



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΒΙΝΤΕΟΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ



Σπουδαστής:

ΛΑΖΑΝΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ Α.Μ. 1663

Επιβλέπων καθηγητής:

κ.. ΠΟΥΛΙΑΣΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ

ΑΙΓΙΟ - 2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	- 1 -
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	- 3 -
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	- 4 -
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 5 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 6 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	- 7 -
1.1 Εικονική πραγματικότητα-Γενικά	- 7 -
1.2 Τύποι εικονικής αποκατάστασης	- 8 -
1.3 Πλεονεκτήματα της Εικονικής Αποκατάστασης	- 9 -
1.4 Μειονεκτήματα της Εικονικής Πραγματικότητας.....	- 12 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	- 15 -
2.1 Βιντεοπαιχνίδια.....	- 15 -
2.2 Kinect.....	- 16 -
2.3 Nintendo Wii.....	- 18 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	- 21 -
3.1 Το Kinect στην κλινική πράξη- Χρήση και αξιοπιστία	- 21 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	- 25 -
4.1 Σύγκριση εικονικής πραγματικότητας και συμβατικής αποκατάστασης	- 25 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	- 28 -
Η εικονική πραγματικότητα και τα βιντεοπαιχνίδια ως μέθοδος αποκατάστασης σε συγκεκριμένες παθήσεις	- 28 -
5.1 Microsoft Kinect-Νευρολογικές Διαταραχές.....	- 28 -
5.1.1 Νόσος του Πάρκινσον	- 28 -
5.1.2 Παιδιά με εγκεφαλική παράλυση	- 31 -
5.1.3 Πολλαπλή Σκλήρυνση ή Σκλήρυνση κατά Πλάκας	- 33 -
5.2 Μυοσκελετικές Διαταραχές	- 36 -
5.2.1 Μετά από Ολική Αρθροπλαστική Γόνατος.....	- 36 -
5.2.2 Μετά από Ολική Αρθροπλαστική Ισχίου	- 38 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	- 40 -
6.1 Nintendo Wii - Νευρολογικές Διαταραχές.....	- 40 -
6.1.1 Εγκεφαλική Παράλυση σε παιδιά	- 40 -
6.1.2 Μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο σε ενήλικες.....	- 41 -
Η εφαρμογή για τον θεραπευτή.....	- 44 -

6.2 Μυοσκελετικά Προβλήματα.....	- 46 -
6.2.1 Μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος	- 46 -
6.2.2 Μετά από Χειρουργείο Ανακατασκευής Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου.....	- 48 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	- 50 -
7.1 Μελλοντικές Εφαρμογές των Βιντεοπαιχνιδιών στον τομέα της υγείας.....	- 50 -
ΜΕΡΟΣ Β': Δουλεύοντας με το Microsoft Kinect	- 52 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 52 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	- 53 -
1.1 Τα παιχνίδια μου.....	- 53 -
1.1.2 Στόχοι	- 54 -
1.1.3 Πριν τη συνεδρία.....	- 54 -
Balloon Pop	- 55 -
Snowball Evade	- 59 -
1.1.4 Αξιολόγηση	- 60 -
1.2.2 Σωστή τοποθέτηση του Kinect στο χώρο	- 61 -
1.2.4 Εκκίνηση	- 63 -
Παράρτημα	- 64 -
1. Αναλυτική Παρουσίαση του Τρόπου Ανάπτυξης Με τη Unity	- 64 -
1.1 Εγκατάσταση και Ρύθμιση των παραμέτρων στη Unity	- 64 -
1.2 Εγκατάσταση του Kinect	- 68 -
1.3 Ξεκινώντας-Προετοιμάζοντας το περιβάλλον εργασίας.....	- 68 -
Αρθρογραφία	- 71 -
Βιβλιογραφία.....	- 75 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί το τέλος και την κορύφωση των σπουδών στο τμήμα Φυσικοθεραπείας του Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος και πηγάζει από την ιδιαίτερη ενασχόλησή μου με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και τον τομέα της τεχνολογίας ο οποίος εμπλεκόταν πάντα με την πρόοδο και την βελτίωση των παροχών υγείας ανά τον κόσμο.

Στόχος μου είναι να παρουσιάσω πως εναλλακτικές τεχνολογικές μέθοδοι, που αρχικά δεν προορίζονταν καν για τον τομέα της υγείας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διευκολύνουν αλλά και να κάνουν πιο ευχάριστη την αξιολόγηση και την αποκατάσταση του ασθενούς για τον επαγγελματία υγείας στον τομέα της φυσικοθεραπείας και όχι μόνο.

Με την βοήθεια και την υποστήριξη της καθηγήτριάς μου, κυρίας Πουλιάση, αλλά και την πολύτιμη βοήθεια του φίλου μου και προγραμματιστή Βασίλη Λάζαρη μου δόθηκε ευκαιρία να υλοποιήσω μία ιδέα που ενώ φαίνεται να βρίσκει ιδιαίτερο αντίκρισμα στο εξωτερικό, στον ελλαδικό χώρο σχεδόν αγνοείται η ύπαρξή της. Χάρη σε αυτούς θα ήθελα να σας παρουσιάσω όχι μόνο θεωρητικά τα πλεονεκτήματα της χρήσης της εικονικής πραγματικότητας και των παρεμφερών της στον τομέα της υγείας αλλά και πρακτικά μέσα από την πολύωρη ενασχόληση μου με τον τομέα ανάπτυξης λογισμικού για ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται μία εικόνα για το τι ακριβώς είναι η εικονική πραγματικότητα, πως μπορεί κάποιος να αναπτύξει ιδέες πάνω σε αυτή αλλά και πως δούλεψα εγώ ο ίδιος προσωπικά, πως χρησιμοποιείται στην υγεία, ποιες είναι οι συσκευές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη τέτοιων μεθόδων αποκατάστασης αλλά και λεπτομέρειες για τη συσκευή πάνω στην οποία δούλεψα ο ίδιος καθώς και τις προοπτικές που παρουσιάζει. Εξίσου σημαντική στο κεφάλαιο αυτό είναι η αξιολόγηση των μέσων αυτών αλλά και η σύγκρισή τους με τις συμβατικές μεθόδους αποκατάστασης που ακολουθούνται σήμερα. Στο δεύτερο γίνεται μία παρουσίαση των μεθόδων που θα αναλυθούν με βάση τη χρήση τους σε συγκεκριμένες παθήσεις και συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες.

Σαφώς η προσπάθειά μου στηρίχθηκε κυρίως σε επιστημονικά άρθρα και συγγράμματα αλλά αυτό με το οποίο ασχολήθηκα περισσότερο και αφιέρωσα τον περισσότερο χρόνο αλλά και επιμονή και υπομονή είναι η ανάπτυξη του λογισμικού που θα παρουσιαστεί παρακάτω, ένα λογισμικό το οποίο θα ήθελε να αποτελέσει την βάση για κάτι μεγαλύτερο και καλύτερο στο μέλλον, κάτι που θα μπορέσει να συνεισφέρει στον τομέα μας και θα καταστήσει την αποκατάσταση πιο ευχάριστη αλλά και πιο προσιτή στον εκάστοτε ασθενή. Η εργασία αυτή αποτελεί το πρώτο βήμα για κάτι καλύτερο και μία ζωντανή απόδειξη για το τι επιφυλάσσει το μέλλον και η τεχνολογία για την επιστήμη μας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσω την μητέρα μου για την βοήθειά της καθόλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων, για την στήριξή της σε κάθε μου επιλογή μέχρι τώρα αλλά και για την οικονομική στήριξη που μου παρείχε για να εκπληρώσω την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω τον παιδικό μου φίλο Βασίλη Λάζαρη ο οποίος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του λογισμικού και στην υλοποίηση της ιδέας μου αφιερώνοντας χρόνο και προσπάθεια.

Φυσικά θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κυρία Πουλιάση για την εμπιστοσύνη της σε εμένα αλλά και την πολύτιμη βοήθεια και χρόνο που αφιέρωσε προκειμένου να επιτευχθεί ένα άρτιο αποτέλεσμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να αναδείξει τα βιντεοπαιχνίδια και τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας ως αξιόλογα μέσα αποκατάστασης σε ποικίλες παθολογικές καταστάσεις. Μέσα από αυτή βλέπουμε γενικές εφαρμογές συστημάτων εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της υγείας αλλά και εφαρμογές συστημάτων βιντεοπαιχνιδιών ως εναλλακτικά οικονομικά και προσβάσιμα μέσα αποκατάστασης με σκοπό να διευκολύνουν τόσο τον ασθενή όσο και το θεραπευτή. Σε κάθε περίπτωση μπορούμε να δούμε τις θετικές επιδράσεις καθώς και τους περιορισμούς που μπορούν να παρουσιαστούν. Βέβαια, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι συσκευές αυτές δεν δημιουργήθηκαν με σκοπό την αποκατάσταση. Παρόλα αυτά όπως θα δούμε παρακάτω δείχνουν ιδιαίτερα ικανές και πολλά υποσχόμενες για το μέλλον τους στην υγεία. Το πρώτο μέρος της εργασίας περιορίζεται στην αναλυτική παρουσίαση των μέσων αυτών ενώ στο δεύτερο παρουσιάζεται η προσωπική μου προσπάθεια να δημιουργήσω ένα δικό μου σύστημα αποκατάστασης με ελάχιστα έξοδα μέσω του κατάλληλου προγραμματισμού και εξοπλισμού θέλοντας να επιβεβαιώσω τα παρόντα ευρήματα αλλά και να παρουσιάσω σε πραγματικό χρόνο τον τρόπο λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη της τεχνολογία είναι άρρηκτα συνυφασμένη με την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Από τα πρώτα του χρόνια στον πλανήτη ο άνθρωπος προσπαθούσε να βελτιώσει την καθημερινότητα του και τη εξυπηρέτηση των βασικών του αναγκών όπως η στέγη και η τροφή. Από την ανακάλυψη της φωτιάς και του τροχού μέχρι τη δημιουργία κινητήρων εσωτερικής καύσης και αυτοκινήτων, αυτοσκοπός ήταν πάντα η βελτίωση και η πρόοδος του είδους.

Η πρόοδος του είδους όμως πέρα από τις άμεσες ανάγκες απαιτεί και την υγεία του οργανισμού και αυτό είναι το σημείο που επεμβαίνει η τεχνολογία και η εξέλιξη με σκοπό την βελτίωση. Με το πέρασμα του χρόνου, ο τομέας μας, ο τομέας της υγείας έχει χάρη στην τεχνολογία και την επιστήμη παρουσιάζει αλματώδη εξέλιξη. Από την εφεύρεση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου μέχρι την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας με σκοπό τη διάγνωση αλλά και τη θεραπεία έχει καλυφθεί ένα τεράστιο κενό και έχει επιτευχθεί τεράστια πρόοδος στο επίπεδο διαβίωσης του ανθρώπου.

Σκοπός της εργασίας αυτής λοιπόν είναι να δείξει πως τεχνολογικές κατασκευές ελάχιστου κόστους, συσκευές που δεν προορίζονταν καν για τον τομέα μας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε, αν όχι να βελτιώνουν τουλάχιστον να συμπληρώνουν τις υπηρεσίες μας στους ασθενείς με έναν εναλλακτικό και συνάμα αποδοτικό τρόπο.

Η τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε για έναν πολύ ανερχόμενο τομέα ψυχαγωγίας ο οποίος δεν είναι άλλος για τα βιντεοπαιχνίδια και έχει αρχίσει να κερδίζει ολοένα και περισσότερους οπαδούς. Βέβαια ο τομέας της εικονικής πραγματικότητας έχει αναπτυχθεί για χάρη της Ιατρικής και της αποκατάστασης ανεξάρτητα από αυτά. Το γεγονός αυτό ωστόσο είναι που καθιστά πιο δύσκολα προσβάσιμη από το ευρύ κοινό.

Οι δύο πλατφόρμες που κατέστησαν εφικτό το εγχείρημα αυτής της εργασίας είναι το Kinect που βασίστηκε στην κονσόλα της Microsoft Xbox 360 και το Wii Balance Board και Wii Remote που βασίστηκαν στην κονσόλα της Nintendo Wii. Αυτά τα τρία περιφερειακά οδήγησαν μια ακόμη μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού να ενασχοληθεί με τα βιντεοπαιχνίδια και σημείωσαν εκατομμύρια πωλήσεις με συνέπεια να βρίσκονται εύκολα στην διάθεση πολλών ατόμων.

Πέρα από το παραπάνω, αξίζει να σημειωθεί τις ευεργετικές επιδράσεις που μπορεί να έχει ο τομέας της εικονικής πραγματικότητας στην ψυχολογία του ατόμου. Η μονότονη πολλές φορές στρατηγική από ακολουθείται εδώ και δεκαετίες στην αποκατάσταση αποτρέπει τους ασθενείς από το να καταβάλουν ιδιαίτερη προσπάθεια και να ασχοληθούν μαζί της ιδίως μετά την έξοδό τους από το νοσοκομείο. Ιδιαίτερα όταν πρόκειται για πληθυσμιακές ομάδες όπως τα παιδιά γίνεται αντιληπτό ότι δύσκολα μπορούμε να κρατήσουμε για μεγάλο χρονικό διάστημα το ενδιαφέρον τους επικεντρωμένο στον στόχο μας.

Σκοπός της εργασίας είναι να δείξει πως μπορεί κάποιος να δουλέψει πάνω σε αυτές τις συσκευές, αναπτύσσοντας το απαραίτητο λογισμικό και πως αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλλά και να αποδείξει πως ο κόσμος της εικονικής πραγματικότητας μπορεί να αποκτήσει μία καίρια θέση στον τομέα μας και να διευκολύνει το έργο μας αλλά και τον ίδιο τον ασθενή να ξεπεράσει τι όποιος δυσκολίες αντιμετωπίζει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εικονική πραγματικότητα-Γενικά

Με τον όρο εικονική πραγματικότητα ή καλύτερη με τον όρο εικονική αποκατάσταση (virtual reality) στις επιστήμες υγείας εννοούμε ότι το πρόγραμμα θεραπείας-αποκατάστασης του ασθενούς στηρίζεται ή ενισχύεται από ηλεκτρονικά συστήματα που καθοδηγούν τον ασθενή μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος με το οποίο και αλληλοεπιδρά. Σήμερα, η πλειονότητα των ατόμων χρησιμοποιεί εικονικά περιβάλλοντα στην καθημερινότητά του προκειμένου να εκπληρώσει διάφορες εργασίες, από επαγγελματικό επίπεδο μέχρι επίπεδο διασκέδασης και ψυχαγωγίας.

Η εικονική θεραπεία θα λέγαμε λοιπόν είναι μία μέθοδος που μπορεί να έχει τεράστιο αντίκρυσμα σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού αφού τα απαιτούμενα για την επίτευξή της είναι απίστευτα προσιτά για τους περισσότερους (International Society on Virtual Rehabilitation & National Society on Virtual Rehabilitation).

Ο όρος εικονική αποκατάσταση εισήχθη για πρώτη φορά το 2002 από τον καθηγητή Daniel Thalmann του EPFL στην Ελβετία και από τον καθηγητή Grigore Burdea του πανεπιστημίου Rutgers των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Σύμφωνα με αυτούς η εικονική αποκατάσταση είναι κάτι το οποίο μπορεί να έχει σημαντικές εφαρμογές τόσο στην φυσικοθεραπεία αλλά και σε γνωστικές επεμβάσεις όπως σε ασθενείς που πάσχουν από μετρά τραυματικό άγχος, φοβίες, προβλήματα συγκέντρωσης ή ακόμα και αμνησία. Από το 2008 μάλιστα έχει συσταθεί η κοινότητα εικονικής αποκατάστασης η οποία έχει αναγνωρισθεί σε παγκόσμιο επίπεδο (Burdea G. Et al, 2004).

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας έχει γίνει διαθέσιμη εμπορικά στο ευρύ κοινό από τα τέλη της δεκαετίας του '80, με τα πρώτα συστήματα να διατίθενται στην αγορά από την VPL Research. Μία δραστική βελτίωση στην τεχνολογία των υπολογιστών, σε συνδυασμό με καλύτερα εργαλεία προγραμματισμού, συνέβαλαν στην αναγέννηση της εικονικής πραγματικότητας στα τέλη της δεκαετίας του '90. Σήμερα οι εφαρμογές της επεκτείνονται σε διάφορους τομείς, από την πετρελαϊκή βιομηχανία μέχρι την κατασκευή οχημάτων καθώς και το στρατό και την ιατρική.

Στον ιατρικό κλάδο, η εικονική πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία της ανατομίας, στην εκπαίδευση των διαγνωστικών διαδικασιών (όπως εικονική κολονοσκόπηση, ή εικονική βρογχοσκόπηση), στην εκπαίδευση πάνω σε χειρουργικές διαδικασίες αλλά και στην αποκατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση θα ασχοληθούμε ωστόσο με τον τελευταίο τομέα, τον τομέα της αποκατάστασης. Ο τομέας της «εικονικής αποκατάστασης» αν και αποτελεί κάτι νέο σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές των εικονικών περιβαλλόντων στην υγεία, μεγαλώνει με ταχείς ρυθμούς τόσο στις Ηνωμένες πολιτείες όσο και στην Ευρώπη. Αυτό θα αποδειχθεί και από την παρούσα εργασία, αφού σύμφωνα με τις ενδείξεις ερευνών η τεχνολογία πρόκειται να φέρει επανάσταση στην «τέχνη» της θεραπείας στο μέλλον (Claire F. Snyder et al, 2011).

Η χρήση της προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων τα οποία θα εξεταστούν στην συνέχεια με βάση τη θεραπευτική προσέγγιση, την αποτελεσματικότητα καθώς και την αντίδραση του ίδιου του ασθενή. Ο ενθουσιασμός μας όμως για το όλο εγχείρημα κλονίζεται όταν

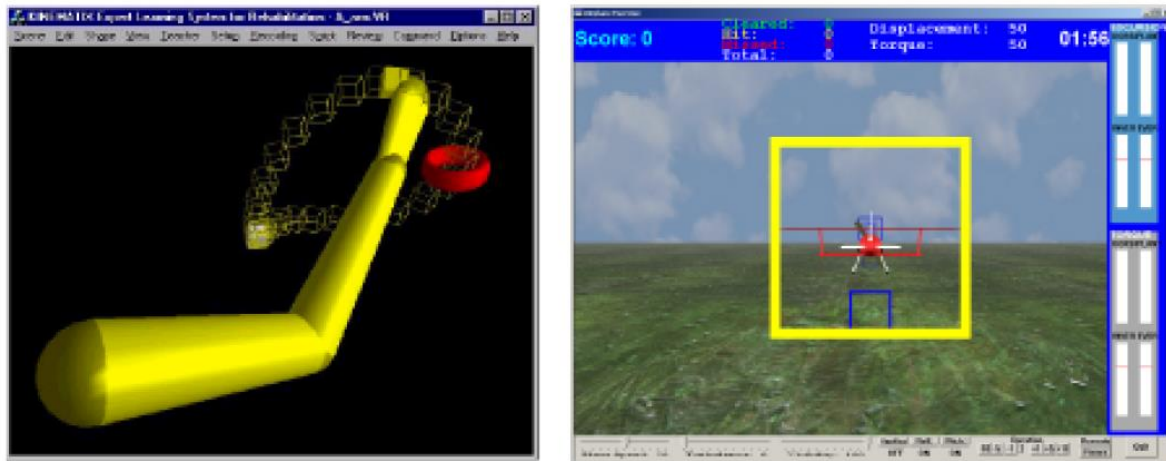
συνειδητοποιούμε τις προκλήσεις που συναντά κανείς, το θέμα του εξοπλισμού, το κόστος και την αντίδραση της θεραπευτικής κοινότητας απέναντι στην νέα αυτή τεχνολογία.

1.2 Τύποι εικονικής αποκατάστασης

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να ταξινομήσουμε την εικονική αποκατάσταση (Grigore Burdea, 2004). Ένας προφανής τρόπος είναι με βάση την ομάδα πληθυσμού για την οποία προορίζεται. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε την μυοσκελετική εικονική αποκατάσταση, την εικονική αποκατάσταση μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, την εικονική αποκατάσταση για νοητικά προβλήματα και άλλες παθήσεις. Οι ασθενείς με ορθοπεδικά προβλήματα είναι αυτοί οι οποίοι έχουν υποστεί τραυματισμό σε οστά, μυς ή συνδέσμους ή έχουν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση για την θεραπεία κάποιου μυοσκελετικού προβλήματος· χαρακτηριστικό σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ότι νεαρά άτομα υπόκεινται σε κάποιο τραυματισμό σε αθλητικές συνήθως δραστηριότητες, ενώ άτομα μεγαλύτερης ηλικίας λόγω εκφυλιστικών αλλοιώσεων. Για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες 25.000 άτομα παθαίνουν διάστρεμμα στην ποδοκνημική (American Association of Orthopedic Surgeons, 2002.). Σχετικά με την αποκατάσταση μετά από ΑΕΕ, υπάγονται σε αυτή όσοι ασθενείς έχουν επιβιώσει μετά από αιμορραγία ή απόφραξη κάποιου εγκεφαλικού αγγείου με συνέπεια την απώλεια της οξυγόνωσης του εγκεφάλου και της παράλυσης συνήθως της μίας πλευράς του σώματός τους. Τέλος, οι ασθενείς με νοητικά προβλήματα, περιλαμβάνουν άτομα που αντιμετωπίζουν θέματα εστίασης της προσοχής-υπερκινητικότητα, άτομα με διατροφικές διαταραχές καθώς και μετατραυματικό στρες ή φοβίες (M. North et al, 2002).

Ένας άλλος τρόπος να ταξινομήσουμε την εικονική αποκατάσταση είναι με βάση το πρωτόκολλο αποκατάστασης (Grigore Burdea, 2004). Εδώ έχουμε την επαυξημένη και την απλή εικονική αποκατάσταση. Στην επαυξημένη εικονική αποκατάσταση οι ασθενείς υπόκεινται σε ένα συνδυασμένο είδος θεραπείας που περιλαμβάνει τόσο συμβατικές ασκήσεις με εξοπλισμό που υπάρχει στις κλινικές ή στο σπίτι όσο και ασκήσεις που απαιτούν ειδικά τεχνολογικά συστήματα. Από την άλλη η απλή εικονική αποκατάσταση απομπλέκεται από κάθε είδος «κλασσικής» άσκησης και εστιάζει μόνο σε αυτές που πραγματοποιούνται σε εικονικό περιβάλλον.

Η εικονική αποκατάσταση διαφέρει, επίσης, και σε σχέση με την θεραπευτική προσέγγιση που ακολουθείται, όπως «διδασκαλία μέσω παραδειγμάτων» και « αποκατάσταση με παιχνίδια». Η «διδασκαλία μέσω παραδειγμάτων» έχει χρησιμοποιηθεί σε ασθενής μετά από ΑΕΕ από ερευνητές του πανεπιστημίου τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (M. Holden et al, 2002). Η κινητική εκμάθηση για το άνω άκρο επιτυγχάνεται μέσω ενός αντικειμένου στο ρόλο του δασκάλου (στην περίπτωση αυτή από ένα κύβο). Η απαιτούμενη πορεία της κίνησης για να γίνει η σύλληψη του αντικειμένου εμφανίζεται στην οθόνη για να βοηθηθεί οπτικά ο ασθενής. Η κίνηση του χρήστη με τη σειρά της καταγράφεται και συγκρίνεται με το υπόδειγμα. Αντίθετα, στην δεξιά πλευρά της εικόνας (R. Boian et al, 2002) βλέπουμε την υλοποίηση του ίδιου εγχειρήματος μέσω ενός παιχνιδιού όπου ο ασθενής οδηγεί κινώντας το χέρι του ένα αεροπλάνο το οποίο πρέπει να περάσει μέσα από διάφορες πύλες. Εδώ δεν υπάρχει κάποιο «αντικείμενο-δάσκαλος» και ο ασθενής πρέπει να διαχειριστεί ένα περισσότερο διανοητικό φορτίο.



Εικόνα 1: Δύο διαφορετικοί τύποι εικονικής αποκατάστασης. (Αριστερά: διδασκαλία μέσω παραδειγμάτων, Δεξιά: αποκατάσταση με παιχνίδια) (Τροποποιημένη από Grigore Burdea, 2004).

Τέλος, η εικονική αποκατάσταση μπορεί να διαφοροποιηθεί με γνώμονα την εγγύτητα του ασθενούς στο θεραπευτή ή την θεραπευτική ομάδα (Grigore Burdea, 2004). Αν οι θεραπευτές είναι κοντά, η θεραπεία θεωρείται τοπική, όπως σε ένα περιβάλλον κλινικής ή κέντρου αποκατάστασης. Αν οι θεραπευτές δεν μπορούν να έρθουν σε άμεση επαφή με τον ασθενή τότε η θεραπεία είναι απομακρυσμένη και το κενό καλύπτεται από τον όρο της «τηλεαποκατάστασης». Η «τηλεαποκατάσταση» είναι μία νεότερη έννοια στον χώρο αυτό, και βρίσκεται συγκριτικά πιο πίσω αναπτυξιακά τη δεδομένη χρονική στιγμή (Holden MK et al, 2005).

