έτη, παρακολούθησε το ίδιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα με την προσθήκη πρωτοκόλλου μονόωρων συνεδριών, 2-3

φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Ωστόσο, μέσα στο διάστημα των 3 μηνών πραγματοποιήθηκαν μόνο 21 συνεδρίες, λόγω του συχνού κλεισίματος των σχολείων. Το πρόγραμμα των ασκήσεων σχεδιάστηκε βάσει ενός αναπτυγμένου προπονητικού «πακέτου» αποκατάστασης για μαθητές με DS, το Sport Science Research Institute (SSRI) package. Το πρωτόκολλο αυτό βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές όπως η παροχή υποστηρικτικών και ομαδικών προσεγγίσεων, η διδασκαλία βασικών κινητικών δεξιοτήτων και η ενίσχυση αυτών, η παροχή οπτικών οδηγιών, η εξατομίκευση ασκήσεων ανάλογα με το παιδί, η παροχή κινήτρου και φυσικά, η εκπαίδευση όλων των εμπλεκόμενων ατόμων. Επιπλέον, ο σχεδιασμός του εν λόγω προγράμματος βασίστηκε στο ACSM. Αναλυτικότερα, ασκήσεις αντίληψης-δράσης όπως πιασίματα, ρίψεις και χτυπήματα (ρυθμικές κινήσεις) για την ενίσχυση του χρόνου αντίδρασης, ασκήσεις μετά το σχολείο σε ολισθηρές επιφάνειες, διάδρομο, κολύμβηση και ιππασία, εικονικά παιχνίδια, ασκήσεις ισορροπίας σε ασταθείς επιφάνειες, καθώς και ασκήσεις ενδυνάμωσης και σταθεροποίησης, προτείνονται για παιδιά με DS. Επιπρόσθετα, μηχανήματα δόνησης, αερόβιες ασκήσεις σαν το ποδήλατο και το τρέξιμο, χρήση εξοπλισμού με ρόδες όπου απαιτείται διατήρηση της ισορροπίας και έλεγχος της μυϊκής σύσπασης, συμπεριλήφθηκαν και αυτά στο προτεινόμενο πρόγραμμα του ACSM με εφαρμογή ήπιας προς μέτριας έντασης. Αφιερώθηκαν 7 παραπάνω συνεδρίες για την καταγραφή των κινητικών ικανοτήτων των συμμετεχόντων με τη χρήση του BOTMP, πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν σημαντική θετική επίδραση στην κινητική επάρκεια των συμμετεχόντων και συγκεκριμένα στην χειρωνακτική επιδεξιότητα, τον συντονισμό των άνω άκρων, την δύναμη, την ταχύτητα, την ευλυγισία και την ισορροπία.

Η μελέτη των Khan et al (2023) αποτέλεσε μία TEM η οποία είχε ως στόχο την διερεύνηση των επιδράσεων της χειροκίνητης ταλάντωσης της ποδοκνημικής στον έλεγχο της στάσης του σώματος και στην λειτουργία του ποδιού σε παιδιά με DS. Ο αριθμός του δείγματος ανήλθε στα 30 παιδιά ηλικίας 8-15 ετών, με πρόσθετο κριτήριο να έχουν πλατυποδία, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες, την πειραματική και την ομάδα ελέγχου. Και οι δύο ομάδες έλαβαν θεραπεία με ασκήσεις ισορροπίας και προπόνηση σταθεροποίησης κορμού, ενώ η πειραματική ομάδα ακολούθησε επιπλέον μία προπόνηση χειροκίνητης ταλάντωσης της ποδοκνημικής. Ειδικότερα, το πρωτόκολλο της πειραματικής ομάδας εφαρμόστηκε για 8 εβδομάδες, 4 φορές ανά εβδομάδα, με διάρκεια 40-60 λεπτά ανά συνεδρία. Κατά τις πρώτες δύο εβδομάδες το περιεχόμενο του προγράμματος είχε ως εξής: σύσπαση κοιλιακών μυών από

ύπτια και πρηνή θέση (3 σετ των 20 επαναλήψεων), ενδυνάμωση παρασπονδυλικών μυών, ασκήσεις ευλυγισίας γαστροκνημίων για αύξηση ROM, εκπαίδευση βάδισης σε ελεγχόμενο περιβάλλον προς όλες τις κατευθύνσεις, μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση (20 επαναλήψεις), μονοποδική στήριξη με ανοικτά και κλειστά μάτια, χειροκίνητη ταλάντωση του αστραγάλου με σφήνες (20 επαναλήψεις), μονοποδική και γονυπετή θέση πάνω σε σανίδα ισορροπίας και βάδιση σε δοκό ισορροπίας, με ή χωρίς εμπόδια. Με την πάροδο των εβδομάδων, εκτελέστηκαν οι ίδιες βασικές ασκήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω και προοδευτικά αυξήθηκαν οι επαναλήψεις ορισμένων ασκήσεων και προστέθηκαν κάποιες ακόμη. Δηλαδή, την 3η εβδομάδα προστέθηκαν η καθιστή θέση πάνω σε μπάλα Swiss με στροφές της πυέλου και η σύσπαση κοιλιακών από ύπτια θέση πάνω στη μπάλα, ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκαν σε 30 επαναλήψεις οι ταλαντώσεις του αστραγάλου στην σφήνα. Την 4η εβδομάδα, εκτελέστηκαν επιπλέον σύσπαση κοιλιακών από ύπτια θέση με ταυτόχρονη ανύψωση των άνω και κάτω άκρων, καθίσματα και ενδυνάμωση εκτεινόντων και καμπτήρων του ισχίου. Την 5η εβδομάδα ενσωματώθηκε στο πρόγραμμα η σύσπαση κοιλιακών από καθιστή θέση πάνω στη μπάλα και οι επαναλήψεις για τους αστραγάλους αυξάνονται στις 35. Την 7η εβδομάδα συμπληρώθηκαν οι στροφές του κορμού από ύπτια θέση πάνω στη μπάλα (3 σετ των 15 επαναλήψεων) αρχικά χωρίς, αλλά στη συνέχεια με βάρη και τέλος την 8η εβδομάδα, ύπτια γέφυρα πάνω στη μπάλα με το ένα πόδι τεντωμένο (3 σετ των 20 επαναλήψεων) και 40 επαναλήψεις των ταλαντώσεων του αστραγάλου. Αντίστοιχα, η ομάδα ελέγχου ακολούθησε μία συμβατική θεραπεία για την βελτίωση της ισορροπίας και του στασικού ελέγχου, όπως και η πειραματική ομάδα, χωρίς ωστόσο να περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα ασκήσεις για την ποδοκνημική άρθρωση, με συχνότητα 2 έως 3 φορές την εβδομάδα για 5 sec κάθε σύσπαση και χαλάρωση. Επίσης, για την αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Foot Function Index, ο οποίος εντοπίζει τον πόνο, την αναπηρία και τον περιορισμό των δραστηριοτήτων λόγω αλλαγών στην λειτουργία του ποδιού που δεν βοηθούν στην επίτευξη των ΔΚΖ. Ακόμη, η δοκιμασία Static Standing Stability αξιοποιήθηκε για να ελεγχθεί η σταθερότητα της στάσης, η οποία χωρίστηκε σε 10 επιμέρους δοκιμασίες: καθιστή θέση με μάτια ανοικτά και κλειστά, όρθια θέση με μικρή και μεγάλη βάση στήριξης και ανοικτά και κλειστά μάτια, μονοποδική στήριξη με μάτια ανοικτά και κλειστά και στα δύο πόδια. Η συγκεκριμένη έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι και οι δύο ομάδες σημείωσαν βελτίωση στην ισορροπία, αλλά η ομάδα με τις προπονήσεις για τον αστράγαλο είχαν λίγο καλύτερα αποτελέσματα και αυτό ίσως οφείλεται

στην καλύτερη λειτουργία του ποδιού, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε ορθότερο έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας.

Η TEM των Alsakhawi & Elshafey (2019) στην Αίγυπτο, είχε στόχο να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα των ασκήσεων σταθερότητας κορμού σε σχέση με προπόνηση σε διάδρομο, επί της δυναμικής ισορροπίας των παιδιών με DS. Συμμετείχαν 45 παιδιά, ηλικιών 4-6 ετών (Μ.Ο.Η. $4,59 \pm 0,53$ έτη) και των δύο φύλων. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία Berg Balance Scale και το BBS. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των 15 παιδιών. Η ομάδα Α ακολούθησε ένα συμβατικό πρόγραμμα άσκησης για βελτίωση ελέγχου κορμού και ισορροπίας. Το πρόγραμμα 60 λεπτών περιέλαβε ορθοστάτηση, στάση βηματισμού με μεταφορές βάρους και στάση με το ένα πόδι σε σκαλί. Επίσης, είχε άσκηση όπου το παιδί ενώ στεκόταν και ο θεραπευτής «κλείδωνε» τα γόνατα του, αυτό έσκυβε και προσπαθούσε να σηκωθεί. Τέλος, το παιδί εξασκήθηκε στη βάδιση, με διάφορα εμπόδια, σε όλες τις κατευθύνσεις. Η ομάδα Β, παράλληλα με το προαναφερόμενο πρόγραμμα για 30 λεπτά, εξασκήθηκε και σε διάδρομο, στο 75% της ταχύτητας του εκάστοτε παιδιού στο έδαφος, σε χαμηλές απαιτήσεις, σε 0% κλίση, για 20 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 8 συνεχόμενες εβδομάδες. Κατά την βάδιση στον διάδρομο, κάθε παιδί κρατούσε τις χειρολαβές του διαδρόμου για 15s με τα δύο χέρια, για 15s με το ένα χέρι και έπειτα 30s με κανένα, με τον συγκεκριμένο κύκλο να επαναλαμβάνεται 20 φορές. Παράλληλα, υπήρξε συζήτηση με τον θεραπευτή και παροχή κινήτρων. Πριν τον διάδρομο, κάθε παιδί έκανε 5 λεπτά ενεργητικών διατατικών ασκήσεων, που περιέλαβαν προοδευτική διάταση των οπίσθιων μηριαίων, των τετρακέφαλων και των Αχίλλειων τενόντων. Στο τέλος, υπήρξαν 5 λεπτά αποθεραπείας. Η ομάδα C, ακολούθησε το πρόγραμμα της ομάδας Α για 30 λεπτά, σε συνδυασμό με τις ασκήσεις σταθερότητας κορμού Jeffrey, για 30 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην ηλικία και το φύλο μεταξύ των ομάδων, ούτε στους δείκτες σταθερότητας και την δυναμική ισορροπία πριν την παρέμβαση. Οι ερευνητές ανέφεραν πως υπήρξε στατιστικώς σημαντική βελτίωση μετά τη θεραπεία και στις τρεις ομάδες. Ακόμη, σημειώθηκε πως υπήρξε μεγαλύτερη στατιστικώς σημαντική βελτίωση στις ομάδες Β και C σε σχέση με την Α, ωστόσο όχι μεταξύ των Β και C.

Η μελέτη των Eid et al (2017) αποτέλεσε μια TEM στη Σαουδική Αραβία, που ερεύνησε την ικανότητα της ισοκινητικής προπόνησης να βελτιώσει την μυϊκή δύναμη και τη στατική

ισορροπία των παιδιών με DS. Σύνολο 31 παιδιών συμμετείχαν στην έρευνα, η ηλικία κυμαινόταν από 9 έως 12 έτη, εκ των οποίων 17 ήταν αγόρια και 14 κορίτσια. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ελέγχου, με 9 αγόρια και 7 κορίτσια και Μ.Ο.Η. $10,05 \pm 0,68$ έτη, και την ομάδα μελέτης, με 8 αγόρια και 7 κορίτσια και Μ.Ο.Η. $10,26 \pm 0,79$ έτη. Τα παιδιά αξιολογήθηκαν με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3, εξετάστηκε η μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος και των δύο άκρων, σε μειομετρική συστολή, στις 120o/s, σε εύρος 90o-0o κάμψης. Έκαναν 10 επαναλήψεις και για τα δύο άκρα, 3 σετ, με τον μέσο όρο αυτών να λαμβάνεται υπόψη στην στατιστική ανάλυση. Η ισορροπία αξιολογήθηκε με το BSS. Τα παιδιά στάθηκαν όρθια με τα δύο πόδια στην πλατφόρμα για 1 λεπτό, με τη διαδικασία να επαναλαμβάνεται 3 φορές και τον μέσο όρο να αποτελεί τη τιμή της στατιστικής ανάλυσης. Τα παιδιά της ομάδας ελέγχου έλαβαν συμβατική φυσικοθεραπεία, για 1 ώρα, 3 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Το πρόγραμμα αποτελέστηκε από ήπιες διατακτικές ασκήσεις για τους καμπτήρες και τους προσαγωγούς του ισχίου, τους καμπτήρες του γόνατος και τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής και στα δύο άκρα, για 30s με 30s επακόλουθης χαλάρωσης, για 5 σετ. Επίσης, δόθηκαν ισοτονικές συσπάσεις καμπτήρων, εκτεινόντων, προσαγωγών και απαγωγών των ισχίων, των τετρακέφαλων, των οπίσθιων μηριαίων, των πρόσθιων μυών της κνήμης και των μυών της γαστροκνημίας, στις 5 – αρχικά – επαναλήψεις με αύξηση στις 10 στο επόμενο χρονικό διάστημα, 2-3 φορές την ημέρα. Οι ασκήσεις ισορροπίας και στατικού ελέγχου περιέλαβαν ορθοστάτηση με μεταφορές βάρους από τον θεραπευτή μπροστά και πίσω, θέση βηματισμού με μεταφορές βάρους μπροστά και πίσω, στάση με το ένα πόδι σε σκαλί, όρθια θέση με κλείδωμα γονάτων όπου το παιδί σκύβει και προσπαθεί να σηκωθεί, προπόνηση προστατευτικών αντιδράσεων και διόρθωσης θέσης και προπόνηση βάδισης (μεταξύ ράβδων μπροστά, πίσω και πλάγια, με εμπόδια και βάδιση με εμπόδια σε ανοικτό περιβάλλον, χωρίς ράβδους). Η ομάδα μελέτης ακολούθησε το ίδιο πρόγραμμα για 45 λεπτά σε συνδυασμό με ισοκινητική προπόνηση για 15 λεπτά. Στην αρχή υπήρξε προθέρμανση, με 5 σετ διατάσεων τετρακέφαλων και οπίσθιων μηριαίων για 30s με 30s επακόλουθης χαλάρωσης, περπάτημα, ήπιο τρέξιμο και ελεύθερες γυμναστικές ασκήσεις. Έπειτα το κάθε παιδί τοποθετήθηκε στο δυναμόμετρο και σταθεροποιήθηκε ο κορμός, η λεκάνη και το άνω άκρο του μηρού. Το παιδί πραγματοποίησε 5 υπομέγιστες επαναλήψεις ως προθέρμανση και κατόπιν 10 μέγιστες μειομετρικές για καμπτήρες και εκτείνοντες γόνατος. Οι συσπάσεις πραγματοποιήθηκαν σε γωνιακές ταχύτητες 90o/s και 120o/s, με 3 λεπτά ξεκούραση

μεταξύ των ταχυτήτων. Δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στη μέγιστη ροπή και στους δείκτες σταθερότητας πριν τη θεραπεία. Μετά τη θεραπεία, η στατιστική ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη αύξηση της μέγιστης ροπής των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος και των δύο άκρων, καθώς και μεγαλύτερη μείωση των δεικτών της σταθερότητας στην ομάδα μελέτης, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, και οι δύο ομάδες έδειξαν βελτίωση σε όλους τους τομείς σε σχέση με τις μετρήσεις πριν τη θεραπεία.

