



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση των exergames στη βελτίωση της  
ισορροπίας των ηλικιωμένων»**



**Σπουδάστρια: ΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ ΑΣΗΜΙΝΑ**

**A.M.: 437914**

**Επιβλέπων καθηγητής: Dr. ΙΑΚΩΒΙΔΗΣ ΠΑΡΗΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2018**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα: «Η επίδραση των exergames στη βελτίωση της ισορροπίας των ηλικιωμένων»**

ΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ ΑΣΗΜΙΝΑ

Α.Μ.: 437914

Επιβλέπων καθηγητής: Dr. ΙΑΚΩΒΙΔΗΣ ΠΑΡΗΣ, Καθηγητής  
Εφαρμογών

*«Το γήρασμα του σώματος και της μορφής μου  
είναι πληγή από φρικτό μαχαίρι».*

**-Κωνσταντίνος Καβάφης (1863-1933)**

# Πίνακας περιεχομένων

|  |    |
|--|----|
| Συντομογραφίες.....  | 6  |
| Λίστα Πινάκων.....   | 7  |
| Λίστα Εικόνων.....   | 7  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....  | 9  |
| ABSTRACT.....  | 10 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΡΙΤΗ ΗΛΙΚΙΑ.....  | 13 |
| 1.1 Ορισμός ηλικιωμένου.....   | 13 |
| 1.2 Δημογραφικά στοιχεία.....  | 14 |
| 1.3 Μεταβολές στα διάφορα συστήματα λόγω γήρανσης.....                               | 17 |
| 1.4 Η άσκηση στην τρίτη ηλικία.....  | 21 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΟΙ ΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΗΛΙΚΙΑ.....  | 22 |
| 2.1 Επιδημιολογία και συνέπειες των πτώσεων.....                                     | 22 |
| 2.2 Αιτιολογία πτώσεων.....  | 24 |
| 2.3 Δοκιμασίες αξιολόγησης κινδύνου πτώσης.....                                      | 25 |
| 2.4 Πρόληψη των πτώσεων.....   | 27 |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....  | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....   | 30 |
| 3.1 Η εικονική πραγματικότητα γενικά.....  | 30 |
| 3.2 Η συμβολή της εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση διάφορων παθήσεων...32 |    |
| 3.2.1 Στη νόσο του Πάρκινσον.....  | 33 |
| 3.2.2 Μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....                                    | 34 |
| 3.2.3 Στην σκλήρυνση κατά πλάκας.....  | 36 |
| 3.3 Ανάλυση SWOT για την αποκατάσταση με εικονική πραγματικότητα.....                | 38 |
| 3.4 Η χρήση της επαυξημένης-μεικτής πραγματικότητας.....                             | 39 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. EXERGAMING-ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗΣ.....                        | 43 |
| 4.1 Ο όρος exergaming.....   | 43 |
| 4.2 Microsoft Kinect.....  | 44 |
| 4.3 Nintendo Wii.....  | 47 |
| 4.4 Sony PlayStation Eyetoy.....   | 52 |

|   |    |
|---|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ EXERGAMES ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ .....                      | 53 |
| 5.1 Πλεονεκτήματα των exergames στην άσκηση .....   | 53 |
| 5.2 Χρήση των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού σε ηλικιωμένους .....                               | 56 |
| 5.3 Η συμβολή των exergames στην ισορροπία των ηλικιωμένων .....                            | 60 |
| 5.4 Μελέτες που επιβεβαιώνουν τη συμβολή των exergames στην ισορροπία των ηλικιωμένων ..... | 62 |
| ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....  | 73 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....  | 74 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....  | 75 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....   | 89 |

## Συντομογραφίες

|                     |   |
|---------------------|---|
| OHE                 | Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών   |
| WHO                 | World Health Organization - Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας  |
| VO <sub>2</sub> max | Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου   |
| FEV1                | Εκπνεόμενος όγκος αέρα σε ένα δευτερόλεπτο  |
| VR                  | Virtual Reality- εικονική πραγματικότητα  |
| 3D                  | Τρισδιάστατο  |
| HMD                 | Head Mounted Display-μάσκα απεικόνισης  |
| ADLs                | Δραστηριότητες της καθημερινής ζωής   |
| SWOT                | Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - Δυνατά σημεία, Αδυναμίες, Ευκαιρίες και Απειλές |
| AR                  | Augmented Reality - επαυξημένη πραγματικότητα   |
| WBB                 | Wii Balance Board   |
| COP                 | Center of Pressure - κέντρο πίεσης  |

## Λίστα Πινάκων

|   |    |
|---|----|
| Πίνακας 1 Ανάλυση SWOT για την αποκατάσταση με εικονική πραγματικότητα..... | 37 |
| Πίνακας 2 Περιγραφή των παιχνιδιών φυσικής άσκησης Wii Fit.....             | 49 |

## Λίστα Εικόνων

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 1. Παιδιά κάτω των 5 ετών και οι ηλικιωμένοι άνω των 65, ως ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού: από το 1950 έως το 2050.....  | 15 |
| Εικόνα 2. Οι 25 γηραιότερες χώρες του κόσμου με αναλογία πληθυσμού άνω των 65 ετών, το 2015 και το 2050.....   | 15 |
| Εικόνα 3. Μάσκα απεικόνισης (Head Mounted Display) εικονικής πραγματικότητας.....  | 30 |
| Εικόνα 4. Η παίκτρια φοράει τη μάσκα HMD και βαδίζει σε ένα εικονικό περιβάλλον.....   | 31 |
| Εικόνα 5. Πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας και σύστημα κατάρτισης ισορροπίας εικονικής πραγματικότητας με την πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας.....  | 33 |
| Εικόνα 6. Προσομοιωμένο εξωτερικό περιβάλλον και εσωτερικό περιβάλλον.....   | 33 |
| Εικόνα 7. Ο χρήστης πραγματοποιεί εικονικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Παραδείγματα δραστηριότητας προετοιμασίας φαγητού.....  | 34 |
| Εικόνα 8. Σύστημα εικονικής πραγματικότητας Leap Motion.....   | 35 |
| Εικόνα 9. Εικονικό περιβάλλον των παιχνιδιών TouchBall, TakeBall, και StepBall.....  | 36 |
| Εικόνα 10. Συσκευή Microsoft HoloLens.....   | 40 |
| Εικόνα 11. Εκμάθηση ανατομίας με HoloLens.....   | 40 |
| Εικόνα 12. Δοκιμή των εφαρμογών και των παιχνιδιών του Microsoft HoloLens.....   | 41 |
| Εικόνα 13. Η εικόνα που αντιλαμβάνεται το Kinect.....  | 44 |
| Εικόνα 14. Το Microsoft Kinect για το Xbox 360.....  | 44 |
| Εικόνα 15. Οι θέσεις των αρθρώσεων που αναγνωρίζει το Kinect.....  | 45 |
| Εικόνα 16. Εφαρμογή ενός παιχνιδιού στο Kinect, υλοποιημένο στην πλατφόρμα ανάπτυξης Unity 3D.....   | 46 |
| Εικόνα 17. Εφαρμογή ενός παιχνιδιού στο Kinect, υλοποιημένο στην πλατφόρμα ανάπτυξης Unity 3D.....   | 46 |
| Εικόνα 18. Η κονσόλα Wii.....  | 48 |
| Εικόνα 19. Wii Remote και Nunchuk.....   | 48 |
| Εικόνα 20. Σύστημα συντεταγμένων του Wii Balance Board και μετατροπείς δύναμης. Α) Η επάνω επιφάνεια του WBB εμφανίζεται με τις συντεταγμένες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του κέντρου πίεσης και των θέσεων των αισθητήρων. Β) Οι αισθητήρες |    |

|  |    |
|--|----|
| δυνάμεων κάτω από κάθε μία από τις τέσσερις γωνίες που λειτουργούν ως μονοαξονικοί μετατροπείς ισχύος.....   | 48 |
| Εικόνα 21. Εικονικά περιβάλλοντα των παιχνιδιών του Wii Fit, του Ski slalom, του Table tilt, του Step basic και του Soccer heading.....  | 50 |
| Εικόνα 22. Το PlayStation Eyetoy και screenshot ενός παιχνιδιού του.....   | 51 |
| Εικόνα 23. Το 3-D virtual reality kayak program.....   | 56 |
| Εικόνα 24. Α) Ο συμμετέχων πρέπει να προχωρήσει όταν το κόκκινο βέλος βρίσκεται ακριβώς πάνω από το βέλος στόχου (μπλε βέλος). Το στρογγυλό αντικείμενο στην κάτω δεξιά πλευρά είναι μια «βόμβα», την οποία ο συμμετέχων δεν πρέπει να πατήσει. Β) Ένα από τα τέσσερα βέλη στην οθόνη αλλάζει το χρώμα του σε μπλε και ο συμμετέχων καλείται να κάνει βήμα όσο το δυνατόν γρηγορότερα στην ίδια θέση του step pad..... | 57 |
| Εικόνα 25. Ενδεικτικά εικονικά περιβάλλοντα των παιχνιδιών του FitForAll.....  | 62 |
| Εικόνα 26. Οι ηλικιωμένοι χρησιμοποιούν βάρη και στατικό ποδήλατο, κάνουν χειρονομίες και μετατοπίζουν το βάρος τους σύμφωνα με τις οδηγίες των παιχνιδιών του FitForAll.....  | 62 |
| Εικόνα 27. Ένας ηλικιωμένος εκτελεί με το Balance Board το παιχνίδι half moon του Wii Fit κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας εξάσκησης.....   | 65 |
| Εικόνα 28. Τα βιντεοπαιχνίδια apple game, tightrope standing game, balloon popping game, και one leg standing game.....  | 66 |
| Εικόνα 29. Στοιχεία του Balance Rehabilitation Unit. (Α) Οι ασκήσεις αποκατάστασης και (Β) Οι ασκήσεις προπόνησης που αποτελούνται από τρία διαφορετικά παιχνίδια (λαβύρινθο, πρωινό και surfing).....   | 69 |



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τρίτη ηλικία είναι στενά συνδεδεμένη με την εμφάνιση πολλών προβλημάτων υγείας. Οι πτώσεις αποτελούν την κύρια αιτία αναπηρίας, τραυματισμών και θανάτου στους ηλικιωμένους. Η εκπαίδευση της ισορροπίας και η σωματική άσκηση μπορούν να συμβάλλουν στην πρόληψη των πτώσεων. Η άσκηση προσφέρει οφέλη όπως είναι η βελτίωση της δύναμης, της αντοχής, της ισορροπίας και της ευελιξίας. Ωστόσο, λόγω της χαμηλής προσκόλλησης στη θεραπεία, αναδύθηκε το ενδιαφέρον για την άσκηση των ηλικιωμένων με τη χρήση των βιντεοπαιχνιδιών που προσφέρουν ένα ελκυστικό και διασκεδαστικό περιβάλλον. Ο σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να προσδιοριστούν οι επιδράσεις των exergames (ή αλλιώς βιντεοπαιχνιδιών σοβαρού σκοπού) στην εκπαίδευση της ισορροπίας των ηλικιωμένων άνω των 65 ετών για την πρόληψη των πτώσεων. Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις εξής βάσεις δεδομένων, Pubmed, PEDro, Research Gate, Google Scholar, WHO και Medline. Οι περισσότερες μελέτες μετά από την περίοδο παρέμβασης ανέφεραν θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση της ισορροπίας και της φυσικής λειτουργίας των ηλικιωμένων. Τα exergames δείχνουν να είναι ιδιαίτερα ικανά και πολλά υποσχόμενα για το μέλλον τους στον τομέα της υγείας. Δεδομένου όμως ότι δεν υπάρχουν πολλές τυχαιοποιημένες μελέτες με μεγάλα μεγέθη δείγματος και τα πρωτοκολλά παρέμβασης και τα μέτρα έκβασης για την αξιολόγηση ποικίλλουν, απαιτούνται περαιτέρω έρευνες με ισχυρότερα επιστημονικά στοιχεία προκειμένου να θεωρηθούν τα exergames ως εργαλείο αποκατάστασης και άσκησης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: exergame, ηλικιωμένοι, εικονική πραγματικότητα, ισορροπία, πτώσεις

## **ABSTRACT**

The elderly is closely related to the appearance of many health problems. Falls are the main cause of disability, injuries and death in the elderly. Balance training and physical exercise can help prevent falls. Exercise offers benefits such as improvements in strength, endurance, balance and flexibility. However, due to the low therapy adherence, interest in the exercise of older people with the use of videogames that offer an attractive and entertaining environment emerged. The aim of this bibliographic review is to determine the effects of exergames on the balance training of the elderly aged over 65 to prevent falls. A search was performed in the databases, Pubmed, PEDro, Research Gate, Google Scholar, WHO, and Medline. Most post-intervention studies reported positive results in improving the balance and physical function of the elderly. Exergames seem to be highly capable and promising for their future in the health sector. However, since there are not many randomized controlled studies with a large sample and intervention protocols and outcome measures for assessing varied, further research is needed with stronger scientific evidence in order to be considered exergames as a rehabilitation and exercise tool.

**KEYWORDS:** exergame, elderly, virtual reality, balance, falls

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τη δραματική αύξηση του πληθυσμού των ηλικιωμένων παγκοσμίως, γίνεται όλο και πιο σημαντικό κοινωνικό ζήτημα η υγειονομική περίθαλψη (World Health Organization, 2018). Με βάση τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) από το 2015 ως το 2050 το ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού άνω των 60 ετών θα αυξηθεί κατά 10%. Η πρόοδος της ηλικίας σε συνδυασμό με την μειωμένη σωματική άσκηση αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες που συντελούν στην αλλοίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων τρίτης ηλικίας. Οι ηλικιωμένοι είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε πτώσεις, καθώς παρουσιάζουν μειωμένη κινητικότητα και έλεγχο ισορροπίας λόγω σωματικών, αισθητηριακών και γνωστικών αλλαγών που συνδέονται με τη γήρανση (Molina, και συν., 2014).

Οι πτώσεις στους ηλικιωμένους αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας. Περίπου το ένα τρίτο των ηλικιωμένων άνω των 65 ετών που ζουν στην κοινότητα ηλικίας παρουσίασε τουλάχιστον μία πτώση ετησίως (Rubenstein, 2006). Κάθε χρόνο εκτιμάται ότι 646.000 άτομα παγκοσμίως πεθαίνουν από τις πτώσεις (World Health Organization, 2018). Οι πτώσεις μπορούν να προκαλέσουν μικρούς τραυματισμούς αλλά μπορούν να έχουν και δραματικές συνέπειες από την άποψη των σοβαρών καταγμάτων και της ανάπτυξης του φόβου «μετάπτωσης», που αποτελούν την κύρια αιτία για την απώλεια της ανεξαρτησίας (Skjæret-Maroni, και συν., 2016). Οι πτώσεις παρουσιάζουν επίσης σημαντικό οικονομικό βάρος στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης (Rubenstein, 2006).

Έρευνες έχουν δείξει ότι η σωματική δραστηριότητα είναι απαραίτητη για τη βελτίωση και τη διατήρηση της υγείας των ηλικιωμένων (Skjæret-Maroni, και συν., 2016). Τα προγράμματα που περιλαμβάνουν ασκήσεις που εστιάζουν στον έλεγχο της ισορροπίας εμφανίζουν μεγαλύτερα αποτελέσματα στην πρόληψη των πτώσεων (Laufer, και συν., 2014). Παρόλο που τα διάφορα συμβατικά προγράμματα ασκήσεων ενισχύουν την ισορροπία και τη μυϊκή δύναμη και μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη των πτώσεων των ηλικιωμένων, ένα μειονέκτημα τους είναι η χαμηλή προσκόλληση στη θεραπεία (Neri, και συν., 2017).

Εκτός από τις συμβατικές ασκήσεις θα μπορούσε και η σύγχρονη τεχνολογία μέσω της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality-VR) να βοηθήσει στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των ατόμων της τρίτης ηλικίας. Πρόσφατα, εμφανίζονται τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας και παιχνιδιών φυσικής άσκησης (exergames), τα οποία χρησιμοποιούνται ως αποτελεσματικά εργαλεία για την ενίσχυση της ισορροπίας και της κινητικότητας των ηλικιωμένων (Bieryla & Dold, 2013; Jorgensen, και συν., 2013; Williams, και συν., 2011). Η χρήση αυτών των βιντεοπαιχνιδιών παρουσίασε 30% περισσότερη τήρηση στο πρόγραμμα

παρέμβασης σε σύγκριση με τις συμβατικές ασκήσεις (Neri, και συν., 2017). Τα exergames παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα, ένα από αυτά είναι ότι παρέχουν κίνητρα στους χρήστες για να εξασκηθούν μέσα από ένα διαδραστικό τρόπο και να εκπαιδεύσουν τόσο τις κινητικές όσο και τις γνωστικές τους δεξιότητες όταν εκτελούν δύο εργασίες ταυτόχρονα (dual tasks) (Skjæret και συν., 2016, Van diest και συν., 2013). Επιπλέον, τα παιχνίδια αυτά ενισχύουν την κοινωνικοποίηση και βελτιώνουν τη αυτοπεποίθηση στις καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες (Konstantinidis, και συν., 2016). Στόχος αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να διερευνηθεί η επίδραση των exergames στην ισορροπία και στην πρόληψη των πτώσεων στον ηλικιωμένο πληθυσμό.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΡΙΤΗ ΗΛΙΚΙΑ

## 1.1 Ορισμός ηλικιωμένου

Η γήρανση είναι φυσική εξέλιξη μέσα στην πορεία της ζωής και είναι μια διαδικασία σταδιακή και αναπόφευκτη που την χαρακτηρίζει η φθορά που επέρχεται με τον χρόνο. Κατά την διάρκεια της πορείας της γήρανσης παρουσιάζονται βιολογικές αλλαγές στον οργανισμό, όπως είναι η αδυναμία, η απώλεια της λειτουργικότητας, η μείωση της κινητικότητας, της ευελιξίας, της οξύτητας της όρασης και άλλες φυσιολογικές αλλαγές που συμβαίνουν με την πάροδο του χρόνου (Kane, και συν., 2013).

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την έννοια του «ηλικιωμένου» και της «τρίτης ηλικίας», όμως ακόμα και σήμερα δεν μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια, καθώς η έννοια αυτή έχει διαφορετικές σημασίες σε διαφορετικές κοινωνίες. Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) δεν έχει υιοθετήσει κάποιο απόλυτο αριθμητικό κριτήριο ηλικίας, αλλά γενικά αναφέρει ως ηλικιωμένο πληθυσμό τα άτομα 60 ετών και άνω. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) οι πιο ανεπτυγμένες χώρες έχουν υιοθετήσει σαν ορισμό του «ηλικιωμένου» και αρχή του γήρατος την ηλικία των 65 ετών, καθώς ταυτίζεται συχνά με την ηλικία της συνταξιοδότησης. Οι ηλικιωμένοι μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες, στους μεσήλικες ή αλλιώς νεότεροι υπερήλικες που χαρακτηρίζονται οι 65 έως 74 ετών, στους υπερήλικες οι μεταξύ 75 έως 84 ετών και στους πολύ ηλικιωμένους οι άνω των 85 ετών που χαρακτηρίζονται και ως αδύναμοι διότι έχουν περισσότερες γνωστικές διαταραχές και είναι περισσότερο εξαρτώμενοι στις καθημερινές δραστηριότητες. (King & Lipsky, 2017).

Ο ρυθμός και ο τρόπος με τον οποίο γερνάει κάθε άτομο είναι διαφορετικός. Η χρονολογική ηλικία ενός ανθρώπου δεν είναι πάντα ίδια με την βιολογική του ηλικία (Kane, και συν., 2013). Την χρονολογική ηλικία αποτελούν τα έτη που το άτομο ζει μετά την γέννηση του. Από την άλλη, η βιολογική ηλικία καθορίζεται γενετικά και διαμορφώνεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Κατά την βιολογική γήρανση δημιουργείται μια φυσιολογική εσωτερική αλλοίωση με αλλαγές που συμβαίνουν στα μόρια, στα κύτταρα και στα όργανα (King & Lipsky, 2017).

Η φυσιολογική φθορά δεν πρέπει να ταυτίζεται με την νοσηρή φθορά. Το φυσιολογικό γήρας διαφέρει από το παθολογικό γήρας. Το γήρας δεν είναι νόσος. Η έννοια της επιτυχημένης γήρανσης είναι ότι αυτή δεν συνοδεύεται απαραίτητα από νόσους και

αναπηρίες και διατηρείται η λειτουργικότητα και η ποιότητα ζωής του ατόμου (Beers & Berkow, 2005). Η τακτική σωματική δραστηριότητα, η υγιεινή διατροφή και ο υγιεινός τρόπος ζωής είναι απαραίτητα για την υγιή και επιτυχημένη γήρανση.

## 1.2 Δημογραφικά στοιχεία

Τα τελευταία έτη παρατηρείται δραματική αύξηση του πληθυσμού των ηλικιωμένων παγκοσμίως. Η μακροζωία οφείλεται στην βελτίωση της διατροφής, της υγιεινής, της υγειονομικής περίθαλψης, της εκπαίδευσης, της οικονομικής ευημερίας και στην πρόοδο της ιατρικής (United Nations Population Fund-UNFPA, 2012). Η πρόοδος της ιατρικής επιστήμης οδήγησε στη μείωση της νοσηρότητας, της θνησιμότητας και στην αύξηση του προσδόκιμου ζωής και της διάρκειας της ζωής. Με βάση τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) ο ρυθμός της γήρανσης του πληθυσμού είναι πολύ πιο γρήγορος από ότι στο παρελθόν, και από το 2015 ως το 2050 το ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού άνω των 60 ετών θα διπλασιαστεί από 12% σε 22%, δηλαδή μία αύξηση από 900 εκατομμύρια σε 2 δισεκατομμύρια άτομα άνω των 60 ετών. Μέχρι το 2050, εκτιμάται ότι σε 33 χώρες τα άτομα άνω των 60 ετών θα φτάσουν τα 10 εκατομμύρια και ο πληθυσμός ηλικίας άνω των 80 ετών θα αντιπροσωπεύει το 20% του ηλικιωμένου πληθυσμού. Εκρηκτική αναμένεται επίσης η αύξηση των ηλικιωμένων 100 ετών και άνω, η οποία θα επηρεάσει αρνητικά τα συστήματα περίθαλψης (UNFPA, 2012 ; World Health Organization, 2007).

Στις ΗΠΑ, μεταξύ του 1900 και 1990, ο πληθυσμός των ατόμων άνω των 65 ετών αυξήθηκε κατά δέκα φορές και εκτιμάται ότι μέχρι το 2040 θα αυξηθεί σε περίπου 20% (Beers & Berkow, 2005). Στην Ιταλία εξαιτίας της αύξησης του προσδόκιμου ζωής το ποσοστό των ηλικιωμένων άνω των 60 ετών θα αυξηθεί κατά 13% από το 2010 έως το 2050. Επί του παρόντος όμως, μόνο η Ιαπωνία έχει ηλικιωμένο πληθυσμό άνω του 30%. Μέχρι το 2050, 64 χώρες αναμένεται να γίνουν σαν την Ιαπωνία με ηλικιωμένο πληθυσμό που θα ξεπερνά το 30% (UNFPA, 2012).

Η Ελλάδα βρίσκεται ανάμεσα στις χώρες του κόσμου με τον πιο γερασμένο πληθυσμό, αφού το 1996 ο πληθυσμός άνω των 60 ετών αντιπροσώπευε το 22,3% και ως το 2025 αναμένεται να αυξηθεί κατά 17 ως 82% (Beers & Berkow, 2005). Η Ελληνική Γεροντολογική και Γηριατρική Εταιρεία προβλέπει ότι το 2030 το ποσοστό των ηλικιωμένων ατόμων θα

αναλογεί στο 30% του πληθυσμού. Αντίθετα, το ποσοστό ατόμων ηλικίας 0-14 το 2011 ήταν στο 14% και αναμένεται στο μέλλον να μειωθεί.

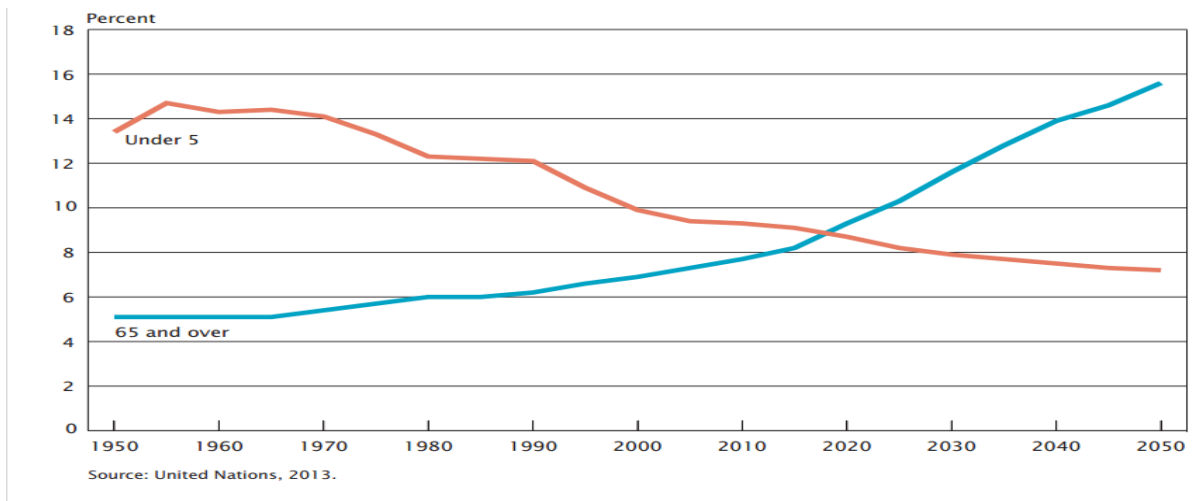
Σύμφωνα με τα παγκόσμια επιδημιολογικά δεδομένα για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας, οι ηλικιωμένοι θα είναι περισσότεροι από τα παιδιά. Το ποσοστό του ηλικιωμένου πληθυσμού 65 ετών και άνω (15,6%) θα είναι περισσότερο από το διπλάσιο των παιδιών κάτω από την ηλικία των 5 ετών (7,2%), μέχρι το 2050 (εικόνα 1) (He, και συν., 2016).

Η ραγδαία αυτή αύξηση του ποσοστού των ηλικιωμένων οφείλεται στην μεγάλη υπογεννητικότητα, στην μετανάστευση των νέων λόγω οικονομικής κρίσης σε χώρες του εξωτερικού, στην μείωση της θνησιμότητας και στην άνοδο του προσδόκιμου ζωής (Beers & Berkow, 2005).

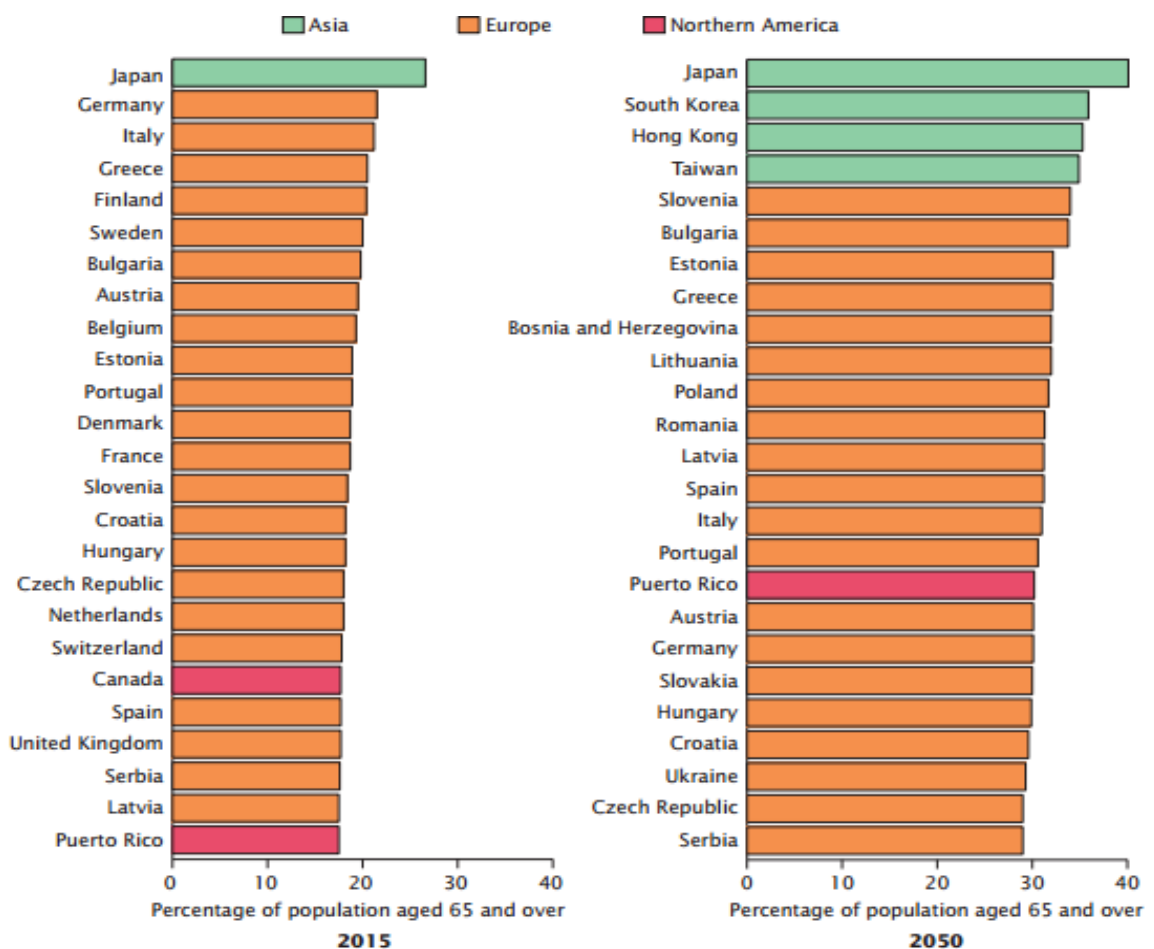
Αποτέλεσμα όμως της γήρανσης του πληθυσμού είναι η αύξηση των αναπηριών και των χρόνιων καταστάσεων όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, οι διαταραχές μνήμης, η οστεοπόρωση, κ.α., που μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλότερη ποιότητα ζωής. Οι βλάβες αυτές οδηγούν τους ηλικιωμένους σε περιορισμούς σε επίπεδο δραστηριότητας, αλλά και σε υψηλότερο κίνδυνο πτώσης και νοσηλείας (Beers & Berkow, 2005 ; Masiero & Carraro, 2018). Μέχρι το 2050 εκτιμάται ότι θα τετραπλασιαστεί ο αριθμός των ηλικιωμένων που θα χρειάζονται ιατρική περίθαλψη λόγω απώλειας της λειτουργικής ανεξαρτησίας (World Health Organization, 2007). Τα άτομα αυτά που νοσούν έχουν ανάγκη την χρήση των υπηρεσιών υγείας, καταναλώνοντας μεγάλα ποσά των κρατικών πόρων. Η πολιτεία παρέχει οικονομική και κοινωνική υποστήριξη για την βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους, όμως κρίνεται απαραίτητο να δημιουργηθούν υγειονομικές πολιτικές και ερευνητικά προγράμματα που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ηλικιωμένων και στην αντιμετώπιση της αναπηρίας στην κοινωνία (Masiero & Carraro, 2018).

Οι κυριότερες αιτίες θανάτου στις αναπτυσσόμενες χώρες στον πληθυσμό των ηλικιωμένων άνω των 60 ετών είναι η καρδιαγγειακές παθήσεις, το εγκεφαλικό επεισόδιο, οι χρόνιες πνευμονοπάθειες και ο καρκίνος. Ενώ, οι κύριες αιτίες αναπηρίας είναι η οστεοαρθρίτιδα, η άνοια και η ελλείμματα στην όραση και στην ακοή (He, και συν., 2016).

Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής εγείρει λοιπόν το ερώτημα, εάν η κατάσταση αυτή οδηγεί σε περισσότερα έτη ζωής με καλή ποιότητα υγείας και διατήρηση της παραγωγικότητας (εκφρασμένα μέσω των ετών ζωής που έχουν προσαρμοστεί κατά την ποιότητα (QALY)) ή σχετίζεται με αυξημένη νοσηρότητα και περισσότερα χρόνια στην παρατεταμένη αναπηρία και εξάρτηση (που εκφράζονται μέσω των χρόνων ζωής (DALY)) (Uottawa, 2014).



**Εικόνα 1.** Παιδιά κάτω των 5 ετών και οι ηλικιωμένοι άνω των 65, ως ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού: από το 1950 έως το 2050 (Τροποποιημένη από U.S. Census Bureau, An Aging World: 2015).



