



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη - 69100 Κομοτηνή



Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Κλινική Άσκηση &
Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών
Τ.Θ. 60037 Αγία Παρασκευή Αττική

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

με τίτλο:

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΚΑΤΑ ΠΛΑΚΑΣ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

της

Αγγέλας Σαπουντζή (Α.Μ. 12010/2019)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Επιβλέπων Καθηγητής:

Βερναδάκης Νικόλαος
Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: Δρ. Στέλιος Χ. Α. Θωμόπουλος

Ερευνητής Ε.ΚΕ.Φ.Ε. " ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ"

3^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: Δρ. Δημήτριος Κυριαζάνος

Ερευνητής Ε.ΚΕ.Φ.Ε. " ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ"

Κομοτηνή, Ιούνιος 2021



**© 2021 Διίδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία»**

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Σ.Ε.Φ.Α.Α.) του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» (Ε.ΚΕ.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ») - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σαπουντζή Αγγέλα: Η επίδραση των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών στην ισορροπία ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας. Ανασκόπηση
(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νικόλαου Βερναδάκη)

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών (ΨΔΑΠ), στην ικανότητα ισορροπίας ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣκΠ). Ο εντοπισμός των μελετών που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση έγινε μέσω ηλεκτρονικής (PubMed, Science Direct και Scopus) και βιβλιογραφικής έρευνας που αφορούσε το χρονικό διάστημα 2012-2020. Από τις 132 πιθανές μελέτες της αναζήτησης, αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα και απέμειναν 80 δυνητικά σχετικές μελέτες οι οποίες ελέγχθηκαν αρχικά μέσω επιθεώρησης τίτλων και έπειτα μέσω επιθεώρησης περιλήψεων με αποτέλεσμα να απομείνουν 18 μελέτες για ανάλυση πλήρους κειμένου. Μετά την αξιολόγηση της επιλεξιμότητας της κάθε μελέτης, 14 ανταποκρίθηκαν στα κριτήρια συμπερίληψης της συστηματικής ανασκόπησης από τις οποίες οι 11 ήταν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές, οι 2 κλινικές μελέτες και η μια μελέτη παρατήρησης, και αφορούσαν συνολικά 642 ασθενείς με ΣκΠ, ηλικίας 18 ετών και άνω. Αυτές εξετάζαν παρεμβάσεις ΨΔΑΠ, και μόνο τα αποτελέσματα που αφορούσαν τις διαταραχές της ισορροπίας συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση. Ποικίλα συστήματα ΨΔΑΠ (είτε προσαρμοσμένα είτε διαθέσιμα στο εμπόριο), χρησιμοποιήθηκαν ως εργαλεία αποκατάστασης. Η αξιολόγηση της ισορροπίας περιελάμβανε τόσο εργαστηριακές όσο και κλινικές μετρήσεις. Τα αποτελέσματα της συνολικής ισορροπίας έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις μετά την εφαρμογή παρεμβάσεων ΨΔΑΠ. Ειδικότερα, οι μετρήσεις του ορθοστατικού ελέγχου έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα σε σύγκριση με τις τυπικές μεθόδους εξάσκησης και καλύτερες επιδόσεις σε σύγκριση με ομάδες ελέγχου που δεν υλοποίησαν κάποια τυποποιημένη μορφή παρέμβασης. Περαιτέρω, παρατηρήθηκε ότι η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ μπορεί να έχει ευνοϊκά αποτελέσματα στη βελτίωση της επεξεργασίας πληροφοριών και ολοκλήρωσης των αισθητηριακών συστημάτων, που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ισορροπίας και του ορθοστατικού ελέγχου των ατόμων με σκλήρυνση κατά πλάκας. Επομένως, τα



προσαρμοσμένα συστήματα ΨΔΑΠ, τα οποία παρέχουν περισσότερη ορθοστατική σταθερότητα, ίσως θα ήταν καταλληλότερα για χρήση από αυτούς τους ασθενείς. Ως εκ τούτου, τα ΨΔΑΠ μπορούν να χρησιμεύσουν ως μια επιτυχημένη θεραπευτική εναλλακτική λύση σε καταστάσεις στις οποίες η τυπική μέθοδος θεραπείας δεν είναι άμεσα διαθέσιμη, για τη θεραπεία διαταραχών ισορροπίας στον πληθυσμό των ασθενών πολλαπλής σκλήρυνσης, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της τηλε-αποκατάστασης.

Λέξεις Κλειδιά: *σκλήρυνση κατά πλάκας, ψηφιακά διαδραστικά αθλητικά παιχνίδια, αποκατάσταση, ισορροπία, ορθοστατικός, βιοανάδραση, Nintendo, εικονικός, Wii, Kinect*



ABSTRACT

Sapountzi Aggela: The effect of digital interactive sports games on balance ability of patients with multiple sclerosis. Review

(Under the supervision of Associate Professor Dr. Nikolaos Vernadakis)

The purpose of the present study was to examine the effect of digital interactive sports games (DISG) on balance ability of patients with multiple sclerosis (MS). The identification of the studies included in the review was done through electronic (PubMed, Science Direct and Scopus) and bibliographic research related to the period 2012-2020. Of the 132 possible search studies, duplicates were removed and 80 potentially relevant studies remained, which were first reviewed by a title review and then by a summary review, leaving 18 studies for full-text analysis. After evaluating the eligibility of each study, 14 met the inclusion criteria of the systematic review of which 11 were randomized controlled trials, 2 clinical trials and one observational study, involving a total of 642 MS patients aged 18 years and older. These considered DISG interventions, and only the results related to balance disorders were included in the review. A variety of DISG systems (either customized or commercially available) were used as rehabilitation tools. Outcome measures included laboratory and clinical measures of balance. Outcome measures of overall balance showed significant improvements following DISG interventions. Particularly, postural control measures showed similar results as compared to standard training methods and better performances as compared to control groups that did not implement a standard type of intervention. Further, it was observed that DISG intervention may have favorable effects in improving the sensory information processing and integration systems necessary to maintain the balance and postural control of people with multiple sclerosis. Therefore, customized DISG systems, which provide more postural stability support, might be more appropriate for use by these patients. Thus, the DISG might serve as a successful therapeutic alternative in situations in which standard type of therapy is not available, to treat balance impairments in multiple sclerosis population, by using Telerehabilitation.



Keywords: *multiple sclerosis; exergames; rehabilitation; balance; postural; biofeedback; Nintendo; virtual; Wii; Kinect*

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
ABSTRACT	V
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	VIII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	VIII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	IX
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
Προσδιορισμός του προβλήματος.....	10
Σημασία της έρευνας	11
Σκοπός	12
Ερευνητική υπόθεση.....	13
Λειτουργικοί ορισμοί	13
II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	15
Στρατηγική αναζήτησης και βάσεις δεδομένων.....	15
Κριτήρια επιλεξιμότητας.....	15
Επιλογή μελετών και διαδικασία συλλογής δεδομένων	15
Περιορισμοί ανασκόπησης	18
III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	19
Χαρακτηριστικά των μελετών	31
Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων	32
Χαρακτηριστικά παρεμβάσεων	33
Μέτρα – εργαλεία αξιολόγησης	47
Αποτελέσματα στις κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης της ισορροπίας	54
Αποτελέσματα αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου	57
Αποτελέσματα στις αυτοαναφερόμενες αξιολογήσεις ισορροπίας	58
IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	60
V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
Περιορισμοί μελετών	70
Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	70
IV. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Σύνοψη μελετών στις οποίες εφαρμόστηκαν προγράμματα άσκησης με ψηφιακά διαδραστικά αθλητικά παιχνίδια, για τη βελτίωση της ισορροπίας σε ασθενείς με Σκλήρυνση κατά Πλάκας	20
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των παιχνιδιών ανά σύστημα ΨΔΑΠ, που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης	40
Πίνακας 3. Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης και μέτρησης ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης	49
Πίνακας 4. Κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης	52



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής που απεικονίζει τη διαδικασία επιλογής άρθρων..... 17



ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΚΑΤΑ ΠΛΑΚΑΣ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣΚΠ) είναι μια χρόνια νευροεκφυλιστική νόσος του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) (Cameron & Nilsagard, 2018) και η πιο διαδεδομένη μη τραυματική αιτία αναπηρίας σε νεαρούς ενήλικες σε όλο τον κόσμο (Cameron & Nilsagard, 2018; Dobson & Giovannoni, 2019). Ο προοδευτικός νευροεκφυλισμός της νόσου συσχετίζεται με ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών βλαβών συμπεριλαμβανομένων ελλειμμάτων κίνησης και ισορροπίας, αισθητηριακών διαταραχών και γνωστικής δυσλειτουργίας, με αποτέλεσμα την μείωση της ανεξαρτησίας, πράγμα το οποίο μπορεί να είναι σωματικά και ψυχολογικά προκλητικό (Wood & Kasser, 2020). Υπάρχει αυξανόμενος επιπολασμός της νόσου τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, η υποκείμενη αιτία της οποίας παραμένει αβέβαιη (Dobson & Giovannoni, 2019). Εμφανίζεται σε άτομα όλων των ηλικιών, φυλών και εθνών. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις, 1/1000 ανθρώπους ζουν τώρα με σκλήρυνση κατά πλάκας, στο σύνολο πάνω από 2,5 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως (Cameron & Nilsagard, 2018).

Προσδιορισμός του προβλήματος

50-80% των ατόμων αυτών έχουν προβλήματα ισορροπίας (Cameron & Nilsagard, 2018). Οι περισσότεροι αναφέρουν ότι η διαταραχή της ισορροπίας είναι μια από τις κύριες αιτίες αναπηρίας που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής τους (World Health Organization [WHO], 2008).

Η σκλήρυνση κατά πλάκας συνήθως αντιμετωπίζεται με φάρμακα τροποποίησης της νόσου. Αυτή η προσέγγιση ελέγχει ουσιαστικά τη φλεγμονώδη δραστηριότητα, αλλά όχι τις νευροεκφυλιστικές διεργασίες και δεν θεραπεύει την ασθένεια, έτσι οι ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν υπολειμματικά συμπτώματα και δυσλειτουργίες (Motl et al., 2017). Έχει αναφερθεί ότι ορισμένα φάρμακα που χρησιμοποιούνται ευρέως για την ρύθμιση του νευρολογικού περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσουν την ισορροπία (Prosperini et al., 2013; Stolze et al., 2004). Επομένως, η πλειονότητα των θεραπειών βασίζεται σε μεγάλο βαθμό



στην αποκατάσταση, η οποία εξακολουθεί να θεωρείται ο μόνος τρόπος βελτίωσης της λειτουργικότητας στους ασθενείς με ΣκΠ (Kraft, 1999; Prosperini et al., 2013).

Μέχρι σήμερα, η σωματική δραστηριότητα έχει αποδείξει σημαντικά οφέλη για τη διαχείριση πολλών συμπτωμάτων της νόσου, συμπεριλαμβανομένης της διαταραχής της ισορροπίας, σε ενήλικες με σκλήρυνση κατά πλάκας (Cederberg et al., 2019). Παρά την απόδειξη οφέλους της σωματικής δραστηριότητας, η πλειοψηφία των ατόμων με ΣκΠ υιοθετεί σκόπιμα στρατηγική χαμηλής δραστηριότητας (Wood & Kasser, 2020). Η καθιστική συμπεριφορά είναι δύο φορές υψηλότερη σε αυτούς από ό, τι στον γενικό πληθυσμό, και ο χρόνος αυτής της συμπεριφοράς αυξάνεται στα επίπεδα επιδεινούμενης αναπηρίας κινητικότητας που σχετίζεται με τη νόσο (Sasaki et al., 2018).

Σημασία της έρευνας

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί σημαντική προσοχή στη χρήση των ΨΔΑΠ ως εργαλεία άσκησης στην αποκατάσταση καθώς και στην κατ' οίκον εξάσκηση (Forsberg, Nilsagård, & Boström, 2015). Αυτά είναι μια νέα γενιά βιντεοπαιχνιδιών, η οποία σε αντίθεση με την παλαιότερη γενιά στατικών βιντεοπαιχνιδιών, απαιτεί κινήσεις ολόκληρου του σώματος (Vernadakis, Papastergiou, Giannousi, & Antoniou, 2018). Έρευνα για τα ΨΔΑΠ έχει επιβεβαιώσει τη σημαντική συμβολή τους στην αύξηση της συμμετοχής των ατόμων στα προγράμματα άσκησης (Vernadakis, Gioftsidou, Antoniou, Ioannidis, & Giannousi, 2012). Ενώ, τα ευρήματα άλλων ερευνών έδειξαν ότι η χρήση μιας παρέμβασης με το Xbox Kinect είναι μια πολύτιμη, εφικτή και ευχάριστη προσέγγιση προκειμένου να βελτιωθεί η ικανότητα ισορροπίας νεαρών αθλητών με προηγούμενους τραυματισμούς (Vernadakis, Derri, Tsitskari, & Antoniou, 2014) και ότι η χρήση της κονσόλας παιχνιδιών Nintendo Wii ως παρέμβαση για τη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας εφήβων μαθητών με κώφωση είναι αποτελεσματική (Vernadakis et al., 2018). Μια συστηματική ανασκόπηση έδειξε ότι η χρήση της εικονικής πραγματικότητας (VR) σε ασθενείς με ΣκΠ θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική, όσο αφορά την γενική αποκατάσταση πολλαπλών γνωστικών και / ή κινητικών ελλειμμάτων, αλλά δεν αναλύθηκαν δεδομένα συγκεκριμένα για την αποτελεσματικότητά της στην ισορροπία των ασθενών αυτών (Masseti et al., 2016). Σε μια άλλη βρέθηκε ότι η αποκατάσταση που βασίζεται σε εικονική πραγματικότητα (VR), έχει τη δυνατότητα να βελτιώνει την ισορροπία σε άτομα με νευρολογικές παθήσεις και ότι προσφέρει επιπλέον οφέλη όταν συνδυάζεται με



συμβατική αποκατάσταση (Porras, Siemonsma, Inzelberg, Zeilig, & Plotnik, 2018). Παρομοίως, η μετα-ανάλυση των Prosperini και συν. (2020) έδειξε πως τα ΨΔΑΠ βελτιώνουν τη δυσλειτουργία της ισορροπίας ασθενών διαφόρων νευρολογικών παθήσεων συμπεριλαμβανομένης και της ΣκΠ. Τα ευρήματα αυτά όμως, βασίστηκαν μόνο σε κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπίας (Porras et al., 2018; Prosperini et al., 2020) και αφορούσαν ΨΔΑΠ που χρησιμοποίησαν μόνο την κονσόλα της Nintendo Wii και το Kinect (Prosperini et al., 2020). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί πιο εξειδικευμένα εργαλεία ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών, προσαρμοσμένα για την αποκατάσταση διαταραχών της ΣκΠ, όπως για παράδειγμα το πακέτο παρέμβασης φυσιοθεραπευτικής διευκόλυνσης «Mii-vitaliSe», με το οποίο σε μια Πολυκεντρική Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Δοκιμή, δωδεκάμηνης κατ' οίκον εποπτευόμενης παρέμβασης σε 30 ασθενείς με ΣκΠ, όλες οι μετρήσεις ισορροπίας ήταν προς την κατεύθυνση του οφέλους (Thomas et al., 2017). Μάλιστα, σε μία μόνο συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση η οποία συμπεριέλαβε 11 μελέτες που αφορούσαν ασθενείς με ΣκΠ και παρεμβάσεις ποικίλων ΨΔΑΠ, μετα-αναλύθηκαν όλες οι μετρήσεις αξιολόγησης της ισορροπίας συμπεριλαμβανομένων των κλινικών δοκιμασιών και του ορθοστατικού ελέγχου (Casuso-Holgado et al., 2018).

Αξίζει να σημειωθεί πως πολλοί ερευνητές επισήμαναν πως τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ΨΔΑΠ στην ισορροπία των ατόμων με ΣκΠ, είναι λίγα σε σχέση με τα δεδομένα άλλων νευρολογικών παθήσεων (Parra-Moreno, Rodríguez-Juan, & Ruiz-Cárdenas, 2018; Taylor & Griffin, 2015). Συνεπώς, παραμένουν κρίσιμα ερωτήματα και είναι αναγκαίο να γίνει πρόσθετη έρευνα για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων ΨΔΑΠ, στην γενική ισορροπία των ασθενών με ΣκΠ. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω επισημάνσεις, αυτή η ανασκόπηση θα προσπαθήσει να συμβάλει περαιτέρω στην έρευνα σε σχέση με την αναγκαιότητα της χρήσης των ΨΔΑΠ στην αποκατάσταση της γενικής ισορροπίας των ασθενών με ΣκΠ, έναν πληθυσμό που χαρακτηρίζεται από έλλειψη παρακίνησης και δέσμευσης με την σωματική άσκηση.

Σκοπός



Στην εργασία αυτή ανασκοπείται ένας αριθμός προγραμμάτων παρέμβασης με τη χρήση διαφόρων ΨΔΑΠ, που εφαρμόστηκαν διεθνώς με στόχο την αποκατάσταση ασθενών με τη νόσο. Σκοπός ήταν η εξέταση της επίδρασης των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών (ΨΔΑΠ), στην ικανότητα ισορροπίας ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣκΠ).

Ερευνητική υπόθεση

Πόσο αποτελεσματικές είναι οι παρεμβάσεις που χρησιμοποιούν ΨΔΑΠ για τη βελτίωση της ισορροπίας ασθενών με ΣκΠ σε σχέση με τις τυπικές παρεμβάσεις και τις παρεμβάσεις που δεν έχουν υλοποιηθεί κάποια τυποποιημένη μορφή εξάσκησης;

Λειτουργικοί ορισμοί

- *Σκλήρυνση κατά Πλάκας (ΣκΠ): Η σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣκΠ) είναι μια χρόνια νευροεκφυλιστική νόσος του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) (Cameron & Nilsagard, 2018).*
- *Ψηφιακά Διαδραστικά Αθλητικά Παιχνίδια (ΨΔΑΠ): είναι μια νέα γενιά βιντεοπαιχνιδιών, η οποία σε αντίθεση με την παλαιότερη γενιά στατικών βιντεοπαιχνιδιών, απαιτεί κινήσεις ολόκληρου του σώματος (Vernadakis et al., 2018).*
- *ορθοστατικός έλεγχος (postural control): « ορίζεται ως η πράξη διατήρησης, επίτευξης ή αποκατάστασης της ισορροπίας κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε στάσης ή δραστηριότητας» (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000).*
- *Ισορροπία: « ο όρος όπως χρησιμοποιείται στην μηχανική, ορίζεται ως η κατάσταση ενός αντικειμένου όταν οι προκύπτουσες ενέργειες φορτίου (δυνάμεις ή στιγμές) που δρουν πάνω του είναι ίσες με το μηδέν (1ος νόμος του Νεύτων)» (Pollock et al., 2000).*
- *Σε πολλές περιπτώσεις οι λέξεις «ισορροπία» και «ορθοστατικός έλεγχος » χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Πιο συγκεκριμένα, στο κλινικό περιβάλλον ο όρος «ισορροπία» χρησιμοποιείται πιο συχνά. Ωστόσο όταν πρόκειται για ποσοτικοποίηση δεδομένων σχετικά με τις ιδιότητες της ανθρώπινης ισορροπίας, προτιμάται ο όρος ορθοστατικός έλεγχος (Şimşek & Şimşek, 2020).*



- *Στατική ισορροπία (static balance):* στατική ισορροπία είναι η ικανότητα διατήρησης της ορθοστατικής σταθερότητας και του προσανατολισμού με το κέντρο μάζας του σώματος να βρίσκεται πάνω από τη βάση στήριξης και το σώμα σε ήρεμη στάση (O'Sullivan, 2007).
- *Δυναμική ισορροπία (dynamic balance):* είναι η ικανότητα διατήρησης της ορθοστατικής σταθερότητας και του προσανατολισμού με το κέντρο μάζας του σώματος να βρίσκεται πάνω από τη βάση στήριξης, ενώ τα μέρη του σώματος είναι σε κίνηση (O'Sullivan, 2007).



II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στρατηγική αναζήτησης και βάσεις δεδομένων

Ο εντοπισμός των μελετών που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση έγινε μέσω ηλεκτρονικής (PubMed, Science Direct και Scopus) και βιβλιογραφικής έρευνας που αφορούσε το χρονικό διάστημα 2012-2020. Χρησιμοποιήθηκαν οι εξής όροι για την αναζήτηση: multiple sclerosis, exergaming, exergame, balance, postural, biofeedback, Nintendo, virtual, wii, Kinect. Η βασική αναζήτηση εκτελέστηκε στο Scopus και οι όροι συνδυάστηκαν χρησιμοποιώντας τους τελεστές Boolean AND και OR. Οι αρχικές αναζητήσεις στις βάσεις δεδομένων έδωσαν 122 πιθανές μελέτες. Για την αποφυγή απώλειας σχετικών άρθρων, αναζητήθηκαν δευτερογενώς επιπλέον άρθρα μέσω της βιβλιογραφίας προηγούμενων δημοσιευμένων ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων, στις οποίες βρέθηκαν άλλες 10 πιθανές μελέτες (Perrochon, Borel, Istrate, Compagnat, & Daviet, 2019; Prosperini et al., 2020). Η τελευταία αναζήτηση έγινε τον Απρίλιο του 2020 και στο σύνολο έδωσε 132 πιθανές μελέτες.

Κριτήρια επιλεξιμότητας

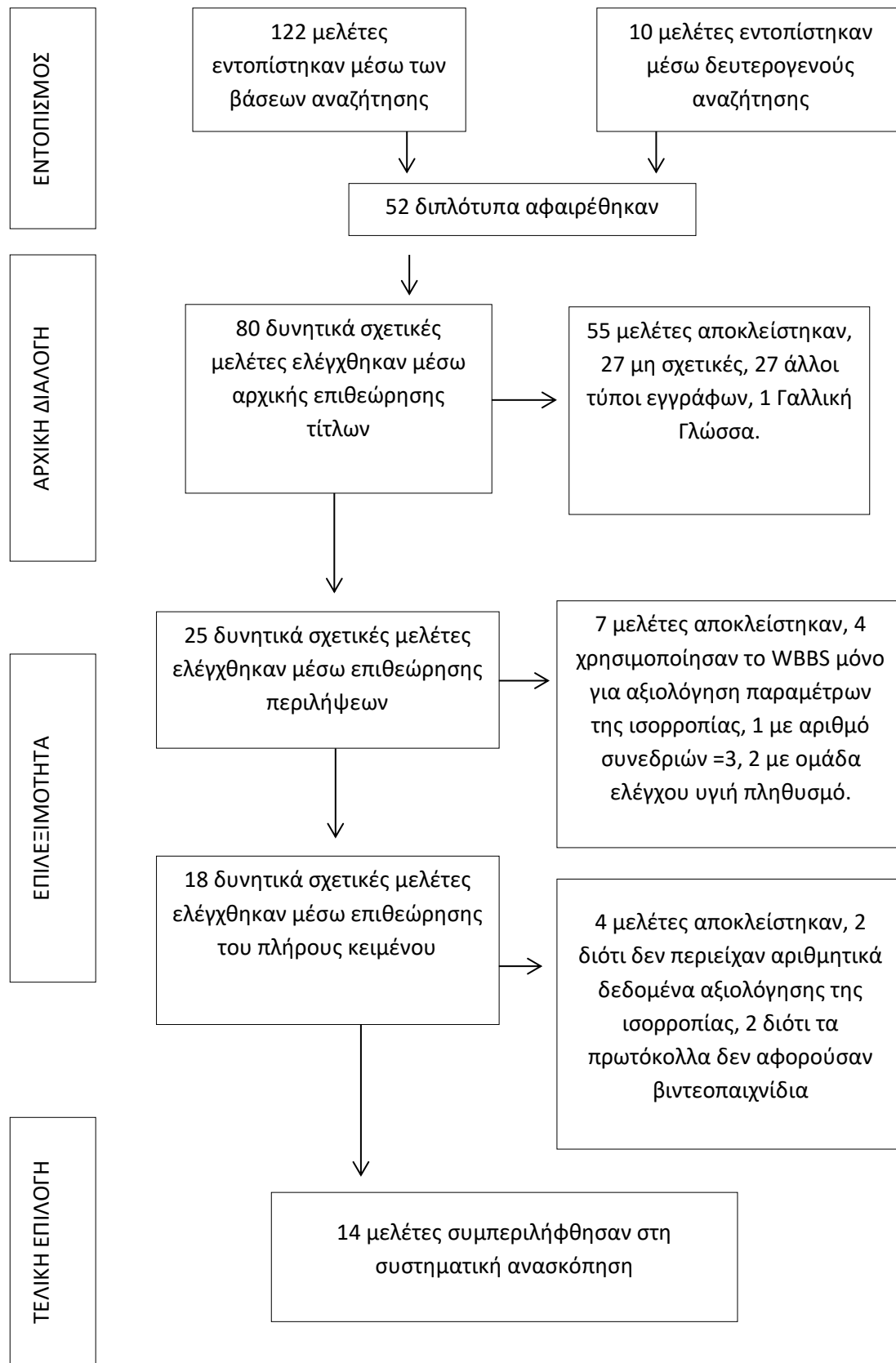
Κριτήρια συμπερίληψης των άρθρων αποτέλεσαν τα εξής: 1) τα αποτελέσματα αξιολόγησης να περιλαμβάνουν την «ισορροπία» και / ή τον «ορθοστατικό έλεγχο», 2) να έχουν διαθέσιμα αποδεικτικά στοιχεία για την ποσοτική αξιολόγηση της ισορροπίας των ασθενών με ΣκΠ, 3) το δείγμα να είναι ασθενείς με ΣκΠ, 18 ετών και άνω, 4) να έχουν υλοποιηθεί στην αλλοδαπή και ημεδαπή, και 5) να είναι δημοσιευμένες στην αγγλική ή ελληνική γλώσσα. Μελέτες που δεν χρησιμοποίησαν πρωτόκολλα με ψηφιακά διαδραστικά αθλητικά παιχνίδια ή αξιολόγησαν μόνο ποιοτικά χαρακτηριστικά τους εξαιρέθηκαν από την συστηματική ανασκόπηση.