Η έρευνα των Azab et al (2022) αποτέλεσε μια TEM που έλαβε χώρα στη Σαουδική Αραβία μεταξύ Δεκεμβρίου 2018 και Αυγούστου 2019, με σκοπό την διερεύνηση των αποτελεσμάτων των πλειομετρικών ασκήσεων σε τραμπολίνο στην μυϊκή δύναμη και τον στατικό έλεγχο, στα παιδιά με DS. Συμμετείχαν 32 παιδιά, ηλικιών 7-9 ετών, χωρισμένα σε δύο ισάριθμες ομάδες. Η ομάδα ελέγχου είχε Μ.Ο.Η. $8,60 \pm 0,98$ έτη, 11 αγόρια και 4 κορίτσια και η ομάδα μελέτης Μ.Ο.Η. $9,19 \pm 0,75$ έτη, 9 αγόρια και 7 κορίτσια. Ένα παιδί εγκατέλειψε για άγνωστους λόγους. Αξιολογήθηκε η δύναμη με δυναμόμετρο χειρός σε μέγιστη ισομετρική εκτεινόντων και απαγωγών ισχίου, καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, καθώς και ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής, με τρεις δοκιμές για κάθε μυϊκή ομάδα, με των μέσο όρο αυτών να χρησιμοποιείται στην ανάλυση. Ο στατικός έλεγχος αξιολογήθηκε με το BBS. Και οι δύο ομάδες έλαβαν ένα τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας, εξατομικευμένο για κάθε συμμετέχοντα, που περιλάμβανε προπόνηση προοδευτικής αντίστασης, με 2 σετ των 10 επαναλήψεων για κάθε μυϊκή ομάδα, με αύξηση μισού κιλού όταν το παιδί έφερνε το σετ εις πέρας με σχετική ευκολία. Ακόμη, εμπεριείχε ασκήσεις ενδυνάμωσης κορμού, όπως στάση πάνω σε πλατφόρμα ισορροπίας, μονοποδική στήριξη, βάδιση σε δοκό ισορροπίας ή/και σε γραμμή και βάδιση σε επικλινή επιφάνεια. Επιπλέον, δεν έλειπαν ασκήσεις ευλυγισίας (αν απαιτούνταν), συντονισμού και αερόβια άσκηση σε διάδρομο ή στατικό ποδήλατο. Η θεραπεία διήρκεσε 45 λεπτά και πραγματοποιήθηκε 2 φορές την εβδομάδα, για 12 συνεχόμενες εβδομάδες. Η ομάδα μελέτης, σε συνδυασμό με το προαναφερόμενο πρόγραμμα, έλαβε και 15 λεπτά πλειομετρικών ασκήσεων σε τραμπολίνο. Οι ασκήσεις περιέλαβαν αναπήδηση, πρόσθιο άλμα, πλάγια άλματα, πρόσθια μονοποδικά άλματα και άλματα πλευρό-σε-πλευρό στο οριζόντιο επίπεδο. Στο κάθετο επίπεδο οι ασκήσεις περιέλαβαν αναπηδήσεις με διασκελισμό, αναπηδήσεις με κάθισμα, αναπηδήσεις με κάμψεις γονάτων στον αέρα, άλματα με προβολές κάτω άκρων εναλλάξ. Στον 1ο μήνα οι επαναλήψεις ήταν 5, στον 2ο 10 και στον 3ο 15 (εκτός από τα άλματα με προβολές, όπου στον 2ο μήνα πραγματοποιήθηκαν

2 σετ των 5 επαναλήψεων, και στον 3ο μήνα 3 σετ των 5 επαναλήψεων). Η έρευνα έδειξε στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις στις μεταβλητές της δύναμης για την ομάδα μελέτης μετά το πέρας της παρέμβασης, αλλά όχι για την ομάδα ελέγχου. Όσον αφορά την ισορροπία, τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στους δείκτες και στις δύο ομάδες, αλλά σημαντική βελτίωση στην ομάδα μελέτης σε σχέση με την ελέγχου.

Η έρευνα των Raghupathy et al (2022) έλαβε χώρα στην Ινδία και αποτέλεσε μια TEM με σκοπό την εξέταση της επίδρασης των παραδοσιακών Ινδικών χορών Bharatanatyam, Kuchipudi και Kathak στις κινητικές δεξιότητες και την ισορροπία των παιδιών με DS σε σχέση με νευρομυϊκή προπόνηση. Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν 36 παιδιά, τα οποία χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, στην πειραματική ομάδα των χορών και στην ομάδα ελέγχου, της οποίας τα παιδιά υποβλήθηκαν σε νευρομυϊκή προπόνηση. Στην ομάδα των χορών ο Μ.Ο.Η. ήταν $7,8 \pm 1,3$ έτη, με 11 αγόρια και 7 κορίτσια, ενώ στην ομάδα της νευρομυϊκής προπόνησης ο Μ.Ο.Η. ήταν $8,4 \pm 1,3$ έτη, με 10 αγόρια και 8 κορίτσια. Η ισορροπία αξιολογήθηκε με το FSST και το PBS, καθώς επίσης έγινε χρήση του εργαλείου TGMD-2. Η ομάδα της νευρομυϊκής προπόνησης πραγματοποίησε ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας και συντονισμού. Αρχικά, έγινε εκπαίδευση σωστής ευθυγράμμισης κορμού σε καθιστή και όρθια θέση. Έπειτα, έκαναν μεταφορές βάρους σε σταθερή επιφάνεια, πραγματοποίησαν ασκήσεις με προώθηση των άνω άκρων σε διάφορες κατευθύνσεις σε όρθια θέση, ορθοστάτησαν σε πλατφόρμα ισορροπίας, ενώ η ενδυνάμωση έγινε με λειτουργικές ασκήσεις, όπως η μονοποδική στήριξη, οι ανυψώσεις πτέρνας και τα καθίσματα. Ακόμη, συμπεριλήφθηκαν στο πρόγραμμα άλματα, βάδιση, παιχνίδι με μπάλα, δρόμοι μετ' εμποδίων, καθώς και εξάσκηση χειρισμών με τη χρήση μπάλας. Η ομάδα των Ινδικών χορών εξασκήθηκε πάνω σε μια σειρά αυτών, καθώς προϋποθέτουν αρμονικό και ρυθμικό συντονισμό άκρων, κεφαλής, αυχένα, κορμού και εκφράσεων προσώπου. Κινήσεις των ποδιών που έχουν οι συγκεκριμένοι χοροί, όπως τα χτυπήματα, οι περιστροφές, ανυψώσεις δακτύλων ή/και πτέρνας συμβάλλουν στην βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας. Τα παιδιά, επίσης, εξασκήθηκαν στη χρήση των χεριών τους με διάφορες κινήσεις και μιμήσεις αντικειμένων, ενώ επίσης και στις εκφράσεις του προσώπου. Στην αρχή, τα κομμάτια αυτά πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστά, και έπειτα συνδυάστηκαν υπό μουσική, σε διάφορες εντάσεις και ρυθμούς. Οι συνεδρίες των ομάδων διήρκεσαν 60 λεπτά, με 10 λεπτά προθέρμανσης/αποθεραπείας και πραγματοποιήθηκαν 3 φορές την εβδομάδα, για 6 εβδομάδες. Η ένταση της προπόνησης, οι επαναλήψεις και η διάρκεια ήταν ίδιες μεταξύ των ομάδων. Τα

αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως υπήρξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες, ωστόσο υπήρξαν μεγαλύτερες στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ομάδα των Ινδικών χορών στα εργαλεία TGMD-2 και FSST.

Η TEM των Nahla et al (2022) πραγματοποιήθηκε στην Αίγυπτο με σκοπό την σύγκριση της αποτελεσματικότητας της μηχανικής αιθουσαίας διέγερσης με αυτή των παραδοσιακών ασκήσεων ισορροπίας, για τη βελτίωση της ισορροπίας των παιδιών με DS. Από τα 35 παιδιά που επιλέχθηκαν, τελικά συμμετείχαν 30, καθώς 5 δεν μπορούσαν να κατανοήσουν οδηγίες και αποκλειστήκαν από τη μελέτη. Η ηλικία κυμάνθηκε από 7 ετών μέχρι και 10 και η αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε με το BBS, πριν και μετά τη παρέμβαση. Τα παιδιά χωρίστηκαν ισόποσα σε δύο ομάδες, την Α που έλαβε παραδοσιακές ασκήσεις και τη Β που έλαβε επιπλέον μηχανική αιθουσαία διέγερση. Η ομάδα Α είχε Μ.Ο.Η. $8,26 \pm 1,16$ έτη, 4 κορίτσια και 11 αγόρια, ενώ η Β $8,33 \pm 1,11$ έτη, 5 κορίτσια και 10 αγόρια. Και οι δύο ομάδες έλαβαν θεραπεία σε μονόωρες συνεδρίες, 3 φορές την εβδομάδα για 3 συνεχόμενους μήνες. Έκαναν 45 λεπτά συμβατικής θεραπείας που περιέλαβε ενδυνάμωση κοιλιακών και μυών της ράχης, διευκόλυνση στατικών αντιδράσεων, εναλλαγή θέσεων από τετραποδική σε γονυπετή και όρθια θέση, προπόνηση βάδισης και ανάβαση/κατάβαση κλίμακας. Η ομάδα Α έλαβε, επίσης, 15 λεπτά ασκήσεων ισορροπίας, όπως η μονοποδική στάση, στάση πάνω σε πλατφόρμα ισορροπίας και βάδιση σε δοκό. Η ομάδα Β έλαβε περαιτέρω 15 λεπτά μηχανικής αιθουσαίας διέγερσης, με τη βοήθεια ενός συστήματος τρισδιάστατης κίνησης, δηλαδή προσθιοπίσθια, πλευρικά και περιστροφικά. Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε επιτρέπει περιστροφή ανεξάρτητα σε 2 ή 3 άξονες, ενώ ήταν ρυθμισμένη να περιστρέφεται σε 360ο στον κάθε άξονα σε ανεξάρτητα ελεγχόμενες επιταχύνσεις, με σκοπό την αιθουσαία διέγερση. Το εκάστοτε παιδί τοποθετήθηκε καθιστό στη πλατφόρμα και του ζητήθηκε να πιάσει τα σχοινιά στα πλάγια της συσκευής και ο θεραπευτής εφάρμοσε γρήγορες και απότομες διαταράξεις προς κάθε κατεύθυνση με το παιδί να προσπαθεί να διατηρήσει την ισορροπία του. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για τους δείκτες σταθερότητας πριν τη παρέμβαση. Υπήρξε στατιστικώς σημαντική μείωση στους δείκτες σταθερότητας μεταξύ των μετρήσεων στην αρχή και το τέλος της παρέμβασης και των δύο ομάδων, ωστόσο η ομάδα Β έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση από την ομάδα Α.