**Εικόνα 2.** Οι 25 γηραιότερες χώρες του κόσμου με αναλογία πληθυσμού άνω των 65 ετών, το 2015 και το 2050. (Πηγή δεδομένων: U.S. Census Bureau, An Aging World: 2015)



### 1.3 Μεταβολές στα διάφορα συστήματα λόγω γήρανσης

Η διαδικασία της γήρανσης αποτελείται από φυσιολογικές μεταβολές σε όλα τα συστήματα του οργανισμού, όπως στο καρδιαγγειακό, αναπνευστικό, μυοσκελετικό, νευρικό, ενδοκρινικό, γαστρεντερικό και ουροποιητικό σύστημα αλλά και στα αισθητήρια όργανα (Boss & Seegmiller, 1981). Πολλές από τις αλλαγές που σχετίζονται με τη γήρανση οφείλονται σε σταδιακή απώλεια του ομοιοστατικού μηχανισμού. Οι αλλαγές αυτές ποικίλλουν από άτομο σε άτομο και επηρεάζονται από τους γενετικούς παράγοντες, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τον τρόπο ζωής. Κάποιες συγκρίσεις που έγιναν σε πληθυσμό διαφόρων ηλικιών, έδειξαν ότι στην ηλικία των 30 ετών αρχίζει να παρουσιάζεται μείωση της λειτουργίας των περισσότερων συστημάτων οργάνων περίπου 1% ετησίως (Kane, και συν., 2013). Οι βασικότερες μεταβολές αφορούν τα παρακάτω συστήματα:

- Καρδιαγγειακό σύστημα:

Με την πάροδο της ηλικίας, συμβαίνουν διάφορες δομικές και λειτουργικές αλλαγές στην καρδιά, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε καρδιαγγειακές παθήσεις. Στις δομικές-ανατομικές μεταβολές συμπεριλαμβάνονται, η δυσκαμψία και η πάχυνση του τοιχώματος του μυοκαρδίου που οφείλεται στην αύξηση του μεγέθους των μυϊκών καρδιακών κυττάρων, η αλλαγή του σχήματός της καρδιάς σε σφαιροειδές, η αύξηση του πάχους του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, η αυξημένη ακαμψία των αιμοφόρων αγγείων, η αύξηση του πάχους του ελεύθερου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας και η αύξηση του μεγέθους του αριστερού κόλπου (Strait & Lakatta, 2012). Επίσης, προκαλείται πάχυνση του τοιχώματος των μεγάλων αρτηριών και απώλεια της ελαστικότητας τους, αυξάνοντας τις πιθανότητες ο ηλικιωμένος να αναπτύξει αρτηριοσκλήρυνση (Beers & Berkow, 2005).

Οι σημαντικότερες λειτουργικές μεταβολές στην τρίτη ηλικία είναι η αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης, η ελάττωση του ποσού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_2 \max$ ), η μείωση του όγκου παλμού, η μείωση της καρδιακής συχνότητας και η μείωση της καρδιακής παροχής σε ποσοστό περίπου 1% ετησίως (Δεληγιάννης, 1997). Μολονότι η άσκηση αυξάνει τον όγκο παλμού και την καρδιακή συχνότητα προκειμένου να αυξηθεί η καρδιακή παροχή, στους ηλικιωμένους ελαττώνονται ως αποτέλεσμα της μειωμένης β-αδρενεργικής απόκρισης, της επιβραδυνόμενης χαλάρωσης και της μεταβολής του πρότυπου χαλάρωσης (Strait & Lakatta, 2012). Η ελάττωση της καρδιακής συχνότητας είναι αποτέλεσμα της μείωσης του ενδογενή φλεβοκομβικού ρυθμού (Beers & Berkow, 2005) και

η ελάττωση της καρδιακής παροχής κατά την διάρκεια σωματικής άσκησης οφείλεται στη μείωση του όγκου παλμού (Βαρσαμίδης, 2001). Οι ανατομικές μεταβολές προκαλούν συχνά αρρυθμίες στους ηλικιωμένους και η ύπαρξη μεταβολών στο σύστημα της αγωγιμότητας σχετίζονται με την εμφάνιση κολπικής μαρμαρυγής (King & Lipsky, 2017).

- Αναπνευστικό σύστημα:

Το αναπνευστικό σύστημα είναι το σύστημα που κινδυνεύει περισσότερο από τις βλάβες του περιβάλλοντος. Καθώς όμως οι άνθρωποι γερνάνε συμβαίνουν κάποιες μορφολογικές και λειτουργικές αλλαγές στο αναπνευστικό τους σύστημα. Οι αλλαγές αυτές περιλαμβάνουν την μείωση των πνευμονικών όγκων και την μείωση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας λόγω της κυφωσκολίωσης που συντελεί στην μείωση της ζωτικής χωρητικότητας και του εκπνεόμενου όγκου σε ένα δευτερόλεπτο (FEV1) (Lowery και συν., 2013). Από την ηλικία 30 έως 80 ετών η ζωτική ικανότητα μειώνεται και ο FEV1 ελαττώνεται περίπου 30 mL ανά έτος. Το θωρακικό τοίχωμα γίνεται σκληρότερο και οι μεσοπλεύριοι χόνδροι υφίσταται προοδευτική ασβεστοποίηση με αποτέλεσμα ο θωρακικός κλωβός να μην μπορεί να επεκταθεί κατά τη διάρκεια της εισπνοής (Sharma & Goodwin, 2006). Επίσης, παρατηρείται εξασθένηση των αναπνευστικών μυών, που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα καθαρισμού της βλέννας από τους αεραγωγούς και μειώνει την αποτελεσματική ανταλλαγή αερίων (Lowery και συν., 2013). Το πνευμονικό παρέγχυμα και οι κυψελίδες χάνουν την ελαστικότητα τους προκαλώντας διεύρυνση του εναέριου χώρου και παγίδευση αέρα ("γεροντικό εμφύσημα") (Sharma & Goodwin, 2006). Επίσης, το αντανακλαστικό του βήχα εξασθενεί με την ηλικία, μειώνοντας τον αποτελεσματικό βήχα. Ο ρινικός και πνευμονικός βλεννογόνο παράγει λιγότερη IgA, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ικανότητα του να εξουδετερώνει τους ιούς, προκαλώντας έτσι αυξημένη ευαισθησία σε λοίμωξη (King & Lipsky, 2017). Τέλος, με την ηλικία μειώνεται η αντίδραση της αναπνοής στην υποξία (↓50%) και στην υπερκαπνία (↓40%), καθιστώντας τα άτομα πιο ευάλωτα σε παθήσεις που δημιουργούν χαμηλά επίπεδα οξυγόνου (π.χ., καρδιακή ανεπάρκεια, πνευμονία, ΧΑΠ, κτλ) (Sharma & Goodwin, 2006).

- Μυοσκελετικό σύστημα:

Ένας σημαντικός και καθοριστικός παράγοντας για την λειτουργικότητα και την ανεξαρτησία του ατόμου είναι η μυοσκελετική λειτουργία. Η μειωμένη μυϊκή δύναμη στους ηλικιωμένους σχετίζεται με τον σοβαρό περιορισμό της κινητικότητας, την αργή ταχύτητα

βάδισης, τον αυξημένο κίνδυνο πτώσης και τον κίνδυνο νοσηλείας (Masiero & Carraro, 2018). Ο έλεγχος της στάσης βασίζεται στον νευρομυϊκό έλεγχο που ενσωματώνει αισθητηριακές πληροφορίες από διάφορες πηγές όπως το αιθουσαίο, το μυϊκό και οπτικό σύστημα και η απώλεια του αποτελεί σημαντικό παράγοντα πρόβλεψης μιας πτώσης (Lamoth, και συν., 2012).

Μεταξύ της ηλικίας των 30 και 75 ετών η μυϊκή μάζα ελαττώνεται κατά 30%, οδηγώντας σε απώλεια μυϊκής δύναμης και αντοχής (Ivanov & Blue, 2014). Η μείωση της μυϊκής ισχύς οφείλεται στην ατροφία των μυών. Αιτίες της μυϊκής ατροφίας είναι το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας του ατόμου, η απώλεια των κινητικών νευρώνων και η μείωση του αριθμού και του μεγέθους των μυϊκών ινών (Δεληγιάννης, 1997). Στους ηλικιωμένους αυξάνεται ο λιπώδης ιστός και καταλαμβάνει το 40% του σωματικού βάρους, ενώ ο μυϊκός ιστός καταλαμβάνει περίπου το 15%. Με αποτέλεσμα, η βαθμιαία απώλεια της μυϊκής μάζας λόγω σαρκοπενίας. Επιπλέον, εμφανίζεται ελάττωση του αριθμού των μυϊκών ινών ταχείας συστολής τύπου II σε σχέση με αυτών της βραδείας συστολής τύπου I, η οποία συσχετίζεται με την μείωση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης. Η μέγιστη ισομετρική δύναμη υποχωρεί κατά 20% στην ηλικία των 60 ετών και κατά 50% στην ηλικία των 80 ετών (Beers & Berkow, 2005). Η εκφύλιση των μυϊκών ινών ταχείας συστολής τύπου II σχετίζεται και με την διαταραχή της συνέργειας σε καταστάσεις διατάραξης της ισορροπίας (Woollacott & Tang, 1997).

Στις αρθρώσεις παρατηρείται αύξηση της δυσκαμψίας, άλγος και ελάττωση της σταθερότητας και του εύρους κίνησης. Συγκεκριμένα, ο αρθρικός χόνδρος καλύπτει τις επιφάνειες των οστών στις αρθρώσεις, επιτρέπει την κίνηση με την λιγότερη δυνατή τριβή και απορροφά τους κραδασμούς από τα φορτία που δέχεται. Ένα μεγάλο ποσοστό του αρθρικού χόνδρου αποτελείται από νερό, το οποίο με τη γήρανση μειώνεται αρκετά και ο χόνδρος αρχίζει να συρρικνώνεται (MedlinePlus). Με τα χρόνια το πάχος του χόνδρου μειώνεται ως συνέπεια της διαδικασίας φθοράς και της τριβής του. Η προοδευτική εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου οδηγεί σε οστεοαρθρίτιδα και επηρεάζονται κυρίως οι αρθρώσεις του γόνατος, του ισχίου, της σπονδυλικής στήλης, των χεριών και των ποδιών (Cooper, et al., 2013). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) το 80% των ατόμων που παρουσιάζουν οστεοαρθρίτιδα έχει περιορισμένη κίνηση και το 25% δεν είναι ικανό να εκτελέσει τις καθημερινές δραστηριότητες της ζωής.

Η οστική μάζα ελαττώνεται σταδιακά. Μία πάθηση που εμφανίζεται συχνά στους ηλικιωμένους είναι η οστεοπόρωση, που χαρακτηρίζεται από απώλεια της οστικής μάζας και από διαταραχή της μικροαρχιτεκτονικής των οστών, με αποτέλεσμα τα οστά να γίνονται εύθραυστα, πορώδη και επιρρεπή σε κατάγματα. Περίπου μετά την ηλικία των 50 ετών, ο

ρυθμός ελάττωσης επιταχύνεται και ειδικά στις γυναίκες (Beers & Berkow, 2005). Σε παγκόσμιο επίπεδο, η οστεοπόρωση προκαλεί περισσότερα από 8,9 εκατομμύρια κατάγματα ετησίως, με αποτέλεσμα ένα οστεοπορωτικό κάταγμα κάθε 3 δευτερολέπτων και εκτιμάται ότι θα επηρεάσει 200 εκατομμύρια ηλικιωμένους ενήλικες παγκοσμίως τα επόμενα 50 χρόνια (International Osteoporosis Foundation). Λόγω της οστεοπόρωσης προκαλούνται κυρίως κατάγματα στους σπόνδυλους, στο μηριαίο οστό και στην κερκίδα (Dobbs, et al., 1999). Μόνο το 2010, τα κατάγματα ευθραυστότητας οδήγησαν σε ισχυρό αποτύπωμα στον οικονομικό τομέα με κόστος 37 δισεκατομμύρια ευρώ και προβλέπεται μέχρι το 2025 να αυξηθεί κατά 25% (Svedbom, και συν., 2013).

- Νευρικό σύστημα:

Ο εγκέφαλος ατροφεί με τη γήρανση και περίπου το 20% του βάρους του χάνεται από την ηλικία των 85 ετών. Δημιουργείται σημαντική συρρίκνωση του εγκεφάλου αφού όλο και περισσότερα εγκεφαλικά κύτταρα πεθαίνουν. Από την ηλικία των 30 έως 70 ετών, η εγκεφαλική αιματική ροή μειώνεται περίπου κατά 15% έως 20% (King & Lipsky, 2017). Εμφανίζονται επίσης, αλλαγές στους νευροδιαβιβαστές που σχετίζονται με την αύξηση της ηλικίας, όπως η μείωση των υποδοχέων ντοπαμίνης και η μείωση της ακετυλοχολίνης. Επιπρόσθετα, παρατηρείται μείωση του αριθμού των νευρικών κυττάρων του εγκεφάλου, ατροφία της γκρίζας ύλης, ελάττωση του χρόνου αντίδρασης, μείωση της ταχύτητας της νευρικής αγωγής του ερεθίσματος, διαταραχή της κινητικότητας, διαταραχή του λόγου και μείωση της οξύτητας των αισθητήριων οργάνων (Δεληγιάννης, 1997). Η αλλαγή στην αισθητικότητα μπορούν να επηρεάσουν τους ηλικιωμένους με διάφορους τρόπους, για παράδειγμα η μειωμένη αίσθηση στα πέλματα αυξάνει τον κίνδυνο πτώσης.

Η νοητική λειτουργία και η απόδοση μειώνεται και εμφανίζεται πτώση της λειτουργίας της βραχυπρόθεσμης μνήμης (King & Lipsky, 2017). Η γνωστική έκπτωση που συνοδεύει την άνοια και η σοβαρή απώλεια μνήμης δεν αποτελούν φυσιολογικό μέρος της γήρανσης. Για παράδειγμα, η νόσος του Alzheimer, όπου οι επιστήμονες πιστεύουν ότι σχετίζεται με τις πλάκες (συλλογή β-αμυλοειδούς) και με τα πλέγματα που βρίσκονται στα κύτταρα του εγκεφάλου (Beers & Berkow, 2005). Στην νόσο του Alzheimer παρουσιάζεται κάποια συσσώρευση νευριτικών πλακών και νευροϊνιδιακών πλεγμάτων σε μεγαλύτερο βαθμό από το φυσιολογικό.

#### 1.4 Η άσκηση στην τρίτη ηλικία

Η γήρανση προκαλεί αρκετές μεταβολές στον οργανισμό που οδηγούν σε πολλά προβλήματα υγείας, στερώντας από τους ηλικιωμένους την ανεξαρτησία τους και επηρεάζοντας την ποιότητα ζωής τους. Η κακή φυσική κατάσταση, οι γνωστικές διαταραχές, η απώλεια της λειτουργίας, της δύναμης και της μυϊκής μάζας, αποτελούν κάποια από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι στην καθημερινότητα τους (Cvecka, και συν., 2015). Ένας από τους παράγοντες που μπορεί να βελτιώσει την υγεία των ηλικιωμένων είναι οι διάφορες σωματικές ασκήσεις σε συνδυασμό με ισορροπημένη υγιεινή διατροφή.

Κάποια από τα οφέλη της άσκησης είναι ότι βελτιώνει τη καρδιοαναπνευστική ικανότητα, τη γνωστική λειτουργία, τη μυϊκή λειτουργία, τη διάθεση, τη ψυχολογία και τη γενική κατάσταση, συμβάλλει στη μείωση του αριθμού και της συχνότητας των πτώσεων και περιορίζει την απώλεια της οστικής πυκνότητας (Berg & Cassells, 1992 ; Masiero & Carraro, 2018). Επίσης, με τη φυσική δραστηριότητα μειώνονται οι πιθανότητες ανάπτυξης χρόνιων ασθενειών, διευκολύνεται η λειτουργικότητα ενός ατόμου και η ικανότητα του να παραμείνει αυτόνομο και συνεισφέρει στην αντιμετώπιση διάφορων προβλημάτων, όπως η παχυσαρκία (Brill, 2006). Στην ανασκόπηση των Gillespie και συν.(2003) παρατηρήθηκε ότι τα προγράμματα που ήταν σχεδιασμένα για τη μυϊκή ενδυνάμωση, τη βελτίωση της ισορροπίας και της ικανότητας βάδισης, μείωσαν σημαντικά τις πιθανότητες πτώσης στα άτομα τρίτης ηλικίας.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές για τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας που πρέπει να τηρεί ο ηλικιωμένος πληθυσμός 65 ετών και άνω. Σύμφωνα με αυτές η ελάχιστη διάρκεια της περιόδου της αερόβιας δραστηριότητας πρέπει να 10 λεπτά. Επίσης συστήνει τουλάχιστον 150 λεπτά μέτριας έντασης αερόβια σωματική άσκηση για όλη την εβδομάδα ή τουλάχιστον 75 λεπτά έντονης έντασης αερόβια σωματική άσκηση ή ισοδύναμο συνδυασμό. Για επιπρόσθετα οφέλη για την υγεία, θα μπορούσαν να αυξήσουν την αερόβια σωματική άσκηση μέτριας έντασης σε 300 λεπτά την εβδομάδα. Οι ηλικιωμένοι με μειωμένη κινητικότητα για να βελτιώσουν την ισορροπία τους και να μειώσουν τον κίνδυνο πτώσεων, πρέπει να εκτελούν ασκήσεις τρεις ημέρες την εβδομάδα ή και περισσότερες. Οι δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης, που στοχεύουν σε σημαντικές μυϊκές ομάδες, πρέπει να γίνονται δύο ή περισσότερες ημέρες την εβδομάδα. Οι ηλικιωμένοι θα πρέπει να παραμένουν ενεργοί, ακόμα και αν δεν μπορούν να κάνουν τις συνιστώμενες ποσότητες άσκησης. Σημαντικά είναι και τα οφέλη που επιφέρει η άσκηση, ακόμα και αν το άτομο ακολουθεί μέτρια επίπεδα άσκησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΟΙ ΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΗΛΙΚΙΑ

### 2.1 Επιδημιολογία και συνέπειες των πτώσεων

Οι πτώσεις αποτελούν την δεύτερη κύρια αιτία ατυχήματος και ακούσιου θανάτου παγκοσμίως. Το μεγαλύτερο ποσοστό πτώσεων εμφανίζεται στους ηλικιωμένους άνω των 65 ετών, με την συνεχή όμως αύξηση του προσδόκιμου ζωής ιδιαίτερα επιρρεπείς στις πτώσεις είναι οι ηλικιωμένοι 80 ετών και άνω, που αναμένεται να αντιπροσωπεύουν το 20% του ηλικιωμένου πληθυσμού μέχρι το 2050. Ετησίως, περίπου το 28-35% των ατόμων άνω των 65 ετών θα πέσει. Ο κίνδυνος πτώσης αυξάνεται με την ηλικία και με το επίπεδο αδυναμίας. Η συχνότητα των πτώσεων στους ηλικιωμένους που ζουν σε ιδρύματα είναι πολύ υψηλότερη σε σύγκριση με αυτούς που ζουν στην κοινότητα (World Health Organization, 2007). Τα ατυχήματα αποτελούν την πέμπτη κύρια αιτία θανάτου σε άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών και οι πτώσεις αντιπροσωπεύουν τα δύο τρίτα αυτών των θανάτων (Kane, και συν., 2013). Η πτώση μπορεί να αποτελέσει σημαντική αιτία θνησιμότητας και νοσηρότητας στα άτομα της τρίτης ηλικίας. Οι πτώσεις δημιουργούν σοβαρό πρόβλημα δημόσιας υγείας και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο ίδιο το άτομο και στο περιβάλλον του (World Health Organization, 2007). Έχει παρατηρηθεί ότι τα ποσοστά πτώσης είναι υψηλότερα στις ηλικιωμένες γυναίκες (40%) σε σχέση με τους άντρες (28%) (Rubenstein, 2006). Οι επαναλαμβανόμενες πτώσεις και οι επακόλουθοι τραυματισμοί μπορεί να είναι σημαντικοί παράγοντες στην απόφαση για την ιδρυματοποίηση ενός ηλικιωμένου.

Οι πιο σοβαροί τραυματισμοί λόγω πτώσεων είναι τα τραύματα στο κεφάλι, οι τραυματισμοί των μαλακών μοριών, τα εξάρθρατα και τα κατάγματα ισχίου, τα κατάγματα άνω άκρων, κάτω άκρων και σπονδύλων (Kane, και συν., 2013). Τα κατάγματα ισχίου αποτελούν σημαντική βλάβη, διότι οδηγούν συχνά σε παρατεταμένη αναπηρία και σε πολλά προβλήματα υγείας λόγω της μειωμένης κινητικότητας. Τα περισσότερα κατάγματα ισχίου οφείλονται σε πτώσεις (> 90%) και αποτελούν σημαντική αιτία θανάτου, περίπου το 20% πεθαίνει μέσα σε ένα χρόνο από την ημέρα του τραυματισμού και από αυτούς που επιβιώνουν πολλοί δεν επανακτούν ποτέ την πλήρη κινητικότητα. Έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης καταγμάτων ισχίου και πτώσεων στις ηλικιωμένες γυναίκες από τους άντρες (World Health Organization, 2007). Η ποιότητα της ζωής μετά από μία πτώση επιδεινώνεται αρκετά και εμφανίζονται ελλείμματα στις δραστηριότητες της

καθημερινής ζωής και απώλεια της ανεξαρτησίας. Επίσης, περισσότερο από το 50% των ατόμων που υπέστησαν κάταγμα ισχίου θα νοσηλευτεί και μπορεί και να παραμείνει για πολύ καιρό σε ιδρύματα (Fuller, 2000).

Εκτός από τις σωματικές βλάβες, οι πτώσεις έχουν και μεγάλες επιπτώσεις στην ψυχολογία του ασθενή, επηρεάζοντας αρνητικά την λειτουργικότητα και την συνολική ποιότητα ζωής των ηλικιωμένων (Rubenstein, 2006). Η κυριότερη επίπτωση είναι η ανάπτυξη φόβου πτώσης και άγχους. Οι ηλικιωμένοι φοβούνται μην πέσουν και λόγω της μειωμένης αυτοπεποίθησης τους οδηγούνται σε περιορισμένη κινητικότητα και δραστηριότητα και στην εξάρτηση τους από άλλα άτομα, με αποτέλεσμα την αύξηση της σωματικής αδυναμίας και της ακινησίας, την κοινωνική απομόνωση, την μειωμένη ποιότητα ζωής και τον περιορισμό των καθημερινών δραστηριοτήτων (Beers & Berkow, 2005). Οι Lord και συν. (2001) αναφέρουν ότι μετά από μία πτώση, το 48% των ηλικιωμένων εμφάνισε φόβο μετάπτωσης και το 25% περιορισμό δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με τον Maki B. (1997), η ύπαρξη του φόβου της πτώσης συνδέεται και με τις αλλαγές στην βάδιση και τη στάση των ηλικιωμένων, διότι έχουν βραδύτερη ταχύτητα, μικρότερο μήκος βήματος, ευρεία βάση στήριξης και μεγαλύτερο ποσοστό παραμονής στην διπλή φάση στήριξης του κύκλου βάδισης, ωστόσο δεν υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία ότι αυτές οι αλλαγές σχετίζονται με την πρόκληση μιας μελλοντικής πτώσης.

Ο οικονομικός αντίκτυπος των πτώσεων επηρεάζει τον προϋπολογισμό του κάθε κράτους για την υγειονομική περίθαλψη και έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνεται διαρκώς με τα χρόνια. Η νοσοκομειακή περίθαλψη αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό (50%) του κόστους όλων των δαπανών του συστήματος υγείας και το δεύτερο υψηλότερο είναι το κόστος της μακροχρόνιας περίθαλψης (World Health Organization, 2007). Τα έξοδα που σχετίζονται με τις πτώσεις περιλαμβάνουν τις επισκέψεις σε γιατρούς, την ιατρική περίθαλψη των νοσοκομείων, τις κλινικές εξωτερικών ασθενών, την διαμονή σε κέντρα αποκατάστασης, τις διαγνωστικές εξετάσεις, τα φάρμακα και την κατ'οίκον φροντίδα (Rubenstein, 2006). Το 2001-2002, το μέσο κόστος ανά πτώση για τα άτομα άνω των 65 ετών στη Φινλανδία ήταν 3.661 δολάρια (World Health Organization, 2007). Το συνολικό κόστος των άμεσων ιατρικών εξόδων για τις θανατηφόρες πτώσεις το 2000 στις ΗΠΑ ανήλθε σε 179 εκατομμύρια δολάρια ετησίως και για τα μη θανατηφόρα τραύματα που σχετίζονται με πτώση σε 19 δισεκατομμύρια δολάρια, και αναμένεται να φθάσουν τα 54 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2020 (Neuls, και συν., 2011). Το σύστημα δημοσίας υγείας, η οικογένεια και γενικά η κοινωνία επιβαρύνονται από αυτά τα ατυχήματα και για αυτόν το λόγο κρίνεται απαραίτητο να δημιουργηθούν προγράμματα πρόληψης των πτώσεων.

## 2.2 Αιτιολογία πτώσεων

Οι πτώσεις είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ενδογενών και των εξωγενών παραγόντων. Οι ενδογενείς παράγοντες αφορούν τη χρήση φαρμάκων και τις μεταβολές που συμβαίνουν στον οργανισμό λόγω γήρανσης. Για παράδειγμα, οι αλλαγές αυτές που προκαλούνται λόγω αυξανόμενης ηλικίας στον έλεγχο της ισορροπίας, στην βάδιση, στην ιδιοδεκτικότητα, στα αντανακλαστικά, στην όραση, στην γνωστική και στην μυοσκελετική λειτουργία συμβάλουν στην πρόκληση μιας πτώσης (Beers & Berkow, 2005).

Η βάδιση και η στάση εξαρτάται από την καλή λειτουργία των αισθητικών, νευρομυϊκών και μυοσκελετικών συστημάτων. Η επιβράδυνση των αντανακλαστικών, η μυϊκή αδυναμία, η μειωμένη όραση, τα ελλείμματα στην δύναμη και λειτουργία των κάτω άκρων, οι διαταραχές της βάδισης και της στάσης, η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα των άκρων και λειτουργία του αιθουσαίου συστήματος επηρεάζουν τον έλεγχο της ισορροπίας προκαλώντας αστάθεια στους ηλικιωμένους (Kane, και συν., 2013). Σύμφωνα με τους Al-Momami και συν. (2016), η μειωμένη ικανότητα ισορροπίας που παρατηρείται στα ηλικιωμένα άτομα οφείλεται στην ανάπτυξη συγκεκριμένων παθολογιών όπως είναι το εγκεφαλικό επεισόδιο, οι καρδιακές παθήσεις, η οστεοαρθρίτιδα, ο διαβήτης, η υπέρταση, οι γνωστικές αναπηρίες, καθώς και σε διάφορες διαταραχές που οδηγούν σε εκφύλιση του νευρικού συστήματος.

Η λήψη φαρμακευτικής αγωγής, όπως η χρήση ψυχοτρόπων, διουρητικών, αντιυπερτασικών, αντιπαρκινσονικών, αντιισταμινικών, υπνωτικών και αντικαταθλιπτικών φαρμάκων, μπορεί να οδηγήσει σε πτώση, διότι μεταβάλλουν την ισορροπία και την γνωστική λειτουργία. Τα φάρμακα αυτά μπορούν να προκαλέσουν ορθοστατική υπόταση, ζάλη, κόπωση και μείωση της εγρήγορσης. Σε αρκετές μελέτες αναφέρεται ότι η μειωμένη δύναμη και αντοχή των κάτω άκρων, η ανεπάρκεια της βιταμίνης D, η οστεοαρθρίτιδα, η οστεοπόρωση, το πάρκινσον, ο μειωμένος χρόνος αντίδρασης, η διαταραχή της όρασης και του αιθουσαίου επηρεάζουν την ικανότητα ισορροπίας του ηλικιωμένου και θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες κίνδυνου πτώσης (Berg & Cassells, 1992).

Η συμβολή των περιβαλλοντικών παραγόντων στις πτώσεις εξαρτάται τόσο από ενδογενείς παράγοντες κινδύνου όσο και από άλλες αλληλεπιδράσεις. Οι εξωγενείς παράγοντες περιλαμβάνουν τους περιβαλλοντικούς κινδύνους, όπως είναι οι ολισθηρές επιφάνειες, ο ανεπαρκής φωτισμός, η ύπαρξη φθαρμένων ή «χαλαρών» χαλιών, τα στενά σκαλιά με ανεπαρκή κιγκλιδώματα, τα ραγισμένα πλακάκια, τα ασταθή έπιπλα, κρεβάτια και τουαλέτες ακατάλληλου ύψους και τα τυχόν εμπόδια που υπάρχουν στον χώρο (World Health Organization, 2007). Τα σπίτια των ηλικιωμένων είναι συχνά γεμάτα από περιβαλλοντικούς



κινδύνους. Οι πιο επικίνδυνοι χώροι πτώσεων αποτελούν οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι χώροι, όπως η κουζίνα, το υπνοδωμάτιο και το μπάνιο (Rubenstein, 2006). Άλλα αίτια πτώσεων είναι τα ακατάλληλα υποδήματα και ο ρουχισμός, για παράδειγμα τα ψηλά τακούνια δεν προσφέρουν καλή βάση στήριξης, ενώ τα χαμηλά παπούτσια προσφέρουν καλύτερη ισορροπία (Σκόνδρας & Χατζητάκη, 2003). Η αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών κινδύνων αρχίζει με προσεκτική αξιολόγηση του περιβάλλοντος (Kane, και συν., 2013). Η συνειδητοποίηση αυτών των παραγόντων μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της νοσηρότητας και της θνησιμότητας.

### 2.3 Δοκιμασίες αξιολόγησης κινδύνου πτώσης

Ο κίνδυνος για πτώσεις αυξάνεται στον ηλικιωμένο πληθυσμό αποτελώντας πρόβλημα δημόσιας υγείας (Muir, και συν., 2008). Για αυτό το λόγο, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλά εργαλεία-δοκιμασίες για την εκτίμηση της ισορροπίας, της κινητικότητας και για την ανίχνευση πληθυσμών υψηλού κινδύνου (Neuls, και συν., 2011). Τα εργαλεία αξιολόγησης κινδύνου πτώσης μπορεί να είναι είτε ερωτηματολόγια, είτε κλίμακες δραστηριοτήτων, είτε συνδυασμός αυτών. Παρακάτω αναλύονται κάποιες από τις δοκιμασίες που δίνουν πληροφορίες για την ικανότητα της ισορροπίας και αναφέρονται ως έγκυρες και αξιόπιστες.

#### ▪ Berg Balance Scale (BBS)

Η κλίμακα ισορροπίας Berg Balance Scale, (1989) αποτελείται από 14 δραστηριότητες που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή του ηλικιωμένου. Οι επαγγελματίες υγείας παρατηρούν τον ασθενή να εκτελεί αυτές τις δραστηριότητες που εξελίσσονται σε δυσκολία προοδευτικά και αξιολογούν την ισορροπία του και τον κίνδυνο πτώσης. Κάθε δραστηριότητα βαθμολογείται σε μία κλίμακα με τιμές που κυμαίνονται από το 0 που δηλώνει αδυναμία και ανικανότητα εκτέλεσης, έως το 4 που δηλώνει ανεξάρτητη και πλήρη ικανότητα. Οι βαθμοί των δοκιμασιών αθροίζονται. Η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να λάβει κάποιος είναι το 56, ενώ για βαθμολογίες μικρότερες του 36 υπάρχει υψηλός κίνδυνος πτώσης (Neuls, και συν., 2011). Στο παράρτημα παρατίθεται η κλίμακα.

- Κλίμακα Tinetti

Η δοκιμασία Tinetti χρησιμοποιείται κυρίως σε ηλικιωμένους και αξιολογεί την ισορροπία και τη βάρδια και εκτιμά την πιθανότητα πτώσεων (Korke & Meyer, 2006). Αποτελείται από 16 δραστηριότητες και η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 που αντιπροσωπεύει το χαμηλό επίπεδο ανεξαρτησίας, έως το 2 το κανονικό επίπεδο ανεξαρτησίας (sralab.org, 2014). Στο παράρτημα παρατίθεται η κλίμακα.

- Dynamic Gait Index

Το Dynamic gait index αξιολογεί την βάρδια, την ισορροπία και τον κίνδυνο πτώσης. Αποτελεί ένα ευαίσθητο εργαλείο, διότι αξιολογεί την βάρδια εκτελώντας ταυτόχρονα και άλλες δραστηριότητες. Αποτελείται από 8 δραστηριότητες. Αξιολογείται σε κλίμακα τεσσάρων βαθμών και κυμαίνεται από 0 έως 3, που το 0 αντιστοιχεί σε σοβαρό έλλειμμα και το 3 σε κανονικό επίπεδο λειτουργίας. Η μέγιστη βαθμολογία είναι το 24, ενώ αν εμφανίσει κάτω από 19 υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος για πτώση (Herman, και συν., 2009). Η κλίμακα φαίνεται στο παράρτημα.