Επιλογή μελετών και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Από τις 132 πιθανές μελέτες της αναζήτησης, αφαιρέθηκαν 52 διπλότυπα άρθρα. Οι 80 δυνητικά σχετικές μελέτες που απέμειναν, ελέγχθηκαν μέσω αρχικής επιθεώρησης τίτλων και αποκλείστηκαν 55 από αυτές γιατί οι 27 ήταν μη σχετικές, οι 27 αφορούσαν άλλους τύπους εγγράφων (πχ. ανασκοπήσεις, μετα-αναλύσεις, μελέτες περίπτωσης κλπ.) και 1 ήταν



γραμμένη στην Γαλλική γλώσσα. Οι εναπομείναντες 25 μελέτες ελέγχθηκαν μέσω επιθεώρησης περιλήψεων με αποτέλεσμα να αποκλειστούν άλλες 7 μελέτες, από τις οποίες 4 χρησιμοποίησαν την πλατφόρμα ισορροπίας του συστήματος Wii (Wii Balance Board System – WBBS) ως εργαλείο μέτρησης και αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου και όχι ως εργαλείο ΨΔΑΠ, 1 αφορούσε πρόγραμμα 3 μόνο συνεδριών και 2 από αυτές είχαν για ομάδα ελέγχου υγιή πληθυσμό. Μετά από αυτό διαβάστηκαν και αναλύθηκαν τα πλήρη κείμενα των 18 επιλεγμένων μελετών. Ελέγχθηκε αν οι μελέτες ανταποκρίνονται στα κριτήρια συμπερίληψης ή στα κριτήρια εξαίρεσης. Εξαιρέθηκαν τέσσερα άρθρα. Τα δύο διότι δεν αναφέρονταν ποσοτικά δεδομένα αξιολόγησης της ισορροπίας παρά μόνο ποιοτικά και τα άλλα δύο επειδή δεν εκτελέστηκαν ή δεν διευκρινιζόταν αν εκτελέστηκαν βιντεοπαιχνίδια στα πρωτόκολλα άσκησης. Τέλος, στην συστηματική αυτή ανασκόπηση συμπεριλήφθησαν για ανάλυση 11 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές, 2 κλινικές μελέτες και μια μελέτη παρατήρησης (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής που απεικονίζει τη διαδικασία επιλογής άρθρων.



Περιορισμοί ανασκόπησης

Λόγω της μεγάλης ετερογένειας των συστημάτων αποκατάστασης ΨΔΑΠ, των μεθόδων αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν αλλά και τη διαφορά στις τιμές στα αρχικά επίπεδα των μετρήσεων και της ποικιλίας στη σοβαρότητα της νόσου, οι συγκρίσεις μεταξύ των μελετών ήταν δύσκολη και θα μπορούσε να είναι παραπλανητική. Επομένως, σε αυτή την συστηματική ανασκόπηση, δεν θα ήταν κατάλληλη μια μετα-ανάλυση των ποσοτικών ερευνών που αφορούσαν την ισορροπία των ασθενών με ΣκΠ.



III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται κατά χρονολογική σειρά δημοσίευσης οι έρευνες που ανασκοπούνται και αφορούν την περίοδο από το 2012 έως το 2020. Από τις 14 μελέτες, 10 υλοποιήθηκαν στην Ευρώπη, 3 στην Ασία και 1 στην Αυστραλία. Στην δεύτερη στήλη περιγράφεται ο ερευνητικός σχεδιασμός των μελετών που ανασκοπήθηκαν. Στην τρίτη στήλη του πίνακα αναφέρονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως η συνολική δύναμη των δειγμάτων, ο αριθμός των ατόμων που εγκατέλειψαν την μελέτη, ο αριθμός των συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα των ερευνών, πόσοι ήταν οι άντρες και πόσες οι γυναίκες, οι μέσες τιμές της ηλικίας τους, τα έτη από την διάγνωση της ΣκΠ και ο βαθμός αναπηρίας τους. Στην τέταρτη στήλη αναφέρονται περιγραφικά τα πρωτόκολλα άσκησης ή μη άσκησης που εκτελέστηκαν. Στην πέμπτη, επισημαίνονται η συχνότητα, η διάρκεια και η ένταση των προγραμμάτων άσκησης που εφαρμόστηκαν. Στην έκτη αναφέρονται οι δοκιμασίες, οι κλίμακες, γενικότερα τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της ισορροπίας των συμμετεχόντων. Τέλος, στην έβδομη στήλη περιγράφονται συνοπτικά τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα των ερευνών που σχετίζονται με τις μετρήσεις της ισορροπίας των εξεταζομένων. Επιπλέον, στον πίνακα 2 περιγράφονται συνοπτικά τα παιχνίδια που εκτελέστηκαν με τις κονσόλες και τα συστήματα ΨΔΑΠ των μελετών της ανασκόπησης. Στην πρώτη στήλη αναφέρονται οι ονομασίες των παιχνιδιών ανά σύστημα – κονσόλα ΨΔΑΠ, στην δεύτερη περιγράφονται συνοπτικά τα παιχνίδια και στην τρίτη στήλη αναφέρονται οι μελέτες που τα συμπεριέλαβαν. Επιπρόσθετα στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης και μέτρησης της ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης. Στην πρώτη στήλη περιγράφονται τα προαναφερόμενα μηχανήματα και αναφέρεται η μελέτη που τα συμπεριέλαβε. Στην δεύτερη στήλη γίνεται μια σύντομη περιγραφή των δοκιμασιών που εκτελέστηκαν με τα μηχανήματα αυτά και στην τρίτη στήλη αναφέρονται οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν. Τέλος, στον πίνακα 4 συνοψίζονται οι κλινικές δοκιμασίες και οι κλίμακες αξιολόγησης ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης. Η αναφορά τους γίνεται στην πρώτη στήλη, η περιγραφή τους στην δεύτερη και οι μελέτες που τα συμπεριέλαβαν στην τρίτη στήλη.



Πίνακας 1. Σύνοψη μελετών στις οποίες εφαρμόστηκαν προγράμματα άσκησης με ψηφιακά διαδραστικά αθλητικά παιχνίδια, για τη βελτίωση της ισορροπίας σε ασθενείς με Σκλήρυνση κατά Πλάκας

Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
Nilsagård et al. (2012) Σουηδία	Πολυκεντρική ΤΕΔ. Μέθοδος τυχαιοποίησης: ακολουθία τυχαίας κατανομής (1: 1) από υπολογιστή σε 2 ομάδες, με ποικίλη μεγέθη μπλοκ. Η απόκρυψη επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας σφραγισμένους Φακέλους.	N= 84, (4) Ομάδα ΨΔΑΠ: v= 42(1), 10 άντρες- 32 γυναίκες, ηλικία 50.0±11.5 έτη, διάρκεια νόσου 12.5±8.0 έτη, MSIS-29: 72.1±19.7 Ομάδα Ελέγχου: v= 42(3), 10 άντρες- 32 γυναίκες, ηλικία 49.4±11.1 έτη, διάρκεια νόσου 12.2±9.2 έτη, MSIS-29: 73.8±21.2	Ομάδα ΨΔΑΠ: Ατομικά πρωτόκολλα με το Nintendo Wii Fit Plus® (WBBS), 11 παιχνίδια. Ομάδα Ελέγχου (χωρίς παρέμβαση): Προτάθηκε εφαρμογή πρωτόκολλου με το ΨΔΑΠ μετά τη δεύτερη συλλογή δεδομένων.	2 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, 6-7 εβδ, σε σύνολο 12 συνεδρίες. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού	Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας - κινητικότητας: 1) TUG 2) FSST 3) DGI 4) TCS Αυτοαναφερόμενες μετρήσεις: 1) ABC p ≤ 0.01 Αξιολόγηση στην έναρξη Τ0 και μια βδομάδα μετά το τέλος του προγράμματος Τ1.	Ο έλεγχος Wilcoxon έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση α) για την ομάδα ΨΔΑΠ στις επιδόσεις των FSST, TCS και DGI και β) για την ομάδα ελέγχου στις επιδόσεις των FSST και DGI. Ο έλεγχος U του Mann-Whitney δεν έδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις σε καμία δοκιμασία μεταξύ των δύο ομάδων.
Brichetto et al. (2013) Ιταλία	Πιλοτική ΤΕΔ, με προσαρμοστικό σχεδιασμό. Μέθοδος τυχαιοποίησης: απλές διαδικασίες τυχαιοποίησης biased-coin σε 2 ομάδες.	N=36, Ομάδα ΨΔΑΠ: v= 18, 8 άνδρες-10 γυναίκες, ηλικία 40.7±11.5 έτη, EDSS 3.9±1.6, διάρκεια νόσου 11.2±6.4 έτη.	Ομάδα ΨΔΑΠ: Εποπτευόμενη άσκηση, Nintendo® Wii®(WBBS), 6 παιχνίδια από το Nintendo Wii Fit. Ομάδα ελέγχου (τυπικών δραστηριοτήτων):	Όλες οι ομάδες: 3 συνεδρίες / εβδ, 60 λεπτά / συνεδρία, για 4 εβδ. Η ένταση δεν αναφέρεται εκτός από τις ασκήσεις ημιγονατιστής θέσης	Ορθοστατικός έλεγχος: (ποσοτικοποιήθηκε με την χρήση σταμπιλομετρικής πλατφόρμας – BPEX). Σε όρθια διποδική στήριξη μέτρησαν την CoP sway area με ανοιχτά και κλειστά μάτια	- η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας X χρόνου σε όλα τα αποτελέσματα (p<0,05). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
		Ομάδα ελέγχου: n=18, 6 άνδρες- 12 γυναίκες, ηλικία 43.2±10.6 έτη, EDSS 4.3±1.6, διάρκεια νόσου 12.3±7.2 έτη.	Στατικές - δυναμικές ασκήσεις, μονοποδικής - διποδικής στήριξης, με ή χωρίς πίνακα ισορροπίας και ασκήσεις ημιγωνατιστής θέσης προσαρμοσμένες στο επίπεδο ικανότητας κάθε συμμετέχοντα.	που ήταν αυξανόμενης δυσκολίας.	Δυναμική ισορροπία: BBS p ≤ 0.05. Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ, απ' ότι της ομάδας ελέγχου σε όλα τα αποτελέσματα.
Gutiérrez et al. (2013) Ισπανία	Ελεγχόμενη δοκιμή, 2 παράλληλων ομάδων. Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν χρησιμοποιώντας μη πιθανολογική διαδοχική δειγματοληψία: α) Σύμφωνα με κριτήρια διαθεσιμότητας και προσβασιμότητας β) με QuickCalcs από GraphPad-Software®	N= 50, (3) Ομάδα ΨΔΑΠ: n= 25(1), 11 άντρες- 13 γυναίκες, ηλικία 39.69±8.13 έτη, EDSS ≥ 4: 83.6%, διάρκεια νόσου 9.68±6.76 έτη Ομάδα Ελέγχου: n=25(2), 9 άντρες-14 γυναίκες, ηλικία 42.78±7.38 έτη, EDSS≥ 4: 78.3%, διάρκεια νόσου 10.86±5.40 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ: Ατομικά παρακολουθούμενη κατ'οίκον VR Τηλε αποκατάσταση, Xbox360®, Microsoft® Kinect, 3 παιχνίδια Ομάδα Ελέγχου: ασκήσεις ενδυνάμωσης (10 λεπτά /συνεδρία), ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και βάδισης (20 λεπτά /συνεδρία), , ασκήσεις ευλυγισίας (10 λεπτά /συνεδρία)	4 συνεδρίες/εβδ, 20 λεπτά/συνεδρία, για 10 εβδ. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας Παιχνιδιού. 2 συνεδρίες/εβδ, 40 λεπτά/συνεδρία, για 10 εβδ. Χαμηλού φορτίου ασκήσεις.	Αξιολόγηση των αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών που εμπλέκονται στον έλεγχο της ισορροπίας: (CDP Smart Equitest) SOT: Vest-R, Pref- R, Vi-R, SS-R, CES MTC: latency(ms) Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας: BBS TMT (Tinetti) p ≤ 0.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος T1 του προγράμματος.	οι αναλύσεις t-test για εξαρτημένα δείγματα έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης στα εξής: Ομάδα ΨΔΑΠ: CES, Pref-R, Vest-R (όλα, p< 0.001) MTC (p= 0.005), BBS και TMT (και τα δυο, p< 0.001), Ομάδα ελέγχου: SS-R (p= 0.043), BBS (p= 0.02) TMT (F= 46.898, p<0.001),
Prosperini et al. (2013) Ιταλία	Πιλοτική ΤΕΔ, παρέμβαση διασταύρωσης 2 περιόδων των 12	N=36, (2) Ομάδα A: n= 18(1), 5 άντρες-13	Ομάδα A (ΨΔΑΠ - χωρίς παρέμβαση): κατ'οίκον άσκηση,	5 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, 12 εβδ. παρέμβασης – 12 εβδ. παρατήρησης.	Ορθοστατικός έλεγχος: (δυναμοπλατφόρμα ProKin- διποδική στήριξη) το σύνολο των	Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
	εβδομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: αναλογία 1: 1, 2 αντισταθμισμένων βραχιόνων, με την χρήση τυχαίων αριθμών παραγόμενων από υπολογιστή.	γυναίκες, ηλικία 35.3±8.6 έτη, EDSS 3.0(1.5-5), διάρκεια νόσου 12.2±6 έτη. Ομάδα Β: n= 18(1), 6 άντρες- 12 γυναίκες, ηλικία 37.1±8.8 έτη, EDSS 3.5(1.5-5), διάρκεια νόσου 9.3±5.3 έτη.	Nintendo® Wii® Balance Board®, 7 παιχνίδια ισορροπίας από το Wii Fit Plus. Ομάδα Β (χωρίς παρέμβαση- ΨΔΑΠ): Αντίστροφη σειρά σε σύγκριση με την ομάδα Α.	Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού 5 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, 12 εβδ., 12 εβδ. παρατήρησης -12 εβδ. παρέμβασης. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού	μετατοπίσεων του CoPpath, με ανοιχτά μάτια. Δυναμική ισορροπία από όρθια θέση: FSST p ≤ 0.05. Αξιολόγηση στην έναρξη T0, στις 12 εβδομάδες T1 και στο τέλος του προγράμματος T2.	στο CoP path (F= 4.608, p= .016) και στο FSST (F= 3.745, p= .034). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της περιόδου ΨΔΑΠ απ' ότι της περιόδου παρατήρησης. διατήρηση της βελτίωσης των τιμών μόνο στο CoPpath στην ομάδα Α ακόμη και στο τέλος της περιόδου παρατήρησης CoPpath T2 – T0= -8%, p< 0.05
Kramer et al. (2014) Γερμανία	Αντιστοιχιζόμενη ελεγχόμενη δοκιμή, 3 ομάδων. Η αντιστοίχιση εκτελέστηκε σύμφωνα με την ηλικία, καθώς και την απόδοση ισορροπίας και βάρδισης σε 4 δοκιμές.	N= 70(9) 17 άνδρες - 44 γυναίκες, ηλικία 47±9 έτη, EDSS 3±1 Ομάδα ΨΔΑΠ: v=21 Ομάδα ελέγχου 1: v=20 Ομάδα ελέγχου 2: v=20	Ομάδα ΨΔΑΠ (VR + Posturomed): Μεμονωμένες συνεδρίες με επίβλεψη, 11 παιχνίδια του Nintendo Wii Fit από όρθια θέση σε ασταθή πλατφόρμα Posturomed + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής* Ομάδα ελέγχου 1 (ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων): βασική εκπαίδευση ισορροπίας: Στάση Romberg, στάση Tandem, στάση με ένα πόδι σε	Όλες οι ομάδες: 3 συνεδρίες / εβδ, 30 λεπτά/ συνεδρία, για 3 εβδομάδες. Ομάδα ΨΔΑΠ και Ομάδα ελέγχου 2 ένταση άσκησης αυξανόμενης δυσκολίας (πιο προκλητικός τύπος στάσης). Για ομάδα ελέγχου 1 δεν αναφέρεται.	Κάθε δοκιμή εκτελέστηκε 2 φορές σε ήρεμη όρθια στάση για 10’: α) 6 δοκιμασίες στατικής ισορροπίας στην δυναμοπλατφόρμα Leonardo GRFP: Στάση Romberg με μάτια α) ανοιχτά β) κλειστά. Στάση στο 1 προτιμώμενο πόδι α) με μάτια ανοικτά β) με μάτια κλειστά και γ) με πρόσθετη εργασία. Στάση στο 1 μη προτιμώμενο πόδι.	Η ανάλυση διακύμανσης κατά δύο παράγοντες 3X2 έδειξε μια σημαντική κύρια επίδραση του χρόνου με τις 3 ομάδες να εμφανίζουν εφάμιλλες βελτιώσεις στις περισσότερες παραμέτρους ισορροπίας, εκτός από τις δοκιμασίες Romberg stance με μάτια ανοιχτά, στάση στο προτιμώμενο πόδι με μάτια κλειστά και στάση στα δύο πόδια πάνω στο Posturomed χωρίς πρόσθετο έργο (και οι 3 p>.05).



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
			χαλί αεροβικής, στάση στα δάκτυλα ή στη φτέρνα, βάδιση μπροστά και πίσω σε μια γραμμή, Tandem βάδιση + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής*		β) 4 δοκιμασίες ισορροπίας στην ασταθή πλατφόρμα Posturomed: Στάση στα δύο πόδια και στάση πάνω στο προτιμώμενο πόδι α) χωρίς πρόσθετη εργασία και β) με πρόσθετο αποσταθεροποιητικό έργο. p<.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	
			Ομάδα ελέγχου 2 (ομάδα posturomed): 5 Ασκήσεις ισορροπίας πάνω στην ασταθή πλατφόρμα Posturomed + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής*			
Lozano-Quilis et al. (2014) Ισπανία	TEΔ, 2 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: χρησιμοποιήθηκε μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών από υπολογιστή.	N=12 (1) FIM≥6 Ομάδα ΨΔΑΠ: n = 6, 3 άνδρες - 3 γυναίκες, ηλικία 48.33±10.82 έτη, διάρκεια νόσου 14.00±12.69 έτη Ομάδα ελέγχου: n = 6(1), 4 άνδρες - 1 γυναίκα, ηλικία 40.60±9.24 έτη, διάρκεια νόσου 4.70±3.11 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ: Μεμονωμένες συνεδρίες με επίβλεψη με το σύστημα RemoniEM (VR-NUI) σε όρθια θέση. 45 λεπτά: ίδιες ασκήσεις με την ομάδα ελέγχου τελευταία 15 λεπτά: πρόγραμμα εικονικής αποκατάστασης -3 παιχνίδια. ομάδα ελέγχου (παραδοσιακή φυσιοθεραπεία):	1 συνεδρία / εβδ, 1 ώρα/συνεδρία, για 10 εβδ. Η ένταση δεν αναφέρεται αλλά μπορεί να ρυθμιστεί από τον επόπτη του παιχνιδιού.	Ισορροπία σε στατικές συνθήκες: BBS TBS (Tinetti) SLB (Δεξι- αριστερό πόδι) Ισορροπία σε δυναμικές συνθήκες: TUG p < 0.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε α) μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας X χρόνου στην BBS(p=.030) και στο SLB δεξιού ποδιού (p=.033) β) μια σημαντική κύρια επίδραση της ομάδας στο TUG (p=0.027), με την ομάδα ΨΔΑΠ να εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ, απ' ότι της ομάδας ελέγχου



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
			Βασικές ασκήσεις αποκατάστασης ισορροπίας και βάρδισης ίδιας συχνότητας και διάρκειας με την ομάδα παρέμβασης.			στην BBS και στο SLB δεξιού ποδιού.
Robinson et al. (2015) Ηνωμένο Βασίλειο	Διερευνητική ΤΕΔ, 3 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Βολική Δειγματοληψία, χρησιμοποιώντας μια αλληλουχία που δημιουργήθηκε από υπολογιστή. Η διαστρωμάτωση έγινε ανά φύλο και μπλοκ μεγέθους έξι.	N= 56,(10) Ομάδα ΨΔΑΠ: n=20, 6 άντρες - 14 γυναίκες, ηλικία 52.6±6.1 έτη, EDSS 6. Ομάδα ελέγχου 1: n=19(15), 7 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 53.9±6.5 έτη, EDSS 6. Ομάδα ελέγχου 2: n=17(11), 5 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 51.9±4.7 έτη, EDSS 6. EDSS= με βάρδιση 100 μέτρα με ή χωρίς ξεκούραση	Ομάδα ΨΔΑΠ: Με το Nintendo Wii Fit™ , WBBS + handheld controllers. 9 παιχνίδια ισορροπίας, αεροβικής και ενδυνάμωσης Ομάδα ελέγχου 1 (παραδοσιακών ασκήσεων): Παραδοσιακές ασκήσεις ισορροπίας συγκρίσιμες με τα βιντεοπαιχνίδια της ομάδας ΨΔΑΠ. Ομάδα ελέγχου 2 (χωρίς άσκηση): χωρίς παρέμβαση.	Όλες οι ομάδες: 2 συνεδρίες / εβδο, 40-60 λεπτά / συνεδρία, για 4 εβδο. Η ομάδα ελέγχου 2 αξιολόγηση σε 4 εβδο. Ομάδα ΨΔΑΠ: αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού, Ομάδα ελέγχου 2: δεν αναφέρεται.	Ορθοστατικός έλεγχος: μετρήθηκε με την χρήση της δυναμοπλατφόρμας Kistler, με ανοιχτά μάτια Διποδική και Μονοποδική στήριξη (στο κυρίαρχο πόδι) στις εξής παραμέτρους: AP SD AP Range ML SD ML Range CoP Velocity p ≤ 0.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος T1 του προγράμματος.	Η ανάλυση συνδιακύμανσης αποκάλυψε ένα σημαντικό κύριο αποτέλεσμα ομάδας κατά την διποδική στήριξη στα: AP range (F [2,40]= 4.1, p= 0.02, d= 0.91), ML Range (F [2,40]= 5.9, p= <0.001, d= 1.09), και CoP velocity (F [2,40]= 4.7, p= 0.01, d= 0.97). Οι συγκρίσεις κατά ζεύγη έδειξαν Ομάδα ΨΔΑΠ VS ομάδα ελέγχου 2 : Κατά την Διποδική στήριξη, ↑ AP Range (p= .04, d= 0.97), ↑ ML Range (p= .04, d= 0.96), ↑ CoP Velocity (p= .01, d= 1.15)υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ Ομάδα ΨΔΑΠ VS ομάδα ελέγχου 1: Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά σε κανένα αποτέλεσμα. ομάδα ελέγχου 1 VS ομάδα ελέγχου 2 :



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
Hoang et al. (2016) Αυστραλία	Διερευνητική ΤΕΔ, 2 παράλληλων ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα τυχαίων αριθμών από υπολογιστή με μπλοκ μεγέθους έξι.	N= 50 (6) Ομάδα ΨΔΑΠ: n = 28(5), 7 άνδρες - 21 γυναίκες, ηλικία 53.4±10.6 έτη, EDSS 4.1±1.4, διάρκεια νόσου 11.6±9.1 έτη Ομάδα ελέγχου: n = 22(1), 5 άνδρες - 17 γυναίκες, ηλικία 51.4±12.8 έτη, EDSS 4.2±1.2, διάρκεια νόσου 13.4±6.9 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ: Κατ'οίκον παρέμβαση με το σύστημα step training, δύο ΨΔΑΠ. Ομάδα ελέγχου: Καμία παρέμβαση (συνέχεια της συνηθισμένης σωματικής τους δραστηριότητας)	Τουλάχιστον 2 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά / συνεδρία, για 12 εβδ, αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού DDR (Dance Dance Revolution)	Ισορροπία: CSRT συνολικός χρόνος CSRT χρόνος λήψης απόφασης CSRT χρόνος κίνησης Ορθοστατικός έλεγχος: Ταλάντωση με ανοιχτά μάτια Ταλάντωση με κλειστά μάτια Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: TUG p < 0.05 Αξιολόγηση T0 στην αρχή και T1 εντός επτά ημερών από την ολοκλήρωση της δοκιμής.	Κατά την διποδική στήριξη, ↑AP Range(p=.04, d= 1.05), ↑ML Range(p=.01, d=1.37) υπέρ της ομάδας ελέγχου 1 Η ανάλυση συνδιακύμανσης αποκάλυψε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων κατά την επαναξιολόγηση των : CSRT συνολικού χρόνου απόκρισης (Cohen's f= 0.35, p = 0.031), CSRT χρόνου λήψης απόφασης (Cohen's f= 0.33, p = 0,041), CSRT χρόνος κίνησης (Cohen's f= 0.33, p = 0,039) και κατά την αξιολόγηση της ταλάντωσης με ανοιχτά τα μάτια (Cohen's f= 0.33, p = 0,023), με την ομάδα ΨΔΑΠ να εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα ελέγχου.
Kalron et al. (2016) Ισραήλ	Πιλοτική ΤΕΔ, 2 παράλληλων ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Αναλογία κατανομής 1: 1, με σφραγισμένους	N= 32(2) Ομάδα ΨΔΑΠ: n= 16(1), 5 άνδρες - 10 γυναίκες, ηλικία 47.3±9.6	Ομάδα ΨΔΑΠ: Σύστημα Caren VR,σε ασταθή πλατφόρμα Κατάρτιση ισορροπίας υπό επίβλεψη, με 2 σενάρια παιχνιδιών.	Και οι δυο ομάδες: 2 συνεδρίες / εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, για 6 εβδ.	Ορθοστατικός έλεγχος: Με την χρήση διαδρόμου Zerbis, σταμπιλομετρία με ανοιχτά και κλειστά μάτια στις τροχιές του CoP: 1)Ellipse sway area	η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε: -μια σημαντική κύρια επίδραση του χρόνου στην FSST(F=9.011,



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
	φακέλους που είχαν επισημανθεί στο εσωτερικό με Ο ή Χ.	έτη, EDSS 4.5±1.6, διάρκεια νόσου 11.6±7.7 έτη Ομάδα ελέγχου: n= 16(1), 6 άνδρες - 9 γυναίκες, ηλικία 43.9±10.6 έτη, EDSS 3.9±1.3, διάρκεια νόσου 10.4±6.5 έτη	Ομάδα ελέγχου (παραδοσιακών ασκήσεων): 10 λεπτά διατάσεις και 20 λεπτά άσκηση που περιλάμβανε έναν συνδυασμό ασκήσεων ορθοστατικού έλεγχου, μεταφοράς βάρους και ασκήσεις διαταραχής ισορροπίας με την χρήση μιας ασταθούς πλατφόρμας.	Ομάδα ΨΔΑΠ: Επιπρόσθετα 3 διαλείμματα / συνεδρία, διάρκειας περίπου 3-4 λεπτά / διάλειμμα. (Η προπόνηση διήρκεσε 45-50 λεπτά). αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού (κλίση πλατφόρμας, πλάτος και ταχύτητα) Ομάδα ελέγχου: αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας	2)CoP path length 3)Sway rate 4)Μέση κατανομή πίεσης αριστερού και δεξιού ποδιού εκφραζόμενα σε σωματικό βάρος. Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: FRT BBS FSST FES-I ερωτηματολόγιο p < 0.05. Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	p=0.031), στο CoP path length με μάτια ανοιχτά (F=5.278, p=0.024) και στο Sway rate με μάτια ανοιχτά (F=5.852, p=0.035), με τις ομάδες ΨΔΑΠ και τυπικών δραστηριοτήτων να εμφανίζουν εφάμιλλες επιδόσεις. -μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στις δοκιμασίες FRT (F=10.173, p=0.009) και FES-I (F=6.710, p=0.021). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ σε σύγκριση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων στο FRT και στην FES-I.
Khalil et al. (2018) Ιορδανία	Πιλοτική ΤΕΔ, δύο ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Η διαστρωμάτωση έγινε με βάση την απόδοση στην βαθμολογία EDSS, χρησιμοποιώντας μια διαδικασία ελαχιστοποίησης.	N= 40(8) Ομάδα ΨΔΑΠ: n=20(4), 4 άνδρες - 12 γυναίκες, ηλικία 39.88±12.75 έτη, EDSS 2.9±1.4, διάρκεια νόσου 8.38±5.49 έτη Ομάδα ελέγχου: n=20(4), 6 άνδρες - 10 γυναίκες, ηλικία 34.87±8.98 έτη, EDSS 3.1	Ομάδα ΨΔΑΠ: VR (Kinect + WBBS + λογισμικό) σύστημα 6 σεναρίων (παιχνίδια). 1 λεπτό/παιχνίδι x 4 σετ. Διάλλειμα μετά από κάθε σετ 2 λεπτά. Ομάδα ελέγχου (παραδοσιακών ασκήσεων): άσκηση ισορροπίας κατ'οίκον. Ασκήσεις παρόμοιες με	Ομάδα ΨΔΑΠ: 2 συνεδρίες/εβδ στην κλινική, 30 λεπτά/συνεδρία + σύσταση για 1 συνεδρία/εβδ παρόμοιες ασκήσεις στο σπίτι, για 6 εβδ. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας (ταχύτητα παιχνιδιού) Ομάδα ελέγχου:	Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: 1) BBS 2) TUG 3) FES-I (p < 0.05) Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	Μια ανάλυση συνδιακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στο BBS υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ (p= 0.012)