1.3 Πλεονεκτήματα της Εικονικής Αποκατάστασης

Προτού προχωρήσουμε στα πλεονεκτήματα της εικονικής αποκατάστασης θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούμε στα μειονεκτήματα της συμβατικής μεθόδου αποκατάστασης και σε αυτή την περίπτωση μόνο ένα κοσμητικό έρχεται άμεσα στο νου· μονότονη. Πράγματι, η αποκατάσταση είναι εκ φύσεως επαναλαμβανόμενη, και η επανάληψη τείνει να αποτρέπει τον ασθενή από την πιστή εφαρμογή του προγράμματος. Ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο η απόσταση της συμβατικής θεραπείας από υπολογιστικές συσκευές. Το γεγονός αυτό αποτρέπει τη συγκέντρωση δεδομένων που θα μπορούσαν να αποτελέσουν χρήσιμα στοιχεία για την βελτίωση των πρωτοκόλλων που ακολουθούνται. Πέρα από αυτό, πολλές συνεδρίες γίνονται κατ' οίκον από έναν θεραπευτή, άρα η συγκέντρωση πληροφοριών καθίσταται ακόμα πιο δύσκολη. Βέβαια, η επίβλεψη από ένα θεραπευτή σημαίνει και αύξηση του κόστους της θεραπείας για τον ασθενή. Ωστόσο, ακόμα και αν δεν υπάρχει οικονομικό θέμα, κάποιες περιοχές υπολείπονται θεραπειών όπως σε χωριά ή αγροτικές περιοχές. Αυτό ωθεί τους ασθενείς να κάνουν μεγάλες μετακινήσεις οι οποίες δεν είναι πάντοτε εφικτές τόσο από οικονομική άποψη όσο και από άποψη ικανοτήτων μετακίνησης του ίδιου του ατόμου. Πάνω από 50 εκατομμύρια Αμερικανοί πολίτες ζουν σε αγροτικές περιοχές, ενώ μόνο το 10% των θεραπειών είναι διαθέσιμοι σε αυτές σύμφωνα με έρευνα της Εθνικής Αγροτικής Ένωσης Υγείας (National Rural Health Association).

Τα πλεονεκτήματα της εικονικής αποκατάστασης είναι πολυάριθμα. Ο ίδιος εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα παθήσεων καθώς και για διαφορετικούς τύπους άσκησης. Για παράδειγμα το σύστημα HMD (Head Mounted Display) μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε περιπτώσεις μετατραυματικού στρες όσο και σε περιπτώσεις με

παιδιά που αντιμετωπίζουν ελλείματα προσοχής. Ομοίως, ένα σύστημα που περιλαμβάνει τη χρήση ενός γαντιού για την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε μυοσκελετικά προβλήματα π.χ. για ενδυνάμωση μετά από χειρουργική επέμβαση τον καρπό όσο και σε περιπτώσεις που χρειάζεται να βελτιώσουμε τη συναρμογή χεριού-ματιού σε νευρολογικούς ασθενείς όπως βλέπουμε στην εικόνα όπου ο ασθενής προσπαθεί ουσιαστικά να βάλει τις ράβδους στις σωστές τρύπες (Popescu V. et al, 2005).

Εικόνα 3: Μία από τις σύγχρονες εκδοχές της απτικής τεχνολογίας (Τροποποιημένη από (S. Dhurjaty, 2005).)



Εικόνα 2: Μία από τις πρώτες υλοποιήσεις του

«Haptic Glove» στην αποκατάσταση του καρπού (Τροποποιημένη από (S. Dhurjaty, 2005).)



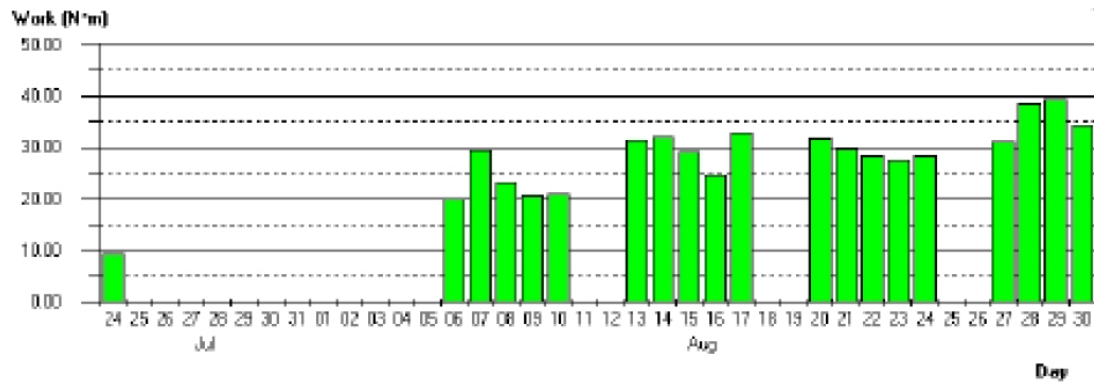
Ένα άλλο πλεονέκτημα που παρουσιάζεται σε κάθε τύπο εικονική αποκατάσταση είναι η διαδραστικότητα και το κίνητρο για τον ασθενή. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στις περιπτώσεις που η εικονική αποκατάσταση έχει την μορφή βιντεοπαιχνιδιού, όπου ο ασθενής είτε συναγωνίζεται τον υπολογιστή είτε καλείται να πετύχει το μεγαλύτερο σκορ. Χάρη στις οπτικές και ακουστικές επιβραβεύσεις που λαμβάνει ο χρήστης καθώς και χάρη στα μηνύματα που βλέπει στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο, ο ασθενής αισθάνεται την ανάγκη να συνεχίσει να βελτιώνεται. Έχει μάλιστα προταθεί, στο μέλλον, οι ασθενείς να συναγωνίζονται ο ένας τον άλλον σε αυτά τα παιχνίδια (S. Dhurjaty, 2005). Με άλλο λόγια μέσα από τον συναγωνισμό και τη διασκέδαση παίζοντας, θα βελτιώνουν παράλληλα και τη λειτουργική τους δραστηριότητα.

Τα συστήματα εικονικής αποκατάστασης βασίζονται στους υπολογιστές για τον σχεδιασμό και την προβολή των ασκήσεων, και σε σένσορες προκειμένου να καταστεί εφικτή η αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει μία συνεχής ροή δεδομένων σχετικά με τις κινήσεις του χρήστη, το εύρος τροχιάς τους και τη δύναμη που μπορεί να ασκεί. Έτσι μπορούμε να καταλάβουμε αν ο ασθενής προσπαθεί στο μέγιστο των δυνατοτήτων του αφού δεν μπορεί να «κρυφτεί» από τον υπολογιστή και τα δεδομένα που συλλέγει κάθε στιγμή.

Παράλληλα, τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται σε πολλές περιπτώσεις σε onlineβάσεις αυτόματα. Εκεί τα δεδομένα είναι προστατευμένα με ειδικά πρωτόκολλα και αλγόριθμους προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων του ασθενούς. Σημαντικό σε αυτή την περίπτωση είναι ότι μπορούμε να δούμε συγκριτικά την πρόοδο του

ασθενούς αλλά και να τη συγκρίνουμε με την πρόοδο άλλων ασθενών με παρόμοια προβλήματα.

Γράφημα 1: Online βάση δεδομένων όπου βλέπουμε τα δεδομένα σχετικά με την αντοχή των ασθενών μετά από ΑΕΕ κατά τις ασκήσεις ενδυνάμωσης του καρπού.



Στο παραπάνω γράφημα όπου παρουσιάζονται τα στοιχεία σε μία Online βάση δεδομένων βλέπουμε τη βελτίωση που παρουσιάζει η αρχική ικανότητα του ασθενούς κατά το πέρας ενός μήνα. Τα στοιχεία χάρη στην Online αποθήκευσή τους μπορούν να είναι διαθέσιμα προς τον θεραπευτή ανά πάσα στιγμή και σε κάθε μέρος.

Αυτή η δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης στα δεδομένα είναι που καθιστά εφικτή την τηλεαποκατάσταση όπου οι ασθενείς βρίσκονται μακριά από κέντρα αποκατάστασης και θεραπευτές. Το γεγονός αυτό είναι μείζονος σημασίας για ασθενείς σε απομακρυσμένες περιοχές που δεν έχουν πρόσβαση σε κάποιο κέντρο ή τη δυνατότητα να καλέσουν κατ'οίκον κάποιον θεραπευτή. Στις περιπτώσεις αυτές η τηλεαποκατάσταση μπορεί να παίξει μείζονα ρόλο για τη θεραπεία ατόμων με τις συγκεκριμένες δυσκολίες. Η τηλεαποκατάσταση αποτελεί επίσης έναν τρόπο μείωσης δαπανών για το σύστημα υγείας. Για παράδειγμα, σε ασθενείς με εγκεφαλικό, η τηλεαποκατάσταση και η τηλεδιαβούλευση ενός απεσταλμένου με όλη την ομάδα αποκατάστασης μείωσε το κόστος και το χρόνο της μεταφοράς. Για παράδειγμα, ερευνητές από το Καθολικό Πανεπιστήμιο της Αμερικής, αναφέρουν σε μία έρευνα σχετικά με τη νοσηλευτική διαχείριση ασθενών μετά από Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ότι με την τηλεσυμβούλευση διάρκειας 20 με 25 λεπτών εν συγκρίσει με επισκέψεις στο σπίτι διάρκειας 30 με 60 λεπτών (καθώς και 60 λεπτά επιπλέον για την μεταφορά των υπευθύνων), το κόστος του όλου εγχειρήματος μειώθηκε περισσότερο από το μισό (Buckley K. Et al, 2005). Ένας άλλος τρόπος μείωσης των εξόδων είναι μέσω της παρακολούθησης ταυτόχρονα πολλών ασθενών που ασκούνται στο σπίτι μέσω της μετάδοσης εικόνας από το διαδίκτυο (S. Dhurjaty, 2005)

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα έχουν να κάνουν με το σύνολο των ασθενών. Υπάρχουν, ωστόσο, πλεονεκτήματα τα οποία έχουν να κάνουν με συγκεκριμένους τύπους εικονικής αποκατάστασης. Παραδείγματος χάρη, ασθενείς με φοβία να ταξιδέψουν αεροπορικώς αναγκάζονται να επιβιβαστούν μαζί με έναν πραγματικό θεραπευτή. Προφανώς, θίγεται η ιδιωτικότητά τους με τους υπόλοιπους επιβάτες να παρακολουθούν την εξέλιξη



Εικόνα 4: Μάσκα εικονικής πραγματικότητας που προσομοιάζει το περιβάλλον ενός αεροπλάνου σε συνδυασμό με ειδικό κάθισμα (Τροποποιημένη από (S. Dhurjaty, 2005).

της συνεδρίας και τις αντιδράσεις του συμμετέχοντος. Με την εικονική αποκατάσταση, όμως, κατέστη δυνατό η θεραπεία να γίνει σε ειδικό προσομοιωτή και σε ιδιωτικό χώρο. Ως συνέπεια, όχι μόνο να μην εκτίθεται ο ασθενής δημοσίως αλλά να μειώνεται αισθητά και το κόστος (Hodges et al, 2006).

1.4 Μειονεκτήματα της Εικονικής Πραγματικότητας

Παρόλα τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η εικονική πραγματικότητα έχει και δυσκολίες που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να διασφαλιστεί η υιοθέτησή της σαν μέθοδος. Η πρώτη και μεγαλύτερη πρόκληση είναι ο βαθμός κλινικής αποδοχής της μεθόδου. Αυτό εξαρτάται τόσο από τις μελέτες που ερευνούν την αποτελεσματικότητά της αλλά και από την αποδοχή από τους ίδιους τους θεραπευτές. Ιατρικές μελέτες βρίσκονται σε εξέλιξη ενώ πολλές είναι ήδη διαθέσιμες, υπάρχει όμως ακόμα μέλλον σχετικά με την διαπίστευση της καταλληλότητας της επαυξημένης πραγματικότητας ή της εικονικής πραγματικότητας σαν παγιωμένη μέθοδος αποκατάστασης. Παρόλα αυτά τα στοιχεία που παίρνουμε μέχρι σήμερα είναι αρκετά ενθαρρυντικά ιδίως όταν έχουμε να κάνουμε με θεραπεία μετά από ΑΕΕ. Μάλιστα, η εικονική αποκατάσταση έχει αποδειχθεί να βελτιώνει την κατάσταση των ασθενών ακόμη και χρόνια μετά την ολοκλήρωση της συμβατικής μεθόδου θεραπείας (M. Holden et al, 2005).

Η αντιμετώπιση του θεραπευτή απέναντι στην τεχνολογία είναι ένα άλλο θέμα. Κάποιοι με ιδιαίτερες φοβίες ισχυρίζονται ότι η τεχνολογία θα τους αντικαταστήσει με συνέπεια να χάσουν τη δουλειά τους. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει πραγματικά. Η εικονική αποκατάσταση έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τον θεραπευτή με σκοπό να βελτιστοποιήσει το αποτέλεσμα της δουλειάς του πάνω στον ασθενή. Το όλο τεχνολογικό πλαίσιο είναι κάτι στο οποίο οι περισσότεροι θεραπευτές δεν έχουν εκτεθεί κατά τη διάρκεια των ακαδημαϊκών του χρόνων και η αντίσταση σε τέτοιου είδους τεχνολογίες είναι αρκετά διαδεδομένη. Αυτό το τεχνολογικό κενό ωστόσο θα μπορούσαμε να πούμε ότι καλύπτεται από τις απόψεις των ίδιων των ασθενών και των συνοδών τους όπου οι περισσότεροι, μετά από την δοκιμή της, αγκαλιάζουν θα λέγαμε την τεχνολογία (K. Buckley et al, 2005).

Ένα άλλο πρόβλημα έχει να κάνει με το περιβάλλον διεπαφής μεταξύ του υπολογιστή και του χρήστη. Πολλοί ασθενείς δεν ασχολούνται με υπολογιστές ενώ άτομα μεγάλης ηλικίας ίσως δεν διαθέτουν κάποιον καν στην κατοικία τους. Επομένως, ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος του λογισμικού αλλά και ο ίδιος ο υλικός εξοπλισμός πρέπει να είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν από κάθε πληθυσμιακή ομάδα.

Βέβαια σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το κόστος του εξοπλισμού, το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει μειωθεί αισθητά αλλά συνεχίζει να αποτελεί ανασταλτικός παράγοντας για την ευρέως διαδεδομένη χρήση του. Ακόμα και σήμερα, η τιμή κάποιων μηχανημάτων είναι απαγορευτική για κάποια κέντρα, σχολεία ή ιδρύματα.

Η τηλεαποκατάσταση με τη σειρά της έχει δικά της θέματα να αντιμετωπίσει. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πολλά άτομα ιδίως μεγαλύτερης ηλικίας δεν έχουν καν υπολογιστή πόσο μάλλον σύνδεση στο διαδίκτυο. Ωστόσο, το πρόβλημα μπορεί να λυθεί εν μέρει με σύνδεση μέσω κινητού ή τοπική αποθήκευση των δεδομένων. Παρόλα αυτά, όμως, στις περιπτώσεις αυτές, υφίσταται ακόμα το πρόβλημα της παρακολούθησης του ασθενή σε πραγματικό χρόνο. Ως συνέπεια, εύκολα θα μπορούσε να κάνει νύξη κανείς σε θέματα ασφαλείας του ασθενούς.

Για την ασφάλεια, βέβαια, ακόμα και όταν είναι δυνατή η επίβλεψη σε πραγματικό χρόνο, εγείρονται αντιδράσεις. Εύκολα μπορεί να προκληθεί επανατραυματισμός του ασθενή όχι μόνο στο ήδη υπάρχον πρόβλημα αλλά και από πιθανή πτώση του. Η τηλεαποκατάσταση βέβαια είναι ακόμα σε ερευνητικό στάδιο και έχει περιθώρια βελτίωσης. Κάποιοι ασθενείς, από την άλλη πλευρά, ενθουσιάζονται με το όλο εγχείρημα και τους αρέσει να μην είναι «αναγκασμένοι» να έχουν τον θεραπευτή στο σπίτι.

Πίνακας 1: Συνοπτική Απεικόνιση Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων Εικονικής Αποκατάστασης

Είδος Αποκατάστασης	Εικονικής	Πλεονεκτήματα αποκατάστασης	Εικονικής	Μειονεκτήματα αποκατάστασης	Εικονικής
Νευρομυικά Θέματα		<ul style="list-style-type: none"> • Ενθάρρυνση/Κίνητρο • Εξοικονόμηση Δαπανών ανά περιπτώσεις • Συγκέντρωση Δεδομένων σε OnlineΒάση • Ανίχνευση μειωμένης προσπάθειας του ασθενή • Λειτουργικές Δραστηριότητες και κινήσεις 		<ul style="list-style-type: none"> • Ακριβώς εξοπλισμός • Μειωμένη κλινική αποδοχή • Απαίτηση τεχνικών γνώσεων 	
Μετά από ΑΕΕ		<ul style="list-style-type: none"> • Ενθάρρυνση/Κίνητρο • Εξοικονόμηση Δαπανών ανά περιπτώσεις • Εντατική- μη μονότονη άσκηση • Προσαρμόσιμη στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή • Χρήση ακόμα και σε χρόνιες φάσεις ΑΕΕ • ADL(Activities of Daily Living) 		<ul style="list-style-type: none"> • Κυρίως για εφαρμογή στο άνω άκρο • Απαίτηση τεχνικών γνώσεων • Μειωμένη κλινική αποδοχή • Διανοητικό βάρος για τον ασθενή(πιθανός ανασταλτικός παράγοντας ανά περιπτώσεις) 	
Νοητικά Θέματα		<ul style="list-style-type: none"> • Ενθάρρυνση/Κίνητρο • Εξοικονόμηση Δαπανών ανά περιπτώσεις • Εξασφάλιση της ιδιωτικότητας • Μείωση του κόστους 		<ul style="list-style-type: none"> • Απαίτηση τεχνικών γνώσεων • Έλλειψη καταλληλότητας εξοπλισμού και για ενήλικες και για παιδιά • Μεγάλο κόστος εξοπλισμού πχ για σχολεία 	
Τηλεαποκατάσταση		<ul style="list-style-type: none"> • Κάλυψη της έλλειψης θεραπειών σε απομακρυσμένες περιοχές • Αποκατάσταση στο σπίτι • Μείωση του κόστους για 		<ul style="list-style-type: none"> • Κόστος εξοπλισμού • Απαιτούμενη η σύνδεση στο διαδίκτυο • Απαιτούμενη η ύπαρξη 	

	<p>τον ασθενή</p> <ul style="list-style-type: none">• Αποθήκευση δεδομένων	<p>υπολογιστής το σπίτι</p> <ul style="list-style-type: none">• Απαίτηση τεχνικών γνώσεων από τον ασθενή• Ασφάλεια
--	--	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Βιντεοπαιχνίδια

Οι περισσότεροι σκέφτομαι τα βιντεοπαιχνίδια ως ένα μέσο ψυχαγωγίας. Υπάρχει, ωστόσο, ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα βιντεοπαιχνίδια ως ένα μέσο εκπαίδευσης και εξάσκησης ανθρώπων (Durkin, 2010). Τα λεγόμενα «σοβαρά παιχνίδια» είναι ένας όρος ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει βιντεοπαιχνίδια τα οποία έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για τον τομέα της εκπαίδευσης και της άσκησης (Annetta, 2010). Ο τομέας της ιατρικής έχει μία ιστορία χρήσης των βιντεοπαιχνιδιών ως έναν τρόπο να ξεπεράσει τα προβλήματα συμπεριφορά ορισμένων ασθενών και να βελτιώσει τη κατάσταση της υγείας τους. Υπάρχουν, μάλιστα, από παλαιότερες δεκαετίες, αναφορές από έρευνες που χρησιμοποιούσαν τα βιντεοπαιχνίδια σε ασθενείς με διάφορες παθήσεις ή φυσικές αναπηρίες (Krichevets, Sirotkina, Yevsevecheva et al., 1994).

Σήμερα βλέπουμε όλο ένα και περισσότερα βιντεοπαιχνίδια να αξιολογούνται σε έρευνες ως εργαλεία που αναπτύχθηκαν αποκλειστικά για τον τομέα της ιατρικής, πολλές φορές κιόλας σε συνδυασμό με φαρμακευτική αγωγή (Kato, Cole, Bradlyn, & Pollock, 2008). Ενδιαφέρον θα μπορούσε να χαρακτηριστεί, παράλληλα, το γεγονός ότι πολλά βιντεοπαιχνίδια που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο αλλά και ερευνηθεί από την επιστημονική κοινότητα δεν είναι αποκλειστικά σχεδιασμένα για θεραπευτικούς σκοπούς, αλλά διαθέσιμα εμπορικώς για το ευρύ υγιές κοινό.

Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της φυσιοθεραπείας, γίνονται αναφορές μέχρι και 30 χρόνια νωρίτερα στην βιβλιογραφία, ότι η ενασχόληση με τα βιντεοπαιχνίδια, ακόμη και με τα απλά (παιχνίδια με συμβατικά χειριστήρια), μπορεί να έχει θεραπευτικές επιδράσεις μετά από τραυματισμό του άνω άκρου (Szer, 1983), σε παράλυση του Erb (Krichevets et al., 1994), καθώς και μετά από κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις (Sietsema, Nelson, Mulder, Mervau-Scheidel et al., 1993). Η επιτυχία της εμπλοκής των βιντεοπαιχνιδιών στον τομέα αυτό, μπορεί να αποδοθεί στο αυξημένο κίνητρο και συμμετοχή που προσφέρουν στον ασθενή, καθιστώντας λιγότερο μονότονη και επαναλαμβανόμενη τη θεραπευτική διαδικασία. Με άλλα λόγια, οι ασθενείς είναι πιο πιθανό να συνεργαστούν και να εκτελέσουν τις απαιτούμενες ασκήσεις, όταν αυτές συνδυάζονται με κάτι πιο ενδιαφέρον και διασκεδαστικό.

Τα παιχνίδια με αγώνες αυτοκινήτου για παράδειγμα έχουν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με φυσιοθεραπευτικό εξοπλισμό για κάποιες ομάδες ασθενών. Σε μία έρευνα, τα παιχνίδια αγώνων αυτοκινήτου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με ένα χειροκίνητο αναπηρικό αμαξίδιο (O'Connor et al., 2000). Το λογισμικό που αναπτύχθηκε μετέτρεπε τις κινήσεις των τροχών του αμαξιδίου σε κινήσεις μέσα στο παιχνίδι, καθιστώντας το με αυτό τον τρόπο σαν ένα είδος χειριστηρίου. Οι παίκτες ενθαρρύνονταν να κινούν τα αναπηρικά τους καρότσια προκειμένου να παίξουν διάσημα παιχνίδια της εποχής όπως τα Need for Speed II και Power Boat Racer. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς που χρησιμοποίησαν το εν λόγω σύστημα σημείωσαν σημαντική βελτίωση στη σωματική τους υγεία με βάση τα υπομέγιστα ποσά κατανάλωσης οξυγόνου και τον καρδιακό τους παλμό. Δυστυχώς στην περίπτωση αυτή δεν υπήρχε μία ομάδα ελέγχου με ασθενείς που δεν ενασχολήθηκαν με την βελτίωση της σωματικής τους υγείας χωρίς το συγκριμένο λογισμικό. Αυτό θα βοηθούσε πολύ στο να δούμε τις διαφορές με τον τρόπο αυτό θεραπείας.

Σε μία πιο πρόσφατη έρευνα, ένα εμπορικά διαθέσιμο παιχνίδι, το Need for Speed, χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με μια ειδική συσκευή εργόμετρου, το GameCycle

(Widman, McDonald & Abresch, 2006). Οι συμμετέχοντες ήταν ασθενείς με δισχιδή ράχη, μία συγγενή παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης. Αυτοί οι ασθενείς παρουσίαζαν κινητικές δυσκολίες που τους απέτρεπαν από την συμμετοχή τους στα περισσότερα από τα γνωστά αθλήματα. Σκοπός της έρευνας ήταν να παρέχει φυσική δραστηριότητα στα άτομα αυτά, συνδυάζοντας της με ένα ευχάριστο και ενθαρρυντικό σύστημα επιβράβευσης. Το πρόγραμμα διήρκησε 4 μήνες και πραγματοποιούνταν στο σπίτι των συμμετέχοντων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα άτομα αυτά έφτασαν σε επίπεδο να εκτελούν άσκηση έντασης τουλάχιστον στο 50% της VO_2Max , σύμφωνα με το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητικής Ιατρικής. Βέβαια, υπήρχαν και ασθενείς οι οποίοι δεν το βρήκαν ιδιαίτερα απαιτητικό, αλλά όπως αποδείχτηκε από τις μετρήσεις ήταν ήδη σε υψηλό επίπεδο. Επομένως, καλύφθηκαν θα μπορούσαμε να πούμε οι ανάγκες αυτών που το είχαν περισσότερο ανάγκη. Επιπλέον, όλοι το βρήκαν ευχάριστο, ενδιαφέρον και ενθαρρυντικό.

Οι παραπάνω μελέτες αποδεικνύουν ότι τα παιχνίδια μπορούν να έχουν ένα θετικό αντίκτυπο στον τομέα της αποκατάστασης και να ωθήσουν τους ασθενείς να βελτιωθούν αλλά και να ασχοληθούν με τη φυσική δραστηριότητα. Τα τελευταία χρόνια μία νέα γενιά εμπορικών παιχνιδιών έχει κάνει την εμφάνισή της, η οποία δεν απευθύνεται μόνο στους μνημένους του είδους αλλά και στο ευρύ κοινό απαιτώντας από τον παίκτη να είναι φυσικά δραστήριος σαν μέρος του παιχνιδιού. Παρόλο που μελέτες έχει συνδέσει τα παιχνίδια με την παχυσαρκία (Vandewater, Shim, Caplovitz et al., 2004), κονσόλες όπως το Xbox 360 και το Nintendo Wii καθώς και τα περιφερειακά τους όπως το Kinect και το Balance Board αντίστοιχα έχουν αποδειχθεί να απαιτούν σημαντικά ποσά σωματικής ενέργειας από του παίκτες για να εκπληρώσουν τους στόχους του παιχνιδιού. Παρόλο που οι ενεργειακές αυτές απαιτήσεις δεν προσομοιάζουν πάντα αυτές αθλημάτων σε πραγματικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν καλές εναλλακτικές. Μάλιστα, τα συστήματα αυτά είναι από τα πιο διάσημα στην αγορά και μπορούν να επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη, την ισορροπία και την αερόβια ικανότητα (Orry, 2009).