Η TEM του Eid (2015) έλαβε χώρα στην Αίγυπτο με στόχο να ερευνήσει αν η δόνηση ολόκληρου του σώματος (WBV) μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία και τη δύναμη των παιδιών με DS. Συμμετείχαν 30 παιδιά, ηλικιών 8 έως 10 ετών. Χωρίστηκαν ισόποσα σε ομάδα ελέγχου και ομάδα μελέτης. Προηγουμένως είχαν αποκλειστεί 5 παιδιά που δεν εμπίπταν στα κριτήρια επιλογής και 2 που δεν έλαβαν συναίνεση από τους γονείς τους. Η αξιολόγηση, πριν και μετά τη παρέμβαση, της ισορροπίας έγινε με BSS, ενώ της δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος της δυνατής πλευράς με δυναμόμετρο χειρός. Η ομάδα ελέγχου αποτελέστηκε από 9 αγόρια και 6 κορίτσια με M.O.H. $9,26 \pm 0,79$ έτη και έλαβε ένα φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα για 1 ώρα, 3 φορές την εβδομάδα, για 6 συνεχόμενους μήνες. Η ομάδα μελέτης αποτελέστηκε από 8 αγόρια και 7 κορίτσια με M.O.H. $8,93 \pm 0,7$ και έλαβε το ίδιο πρόγραμμα με την ομάδα ελέγχου για 1 ώρα, καθώς και 5-10 λεπτά επιπλέον ασκήσεις WBV. Το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας περιέλαβε ήπιες διατατικές ασκήσεις των καμπτήρων και προσαγωγών του ισχίου, των καμπτήρων του γόνατος και των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής. Οι διατάσεις πραγματοποιήθηκε για 20s με 20s χαλάρωσης, με 5 επαναλήψεις για κάθε μυ. Ακόμη, εφαρμόστηκαν ισομετρικές συστολές των εκτεινόντων του ισχίου, του τετρακέφαλου, των οπίσθιων μηριαίων, καθώς και των πρόσθιων μυών της κνήμης και της γαστροκνημίας, για 15 λεπτά, αρχικά με 5 επαναλήψεις ανά σετ με προοδευτική αύξηση στις 10, 2-3 φορές τη μέρα. Οι ασκήσεις που αφορούσαν την ισορροπία περιέλαβαν μεταφορές βάρους μπροστά-πίσω κατά την ορθοστάτηση, μεταφορές βάρους προσθιοπίσθια σε θέση βηματισμού, στάση με ένα πόδι σε σκαλί, όρθια θέση με κλείδωμα γονάτων από τον θεραπευτή, όπου το παιδί σκύβει και προσπαθεί να ανακάμψει, ασκήσεις ισορροπιστικών, διορθωτικών και προστατευτικών αντιδράσεων, καθώς και προπόνηση βάδισης. Τα παιδιά της ομάδας μελέτης τοποθετήθηκαν όρθια με τα γόνατα ελαφρώς σε κάμψη (30ο) και τα πόδια σε ίσες αποστάσεις από το κέντρο της πλατφόρμας για σωστή κατανομή βάρους στα δύο άκρα. Τα παιδιά έπρεπε να ενεργοποιήσουν τους μυς τους κατά τη δράση της πλατφόρμας. Η συχνότητα της δόνησης κυμάνθηκε στα 25-30 Hz. Ήταν 25 τους δύο πρώτους μήνες, 28 τους δύο επόμενους και τους δύο τελευταίους 30. Πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις με τη διάρκεια της καθεμιάς να ήταν αρχικά 30s (1ος-2ος μήνας), έπειτα 45s (3ος-4ος) και τέλος 60s (5ος-6ος). Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για τους δείκτες ισορροπίας πριν τη παρέμβαση. Η έρευνα έδειξε πως υπήρξε σημαντική μείωση σε αυτούς τους δείκτες μετά τη παρέμβαση και στις δύο ομάδες, με την ομάδα μελέτης να παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική

βελτίωση συγκριτικά με την ελέγχου. Ακόμη, δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη δύναμη μεταξύ των δύο ομάδων πριν τη θεραπεία. Η έρευνα έδειξε πως και οι δύο ομάδες κατάφεραν να αυξήσουν τη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, με στατιστικά σημαντική αύξηση της δύναμης υπέρ της ομάδας μελέτης.

Η TEM των Adeeb et al (2024), που έλαβε χώρα στο Πακιστάν, διερεύνησε τον ρόλο που διαδραματίζουν οι ασκήσεις για τους μύες του ποδιού, στην βελτίωση των αδρών κινητικών δεξιοτήτων και της ισορροπίας των παιδιών με DS που έχουν πλατυποδία. Συνολικά 48 παιδιά συμμετείχαν στη παρούσα έρευνα, ηλικιών 4-15 ετών. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, με τη μια να λαμβάνει ασκήσεις μυών του ποδιού, και την ομάδα ελέγχου που έλαβε πάντους έσω υποδήματος για υποστήριξη της ποδικής καμάρας, καθώς και ασκήσεις μονοποδικής στήριξης για την ισορροπία. Η ομάδα μελέτης είχε Μ.Ο.Η. $10,0 \pm 3,10$ έτη, 16 κορίτσια και 7 αγόρια (το ένα παιδί χάθηκε στο follow-up). Η ομάδα ελέγχου είχε Μ.Ο.Η. $10,63 \pm 2,74$ έτη, 15 αγόρια και 9 κορίτσια. Τα παιδιά αξιολογήθηκαν με τη χρήση του GMFM-88 για την αδρή κινητική λειτουργία, και συγκεκριμένα των διαστάσεων D και E που έχουν 13 στοιχεία για την ορθοστάτηση και 24 στοιχεία για τη βάδιση, το τρέξιμο και τα άλματα αντίστοιχα, και της PBS για την ισορροπία. Πραγματοποιήθηκαν αξιολογήσεις πριν τη παρέμβαση, στο τέλος των 12 εβδομάδων και μετά από 24 εβδομάδες. Τα παιδιά της ομάδας μελέτης έλαβαν ασκήσεις ενδυνάμωσης των μυών του ποδιού, με γυμνά πόδια σε καθιστή και όρθια θέση, σύμφωνα με το πρωτόκολλο F.I.T.T. του ACSM, για 12 εβδομάδες. Το πρωτόκολλο προέβλεπε άσκηση 3 φορές την εβδομάδα, με τις επαναλήψεις να έχουν ως εξής: στη 1η-2η κάνουν 3 επαναλήψεις, στις επόμενες δύο αυξάνονται στις 5, στις επόμενες δύο αυξάνονται στις 7, ενώ για τις υπόλοιπες εβδομάδες οι επαναλήψεις ανέρχονται στις 10. Συνολικά οι συνεδρίες διαρκούσαν 40 λεπτά, από 1 σετ κάθε άσκηση, με 60s ξεκούρασης. Στο πέρας των 12 εβδομάδων, δόθηκε φυλλάδιο για να συνεχιστούν οι ασκήσεις στο σπίτι για ακόμη 12 εβδομάδες. Οι ασκήσεις από καθιστή θέση περιέλαβαν κάμψεις δακτύλων με πετσέτα, σύλληψη μικρών βολβών με τα δάκτυλα και τοποθέτηση τους σε δοχείο, άσκηση όπου το παιδί έπρεπε να σηκώσει όλα τα δάκτυλα ενώ κρατάει το πόδι επαφή με το δάπεδο για 5s και μετά να κατεβάσει αργά τα δάκτυλα, κυλίσσεις μπάλας προοδευτικά από 15s τις πρώτες δύο εβδομάδες, στα 30s τις επόμενες δύο, στα 45s τις επόμενες δύο, και στα 60s από την 7η και έπειτα. Από όρθια θέση, πραγματοποιήθηκαν ανυψώσεις πτέρνας για 10s, με έκταση στα γόνατα, με αργή επαναφορά έπειτα. Ακόμη, πραγματοποιήθηκαν μονοποδικές ασκήσεις ισορροπίας, όπως η τοποθέτηση ποδιού πάνω σε

σκαλί και κλότσημα ποδοσφαιρικής μπάλας. Πριν και μετά τις ασκήσεις, πραγματοποιήθηκαν διατάσεις γαστροκνημίας από καθιστή θέση, με τη χρήση πετσέτας, για προθέρμανση και αποθεραπεία αντίστοιχα. Έκαναν 2-4 επαναλήψεις για 10-30s. Όλες οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν και για τα δύο άκρα. Η ομάδα ελέγχου έλαβε εξατομικευμένους πάτους έσω υποδήματος, με τη χρήση τους να ενθαρρύνεται στις ΔΚΖ. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μονοποδικές ασκήσεις ισορροπίας, όπως οι παραπάνω, 3 φορές την εβδομάδα, και για τα δύο άκρα. Ακόμη, έλαβαν χώρα οι διατάσεις που προαναφέρθηκαν. Η έρευνα έδειξε πως υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις στα αποτελέσματα των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν, και στις δύο ομάδες στο πέρας των 12 εβδομάδων. Ωστόσο, στο πέρας των 24 εβδομάδων, ενώ η ομάδα μελέτης συνέχισε να παρουσιάζει σημαντικά αποτελέσματα και στα δύο εργαλεία, η ομάδα ελέγχου είχε μη σημαντικές βελτιώσεις στο GMFM-88, ενώ είχε σημαντικές βελτιώσεις στη PBS.

Η TEM των Naczki et al (2021) πραγματοποιήθηκε στη Πολωνία με σκοπό την διερεύνηση της επιρροής που έχει ένα πρόγραμμα κολύμβησης στην αερόβια ικανότητα, τη μυϊκή δύναμη, την ισορροπία, την ευλυγισία και τη σύσταση σώματος εφήβων με DS. Συμμετείχε ένα σύνολο 22 ατόμων, που χωρίστηκε σε δύο ομάδες. Η ομάδα μελέτης είχε Μ.Ο.Η. $14,9 \pm 2,35$ έτη, 7 αγόρια και 4 κορίτσια. Η ομάδα ελέγχου είχε Μ.Ο.Η. $14,4 \pm 1,97$ έτη, 7 αγόρια και 4 κορίτσια. Η ομάδα μελέτης ακολούθησε πρόγραμμα με ασκήσεις στο νερό και κολύμβηση για 33 εβδομάδες, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχισε την συνηθισμένη καθημερινή δραστηριότητα. Η ισορροπία αξιολογήθηκε ως μέρος ενός πακέτου ελέγχου, το Eurofit Test, με τη δοκιμασία flamingo, που αποτελεί μονοποδική δοκιμασία ισορροπίας. Η κολύμβηση πραγματοποιήθηκε 3 φορές την εβδομάδα. Στο πρώτο στάδιο της παρέμβασης, για 4 εβδομάδες οι έφηβοι οικειοποιήθηκαν το υδατικό περιβάλλον, μάθαν πως να βυθίζουν το κεφάλι τους στο νερό, να κρατάνε τα μάτια τους ανοιχτά σε αυτό, και να επιπλέουν στη πλάτη και τον θώρακα τους, σε συνεδρίες των 70 λεπτών. Στο επόμενο στάδιο, για 4 εβδομάδες εφαρμόστηκαν διάφορα παιχνίδια στο νερό, εκπαιδεύτηκαν στο πως να εκπνέουν στο νερό, να μεταφέρονται στο νερό στη πλάτη και τον θώρακά τους, καθώς και να κάνουν απλά άλματα στο νερό, σε συνεδρίες των 80 λεπτών. Στο τρίτο στάδιο που διήρκεσε 15 εβδομάδες, οι έφηβοι έμαθαν 4 είδη κολύμβησης: backstroke, crawl, breaststroke και butterfly, ενώ συνεχίστηκαν να ενσωματώνονται παιχνίδια στο νερό και οι συνεδρίες κρατούσαν 90 λεπτά. Τις τελευταίες 10 εβδομάδες στόχος ήταν να βελτιωθούν οι δεξιότητες κολύμβησης και η τεχνική, με τους

εφήβους να κολυμπάνε 700 με 1000 μέτρα, ενώ οι συνεδρίες κράτησαν 90 λεπτά. Οι προπονήσεις είχαν προθέρμανση 10 λεπτών εκτός πισίνας και 10 λεπτών στο νερό, καθώς και 20 λεπτά αποθεραπείας. Πριν τη παρέμβαση δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις παραμέτρους ενδιαφέροντος. Στα αποτελέσματα της έρευνας αναφέρθηκε πως ενώ υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη του κορμού και τη λειτουργική δύναμη, η παράμετρος της ισορροπίας, μαζί με τη ταχύτητα των άκρων και την ευλυγισία, δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Η TEM των Efkeri & Tarsuslu (2024) πραγματοποιήθηκε στη Τουρκία με σκοπό τη διερεύνηση των άμεσων αποτελεσμάτων της εφαρμογής kinesiotape στις πελματιαίες επιφάνειες των παιδιών με DS, στην ισορροπία τους. Σύνολο 24 παιδιών, μετά τη διαδικασία επιλογής, συμμετείχε στην έρευνα και χωρίστηκε σε δύο ομάδες, αυτή του kinesiotape και του sham taping, δηλαδή εφαρμογή ταινίας με τρόπο που δεν θα έχει θεραπευτικό αποτέλεσμα (placebo). Η ομάδα του kinesiotape απαρτίστηκε από παιδιά ηλικιών 11-18 ετών, 5 αγόρια και 7 κορίτσια, ενώ η ομάδα sham 9-18 ετών και 4 αγόρια, 8 κορίτσια. Η αξιολόγηση των παιδιών έγινε με τη χρήση των εργαλείων FRT, FAST-TUG και Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (MCTSIB). Το MCTSIB χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας, μέσω της συσκευής Balance Master. Ζητήθηκε από τα παιδιά να σταθούν με τα μάτια ανοιχτά και έπειτα κλειστά σε μια σταθερή επιφάνεια για 30s. Καταγράφηκε η ταχύτητα με την οποία μετατοπιζόταν το κέντρο μάζας κατά τη δοκιμασία. Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν, αμέσως μετά και 45 λεπτά μετά την εφαρμογή ταινίας. Για την ομάδα του kinesiotape χρησιμοποιήθηκε τεχνική που να δίνει αισθητηριακά ερεθίσματα από τα πέλματα και να υποστηρίζει μηχανικά την πελματιαία απονεύρωση με διάταση. Ζητήθηκε από τα παιδιά να ξαπλώσουν σε πρηνή θέση και να κάμψουν τα γόνατα τους σε 90ο, θέση από την οποία η ταινία τοποθετήθηκε από τη μέση του Αχίλλειου τένοντα, ως τις κεφαλές των μεταταρσίων. Η ταινία πάνω από την απονεύρωση κόπηκε σε 4 λωρίδες, και αφού η απονεύρωση διατάθηκε από τον εξεταστή, τα δάκτυλα εκτάθηκαν και η κομμένη ταινία εφαρμόστηκε προς τις κεφαλές των μεταταρσίων με 5%-15% διάταση. Η τεχνική εφαρμόστηκε και στα δύο πόδια. Όσον αφορά την άλλη ομάδα, εφαρμόστηκε ταινία με τυχαίο τρόπο, χωρίς κάποια διάταση, ούτε της ταινίας, ούτε της πελματιαίας απονεύρωσης. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων για τα δημογραφικά στοιχεία, καθώς και για τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων πριν τη παρέμβαση. Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν

βελτίωση στα σκορ των λειτουργικών δοκιμασιών μετά την εφαρμογή ταινίας. Στατιστική διαφορά στο FAST-TUG υπήρξε μόνο μετά από 45 λεπτά. Στο FRT υπήρξε και αμέσως, αλλά και 45 λεπτά μετά την εφαρμογή ταινίας. Όσον αφορά το MCTSIB, δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μετρήσεων. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες, και στις τρεις αξιολογήσεις, όλων των δοκιμασιών.