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
		±1.1, διάρκεια νόσου 10.43±6.10 έτη	αυτές που πραγματοποίησε η ομάδα ΨΔΑΠ, χωρίς το VR περιβάλλον.	3 συνεδρίες /εβδ, 30 λεπτά / συνεδρία, για 6 εβδ. Ένταση δεν αναφέρεται.		
Novotna et al. (2019)	ΤΕΔ, Μονοκεντρική λίστα αναμονής, (χρησιμοποιώντας μια βασική περίοδο ελέγχου). Μέθοδος τυχαιοποίησης: Βολική δειγματοληψία.	N= 39(0) Ομάδα ΨΔΑΠ: n = 23, 6 άνδρες - 17 γυναίκες, ηλικία 39.39±9.68 έτη, EDSS 3.93±1.91, διάρκεια νόσου 14.95±8.59 έτη Ομάδα ελέγχου: n = 16, 4 άνδρες - 12 γυναίκες, ηλικία 42.56±10.63 έτη, EDSS 3.62±1.89, διάρκεια νόσου 14.5±9.88 έτη επιμέρους ανάλυση: α) ομάδα ασθενών με ήπια και μέτρια αναπηρία (EDSS 1,5-4) β) ομάδα ασθενών με μέτρια και σοβαρή αναπηρία (EDSS 4.5-7)	Ομάδα ΨΔΑΠ: κατ 'οίκον Εκπαίδευση ισορροπίας με το Homebalance® . 2 διαθέσιμα θεραπευτικά παιχνίδια Ομάδα ελέγχου: χρησιμοποιήθηκαν οι ασθενείς από τη λίστα αναμονής. η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε καμία παρέμβαση.	Τουλάχιστον 15 λεπτά / ημέρα (εύρος 8–25 λεπτά), για 4 εβδ, συνολικής διάρκειας 7 ωρών. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας (παράταση παραμονής σε μια θέση ή μείωση ευαισθησίας της πλατφόρμας)	Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: 1)BBS (BBT) 2)Mini-BESTest 3)TUG Αυτοαναφερόμενες μετρήσεις: 1)FES-I 2)ABC p ≤ 0.05. Αξιολόγηση στην αρχή T0 της παρέμβασης, μετά από τέσσερις εβδομάδες T1 και μετά από τέσσερις εβδομάδες παρακολούθησης T2.	Το Wilcoxon signed-rank test έδειξε ότι υπήρξε μια στατιστική βελτίωση στο μέσο όρο στο BBS και στο Mini-BESTest, ολοκληρώνοντας το πρόγραμμα άσκησης στην ομάδα ΨΔΑΠ (και τα δύο, p=0.001) Ο έλεγχος Friedman έδειξε μια σημαντική βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ στο BBS και στο Mini-BESTest και κατά την περίοδο παρακολούθησης T2 (και τα δύο, p=0.001) Με τον έλεγχο U των Mann-Whitney στην επιμέρους ανάλυση, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων A και B μόνο στο BBS. Στην ομάδα B η διαφορά της 1 ^{ης} από την 2 ^η μέτρηση έφτασε την στατιστική σημαντικότητα (p=0.041)



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
Yazgan et al. (2019) Τουρκία	ΤΕΔ, 3 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: με την χρήση ενός πίνακα τυχαίων αριθμών από υπολογιστή.	N=47 (5) Ομάδα ΨΔΑΠ I: n=16(1), 2 άνδρες - 13 γυναίκες, ηλικία 47.46±10.53 έτη, EDSS 4.16±1.37, διάρκεια νόσου 12.06±6.56 έτη Ομάδα ΨΔΑΠ II: n=16(4), 12 γυναίκες, ηλικία 43.08±8.74 έτη, EDSS 3.83±1.49, διάρκεια νόσου 14.91±6.54 έτη Ομάδα ελέγχου: n= 15(0), 2 άνδρες - 13 γυναίκες, ηλικία 40.66±8.82 έτη, EDSS 4.06±1.26, διάρκεια νόσου 11.06±5.70 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ I: εποπτευόμενες συνεδρίες με το Nintendo Wii Fit, Ζέσταμα: ποδηλασία χωρίς αντίσταση για 10 λεπτά και μετά 5 παιχνίδια. Ομάδα ΨΔΑΠ II: εποπτευόμενες συνεδρίες με το Balance Trainer, Ζέσταμα: ποδηλασία χωρίς αντίσταση για 10 λεπτά και μετά 4 παιχνίδια Ομάδα ελέγχου: σε λίστα αναμονής και προσκλήθηκε να ξεκινήσει την άσκηση χρησιμοποιώντας τα ΨΔΑΠ I και ΨΔΑΠ II μετά το τέλος της περιόδου μελέτης.	Ομάδα ΨΔΑΠ I: 2 συνεδρίες/εβδ, 60 λεπτά/συνεδρία, για 8 εβδ. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού. Ομάδα ΨΔΑΠ II: 2 συνεδρίες/εβδ, 60 λεπτά/συνεδρία, για 8 εβδ. Προοδευτική αύξηση των επαναλήψεων και επιπέδου δυσκολίας παιχνιδιών.	Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: BBS TUG p < 0.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	Ο έλεγχος Wilcoxon έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση α) και στις 3 ομάδες στη BBS και β) μόνο στις ομάδες ΨΔΑΠ I και ΨΔΑΠ II στο TUG. Ο έλεγχος U του Mann-Whitney έδειξε ότι μετά την θεραπεία α) οι αλλαγές στο TUG βρέθηκαν υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I (p=0.005) και ΨΔΑΠ II (p=0.011) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και β) οι αλλαγές στο BBS βρέθηκαν υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I (p<0.001) και ΨΔΑΠ II (p=0.012) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I (p=0.038) σε σύγκριση με την ομάδα ΨΔΑΠ II.
Tollár et al. (2020) Ολλανδία	ΤΕΔ, 4 παράλληλων παρεμβάσεων, 5 ομάδων. Εποπτευόμενη Άσκηση σε γκρουπ των	N= 70(2) Ομάδα ΨΔΑΠ: n = 14, 2 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 48.2±5.48	Όλοι 10 λεπτά προθέρμανση, Παρέμβαση 40 λεπτών και αποθεραπεία 10 λεπτών.	Όλες οι ομάδες: 5 συνεδρίες / εβδ, 60 λεπτά/ συνεδρία, για 5 εβδ.	Ορθοστατικός έλεγχος: Με την χρήση δυναμοπλατφόρμας μετρήθηκε το CoP path length σε συνθήκες	Μόνο η ομάδα ΨΔΑΠ ↑ TAT κατά 21% (p <0,05) Οι βελτιώσεις στο BBS δεν διέφεραν μεταξύ της ομάδας ΨΔΑΠ (30%) και ομάδα ελέγχου 1 (19%) .



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
	4-8 ατόμων σε κάθε ομάδα. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Με την χρήση μιας χρωματιστής κορδέλας που την προσάρτησε σε κάθε φάκελο.	έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 12.1±2.68 έτη Ομάδα ελέγχου 1: n=14, 2 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 46.9±6.46 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 13.6±4.07 έτη Ομάδα ελέγχου 2: n=14, 1 άντρας - 13 γυναίκες, ηλικία 48.1±5.65 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 13.2±4.42 έτη Ομάδα ελέγχου 3: n=14, 1 άντρας - 13 γυναίκες, ηλικία 46.9±5.57 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 12.7±4.25 έτη Ομάδα ελέγχου 4: n= 12(2), 1 άντρας - 11 γυναίκες, ηλικία 44.4±6.76 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 14±4.11 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ: Παιχνίδια περιπέτειας Xbox 360. Ομάδα ελέγχου 1 πρόγραμμα Ισορροπίας: δυναμική και στατική ισορροπία και βηματικές ασκήσεις σε πολλαπλές κατευθύνσεις. Ομάδα ελέγχου 2 ΠΟΔΗΛΑΤΟ: Στατική ποδηλασία Ομάδα ελέγχου 3 ενεργό PNF: Ασκήσεις Ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης με τον οδηγό Bobath Ομάδα ελέγχου 4 χωρίς παρέμβαση: σε λίστα αναμονής, συνήθης δραστηριότητα. Μόνο αυτή η ομάδα συνέχισε να λαμβάνει την τυπική φροντίδα-φυσιοθεραπεία.	Ομάδα ΨΔΑΠ, ομάδα ελέγχου 1 και ομάδα ελέγχου 2 , υψηλής έντασης άσκησης.	ανοιχτών και κλειστών ματιών, σε ευρεία και στενή στάση ποδιών (↑= μείωση τιμής) Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας: TAT (Tinetti) BBS Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	(και τα δύο, $p < 0,05$) και υπερέβησαν τις αλλαγές των άλλων τριών ομάδων ελέγχου. Οι ομάδες ΨΔΑΠ και ελέγχου 1 μείωσαν τις τιμές στην διαδρομή CoP μετρούμενη σε ευρεία στάση με ανοιχτά μάτια κατά 32% και 18% (και τα δύο, $p < 0,05$). Αυτές οι αλλαγές ήταν μεγαλύτερες από την αλλαγή περίπου -11% στις άλλες τρεις ομάδες ελέγχου (όλα, $p > 0,05$).



Μελέτη, χώρα υλοποίησης	Ερευνητικός σχεδιασμός	Χαρακτηριστικά δείγματος N (εγκαταλείψεις)	Πρωτόκολλα άσκησης	Συχνότητα, Διάρκεια, Ένταση άσκησης	Μέσα αξιολόγησης και χρόνοι αξιολόγησης ισορροπίας	Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην ισορροπία
Cimino et al. (2020) Ιταλία	πilotική μελέτη παρατήρησης	Ομάδα ΨΔΑΠ: n =20, 11 άνδρες - 9 γυναίκες, ηλικία 51.2±11.2 έτη, EDSS 5.1±0.8, διάρκεια νόσου 15.6±5.8 έτη	Ομάδα ΨΔΑΠ: εποπτευόμενες συνεδρίες άσκησης με το Nintendo Wii Fit Plus (WBBS), 11 παιχνίδια.	5 συνεδρίες/εβδ, 45 λεπτά/συνεδρία, για 4 εβδ. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού.	Ορθοστατικός έλεγχος: Με το Neurocom Balance Manager μέσω του mCTSIB, με κλειστά και ανοιχτά μάτια στις εξής παραμέτρους του CoP: TPL SA MSV Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας: BBS p < 0.05. Αξιολόγηση στην έναρξη Τ0 και στο τέλος του προγράμματος Τ1.	οι αναλύσεις t-test για εξαρτημένα δείγματα έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης σε όλες τις παραμέτρους της ισορροπίας με ανοιχτά μάτια: TPL (p= 0.03), SA (p= 0.05), MSV (p= 0.03), BBS (p= 0.02).

Επεξήγηση συντομογραφιών: *= το πρόγραμμα αποκατάστασης στην κλινική αφορούσε φυσιοθεραπεία, εργοθεραπεία, λογοθεραπεία και νευροψυχολογία σύμφωνα με τα ατομικά τους ελλείμματα και στόχους αποκατάστασης, **ΤΕΔ**= Τυχαίοποιημένη Ελεγχόμενη Δοκιμή, **N – n**= Δείγμα ασθενών, **ΨΔΑΠ** = Ψηφιακά Διαδραστικά Αθλητικά Παιχνίδια, **WBBS**= Wii Balance Board System, **MSIS-29**= MS Impact Scale 29 items, **εβδ**= εβδομάδα, **p**= επίπεδο σημαντικότητας, **↑**= βελτίωση, **↓**= επιδείνωση, **VR**= Virtual Reality, **NUI**= natural user interfaces, **FIM**= Functional Independence Measure, **EDSS**= Expanded Disability Status Scale, **TUG**= Timed Up and Go Test, **FSST**= Four Square Step Test, **DGI**= Dynamic Gait Index, **TCS**= Timed Chair Stand test, **ABC**= Activities-Specific Balance Confidence Scale, **BBS ή BBT**= Berg Balance scale (Test), **CoP**= Center of pressure, **CDP**= Computerised dynamic posturography, **TMT ή TBS ή TAT**= Tinetti Mobility Test- Tinetti Balance Scale- Tinetti Assessment Tool, **CES**= Composite Equilibrium Score, **MTC**= Motor Control Test, **SOT**= Sensory Organization Test, **Vest-R**= Vestibular Ratio, **Pref-R**= Visual Preference Ratio, **Vi-R**= Visual Ratio, **SS-R**= Somatosensory-Ratio, **Tandem**: το ένα πόδι μπροστά από το άλλο, **SLB**= Single Leg Balance test, **AP SD**= Anterior-Posterior Standard Deviation, **AP Range**= Anterior-Posterior Range, **ML SD**= Medio-Lateral Standard Deviation, **ML Range**= Medio-Lateral Range, **CSRT**= Choice Stepping Reaction Time, **FRT**= Functional Reach Test, **FES-I**= Falls Efficacy Scale- International, **Mini-BESTest**= Mini Balance Evaluation System Test, **PNF**= Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, **mCTSIB**= modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance, **TPL**= Total Path Length, **SA**= sway area, **MSV**= Mean Sway Velocity, **MSIS-29**= Multiple Sclerosis Impact Scale -29 items, **CSRT**= choice stepping reaction time.



Χαρακτηριστικά των μελετών

Ανασκοπήθηκαν μελέτες με ποικίλους σχεδιασμούς. Οι περισσότερες σχεδιάστηκαν ως δοκιμές παράλληλων ομάδων (Brichetto, Spallarossa, de Carvalho, & Battaglia, 2013; Gutiérrez et al., 2013; Hoang, Schoene, Gandevia, Smith, & Lord, 2016; Kalron, Fonkatz, Frid, Baransi, & Achiron, 2016; Khalil et al., 2018; Kramer, Dettmers, & Gruber, 2014; Lozano-Quilis et al., 2014; Novotna et al., 2019; Nilsagård, Forsberg, & von Koch, 2012; Robinson, Dixon, Macsween, van Schaik, & Martin, 2015; Tollár et al., 2020; Yazgan, Tarakci, Tarakci, Ozdinciler, & Kurtuncu, 2019), ενώ ένας σχεδιασμός διασταύρωσης δύο περιόδων και ένας παρατήρησης υιοθετήθηκαν στις άλλες δύο μελέτες (Cimino et al., 2020; Prosperini et al., 2013). Η κατανομή των συμμετεχόντων σε 2 παράλληλες ομάδες έγινε σε οκτώ μελέτες, συμπεριλαμβανομένης της ομάδας χωρίς παρέμβαση ($n=3$) (Hoang et al., 2016; Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019) και ομάδων που εκτέλεσαν ποικίλα παραδοσιακά πρόγραμμα άσκησης ($n=5$) (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014). Η κατανομή των συμμετεχόντων σε 3 ομάδες έγινε σε τρεις μελέτες (Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019), συμπεριλαμβανομένης της ομάδας χωρίς παρέμβαση ($n=2$) (Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019) και ομάδων που εκτέλεσαν είτε τυπικά πρόγραμμα άσκησης ισορροπίας, (Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015) είτε δεύτερο ψηφιακό διαδραστικό αθλητικό παιχνίδι (Yazgan et al., 2019), είτε ασκήσεις ισορροπίας πάνω σε μια ασταθή πλατφόρμα (Kramer et al., 2014). Μία μελέτη εκτέλεσε κατανομή 4 παράλληλων παρεμβάσεων, 5 ομάδων (Tollár et al., 2020). Στην μελέτη των Novotna και συν. (2019) για να διερευνήσουν περαιτέρω τα δεδομένα τους, εκτέλεσαν μια υπο-ανάλυση στην οποία εξέτασαν την επίδραση της άσκησης με ΨΔΑΠ σε δύο υποομάδες συμμετεχόντων: α) στην ομάδα ασθενών με ήπια και μέτρια αναπηρία (EDSS 1,5-4) και σε μια ομάδα ατόμων με μέτρια και σοβαρή αναπηρία (EDSS 4.5-7).

Η κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS) ήταν το πιο συχνό διερευνούμενο αποτέλεσμα ισορροπίας ($n=9$) (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Gutiérrez et al., 2013; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014; Novotna et al., 2019; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019) και οι διάφοροι παράμετροι του Κέντρου Πίεσης (CoP) να αποτελούν τα πιο συχνά αποτελέσματα στην αξιολόγηση του ορθοστατικού ελέγχου ($n=7$). (Brichetto et al.,



2013; Cimino et al., 2020; Hoang et al., 2016; Kalron et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μόνο σε δύο μελέτες έγινε αξιολόγηση διατήρησης, μετά από 4 και 12 εβδομάδες αντίστοιχα από την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων (Novotna et al., 2019; Prosperini et al., 2013). Συνακόλουθα για τις περισσότερες παρεμβάσεις δεν υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την επίδραση τους στις εξαρτημένες μεταβλητές της ισορροπίας για το χρονικό διάστημα μετά το τέλος των προγραμμάτων.

Δεν υπάρχει συναίνεση σχετικά με (α) τα μέτρα έκβασης, (β) τη διάρκεια / συχνότητα / ένταση των εκπαιδευτικών συνεδριών (οι προπονήσεις διήρκησαν από 3 εβδομάδες έως 12 εβδομάδες παρέμβαση και 12 εβδομάδες παρατήρηση), (γ) τα συστήματα και οι κονσόλες που χρησιμοποιήθηκαν, (δ) τα παιχνίδια που παίχτηκαν σε αυτά - όλα τα γνωστά ζητήματα στην έρευνα των ΨΔΑΠ. Ένας κοινός παράγοντας μεταξύ των περισσότερων μελετών που αναφέρονται εδώ (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Gutiérrez et al., 2013; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019) είναι η χρήση των διαθέσιμων στο εμπόριο παιχνιδιών - κονσόλων, σε συνδυασμό είτε μεταξύ των συσκευών είτε με σύγχρονες πλατφόρμες, ενώ κάποιες αφορούν λογισμικά – συστήματα ΨΔΑΠ που είναι ειδικά σχεδιασμένα για τις ανάγκες ατόμων με διαταραχές στην ισορροπία, συμπεριλαμβανομένων των ασθενών με ΣκΠ (Hoang et al., 2016; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014; Novotna et al., 2019; Yazgan et al., 2019).

Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων

Στις μελέτες που ανασκοπήθηκαν συμπεριλήφθηκαν 642 ασθενείς με ΣκΠ (περίπου το 70% ήταν γυναίκες και το 30% άντρες), με τις περισσότερες να έχουν κριτήριο συμπερίληψης την ηλικία από 18 έως 65 ετών. Τέσσερις μελέτες (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012) δεν είχαν ηλικιακό περιορισμό αλλά και σε αυτές οι ηλικίες των συμμετεχόντων κυμάνθηκαν στα παραπάνω ηλικιακά όρια. Στο σύνολο 52 άτομα εγκατέλειψαν τις μελέτες για διάφορους λόγους. Η διάγνωση της νόσου των περισσότερων εξεταζομένων βασίστηκε στα διαγνωστικά κριτήρια McDonald και τις αναθεωρήσεις τους, οι οποίες είναι αρκετές τα τελευταία χρόνια και αποσκοπούν στην διευκόλυνση της έγκαιρης διάγνωσης της ΣκΠ (McDonald et al., 2001; Polman et al., 2011; Polman et al., 2005; Thompson et al., 2018). Η τιμή της Διευρυμένης Κλίμακας Κατάστασης



Αναπηρίας (Expanded Disability Status Scale, EDSS) των ασθενών ήταν από 1,5 έως 6. Στην μελέτη των Robinson, Dixon, Macsween, van Schaik, και Martin (2015) η κλινική διάγνωση της νόσου προσδιορίστηκε με την αυτό-αναφερόμενη ικανότητα περπατήματος 100 μέτρων με ή χωρίς ανάπαυση με τη χρήση ενός ραβδιού ή δεκανικιού (ισοδύναμο με μια κλίμακα κατάστασης διευρυμένης αναπηρίας με σκορ 6) και την ικανότητα να διαβάσει και να κατανοήσει γραπτά και να μιλήσει Αγγλικά. Στην μελέτη των Nilsagård, Forsberg και von Koch, (2012) οι συμμετέχοντες ανέφεραν τον αντίκτυπο της νόσου χρησιμοποιώντας την Κλίμακα Επιπτώσεων της ΣκΠ, MSIS-29 (Multiple Sclerosis Impact Scale-29 items), επειδή σε μερικές περιπτώσεις, οι ενημερωμένες βαθμολογίες κατάστασης διευρυμένης αναπηρίας EDSS δεν ήταν διαθέσιμες. Τέλος, στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014) οι ασθενείς έπρεπε να έχουν ελάχιστη βαθμολογία 6 σε όλα τα πεδία του Μέτρου Λειτουργικής Ανεξαρτησίας FIM (Functional Independence Measure).

Χαρακτηριστικά παρεμβάσεων

α) Ομάδες ΨΔΑΠ

Η διάρκεια των παρεμβάσεων με τα ΨΔΑΠ κυμάνθηκε από 3 εβδομάδες (Kramer et al., 2014) έως 12 εβδομάδες (Hoang et al., 2016) ή 12 εβδομάδες παρέμβαση και 12 εβδομάδες παρατήρησης (Prosperini et al., 2013), και ο αριθμός των συνεδριών από 8 (Robinson et al., 2015) έως 60 (Prosperini et al., 2013). Η κάθε συνεδρία διήρκεσε από 15 (Novotna et al., 2019) έως 60 λεπτά (Bricchetto et al., 2013; Lozano-Quilis et al., 2014; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019). Η ένταση της εξάσκησης ρυθμιζόταν είτε με αύξηση του επιπέδου δυσκολίας των παιχνιδιών (Cimino et al., 2020; Gutiérrez et al., 2013; Hoang et al., 2016; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019), είτε αυξάνοντας τις επαναλήψεις τους (THERA Trainer balo) (Yazgan et al., 2019), είτε με αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης δέκα επιπέδων (Khalil et al., 2018) είτε με πιο προκλητική στάση (Kramer et al., 2014), είτε με αύξηση των ρυθμίσεων του συστήματος: κλίση πλατφόρμας, πλάτος και ταχύτητα (Kalron et al., 2016), είτε με παράταση της παραμονής σε μια θέση ή με μείωση της ευαισθησίας της πλατφόρμας (Novotna et al., 2019).

Οι περισσότερες παρεμβάσεις ΨΔΑΠ των μελετών της ανασκόπησης ήταν υπό την επίβλεψη φυσιοθεραπευτών ή ειδικευμένων προσωπικών προπονητών (Bricchetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Kramer et al., 2014; Lozano-



Quilis et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019). Σε μελέτες κατ' οίκον παρέμβασης υπήρχε επίβλεψη κατά την πρώτη συνεδρία (Prosperini et al., 2013) και τηλεφωνική επικοινωνία για καθοδήγηση (Hoang et al., 2016; Prosperini et al., 2013), ενώ σε μια παρέμβαση τηλε-αποκατάστασης η παρακολούθηση έλαβε χώρα μέσω τηλεδιάσκεψης (Gutiérrez et al., 2013). Στην μελέτη των Novotna και συν. (2019) και των Prosperini και συν. (2013) οι συμμετέχοντες κρατούσαν ημερολόγιο για την κατ' οίκον παρέμβαση.

Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν

Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο ήταν η κονσόλα Nintendo® Wii (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019). Ορισμένα βιντεοπαιχνίδια Wii απαιτούν μια πλατφόρμα ισορροπίας (WBBS) για να παιχτούν. Μόλις συνδεθεί σε μια κοινή τηλεόραση, το WBBS παρέχει μια συνεχή οπτική ανατροφοδότηση σχετικά με την ακρίβεια των μοτίβων κίνησης μέσω αισθητήρων πίεσης και ασύρματων σημάτων (Prosperini et al., 2013). Το WBBS μπορεί όμως να συνδυαστεί και με συσκευές άλλων συστημάτων όπως για παράδειγμα σε μια μελέτη (Novotna et al., 2019), όπου συνδέθηκε με το Homebalance® (Cleverttech, CZ), ένα νέο εργαλείο άσκησης, που παρέχει οπτικοακουστική βιο-ανάδραση. Η βιο-ανάδραση, παρέχει στοχευόμενη ανατροφοδότηση της απόδοσης της εκπαίδευσης στον ασθενή και στον θεραπευτή. Το Homebalance®, είναι ένα διαδραστικό σύστημα για κατ' οίκον θεραπεία διαταραχών ισορροπίας. Αποτελείται από φορητά και ελαφριά εξαρτήματα χαμηλού κόστους. Αυτά περιλαμβάνουν: ένα tablet (μέγεθος οθόνης 10.1") με διαγνωστικό - θεραπευτικό λογισμικό και μια φορητή σταμπιλομετρική πλατφόρμα (WBBS), ρυθμιζόμενης ευαισθησίας. Ακολούθως, το WBBS είτε χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με το τυπικό λογισμικό της Nintendo Wii (Brichetto et al., 2013), σε συνδυασμό με χειριστήρια χειρός (Robinson et al., 2015), είτε σε συνδυασμό με τον αισθητήρα κίνησης Kinect (Khalil et al., 2018), είτε με το μοντέλο της Nintendo, Wii Fit Plus (Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Yazgan et al., 2019). Το Wii Fit Plus® είναι ένα βιντεοπαιχνίδι άσκησης που περιέχει παιχνίδια ισορροπίας, στάσεις γιόγκα, προπόνηση δύναμης και αεροβική άσκηση (Nilsagård et al., 2012).