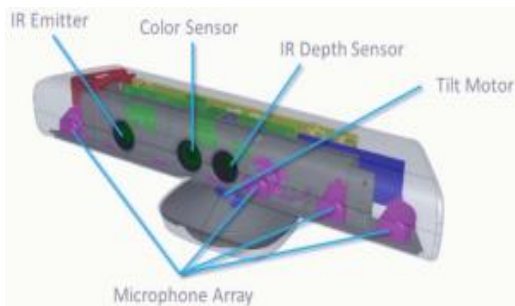
Η χρήση των παραπάνω συστημάτων και παιχνιδιών αντικρούεται στην άποψη που επικρατεί για την καθιστική ζωή που κάνουν οι περισσότεροι παίκτες και όπως θα δούμε μπορεί να έχει σημαντικές εφαρμογές στον τομέα μας. Μάλιστα τα συστήματα αυτά μπορούν να εξαλείψουν βασικά μειονεκτήματα που παρουσιάζουν συστήματα εικονικής πραγματικότητας που είδαμε προηγουμένως, όπως το κόστος απόκτησης, η προσβασιμότητα και η ανάγκη ύπαρξης ξεχωριστού εξοπλισμού για ενήλικες και παιδιά. Ας δούμε, λοιπόν, την αναλυτική παρουσίαση των συστημάτων, τον τρόπο λειτουργίας τους και τις υλοποιήσεις τους στον κλάδο της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης.

2.2 Kinect

Το Kinect (ή το επωνομαζόμενο ως project natal κατά το εμβρυικό του στάδιο) αποτελεί τον βασικό πυρήνα πάνω στον οποίο στηρίχθηκε η παρούσα εργασία και ουσιαστικά πρόκειται για έναν αρκετά εξελιγμένο αισθητήρα, ικανό να ανιχνεύσει όλες τις βασικές αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος. Αναπτύχθηκε στα εργαστήρια της Microsoft με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως περιφερειακό της τότε σύγχρονης παιχνιδοκονσόλας της Xbox 360 και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στα τέλη του 2010 σημειώνοντας μεγάλη εμπορική επιτυχία και συγκεκριμένα 24 εκατομμύρια συσκευές μέχρι το Φεβρουάριο του 2013 κατακτώντας μία θέση στο βιβλίο των ρεκόρ Guinness. Αυτό που ήθελε να πετύχει η εταιρία ήταν κατά βάση το σώμα του ίδιου του παίκτη να αποτελέσει το χειριστήριο για το εκάστοτε παιχνίδι (Pham, Alex, 2009).

Για να το πετύχει αυτό χρειάστηκε η ανάπτυξη μιας αρκετά προηγμένης τεχνολογικά συσκευής. Έτσι το Kinect εφοδιάστηκε με τρία βασικά στοιχεία. Μία RGB κάμερα, έναν αισθητήρα υπερέυθρων ικανό να αντιλαμβάνεται το βάθος στο χώρο και ένα μικρόφωνο τα οποία παρέχουν πλήρη 3D καταγραφή της κίνησης του σώματος, αναγνώριση προσώπου και ικανότητες αναγνώρισης φωνητικών εντολών δίνοντας τη δυνατότητα αναγνώρισης 31 σημείων του ανθρώπινου σώματος.(Takahashi, Dean et al., 2009 & Stephen, 2010).

2.1.1 Τρόπος Λειτουργίας

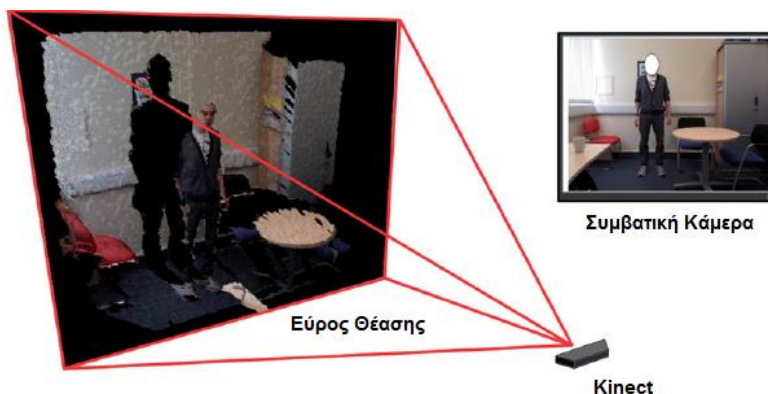


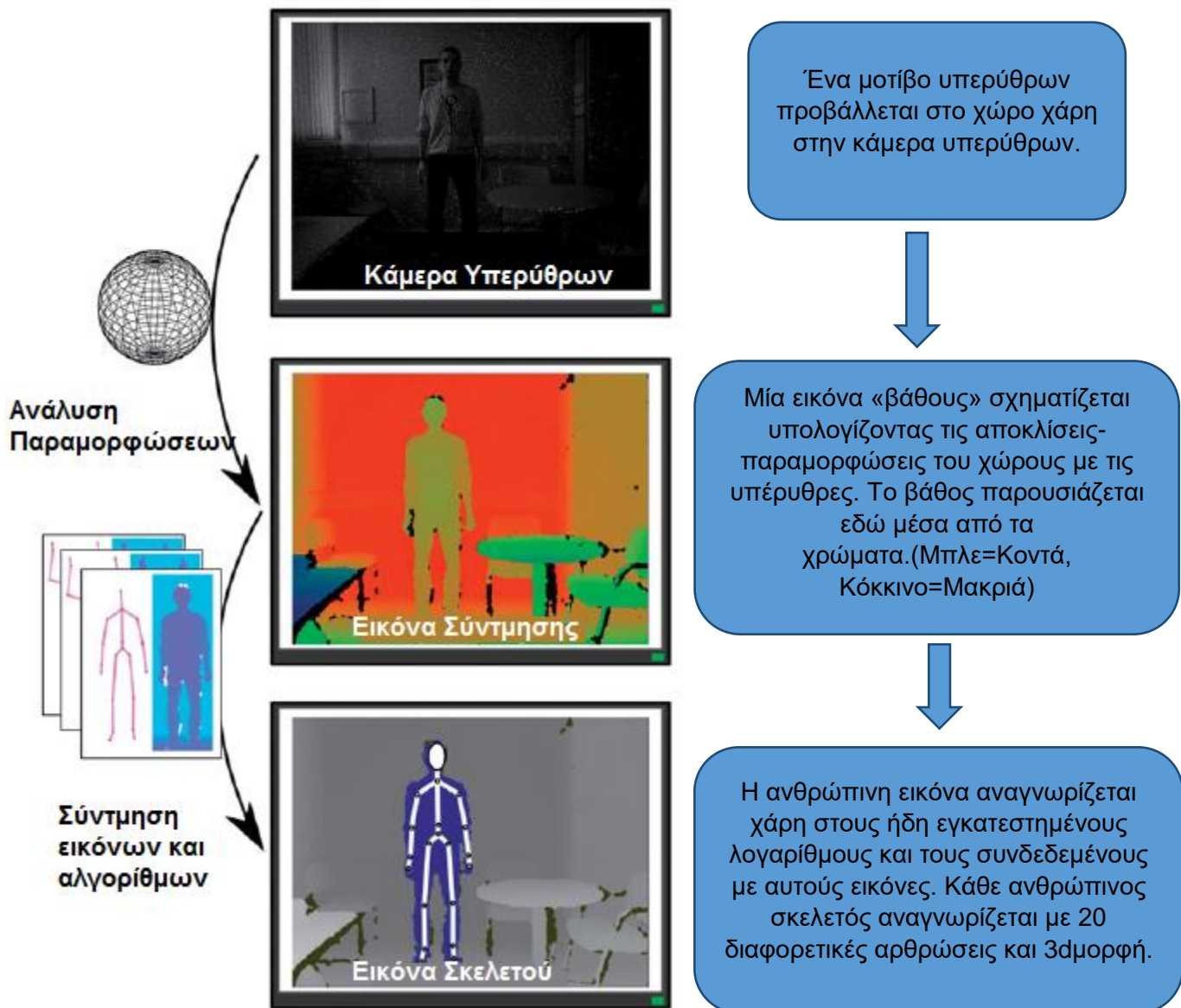
Εικόνα 5: Μηχανικά Μέρη του Kinect

Ουσιαστικά, για το Kinect κάθε pixel εικόνας που λαμβάνει έχει μία διαφορετική υπόσταση σε σχέση με τις απλές κάμερες. Οι κάμερες RGB λαμβάνουν κάθε Pixel απλά σαν έναν συνδυασμό των τριών βασικών, για τους υπολογιστές, χρωμάτων, κόκκινο, πράσινο και μπλε. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει ωστόσο για τον συγκεκριμένο αισθητήρα. Για το Kinect κάθε Pixel έχει μία τρισδιάστατη υπόσταση.

Για να επιτευχθεί αυτό περνάμε από τρία βασικά σημεία. Αρχικά, ο αισθητήρας «ρίχνει» πάνω στον χώρο ένα φως υπερέυθρων και αναλύει κάθε παραμόρφωση όταν το φως «χτυπά» πάνω στα σώματα και επιστρέφει πίσω. Οι παραμορφώσεις χρησιμοποιούνται προκειμένου να υπολογιστεί μαθηματικά η 3D εικόνα των αντικειμένων. Με αυτόν τον τρόπο, παρέχεται μία μέθοδος συγκέντρωσης 3D εδομένων ανεξάρτητα από το χρώμα, την υφή ή το φωτισμό των αντικειμένων και του χώρου.

Για να ληφθεί η κίνηση του σώματος, ο αισθητήρας στην ουσία τραβά μια σειρά από φωτογραφίες στην μονάδα του χρόνου. Έχοντας ως βάση μία μεγάλη λίστα αλγορίθμων, το Kinect μπορεί να αναγνωρίσει που βρίσκονται βασικά μέρη του σώματος όπως το κεφάλι και ο καρπός και να τα συνδέσει με τον υπόλοιπο σκελετό, όχι μόνο για ένα, αλλά για δύο ή και περισσότερα άτομα ταυτόχρονα (Shotton, Fitzgibbon, Cook et al., 2010). Οι αλγόριθμοί αυτοί αποτελούν καταγεγραμμένα παραδείγματα από 100000 περιπτώσεις προκειμένου να μπορεί να διαχωριστεί με ακρίβεια η μορφή του σώματος από τον υπόλοιπο χώρο. Μάλιστα, πολλές δημοσιευμένες έρευνες έχουν συγκρίνει το Kinect με πολλές καταξιωμένες συσκευές αναγνώρισης του ανθρώπινου σκελετού, επιβεβαιώνοντας την χρησιμότητά του (Bonpeche, Jansen, Salvia, et al., 2010).





2.3 Nintendo Wii

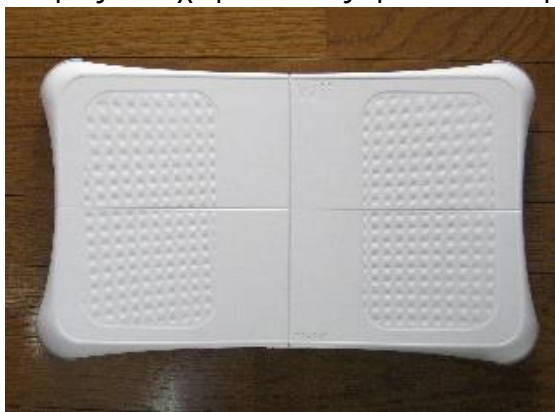
Το Nintendo Wii αποτέλεσε την πρόταση της Ιαπωνικής Nintendo για την έβδομη γενιά παιχνιδιοκοσμών και κυκλοφόρησε στην αγορά για πρώτη φορά στις 19 Νοεμβρίου του 2006. Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2009 κατόρθωσε να ξεπεράσει τα 101 εκατομμύρια πωλήσεις παγκοσμίως σπάζοντας μάλιστα το ρεκόρ των περισσότερων πωλήσεων μέσα σε ένα μήνα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Η ειδοποιός διαφορά του Wii με τον ανταγωνισμό ήταν η δυνατότητα ελέγχου του παιχνιδιού με κινήσεις των άκρων και του σώματος, καθιστώντας τα παιχνίδια πιο φιλικά ακόμα και σε κοινό που δεν τα είχε στις προτεραιότητές του προηγουμένως. Παιχνίδια που προσομοιώνουν αθλητικές δραστηριότητες όπως το Wii Sports και προγράμματα εκγύμνασης όπως το WiiFit είχαν ιδιαίτερη απήχηση στο κοινό και το ώθησαν να ασχοληθεί με την φυσική του κατάσταση και

τη γυμναστική. Τα δύο βασικά στοιχεία για να επιτευχθεί αυτό, ήταν το Wii Remote και το Wii Balance board, τα οποία και αντικατόπτριζαν την φιλοσοφία και τη θέση της κονσόλας αυτής στην αγορά. Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά τον τρόπο λειτουργίας τους και τα επιμέρους μέρη που τα απαρτίζουν (Sanders & Kathleen, 2006).

2.3.1 Wii Balance Board

Το Wii Balance Board αποτελεί περιφερειακό των κονσολών της Nintendo Wii και Wii U και έκανε για πρώτη φορά την εμφάνιση του τον Ιούλιο του 2007(Console Watcher, 2007). Πρόκειται για ένα εξελιγμένο είδος ζυγαριάς η οποία είναι ικανή να ανιχνεύει ξεχωριστά τα δύο κάτω άκρα και την πίεση που ασκεί το κάθε ένα, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από άτομα άνω των 150 κιλών. Η συσκευή διαθέτει πολλαπλούς αισθητήρες ανίχνευσης πίεσης με την ιδέα για την χρήση να προέρχεται από τον τρόπο με τον οποίο ζυγίζονται οι μαχητές σούμο(χρησιμοποιώντας δύο ζυγαριές) (Hiroyuki Ogasawara, 2006).

Παρόλου που αρχικά σχεδιάστηκε για χρήση με videogames, η συγκεκριμένη συσκευή έχει αποδειχθεί πολλές φορές μέσα από έρευνες ότι είναι ικανή να προσφέρει έγκυρα αποτελέσματα αντικαθιστώντας την χρήση πλατφορμών ανίχνευσης πίεσης από μεγάλες εταιρίες του χώρου όπως η Biodex. Σύμφωνα με τον υπεύθυνο της έρευνας το balance board δύναται να αποτελέσει ένα φορητό, οικονομικό σύστημα αξιολόγησης μεγάλης διαθεσιμότητας (Clark, R. , Bryant, A. , Pua, Y. , McCrory, P. , Bennell, K. , et al. (2010).



Εικόνα 7: Το Wii Balance Board

Εντυπωσιακό είναι πως η συσκευή κατόρθωσε να πουλήσει 45 εκατομμύρια κομμάτια παγκοσμίως μέχρι τον Ιανουάριο του 2012 κατακτώντας με τη σειρά και αυτή μία θέση στα ρεκόρ Guinness (Whitehead, Thomas, 2012, Nintendo Life Retrieved, 2013).

Εντυπωσιακό είναι πως η συσκευή κατόρθωσε να πουλήσει 45 εκατομμύρια κομμάτια παγκοσμίως μέχρι τον Ιανουάριο του 2012 κατακτώντας με τη σειρά και αυτή μία θέση στα ρεκόρ Guinness (Whitehead, Thomas, 2012, Nintendo Life Retrieved, 2013).

2.2.2 Wii Remote

Είναι το βασικό χειριστήριο της κονσόλας της Nintendo του Wii. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η δυνατότητά του να ανιχνεύει μαζί με μία μικρότερη έκδοσή του, το nunchuck, τις κινήσεις των άνω άκρων. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον παίκτη για να αλληλοεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον του εκάστοτε παιχνιδιού. Η σχεδίασή του ξεκίνησε το 2001 και ολοκληρώθηκε ένα χρόνο πριν την κυκλοφορία του το χειμώνα του 2006 (Rothman, Wilson, 2007 & GizmodoRetrieved, 2007).

Το περιφερειακό είναι εξοπλισμένο με πολλαπλούς αισθητήρες οι οποίοι είναι ικανοί να ανιχνεύουν την κίνηση και την επιτάχυνση σε πολλαπλούς άξονες ενώ σε συνδυασμό με έναν εξωτερικό αισθητήρα LED σε σχήμα μπάρας, το λεγόμενο sensor bar, μπορεί να δίνει στοιχεία για του στοχεύει ο χρήστης με το χέρι του. Σημαντική είναι και η ικανότητα ανατροφοδότησης που



Εικόνα 6: Το χειριστήριο του Wii, το Wii Remote

δέχεται από την κονσόλα αντιδρώντας με δονήσεις ή ηχητικά σήματα από ενσωματωμένο μεγάφωνο όταν αυτό κριθεί αναγκαίο. Επιπλέον, διαθέτει ένα εξωτερικό λουράκι προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα και να μένει στο χέρι του παίκτη σε απότομες και γρήγορες κινήσεις (Nintendo Company Ltd., 2006. & Castaneda, Karl, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Το Kinect στην κλινική πράξη- Χρήση και αξιοπιστία



Εικόνα 8: Το Kinect υπό κλινικές συνθήκες (Τροποποιημένη από H. Hu et al, 2007).

πιθανή ενσωμάτωση στη φάση της αποκατάστασης. Σύμφωνα με έρευνα του αμερικανικού συλλόγου φυσικοθεραπείας σε συνεργασία πέντε πανεπιστημίων το μεγαλύτερο εμπόδιο στην χρήση του Kinect είναι η απουσία εξοικείωσης των θεραπειών μαζί του.

Για να καλυφθεί αυτό το κενό συστάθηκαν ομάδες ανάλυσης καθεμία από τις οποίες ανέλαβε να αναλύσει τις πιθανές εφαρμογές κάθε παιχνιδιού και πως αυτό μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με το επίπεδο στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε ασθενή. Κάθε πανεπιστήμιο ανέλαβε να αναλύσει από ένα παιχνίδι και να συμπληρώσει από ένα ερωτηματολόγιο (Department of Neurology, School of Medicine, University of California USA). Με την ολοκλήρωση των παραπάνω συστάθηκε μία «πηγή γνώσεων» ώστε να παρέχει τα απαραίτητα στοιχεία στον επίδοξο θεραπευτή που θέλει να χρησιμοποιήσει μία τέτοια προσέγγιση.

Ωστόσο, πέρα από το θέμα της έλλειψης γνώσεων από τους θεραπευτές εγείρεται το ζήτημα της αξιοπιστίας ιδίως όταν έχουμε να κάνουμε μία συσκευή που κοστίζει πλέον λιγότερα από 50€ και δεν σχεδιάστηκε καν με σκοπό την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση.

Έτσι, το Kinect συγκρίθηκε αρχικά με συσκευές που προϋπήρχαν αυτού στον τομέα της αποκατάστασης. Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά αφού το Kinect παρουσιάστηκε εξαιρετικά ικανό. Συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά είναι κατασκευασμένα να αναγνωρίζουν μόνο ένα ή μερικά σημεία του ανθρώπινου σώματος (π.χ. άκρα χείρα, πρόσωπο, κλπ.). Αντιθέτως ο αισθητήρας της Microsoft χάρη στους πολλαπλούς 3D αισθητήρες και αισθητήρες βάθους κατορθώνει σε συνδυασμό με την χορήγηση των απαραίτητων εργαλείων στους προγραμματιστές να καταγράψει με ακρίβεια δεδομένα καταγραφής της κίνησης του ανθρώπινου σκελετού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα στην αποκατάσταση (Y. Tao, H. Hu et al, 2007).

Αξιοσημείωτη είναι και η υπεροχή του αισθητήρα αυτού σε σύγκριση με άλλους αισθητήρες της αγοράς με παρόμοιες δυνατότητες όπως τα Leap, Creative και Xtion Pro Live(πίνακας 1).

Βέβαια, παρόλο που το Kinect καταγράφει με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια τις κινήσεις από τα συμβατικά συστήματα με κάμερες RGB, παρουσιάζει και αυτό τους δικούς περιορισμούς.

Μετά από σύγκριση με συστήματα ακριβείας οπτοηλεκτρονικής τεχνολογίας, τα αποτελέσματα έδειξαν πως το περιφερειακό αυτό είναι αποδεκτό εργαλείο λόγω του χαμηλού του κόστους και της επαρκούς ακριβείας του αλλά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι υπάρχουν θέματα θορύβου στην παρακολούθηση του σκελετού. Βέβαια, αυτά μπορούν να επιλυθούν σημαντικά με τη χρήση εξωτερικών φακών και την κατάλληλη προσαρμογή της συσκευής στο χώρο.

Ακολούθως, εξετάστηκε μία ευρεία γκάμα συστημάτων που χρησιμοποιούν το Kinect και είχαν ως βάση είτε το άνω είτε το κάτω άκρο, την βελτίωση της ισορροπίας, ασκήσεις εύρους τροχιάς καθώς και άλλες ασκήσεις σωματικού και γνωστικού επιπέδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο οι θεραπευτές όσο και οι ασθενείς αποδέχθηκαν το Kinect ως ικανό μέσο αποκατάστασης ενώ σημαντικό είναι ότι παρουσιάστηκαν ιδιαίτερες βελτιώσεις σε κλινικές δοκιμασίες όπως η δοκιμασία της εξάλεπτης βάδισης και η κλίμακα Fugl-Meyer σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο και με πρόγραμμα αποκατάστασης διάρκειας 3 εβδομάδων (X. Bao, Y. R. Mao, Q. Lin et al., 2013).

Πέρα από την περίπτωση του εγκεφαλικού επεισοδίου το Kinect έχει προταθεί και για παρόμοιου τύπου αποκατάσταση, αξιολόγηση και σύστημα παρακολούθησης, κυρίως σε ηλικιωμένους. Δέκα ηλικιωμένοι, επιστρατεύθηκαν με σκοπό την συγκέντρωση δεδομένων για τη ισορροπία τους με βάση το Kinect και το Wii (A. Dutta, S. Chugh, et al., 2014) αποδεικνύοντας ότι το κέντρο της μάζας σώματος (CoM) και το κέντρο της πίεσης (CoP) καθώς και ο βαθμός κλίσης του σώματος σχετίζονται σημαντικά με κλινικές δοκιμασίες όπως η κλίμακα Berg. Άλλοι ερευνητές χρησιμοποίησαν το Kinect για την αξιολόγηση του κύκλου βάδισης. Gait σε πέντε ηλικιωμένους στα στις κατοικίες τους για διάστημα 4 μηνών και πρότειναν ένα πρόγραμμα παρακολούθησης με βάση τον αισθητήρα αυτό (E. Stone & M. Skubic, 2012). Σημαντική είναι και η χρήση του ως μέσο πρόληψης των πτώσεων σε ασθενείς με παθήσεις όπως το Πάρκινσον αλλά και ως μέσο βελτίωσης της ισορροπίας μέσα από ειδικό ασησιολόγιο (W.-M. Hsieh, C.-C. Chen et al., 2014). Οι μελέτες αυτές, υποδεικνύουν ότι το Kinect έχει αποτελέσει γενικότερα ένα αποδεκτό εργαλείο για την παρακολούθηση και την άσκηση των ηλικιωμένων ενισχύοντας την κλινική του ικανότητα.

Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά καμερών

	Kinect	Leap	Creative	Xtion Pro Live
Καρέ το δευτερόλεπτο	9–30	30	30	30/60
Μέγιστη ανάλυση Βάθους	640 × 320		QVGA (320 × 240)	640 × 480@30fps 320 × 240@60fps
Μέγιστη ανάλυση RGB κάμερας	640 × 320		1280 × 720	SXGA (1280 × 1024)
Άμεση πρόσβαση στα δεδομένα καταγραφής	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
Εύρος αίσθησης βάθους	Καθιστή θέση: φυσικά όρια: 0.4–3 m Ιδανικό σημείο: 0.8–2.5 m Όρθια θέση: Φυσικά όρια: 0.8–4 m Ιδανικά όρια: 1.2–3.5 m	0.025–0.6 m	0.15–0.4 m	0.8–3.5 m
Πεδίο οράσεως αισθητήρα	27° U/D 43.5° V 57.5° H		73°	70° D 45° V 58° H
Συμβατές πλατφόρμες	Win 7, 8	Win 7, 8 Ubuntu Linux Mac OS	Win 7	Win XP, Vista, 7 Linux Ubuntu 10.10 Android

Γλώσσα προγραμματισμού	C++, Visual Basic	C#	C++, JAVA, JavaScript, Objective-C, Mono, Unity, Unity	C# Python	C++, C#, JAVA	C++/C#, JAVA
Ικανότητα καταγραφής	Ολόκληρο το σώμα		Καρπός/δάκτυλα/εργαλείο		Καρπός/Αντικείμενο	Ολόκληρο το σώμα/καρπός

Από την άλλη, κάποιες έρευνες εγείρουν επιφυλάξεις σχετικά με την πρακτική αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών (Frank Weichert, 2014).

Βέβαια πέρα από τα όποια τεχνικά στοιχεία της εκάστοτε συσκευής, οφείλουμε να σκεφτούμε πιο πρακτικά και να δούμε σε πραγματικές συνθήκες τις περιορισμούς μπορεί να εγείρει η χρήση μίας τέτοιας μεθόδου αποκατάστασης.

Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι το εύρος θέασης της κάμερας του Kinect όταν έχουμε να κάνουμε δοκιμασίες βάδισης. Ο συγκεκριμένος φακός μπορεί να εντοπίσει το ανθρώπινο σώμα σε μία απόσταση μεταξύ 3 και 6 μέτρων από αυτόν, ενώ όσον αφορά το μήκος του εύρους θέασης αυτό δεν ξεπερνά κατά πολύ τα 3 μέτρα. Ως συνέπεια, δεν μπορεί να καταγραφεί πλήρως μία δοκιμασία βάδισης η οποία συνήθως απαιτεί ένα εύρος δέκα μέτρων.

Η λύση που προτάθηκε από τους υπεύθυνους του κέντρου ερευνών της Microsoft ήταν ή να τοποθετηθεί ο αισθητήρας είτε πιο ψηλά π.χ. πάνω από μία πόρτα είτε πιο χαμηλά π.χ. στο ύψος των γονάτων. Έτσι, όμως δεν καταγράφονται άλλες κινήσεις του σώματος. Η καλύτερη λύση που προτάθηκε στο θέμα είναι η χρήση πολλών αισθητήρων έτσι ώστε να καλύπτεται ολόκληρη η δραστηριότητα.

Αμφιλεγόμενη είναι και ύπαρξη του feedback στον ασθενή μετά την ολοκλήρωση μίας δραστηριότητας (Denis Fisseler, 2014). Το feedback δίνεται συνήθως σε ένα ποσοστό με άριστα το 100. Κάτι τέτοιο όμως μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στην ψυχολογία του ασθενούς γεγονός που μπορεί να τον αποτρέψει από την περαιτέρω ενασχόληση με το αντικείμενο.

