



## Η επίδραση των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών στην ισορροπία ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας.

Σαπουντζή, Α.<sup>1\*</sup>, Βερναδάκης, Ν.<sup>1</sup>, Θωμόπουλος, Σ.<sup>2</sup>, Κυριαζάνος, Δ.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

<sup>2</sup>Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος»

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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 εξέταζαν παρεμβάσεις ΨΔΑΠ, και μόνο τα αποτελέσματα που αφορούσαν τις διαταραχές της ισορροπίας συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση. 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 έλεγχος.

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Αγγέλα Σαπουντζή  
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Πανεπιστημιούπολη, 69100 Κομοτηνή  
[angesapo@phyed.duth.gr](mailto:angesapo@phyed.duth.gr)

E-mail:

## Εισαγωγή

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).

Πεντήντα με ογδόντα τοις εκατό (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).

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί σημαντική προσοχή στη χρήση των ψηφιακών διαδραστικών αθλητικών παιχνιδιών (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 (Cano Porrás, 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 (Cano Porrás 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 Τυχαίοποιημένη 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 επιστημονικές, 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.

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

## Μέθοδος

### *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.

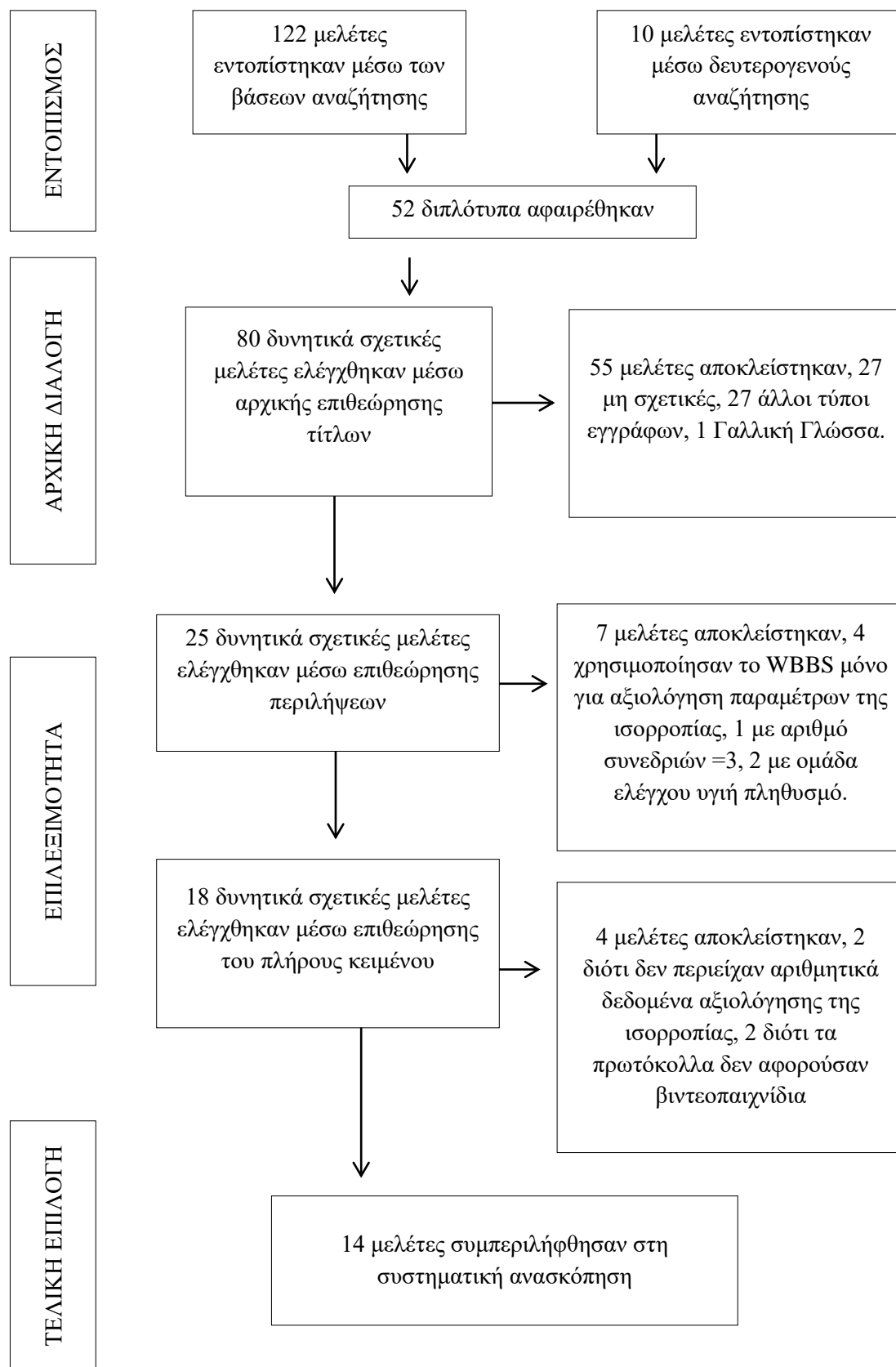
### **Κριτήρια επιλεξιμότητας**

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 συμπεριλήφθηκαν για ανάλυση 11 τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές, 2 κλινικές μελέτες και μια μελέτη παρατήρησης (Σχήμα 1).





Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής που απεικονίζει τη διαδικασία επιλογής άρθρων