- Timed Up and Go test (TUG)

Το TUG αποτελεί ένα γρήγορο εργαλείο αξιολόγησης της ισορροπίας και της κινητικότητας και ανίχνευσης των ατόμων που βρίσκονται σε κίνδυνο πτώσης. Ο ασθενής χρονομετρείται καθώς εκτελεί την δοκιμασία. Η δοκιμασία ξεκινά με τον ασθενή να σηκώνεται από μια καρέκλα, στη συνέχεια να διανύσει τρία μέτρα, να γυρίσει πίσω στην καρέκλα και να ξανά καθίσει. Όσο πιο γρήγορα εκτελέσει ο ασθενής την δοκιμασία τόσο καλύτερη λειτουργική απόδοση έχει, ενώ αν κάνει χρόνο  $\geq 13.5$  δευτερόλεπτα τότε βρίσκεται σε υψηλό κίνδυνο πτώσης (Barry, και συν., 2014).

- Activities-specific balance confidence (ABC)

Το ABC αποτελεί ένα ερωτηματολόγιο 16 ερωτήσεων που σχετίζονται με το επίπεδο εμπιστοσύνης στην ισορροπία κατά την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων και συμπληρώνεται από τον ίδιο τον ασθενή. Υπάρχει και μικρότερη έκδοση του τεστ με 6 ερωτήσεις που είναι λιγότερο χρονοβόρα. Η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0% που σημαίνει καμία εμπιστοσύνη, έως το 100% που σημαίνει απολυτή εμπιστοσύνη (Scherpens, και συν., 2010). Η μέγιστη βαθμολογία είναι το 1600. Οι βαθμοί αθροίζονται και στη συνέχεια διαιρούνται με τον αριθμό των ερωτήσεων (16) (sralab.org, 2013). Η κλίμακα παρατίθεται στο παράρτημα.

#### ▪ 30 Second Chair Stand Test

Το 30 Second Chair Stand Test αποτελεί ένα λειτουργικό εργαλείο αξιολόγησης της δύναμης και της αντοχής των κάτω άκρων στους ηλικιωμένους και σχετίζεται με τις απαιτητικές καθημερινές δραστηριότητες. Ο εξεταστής καταγράφει πόσες επαναλήψεις εκτελεί ο συμμετέχων μέσα σε 30 δευτερόλεπτα. Το τεστ ξεκινά με το άτομο να κάθεται σε μια καρέκλα, να σηκώνεται και να κάθεται ξανά, με τα χέρια σταυρωμένα στο στήθος (Millor, και συν., 2013). Αν ο συμμετέχων εκτελέσει λίγες επαναλήψεις ή χρησιμοποιεί τα χέρια του για να ολοκληρώσει την δοκιμασία, τότε βρίσκεται σε κίνδυνο πτώσης.

### 2.4 Πρόληψη των πτώσεων

Με την γήρανση του πληθυσμού και την παράταση του προσδόκιμου ζωής, αυξάνεται ταυτόχρονα και ο αριθμός των ηλικιωμένων που κινδυνεύει να εμφανίσει πτώση. Γι' αυτό το λόγο η πρόληψη των πτώσεων έχει μεγάλη σημασία για όλους. Σύμφωνα με τους Robertson et al. (2002) υπάρχουν αρκετές τυχαίοποιημένες έρευνες που αποδεικνύουν ότι η άσκηση σε συνδυασμό με άλλου είδους παρεμβάσεις μπορούν να αποτρέψουν μια πτώση. Ωστόσο, τα αποδεικτικά στοιχεία ως προς την αποφυγή των πτώσεων είναι λίγα δεδομένου ότι τα δείγματα των ερευνών είναι πολύ μικρά. Αν και οι πτώσεις είναι αδύνατο να εξαφανιστούν εντελώς, μπορούν όμως με τις κατάλληλες παρεμβάσεις να ελαττωθούν, όπως επίσης και οι σοβαρές κακώσεις και η ανάγκη νοσηλείας (Beers & Berkow, 2005).

Διάφορες παρεμβάσεις όπως τα προγράμματα φυσικοθεραπείας, τα προγράμματα άσκησης, η αλλαγή συμπεριφοράς σε υγιεινό τρόπο ζωής, η αξιολόγηση της όρασης, τα συμπληρώματα βιταμίνης D, η τροποποίηση περιβάλλοντος, η προσαρμογή φαρμάκων και τα προστατευτικά ισχίου, βοηθάνε στην μείωση των πτώσεων (Health Quality Ontario, 2008).

Η σωματική άσκηση αποτελεί βασικό παράγοντα για την βελτίωση της υγείας των ηλικιωμένων και την διατήρηση της ανεξαρτησίας τους. Η αύξηση της σωματικής δραστηριότητας συμβάλλει στη βελτίωση της κινητικότητας, στην ενίσχυση της λειτουργικής ικανότητας, στην μείωση του κινδύνου πτώσης, στην πρόληψη των επιπλοκών και στην αποτροπή πολλών χρόνιων μη μεταδοτικών ασθενειών (Masiero & Carraro, 2018). Η εκτέλεση ασκήσεων στους ηλικιωμένους που ζουν στην κοινότητα μπορούν να μειώσουν τις πτώσεις κατά 17-30% (Skjæret-Maroni, και συν., 2016). Τα προγράμματα ασκήσεων

στοχεύουν στην ενίσχυση των μυών, στην βελτίωση της ισορροπίας, της αντοχής, της δύναμης, της ευελιξίας, της αερόβιας ικανότητας, της κινητικότητας, της στάσης του σώματος και του συντονισμού (Health Quality Ontario, 2008). Η άσκηση έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην ψυχική υγεία, συμβάλλει στη διατήρηση της οστικής μάζας και μπορεί να βελτιώσει το χρόνο αντίδρασης (Berg & Cassells, 1992). Ένα πρόγραμμα ασκήσεων θα μπορούσε να περιλαμβάνει βηματισμούς σε step, έγερση από καρέκλα, ήπια καθίσματα, ανεβοκατέβασμα σκάλας, ποδήλατο, βάρη, ασκήσεις αλλαγής κατεύθυνσης και ρίψης/σύλληψης μπάλας, αερόβιες ασκήσεις, διάφορες ασκήσεις αντοχής και τροποποιημένες ασκήσεις Tai Chi (Smith, et al., 2003). Για την εξάσκηση της ισορροπίας μπορεί να εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα ασκήσεων σε διάφορες αισθητηριακές συνθήκες, όπως ασκήσεις σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια με ανοιχτά ή κλειστά μάτια, με μετατοπίσεις της βάσης στήριξης και με οπτική ανατροφοδότηση μέσω εικονικής πραγματικότητας (Σκόνδρας & Χατζητάκη, 2003). Οι ασκήσεις πρέπει να γίνονται συχνά και να είναι επαρκούς έντασης (Luk, Chan & Chan, 2015).

Ο καθιστικός τρόπος ζωής, η κατανάλωση αλκοόλ και το κάπνισμα σχετίζονται με εκφυλιστικές αλλαγές του νευρομυϊκού συστήματος, επηρεάζοντας τη βιολογική διαδικασία της γήρανσης. Η αλλαγή της συμπεριφοράς με την καθιέρωση ενός υγιεινού τρόπου ζωής συμβάλλει στην αποφυγή πτώσεων και στην πρόκληση μιας επιτυχημένης υγιούς γήρανσης (World Health Organization, 2007).

Όσον αφορά το οικιακό περιβάλλον ενός ηλικιωμένου πρέπει να γίνονται κάποιες τροποποιήσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας και την μείωση του κίνδυνου των πτώσεων στο σπίτι. Οι τροποποιήσεις αυτές περιλαμβάνουν την παροχή επαρκή φωτισμού, την αντιολισθητική επένδυση στα δάπεδα και στο μπάνιο, την εγκατάσταση χειρολαβών στις σκάλες, την ύπαρξη δαπέδων χωρίς χαλιά και ηλεκτρικά καλώδια, την αγορά επίπλων με κατάλληλο ύψος και την κατάργηση των εμποδίων (King & Lipsky, 2017).

Επιπλέον, η αξιολόγηση της οπτικής λειτουργιάς ενδέχεται να βοηθήσει στην μείωση του κίνδυνου πτώσης. Συνιστάται επίσης, η διακοπή των φαρμάκων και κυρίως των ψυχοτρόπων που μπορούν να προκαλέσουν μυϊκή ακαμψία και μειωμένη κινητικότητα, αυξάνοντας τον κίνδυνο πτώσης (Health Quality Ontario, 2008). Παράλληλα, τα συμπληρώματα βιταμίνης D και ασβεστίου βελτιώνουν την υγεία των οστών και των μυών, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης και αποτρέποντας τα κατάγματα και τις πτώσεις (Luk, Chan & Chan, 2015).

Εφόσον ο πληθυσμός των ηλικιωμένων αυξάνεται ραγδαία, νέες προσεγγίσεις για την πρόληψη των πτώσεων καθίστανται θεμελιώδης. Είναι σημαντικό να δημιουργηθεί ένα φιλικό περιβάλλον για τους ηλικιωμένους που θα προωθεί την ανάπτυξη και χρήση

καινοτόμων τεχνολογιών και θα ενθαρρύνει έναν ενεργό τρόπο ζωής. Νέοι τεχνολογικοί μέθοδοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της υγείας ως εναλλακτικά μέσα αποκατάστασης. Για παράδειγμα, τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας είναι χρήσιμα στην αποκατάσταση, καθώς παρέχουν οπτική ανατροφοδότηση κατά την διάρκεια της άσκησης και ασκήσεις ισορροπίας, βελτιώνοντας την σωματική κατάσταση των ηλικιωμένων (Singh, et al.,2002). Συμπερασματικά, εκτός από τις συμβατικές μεθόδους παρέμβασης θα μπορούσε και η τεχνολογία μέσω της εικονικής πραγματικότητας και των παιχνιδιών φυσικής άσκησης να βοηθήσει στην πρόληψη των πτώσεων.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ**

#### **3.1 Η εικονική πραγματικότητα γενικά**

Τα τελευταία χρόνια, οι μεγαλύτερες τεχνολογικές εξελίξεις οδήγησαν στην εισαγωγή νέων μεθόδων παρέμβασης χρησιμοποιώντας την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality ή VR) για την εκτέλεση διαφορετικών δραστηριοτήτων (Bryanton και συν., 2006). Η εικονική πραγματικότητα έχει αναδειχθεί ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο σε πολλούς τομείς θεραπείας και αποκατάστασης και παρέχει οπτική, ακουστική και ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση (Rizzo & Kim, 2005). Η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει στο χρήστη να αλληλεπιδρά σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο, το οποίο έχει δημιουργηθεί από έναν υπολογιστή, παρέχοντας στους ανθρώπους εικονικές εμπειρίες που είναι παρόμοιες με την πραγματικότητα (Saprosnik, και συν., 2010). Ο εξοπλισμός της συνήθως αποτελείται από μία μάσκα απεικόνισης HMD (Head Mounted Display), τηλεχειριστήριο ή μια απτική συσκευή, εφαρμογές που χρησιμοποιούν web κάμερα και οθόνη υπολογιστή (Levin, 2011).

Η εμπύθιση (immersion) αποτελεί βασική έννοια στην εικονική πραγματικότητα, με απλά λόγια ο χρήστης απορροφάται (εμβιβάζεται) στο εικονικό περιβάλλον με τη χρήση της μάσκας απεικόνισης HMD, λαμβάνοντας τα εικονικά ερεθίσματα, με αποτέλεσμα να αλληλεπιδρά στον εικονικό κόσμο σαν να είναι πραγματικός κόσμος. Η VR προσφέρει δυνατότητες δημιουργίας διάφορων εικονικών περιβαλλόντων για παιχνίδι, εκπαίδευση ή θεραπεία και επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο των 3D παρουσιάσεων. Επιπλέον, η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει την παρακολούθηση της συμπεριφοράς και της προόδου, την εγγραφή απόδοσης και την αποθήκευση των στοιχείων σε μια βάση δεδομένων (Rizzo & Kim, 2005).

Η εικονική πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις επιστήμες υγείας, όπως στην διδασκαλία της ανατομίας με 3D μοντέλα οργάνων, στην εκπαίδευση χειρουργικών επεμβάσεων, στην διαχείριση του πόνου και στην αποκατάσταση (Li και συν., 2017). Όσον αφορά στον τομέα της αποκατάστασης, πρόκειται για μία καινοτόμο μέθοδο που εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς στο εξωτερικό. Ο συνδυασμός χρήσης VR και φυσικοθεραπείας δείχνει ότι προκαλεί βελτίωση της κινητικότητας και ο χρόνος αποκατάστασης είναι πιο γρήγορος και αποδοτικός. Η χρήση της εικονικής πραγματικότητας συμβάλλει στην βελτίωση

της ισορροπίας των ηλικιωμένων μέσω ειδικών προγραμμάτων, με στόχο την πρόληψη των ατυχημάτων που οφείλονται σε πτώσεις (Σκόνδρας & Χατζητάκη, 2003).

Το εικονικό περιβάλλον προσφέρει ασφάλεια, ενίσχυση της νευροπλαστικότητας, επανεκπαίδευση της βάδισης και της ισορροπίας (Holden & Todorov, 2002). Μέσω του εικονικού περιβάλλοντος ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά με τα εικονικά αντικείμενα μέσα στο περιβάλλον, είτε με ένα τηλεχειριστήριο, είτε με την αναπαράσταση ενός εικονικού χεριού όπου η κίνηση του εικονικού χεριού αντιγράφεται από το πραγματικό (Sveistrup, 2004). Οι αναπαραστάσεις των χρηστών και των μελών του σώματος τους ονομάζονται «avatar».

Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας αποτελούν χρήσιμα εργαλεία στην αποκατάσταση, καθώς διεγείρουν περισσότερο το ενδιαφέρον, προσφέρουν διασκέδαση και αισθητηριακή ανατροφοδότηση (Park, και συν., 2015). Έχουν αναπτυχθεί πολλά συστήματα VR για οικιακή χρήση, τα όποια είναι προσιτά στην εφαρμογή για τους χρηστές (Saprosnik, και συν., 2010). Οι χρήστες μπορούν μέσω του εικονικού περιβάλλοντος να δοκιμάσουν χωρίς επίβλεψη δραστηριότητες, όπως η διέλευση ενός δρόμου που δεν είναι ασφαλές στον πραγματικό κόσμο (Laver, και συν., 2015).

Κάποια παιχνίδια διαθέτουν εικονικούς προπονητές που παρακινούν τους παίκτες, παρακολουθώντας την προόδου τους σε συγκεκριμένες δραστηριότητες και ενθαρρύνοντας τους να προχωρήσουν στο επόμενο επίπεδο (Staiano & Calvert, 2011). Σύμφωνα με τους Hsieh και συν. (2014), η εξάσκηση με τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας είχε ως αποτέλεσμα 30% μείωση των πτώσεων σε σύγκριση με τις συμβατικές ασκήσεις. Επιπρόσθετα, μπορούν να βελτιστοποιήσουν την γνωστική και την κινητική μάθηση συνδυάζοντας τις φυσικές και τις γνωστικές απαιτήσεις (Molina, και συν., 2014).



**Εικόνα 3.** Μάσκα απεικόνισης (Head Mounted Display) εικονικής πραγματικότητας.



**Εικόνα 4.** Η παίκτρια φοράει τη μάσκα HMD και βαδίζει σε ένα εικονικό περιβάλλον.

### **3.2 Η συμβολή της εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση διάφορων παθήσεων**

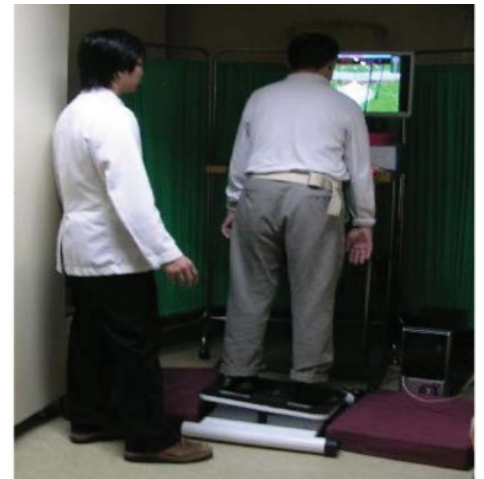
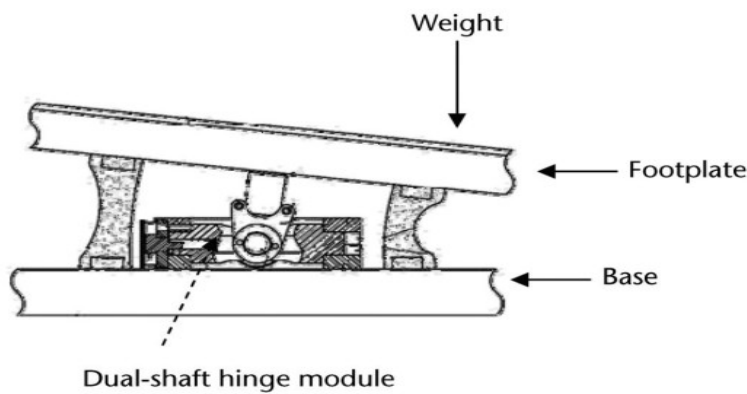
Στα πλαίσια της φυσιοθεραπείας η τεχνολογία VR συνιστάται για την βελτίωση της κινητικής μάθησης και της ισορροπίας σε ένα ασφαλές περιβάλλον και μπορεί να είναι μια αξιόλογη εναλλακτική μέθοδος σε σχέση με τις συμβατικές προσεγγίσεις (Burdea, 2003). Η άσκηση με συστήματα VR παρουσιάζει πιθανά πλεονεκτήματα έναντι της κανονικής άσκησης, επιτρέποντας την εκτέλεση εξατομικευμένων δεξιοτήτων σε ένα ελκυστικό διαδραστικό περιβάλλον. Μέσω της εικονικής πραγματικότητας γίνεται αναπαράσταση πραγματικών σεναρίων που παρέχουν μεγαλύτερες δυνατότητες μετάβασης στις λειτουργικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Dockx, και συν., 2016). Βλέπουμε σε αρκετές μελέτες ότι η εικονική πραγματικότητα μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση των ασθενών, ακόμα και σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις.



### 3.2.1 Στη νόσο του Πάρκινσον

Η νόσος του Πάρκινσον αποτελεί μια προοδευτική νευροεκφυλιστική κατάσταση που σχετίζεται με την απώλεια ντοπαμινεργικών νευρώνων. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της νόσου είναι βραδυκινησία, δυσκαμψία, τρόμος, διαταραχή της στάσης και της κινητικότητας και επιδράνε αρνητικά στην ισορροπία και στην βάδιση αυξάνοντας τον κίνδυνο πτώσεων και καταγμάτων. Η άσκηση προτείνεται ως θεραπεία για την βελτίωση της κινητικότητας και των άλλων συμπτωμάτων. Το είδος της άσκησης όμως παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Έχει αποδειχτεί σε κάποιες έρευνες ότι η χρήση συστημάτων όπως το Nintendo Wii ή Xbox Kinect μπορούν να βελτιώσουν την ισορροπία και την βάδιση και να συνεισφέρουν σε ένα αποδοτικό πρόγραμμα θεραπείας που να στηρίζεται σε λειτουργικές δραστηριότητες με την χρήση οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων (Mhatre, και συν., 2013 ; Dockx, και συν., 2016).

Οι Yen et al., (2011) χρησιμοποίησαν για την έρευνα τους ένα σύστημα VR με μια πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας που αποτελούταν από έναν ανακλινόμενο πάτο με διπλού άξονα μεντεσέ και έναν αισθητήρα για διαδραστική εκπαίδευση (εικόνα 5) Οι συμμετέχοντες έπαιξαν δύο παιχνίδια, το Simulated Board Driving το οποίο προσομοίωσε ένα εξωτερικό περιβάλλον με ευθεία και κυκλική πορεία και ένα εσωτερικό περιβάλλον με πολλές στροφές (εικόνα 6) και το Bang Bang Ball όπου υπήρχαν εικονικές μπάλες πάνω σε ένα εικονικό πιάτο με μια τρύπα στη μέση το οποίο κινούταν στην ίδια κατεύθυνση με την πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας. Ο στόχος των παιχνιδιών ήταν να βελτιωθεί ο έλεγχος της μετατόπισης βάρους στα άτομα με Πάρκινσον σε συνθήκες και περιβάλλοντα καθημερινότητας. Από την συγκεκριμένη μελέτη πρόεκυψε ότι η εκπαίδευση με το σύστημα εικονικής πραγματικότητας βελτιώνει την ικανότητα αισθητηριακής ολοκλήρωσης για ορθοστατικό έλεγχο.



**Εικόνα 5.** Πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας και σύστημα κατάρτισης ισορροπίας εικονικής πραγματικότητας με την πλατφόρμα δυναμικής ισορροπίας (Τροποποιημένη από Yen et al., 2011).



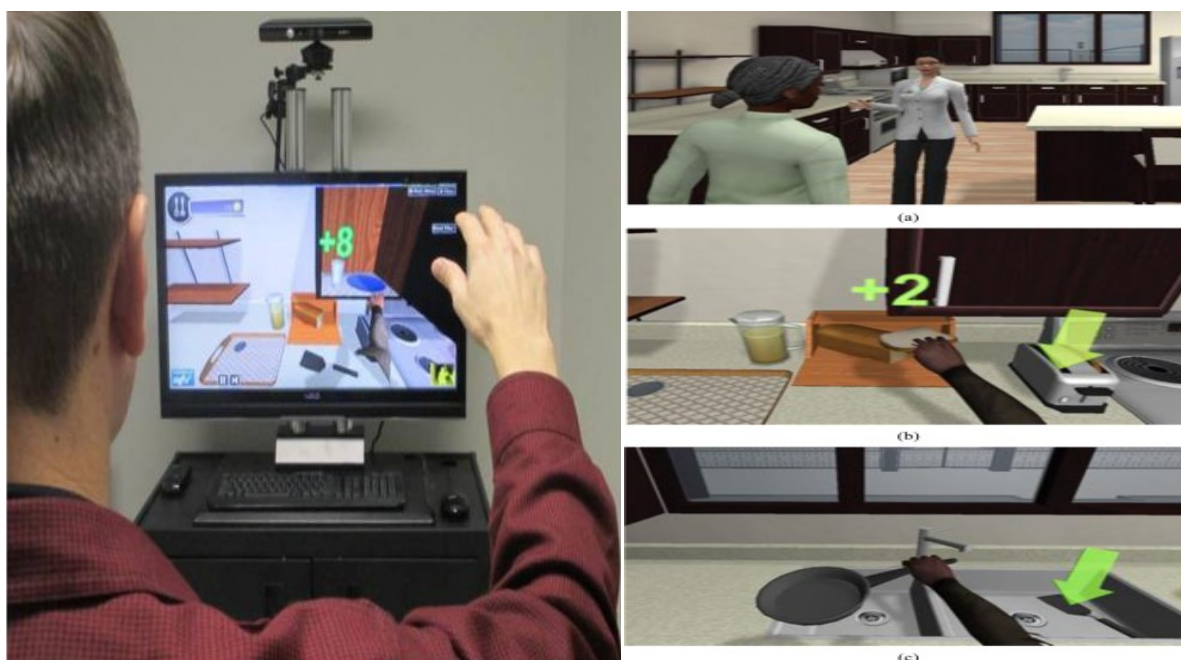
**Εικόνα 6.** Προσομοιωμένο εξωτερικό περιβάλλον και εσωτερικό περιβάλλον (Τροποποιημένη από Yen et al., 2011).

### 3.2.2 Μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Το εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί κύρια αιτία αναπηρίας στους ενήλικους και σύμφωνα με τον οργανισμό National Stroke Association κάθε 40 δευτερόλεπτα κάποιος παθαίνει ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Κάθε χρόνο, περίπου 800.000 άτομα υποφέρουν από ένα νέο ή υποτροπιάζον εγκεφαλικό επεισόδιο. Περίπου το 55% - 75% των ατόμων που υποφέρουν από εγκεφαλικό επεισόδιο παρουσιάζουν σημαντικά κινητικά και λειτουργικά ελλείμματα (Saposnik et al., 2010). Έχει αποδειχτεί σε προκαταρκτικές μελέτες ότι η εικονική

πραγματικότητα και τα βιντεοπαιχνίδια παρέχουν στα άτομα μεγαλύτερο ενδιαφέρον και κίνητρο για άσκηση και μπορούν να είναι χρήσιμα εργαλεία για ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο σπίτι (Adams και συν., 2014). Στην αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο τα περισσότερα συστήματα εικονικής πραγματικότητας εφαρμόζονται μόνο στα άνω άκρα εξαιτίας των περιορισμών σύλληψης.

Στην μελέτη των Adams, και συν. (2014) χρησιμοποίησαν έναν εικονικό βοηθό εργοθεραπείας-Virtual Occupational Therapy Assistant και έναν αισθητήρα Kinect σε ένα δείγμα 14 ασθενών με ημιπληγία εγκεφαλικού επεισοδίου, για να αξιολογήσουν την κινητική λειτουργία των άνω άκρων. Οι ασθενείς εκτελούσαν εικονικές λειτουργικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (ADLs) που στόχευαν σε συγκεκριμένες κινήσεις των άνω άκρων στο πλαίσιο ολοκληρωμένων δραστηριοτήτων πολλαπλών βημάτων, στόχο-στόχο (εικόνα 7). Στο παιχνίδι ο χαρακτήρας μπαίνει σε «λειτουργία δραστηριότητας», στην οποία η κίνηση του avatar βραχίονα ταιριάζει με την στάση του άνω άκρου του ασθενή. Οι δραστηριότητες που εκτελούνται προσομοιώνουν τις ενέργειες που απαιτούνται για την ανεξάρτητη διαβίωση. Οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν τη χρήση τουαλέτας, τη σίτιση, το ντύσιμο, τη μετακίνηση, την προετοιμασία φαγητού, τις δουλειές νοικοκυριού, το μπάνιο και άλλες παρόμοιες εργασίες. Από το συμπέρασμα της μελέτης προκύπτει ότι μπορεί να είναι αποτελεσματική η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας για τη συστηματική παρακολούθηση της προόδου ενός ασθενούς και ότι βελτιώθηκε η λειτουργική ικανότητα στο πάσχον χέρι μέσω της άσκησης στο εικονικό περιβάλλον.



**Εικόνα 7.** Ο χρήστης πραγματοποιεί εικονικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Παραδείγματα δραστηριότητας προετοιμασίας φαγητού (Τροποποιημένη από Adams και συν., 2014).

Σε μια άλλη μελέτη ο Wang και οι συν., (2017) πραγματοποίησαν μια έρευνα με 26 ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο με την χρήση του συστήματος Leap Motion, το οποίο αποτελείται από έναν υπολογιστή που συνδέεται με USB με τον ελεγκτή κίνησης. Ο ελεγκτής κίνησης Leap Motion παρακολουθεί και καταγράφει με ακρίβεια τις λεπτές κινήσεις του χεριού και των δακτύλων, ενώ ελέγχει ένα εικονικό περιβάλλον που απαιτεί συντονισμό χειρός-βραχίονα ως μέρος της εξάσκησης εικονικών δραστηριοτήτων. Ο ασθενής είναι σε θέση να δει την κίνηση του χεριού του το avatar και να εκτελέσει τις δραστηριότητες που παίζονται στον εικονικό κόσμο, ελέγχοντας το avatar μέσω του συντονισμού χέρι-βραχίονα στον πραγματικό κόσμο. Το Leap Motion αποτελείται από πρωτόκολλα αποκατάστασης με παιχνίδια εικονικής άσκησης που στοχεύουν στην ανάπτυξη των κινητικών δεξιοτήτων των δακτύλων, στη βελτίωση της επιδεξιότητας και του συντονισμού. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η εκπαίδευση με την εικονική πραγματικότητα διευκολύνει την αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας ενός προσβεβλημένου άνω άκρου σε ασθενείς που είχαν υποξύ εγκεφαλικό επεισόδιο.



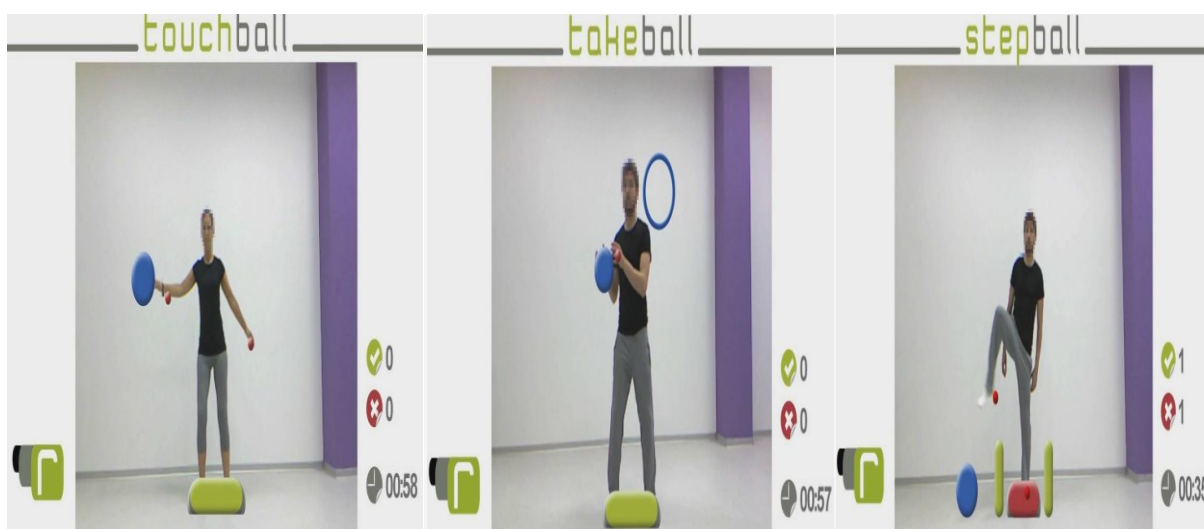
**Εικόνα 8.** Σύστημα εικονικής πραγματικότητας Leap Motion (Τροποποιημένη από Donchyts, et al. 2014).

### **3.2.3 Στην σκλήρυνση κατά πλάκας**

Η σκλήρυνση κατά πλάκας προσβάλλει κυρίως νέους ενήλικες και χαρακτηρίζεται από καταστροφή των ελύτρων της μυελίνης. Είναι μια άγνωστης αιτιολογίας νόσος και επηρεάζει συχνότερα τις γυναίκες. Η εξέλιξη της πορείας της νόσου ποικίλλει σημαντικά, μπορεί να αποτελείται από υποτροπές ή από μια χρόνια σταδιακή πορεία. Συνήθως, η ασθένεια

εκδηλώνει τα πρώτα συμπτώματα μεταξύ 20 και 40 ετών, τα οποία περιλαμβάνουν διαταραχές της όρασης, διπλωπία, παραισθησίες, δυσαρθρία, νυσταγμό, τρόμο, αταξία, διαταραχές της κύστης και αισθητικές διαταραχές. Επιπλέον, οι ασθενείς εμφανίζουν μυϊκή αδυναμία στα άκρα και δυσκολία συντονισμού και ισορροπίας. Δεν υπάρχει ακόμη θεραπεία για την πάθηση, αλλά με την χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής και με ήπια κινησιοθεραπεία μπορούν να αποφευχθούν νέα επεισόδια και να βελτιωθεί η λειτουργικότητα του ασθενή (Masuhr, Neumann, 2011 ; Victor, Ropper, 2003).

Οι ασκήσεις αποκατάστασης όμως μπορούν όμως να γίνουν κουραστικές για τους ασθενείς και να περιορίσουν το κίνητρο και το ενδιαφέρον τους για να συνεχίσουν το πρόγραμμα θεραπείας. Σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να συμβάλλει η χρήση της εικονικής πραγματικότητας, διότι οι ασκήσεις εκτελούνται σε ένα ελκυστικό εικονικό περιβάλλον, παρέχοντας οπτική ανατροφοδότηση στους ασθενείς. Στην συγκεκριμένη μελέτη των Lozano-Quilis, et al. (2014) χρησιμοποίησαν ένα λογισμικό βασισμένο στο Kinect, το RemoniEM, που διαθέτει τρία παιχνίδια, τα TouchBall, TakeBall, και StepBall. Στο TouchBall ο ασθενής μέσα στον ψηφιακό κόσμο πρέπει να αγγίξει τα εικονικά αντικείμενα πριν εξαφανιστούν και σε συγκεκριμένο χρόνο, αυτό το παιχνίδι έχει ως στόχο με τις κινήσεις του κορμού που εκτελούνται να βελτιώσει την ισορροπία. Στο TakeBall ο ασθενής μετακινεί εικονικά αντικείμενα με τα δυο του χέρια από μια θέση σε μια άλλη, με στόχο να εξασκήσει διαγώνια σχήματα και να βελτιωθεί ο συντονισμός των άνω άκρων. Στο StepBall ο ασθενής πρέπει να πατήσει πάνω σε εικονικά αντικείμενα που εμφανίζονται σε διάφορα σημεία στο πάτωμα και να αποφύγει κάποια εικονικά εμπόδια μεταξύ της αρχικής θέσης των ποδιών και του αντικειμένου, με στόχο την βελτίωση της ισορροπίας και τις μεταφορές βάρους.