Σημαντικό είναι ότι πολλές φορές ο ασθενής χρειάζεται την υποστήριξη του θεραπευτή (Daniel Bachmann, 2014). Για παράδειγμα, σε ασκήσεις ισορροπίας τίθεται και θέμα ασφάλειας για το κατά πόσο θεωρείται σώφρον να είναι ο ασθενής μόνος του. Κάτι τέτοιο όμως είναι λογικό να «μπερδεύει» τον αισθητήρα και να μην μπορεί να διαχωριστεί ποιος είναι ο ασθενής και ποιος ο θεραπευτής. Για την επίλυση του ζητήματος η Microsoft ανέπτυξε ένα πρωτόκολλο λογαρίθμων για το πώς ο θεραπευτής αλληλοεπιδρά με τον ασθενή και να μπορέσει να ξεχωριστεί η δράση των δυο στη λήψη των απαραίτητων δεδομένων.

Ζήτημα υπήρξε και με διάφορες δοκιμασίες, κυρίως νευρολογικού τύπου, όπως το τεστ με το δείκτη και την μύτη. Το θέμα είναι ότι για παράδειγμα σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν δύο παραλλαγές. Κάποιοι γιατροί ζητούν από τον ασθενή να κινήσει το δείκτη σε προσθοπίσθιο επίπεδο και κάποιοι σε μετωπιαίο. Παρόλο που στην ουσία βλέπουμε ακριβώς το ίδιο πράγμα και με τους δύο τρόπους, δεν ισχύει κάτι τέτοιο για τον αισθητήρα

αφού η λειτουργία του στηρίζεται σε λογαρίθμους. Η λύση ήρθε και πάλι από την ίδια την Microsoft χορηγώντας ένα σύστημα εκπαίδευσης του ασθενούς προκειμένου να γίνεται η νευρολογική αξιολόγηση με έναν τυποποιημένο τρόπο.

Όπως αναφέρθηκε, εγείρονται θέματα ασφαλείας όταν ο ασθενής πρέπει να εκτελέσει μία δοκιμασία μόνος του. Η λύση βρέθηκε όταν ο θεραπευτής είναι κοντά του, αλλά όταν δεν είναι το όλο εγχείρημα της οικιακής πιο βολικής και οικονομικής αποκατάστασης παύει να υφίσταται. Ακόμα δυσκολότερη καθιστά την κατάσταση η ίδια η λειτουργία υπερύθρων του αισθητήρα αφού η χρήση βοηθημάτων από τον ασθενή θα καθιστούσε δύσκολη την ανεύρεση του ανάλογου λογάριθμου (Bartholomäus Rudak, 2014). Για να εξασφαλιστεί, λοιπόν, η ακεραιότητα του ασθενούς, δημιουργήθηκε ένας κατάλογος κανόνων ασφαλείας με ιδιαίτερα λεπτομερείς οδηγίες, ακόμα και για τις πιο απλές ενέργειες όπως το κάθισμα σε καρέκλα. Επιπρόσθετα, το κολεγιακό πανεπιστήμιο του Λονδίνου βοήθησε την κατάσταση προτείνοντας για την προστασία του ασθενούς υλικά στα οποία δεν μπορεί να γίνει αντανάκλαση των υπερύθρων με συνέπεια να μην γίνονται αντιληπτά από τον αισθητήρα. Έτσι φτηνές πλαστικές σανίδες γυμναστικής μπορούν να τοποθετηθούν για παράδειγμα πίσω από τον ασθενή για μία απλή δοκιμασία έγερσης.

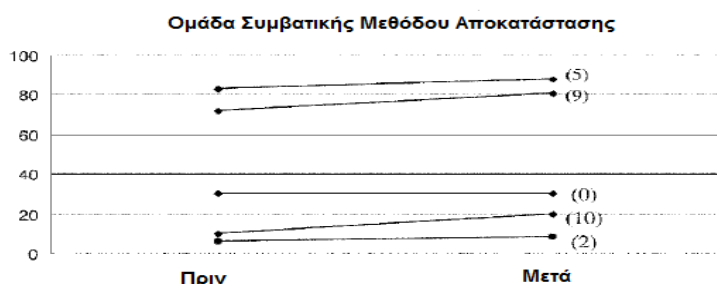
Πολλοί είναι βεβαίως και οι ασθενείς στους οποίους δεν αρέσει ιδιαίτερα μία τέτοια μέθοδος. Όχι μόνο διότι ενδέχεται να μην τους αρέσουν τα παιχνίδια αλλά διότι είναι πιθανό να θεωρούν ότι δεν μπορούν ανταποκριθούν στις απαιτήσεις τους. Ασθενείς για παράδειγμα με χρόνια πόνο δυσανασχετούσαν σε παιχνίδια που απαιτούσαν από τον παίκτη γρήγορες κινήσεις. Για αυτό προστέθηκε η δυνατότητα επιλογής επιπέδου δυσκολίας, το οποίο καθορίζεται μετά από αξιολόγηση του ασθενούς από τον θεραπευτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

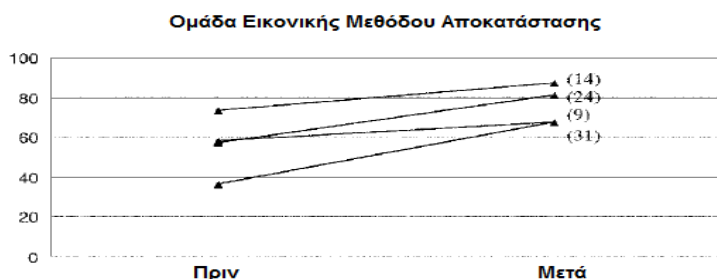
4.1 Σύγκριση εικονικής πραγματικότητας και συμβατικής αποκατάστασης

Έχοντας λοιπόν δει τα διάφορα μέσα εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση και έχοντας κατανοήσει τις διαφορές μεταξύ τους, την αξιοπιστία τους αλλά και τα προβλήματά τους είναι ώρα να δούμε πως μπορούν ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις του θεραπευτή σε πραγματικές συνθήκες και συγκεκριμένα προβλήματα τόσο μυοσκελετικού αλλά και νευρολογικού τύπου.

Στηριζόμενοι σε μελέτες μπορούμε να δούμε ότι η εικονική πραγματικότητα είναι σε θέση να παίξει έναν πολύ καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση του ασθενούς ιδίως σε περιπτώσεις που είναι δύσκολη η μεταφορά του σε κάποιο κέντρο ή κλινική φυσικοθεραπείας (McComas, Sveistrup et al., 2002).



Εικόνα 9: Διαφορές στην κλίμακα DASH πριν και μετά τις δύο μεθόδους αποκατάστασης. Σε αυτή την κλίμακα η σημαντική διαφορά στη λειτουργικότητα παρατηρείται αν έριππου 15 πόντους (Τροποποιημένη από McComas, J. & Sveistrup, H., 2002).

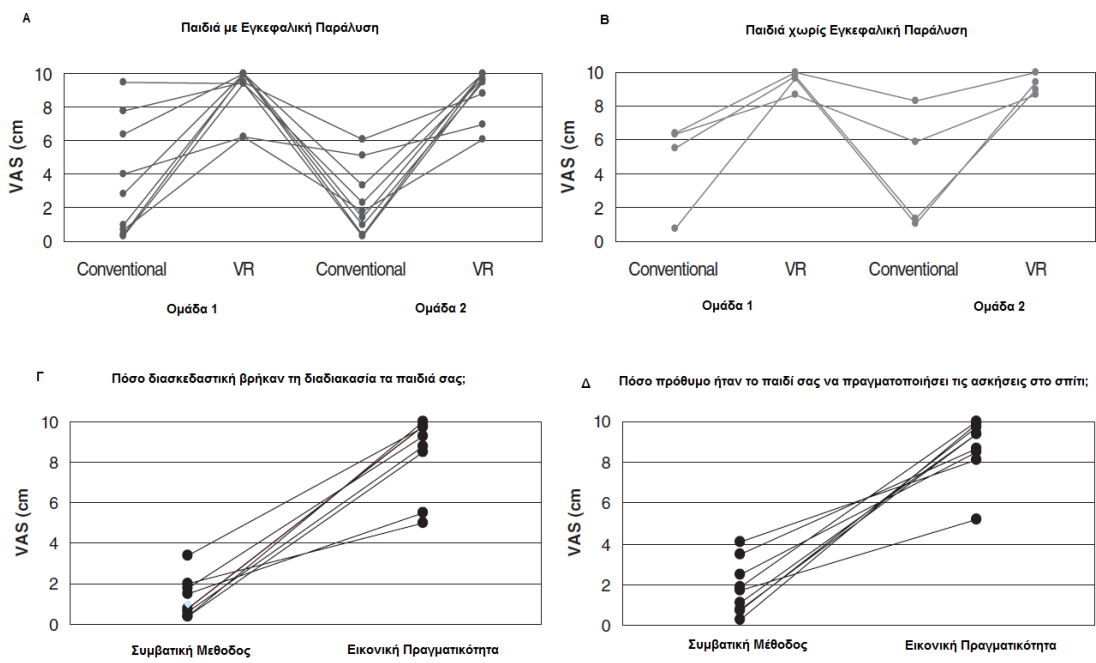


Σύμφωνα με συγκριτική μελέτη του πανεπιστημίου της Ottawatou Καναδά (IREX, Interactive Rehabilitation Exercise System, Canada) μπορούμε να μιλάμε για πολύ ενθαρρυντικά πρώτα στοιχεία. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε μία πολύ απλή μέθοδος τόσο τεχνολογικά όσο και πρακτικά. Οι канаδοί ερευνητές εκμεταλλεύτηκαν μία απλή εγκατάσταση ενός green screen, μίας κάμερας, ενός υπολογιστή και μίας οθόνης. Ο εξοπλισμός αυτός είναι αν όχι ακριβώς ίδιος, παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιούν τα MME στο δελτίο καιρού. Με την κάμερα στραμμένη πάνω του ο ασθενής μπορούσε να βλέπει στην οθόνη ένα εικονικό περιβάλλον με τον ίδιο πρωταγωνιστή, όπως π.χ. να βρίσκεται μπροστά από δίκτυα ενός ποδοσφαιρικού τέρματος με σκοπό να πιάσει ερχόμενες μπάλες. Δύο παθολογικές ομάδες εξετάστηκαν στην προκειμένη, άτομα με παγωμένο ώμο και άτομα με προβλήματα ισορροπίας και βάδισης μετά από κρανιοεγκεφαλική κάκωση. Μετά από ένα διάστημα θεραπείας 6 εβδομάδων, με 3 εβδομαδιαίες θεραπείες τόσο για την ομάδα συμβατικής αποκατάστασης όσο και για την ομάδα εικονικής αποκατάστασης τα

πρώτα κιάλας αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Μετά από «εικονικές ασκήσεις και δοκιμασίες» και με βάση ένα πολύ απλό μηχανισμό η εικονική αποκατάσταση όχι μόνο κατόρθωσε να έχει ίδια αλλά ανά περιπτώσεις και καλύτερα αποτελέσματα με τους ασθενείς να σημειώνουν σημαντική βελτίωση στην κλίμακα DASH (Disabilities of the arm, shoulder and hand)(Εικόνα 2).

Προχωρώντας, η επόμενη έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε και πάλι από το πανεπιστήμιο της Ottawa του Καναδά, 3 χρόνια αργότερα, το 2006, στηρίχθηκε σε μία πληθυσμιακή ομάδα η οποία κατά γενική ομολογία είναι πολύ πιο δεκτική στα βιντεοπαιχνίδια και τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας, τα παιδιά. Διακρίνοντας σε δύο ομάδες, μία συμβατικής αποκατάστασης και μία εικονικής αποκατάστασης, παιδιά με εγκεφαλική παράλυση, 7-17 ετών, ακολουθήθηκε ένα πρόγραμμα με πυρήνα την βελτίωση του κινητικού ελέγχου του άκρου πόδα, αφού τα παιδιά αυτά παρουσιάζουν σημαντικά ελλείμματα στην ραχιαία κάμψη, γεγονός που προκαλεί προβλήματα σε βασικές δραστηριότητες όπως η βάδιση. Τα αποτελέσματα καταγράφονταν χάρη στην χρήση ενός ηλεκτρογωνιόμετρου ενώ παράλληλα δόθηκαν στα ίδια τα παιδιά αλλά και στους γονείς ερωτηματολόγια σχετικά με το πόσο ευχάριστη τους ήταν η κάθε μέθοδος, κατά πόσο πραγματοποίησαν τα απαραίτητα προγράμματα στο σπίτι αλλά και την διάθεσή τους να ασχοληθούν με αυτά.

Έτσι, με την ολοκλήρωση του προγράμματος μπορέσαμε να συγκεντρώσουμε σημαντικές πληροφορίες για την συμβατική αλλά και την εικονική μέθοδο τόσο σε κλινικό όσο και σε οικιακό επίπεδο. Συνοπτικά, τα παιδιά πραγματοποίησαν περισσότερες επαναλήψεις όταν επρόκειτο για συμβατικές ασκήσεις, αλλά το εύρος τροχιάς και η παραμονή σε θέση διάταξης ήταν πολύ καλύτερα κατά τη διάρκεια της εικονικής αποκατάστασης. Αυτή η παράταση της θέσης διάταξης οφείλεται στην σύνδεση της συγκεκριμένης ενέργειας με μία ενέργεια μέσα στο παιχνίδι π.χ. η παραμονή σε θέση ραχιαίας κάμψης στην ποδοκνημική είχε ως συνέπεια την παρουσία ενός νέου μαχητή Νίντζα. Αντίθετα στην παραδοσιακή μέθοδο υπήρχε μόνο η λεκτική παρότρυνση από τον θεραπευτή. Πέρα από αυτό, καθοριστικό ρόλο έπαιξε και η επιθυμία των παιδιών να πετύχουν μεγαλύτερες βαθμολογίες στο παιχνίδι, παρέχοντας ένα κίνητρο. Σημαντικό είναι ότι όλα τα παιδιά βρήκαν την εικονική αποκατάσταση πιο ευχάριστη και ενδιαφέρουσα από την συμβατική, γεγονός το οποίο επιβεβαιώθηκε και από τους γονείς τους.



Εικόνα 10: Σκορ στην κλίμακα VAS(Visual Analog Scale) για τα παιδιά (Α,Β) και για τους γονείς (Γ,Δ).

Ενθαρρυντικά μπορούν να χαρακτηριστούν και τα αποτελέσματα μίας έρευνας που στηρίχτηκε σε χρηματοδότηση ενός κέντρου υγείας στην Ιρλανδία και παρουσιάστηκε το 2014 στο Μπουένος Άιρες της Αργεντινής. Η έρευνα στηρίχτηκε πάνω στο Wii Fit Plus ως μία φτηνή εναλλακτική μέθοδος αποκατάστασης για ασθενείς που παρουσιάζουν απώλεια ισορροπίας, προβλήματα στην βάδιση και ζάλη λόγω αμφοτερόπλευρης διαταραχής του αιθουσαίου νεύρου. Η εικονική αποκατάσταση έχει εφαρμοστεί ξανά σε τέτοιες περιπτώσεις, ωστόσο οι περισσότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι ιδιαίτερα ακριβές και δύσκολα προσβάσιμες καθώς χρησιμοποιούνται κυρίως σε ερευνητικά προγράμματα. Συνολικά συμμετείχαν 80 ασθενείς σε ένα πρόγραμμα έξι εβδομάδων και δύο επαναξιολογήσεις μετά το πέρας του ενεργού διαστήματος αποκατάστασης. Οι ασθενείς εξετάστηκαν ως προς την ταχύτητα βάδισης και την ισορροπία με εξοπλισμό ακριβείας που παρείχε το κολλέγιο της Ιρλανδίας, ενώ παράλληλα χορηγήθηκαν ερωτηματολόγια σχετικά με το συναίσθημα ζάλης των ασθενών, την αυτοπεποίθησή τους πριν και μετά το πρόγραμμα καθώς και για την πιθανή εμφάνιση συναισθημάτων κατάθλιψης ή άγχους.

Μετά την τελική αξιολόγηση και οι δύο ομάδες, τόσο αυτή της εικονικής αποκατάστασης όσο και αυτή της συμβατικής, παρουσίασαν σημαντική βελτίωση αλλά δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την ταχύτητα της βάδισης και την ισορροπία των ασθενών. Προθυμία υπήρχε και στις δύο ομάδες, αλλά στην ομάδα της εικονικής αποκατάστασης αναφέρθηκε μεγαλύτερη ευχαρίστηση κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, μικρότερη δυσκολία στην επίτευξη του προγράμματος και λιγότερη αίσθηση κόουρασης μετά τις ασκήσεις ισορροπίας.



Βλέπουμε, λοιπόν, πως η πρόοδος στην βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών έχει επιτρέψει την μαζική παραγωγή εξελιγμένων συστημάτων εικονικής πραγματικότητας με μικρό κόστος: συστημάτων που πλέον μπορούν να είναι εύκολα προσβάσιμα από τους θεραπευτές αλλά και τους ασθενείς. Ακόμα πιο σημαντικό είναι ότι μπορούν αφού ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας να χρησιμοποιηθούν και αυτόνομα στο σπίτι, παρέχοντας επαυξημένο feedback, καταγραφή της ακεραιότητας των κινήσεων και αύξηση της έντασης και της ευχαρίστησης της άσκησης. Από τις παραπάνω έρευνες επιβεβαιώνεται ανά περιπτώσεις η αποδοτικότητα της σύγχρονης αυτής μεθόδου η οποία μπορεί να ανοίξει νέους δρόμους για τους θεραπευτές και τους ασθενείς τους καθιστώντας τη διαδικασία της αποκατάστασης πιο εύκολα προσβάσιμη και ταυτόχρονα πιο ευχάριστη.

Εικόνα 11: Wii fit plus και Balance Board υπό κλινικές συνθήκες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η εικονική πραγματικότητα και τα βιντεοπαιχνίδια ως μέθοδος αποκατάστασης σε συγκεκριμένες παθήσεις

5.1 Microsoft Kinect-Νευρολογικές Διαταραχές

5.1.1 Νόσος του Πάρκινσον

Η νόσος του Πάρκινσον αποτελεί μία πολυσυστηματική εκφυλιστική διαταραχή του κεντρικού νευρικού συστήματος που προκαλεί προβλήματα στον έλεγχο της στάσης του σώματος και της κινητικότητας, επιδρώντας αρνητικά στην διαδικασία της βάδισης αυξάνοντας τον κίνδυνο ατυχημάτων όπως πτώσεων. Η άσκηση αναδεικνύεται σαν μία αποτελεσματική μέθοδο θεραπείας για την βελτίωση του κύκλου βάδισης gait, της ισορροπίας αλλά και της κινητικότητας. Το είδος της άσκησης μάλιστα φαίνεται να παίζει καθοριστικό ρόλο για τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα βελτίωσης σε βάθος χρόνου. Λειτουργικές δραστηριότητες σε συνδυασμό με τη χρήση οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων καθώς και με την αυξημένη προσπάθεια και την επίγνωση των αλλαγών στην επίδοση του ασθενούς δείχνουν να είναι σημαντικοί παράγοντες ικανοί να κρίνουν την έκβαση της θεραπείας (Shulman, De Jager et al, 2011)

Τα παραπάνω είναι δύσκολο να επιτευχθούν άμεσα με τις συμβατικές μεθόδους που ακολουθούνται μέχρι σήμερα στην φυσικοθεραπεία. Ωστόσο, η χρήση συστημάτων όπως το Nintendo Wii, το PlayStation Move και το Microsoft Kinect μπορούν να διευκολύνουν την αξιολόγηση αλλά και ένα αποδοτικό πρόγραμμα θεραπείας που στηρίζεται στον υψηλό όγκο και υψηλής ποιότητας άσκηση αλλά και με στόχο την βελτίωση της στάσης και της κινητικότητας (Galna B, Barry G, Jackson Detal, 2014)

Προσπάθειες αυτού του είδους έχουν γίνει στο παρελθόν με τα συγκεκριμένα συστήματα, αλλά όχι με βάση παιχνίδια αναπτυγμένα αποκλειστικά για αυτό τον σκοπό. Ουσιαστικά, τα περισσότερα δείγματα που έχουμε έως σήμερα είναι βασισμένα σε παιχνίδια δημιουργημένα για τον υγιή πληθυσμό. Παρόλα αυτά οι ασθενείς με Πάρκινσον φάνηκαν να τα απολαμβάνουν και παράλληλα να βελτιώνουν την απόδοσή τους σχετικά με την κινητικότητα και τη λειτουργικότητά τους (DosSantos, Pegollo et al: 2012:886). Κάτιπéτοιό όμως γεύειρα απορίες αναφορικά με την επίπτωση της χρήσης ενός παιχνιδιού αποκλειστικά για ασθενείς με συγκεκριμένα νευρολογικά προβλήματα (Gillian B., Brook G. et al, 2014).

Η ανάπτυξη του παιχνιδιού έγινε με βάση ένα δείγμα εννέα παρκινσονικών ασθενών ηλικίας 40 με 80 ετών και ήπια προς μετρίου βαθμού συμπτώματα. Για να γίνει αυτό χρειάστηκε η συνεργασία μεταξύ φυσικοθεραπευτών, προγραμματιστών και σχεδιαστών βιντεοπαιχνιδιών αλλά και η άποψη των ίδιων των ασθενών. Το όλο εγχείρημα στηρίχθηκε πάνω στον αισθητήρα της Microsoft το Kinect λόγω της ακριβής ικανότητάς του να λαμβάνει δεδομένα από τις κινήσεις όλο του σώματος, κάτι το οποίο κρίνεται απαραίτητο στην προκειμένη περίπτωση.

Σκοπός του παιχνιδιού είναι η βελτίωση του ελέγχου του σώματος ωθώντας τον παίκτη να κινηθεί έξω από την βάση στήριξης κάνοντας μεγάλα βήματα προς πολλαπλές κατευθύνσεις. Προκείμενου να μην φανεί ιδιαίτερα δύσκολο στους ασθενείς φτιάχτηκαν 12

διαφορετικά επίπεδα, καθένα με διαφορετική δυσκολία και πολυπλοκότητα κινήσεων. Τα πρώτα επίπεδα του παιχνιδιού εστιάζουν αποκλειστικά στον να πιάνει ο ασθενής διάφορα φρούτα, ενώ στη συνέχεια προστέθηκαν και περισσότερες απαιτητικές δοκιμασίες με σκοπό την ενσωμάτωση γνωστικών παράλληλα χαρακτηριστικών π.χ. ο ασθενής να πρέπει να πιάνει τα κόκκινα μήλα με το αριστερό χέρι ενώ τα ροδάκινα με το δεξί. Με το πέρασμα των επιπέδων ο παίκτης ωθείται να κινείται όλο και περισσότερο έξω από τη βάση στήριξης και για να πιάσει τα διάφορα φρούτα αλλά και για να αποφύγει τα διάφορα εμπόδια που συναντά το τρακτέρ όπως πρόβατα, πουλιά έντομα κ.α. Η οδήγηση του τρακτέρ πραγματοποιείται με τον ασθενή να κάνει βήμα εμπροσθεν για να πάει το τρακτέρ προς τα επάνω, όπισθεν για να πάει προς τα κάτω και πλάγια βήματα για να κινηθεί το όχημα είτε αριστερά είτε δεξιά. Στόχος είναι να γίνονται μεγάλα βήματα για να μειωθεί η υποκινησία των ασθενών με Πάρκινσον. Για να επιτευχθεί αυτό Το ένα πόδι πρέπει να μείνει εντός του κέντρου του τρακτέρ. Κάθε φορά που ο ασθενής πιάνει το σωστό φρούτο με το σωστό τρόπο ακούγεται ένα συγκεκριμένος ήχος ενώ ταυτόχρονα στην οθόνη προβάλλεται το σκορ ενώ στο τέλος ενός επιτυχημένου επιπέδου ακούγεται ένα ενθαρρυντικός ήχος όπως ένα πλήθος να χειροκροτεί.

Σημαντικό είναι ότι οι ασθενείς με τη νόσο Πάρκινσον δυσκολεύονται να πραγματοποιήσουν πάνω από μία δραστηριότητα ταυτόχρονα (Shulman, 2010). Αυτό έλαβαν υπόψη οι σχεδιαστές για αυτό και σε προχωρημένο επίπεδο απαιτείται η ταυτόχρονη οδήγηση του τρακτέρ (βηματισμός) και η λήψη με τα χέρια των σωστών φρούτων. Βέβαια για να μην απογοητευτούν εύκολα οι παίκτες το παιχνίδι ρυθμίζει την ταχύτητα του τρακτέρ και του πλήθους των αντικειμένων ανάλογα με τις επιδόσεις· αυτό βέβαια μπορεί να ρυθμιστεί και από τον ίδιο τον ασθενή ή το θεραπευτή χειροκίνητα.

Για να επιτευχθούν αυτά το μόνο που χρειάστηκε ήταν μόνο ένα Laptop με windows 7, μία τηλεόραση και το Kinect, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το λογισμικό δεν μπορεί να «τρέξει» σε οποιοδήποτε άλλο υπολογιστή με windows.

Οι ασθενείς πραγματοποίησαν τριαντάλεπτες συνεδρίες χωρίς να ξεπερνούν τα όρια της κόπωσης. Σε γενικές γραμμές, οι περισσότεροι βρήκαν ευχάριστη την όλη διαδικασία ενώ αισθάνονταν ασφαλείς όσο έπαιζαν με την πλειοψηφία να είναι δεκτική στην εφαρμογή κάτι τέτοιου στο σπίτι, αρκεί η τιμή να είναι ελκυστική. Αναφορικά με τα προβλήματα, κάποιιοι ανέφεραν δυσκολία να διακρίνουν τα διαφορετικά αντικείμενα στο παιχνίδι όπως τα πουλιά και τις σφήκες ή την κατεύθυνση κατά την οποία ερχόντουσαν τα φρούτα καταπάνω τους. Μερικοί είχαν επίσης θέμα με το να βαδίσουν στην όποια κατεύθυνση χρειαζόταν για να οδηγήσουν το τρακτέρ. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι αρκετοί είναι αυτοί που θεώρησαν το όλο εγχείρημα περισσότερο σαν πνευματική πρόκληση παρά σαν ένα απλό παιχνίδι ισορροπίας.