## Αποτελέσματα

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 την 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 απόκριση επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας σφραγισμένους Φακέλους.	N= 84, (4)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n= 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  <b>Ομάδα Ελέγχου:</b> n= 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	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Ατομικά πρωτόκολλα με το Nintendo Wii Fit Plus® (WBBS), 11 παιχνίδια.  <b>Ομάδα Ελέγχου</b> (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	<b>Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας - κινητικότητας:</b> 1) TUG 2) FSST 3) DGI 4) TCS  <b>Αυτοαναφερόμενες μετρήσεις:</b> 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,  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n= 18, 8 άνδρες-10 γυναίκες, ηλικία 40.7±11.5 έτη, EDSS 3.9±1.6, διάρκεια νόσου 11.2±6.4 έτη.  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> n=18, 6 άνδρες- 12 γυναίκες, ηλικία 43.2±10.6 έτη, EDSS 4.3±1.6, διάρκεια νόσου 12.3±7.2 έτη.	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Εποπτευόμενη άσκηση, Nintendo® Wii®(WBBS), 6 παιχνίδια από το Nintendo Wii Fit.  <b>Ομάδα ελέγχου</b> (τυπικών δραστηριοτήτων): Στατικές - δυναμικές ασκήσεις, μονοποδικής - διποδικής στήριξης, με ή χωρίς πίνακα ισορροπίας και ασκήσεις ημιγονατιστής θέσης	<b>Όλες οι ομάδες:</b> 3 συνεδρίες / εβδ, 60 λεπτά / συνεδρία, για 4 εβδ. Η ένταση δεν αναφέρεται εκτός από τις ασκήσεις ημιγονατιστής θέσης που ήταν αυξανόμενης δυσκολίας.	<b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> (ποσοτικοποιήθηκε με την χρήση σταμπλομετρικής πλατφόρμας – BPEX). Σε όρθια διποδική στήριξη μέτρησαν την CoP sway area με ανοιχτά και κλειστά μάτια  <b>Δυναμική ισορροπία:</b> BBS p ≤ 0.05.  Αξιολόγηση στην έναρξη	Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου σε όλα τα αποτελέσματα (p<0,05). Αναλύοντας την αλληλεπίδραση η post-hoc ανάλυση έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση της ομάδας ΨΔΑΠ, απ' ότι της ομάδας ελέγχου σε όλα τα αποτελέσματα.