**Εικόνα 9.** Εικονικό περιβάλλον των παιχνιδιών TouchBall, TakeBall, και StepBall (Τροποποιημένη από Lozano-Quilis, et al., 2014).

### 3.3 Ανάλυση SWOT για την αποκατάσταση με εικονική πραγματικότητα

Το SWOT είναι ένα ακρωνύμιο που αντιπροσωπεύει τις λέξεις Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Δυνατά σημεία, Αδυναμίες, Ευκαιρίες και Απειλές) και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση και την ανάλυση των παραγόντων που αντιμετωπίζει ένα επιχειρηματικό εγχείρημα. Ωστόσο, η ανάλυση SWOT μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους τομείς εκτός των επιχειρήσεων (Rizzo & Kim, 2005). Ο προσδιορισμός των SWOTs είναι απαραίτητος για να προχωρήσουμε στον σχεδιασμό και στην επίτευξη του στόχου. Στον παρακάτω πίνακα γίνεται ανάλυση των SWOTs για τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η αποκατάσταση με VR βρίσκεται σε αρχικά στάδια ανάπτυξης (Rizzo & Kim, 2005).

**Πίνακας 1.** Ανάλυση SWOT για την αποκατάσταση με εικονική πραγματικότητα (Rizzo & Kim, 2005).

| <b>ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ</b>   | <b>ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ</b>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ανατροφοδότηση απόδοσης σε πραγματικό χρόνο</li><li>▪ έλεγχος ερεθισμάτων</li><li>▪ καταγραφή και ανάλυση των επιδόσεων του ασθενή</li><li>▪ παροχή ενός ασφαλούς περιβάλλοντος για εκπαίδευση που ελαχιστοποιεί τους κινδύνους σφάλματος</li><li>▪ οικολογική εγκυρότητα</li><li>▪ παροχή παιχνιδιών που ενισχύουν το</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ άβολα καλώδια και οθόνες που περιορίζουν τον χώρο κίνησης</li><li>▪ συμβατότητα των πλατφόρμων</li><li>▪ απαίτηση ειδικών τεχνικών γνώσεων</li><li>▪ παρενέργειες, π.χ. ζάλη</li><li>▪ τα συστήματα αποκατάστασης βασισμένα σε VR βρίσκονται σε πρώιμα-αρχικά στάδια</li></ul> |

|  |   |
|--|---|
| <p>κίνητρο</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ αυτό-καθοδηγούμενη εξερεύνηση</li> <li>▪ ανεξάρτητη πρακτική</li> </ul>  |   |
| <p><b>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ παροχή οπτικού ρεαλισμού</li> <li>▪ δυνατότητα επεξεργασίας γραφικών</li> <li>▪ συσκευές χαμηλού κόστους</li> <li>▪ ασύρματη τεχνολογία</li> <li>▪ ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο</li> <li>▪ ακαδημαϊκή και επαγγελματική αποδοχή</li> <li>▪ εξέλιξη της βιομηχανίας παιχνιδιών</li> <li>▪ κυκλοφορία νέων μοντέλων προϊόντων</li> <li>▪ αποκατάσταση από απόσταση μέσω διαδικτύου (telerehabilitation)</li> </ul> | <p><b>ΑΠΕΙΛΕΣ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ελάχιστα αποδεικτικά στοιχεία για τα αποτελέσματα της εικονικής αποκατάστασης</li> <li>▪ ηθικές προκλήσεις</li> <li>▪ αντίληψη ότι τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας θα αντικαταστήσουν τους θεραπευτές.</li> </ul> |

### 3.4 Η χρήση της επαυξημένης-μεικτής πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality-AR) είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία που προσομοιώνει εικονικά αντικείμενα σε ένα πραγματικό περιβάλλον μέσα σε πραγματικό χρόνο, σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality) που δημιουργεί ένα εικονικό περιβάλλον και βυθίζει εντελώς έναν χρήστη μέσα σε αυτό και δεν μπορεί να δει τον

πραγματικό κόσμο γύρω του. Η επαυξημένη πραγματικότητα ενώνει τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο (Baus & Bouchard, 2014). Η AR έχει πιθανόν μεγαλύτερο πλεονέκτημα στην αποκατάσταση σε σχέση με τη VR, διότι ο χρήστης έχει καλύτερη αίσθηση της πραγματικότητας του περιβάλλοντος. Στα συστήματα AR οι ασθενείς μπορούν, για παράδειγμα, να δουν τα χέρια και τα πόδια τους και πώς αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή και το περιβάλλον. Ο Azuma και συν., (1997) ορίζει την AR ως ένα σύστημα που συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα σε ένα πραγματικό περιβάλλον, είναι διαδραστικό ταυτόχρονα σε πραγματικό χρόνο και σε 3-D και καταγράφει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα μεταξύ τους.

Με την συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας, η επαυξημένη πραγματικότητα-AR αναπτύσσεται διαρκώς και αποτελεί την προσεχή εξέλιξη στην αλληλεπίδραση των ανθρώπων, των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του περιβάλλοντος ([www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)). Τα πιο γνωστά παραδείγματα της AR τεχνολογίας είναι το Microsoft HoloLens και το Google Glass.

Το Microsoft HoloLens κυκλοφόρησε το 2016 και αποτελείται από μία μάσκα απεικόνισης-Head Mounted Display (HMD) που είναι ένας αυτόνομος ολογραφικός υπολογιστής και επιτρέπει την αλληλεπίδραση του ατόμου με ψηφιακά ολογράμματα στον πραγματικό κόσμο (εικόνα 10). Το HoloLens είναι μια εντυπωσιακή συσκευή νέας τεχνολογίας που μπορεί να συμβάλλει θετικά σε διάφορους τομείς, όπως στην εκπαίδευση, στην υγεία, στην βιομηχανία, στον σχεδιασμό και στην αρχιτεκτονική. Όσον αφορά τον τομέα της υγείας, τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες για την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκμάθηση της ανατομίας, για παράδειγμα στο Case Western Reserve University που μεταμόρφωσαν τον τρόπο διδασκαλίας της ανατομίας των φοιτητών ιατρικής με την χρήση του HoloLens (εικόνα 11). Οι φοιτητές μπορούν να εξερευνήσουν τα τρισδιάστατα ολογράμματα απομονώνοντας και εξετάζοντας συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές, μύες και όργανα του σώματος από κάθε γωνία ([www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)). Επίσης, οι φοιτητές μπορούν να εκπαιδευτούν με εικονικά εργαλεία και εικονικούς ασθενείς που παρουσιάζονται σαν ολογράμματα μέσα σε ένα ασφαλές περιβάλλον.

Επιπλέον, το HoloLens μπορεί να συμβάλλει θετικά και στην χειρουργική, στο University College London το χρησιμοποιούν για να μετατρέψουν την κλασική απεικόνιση όπως είναι η αξονική σε μοντέλα 3D. Οι χειρουργοί χρησιμοποιούν αυτά τα τρισδιάστατα ανατομικά ολογράμματα για να σχεδιάσουν περίπλοκες χειρουργικές επεμβάσεις και να βοηθήσουν τους ασθενείς να κατανοήσουν και να αποκτήσουν μια σαφέστερη εικόνα για το σώμα τους ([www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)). Η εκπαίδευση των χειρουργών με αυτή τη νέα τεχνολογία αναμένεται να μειώσει τις πιθανότητες λάθους. Το HoloLens είναι προς το παρόν διαθέσιμο μόνο στους



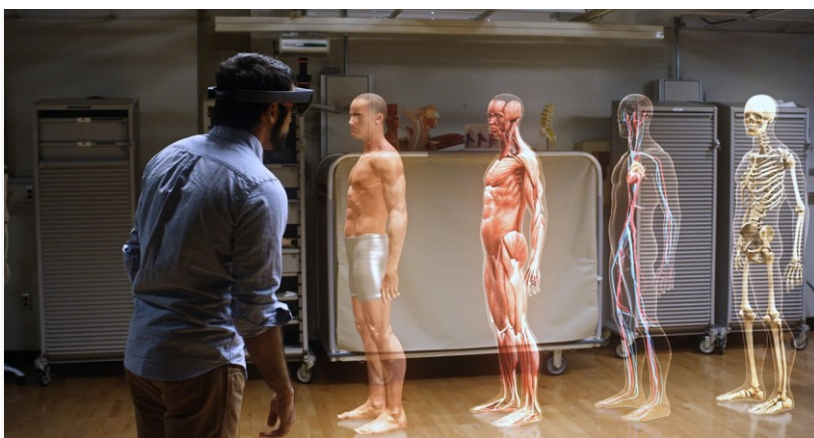
προγραμματιστές. Ωστόσο, το μέλλον της επαυξημένης πραγματικότητας για την ιατρική φαίνεται φωτεινό και συναρπαστικό.

Στον τομέα της φυσικοθεραπείας, η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορούσε να μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο διδάσκουμε τις βασικές αρχές της φυσικοθεραπείας και τον τρόπο θεραπείας και διαχείρισης των ασθενών. Θα αποτελούσε χρήσιμο εργαλείο για την ενίσχυση της ιδιοδεκτικότητας και του συντονισμού, για την εκπαίδευση λειτουργικών δραστηριοτήτων, για την βελτίωση της ισορροπίας και της φυσικής κατάστασης. Η AR αποτελεί μια συναρπαστική εξέλιξη της τεχνολογίας που η εφαρμογή της μπορεί να συμβάλλει θετικά στην φυσικοθεραπεία.

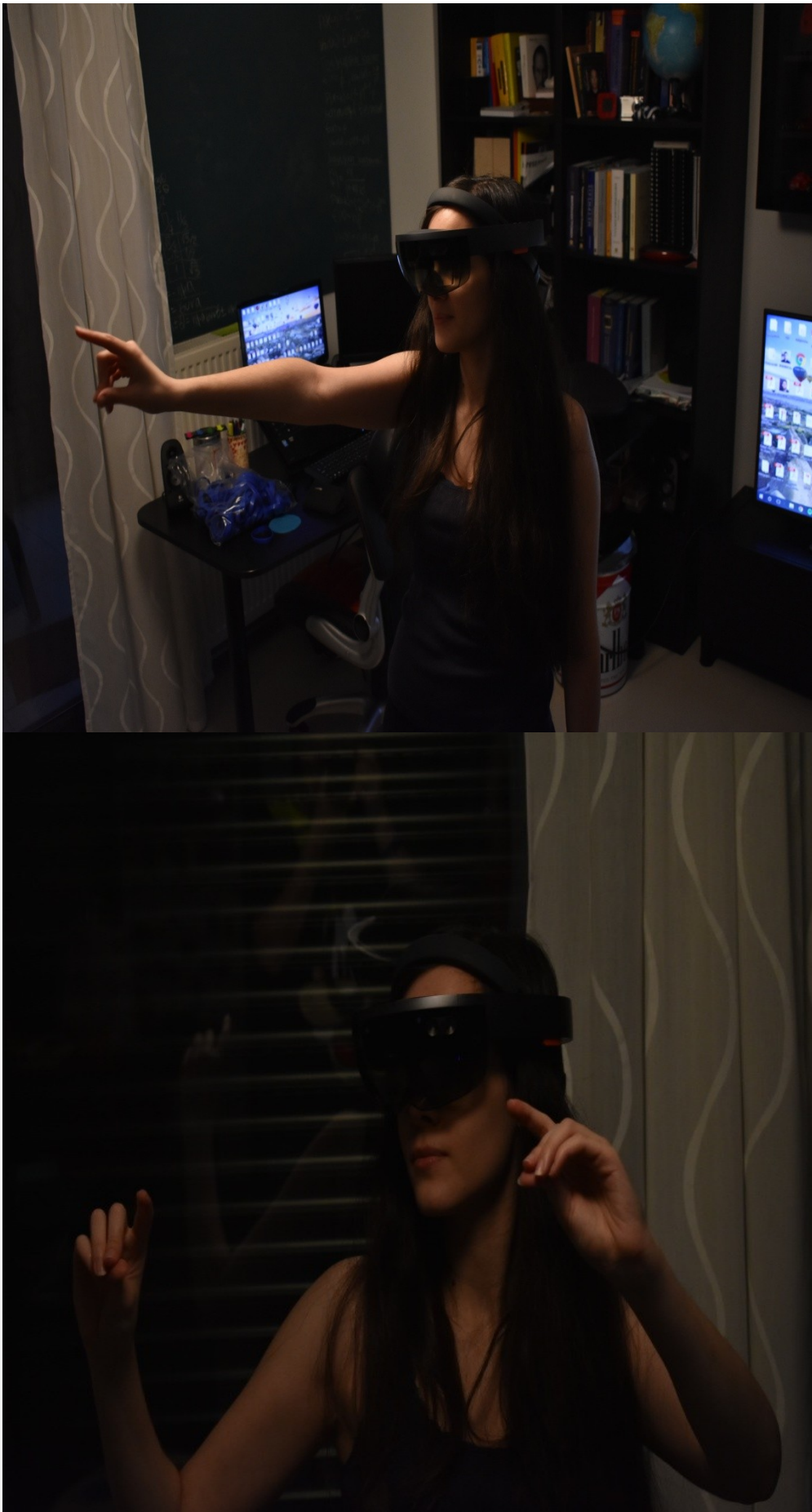
Οι τεχνολογίες για τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας εξακολουθούν να είναι σε αρχικά στάδια ανάπτυξης και δεν είναι ακόμη σε στάδιο γενικής χρήσης. Τα υποσχόμενα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της όμως υποστηρίζουν την περαιτέρω έρευνα στον τομέα της αποκατάστασης (Regenbrecht, και συν., 2012).



**Εικόνα 10.** Συσκευή Microsoft HoloLens (Τροποποιημένη από [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)).



**Εικόνα 11.** Εκμάθηση ανατομίας με HoloLens (Τροποποιημένη από [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)).



**Εικόνα 12.** Δοκιμή των εφαρμογών και των παιχνιδιών του Microsoft HoloLens.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. EXERGAMING-ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗΣ

### 4.1 Ο όρος exergaming

Ο όρος exergaming προέρχεται από τις λέξεις «exercise» (άσκηση) και «gaming» (παιχνίδι). Τα exergames αποτελούν ένα εναλλακτικό είδος βιντεοπαιχνιδιών σοβαρού σκοπού, τα οποία παρέχουν κίνητρα και προωθούν την σωματική άσκηση και τη φυσική δραστηριότητα (Κωνσταντινίδης, 2015 ; Oh & Yang, 2010). Με απλά λόγια, είναι διαδραστικά παιχνίδια που απαιτούν από τον παίκτη να κινηθεί σωματικά για να παίξει, χρησιμοποιώντας φυσικές κινήσεις του σώματος για τον έλεγχο του παιχνιδιού. Αυτά τα παιχνίδια εξαρτώνται από τις κινήσεις του σώματος των παικτών στον πραγματικό κόσμο για τον έλεγχο των αντικειμένων στον εικονικό κόσμο (Oh & Yang, 2010 ; Altamimi & Skinner, 2012). Παραδείγματα συστημάτων παιχνιδιών και πλατφόρμες που υποστηρίζουν αυτό το είδος παιχνιδιού είναι το Microsoft Kinect, το Nintendo Wii και το Sony PlayStation Eye.

Κατά τα τελευταία χρόνια τα βιντεοπαιχνίδια σοβαρού σκοπού έχουν γίνει πιο προσιτά και διαδεδομένα και έχουν προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον σε διάφορους τομείς, όπως για την εκπαίδευση της κινητικότητας σε υγιή άτομα, καθώς και για συγκεκριμένες παθολογικές καταστάσεις, όπως εγκεφαλικό επεισόδιο, εγκεφαλική παράλυση και γνωστική εξασθένηση (Van Diest, και συν., 2013). Τα exergames μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για θεραπευτικούς σκοπούς ως εργαλείο αποκατάστασης, για παράδειγμα για τη βελτίωση της ισορροπίας, την ανάπτυξη των κινητικών και των γνωστικών δεξιοτήτων, για την πρόληψη και την αποκατάσταση των μυοσκελετικών διαταραχών, για την βελτίωση της νευροπλαστικότητας και την ανάκτηση της κινητικής λειτουργίας (Oh & Yang, 2010; Van Diest, και συν., 2013). Η άσκηση μέσω των exergames μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία των ηλικιωμένων και να συμβάλλει στην άνοδο της ποιότητας ζωής και στην ανεξαρτητοποίηση τους (Van Diest, και συν., 2013). Τα παιχνίδια αυτά προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα και είναι κατάλληλα για όλες τις ηλικιακές ομάδες, καθώς ενισχύουν την κοινωνικότητα και την κοινωνικοποίηση, βελτιώνουν την αυτοπεποίθηση στις καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες και την συνολική ποιότητας ζωής (Κωνσταντινίδης, 2015).

Τα exergames έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις συμβατικές ασκήσεις. Μπορούν να παρακινήσουν ευκολότερα τους ηλικιωμένους ώστε να γίνουν πιο δραστήριοι, παρέχοντας ένα ασφαλές, διασκεδαστικό και ελκυστικό περιβάλλον. Περιλαμβάνουν δραστηριότητες αντοχής, ισορροπίας και ευελιξίας (Altamimi & Skinner, 2012). Οι exergaming πλατφόρμες έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε να χρησιμοποιούνται στο σπίτι. Επιπλέον, η μάθηση και η κατάρτιση συγκεκριμένων κινητικών δεξιοτήτων είναι δυνατή με τη συνεχή οπτική ανατροφοδότηση (Lamoth, και συν., 2011). Ο παίκτης του exergame πρέπει να χρησιμοποιεί οπτικές-χωρικές ικανότητες, συντονισμό μάτι-χέρι ή μάτι-πόδι και γρήγορο χρόνο αντίδρασης για να λειτουργήσει και να παίξει με επιτυχία το παιχνίδι (Staiano & Calvert, 2011). Τα προγράμματα παρέμβασης με την χρήση των exergames χαρακτηρίζονται από εξατομίκευση, εφόσον εστιάζουν ξεχωριστά στις ανάγκες των ασθενών. Επίσης, έχει αναφερθεί σε άλλες μελέτες ότι τα παιχνίδια αυτά ενισχύουν την κοινωνική αλληλεπίδραση, επιτρέποντας την συνεργασία και τον ανταγωνισμό μεταξύ των παικτών (Bamparopoulos, και συν., 2016). Αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και πρόγνωση.

## 4.2 Microsoft Kinect

Το Microsoft Kinect είναι ένας τρισδιάστατος (3D) αισθητήρας που ανιχνεύει όλες τις αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος και επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδράσει με την κονσόλα ή τον υπολογιστή μέσω των κινήσεων του σώματος, των κινήσεων των χεριών και τις φωνητικές εντολές. Το Kinect κυκλοφόρησε για πρώτη φορά τον Νοέμβριο του 2010 για την κονσόλα Xbox360 αλλά και για υπολογιστές Microsoft Windows. Αναπτύχθηκε από τη Microsoft Corporation και μέσα σε δύο μήνες πούλησε 8 εκατομμύρια συσκευές κατακτώντας μια θέση στο Guinness World Records ως η «ταχύτερη πώληση καταναλωτικής συσκευής» (Pagliari & Pinto, 2015).

Αποτελείται από μια έγχρωμη κάμερα RGB, έναν υπέρυθρο πομπό IR, έναν αισθητήρα που αντιλαμβάνεται το βάθος στο χώρο και ένα μικρόφωνο πολλαπλών συχνοτήτων που αναγνωρίζει τις φωνητικές εντολές, τα οποία συνθέτουν μια τρισδιάστατη (3D) εικόνα καταγράφοντας τις κινήσεις και τις θέσεις (x, y, z) του αντικειμένου και επιτρέποντας την λήψη των θέσεων των αρθρώσεων σε πραγματικό χρόνο (Zhao, και συν., 2014).

Το Microsoft Kinect είναι ένα εργαλείο χαμηλού κόστους, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτικό μέσο για την ανάλυση κίνησης. Για την ανάπτυξη και την

αξιολόγηση τρισδιάστατων δεδομένων και τη λήψη θέσεων των σκελετικών αρθρώσεων σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιούνται τα Software Development Kit για Windows και τα OpenNI και OpenKinect, που παρέχουν στους προγραμματιστές την δυνατότητα να δημιουργήσουν λογισμικό εφαρμογών στις γλώσσες C ++, C # και Visual Basic.Net (Pohlmann, και συν., 2016). Οι προγραμματιστές μπορούν να σχεδιάσουν το εικονικό περιβάλλον που επιθυμούν μέσω της Unity που προσφέρει όλα τα κατάλληλα εργαλεία. Η Unity αποτελεί μια μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών για πολλές πλατφόρμες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία 3D και 2D παιχνιδιών καθώς και προσομοιώσεων (Unity Technologies Blog, 2018). Ο αισθητήρας Kinect επίσης, μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να παρέχει συνεχή ανατροφοδότηση κατά την διάρκεια της άσκησης (Zhao, και συν., 2014).



**Εικόνα 13.** Η εικόνα που αντλαμβάνεται το Kinect (Τροποποιημένη από [developer.microsoft.com](http://developer.microsoft.com)).



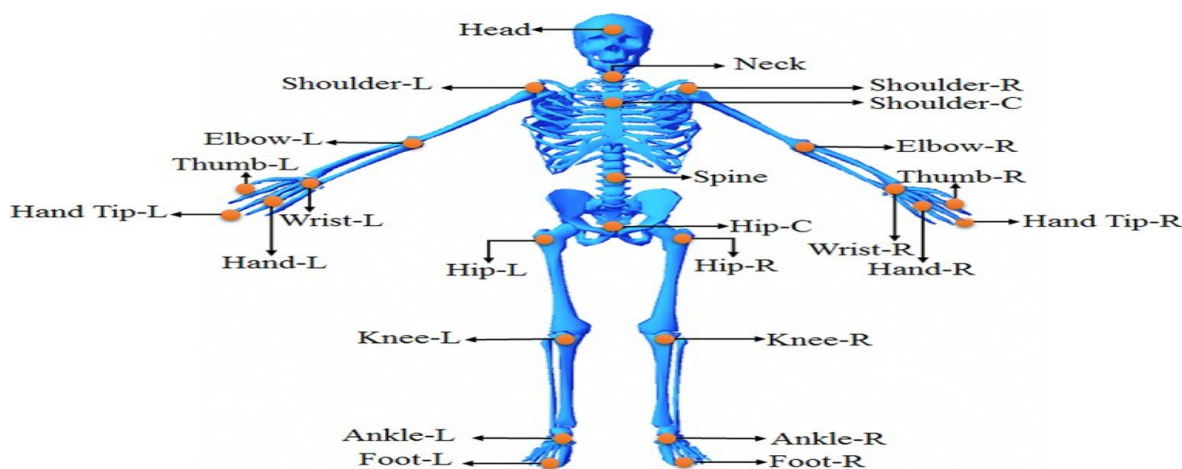
**Εικόνα 14.** Microsoft Kinect του Xbox 360.

Ο αισθητήρας βάθους προσφέρει σημαντικά δεδομένα για την υγεία, όπως η θέση του σώματος του ασθενή, η θέση της στάσης και κίνησης και οι 3D μετρήσεις του σώματος. Επιπλέον, ο θεραπευτής μπορεί να παρακολουθεί τα πρότυπα κίνησης και να αξιολογεί την στάση και την κίνηση του ασθενή, εξάγοντας πληροφορίες για την υγεία του (Pohlmann, και

συν., 2016). Η χρήση του Kinect μπορεί να ενθαρρύνει έναν ενεργό τρόπο ζωής και να προσφέρει κίνητρο για την ενασχόληση με την άσκηση σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Το Kinect μπορεί να αναγνωρίσει μέχρι έξι άτομα, συμπεριλαμβανομένων δύο ενεργών παικτών για ανάλυση κίνησης, με εξαγωγή ανατομικών χαρακτηριστικών για την θέση 20 αρθρώσεων ανά άτομο. Ένας αλγόριθμος αναγνώρισης μοτίβου εφαρμόζεται επίσης για την εξαγωγή ενός συνόλου ανατομικών στοιχείων στο ανθρώπινο σώμα που θεωρούνται ως αρθρώσεις στο Kinect (εικόνα 15). Η κάμερα RGB παράγει τα 3 βασικά χρώματα, το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Η κάμερα λειτουργεί σε συχνότητα 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο και καταγράφει εικόνες με μέγιστη ανάλυση  $640 \times 480$  pixels, αλλά μπορεί να αναλύσει μέχρι και  $1280 \times 1024$  pixels με χαμηλότερη συχνότητα καρέ (Mortazavi & Ghomsheh, 2018). Ο αισθητήρας βάθους αποτελείται από έναν υπέρυθρο προβολέα και ένα μονόχρωμο αισθητήρα εικόνας CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), ο οποίος συγκεντρώνει δεδομένα 3D ανεξάρτητα από τις συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος (Hondori & Khademi, 2014). Μαζί, ο προβολέας και η κάμερα δημιουργούν ένα 3D χάρτη βάθους που παρέχει την απόσταση μεταξύ ενός αντικειμένου και της κάμερας (Mortazavi & Ghomsheh, 2018).

Πολύ σημαντικό είναι να τοποθετηθεί σωστά ο αισθητήρας Kinect στον χώρο χρήσης, διότι αλλιώς θα υπάρξει πρόβλημα με την σωστή ανίχνευση μέσα στον χώρο. Ο αισθητήρας συνήθως τοποθετείται 15 εκατοστά κάτω ή πάνω από την οθόνη και στο κέντρο της. Η εμβέλεια ορθής λειτουργίας είναι 1,2 - 3,5 m. Ο αισθητήρας έχει γωνιακό οπτικό πεδίο  $57^\circ$  οριζόντια και  $43^\circ$  κατακόρυφα με έναν άξονα που έχει δυνατότητα κλίσης  $27^\circ$  πάνω ή κάτω. Το μικρόφωνο διαθέτει 4 κανάλια τα οποία δέχονται 16-bit ήχου με ρυθμό δειγματοληψίας 16 kHz (Hondori & Khademi, 2014).



**Εικόνα 15.** Οι θέσεις των αρθρώσεων που αναγνωρίζει το Kinect (Τροποποιημένη από Mortazavi & Ghomsheh, 2018).



**Εικόνα 16.** Εφαρμογή ενός παιχνιδιού στο Kinect, υλοποιημένο στην πλατφόρμα ανάπτυξης Unity 3D.



**Εικόνα 17.** Εφαρμογή ενός παιχνιδιού στο Kinect, υλοποιημένο στην πλατφόρμα ανάπτυξης Unity 3D.

### 4.3 Nintendo Wii

Το Wii αποτελεί μια κονσόλα βιντεοπαιχνιδιών έβδομης γενιάς που σχεδιάστηκε από τη Nintendo (εικόνα 18). Κυκλοφόρησε στην αγορά το 2006 και μέχρι τον Δεκέμβριο του 2009 ξεπέρασε τις 101 εκατομμύρια πωλήσεις παγκοσμίως (Nintendo.co.). Το Wii είναι ένα νέο βιντεοπαιχνίδι που απαιτεί οι χρήστες να αλληλεπιδρούν με το σώμα τους, ελέγχοντας το παιχνίδι με κινήσεις των άκρων και του σώματος. Τα παιχνίδια του εκτός από ελκυστικά και διασκεδαστικά προσφέρουν και μια ποικιλία από δραστηριότητες με ασκήσεις για βελτίωση της δύναμης, της αερόβιας ικανότητας, της ισορροπίας και γενικά της φυσικής κατάστασης (Park & Lee, 2014).

Τα παιχνίδια Wii Sports προσομοιώνουν αθλητικές δραστηριότητες όπως η πυγμαχία, το κανό, το πινγκ πονγκ κ.α., και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέρος ενός προγράμματος θεραπείας, καθώς ενθαρρύνουν τις αδρές κινήσεις, αυξάνουν την οπτική αντίληψη και τον ισορροπιστικό έλεγχο (Anderson, και συν., 2010). Τα βιντεοπαιχνίδια Wii Fit χρησιμοποιούνται μαζί με την πλατφόρμα Wii Balance Board και ένα ασύρματο τηλεχειριστήριο το Wii Remote και προσομοιώνουν προγράμματα εκγύμνασης όπως γιόγκα, ασκήσεις αερόβιας και δύναμης και παιχνίδια για την βελτίωση της ισορροπίας και της στάσης (Nintendo.co.; Bateni, 2012). Αυτά τα βιντεοπαιχνίδια προσφέρουν συνεχή οπτική και ηχητική ανατροφοδότηση (Chao, και συν., 2015).

Η κονσόλα Wii αποτελείται από ένα τηλεχειριστήριο το Wii Remote και το Nunchuk, τα οποία ανιχνεύουν και ελέγχουν τις κινήσεις των άνω άκρων και ο παίκτης μπορεί να χειρίζεται αντικείμενα στην οθόνη, να στοχεύει και να αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον του εκάστοτε παιχνιδιού (εικόνα 19). Το Wii Remote χρησιμοποιεί ενσωματωμένους αισθητήρες επιτάχυνσης και κίνησης, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τις αλλαγές κατεύθυνσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης σε τρεις διαστάσεις επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα παιχνίδια κατά την εκτέλεση κινήσεων των άνω άκρων (Park & Park, 2016).

Το Wii Balance Board (WBB) αποτελεί περιφερειακή πλατφόρμα των κονσόλων της Nintendo Wii και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βελτίωση της ισορροπίας και της σταθερότητας (Anderson, και συν., 2010). Το WBB περιλαμβάνει τέσσερις μονοαξονικούς μετατροπείς κάθετης δύναμης που βρίσκονται στις γωνίες και αναμεταδίδουν τις συντεταγμένες της θέσης του χρήστη και τις κάθετες δυνάμεις με τη μορφή του κέντρου πίεσης (COP) (Bartlett, και συν., 2014 ; Park & Lee, 2014). Το WBB χρησιμοποιείται ως παιχνίδι με το Wii Fit αλλά και ως ζυγαριά, η οποία είναι ικανή να ανιχνεύει ξεχωριστά τα δύο κάτω άκρα και την πίεση που ασκούν (Triplette, και συν., 2017). Ένα από τα πλεονεκτήματα του WBB είναι ότι εκτός από εργαλείο εκπαίδευσης της ισορροπίας, μπορεί



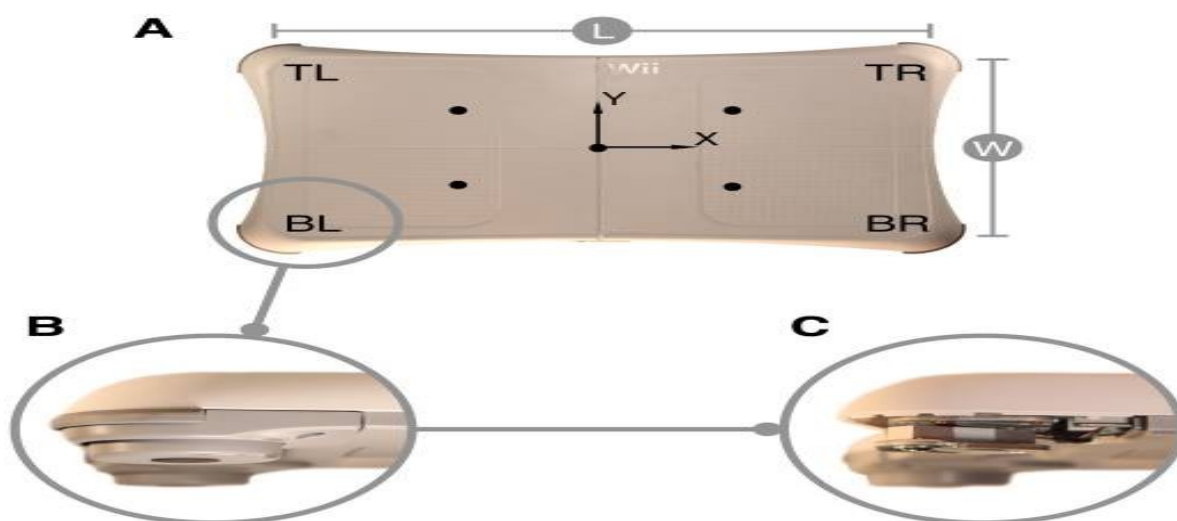
επίσης να παρέχει μετρήσεις του κέντρου πίεσης, της ισορροπίας και του βάρους (Reed-Jones, και συν., 2012).



**Εικόνα 18.** Η κονσόλα Wii (Wikipedia.org).  
(Wikipedia.org).



**Εικόνα 19.** Wii Remote και Nunchuk



**Εικόνα 20.** Σύστημα συντεταγμένων του Wii Balance Board και μετατροπείς δύναμης. A) Η επάνω επιφάνεια του WBB εμφανίζεται με τις συντεταγμένες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του κέντρου πίεσης και των θέσεων των αισθητήρων. B) Οι αισθητήρες δυνάμεων κάτω από κάθε μία από τις τέσσερις γωνίες που λειτουργούν ως μονοαξονικοί μετατροπείς ισχύος (Τροποποιημένη από Bartlett, και συν., 2014).