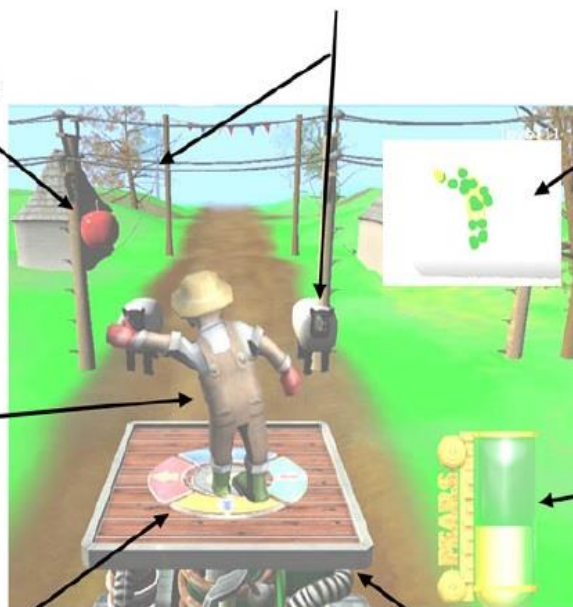
Το γεγονός ότι οι ασθενείς δυσκολεύτηκαν στα προχωρημένα επίπεδα λόγω της αναγκαιότητας να θέσουν σε λειτουργία γνωστικές και κινητικές λειτουργίες του σώματος σημαίνει ότι το παιχνίδι κατάφερε τον στόχο του να βελτιώσει τον κινητικό έλεγχο σε συνθήκες παράλληλης πνευματικής δραστηριότητας. Η αναφορά ορισμένων ατόμων στην δυσκολία να διακρίνουν τα αντικείμενα από την άλλη πλευρά μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της οπτικοχωρικής λειτουργίας και την εμφάνιση τέτοιων προβλημάτων σε άτομα με Πάρκινσον.



Οι παίκτες πρέπει να πιάσουν φρούτα που έρχονται κατά πάνω τους από διαφορετικές κατευθύνσεις. Μερικές φορές τα φρούτα τους ωθούν να κινηθούν έξω από την βάση στήριξης με συνέπεια να αποτελούν πρόκληση για τον κινητικό έλεγχο και την ισορροπία. Σε υψηλότερα επίπεδα οι παίκτες πρέπει μάλιστα να πιάσουν το κάθε φρούτο με διαφορετικό χέρι ανάλογα με το χρώμα τους. Έτσι έχουμε ένα είδος Multi-Tasking, δραστηριότητα αρκετά δύσκολη για τους Παρκινσονικούς ασθενείς.

Ο εικονικός αγρότης αποτελεί άμεση εικόνα του πραγματικού ασθενή με συνέπεια να έχουμε ένα άμεσο feedback των κινήσεων τόσο για τον ίδιο τον ασθενή αλλά και τον θεραπευτή.

Το τρακτέρ οδηγείται με τον ασθενή να πραγματοποιεί βήματα προς τα αριστερά ή δεξιά για να κινηθεί προς τα πλάγια ή βήματα προς τα εμπρός ή πίσω για να κινηθεί προς τα πάνω ή κάτω αντίστοιχα. Το ένα πόδι πρέπει να μένει στο κέντρο του οχήματος προκειμένου ο ασθενής να εξαναγκαστεί να κάνει μεγάλους βηματισμούς.



Ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται τον παίκτη το Kinect

Το σκορ και παράλληλα το feedback του παίκτη για το πόσο επιτυχημένα έχει εκπληρώσει ανά πάσα στιγμή τη δοκιμασία.

Η ταχύτητα του παιχνιδιού αυξάνεται ανάλογα με την ικανότητα του παίκτη. Η ταχύτητα βέβαια μπορεί να αλλάξει και χειροκίνητα για να καλύψει κάθε πιθανή ανάγκη.

Εικόνα 12: Εικόνες από τα διάφορα στάδια ανάπτυξης του παιχνιδιού A. Το αρχικό σχέδιο B. Το ενδιάμεσο στάδιο Γ. Τελική ανάπτυξη και επεξήγηση του μηχανισμού λειτουργίας (Τροποποιημένη από Brook Galna, Dan Jackson et al, 2014).

Συνολικά η χρήση του Kinect μπορεί να κριθεί ασφαλής και κατάλληλη για αυτού του είδους τους ασθενείς. Παρόλα αυτά για να εγκριθεί με βεβαιότητα η χρήση του στο σπίτι θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες με μεγαλύτερο δείγμα ατόμων προκειμένου να εξασφαλιστεί η

απόλυτη ασφάλεια και τα μέγιστα αποτελέσματα από την συγκεκριμένη μέθοδο (Brook Galna, Dan Jackson et al, 2014).

5.1.2 Παιδιά με εγκεφαλική παράλυση

Η εγκεφαλική παράλυση είναι ένας όρος ο οποίος αναφέρεται σε ποικίλες κινητικές αδυναμίες που προκαλούνται εξαιτίας βλάβης του κεντρικού νευρικού συστήματος κατά το στάδιο της εμβρυικής ανάπτυξης (Krageloh-Mann and Cans, 2009). Αυτή η διαταραχή συμβαίνει περίπου στο 0.3% των συνολικών γεννήσεων και συνήθως εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας σα δυσκολία να κινήσει το παιδί την μία πλευρά του σώματος (ημιπάρεση – ημιπληγία). Ως συνέπεια έχουμε δυσκολία στον σχεδιασμό και την εκτέλεση των κινήσεων. Τα παιδιά αυτά χρειάζονται φυσικοθεραπείες προκειμένου να βελτιώσουν τα πρότυπα κίνησης και να διατηρήσουν το εύρος τροχιάς των προσβεβλημένων άκρων. Για το άνω άκρο χρησιμοποιείται συνήθως η μέθοδος CIMT (Constrained-Induced Movement Therapy) (Hoare et al., 2007). Η συγκεκριμένη μέθοδος ενθαρρύνει την έντονη χρήση του πάσχοντος χεριού, περιορίζοντας παράλληλα τη χρήση του φυσιολογικού άκρου. Για να είναι αποτελεσματική η μέθοδος αυτή απαιτείται, ωστόσο, ένταση και προσπάθεια από τον ασθενή. Επιπλέον, ο περιορισμός του ενώ άκρου για μεγάλα διαστήματα προκαλεί πολλές φορές έντονη δυσφορία στο παιδί, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε μακροχρόνια πλάνα αποκατάστασης. Συνεπώς, απαιτείται μία πιο φιλική προσέγγιση προς το παιδί η οποία όπως θα δούμε μπορεί να προσφερθεί από την εικονική πραγματικότητα και τα βιντεοπαιχνίδια.

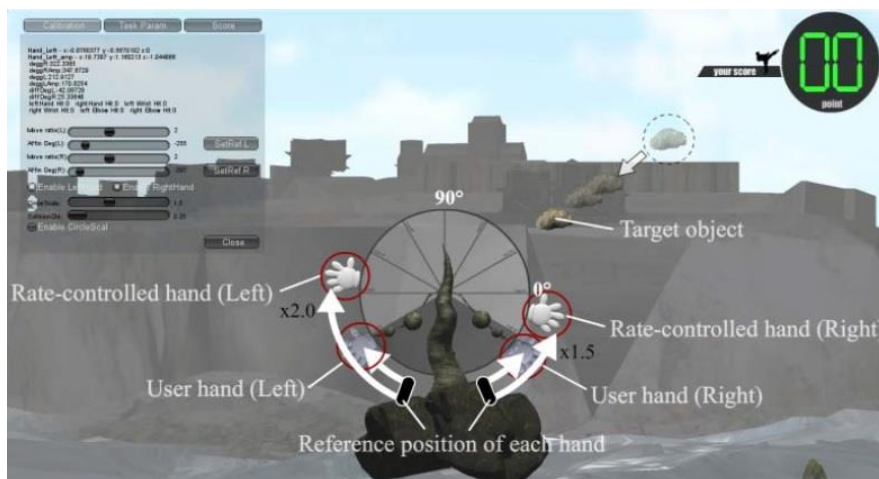
Η συμβατική μέθοδος αποκατάστασης για την εγκεφαλική παράλυση χρησιμοποιεί επαναλαμβανόμενες κινήσεις ως μέσο για την κινητική αποκατάσταση. Η προσέγγιση αυτή, όμως, αποτελεί μία αρκετά αδιάφορη δραστηριότητα για τα παιδιά τα οποία γρήγορα χάνουν την όρεξη και το κίνητρο να ασχοληθούν όσο πρέπει και με την ένταση που πρέπει, ειδικά όταν πρόκειται για μακροπρόθεσμα προγράμματα (Schmidt and Lee, 2005). Από την άλλη πλευρά, τα βιντεοπαιχνίδια είναι σε θέση να προσφέρουν άπειρες παραλλαγές επαυξημένης ανατροφοδότησης για τον ασθενή και τον θεραπευτή, ποικιλία αντικειμένων, μορφών και περιβαλλόντων ενώ όλες οι παράμετροι μπορούν να μεταβληθούν ή να επαναληφθούν ανά πάσα στιγμή (Cikajlo and Matjacic, 2009) με αποτέλεσμα η εικονική πραγματικότητα να παραμένει διασκεδαστική και ενθαρρυντική (Rand, 2007).

Έτσι, σκοπός του συγκεκριμένου παιχνιδιού που αναπτύχθηκε από τους T. Yamaguchi, P. Richard, F. Veaux, M. Dinomais, S. Nguyen, μετά από συνεργασία διάφορων τεχνολογικών ιδρυμάτων και σχολών υγείας στη Γαλλία, είναι να ενθαρρύνει τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν το πάσχον χέρι βελτιώνοντας την κίνηση και τον έλεγχο του άκρου τους. Για να επιτευχθεί αυτό επιλέχθηκε μία απλή δραστηριότητα η οποία περιλαμβάνει το πιάσιμο αντικειμένων με το ένα χέρι, τα οποία έρχονται προς τον ασθενή από ποικίλες κατευθύνσεις, χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα της Microsoft. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε ένας ειδικός αλγόριθμος καθιστώντας το Kinect ικανό να εστιάσει στο περιορισμένο εύρος τροχιάς του πάσχοντος χεριού και παράλληλα να αποδοκιμάζει τη χρήση του φυσιολογικού άκρου, μειώνοντας πόντους από το σκορ του ασθενή.

Το σύστημα που συντέθηκε για τον έλεγχο του συγκεκριμένου εγχειρήματος αποτελούνταν από μία τηλεόραση 60 ιντσών, ένα λάπτοπ, τον αισθητήρα Kinect και το απαιτούμενο λογισμικό.



Εικόνα 13: Τα απαιτούμενα στοιχεία για την συγκεκριμένη μέθοδο προσέγγισης (Τροποποιημένη από Krageloh-Mann and Cans, 2009)



Εικόνα 14: Το περιβάλλον χρήσης του παιχνιδιού ((Τροποποιημένη από Krageloh-Mann and Cans, 2009)

Στην εικόνα έξι βλέπουμε το περιβάλλον χρήσης του παιχνιδιού. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, η ψηφιακή απεικόνιση του παίκτη, που βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης, αναπαριστά πλήρως τις κινήσεις του σώματος του ασθενούς. Ο παίκτης ουσιαστικά ελέγχει το εικονικό άβαταρ και επιδιώκει να πιάσει τα αντικείμενα που κινούνται γύρω του στο εικονικό περιβάλλον. Το λογισμικό μπορεί να αλλάζει τις ιδιότητες των αντικειμένων όπως την κατεύθυνση, το βάρος, το μέγεθος, το σχήμα και άλλα. Μέσω του Kinect το πρόγραμμα λαμβάνει πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση των άκρων χεριών, των καρπών, των αγκώνων και των ώμων. Ωστόσο, τα 3D δεδομένα που λαμβάνονται μετατρέπονται σε 2D προκειμένου να αναπαρασταθούν στην οθόνη. Όπως βλέπουμε στην εικόνα τα άκρα φαίνονται στο εικονικό περιβάλλον πάνω σε συγκεκριμένους άξονες και σε συγκεκριμένες μοίρες παρέχοντας άμεσο feedback, δίνοντας την ευκαιρία στον ασθενή να βελτιώνει άμεσα τις κινήσεις του.

Το παιχνίδι παρέχει επιπροσθέτως λειτουργία προπόνησης με στόχο να εξοικειωθεί με τον μηχανισμό λειτουργίας ο ασθενής. Στη λειτουργία αυτή το σύστημα επιτρέπει δύο τρόπους αλληλεπίδρασης: είτε με το ένα μόνο χέρι(χρησιμοποιείται μόνο το αριστερό ή το δεξί) είτε και με τα δύο χέρια(και τα δύο χέρια χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ή ξεχωριστά).

Βέβαια η λειτουργία και ο σκοπός του παιχνιδιού δεν περιορίζεται μονάχα στο να απαιτεί από τον παίκτη να πιάσει το εκάστοτε αντικείμενο αλλά περιέχει έναν επιπλέον καθοριστικό παράγοντα για τον τομέα της κινητικής εκπαίδευσης του παιδιού. Ο παράγοντας αυτός είναι η αναλογία ελέγχου/απεικόνισης. Η αναλογία αυτή έχει να κάνει με την επαύξηση της πραγματικής κίνησης του χεριού του παίκτη με την αντίστοιχη κίνηση του άβαταρ στο παιχνίδι (Dominjon et al, 2005). Στο εικονικό αυτό περιβάλλον που χρησιμοποιούμε η αναλογία αυτή μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τον στόχο μας και τον εκάστοτε ασθενή.

Καθώς ένας ασθενής με κινητικές δυσκολίες παρουσιάζει ένα περιορισμένο εύρος κίνησης, το σύστημα μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των εικονικών στόχων αλλάζοντας το συγκεκριμένο πηλίκο. Όπως φαίνεται στην εικόνα 6, εμφανίζονται στην οθόνη δύο χέρια σε κάθε πλευρά: το κάτω χέρι αντιστοιχεί στη πραγματική κίνηση του ασθενούς και το πάνω στην επαυξημένη, εικονική κίνηση. Η εικονική κίνηση επομένως καθορίζεται από την αναλογία που έχουμε ορίσει. Για παράδειγμα, αν έχουμε θέσει το πηλίκο αυτό στο 2.0, τότε η ψηφιακή κίνηση είναι η διπλάσια της πραγματικής.

Με την πάροδο των επιπέδων επέρχεται και αύξηση του πλήθους και της ταχύτητας των αντικειμένων. Σημαντικό είναι ότι η αναλογία ελέγχου/απεικόνισης επηρεάζει σημαντικά τη δυσκολία. Όταν το πηλίκο αυτό ήταν στο 2.0 οι ασθενείς ανέφεραν ότι χρειάζεται μεγαλύτερη πνευματική προσπάθεια και συγκέντρωση καθώς απαιτούνταν μεγαλύτερος και ακριβέστερος έλεγχος του ψηφιακού χεριού. Από την άλλη, βέβαια, δυσαρέσκεια υπήρχε με την τιμή στο 1.0 λόγω της αργής κίνησης και της έλλειψης της πρόκλησης που υπήρχε με τις τιμές στο 1.5 και στο 2.0.

5.1.3 Πολλαπλή Σκλήρυνση ή Σκλήρυνση κατά Πλάκας

Η πολλαπλή σκλήρυνση αποτελεί μία φλεγμονώδη νόσο κατά την οποία προσβάλλεται η «εξωτερική επίστρωση» ή αλλιώς μυελίνη των νευρών στον εγκέφαλο και την σπονδυλική στήλη (Compston, Coles, 2008). Σήμερα, υπάρχουν στον κόσμο περίπου 3 εκατομμύρια άτομα τα οποία προσβάλλονται από την συγκεκριμένη νόσο, με τα ποσοστά να διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή και από λαό σε λαό. Συνήθως, η ασθένεια ξεκινά σε ηλικία από 20 μέχρι 50 ετών και είναι δύο φορές πιο συχνή στις γυναίκες από ότι στους άνδρες. Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα κάποια γνωστή θεραπεία για την πάθηση, αλλά υπάρχουν διάφορες αγωγές με στόχο την βελτίωση της λειτουργικότητας μετά από ένα επεισόδιο, την αποτροπή νέου επεισοδίου έξαρσης καθώς και την αποτροπή της εμφάνισης κάποιας αναπηρίας. Οι αγωγές αυτές συμπεριλαμβάνουν φαρμακευτική προσέγγιση και ασκήσεις αποκατάστασης με σκοπό την βελτίωση της κατάστασης του ασθενούς και όχι την αλλαγή της πορείας της νόσου (Murray, Buttner, Price, 2012). Το θέμα με τις ασκήσεις αποκατάστασης αυτές, είναι ότι έχουν δύο βασικά προβλήματα. Πρώτον, προωθούν την κινητική επανεκπαίδευση μέσω μονότονων επαναλαμβανόμενων ασκήσεων με συνέπεια να μειώνεται το κίνητρο και το ενδιαφέρον των ασθενών για να τις συνεχίσουν, οπότε και έχουμε σχετική αποτυχία ή καθυστέρηση του εκάστοτε στόχου της αποκατάστασης και δεύτερον απαιτείται από τους ασθενείς να βρίσκονται σε ειδικά κέντρα ή κλινικές και υπό την επίβλεψη εξειδικευμένου προσωπικού για να εξασφαλιστεί η σωστή εκτέλεση.

Εκμεταλλεόμενοι, όμως, την εικονική πραγματικότητα μπορούμε να εφοδιαστούμε με τρία βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, μπορεί να γίνει εικονική παρουσίαση της άσκησης στην οθόνη προσφέροντας ποικιλία νέων ασκήσεων για τον ασθενή. Δεύτερον, μπορεί να γίνει παραμετροποίηση των χαρακτηριστικών της αποκατάστασης, έλεγχος της απόδοσης καθώς και συλλογή των κινητικών στοιχείων από κάθε συνεδρία. Τρίτον, μπορεί να πραγματοποιηθεί οπουδήποτε με ένα πολύ βασικό και οικονομικό εξοπλισμό.

Για την συγκεκριμένη πάθηση αναπτύχθηκε από τους Lozano-Quilis et al. και την «JMIR SERIOUS GAMES» ένα λογισμικό με την ονομασία “RemoniEM”, το οποίο περιλαμβάνει τρία βασικά παιχνίδια-ασκήσεις, τα “TouchBall, TakeBall και StepBall”.

TouchBall

Σκοπός της συγκεκριμένης δοκιμασίας είναι να βελτιώσει την ισορροπία και την μεταφορά βάρους του ασθενή καθώς και τις κινήσεις του κορμού στο μετωπιαίο επίπεδο, δηλαδή στοιχεία που είναι βασικά για την βελτίωση του κύκλου βάρδισης.

Στο εικονικό αυτό περιβάλλον, ο ασθενής μπορεί να αλληλοεπιδρά με τον ψηφιακό κόσμο είτε από όρθια είτε από καθιστή θέση. Τα εικονικά αντικείμενα εμφανίζονται σε διαφορετικό ύψος και στις δύο πλευρές του παίκτη. Ο σκοπός της άσκησης είναι να αγγίξει με τα χέρια του τα αντικείμενα πριν εξαφανιστούν από την οθόνη διατηρώντας τα πόδια του εντός της προκαθορισμένης ζώνης(πράσινη βάση στην εικόνα 7). Ο ασθενής έχει ένα χρονικό όριο που καθορίζεται από τον θεραπευτή. Το σύστημα καταγράφει τα επιτυχημένα και αποτυχημένα χτυπήματα του παίκτη. Επιτυχημένο θεωρείται το χτύπημα όταν πραγματοποιείται από το χέρι που υποδεικνύεται στην οθόνη, με τα πόδια εντός του προκαθορισμένου πεδίου και εντός του προκαθορισμένου χρονικού ορίου.



Εικόνα 15: Περιβάλλον χρήσης του παιχνιδιού "Touchball" (Τροποποιημένη από Compston A., Coles A., 2008).

TakeBall

Το παιχνίδι αυτό θέλει να δουλέψει τα διαγώνια πατέντα PNF, κάτι σημαντικό σε καταστάσεις αποκατάστασης νευρολογικών παθήσεων καθώς τα πατέντα αυτά μπορούν να βελτιώσουν αισθητά τη λειτουργικότητα των άνω άκρων απαιτώντας καλή συναρμογή για την επιτέλεσή τους.

Στο εικονικό περιβάλλον ο ασθενής είτε από καθιστή είτε από όρθια πρέπει να μετακινήσει τα ψηφιακά αντικείμενα από την αρχική θέση σε μία τελική θέση χρησιμοποιώντας και τα δυο του χέρια. Όπως και πριν υπάρχει χρονικό όριο που καθορίζεται από τον θεραπευτή πριν την έναρξη της διαδικασίας. Το σύστημα καταμετρά τις επιτυχίες και τις αποτυχίες οι οποίες καθορίζονται από την ικανότητα του ασθενούς να επιτύχει τη μεταφορά στο σωστό σημείο στην οθόνη προτού αυτό εξαφανιστεί εντός του χρονικού ορίου και με τα πόδια εντός της προκαθορισμένης περιοχής.



Εικόνα 15: Περιβάλλον χρήσης του παιχνιδιού "Takeball" (Τροποποιημένη από Compston A., Coles A., 2008).

StepBall

Σκοπός και εδώ είναι η βελτίωση της ισορροπίας και της ικανότητας μεταφοράς βάρους καθώς και της κίνησης στο μετωπιαίο επίπεδο, όμως με τη διαφορά ότι δίνεται έμφαση στην μονοποδική στήριξη.



Εικόνα 16: Περιβάλλον χρήσης του παιχνιδιού "Stepball" (Τροποποιημένη από Compston A, Coles A, 2008).

Σε αυτό το εικονικό περιβάλλον τα αντικείμενα εμφανίζονται στο πάτωμα είτε στην μία είτε στην άλλη πλευρά του ασθενούς και αυτό πρέπει να πατήσει πάνω προτού εξαφανιστούν από την οθόνη. Για να γίνει η κίνηση πιο δύσκολη, χρησιμοποιούνται ψηφιακά εμπόδια μεταξύ της αρχικής θέσης των ποδιών του παίκτη και του αντικείμενου-στόχου. Ο ασθενής δεν πρέπει να «ακουμπήσει» τα εμπόδια αυτά προκειμένου να πετύχει τον πόντο. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και εδώ υπάρχει χρονικό όριο που καθορίζεται από τον θεραπευτή ενώ το σύστημα είναι και πάλι σε θέση να καταγράφει τις επιτυχημένες και αποτυχημένες προσπάθειες.

Εξοπλισμός

Το σύστημα RemoniEM χρησιμοποιεί μία απλή τηλεόραση LCD/LED για την ακουστική και οπτική παρουσίαση του εικονικού περιβάλλοντος. Για την αλληλεπίδραση του ασθενούς με αυτό και την ρύθμιση των αναγκαίων παραμέτρων χρειάστηκε επιπλέον ένας συμβατικός υπολογιστής με Windows λειτουργικό και ο αισθητήρας Kinect καθώς και το αναγκαίο λογισμικό που αναπτύχθηκε.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι αρχικά υπάρχει μία οθόνη η οποία επιτρέπει στον θεραπευτή να επιλέξει το είδος και τη δυσκολία των ασκήσεων ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες του ασθενή. Ο ασθενής έπειτα παρακολουθεί μία ακολουθία της κίνησης που πρέπει να πραγματοποιήσει στην οθόνη εξηγώντας του τι πρέπει να κάνει. Με αυτό τον τρόπο το ίδιο το σύστημα εκπαιδεύει κατά μία έννοια τον ασθενή. Έπειτα, ο ασθενής μπορεί να δει σε ένα μέρος της οθόνης πως το σύστημα αναγνωρίζει και καταγράφει τις κινήσεις του σκελετού του αλλά και αν βρίσκεται στη σωστή θέση-απόσταση από τον αισθητήρα για να πραγματοποιήσει την άσκηση. Όταν το σύστημα «δει» το σώμα του ασθενή τοποθετημένο όπως πρέπει, ξεκινά μία αντίστροφη μέτρηση δίνοντας χρόνο στον ασθενή να προετοιμαστεί για την άσκηση. Στο τέλος της δραστηριότητας, εν τέλει, παρουσιάζονται τα τελικά στοιχεία για τον θεραπευτή αλλά και σαν feedback για τον ίδιο τον ασθενή που θα τον ωθήσει να βελτιωθεί στη συνέχεια.