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
			προσαρμοσμένες στο επίπεδο ικανότητας κάθε συμμετέχοντα.		T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	
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)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n= 25(1), 11 άντρες- 13 γυναίκες, ηλικία 39.69±8.13 έτη, EDSS ≥ 4: 83.6%, διάρκεια νόσου 9.68±6.76 έτη  <b>Ομάδα Ελέγχου:</b> n=25(2), 9 άντρες-14 γυναίκες, ηλικία 42.78±7.38 έτη, EDSS≥ 4: 78.3%, διάρκεια νόσου 10.86±5.40 έτη	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Ατομικά παρακολουθούμενη κατ'οίκον VR Τηλε αποκατάσταση, Xbox360®, Microsoft® Kinect, 3 παιχνίδια  <b>Ομάδα Ελέγχου:</b> ασκήσεις ενδυνάμωσης (10 λεπτά /συνεδρία), ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και βάρδισης (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.	<b>Αξιολόγηση των αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών που εμπλέκονται στον έλεγχο της ισορροπίας:</b> (CDP Smart Equitest) SOT: Vest-R, Pref- R, Vi-R, SS-R, CES MTC: latency(ms)  <b>Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας:</b> 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:  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> CES, Pref-R, Vest-R (όλα, p< 0.001) MTC (p= 0.005), BBS και TMT (και τα δυο, p< 0.001),  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> 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 εβδομάδων. Μέθοδος τυχαίοποίησης: αναλογία 1: 1, 2 αντισταθμισμένων βραχιόνων, με την χρήση τυχαίων αριθμών	N=36, (2)  <b>Ομάδα A:</b> n= 18(1), 5 άντρες-13 γυναίκες, ηλικία 35.3±8.6 έτη, EDSS 3.0(1.5-5), διάρκεια νόσου 12.2±6 έτη.  <b>Ομάδα B:</b> n= 18(1), 6 άντρες- 12	<b>Ομάδα A</b> (ΨΔΑΠ - χωρίς παρέμβαση): κατ'οίκον άσκηση, Nintendo® Wii® Balance Board®, 7 παιχνίδια ισορροπίας από το Wii Fit Plus.  <b>Ομάδα B</b> (χωρίς παρέμβαση- ΨΔΑΠ):	5 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, 12 εβδ. παρέμβασης – 12 εβδ. παρατήρησης. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού  5 συνεδρίες/εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, 12	<b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> (δυναμοπλατφόρμα ProKin- διποδική στήριξη) το σύνολο των μετατοπίσεων του CoRpath, με ανοιχτά μάτια.  <b>Δυναμική ισορροπία από όρθια θέση:</b>	Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε μια σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ χρόνου 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