Η TEM των AL-Nemr & Reffat (2024) έλαβε μέρος από τον Ιανουάριο του 2023 έως τον Αύγουστο του ίδιου έτους, και επιδίωξε να διερευνήσει την επίδραση των ασκήσεων Pilates στην ισορροπία και τον συντονισμό αδρών κινητικών δεξιοτήτων των παιδιών με DS. Από τα 46 παιδιά που συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα, 4 δεν πληρούσαν τα κριτήρια επιλεξιμότητας και 2 δεν πήραν άδεια από τους φροντιστές τους, και έτσι συνολικά 40 παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Συμμετείχαν 20 στη πειραματική ομάδα, σε ένα πρόγραμμα διάρκειας 90 λεπτών, αποτελούμενο από 45 λεπτά ασκήσεων Pilates και 45 λεπτά φυσικοθεραπείας, και 20 στην ομάδα ελέγχου, η οποία υποβλήθηκε σε – ίδιες με της προαναφερθείσας ομάδας – συνεδρίες φυσικοθεραπείας για 90 λεπτά. Ο Μ.Ο.Η. της πειραματικής ομάδας ήταν $8,86 \pm 0,58$ έτη και αποτελέστηκε από 8 αγόρια και 12 κορίτσια, ενώ ο Μ.Ο.Η. της ομάδας ελέγχου ήταν $9,16 \pm 0,48$ έτη και είχε 6 αγόρια και 14 κορίτσια. Και οι δύο ομάδες πραγματοποίησαν 3 συνεδρίες την εβδομάδα για 12 συνεχόμενες εβδομάδες, υπό την καθοδήγηση έμπειρων παιδιατρικών φυσικοθεραπευτών. Το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα περιέλαβε ασκήσεις ευλυγισίας για τους οπίσθιους μηριαίους, τους μυς της γαστροκνημίας, τους προσαγωγούς του ισχίου και τους καμπτήρες, ασκήσεις ενδυνάμωσης για κοιλιακούς, μυς της ράχης, απαγωγούς και εκτείνοντες ισχίου, οπίσθιους μηριαίους και τετρακέφαλους, βάδιση 15 λεπτών σε επίπεδη επιφάνεια σε άνετη ταχύτητα επιλογής του εκάστοτε παιδιού, ασκήσεις ελέγχου στάσης, όπως ανέβασμα και κατέβασμα σκαλοπατιού, μονοποδική στάση με μάτια ανοιχτά και κλειστά και ορθοστάτηση και βάδιση σε δοκό ισορροπίας. Στην πειραματική ομάδα, πριν από τη πρώτη συνεδρία εξηγήθηκαν οι βασικές αρχές των ασκήσεων Pilates και τις πρώτες δύο βδομάδες πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις για κάθε άσκηση με 2 λεπτά διάλειμμα, ενώ σε επόμενες συνεδρίες αυτές αυξήθηκαν στις 10-15. Σε κάθε συνεδρία υπήρξαν 10 λεπτά για προθέρμανση και αποθεραπεία, ενώ τα υπόλοιπα 35 λεπτά κατέλαβε το κυρίως πρόγραμμα. Οι ασκήσεις Pilates επικεντρώθηκαν στην ενδυνάμωση των μυών που συμβάλλουν στην σταθεροποίηση του κορμού, και στους μύες των κάτω άκρων, διατηρώντας σωστή ευθυγράμμιση της σπονδυλικής στήλης και της πυέλου, καθώς διατηρήθηκε ο κατάλληλος αναπνευστικός ρυθμός. Οι ασκήσεις

περιέλαβαν ανύψωση λεκάνης, ανύψωση κεφαλιού και κάτω άκρων από ύπτια θέση, εναλλάξ κρούσεις των δακτύλων του άκρου ποδός από ύπτια θέση με ισχία και γόνατα στις 90ο κάμψης, στροφές κάτω άκρων, στροφές κορμού, «κλωστήματα» από πλάγια κατάκλιση, ανύψωση αντίθετων άνω-κάτω άκρων σε τετραποδική, απαγωγή-προσαγωγή κάτω άκρου από όρθια θέση, πλάγιο σπαγγάτο με μπάλα, βάδιση σε ευθεία γραμμή με τη πτέρνα να ακουμπάει τα δάκτυλα του πίσω ποδιού και ημικαθίσματα με Swiss ball στη περιοχή της οσφύος. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το BBS, ενώ για τον συντονισμό αδρής κινητικότητας χρησιμοποιήθηκε η «gross motor» πτυχή του BOT-2. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε από τυφλό αξιολογητή πριν τη παρέμβαση και αμέσως μετά. Δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στην αρχή της παρέμβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξε μεγαλύτερη μείωση σε όλους τους δείκτες σταθερότητας και μεγαλύτερη αύξηση στα σκορ του BOT-2 στην ομάδα Pilates από ότι στην ομάδα ελέγχου, αν και σημαντική βελτίωση σημειώθηκε και σε αυτήν.

Η TEM των Yana et al (2024) πραγματοποιήθηκε στη Τουρκία για να ερευνήσει και να συγκρίνει τα αποτελέσματα της θεραπείας αισθητηριακής ολοκλήρωσης (ΘΑΟ) σε συνδυασμό με νευροαναπτυξιακή θεραπεία (ΝΘ), σε σχέση με τη ΝΘ καθαυτή, επί της προσοχής και των κινητικών δεξιοτήτων των παιδιών με DS. Συνολικά 42 παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την μελέτης που έλαβαν ΘΑΟ μαζί με ΝΘ και την ελέγχου που έλαβαν μόνο τη δεύτερη. Η ομάδα μελέτης είχε Μ.Ο.Η. $12,4 \pm 3,5$ έτη, 11 αγόρια και 10 κορίτσια, ενώ η ομάδα ελέγχου είχε Μ.Ο.Η. $12,6 \pm 2,9$ έτη, 9 αγόρια και 12 κορίτσια. Για σκοπούς αξιολόγησης των κινητικών δεξιοτήτων χρησιμοποιήθηκε η BOT-2SF (short form). Η ΝΘ λήφθηκε από τα παιδιά για 6 εβδομάδες, 2 φορές την εβδομάδα, συνολικά 12 συνεδρίες των 45 λεπτών. Τα παιδιά της ομάδας μελέτης έλαβαν και ΘΑΟ, 2 φορές την εβδομάδα για 45 λεπτά, για 6 βδομάδες. Η ΝΘ περιέλαβε ασκήσεις που διευκόλυναν τον στατικό έλεγχο, την έκταση του κορμού και τη περιστροφή, μεταφορές βάρους σε διάφορες θέσεις, καθώς και ασκήσεις στατικής και δυναμικής ισορροπίας μπροστά σε καθρέφτη. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν ασκήσεις ισορροπίας με πλατφόρμες, μπουλού σε τραμπολίνο και Swiss ball. Ακόμη, έγιναν ασκήσεις προστατευτικών αντιδράσεων, μονοποδικής στήριξης, βάδισης σε ποικίλες επιφάνειες, αναρρίχησης και κατάβασης, καθώς και λειτουργικές ασκήσεις για τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Η ΘΑΟ ενσωματώνει δραστηριότητες παιχνιδιού και αισθητηριακά ενισχυμένες αλληλεπιδράσεις για να εκλύσει το παιδί προσαρμοστικές αντιδράσεις. Οι θεραπείες κάνουν εκτεταμένη χρήση διαφόρων

αντικειμένων προσφέροντας στο παιδί μια πλούσια ποικιλία απτικών, ιδιοδεκτικών και αιθουσαίων ερεθισμάτων και προκλήσεων, μέσα από στοχευμένες δραστηριότητες. Κάθε παιδί δέχθηκε εξατομικευμένη ΘΑΟ, που περιέλαβε παιχνίδι και ασκήσεις βάσει σκοπού. Συγκεκριμένα περιέλαβε αιωρήσεις σε κούνια, άλματα σε τραμπολίνο, τράβηγμα και σπρώξιμο αντικειμένων, σκαρφάλωμα σε κλίση και κύλιση προς τα κάτω, παιχνίδι σε δρόμο μετ' εμποδίων, μπουσούλημα ή βάδιση σε μαλακή επιφάνεια, εύρεση αντικειμένων σε κουτιά με αντικείμενα διαφορετικών υφών, επιφανειών και μεγεθών. Δεν υπήρξαν διαφορές στη BOT-2SF πριν τη παρέμβαση μεταξύ των ομάδων. Παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις στη BOT-2SF και στις δύο ομάδες, με τη μεγαλύτερη βελτίωση συγκριτικά στην ομάδα μελέτης.

Η έρευνα των Büyükcelik et al (2023) αποτέλεσε μια TEM που έλαβε χώρα στη Τουρκία με σκοπό να ερευνήσει τα αποτελέσματα που έχουν οι ασκήσεις με δύο εργασίες ταυτόχρονα στη λειτουργία, την ισορροπία και την απόδοση στην ταυτόχρονη εκτέλεση δύο ενεργειών των παιδιών με DS. Συνολικά 27 παιδιά, 9 κορίτσια και 18 αγόρια, συμμετείχαν στην έρευνα, ηλικιών 7-18 ετών. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, της παρέμβασης με 13 παιδιά και του ελέγχου με 14. Η ομάδα παρέμβασης είχε M.O.H. 12.08 ± 2.56 έτη, ενώ η ελέγχου είχε M.O.H. 11.86 ± 4.09 έτη. Για τους σκοπούς αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία, όπως το WeeFIM για τη λειτουργική ικανότητα, η PBS για την ισορροπία, ενώ η λειτουργική κινητικότητα αξιολογήθηκε με το TUG. Ακόμη, η ισορροπία και η σταθερότητα κατά τη στάση αξιολογήθηκαν με δοκιμασία μονοποδικής στάσης. Η στατική ισορροπία ελέγχθηκε με δοκιμασία στάσης σε θέση βηματισμού και η δύναμη των κάτω άκρων με τη δυναμική ισορροπία με τη δοκιμασία 30s Sit-to-Stand, κατά την οποία το παιδί σηκώνεται και κάθεται σε μια καρέκλα όσες περισσότερες φορές μπορεί εντός 30s, με τα χέρια στον θώρακα. Τα παιδιά της ομάδας ελέγχου δεν έλαβαν κάποιο ασκησιολόγιο. Η ομάδα παρέμβασης έλαβε 16 συνεδρίες, 2 ανά εβδομάδα, για 8 εβδομάδες. Κάθε συνεδρία κράτησε κατά M.O. 30 λεπτά. Η συνεδρία έπρεπε να διακοπεί όταν η καρδιακή συχνότητα υπερέβαινε το 60% της μέγιστης. Η προπόνηση της ομάδας παρέμβασης περιέλαβε βάδιση 3 μέτρων επί σκληρής και μαλακής επιφάνειας ενώ πραγματοποιούνταν κάποια ενέργεια παράλληλα, όπως το να κουβαλά κάποιο αντικείμενο ή να κατονομάζει πράγματα. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν διάφορες κινητικές και γνωστικές εργασίες ενώ το παιδί καθόταν πάνω σε μπάλα Pilates, με τα πόδια να ακουμπούν το έδαφος. Ακόμη, έπρεπε να κάνουν διποδικά άλματα τριών μέτρων ενώ κρατούν κάτι ή κάνουν

κάποια εργασία γνωστικής φύσεως, όπως π.χ. να λένε ονόματα. Επιπροσθέτως, υπήρξαν ασκήσεις μονοποδικής στάσης, με παράλληλη κινητική ή γνωστική ενέργεια, όπως το να έχει τους ώμους σε απαγωγή ή να λείι τα χρώματα αντίστοιχα. Επίσης, έγιναν καθίσματα σε καρέκλα, για 15 επαναλήψεις με παράλληλη κινητική ή γνωστική εργασία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε όλα τα πεδία αξιολόγησης στην ομάδα παρέμβασης, ενώ συγκρίσεις εντός των ομάδων έδειξαν στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις μόνο στην ομάδα παρέμβασης. Στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ομάδα ελέγχου βρέθηκε μόνο στην PBS, πριν και μετά τη παρέμβαση.

Η TEM των Triki et al (2024), έλαβε χώρα στη Τυνησία με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της προπόνησης διπλής εργασίας, που συνδυάζει κινητικές και γνωστικές ενέργειες, επί της στατικής στατικής ισορροπίας και γνωστικής απόδοσης σε περιπτώσεις εκτέλεσης παράλληλων εργασιών των εφήβων με DS, με αυτών της προπόνησης με μια εργασία. Συνολικά 29 παιδιά, ηλικιών 14-17 ετών, χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: μονής εργασίας, διπλής εργασίας, ελέγχου. Η ομάδα μονής εργασίας είχε 10 παιδιά ηλικιών 12-17 ετών, η διπλής εργασίας 10 παιδιά 14-17 ετών και η ελέγχου 9 παιδιά 14-16 ετών. Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε με την ταλάντωση του κέντρου πίεσης σε μια πλατφόρμα σε διάφορες συνθήκες κατά την εκτέλεση μονής ή διπλής εργασίας. Το άτομο στάθηκε στη πλατφόρμα με τα δύο πόδια σε σκληρή ή μαλακή επιφάνεια, με οδηγίες να είναι όσο ακίνητο ήταν δυνατό, σε άνετη στάση με τα μάτια ανοιχτά συγκεντρωμένα σε ένα οδηγό σημείο στο επίπεδο της όρασης στα 2 μέτρα μακριά, χωρίς παπούτσια, με τα πόδια στο άνοιγμα των ώμων και τα χέρια στα πλαϊνά του σώματος. Έπρεπε να κρατήσουν τη στάση για 30s. Για κάθε πειραματική συνθήκη πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες με 3 λεπτά ξεκούραση μεταξύ τους. Η παράμετρος της ισορροπίας στη προκειμένη περίπτωση θεωρήθηκε η μέση ταχύτητα του κέντρου πίεσης, που υπολογίστηκε από τις μετατοπίσεις αυτού στον χρόνο της εξέτασης. Χαμηλότερες τιμές σημαίνουν καλύτερη στατική ισορροπία. Στη περίπτωση της διπλής εργασίας, το άτομο έπρεπε να εκτελεί και μια γνωστική ενέργεια. Οι δύο ομάδες μελέτης ακολούθησαν το ίδιο κινητικό πρόγραμμα για 8 συνεχόμενες εβδομάδες, με 3 συνεδρίες την εβδομάδα, οι οποίες διήρκεσαν 45-60 λεπτά, με 10 λεπτά προθέρμανση και 5 αποθεραπεία. Κάθε συνεδρία αποτελέστηκε από 6 ή 7 ασκήσεις με 1 ή 2 λεπτά ξεκούρασης μεταξύ τους. Ξεκίνησαν με 2 σετ των 10 επαναλήψεων για κάθε άσκηση και ανά δύο εβδομάδες υπήρξε αύξηση κατά 5 στις επαναλήψεις. Την 6η εβδομάδα τα σετ αυξήθηκαν σε 3. Η δυσκολία τροποποιήθηκε με την