Το Wii Fit αποτελείται από τέσσερις κατηγορίες δραστηριοτήτων, τις ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, τη yoga, τις αεροβικές ασκήσεις και τις ασκήσεις ισορροπίας. Οι αεροβικές δραστηριότητες επικεντρώνονται σε δραστηριότητες που απαιτούν πιο έντονη κίνηση και χωρίζονται σε τρεις ξεχωριστούς τύπους, hula hooping, step aerobics και jogging. Τα παιχνίδια ισορροπίας αποτελούνται από εννέα δραστηριότητες (ski slalom, ski jump, table tilt, soccer heading, balance bubble, tightrope tension, penguin slide, snowboard slalom και zazen) και οι παίκτες επικεντρώνονται στον έλεγχο του παιχνιδιού χρησιμοποιώντας το κέντρο βάρους τους (Gioftsidou, και συν., 2013). Κάποια από τα παιχνίδια περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.** Περιγραφή των παιχνιδιών φυσικής άσκησης Wii Fit (τροποποιημένος από Agmon, και συν., 2011).

| Παιχνίδια ισορροπίας και αεροβικής | Περιγραφή παιχνιδιών   | Θεραπευτικοί στόχοι   |
|------------------------------------|--|---|
| Ski slalom                         | Οι συμμετέχοντες κάνουν κατάβαση μεταξύ των στύλων ενώ κάμπτουν τα γόνατά τους και μετατοπίζουν το βάρος τους.<br>Βαθμολογία: ταχύτητα και ακρίβεια κάνοντας σκι μεταξύ των στύλων.  | Στατική ισορροπία και κίνηση ολόκληρου του σώματος.<br>Συντονισμός και προσοχή.<br>Οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση. |
| Soccer heading                     | Οι συμμετέχοντες μετακινούν το κέντρο βάρους τους για να χτυπήσουν εικονικές μπάλες ποδοσφαίρου που έρχονται προς αυτούς από την οθόνη της τηλεόρασης.<br>Βαθμολογία: αριθμός χτυπημάτων μπάλας ποδοσφαίρου και αποφυγή περισπασμών. | Στατική ισορροπία.<br>Συντονισμός και προσοχή.<br>Οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση.                                  |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Table tilt | Οι συμμετέχοντες μετατοπίζουν το κέντρο βάρους τους για να κατευθύνουν τις μπάλες στην τρύπα σε μια μεταβαλλόμενη πλατφόρμα.<br>Βαθμολόγηση: αριθμός μπάλων που εισέρχονται στην τρύπα.  | Στατική ισορροπία.<br>Οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση.   |
| Step basic | Οι συμμετέχοντες ακολουθούν μια ακολουθία βημάτων στην οθόνη της τηλεόρασης, βηματίζοντας πάνω και κάτω στο ταμπλό ισορροπίας (προς τα εμπρός / προς τα πίσω και προς τα πλάγια).<br>Βαθμολογία: αριθμός συγχρονισμένων βημάτων. | Προθέρμανση.<br>Μέτριας έντασης αερόβια άσκηση.<br>Δυναμική ισορροπία.<br>Συντονισμός και προσοχή.<br>Οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση. |



**Εικόνα 21.** Εικονικά περιβάλλοντα των παιχνιδιών του Wii Fit, του Ski slalom, του Table tilt, του Step basic και του Soccer heading (τροποποιημένες από Nintendo.org).

#### 4.4 Sony PlayStation Eyetoy

Το Eyetoy (2003) είναι μια συσκευή έγχρωμης ψηφιακής κάμερας για το PlayStation 2 και μαζί με ένα πακέτο λογισμικού επιτρέπει την αναγνώριση χειρονομίας και κίνησης του σώματος για να αλληλεπιδράσει ο χρήστης με την ενέργεια στην οθόνη και να παίξει παιχνίδια. Αυτό επιτρέπει στους παίκτες να αλληλεπιδρούν με τα παιχνίδια χρησιμοποιώντας κίνηση και ήχο (Van Diest, και συν., 2013). Τα παιχνίδια ελέγχονται από τις κινήσεις του ίδιου του χρήστη. Το Eyetoy περιλαμβάνει 12 παιχνίδια (playstation.com). Επίσης, σε κάποιες μελέτες έχει χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση των άνω άκρων. Το μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι η κάμερα δεν παρέχει την απαιτούμενη ακρίβεια για αναπαραγωγή γρήγορων παιχνιδιών ή για τη λήψη μετρήσεων υψηλής ανάλυσης (Van Diest, και συν., 2013). Το PlayStation Eye χρησιμοποιείται με το PlayStation Move, το οποίο είναι ένα τηλεχειριστήριο παρόμοιο με το Wii Remote της Nintendo.



**Εικόνα 22.** Το PlayStation Eyetoy και screenshot ενός παιχνιδιού του (Wikipedia.org; playstation.com).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ EXERGAMES ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ**

### **5.1 Πλεονεκτήματα των exergames στην άσκηση**

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μεγάλο ενδιαφέρον στον τομέα της έρευνας για την χρήση της εικονικής πραγματικότητας και των παιχνιδιών φυσικής άσκησης στον ηλικιωμένο πληθυσμό. Τα βιντεοπαιχνίδια άρχισαν να αποκτούν σταδιακά δημοτικότητα ως εργαλεία πρόληψης, αποκατάστασης και εκπαίδευσης στο τομέα της υγείας. Τα αποκαλούμενα exergames αποτελούν ένα είδος σοβαρών παιχνιδιών, τα οποία συνδυάζουν το παιχνίδι και την άσκηση οδηγώντας στη διατήρηση και βελτίωση της φυσικής κατάστασης (Bamparopoulos, και συν., 2016). Ένα από τα κύρια προβλήματα της δημόσιας υγείας που επηρεάζει και τους ηλικιωμένους είναι η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας και σχετίζεται με την εμφάνιση διάφορων παθήσεων όπως παχυσαρκία, καρδιακά προβλήματα, κινητικά προβλήματα, πρόκληση πτώσεων, κ.ά.. Παρόλο που η χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών συνδέονται με την παχυσαρκία, οι κονσόλες όπως το Xbox 360 με το Kinect και το Nintendo Wii με το Balance Board έχουν αποδειχθεί ότι για να εκπληρώσουν τους στόχους του παιχνιδιού απαιτούν σημαντικά ποσά σωματικής ενέργειας από του παίκτες. Μελέτες δείχνουν ότι αυτά τα παιχνίδια φυσικής άσκησης ή αλλιώς αποκαλούμενα exergames, βελτιώνουν την κινητικότητα, την μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, τον έλεγχο της ισορροπίας και τη γνωστική ικανότητα στους ηλικιωμένους (Skjæret, και συν., 2015 ; Brox, και συν., 2011). Τα exergames έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν την κίνηση του σώματος μέσα τρεις διαστάσεις, να μετράνε με ακρίβεια το χρόνο αντίδρασης και την επιτάχυνση και να καταγράφουν την ταχύτητα και τη δύναμη της κίνησης ενός παίκτη.

Ένα μειονέκτημα των συμβατικών προγραμμάτων ασκήσεων είναι η έλλειψη ενδιαφέροντος και η τήρηση στο πρόγραμμα θεραπείας. Οι ηλικιωμένοι παραμένουν μέσα στο σπίτι, διότι δεν παρακινούνται εύκολα να συμμετέχουν σε συνεδρίες συμβατικών ασκήσεων και σε δραστηριότητες εκπαίδευσης. Τα exergames προσφέρουν ένα ελκυστικό, ασφαλές και διαδραστικό περιβάλλον, αυξάνοντας τα κίνητρα των χρηστών για την ενασχόληση τους με την άσκηση και ενισχύοντας έτσι την φυσική δραστηριότητα, τη σωματική λειτουργία και την κατάσταση υγείας τους και εκπαιδεύοντας τόσο τις κινητικές όσο και τις γνωστικές δεξιότητες τους (Van Diest, και συν., 2013 ; Skjæret, και συν., 2015). Αρκετές ανασκοπήσεις

αποδεικνύουν ότι τα συγκεκριμένα παιχνίδια μπορούν να παρακινήσουν τους ηλικιωμένους ώστε να γίνουν σωματικά πιο δραστήριοι, διότι εκλαμβάνουν αυτού του είδους τη γυμναστική ως διασκέδαση (Brox, και συν., 2011). Η άσκηση με exergames μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική μορφή άσκησης σε σχέση με τις συμβατικές, με στόχο τη βελτίωση του ελέγχου ισορροπίας (Laufer, και συν., 2014).

Εκτός από το πλεονέκτημα ότι τα παιχνίδια αυτά αποτελούν μέσο διασκέδασης και παρακινούν τους χρήστες να ασκηθούν, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως ένας παράγοντας για την ενίσχυση της κοινωνικοποίησης μεταξύ των παικτών (Brox, και συν., 2011). Ένα σημαντικό κίνητρο για άσκηση αποτελεί και η συμμετοχή των ατόμων σε ομάδες επιτρέποντας την συνεργασία μεταξύ τους ή μεγαλώνοντας την αίσθηση του ανταγωνισμού για την επίτευξη ενός στόχου (Graham & Stach, 2011). Επιπλέον, η προσοχή δεν επικεντρώνεται στις ίδιες τις κινήσεις αλλά στην έκβαση των κινήσεων στο παιχνίδι (Van Diest, και συν., 2013).

Κάθε παιχνίδι διαμορφώνεται ως μία δραστηριότητα για την επίτευξη ενός στόχου μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος. Η άσκηση επιτυγχάνεται σε συνδυασμό με τον στόχο του παιχνιδιού, ενώ παράλληλα καταγράφεται η απόδοση του χρήστη (Konstantinidis, και συν., 2016). Τα exergames χαρακτηρίζονται από εξατομίκευση και έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ασκήσεις για συγκεκριμένες δραστηριότητες μέσα σε ένα ευρύ φάσμα επιπέδων δυσκολίας. Διαθέτουν ρυθμιζόμενη δυσκολία, ώστε να διατηρείται το ενδιαφέρον των έμπειρων και μη χρηστών. Συνεπώς, αυτό επιτρέπει στο χρήστη με βάση την απόδοση του σε πραγματικό χρόνο να ξεκινήσει από ένα επίπεδο που να είναι εφικτό και άνετο για αυτόν και έπειτα να προχωρήσει σε μια σταδιακή αύξηση της δυσκολίας (Skjæret, και συν., 2015).

Η σωματική άσκηση μέσω αυτών των βιντεοπαιχνιδιών μπορεί να βελτιώσει αισθητά την ισορροπία τους, συμβάλλοντας στην καλύτερη ποιότητα ζωής και στην ανεξαρτητοποίηση τους (Van Diest, και συν., 2013). Επίσης, η άσκηση με τα παιχνίδια φυσικής άσκησης προσφέρει οπτική ανατροφοδότηση στους παίκτες, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο το χρόνο απόκρισης και το συντονισμό τους (Park, και συν., 2015). Τα παιχνίδια αυτά έχουν τη δυνατότητα επιλογής ασκήσεων για ενδυνάμωση μόνο συγκεκριμένων άκρων και μπορούν να παίζονται από καθιστή ή από όρθια θέση. Επιπλέον, αποτελούν προσιτά εργαλεία αποκατάστασης δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα σπίτια των χρηστών (Skjæret, και συν., 2015).

Τα συστήματα, όπως για παράδειγμα το Kinect, έχουν τη δυνατότητα καταγραφής και αποθήκευσής των δεδομένων και των αποτελεσμάτων του παιχνιδιού σε βάσεις και είναι προστατευμένα με ειδικά πρωτόκολλα και αλγορίθμους προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων του ασθενούς (Holden & Todorov, 2002). Μέσα από

τις βάσεις δεδομένων φαίνεται η πρόοδος του κάθε ασθενή και η εξέλιξη του. Επίσης, ο θεραπευτής μπορεί μέσω της εφαρμογής να τροποποιήσει την ένταση και τη δυσκολία του παιχνιδιού μεμονωμένα για κάθε παίκτη, αλλάζει τις παραμέτρους και να προσθέσει ή να αφαιρέσει ασκήσεις.

Στο Kinect η κατευθυνόμενη διαδραστική αποκατάσταση επιτρέπει την online διόρθωση των κινήσεων, συμβάλλοντας στην αποφυγή λαθών όπως είναι η λανθασμένη στάση του σώματος, η οποία θα καθιστούσε μια άσκηση λιγότερο αποτελεσματική. Η ικανότητα του Kinect να εντοπίζει και να παρακολουθεί τα άτομα και συγχρόνως να συγκεντρώνει πληροφορίες για την κίνηση και τη σωματική διάπλαση τους, μπορεί να συμβάλει θετικά στο τομέα της υγείας. Αυτή η ικανότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση και τον έλεγχο, για να υποστηρίξει την ανεξαρτησία των ατόμων με αναπηρίες ή για να βοηθήσει στην παρέμβαση (Pohlmann και συν., 2016).

Σύμφωνα με τους Konstantinidi και συν. (2016), ο σχεδιασμός των exergames για ηλικιωμένους θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές:

- η διεπαφή (interface) θα πρέπει να είναι απλή, κατανοητή και ελκυστική στον χρήστη,
- οι ασκήσεις θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένες σύμφωνα με το ενδιαφέρον του κάθε χρήστη,
- θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του τρόπου άσκησης,
- θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής των ορίων ανοχής του εύρους κίνησης,
- οι ασκήσεις δεν θα πρέπει να γίνονται γρήγορα,
- θα πρέπει να υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας στα παιχνίδια και οι χρήστες θα επιλέγουν το κατάλληλο με βάση την εμπειρία και τη φυσική τους κατάσταση,
- τα παιχνίδια θα πρέπει να παρακινούν τους χρηστές να ασχοληθούν με την άσκηση,
- οι ασκήσεις με τα παιχνίδια αυτά θα πρέπει να προσφέρουν οπτικοακουστική ανατροφοδότηση,
- τροποποίηση των παιχνιδιών και των παρεμβάσεων,
- η τεχνολογία που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι εύκολη στη χρήση,
- η συσκευή να προσφέρει καταγραφή του ιστορικού των χρηστών.

Υπάρχουν πολλά παιχνίδια συμβατά με τις πλατφόρμες exergames. Επιπρόσθετα, οι προγραμματιστές καθοδηγούμενοι από την εξειδικευμένη γνώση των ειδικών μπορούν να σχεδιάσουν στην πλατφόρμα Unity παιχνίδια προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένους στόχους ή σε διάφορες ορθοπεδικές ή νευρολογικές διαταραχές. Τα παιχνίδια μπορούν να αποτελούν ασκήσεις γυμναστικής, όπως είναι οι ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, αερόβιας ικανότητας, ευελιξίας και ισορροπίας (Konstantinidis, και συν., 2016).

Εν ολίγοις, τα βιντεοπαιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν από όλες τις ηλικιακές ομάδες και αποτελούν εφικτά εργαλεία άσκησης και αποκατάστασης για τους ηλικιωμένους, με στόχο τη διατήρηση της σωματικής δραστηριότητας και τη βελτίωση του ελέγχου της ισορροπίας, του συντονισμού, της γνωστικής λειτουργίας, της γενικότερης φυσικής κατάστασης και της ποιότητας της ζωής.

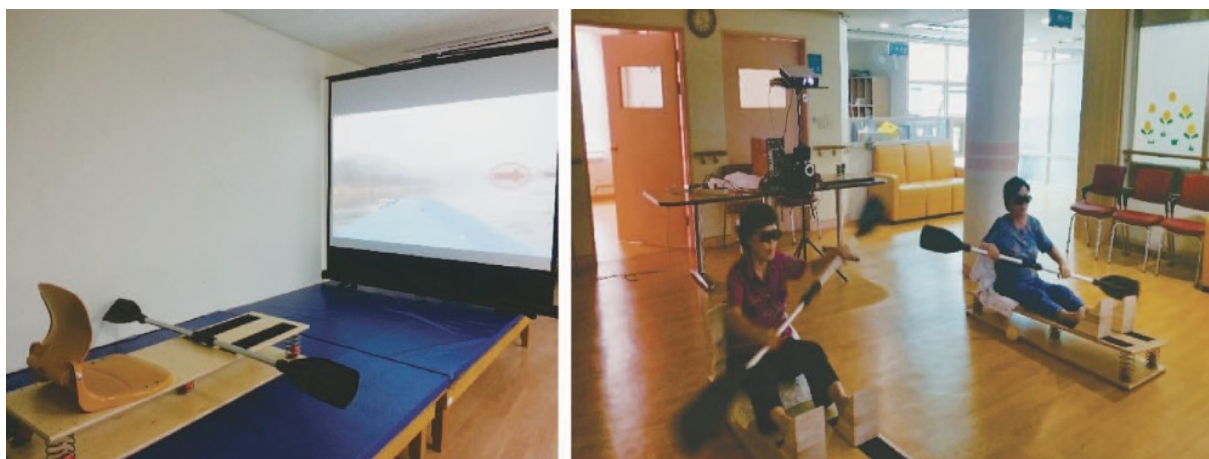
## **5.2 Χρήση των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού σε ηλικιωμένους**

Τα περισσότερα exergames έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ένα διασκεδαστικό και ελκυστικό περιβάλλον ως κίνητρο για τους ηλικιωμένους (Konstantinidis, και συν., 2016). Ωστόσο, πολλά από τα exergames που χρησιμοποιούνται σε ηλικιωμένους κατηγοριοποιούνται είτε ως προληπτικά και θεραπευτικά είτε ως προσαρμοσμένα στην αξιολόγηση της κατάστασης των χρηστών (Mccallum, 2012). Τα τελευταία χρόνια τα exergames χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης για την παρακίνηση των ηλικιωμένων να ασχοληθούν με την άσκηση, ώστε να βελτιώσουν τη φυσική τους κατάσταση και τα επίπεδα δραστηριότητας (Van Diest, και συν., 2013). Οι ηλικιωμένοι συχνά λόγω έλλειψης κινήτρων για σωματική άσκηση κάθονται μέσα στο σπίτι αντί να συμμετέχουν σε δραστηριότητες κατάρτισης. Τα βιντεοπαιχνίδια σοβαρού σκοπού που στοχεύουν σε παρέμβαση, για να εξασφαλίσουν την αυξημένη προσκόλληση και συμμετοχή πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στους ηλικιωμένους. Στην μελέτη των Molina και συν. (2014), αναφέρεται ότι η άσκηση με τη χρήση του VR σε ηλικιωμένους ασθενείς προάγει βελτιώσεις στην κινητικότητα, στη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, στην κινητική μάθηση και στη γνωστική ικανότητα. Επίσης, τα παιχνίδια αυτά προσφέρουν άμεση ανατροφοδότηση οπτικής και ηχητικής απόδοσης και διάφορους τύπους κινήτρων ανατροφοδότησης όπως η ενθάρρυνση με τα σχόλια και η μέτρηση των μόνους, για τη δημιουργία διασκεδαστικών δραστηριοτήτων (Chao, και συν., 2014). Στην ανασκόπηση των Skjæret και συν. (2015), αναφέρεται ότι τα exergames έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως άσκηση ή εργαλείο αποκατάστασης για υγιείς ηλικιωμένους που ζουν στην κοινότητα, αλλά παραθέτει κάποιες συστάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Οι Park & Yim (2016), πραγματοποίησαν μια έρευνα με ένα 3-D πρόγραμμα καγιάκ εικονικής πραγματικότητας για να δούνε αν θα μπορούσε να βελτιώσει τη γνωστική λειτουργία, τη μυϊκή δύναμη και την ισορροπία των ηλικιωμένων που ζουν στην κοινότητα.



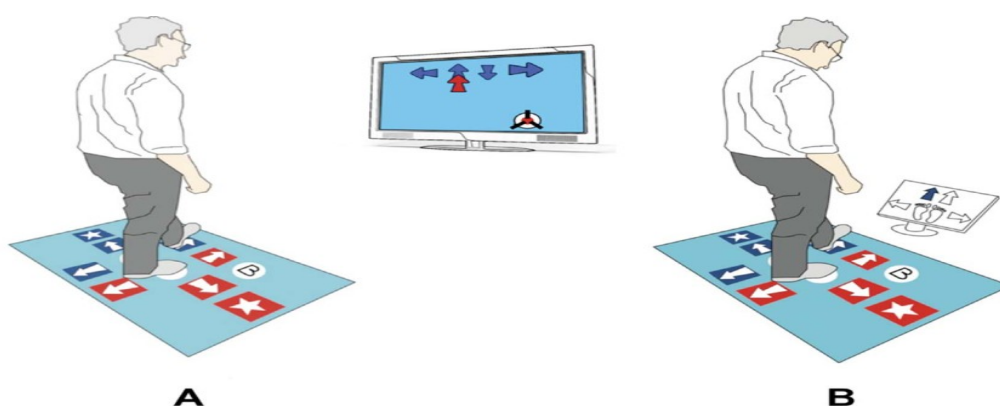
Πριν ξεκινήσει η ομάδα παρέμβασης το 20 λεπτό πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας καγιάκ, εκτέλεσε και αυτή 30 λεπτά συμβατικής άσκησης παρόμοια με την ομάδα έλεγχου. Η άσκηση καγιάκ απαιτεί καλή φυσική κατάσταση και ενισχύει την λειτουργία των άνω άκρων, την καρδιοπνευμονική ικανότητα, την ικανότητα ελέγχου της στάσης και βελτιώνει την ισορροπία, καθώς οδηγεί στην ενεργοποίηση των μυών του κορμού. Για το πρόγραμμα καγιάκ, προσομοιώθηκε η προπόνηση στο νερό με την τοποθέτηση μιας καρεκλάς και ενός υποποδίου πάνω σε μια σανίδα, χρησιμοποιώντας ένα 3-D προβολέα δέσμης και 3-D εικόνες κινούμενων καγιάκ. Τα άτομα ασκούνται κάνοντας κωπηλασία σύμφωνα με την παρακολούθηση των ενεργειών που εμφανίζονται στην οθόνη (εικόνα 23). Στις 6 εβδομάδες προγράμματος εικονικής πραγματικότητας καγιάκ, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυξήθηκε αρκετά η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων και η δύναμη λαβής, αλλά και όλες οι λειτουργίες των άνω άκρων στην ομάδα παρέμβασης. Τα συνολικά αποτελέσματα των arm curl test, grip strength test και Montreal Cognitive Assessment (MoCA) έδειξαν πως η γνωστική λειτουργία, η μυϊκή δύναμη και η ισορροπία βελτιώθηκαν σημαντικά ( $p < 0,05$ ) στην ομάδα παρέμβασης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.



Εικόνα 23. Το 3-D virtual reality kayak program (Park & Yim, 2016).

Οι Schoene και συν. (2013), χρησιμοποίησαν στην έρευνα τους ένα τροποποιημένο παιχνίδι (σαν το Dance Dance Revolution) με τρία επίπεδα δυσκολίας που απαιτεί από τους ηλικιωμένους να κάνουν βήματα πάνω σε μια βάση step pad, ακολουθώντας τις οδηγίες που εμφανίζονται σε μια οθόνη. Αυτό το παιχνίδι καταγράφει το χρόνο της ανύψωσης και προσγείωσης του ποδιού σε κάθε βήμα στο πίνακα και απαιτεί επαναλαμβανόμενα βήματα σε όλες τις κατευθύνσεις, σε διαφορετικές ταχύτητες. Συγκεκριμένα, οι παίκτες ακολουθούσαν τις οδηγίες από τη οθόνη της τηλεόρασης που είναι συνδεδεμένη με τον υπολογιστή. Το παιχνίδι απαιτούσε από τους συμμετέχοντες να παίζουν όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ακρίβεια, τόσο από την άποψη της κατεύθυνσης όσο και του συγχρονισμού. Οι παίκτες

έπρεπε να κάνουν βήματα πάνω στο ταμπλό step pad ανάλογα με τα βέλη που εμφανιζόταν στην οθόνη και μετά από κάθε βήμα να επιστρέψουν στο σημείο από όπου ξεκίνησαν (εικόνα 24). Για κάθε βήμα που έκαναν εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης λέξεις (τέλεια, καλά, αστοχία) και σύμφωνα με την απόδοση τους σχηματιζόταν η βαθμολογία. Επίσης, κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού παρουσιάζεται τυχαία αντί για ένα μετακινούμενο βέλος μια «βόμβα», την οποία οι παίκτες πρέπει να αποφύγουν, αναστέλλοντας το βηματισμό τους. Η δοκιμή αυτού του προγράμματος διήρκησε 8 εβδομάδες με 2-3 συνεδρίες εβδομαδιαίως για 15-20 λεπτά σε κάθε συνεδρία και έδειξε ότι οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης βελτίωσαν το χρόνο αντίδρασης, το χρόνο κίνησης, το συντονισμό και τη ταχύτητα κίνησης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.



**Εικόνα 24.** Α) Ο συμμετέχων πρέπει να προχωρήσει όταν το κόκκινο βέλος βρίσκεται ακριβώς πάνω από το βέλος στόχου (μπλε βέλος). Το στρογγυλό αντικείμενο στην κάτω δεξιά πλευρά είναι μια «βόμβα», την οποία ο συμμετέχων δεν πρέπει να πατήσει. Β) Ένα από τα τέσσερα βέλη στην οθόνη αλλάζει το χρώμα του σε μπλε και ο συμμετέχων καλείται να κάνει βήμα όσο το δυνατόν γρηγορότερα στην ίδια θέση του step pad (τροποποιημένη από Schoene και συν., 2013).

Οι Lee και συν. (2014) μελέτησαν την επίδραση ενός προγράμματος ασκήσεων με το Nintendo Wii σε 82 συμμετέχοντες σε σύγκριση με ένα κλασικό πρόγραμμα ασκήσεων ενδυνάμωσης και διατάσεων. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 10 εβδομάδες και πραγματοποιούνταν 45 λεπτές συνεδρίες ασκήσεων 3 ημέρες την εβδομάδα. Έγιναν μετρήσεις πριν και μετά τον έλεγχο και στις δυο ομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ομάδα παρέμβασης μειώθηκε ο χρόνος διπλής στήριξης στη βάδιση ( $p < .05$ ) και βελτιώθηκε ο χρόνος αιώρησης.

Ένα από τα μειονεκτήματα των συμβατικών ασκήσεων αποκατάστασης είναι η έλλειψη ανατροφοδότησης κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η άμεση ανατροφοδότηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τους χρήστες, καθώς προσφέρει παρακολούθηση της τρέχουσας

απόδοσης αλλά και της προπόνησης. Η κονσόλα Nintendo Wii βασίζεται σε προγράμματα ασκήσεων ανατροφοδότησης. Οι Jorgensen και συν. (2013) σε μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη 10 εβδομάδων εξέτασαν εάν η προπόνηση με τα παιχνίδια του Nintendo Wii θα μπορούσε να οδηγήσει σε βελτιώσεις στη λειτουργικότητα, στη μυϊκή λειτουργία των κάτω άκρων και στον έλεγχο ισορροπίας, σε ηλικιωμένους άνω των 65 ετών που ζουν στην κοινότητα. Η εκπαίδευση με το Wii Fit πραγματοποιήθηκε 2 φορές την εβδομάδα για 10 εβδομάδες, ενώ οι συνεδρίες διήρκησαν περίπου 35 λεπτά. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε πέντε δραστηριότητες ισορροπίας στο Wii Balance Board (table tilt, slalom ski, perfect 10, tight rope tension, penguin slide), αλλά και σε ασκήσεις ενδυνάμωσης. Πριν και μετά την εκπαίδευση εκτελέστηκαν οι δοκιμασίες Timed Up and Go, 30 second Chair Stand Test και η σύντομη κλίμακα Falls Efficacy scale-International, οι μετρήσεις των οποίων μετά από 10 εβδομάδες εξάσκησης με τα παιχνίδια του Wii έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στις λειτουργικές επιδόσεις, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Αντίθετα, η στατική ισορροπία (CoP-VM) παρέμεινε ανεπηρέαστη μετά την εκπαίδευση Wii. Επίσης, όσον αφορά την τήρηση της άσκησης, οι ηλικιωμένοι που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ασκήσεων με το Wii ανέφεραν ότι ήταν ιδιαίτερα ελκυστικό και έδειξαν ενδιαφέρον για τη συνέχιση αυτών των δραστηριοτήτων άσκησης στο σπίτι τους ή σε κοντινά κέντρα ηλικιωμένων. Συμπερασματικά, η εκπαίδευση με το Nintendo Wii οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις στη μέγιστη ισομετρική μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων και στη λειτουργική απόδοση σε ηλικιωμένους που ζουν στην κοινότητα.

Οι Reed-Jones και συν. (2012) στην μελέτη τους αξιολόγησαν τη σχέση μεταξύ των δοκιμασιών ισορροπίας του WiiFit™ Plus και των τυποποιημένων μέτρων κινητικότητας και ισορροπίας, για τη χρήση τους στην εκτίμηση της ισορροπίας σε ηλικιωμένους. Οι συμμετέχοντες (n=34) ήταν υγιείς ηλικιωμένοι που συμμετείχαν στο ίδιο πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 24 εβδομάδων, εκτελώντας ασκήσεις καρδιαγγειακές, δύναμης, ευκινησίας και ισορροπίας. Η αξιολόγηση των συμμετεχόντων ηλικιωμένων περιελάμβανε ένα συνδυασμό από διάφορες δοκιμασίες, όπως φυσικής κατάστασης για την αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης και της καρδιαγγειακής αντοχής, μια πορεία εμποδίων για την αξιολόγηση της λειτουργικής κινητικότητας, δοκιμασίες ισορροπίας στο Nintendo WiiFit για την αξιολόγηση της ισορροπίας, τη δοκιμασία Useful Field of View για την οπτική οξύτητα και το ερωτηματολόγιο Activities-specific Balance Confidence scale. Παρουσιάστηκαν συγκρίσιμες βελτιώσεις τόσο στις παρεμβάσεις με βάση το VR όσο και στο μη-VR. Από τις δοκιμασίες με το Wii μπορεί να γίνει φανερό η δυσλειτουργία του ελέγχου της ισορροπίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αξιολόγηση της ισορροπίας όπως εκτιμάται από το WiiFit

Plus με το Balance Board μπορεί να είναι επωφελές για χρήση σε συνδυασμό με τις τυπικές δοκιμασίες ισορροπίας, κινητικότητας και φυσικής κατάστασης.

### 5.3 Η συμβολή των exergames στην ισορροπία των ηλικιωμένων

Οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν μειωμένο έλεγχο της ισορροπίας ως αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης παθολογίας που επηρεάζει τα αισθητήρια, κινητικά και κεντρικά συστήματα επεξεργασίας ή ως συνέπεια μιας γενικής επιδείνωσης των αισθητικών και νευρομυϊκών μηχανισμών ελέγχου που συμβαίνει λόγω ηλικίας (Van Diest, και συν., 2013). Η προοδευτική απώλεια της μυϊκής δύναμης, της αντοχής, του εύρους κίνησης των αρθρώσεων και του χρόνου αντίδρασης μπορούν να οδηγήσουν σε κινητικά ελλείμματα, αναπηρία και πτώσεις (Park & Yim, 2016). Η μειωμένη ισορροπία, μπορεί να περιορίσει τις δραστηριότητες στην καθημερινή ζωή. Η μυϊκή αδυναμία και ο μειωμένος έλεγχος της ισορροπίας αποτελούν σημαντικό προγνωστικό δείκτη πτώσεων στον ηλικιωμένο πληθυσμό (Van Diest, και συν., 2013). Δεδομένου ότι οι πτώσεις και οι τραυματισμοί από πτώσεις αποτελούν την κύρια αιτία της ιδρυματοποίησης και της έλλειψης ανεξαρτησίας μεταξύ των ηλικιωμένων κατοίκων, τα βασικά συστατικά της άσκησης για τους ηλικιωμένους θα πρέπει να εστιάσουν σε στοιχεία ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος πτώσης (Skjæret, και συν., 2015).

Η εκπαίδευση της ισορροπίας αποτελεί σημαντική παρέμβαση για την μείωση του κίνδυνου πτώσεων. Η άσκηση είναι σημαντική τόσο στην πρόληψη όσο και στην αποκατάσταση. Η εκπαίδευση αυτή θα ήταν πιο αποτελεσματική αν εκτός από τις συμβατικές ασκήσεις ισορροπίας περιέχει και ασκήσεις που παρομοιάζονται με καταστάσεις της καθημερινής ζωής, όπως είναι η αποφυγή εμποδίων κατά τη διάρκεια της βάδισης, η οποία απαιτεί γρήγορες και διορθωτικές κινήσεις που συνεπάγονται αλλαγή της βάσης στήριξης σε σχέση με το κέντρο της μάζας προκειμένου να διορθωθεί ή να προληφθεί η απώλεια της ισορροπίας. Οι ασκήσεις λοιπόν δεν θα πρέπει να επικεντρωθούν μόνο σε δραστηριότητες σταθερής ισορροπίας, αλλά πρέπει επίσης να συμπεριλάβουν δραστηριότητες που επικεντρώνονται στη βελτίωση του βήματος, με ποικίλες ταχύτητες, πολλές κατευθύνσεις και μετατόπιση του βλέμματος (Skjæret-Maroni, και συν., 2016). Οι ασκήσεις με τα exergames μπορούν να προσφέρουν αυτού του είδους τις δραστηριότητες μέσα σε ένα εικονικό και ασφαλές περιβάλλον. Τα exergames έχουν πλέον τη δυνατότητα να αναπαραστήσουν πιο περίπλοκες και δυναμικές κινήσεις που περιέχουν παραλλαγές στο μήκος βήματος, στην κατεύθυνση και στη ταχύτητα, καθώς και την αναστολή του εθελοντικού βήματος και την αποφυγή εικονικών εμποδίων. Έχει παρατηρηθεί σε μελέτες ότι η σωματική άσκηση με τη χρήση των

exergames μπορεί να βελτιώσει αισθητά την ισορροπία των ηλικιωμένων (Van Diest, και συν., 2013).