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
	παραγόμενων από υπολογιστή.	γυναίκες, ηλικία 37.1±8.8 έτη, EDSS 3.5(1.5-5), διάρκεια νόσου 9.3±5.3 έτη.	Αντίστροφη σειρά σε σύγκριση με την ομάδα A.	εβδ., 12 εβδ. παρατήρησης -12 εβδ. παρέμβασης. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού	FSST ρ ≤ 0.05.  Αξιολόγηση στην έναρξη T0, στις 12 εβδομάδες T1 και στο τέλος του προγράμματος T2.	παρατήρησης.  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
Kramer et al. (2014) Γερμανία	Αντιστοιχισμένη ελεγχόμενη δοκιμή, 3 ομάδων. Η αντιστοίχιση εκτελέστηκε σύμφωνα με την ηλικία, καθώς και την απόδοση ισορροπίας και βάδισης σε 4 δοκιμές.	N= 70(9) 17 άνδρες - 44 γυναίκες, ηλικία 47±9 έτη, EDSS 3±1  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> v=21  <b>Ομάδα ελέγχου 1:</b> v=20  <b>Ομάδα ελέγχου 2:</b> v=20	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ</b> (VR + Posturomed): Μεμονωμένες συνεδρίες με επίβλεψη, 11 παιχνίδια του Nintendo Wii Fit από όρθια θέση σε ασταθή πλατφόρμα Posturomed + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής*  <b>Ομάδα ελέγχου 1</b> (ομάδα τυπικών δραστηριοτήτων): βασική εκπαίδευση ισορροπίας: Στάση Romberg, στάση Tandem, στάση με ένα πόδι σε χαλί αεροβικής, στάση στα δάκτυλα ή στη φτέρνα, βάδιση μπροστά και πίσω σε μια γραμμή, Tandem βάδιση + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής*  <b>Ομάδα ελέγχου 2</b> (ομάδα posturomed):	<b>Όλες οι ομάδες:</b> 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’’:  <b>α) 6 δοκιμασίες στατικής ισορροπίας στην δυναμοπλατφόρμα Leonardo GRFP:</b> 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.  <b>β) 4 δοκιμασίες ισορροπίας στην ασταθή πλατφόρμα Posturomed:</b> Στάση στα δύο πόδια και στάση πάνω στο προτιμώμενο πόδι α) χωρίς πρόσθετη εργασία και β) με πρόσθετο αποσταθεροποιητικό	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
			5 Ασκήσεις ισορροπίας πάνω στην ασταθή πλατφόρμα Posturomed + πρόγραμμα αποκατάστασης κλινικής*		έργο. p<.05 Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	
Lozano-Quilis et al. (2014) Ισπανία	TEΔ, 2 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: χρησιμοποιήθηκε μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών από υπολογιστή.	N=12 (1) FIM≥6  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n = 6, 3 άνδρες - 3 γυναίκες, ηλικία 48.33±10.82 έτη, διάρκεια νόσου 14.00±12.69 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> n = 6(1), 4 άνδρες - 1 γυναίκα, ηλικία 40.60±9.24 έτη, διάρκεια νόσου 4.70±3.11 έτη	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> 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.  <b>ομάδα ελέγχου</b> (παραδοσιακή φυσιοθεραπεία): Βασικές ασκήσεις αποκατάστασης ισορροπίας και βάρδισης ίδιας συχνότητας και διάρκειας με την ομάδα παρέμβασης.	1 συνεδρία / εβδ, 1 ώρα/συνεδρία, για 10 εβδ. Η ένταση δεν αναφέρεται αλλά μπορεί να ρυθμιστεί από τον επόπτη του παιχνιδιού.	<b>Ισορροπία σε στατικές συνθήκες:</b> BBS TBS (Tinetti) SLB (Δεξι- αριστερό πόδι)  <b>Ισορροπία σε δυναμικές συνθήκες:</b> 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 στην BBS και στο SLB δεξιού ποδιού.
Robinson et al. (2015) Ηνωμένο Βασίλειο	Διερευνητική TEΔ, 3 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Βολική Δειγματοληψία, χρησιμοποιώντας μια αλληλουχία που	N= 56,(10)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n=20, 6 άντρες - 14 γυναίκες, ηλικία 52.6±6.1 έτη, EDSS 6.	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Με το <b>Nintendo Wii Fit™</b> , WBBS + handheld controllers. 9 παιχνίδια ισορροπίας, αεροβικής και	<b>Όλες οι ομάδες:</b> 2 συνεδρίες / εβδ, 40-60 λεπτά / συνεδρία, για 4 εβδ.  <b>Η ομάδα ελέγχου 2</b>	<b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> μετρήθηκε με την χρήση της δυναμοπλατφόρμας Kistler, με ανοιχτά μάτια Διποδική και Μονοποδική στήριξη (στο κυρίαρχο	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=