μείωση της βάσης στήριξης, των οπτικών και σωματοαισθητικών ερεθισμάτων. Οι ασκήσεις περιλάμβαναν καθίσματα, έγερση σε κάθισμα από ύπτια θέση, άλματα με τα δύο πόδια σε κύκλους στο έδαφος μπροστά και πίσω, μονοποδικά άλματα σε κύκλους εναλλάξ, καθίσματα με αναπήδηση, έγερση από κάθισμα σε όρθια θέση, βάδιση προς τα πίσω, άλματα με δύο πόδια όσο πιο ψηλά και μακριά είναι δυνατό, πλάγια άλματα με τα δύο πόδια, πλάγια μονοποδικά άλματα, ορθοστάτηση σε μαλακή επιφάνεια με τα δύο πόδια, για 30s με μάτια ανοιχτά και κλειστά, μονοποδική στήριξη σε σκληρή επιφάνεια για 10s με μάτια ανοιχτά, μονοποδική στήριξη σε μαλακή επιφάνεια για 10s με μάτια ανοιχτά, θέση βηματισμού σε σκληρή επιφάνεια για 30s με μάτια ανοιχτά και κλειστά, βάδιση με τη πτέρνα του ποδιού μπροστά να ακουμπά τα δάκτυλα του ποδιού πίσω, σε ευθεία, σε σκληρή και μαλακή επιφάνεια. Η ομάδα διπλής εργασίας έκανε το ίδιο πρόγραμμα κινητικά, ωστόσο συνδύασε γνωστικές ενέργειες, στην αρχή απλές όπως την αναγνώριση χρωμάτων και έπειτα πιο απαιτητικών, όπως η ευφράδεια του λόγου και απάντηση σε ερώτηση. Η ομάδα ελέγχου συνέχισε τις καθημερινές της δραστηριότητες χωρίς κάποια παρέμβαση. Όσον αφορά τη παράμετρο της ισορροπίας, δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων πριν τη παρέμβαση. Υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις υπό συνθήκες μονής εργασίας για την ομάδα διπλής εργασίας και στις δύο επιφάνειες, ενώ στην ομάδα μονής εργασίας η σημαντική βελτίωση παρατηρήθηκε μόνο στη μαλακή επιφάνεια. Σε συνθήκες διπλής εργασίας, μόνο η ομάδα διπλής εργασίας παρουσίασε στατιστικώς σημαντική βελτίωση. Στην ομάδα ελέγχου δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά σε καμία συνθήκη. Οι πιο δύσκολες συνθήκες όσον αφορά την ισορροπία αποδείχθηκαν αυτές της διπλής εργασίας και μαλακής επιφάνειας.

Μελέτη	Σχεδιασμός	Δείγμα	Εργαλείο Αξιολόγησης	Μέθοδος	Αποτελέσματα
Eid (2015)	TEM	<u>30:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=15, Μ.Ο.Η. 9,26±0,79 έτη, 9 αγόρια, 6 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=15, Μ.Ο.Η. 8,93±0,7 έτη, 8 αγόρια, 7 κορίτσια)	Biodex Stability System	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα για 1 ώρα, με διατακτικές ασκήσεις, ισομετρικές και ασκήσεις ισορροπίας. <u>Ομάδα μελέτης</u> Το ίδιο πρόγραμμα για 1 ώρα και επιπλέον 5-10 λεπτά ασκήσεις WBV.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες (p<0,05). Σημαντικότερες βελτιώσεις στην ομάδα μελέτης (p<<0,05).

Aly & Abonour (2016)	TEM	<u>30:</u> <u>Ομάδα μελέτης</u> [ενδυνάμωση κορμού] (n=15) (M.O.H. 8,11±1,26 έτη, 11 αγόρια και 4 κορίτσια) <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=15) (M.O.H. 8,34±1,07 έτη, 10 αγόρια και 5 κορίτσια)	Biodex Balance System	Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα για ενδυνάμωση, ισορροπία και στατικό έλεγχο: ισομετρικές ασκήσεις μεγάλων μυϊκών ομάδων (15 λεπτά, 5-10 επαναλήψεις, 5 sec σύσπαση και 5 sec χαλάρωση, 2-3 φορές/μέρα), μετατοπίσεις βάρους, προπόνηση προστατευτικών αντιδράσεων και εκπαίδευση βάδισης. <u>Η ομάδα μελέτης</u> εκτέλεσε επιπλέον ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού Jeffrey 3 φορές/βδομάδα, για 8 εβδομάδες, διάρκειας 45-60 λεπτά/συνεδρία.	Υπήρχε βελτίωση αποτελεσμάτων και στις 2 ομάδες, ωστόσο στη μεταξύ τους σύγκριση μετά την παρέμβαση η ομάδα μελέτης είχε στατιστικά σημαντικότερη βελτίωση ($p < 0,001$).
Eid et al (2017)	TEM	<u>31:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=16, M.O.H. 10,05±0,68 έτη, 9 αγόρια, 7 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=15, M.O.H. 10,26±0,79 έτη, 8 αγόρια, 7 κορίτσια)	Biodex System 3	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Συμβατική φυσικοθεραπεία για 60 λεπτά. <u>Ομάδα μελέτης</u> Ίδιο πρόγραμμα για 45 λεπτά, ισοκινητική προπόνηση για 15 λεπτά.	Στατιστικώς σημαντική βελτίωση δεικτών σταθερότητας και στις δύο ομάδες ($p < 0,0001$ για την ομάδα μελέτης, $p < 0,05$ για την ελέγχου).
Ghafar & Abdelraouf (2017)	TEM	<u>26:</u> <u>Ομάδα Α</u> [συμβατική φυσικοθεραπεία] (n=13) (M.O.H. 7,40±1,27 έτη, 9 αγόρια, 4 κορίτσια) <u>Ομάδα Β</u> [ισορροπία βασισμένη στην εικονική	Five-times-Sit-to-Stand test, Pediatric Balance Scale, Timed Up and Go Test	Το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας της <u>ομάδας Α</u> περιείχε: ρίψη και πιάσιμο μπάλας/σάκων, πιάσιμο αντικειμένων από όρθια ή καθιστή θέση, ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας, περπάτημα πάνω σε δοκό ισορροπίας, μονοποδική στήριξη και δραστηριότητες κλοτσήματος. <u>Η ομάδα Β</u> εξασκήθηκε σε 3 παιχνίδια Wii, 10 λεπτά το καθένα: το παιχνίδι κεφαλιάς	Και οι δύο τύποι παρέμβασης είχαν θετική επίδραση στις μετρήσεις τις ισορροπίας, αλλά η ομάδα Β που ακολούθησε το πρόγραμμα VR, είχε μεγαλύτερη στατιστικά

		πραγματικότητα-VR] (n=13) (M.O.H. 7,18±1,85 έτη, 9 αγόρια, 4 κορίτσια)		(ποδόσφαιρο), το Ski Slalom και το Table Tilt με εξοπλισμό μία εικονική σανίδα ισορροπίας. Οι θεραπευτικές συνεδρίες και των δύο ομάδων διήρκεσαν 30 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα, για 8 εβδομάδες.	σημαντική βελτίωση (p<0,05).
Alsakhawi & Elshafey (2019)	TEM	<u>45:</u> (M.O.H.: 4,59±0,53 έτη) <u>Ομάδα Α</u> (n=15) <u>Ομάδα Β</u> (n=15) <u>Ομάδα C</u> (n=15)	Berg Balance Scale, Biodex Balance System	<u>Ομάδα Α</u> Συμβατικό πρόγραμμα για 60 λεπτά (με ορθοστάτηση, μεταφορές βάρους, μεταξύ άλλων). <u>Ομάδα Β</u> 30 λεπτά συμβατικού προγράμματος, 20 λεπτά διάδρομο, 5 λεπτά διατάσεων πριν, 5 λεπτά αποθεραπείας. <u>Ομάδα C</u> 30 λεπτά συμβατικού προγράμματος, 30 λεπτά ασκήσεων Jeffrey.	Στατιστικώς σημαντική βελτίωση και στις 3 ομάδες (p<0,05). Σημαντικότερη βελτίωση στις Β και C, σε σχέση με την Α (p<0,05). Μη στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ Β και C (p>0,05).
Naczka et al (2021)	TEM	<u>22:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=11, M.O.H. 14,4±1,97 έτη, 7 αγόρια, 4 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=11, M.O.H. 14,9±2,35 έτη, 7 αγόρια, 4 κορίτσια)	Eurofit Test Battery (συμπερ. Flamingo Balance Test)	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Διατήρηση συνηθισμένης καθημερινής δραστηριότητας. <u>Ομάδα μελέτης</u> Προοδευτικές ασκήσεις και δραστηριότητες στο νερό για 33 εβδομάδες.	Μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη παράμετρο της ισορροπίας (p>0,05).
Azab et al (2022)	TEM	<u>31:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=15, M.O.H. 8,60±0,98 έτη, 11 αγόρια, 4 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=16, M.O.H. 9,19±0,75 έτη, 9 αγόρια, 7 κορίτσια)	Biodex Balance System	<u>Ομάδα ελέγχου</u> 45 λεπτά τυπικού προγράμματος φυσικοθεραπείας, με ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας σε πλατφόρμα και βάδιση σε διάφορες επιφάνειες μεταξύ άλλων. <u>Ομάδα μελέτης</u>	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες (p<0,05). Σημαντικότερη βελτίωση στην ομάδα μελέτης.

				Επιπλέον 15 λεπτά πλειομετρικών ασκήσεων σε τραμπολίνο στο προαναφερθέν πρόγραμμα.	
Eid et al (2022)	TEM	<u>36:</u> <u>Ομάδα μελέτης</u> [Βιταμίνη D] (n=18) (M.O.H. 9,72±1,36 έτη) <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=18) (M.O.H. 9,5±1,14 έτη)	Biodex Stability System, 6-Minute Walk Test	Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο συμβατικής φυσικοθεραπείας και αερόβιας άσκησης: ιδιοδεκτική προπόνηση 5 λεπτά, νευροαναπτυξιακή προπόνηση 15 λεπτά, διευκόλυνση της μυϊκής σύσπασης μυών κάτω άκρου για 10 λεπτά, ασκήσεις ισορροπίας και στατικού ελέγχου όπως διατήρηση ισορροπίας από την όρθια θέση με μετατόπιση βάρους, για 15 λεπτά (σύνολο:45 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα, για 12 εβδομάδες). Έπειτα από 10 λεπτά διάλειμμα εκτελούνταν το αερόβιο πρόγραμμα: περπάτημα σε διάδρομο (2,0-3,0 χλμ/ώρα, 0°- 5° κλίση, 60%-70% HRmax) (15 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα, για 12 εβδομάδες). Στην <u>ομάδα μελέτης</u>, επιπρόσθετα από τα παραπάνω, χορηγήθηκε από το στόμα μία φορά/μέρα, 400 UI βιταμίνης D3.	Ο συνδυασμός της αερόβιας άσκησης και της βιταμίνης D επέφερε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ομάδα μελέτης τόσο στην ισορροπία όσο και στην φυσική απόδοση.
Nahla et al (2022)	TEM	<u>30:</u> <u>Ομάδα A</u> (n=15, M.O.H. 8,26±1,16 έτη, 11 αγόρια, 4 κορίτσια) <u>Ομάδα B</u> (n=15, M.O.H. 8,33±1,11 έτη, 10 αγόρια, 5 κορίτσια)	Biodex Balance System	<u>Ομάδα A</u> 45 λεπτά συμβατικού προγράμματος με ενδυνάμωση κορμού, διευκόλυνση αντιδράσεων και εναλλαγές θέσεων μεταξύ άλλων. 15 λεπτά ασκήσεων ισορροπίας. <u>Ομάδα B</u>	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες, με μεγαλύτερη βελτίωση στην ομάδα B (p<0,05).

				Ίδιο πρόγραμμα 45 λεπτών και επιπλέον 15 λεπτά μηχανικής αιθουσαίας διέγερσης με σύστημα τρισδιάστατης κίνησης.	
Raghupathy et al (2022)	TEM	<u>36:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=18, M.O.H. 8,4±1,3 έτη, 10 αγόρια, 8 κορίτσια) <u>Ομάδα χορών</u> (n=18, M.O.H. 7,8±1,3 έτη, 11 αγόρια, 7 κορίτσια)	Four Square Step Test, Pediatric Balance Scale, TGMD-2	<u>Ομάδα ελέγχου</u> 60 λεπτά προγράμματος νευρομυϊκής προπόνησης, με ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας και συντονισμού. 10 λεπτά προθέρμανσης/αποθεραπείας. <u>Ομάδα χορών</u> Πρόγραμμα σειράς ινδικών χορών.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες.
Zulfiqar et al (2022)	Μονή – τυφλή TEM	<u>20:</u> <u>Ομάδα Α</u> [ασκήσεις ισορροπίας] (n=10) <u>Ομάδα Β</u> [ενδυνάμωση κορμού] (n=10)	Pediatric Berg Balance Scale	Κοινό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας: ισομετρικές ασκήσεις μεγάλων μυϊκών ομάδων. Η <u>ομάδα Α</u> ακολούθησε ένα πρόγραμμα για την ισορροπία με ασκήσεις: κίνηση κεφαλιού, των άνω άκρων και περιστροφή κορμού από γονυπετή θέση, κάμψη/έκταση άνω άκρων με ταυτόχρονη κίνηση του κεφαλιού από γονυπετή θέση, ανύψωση λεκάνης, ανύψωση αντίθετων άνω και κάτω άκρων από τετραποδική στήριξη και στήριξη στις πτέρνες και στις μύτες των ποδιών. Η <u>ομάδα Β</u> ακολούθησε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης κορμού με ασκήσεις: σύσπαση κοιλιακών με ή χωρίς ολίσθηση της πτέρνας από ύπτια θέση, άρσεις ποδιών από την ίδια θέση, ανύψωση λεκάνης με σύσπαση κοιλιακών και τέλος, κοιλιακή σύσπαση από όρθια θέση (10	Η ομάδα Β εμφάνισε καλύτερα αποτελέσματα μετά την παρέμβαση με στατιστικά σημαντική βελτίωση (p<0,05).