Στην μελέτη των Kramer και συν. (2014) η κονσόλα της Nintendo Wii Fit, συνδέθηκε με μια ασταθή πλατφόρμα (Postuomed). Η Postuomed επεκτείνεται σε σύστημα διπλής



ταλάντωσης, το οποίο επιτρέπει μικρές μετατοπίσεις σε συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων και με διαφορετικά πλάτη ταλάντωσης. Έχει ενσωματωμένο ένα κιγκλίδωμα, το οποίο επιτρέπει την ασφαλή άσκηση και παράλληλα παρέχει αρκετή ελευθερία κινήσεων κατά τη διάρκεια των ασκήσεων λόγω του σχήματος του. Κατά την εκτέλεση του πρωτοκόλλου, η πλατφόρμα ταλαντευόταν όταν ο ασθενής κινούσε τα άκρα του ή δεν ήταν σε ισορροπία. Για να διατηρήσουν την ισορροπία τους ενώ έπαιζαν, έπρεπε να κάνουν συνεχώς ορθοστατικές προσαρμογές, αυξάνοντας έτσι τις ορθοστατικές απαιτήσεις του έργου του παιχνιδιού.

Στην μελέτη των Yazgan, Tarakci, Tarakci, Ozdinciler και Kurtuncu, (2019), εκτός από το σύστημα Nintendo Wii Fit χρησιμοποιήθηκε και ένα δεύτερο σύστημα ΨΔΑΠ, το Balance Trainer (THERA Trainer balo), ένα βασισμένο στην τεχνολογία, ελεγχόμενης βιο-ανάδρασης σύστημα άσκησης. Το Balance Trainer είναι μια διαθέσιμη στο εμπόριο (Medica Medizintechnik GmbH, Hochdorf, Γερμανία) μηχανική συσκευή, που παρέχει ένα ασφαλές για πτώσεις περιβάλλον εξισορρόπησης για ασθενείς με διαταραχές ισορροπίας και είναι κατάλληλο για άτομα με περιορισμούς ή και με απώλεια της ικανότητας ορθοστατικής στάσης. Ενισχύει την ισορροπία κατά τη στάση με σταθεροποιητικές δυνάμεις που δρουν στο επίπεδο της λεκάνης, στο οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο κίνησης, βοηθώντας την εξισορροπητική δραστηριότητα των μυών του αστραγάλου και του ισχίου. Οι δυνάμεις στήριξης δημιουργούνται εξ ολοκλήρου από παθητικά, συμβατά υλικά. Το επίπεδο των δυνάμεων στήριξης μπορεί να κυμαίνεται από το μηδέν έως το επίπεδο όπου δεν υπάρχει απαίτηση καμίας ισορροπητικής δραστηριότητας από τον όρθιο ασθενή (Goljar, Burger, Rudolf, & Stanonik, 2010). Χρησιμοποιείται υπό την επίβλεψη ειδικού και όχι σε υπαίθριους ή εξωτερικούς χώρους και αντενδεικνύεται για χρήση από άτομα με βάρος μεγαλύτερο από 140 κιλά.

Σε δύο μελέτες χρησιμοποιήθηκε η κονσόλα Xbox360® σε συνδυασμό με τον αισθητήρα της Microsoft® Kinect (Gutiérrez et al., 2013; Tollár et al., 2020). Το Xbox360 είναι μια οικιακή κονσόλα βιντεοπαιχνιδιών που αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Το Kinect είναι στην ουσία μια συσκευή ανίχνευσης κίνησης σε πραγματικό χρόνο. Είναι μια περιφερειακή συσκευή εισόδου, που χρησιμοποιεί πολλαπλούς αισθητήρες ήχου, κίνησης και θέσης, (κάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρα βάθους) για την αναγνώριση της φυσικής θέσης και του μεγέθους του χρήστη, των κινήσεων που εκτελεί και γενικά για τον έλεγχο και την αλληλεπίδραση τους, χρησιμοποιώντας κινήσεις και προφορικές εντολές μέσω του φυσικού περιβάλλοντος του χρήστη. Για να λειτουργήσει πρέπει να υπάρχει μια απόσταση αλληλεπίδρασης 2 μέτρων



περίπου με τον χρήστη ούτως ώστε από την μία να ανιχνεύεται ο χρήστης και από την άλλη αυτός να έχει τον ανάλογο ελεύθερο χώρο να κινείται. Δεν απαιτείται η χρήση χειριστηρίου εφόσον ουσιαστικά τις εντολές τις δίνει ο χρήστης. Το Kinect, είναι συμβατό και με άλλες συσκευές εκτός από την κονσόλα Xbox360®.

Για παράδειγμα στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014) το πρόγραμμα παρέμβασης υλοποιήθηκε με ένα εικονικό σύστημα αποκατάστασης βασισμένο στο Kinect, το RemoniEM. Αυτό είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί την δυναμική της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality -VR) και των φυσικών διεπαφών χρήστη (Natural User Interfaces -NUI) για να προσφέρει έναν διαισθητικό και παρακινητικό τρόπο εκτέλεσης πολλών ασκήσεων κινητικής αποκατάστασης ασθενών με ΣκΠ. Το RemoniEM αποτελείται από δύο μέρη, το λογισμικό και τις χαμηλού κόστους συσκευές του. Οι συσκευές που χρησιμοποιεί το σύστημα είναι μια απλή τηλεόραση LCD / LED (42" - 47") για την εμφάνιση των οπτικοακουστικών στοιχείων των εικονικών περιβαλλόντων, ο αισθητήρας της Microsoft Kinect, που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο σύστημα μόνο για την ανίχνευση των κινήσεων του ασθενούς και για την αλληλεπίδραση του με τα εικονικά περιβάλλοντα και ένας συμβατικός υπολογιστής (Lozano-Quilis et al., 2013). Για το σύστημα χρησιμοποιείται μια εγκατάσταση επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality-AR), που προσομοιώνει εικονικά αντικείμενα σε ένα πραγματικό περιβάλλον μέσα σε πραγματικό χρόνο. Στο σύστημα AR, ο ασθενής έχει την δυνατότητα να βλέπει τα άκρα του και πώς αυτά αλληλεπιδρούν με το σύστημα και το περιβάλλον. Το σύστημα λειτουργεί σε συμβατικό υπολογιστή με λειτουργικό Windows και δείχνει την πραγματική εικόνα που παρέχεται από τον αισθητήρα Kinect, όπου περιλαμβάνεται ο ασθενής. Το καλά ανεπτυγμένο λογισμικό του εκτός από τα τρία (σε εικονικά περιβάλλοντα) παιχνίδια που περιλαμβάνει, επιτρέπει στον θεραπευτή να επιλέξει και να διαμορφώσει το επίπεδο δυσκολίας και το είδος των ασκήσεων που θα εκτελέσει ο ασθενής, εξαρτώμενα από το επίπεδο και τις ικανότητές του. Έπειτα ο ασθενής μπορεί να παρακολουθήσει μια αλληλουχία επεξηγηματικών εικόνων σε σχέση με την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον και έπειτα να δει πώς το σύστημα ανιχνεύει τον σκελετό του και αν η θέση του είναι σωστή. Μόλις το σύστημα ανιχνεύσει την σωστή τοποθέτηση του συμμετέχοντα, ξεκινά μια αντίστροφη μέτρηση έως ότου ξεκινήσει το επιλεγμένο παιχνίδι. Στο τέλος της διαδικασίας αποκατάστασης, μπορεί ο θεραπευτής αλλά και ο ίδιος ο ασθενής να παρακολουθήσει στην οθόνη την πρόοδό του (Lozano-Quilis et al., 2014). Οι Khalil και συν. (2018) ανέπτυξαν ένα μη συναρπαστικό σύστημα χαμηλού κόστους,



το οποίο συνδύασε περιφερειακές συσκευές της Nintendo και της Microsoft. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αποτελείται από: 1) τον αισθητήρα Microsoft Kinect, 2) την πλατφόρμα ισορροπίας του Nintendo Wii (WBBS), 3) μια μεγάλη τυπική οθόνη LCD και 4) το λογισμικό του. Ο αισθητήρας Kinect χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση όλων των αρθρώσεων του σώματος χρησιμοποιώντας υπέρυθρες κάμερες βάθους. Ο συμμετέχων παρουσιαζόταν στην οθόνη ως σκελετός με όλη τις κινήσεις των αρθρώσεων του σώματος του να εντοπίζονται. Η πλατφόρμα ισορροπίας Wii χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση της προσθιοπίσθιας και πλευρικής κίνησης του κέντρου πίεσης (CoP). Τα επίπεδα κατωφλίου μπορούσαν να ρυθμιστούν χειροκίνητα από τον θεραπευτή ανάλογα με την ικανότητα του συμμετέχοντα και υπήρχε άμεση οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση της απόδοσης. Αναπτύχθηκαν έξι εικονικής πραγματικότητας (VR) σενάρια παιχνιδιών που επικεντρώθηκαν σε ασκήσεις ισορροπίας (Khalil et al., 2018).

Οι Kalron, Fonkatz, Frid, Baransi, και Achiron (2016), χρησιμοποίησαν και αυτοί ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας (VR), αξιοποιώντας ένα περιβάλλον αποκατάστασης υποβοηθούμενο από υπολογιστή, το σύστημα Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) CAREN (Motek Medical BV, Άμστερνταμ, Ολλανδία), με λογισμικό D-flow. Το σύστημα λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας τη δημιουργία μιας ποικιλίας ελεγχόμενων και επαναλαμβανόμενων προσομοιωμένων περιβαλλόντων μέσω αποκλειστικού λογισμικού που περιλαμβάνει 3D οπτικοακουστικά και ιδιοδεκτικά ερεθίσματα. Στο σύστημα ενσωματώνονται τα ακόλουθα στοιχεία: 1) μια μεγάλη οθόνη (3 m × 2,5 m) όπου προβάλλεται η εικονική σκηνή και 2) μια ηλεκτροϋδραυλική πλατφόρμα κίνησης CAREN που μπορεί να μανουβράρεται από 6° ελευθερίας. Η κίνηση της πλατφόρμας είτε είναι καθοδηγούμενη από τον ασθενή είτε είναι προ-προγραμματισμένη και σε συγχρονισμό με την λειτουργία κυρτώσεων που ορίζουν ένα συγκεκριμένο μοτίβο διαδρομής στο εικονικό περιβάλλον. Οι κινήσεις της συσχετίζονται με τα οπτικά ερεθίσματα π.χ. όταν ο συμμετέχων κατά την διάρκεια του παιχνιδιού συναντήσει κάποιο εικονικό εμπόδιο μπροστά του, η πλατφόρμα ανυψώνεται ή όταν ο δρόμος έχει κλίση η πλατφόρμα γέρνει ανάλογα προς την ίδια κατεύθυνση.

Τέλος, οι Hoang, Schoene, Gandevia, Smith, και Lord (2016) ανέπτυξαν ένα σύστημα ΨΔΑΠ (step training system) το οποίο ήταν προσαρμοσμένο από άλλους ερευνητές (Schoene et al., 2013). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια βάση βημάτων η οποία ήταν ασύρματα συνδεδεμένη με την τηλεόραση του συμμετέχοντα για τον έλεγχο της παρουσίας των



ερεθισμάτων παρέμβασης μέσω κονσόλας. Η βάση βημάτων αποτελείτο από ευαίσθητα στην πίεση πάνελ που αντιπροσώπευαν την κατεύθυνση βημάτων (βέλη, αστέρια), τον έλεγχο προγράμματος ("A" και "B") καθώς και δύο κεντρικά πάνελ στάσης (πόδια κινούμενων σχεδίων). Καταγραφόταν ο χρόνος ανύψωσης και προσγείωσης των ποδιών σε κάθε πίνακα συνδυάζοντας την κίνηση του συμμετέχοντα με οπτικά ερεθίσματα που εμφανίζονταν στην οθόνη.

Παιχνίδια – σενάρια που εκτελέστηκαν

Όλοι οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με τα συστήματα των ΨΔΑΠ, πριν από την έναρξη των παρεμβάσεων. Στις μελέτες που χρησιμοποίησαν το λογισμικό Wii Fit Plus επιλέχθηκαν κυρίως παιχνίδια από την ενότητα ισορροπίας (<http://www.wiifit.com/training/balance-games.html>) (Prosperini et al., 2013; Yazgan et al., 2019), ή που στόχευαν, κατά την εκτίμησή των ερευνητών, στην εξάσκηση ισορροπίας (Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012). Το Wii Fit Plus περιέχει όλες τις πρωτότυπες δραστηριότητες του Wii Fit, συν δεκαπέντε επιπλέον παιχνίδια ισορροπίας και αεροβικής άσκησης και έξι ασκήσεις γιόγκα και εξάσκησης δύναμης. Στην μελέτη των Robinson και συν. (2015), επιλέχθηκαν εκείνα τα παιχνίδια από το Wii Fit που βρέθηκαν να αντικατοπτρίζουν τις κοινές παραδοσιακές ασκήσεις, που συνήθως χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν την ισορροπία. Η προπόνηση για την ομάδα ΨΔΑΠ της μελέτης των Kramer και συν. (2014) αποτελείτο από παιχνίδια του πακέτου Wii Sports/Sports Resort/Fit. Μάλιστα, εκτός από αυτά που εκτελούνται με μετατοπίσεις του σώματος για τον έλεγχο του avatar, συμπεριέλαβαν και παιχνίδια που απαιτούν κινήσεις χεριών. Οι Brichetto και συν. (2013) εκτέλεσαν και αυτοί παιχνίδια από το τυπικό λογισμικό Nintendo Wii, αλλά λιγότερα από τους προαναφερόμενους.

Στην μελέτη των Gutiérrez και συν. (2013), τα παιχνίδια που τελικά επιλέχθηκαν ήταν τρία: το Kinect Sports®, το Joy Ride® και το Adventures®, και αφορούσαν εργασίες όπως ρίψεις, χτυπήματα και πιασίματα αντικειμένων με διάφορα μέρη του σώματος, αποφυγή αντικείμενων, υπερνίκηση εμποδίων, μίμηση στάσεων ή διαχείριση εικονικών στοιχείων που ευνοούν βασικές πτυχές του ορθοστατικού ελέγχου σε διαφορετικές θέσεις σε μια βαθμιαία κλίση δυσκολίας (Gutiérrez et al., 2013). Οι Tollár και συν. (2020) χρησιμοποίησαν καθημια από τις τρεις ενότητες του βασικού συστήματος Xbox 360® (Kinect Adventures video game; Microsoft Co., Redwood, WA), όπου η ομάδα ΨΔΑΠ, εκτέλεσε αισθητηριακή και οπτική εκπαίδευση ευκινησίας (Tollár et al., 2020).



Με το σύστημα αποκατάστασης RemoniEM η ομάδα ΨΔΑΠ τα τελευταία 15 λεπτά της παρέμβασης, εκτέλεσαν τρία σενάρια παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας (Lozano-Quilis et al., 2014). Με το σύστημα Homebalance® ασκήθηκαν με δύο θεραπευτικά παιχνίδια κατά τα οποία μετακινούσαν ένα είδωλο-avatar μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους του σώματός τους (Novotna et al., 2019). Το Balance trainer που ήταν το δεύτερο σύστημα ΨΔΑΠ στην μελέτη των Yazgan και συν. (2019), περιείχε τέσσερα σενάρια παιχνιδιών, τα οποία αφορούσαν ασκήσεις ισορροπίας προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Σε κατ'οίκον πρόγραμμα αποκατάστασης με το step training, οι συμμετέχοντες έπαιξαν με δύο βιντεοπαιχνίδια, μια τροποποίηση του χορευτικού παιχνιδιού ανοιχτού κώδικα DDR Stepmania (www.stepmania.com) (Schoene et al., 2013) και ένα δεύτερο, όπου ο χρόνος αντίδρασης επιλογής βήματος του ασκούμενου, απαιτεί γρήγορα, ακριβή βήματα και με τα δύο πόδια (Hoang et al., 2016). Με το σύστημα CAREN (Kalron et al., 2016), εκτέλεσαν δύο σενάρια παιχνιδιών, κατά τη διάρκεια των οποίων, οι συμμετέχοντες φορούσαν μια ζώνη ασφαλείας που δεν υποστήριζε κανένα σωματικό βάρος. Επιπρόσθετα, ένας φυσιοθεραπευτής στεκόταν πίσω από τον ασθενή που τον προστάτευε από τυχόν πτώση. Τέλος, στην μελέτη των Khalil και συν. (2018), έξι σενάρια παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας, που στόχευαν τα ελλείμματα ισορροπίας σε άτομα με ΣκΠ, αφορούσαν την παρέμβαση και υπήρχε άμεση οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση της απόδοσης. Περιγραφή όλων των προαναφερόμενων παιχνιδιών ακολουθεί στον πίνακα 2.

**Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των παιχνιδιών ανά σύστημα ΨΔΑΠ, που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης**

Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
Nintendo		
Penguin Slide	Γείρετε το σώμα σας αριστερά και δεξιά στο Wii Balance Board για να γείρει το παγόβουνο και να πιάσετε ψάρια	Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Yazgan et al., 2019.
Ski Slalom	Οι παίκτες κινούνται αριστερά και δεξιά για να μετακινήσουν το σκι τους ανάμεσα από τα βέλη σε μια πίστα σλάλομ. Μπορούν επίσης να κλίνουν προς τα εμπρός για να επιταχύνουν	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019.
Perfect 10	Κουνάω τους γοφούς πίσω, εμπρός, αριστερά ή δεξιά για να φτάσω μέχρι τον δεδομένο αριθμό	Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012.
Table Tilt ή/και Table Tilt+	Γείρετε το σώμα σας αριστερά, δεξιά, προς τα εμπρός και προς τα πίσω για να βάλετε τις μπάλες στις τρύπες.	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019.
Soccer Heading, Heading	Αποκρούστε με το κεφάλι τις μπάλες του ποδοσφαίρου, αλλά αποφύγετε τα υπόλοιπα αντικείμενα	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019.
Snowboard Slalom	Κατάβαση με Snowboard κάνοντας ελιγμούς ανάμεσα από τους πασσάλους	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012.
Balance Bubble ή/και Balance Bubble+	Καθοδηγήστε το Mii σας με ασφάλεια σε ένα ποτάμι γέροντας προς τα αριστερά, δεξιά, μπροστά και πίσω.	Cimino et al., 2020; Kramer et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Yazgan et al., 2019.
Tightrope tension, Tightrope walk	Το Mii πρέπει να περπατήσει στο σχοινί, και για να ξεπεράσει τα εμπόδια στο δρόμο του, πρέπει να περπατήσει. Ο άνεμος δυσκολεύει τον παίκτη να ανακτήσει την ισορροπία του	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015.



Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
Skateboard arena	Γείρετε αριστερά και δεξιά για να στρίψετε και να σπρώξετε το skateboard αφαιρώντας το ένα πόδι από τον πίνακα ισορροπίας και στη συνέχεια τοποθετώντας το πίσω, σαν να χρησιμοποιείτε πραγματικό skateboard. Μπορείτε επίσης να πηδήσετε, να εκτελέσετε κόλπα και να κάνετε πατινάζ πάνω από τις λαμπερές λωρίδες για να κερδίσετε πόντους εντός του χρονικού ορίου	Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012.
Zazen ή Lotus Focus	Η προϋπόθεση είναι να μείνετε ακίνητοι στον πίνακα ισορροπίας και να εστιάσετε στο κερί μέχρι να καεί	Brichetto et al., 2013; Prosperini et al., 2013.
Rhythm Boxing	Χτυπήματα με γροθιές σε συγκεκριμένο ρυθμό με την συμμετοχή βημάτων. Χρησιμοποιεί το Wii Remote	Robinson et al., 2015
Basic Step	Ο παίκτης πρέπει να πατήσει και να βγει από το Wii Balance Board σε συντονισμό με τα βήματα που εμφανίζονται στην οθόνη. Κόκκινα: βήμα εμπρός και προς τα πίσω, Μπλε : Βήμα αριστερά και δεξιά	Robinson et al., 2015.
Hula Hoop	Περιστρέψτε τους γοφούς για να περιστραφεί το στεφάνι. Γείρετε το σώμα σας αριστερά και δεξιά για να πιάσετε το στεφάνι. Άσκηση αεροβικής	Robinson et al., 2015.
Torso Twist	Στροφές του κορμού με έμφαση στους πλευρικούς κοιλιακούς μύες. Άσκηση ενδυνάμωσης	Robinson et al., 2015.
Rowing Squats	Κωπηλατική κίνηση χεριών με ταυτόχρονη βύθιση του σώματος για ενδυνάμωση των μυών του μηρού και της πλάτης ώστε να αποκτήσετε σωστή στάση σώματος. Άσκηση ενδυνάμωσης	Robinson et al., 2015.
Table Tennis	Επιτραπέζια αντισφαίριση με στόχο να περάσει το μπαλάκι πάνω από το δίχτυ και να αναπηδήσει στο τραπέζι του αντιπάλου	Kramer et al., 2014.
Tennis	Ο στόχος του παιχνιδιού είναι να περάσει την μπάλα πάνω από το δίχτυ και να την αναπηδήσει δύο φορές στο αντίπαλο γήπεδο	Kramer et al., 2014.
Boxing	Προπόνηση σε σάκο του Box, αποφυγή, ρίψη γροθιών	Kramer et al., 2014.
Archery	Ο παίκτης πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα τόξο και ένα βέλος και να προσπαθήσει να χτυπήσει τους στόχους	Kramer et al., 2014.
Sword Fight	Με ένα σπαθί (κίνηση χεριών), προσπαθεί να χτυπήσει έναν αντίπαλο	Kramer et al., 2014.



Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
Tilt city	Γείρετε το σώμα σας για να μετακινήσετε τις μπάλες προς τους σωλήνες του χρώματος τους	Kramer et al., 2014.
Penguin picnic	Δεν αναφέρετε στο software των Wii Sports/Sports Resort/Fit παιχνιδιών	Kramer et al., 2014.
RemoniEM		
TouchBall	Άγγιγμα των εικονικών αντικειμένων με τα χέρια, πριν εξαφανιστούν, διατηρώντας τα πόδια σε προκαθορισμένη ζώνη. Τα εικονικά αντικείμενα εμφανίζονται σε διαφορετικά ύψη και στις δύο πλευρές του ασθενούς. Καταγράφονται οι επιτυχίες και οι αποτυχίες εντός του προκαθορισμένου χρονικού ορίου	Lozano-Quilis et al., 2014.
TakeBall	Μετακίνηση των εικονικών αντικειμένων, πριν εξαφανιστούν, από την αρχική θέση σε μια τελική θέση με τα δύο χέρια. Καταμετρούνται οι επιτυχίες και οι αποτυχίες εντός του προκαθορισμένου χρονικού ορίου	Lozano-Quilis et al., 2014.
StepBall	εικονικά αντικείμενα εμφανίζονται στο επίπεδο του εδάφους στις δύο πλευρές του ασθενούς. Ο ασθενής πρέπει να πατήσει τα εικονικά αντικείμενα πριν εξαφανιστούν. Σε δύσκολο επίπεδο ο ασθενής δεν πρέπει να ακουμπήσει κάποια εμπόδια που εμφανίζονται μεταξύ των ποδιών και του εικονικού αντικειμένου. Καταγράφονται οι επιτυχίες και οι αποτυχίες εντός του προκαθορισμένου χρονικού ορίου	Lozano-Quilis et al., 2014.
Homebalance®		
σκακιέρα	Μετακίνηση ενός avatar μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους του σώματος, όπου η θεραπευτική εργασία μπορεί να ρυθμιστεί σε διαφορετικές θέσεις / κατευθύνσεις	Novotna et al., 2019.
πλανήτες	Μετακίνηση ενός avatar μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους του σώματος,, όπου ο θεραπευτικός στόχος είναι η αύξηση των ορίων σταθερότητας σε συνδυασμό με γνωστική εκπαίδευση (θυμηθείτε τη σειρά των πλανητών)	Novotna et al., 2019.
Balance trainer (THERA Trainer balo)		
Collect Apples	εκτελέστε ασκήσεις ισορροπίας σε διαφορετικές κατευθύνσεις, μαζεύοντας μήλα	Yazgan et al., 2019.
Outline	εκτελέστε ασκήσεις ισορροπίας σε διαφορετικές κατευθύνσεις	Yazgan et al., 2019.



Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
Paddle War	εκτελέστε ασκήσεις ισορροπίας σε διαφορετικές κατευθύνσεις, προσπαθώντας να χτυπήσει η μπίλια στην μπάρα	Yazgan et al., 2019.
Evaluation of Movement games	εκτελέστε ασκήσεις ισορροπίας σε διαφορετικές κατευθύνσεις	Yazgan et al., 2019.
Step training system		
Τροποποιημένο παιχνίδι Dance Dance Revolution (DDR) Stepmania.	βιντεοπαιχνίδι ρυθμού που απαιτεί να πατήσεις πάνω σε μια βάση με σημάδια (χαλί) όσο το δυνατόν ακριβέστερα, τόσο από άποψη κατεύθυνσης όσο και συγχρονισμού, ενώ συγχρονίζονται οι βηματικές αποκρίσεις σε ερεθίσματα (βέλη) που παρουσιάζονται στην οθόνη, αποφεύγοντας τις βόμβες	Hoang et al., 2016.
Choice stepping reaction time (CSRT)	Χρόνος αντίδρασης επιλογής βήματος που απαιτεί γρήγορα, ακριβή βήματα και με τα δύο πόδια. Στην οθόνη φαίνεται μια γραφική παρουσίαση των βελών από τη βάση (χαλί). Η κατεύθυνση του βήματος υποδεικνύεται από ένα βέλος που αλλάζει το χρώμα του. Περπάτησε όσο το δυνατόν γρηγορότερα στο αντίστοιχο βέλος της βάσης και επέστρεψε στο κέντρο	Hoang et al., 2016.
Xbox360® Microsoft® Kinect		
Kinect Sports®	Το παιχνίδι είναι μια συλλογή από έξι αθλητικές προσομοιώσεις και οκτώ μίνι-παιχνίδια. οι παίκτες ανταγωνίζονται μμούμενοι δράσεις που εκτελούνται σε πραγματικά αθλήματα, όπως ρίψη ακοντίου ή κλοτσιές ποδοσφαίρου. Αθλήματα: Bowling, Boxing, Track & Field, Table Tennis, Soccer, Beach Volleyball. Το Track & Field είναι μια συλλογή από πέντε ξεχωριστές εκδηλώσεις. Κάθε εκδήλωση μπορεί να παιχτεί ξεχωριστά (εντός της περιοχής Mini Games) ή συλλογικά ως pentathlon . Μίνι παιχνίδια: (bowling)-One Bowl Roll, Pin Rush, (Table Tennis)- Paddle Panic, Rally Tally, (Soccer)- Super Saver, Target Kick, (Beach Volleyball)- Bump Bash, Body Ball	Gutiérrez et al., 2013.
Joy Ride®/ είδωλο (avatar) ένα άτομο	το παιχνίδι ελέγχεται από τον παίκτη που κρατά τα χέρια του σαν να κρατά ένα αόρατο τιμόνι και να το χειρίζεται σαν να οδηγεί. Η ώθηση των γοφών προς τα εμπρός επιτρέπει στον παίκτη να οδηγεί, τραβώντας το τιμόνι προς το σώμα του και στη συνέχεια σπρώχνοντας το προς τα εμπρός παράγει μια κίνηση turbo. Οι παίκτες μπορούν να εκτελέσουν διάφορα κόλπα, όπως περιστροφές και σπινιαρίσματα για επιπλέον πόντους. Στην πορεία ξεκλειδώνονται νέα στυλ παιχνιδιού όπως Races, Battles, Stunt, Trick και άλλα	Gutiérrez et al., 2013.



Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
Adventures®	<p>Είναι μια συλλογή από πέντε μίνι παιχνίδια περιπέτειας και αθλημάτων:</p> <ul style="list-style-type: none">• River Rush: ένας ή δύο παίκτες στέκονται σε μια σχεδία και προσπαθούν να συλλέξουν αντικείμενα. Η σχεδία ελέγχεται με το πάτημα προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά για οδήγηση και με άλματα για να κάνει την σχεδία να πηδήξει.• Rally Ball: Παρόμοιο με την χειροσφαίριση. Οι παίκτες χρησιμοποιούν τα άκρα και τα κεφάλια τους για να χτυπήσουν μπάλες σε μπλοκ και στόχους που βρίσκονται στο τέλος ενός εικονικού διαδρόμου.• Reflex Ridge: Ένας ή δύο παίκτες (σε διαχωρισμένη οθόνη) αγωνίζονται σε μια κινούμενη πλατφόρμα, πηδούν πάνω από εμπόδια, γέρνουν μακριά από εμπόδια και σκύβουν για να αποφύγουν να χτυπήσουν το κεφάλι τους σε χαμηλές δοκούς.• Space Pop: Οι παίκτες προσπαθούν να σκάσουν τις φυσαλίδες αγγίζοντας τις. Χρησιμοποιεί βάθος, απαιτώντας από τους παίκτες να κινηθούν προς και μακριά από τον αισθητήρα. Για να κινηθούν προς τα πάνω, χτυπούν τα χέρια τους και για να παραμείνουν στο τρέχον ύψος, οι παίκτες κρατούν τα χέρια τους προς τα πλάγια.• 20,000 Leaks: Σε ένα γυάλινο υποβρύχιο ψάρια, καρχαρίες κλπ. του προκαλούν ρωγμές και οι παίκτες καλούνται να κλείσουν αυτές τις ρωγμές με τα άκρα και τα κεφάλια τους.	Gutiérrez et al., 2013; Tollár et al., 2020.
Caren		
1 ^ο παιχνίδι: road scene	<p>Σε όρθια στάση, με στόχο να διατηρηθεί η ισορροπία του παίχτη σε απάντηση στις αλλαγές της κλίσης ή της κατεύθυνσης του δρόμου που εμφανίζεται μπροστά του. Ο δρόμος είναι οριοθετημένος στις δύο πλευρές από τοίχους και έχει επίπεδα και ανώμαλα τμήματα, δεξιές και αριστερές κλίσεις. Το μήκος του δρόμου είναι 1230 m. Η προεπιλεγμένη ταχύτητα του δρόμου ορίστηκε στα 30 m / min, που ισούται με 1,8 km / h.</p>	Kalron et al., 2016.
2 ^ο παιχνίδι	<p>Αναχαίτιση 18 κινούμενων στόχων (μιας χρωματιστής μπάλας Διαμέτρου 12,5 cm) πάνω από το δρόμο. Οι στόχοι εμφανίζονται ένας κάθε φορά, σε προκαθορισμένα σημεία κατά μήκος του δρόμου, εναλλάξ στη δεξιά και την αριστερή πλευρά του ατόμου στην οθόνη. Κάθε μπάλα εμφανίζεται για 5 δευτερόλεπτα και μετά εξαφανίζεται (εκτός αν αναχαιτιστεί) Μετά την αναχαίτιση μιας μπάλας, το υποκείμενο έχει οδηγίες να επιστρέψει στην «αρχική θέση»</p>	Kalron et al., 2016.
Microsoft Kinect+ WBBS		
είδωλο (avatar) ένα ελικόπτερο	<p>Οδήγησε το ελικόπτερο πάνω-κάτω για να συλλέξεις νομίσματα και απόφυγε τα εμπόδια με κάθισμα από όρθια θέση και το αντίστροφο (Σε μια καρέκλα). Στα υψηλότερα επίπεδα του παιχνιδιού, πρέπει να αποφεύγονται διάφορα εμπόδια</p>	Khalil et al., 2018.



Κονσόλα - σύστημα ΨΔΑΠ / παιχνίδι	Περιγραφή παιχνιδιού	Μελέτη που το συμπεριέλαβε
είδωλο (avatar) ένα ελικόπτερο	Οδήγησε το ελικόπτερο πάνω-κάτω για να συλλέξεις νομίσματα και απόφυγε τα εμπόδια με βυθίσματα και το αντίστροφο. Στα υψηλότερα επίπεδα του παιχνιδιού, πρέπει να αποφεύγονται διάφορα εμπόδια	Khalil et al., 2018.
Φτάσε το μπαλόνι/ με είδωλο (avatar) έναν άνθρωπο που περπατάει	Άγγιξε τα εικονικά μπαλόνια από έκταση προς τα επάνω ενώ στέκεστε εντός καθορισμένου χρονικού διαστήματος. Τα μπαλόνια εμφανίζονται τυχαία και στις δύο πλευρές της οθόνης	Khalil et al., 2018.
Πέρνα το εμπόδιο/ με είδωλο (avatar) έναν άνθρωπο που περπατάει	Σταμάτησε τη σύγκρουση των εικονικών ποδιών με εικονικά εμπόδια (π.χ. μπανάνα στο πάτωμα) σηκώνοντας το σωστό πόδι την κατάλληλη στιγμή και στη συνέχεια επέστρεψε το στην αρχική του θέση. Τα εμπόδια εμφανίζονται σε ελεγχόμενο ύψος και συχνότητα	Khalil et al., 2018.
Είδωλο (avatar) έναν σκιέρ	Μετατοπίζοντας ανάλογα το σωματικό σου βάρος αριστερά και δεξιά ενώ στέκεσαι στο πίνακας ισορροπίας wii, κάνε σκι σε μια πίστα, σύλλεξε νομίσματα και απόφυγε εμπόδια	Khalil et al., 2018.
Είδωλο (avatar) ένα ελικόπτερο	οδήγησε το ελικόπτερο πάνω-κάτω για να συλλέξεις νομίσματα και απέφυγε εμπόδια ανεβαίνοντας στα δάχτυλα των ποδιών σου και επιστρέφοντας στην αρχική θέση (μετατόπιση του σωματικού βάρους σε προσθιοπίσθιες κατευθύνσεις)	Khalil et al., 2018.

Σημείωση: Τα παιχνίδια Plus που φέρουν την ένδειξη † είναι αναδημιουργίες των παιχνιδιών από το αρχικό Wii Fit.



β) Ομάδες ελέγχου

Στην πιλοτική μελέτη παρατήρησης των Cimino και συν. (2020), δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου. Σε κάποιες, οι ομάδες ελέγχου αφορούσαν είτε τυπικά προγράμματα άσκησης (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014) είτε ομάδα ελέγχου χωρίς παρέμβαση (Hoang et al., 2016; Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019), είτε και τα δύο (Robinson et al., 2015). Σε μια μελέτη υπήρχαν δύο ομάδες διαφορετικών βιντεοπαιχνιδιών και ομάδα ελέγχου χωρίς παρέμβαση (Yazgan et al., 2019). Σε αυτή και των Nilsagård και συν. (2012), προτάθηκε στις ομάδες ελέγχου να εκτελέσουν το αντίστοιχο πρόγραμμα με τα ΨΔΑΠ μετά το πέρας της παρέμβασης. Μια άλλη αφορούσε παρέμβαση διασταύρωσης 2 περιόδων των 12 εβδομάδων (Prosperini et al., 2013). Οι Kalron και συν. (2016) για να προσομοιάσουν το πρόγραμμα ΨΔΑΠ με το πρόγραμμα τυπικών δραστηριοτήτων ισορροπίας, στην ομάδα ελέγχου για τις στατικές ασκήσεις του ορθοστατικού ελέγχου χρησιμοποίησαν κομμάτια ασταθούς αφρώδους υλικού και για τις ασκήσεις διαταραχής ισορροπίας μια ασταθή βάση π.χ. ένα ταμπλό ενώ ο φυσιοθεραπευτής έσπρωχνε σκόπιμα την κορυφή της σανίδας προς τα κάτω, σε διαφορετικά σημεία και σε διάφορες ταχύτητες, για να μειωθεί η σταθερότητα των βάσεων στήριξης. Στην μελέτη των Kramer και συν. (2014), οι ομάδες ελέγχου αφορούσαν είτε βασικό πρόγραμμα εξάσκησης ισορροπίας, είτε ασκήσεις ισορροπίας πάνω στην ασταθή πλατφόρμα Posturomed, για να εκτιμηθεί κατά πόσον οι βελτιώσεις της κατάρτισης οφείλονται στο συνδυασμό της εργασίας των ΨΔΑΠ και τις προστιθέμενες στάσεις του Posturomed στην ομάδα ΨΔΑΠ ή απλώς λόγω της προπόνησης Posturomed (Kramer et al., 2014). Τέλος στην μελέτη των Tollár και συν. (2020), συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα 5 ομάδων: ΨΔΑΠ, ασκήσεων ισορροπίας, εξάσκησης με στατικό ποδήλατο, ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης με τον οδηγό Bobath και μιας τυπικής ομάδας ελέγχου αναμενόμενης περίθαλψης. Οι ομάδες ελέγχου έλαβαν προγράμματα εξάσκησης δύναμης, ιδιοδεκτικότητας, βάδισης, καθώς και ασκήσεις ευλυγισίας ή ασκήσεις σε πλατφόρμα ισορροπίας, ίδιας συχνότητας και διάρκειας με αυτές των ΨΔΑΠ πλην μιας μελέτης (Gutiérrez et al., 2013), στην οποία η ομάδα ΨΔΑΠ ασκήθηκε για 4 συνεδρίες/βδομάδα, 20 λεπτά/συνεδρία ενώ η ομάδα ελέγχου ασκήθηκε για 2 συνεδρίες/βδομάδα, 40 λεπτά/συνεδρία και οι δύο για δέκα εβδομάδες. Σε αυτές όπως παρατηρούμε ο συνολικός χρόνος εξάσκησης είναι ο ίδιος (βλ. Πίνακα 1).



Μέτρα – εργαλεία αξιολόγησης

Όπως προαναφέρθηκε στους λειτουργικούς ορισμούς της ανασκόπησης, σε πολλές περιπτώσεις οι όροι «ισορροπία» και «ορθοστατικός έλεγχος» χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Πιο συγκεκριμένα, στο κλινικό περιβάλλον ο όρος «ισορροπία» χρησιμοποιείται πιο συχνά. Υπάρχουν πολλά κλινικά εργαλεία (για παράδειγμα, Berg Balance Scale) που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ισορροπίας, τα οποία όμως υπόκεινται σε συζήτηση όσον αφορά την ευαισθησία, τα σημεία αποκοπής, την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους, όταν αυτά χρησιμοποιούνται με σκοπό την αξιολόγηση της ισορροπίας, κυρίως σε κλινικούς πληθυσμούς όπως τους ασθενείς με ΣκΠ. Ωστόσο όταν πρόκειται για ποσοτικοποίηση δεδομένων σχετικά με τις ιδιότητες της ανθρώπινης ισορροπίας, προτιμάται ο όρος «ορθοστατικός έλεγχος» (Şimşek & Şimşek, 2020).

Υπάρχουν πολλές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης της δυναμικής και στατικής ισορροπίας, είναι όμως γενικά αποδεκτό πως κανένα από αυτά δεν μπορεί να σταθεί μόνο του για να εκτιμήσει όλα τα συστατικά της ισορροπίας. Ακολούθως, στις μελέτες της ανασκόπησης εκτός από τις κλίμακες – δοκιμές (βλ. πίνακα 4), εκτελέστηκαν και δοκιμές αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου με σύγχρονα εργαλεία (βλ. πίνακα 3) για να αξιολογηθεί πιο σφαιρικά η ισορροπία των συμμετεχόντων σε δυναμικές και στατικές συνθήκες. Παρακάτω ακολουθεί μια πιο εκτενής περιγραφή των εργαλείων και των κλιμάκων – δοκιμασίες που εφαρμόστηκαν στους ασθενείς των μελετών της ανασκόπησης.

α) Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης και μέτρησης ισορροπίας

Για την αξιολόγηση του ορθοστατικού ελέγχου, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά εργαλεία στις μελέτες της ανασκόπησης, όπως 1) οι δυναμοπλατφόρμες: α) η Forceplate Leonardo GRFP (Novotec Medical GmbH, Durlacher St 35, 75172 Pforzheim, Germany) (Kramer et al., 2014), β) η Posture Evaluation Platform (Med-Eval Co., Budapest, Hungary) (Tollár et al., 2020), γ) η μονοαξονική δυναμοπλατφόρμα ProKin (TecnoBody, Bergamo, Italy; <http://www.tecnobody.it>) (Prosperini et al., 2013), δ) η Kistler™ (Model 9286AA, Kistler, Alton, UK) (Robinson et al., 2015), ε) το σύστημα computerised dynamic posturography (CDP) Smart Equitest® (NeuroCom International Inc., OR, USA) (Gutiérrez et al., 2013), 2) μια ασταθής επιφάνεια, η λεγόμενη Posturomed (Haider Bioswing, Dechantseeser St 4, 95704 Pullenreuth, Germany) (Kramer et al., 2014), 3) ένα ταλαντόμετρο (Hoang et al., 2016), 4) μια σταμπιλομετρική πλατφόρμα BPEX (Brichetto et al., 2013), 5) ένας καινοτόμος ηλεκτρικός



διάδρομος με το σύστημά του, Zebris FDM-T Treadmill data (Zebris® Medical GmbH, Germany) (Kalron et al., 2016) και 6) το σύστημα Neurocom Balance Manager σε συνδυασμό με την τροποποιημένη κλινική δοκιμή αισθητηριακής αλληλεπίδρασης στην ισορροπία - mCTSIB (modified clinical test of sensory interaction on balance) (Cimino et al., 2020).

Παρακάτω θα αναφερθούν πιο αναλυτικά οι μετρήσεις που έγιναν με την χρήση των προαναφερόμενων εργαλείων, για τον υπολογισμό των παραμέτρων του Κέντρου Πίεσης (CoP), (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Hoang et al., 2016; Kalron et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020), του ορθοστατικού ελέγχου κατά την μονοποδική και διποδική στήριξη σε ασταθή και σταθερή πλατφόρμα (Kramer et al., 2014), της εμπλοκής των αισθητηριακών συστημάτων στον έλεγχο της ισορροπίας (Gutiérrez et al., 2013), του χρόνου λήψης απόφασης και του χρόνου εκτέλεσης κίνησης (Hoang et al., 2016).

**Πίνακας 3. Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης και μέτρησης ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης**

Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης της ισορροπίας / Μελέτη που τα χρησιμοποίησε	Δοκιμασίες που εκτελέστηκαν	Παράμετροι που αξιολογήθηκαν
Πλατφόρμα BPEX Brichetto et al. (2013).	Με την χρήση της πλατφόρμας BPEX ποσοτικοποιήθηκε η στατική αξιολόγηση των εξεταζόμενων σε συνθήκες ανοικτών και κλειστών ματιών. Κάθε συνθήκη αφορούσε τρεις δοκιμές των 30", με διάλλειμα 30" μεταξύ κάθε δοκιμής.	CoP sway area (mm ²).
Σύστημα Smart EquiTest: αποτελείται από την Σουίτα λογισμικού NeuroCom® Balance Manager®, μια δυναμική πλατφόρμα (περιστροφής και μετατόπισης), οθόνη LCD 15 ιντσών με κινητό οπτικό περιβάλλον, εναέρια μπάρα στήριξης, υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows, οθόνη LCD 17 ιντσών κλπ. Η Computerised dynamic posturography (CDP) είναι μια μη επεμβατική τεχνική κλινικής αξιολόγησης που μπορεί να ποσοτικοποιήσει τις αισθητηριακές (οπτική, αιθουσαία και σωματοαισθητηριακή) και τις κινητικές λειτουργίες, που εμπλέκονται στον έλεγχο της ισορροπίας. Το σύστημα SMART EquiTest χρησιμοποιεί την CDP που αποτελείται από το Sensory Organisation Test (SOT), το Motor Control Test (MCT) κλπ. Gutiérrez et al. (2013).	Sensory Organization Test (SOT): παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη συμμετοχή και τη χρήση κάθε αισθητήριου συστήματος όσον αφορά τη διατήρηση της σωστής ισορροπίας. Οι συμμετέχοντες πρέπει να διατηρήσουν ένα σταθερό κέντρο βαρύτητας σε 3 διαδοχικές επαναλήψεις των 20" για τις 6 συνθήκες της δοκιμής. Στις τρεις πρώτες συνθήκες, η πλατφόρμα παρέμεινε σταθερή. Στις άλλες 3 πρόσθεσαν μια κίνηση στην πλατφόρμα που επηρέαζε την πρόσθια ταλάντωση. Τα άτομα συμμετείχαν με τα μάτια τους ανοιχτά, κλειστά και με κινητό οπτικό περιβάλλον. Motor Control Test (MCT): αξιολογεί την ικανότητα του αυτόματου κινητικού συστήματος να ανακάμψει γρήγορα μετά από μια απροσδόκητη εξωτερική διαταραχή. Ακολουθίες μικρών, μεσαίων ή μεγάλων μεταβολών της κατεύθυνσης της πλατφόρμας προς τα εμπρός και προς τα πίσω προκαλούν αυτόματες ορθοστατικές απαντήσεις. Οι συμμετέχοντες διατηρούν τα μάτια ανοιχτά και η οθόνη παραμένει ακίνητη σε όλη την διάρκεια της δοκιμής.	Οι εξαρτημένες μεταβλητές για το SOT αποτέλεσαν τη βαθμολογία CES (Composite Equilibrium Score), την αισθητηριακή ανάλυση, και τις αισθητηριακές αναλογίες (σωματοαισθητηριακή, οπτική, αιθουσαία, οπτικής προτίμησης). Η CES ποσοτικοποίησε την ταλάντωση του KB σε καθεμία από τις έξι αισθητηριακές συνθήκες σε τρεις διασταυρωμένες δοκιμές Η CES και ο σταθμισμένος μέσος όρος και των 6 επιμέρους βαθμολογιών χαρακτήρισαν το συνολικό επίπεδο απόδοσης. Τιμές κοντά σε 100% υπέδειξαν ελεγχόμενη εξισορρόπηση, και εκείνες που βρίσκονταν κοντά στο 0% δήλωναν πτώση. Ο χρόνος καθυστέρησης – latency (ms) μεταξύ της έναρξης μεταβολής και της έναρξης της ορθοστατικής αντίδρασης υπολογίστηκαν από το MCT. Μεγαλύτερες βαθμολογίες σημαίνουν χειρότερη απόδοση.
Μονοαξονική δυναμοπλατφόρμα Prokin: αποτελείται από 3 μετρητές πίεσης σε τριγωνική θέση κάτω από μια επιφάνεια διαμέτρου 55 cm, με ρυθμό δειγματοληψίας 20 Hz. Prosperini et al. (2013).	Σε όρθια στατική διποδική στάση πάνω στην δυναμοπλατφόρμα διατήρησης στάσης σε συνθήκη ανοικτών ματιών, με τα χέρια σε χαλαρή θέση στις πλευρές τους και τα πόδια τοποθετημένα στην πλατφόρμα σε σχήμα V (Prosperini, Fortuna, Gianni, Leonardi, & Pozzilli, 2013). Τα αποτελέσματα αφορούσαν τον μέσο όρο 3 διαδοχικών δοκιμών. Η κάθε δοκιμασία διήρκεσε 30".	Το σύνολο των μετατοπίσεων του CoP path.
Η δυναμοπλατφόρμα Leonardo GRFP, είναι μια πλατφόρμα δύναμης αντίδρασης	Πάνω στην δυναμοπλατφόρμα εκτέλεση 6 δοκιμασιών στατικής ισορροπίας, α) 2 δοκιμασίες σε συνθήκες ανοικτών και κλειστών ματιών την στάση	Αξιολογήθηκε η απόδοση εκτέλεσης των δοκιμασιών.



Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης της ισορροπίας / Μελέτη που τα χρησιμοποίησε	Δοκιμασίες που εκτελέστηκαν	Παράμετροι που αξιολογήθηκαν
εδάφους χωρικής ανάλυσης. Το στάνταρ μοντέλο της έχει συνολικές διαστάσεις (μήκος / πλάτος / ύψος) 970 x 970 x 70 mm και διαστάσεις περιοχής προπόνησης 660 x 660 x 70 mm. Αποτελείται από 8 αισθητήρες δύναμης με ρυθμό δειγματοληψίας ανά αισθητήρα τα 800 Hz. Kramer et al. (2014).	Rombreg και β) 4 δοκιμασίες μονοποδικής στάσης: στο προτιμώμενο πόδι με ανοικτά και κλειστά μάτια, στο μη προτιμώμενο πόδι, στο προτιμώμενο πόδι με πρόσθετη εργασία πληκτρολόγησης μιας δεδομένης ακολουθίας τυχαίων αριθμών σε κινητό τηλέφωνο. Οι εξεταζόμενοι προσπάθησαν καθ' όλη την διάρκεια της εξέτασης να διατηρήσουν την ισορροπία τους για 10". Τα αποτελέσματα αφορούσαν τον μέσο όρο 2 δοκιμών κάθε δοκιμασίας.	
Ασταθής πλατφόρμα Posturomed (περιγραφή της πλατφόρμας στα συστήματα ΨΔΑΠ). Kramer et al. (2014).	Εκτέλεση 4 δοκιμασιών στατικής ισορροπίας, σε διποδική στάση και στάση στο προτιμώμενο πόδι α) χωρίς πρόσθετη εργασία και β) με πρόσθετο αποσταθεροποιητικό έργο (εκτέλεσης ενός χτυπήματος γκολφ με το Wii σε ένα καθορισμένο πλάτος κίνησης και ταχύτητα). Διατήρηση της στάσης για 10" και εκτέλεση των δοκιμασιών 2 φορές.	Αξιολογήθηκε η απόδοση εκτέλεσης των δοκιμασιών.
Η δυναμοπλατφόρμα της Kistler™ (Μοντέλο 9286AA) είναι μια φορητή συσκευή πλάτους 40 εκ., μήκους 60 εκ. και ύψους 3,5 εκ. και ρυθμό δειγματοληψίας 1000 Hz. Robinson et al. (2015).	Παράλληλες ράβδοι τοποθετήθηκαν και στις δύο πλευρές των συμμετεχόντων για λόγους ασφαλείας. Σε όρθια στάση πάνω στην δυναμοπλατφόρμα διατήρηση στάσης με ανοιχτά τα μάτια, κοιτάζοντας έναν μαύρο κύκλο σε απόσταση 3 μέτρα, στο επίπεδο των ματιών. Εκτέλεση για 30", 3 φορές, με 15" διαφορά μεταξύ τους, και στα δύο πόδια ανοικτά στο πλάτος των ώμων. Μετά από ένα διάλειμμα 2 λεπτών, στάση 3 φορές για 15" μόνο στο κυρίαρχο πόδι.	η τυπική απόκλιση και το εύρος των εκτροπών στις προσθιοπίσθιες κατευθύνσεις (mm), η τυπική απόκλιση και το εύρος των εκτροπών στις μεσοπλευρικές κατευθύνσεις σε mm και η ταχύτητα του Κέντρου Πίεσης σε mm.sec ⁻¹ .
Ταλαντόμετρο - Swaymeter Hoang et al. (2016).	Μέτρηση των μετατοπίσεων του σώματος στο επίπεδο της μέσης. Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε από όρθια θέση πάνω στο πάτωμα με τα μάτια ανοικτά και κλειστά.	Sway (mm).
Step pad: η αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε με το σύστημα ΨΔΑΠ που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη (δηλαδή ένα χαλάκι βηματισμού). Hoang et al. (2016).	Choice stepping reaction time (CSRT): οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τα έξι σήματα (πάνελ) της βάσης που απεικονίζονταν στην οθόνη του υπολογιστή(2 κεντρικά πάνελ στάσης, 2 πάνελ για μπροστά βήματα αριστερά και δεξιά και δύο πάνελ για πλευρικά βήματα αριστερά και δεξιά). Με μια τυχαία ακολουθία εμφανιζόταν ένα σήμα – βέλος στην οθόνη και οι συμμετέχοντες έπρεπε να πατήσουν το συντομότερο δυνατό πάνω στο αντίστοιχο πλαίσιο της βάσης και μετά να επιστρέψουν στα κεντρικά πάνελ.	1) CSRT decision time (s), δηλαδή ο χρόνος απόφασης (DT) από την εμφάνιση ερεθίσματος έως την έναρξη της κίνησης (ανύψωση ποδιού), 2) CSRT movement time (s), δηλαδή ο χρόνος κίνησης (MT) από την έναρξη κίνησης (ανύψωση ποδιού) έως το πάτημα του ποδιού στην βάση και 3) CSRT total time (s), δηλαδή ο συνολικός χρόνος απόκρισης, ο οποίος ήταν το άθροισμα των DT και MT.
Σύστημα FDM-T της εταιρίας Zebri: αποτελείται από έναν κυλιόμενο ιμάντα κάτω	Σε όρθια στατική στάση πάνω στον κυλιόμενο ιμάντα του συστήματος με τα πέλματα σε θέση V, τα χέρια πλευρικά κάτω σε χαλαρή θέση, διατήρηση	Με το ειδικό λογισμικό, υπολογίστηκαν οι εξής παράμετροι του Κέντρου Πίεσης (CoP): 1) Ellipse sway area (mm ²), 2) CoP



Σύγχρονα μηχανήματα αξιολόγησης της ισορροπίας / Μελέτη που τα χρησιμοποίησε	Δοκιμασίες που εκτελέστηκαν	Παράμετροι που αξιολογήθηκαν
από τον οποίο υπάρχουν ενσωματωμένοι πολλαπλοί μικροσκοπικοί αισθητήρες υψηλής ανάλυσης και καταγραφής της πίεσης, για την ανίχνευση δυναμικών και χρονικών μεταβολών. Με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού, απεικονίζονται τα δεδομένα σε οθόνη υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο. Kalron et al. (2016).	σταθερής στάσης με μάτια ανοικτά εστιάζοντας σε μια κουκκίδα 1 μέτρο ακριβώς μπροστά τους. Η ίδια στάση εκτέλεση και με μάτια κλειστά (Kalron & Achiron, 2013). Ολοκλήρωση τριών διαδοχικών δοκιμών υπό δύο διαφορετικές συνθήκες, με ένα διάλειμμα 1 λεπτού μεταξύ των δυο συνθηκών. Κάθε συνθήκη επαναλήφθηκε 3 φορές, για 30", ακολουθούμενη από μια περίοδο ανάπαυσης 30". Τα αποτελέσματα αποτέλεσαν οι μέσες τιμές των τριών δοκιμών με ανοικτά και κλειστά μάτια.	path length (mm), 3) Sway rate (mm/s), 4) Μέση κατανομή πίεσης αριστερού και δεξιού ποδιού εκφραζόμενα σε σωματικό βάρος (%).
Posture Evaluation Platform (Δεν αναφέρονται περισσότερες πληροφορίες). Tollár et al. (2020).	Πάνω στη δυναμοπλατφόρμα σε όρθια θέση, σε μια ευρεία και στενή στάση ποδιών, με τα μάτια ανοικτά και κλειστά διατήρηση της στάσης για 20" μετά από μια δοκιμή εξοικείωσης σε κάθε συνθήκη.	CoP path length (mm).
Basic Master Balance: ένα σύστημα της σειράς Neurocom Balance Manager® της εταιρίας Natus, που χρησιμοποιεί μια σταθερή δυναμοπλατφόρμα για τη μέτρηση των κατακόρυφων δυνάμεων για τον υπολογισμό της θέσης του κέντρου βάρους και του ορθοστατικού ελέγχου. Cimino et al. (2020).	Μία από τις δοκιμασίες που υποστηρίζει αυτό το σύστημα είναι και το modified clinical test of sensory interaction on balance -mCTSIB, το οποίο παρέχει ένα μέσο ποσοτικοποίησης του ορθοστατικού ελέγχου υπό διάφορες αισθητηριακές συνθήκες. Εκτελέστηκαν δοκιμασίες σε όρθια στάση σε συνθήκες ανοικτών και κλειστών ματιών, Κάθε συνθήκη αφορούσε τρεις δοκιμές, με διάλειμμα μεταξύ κάθε δοκιμής.	Χάρη σε συγκεκριμένο λογισμικό που ενσωματώνει τα σήματα δύναμης αξιολογήθηκαν οι εξής παραμέτροι του CoP με ανοικτά και κλειστά μάτια: α) total path length (TPL-OE, TPL-CE), β) sway area (SA-OE, SA-CE), γ) mean sway velocity (MSV-OE, MSV-CE).