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
	δημιουργήθηκε από υπολογιστή. Η διαστρωμάτωση έγινε ανά φύλο και μπλοκ μεγέθους έξι.	<b>Ομάδα ελέγχου 1:</b> n=19(15), 7 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 53.9±6.5 έτη, EDSS 6.  <b>Ομάδα ελέγχου 2:</b> n=17(11), 5 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 51.9±4.7 έτη, EDSS 6. EDSS= με βάδιση 100 μέτρα με ή χωρίς ξεκούραση	ενδυνάμωσης  <b>Ομάδα ελέγχου 1</b> (παραδοσιακών ασκήσεων): Παραδοσιακές ασκήσεις ισορροπίας συγκρίσιμες με τα βιντεοπαιχνίδια της ομάδας ΨΔΑΠ.  <b>Ομάδα ελέγχου 2</b> (χωρίς άσκηση): χωρίς παρέμβαση.	αξιολόγηση σε 4 εβδ.  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού, <b>Ομάδα ελέγχου 2:</b> δεν αναφέρεται.	πόδι) στις εξής παραμέτρους: AP SD AP Range ML SD ML Range CoP Velocity  ρ ≤ 0.05  Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος T1 του προγράμματος.	1.09), και CoP velocity (F [2,40]= 4.7, ρ= 0.01, d= 0.97).  Οι συγκρίσεις κατά ζεύγη έδειξαν <b>Ομάδα ΨΔΑΠ VS ομάδα ελέγχου 2</b> : Κατά την Διποδική στήριξη, ↑ AP Range (ρ= .04, d= 0.97), ↑ ML Range (ρ= .04, d= 0.96), ↑ CoP Velocity (ρ= .01, d= 1.15 ) υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ VS ομάδα ελέγχου 1:</b> Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά σε κανένα αποτέλεσμα.  <b>ομάδα ελέγχου 1 VS ομάδα ελέγχου 2 :</b> Κατά την διποδική στήριξη, ↑ AP Range(ρ=.04, d= 1.05), ↑ ML Range(ρ=.01, d=1.37) υπέρ της ομάδας ελέγχου 1
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)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> 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  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> n = 22(1), 5 άνδρες - 17 γυναίκες, ηλικία 51.4±12.8 έτη, EDSS 4.2±1.2, διάρκεια	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Κατ'οίκον παρέμβαση με το σύστημα step training, δύο ΨΔΑΠ.  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> 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)	<b>Ισορροπία:</b> CSRT συνολικός χρόνος CSRT χρόνος λήψης απόφασης CSRT χρόνος κίνησης  <b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> Ταλάντωση με ανοιχτά μάτια Ταλάντωση με κλειστά μάτια	Η ανάλυση συνδιακύμανσης αποκάλυψε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων κατά την επαναξιολόγηση των : CSRT συνολικού χρόνου απόκρισης (Cohen's f= 0.35, ρ = 0.031), CSRT χρόνου λήψης απόφασης (Cohen's f= 0.33, ρ = 0,041), CSRT χρόνος κίνησης (Cohen's f= 0.33, ρ = 0,039) και κατά την αξιολόγηση της ταλάντωσης με ανοιχτά τα μάτια (Cohen's f= 0.33, ρ



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
		νόσου 13.4±6.9 έτη			<b>Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας:</b> TUG ρ < 0.05 Αξιολόγηση T0 στην αρχή και T1 εντός επτά ημερών από την ολοκλήρωση της δοκιμής.	= 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 φακέλους που είχαν επισημανθεί στο εσωτερικό με Ο ή Χ.	N= 32(2)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n= 16(1), 5 άνδρες - 10 γυναίκες , ηλικία 47.3±9.6 έτη, EDSS 4.5±1.6, διάρκεια νόσου 11.6±7.7 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> 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	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Σύστημα Caren VR,σε ασταθή πλατφόρμα Κατάρτιση ισορροπίας υπό επίβλεψη, με 2 σενάρια παιχνιδιών.  <b>Ομάδα ελέγχου</b> (παραδοσιακών ασκήσεων): 10 λεπτά διατάξεις και 20 λεπτά άσκηση που περιλάμβανε έναν συνδυασμό ασκήσεων ορθοστατικού έλεγχου, μεταφοράς βάρους και ασκήσεις διαταραχής ισορροπίας με την χρήση μιας ασταθούς πλατφόρμας.	Και οι δυο ομάδες: 2 συνεδρίες / εβδ, 30 λεπτά/συνεδρία, για 6 εβδ.  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> 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)  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας	<b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> Με την χρήση διαδρόμου Zerbis, σταμπιλομετρία με ανοιχτά και κλειστά μάτια στις τροχιές του CoP: 1)Ellipse sway area 2)CoP path length 3)Sway rate 4)Μέση κατανομή πίεσης αριστερού και δεξιού ποδιού εκφραζόμενα σε σωματικό βάρος.  <b>Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας:</b> FRT BBS FSST FES-I ερωτηματολόγιο ρ < 0.05. Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε: -μια σημαντική κύρια επίδραση του χρόνου στην FSST(F=9.011, p=0.031), στο CoP path length με μάτια ανοιχτά (F=5.278, p=0.024) και στο Sway rate με μάτια ανοικτά (F=5.852, p=0.035), με τις ομάδες ΨΔΑΠ και τυπικών δραστηριοτήτων να εμφανίζουν εφάμυλλες 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.