Τα exergames αποτελούν χρήσιμα εργαλεία αποκατάστασης που οι επαγγελματίες υγείας θα μπορούσαν να υιοθετήσουν για να ενδυναμώσουν τους ενήλικες και να ασκούνται ανεξάρτητα και τακτικά. Κάποια από τα πλεονεκτήματα των παιχνιδιών άσκησης εικονικής πραγματικότητας είναι ότι παρέχουν οπτική ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια της άσκησης, προωθούν τη σωματική δραστηριότητα και αυξάνουν το κίνητρο και την προσκόλληση για την ενασχόληση με την τακτική σωματική άσκηση (Singh, και συν., 2012).

Σύμφωνα με την ανασκόπηση των Molina και συν. (2014) η άσκηση με τη χρήση VR σε ηλικιωμένους βελτιώνει την κινητικότητα, τις γνωστικές δεξιότητες, τη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, τον έλεγχο της ισορροπίας, το χρόνο αντίδρασης και βοηθάει στην πρόληψη πτώσεων. Επιπλέον, μπορεί να βελτιστοποιήσει την κινητική μάθηση συνδυάζοντας τις φυσικές και γνωστικές απαιτήσεις με ελκυστικό και διαδραστικό τρόπο, παρακινώντας τους παίκτες να εστιάσουν την προσοχή στο αποτέλεσμα των κινήσεων στο παιχνίδι και όχι στις ίδιες τις κινήσεις (Van Diest, και συν., 2013). Σημαντικές βελτιώσεις στην ισορροπία παρατηρήθηκαν σε μελέτες αξιολόγησης της ισορροπίας κατά τη διάρκεια της βάρδισης ή στην εκτέλεση δραστηριοτήτων που χρησιμοποιούν κλινικές δοκιμασίες.

Μια δοκιμασία ισορροπίας μπορεί να παρέχει πληροφορίες που είναι σημαντικές για την πρόβλεψη των πτώσεων. Τα συστήματα όπως το Microsoft Kinect και το Nintendo Wii Balance Board μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως εργαλεία για την αξιολόγηση της ισορροπίας. Για παράδειγμα, ο Ejuri και συν. (2015) χρησιμοποίησε το Kinect για να αξιολογήσει τους ασθενείς που κατέβαιναν και ανέβαιναν επανειλημμένα από το κάθισμα και διαπίστωσαν ότι οι ασθενείς που ήταν επιρρεπείς σε πτώση ήταν σημαντικά πιο αργοί στην εκτέλεση αυτού του έργου. Στη μελέτη των Park & Lee (2014) χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό αξιολόγησης της ισορροπίας που ενσωματώνει το Nintendo Wii Balance Board και βρέθηκε ότι είναι μια αξιόπιστη συσκευή αξιολόγησης του κέντρου πίεσης (COP). Λαμβάνοντας υπόψη τα πιθανά οφέλη, θα μπορούσαν επομένως να αποτελέσουν χρήσιμα εργαλεία για την αξιολόγηση του έλεγχου της στάσης και της ισορροπίας στο κλινικό περιβάλλον.

Τα διαδραστικά εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να επηρεάσουν τον έλεγχο της ισορροπίας και της στάσης στους ηλικιωμένους και ως εκ τούτου μειώνονται τα συμβάντα πτώσεων, διεγείροντας τα αισθητηριακά σήματα που είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση της ισορροπίας και του προσανατολισμού (Virik, et al., 2006). Με βάση την συστηματική ανασκόπηση των Neri και συν. (2017) ένα πρόγραμμα θεραπείας με παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας βελτιώνει την ισορροπία και την κινητικότητα των ηλικιωμένων, το οποίο θα μπορούσε να

συμβάλλει θετικά στην πρόληψη πτώσεων. Οι Laufer και συν. (2014) στην ανασκόπηση τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα προγράμματα μπορεί να είναι μια εναλλακτική λύση σε πιο συμβατικές μορφές ασκήσεων με στόχο τη βελτίωση του ελέγχου ισορροπίας. Αρκετές ανασκοπήσεις δείχνουν λοιπόν ότι η συμμετοχή σε ένα πρόγραμμα exergaming είναι ασφαλές και είναι εφικτό για τους ηλικιωμένους που ζουν στην κοινότητα και μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες ισορροπίας των χρηστών (Skjæret, και συν., 2015).

#### **5.4 Μελέτες που επιβεβαιώνουν τη συμβολή των exergames στην ισορροπία των ηλικιωμένων**

Πρόσφατα παρατηρείται ένας αυξανόμενος όγκος άρθρων που δημοσιεύονται για τη συμβολή των exergames στην αποκατάσταση. Ένας μεγάλος αριθμός παρεμβάσεων πρόληψης και αποκατάστασης για ηλικιωμένους έχει πάρει τη μορφή του exergaming. Οι Konstantinidis, και συν. (2016), σχεδίασαν το FitForAll μια χαμηλού κόστους πλατφόρμα παιχνιδιών σοβαρού σκοπού για βελτίωση της φυσικής δραστηριότητας και της ποιότητας ζωής των ηλικιωμένων που ζουν στην κοινότητα. Στην έρευνα τους για την αξιολόγηση της πλατφόρμας FitForAll συμμετείχαν 116 ηλικιωμένοι που ζουν στην κοινότητα, σε ένα πρόγραμμα παρέμβασης που διενεργούταν 5 φορές την εβδομάδα, κατά την διάρκεια 8 εβδομάδων. Το FitForAll ενσωματώνει αρκετά παιχνίδια που απαιτούν συνδυασμό κίνησης αλλά και ελαφριάς νοητικής προσπάθειας, όπως συντονισμό, συγκέντρωση, αντίληψη, μνήμη και χρόνο αντίδρασης. Η πλατφόρμα αποτελείται από ασκήσεις ενδυνάμωσης με την εφαρμογή αντιστάσεων, από αερόβιες ασκήσεις όπως πεζοπορία και ποδηλασία σε στατικό ποδήλατο μέσα σε ένα εικονικό τοπίο πόλης, από ασκήσεις αντοχής όπως το σκι που οι ηλικιωμένοι στέκονται με λυγισμένα γόνατα και μετατοπίζουν το κέντρο μάζας του σώματός τους σε μια συγκεκριμένη θέση και ελέγχουν το μήκος του εικονικού άλματος, από ασκήσεις δυναμικής ισορροπίας όπως το παιχνίδι με το μάζεμα μήλων που οι ηλικιωμένοι ελέγχουν ένα καλάθι μετακινώντας το κέντρο μάζας του σώματός τους πάνω στο Wii Balance Board, το παιχνίδι με τα τουβλάκια που οι χρήστες προσπαθούν να χτυπήσουν μία κινούμενη μπάλα και το παιχνίδι ψάρεμα που ελέγχουν τη θέση μιας βάρκα με στόχο να μαζέψουν όσο το δυνατόν περισσότερα ψάρια. Οι συμμετέχοντες (εικόνα 26) έπρεπε να εκτελέσουν 20 λεπτά αερόβιες ασκήσεις, 10 λεπτά ασκήσεις διατάσεων και ευλυγισίας, 8-10 ασκήσεις αντίστασης και αρκετές ασκήσεις ισορροπίας. Οι ασκήσεις ξεκινούσαν με χαμηλό επίπεδο έντασης (50-60%

της μέγιστης καρδιακής συχνότητας) και μπορούσαν να φτάσουν σε υψηλό επίπεδο (80-90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ηλικιωμένοι που χρησιμοποίησαν το FitForAll βελτίωσαν σημαντικά την αντοχή, την ευελιξία και την ισορροπία τους, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.



**Εικόνα 25.** Ενδεικτικά εικονικά περιβάλλοντα των παιχνιδιών του FitForAll (τροποποιημένη από Konstantinidis, και συν. 2016).



**Εικόνα 26.** Οι ηλικιωμένοι χρησιμοποιούν βάρη και στατικό ποδήλατο, κάνουν χειρονομίες και μετατοπίζουν το βάρος τους σύμφωνα με τις οδηγίες των παιχνιδιών του FitForAll (τροποποιημένη από Konstantinidis, και συν., 2016).

Οι Lai και συν. (2012) μελέτησαν τα αποτελέσματα της διαδραστικής εξάσκησης με τα βιντεοπαιχνίδια στην ισορροπία των ηλικιωμένων άνω των 65 ετών, κατά τη διάρκεια 6 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση σε μερικές παραμέτρους στις δοκιμασίες αξιολόγησης Berg Balance Scale, Modified Falls Efficacy Scale, Timed Up and Go, και Sway Velocity test μετά από 6 εβδομάδες, καθώς και βελτίωση της ισορροπίας.

Οι Rendon, και συν. (2012), σε μια τυχαίοποιημένη μελέτη, εξέτασαν αν η εικονική πραγματικότητα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας και της εμπιστοσύνης για την ενασχόληση με λειτουργικές δραστηριότητες, σε ηλικιωμένους μεταξύ 60 έως 90 ετών που ζουν στην κοινότητα. Στην ομάδα παρέμβασης ανατέθηκε να δοκιμάσουν τρία παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας, χρησιμοποιώντας το Wii Balance Board με το λογισμικό του Nintendo Wii Fit, υπό την επίβλεψη ενός θεραπευτή. Κάθε συνεδρία διαρκούσε 35-45 λεπτά και γινόταν τρεις φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Πραγματοποιήθηκε υπολογισμός της κλίμακας Activities-specific Balance Confidence (ABC), της κλίμακας γηριατρικής κατάθλιψης (GDS) και της κλίμακας 8-foot Up and Go (8ft UG), πριν από τη δοκιμή και μετά από 6 εβδομάδες εκπαίδευσης της ισορροπίας. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι οι ασκήσεις με το σύστημα εικονικής πραγματικότητας Wii Fit βελτιώνει την ισορροπία, την σταθερότητα της στάσης, τη δυναμική ισορροπία των ηλικιωμένων και συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου πτώσης, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Τέλος, αναφέρθηκε και βελτιωμένη εμπιστοσύνη με λειτουργικές δραστηριότητες, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή στην κλίμακα κατάθλιψης.

Οι Park και συν. (2015) σε μια τυχαίοποιημένη παρέμβαση 8 εβδομάδων εξέτασαν τα αποτελέσματα της φυσικής άσκησης με μπάλα, σε σχέση με την άσκηση μπάλας με την εικονική πραγματικότητα, σε ηλικιωμένα άτομα που ζουν στην κοινότητα. Οι ασκήσεις παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας που επιλέχθηκαν από το πρόγραμμα άσκησης ισορροπίας του Wii Fit ήταν το Soccer Heading, το Snowboard Slalom και το Table Tilt. Τα άτομα πέρασαν 10 λεπτά σε κάθε παιχνίδι για σύνολο 30 λεπτών, 3 ημέρες την εβδομάδα. Στην ομάδα παρέμβασης εικονικής πραγματικότητας το μήκος του βήματος αυξήθηκε σημαντικά, ενώ μειώθηκαν σημαντικά η μέση ταχύτητα ταλάντωσης, το μήκος κύματος και ο χρόνος του Timed Up and Go και στις δύο ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η άσκηση με παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία και το βάδισμα των ηλικιωμένων ατόμων.

Οι Fu και συν. (2015) ερεύνησαν την επίδραση ενός προγράμματος ασκήσεων με το Wii Fit Balance Board, στον έλεγχο της ισορροπίας, στους παράγοντες κινδύνου πτώσης και στη



συχνότητα πτώσεων σε ευάλωτα ηλικιωμένα άτομα. Τα τρία παιχνίδια ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν στην ομάδα παρέμβασης ήταν τα Soccer Heading, Table Tilt και Balance Bubble. Το πρόγραμμα ασκήσεων εκτελούνταν μια ώρα την συνέδρια για 3 μέρες την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Οι ασκήσεις με το Wii Fit έδειξαν ότι μειώνουν τις πτώσεις κατά 69% σε σύγκριση με τις συμβατικές ασκήσεις. Όσον αφορά τον κίνδυνο πτώσης, η εκπαίδευση της ισορροπίας με το Wii Fit έχει βελτιώσει κατά 35% τον κίνδυνο πτώσης, σημαντικά υψηλότερο από το 11% της ομάδας ελέγχου που εκτέλεσαν συμβατικό πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας. Η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη, γρηγορότερο χρόνο αντίδρασης, βελτίωση της ισορροπίας και μείωση του κινδύνου πτώσης, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

Στην έρευνα των Cho και συν. (2014) μελετήθηκε η επίδραση των ασκήσεων ισορροπίας με βάση τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας στην ισορροπία των ηλικιωμένων. Η ομάδα παρέμβασης VR συμμετείχε σε μια συνέδρια άσκησης 30 λεπτών, χρησιμοποιώντας το Wii Fit τρεις φορές την εβδομάδα για οκτώ εβδομάδες, ενώ η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε καμία παρέμβαση. Η ισορροπία των δύο ομάδων μετρήθηκε πριν και μετά την παρέμβαση με το Romberg test. Τα παιχνίδια ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη για την ομάδα εικονικής πραγματικότητας ήταν τα: ski slalom, table tile και balance bubble. Οι ηλικιωμένοι συμμετείχαν σε κάθε πρόγραμμα για 10 λεπτά. Όταν τα άτομα εκτελούσαν κάθε πρόγραμμα, έπρεπε να μετακινήσουν το κέντρο βάρους τους χωρίς να αλλάξουν τη θέση των ποδιών τους στην πλατφόρμα ισορροπίας Balance Board. Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας Romberg με τα μάτια των ατόμων ανοιχτά αλλά και με τα μάτια κλειστά, έδειξαν ότι το κέντρο πίεσης της ομάδας εκπαίδευσης εικονικής πραγματικότητας βελτιώθηκε σημαντικά μετά την παρέμβαση ( $p < 0,05$ ), ενώ της ομάδας ελέγχου όχι. Από την έρευνα προκύπτει ότι η εκτέλεση ασκήσεων με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας θα ήταν αποτελεσματική στη βελτίωση του ελέγχου της ισορροπίας των ηλικιωμένων που ζουν στην κοινότητα και στη πρόληψη των πτώσεων.

Η Bieryla & Dold (2013 ; 2016) πραγματοποίησε δυο έρευνες με στόχο να διερευνηθεί η σκοπιμότητα της χρήσης του Xbox Kinect και του Nintendo Wii Fit για την εκπαίδευση και τη βελτίωση των κλινικών μέτρων ισορροπίας σε ηλικιωμένους. Οι ομάδες παρέμβασης ολοκλήρωσαν την εκπαίδευση χρησιμοποιώντας παιχνίδια του Nintendo Wii Fit με το Balance Board και του Xbox Kinect αντίστοιχα, τρεις φορές την εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Η παρέμβαση με το Wii Fit περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες από ασκήσεις και δραστηριότητες, όπως η γιόγκα (εικόνα 27) (half moon, chair, warrjo), η αερόβια γυμναστική και τα παιχνίδια ισορροπίας (soccer heading, ski jump). Τα κλινικά μέτρα ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση και για τις δύο μελέτες ήταν τα Berg

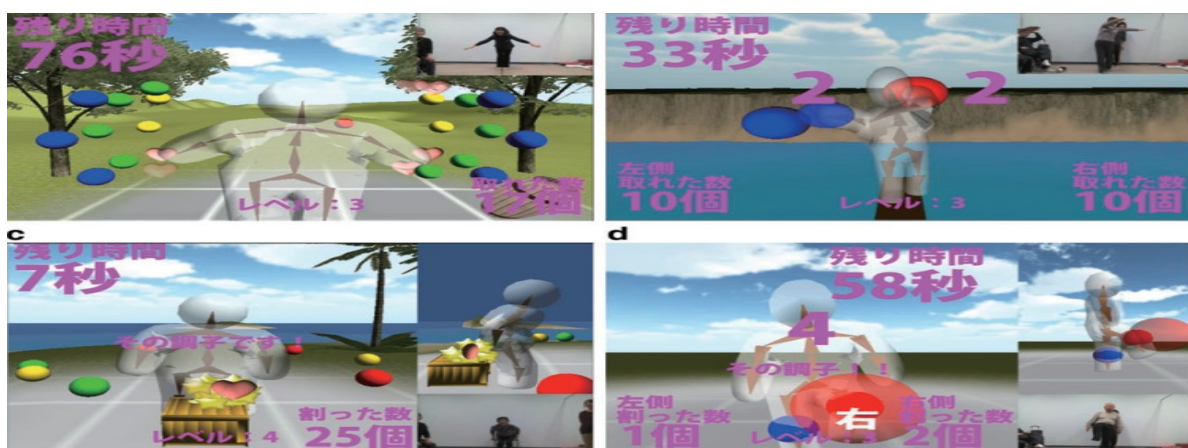
Balance Scale, Fullerton Advanced Balance scale, Functional Reach και Timed Up and Go. Η ομάδα παρέμβασης για το Kinect αύξησε σημαντικά τους δείκτες ισορροπίας Berg Balance Scale και Fullerton Advanced Balance scale μετά την προπόνηση, ενώ η ομάδα ελέγχου δεν το έκανε. Επίσης, η μελέτη με την πειραματική ομάδα με το Wii Fit αύξησε σημαντικά το δείκτη ισορροπίας Berg Balance Scale μετά την προπόνηση, ενώ η ομάδα ελέγχου όχι. Δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στις άλλες δοκιμασίες για καμία ομάδα. Συμπερασματικά, η εκπαίδευση των ηλικιωμένων με τα παιχνίδια του Wii Fit και με του Kinect, αποδείχθηκε ότι βελτίωσε τα αποτελέσματα της Berg Balance Scale ένα μήνα μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης και επομένως συμβάλλει στη βελτίωση της ισορροπίας τους.



**Εικόνα 27.** Ένας ηλικιωμένος εκτελεί με το Balance Board το παιχνίδι half moon του Wii Fit κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας εξάσκησης (από Bieryla & Dold, 2013).

Οι Sato και συν. (2015) ανέπτυξαν ένα βιντεοπαιχνίδι που χρησιμοποιείται με το Kinect και σε μια τυχαιοποιημένη έρευνα (n=57) μελέτησαν τα αποτελέσματα της χρήσης αυτού του παιχνιδιού στη μυϊκή δύναμη και στην ισορροπία σε υγιή ηλικιωμένα άτομα. Όλοι οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων, πριν την παρέμβαση αλλά και μετά την παρέμβαση υποβλήθηκαν σε αναλύσεις βάρδισης με το 3D σύστημα ανάλυσης κίνησης Cortex 2 και επιπλέον εξετάστηκαν με τις δοκιμασίες Berg Balance Scale, Functional Reach Test και 30-second chair stand. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης ασκούσαν με το exergame για 40 λεπτά έως 1 ώρα, δύο ή τρεις φορές την εβδομάδα, μέχρι συνολικά 24 φορές. Το πρόγραμμα ασκήσεων περιελάμβανε τα εξής βιντεοπαιχνίδια (εικόνα 28): Το παιχνίδι μήλων, στόχοι που μοιάζουν με μήλα διανεμήθηκαν σε ένα εικονικό περιβάλλον και οι παίκτες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν και τα χέρια τους για να πιάσουν τα μήλα, περιλάμβανε τρία επίπεδα δυσκολίας. Το παιχνίδι tightrope standing, στο οποίο οι παίκτες έπρεπε να βάλουν τα

πόδια τους κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής και να σταθούν εκεί και ταυτόχρονα να πιάσουν τους στόχους μετά από εντολή, περιλάμβανε τρία επίπεδα δυσκολίας. Στο παιχνίδι σκάσιμο μπαλονιών με τέσσερα επίπεδα δυσκολίας, στόχοι που μοιάζουν με μπαλόνια κινούνται γύρω από τους παίκτες και όταν περάσουν από την περιοχή των γλουτών οι παίκτες πρέπει να κάνουν κάθισμα, κάμπτοντας γόνατα και ισχία για να τα σκάσουν. Στο παιχνίδι one-leg standing, οι συμμετέχοντες έπρεπε να παραμείνουν στο ένα πόδι και να χρησιμοποιήσουν το γόνατο τους για να αγγίξει μια μπάλα που εμφανίστηκε μπροστά τους σε καθορισμένο χρόνο. Η ανάλυση βάρδισης μετά την παρέμβαση έδειξε ότι ο χρόνος της διπλής στήριξης μειώθηκε στην ομάδα που ασκήθηκε με τα παιχνίδια του Kinect. Οι βαθμολογίες του Berg Balance Scale, του Functional Reach Test και του 30-second chair stand βελτιώθηκαν σημαντικά στην ομάδα παρέμβασης, ενώ στην ομάδα ελέγχου παρέμειναν σταθερά. Οι ερευνητές συμπεράναν ότι το συγκεκριμένο βιντεοπαιχνίδι του Kinect βελτιώνει την ισορροπία, την κινητική λειτουργία, τη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων και τη βάρδιση.



**Εικόνα 28.** Τα βιντεοπαιχνίδια apple game, tightrope standing game, balloon popping game, και one leg standing game (από Sato και συν., 2015).

Οι Lamoth και συν. (2011) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος ασκήσεων ισορροπίας με exergame που στοχεύει στη βελτίωση της ισορροπίας σε ηλικιωμένους άνω των 65 ετών, κατά τη διάρκεια 6 εβδομάδων. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ισορροπίας πριν και μετά την παρέμβαση. Η ομάδα παρέμβασης εκτέλεσε 3 φορές την εβδομάδα δραστηριότητες ισορροπίας με ένα βιντεοπαιχνίδι dot-circle. Μετά την περίοδο παρέμβασης οι επιδόσεις και η ισορροπία των παικτών βελτιώθηκαν. Η μελέτη δείχνει ότι οι υγιείς ηλικιωμένοι μπορούν να επωφεληθούν από μια άσκηση που βασίζεται σε exergame, καθώς εμφανίζεται βελτίωση της ισορροπίας.

Οι Batista και συν. (2014) παρατήρησαν την ισορροπία 38 ηλικιωμένων (άνω των 60 ετών) γυναικών πριν και μετά την παρέμβαση. Η ισορροπία τους αξιολογήθηκε με την κλίμακα Berg Balance Scale και εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα παρέμβασης με 6 παιχνίδια μέσω του Wii Balance Board. Τα παιχνίδια που εφαρμόστηκαν σε συνεδρίες διάρκειας 30 λεπτών: Tightrope Walk, Table Tilt, Deep Breathing, Soccer Heading, Penguin Slide και Ski Slalom. Κάθε άσκηση έγινε τρεις φορές από κάθε ασθενή, σε κάθε μία από τις 20 συνεδρίες. Όλες οι ασκήσεις ξεκινούσαν με χαμηλή ένταση και στη συνέχεια αυξάνονταν ανάλογα με την εξέλιξη κάθε ασθενούς. Μετά το πέρας του προγράμματος τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της ισορροπίας, σε σύγκριση πριν και μετά την παρέμβαση.

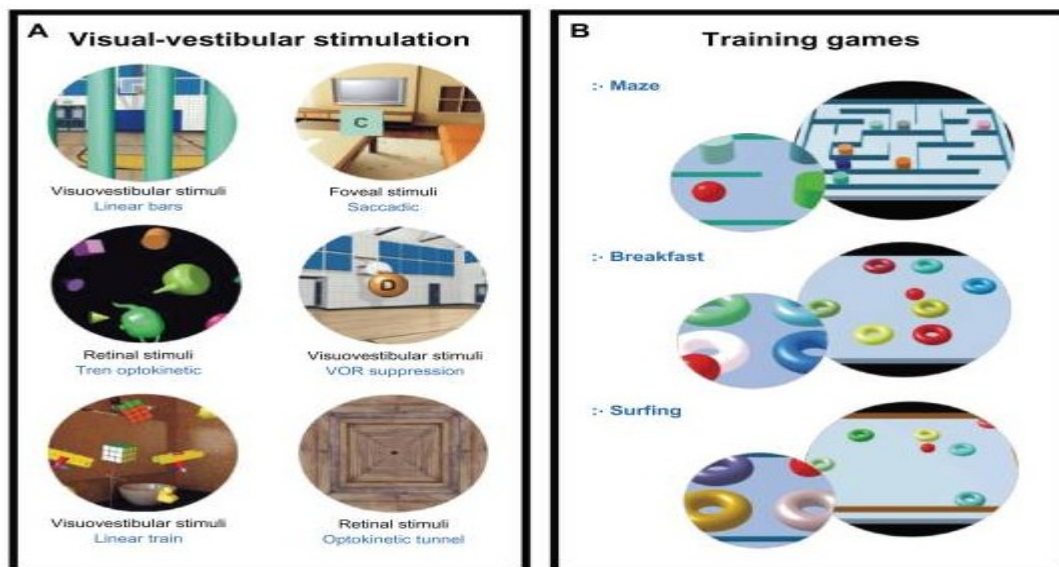
Στην πιλοτική μελέτη των Williams και συν. (2010) εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα παρέμβασης για 12 εβδομάδες με τη χρήση του Nintendo Wii σε ηλικιωμένους άνω των 70 ετών που ζουν στην κοινότητα και είχαν υποστεί πτώση ένα χρόνο πριν. Η ισορροπία αξιολογήθηκε με τις κλίμακες Berg Balance Scale και Tinetti Balance Assessment Tool και ο φόβος για πτώση με την κλίμακα The Falls Efficacy Scale – International. Η ομάδα παρέμβασης εκτέλεσε ένα πρόγραμμα άσκησης που περιελάμβανε ασκήσεις ισορροπίας και αερόβιες στο WiiFit δύο φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες, ενώ η ομάδα ελέγχου ακολούθησε ένα συμβατικό πρόγραμμα ασκήσεων. Τα ακολουθία παιχνίδια του WiiFit παίζονται ξεχωριστά από τους ασθενείς: Table Tilt, Soccer Heading, Ski Slalom, Jogging, Hula Hoop και Ski Jump. Στα αποτελέσματα παρατηρήθηκε βελτίωση της ισορροπίας στην ομάδα που εκτέλεσε ασκήσεις με το WiiFit, καθώς υπήρξε σημαντική βελτίωση στο Berg Balance Scale σε 4 εβδομάδες σε αυτήν την ομάδα.

Οι Kosse και συν. (2011) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα ενός exergame που απαιτεί έλεγχο της ισορροπίας σε μια κινητή πλατφόρμα για τη βελτίωση της ισορροπίας σε υγιείς ηλικιωμένους άνω των 65 ετών. Τα άτομα που συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης έπαιζαν παιχνίδια ισορροπίας στο SensBalance Fitness Board για 20 λεπτά τρεις φορές την εβδομάδα, για έξι εβδομάδες. Πριν, μετά και κατά τη διάρκεια της παρέμβασης αξιολογήθηκε η ισορροπία με τις δοκιμασίες, Berg Balance Scale, Figure of 8 Walk Test και one-leg stance που εκτελείται με τα μάτια ανοιχτά και κλειστά. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης οι ηλικιωμένοι παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στις δοκιμασίες ισορροπίας, όπως το Figure of 8 Walk Test και η Berg Balance Scale ( $p < 0,05$ ), ενώ το one-leg stance δεν βελτιώθηκε αρκετά. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι οι ηλικιωμένοι μπορούν να βελτιώσουν τη λειτουργική τους ισορροπία με τα exergames, διότι χρησιμοποιούν οπτική ανατροφοδότηση στον έλεγχο της ισορροπίας.

Οι Szturm και συν. (2011) σε μια τυχαίοποιημένη μελέτη εξέτασαν τα οφέλη ενός προγράμματος ασκήσεων μέσω ενός διαδραστικού βιντεοπαιχνιδιού. Η παρέμβαση

επικεντρώθηκε στην εκτέλεση στοχοθετημένων δραστηριοτήτων, οι οποίες περιελάμβαναν ασκήσεις ελέγχου ισορροπίας και αλληλεπίδραση περιβάλλοντος. Η ομάδα ελέγχου έλαβε ένα τυπικό πρόγραμμα αποκατάστασης που αποτελείται από ασκήσεις ενδυνάμωσης και ισορροπίας. Η πειραματική ομάδα ακολούθησε ένα πρόγραμμα τριών δυναμικών ασκήσεων ισορροπίας με τη χρήση των βιντεοπαιχνιδιών. Οι δραστηριότητες αυτές εκτελούνται ενώ ο συμμετέχων στέκεται σε μια σταθερή επιφάνεια δαπέδου ή σε συμπαγή σφουγγαράκια διαφορετικού πάχους. Κάθε ομάδα έλαβε 2 συνεδρίες την εβδομάδα, με κάθε συνεδρία να διαρκεί 45 λεπτά, για συνολικά 8 εβδομάδες. Πριν και μετά τη θεραπεία αξιολογήθηκαν οι δυο ομάδες με τις δοκιμασίες Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, Activities-specific Balance Confidence Scale και modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance. Οι μετρήσεις αποκάλυψαν ότι οι βελτιώσεις στην Berg Balance Scale και στις βαθμολογίες Activities-specific Balance Confidence Scale ήταν σημαντικά μεγαλύτερες για την πειραματική ομάδα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ο συνδυασμός ενός προγράμματος ασκήσεων με βιντεοπαιχνίδια και με ασκήσεις δυναμικής ισορροπίας σε σταθερές και ασταθείς επιφάνειες, οδήγησε σε μεγαλύτερη βελτίωση του ελέγχου της ισορροπίας σε σχέση με ένα συμβατικό πρόγραμμα άσκησης.

Οι Duque και συν. (2013) μελέτησαν την επίδραση ενός νέου συστήματος εικονικής πραγματικότητας (the Balance Rehabilitation Unit) στην ισορροπία, τις πτώσεις και τον φόβο της πτώσης σε έναν πληθυσμό ηλικιωμένων που ζουν στην κοινότητα (n=60) με ιστορικό πτώσεων. Η ομάδα ελέγχου συμμετείχε σε ένα πρόγραμμα ασκήσεων με βάση το πρωτόκολλο Otago. Η ομάδα εκπαίδευσης με το νέο σύστημα εικονικής πραγματικότητας ακολούθησε ένα πρόγραμμα ασκήσεων, για 30 λεπτά δύο ημέρες την εβδομάδα, για 6 εβδομάδες. Η συνεδρία περιελάμβανε ασκήσεις εικονικής πραγματικότητας για την βελτίωση της ισορροπίας και ασκήσεις αποκατάστασης που εκτελούνταν ενώ το άτομο στέκεται, χρησιμοποιώντας σακκαδική, οπτοκινητική διέγερση, ασκήσεις οπτικού και αιθουσαίου συστήματος, οι οποίες αύξαναν τα επίπεδα πολυπλοκότητας. Μετά την ολοκλήρωση το κέντρο πίεσης και η σταθερότητα βελτιώθηκαν σημαντικά στην ομάδα παρέμβασης. Έγινε αξιολόγηση και των δύο ομάδων 9 μήνες μετά την αρχική τους αξιολόγηση και παρουσιάστηκε σημαντική μείωση πτώσεων και χαμηλότερα επίπεδα φόβου πτώσης στην ομάδα εικονικής πραγματικότητας. Συμπερασματικά, η εκπαίδευση με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας είναι μια αποτελεσματική παρέμβαση για τη βελτίωση της ισορροπίας, τη μείωση του φόβου πτώσης και την πρόληψη της πτώσης στους ηλικιωμένους.



**Εικόνα 29.** Στοιχεία του Balance Rehabilitation Unit. (Α) Οι ασκήσεις αποκατάστασης και (Β) Οι ασκήσεις προπόνησης που αποτελούνται από τρία διαφορετικά παιχνίδια (λαβύρινθο, πρωινό και surfing) (από Duque και συν., 2013).