β) Κλίμακες και κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπίας

Επιπρόσθετα, για την αξιολόγηση της δυναμικής και στατικής ισορροπίας, χρησιμοποιήθηκαν ποικίλες δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης στις μελέτες της ανασκόπησης, με την κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS) να αποτελεί το πιο συχνό διερευνούμενο αποτέλεσμα. Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή τους.

**Πίνακας 4.** Κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες της ανασκόπησης

Κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης ισορροπίας	Περιγραφή κλινικών δοκιμασιών και κλιμάκων αξιολόγησης ισορροπίας	Μελέτη που τα συμπεριέλαβε
Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC)	Διάρκεια: 10 λεπτά Το άτομο αυτό-αξιολογεί το αντιληπτό του επίπεδο εμπιστοσύνης σε σχέση με το επίπεδο ισορροπίας του και την πιθανότητα πτώσης του, κατά την εκτέλεση 16 διαφορετικών καθημερινών δραστηριοτήτων. Αποτελείται από 11 σημεία αξιολόγησης. Οι βαθμολογίες κυμαίνονται από 0 (καθόλου αυτοπεποίθηση) έως 100 (υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης). Ο συνολικός βαθμός διαιρείται με το 16 και έτσι προκύπτει βαθμός της δοκιμασίας ABC.	Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019.
Berg Balance scale (BBS) ή Berg Balance Test (BBT)	Διάρκεια: 15 λεπτά Εξοπλισμός: χρονόμετρο με δείκτη δευτερολέπτων, υποπόδιο μέσου ύψους, ένας χάρακας 5, 12 και 25 εκατοστών, 2 καρέκλες με βραχίονες και χωρίς βραχίονες λογικού ύψους (Lamprouroulou et al., 2016). Αποτελείται από 14 δοκιμασίες ισορροπίας προσδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας. Ο εξεταζόμενος, για κάθε μια επιμέρους δοκιμασία που εκτελεί, βαθμολογείται από «0» (χαμηλότερος βαθμός) έως «4» (υψηλότερος βαθμός) με μέγιστη συνολική βαθμολογία τους 56 βαθμούς (Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Gayton, 1989). Μια βαθμολογία 0-20 δείχνει υψηλή πιθανότητα πτώσης, 21-40 δείχνει μέτρια πιθανότητα πτώσης και 41-56 δείχνει χαμηλή πιθανότητα πτώσης. Ο δοκιμαζόμενος εκτελεί διάφορες καθημερινές δραστηριότητες και αξιολογείται η ποιότητα εκτέλεσης.	Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Gutiérrez et al., 2013; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014; Novotna et al., 2019; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019.
Dynamic Gait Index (DGI)	Χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της δυναμικής ισορροπίας κατά την βάρδιση, με την χρήση οκτώ δοκιμασιών. Βαθμολογείται η ποιότητα απόδοσης από 0-3 (τεσσάρων σημείων), με μέγιστο συνολικό βαθμό το 24 (καλύτερη εκτέλεση).	Nilsagård et al., 2012.
Falls efficacy scale – international (FES-I)	Αυτοαναφερόμενο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του επιπέδου ανησυχίας σχετικά με τις πτώσεις κατά τη διάρκεια 16 καθημερινών δραστηριοτήτων (από βασικές έως πιο απαιτητικές). Η βαθμολογία μπορεί να κυμαίνεται από 16 έως 64. Όσο υψηλότερη είναι, τόσο μεγαλύτερος είναι ο φόβος πτώσης.	Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Novotna et al., 2019.
Four Square Step Test (FSST)	Μετρά την ικανότητα του ατόμου να περάσει πάνω από εμπόδια ύψους 2,5 εκ. Αυτά τοποθετούνται σταυρωτά στο πάτωμα και το άτομο κινείται προς τα εμπρός, προς τα πλάγια και προς τα πίσω σε προκαθορισμένη ακολουθία, ενώ ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας καταγράφεται. Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος που μετράται για την εκτέλεση της δοκιμής, σημαίνει ένα ανώτερο επίπεδο δυνατοτήτων δυναμικής ισορροπίας.	Kalron et al., 2016; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013.
Functional reach test (FRT)	Χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της σταθερότητας του ατόμου μετρώντας τη μέγιστη απόσταση που μπορεί αυτό να φτάσει προς τα εμπρός ενώ στέκεται σε σταθερή θέση. Μια μεγαλύτερη εμβέλεια απόστασης δείχνει βελτιωμένο ορθοστατικό έλεγχο.	Kalron et al., 2016.
Mini-BESTest	Το Mini-BESTest είναι μια πιο σύντομη έκδοση του Balance Evaluation System Test BEST- 36 στοιχείων. Έχει 14 στοιχεία, βαθμολογείται σε κλίμακα από 0 (χαμηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας) έως 2 (υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας), με μια μέγιστη βαθμολογία 28 πόντων. Η δοκιμασία περιλαμβάνει τέσσερις υποκατηγορίες: α) προληπτικό ορθοστατικό έλεγχο, β) αντιδραστικό ορθοστατικό έλεγχο, γ) αισθητηριακό προσανατολισμό και δ) σταθερότητα βάρδισης.	Novotna et al., 2019.



Κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης ισορροπίας	Περιγραφή κλινικών δοκιμασιών και κλιμάκων αξιολόγησης ισορροπίας	Μελέτη που τα συμπεριέλαβε
Single Leg Balance test (SLB)	Ο εξεταζόμενος πρέπει να σταθεί χωρίς βοήθεια στο ένα πόδι και να μετρηθεί ο χρόνος σε δευτερόλεπτα. Οι συμμετέχοντες που δεν μπορούν να εκτελέσουν μονοποδική στήριξη (αριστερό και δεξί πόδι) για τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο ζημιογόνου πτώσης.	Lozano-Quilis et al., 2014.
Timed Chair Stand test (TCS)	Η λειτουργική ισχύς και η ισορροπία μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας το TCS. Ο χρόνος καταγράφεται για μια ακολουθία 10 καθισμάτων - σηκωμάτων από μια καρέκλα, με τη χρήση μπράτσων.	Nilsagård et al., 2012.
Timed Up and Go Test (TUG)	Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της κινητικότητας ατόμων με κινητικά προβλήματα και απαιτεί τόσο στατική όσο και δυναμική ισορροπία (Yazgan et al., 2019). Εξοπλισμός: Μια καρέκλα με βραχίονες (ύψος καθίσματος περίπου 46 εκ., ύψος βραχιόνων περίπου 65 εκ.), μετροταινία, αυτοκόλλητη ταινία, χρονόμετρο. Ο εξεταζόμενος μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα βοήθημα στήριξης. Καταγράφεται ο χρόνος (σε ") που απαιτείται από το άτομο για να σηκωθεί από μια καρέκλα, να βαδίσει με σταθερό και ασφαλή ρυθμό σε ευθεία γραμμή για 3 μέτρα, να κάνει στροφή 180°, να επιστρέψει πίσω και να καθίσει πάλι.	Hoang et al., 2016; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014; Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019; Yazgan et al., 2019.
Tinetti Assessment Tool (TAT) ή Tinetti Balance Scale (TBS) ή Tinetti Mobility Test (TMT)	Εξοπλισμός: Καρέκλα χωρίς βραχίονες, χρονόμετρο, διάδρομος βάδισης (10 μέτρων). Η βαθμολογία γίνεται με βάση την ικανότητα του ασθενούς να εκτελέσει συγκεκριμένες εργασίες, με εύρος 0 (υψηλότερο επίπεδο αδυναμίας) έως 2 (ανεξαρτησία). Οι βαθμολογίες συνδυάζονται για να σχηματίσουν 3 υποκλίμακες. Μια βαθμολογία αξιολόγησης βάδισης (9 δοκιμασίες) με μέγιστο τους 12 πόντους, μια βαθμολογία αξιολόγησης ισορροπίας (7 δοκιμασίες) με μέγιστο τους 16 πόντους και μια βαθμολογία βάδισης και ισορροπίας με μέγιστο τους 28 πόντους. Οι ασθενείς με βαθμολογία κάτω των 19 έχουν υψηλό κίνδυνο πτώσης ενώ στο εύρος 19-24 έχουν μέτριο κίνδυνο πτώσης.	Gutiérrez et al., 2013; Lozano-Quilis et al., 2014; Tollár et al., 2020.



Αποτελέσματα στις κλινικές δοκιμασίες και κλίμακες αξιολόγησης της ισορροπίας

Berg Balance Scale: Στις 9 μελέτες της ανασκόπησης που συμπεριέλαβαν την BBS ως μέτρο αξιολόγησης της ισορροπίας, οι ομάδες ΨΔΑΠ παρουσίασαν βελτίωση στα αποτελέσματα στο τέλος των παρεμβάσεων. Όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες τυπικών δραστηριοτήτων, βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη βελτίωση των αποτελεσμάτων του BBS υπέρ των ομάδων ΨΔΑΠ σε 4 μελέτες (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014) ενώ σε 2 μελέτες (Kalron et al., 2016; Tollár et al., 2020) δεν αναφέρθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στη μελέτη των Brichetto και συν. (2013), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στην BBS ($p < 0.05$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της πειραματικής ομάδας (ΨΔΑΠ), απ' ότι της ομάδας ελέγχου. Στην μελέτη των Khalil και συν. (2018), μια ανάλυση συνδιακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ ($p = 0.012$). Στην μελέτη των Gutiérrez και συν. (2013), μια ανάλυση t-test για εξαρτημένα δείγματα έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης της BBS με τις δύο ομάδες (ΨΔΑΠ, ελέγχου) να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους στην ισορροπία. Στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στην BBS ($p = 0.030$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της πειραματικής ομάδας (ΨΔΑΠ), απ' ότι της ομάδας ελέγχου. Αντίθετα, στην μελέτη των Kalron και συν. (2016), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δεν έδειξε –σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας (ΨΔΑΠ) και της ομάδας ελέγχου στην BBS. Στην μελέτη των Tollár και συν. (2020) οι βελτιώσεις της ομάδας ΨΔΑΠ (30%) και της ομάδας τυπικών δραστηριοτήτων (19%) ήταν εφάμιλλες. Ωστόσο, όταν αυτές συγκρίθηκαν με ομάδες που χρησιμοποιούσαν άλλες μορφές άσκησης (στατικής ποδηλασίας και ασκήσεων ενεργού PNF) παρουσίασαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στην BBS.

Όταν η εκπαίδευση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες χωρίς καμία παρέμβαση, οι βελτιώσεις των ομάδων ΨΔΑΠ υπερέβησαν τις βελτιώσεις των ομάδων χωρίς άσκηση. (Novotna et al., 2019; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019). Στην μελέτη των Yazgan και συν. (2019), ενώ ο έλεγχος Wilcoxon έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση της BBS στις δύο ομάδες ΨΔΑΠ και στην ομάδα ελέγχου, σε περαιτέρω διερεύνηση ο έλεγχος U του Mann–



Whitney έδειξε ότι μετά τη θεραπεία, οι αλλαγές στην BBS βρέθηκαν υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I σε σύγκριση με την ομάδα χωρίς παρέμβαση ($p < 0,001$), υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ II σε σύγκριση με την ομάδα χωρίς παρέμβαση ($p = 0.012$) και τέλος υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I ($p = 0.038$) σε σύγκριση με την ομάδα ΨΔΑΠ II. Στην μελέτη των Nonotna και συν. (2019), μια σημαντική βελτίωση στην αξιολόγηση της BBS παρουσιάστηκε στην ομάδα ΨΔΑΠ τόσο μετά το τέλος της παρέμβασης ($p = 0.001$), όσο και κατά την περίοδο διατήρησης ($p = 0.001$). Για την ομάδα ελέγχου οι βελτιώσεις δεν ήταν σημαντικές ($p = 0.189$). Όταν στην μελέτη συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα μεταξύ των δυο υποομάδων, ασθενών ήπιας έως μέτριας αναπηρίας και ασθενών μέτριας έως σοβαρής αναπηρίας, ο έλεγχος U των Mann-Whitney έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων υπέρ της δεύτερης ομάδας ($p = 0.041$). Στην μελέτη παρατήρησης των Cimino και συν. (2020), η ομάδα ΨΔΑΠ σημείωσε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην BBS ($p = 0.02$) από την αρχική στην τελική μέτρηση.

Timed Up and Go Test (TUG): Στις 6 μελέτες της ανασκόπησης που συμπεριέλαβαν το TUG ως μέτρο αξιολόγησης της κινητικότητας, οι ομάδες ΨΔΑΠ είχαν την τάση να παρουσιάζουν μικρή βελτίωση στις τελικές μετρήσεις των παρεμβάσεων με μια μόνο μελέτη να παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις. Ειδικότερα, στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014) η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική κύρια επίδραση της ομάδας στο TUG ($p = 0.027$), με την ομάδα ΨΔΑΠ να εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων. Στην μελέτη των Khalil και συν. (2018), η σύγκριση δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, αλλά ούτε στην σύγκριση εντός των ομάδων στις δυο χρονικές στιγμές. Τέλος, στις μελέτες των Hoang και συν. (2016), Nilsagård και συν. (2012), Nonotna και συν. (2019), όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες χωρίς καμία παρέμβαση δεν αναφέρθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αντίθετα, στην μελέτη των Yazgan και συν. (2019), βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις του TUG, με τις ομάδες ΨΔΑΠ να εμφανίζουν καλύτερα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ο έλεγχος Wilcoxon έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις δύο ομάδες ΨΔΑΠ I και ΨΔΑΠ II. Σε περαιτέρω διερεύνηση ο έλεγχος U του Mann-Whitney έδειξε ότι μετά τη θεραπεία, οι αλλαγές στο TUG βρέθηκαν υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I ($p = 0,005$) αλλά και στην ομάδα ΨΔΑΠ II ($p = 0.011$) σε σύγκριση με την ομάδα χωρίς παρέμβαση. Συγκρίνοντας τις δυο ομάδες ΨΔΑΠ μεταξύ τους, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Tinetti Test: Στις 3 μελέτες της ανασκόπησης που συμπεριέλαβαν τη δοκιμασία Tinetti ως μέτρο αξιολόγησης της ισορροπίας και του βηματισμού, οι ομάδες ΨΔΑΠ παρουσίασαν βελτιωμένες επιδόσεις στις τελικές μετρήσεις. Ειδικότερα, στην μελέτη των Tollár και συν. (2020) που αφορούσε την σύγκριση τεσσάρων παρεμβάσεων και μιας ομάδας χωρίς άσκηση, μόνο η ομάδα ΨΔΑΠ βελτίωσε το TAT κατά 21% ($p < 0.05$). Παρόμοια, στην μελέτη των Gutiérrez και συν. (2013), όταν η ομάδα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων, παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα στις τελικές μετρήσεις ($p < 0.001$). Επιπρόσθετα, μια ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης αποκάλυψε σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στις βαθμολογίες του TMT ($F = 46.898$, $p < 0.001$), με την ομάδα ΨΔΑΠ να επιτυγχάνει υψηλότερες επιδόσεις. Τέλος, στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014), οι ομάδες ΨΔΑΠ και τυπικών δραστηριοτήτων παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις στις επιδόσεις του TBS ($p = 0.003$), χωρίς να εμφανίσουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p = 0.716$).

Four Square Step Test (FSST): Στις 3 μελέτες της ανασκόπησης που συμπεριέλαβαν το FSST ως μέτρο αξιολόγησης της ισορροπίας, οι ομάδες ΨΔΑΠ παρουσίασαν βελτιωμένες επιδόσεις στις τελικές μετρήσεις. Ειδικότερα, στην μελέτη των Prosperini και συν. (2013), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας X χρόνου στην FSST ($F = 3.745$, $p = 0.034$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της περιόδου ΨΔΑΠ (περίοδος που οι ομάδες χρησιμοποίησαν ΨΔΑΠ), απ' ό,τι της περιόδου παρατήρησης (περίοδος που οι ομάδες ήταν χωρίς παρέμβαση). Σε αντίθεση, οι Nilsagård και συν. (2012) δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τις ομάδας ΨΔΑΠ και της ομάδας χωρίς παρέμβαση στις επιδόσεις της FSST. Τέλος, στην μελέτη των Kalron και συν. (2016), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική κύρια επίδραση του χρόνου ($F = 9.011$, $p = 0.031$), με τις ομάδες ΨΔΑΠ και τυπικών δραστηριοτήτων να εμφανίζουν εφάμιλλες επιδόσεις στην FSST.

FRT, SLB, DGI, TCS, Mini-BESTest: Σε όλες αυτές τις κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπίας οι ομάδες ΨΔΑΠ βελτίωσαν τα αποτελέσματά τους κατά την δεύτερη αξιολόγησή τους. Σε σύγκριση με τις ομάδες χωρίς καμία παρέμβαση, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στα αποτελέσματα του DGI και TCS (Nilsagård et al., 2012). Στην μελέτη των Nonotna και συν. (2019), η ομάδα ΨΔΑΠ εμφάνισε σημαντική βελτίωση στο Mini-BESTest ($p = 0.001$) όταν ολοκλήρωσε την κατ'οίκον παρέμβαση, την οποία διατήρησε και κατά την



περίοδο παρακολούθησης T2 (follow up) διατήρησης ($p=0.001$). Αντίθετα η ομάδες A (EDSS 1.5–4), B (EDSS 4.5–7) και χωρίς καμία παρέμβαση δεν κατάφεραν να βελτιώσουν σημαντικά τις επιδόσεις τους στη δοκιμασία της ισορροπίας μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης T1. Όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων, η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στη δοκιμασία FRT ($F=10.173$, $p=0.009$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ σε σύγκριση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων (Kalron et al., 2016). Στην μελέτη των Lozano-Quilis και συν. (2014), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στη δοκιμασία SLB δεξιού ποδιού ($p=0.033$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση, η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ σε σύγκριση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων στην ικανότητα ισορροπίας μόνο του δεξιού ποδιού, με το αριστερό πόδι να έχει την τάση για καλύτερα αποτελέσματα.

Αποτελέσματα αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου

Γενικά, οι ομάδες ΨΔΑΠ των μελετών που ανασκοπήθηκαν παρουσίασαν βελτίωση στις περισσότερες παραμέτρους των δοκιμών αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου μετά το τέλος των παρεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, στις παραμέτρους μέτρησης του ορθοστατικού ελέγχου βρέθηκαν σημαντικές διαφορές υπέρ των ομάδων ΨΔΑΠ σε 6 μελέτες (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Hoang et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020), ενώ σε 4 μελέτες (Kalron et al., 2016; Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020) δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες χωρίς καμία παρέμβαση, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις του ορθοστατικού ελέγχου υπέρ των παρεμβάσεων ΨΔΑΠ στις επιδόσεις της διποδικής στήριξης (Hoang et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015) της ευρείας στάσης (Tollár et al., 2020), και με τα μάτια ανοιχτά. Στις υπόλοιπες παραμέτρους του CoP, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αξίζει να αναφερθεί πως στην μελέτη των Prosperini και συν. (2013), παρατηρείται διατήρηση της βελτίωσης των τιμών μόνο στο CoPpath στην ομάδα A ακόμη και στο τέλος της περιόδου παρατήρησης (CoPpath T2 – T0 = -8%, $p < 0.05$). Επίσης παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση του συνολικού χρόνου απόκρισης CSRT (Cohen's $f=0.35$,



$p= 0.031$), ταχύτερη λήψη απόφασης CSRT (Cohen's $f=0.33$, $p= 0.041$) και ταχύτερη κίνηση CSRT (Cohen's $f= 0.33$, $p= 0.039$) υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ (Hoang et al., 2016).

Όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες τυπικών δραστηριοτήτων σε 4 μελέτες οι ομάδες βελτιώθηκαν το ίδιο (Kalron et al., 2016; Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε 2 μελέτες υπέρ των ομάδων ΨΔΑΠ (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013). Πιο συγκεκριμένα, στην μελέτη των Brichetto και συν. (2013), η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου στις παραμέτρους μετατόπισης του CoP ($p< 0.05$). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση, η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ σε σύγκριση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων στην διποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά και κλειστά. Στην μελέτη των Gutiérrez και συν. (2013), οι αναλύσεις t-test για εξαρτημένα δείγματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στις επιδόσεις της CES ($p<0.001$), της MCT ($p= 0.005$) και δυο παραμέτρων του SOT, [Αναλογίας Οπτικής Προτίμησης (Visual Preference Ratio) ($p<0.001$) και Αιθουσαίας Αναλογίας (Vestibular Ratio) ($p<0.001$)] για την ομάδα ΨΔΑΠ. Αντίθετα, τα αποτελέσματα σε αυτές τις παραμέτρους δεν ήταν στατιστικά σημαντικά για την ομάδα ελέγχου, η οποία παρουσίασε σημαντική βελτίωση μόνο στην παράμετρο της Σωματοαισθητηριακής Αναλογίας (Somatosensory Ratio) ($p= 0.043$).

Όταν η παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ συγκρίθηκε με τις ομάδες άλλων τύπων άσκησης όσο αφορά τις επιδόσεις τους στον ορθοστατικό έλεγχο, η ομάδα ΨΔΑΠ βελτιώθηκε το ίδιο με την ομάδα ασκήσεων μονής εργασίας σε ασταθή πλατφόρμα (Kramer et al., 2014), ενώ βελτιώθηκε περισσότερο, μόνο στο CoP path length σε συνθήκες ανοιχτών ματιών με ευρεία στάση ποδιών, από τις ομάδες στατικής ποδηλασίας και ασκήσεων ενεργού PNF (Tollár et al., 2020).

Στην μελέτη παρατήρησης των Cimino και συν. (2020), η ομάδα ΨΔΑΠ σημείωσε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε όλες τις παραμέτρους μέτρησης του CoP με ανοικτά μάτια, από την αρχική στην τελική μέτρηση.

Αποτελέσματα στις αυτοαναφερόμενες αξιολογήσεις ισορροπίας

Οι αυτοαναφερόμενες μετρήσεις FES-I (Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Novotna et al., 2019) και ABC (Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019) αξιολογήθηκαν σε 4 από τις 14 μελέτες της ανασκόπησης. Σε μία μόνο μελέτη παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για



φόβο πτώσης ($p=0.021$) (Kalron et al., 2016) υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ, σε σύγκριση με ένα τυπικό πρόγραμμα άσκησης, ενώ δεν αναφέρθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων από τους Khalil και συν. (2018). Όταν συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της ομάδας ΨΔΑΠ με την ομάδα χωρίς καμία παρέμβαση, τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (Nilsagård et al., 2012). Στην σύγκριση μεταξύ των αρχικών μετρήσεων με τις μετρήσεις μετά από 4 εβδομάδες εξάσκησης και μετά την περίοδο παρατήρησης των 4 εβδομάδων, στην μελέτη των Novotna και συν. (2019) οι FES-I και ABC, δεν παρουσίασαν σημαντική βελτίωση για καμία ομάδα, αλλά και μεταξύ των δύο υποομάδων με διαφορετικό επίπεδο αναπηρίας η σύγκριση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Ειδικότερα, ο έλεγχος Wilcoxon έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στην FES-I και ABC στην αρχική και τελική μέτρηση (4 εβδομάδες μετά) για την ομάδα ΨΔΑΠ, αλλά και για την ομάδα χωρίς παρέμβαση. Ο έλεγχος Friedman για την ομάδα ΨΔΑΠ, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των τριών χρονικών μετρήσεων στην FES-I ($p=0.782$) και ABC ($p=0.947$). Τέλος, ο έλεγχος U των Mann-Whitney δεν έδειξε να υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο υποομάδων (EDSS 1.5–4, EDSS 4.5–7) με διαφορετικό επίπεδο αναπηρίας, στα FES-I και ABC ($p=0.278$ και $p=0.121$ αντίστοιχα).



IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός αυτής της ανασκόπησης, ήταν η εξέταση της επίδρασης των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών (ΨΔΑΠ), στην ικανότητα ισορροπίας ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣκΠ). Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων ήταν δύσκολη λόγω της ετερογένειας των μελετών. Από αυτές, 8 μελέτες χρησιμοποίησαν διαθέσιμα στο εμπόριο παιχνίδια μέσω των κονσολών της Nintendo Wii (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Nilsagård et al., 2012; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Yazgan et al., 2019) και Xbox360 (Gutiérrez et al., 2013; Tollár et al., 2020) ενώ σε 7 μελέτες (Hoang et al., 2016; Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Kramer et al., 2014; Lozano-Quilis et al., 2014; Novotna et al., 2019; Yazgan et al., 2019) χρησιμοποιήθηκαν συσκευές ή / και λογισμικό παιχνιδιών προσαρμοσμένα για τον πληθυσμό των ασθενών με ΣκΠ.

Τα ευρήματα αυτής της ανασκόπησης έδειξαν πως στο σύνολό τους τα παρεμβατικά προγράμματα ΨΔΑΠ που εφαρμόστηκαν στις μελέτες που συμπεριλήφθησαν, βελτίωσαν την ισορροπία και /ή τον ορθοστατικό έλεγχο των συμμετεχόντων ασθενών, πράγμα το οποίο δηλώνει πως η χρήση των ΨΔΑΠ θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική ως μέθοδος αποκατάστασης της ισορροπίας στα άτομα με ΣκΠ. Τα αποτελέσματα μας είναι σύμφωνα με αυτά μιας μετα-ανάλυσης με μετα-παλινδρόμηση, στην οποία οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα ΨΔΑΠ βελτιώνουν τις δυσλειτουργίες της ισορροπίας σε πολλές νευρολογικές παθήσεις συμπεριλαμβανομένης και της σκλήρυνσης κατά πλάκας (Prosperini et al., 2020).

Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες που σύγκριναν την τυπική άσκηση με τα ΨΔΑΠ, είτε έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις υπέρ της άσκησης με τα διαδραστικά παιχνίδια (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014) ή συγκρίσιμα αποτελέσματα στην βελτίωση της ισορροπίας και/ή του ορθοστατικού ελέγχου των συμμετεχόντων (Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015), με τα ΨΔΑΠ να έχουν την τάση σε κάποιες μετρήσεις να έχουν θετικότερα αποτελέσματα (Kalron et al., 2016; Tollár et al., 2020). Μάλιστα στην μελέτη των Tollár και συν. (2020), όπου το πρόγραμμα αφορούσε 4 παράλληλες παρεμβάσεις 5 ομάδων, η ομάδα ΨΔΑΠ και η ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων ισορροπίας υπερέβησαν τις αλλαγές στις παραμέτρους ισορροπίας των άλλων ομάδων ελέγχου που εκτέλεσαν πρόγραμμα άσκησης με στατικό ποδήλατο και ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης με τον οδηγό Bobath. Αντιθέτως, στην μελέτη των Kramer και



συν. (2014), η ομάδα ΨΔΑΠ που εκτέλεσε το παρεμβατικό πρόγραμμα πάνω σε μια ασταθή πλατφόρμα, είχε την ίδια βελτίωση και διατήρηση της ισορροπίας, τόσο με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων ισορροπίας στο έδαφος, όσο και με την ομάδα ελέγχου, που εκτέλεσε ασκήσεις μονής εργασίας πάνω σε ασταθή πλατφόρμα. Αυτά τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Robinson και συν. (2015), όπου η ορθοστατική ταλάντωση βελτιώθηκε τόσο για τους συμμετέχοντες της ομάδας ΨΔΑΠ όσο και για την ομάδα τυπικής εξάσκησης της ισορροπίας. Μια πιθανή εξήγηση για την παρόμοια βελτίωση των μετρήσεων σε αυτές τις δύο μελέτες, θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι το πρόγραμμα της ομάδας τυπικών ασκήσεων ισορροπίας ήταν συγκρίσιμο με τα παιχνίδια της ομάδας ΨΔΑΠ (Robinson et al., 2015) ή ότι τα προγράμματα των ομάδων ελέγχου εκτέλεσαν ασκήσεις παρόμοιες με αυτές των τεστ αξιολόγησης (Kramer et al., 2014). Αξίζει να αναφέρουμε πως, στην μελέτη των Kramer και συν. (2014) και οι τρεις ομάδες εκτός από τα προγράμματα άσκησης έλαβαν παράλληλα και το πρόγραμμα αποκατάστασης της κλινικής, που αποτελείτο από φυσιοθεραπεία, εργοθεραπεία, λογοθεραπεία και νευροψυχολογία σύμφωνα με τα ατομικά ελλείμματα και τους στόχους αποκατάστασης των ασθενών. Αυτό μπορεί να επηρέασε θετικά την βελτίωση της ισορροπίας και τη διατήρησή της στις τρεις ομάδες (Kramer et al., 2014).

Οι περισσότερες μελέτες που συγκρίνουν την παρέμβαση με τα ΨΔΑΠ με τις ομάδες χωρίς άσκηση, έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην γενική ισορροπία υπέρ της άσκησης με τα διαδραστικά παιχνίδια (Hoang et al., 2016; Novotna et al., 2019; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019). Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης αυτής, είναι σύμφωνα με την συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση των Casuso-Holgado και συν. (2018), όπου οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εξάσκηση με ΨΔΑΠ εικονικής πραγματικότητας θα μπορούσε να θεωρηθεί πιο αποτελεσματική, από την μη εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης στην αποκατάσταση των δυσλειτουργιών της ισορροπίας σε άτομα με ΣκΠ. Αντιθέτως, στην μελέτη των Nilsagård και συν. (2012), ενώ βρέθηκαν σημαντικές βελτιώσεις της δυναμικής ισορροπίας στην ομάδα ΨΔΑΠ, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου που δεν υποβλήθηκε σε καμία παρέμβαση. Αυτή η αντίθεση ενδέχεται να οφείλεται σε μεθοδολογικές διαφορές, όπως οι διαφορετικοί μέθοδοι αξιολόγησης της ισορροπίας που εφαρμόστηκαν, οι διαφορετικές ώρες εξάσκησης ή η διαφορετική συχνότητα των συνεδριών, με την μελέτη των Nilsagård και συν. (2012) να έχει λιγότερες και μικρότερης συχνότητας



συνεδρίες, από τις υπόλοιπες παρεμβάσεις. Στην μετα-ανάλυση των Prosperini και συν. (2020), οι ερευνητές διαπίστωσαν, ότι οι μεγαλύτερης συχνότητας παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση δυσλειτουργιών της ισορροπίας, σχετίστηκαν με μεγαλύτερα μεγέθη αλληλεπίδρασης (Effect sizes).

Στις μελέτες της ανασκόπησης, τα δεδομένα του ορθοστατικού ελέγχου ποσοτικοποιήθηκαν με την χρήση διαφόρων σύγχρονων εργαλείων (δυναμοπλατφόρμες, ταλαντόμετρα, και άλλα συστήματα με τα λογισμικά τους). Αυτά έδειξαν πως οι παρεμβάσεις των ΨΔΑΠ: α) μείωσαν την ταλάντωση (CoP sway, sway rate), β) βελτίωσαν τον χρόνο αντίδρασης σε ορθοστατικές διαταραχές (CoP velocity, mean sway velocity), γ) βελτίωσαν το εύρος μετατόπισης στον μεσοπλευρικό και προσθιοπίσθιο άξονα κατά την διποδική στήριξη (CoP path, CoP path length, CoP displacement range in the mediolateral and anteroposterior axes), δ) βελτίωσαν τους χρόνους λήψης απόφασης και κίνησης, ε) το βαθμό στον οποίο ο ασθενής βασίζονταν σε οπτικές πληροφορίες για να διατηρήσει την ισορροπία του (ακόμα και όταν οι πληροφορίες ήταν λανθασμένες), στ) τη δυνατότητα χρήσης πληροφοριών από το αιθουσαίο σύστημα για τη διατήρηση της ισορροπίας, ζ) την βαθμολογία σύνθετης ισορροπίας (CES) και η) μείωσαν τον χρόνο καθυστέρησης μεταξύ της έναρξης μεταβολής και της έναρξης της ορθοστατικής αντίδρασης. Στη μελέτη των Kramer και συν. (2014) τα αποτελέσματα βελτιώθηκαν κατά την διποδική και την μονοποδική στήριξη με πρόσθετο ή χωρίς πρόσθετο αποσταθεροποιητικό έργο ενώ στην έρευνα των Tollár και συν. (2020) μόνο στην ευρεία στάση των ποδιών. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αν αναλογιστούμε τα αποτελέσματα της ανασκόπησης των Cameron & Lord (2010), η οποία έδειξε πως ο μειωμένος έλεγχος ισορροπίας είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την πτώση σε άτομα με ΣκΠ και χαρακτηρίζεται: α) από αυξημένη ταλάντωση σε ήσυχη στάση, β) καθυστερημένες απαντήσεις σε ορθοστατικές διαταραχές και γ) μειωμένη ικανότητα κίνησης προς τα όρια σταθερότητας. Σε περαιτέρω διερεύνηση η ανασκόπηση έδειξε πως οι ομάδες ΨΔΑΠ εμφάνισαν παρόμοια (Kalron et al., 2016; Kramer et al., 2014; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020) ή μεγαλύτερη βελτίωση στις παραμέτρους αξιολόγησης του ορθοστατικού ελέγχου σε σύγκριση με τα τυπικά προγράμματα άσκησης της ισορροπίας (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013), με το στατικό ποδήλατο και με το ενεργό PNF (Tollár et al., 2020) αλλά και σε σύγκριση με τις ομάδες χωρίς άσκηση (Hoang et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με την μετα-ανάλυση των Casuso-Holgado και συν. (2018), η οποία έδειξε πως η εξάσκηση της ισορροπίας



με την χρήση συστημάτων ΨΔΑΠ εικονικής πραγματικότητας, μπορεί να θεωρηθεί τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματική με τη συμβατική άσκηση και πιο αποτελεσματική από τα προγράμματα χωρίς άσκηση, στην βελτίωση της ισορροπίας των ασθενών με ΣκΠ.

Παρατηρούμε ότι σε 6 από τις μελέτες της ανασκόπησης οι βελτιώσεις στις αποδόσεις του ορθοστατικού ελέγχου των ομάδων ΨΔΑΠ, εντοπίστηκαν μόνο στις δοκιμές με ανοιχτά μάτια (Cimino et al., 2020; Hoang et al., 2016; Kalron et al., 2016; Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015; Tollár et al., 2020) με τις δυο από αυτές να μην έχουν συμπεριλάβει μετρήσεις σε συνθήκες κλειστών ματιών (Prosperini et al., 2013; Robinson et al., 2015). Αντιθέτως, σε τρεις μελέτες της ανασκόπησης, οι βελτιώσεις των ομάδων ΨΔΑΠ εντοπίστηκαν και σε συνθήκες κλειστών ματιών (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Kramer et al., 2014). Αυτό δεν μας κάνει εντύπωση μιας και είναι γνωστό πως η ισορροπία απαιτεί πολλές λειτουργίες που ελέγχονται από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και πολλές ή όλες αυτές οι λειτουργίες μπορούν να επηρεαστούν από την ΣκΠ, γι' αυτό πιστεύεται ότι η ισορροπία εξασθενεί τόσο συχνά σε άτομα με την νόσο. Αυτή μπορεί να προκαλέσει βλάβες στην αιθουσαία λειτουργία, την ιδιοδεκτικότητα, την όραση, τον έλεγχο της κίνησης των ματιών, τον συντονισμό, τη γνώση και τη δύναμη, καθώς και στην ενσωμάτωση αυτών των λειτουργιών (Cameron & Nilsagard, 2018). Οι Cimino και συν. (2020) ανέφεραν πως παρόλο που η εξάσκηση της οπτικής ανάδρασης μπορεί να ενεργοποιήσει εκ νέου την αλληλεπίδραση αισθητηριακών και κινητικών συστημάτων, το πρόγραμμα αποκατάστασης θα πρέπει να περιλαμβάνει και ασκήσεις στις οποίες καταργούνται οι οπτικές πληροφορίες, προκειμένου να αντισταθμιστεί η δράση και σε άλλα αισθητηριοκινητικά συστήματα. Σε μελέτη όπου διερευνήθηκε η χρησιμότητα της εικονικής πραγματικότητας στην αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης κινητικής μάθησης σε ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας, τα ευρήματα τόνισαν την ανάγκη προσεκτικής προσαρμογής των στρατηγικών αποκατάστασης, οι οποίες πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους κινητικούς, αισθητηριακούς και γνωστικούς περιορισμούς των ασθενών (Leocani et al., 2007). Έχει αναφερθεί ότι η εξασθενημένη αισθητηριακή ολοκλήρωση συμβάλλει στη διαταραχή ισορροπίας των ασθενών αυτών (Gandolfi et al., 2015). Τα αποτελέσματά της μελέτης των Gutiérrez και συν. (2013) έδειξαν ότι ένα κατ' οίκον πρόγραμμα τηλε-αποκατάστασης 10 εβδομάδων με ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας ΨΔΑΠ επιτρέπει σε κάποιον να βελτιστοποιήσει τη διεργασία αισθητηριακής ολοκλήρωσης των συστημάτων επεξεργασίας των αισθητηριακών πληροφοριών, τα οποία είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ισορροπίας και του



ορθοστατικού ελέγχου των ατόμων με ΣκΠ. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα ΨΔΑΠ παρουσίασε σημαντικές διαφορές σε σχέση με την ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων στην βαθμολογία σύνθετης ισορροπίας CES, την συμβολή του αιθουσαίου και του οπτικής προτίμησης αισθητηριακού συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών, και στην μείωση του χρόνου απόκρισης των ασθενών σε μη αναμενόμενες διαταραχές (MCT), που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ισορροπίας και του ορθοστατικού ελέγχου των ατόμων με ΣκΠ.

Η έρευνα έδειξε πως στις βαθμολογίες του BBS, οι ομάδες ΨΔΑΠ παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση από τις ομάδες τυπικών ασκήσεων, άσκησης με στατικό ποδήλατο, ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας (Brichetto et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Khalil et al., 2018; Lozano-Quilis et al., 2014; Tollár et al., 2020), και ομάδων χωρίς άσκηση (Novotna et al., 2019; Yazgan et al., 2019). Σε δυο μόνο μελέτες δεν αναφέρθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων ΨΔΑΠ και της ομάδας τυπικών δραστηριοτήτων (Tollár et al., 2020) ή την ομάδα χωρίς καμία παρέμβαση (Kalron et al., 2016). Θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε πως η εξάσκηση με τα ΨΔΑΠ βελτίωσε περισσότερο τη δυναμική και την στατική ισορροπία των ασθενών με ΣκΠ, όταν συγκρίθηκε με τις ομάδες ελέγχου στην μέτρηση του BBS. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι έχει αναφερθεί ως ελάχιστη κλινικά σημαντική διαφορά η τιμή των 3 βαθμών (Khalil et al., 2018; Novotna et al., 2019), σε 5 μελέτες της ανασκόπησης (Brichetto et al., 2013; Cimino et al., 2020; Khalil et al., 2018; Tollár et al., 2020; Yazgan et al., 2019) παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες ΨΔΑΠ ξεπέρασαν αυτήν την τιμή. Επιπρόσθετα, στις επιμέρους αναλύσεις της μελέτης των Novotna και συν. (2019) η ομάδα Β ξεπέρασε και αυτή την ελάχιστη κλινική διαφορά των 3 πόντων (EDSS 4.5-7), με συνέπεια να έχει σημαντικά καλύτερες επιδόσεις σε σύγκριση με την ομάδα Α (EDSS 1.5-4) στις τελικές μετρήσεις του BBS. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι σε αυτήν την ομάδα ατόμων η απόδοση της στατικής ισορροπίας ήταν περισσότερο επιδεινωμένη. Για αυτούς τους ασθενείς με περισσότερες λειτουργικές και όχι μόνο ανικανότητες, με υψηλό κίνδυνο πτώσης, η εξάσκηση της ισορροπίας είναι επομένως μεγάλης κλινικής σημασίας. Αναφέρθηκε πρόσφατα ότι στα άτομα με σκλήρυνση κατά πλάκας, η αιχμή του κινδύνου πτώσης είναι στα EDSS 4 έως EDSS 6 (Novotna et al., 2019).

Επίσης, ο κίνδυνος πτώσης των συμμετεχόντων μειώθηκε όπως αυτό προκύπτει από την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας και βηματισμού στη δοκιμασία Tinetti. Σε τρεις μελέτες, οι ομάδες ΨΔΑΠ βελτίωσαν σημαντικά τα αποτελέσματά τους στις τελικές μετρήσεις (Gutiérrez et al., 2013; Lozano-Quilis et al., 2014; Tollár et al., 2020), με την ομάδα ΨΔΑΠ να



εμφανίζει μεγαλύτερες βελτιώσεις (Gutiérrez et al., 2013) ή καλύτερες επιδόσεις (Tollár et al., 2020) σε σχέση με τις ομάδες τυπικών ασκήσεων. Αντίθετα στην έρευνα των Lozano-Quilis και συν. (2014) και οι δυο ομάδες (ΨΔΑΠ και τυπικών δραστηριοτήτων) παρουσίασαν παρόμοιες βελτιώσεις στην ικανότητα ισορροπίας. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε το σύστημα RemoniEM το οποίο εστιάζει μόνο στην ισορροπία. Αυτό ίσως εξηγεί εν μέρει γιατί δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στο πέρασμα του χρόνου.

Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με το Four Square Step Test, όπου όλες οι ομάδες ΨΔΑΠ παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις τους μετά το τέλος των παρεμβάσεων. Παρόλα αυτά μόνο σε μία μελέτη ήταν σημαντική η διαφορά υπέρ της περιόδου ΨΔΑΠ έναντι της περιόδου χωρίς άσκηση (Prosperini et al., 2013). Αντίθετα με την μελέτη των Nilsagård και συν. (2012), όπου η σύγκριση μεταξύ της περιόδου ΨΔΑΠ και χωρίς άσκηση δεν έδειξε καμία σημαντική διαφορά. Στην μελέτη των Kalron και συν. (2016), η ομάδα ΨΔΑΠ και η ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων δεν έδειξαν σημαντική διαφορά στην μεταξύ τους σύγκριση. Αξίζει όμως να αναφέρουμε πως η ομάδα ΨΔΑΠ μείωσε τον χρόνο εκτέλεσης του τεστ κατά 4.5 δευτερόλεπτα (μέση τιμή διαφοράς), πλησιάζοντας πολύ την ελάχιστη ανιχνεύσιμη εκτίμηση αλλαγής για το FSST στα άτομα με ΣκΠ, η οποία είναι 4,6 δευτερόλεπτα (Kalron et al., 2016). Η διαφορά με τις προηγούμενες μελέτες σε σχέση με αυτήν των Kalron και συν. (2016), ήταν ότι η τελευταία δεν είχε συμπεριλάβει ομάδα ελέγχου χωρίς άσκηση· πολύ πιθανόν η ομάδα ΨΔΑΠ να εμφάνιζε και αυτή σημαντικές διαφορές υπέρ της, στην μεταξύ τους σύγκριση.

Στην δοκιμασία TUG, μόνο σε μία μελέτη από τις 6 που το συμπεριέλαβαν ως μέτρο αξιολόγησης της ισορροπίας και του κινητικού ελέγχου, έδειξε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα υπέρ των ομάδων ΨΔΑΠ (Yazgan et al., 2019) έναντι της ομάδας χωρίς άσκηση, με τις δύο ομάδες ΨΔΑΠ (Nintendo και Balance Trainer) να παρουσιάζουν την ίδια βελτίωση. Οι ερευνητές των υπόλοιπων μελετών ανέφεραν πως η έλλειψη σημαντικής βελτίωσης στα αποτελέσματα ίσως να οφείλεται στο γεγονός πως ο τύπος εξάσκησης της ισορροπίας με το Homebalance είναι μόνο σε στατική θέση (Novotna et al., 2019). Αντίθετα το RemoniEM και το σύστημα Step training δεν περιλαμβάνουν μόνο ασκήσεις από στατική θέση (σήκω – κάθισε), με συνέπεια η συμπερίληψη τέτοιων ασκήσεων να επιτρέπει οι επιδόσεις στις δοκιμασίες Time "Up and Go" να είναι υψηλότερες δεδομένου ότι προσομοιάζουν τα βασικά μέρη που αξιολογούνται από αυτήν τη δοκιμή (Lozano-Quilis et al., 2014). Ωστόσο, η ερμηνεία αυτή έρχεται σε αντίθεση με την μελέτη των Khalil και συν.



(2018), όπου με την εφαρμογή 6 σεναρίων παιχνιδιών, τα οποία αφορούσαν ασκήσεις που είχαν βυθίσεις και «σήκωμα – κάθισμα» σε καρέκλα (παρόμοια με αυτά της εξέτασης του TUG), οι βελτιώσεις στις μετρήσεις δεν ήταν σημαντικές. Πιθανά, αυτές οι βελτιώσεις της μελέτης των Yazgan και συν. (2019) να μπορούν να εξηγηθούν από πολλούς παράγοντες, όπως η βελτιωμένη εμπιστοσύνη των συμμετεχόντων όσο αφορά την κινητικότητα και τις φυσιολογικές επιπτώσεις των παρεμβατικών προγραμμάτων (Yazgan et al., 2019). Σε αυτή την μελέτη το παρεμβατικό πρόγραμμα ήταν μεγαλύτερης διάρκειας από των υπολοίπων.

Σημαντικές βελτιώσεις στις τελικές μετρήσεις παρουσίασαν οι ομάδες ΨΔΑΠ στις υπόλοιπες δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπίας, στα DGI και TCS (Nilsagård et al., 2012), στο Mini-BESTest (Novotna et al., 2019), στο SLB δεξιού ποδιού (Lozano-Quilis et al., 2014) και FRT (Kalron et al., 2016). Σημαντικές βελτιώσεις υπέρ των ομάδων ΨΔΑΠ έναντι των ομάδων τυπικών δραστηριοτήτων εμφανίστηκαν στα FRT και SLB στο δεξί πόδι. Στις υπόλοιπες μετρήσεις δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ΨΔΑΠ και των ομάδων συμβατικής άσκησης και ομάδων χωρίς άσκηση.

Όσο αφορά τις αυτοαναφερόμενες μετρήσεις αξιολόγησης της ισορροπίας, μόνο 4 μελέτες τις ανασκόπησης συμπεριέλαβαν τις κλίμακες FES-I (Kalron et al., 2016; Khalil et al., 2018; Novotna et al., 2019) και ABC (Nilsagård et al., 2012; Novotna et al., 2019) και μόνο σε μία μελέτη (Kalron et al., 2016) παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για φόβο πτώσης υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ, σε σύγκριση με ένα τυπικό πρόγραμμα άσκησης.

Από όλες τις μελέτες μόνο δύο συμπεριέλαβαν μετρήσεις διατήρησης των αποτελεσμάτων. Σε αυτή του Prosperini και συν. (2013), παρατηρήθηκε ότι η ομάδα που εκτέλεσε πρώτα τα ΨΔΑΠ κατάφερε να διατηρήσει τις βελτιωμένες επιδόσεις της στην στατική αλλά όχι στη δυναμική ισορροπία, όπως αυτή αξιολογήθηκε από το CoPrath κατά την περίοδο παρατήρησης των 12 εβδομάδων, υποδηλώνοντας ένα ισχυρότερο όφελος της περιόδου παρέμβασης «ΨΔΑΠ – παρατήρηση». Αντίθετα στην μελέτη των Novotna και συν. (2019), η ομάδα ΨΔΑΠ κατάφερε να διατηρήσει τις βελτιωμένες επιδόσεις της τόσο στην στατική όσο και στην δυναμική ισορροπία, όπως αυτές αξιολογήθηκαν από τη δοκιμασία BBS και Mini-BESTest (Novotna et al., 2019).

Στην μελέτη των Yazgan και συν. (2019) όταν συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της ισορροπίας μεταξύ των δύο παρεμβάσεων ΨΔΑΠ: α) με το Nintendo Wii Fit και β) με το Balance Trainer, προέκυψαν υψηλότερες βελτιώσεις για την ομάδα του Nintendo Wii Fit. Ωστόσο, η διατήρηση της όρθιας στάσης στον πίνακα ισορροπίας κατά τη διάρκεια του



παιχνιδιού, απαιτεί δυναμικό έλεγχο σε αυτήν τη στάση και ενδέχεται να μην είναι ασφαλές σε ασθενείς με υψηλά επίπεδα αναπηρίας. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξε και η κατ'οίκον παρέμβαση της μελέτης των Prosperini και συν. (2013) με το σύστημα Nintendo Wii, όταν ένας ασθενής αποσύρθηκε λόγω ανεπιθύμητου συμβάντος που σχετίστηκε με την κατάρτιση του πίνακα ισορροπίας και τέσσερις ακόμη ασθενείς ανέφεραν την εμφάνιση πόνου στο γόνατο ή στην πλάτη. Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι τραυματισμοί που σχετίζονται με συγκεκριμένα ΨΔΑΠ (τα λεγόμενα Wii-itis ή Nintendinitis) έχουν αναφερθεί πρόσφατα ακόμη και σε υγιείς πληθυσμούς (Jalink, Heineman, Pierie, & ten Cate Hoedemaker, 2014; Sparks, Chase, & Coughlin, 2009). Τέτοιου είδους δυσμενή περιστατικά πιθανών να είχαν αποφευχθεί αν το πρόγραμμα ήταν υπό την επίβλεψη ενός επαγγελματία της άσκησης έστω και εξ αποστάσεως όπως για παράδειγμα στην μελέτη των Gutiérrez και συν. (2013). Εναλλακτικά, η χρήση μη εμπορικών συστημάτων ΨΔΑΠ που έχουν κατασκευαστεί αποκλειστικά για την αποκατάσταση δυσλειτουργιών της ισορροπίας (Novotna et al., 2019) ή αναπτύχθηκαν ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν στο σπίτι χωρίς επίβλεψη (Hoang et al., 2016) να είναι πιο ασφαλή και εξίσου αποτελεσματικά στην κατ'οίκον εξάσκηση. Ακολούθως, συστήματα όπως το Caren (Kalron et al., 2016) και το Balance Trainer (Yazgan et al., 2019), τα οποία παρέχουν περισσότερη ορθοστατική σταθερότητα, πιθανόν να είναι πιο κατάλληλα για χρήση από τους ασθενείς με μεγαλύτερο βαθμό αναπηρίας (Yazgan et al., 2019).

Από την άλλη μεριά, το υψηλό κόστος και η χωρική ανάγκη του συστήματος Caren της μελέτης των Kalron και συν. (2016), το καθιστούν διαθέσιμο μόνο σε λίγα κέντρα αποκατάστασης. Απεναντίας, στις υπόλοιπες μελέτες που ανασκοπήθηκαν, τα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνταν επί το πλείστον από συσκευές χαμηλού κόστους, κάτι το οποίο διευκολύνει την ένταξή τους σε κέντρα κλινικής αποκατάστασης ή ακόμα και για κατ'οίκον χρήση.

Ένα μειονέκτημα των ΨΔΑΠ σε σχέση με τα τυπικά προγράμματα άσκησης αποτελεί η αδυναμία αυξομείωσης της έντασης στην προπόνηση. Οι Kramer και συν. (2014) αντιμετώπισαν το γεγονός αυτό με έναν καινοτόμο τρόπο συνδυάζοντας τα Wii ΨΔΑΠ με την ασταθή πλατφόρμα Postuomed (Taylor & Griffin, 2015), ενώ οι Kalron και συν. (2016) χρησιμοποίησαν το σύστημα Caren, του οποίου η 2 μέτρων ηλεκτρο-υδραυλική κινητή πλατφόρμα του, (Rexroth Hydraudyne, MOTEK, Micro motion), μπορούσε να μανουβράρεται από 6° ελευθερίας με μετατοπίσεις στους τρεις άξονες x-y-z και περιστροφές πρόνευσης,



διατοίχισης και εκτροπής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η άσκηση με τα πρόσθετα ερεθίσματα μιας ασταθούς πλατφόρμας ήταν εξίσου (Kalron et al., 2016; Kramer et al., 2014) ή περισσότερο (στην δοκιμή λειτουργικής προσέγγισης) (Kalron et al., 2016) αποτελεσματική σε σύγκριση με την συμβατική άσκηση ισορροπίας (Kalron et al., 2016; Kramer et al., 2014) ή με το πρόγραμμα άσκησης μόνο με την ασταθή πλατφόρμα Posturomed (Kramer et al., 2014). Τα παραπάνω είναι σύμφωνα με τα ευρήματα μιας συστηματικής ανασκόπησης για την πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους, όπου κατέληξαν στην διαπίστωση ότι για να είναι αποτελεσματική μια παρέμβαση στην πτώση των ατόμων αυτών πρέπει μέσα σε άλλα να συμπεριλαμβάνει ασκήσεις που μειώνουν τη βάση στήριξης (Hoang et al., 2016; Sherrington et al., 2008). Αυτό φυσικά προϋποθέτει για λόγους ασφάλειας, την παρουσία ειδικευμένου θεραπευτή κατά την άσκηση.