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
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)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> v=20(4), 4 άνδρες - 12 γυναίκες, ηλικία 39.88±12.75 έτη, EDSS 2.9±1.4, διάρκεια νόσου 8.38±5.49 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> v=20(4), 6 άνδρες - 10 γυναίκες, ηλικία 34.87±8.98 έτη, EDSS 3.1 ±1.1, διάρκεια νόσου 10.43±6.10 έτη	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> VR (Kinect + WBBS + λογισμικό) σύστημα 6 σεναρίων (παιχνίδια). 1 λεπτό/παιχνίδι x 4 σετ. Διάλλειμα μετά από κάθε σετ 2 λεπτά.  <b>Ομάδα ελέγχου</b> (παραδοσιακών ασκήσεων): άσκηση ισορροπίας κατ'οίκον. Ασκήσεις παρόμοιες με αυτές που πραγματοποιήσε η ομάδα ΨΔΑΠ, χωρίς το VR περιβάλλον.	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> 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)  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> 3 συνεδρίες /εβδ, 30 λεπτά / συνεδρία, για 6 εβδ. Ένταση δεν αναφέρεται.	<b>Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας:</b> 1) BBS 2) TUG 3) FES-I  (p < 0.05)  Αξιολόγηση στην έναρξη Τ0 και στο τέλος του προγράμματος Τ1.	Η ανάλυση συνδιακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στο BBS υπέρ της ομάδας ΨΔΑΠ (p= 0.012)
Novotna et al. (2019) Τσεχική Δημοκρατία	ΤΕΔ, Μονοκεντρική λίστα αναμονής, (χρησιμοποιώντας μια βασική περίοδο ελέγχου). Μέθοδος τυχαιοποίησης: Βολική δειγματοληψία.	N= 39(0)  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> v = 23, 6 άνδρες - 17 γυναίκες, ηλικία 39.39±9.68 έτη, EDSS 3.93±1.91, διάρκεια νόσου 14.95±8.59 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> v = 16, 4 άνδρες - 12 γυναίκες, ηλικία 42.56±10.63 έτη, EDSS 3.62±1.89, διάρκεια νόσου 14.5±9.88 έτη	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> κατ'οίκον Εκπαίδευση ισορροπίας με το <b>Homebalance®</b> . 2 διαθέσιμα θεραπευτικά παιχνίδια  <b>Ομάδα ελέγχου:</b> 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 ( παρατάση παραμονής σε μια θέση ή μείωση ευαισθησίας της πλατφόρμας )	<b>Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας:</b> 1)BBS (BBT) 2)Mini-BESTest 3)TUG  <b>Αυτοαναφερόμενες μετρήσεις:</b> 1)FES-I 2)ABC  p ≤ 0.05.  Αξιολόγηση στην αρχή Τ0 της παρέμβασης, μετά από τέσσερις εβδομάδες	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 Τ2 (και τα δύο, p=0.001)  Με τον έλεγχο U των Mann-Whitney στην επιμέρους ανάλυση,