				επαναλήψεις με 5 sec σύσπαση, 3 φορές/μέρα, 3 φορές/βδομάδα, για 6 εβδομάδες).	
Büyükçelik et al (2023)	TEM	<u>27:</u> (18 αγόρια, 9 κορίτσια) <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=14, M.O.H. 1x.86±4.09 έτη) <u>Ομάδα παρέμβασης</u> (n=13, M.O.H. 12.08±2.56 έτη)	WeeFIM, Pediatric Balance Scale, Timed Up-and-Go, Single Leg Stance Test, Tandem Stance Test, 30-Second Sit to Stand Test	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Δεν λήφθηκε ασκησιολόγιο. <u>Ομάδα παρέμβασης</u> Πληθώρα ασκήσεων και κινητικών εργασιών (όπως βάδιση, καθίσματα, μονοποδική στάση) σε συνδυασμό με γνωστική λειτουργία, σε συνεδρίες 30 λεπτών.	Στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε όλα τα πεδία για την ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την πριν την παρέμβαση, καθώς και σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (p<0,05). Στατιστικώς σημαντική διαφορά πριν και μετά το διάστημα της μελέτης μόνο στη PBS στην ομάδα ελέγχου (p=0,027).
Cheema et al (2023)	Μονή – τυφλή TEM	<u>24:</u> <u>Ομάδα Α</u> [ενδυνάμωση κορμού] (n=12) (M.O.H. 10,08±3,7 έτη, 8 κορίτσια, 4 αγόρια) <u>Ομάδα Β</u> [Retro-Walk] (n=12) (M.O.H. 10,17±2,98 έτη, 4 κορίτσια, 8 αγόρια)	Foot Tapping Test, Pediatric Balance Scale	Και οι 2 ομάδες έλαβαν συμβατική θεραπεία (λογοθεραπεία, φυσικοθεραπεία, εργοθεραπεία, γνωστική θεραπεία). Στόχος της φυσικοθεραπείας ήταν η ενδυνάμωση των άκρων. Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν ένα συνδυαστικό σχήμα παρέμβασης για 30 λεπτά, 5 φορές/βδομάδα, για 8 εβδομάδες.	Υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ισορροπία και στον συντονισμό τόσο στην ομάδα της ενδυνάμωσης κορμού όσο και στην ομάδα του Retro-Walk με p-values από 0,001-0,003.
Kashi et al (2023)	TEM	<u>36:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u>	Bruininks Oseretsky Test of Motor	Η ομάδα παρέμβασης ακολούθησε ένα πρωτόκολλο μονόωρων συνεδριών, 2-3	Στατιστικά σημαντική θετική

		[πρόγραμμα δραστηριοτήτων του σχολείου] (n=18) (M.O.H. 13,22±1,927 έτη) <u>Ομάδα παρέμβασης</u> [πρωτόκολλο SSRI] (n=18) (M.O.H. 12,55±2,77 έτη)	Proficiency (BOT-2)	φορές/εβδομάδα, για 12 εβδομάδες το οποίο σχεδιάστηκε βάση του ACSM και περιείχε: ασκήσεις αντίληψης-δράσης όπως πιασίματα, ρίψεις και χτυπήματα (ρυθμικές κινήσεις), ασκήσεις μετά το σχολείο σε ολισθηρές επιφάνειες, διάδρομο, κολύμβηση και ιπασία, εικονικά παιχνίδια, ασκήσεις ισορροπίας σε ασταθείς επιφάνειες, καθώς και ασκήσεις ενδυνάμωσης και σταθεροποίησης, μηχανήματα δόνησης, αερόβιες ασκήσεις σαν το ποδήλατο και το τρέξιμο και τέλος χρήση εξοπλισμού με ρόδες. Τα παιδιά της <u>ομάδας ελέγχου</u> ακολουθούσαν απλώς το πρόγραμμα του σχολείου.	επίδραση της ομάδας παρέμβασης στην κινητική επάρκεια, συγκεκριμένα στην χειρωνακτική επιδεξιότητα, τον συντονισμό των άνω άκρων, την δύναμη, την ταχύτητα, την ευλυγισία και την ισορροπία (p<0,05).
Kaya et al (2023)	TEM	34: <u>Ομάδα υποθεραπείας</u> (M.O.H.: 10,12±3,30 έτη) <u>Ομάδα ελέγχου</u> (M.O.H.: 8,18±2,74 έτη)	Pediatric Balance Scale, Timed Up and Go Test, Functional Independence Measure for Children (WeeFIM)	Κοινό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας και για τις 2 ομάδες: ασκήσεις ισορροπίας (μονοποδική και διποδική στήριξη, tandem walk, squat, πέρασμα εμποδίων) από το σπίτι για 30 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα, 6 εβδομάδες. <u>Ομάδα υποθεραπείας</u>: εξοικείωση με το άλογο, 5 λεπτά προθέρμανση, 20 λεπτά κύριο μέρος-ιπασία (ασκήσεις για συντονισμό, αισθητική ολοκλήρωση, ισορροπία και ενδυνάμωση), 2 λεπτά χαλάρωσης, για 6 εβδομαδιαίες συνεδρίες των 30 λεπτών, για 6 εβδομάδες.	Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην λειτουργική ισορροπία και κινητικότητα και στις δύο ομάδες (p < 0,05), ωστόσο η λειτουργική απόδοση βάσει του WeeFIM βελτιώθηκε μόνο στην ομάδα της υποθεραπείας (p < 0,008).

Khan et al (2023)	TEM	30: <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=15) <u>Πειραματική ομάδα</u> [ταλαντώσεις ποδοκνημικής] (n=15)	Foot Function Index, Static Standing Stability test	Και οι δύο ομάδες έλαβαν θεραπεία με ασκήσεις ισορροπίας και προπόνηση σταθεροποίησης κορμού: σύσπαση κοιλιακών μυών από ύπτια και πρηνή θέση, ενδυνάμωση παρασπονδυλικών μυών, ασκήσεις ευλυγισίας γαστροκνημίων για αύξηση ROM, εκπαίδευση βάδισης, μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση, μονοποδική στήριξη, μονοποδική και γονυπετή θέση πάνω σε σανίδα ισορροπίας και βάδιση σε δοκό ισορροπίας (2-3 φορές/ εβδομάδα, 5 sec κάθε σύσπαση και χαλάρωση). Το πρωτόκολλο της <u>πειραματικής ομάδας</u> αποτελούνταν επιπλέον από χειροκίνητη ταλάντωση του αστραγάλου με σφήνες και εφαρμόστηκε για 8 εβδομάδες, 4 φορές/ εβδομάδα, διάρκεια 40-60 λεπτά / συνεδρία.	Και οι δύο ομάδες σημείωσαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ισορροπία ($p<0,05$), αλλά η ομάδα με τις προπονήσεις για τον αστράγαλο είχε καλύτερα αποτελέσματα.
Adeeb et al (2024)	Μονή – τυφλή TEM	47: <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=24, M.O.H. 10,63±2,74 έτη, 15 αγόρια, 9 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=23, M.O.H. 10,0±3,10 έτη, 16 κορίτσια, 7 αγόρια)	GMFM-88, PBS	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Χορήγηση εξατομικευμένων πάτων έσω υποδήματος, μονοποδικές ασκήσεις ισορροπίας, διατάσεις για προθέρμανση/αποθεραπεία. <u>Ομάδα μελέτης</u> Ασκήσεις ενδυνάμωσης μυών ποδιού, ασκήσεις μονοποδικής ισορροπίας, διατάσεις πριν και μετά την άσκηση για προθέρμανση/αποθεραπεία. Συνεδρίες 40 λεπτών.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις στις δύο ομάδες στα δύο εργαλεία στις 12 εβδομάδες. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα δύο εργαλεία για την ομάδα μελέτης στις 24 εβδομάδες, μόνο στη PBS για την ελέγχου.

AL-Nemr & Reffat (2024)	Μονή – τυφλή TEM	<u>40:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=20, M.O.H. 9,16±0,48 έτη, 6 αγόρια, 14 κορίτσια) <u>Πειραματική ομάδα</u> (n=20, M.O.H. 8,86±0,58 έτη, 8 αγόρια, 12 κορίτσια)	Biodex Balance System, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα 90 λεπτών, με ασκήσεις ευλυγισίας, ενδυνάμωσης, ισορροπίας και βάδιση. <u>Πειραματική ομάδα</u> Τίδιο φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα για 45 λεπτά, επιπλέον 45 λεπτά ασκήσεων Pilates, εκ των οποίων 10 ήταν για προθέρμανση/αποθεραπεία.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες και στα δύο εργαλεία (p<0,05). Στατιστικώς σημαντικότερες βελτιώσεις στην πειραματική ομάδα σε σχέση με την ελέγχου (p<0,05).
Arif et al (2024)	TEM	<u>18:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=9) (M.O.H. 7,78±2,22 έτη, 7 αγόρια, 2 κορίτσια) <u>Πειραματική ομάδα</u> (n=9) (M.O.H. 7,78±1,92 έτη, 7 αγόρια, 2 κορίτσια)	Pediatric Balance Scale, 6-Minute Walk Test	Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν πρόγραμμα φυσικοθεραπείας: προπόνηση προοδευτικής αντίστασης, ασκήσεις ισορροπίας και προπόνηση ευλυγισίας. Η <u>πειραματική ομάδα</u> ακολουθούσε επιπλέον αερόβιο πρόγραμμα-θεραπείες ποδηλασίας για 30 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα, για περισσότερο από 8 εβδομάδες.	Και οι δύο ομάδες σημείωσαν στατιστικώς σημαντική βελτίωση (p<0,05), με την πειραματική ομάδα να εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα.
Efkere & Tarsuslu (2024)	TEM	<u>24:</u> <u>Ομάδα sham</u> (n=12, ηλικίες 9-18 ετών, 4 αγόρια, 8 κορίτσια) <u>Ομάδα kinesiotape</u> (n=12, ηλικίες 11-18 ετών, 5 αγόρια, 7 κορίτσια)	Functional Reach Test, FAST-Timed Up-and-Go, Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance	<u>Ομάδα sham</u> Εφαρμογή ταινίας με τυχαίο τρόπο. <u>Ομάδα kinesiotape</u> Εφαρμογή ταινίας για παροχή αισθητηριακών ερεθισμάτων, μηχανική υποστήριξη της πελματιαίας απονεύρωσης με διάταση.	Μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στα 3 εργαλεία (p>0,05). Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις σε FRT και FAST-TUG στις δύο ομάδες (p<0,05), μη σημαντικές

					διαφορές στο MCTSIB ($p>0,05$).
Javaid et al (2024)	TEM	<u>28:</u> (Μ.Ο.Η. $8,25\pm 1,81$ έτη, 15 αγόρια, 13 κορίτσια) <u>Ομάδα ελέγχου</u> ($n=14$) <u>Πειραματική ομάδα</u> [πρόγραμμα ενδυνάμωσης κάτω άκρων] ($n=14$)	Pediatric Balance Scale, Timed Up and Go Test, Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB)	Το πρωτόκολλο της <u>πειραματικής ομάδας</u> είχε ως εξής: παθητικές ασκήσεις εύρους κίνησης (ROM) για 5 λεπτά, ιδιοδεκτική προπόνηση με ασκήσεις ισορροπίας στο ένα πόδι για 5 λεπτά, 5-10 λεπτά/συνεδρία ασκήσεις βάρους σε ασταθείς επιφάνειες (μπάλα Bosu και σχοινί ισορροπίας), μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση 20 λεπτά και τέλος 10 λεπτά/συνεδρία ασκήσεις ισορροπίας με υποστήριξη (σταδιακή μετάβαση σε μη υποστηριζόμενες δραστηριότητες). Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 6 εβδομάδες, 3 συνεδρίες των 45 λεπτών/βδομάδα. Η <u>ομάδα ελέγχου</u> έλαβε με την ίδια δοσολογία απλή θεραπεία, η οποία συμπεριέλαβε ασκήσεις ισορροπίας από όρθια θέση, μετάβαση από καθιστή σε όρθια θέση και ολίσθηση από τις πτέρνες έως τις μύτες.	Η ομάδα ενδυνάμωσης του κάτω άκρου εμφάνισε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κινητικότητα και στην δυναμική ισορροπία ($p\leq 0,05$).
Triki et al (2024)	TEM	<u>29:</u> <u>Ομάδα ελέγχου</u> ($n=9$, ηλικιών 14-16 ετών) <u>Ομάδα μονής εργασίας</u> ($n=10$, ηλικιών 12-17 ετών) <u>Ομάδα διπλής εργασίας</u>	Static Stabilometric Platform	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Διατήρηση καθημερινών δραστηριοτήτων, χωρίς κάποια παρέμβαση. <u>Ομάδα μονής εργασίας</u> Κινητικό πρόγραμμα 45-60 λεπτών και 6-7 ασκήσεων, με 10 λεπτά προθέρμανση και 5 αποθεραπεία. Οι ασκήσεις ενδεικτικά περιέλαβαν καθίσματα, άλματα, βάδιση μεταξύ άλλων.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις για την ομάδα διπλής εργασίας, σε συνθήκες διπλής εργασίας. Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο

		(n=10, ηλικιών 14-17 ετών)		<u>Ομάδα διπλής εργασίας</u> Ίδιο κινητικό πρόγραμμα με την ομάδα μονής, σε συνδυασμό με γνωστικές εργασίες.	επιφάνειες σε συνθήκη μονής εργασίας για την ομάδα διπλής. Στατιστικώς σημαντική βελτίωση σε μαλακή επιφάνεια για την ομάδα μονής. Καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά σε καμία συνθήκη για την ομάδα ελέγχου.
Yana et al (2024)	TEM	42: <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=21, M.O.H. 12,6±2,9 έτη, 9 αγόρια, 12 κορίτσια) <u>Ομάδα μελέτης</u> (n=21, M.O.H. 12,4±3,5 έτη, 11 αγόρια, 10 κορίτσια)	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2 Short Form	<u>Ομάδα ελέγχου</u> Νευροαναπτυξιακή θεραπεία για 45 λεπτά, με ασκήσεις διευκόλυνσης στατικού ελέγχου, ασκήσεις ισορροπίας, ασκήσεις προστατευτικών αντιδράσεων, μεταφορές βάρους. <u>Ομάδα μελέτης</u> Επιπλέον 45 λεπτά θεραπείας αισθητηριακής ολοκλήρωσης, με ενσωμάτωση παιχνιδιού και αισθητηριακά ενισχυμένες αλληλεπιδράσεις με χρήση διαφόρων ειδών αντικειμένων.	Στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες (p<0,01). Στατιστικώς σημαντικότερη βελτίωση στην ομάδα μελέτης (p<0,05).
Yunus et al (2024)	TEM	20: (M.O.H.: 12,86±3,20 έτη) <u>Ομάδα ελέγχου</u> (n=10) <u>Ομάδα παρέμβασης</u>	Pediatric Balance Scale, Timed Up and Go Test	Η ομάδα παρέμβασης ακολούθησε τη μέθοδο VR SenMor και επιτελούσε 2 δραστηριότητες: περπάτημα στο πάρκο και αναζήτηση νομισμάτων. Το πρωτόκολλο ακολουθήθηκε για 4 εβδομάδες, 2 φορές/βδομάδα, 20 λεπτά/συνεδρία.	Τα αποτελέσματα της μελέτης φανέρωσαν σημαντική βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε

		[αισθητηριοκινητική εικονική πραγματικότητα- VR SenMor] (n=10)		Η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε κάποια θεραπεία.	σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (p<0,001).
--	--	--	--	---	---

Πίνακας 6.1.2 Χαρακτηριστικά μελετών της συστηματικής ανασκόπησης. (TEM: τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη, Μ.Ο.Η.: μέσος όρος ηλικίας, συμπερ.: συμπεριλαμβανομένου)

6.2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

Στη παρούσα ανασκόπηση, οι βαθμολογίες των μελετών στη κλίμακα PEDro ποικίλαν. Μια μελέτη βαθμολογήθηκε με 3 (Kashi et al 2023), 4 μελέτες έλαβαν βαθμό 4 (Khan et al 2023, Aly & Abonour 2016, Alsakhawi & Elshafey 2019, Nahla et al 2022), 6 αξιολογήθηκαν με 5 (Kaya et al 2023, Yunus et al 2024, Arif et al 2024, Zulfiqar et al 2022, Cheema et al 2023, Naczka et al 2021), 5 βαθμολογήθηκαν με 6 (Javaid et al 2024, Eid et al 2022, Al-Nemr & Reffat 2024, Adeeb et al 2024, Büyükcelik et al 2023), 5 έρευνες με βαθμό 7 (Ghafar & Abdelraouf 2017, Azab et al 2022, Raghupathy et al 2022, Efkere & Tarsuslu 2024, Yana et al 2024) και 3 έλαβαν βαθμολογία του 8 στην εν λόγω κλίμακα (Eid 2015, Eid et al 2017, Triki et al 2024).

Μελέτη	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Βαθμολογία	Ποιότητα
Eid (2015)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	8 / 10	Καλή
Aly & Abonour (2016)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	4 / 10	Μέτρια
Eid et al (2017)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	8 / 10	Καλή
Ghafar & Abdelraouf (2017)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7 / 10	Καλή

Alsakhawi & Elshafey (2019)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	4 / 10	Μέτρια
Nacz et al (2021)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια
Azab et al (2022)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7 / 10	Καλή
Eid et al (2022)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	6 / 10	Καλή
Nahla et al (2022)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	4 / 10	Μέτρια
Raghupathy et al (2022)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	7 / 10	Καλή
Zulfiqar et al (2022)	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια
Büyükçelik et al (2023)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	6 / 10	Καλή
Cheema et al (2023)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια
Kashi et al (2023)	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	3 / 10	Χαμηλή
Kaya et al (2023)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια

Khan et al (2023)	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	4 / 10	Μέτρια
Adeeb et al (2024)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	6 / 10	Καλή
Al-Nemr & Reffat (2024)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	6 / 10	Καλή
Arif et al (2024)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια
Efkere & Tarsuslu (2024)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	7 / 10	Καλή
Javaid et al (2024)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	6 / 10	Καλή
Triki et al (2024)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	8 / 10	Καλή
Yana et al (2024)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	7 / 10	Καλή
Yunus et al (2024)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 / 10	Μέτρια

Πίνακας 6.2 Αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών με βάση την κλίμακα PEDro. Ο εκάστοτε αριθμός που αναγράφεται στην πρώτη γραμμή, αντιστοιχεί στο ανάλογο κριτήριο. (*: το πρώτο κριτήριο δεν συγκαταλέγεται στην βαθμολογία, ✓: ικανοποιείται το κριτήριο, ✗: δεν ικανοποιείται το κριτήριο.)

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας ανασκόπησης ήταν να διερευνήσει τις πιο σύγχρονες μεθόδους παρέμβασης στον παράγοντα της ισορροπίας των παιδιών με DS. Μέσω αναζήτησης και

διεξοδικής μελέτης των ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων που έχουν αναφερθεί, βρέθηκε μια πληθώρα θεραπευτικών μεθόδων, με τη πλειοψηφία αυτών να εμφανίζει θετικά αποτελέσματα.

Οι ασκήσεις για τη σταθερότητα του κορμού είχαν πρωταγωνιστικό ρόλο μεταξύ των παρεμβάσεων, καθώς διαφαίνεται το σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον για τον συγκεκριμένο τομέα. Πολλαπλές έρευνες (Cheema et al 2023, Zulficar et al 2022, Aly & Abonour 2016, Alsakhawi & Elshafey 2019) δείχνουν πως η στοχευμένη ενδυνάμωση της περιοχής με το πρωτόκολλο Jeffrey και διάδρομο προσφέρει ευεργετικά αποτελέσματα. Επίσης, στην έρευνα των Cheema et al (2023) παρατηρείται πως το retrowalk έχει θετική επίδραση τόσο στην ισορροπία, όσο και στον συντονισμό. Επιπροσθέτως, η αξιοποίηση της τεχνολογίας VR φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα και στον τομέα της φυσικοθεραπείας και κατ' επέκταση στην ισορροπία των παιδιών με DS (Ghafar & Abdelraouf 2017, Yunus et al 2024). Ακόμη, η αερόβια άσκηση συμβάλλει στην βελτίωση της ισορροπίας των παιδιών με DS (Arif et al 2024), ενώ σε συνδυασμό με συμπλήρωμα βιταμίνης D ενδέχεται να αποδειχθεί ακόμη αποτελεσματικότερη (Eid et al 2022). Αξίζει να σημειωθεί πως ένα πακέτο ασκήσεων βασισμένο στο ACSM (Kashi et al 2023), που περιλαμβάνει από ασκήσεις ισορροπίας, ενδυνάμωσης έως και yoga, καθώς και ένα πρόγραμμα άσκησης κάτω άκρων (Javaid et al 2024), μπορούν να συνεισφέρουν ενεργά στην βελτίωση της ισορροπίας. Παραμένοντας στο κάτω άκρο, η μελέτη των Khan et al (2023) υπογραμμίζει τα αποτελέσματα στον στατικό έλεγχο και τη λειτουργία του άκρου ποδός. Επίσης, η υποθεραπεία αποτελεί σύγχρονη μέθοδο με ενσωμάτωση ζώων στο θεραπευτικό πλάνο, βελτιώνει την ισορροπία, τη λειτουργική κινητικότητα και τη λειτουργική ανεξαρτησία (Kaya et al 2023). Ακόμη, δύο έρευνες παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα σε περιπτώσεις όπου το παιδί πραγματοποιούσε κινητική εργασία παράλληλα με μία γνωστικής φύσεως (Büyükcelik et al 2023, Triki et al 2024). Επίσης, η ισοκινητική προπόνηση σύμφωνα με τους Eid et al (2017) φαίνεται να παρέχει βελτίωση στην ισορροπία, καθώς και τη ροπή των μυών που εξετάστηκαν. Θετική επίδραση είχε σύμφωνα με τους Azab et al (2022) η εφαρμογή πλειομετρικών ασκήσεων με τη χρήση τραμπολίνου. Επιπροσθέτως, θεραπείες αισθητηριακής ολοκλήρωσης και νευροαναπτυξιακές θεραπείες, καθώς και αυτές με μηχανική διέγερση του αιθουσαίου, παρουσιάζουν ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, θετικά αποτελέσματα στην ισορροπία των παιδιών με DS. Ακόμη, η έρευνα των Raghupathy et al (2022) έδειξε πως ακόμη και ο χορός μπορεί να έχει θέση σε ένα θεραπευτικό πρόγραμμα. Η κλινική-θεραπευτική εφαρμογή των ασκήσεων Pilates φαίνεται πως είναι ευεργετική και για

παιδιά με DS, καθώς μεταξύ άλλων βελτιώνει την ισορροπία τους (Al-Nemr & Reffat 2024). Στην ισορροπία συμβάλλει και η δόνηση ολόκληρου του σώματος, όπως προκύπτει από τη μελέτη του Eid (2015), ενώ αξίζει να αναφερθεί πως και οι ασκήσεις των μυών του άκρου ποδός έχουν επιδράσεις με θετικό πρόσημο (Adeeb et al 2024). Παρεμβάσεις που φαίνεται να μη συμβάλλουν στην ενίσχυση της ισορροπίας των παιδιών με DS είναι η κολύμβηση (Naczka et al 2021) και το kinesiotape (Efkere & Tarsuslu 2024). Στην κλινική πράξη, ενώ οι παρεμβάσεις είναι πολλά υποσχόμενες, το μέγιστο αποτέλεσμα αυτών διαφαίνεται από τον συνδυασμό τους με συμβατική φυσικοθεραπευτική προσέγγιση.

Στα πλεονεκτήματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης συγκαταλέγονται τα εξής: συμπερίληψη μόνο TEM της τελευταίας δεκαετίας, η πλειοψηφία των οποίων ήταν μέτριας και καλής μεθοδολογικής ποιότητας βάσει της κλίμακας PEDro, ενσωμάτωση ποικιλίας σύγχρονων προσεγγίσεων, για τις οποίες η προκειμένη ανασκόπηση μπορεί να αποτελέσει πηγή ενημέρωσης, καθώς και επίσης η συμπερίληψη ερευνών από διάφορα κράτη. Αντιθέτως, περιορισμούς της ανασκόπησης αποτελούν το γεγονός πως αυτή περιορίζεται μόνο σε παιδιά με το σύνδρομο, εμπεριέχει αποκλειστικά αγγλική αρθρογραφία, περιλαμβάνει μελέτες με μικρό δείγμα – και χωρίς σοβαρές συννοσηρότητες ή με βαριά νοητική κατάσταση που αποτελεί τροχοπέδη για τη κατανόηση οδηγιών – κάτι που εμποδίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων, καθώς συμπεριλαμβάνει και μελέτες χωρίς μακροχρόνιο follow-up. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να στοχεύσουν και σε μεγαλύτερες ηλικίες, καθώς και να ερευνήσουν την επίδραση των παρεμβάσεων σε άτομα με DS που έχουν σοβαρές συννοσηρές καταστάσεις. Ακόμη, θα πρέπει να συμπεριλάβουν μεγαλύτερο δείγμα ατόμων και να διερευνήσουν τις μακροχρόνιες επιπτώσεις τέτοιων θεραπευτικών προγραμμάτων στη ζωή των ανθρώπων με DS.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσω της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, διαφαίνεται ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει η επιστήμη της φυσικοθεραπείας στην βελτίωση της ισορροπίας των παιδιών με DS και κατ' επέκταση της καθημερινής τους ζωής. Οι σύγχρονες παρεμβάσεις αποδεικνύονται ιδιαίτερα ευεργετικές και ελπιδοφόρες, καθώς τα πολλά υποσχόμενα ευρήματα των μελετών που συμπεριλήφθηκαν μπορούν να ενσωματωθούν στα ήδη εφαρμοζόμενα φυσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα. Ασκήσεις για τον κορμό και τα άκρα, κινησιοθεραπευτικά προγράμματα που είναι