5.2 Μυοσκελετικές Διαταραχές

5.2.1 Μετά από Ολική Αρθροπλαστική Γόνατος

Η ολική αρθροπλαστική γόνατος αποτελεί μία συνηθισμένη χειρουργική επέμβαση με σκοπό την αντιμετώπιση του τελικού σταδίου οστεοαρθρίτιδας. Ο αριθμός των επεμβάσεων αυτών αυξάνεται ραγδαία με πάνω από 48 χιλιάδες επεμβάσεις να σημειώνονται στην Αυστραλία μέσα στο 2012 (Australian Orthopaedic Association, 2013.). Η σημαντικότητα της αποκατάστασης άμεσα μετά την επέμβαση με στόχο τη βελτίωση της δύναμης και της φυσικής λειτουργικότητας έχει καταγραφεί και διαπιστωθεί πολλές φορές και αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της μετεγχειρητικής διαχείρισης του ασθενούς (Meier, Mizner, Marcus et al, 2008)

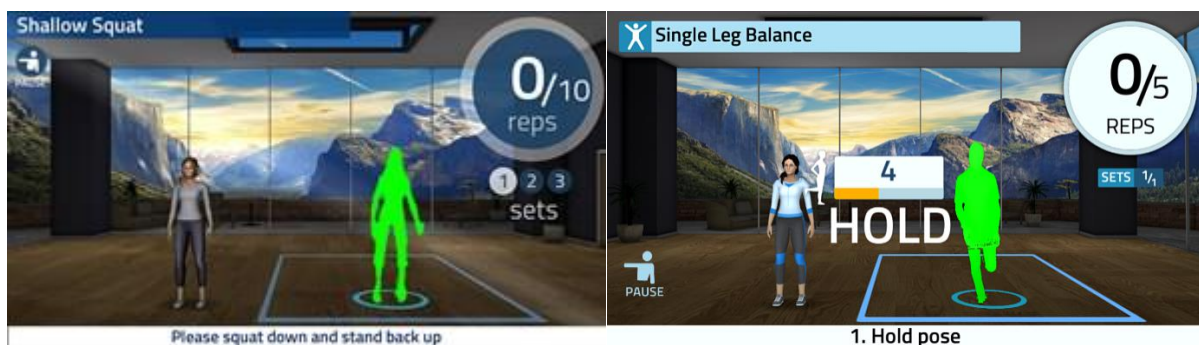
Τα βασικά προβλήματα που υπάρχουν στο θέμα της αποκατάστασης μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος έχουν να κάνουν κυρίως με την επικοινωνία μεταξύ θεραπευτή και ασθενή ιδίως αφότου ο τελευταίος μεταφερθεί από την κλινική στην κατοικία του. Οι ασθενείς ως αποτέλεσμα πολλές φορές εκτελούν τις ασκήσεις με λάθος τρόπο και είτε τις πραγματοποιούν ξεπερνώντας τα όρια της κόπωσης είτε αδιαφορούν πλήρως για αυτές μη έχοντας όρεξη ή και κίνητρο. Σκοπός του συγκεκριμένου παιχνιδιού είναι να προσφέρει ένα ελεγχόμενο περιβάλλον προπόνησης για τον ασθενή στο σπίτι ικανοποιώντας τις ανάγκες και του θεραπευτή αλλά και του ασθενούς. Ο θεραπευτής μπορεί εύκολα να ορίσει ένα

πρόγραμμα αποκατάστασης βασισμένο στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενούς, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία στον ασθενή να κάνει τις ασκήσεις του σε ένα ελεγχόμενο ψηφιακό περιβάλλον χωρίς να βρίσκεται απαραίτητα σε κάποιο κέντρο φυσικοθεραπείας. Χρησιμοποιώντας λοιπόν το Kinect για την υλοποίηση του εν λόγω εγχειρήματος ακολουθήθηκε μία εύκολη και απλή προσέγγιση και για τις δύο πλευρές.

Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, η καταλληλότητα και ο σωστός τρόπος εκτέλεσης, εξαρτώνται από μία πληθώρα μεταβλητών όπως π.χ. η απόσταση μεταξύ των δύο γόνατων κατά τη διάρκεια ενός καθίσματος ή το βάθος αυτού. Αυτές οι μεταβλητές πρέπει και ορίζονται από τον θεραπευτή κατά τη διάρκεια προηγούμενων συνεδριών χρησιμοποιώντας ως μέσο αξιολόγησης και αποθήκευσης και πάλι το ίδιο το Kinect. Οι τιμές αυτές είναι που θα τεθούν ως τα ανώτερα όρια που θα πρέπει να ακολουθήσει κανείς στο σπίτι στη συνέχεια του προγράμματος θεραπείας. Καθώς ο ασθενής παρουσιάζει πρόοδο όπως μεγαλύτερο εύρος τροχιάς, μεγαλύτερη αντοχή κλπ. οι τιμές αυτές μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν στη νέα του κατάσταση.

Επομένως, το feedback που δίνεται στον ασθενή από την οθόνη καθορίζεται ο τις τιμές που έχει καθορίσει νωρίτερα ο θεραπευτής. Η χρήση αυτού του είδους feedback είναι καθοριστική για τον τρόπο εκτέλεσης του προγράμματος αφού πρόκειται για οπτική ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες εξάσκησης αλλά και ακουστικές οδηγίες που παρέχονται από τον θεραπευτή για την κάθε άσκηση μέσω μίας φορητής μονάδας αποθήκευσης τύπου USB. Ουσιαστικά, κατά μία έννοια το σύστημα αντικαθιστά τον θεραπευτή στο σπίτι.

Σχετικά με το οπτικό feedback είναι στην προκειμένη περίπτωση από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για τη διόρθωση της κίνησης του ασθενή την ίδια την ώρα που πραγματοποιεί την άσκηση. Ειδικότερα, απόκλιση από τους προκαθορισμένους λογαρίθμους και πατέντα οδηγεί στην έντονη σηματοδότηση μίας μπάρας στην οθόνη ενώ παράλληλα δίνονται πληροφορίες για το πώς πραγματοποιείται η σωστή εκτέλεση της άσκησης. Αντίθετα, όταν όλα πραγματοποιούνται με τον σωστό τρόπο η ανατροφοδότηση στην οθόνη είναι διαφορετική και επιβραβεύει τον ασθενή με μεγαλύτερο σκορ δίνοντάς του το ανάλογο κίνητρο για βελτίωση.



Εικόνα 17: Το εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού. Στα αριστερά βλέπουμε το άβαταρ του ασθενή έτοιμο να κάνει βαθύ κάθισμα και στα δεξιά σε μονοποδική στήριξη (Τροποποιημένη από MeierW, Mizner RL, Marcus RL et al, 2008).

Όλα τα στοιχεία από τις ασκήσεις και το πρόγραμμα που ακολουθείται αποθηκεύονται ξεχωριστά σε μία φορητή μονάδα αποθήκευσης παρέχοντας λεπτομερή στοιχεία στον θεραπευτή για την πρόοδο του ασθενή. Έτσι, μπορεί να σχεδιαστεί ανάλογα και η συνέχεια του προγράμματος στο σπίτι. Κατά μία έννοια, λοιπόν, το κενό της απουσίας του φυσικοθεραπευτή από το οικιακό περιβάλλον καλύπτεται μίας εξαιρετικά φτηνής και προσιτής συσκευής αποθήκευσης.

Για να επιτευχθεί το όλο εγχείρημα, χρειάστηκε η στενή συνεργασία προγραμματιστών, φυσικοθεραπευτών και ερευνητών. Μάλιστα, προγραμματίστηκαν αρκετές ενημερωτικές συνεδρίες σχετικά με τις συμβατικές ασκήσεις μετά από ένα χειρουργείο ολικής αρθροπλαστικής γόνατος που πραγματοποιούνται προκειμένου να κατανοήσουν οι προγραμματιστές τι ακριβώς ζητούν οι θεραπευτές από τον ασθενή.

Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε σαν ένα εργαλείο βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ των δύο πλευρών καλύπτοντας μάλιστα αρκετά από τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η σημαντική μέθοδος αποκατάστασης. Καλύπτεται το κενό μεταξύ των συνεδριών και η εξάσκηση στο σπίτι καθίσταται πιο αποτελεσματική και ασφαλής.

5.2.2 Μετά από Ολική Αρθροπλαστική Ισχίου

Η ολική αρθροπλαστική ισχίου είναι μία συνηθισμένη χειρουργική διαδικασία σε πολλές χώρες. Για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής πάνω από 285.000 ολικές αρθροπλαστικές στο ισχίο ετησίως, με τον αριθμό να αναμένεται να διπλασιαστεί μέσα στα επόμενα είκοσι χρόνια (Kurtz, Ong, Lau et al, 2007).

Πέρα από το χειρουργείο, η μετέπειτα αποκατάσταση είναι αυτή η οποία καθορίζει κατά πολύ το χρόνο αλλά και τον βαθμό επανένταξης του ασθενή στις καθημερινές του δραστηριότητες (Maire, Faillenot-Maire, Grange, et al, 2004). Σύμφωνα με μελέτες μάλιστα η βελτίωση της συνολικής υγείας του ασθενούς αλλά και της λειτουργικής του ικανότητας κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την πορεία της υγείας του ατόμου μετέπειτα. Τέτοια προγράμματα έχουν αποδειχτεί να είναι αποτελεσματικά και απαραίτητα για την βέλτιστη δυνατή συνέχεια ακόμα και για διάστημα 6 μηνών (Wang, Gilbey and Ackl, 2002) με ένα χρόνο μετά το χειρουργείο (Unlu, Eksioglu, Aydog, et al. 2007).

Παραδοσιακές μέθοδοι αποκατάστασης λαμβάνουν χώρα σε κέντρα αποκατάστασης ή νοσοκομεία, πράγμα που απαιτεί από τους ασθενείς να διανύουν πολλές φορές μεγάλες αποστάσεις. Μία εναλλακτική είναι η χρήση τεχνολογικών μεθόδων όπως αυτή της τηλεαποκατάστασης μειώνοντας σημαντικά το κόστος και το χρόνο που δαπανούν οι ασθενείς για την πραγματοποίησή τους (Dávalos ME, French MT, Burdick AE, et al, 2009).

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα βιντεοπαιχνίδια μπορούν να προσφέρουν μία εναλλακτική μέθοδο αποκατάστασης με μεγαλύτερα κίνητρα, πολλαπλούς στόχους και τη δυνατότητα να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ασθενούν που δεν μπορούν εύκολα να μεταβούν σε κάποιο φυσιοθεραπευτικό κέντρο (Piqueras, Marco, Coll et al, 2011).

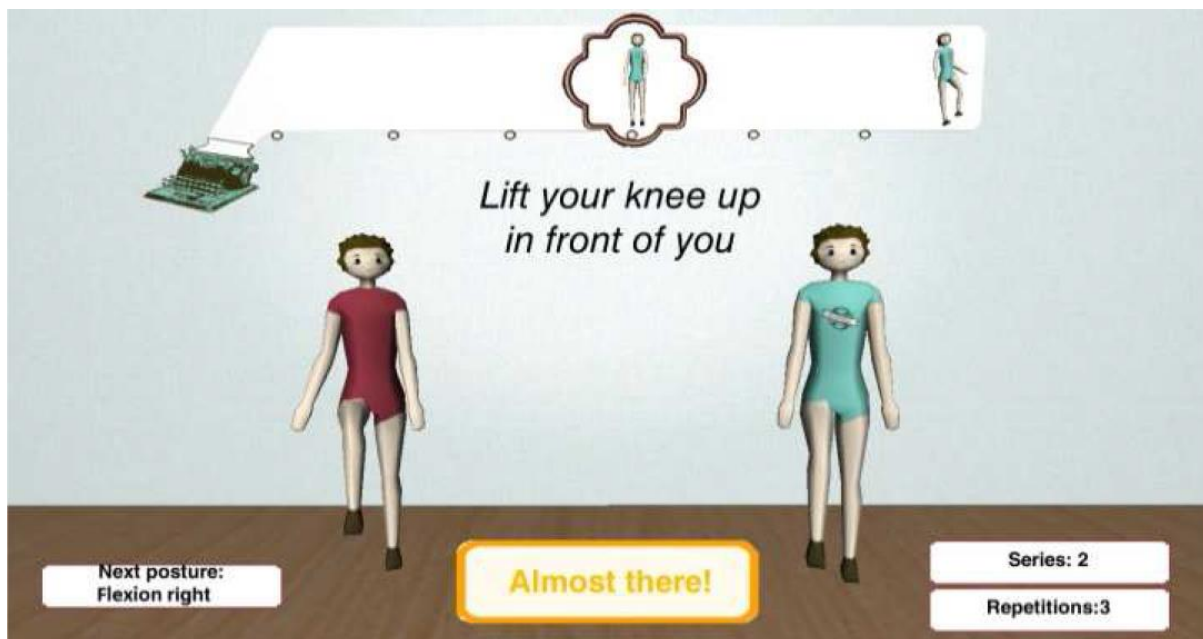
Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε από τους David Anton et al. με συνεργασία πανεπιστημίων από την Ισπανία και την Αυστραλία, το σύστημα KiReS ή διαφορετικά Kinect Based Rehabilitation System, δηλαδή ένα σύστημα αποκατάστασης βασισμένο στον αισθητήρα Kinect. Το KiReS αποτελεί στην ουσία ένα σύστημα τηλεαποκατάστασης που δίνει έμφαση στην κάλυψη των αναγκών των θεραπευτών και των ασθενών μέσω ενός φιλικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης.

Επιτρέποντας στους θεραπευτές να καθορίσουν το είδος των ασκήσεων καταγράφοντας τους εαυτούς τους να τις πραγματοποιούν μπροστά από τον ίδιο τον αισθητήρα, προφέρεται μία ποικιλία ασκήσεων και προγραμμάτων που μπορούν να προσαρμόζονται στις εκάστοτε ανάγκες του ασθενή. Το KiReS εμφανίζει στην οθόνη δύο τρισδιάστατα avatars. Στο ένα ο παίκτης μπορεί να δει τις κινήσεις που πραγματοποιεί ο ίδιος σε πραγματικό χρόνο και στο άλλο μπορεί να δει πως πρέπει να εκτελέσει την κάθε άσκηση, δίνοντας παράλληλα το

σωστό feedback (Anton, Goñi, Illarramendi et al, 2013). Όλες οι κινήσεις ταυτόχρονα καταγράφονται και ανεβαίνουν στην βάση δεδομένων όπου και ελέγχονται από τους αρμόδιους θεραπευτές.

Από τεχνική σκοπιά τα χαρακτηριστικά του συστήματος που είναι άξια αναφοράς είναι: α) το ικανοποιητικό feedback πραγματικού χρόνου, β) μεγάλη ακρίβεια στην καταγραφή των κινήσεων, γ) ελαστικότητα όσον αφορά το είδος των ασκήσεων και των παθολογιών.

Το εικονικό περιβάλλον δίνει στον ασθενή όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Τα δύο άβαταρς είναι τα απαραίτητα για την ομαλή διεξαγωγή της συνεδρίας. Πέρα από αυτά, ωστόσο, το περιβάλλον αλληλεπίδρασης περιλαμβάνει κουτάκια διαλόγου τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την επόμενη κίνηση, των αριθμό των επαναλήψεων καθώς και των αριθμό των σετ που απομένουν. Το κουτί πληροφοριών στο κέντρο προβάλλει λεπτομέρειες σχετικά με το πόσο καλά εκτελείται η άσκηση ανά πάσα στιγμή. Αυτό γίνεται μέσω γραπτού λόγου αλλά και χρωμάτων στην οθόνη που αλλάζουν ανάλογα με την «επιτυχία» της κίνησης. Στο πάνω μέρος της οθόνης και κεντρικά προβάλλεται η σειρά των διαφορετικών ασκήσεων αλλά και γραπτό κείμενο σχετικά με την εκτέλεσή τους. Καθόλη τη διάρκεια του προγράμματος ο ασθενής πετυχαίνει ένα σκορ ανάλογα με τη απόδοσή του.



Εικόνα 18: Το εικονικό περιβάλλον του συστήματος KiReS (Τροποποιημένη από Kurtz, Ong, Lau et al, 2007).

Τα σετ, οι επαναλήψεις και οι ασκήσεις μπορούν να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή με βάση την πρόοδο του ασθενή. Υπάρχει μάλιστα «βιβλιοθήκη» ασκήσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτούσιες είτε να προσαρμοστούν ανάλογα. Ο θεραπευτής μπορεί να επεξεργασθεί τις παραμέτρους και να «ράψει» το πρόγραμμα στα μέτρα του ασθενή.

Για να καταστεί δυνατή η χρήση του συστήματος στο σπίτι, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε δεκαπεντάλεπτη ενημέρωση-εκπαίδευση, παίζοντας παράλληλα μία δοκιμαστική έκδοση του παιχνιδιού που περιελάμβανε 2 με 3 επαναλήψεις για κάθε διαθέσιμη άσκηση. Τους κατέστη, μάλιστα, σαφές ότι θα πρέπει να δώσουν ιδιαίτερη έμφαση στην ασφάλειά τους σταματώντας την άσκηση αν παρουσιαστεί πόνος, κόπωση ή ζάλη. Για αυτό το λόγο συστήθηκε η παρουσία μία καρέκλας δίπλα στην πάσχουσα πλευρά τους για να κρατηθούν σε περίπτωση που χρειαστούν επιπλέον στήριξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Nintendo Wii - Νευρολογικές Διαταραχές

6.1.1 Εγκεφαλική Παράλυση σε παιδιά

Η εγκεφαλική παράλυση αποτελεί μία από τις τρεις πιο κοινές αναπτυξιακές διαταραχές με ποσοστά που κυμαίνονται από τις 1,5 μέχρι 3 γεννήσεις ανά 1000 (Sankar, Mundkur et al, 2002). Κατά την ενασχόληση με παιδιά με εγκεφαλική παράλυση, οι θεραπευτές πασχίζουν να βρουν ασκήσεις οι οποίες να είναι εφικτές και ταυτόχρονα αποτελεσματικές. Τεχνικές με καλά αποτελέσματα έχουν αποδειχτεί αυτές οι οποίες έχουν στηριχθεί σε θεωρίες κινητικές εκμάθησης όπου η προσοχή εστιάζεται σε εντατικές ασκήσεις λειτουργικών δραστηριοτήτων (Garvey, Giannetti et al, 2006).

Η ενσωμάτωση της εικονικής πραγματικότητας στα προγράμματα νευρολογικής αποκατάστασης είναι μία υπό εξέταση θεραπευτική προσέγγιση τόσο για ενήλικες όσο και για παιδιά ασθενείς με ενθαρρυντικά ωστόσο δείγματα για το μέλλον (Rizzolatti, Fabbri-Destro, Cattaneo, 2009)

Έχει αποδειχθεί ότι οι νευρώνες στον εγκέφαλο των ενηλίκων αυξάνουν τη δραστηριότητά του όταν το άτομο παρακολουθεί κινήσεις να πραγματοποιούνται από κάποιον άλλον. Η ενεργοποίηση αυτού του συστήματος μπορεί να πυροδοτήσει αναδιοργάνωση του εγκεφαλικού και πιθανότατα να συνεισφέρει στην λειτουργική αποκατάσταση (Akhutina, Foreman, et al, 2008).

Μελέτες με συστήματα που ποικίλουν από μερική μέχρι πλήρη εναρμόνιση του ασθενή με το ψηφιακό περιβάλλον έχουν αναφερθεί να προσφέρουν βελτιώσεις στη λειτουργικότητα τόσο για τα άνω όσο και τα κάτω άκρα σε ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο καθώς και σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (Braynton, Bossé J, BrienM, et al, 2006).

Επιπλέον, έρευνες πάνω στην αναδιοργάνωση του εγκεφαλικού φλοιού σε ασθενείς μετά από χρόνιο εγκεφαλικό και σε παιδιά με ημιπληγία έχουν αποδείξει οι νευροπλαστικές αλλαγές μπορούν να συσχετιστούν με βελτιωμένες λειτουργικές ικανότητες υπό συνθήκες αποκατάστασης σε εικονικό περιβάλλον (You, Jang, Kim et al, 2005).

Απλά συστήματα εικονικής πραγματικότητας όπως το Nintendo Wii είναι φτηνά και διαθέσιμα σε παγκοσμίως ακόμα και σε χώρες του τρίτου κόσμου. Το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να μπορεί να αποτελέσει μία πιθανή θεραπευτική επιλογή με προοπτικές για θεραπευτές που εργάζονται σε μικρό χώρο και με περιορισμένο εξοπλισμό.

Το ενδιαφέρον στην περίπτωση αυτή είναι πως δεν χρησιμοποιήθηκαν παιχνίδια ανεπτυγμένα αποκλειστικά για θεραπευτικούς σκοπούς αλλά για εμπορική κυκλοφορία που στοχεύει στις υγιείς ομάδες πληθυσμού.

Για να είμαστε ακριβείς όλοι όσοι συμμετείχαν στην έρευνα αυτή του πανεπιστημίου των Δυτικών Ινδιών της Τζαμάικα έπαιξαν το Wii Sports, ένα σύνολο από αθλητικά παιχνίδια παραμετροποιημένα για τον ψηφιακό κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών, που έχει σημειώσει τεράστια εμπορική επιτυχία. Όλοι οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν με το Wii Sports Boxing. Όταν κατόρθωναν να κερδίζουν το 90% των αγώνων της κάθε συνεδρίας περνούσαν στην επόμενη φάση η οποία περιελάμβανε αγώνες Baseball και εν τέλει προχωρούσαν σε αγώνες Tennis. Ενδιαφέρον ήταν ότι δεν χρειάστηκε κανενός είδος διευκόλυνση ή καθοδήγηση για τους ασθενείς παραμόνο η χρήση ενός επιδέσμου σε όσους είχαν αδύναμη λαβή προκειμένου να μπορέσουν να συγκρατήσουν το Wii Remote στο χέρι τους.

Το μόνο που χρειάστηκε για το όλο εγχείρημα ήταν η παιχνιδοκονσόλα της Nintendo, ο δίσκος με το παιχνίδι και ένας προτζέκτορας αντί για οθόνη. Όλοι οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν με την κλίμακα GMFM (Gross Motor Function Measure ή αλλιώς κλίμακα εκτίμησης της αδρής κινητικής λειτουργίας) η οποία ουσιαστικά αξιολογεί την αδρή κινητικότητα των ασθενών.

Τα αποτελέσματα ήταν άκρως ενθαρρυντικά αφού μετά από ένα διάστημα έξι εβδομάδων ο μέσος όρος των σκορ στην κλίμακα GMFM ανέβηκε από το 62.83 στο 70.17). Επομένως, το τεχνολογικό αυτό σύνολο παρουσιάζει μεγάλες προοπτικές ως εργαλείο αποκατάστασης σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Ωστόσο, απαιτούνται ακόμα αρκετές κλινικές δοκιμασίες στον τομέα αυτό έτσι ώστε να καθορίσουμε αν όντως μπορούμε να έχουμε σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης της αδρής κινητικότητας.

6.1.2 Μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο σε ενήλικες

Το ΑΕΕ είναι η κύρια αιτία μακροχρόνιων αναπηριών παγκοσμίως συμπεριλαμβανομένου του Ηνωμένου Βασιλείου όπου 110000 νέα εγκεφαλικά συμβαίνουν κάθε χρόνο οδηγώντας σε αύξηση των δημόσιων δαπανών κατά 4 περίπου δισεκατομμύρια ευρώ το χρόνο (Morse, 2010). Στατιστικά μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο 70% των ατόμων παρουσιάζει αδυναμία στο άνω άκρο ενώ μόλις το 5 με 20% επανακτούν πλήρως τη λειτουργικότητά τους (Hendricks H. 2002).

Οι μέθοδοι αποκατάστασης που δείχνουν να οδηγούν στην μεγαλύτερη δυνατή βελτίωση χαρακτηρίζονται από υψηλή ένταση, επανάληψη και εξάσκηση πάνω σε λειτουργικές δραστηριότητες. Αυτού του είδους η αποκατάσταση μπορεί να αποτελέσει μία μακροχρόνια διαδικασία και ως τέτοια μεγάλο μέρος της πρέπει να συνεχιστεί και στο σπίτι από τον ίδιο τον παθόντα. Ωστόσο, η πιστή υλοποίηση θεραπευτικών προγραμμάτων από τους ασθενείς στο σπίτι σπάνια συμβαίνει. Έρευνες μάλιστα δείχνουν ότι 79% των ασθενών σταμάτησαν να εκτελούν τα θεραπευτικά τους προγράμματα σε μόλις δύο μέρες μετά την έξοδό τους από την κλινική. Η έλλειψη υποστήριξης από θεραπευτές ήταν σύμφωνα με τα λεγόμενά τους ο κύριος λόγος για τον οποίον δεν ακολούθησαν τις οδηγίες που τους δόθηκαν. Άλλοι παράγοντες όπως αδιαφορία, έλλειψη κίνητρου και κατάθλιψη έπαιξαν σημαντικό ρόλο. Πολλά συστήματα βασισμένα στην εικονική πραγματικότητα έχουν κάνει την εμφάνισή τους χρησιμοποιώντας υλοποιήσεις από τον τομέα της ρομποτικής και της πληροφορικής, με τις περισσότερες εφαρμογές μέχρι σήμερα να είναι είτε πολύ ακριβές είτε ακατάλληλες για οικιακή χρήση. Η πρωτοποριακή χρήση του Wii θα μπορούσε να ανοίξει έναν δρόμο αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό για το άνω άκρο με τέτοιο τρόπο ώστε να μην χάνεται η επικοινωνία με τον θεραπευτή, να προσφέρεται κίνητρο και πάνω από όλα να είναι προσβάσιμος σε κάθε κατοικία (Mawson, Nasr, Parker, et al, 2008).

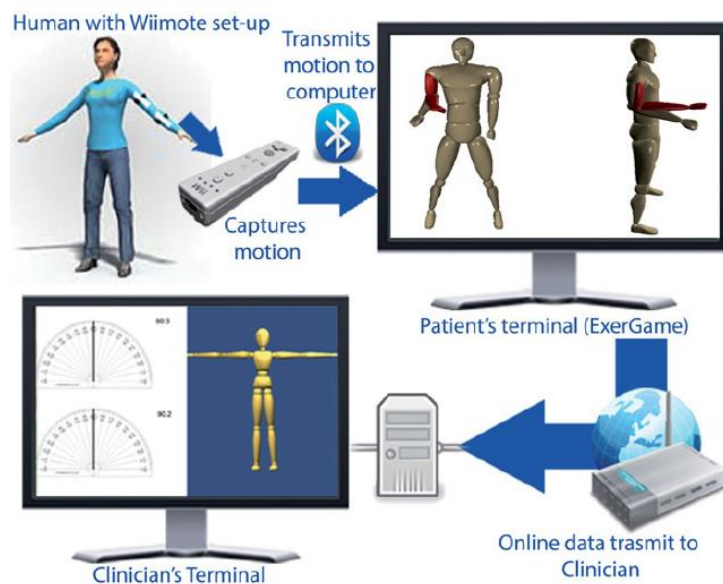
Για την υλοποίηση του συστήματος αυτού χρειάστηκε η συνεργασία μεταξύ 5 διαφορετικών εθνικών κέντρων υγείας του Λονδίνου (National Health Service) προκειμένου να ερευνηθούν τις προοπτικές της κονσόλας και πως αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον τομέα της φυσιοθεραπείας (Tsekleves, Skordoulis, Paraskevoroulos et al, 2011).