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
		<p><b>επιμέρους ανάλυση:</b></p> <p><b>α)</b> ομάδα ασθενών με ήπια και μέτρια αναπηρία (EDSS 1,5-4)</p> <p><b>β)</b> ομάδα ασθενών με μέτρια και σοβαρή αναπηρία (EDSS 4.5-7)</p>			T1 και μετά από τέσσερις εβδομάδες παρακολούθησης T2.	βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων Α και Β μόνο στο BBS. Στην ομάδα Β η διαφορά της 1 <sup>ης</sup> από την 2 <sup>η</sup> μέτρηση έφτασε την στατιστική σημαντικότητα (p=0.041)
Yazgan et al. (2019) Τουρκία	ΤΕΔ, 3 ομάδων. Μέθοδος τυχαιοποίησης: με την χρήση ενός πίνακα τυχαίων αριθμών από υπολογιστή.	<p>N=47 (5)</p> <p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ I:</b> 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</p> <p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ II:</b> n=16(4), 12 γυναίκες, ηλικία 43.08±8.74 έτη, EDSS 3.83±1.49, διάρκεια νόσου 14.91±6.54 έτη</p> <p><b>Ομάδα ελέγχου:</b> 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</p>	<p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ I:</b> εποπτευόμενες συνεδρίες με το Nintendo Wii Fit, Ζέσταμα: ποδηλασία χωρίς αντίσταση για 10 λεπτά και μετά 5 παιχνίδια.</p> <p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ II:</b> εποπτευόμενες συνεδρίες με το Balance Trainer, Ζέσταμα: ποδηλασία χωρίς αντίσταση για 10 λεπτά και μετά 4 παιχνίδια</p> <p><b>Ομάδα ελέγχου:</b> σε λίστα αναμονής και προσκλήθηκε να ξεκινήσει την άσκηση χρησιμοποιώντας τα ΨΔΑΠ I και ΨΔΑΠ II μετά το τέλος της περιόδου μελέτης.</p>	<p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ I:</b> 2 συνεδρίες/εβδ, 60 λεπτά/συνεδρία, για 8 εβδ. Αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας παιχνιδιού.</p> <p><b>Ομάδα ΨΔΑΠ II:</b> 2 συνεδρίες/εβδ, 60 λεπτά/συνεδρία, για 8 εβδ. Προοδευτική αύξηση των επαναλήψεων και επιπέδου δυσκολίας παιχνιδιών.</p>	<p><b>Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας:</b> BBS TUG p &lt; 0.05</p> <p>Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.</p>	<p>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.</p> <p>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&lt;0.001)και ΨΔΑΠ II (p=0.012) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και υψηλότερες στην ομάδα ΨΔΑΠ I (p=0.0.38) σε σύγκριση με την ομάδα ΨΔΑΠ II.</p>
Tollár et al.	ΤΕΔ, 4 παράλληλων	N= 70(2)	Όλοι 10 λεπτά	Όλες οι ομάδες:	Ορθοστατικός έλεγχος:	Μόνο η ομάδα ΨΔΑΠ ↑ TAT κατά