στενά συνδεδεμένα και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της φυσικοθεραπείας, πλειομετρικές ασκήσεις και θεραπευτικά προγράμματα Pilates είναι μεταξύ των πλέον διαδεδομένων και ευρέως χρησιμοποιούμενων μεθόδων. Τεχνολογίες και παρεμβάσεις που έκαναν την εμφάνισή τους τα τελευταία χρόνια, όπως το VR και το WBV, αποδείχθηκαν ιδιαίτερα χρήσιμα εργαλεία στη φαρέτρα των φυσικοθεραπευτών, και συμπεριλαμβάνονται εκτενώς στις θεραπείες σήμερα. Οι πολλαπλές παράλληλες εργασίες, κοινώς «multitasking», αναδύονται ως μια επιλογή για τη βελτίωση της ισορροπίας, αποδεικνύοντας πως η θεραπεία δεν είναι απαραίτητο να απαιτεί πάντοτε τη τελευταία λέξη της τεχνολογίας και της επιστήμης, καθώς μπορεί να αποτελεί μια καθημερινή διαδικασία. Ακόμη, μέσω της έρευνας που αφορά τους ινδικούς χορούς, φανερώνεται πως η θεραπεία μπορεί να αποτελεί στιγμή χαράς και απόλαυσης για τα παιδιά, ενώ μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε άλλες κουλτούρες με αντίστοιχους χορούς. Επίσης, η σημαντική συμβολή των ζώων στις θεραπείες στις μέρες μας αντικατοπτρίζεται και στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση, με την ιπποθεραπεία να βοηθά τα παιδιά με σύνδρομο Down να βελτιώσουν την ικανότητα ισορροπίας τους. Κρίνεται εξαιρετικά σημαντικό να συνεχίζεται η εξέλιξη του πεδίου της φυσικοθεραπείας και η ανάπτυξη θεραπευτικών πρωτοκόλλων, μέσω ποιοτικών ερευνών, ώστε να παρέχονται δυναμικές, προσαρμοστικές λύσεις για τους συνανθρώπους μας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Abdel Ghafar, M. A. & Abdelraouf, O. R., (2017). Effect of virtual reality versus traditional physical therapy on functional balance in children with Down syndrome: a randomized comparative study. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 5(3), pp. 2088–2094.
- Adeeb, N., Farooqui, S.I., Hasan, Z.M., Khan, A., Rizvi, J., (2024). Foot muscle exercise: a novel approach to improve motor functions in children with Down Syndrome having pes planus – a randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation*, 27(3-4), pp.145–153.
- AL-Nemr, A. & Reffat, S. (2024) Effect of Pilates exercises on balance and gross motor coordination in children with Down syndrome. *Acta Neurologica Belgica*, 124, 1499–1505.
- Allen, E.G., Freeman, S.B., Druschel, C., Hobbs, C.A., O'Leary, L.A., Romitti, P.A., Royle, M.H., Torfs, C.P., Sherman, S.L., (2009). Maternal age and risk for trisomy 21 assessed by the origin of chromosome nondisjunction: a report from the Atlanta and National Down Syndrome Projects. *Human Genetics*, 125(1), pp.41–52.
- Alsakhawi, R.S. & Elshafey, M.A., (2019). Effect of core stability exercises and treadmill training on balance in children with Down syndrome: Randomized controlled trial. *Advances in Therapy*, 36, pp.2364–2373.
- Aly, S. M. & Abonour, A. A., (2016). Effect of core stability exercise on postural stability in children with Down syndrome. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 5(10), pp. 213–222.
- Antonarakis, S.E., Lyle, R., Dermitzakis, E.T., Reymond, A., Deutsch, S., (2004). Chromosome 21 and Down syndrome: from genomics to pathophysiology. *Nature Reviews Genetics*, 5(10), pp.725–738.
- Antonarakis, S.E., Skotko, B.G., Rafii, M.S., Strydom, A., Pape, S.E., Bianchi, D.W., Sherman, S.L., Reeves, R.H., (2020). Down syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), p.10.
- Arif, U., Shameen, A., Tariq, M., Aadil, M., Hayat, S. M. S., Sabber, S., (2024). Effect of aerobic exercise on static & dynamic balance in children with Down syndrome. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 4(2), pp. 1666–1669.
- Azab, A.R., Mahmoud, W.S., Basha, M.A., Hassan, S.M., Morgan, E.N., Elsayed, A.E., Kamel, F.H., Elnaggar, R.K., (2022). Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 26, pp.1952–1962.
- Bull, M.J., (2020). Down syndrome. *The New England Journal of Medicine*, 382(24), pp.2344–2352.

- Büyükçelik, N.M., Yiğit, S., Turhan, B., (2023). An investigation of the effects of dual-task balance exercises on balance, functional status and dual-task performance in children with Down syndrome. *Developmental Neurorehabilitation*, 26(5), pp.320–327.
- Cashin, A.G. & McAuley, J.H., (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), p.59.
- Cheema, R.u.R., Hafeez, T., Mannan, A., Sarfaraz, M., Rehan Amjad, M., Azhar, M., (2023). Comparative Effects of Core Stability Exercises and Retro-walk on Balance and Coordination in Down Syndrome. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 3(2), pp. 363–369.
- Choi, J.Y., (2024). Motor Function Measurement in Children: Gross Motor Function Measure (GMFM). *Annals of Rehabilitation Medicine*, 48(5), pp.301–304.
- Coppedè, F., (2016). Risk factors for Down syndrome. *Archives of Toxicology*, 90(12), pp.2917–2929.
- Diamandopoulos, K. & Green, J., (2018). Down syndrome: An integrative review. *Journal of Neonatal Nursing*, 24(5), pp. 235–241.
- Efkere, A.P. & Tarsuslu, T., (2024). The effects of Kinesio taping on static and dynamic balance in children with Down syndrome: a randomized controlled trial. *Somatosensory & Motor Research*, 41(2), pp.115–122.
- Eid, M.A., (2015). Effect of whole-body vibration training on standing balance and muscle strength in children with Down syndrome. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 94(8), pp.633–643.
- Eid, M. A., Aly, S. M., Huneif, M. A., Ismail, D. K., (2017). Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *International Journal of Rehabilitation Research*, 40(2), pp.127–133.
- Eid, M. A., Ibrahim, M. M., Radwan, N. L., Aly, S. M., (2022). Effects of vitamin D supplementation and aerobic exercises on balance and physical performance in children with Down syndrome. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 29(2), pp. 1–11.
- Glivetić, T., Rodin, U., Milošević, M., Mayer, D., Filipović-Grčić, B., Šarić, M.S., (2015). Prevalence, prenatal screening and neonatal features in children with Down syndrome: A registry-based national study. *Italian Journal of Pediatrics*, 41(1), p.81.
- Gray, K.J. & Wilkins-Haug, L.E., (2018). Have we done our last amniocentesis? Updates on cell-free DNA for Down syndrome screening. *Pediatric Radiology*, 48(4), pp.461–470.
- Gupta, N.A. & Kabra, M., (2014). Diagnosis and management of Down syndrome. *Indian Journal of Pediatrics*, 81(6), pp.560–567.

Hobson-Rohrer, W.L. & Samson-Fang, L., (2013). Down syndrome. *Pediatrics in Review*, 34(12), pp.573–574.

Hollis, N.D., Allen, E.G., Oliver, T.R., Tinker, S.W., Druschel, C., Hobbs, C.A., O’Leary, L.A., Romitti, P.A., Royle, M.H., Torfs, C.P., Freeman, S.B., Sherman, S.L., Bean, L.J.H., (2013). Preconception folic acid supplementation and risk for chromosome 21 nondisjunction: a report from the National Down Syndrome Project. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 161(3), pp.438–444.

Hunter, J.E., Allen, E.G., Shin, M., Bean, L.J.H., Correa, A., Druschel, C., Hobbs, C.A., O’Leary, L.A., Romitti, P.A., Royle, M.H., Torfs, C.P., Freeman, S.B., Sherman, S.L., (2013). The association of low socioeconomic status and the risk of having a child with Down syndrome: a report from the National Down Syndrome Project. *Genetics in Medicine*, 15(9), pp.698–705.

Javaid, M. T., Javaid, A., Hassan, S. M., Siddiqui, S. Y., Tauheed, N., Umer, U., Abbas, S., Khalid, S., (2024). Predicting dynamic balance and mobility in children with Down syndrome using machine learning and lower limb fitness programs’. *Pakistan Journal of Science*, 76(4), pp. 707–720.

Kamat, A., (2023). *Down Syndrome Screening: A Practical Guide*. Springer Nature.

Kashi, A., Dawes, H., Mansoubi, M., Sarlak, Z., (2023). The effect of a physical exercise package on the motor proficiency of students with Down syndrome’. *Iranian Journal of Pediatrics*, 33(1), e120408.

Kaya, Y., Saka, S., Tuncer, D., (2023). Effect of hippotherapy on balance, functional mobility, and functional independence in children with Down syndrome: randomized controlled trial. *European Journal of Pediatrics*, 182(7), pp. 3147–3155.

Kazemi, M., Salehi, M., Kheirollahi, M., (2016). Down Syndrome: Current Status, Challenges and Future Perspectives. *International Journal of Molecular and Cellular Medicine*, 5(3), pp. 125–133.

Keen, C., Hunter, J.E., Allen, E.G., Rocheleau, C.M., Waters, M., Sherman, S.L., (2020). The association between maternal occupation and Down syndrome: A report from the national Down syndrome project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 223(1), pp.207-213.

Khan, F. Y., Afzal, S., Arshad, S., Arooj, A., (2023). Effects of manual ankle rocking training on postural control and foot function in children with Down syndrome. *Journal of Xi’an Shiyou University, Natural Science Edition*, 19(1), pp. 712–727.

Kolibylu Raghupathy, M., Divya, M., Karthikbabu, S., (2022). Effects of traditional Indian dance on motor skills and balance in children with Down syndrome. *Journal of Motor Behavior*, 54(2), pp.212–221.

- Lagan, N.C., Huggard, D., McGrane, F., Leahy, T.R., Franklin, O., Roche, E., Webb, D., O'Marcaigh, A., Cox, D., El-Khuffash, A., Grealley, P., Balfe, J., Molloy, E.J., (2020). Multiorgan involvement and management in children with Down syndrome. *Acta Paediatrica*, 109(6), pp.1096–1111.
- Lamb, N.E., Yu, K., Shaffer, J., Feingold, E., Sherman, S.L., (2005). Association between maternal age and meiotic recombination for trisomy 21. *American Journal of Human Genetics*, 76(1), pp.91–99.
- Lee, A., Knafl, G., Knafl, K., Van Riper, M., (2021). Quality of life in individuals with Down syndrome aged 4 to 21 years. *Child: Care, Health and Development*, 47(1), pp.85–93.
- Ljubić, A., Trajkovski, V., Tesic, M., Tojtovska, B., Stankovic, B., (2015). Ophthalmic manifestations in children and young adults with Down syndrome and congenital heart defects. *Ophthalmic Epidemiology*, 22(2), pp.123–129.
- Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M., Elkins, M., (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), pp.713–721.
- Naczka, A., Gajewska, E., Naczka, M., (2021). Effectiveness of Swimming Program in Adolescents with Down Syndrome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), p. 7441.
- Nahla, M.I., El-Sayed, S.E., Ragaa, A.-E.E., El Ghafar, A.-E.-h.A.-A., (2022). Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *African Health Sciences*, 22(1), pp.377–383.
- Okpala, P. & Okpala, S., (2021). The Management of Down Syndrome. *Genetics & Molecular Medicine*, 3(1), pp.1-5.
- Olchowik, G., Tomaszewski, M., Olejarz, P., Warchoń, J., Różańska-Boczula, M., Maciejewski, R., (2015). The human balance system and gender. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 17(1), pp.69–74.
- Oliver, T.R., Tinker, S.W., Allen, E.G., Hollis, N., Locke, A.E., Bean, L.J.H., Chowdhury, R., Begum, F., Marazita, M., Cheung, V., Feingold, E., Sherman, S.L., (2012). Altered patterns of multiple recombinant events are associated with nondisjunction of chromosome 21. *Human Genetics*, 131(7), pp. 1039–1046.
- Panjan, A. & Šarabon, N., (2010). Review of methods for the evaluation of human body balance. *Sport Science Review*, 19(5-6), pp.131–163.
- Papavassiliou, P., Charalsawadi, C., Rafferty, K., Jackson-Cook, C., (2015). Mosaicism for trisomy 21: a review. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 167(1), pp.26–39.

- Pollock, A.S., Durward, B.R., Rowe, P.J., Paul, J.P., (2000). What is balance?. *Clinical Rehabilitation*, 14(4), pp.402–406.
- Postolache, L. & Parsa, C.F., (2018). Brushfield spots and Wölfflin nodules unveiled in dark irides using near-infrared light. *Scientific Reports*, 8, 18040.
- Roizen, N.J. & Patterson, D., (2003). Down's syndrome. *The Lancet*, 361(9365), pp.1281–1289.
- Ruiz-González, L., Lucena-Antón, D., Salazar, A., Martín-Valero, R., Moral-Munoz, J.A., (2019). Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, 63(8), pp.1041–1067.
- Santoro, J.D., Pagarkar, D., Chu, D.T., Rosso, M., Paulsen, K.C., Levitt, P., Rafii, M.S., (2021). Neurologic complications of Down syndrome: a systematic review. *Journal of Neurology*, 268(12), pp.4495–4509.
- Sherman, S.L., Freeman, S.B., Allen, E.G., Lamb, N.E., (2005). Risk factors for nondisjunction of trisomy 21. *Cytogenetic and Genome Research*, 111(3-4), pp.273–280.
- Triki, A., Borji, R., Laatar, R., Sahli, S., Rebai, H., (2024). The effect of dual-task training on postural and cognitive performances in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 153, 104827.
- Tsou, A.Y., Bulova, P., Capone, G., Chicoine, B., Gelaro, B., Harville, T.O., Martin, B.A., McGuire, D.E., McKelvey, K.D., Peterson, M., Tyler, C., Wells, M., Whitten, M.S., (2020). Medical care of adults with Down syndrome: A clinical guideline. *JAMA*, 324(15), pp.1543–1556.
- Vicari, S., Pontillo, M., Armando, M., (2013). Neurodevelopmental and psychiatric issues in Down's syndrome: assessment and intervention. *Psychiatric Genetics*, 23(3), pp.95–107.
- Wajuihian, S.O., (2016). Down syndrome: An overview. *African Vision and Eye Health*, 75(1), a346, pp. 1–6.
- Wittenberg, E., Thompson, J., Nam, C.S., Franz, J.R., (2017). Neuroimaging of human balance control: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, p.170.
- Yana, M., Kavlak, E., Güneş, M., (2024). Combined sensory integration therapy plus neurodevelopmental therapy (NT) versus NT alone for motor and attention in children with Down syndrome: a randomized controlled trial. *International Journal of Developmental Disabilities*, 70(5), pp.849–856.
- Yunus, F. T., Widagda, I. M., Isma, R., (2024). The effect of sensory-motor virtual reality on balance in children with clinical Down syndrome. *Diponegoro Medical Journal*, 13(2), pp. 66–71.

Zulfiqar, H., Rehman, M. U., Razzaq, A., Un Nisa, Z., Hina, M., Bashir, H., Saeed, H Ashraf, N. U. S., (2022). Effect of core stability exercises and balance training in postural control among children with Down syndrome. Pakistan BioMedical Journal, 5(7).