Στην μελέτη των Pluchino και συν. (2012) έγινε σύγκριση μεταξύ ενός προγράμματος Tai Chi, ενός τυποποιημένου προγράμματος ασκήσεων ισορροπίας και ενός προγράμματος ασκήσεων με το Wii Fit Balance, για τον έλεγχο της ισορροπίας και τον κίνδυνο πτώσης σε άτομα τρίτης ηλικίας (n=40). Το πρόγραμμα Tai Chi αποτελούνταν από 12 κινήσεις που χρησιμοποιούν μικρά βήματα προς τα εμπρός και πίσω, καθώς και μεταφορά βάρους από το ένα πόδι στο άλλο. Το συμβατικό πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας περιλάμβανε 14 λειτουργικές δραστηριότητες. Τα παιχνίδια του Wii Fit Balance που χρησιμοποιήθηκαν για το πρόγραμμα ήταν τα: soccer heading, ski slalom, ski jump, table tilt, tightrope walk, river bubble, penguin slide, snowboard slalom και lotus focus. Τα παιχνίδια αυτά βασίστηκαν στον έλεγχο ενός avatar στην οθόνη που χρησιμοποιεί τις κινήσεις του σώματος και ανιχνεύονται από το Balance Board (πλατφόρμα ισορροπίας). Οι συμμετέχοντες έπαιξαν 5 από τα 8 παιχνίδια ανά συνεδρία για 10 λεπτά το καθένα. Η κάθε συνεδρία διαρκούσε 60 λεπτά και γινόταν 2 ημέρες την εβδομάδα, για 8 εβδομάδες. Οι συμμετέχοντες όλων των ομάδων αξιολογήθηκαν με τις κλινικές δοκιμασίες Timed Up & Go, One-Leg Stance, Functional reach test, Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment, Postural Sway Test, Dynamic posturography, Falls Risk for Older People-Community Setting, και Falls Efficacy Scale. Σε όλες τις ομάδες παρατηρήθηκαν βελτιώσεις στις μετρήσεις των Postural Sway Test και Dynamic posturography και συνεπώς βελτίωσαν τον έλεγχο της ισορροπίας και της στάσης.

Οι Laver και συν. (2012) μελέτησαν τη σκοπιμότητα της φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα με διαδραστικά βιντεοπαιχνίδια, σε σύγκριση με τη συμβατική φυσιοθεραπεία σε ηλικιωμένους (n=44). Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε συμβατική φυσιοθεραπεία για μεγιστοποίηση της λειτουργικής κινητικότητας (περπάτημα, μεταφορές, ανέβασμα και κατέβασμα σκαλιών, δραστηριότητες ισορροπίας). Η ομάδα Wii Fit εκτέλεσε παιχνίδια ισορροπίας, δύναμης και δραστηριότητες ελαφριάς αερόβιας. Οι δραστηριότητες ισορροπίας αφορούσαν τις μεταφορές του βάρους του σώματος στην πλατφόρμα ισορροπίας (Balance Board) για να ισορροπήσει. Οι ασκήσεις αντοχής αφορούσαν ασκήσεις για το κάτω άκρο, όπως καθίσματα ή έκταση του ενός ποδιού και οι αερόβιες δραστηριότητες συμπεριλάμβαναν βήματα πάνω και κάτω στην πλατφόρμα ισορροπίας (Balance Board) ή περπάτημα επί τόπου. Η παρέμβαση και για τις δύο ομάδες παρεχόταν για 25 λεπτά για 5 μέρες την εβδομάδα. Οι αξιολογήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση με τα αποτελέσματα των μετρήσεων των Timed Up and Go και των αποτελεσμάτων της ισορροπίας, της φυσικής λειτουργίας, των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής, τη λειτουργική ανεξαρτησία και ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία, την ασφάλεια και τα επίπεδα τήρησης (Modified Berg Balance Scale, Activities-specific Balance Confidence Scale, Short Physical Performance Battery, Timed Instrumental Activities of Daily Living και Functional Independence Measure). Το Wii Fit φαίνεται να βελτιώνει την ισορροπία και τους παραμέτρους της λειτουργικής κινητικότητας όπως και οι παραδοσιακές ασκήσεις ισορροπίας. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Wii Fit βελτίωσαν σημαντικά περισσότερο τη λειτουργική κινητικότητα και την ισορροπία σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων Timed Up and Go και Modified Berg Balance Scale, σε σχέση με τη συμβατική ομάδα φυσικοθεραπείας. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής υποδηλώνουν ότι η χρήση της συσκευής NintendoWii Fit μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία και την κινητικότητα.

Οι Tsang & Fu (2016) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των ασκήσεων ισορροπίας με το Wii Fit σε σύγκριση με τις συμβατικές ασκήσεις, στον έλεγχο της ισορροπίας σε ηλικιωμένους (n=79). Κάθε ομάδα ακολούθησε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης τριών συνεδρίων μίας ώρας, ανά εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Η ομάδα παρέμβασης με το Wii Fit συμπεριλάμβανε τα παιχνίδια ισορροπίας Soccer Heading, Table Tilt, και Balance Bubble. Ενώ, το συμβατικό πρόγραμμα εκπαίδευσης ισορροπίας περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης των κάτω άκρων, διαδοχική βάδιση και στάση (με το ένα πόδι όπισθεν του άλλου) σε παράλληλες ράβδους, πλάγια βήματα και στροφές, ασκήσεις βημάτων και μίνι καθίσματα. Οι ομάδες αξιολογήθηκαν με τις μετρήσεις των δοκιμασιών Berg Balance Scale, Timed up and Go test, και Limits of Stability test. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε σημαντική βελτίωση στη βαθμολογία του Berg Balance Scale, του Timed up and

Go test και των παραμέτρων του Limits of Stability test (π.χ., γρηγορότερο χρόνο αντίδρασης) σε σχέση με την ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα συμβατικών ασκήσεων. Συμπερασματικά, η εκπαίδευση με το Wii Fit βελτιώνει την ισορροπία των ηλικιωμένων και μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο για την πρόληψη των πτώσεων.

Οι Singh και συν. (2012) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των παιχνιδιών ισορροπίας εικονικής πραγματικότητας για την μείωση του κίνδυνου και του φόβου πτώσης σε ηλικιωμένες γυναίκες (n=36) που ζουν στην κοινότητα. Και οι δυο ομάδες παρακολούθησαν το πρόγραμμα ασκήσεων δυο φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες, με διάρκεια 40 λεπτά η συνεδρία. Η ομάδα παρέμβασης Nintendo Wii Fit με το Balance Board εκτέλεσε ασκήσεις με τα παιχνίδια Balance Bubble, Ski Slalom, Table Tilt, Soccer Heading και Tight Rope Walk, με έμφαση στη βελτίωση της ισορροπίας. Όταν πραγματοποιούσαν επιτυχώς ένα παιχνίδι, μετά ανέβαιναν επίπεδο δυσκολίας και προχωρούσαν σε ένα πιο απαιτητικό παιχνίδι. Η ομάδα έλεγχου πραγματοποίησε συμβατικές ασκήσεις ισορροπίας, όπως η στάση στο ένα πόδι, η μετακίνηση αντικείμενων, το βάδισμα προς τα εμπρός, προς τα πίσω και προς τα πλάγια. Οι ομάδες αξιολογήθηκαν με τις δοκιμασίες Physiological Profile Approach και Activities Specific Balance Confidence scale. Και οι δύο ομάδες μετά τις παρεμβάσεις είχαν σημαντική μείωση στο Physiological Profile Approach ( $p < 0,001$ ) και Activities Specific Balance Confidence scale ( $p < 0,01$ ). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι η άσκηση με τα παιχνίδια ισορροπίας εικονικής πραγματικότητας μπορεί να αυξήσει την εμπιστοσύνη ισορροπίας και να μειώσει τον κίνδυνο πτώσεων μεταξύ των ηλικιωμένων γυναικών.



## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση διερεύνησε τις δυνατότητες των τεχνολογιών exergame στη βελτίωση της ισορροπίας των ηλικιωμένων και στην πρόληψη των πτώσεων.

Με την αύξηση του πληθυσμού των ηλικιωμένων στις ανεπτυγμένες χώρες δημιουργείται όλο και μεγαλύτερη ανάγκη για σωστή υγειονομική περίθαλψη (Konstantinidis, και συν., 2016). Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας όπως είναι η εικονική πραγματικότητα θα μπορούσε να αποτελέσει ένα εφικτό εργαλείο για την πρόληψη των πτώσεων στον ηλικιωμένο πληθυσμό. Υπάρχει μια τάση να χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογίες exergame για τη δημιουργία διαδραστικών περιβαλλόντων με σκοπό την εκπαίδευση των γνωστικών και κινητικών δεξιοτήτων των ηλικιωμένων, ώστε να βελτιωθεί η ισορροπία τους και να προληφθούν οι πτώσεις (Molina και συν., 2014 ; Van diest και συν., 2013). Οι κάμερες και το λογισμικό αναγνώρισης χειρονομιών αναμένεται στο μέλλον να χρησιμοποιούνται περισσότερο στον τομέα της αποκατάστασης, καθώς γίνονται όλο και φθηνότερα, η ακρίβεια στις μετρήσεις αυξάνεται και η αναγνώριση χειρονομιών και κινήσεων του σώματος βελτιώνεται (Van diest και συν., 2013). Αρκετές μελέτες που ερευνούν τη χρήση των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας σε υγιείς ηλικιωμένους απέδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στην ισορροπία και στην κινητικότητα, συγκριτικά με παρεμβάσεις συμβατικών ασκήσεων (Neri, και συν., 2017).

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα exergames είναι πιο ευχάριστα, συναρπαστικά, ελκυστικά και προσιτά στους ηλικιωμένους και παρέχουν υψηλή προσκόλληση στο πρωτόκολλο άσκησης, σε αντίθεση με τα συμβατικά προγράμματα άσκησης και αποκατάστασης (Van diest και συν., 2013). Τα αποτελέσματα της έρευνας των Rendon και συν. (2012) έδειξαν ότι το σύστημα παιχνιδιών Wii Fit virtual reality βελτιώνει την στατική και δυναμική ισορροπία. Επιπλέον, κάποιες μελέτες παρουσίασαν θετικές επιδράσεις των βιντεοπαιχνιδιών σοβαρού σκοπού στο φόβο πτώσης, στο χρόνο αντίδρασης και στη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, σε σύγκριση με ένα συμβατικό πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας και αντίστασης (Neri, και συν., 2017).

Όσον αφορά τα αποτελέσματα αξιολόγησης των παρεμβάσεων, οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποίησαν μετρήσεις από τις κλινικές δοκιμασίες Berg Balance Scale για την απόδοση της ισορροπίας, Timed Up and Go Test για την αξιολόγηση της βάδισης και της κινητικότητας, Falls Efficacy Scale για την αναγνώριση του κινδύνου πτώσης, Functional Reach test και Sit-to-Stand test (Skjæret, και συν., 2015). Λίγες μελέτες χρησιμοποίησαν και αντικειμενικά μέτρα όπως συσκευές μέτρησης τάσης, επιταχυνσιόμετρο και computerized dynamic posturography για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τις αλλαγές στον έλεγχο της

στάσης, που σχετίζονται με το κέντρο πίεσης του σώματος (COP) (Cho και συν., 2014; Lai και συν., 2013; Lamoth και συν., 2011; Park και συν., 2015). Οι Konstantinidis και συν. (2014) χρησιμοποίησαν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης το Senior Fitness test (Fullerton) και το ερωτηματολόγιο WHO Quality of Life- BREF, τα οποία παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις σε όλους τους τομείς της φυσικής κατάστασης και μακροπρόθεσμη τήρηση στο πρόγραμμα exergaming με την πλατφόρμα FitForAll, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Τα πρωτόκολλα παρέμβασης και η δοσολογία των συνεδρίων ποικίλλουν από μελέτη σε μελέτη. Το συνηθέστερο ήταν 3 συνεδρίες την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Οι μελέτες κυρίως χρησιμοποίησαν για το πρόγραμμα παρέμβασης την κονσόλα Nintendo Wii, πιθανότατα επειδή αυτή η κονσόλα είχε εμφανίσει νωρίτερα εμπορική επιτυχία από το Microsoft Kinect.

Παρόλο που τα exergames δείχνουν θετικά αποτελέσματα και καλές δυνατότητες ως εργαλείο άσκησης ή αποκατάστασης για τους ηλικιωμένους, ωστόσο οι περισσότερες από τις μελέτες που περιλαμβάνονται στην ανασκόπηση παρουσιάζουν αβέβαιο και υψηλό κίνδυνο μεροληψίας, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση του πραγματικού αποτελέσματος της παρέμβασης.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση υποδηλώνει ότι οι παρεμβάσεις με τη χρήση των exergames στον ηλικιωμένο πληθυσμό αποφέρει θετικές επιδράσεις για βελτιώσεις στην ισορροπία και στην πρόληψη των πτώσεων σε σύγκριση με συμβατικές παρεμβάσεις ασκήσεων. Ωστόσο, λόγω του αβέβαιου κινδύνου μεροληψίας τα αποδεικτικά στοιχεία παραμένουν «ασαφή» και απαιτείται περαιτέρω έρευνα. Οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να είναι τυχαιοποιημένες μελέτες με μεγάλα μεγέθη δείγματος και με μία ή περισσότερες ομάδες ελέγχου. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να θεσπιστούν και μελέτες με μετρήσεις ελέγχου (follow-up) για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων μιας παρέμβασης με exergame. Το exergaming φαίνεται να έχει μεγάλες δυνατότητες να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο πρόληψης και αποκατάστασης για τους επαγγελματίες υγείας, όπως τους φυσιοθεραπευτές, με τη χρήση κατάλληλων παιχνιδιών ειδικά προσαρμοσμένων σε άτομα τρίτης ηλικίας παρέχοντας εξατομικευμένες ασκήσεις με βάση τις ανάγκες του κάθε ατόμου και διασφαλίζοντας τη μακροπρόθεσμη παρακολούθηση τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Βιβλία:

1. Βαρσαμίδης, Κ. (2001). Φυσιολογία του ανθρώπου. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS.
2. ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ, Α. (1997). Ιατρική της άθλησης: από τη θεωρία στην πράξη. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS.
3. Beers, M. & Berkow, R. (2005). MERCK ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΓΗΡΙΑΤΡΙΚΗΣ. Αθήνα: ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ.
4. Brill, P.A. (2006). ΣΩΣΤΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΗΛΙΚΙΑ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΣΑΛΤΟ.
5. Ivanov, L. & Blue, C. (2014). Επιδημιολογία & Δημόσια Υγεία στη Νοσηλευτική: Ηγεσία, Πολιτική και Πρακτική. Nicosia, Cyprus: BROKEN HILL PUBLISHERS.
6. Kane, R. και συν. (2013) ESSENTIALS OF CLINICAL GERIATRICS SEVENTH EDITION. United States: McGraw-Hill Education LLC.
7. King, M. & Lipsky, M. (2017) STEP-UP to GERIATRICS. Philadelphia :Wolters Kluwer.
8. Lord, S.R., Sherrington, C., Menz, H.B. (2001) Falls in Older People Risk factors and strategies for prevention. New York: Cambridge University Press.
9. Masiero, S. & Carraro, U. (2018) Rehabilitation Medicine for Elderly Patients. Ελβετία: Springer International Publishing.
10. Masuhr, K.E. & Neumann, M. (2011). Νευρολογία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις «Ροτόντα».
11. Victor, M. & Ropper, A.H. (2003). Adams and Victor's ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ ΙΙ. Αθήνα: ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ.

### Ηλεκτρονική αρθρογραφία:

1. Σκόνδρας, Γ., Χατζητάκη, Β. (2003). Το Πρόβλημα των Πτώσεων στα Ηλικιωμένα Άτομα : Αίτια και Τρόποι Αντιμετώπισης Μέσω της Άσκησης. Αναζητήσεις στη φυσική αγωγή & τον αθλητισμό, 1(1): 92 – 102.

2. Adams, R.J., Lichter, M.D., et al. (2014). Assessing Upper Extremity Motor Function in Practice of Virtual Activities of Daily Living. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 23(2): 287–296. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4532436/>
3. Agmon, M., et al. (2011). A pilot study of Wii Fit exergames to improve balance in older adults. *J Geriatr Phys Ther,* 34(4):161-7. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22124415>
4. Al-Momani, M., et al. (2016). Factors related to gait and balance deficits in older adults. *Clin Interv Aging,* 11: 1043–1049. Διαθέσιμο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4986683/>
5. Altamimi, R., Skinner, G. (2012). A Survey of Active Video Game Literature From Theory to Technological Application. *International Journal of Computer and Information Technology,* 01-01. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/309316613\\_A\\_Survey\\_of\\_Active\\_Video\\_Game\\_Literature\\_From\\_Theory\\_to\\_Technological\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/309316613_A_Survey_of_Active_Video_Game_Literature_From_Theory_to_Technological_Application)
6. Anderson, F., Annett, M., Bischof, W. (2010). Lean on Wii: Physical Rehabilitation With Virtual Reality and Wii Peripherals. *Studies in health technology and informatics,* 154:229-34. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/44668652\\_Lean\\_on\\_Wii\\_Physical\\_Rehabilitation\\_With\\_Virtual\\_Reality\\_and\\_Wii\\_Peripherals](https://www.researchgate.net/publication/44668652_Lean_on_Wii_Physical_Rehabilitation_With_Virtual_Reality_and_Wii_Peripherals)
7. Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments,* 6(4):355–385. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/279903115\\_A\\_survey\\_of\\_augmented\\_realty](https://www.researchgate.net/publication/279903115_A_survey_of_augmented_realty)
8. Bamparopoulos, G., et al. (2016). Towards exergaming commons: Composing the exergame ontology for publishing open game data. *Journal of Biomedical Semantics,* 7(1):4. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/293719528\\_Towards\\_exergaming\\_commons\\_Composing\\_the\\_exergame\\_ontology\\_for\\_publishing\\_open\\_game\\_data](https://www.researchgate.net/publication/293719528_Towards_exergaming_commons_Composing_the_exergame_ontology_for_publishing_open_game_data)
9. Barry, E., Galvin, R., Keogh, C., Horgan, F., Fahey, T. (2014). Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr,* 14: 14. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3924230/>

10. Bateni, H. (2012). Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy*, 98(3):211-6. Διαθέσιμο σε: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031-9406\(11\)00047-2](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031-9406(11)00047-2)
11. Batista, J.S., Wibeling, LM., De Marchi, ACB., Pasqualotti, A. (2014). Evaluation and physiotherapeutic intervention in older with deficit balance through the Scale of Berg and Wii Balance Board platform. *Fisioter. em Mov*, 27: 21e28. Διαθέσιμο σε: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-51502014000100021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502014000100021)
12. Baus, O. & Bouchard, S. (2014). Moving from Virtual Reality Exposure-Based Therapy to Augmented Reality Exposure-Based Therapy: A Review. *Front Hum Neurosci*, 8: 112. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3941080/>
13. Berg, RL., Cassells, JS. (1992). *The Second Fifty Years: Promoting Health and Preventing Disability*. Washington (DC): National Academies Press (US). Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235613/>
14. Bieryla, KA. (2016). Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. *Aging Clin Exp Res*, 28(3):451-7. Διαθέσιμο σε: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40520-015-0452-y>
15. Bieryla, KA. & Dold, NM. (2013). Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance in older adults. *Clin Interv Aging*, 8: 775–781. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3699053/>
16. Boss, G., Seegmiller, J. (1981). Age-Related Physiological Changes and Their Clinical Significance. *The Western Journal of Medicine*, 135(6): 434–440. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1273316/>
17. Brox, E., Luque, LF., Evertsen, GJ., Hernández, J G. (2011). Exergames for elderly: Social exergames to persuade seniors to increase physical activity. 5<sup>th</sup> International Conference on IEEE. Διαθέσιμο σε : <https://www.researchgate.net/publication/221311994/download>
18. Bryanton, C., Bosse, J., Brien, M., Mclean, J., McCormick, A., Sveistrup, H. (2006). Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychol Behav.*, 9:123-128. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/7141557\\_Feasibility\\_Motivation\\_and\\_Selective\\_Motor\\_Control\\_Virtual\\_Reality\\_Compared\\_to\\_Conventional\\_Home\\_Exercise\\_in\\_Children\\_with\\_Cerebral\\_Palsy](https://www.researchgate.net/publication/7141557_Feasibility_Motivation_and_Selective_Motor_Control_Virtual_Reality_Compared_to_Conventional_Home_Exercise_in_Children_with_Cerebral_Palsy)

19. Burdea, G.(2003). Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods Inf Med.* 42(5):519-23. Διαθέσιμο:  
[https://www.researchgate.net/publication/8976715\\_Virtual\\_Rehabilitation\\_-\\_Benefits\\_and\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/8976715_Virtual_Rehabilitation_-_Benefits_and_Challenges)
20. Chao, YY., Scherer, YK., Montgomery, CA. (2015). Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. *J Aging Health*, 27(3):379-402. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25245519>
21. Cho, GH., et al. (2014). The Effects of Virtual Reality-based Balance Training on Balance of the Elderly. *J Phys Ther Sci*, 26(4): 615–617. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3996433/>
22. Cooper, C., Adachi, J. D., et al. (2013). How to define responders in osteoarthritis. *Curr Med Res Opin*, 29(6): 719-729. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3690437/>
23. Cvecka, J.,et al. (2015). Physical Activity in Elderly. *Eur J Transl Myol*, 25(4): 249–252. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4748979/>
24. Dockx, K., et al. (2016). Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 21;12. Διαθέσιμο σε: <http://cochranelibrary-wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD010760.pub2/abstract;jsessionid=75430FBB90D7DB0AD5C0E4546A2E472F.f02t04>
25. Dobbs, M. B., Buckwalter, J., Saltzman, C. (1999). Osteoporosis The Increasing Role of the Orthopaedist. *Iowa Orthopaedic Journal*, 19: 43–52. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1888612/#>
26. Duque,G., et al. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging*, 8: 257–263. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3588606/>
27. Ejupi, A.,et al. (2015) Kinect-Based Five-Times-Sit-to-Stand Test for Clinical and In-Home Assessment of Fall Risk in Older People. *Gerontology*, 62(1):118-24. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26021781>
28. Fu, AS., et al. (2015). Effectiveness of Exergaming Training in Reducing Risk and Incidence of Falls in Frail Older Adults With a History of Falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96:2096-102. Διαθέσιμο σε: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999315011557>

29. Fuller, G.F. (2000). Falls in the Elderly. *Am Fam Physician*, 1;61(7):2159-2168. Διαθέσιμο σε: <https://www.aafp.org/afp/2000/0401/p2159.html>
30. Jorgensen, MG., Laessoe, U., Hendriksen, C., Nielsen, OB., Aagaard, P. (2013). Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology*,68(7):845-852. Διαθέσιμο: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/68/7/845/514608>
31. Gioftsidou, A., Vernadakis, N., Malliou, P., Batzios, S., Sofokleous, P., Antoniou, P., Kouli, O., Tsapralis, K., Godolias, G. (2013). Typical balance exercises or exergames for balance improvement? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26(3):299–305. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/253335376\\_Typical\\_balance\\_exercises\\_or\\_exergames\\_for\\_balance\\_improvement](https://www.researchgate.net/publication/253335376_Typical_balance_exercises_or_exergames_for_balance_improvement)
32. Gillespie, LD., et al. (2003). Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev*, 4:CD000340. Διαθέσιμο σε: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000340/full>
33. Graham, TCN., Stach, T. (2011). Exploring Haptic Feedback in Exergames. Conference Paper In *Human-Computer Interaction–INTERACT*, 18-35. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/225111528\\_Exploring\\_Haptic\\_Feedback\\_in\\_Exergames](https://www.researchgate.net/publication/225111528_Exploring_Haptic_Feedback_in_Exergames)
34. He W., Goodkind D., Kowal P. (2016). *An Aging World: 2015-* U.S. Census Bureau. Washington, DC: U.S. Government Publishing Office. Διαθέσιμο σε: <https://www.census.gov/library/publications/2016/demo/P95-16-1.html>
35. Health Quality Ontario. (2008). Prevention of Falls and Fall-Related Injuries in Community-Dwelling Seniors An Evidence-Based Analysis. *Ont Health Technol Assess Ser*, 8(2): 1–78. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3377567/>
36. Holden, MK., Todorov, E. (2002). Use of Virtual Environments in Motor Learning and Rehabilitation. *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*, Chapter 49. Διαθέσιμο: <https://pdfs.semanticscholar.org/eb91/06234dfe0c7c446b6bf00143d826f19b9c7b.pdf>

37. Hondori, HM., Khademi M. (2014). A Review on Technical and Clinical Impact of Microsoft Kinect on Physical Therapy and Rehabilitation. *J Med Eng*, 2014: 846514. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4782741/>
38. Hsieh, W.M., Chen, C.C., Wang, S.C., Tan, S.Y., Hwang, Y.S., Chen, S.C., Lai, J.S. & Chen, Y.L. (2014) Virtual reality system based on Kinect for the elderly in fall prevention. *Technol. Health Care*, 22:27-36. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/259448723\\_Virtual\\_reality\\_system\\_based\\_on\\_Kinect\\_for\\_the\\_elderly\\_in\\_fall\\_prevention](https://www.researchgate.net/publication/259448723_Virtual_reality_system_based_on_Kinect_for_the_elderly_in_fall_prevention)
39. Konstantinidis, E., et al. (2016). Design, Implementation, and Wide Pilot Deployment of FitForAll: An Easy to use Exergaming Platform Improving Physical Fitness and Life Quality of Senior Citizens. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 20(1):189-200. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/271013000\\_Design\\_Implementation\\_and\\_Wide\\_Pilot\\_Deployment\\_of\\_FitForAll\\_An\\_Easy\\_to\\_use\\_Exergaming\\_Platform\\_Improving\\_Physical\\_Fitness\\_and\\_Life\\_Quality\\_of\\_Senior\\_Citizens](https://www.researchgate.net/publication/271013000_Design_Implementation_and_Wide_Pilot_Deployment_of_FitForAll_An_Easy_to_use_Exergaming_Platform_Improving_Physical_Fitness_and_Life_Quality_of_Senior_Citizens)
40. Köpke, S., Meyer, G. (2006). The Tinetti test. *Zeitschrift für Gerontologie + Geriatrie*, 39(4):288-91. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/6887638\\_The\\_Tinetti\\_test](https://www.researchgate.net/publication/6887638_The_Tinetti_test)
41. Kosse, N.M., Caljouw, S.R., Vuijk, P.-J., Lamoth, C.J.C. (2011). Exergaming: interactive balance training in healthy community-dwelling older adults. *J. Cyber Ther Rehabilitation*, 4: 399e407. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/51994865\\_Exergaming\\_Interactive\\_balance\\_training\\_in\\_healthy\\_community-dwelling\\_older\\_adults](https://www.researchgate.net/publication/51994865_Exergaming_Interactive_balance_training_in_healthy_community-dwelling_older_adults)
42. Lamoth, CJ., Caljouw, SR., Alingh, R. (2012). Exergaming for elderly: Effects of different types of game feedback on performance of a balance task. *Studies in health technology and informatics*, 181:103-7. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/230810279\\_Exergaming\\_for\\_elderly\\_Effects\\_of\\_different\\_types\\_of\\_game\\_feedback\\_on\\_performance\\_of\\_a\\_balance\\_task](https://www.researchgate.net/publication/230810279_Exergaming_for_elderly_Effects_of_different_types_of_game_feedback_on_performance_of_a_balance_task)
43. Lamoth, CJ., Caljouw, SR., Postema, K. (2011). Active video gaming to improve balance in the elderly. *Stud Health Technol Inform*, 167:159-64. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/51231122\\_Active\\_video\\_gaming\\_to\\_improve\\_Balance\\_in\\_the\\_Elderly](https://www.researchgate.net/publication/51231122_Active_video_gaming_to_improve_Balance_in_the_Elderly)



44. Laufer, Y., Dar, G., Kodesh, E. (2014). Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review. *Clin Interv Aging*, 9:1803–1813. Διαθέσιμο:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4211857/>
45. Laver, KE., et al. (2012). Use of an interactive video gaming program compared with conventional physiotherapy for hospitalized older adults: A feasibility trial. *Disability and Rehabilitation* 34(21):1802-8. Διαθέσιμο:  
[https://www.researchgate.net/publication/221695128\\_Use\\_of\\_an\\_interactive\\_video\\_gaming\\_program\\_compared\\_with\\_conventional\\_physiotherapy\\_for\\_hospitalised\\_older\\_adults\\_A\\_feasibility\\_trial](https://www.researchgate.net/publication/221695128_Use_of_an_interactive_video_gaming_program_compared_with_conventional_physiotherapy_for_hospitalised_older_adults_A_feasibility_trial)
46. Laver, KE., et al. (2015). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*, 2. Διαθέσιμο: <http://cochranelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD008349.pub3/abstract>
47. Lee, A., Biggan, JR., Taylor, W., Ray, C. The effects of a Nintendo Wii Exercise intervention on gait in older adults, *Act. Adapt. Aging*, 38:53–69. Διαθέσιμο σε:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01924788.2013.878874?scroll=top&needAccess=true>
48. Li, L., et al. (2017). Application of virtual reality technology in clinical medicine. *Am J Transl Res*, 9(9): 3867–3880. Διαθέσιμο σε:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5622235/>
49. Lozano-Quilis, J.A., et al. (2014). Virtual Rehabilitation for Multiple Sclerosis Using a Kinect-Based System: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 2(2): e12. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4307818/>
50. Lowery, E., Brubaker, A., Kuhlmann, E., Kovacs, E. (2013). The aging lung. *Clinical Interventions in Aging*, 8: 1489–1496. Διαθέσιμο σε:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3825547/>
51. Luk, J.K.H., Chan, T.Y., Chan, D.K.Y. (2015). Falls prevention in the elderly: translating evidence into practice. *Hong Kong Med J*, 21:165–71. Διαθέσιμο σε:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25722468>
52. Maki, BE. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear?. *J Am Geriatr Soc*, 45(3):313-20. Διαθέσιμο σε:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1532-5415.1997.tb00946.x>

53. McCallum, S. (2012). Gamification and serious games for personalized health. *Stud Health Technol Inform*, 177:85-96. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/230783925\\_Gamification\\_and\\_serious\\_games\\_for\\_personalized\\_health](https://www.researchgate.net/publication/230783925_Gamification_and_serious_games_for_personalized_health)
54. Mhatre, P. V., et al. (2013). Wii Fit Balance Board Playing Improves Balance and Gait in Parkinson Disease. *PM R*, 5(9): 769–777. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4114762/>
55. Millor, N., Lecumberri, P., Gomez, M., Martinez-Ramirez, A., Izquierdo, M. (2013). An evaluation of the 30-s chair stand test in older adults: frailty detection based on kinematic parameters from a single inertial unit. *J Neuroeng Rehabil*, 10: 86. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3735415/>
56. Molina, K.I., et al. (2014). Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11:156. Διαθέσιμο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4247561/>
57. Mortazavi, F., Ghomsheh, AN. (2018). Stability of Kinect for range of motion analysis in static stretching exercises. *PLoS One*, 13(7): e0200992. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6057630/>
58. Muir, S.W., Berg, K., et al. (2008). Use of the Berg Balance Scale for Predicting Multiple Falls in Community-Dwelling Elderly People: A Prospective Study. *Physical Therapy*, 88(4):449-459. Διαθέσιμο σε: <https://academic.oup.com/ptj/article/88/4/449/2742316>
59. Neri, SG, et al. (2017). Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, 31(10):1292-1304. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28933612>
60. Neuls, P.D., Clark, T.L., et al. (2011). Usefulness of the Berg Balance Scale to Predict Falls in the Elderly. *J Geriatr Phys Ther*, 34:3-10. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21937886>
61. Oh, Y., Yang, S. (2010). Defining exergames & exergaming. Conference: Meaningful Play 2010. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/230794344\\_Defining\\_exergames\\_exergaming](https://www.researchgate.net/publication/230794344_Defining_exergames_exergaming)

62. Pagliari, D., Pinto, L. (2015). Calibration of Kinect for Xbox One and Comparison between the Two Generations of Microsoft Sensors. *Sensors (Basel)*, 15(11): 27569–27589. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4701245/>
63. Park, DS., Lee, GC. (2014). Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *J Neuroeng Rehabil.* 11: 99. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4074461/>
64. Park, E-C., Kim, S-G., Lee, C-W. (2015). The effects of virtual reality game exercise on balance and gait of the elderly. *J. Phys. Ther. Sci.* 27: 1157–1159. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4433999/>
65. Park, J-H., Park, J-H. (2016). The effects of game-based virtual reality movement therapy plus mental practice on upper extremity function in chronic stroke patients with hemiparesis: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*, 28(3): 811–815. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4842444/>
66. Park, J. & Yim, J. (2016). A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *Tohoku J. Exp. Med.*, 238: 1-8. Διαθέσιμο σε: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem/238/1/238\\_1/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem/238/1/238_1/_article)
67. Pluchino, A., et al. (2012). Pilot study comparing changes in postural control after training using a video game balance board program and 2 standard activity-based balance intervention programs. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(7):1138-46. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22414490>
68. Pöhlmann, S.TL., Harkness, EF., Taylor, CJ., Astley, SM. (2016). Evaluation of Kinect 3D Sensor for Healthcare Imaging. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 36 (6) : 857–870. Διαθέσιμο σε: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40846-016-0184-2>
69. Reed-Jones, RJ., Dorgo,S., Hitchings, MK., O. Bader, J. (2012). WiiFit™ Plus balance test scores for the assessment of balance and mobility in older adults. *Gait Posture*, 36(3): 430–433. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407275/>
70. Regenbrecht, H., et al. (2012). Augmented reality applications in rehabilitation to improve physical outcomes. *Physical Therapy Reviews*, 17(1). Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/256606027\\_Augmented\\_reality\\_applications\\_in\\_rehabilitation\\_to\\_improve\\_physical\\_outcomes](https://www.researchgate.net/publication/256606027_Augmented_reality_applications_in_rehabilitation_to_improve_physical_outcomes)