V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τυπικό μοντέλο υγειονομικής περίθαλψης, η αποκατάσταση αφορά συνεδρίες ασκήσεων που πραγματοποιούνται με έναν επιβλέπων θεραπευτή και σε πραγματικό χρόνο. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο και συνεχώς αυξανόμενο κόστος για τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης που δεν μπορεί να διατηρηθεί μακροπρόθεσμα, ως εκ τούτου χρειάζονται νέες λύσεις για τη διαχείριση της αποκατάστασης. Σε αυτό το πλαίσιο, πολλές έρευνες έχουν πρόσφατα κατευθυνθεί προς τα βιντεοπαιχνίδια, και ειδικά τα ΨΔΑΠ. Με την χρήση τους, οι ασθενείς ασκούνται παίζοντας παιχνίδια ενώ κρύβεται το βάρος των θεραπευτικών επαναλαμβανόμενων εργασιών κάτω από την κουκούλα μιας συναρπαστικής φαντασίας, παρέχοντας έτσι αποτελεσματική θεραπεία ενώ παράλληλα αξιοποιούν την παρακίνηση των παιχνιδιών για την αύξηση της προσκόλλησης (Pirovano, Surer, Mainetti, Lanzi, & Alberto Borghese, 2016), καθιστώντας έτσι την αποκατάσταση λιγότερο μονότονη και επαναλαμβανόμενη. Αυτό από μόνο του καταλαβαίνουμε πως είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν λάβουμε υπόψη την σκόπιμη υιοθέτηση στρατηγικής χαμηλής σωματικής δραστηριότητας της πλειοψηφίας των ασθενών με Σκλήρυνση κατά Πλάκας.

Αυτή η συστηματική ανασκόπηση αποκαλύπτει πως ένα πρόγραμμα άσκησης βασισμένο σε ΨΔΑΠ, αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο εξάσκησης της ισορροπίας σε ασθενείς με ΣκΠ και μπορεί να είναι εξίσου ή σε κάποιες περιπτώσεις πιο αποτελεσματικό από ένα πρόγραμμα τυπικής άσκησης όσο αφορά την βελτίωση της ισορροπίας και/ή του ορθοστατικού ελέγχου σε αυτούς τους ασθενείς επειδή οι βελτιώσεις των παρεμβάσεων που ανασκοπήθηκαν ήταν μεγαλύτερες και σε κάποιες περιπτώσεις τουλάχιστον ισοδύναμες με τη συμβατική θεραπεία και πιο αποτελεσματικές από τη συνήθη φροντίδα. Η αναδυόμενη εικόνα της έρευνάς μας είναι ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος αποκατάστασης με την χρήση των ΨΔΑΠ, μπορεί ταυτόχρονα να αντιμετωπίσει πολυσύνθετες δυσλειτουργίες στους ασθενείς με ΣκΠ, συμπεριλαμβανομένης της ισορροπίας και του ορθοστατικού ελέγχου.

Φυσικά, σε περιπτώσεις όπου τα συμβατικά προγράμματα εξάσκησης της ισορροπίας δεν είναι δυνατόν να υλοποιηθούν λόγω προβλημάτων κινητικότητας, γεωγραφικής πρόσβασης ή και τα δύο φαίνεται πως η τηλε-αποκατάσταση με την χρήση των ΨΔΑΠ είναι αποτελεσματική και ασφαλής μέθοδος, παρόλο που οι ισορροπητικές απαιτήσεις δεν προσομοιάζουν πάντα αυτές των συμβατικών προγραμμάτων σε πραγματικές συνθήκες.



Λαμβάνοντας υπόψη μας τον κίνδυνο τραυματισμών που σχετίζονται με την εκπαίδευση στον πίνακα ισορροπίας Wii, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι εμπορικές συσκευές της Nintendo (Wii) και της Microsoft (Xbox) σταμάτησαν την παραγωγή νέων παιχνιδιών και αυτά που έχουν ήδη μέχρι σήμερα δεν είναι κατασκευασμένα για άτομα με διαταραχές στην ισορροπία, ίσως κάποια μη εμπορικά συστήματα τα οποία επιτρέπουν μεμονωμένες ρυθμίσεις παραμέτρων άσκησης και έχουν περισσότερο προκλητικά και προσαρμοσμένα παιχνίδια στις ανάγκες των ασθενών με ΣκΠ, θα μπορούσαν να είναι πιο αποτελεσματικά από αυτά που χρησιμοποιεί το ευρύ κοινό. Αυτά τα συστήματα επίσης έχουν το πλεονέκτημα της αλληλεπίδρασης με τον ασθενή σε πραγματικό χρόνο και μέσω της συνεχούς ροής δεδομένων αλλά και αποθήκευσης αυτών σε διάφορες βάσεις δεδομένων με την χρήση προηγμένων λογισμικών, παρέχεται η δυνατότητα στους ειδικούς της υγείας μιας πιο ολοκληρωμένης παρακολούθησης της πορείας των ασθενών τους ακόμα και σε περιπτώσεις απομακρυσμένης πρόσβασης στα δεδομένα, μέσω τηλε-αποκατάστασης.

Περιορισμοί μελετών

Ένας κοινός περιορισμός των μελετών που ανασκοπήθηκαν και που αξίζει να αναφερθεί, είναι η έλλειψη μετρήσεων διατήρησης των αποτελεσμάτων στην ισορροπία των συμμετεχόντων σε 12 από τις 14 μελέτες ανασκόπησης. Έτσι δεν μπορούμε να δούμε αν οι παρεμβάσεις με τα ΨΔΑΠ θα μπορούσαν να επιβραδύνουν την εξέλιξη της νόσου. Το μικρό μέγεθος των δειγμάτων αποτελεί επίσης ένα κοινό περιορισμό και μπορεί να έχει μειώσει τη στατιστική δύναμη των ευρημάτων τους. Ένας τρίτος περιορισμός είναι η σύντομη περίοδος των παρεμβάσεων για την ανίχνευση των αλλαγών. Έναν τέταρτος περιορισμός αποτελεί το γεγονός ότι κάποιες μελέτες δεν συμπεριέλαβαν ομάδα χωρίς άσκηση ή ομάδα συμβατικής θεραπείας ή και τα δυο, αποτρέποντας να αποσαφηνιστεί με βεβαιότητα ότι οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στην ισορροπία ήταν άμεσα αποτελέσματα της εξάσκησης με τα ΨΔΑΠ.

Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Κατά την εφαρμογή προγραμμάτων αποκατάστασης της ισορροπίας με την χρήση των ΨΔΑΠ, οι τρέχουσες προσεγγίσεις απαιτούν επί το πλείστον την παρουσία ενός θεραπευτή έστω και εξ αποστάσεως, για λόγους ασφάλειας και αποτελεσματικότητας. Κάποιοι ερευνητές εξέτασαν την αυτόνομη κατ'οίκον εξάσκηση με διάφορα συστήματα ΨΔΑΠ,



ωστόσο αναφέρθηκαν δυσμενείς επιπτώσεις σε μία μελέτη (Prosperini et al., 2013). Οι ερευνητές αυτής της μελέτης ανέφεραν βασιζόμενοι στην εμπειρία τους, πως παιχνίδια τα οποία απαιτούν μετατοπίσεις του σώματος σε γρήγορη κίνηση, όπως για παράδειγμα το “Soccer Heading”, σχετίζονται συχνότερα με την εμφάνιση πόνου στα γόνατα και στην πλάτη των συμμετεχόντων. Περισσότερες έρευνες σε σχέση με την ασφάλεια εκτέλεσης των παιχνιδιών και αν αυτό σχετίζεται με τον βαθμό αναπηρίας των ασθενών ή όχι, είναι απαραίτητη.

Οι ασκήσεις που περιλήφθησαν στα συστήματα ΨΔΑΠ, επέτρεψαν στους ασθενείς να επιτύχουν σημαντικές βελτιώσεις στην αποκατάσταση αυτών των κινήσεων για τις οποίες είχαν σχεδιαστεί (Lozano-Quilis et al., 2014). Ίσως η συμπερίληψη πρόσθετων ασκήσεων σε αυτά αλλά και σε άλλα συστήματα ΨΔΑΠ που θα έχουν σχεδιαστεί για αποκατάσταση πρόσθετων κινήσεων και διαταραχών να έχουν επίσης θετικά αποτελέσματα. Αν αυτό μπορεί να επιτευχθεί με συστήματα μικρής χωρητικότητας και χαμηλού κόστους θα ήταν ακόμη πιο αποτελεσματικό.

Αν και η εξασθένιση της ισορροπίας στη ΣκΠ έχει μελετηθεί ευρέως, πώς και σε ποιο βαθμό τα αισθητήρια συστήματα είναι σε θέση να ανακάμψουν μετά από νευρολογικές βλάβες, και κατά συνέπεια να βελτιώσουν την λειτουργία της ισορροπίας και την αισθητηριακή ολοκλήρωση, εξακολουθούν να είναι ασαφή (Cimino et al., 2020; Hebert, Corboy, Manago, & Schenkman, 2011). Οι Prosperini και Castelli (2018) ανέφεραν πως με το χειρισμό των αισθητηριακών εισόδων (inputs) ή με την προσθήκη ταυτόχρονης γνωστικής εργασίας (παραδείγματος χάρη διπλής εργασίας) στην τυπική αξιολόγηση της ισορροπίας, μπορούμε να αποκαλύψουμε ελλείμματα στον ορθοστατικό έλεγχο ακόμη και σε ασθενείς στο πρώτο απομυελινωτικό συμβάν ή σε αυτούς με ακτινολογικό απομονωμένο σύνδρομο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό αν λάβουμε υπόψη ότι η έγκαιρη παρέμβαση με την κατάλληλη θεραπεία για ένα δεδομένο επίπεδο δραστηριότητας της νόσου παρέχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα τροποποίησης της πρόγνωσης (Miller, 2004) δεδομένου ότι τα πρώιμα συχνά φλεγμονώδη περιστατικά προβλέπουν μακροπρόθεσμα αναπηρία (Trapp & Nave, 2008). Επομένως, περαιτέρω μελέτες που στοχεύουν στην αξιολόγηση των σταμπιλομετρικών παραμέτρων σε συνθήκες κλειστών οφθαλμών και με πρόσθετες αποσταθεροποιητικές εργασίες θα πρέπει να διεξέλθουν χρησιμοποιώντας διαφορετικά συστήματα ΨΔΑΠ.

Παρόλο που σε αρκετές μελέτες της ανασκόπησης επισημάνθηκαν από τους ερευνητές κλινικής σημασίας ερμηνείες των αποτελεσμάτων αξιολόγησης της ισορροπίας, δυστυχώς,



εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων για την ποσότητα της έντασης, την συχνότητα και την διάρκεια που θα πρέπει να συνταγογραφείται ένα πρόγραμμα εξάσκησης της ισορροπίας βασισμένο στα ΨΔΑΠ, για να επιτευχθεί μια κλινικά σημαντική αλλαγή σε άτομα με ΣκΠ. Απαιτούνται περισσότερες και αυστηρότερες έρευνες προς αυτήν την κατεύθυνση. Σε αυτό θα μπορούσαν να συμβάλουν οι συνεντεύξεις των συμμετεχόντων αλλά και οι διερευνητικές απαντήσεις των επαγγελματιών στον τομέα της υγείας, που μπορούν να μας βοηθήσουν στην βελτίωση των παρεμβάσεων αλλά και στην καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους.

Τέλος, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να διερευνηθούν τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα και οφέλη των παρεμβάσεων με βάση τα ΨΔΑΠ, πέρα από την περίοδο των παρεμβάσεων.



IV. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bennell, K., Dobson, F. & Hinman, R. (2011). Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care & Research*, 63(11), 350-370. <https://doi.org/10.1002/acr.20538>
- Berg K., Wood-Dauphinee S., Williams J.I. & Gayton D. (1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41(6), 304-311.
- Brichetto, G., Spallarossa, P., de Carvalho, M.L.L. & Battaglia, M.A. (2013). The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: a pilot randomized control study. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(9), 1219–1221.
- Cameron, M. H., & Nilsagard, Y. (2018). Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handbook of clinical neurology*, 159, 237–250. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00015-X>
- Cameron, M.H. & Lord, S. (2010). Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 10(5), 407–412.
- Cano Porras, D., Siemonsma, P., Inzelberg, R., Zeilig, G. & Plotnik, M. (2018). Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. *Neurology®*, 90 (22), 1017-1025. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005603>
- Casuso-Holgado, M.J., Martín-Valero, R., Carazo, A.F., Medrano-Sánchez, E.M., Cortés-Vega, M.D. & Montero-Bancalero, F.J. (2018). Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 32(9), 1220–1234.
- Cattaneo, D., Jonsdottir, J. & Repetti, S. (2007). Reliability of four scales on balance disorders in persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*, 29(24), 1920–1925. <https://doi.org/10.1080/09638280701191859>
- Cederberg, K.L.J., Jeng, B., Sasaki, J.E., Braley, T.J., Walters, A.S. & Motl, R.W. (2019). Physical activity, sedentary behavior, and restless legs syndrome in persons with multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*, 407. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.116531>



- Cimino, V., Chisari, C.G., Raciti, G., Russo, A., Veca, D., Zagari, F., Calabrò, R.S. & Patti, F. (2020). Objective evaluation of Nintendo Wii Fit Plus balance program training on postural stability in Multiple Sclerosis patients: a pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 43(3), 199-205.
- Dobson, R. & Giovannoni, G. (2019). Multiple sclerosis – a review. *European Journal of Neurology*, 26 (1), 27-40. <https://doi.org/10.1111/ene.13819>
- Forsberg, A., Nilsagård, Y. & Boström, K. (2015). Perceptions of using videogames in rehabilitation: a dual perspective of people with multiple sclerosis and physiotherapists. *Disability Rehabilitation*, 37(4), 338–344. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.918196>
- Gandolfi, M., Munari, D., Geroin, C., Gajofatto, A., Benedetti, M.D., Midiri, A., Carla, F., Picelli, A., Waldner, A. & Smania, N. (2015). Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: A randomized, controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 21(11), 1453-62. <https://doi.org/10.1177/1352458514562438>
- Goljar, N., Burger, H., Rudolf, M. & Stanonik, I. (2010). Improving balance in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33(3), 205–210. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e328333de61>
- Gutiérrez, R.O., Galán del Río, F., Cano de la Cuerda, R., Alguacil-Diego, I.M., González, R.A. & Page, J.C.M. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*, 33, 545–554.
- Hebert, J.R., Corboy, J.R., Manago, M.M. & Schenkman, M. (2011). Effects of vestibular rehabilitation on multiple sclerosis-related fatigue and upright postural control: a randomized controlled trial. *Physical therapy*, 91(8), 1166–1183.
- Hoang, P., Schoene, D., Gandevia, S., Smith, S. & Lord, S.R. (2016). Effects of a home-based step training programme on balance, stepping, cognition and functional performance in people with multiple sclerosis – a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 22(1), 94–103.
- Jalink, M.B., Heineman, E., Pierie, J-P.E.N. & ten Cate Hoedemaker H.O. (2014). Nintendo related injuries and other problems: review. *British Medical Journal*, 349. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7267>



- Kalron, A. & Achiron, A. (2013). Postural control, falls and fear of falling in people with multiple sclerosis without mobility aids. *Journal of the Neurological Sciences*, 335(1-2), 186–190.
- Kalron, A., Fonkatz, I., Frid, L., Baransi, H. & Achiron, A. (2016). The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(13). <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0124-y>
- Khalil, H., Al-Sharman, A., El-Salem, K., Alghwiri, A.A., Al-Shorafat, D., Khazaaleh, S. & Abu foul L. (2018). The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study. *NeuroRehabilitation*, 43(4), 473-482.
- Kraft, G.H. (1999). Rehabilitation still the only way to improve function in multiple sclerosis. *The Lancet*, 354(9195), 2016-2017.
- Kramer, A., Dettmers, C., & Gruber, M. (2014). Exergaming with Additional Postural Demands Improves Balance and Gait in Patients with Multiple Sclerosis as Much as Conventional Balance Training and Leads to High Adherence to Home-Based Balance Training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(10), 1803–1809.
- Lampropoulou, S., Gizeli A., Kalivioti C., Billis E., Gedikoglou I. & Nowicky A. (2016). Cross Cultural Adaptation of Berg Balance Scale in Greek For Various Balance Impairments. *Journal of Physical Medicine Rehabilitation & Disabilities*, 2. <https://doi.org/10.24966/PMRD-8670/100011>
- Leocani, L., Comi, E., Annovazzi, P., Rovaris, M., Rossi, P., Cursi, M., Comola, M., Martinelli, V. & Comi, G. (2007). Impaired Short-term Motor Learning in Multiple Sclerosis: Evidence From Virtual Reality. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21(3), 273–278.
- Lozano-Quilis, J.A., Gil-Gómez, H., Gil-Gómez, J.A., Albiol-Pérez, S., Palacios-Navarro, G., Fardoun, H.M. & Mashat, A.S. (2014). Virtual Rehabilitation for Multiple Sclerosis Using a Kinect-Based System: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 2(2), e12. <https://doi.org/10.2196/games.2933>
- Lozano-Quilis, J. A., Gil-Gomez, H., Gil-Gomez, J. A., Albiol-Perez, S., Palacios, G., Fardoun, H. M., & Mashat, A. S. (2013). Virtual reality system for multiple sclerosis rehabilitation using KINECT. Paper presented at the *Proceedings of the 2013 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops, PervasiveHealth*, 366-369. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2013.252208>



- Masseti, T., Trevizan, I.L., Arab, C., Favero, F.M., Ribeiro-Papa, D.C., & de Mello Monteiro, C.B. (2016). Virtual reality in multiple sclerosis - A systematic review. *Multiple sclerosis and related disorders*, 8, 107–112.
- McDonald, W.I., Compston, A., Edan, G., Goodkin, D., Hartung, H.P., Lublin, F.D., McFarland, H.F., Paty, D.W., Polman, C.H., Reingold, S.C., Sandberg-Wollheim, M., Sibley, W., Thompson, A., van den Noort, S., Weinshenker, B.Y. & Wolinsky, J.S. (2001). Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. *Annals of Neurology*, 50(1), 121-7.
- Miller J.R. (2004). The importance of early diagnosis of multiple sclerosis. *Journal of Managed Care & Specialty Pharmacy*, 10(3 Suppl B), S4-11.
- Motl, R.W., Sandroff, B.M., Kwakkel, G., Dalgas, U., Feinstein, A., Heesen, C., Feys, P. & Thompson, A.J. (2017). Exercise in patients with multiple sclerosis. *The Lancet Neurology*, 16 (10), 848-856. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30281-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30281-8)
- Nilsagård, Y.E., Forsberg, A.S. & von Koch, L. (2012). Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(2), 209–216.
- Nilsagård, Y., Lundholm, C., Gunnarsson, L-G. & Dcnison, E. (2007). Clinical relevance using timed walk tests and 'timed up and go' testing in persons with multiple sclerosis. *Physiotherapy Research International*, 12(2), 105–114.
- Novotna, K., Janatova, M., Hana, K., Svestkova, O., Preiningerova Lizrova, J., & Kubala Havrdova, E. (2019). Biofeedback Based Home Balance Training can Improve Balance but Not Gait in People with Multiple Sclerosis. *Multiple Sclerosis International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2854130>
- O'Sullivan, S.B. (2007). Strategies to Improve Motor Function. In S.B., O'Sullivan & T.J., Schmitz (Eds), *Physical Rehabilitation: Fifth Edition* (pp. 471-522). Philadelphia: F.A. Davis.
- Parra-Moreno, M., Rodríguez-Juan, J.J. & Ruiz-Cárdenas, J.D. (2018). Use of commercial video games to improve postural balance in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled clinical trials. *Neurologia*, 32(3), 1170-1176.
- Perrochon, A., Borel, B., Istrate, D., Compagnat, M. & Daviet, J-C. (2019). Exercise-based games interventions at home in individuals with a neurological disease: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(5), 366-378.



- Pirovano, M., Surer, E., Mainetti, R., Lanzi, P.L. & Alberto Borghese, N. (2016). Exergaming and rehabilitation: A methodology for the design of effective and safe therapeutic exergames. *Entertainment Computing*, 14, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2015.10.002>
- Pollock, A.S., Durward, B.R., Rowe, P.J. & Paul, J.P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402–406. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr342oa>
- Polman, C.H., Reingold, S.C., Banwell, B., Clanet, M., Cohen, J.A., Filippi, M., Fujihara, K., Havrdova, E., Hutchinson, M., Kappos, L., Lublin, F.D., Montalban, X., O'Connor, P., Sandberg-Wollheim, M., Thompson, A.J., Waubant, E., Weinshenker, B. & Wolinsky, J.S. (2011). Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. *Annals of Neurology*, 69(2), 292-302.
- Polman, C.H., Reingold, S.C., Edan, G., Filippi, M., Hartung, H.P., Kappos, L., Lublin, F.D., Metz, L.M., McFarland, H.F., O'Connor, P.W., Sandberg-Wollheim, M., Thompson, A.J., Weinshenker, B.G. & Wolinsky, J.S. (2005). Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2005 revisions to the "McDonald Criteria". *Annals of Neurology*, 58(6), 840-846.
- Prosperini, L., Tomassini, V., Castelli, L., Tacchino, A., Bricchetto, G., Cattaneo, D. & Solaro, C.M. (2020). Exergames for balance dysfunction in neurological disability: a meta-analysis with meta- regression. *Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-09918-w>
- Prosperini, L. & Castelli, L. (2018). Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degenerative neurological and neuromuscular disease*, 8, 25–34.
- Prosperini, L., Fortuna, D., Gianni, C., Leonardi, L., Marchetti, M.R. & Pozzilli, C. (2013). Home-Based Balance Training Using the Wii Balance Board. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(6), 516–525.
- Prosperini, L., Fortuna, D., Gianni, C., Leonardi, L. & Pozzilli, C. (2013). The diagnostic accuracy of static posturography in predicting accidental falls in people with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(1), 45-52.
- Robinson, J., Dixon, J., Macsween, A., van Schaik, P. & Martin, D. (2015). The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 7(8). <https://doi.org/10.1186/s13102-015-0001-1>
- Sasaki, J.E., Motl, R.W., Cutter, G., Marrie, R.A., Tyry, T. & Salter A. (2018). National estimates of self-reported sitting time in adults with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal-*



Experimental Translational and Clinical, 4(1).

<https://doi.org/10.1177/2055217318754368>

- Schoene, D., Lord, S.R., Delbaere K., Severino, C., Davies, T.A. & Smith, S.T. (2013). A Randomized Controlled Pilot Study of Home-Based Step Training in Older People Using Videogame Technology. *PLoS ONE*, 8(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057734>
- Sebastião, E., Sandroff, B.M., Learmonth, Y.C. & Motl, R.W. (2016). Validity of the Timed Up and Go Test as a Measure of Functional Mobility in Persons with Multiple Sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(7), 1072-1077.
- Sherrington, C., Whitney, J.C., Lord, S.R., Herbert, R.D., Cumming, R.G. & Close, J.C.T. (2008). Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234–2243.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S. & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903.
- Şimşek, T.T. & Şimşek, İ.E. (2020). Balance and postural control. In S., Angin & İ.E., Şimşek (Eds), *Comparative Kinesiology of the Human Body: Normal and Pathological Conditions* (pp. 467 - 475). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812162-7.00026-6>
- Sparks, D., Chase, D. & Coughlin, L. (2009). Wii have a problem: a review of self-reported Wii related injuries. *Informatics in Primary Care*, 17(1), 55-57.
- Stolze, H., Klebe, S., Zechlin, C., Baecker, C., Friege, L. & Deuschl, G. (2004). Falls in frequent neurological diseases: prevalence, risk factors and aetiology. *Journal of Neurology*, 251(1), 79-84.
- Taylor, M.J.D. & Griffin, M. (2015). The use of gaming technology for rehabilitation in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 21 (4), 355-371.
- Thomas, S., Fazakarley, L., Thomas, P.W., Collyer, S., Brenton, S., Perring, S., Scott, R., Thomas, F., Thomas, C., Jones, K., Hickson, J. & Hillier, C. (2017). Mii-vitaliSe: a pilot randomised controlled trial of a home gaming system (Nintendo Wii) to increase activity levels, vitality and well-being in people with multiple sclerosis. *BMJ Open*, 7(9). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016966>
- Thompson, A.J., Banwell, B.L., Barkhof, F., Carroll, W.M., Coetzee, T., Comi, G., Correale, J., Fazekas, F., Filippi, M., Freedman, M.S., Fujihara, K., Galetta, S.L., Hartung, H.P., Kappos, L., Lublin, F.D., Marrie, R.A., Miller, A.E., Miller, D.H., Montalban, X., Mowry, E.M.,



- Sorensen, P.S., Tintoré, M., Trabousee, A.L., Trojano, M., Uitdehaag, B.M.J., Vukusic, S., Waubant, E., Weinshenke, B.G., Reingold, S.C. & Cohen, J.A. (2018). Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *The Lancet Neurology*, 17(2), 162-173.
- Tollár, J., Nagy, F., TÓth, B. E., TÖrÖk, K., Szita, K., Csutorás, B., Moizs, M., & Hortobágyi, T. (2020). Exercise Effects on Multiple Sclerosis Quality of Life and Clinical-Motor Symptoms. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(5), 1007-1014.
- Trapp B.D. & Nave K.A. (2008). Multiple Sclerosis: An Immune or Neurodegenerative Disorder? *Annual Review of Neuroscience*, 31, 247-269. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094313>
- Vernadakis, N., Papastergiou, M., Giannousi, M. & Antoniou, P. (2018). The effect of an exergame-based intervention on balance ability on deaf adolescents. *Sport Science*, 1, 36-41.
- Vernadakis, N., Derri, V., Tsitskari, E. & Antoniou, P. (2014). The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previous injured young competitive male athletes: a preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, 15, 148-155.
- Vernadakis, N., Gioftsidou, A., Antoniou, P., Ioannidis, D. & Giannousi, M. (2012). The impact of Nintendo Wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. *Computers and Education*, 59(2), 196-205.
- Wood, V. & Kasser, S.L. (2020). Spousal Support and Self-Determined Physical Activity in Individuals with Multiple Sclerosis: A Theory-Informed Qualitative Exploration. *Disability and Health Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2019.100835>
- World Health Organization (2008). Atlas: Multiple Sclerosis Resources in the World 2008. Geneva: World Health Organization. Retrieved from https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43968/9789241563758_eng.pdf
- Yazgan, Y.Z., Tarakci, E., Tarakci, D., Ozdinciler, A.R. & Kurtuncu, M. (2019). Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 39.