Το αποτέλεσμα της όλης προσπάθειας ονομάστηκε ReWiiRe από τα αρχικά των λέξεων Research in Wii Rehabilitation, δηλαδή έρευνα στην αποκατάσταση με Wii. Το ερευνητικό σχέδιο περιλάμβανε την επαναλαμβανόμενη έρευνα με ασθενείς και θεραπευτές προκειμένου να επιβεβαιωθεί πως η ανάπτυξη έχει τη σωστή κατεύθυνση και είναι σε θέση να φέρει αποτελέσματα.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος συντίθεται από δύο διαφορετικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης, ένα για τον ασθενή και ένα για τον θεραπευτή, μία Online βάση δεδομένων

με ξεχωριστό server για τα δεδομένα του ασθενούς και όλα όσα χρειάζεται να σώζει ο θεραπευτής καθώς και το απαραίτητο λογισμικό που αναπτύχθηκε. Η δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων στην βάση μπορεί να παραλειφθεί και να ακολουθηθεί μία offline γραμμή ωστόσο τα προτερήματα που χάνονται είναι αρκετά σημαντικά με τη δυνατότητα επέκτασης και αξιοπιστίας του συστήματος να πλήττονται άμεσα.

Το λογισμικό αποτελείται κατά κύριο λόγο από τρία διαφορετικά επίπεδα με ιεράρχηση από την βάση προς της κορυφή. Συγκεκριμένα, έχουμε να κάνουμε με το πρώτο επίπεδο στο οποίο γίνεται η συγκέντρωση και η πρόσβαση στα δεδομένα, με το δεύτερο επίπεδο όπου γίνεται η σύμπτυξη των δεδομένων και η αντιστοίχσή τους στο σωστό αλγόριθμο και τέλος το τρίτο όπου γίνεται η τρισδιάστατη απεικόνιση. Η πρόσβαση στα δεδομένα γίνεται χάρη στα πολλαπλά WiiMotes που βρίσκονται πάνω στον ασθενή και επικοινωνούν με έναν προσωπικό υπολογιστή μέσω τεχνολογίας Bluetooth (σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν δύο WiiMotes, αλλά μπορούν να προστεθούν εύκολα και άλλα). Στο μεσαίο επίπεδο οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τους σένσορες του Wii υπόκεινται σε μία διαδικασία εξομάλυνσης και «καθαρισμού» από το σύστημα με την αντιστοίχιση στον σωστό αλγόριθμο προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια και ευστοχία των κινήσεων. Τα αποτελέσματα εφαρμόζονται στο τρίτο και τελευταίο επίπεδο για την 3D απεικόνιση του μοντέλου προσφέροντας δυναμική εξομίωση των κινήσεων του παίκτη σε πραγματικό χρόνο. Για να επιτευχθεί η εικονική αναπαράσταση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικό λογισμικό ανοικτού κώδικα, το Blender.



Εικόνα 19: Η αρχιτεκτονική του συστήματος ReWiiRe (Τροποποιημένη από Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

Οι κινητικές πληροφορίες που λαμβάνονται από το σύστημα αποθηκεύονται σε πρώτο χρόνο τοπικά και στη συνέχεια προωθούνται μέσω του διαδικτύου σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Εκεί αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων όπου καταγράφεται κάθε συνεδρία για κάθε ασθενή ξεχωριστά με τον εκάστοτε θεραπευτή να έχει πρόσβαση ανά πάσα στιγμή. Ουσιαστικά πρόκειται για έναν άμεσο σύνδεσμο ανάμεσα στον θεραπευτή και τον ασθενή ιδίως αν λάβουμε υπόψη ότι τόσο ο ασθενής όσο και ο θεραπευτής μπορούν να στείλουν μηνύματα για οποιαδήποτε θέμα προκύψει κατά τη διάρκεια του προγράμματος

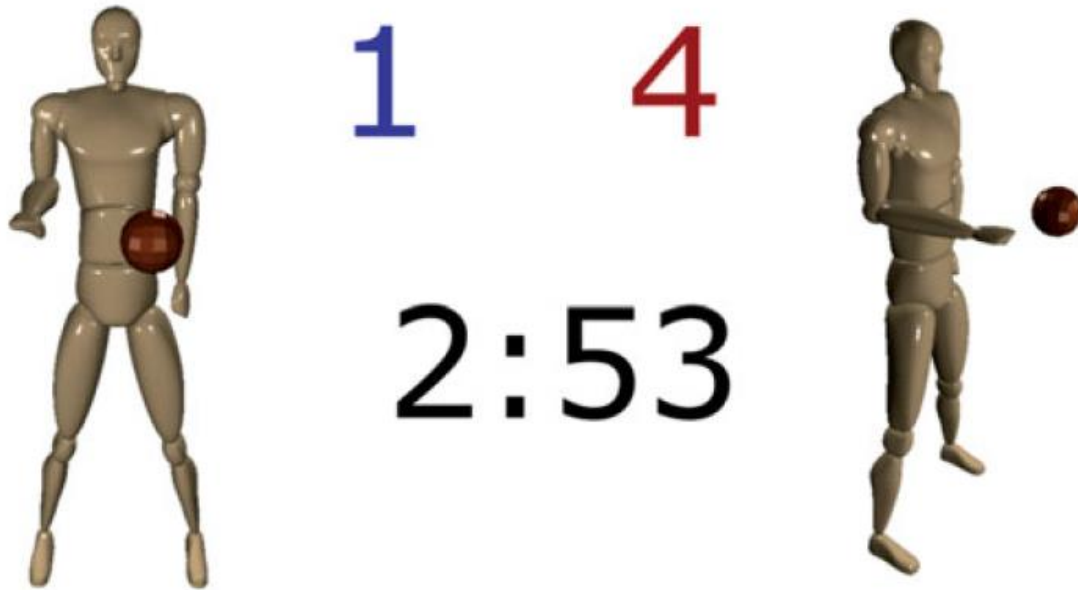
αποκατάστασης. Καθώς μάλιστα ο server περιλαμβάνει εξαιρετικά λεπτά ζητήματα αναφορικά με την ιδιωτικότητα του ασθενή προστατεύεται από ένα σύνολο ισχυρών πρωτοκόλλων ασφαλείας.

Αυτή η αμφίδρομη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του υπολογιστή του ασθενούς και της βάσης δεδομένων που κατέχει πρόσβαση, δίνει τη δυνατότητα όχι μόνο για έλεγχο της πρόοδο του ασθενούς σταδιακά αλλά και για την παρατήρηση του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο χάρη στη 3D ψηφιακή απεικόνιση των δεδομένων που συλλέγονται. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η συλλογή αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί και από άλλους σένσορες όπως το Kinect αν και στη προκειμένη περίπτωση τα Wii Motes είναι εφαρμοσμένα πάνω στον βραχίονα και το αντιβράχιο του ασθενή οπότε η κίνηση μπορεί και πάλι να χέρι με την άκρα χείρα ελεύθερη, κάτι σημαντικό αφού οι περισσότεροι ασθενείς μετά από ΑΕΕ αντιμετωπίζουν πρόβλημα με τη δύναμη της λαβής τους.

Θεωρητικά τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας για την αποκατάσταση του άνω άκρου κατηγοριοποιούνται σε παιχνίδια ή σε γραφικές απεικονίσεις που παίζουν το ρόλο του δασκάλου. Στην πρώτη κατηγορία ο ασθενής εκτελεί δραστηριότητες στα πλαίσια του παιχνιδιού, ενώ στη δεύτερη καθοδηγείται απλά στην εκτέλεση της κίνησης. Στο ReWiiRe αντίθετως συνδυάζονται και οι δύο. Ο ασθενής μπορεί μέσα από το περιβάλλον της εφαρμογής να διαλέξει ένα σύνολο ασκήσεων από μία ήδη προσαρμοσμένη σε αυτόν βιβλιοθήκη ασκήσεων από τον θεραπευτή, να παίξει διάφορα παιχνίδια αλλά και να ελέγξει την πρόδο του.

Για να διευκολυνθεί το όλο εγχείρημα για τον χρήστη, εισήχθη στο σύστημα ο όρος του ψηφιακού δασκάλου. Ο θεραπευτής πραγματοποιώντας ο ίδιος την κίνηση μπορεί ουσιαστικά να εκπαιδεύσει τον ψηφιακό δάσκαλο ο οποίος με την σειρά του θα δείξει την κίνηση στον ασθενή. Έχοντας feedback σε πραγματικό χρόνο και τον ψηφιακό δάσκαλο να τον καθοδηγεί κατά τη διάρκεια της κίνησης, οι πιθανότητες να πραγματοποιήσει σωστά την κίνηση ο παίκτης είναι εξαιρετικά υψηλές· αυτό είναι και το σημείο κλειδί του συστήματος, πρόκειται για έναν ισχυρό συσχετισμό ανατροφοδότησης και καθοδήγησης μέσα από ένα εικονικό περιβάλλον.

Το σύστημα επιπροσθέτως είναι σχεδιασμένο με δυνατότητες επέκτασης τόσο από άποψη εφαρμογών λογισμικού όσο και από άποψη επιπλέον παιχνιδιών τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στην ήδη υπάρχουσα βιβλιοθήκη. Στην εικόνα 10 βλέπουμε το «Hitting The Ball», ένα παιχνίδι στο οποίο ο ασθενής πρέπει να κινεί το χέρι του προκειμένου να χτυπήσει τρισδιάστατες μπάλες στο εικονικό περιβάλλον εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού ορίου. Παράμετροι του παιχνιδιού όπως ο χρόνος εμφάνισης νέας μπάλας ή η τοποθεσία εμφάνισής της ή πόσο μακριά από τον ασθενή καθώς και το εύρος τροχιάς της κίνησης του άνω άκρου που υποστηρίζει το άβαταρ μπορούν όλα να καθοριστούν ανάλογα με τις ανάγκες, τους στόχους και τις δυνατότητες του κάθε ασθενή. Το παιχνίδι με τη σειρά του καταγράφει το εύρος της κίνησης του ασθενή και κρατά σκορ ανάλογα με την επίδοσή του ενώ δεν παραλείπει στο τέλος κάθε συνεδρίας να προβάλλει στην οθόνη ενθαρρυντικά μηνύματα, όπως «Πολύ καλά, σημειώθηκε νέο ρεκόρ!», «Καλή προσπάθεια, ας προσπαθήσουμε περισσότερο την επόμενη φορά», πάντα με βάση τις επιτυχίες που σημειώνονται.

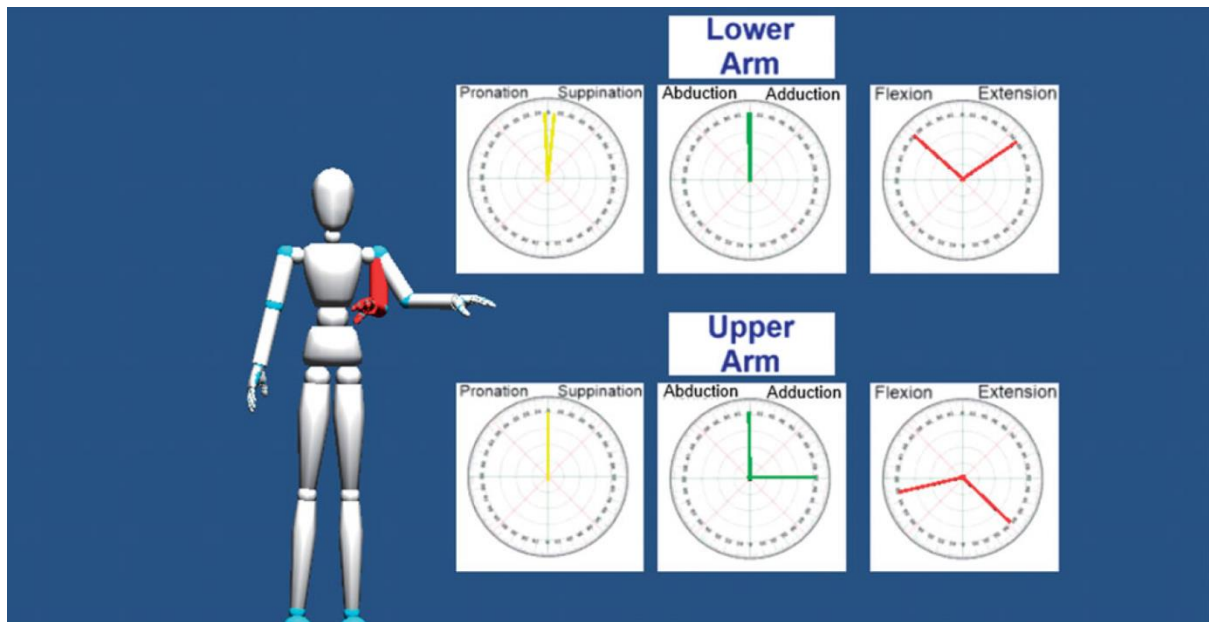


Εικόνα 20: Το περιβάλλον του παιχνιδιού «Hitting The Ball» (Τροποποιημένη από Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

Ένα ακόμα παιχνίδι που περιλαμβάνει η πλατφόρμα είναι ένα είδος Air Hockey. Η συγκεκριμένη δοκιμασία περιλαμβάνει την μετακίνηση ενός εικονικού δίσκου του hockey προς τα εμπρός, προς τα πίσω και από πλευρά σε πλευρά με συνδυασμό κινήσεων του αγκώνα και του ώμου. Στόχος του ασθενή είναι να πετύχει goal απέναντι στα δίκτυα του τέρματος του ψηφιακού αντιπάλου που προβάλλεται στην οθόνη. Το εύρος της κίνησης και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να προσαρμοστεί στις ειδικές ανάγκες του ασθενή.

Η εφαρμογή για τον θεραπευτή

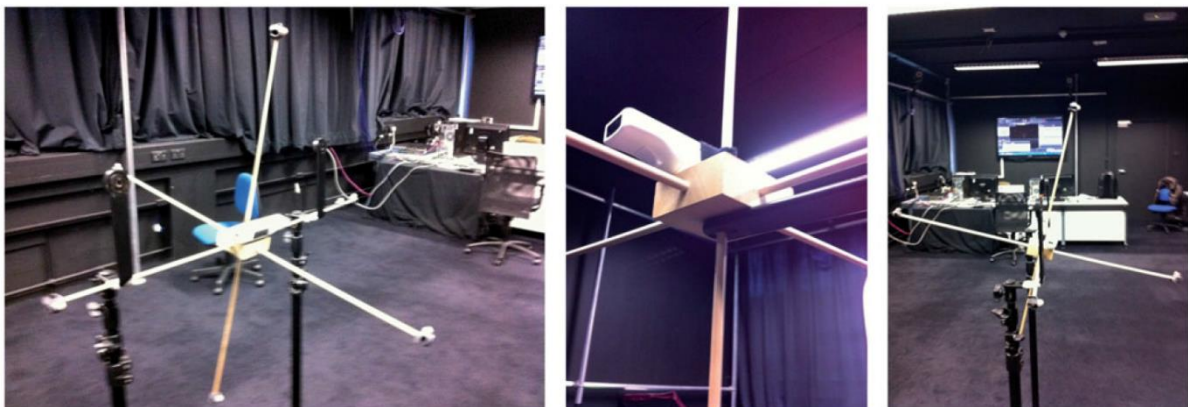
Το λογισμικό που χρησιμοποιεί ο θεραπευτής αποτελεί μία εφαρμογή με πολλαπλές λειτουργίες και έχει άμεση πρόσβαση στην βάση δεδομένων με τις διαθέσιμες ασκήσεις και παιχνίδια. Αρχικά, ο θεραπευτής είναι σε θέση να ανακτήσει ανά πάσα στιγμή κάθε συνεδρία που έχει ολοκληρώσει ο ασθενής και με τη βοήθεια της 3D αναπαράστασης που διατίθεται, μπορεί να αποκτήσει μία ξεκάθαρη εικόνα για την ακριβή κίνηση που εκτελεί ο ασθενής σε κάθε ξεχωριστή άσκηση, σα να ήταν ο ίδιος εκεί. Μέσω της εφαρμογής ο θεραπευτής μπορεί να αλλάξει το υπάρχον πρόγραμμα προσθέτοντας ή αφαιρώντας ασκήσεις ή αλλάζοντας τις παραμέτρους. Εδώ θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι δίνεται η δυνατότητα όχι μόνο να επιλεχθούν ασκήσεις από την ήδη υπάρχουσα βάση αλλά να προστεθούν κιόλας με το θεραπευτή να εκπαιδεύει τον «ψηφιακό δάσκαλο» βάζοντας το σύστημα να καταγράψει δικές του κινήσεις. Πέρα από αυτά όλες οι παράμετροι όπως η ταχύτητα, ο αριθμός των επαναλήψεων, το σκορ και ο βαθμός της ανατροφοδότησης είναι όλες διαθέσιμες προς αλλαγή. Το σύστημα, επομένως, προσφέρει ένα είδος απομακρυσμένου ελέγχου της προόδου του χρήστη, μέσα αξιολόγησης και αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο χρηστών αλλά και τη δυνατότητα να αλλάξει το πρόγραμμα ανάλογα με τις νέα δεδομένα που λαμβάνονται κάθε φορά.



Εικόνα 21: Το περιβάλλον εργασίας του θεραπευτή (Τροποποιημένη από Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

Όσον αφορά την ακρίβεια του συστήματος για να διαπιστωθεί η εγκυρότητά του χρειάστηκε παράλληλη παραμετροποίηση των αισθητήρων του όπως του επιταχυντή της κίνησης και του γυροσκοπίου από κοινού με ένα επαγγελματικό σύστημα της Vicon το MoCap Studio το οποίο παρέιχε το Πανεπιστήμιο Brunel και αποτελείται από 11 κάμερες υπερύθρων και το απαραίτητο λογισμικό με την ονομασία Blade 1.7. Το λογισμικό αυτό δίνει τη δυνατότητα παραμετροποίησης που βασίζεται στη θέση των καμερών στον χώρο με την θέση της κάμερας στο εικονικό τρισδιάστατο περιβάλλον. Με τον τρόπο επιτυγχάνεται η ταύτιση της πραγματικής και της ψηφιακής κάμερας του εικονικού περιβάλλοντος. Το σύστημα αυτό είναι σε θέση να πετυχαίνει ακρίβεια σε βαθμό χιλιοστού. Καθώς όμως το ReWiiRe δεν διατίθεται σε εμπορική κυκλοφορία έπρεπε να κατασκευαστεί μία αυτοσχέδια βάση με έξι στύλους προκειμένου να δουλέψουν παράλληλα τα δύο συστήματα με τα Wii Motes να παρέχουν πληροφορίες για τη θέση τους στην πλατφόρμα της Vicon.

Εικόνα 22: Η αυτοσχέδια κατασκευή που χρειάστηκε για τη συνεργασία των δύο συστημάτων (Τροποποιημένη από Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).



Feedback Χρηστών

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απόψεις όλων όσων το χρησιμοποίησαν σε πιλοτικό στάδιο με τους περισσότερους ασθενείς να κάνουν θετικά σχόλια. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες ανέφεραν πόσο σημαντικό είναι να βλέπουν την κίνησή του να αποτυπώνεται σε πραγματικό χρόνο πάνω σε έναν εικονικό χαρακτήρα παίρνοντας άμεση ανατροφοδότηση: «Μου αρέσει πολύ όταν το χρησιμοποιώ· νιώθω σα να είμαι εγώ μέσα στο εικονικό περιβάλλον» ανέφερε ένας 33χρονος με δεξιά ημιπληγία (Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

Εξαιρετικές επικρίσεις δέχτηκε και η λειτουργία του ψηφιακού δασκάλου αφού οι συμμετέχοντες θεώρησαν χρήσιμη την παρουσίαση των καταγεγραμμένων ασκήσεων στην οθόνη, θεωρώντας μάλιστα το στοιχείο αυτό απαραίτητο για να εκτελεστεί το πρόγραμμα στο σπίτι. Μία 52χρονη με δεξιά ημιπληγία ανέφερε: «Το σύστημα με κάνει να νιώθω σα να έχω το θεραπευτή δίπλα μου ενώ μπορεί να με καθοδηγεί κατά τη διάρκεια των ασκήσεων και να συγκρίνω την δική μου κίνηση με την υποδειγμένη» (Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

Αναγκαίο κρίνεται να αναφέρουμε ότι πέρα από την διευκόλυνση του ασθενή στην εκμάθηση, η υπόδειξη της κίνησης βοήθησε τους παίκτες να πραγματοποιήσουν κινήσεις μεγαλύτερου εύρους σε σύγκριση με αντίστοιχες κινήσεις όταν δεν χρησιμοποιούσαν το σύστημα.

Συμπερασματικά, ο έλεγχος του συστήματος μετά από έρευνα πάνω σε τρεις συμμετέχοντες έδειξε θετικά αποτελέσματα. Όλοι ανέφεραν μία ισχυρή σύνδεση με τον εικονικό τους εαυτό και τις κινήσεις του ενώ τα σχόλια που έκανα ήταν άκρως θετικά σχετικά με την παραμετροποίηση του συστήματος στις ανάγκες τους. Πέρα από αυτό, θετικό ήταν το γεγονός ότι παρουσίασαν βελτίωση της λειτουργικής τους ικανότητας στο πάσχον χέρι αφού αύξησαν το εύρος και την ταχύτητα των κινήσεών τους. Υψηλής σημασίας είναι το γεγονός ότι παρουσιάστηκε βελτίωση και στη λειτουργία της άκρας χείρα παρόλο που δεν υπήρχε κάποιος αισθητήρας εκεί, πιθανότατα λόγω της ενεργοποίησης των μυών του αντιβραχίου (Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).



Εικόνα 23: Χρήση του συστήματος από ασθενή σε πραγματικές συνθήκες (Τροποποιημένη από Mawson S, Nasr N, Parker J, et al, 2008).

6.2 Μυοσκελετικά Προβλήματα

6.2.1 Μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος

Θεραπευτικές προσεγγίσεις μέσω των βιντεοπαιχνιδιών έχουν εφαρμοστεί για τα άνω άκρα, τα κάτω άκρα, για νευρολογικές παθήσεις καθώς και εγκαύματα. Ελάχιστες ωστόσο μελέτες έχουν γίνει σχετικά με τη χρήση τους στην αποκατάσταση ορθοπεδικών προβλημάτων.

Την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί μία τεράστια αύξηση στα χειρουργεία ολικής αρθροπλαστικής γόνατος στις ηλικίες μεταξύ 45 και 54 ετών και ακριβέστερα κατά 271% στους άνδρες και 337% στις γυναίκες (Canadian Institute for Health Information, 2008).

Η χρήση αυτού του είδους αποκατάστασης μπορεί σαφώς να γίνει πιο εύκολα αποδεκτή από αυτό το ηλικιακό εύρος σε σχέση με τις μεγαλύτερες ηλικίες. Τα παιχνίδια για το περιφερειακό της κονσόλα της Nintendo το WiiFit ενθαρρύνουν τη χρήση των κάτω άκρων, απαιτούν καλή ισορροπία και «αναγκάζουν» τον χρήστη να είναι όρθιος καθόλη τη διάρκεια του παιχνιδιού. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν την προοπτική να εκπληρώσουν τους στόχους ενός προγράμματος αποκατάστασης στο κάτω άκρο. Για να διαπιστωθεί αυτό, πραγματοποιήθηκε ερευνητική διαδικασία στο Τορόντο του Καναδά κατά την οποία ασθενείς μετά από ΟΑΓ χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μία ομάδα ελέγχου που ακολούθησε συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης και μία ομάδα μελέτης η οποία εκτέλεσε ένα πρόγραμμα πάνω στο WiiFit ίσης διάρκειας και ίδιας συχνότητας. Τα παιχνίδια τα οποία έπαιξαν χωρίστηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με τις κινητικές απαιτήσεις τους. Οι κατηγορίες και τα παιχνίδια είναι τα εξής:

Πλευρική μεταφορά βάρους

- Ski Slalom: Ο χρήστης πρέπει να γέρνει προς τα αριστερά ή δεξιά πάνω στο balance board του Wii προκειμένου να κινήσει τον χαρακτήρα στην οθόνη και να περάσει μέσα από μία σειρά από πύλες. Λόγω των απότομων στροφών που απαιτούνται από τον εικονικό χαρακτήρα ο ασθενής πρέπει να ασκήσει αρκετή πίεση στην κατάλληλη πλευρά.
- Tight rope Walk: Ο χρήστης πρέπει να μεταφέρει κατάλληλα το βάρος του έτσι ώστε το άβαταρ να ισορροπήσει πάνω σε ένα τεντωμένο σκοινί. Αν το άβαταρ πάει να πέσει τότε ο χρήστης πρέπει να γύρει γρήγορα προς την σωστή κατεύθυνση για να διορθώσει τη θέση του εικονικού ήρωα.
- Penguin Slide: Εδώ το άβαταρ του παίκτη αντικαθίσταται από έναν πιγκουίνο ο οποίος βρίσκεται στην κορυφή ενός παγόβουνου το οποίο γέρνει προς τα αριστερά ή δεξιά εναλλάξ. Ο χρήστης πρέπει να ισορροπήσει ανάλογα και να πιάσει τα περισσότερα δυνατά ψάρια.

Ισορροπία πολλαπλών κατευθύνσεων

- Table Tilt: Ο παίκτης πρέπει να μεταφέρει με τέτοιο τρόπο το βάρος του ώστε οι βόλοι που βρίσκονται πάνω σε μία πλατφόρμα να μπουν στις τρύπες που εμφανίζονται.
- Hula Hoop: Ο χρήσης κινεί τα ισχία και την λεκάνη του σε μία κυκλική κατεύθυνση προκειμένου το άβαταρ να κάνει χούλα χουπ όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Balance Bubble: Ο χρήστης αναπαρίσταται σαν ένας χαρακτήρας μέσα σε μία φούσκα στην επιφάνεια ενός ποταμού. Ο παίκτης πρέπει να γείρει σε διάφορες κατευθύνσεις αποφεύγοντας εμπόδια και δίνες με στόχο να μην σκάσει η φούσκα.

Στατικός και δυναμικός έλεγχος στάσης

- Deep Breathing: Καθώς ο χρήστης στέκεται όρθιος πάνω στο Balance Board παίρνοντας βαθιές ανάσες, εμφανίζεται στην οθόνη μία τελεία η οποία δείχνει που βρίσκεται το κέντρο βάρους του χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Σκοπός του παιχνιδιού είναι να μεταφερθεί η τελεία σε συγκεκριμένα σημεία που υποδεικνύονται στην οθόνη. Με αυτόν τον τρόπο απαιτεί ο μέγιστος έλεγχος του σώματος και της μεταφοράς του βάρους κατάλληλα.