71. Rendon, AA., et al. (2012). The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults. *Age and Ageing*, 41(4):549–552. Διαθέσιμο σε: <https://academic.oup.com/ageing/article/41/4/549/47286>
72. Rizzo, A., Kim, G.J. (2005). A SWOT Analysis of the Field of Virtual Rehabilitation and Therapy. *Presence Teleoperators & Virtual Environments*, 14:119-146. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/220089916\\_A\\_SWOT\\_Analysis\\_of\\_the\\_Field\\_of\\_Virtual\\_Rehabilitation\\_and\\_Therapy](https://www.researchgate.net/publication/220089916_A_SWOT_Analysis_of_the_Field_of_Virtual_Rehabilitation_and_Therapy)
73. Robertson, M.C., Campbell, A.J., Gardner, M.M., Devlin, N. (2002). Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc*, 50(5):905-11. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12028179>
74. Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing*, 35: ii37–ii41. Διαθέσιμο σε: [https://academic.oup.com/ageing/article/35/suppl\\_2/ii37/15775](https://academic.oup.com/ageing/article/35/suppl_2/ii37/15775)
75. Saposnik, G., et al. (2010). Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation. *Stroke*, 41(7): 1477–1484. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4879973/>
76. Sato, K., et al. (2015). Improving Walking, Muscle Strength, and Balance in the Elderly with an Exergame Using Kinect: A Randomized Controlled Trial. *Games Health J*, 4(3):161-7. Διαθέσιμο: [https://www.researchgate.net/publication/275221290\\_Improving\\_Walking\\_Muscle\\_Strength\\_and\\_Balance\\_in\\_the\\_Elderly\\_with\\_an\\_Exergame\\_Using\\_Kinect\\_A\\_Randomized\\_Controlled\\_Trial](https://www.researchgate.net/publication/275221290_Improving_Walking_Muscle_Strength_and_Balance_in_the_Elderly_with_an_Exergame_Using_Kinect_A_Randomized_Controlled_Trial)
77. Schepens, S., Goldberg, A., Wallace, M. (2010). The short version of the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale: Its validity, reliability, and relationship to balance impairment and falls in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*, 51(1): 9–12. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2883646/>
78. Schoene, D., et al. (2013). A Randomized Controlled Pilot Study of Home-Based Step Training in Older People Using Videogame Technology. *PLoS One*, 8(3): e57734. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3589451/>
79. Sharma, G., Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical Interventions in Aging*, 1(3): 253–260. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2695176/>

80. Singh, DK., et al. (2012) Participating in a virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. *Maturitas*, 73(3):239-43. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22884437>
81. Skjæret, N., et al. (2015). Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy. *Int J Med Inform*, 85(1):1-16. Διαθέσιμο: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505615300514?via%3Dihub>
82. Skjæret-Maroni, N., et al. (2016). Exergaming in Older Adults: Movement Characteristics While Playing Stepping Games. *Front Psychol*, 7: 964. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4919354/>
83. Smith, B., Barnett, A., Lord, S.R., Williams, M., Baumand, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: A randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 32(4):407-14. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/10670575\\_Community-based\\_group\\_exercise\\_improves\\_balance\\_and\\_reduces\\_falls\\_in\\_at-risk\\_older\\_people\\_A\\_randomised\\_controlled\\_trial](https://www.researchgate.net/publication/10670575_Community-based_group_exercise_improves_balance_and_reduces_falls_in_at-risk_older_people_A_randomised_controlled_trial)
84. Staiano, AE., & Calvert, SL.(2011). Exergames for Physical Education Courses: Physical, Social, and Cognitive Benefits. *Child Dev Perspect*, 5(2): 93–98. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3339488/>
85. Strait, J.B., Lakatta, E. G. (2012). Aging-associated cardiovascular changes and their relationship to heart failure. *Heart Fail Clin*, 8(1): 143–164. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3223374/>
86. Svedbom, A., et al. (2013). Osteoporosis in the European Union: a compendium of country-specific reports. *Arch Osteoporos*, 8(1-2): 137. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3880492/>
87. Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1:10. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC546406/>
88. Szturm, T., Betker, A.L., Moussavi, Z., Desai, A., Goodman, V. (2011). Effects of an interactive computer game exercise regimen on balance impairment in frail community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, 91:1449–1462. Διαθέσιμο σε: <https://academic.oup.com/ptj/article/91/10/1449/2734979>

89. Tripette, J., et al. (2017). The contribution of Nintendo Wii Fit series in the field of health: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 5: e3600. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5590553/>
90. Tsang, WWN. & Fu, ASN. (2016). Virtual reality exercise to improve balance control in older adults at risk of falling. *Hong Kong Med J*, 22:S19-22. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/318512490\\_Virtual\\_reality\\_exercise\\_to\\_improve\\_balance\\_control\\_in\\_older\\_adults\\_at\\_risk\\_of\\_falling](https://www.researchgate.net/publication/318512490_Virtual_reality_exercise_to_improve_balance_control_in_older_adults_at_risk_of_falling)
91. Van Diest, M., et al. (2013). Exergaming for balance training of elderly: state of the art and future developments. *J Neuroeng Rehabil*, 10: 101. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3851268/>
92. Virk, S., & McConville, KM. (2006) Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 1:2694-7. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17946975>
93. Wang, Z., et al. (2017). Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. *Neural Regen Res*, 12(11): 1823–1831. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5745836/>
94. Williams, M.A., Soiza, R.L., Jenkinson, A.M., Stewart, A. (2010). EXercising with Computers in Later Life (EXCELL) - pilot and feasibility study of the acceptability of the Nintendo® WiiFit in community-dwelling fallers. *BMC Res Notes*, 3:238. Διαθέσιμο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2945358/>
95. Woollacott, M., Tang, PF. (1997). Balance Control During Walking in the Older Adult: Research and Its Implications. *Physical Therapy*, 77(6):646-60. Διαθέσιμο σε: [https://www.researchgate.net/publication/14033592\\_Balance\\_Control\\_During\\_Walking\\_in\\_the\\_Older\\_Adult\\_Research\\_and\\_Its\\_Implications](https://www.researchgate.net/publication/14033592_Balance_Control_During_Walking_in_the_Older_Adult_Research_and_Its_Implications)
96. Yen, CY., et al. (2011). Effects of virtual reality-augmented balance training on sensory organization and attentional demand for postural control in people with Parkinson disease: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, 91(6):862-74. Διαθέσιμο σε: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21474638>
97. Zhao, W., et al. (2014). A Kinect-Based Rehabilitation Exercise Monitoring and Guidance System. *IEEE 5th International Conference on Software Engineering and Service Science*.

Διαθέσιμο:[http://www.academia.edu/20859089/A\\_Kinectbased\\_rehabilitation\\_exercise\\_monitoring\\_and\\_guidance\\_system](http://www.academia.edu/20859089/A_Kinectbased_rehabilitation_exercise_monitoring_and_guidance_system)

Διαδίκτυο:

1.Ελληνική Γεροντολογική και Γηριατρική Εταιρεία. Δημογραφικά στοιχεία. [Online].

Διαθέσιμο:

<https://www.gerontology.gr/%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CF%89%CE%B8%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B5/%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1>

2. International Osteoporosis Foundation. FACTS AND STATISTICS. [Online]. Διαθέσιμο σε: <https://www.iofbonehealth.org/facts-statistics>

3.Microsoft. Microsoft HoloLens.[Online]. Διαθέσιμο: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

4. Playstation. EyeToy: Play. [Online]. Διαθέσιμο σε:

<https://www.playstation.com/en-ie/games/eyetoy-play-ps2/>

5. World Health Organization. (2002). Proposed working definition of an older person in Africa for the MDS Project. [Online]. Διαθέσιμο : <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>

6. World Health Organization. (2007). WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. [Online]. Διαθέσιμο:

[http://www.who.int/ageing/projects/falls\\_prevention\\_older\\_age/en/index.html](http://www.who.int/ageing/projects/falls_prevention_older_age/en/index.html)

7. World Health Organization. (2011). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. [Online]. Διαθέσιμο σε: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_olderadults/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/en/)

8. World Health Organization. (2014). Chronic diseases and health promotion. [Online]. Διαθέσιμο σε: <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>

9. World Health Organization. (2015). World report on ageing and health. [Online]. Διαθέσιμο σε: <http://www.who.int/ageing/events/world-report-2015-launch/en/>

10. Shirley Ryan Ability Lab. (2013). Activities-Specific Balance Confidence Scale. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/activities-specific-balance-confidence-scale>
11. Shirley Ryan Ability Lab. (2014) Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/tinetti-performance-oriented-mobility-assessment>
12. MedlinePlus- Aging changes in the bones - muscles – joints. [Online].  
<https://medlineplus.gov/ency/article/004015.htm>
13. Nintendo. Nintendo History. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.nintendo.co.uk/Corporate/Nintendo-History/Nintendo-History-625945.html>
14. PCMag.com (2010). Nintendo Wii Remote Plus. [Online]. Διαθέσιμο σε: <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2374174,00.asp>
15. Unity Technologies Blog (2018). 2018.2 is now available – Unity. [Online]. Διαθέσιμο σε: <https://blogs.unity3d.com/2018/07/10/2018-2-is-now-available/>
16. Uottawa. (2014) Quality-Adjusted Life Years (QALYs). [Online]. Διαθέσιμο σε: [http://www.med.uottawa.ca/sim/data/qalys\\_e.htm](http://www.med.uottawa.ca/sim/data/qalys_e.htm)



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Κλίμακα Ισορροπίας Berg

### 1. ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΙΣΤΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΡΘΙΑ ΘΕΣΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ: Παρακαλώ σηκωθείτε όρθιος. Προσπαθήστε να μην χρησιμοποιήσετε τα χέρια σας για υποστήριξη.*

- 4 ικανός να σταθεί χωρίς να χρησιμοποιήσει τα χέρια του και να σταθεροποιηθεί μόνος του.
- 3 ικανός να σηκωθεί μόνος του χρησιμοποιώντας τα χέρια του.
- 2 ικανός να σηκωθεί χρησιμοποιώντας τα χέρια του μετά από αρκετές προσπάθειες.
- 1 χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια για να σηκωθεί ή να σταθεροποιηθεί.
- 0 χρειάζεται μέτρια ή μέγιστη βοήθεια για να σηκωθεί.

### 2. ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ: Παρακαλώ σταθείτε όρθιος για δυο λεπτά χωρίς να κρατιέστε.*

- 4 ικανός να σταθεί με ασφάλεια για 2 λεπτά.
- 3 ικανός να σταθεί 2 λεπτά με επιτήρηση.
- 2 ικανός να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς υποστήριξη.
- 1 χρειάζεται αρκετές προσπάθειες για να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς υποστήριξη.
- 0 ανίκανος να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς υποστήριξη.

Αν ο εξεταζόμενος είναι ικανός να σταθεί 2 λεπτά χωρίς υποστήριξη, βαθμολογείστε με τη μέγιστη βαθμολογία για το κάθισμα χωρίς υποστήριξη. Προχωρήστε στη λειτουργική δραστηριότητα #4.

### 3. ΚΑΘΙΣΤΗ ΘΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΑΤΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΛΛΑ ΤΑ ΠΟΔΙΑ ΣΤΗΡΙΓΜΕΝΑ ΣΤΟ ΠΑΤΩΜΑ Ή ΠΑΝΩ ΣΕ ΣΚΑΜΝΑΚΙ

*ΟΔΗΓΙΕΣ: Παρακαλώ καθίστε με τα μπράτσα σας σταυρωμένα για 2 λεπτά.*

- 4 ικανός να καθίσει με ασφάλεια και σιγουριά για 2 λεπτά.
- 3 ικανός να καθίσει 2 λεπτά με επιτήρηση.
- 2 ικανός να καθίσει 30 δευτερόλεπτα.
- 1 ικανός να καθίσει 10 δευτερόλεπτα.
- 0 ανίκανος να καθίσει χωρίς υποστήριξη 10 δευτερόλεπτα.

### 4. ΑΠΟ ΟΡΘΙΑ ΘΕΣΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΘΙΣΤΗ ΘΕΣΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ: Παρακαλώ καθίστε.*

- 4 κάθεται με ασφάλεια χρησιμοποιώντας ελάχιστα τα χέρια του.
- 3 ελέγχει το κατέβασμα με τη χρήση των χεριών του.
- 2 χρησιμοποιεί το πίσω μέρος των ποδιών του ενάντια στην καρέκλα για να ελέγξει το κατέβασμα.
- 1 κάθεται μόνος του αλλά έχει ανεξέλεγκτο το κατέβασμα.
- 0 χρειάζεται βοήθεια για να καθίσει.

### 5. ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

*ΟΔΗΓΙΕΣ: Διατάξτε τις καρέκλες για περιστροφική μετακίνηση. Ζητήστε από τον εξεταζόμενο να μεταφερθεί προς μία καρέκλα με μπράτσα και προς μία καρέκλα χωρίς μπράτσα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε δυο καρέκλες (μία με μπράτσα και μία χωρίς μπράτσα) ή ένα κρεβάτι και μία καρέκλα.*

- 4 ικανός να μεταφερθεί με ασφάλεια χρησιμοποιώντας ελάχιστα τα χέρια του.
- 3 ικανός να μεταφερθεί με ασφάλεια, σαφή ανάγκη για χέρια.
- 2 ικανός να μεταφερθεί με λεκτικά παραγγέλματα ή/και επιβλεψη.
- 1 χρειάζεται ένα άτομο να βοηθήσει.
- 0 χρειάζεται δυο άτομα να βοηθήσουν ή να επιβλέψουν για να είναι ασφαλής.

#### 6. ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΤΑ ΜΑΤΙΑ ΚΛΕΙΣΤΑ

*ΟΔΗΓΙΕΣ:* Παρακαλώ κλείστε τα μάτια σας και σταθείτε ακίνητος για 10 δευτερόλεπτα.

- 4 ικανός να σταθεί 10 δευτερόλεπτα με ασφάλεια.
- 3 ικανός να σταθεί 10 δευτερόλεπτα με επίβλεψη.
- 2 ικανός να σταθεί 3 δευτερόλεπτα.
- 1 ανίκανος να κρατήσει τα μάτια κλειστά 3 δευτερόλεπτα αλλά στέκεται με ασφάλεια.
- 0 χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει.

#### 7. ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΠΟΔΙΑ ΕΝΩΜΕΝΑ

*ΟΔΗΓΙΕΣ:* Κλείστε τα πόδια σας και σταθείτε άρθιος χωρίς να κρατιέστε.

- 4 ικανός να κλείσει τα πόδια του μόνος του και να σταθεί 1 λεπτό με ασφάλεια.
- 3 ικανός να κλείσει τα πόδια του μόνος του και να σταθεί 1 λεπτό με επιτήρηση.
- 2 ικανός να ενώσει τα πόδια του μόνος του αλλά ανίκανος να κρατηθεί για 30 δευτερόλεπτα.
- 1 χρειάζεται βοήθεια για επίτευξη της θέσης αλλά ικανός να σταθεί για 15 δευτερόλεπτα με τα πόδια ενωμένα.
- 0 χρειάζεται βοήθεια για επίτευξη της θέσης και ανίκανος να κρατηθεί για 15 δευτερόλεπτα.

#### 8. ΤΕΝΤΩΜΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΜΠΡΟΣ ΜΕ ΑΠΛΩΜΕΝΟ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΡΘΙΑ ΣΤΑΣΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ:* Σηκώστε το χέρι σας στις 90 μοίρες. Τεντώστε τα δάκτυλα σας και τεντωθείτε μπροστά όσο πιο μακριά μπορείτε. (Ο εξεταστής τοποθετεί έναν χάρακα στο τέλος των ακροδακτύλων όταν ο βραχίονας είναι ανυψωμένος στις 90 μοίρες. Τα δάκτυλα δεν πρέπει να ακουμπήσουν τον χάρακα κατά το τέντωμα προς τα εμπρός. Η μέτρηση που καταγράφεται είναι η πρόσθια απόσταση που τα δάκτυλα διανύουν όταν ο εξεταζόμενος είναι στην μέγιστη πρόσθια κλίση του. Όταν είναι δυνατό, ζητείστε από τον εξεταζόμενο να χρησιμοποιήσει και τα δύο χέρια του για να τεντωθεί μπροστά για να αποφευχθεί στροφή του κορμού)

- 4 μπορεί να φτάσει μπροστά με σιγουριά 25 εκ (10 ίντσες).
- 3 μπορεί να φτάσει μπροστά 12 εκ (5 ίντσες).
- 2 μπορεί να φτάσει μπροστά 5 εκ (2 ίντσες).
- 1 φτάνει μπροστά αλλά χρειάζεται επιτήρηση.
- 0 χάνει την ισορροπία του κατά την προσπάθεια/χρειάζεται εξωτερική υποστήριξη.

#### 9. ΣΗΚΩΜΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΤΩΜΑ ΑΠΟ ΟΡΘΙΑ ΘΕΣΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ:* Σηκώστε το παπούτσι/παντόφλα, που βρίσκεται μπροστά στα πόδια σας.

- 4 ικανός να σηκώσει την παντόφλα με ασφάλεια και ευκολία.
- 3 ικανός να σηκώσει την παντόφλα αλλά χρειάζεται επιτήρηση.
- 2 ανίκανος να την σηκώσει αλλά φτάνει 2-5 εκ (1-2 ίντσες) από την παντόφλα και διατηρεί την ισορροπία μόνος του.
- 1 ανίκανος να την σηκώσει και χρειάζεται επίβλεψη καθώς προσπαθεί.
- 0 ανίκανος να προσπαθήσει/χρειάζεται βοήθεια για να μη χάσει την ισορροπία του ή πέσει.

#### 10. ΓΥΡΙΣΜΑ ΓΙΑ ΚΟΙΤΑΓΜΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΔΕΞΙ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΩΜΟ ΑΠΟ ΟΡΘΙΑ ΘΕΣΗ

*ΟΔΗΓΙΕΣ:* Γυρίστε να κοιτάξετε κατευθείαν πίσω από τον αριστερό σας ώμο, χωρίς να μετακινήσετε τα πόδια σας από το πάτωμα. Επαναλάβετε προς τα δεξιά. Ο εξεταστής μπορεί να διαλέξει ένα αντικείμενο για κοιτάγμα που να βρίσκεται ακριβώς πίσω από τον εξεταζόμενο για να ενθαρρύνει μια καλύτερη περιστροφή.

- 4 κοιτάει πίσω και από τις δύο πλευρές και μετατοπίζει το βάρος καλά.
- 3 κοιτάει πίσω μόνο από τη μία πλευρά, η άλλη πλευρά παρουσιάζει λιγότερη μετατόπιση βάρους.
- 2 γυρνάει στα πλάγια μόνο αλλά διατηρεί την ισορροπία του.
- 1 χρειάζεται επίβλεψη καθώς γυρνάει.
- 0 χρειάζεται βοήθεια για να μην χάσει την ισορροπία του ή πέσει.

#### 11. ΣΤΡΟΦΗ 360 ΜΟΙΡΩΝ

**ΟΔΗΓΙΕΣ:** Κάντε μια πλήρη περιστροφή με μικρά βήματα. Κάντε μία παύση. Στη συνέχεια κάντε μια πλήρη περιστροφή από την άλλη πλευρά.

- ( ) 4 ικανός να περιστραφεί 360 μοίρες με ασφάλεια μέσα σε 4 δευτερόλεπτα ή λιγότερο.
- ( ) 3 ικανός να περιστραφεί 360 μοίρες με ασφάλεια από την μία πλευρά μόνο σε 4 δευτερόλεπτα ή λιγότερο.
- ( ) 2 ικανός να περιστραφεί 360 μοίρες με ασφάλεια αλλά αργά.
- ( ) 1 χρειάζεται κοντινή επίβλεψη ή λεκτικά παραγγέλματα.
- ( ) 0 χρειάζεται βοήθεια καθώς περιστρέφεται.

#### 12. ΕΝΑΛΛΑΞΕ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΟΔΙΩΝ ΣΕ ΣΚΑΛΟΠΑΤΙ Ή ΣΚΑΜΝΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΡΘΙΑ ΣΤΑΣΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

**ΟΔΗΓΙΕΣ:** Τοποθετήστε κάθε σας πόδι εναλλάξ στο σκαλοπάτι/σκαμνί. Συνεχίστε μέχρι κάθε πόδι έχει αγγίξει το σκαλοπάτι/σκαμνί 4 φορές.

- ( ) 4 ικανός να σταθεί ανεξάρτητος και με ασφάλεια και να ολοκληρώσει 8 πατήματα σε 20 δευτερόλεπτα.
- ( ) 3 ικανός να σταθεί ανεξάρτητος και να ολοκληρώσει 8 πατήματα σε > 20 δευτερόλεπτα.
- ( ) 2 ικανός να ολοκληρώσει 4 πατήματα χωρίς βοήθεια με επίβλεψη.
- ( ) 1 ικανός να ολοκληρώσει > 2 πατήματα χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια.
- ( ) 0 χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει / ανίκανος να προσπαθήσει.

#### 13. ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΤΟ ΕΝΑ ΠΟΔΙ ΜΠΡΟΣΤΑ

**ΟΔΗΓΙΕΣ: (ΕΠΙΔΕΙΞΤΕ ΣΤΟΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ)** Τοποθετήστε το ένα σας πόδι κατευθείαν μπροστά από το άλλο. Αν αισθάνεστε ότι δεν μπορείτε να τοποθετήσετε το ένα πόδι ακριβώς μπροστά από το άλλο, δοκιμάστε να πατήσετε αρκετά μπροστά ώστε η πτέρνα του μπροστινού ποδιού να είναι μπροστά από τα δάκτυλα του άλλου ποδιού. (Για να βαθμολογήσετε με 3 βαθμούς, το μήκος του βήματος θα πρέπει να ξεπερνά το μήκος του άλλου ποδιού και το πλάτος της τοποθέτησης να προσεγγίζει το φυσιολογικό πλάτος διασκελισμού του εξεταζόμενου).

- ( ) 4 ικανός να τοποθετήσει το πόδι ακριβώς μπροστά από το άλλο μόνος του και να μείνει σε αυτή τη θέση 30 δευτερόλεπτα.
- ( ) 3 ικανός να τοποθετήσει το πόδι μπροστά μόνος του και να μείνει σε αυτή τη θέση 30 δευτερόλεπτα.
- ( ) 2 ικανός να κάνει ένα μικρό βήμα μόνος του και να μείνει σε αυτή τη θέση 30 δευτερόλεπτα.
- ( ) 1 χρειάζεται βοήθεια με το βήμα αλλά διατηρείται σε αυτή τη θέση 15 δευτερόλεπτα.
- ( ) 0 χάνει την ισορροπία ενώ βηματίζει ή στέκεται.

#### 14. ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣΗ ΣΤΟ ΕΝΑ ΠΟΔΙ

**ΟΔΗΓΙΕΣ:** Σταθείτε όρθιος στο ένα πόδι για όσο μπορείτε χωρίς να κρατιέστε.

- ( ) 4 ικανός να σηκώσει το πόδι μόνος του και να διατηρηθεί σε αυτή τη θέση > 10 δευτερόλεπτα.
- ( ) 3 ικανός να σηκώσει το πόδι μόνος του και να διατηρηθεί σε αυτή τη θέση 5-10 δευτερόλεπτα.
- ( ) 2 ικανός να σηκώσει το πόδι μόνος του και να διατηρηθεί σε αυτή τη θέση  $\geq$  3 δευτερόλεπτα.
- ( ) 1 προσπαθεί να σηκώσει το πόδι, ανίκανος να διατηρηθεί 3 δευτερόλεπτα αλλά ορθοστατεί μόνος του.
- ( ) 0 ανίκανος να προσπαθήσει, χρειάζεται βοήθεια για να προλάβει την πτώση.

#### GREEK BERG BALANCE SCALE

*Adapted into Greek by: Dr. Lampropoulou Sofia, Dr. Billis Evdokia, & Mrs Ingrid Gedikoglou  
Technological Education Institute (TEI) of Western Greece, Physical Therapy Department of Aigio*

*Final version 02.10.2013*

*With permission by Katherine Berg, PhD, PT.*

## TINETTI BALANCE AND GAIT EVALUATION

Interviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### BALANCE

Instructions: Subject is seated in hard armless chair. The following maneuvers are tested.

1. Sitting balance
  - leans or slides in chair = 0
  - steady, safe = 1
2. Arise
  - unable without help = 0
  - able but uses arm to help = 1
  - able without use of arms = 2
3. Attempts to arise
  - unable without help = 0
  - able, but requires more than one attempt = 1
  - able to arise with one attempt = 2
4. Immediate standing balance (first 5 seconds)
  - unsteady (staggers, moves feet marked trunk sway steady, but uses walker or cane or grabs other object for support) = 0
  - object for support = 1
  - steady without walker or cane or other support = 2
5. Standing balance
  - unsteady = 0
  - steady, but wide stance (medial heels more than 4" apart) or uses cane, walker or other support = 1
  - narrow stance without support = 2
6. Nudge (subject at maximum position with feet as close together as possible, examiner pushes lightly on subject's sternum with palm of hand 3 times).
  - begins to fall = 0
  - staggers, grabs, but catches self = 1
  - steady = 2
7. Eyes closed (at maximum position #6)
  - unsteady = 0
  - steady = 2
8. Turn 360°
  - discontinuous steps = 0
  - continuous = 1
9. Sit down
  - unsafe (misjudged distance; falls into chair) = 0
  - uses arms or not a smooth motion = 1
  - safe, smooth motion = 2

BALANCE SCORE: \_\_\_\_\_ /16

## GAIT

Instructions: Subject stands with examiner. Walks down hallway or across room, first at his/her "usual" pace, then back at "rapid, but safe" pace (using usual walking aid such as cane, walker).

- |   |     |
|---|-----|
| 10. Initiation of gait (immediately after told to "go")   |     |
| any hesitancy or multiple attempts to start   | = 0 |
| no hesitancy  | = 1 |
| 11. Step length and height  |     |
| a. Right swing foot   |     |
| does not pass left stance foot with step  | = 0 |
| passes left stance foot   | = 1 |
| right foot does not clear floor completely with step  | = 0 |
| right foot completely clears floor  | = 1 |
| b. Left swing foot  |     |
| does not pass right stance foot with step   | = 0 |
| passes right stance foot  | = 1 |
| left foot does not clear floor completely with step   | = 0 |
| left foot completely clears floor   | = 1 |
| 12. Step symmetry   |     |
| right and left step length not equal (estimate)   | = 0 |
| right and left step appear equal  | = 1 |
| 13. Step continuity   |     |
| stopping or discontinuity between steps   | = 0 |
| steps appear continuous   | = 1 |
| 14. Path (estimated in relation to floor tiles, 12 inch diameter.<br>Observe excursion of one foot over about 10 feet of course). |     |
| marked deviation  | = 0 |
| mild/moderate deviation or uses walking aid   | = 1 |
| straight without walking aid  | = 2 |
| 15. Trunk   |     |
| marked sway or uses walking aid   | = 0 |
| no sway but flexion of knees or back or spreads arms out while walking  | = 1 |
| no sway, no flexion, no use of arms and no walking aid  | = 2 |
| 16. Walk stance   |     |
| heels apart   | = 0 |
| heels almost touching while walking   | = 1 |

GAIT SCORE: \_\_\_\_\_ /12

TOTAL SCORE: \_\_\_\_\_ /28

# Dynamic Gait Index

**Description:**

Developed to assess the likelihood of falling in older adults. Designed to test eight facets of gait.

**Equipment needed:** Box (Shoebox), Cones (2), Stairs, 20' walkway, 15" wide

**Completion:**

**Time:** 15 minutes

**Scoring:** A four-point ordinal scale, ranging from 0-3. "0" indicates the lowest level of function and "3" the highest level of function.

Total Score = 24

**Interpretation:**  $\leq 19/24$  = predictive of falls in the elderly  
 $> 22/24$  = safe ambulators

## **1. Gait level surface \_\_\_\_\_**

*Instructions:* Walk at your normal speed from here to the next mark (20')

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Walks 20', no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern
- (2) Mild Impairment: Walks 20', uses assistive devices, slower speed, mild gait deviations.
- (1) Moderate Impairment: Walks 20', slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance.
- (0) Severe Impairment: Cannot walk 20' without assistance, severe gait deviations or imbalance.

## **2. Change in gait speed \_\_\_\_\_**

*Instructions:* Begin walking at your normal pace (for 5'), when I tell you "go," walk as fast as you can (for 5'). When I tell you "slow," walk as slowly as you can (for 5').

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast and slow speeds.
- (2) Mild Impairment: Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, or not gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.
- (1) Moderate Impairment: Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, or changes speed but has significant gait deviations, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.
- (0) Severe Impairment: Cannot change speeds, or loses balance and has to reach for wall or be caught.

## **3. Gait with horizontal head turns \_\_\_\_\_**

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look right," keep walking straight, but turn your head to the right. Keep looking to the right until I tell you, "look left," then keep walking straight and turn your head to the left. Keep your head to the left until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

---

#### 4. Gait with vertical head turns \_\_\_\_\_

tip your head up. Keep looking up until I tell you, "look down," then keep walking straight and tip your head down. Keep your head down until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

#### 5. Gait and pivot turn \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you, "turn and stop," turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
- (2) Mild Impairment: Pivot turns safely in > 3 seconds and stops with no loss of balance.
- (1) Moderate Impairment: Turns slowly, requires verbal cueing, requires several small steps to catch balance following turn and stop.
- (0) Severe Impairment: Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

#### 6. Step over obstacle \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal speed. When you come to the shoebox, step over it, not around it, and keep walking.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to step over the box without changing gait speed, no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step over box, but must slow down and adjust steps to clear box safely.
- (1) Moderate Impairment: Is able to step over box but must stop, then step over. May require verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Cannot perform without assistance.

#### 7. Step around obstacles \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at normal speed. When you come to the first cone (about 6' away), walk around the right side of it. When you come to the second cone (6' past first cone), walk around it to the left.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to walk around cones safely without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step around both cones, but must slow down and adjust steps to clear cones.
- (1) Moderate Impairment: Is able to clear cones but must significantly slow, speed to accomplish task, or requires verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Unable to clear cones, walks into one or both cones, or requires physical assistance.

#### 8. Steps \_\_\_\_\_

*Instructions:* Walk up these stairs as you would at home, i.e., using the railing if necessary. At the top, turn around and walk down.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Alternating feet, no rail.
- (2) Mild Impairment: Alternating feet, must use rail.
- (1) Moderate Impairment: Two feet to a stair, must use rail.

- (0) Severe Impairment: Cannot do safely.

**TOTAL SCORE: \_\_\_\_ / 24**

#### References:

1. 1. Herdman SJ. *Vestibular Rehabilitation*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, PA: F.A.Davis Co; 2000.
2. 2. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control Theory and Applications*, Williams and Wilkins Baltimore, 1995: 323-324

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look up," keep walking straight, but

Patient Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale\*

**Instructions to Participants:** For each of the following activities, please indicate your level of confidence in doing the activity without losing your balance or becoming unsteady from choosing one of the percentage points on the scale from 0% to 100%. If you do not currently do the activity in question, try and imagine how confident you would be if you had to do the activity. If you normally use a walking aid to do the activity or hold onto someone, rate your confidence as if you were using these supports.

0%    10    20    30    40    50    60    70    80    90    100%  
No Confidence Completely Confident

How confident are you that you will not lose your balance or become unsteady when you...

1. ...walk around the house? \_\_\_\_%
2. ...walk up or down stairs? \_\_\_\_%
3. ...bend over and pick up a slipper from the front of a closet floor? \_\_\_\_%
4. ...reach for a small can off a shelf at eye level? \_\_\_\_%
5. ...stand on your tip toes and reach for something above your head? \_\_\_\_%
6. ...stand on a chair and reach for something? \_\_\_\_%
7. ...sweep the floor? \_\_\_\_%
8. ...walk outside the house to a car parked in the driveway? \_\_\_\_%
9. ...get into or out of a car? \_\_\_\_%
10. ...walk across a parking lot to the mall? \_\_\_\_%
11. ...walk up or down a ramp? \_\_\_\_%
12. ...walk in a crowded mall where people rapidly walk past you? \_\_\_\_%
13. ...are bumped into by people as you walk through the mall? \_\_\_\_%
14. ...step onto or off of an escalator while you are holding onto a railing? \_\_\_\_%
15. ...step onto or off an escalator while holding onto parcels such that you cannot hold onto the railing? \_\_\_\_%
16. ...walk outside on icy sidewalks? \_\_\_\_%

\*Powell LE & Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. Journal of Gerontology Med Sci 1995; 50(1):M28-34.

Total ABC Score: \_\_\_\_\_

Scoring: \_\_\_\_\_ / 16 = \_\_\_\_\_ % of self confidence  
Total ABC Score

**MEDICARE PATIENTS ONLY**

100% - \_\_\_\_\_ % Function = \_\_\_\_\_ % Impairment