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
(2020) Ολλανδία	παρεμβάσεων, 5 ομάδων. Εποπτευόμενη Άσκηση σε γκρουπ των 4-8 ατόμων σε κάθε ομάδα. Μέθοδος τυχαιοποίησης: Με την χρήση μιας χρωματιστής κορδέλας που την προσάρτησε σε κάθε φάκελο.	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n = 14, 2 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 48.2±5.48 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 12.1±2.68 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου 1:</b> n=14, 2 άντρες - 12 γυναίκες, ηλικία 46.9±6.46 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 13.6±4.07 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου 2:</b> n=14, 1 άντρας - 13 γυναίκες, ηλικία 48.1±5.65 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 13.2±4.42 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου 3:</b> n=14, 1 άντρας - 13 γυναίκες, ηλικία 46.9±5.57 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 12.7±4.25 έτη  <b>Ομάδα ελέγχου 4:</b> n= 12(2), 1 άντρας - 11 γυναίκες, ηλικία 44.4±6.76 έτη, EDSS μέση τιμή 5.0, διάρκεια νόσου 14±4.11 έτη	προθέρμανση, παρέμβαση 40 λεπτών και αποθεραπεία 10 λεπτών.  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> Παιχνίδια περιπέτειας Xbox 360.  <b>Ομάδα ελέγχου 1</b> πρόγραμμα Ισορροπίας: δυναμική και στατική ισορροπία και βηματικές ασκήσεις σε πολλαπλές κατευθύνσεις.  <b>Ομάδα ελέγχου 2</b> ΠΟΔΗΛΑΤΟ: Στατική ποδηλασία  <b>Ομάδα ελέγχου 3</b> ενεργό PNF: Ασκήσεις Ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης με τον οδηγό Bobath  <b>Ομάδα ελέγχου 4</b> χωρίς παρέμβαση: σε λίστα αναμονής, συνήθης δραστηριότητα. Μόνο αυτή η ομάδα συνέχισε να λαμβάνει την τυπική φροντίδα-φυσιοθεραπεία.	5 συνεδρίες / εβδο, 60 λεπτά/ συνεδρία, για 5 εβδο.  <b>Ομάδα ΨΔΑΠ, ομάδα ελέγχου 1 και ομάδα ελέγχου 2</b> , υψηλής έντασης άσκηση.	Με την χρήση δυναμοπλατφόρμας μετρήθηκε το CoP path length σε συνθήκες ανοιχτών και κλειστών ματιών, σε ευρεία και στενή στάση ποδιών (↑= μείωση τιμής) p< 0.05.  <b>Κλινικές δοκιμασίες ισορροπίας:</b> TAT (Tinetti) BBS  Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	21% (p <0,05) Οι βελτιώσεις στο BBS δεν διέφεραν μεταξύ της ομάδας ΨΔΑΠ (30%) και ομάδα ελέγχου 1 (19%) (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	πιλοτική μελέτη παρατήρησης	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> n =20, 11 άνδρες - 9 γυναίκες, ηλικία 51.2±11.2 έτη, EDSS 5.1±0.8, διάρκεια νόσου 15.6±5.8 έτη	<b>Ομάδα ΨΔΑΠ:</b> 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.	<b>Ορθοστατικός έλεγχος:</b> Με το <b>Neurocom Balance Manager</b> μέσω του mCTSIB, με κλειστά και ανοιχτά μάτια στις εξής παραμέτρους του CoP: TPL SA MSV  <b>Κλινικές δοκιμασίες Ισορροπίας:</b> BBS  p < 0.05.  Αξιολόγηση στην έναρξη T0 και στο τέλος του προγράμματος T1.	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).





## Συζήτηση

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). 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 (Bricchetto 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.

### **Συμπεράσματα**

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.

## Βιβλιογραφία

- 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 Porrás, D., Siemonsma, P., Inzelberg, R., Zeilig, G. & Plotnik, M. (2018). Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. *Neurology*, 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.
- 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.jns.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>
- 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.
- 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.
- 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 fowl 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.



- 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>
- Massetti, 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.
- 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.
- 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>
- 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>
- 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., 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>
- 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>
- 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.
- 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](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43968/9789241563758_eng.pdf)
- Yazgan, Y.Z., Tarakci, E., Tarakci, D., Ozdincler, 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, 101902. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101902>





## **The effect of digital interactive sports games on balance ability of patients with multiple sclerosis.**

**Sapountzi, A.<sup>1\*</sup>, Vernadakis, N.<sup>1</sup>, Thomopoulos, S.<sup>2</sup>, Kyriazanos, D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Democritus University of Thrace

<sup>2</sup>National Centre for Scientific Research “Demokritos”

### **ABSTRACT**

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. 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.

**Key words:** multiple sclerosis; exergames; rehabilitation; balance; postural control.

Corresponding address:

Angela Sapountzi  
Democritus University of Thrace  
Department of Physical Education and Sport Sciences  
University Campus, 69100 Komotini

E-mail:

[angesapo@phyed.duth.gr](mailto:angesapo@phyed.duth.gr)