- Half Moon: Ο παίκτης σηκώνει ψηλά τα χέρια και μπλέκει τα δάκτυλά του. Στη συνέχεια γέρνει προς τα αριστερά ή δεξιά κρατώντας πάντα το κέντρο βάρους του μέσα στον κύκλο-στόχο που έχει τεθεί.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 2 παρακάτω δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ αυτών που ακολούθησαν το συμβατικό πρόγραμμα και αυτών που χρησιμοποίησαν το Wii Fit. Τα αποτελέσματα κρίνονται αρκετά ενθαρρυντικά ενώ σημαντική ήταν η αναφορά των συμμετέχοντων στην ικανοποίηση που ένιωθαν όταν χρησιμοποιούσαν το Wii. Κάποιοι μάλιστα θεώρησαν τους εαυτούς τους τυχερούς που βρίσκονταν στην ομάδα μελέτης. Αυτές οι παρατηρήσεις συμμαρρίζονται την άποψη ότι τα βιντεοπαιχνίδια προσφέρουν μία ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική εναλλακτική αποκατάστασης.

Πίνακας 3: Συγκριτικός Πίνακας Στοιχείων των δύο ομάδων (Στοιχεία από J.J. Negus, D.P. Cawthorne et al, 2014)

	Ομάδα μελέτης	Ομάδα Ελέγχου
Ενεργητική Κάμψη Γόνατος	17.18%	17.51%
Ενεργητική Έκταση Γόνατος	0.55%	1.15%
Τεστ Βάδισης 2 λεπτών	44.29%	41.61%
LEFS*	73.36%	41.51%
NPRS**	32.51%	15.67%
ABCS***	48.24%	34.13%

*LEFS: Κλίμακα λειτουργικότητας κάτω άκρου

**NPRS: Αριθμητική κλίμακα μέτρησης πόνου

***ABCS: Κλίμακα μέτρησης αυτοπεποίθησης σχετικά με την ισορροπία σε συγκεκριμένες δραστηριότητες

6.2.2 Μετά από Χειρουργείο Ανακατασκευής Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου

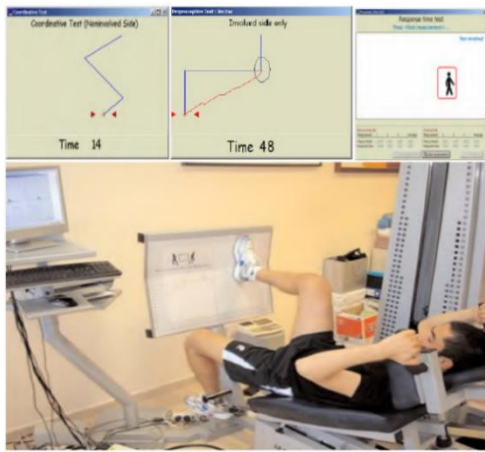
Η διαδικασία αποκατάστασης μετά από ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι καθοριστική για τη λειτουργικότητα της άρθρωσης του γόνατος (Yosmaoglu HB et al. J Sport Rehabil 20(2), 207-18, 2011). Ο πρόσθιος χιαστός σε συνδυασμό με τον οπίσθιο αποτελούν ισχυροί συνδετικοί ιστοί και τους κύριες σταθεροποιητικές δομές του γόνατος στο προσθιοπίσθιο επίπεδο. Τα περιστατικά ρήξης του οπίσθιου χιαστού είναι πιο χαμηλά σε σχέση με του πρόσθιου (Chen CH, Chuang et al, 2006). Με τον πρώτο να αποτελεί τον πιο συχνά τραυματισμένο, υπάρχει πληθώρα πρωτοκόλλων αποκατάστασης που ποικίλουν ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες του ασθενούς, χωρίς όμως να υπάρχει κάποιο ιδανικός αλγόριθμος για την αγωγή που πρέπει να ακολουθηθεί ανά περίπτωση. Όλα τα πρωτόκολλα έχουν ως στόχο τη βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου της άρθρωσης μετά το χειρουργείο, την επιστροφή στις λειτουργικές δραστηριότητες καθώς και την αποφυγή επανατραυματισμού (Aune A et al, 722-728, 2001). Το Wii Balance Board δεδομένης της δυνατότητάς του να προσφέρει feedback σε πραγματικό χρόνο και της προοπτικής του σαν ένα μέσο που



δίνει κίνητρο στον ασθενή για βελτίωση και ενασχόληση με το πρόγραμμα θεραπείας, έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα νευρολογικής αποκατάστασης κυρίως για ελλείματα ισορροπίας (Deutsch JE et al, 2008). Ωστόσο, το σύστημα αυτό φαίνεται ικανό να ικανοποιήσει και τις ανάγκες ενός προγράμματος ορθοπεδικής φύσεως.

Για να εξακριβωθεί αυτό επιστρατεύτηκαν 30 ασθενείς οι οποίο χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, η μία εκ των οποίων ακολούθησε συμβατική αποκατάσταση και η άλλη αποκατάσταση με βάση το Wii. Το πρόγραμμα διήρκεσε 12 εβδομάδες και οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν 3 εβδομαδιαίες συνεδρίες διάρκειας μίας ώρας.

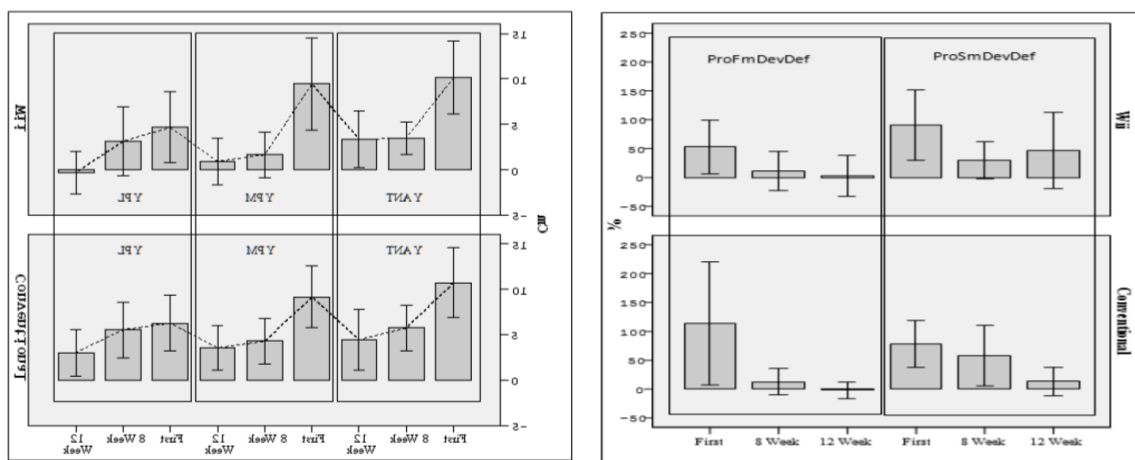
Τα παιχνίδια με τα οποία ασχολήθηκαν οι ασθενείς της μίας ομάδας ήταν το Wii Bowling, Boxing και Football που χρησιμοποιούν το Wii Mote και αποτελούν εικονικές προσομοιώσεις των πραγματικών αθλημάτων καθώς και παιχνίδια του WiiFit Pro Series που εστιάζουν στο Balance Board και περιλαμβάνουν ασκήσεις ενδυνάμωσης όπως προβολές, καθίσματα, πλάγια άρση σκέλους κ.α. καθώς και ασκήσεις ισορροπίας μέσα από διάφορα mini games όπως τα Ski Slalom και Penguin Slide που αναφέρθηκαν και παραπάνω.



Εικόνα 25: Το σύστημα λειτουργικού squashκαθώς και τα τεστ συντονισμού, ιδιοδεκτικότητας και χρόνου αντίδρασης αντίστοιχα (Τροποποιημένη από Gulcan Harput et al, 2011)

Οι συμμετέχοντες ελέγχθηκαν πριν την έναρξη του προγράμματος ως προς την ισορροπία, το συντονισμό και την ιδιοδεκτικότητα καθώς και τον χρόνο αντίδρασης χρησιμοποιώντας το σύστημα λειτουργικού squat (Εικόνα 15).

Μετά από επανέλεγχο με το πέρας των 8 και στη συνέχεια των 12 εβδομάδων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων καθιστώντας σαφές ότι το Wii και η συμβατική μέθοδος είναι εξίσου σημαντικά και αποτελεσματικά σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης του πρόσθιου χιαστού τόσο από άποψη νευρομυϊκής συναρμογής όσο και βελτίωσης της λειτουργικότητας. Το Wii, ωστόσο, παρουσίαζε το πλεονέκτημα ενός πιο ευχάριστου και λιγότερο μονότονου προγράμματος για τον χρήστη.



Εικόνα 26: Τα αποτελέσματα των τεστ Ιδιοδεκτικότητας αριστερά και τα αποτελέσματα του Star Execution Balance Test στα δεξιά, την 1^η, 8^η και 12^η εβδομάδα (Τροποποιημένη από Gulcan Harput et al, 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Μελλοντικές Εφαρμογές των Βιντεοπαιχνιδιών στον τομέα της υγείας

Πέρα από τις παραπάνω εφαρμογές στον τομέα της φυσικοθεραπείας, όπου το Kinect και το Wii μπορούν να αποτελέσουν ένα ιδανικό εργαλείο για την κλινική αλλά και την κατ'οίκον θεραπεία, οι συσκευές αυτές μελλοντικά μπορούν να προσφέρουν τα μέγιστα στον τομέα της υγείας.

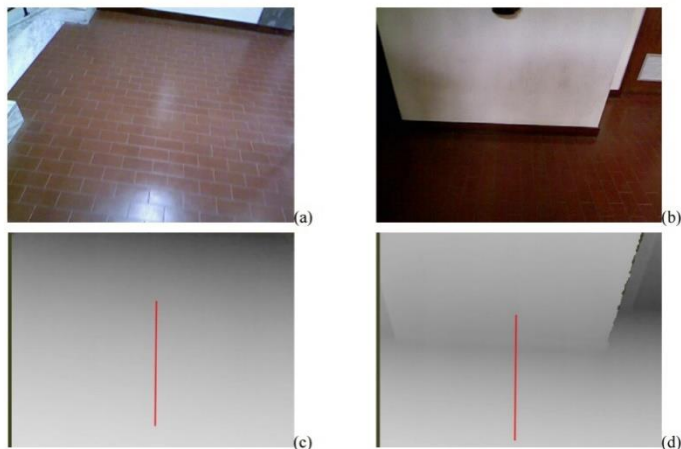
Μία από τις πρώτες μάλιστα εφαρμογές του Kinect στον ιατρικό χώρο, πριν καν η Microsoft κάνει διαθέσιμα τα εργαλεία ανάπτυξης για τη συσκευή στο ευρύ κοινό, ήταν να επιτρέπει στους χειρουργούς να έχουν πρόσβαση σε ιατρικές εικόνες όπως ακτινογραφίες χωρίς να απαιτείται κάποιος βοηθός κατά τη διάρκεια επεμβάσεων. Μέσω κινήσεων των χεριών μπορούν να αλλάξουν τα προβαλλόμενα στην οθόνη στοιχεία ανάλογα με το τι επιθυμούν να δουν τη δεδομένη χρονική στιγμή. Είναι, μάλιστα εφικτό να παίρνουν ζωντανή εικόνα μέσω της κάμερας ακτινοσκόπησης απλά με κινήσεις στον αέρα. Ήδη η канаδική εταιρία GestSure έχει αρχίσει να διαθέτει την τεχνολογία αυτής σε αρκετά νοσοκομεία.

Σε ανάπτυξη βρίσκεται, σύμφωνα με την ιστοσελίδα Mobihealth News, ένα Project από την μη κερδοσκοπική οργάνωση Kaiser Permanente στην Καλιφόρνια της Αμερικής με πυρήνα τα παιδιά με αυτισμό και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν. Σε μία μελέτη του πανεπιστημίου της Μινεσότα τα Kinect έδειξαν ικανά να βοηθήσουν στην παρακολούθηση της κατάστασης των ασθενών αυτών, ενώ κέντρα αυτισμού όπως το Lakeside Center for Autism_χρησιμοποιούν ήδη μία πρώιμη μορφή του εγχειρήματος βρίσκοντάς τη ιδιαίτερα χρήσιμη.

Η εταιρία Atlas5D, επίσης, ψάχνει τρόπους μέσω του συγκεκριμένου αισθητήρα για να αναπτύξει ένα ικανό σύστημα αποφυγής των πτώσεων για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δίνοντας έγκυρα στον χρήστη μία προειδοποίηση για την επικείμενη απώλεια της ισορροπίας μέσω της διαρκούς ανάλυσης του κύκλου βάδισης. Το ίδιο προσπαθεί να επιτύχει και το πανεπιστήμιο του Μιζούρι με κρατική επιχορήγηση. Η όλη προσπάθεια της ανάπτυξης ενός τέτοιου φορητού συστήματος έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα δύσκολη καθώς στο παρελθόν έχουν γίνει παρόμοιες απόπειρες με συστήματα αισθητήρων στα παπούτσια του ασθενούς (MobiHealth News, 2013). Το Kinect, όμως, δείχνει ιδιαίτερα ελπιδοφόρο για το μέλλον.



Εικόνα 27: Σύστημα πρόληψης πτώσεων με αισθητήρες στα παπούτσια (Τροποποιημένη από την Atlas5D)



Εικόνα 28: Εικόνες από την Κάμερα RGB και τους αισθητήρες βάθους σε περιπτώσεις χωρίς εμπόδιο (a&c) και σε περιπτώσεις με εμπόδιο (b&d) (Τροποποιημένη από Πανεπιστήμιο Μιζούρι, ΗΠΑ 2012)

Ερευνητές, τέλος, έχουν παρουσιάσει την προοπτική του Kinect να αποτελέσει βοηθός-οδηγός για άτομα με προβλήματα όρασης προκειμένου να προσανατολίζονται και να μετακινούνται πιο εύκολα μέσα σε κτίρια δίνοντας πληροφορίες για τη θέση και την απόσταση εμποδίων εντός δύο μέτρων πάντα σε σχέση με τη θέση του αισθητήρα στο χώρο (Vitor Filipe, Filipe Fernandes, et al, 2011), καθώς και ένα είδος διερμηνέα μεταφράζοντας τη νοηματική γλώσσα σε γραπτό ή προφορικό λόγο σε πραγματικό χρόνο από την Microsoft Research Asia (XilinChen, HanjingLi, TimPan, StewartTansley, ,ingZhou). Ωστόσο, και τα δύο είναι μακριά το στάδιο, δείχνουν όμως τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής και τις προοπτικές της για το εγγύς μέλλον.



The Kinect Sign Language Translator translates the gestures of sign language to spoken and written language—and vice versa.

Εικόνα 29: Το Kinect ανιχνεύει τις κινήσεις της νοηματικής γλώσσας σε γραπτό και προφορικό λόγο και το αντίστροφο (Τροποποιημένη από (Vitor Filipe, Filipe Fernandes, et al, 2011).

ΜΕΡΟΣ Β': Δουλεύοντας με το Microsoft Kinect

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο μέρος της εργασίας αυτής είδαμε τι είναι το Kinect και πως φαντάζει ένα πρόγραμμα ασκήσεων με πυρήνα τα παιχνίδια που διατίθενται για αυτό. Το Kinect όμως ως ένα περιφερειακό που αρχικά προοριζόταν για χρήση από υγιή δείγματα πληθυσμού δεν διαθέτει στην βιβλιοθήκη του παιχνίδια που να ανταποκρίνονται πάντα στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή για αποκατάσταση αφού είτε μπορεί να είναι υπερβολικά δύσκολα για την κατάστασή του είτε λόγω των πιθανών αδυναμιών του να θέτουν την σωματική του ακεραιότητα σε κίνδυνο. Το γεγονός αυτό είναι που ώθησε αρκετούς ερευνητές να αναπτύξουν παιχνίδια εξειδικευμένα σε κλινικές καταστάσεις προκειμένου να ερευνήσουν τις προοπτικές της τεχνολογικής αυτής συσκευής στο τομέα της υγείας και της αποκατάστασης. Όντας φίλος της τεχνολογίας από τα παιδικά μου κιόλας χρόνια και πλέον φίλος και του τομέα της υγείας θέλησα να συνδυάσω αυτά τα δύο και να προσπαθήσω ο ίδιος να αναπτύξω κάποια παιχνίδια που θα μπορούσαν να αποτελέσουν μέρος ενός προγράμματος αποκατάστασης που το καθιστούσε πιο ευχάριστο και ενδιαφέρον για τον ασθενή ή αν αυτό κρίνεται δυνατό ως ένα επιπλέον κίνητρο να ασχοληθεί με τη διαδικασία της αποκατάστασης στην προσωπική του κατοικία όταν δεν έχει πρόσβαση σε κάποια κλινική ή τη δυνατότητα κατ' οίκον θεραπείας. Προτού, όμως, παρουσιάσω και εξηγήσω τα παιχνίδια που ανέπτυξα θα ήθελα να δώσω μία εικόνα, με όσο το δυνατόν πιο απλά λόγια, για τις απαραίτητες γνώσεις και εξοπλισμό που απαιτούνται για το εγχείρημα αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Τα παιχνίδια μου

Στο πρώτο μέρος της εργασίας είδαμε τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας και των βιντεοπαιχνιδιών όπως το Kinect στον τομέα της υγείας. Στο παρόν μέρος θα δούμε τα παιχνίδια που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια αυτής εργασίας ώστε να δούμε τον τρόπο λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος αλλά και τον τρόπο ανάπτυξης μιας τέτοιας πλατφόρμας με πληθώρα πιθανών εφαρμογών. Τα παιχνίδια αυτά είναι το “Balloon Pop” και το “Snowball Evade”.

Τα παιχνίδια αυτά απευθύνονται κυρίως σε παιδιά και ηλικιωμένους (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αποκλείονται οι υπόλοιποι ηλικιακοί πληθυσμοί) με κινητικά προβλήματα ή ελλείματα προσοχής ή με μυοσκελετικά ή νευρολογικά προβλήματα κυρίως την άρθρωση του ώμου και στον έλεγχο των κινήσεων των κάτω άκρων και του κορμού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της βάδισης ή της ορθοστάτησης.

Τα παιχνίδια είναι όσο το δυνατόν πιο απλά σχεδιασμένα για τον μέσο χρήστη, από τον οποίο δεν απαιτούνται κάποιες ιδιαίτερες γνώσεις στον τομέα της πληροφορικής, είτε πρόκειται για τον ασθενή είτε για τον θεραπευτή, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άτομα με καλή αντίληψη των οπτικών ερεθισμάτων και συντονισμό χεριού-ματιού, δηλαδή ικανοτήτων σχεδιασμού και εκτέλεσης των κινήσεων. Αν και αυτά είναι πιθανόν να αναπτυχθούν και να βελτιωθούν παράλληλα με την χρήση.

Τα περιβάλλοντα που σχεδιάστηκαν και επιλέχθηκαν είναι τέτοια ώστε να φαίνονται πιο ενδιαφέροντα και ελκυστικότερα στις μικρότερες ηλικίες. Οι χρήστες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον άνω των τριών ετών προκειμένου να είσαι σε θέση να κατανοήσουν τους μηχανισμούς λειτουργίας και να ανταποκριθούν επαρκώς στις ανάγκες της εικονικής θεραπείας. Τα ίδια τα παιχνίδια που αποσκοπούν σε διαδικασίες αποκατάστασης σαν και αυτή, θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλά και εύκολα στην μάθηση έτσι ώστε να μπορεί να γίνει κατανοητό τόσο από παιδιά όσο και από μεγαλύτερης ηλικίας άτομα με κινητικές δυσλειτουργίες που μπορεί να σχετίζονται με μεταγενέστερο εγκεφαλικό επεισόδιο, εγκεφαλική παράλυση ή τετραπληγία και να τους δώσει κίνητρα.

Επομένως, το παιχνίδι απευθυνόμενο σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες ατόμων, έχει ως στόχο μέσα από την εκάστοτε δραστηριότητα την μείωση της κινητικής δυσκαμψίας και την αύξηση του εύρους τροχιάς καθώς και να βελτιώσει την κινητική δεξιότητα αλλά και να εκπαιδεύσει τα παιδιά μέσα από ένα πιο διασκεδαστικό και ενδιαφέρον για αυτά μέθοδο αποκατάστασης ή ηλικιωμένους που δεν μπορούν να μεταφέρονται διαρκώς σε κέντρα αποκατάστασης. Βέβαια τα συγκεκριμένα αποτελούν ένα δείγμα των ικανοτήτων του αισθητήρα και δεν μπορούν να αποτελέσουν από μόνα τους ο βασικός πυλώνας ενός προγράμματος θεραπείας.

Ακόμη, ένα τέτοιο εγχείρημα θα μπορούσε να απευθυνθεί και σε παιδιά χωρίς κινητικές δυσκολίες ή διαταραχές που απλά θέλουν να χρησιμοποιήσουν το Kinect για ψυχαγωγικούς σκοπούς.

Βέβαια, οι γονείς που θέλουν τα παιδιά τους να ασκηθούν σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον χωρίς απαραίτητα να πρέπει να μεταφερθούν σε κάποιο κέντρο ή να χρειάζονται απαραίτητα τον αρμόδιο θεραπευτή θα μπορούσαν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από ένα τέτοιο σύστημα.

Από την άλλη, μέσω της συνεχούς παρακολούθησης της προόδου του ασθενούς αλλά και μέσω της δυνατότητας αύξησης δυσκολίας ή της προσθήκης καινούριων κινήσεων μετά την

επίτευξη των αρχικών στόχων οι θεραπευτές θα μπορούν να έχουν στα χέρια τους ένα χρήσιμο εργαλείο.

1.1.2 Στόχοι

Τα παιχνίδια αυτά είναι παιχνίδια κινητικής αποκατάστασης με ένα σημαντικό πλεονέκτημα που δεν είναι άλλο από την εκμετάλλευση της σύγχρονης τεχνολογίας για να επιτύχουν τους στόχους τους, δηλαδή την βελτίωση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας, τη δυσκαμψία, την αύξηση του εύρους τροχιάς, την ενδυνάμωση καθώς και την βελτίωση του συντονισμού χεριού-ματιού, την ισορροπία αλλά και την βάρδιση.

Αυτό που απαιτείται από τους παίκτες-ασθενείς είναι ταχύτητα, ακρίβεια, προσοχή και σωστός συντονισμός των κινήσεων καθώς και σημαντική προσπάθεια που θα πρέπει να είναι ανάλογη της πρόκλησης που θέτει το κάθε επίπεδο δυσκολίας.

Οι συνεχής εμφάνιση στην οθόνη οπτικών ερεθισμάτων μπορεί να βοηθήσει τον χρήστη να βελτιώσει τον συντονισμό χεριού-ματιού, την ταχύτητα ανταπόκρισής του, την ικανότητα να ελέγχει καλύτερα τον κορμό του και την ισορροπία του αλλά και την συγκέντρωσή του.

1.1.3 Πριν τη συνεδρία

Πριν την συνεδρία ο χρήστης έχει την ικανότητα να καταχωρήσει το όνομα του ασθενούς, το πρόβλημα που αντιμετωπίζει, την ηλικία του, την μέρα και την ώρα της συνεδρίας έτσι ώστε να καταχωρηθούν τα ακριβή του στοιχεία μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας. Ουσιαστικά δημιουργείται ένας ηλεκτρονικός φάκελος προκειμένου να βλέπουμε την πρόοδο του ασθενούς και εμείς αλλά και ο ίδιος.



Εικόνα 30: Οθόνη εισαγωγής στοιχείων ασθενούς

Το επόμενο βήμα είναι να επιλέξουμε το επιθυμητό παιχνίδι μέσα από την πλατφόρμα που στην προκειμένη περίπτωση είναι είτε το Balloon Pop ή το Walk in straight Line όπου θα βρεθούμε σε ένα άλλο μενού επιλογών, ξεχωριστό για το καθένα, που θα δούμε παρακάτω.



Εικόνα 31: Οθόνη επιλογής Παιχνιδιού

Balloon Pop

Το Balloon Pop είναι ένα παιχνίδι που στοχεύει κυρίως στην βελτίωση της κινητικότητας της άρθρωσης του ώμου και του συντονισμού χεριού-ματιού είτε μετά από χειρουργική αποκατάσταση ή τραυματισμό είτε λόγω παθονευρολογικών καταστάσεων μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο όπως ημιπληγία. Σκοπός είναι ο παίκτης να κινήσει το χέρι του και να σπάσει τα μπαλόνια που εμφανίζονται στην οθόνη κρατώντας το πάνω σε αυτά για ένα χρονικό διάστημα που καθορίζεται από τον θεραπευτή ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας που κρίνεται κατάλληλο για τον ασθενή.

Ανάλογα με το πάσχον χέρι μπορούμε να επιλέξουμε το αντίστοιχο μέσα από το μενού του παιχνιδιού έτσι ώστε να ξεκινήσει η συνεδρία-παιχνίδι. Σε περίπτωση που θέλουμε να γυμνάσουμε και τα δύο χέρια υπάρχει ανάλογη επιλογή η οποία μπορεί μάλιστα να χρησιμοποιηθεί και για ψυχαγωγικούς σκοπούς αφού φαίνεται ιδιαίτερα διασκεδαστική.



Εικόνα 32: Οθόνη επιλογής χεριού

Συγκεκριμένα, ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας ποικίλει ο ρυθμός εμφάνισης καινούριου μπαλονιού, ο χρόνος που απαιτείται από τον ασθενή να κρατήσει το χέρι του για να σπάσει αυτό αλλά και το εύρος εμφάνισής τους που αντιστοιχεί σε ένα εύρος κίνησης της άρθρωσης. Αναλυτικά έχουμε:

Easy

Στο επίπεδο αυτό τα μπαλόνια εμφανίζονται μέσα σε ένα νοητό πλαίσιο που έχει τα όριά του από τις 0 μέχρι τις 45 μοίρες κίνησης, ο χρόνος για το σπάσιμο του μπαλονιού είναι 3 sec ενώ ο ρυθμός εμφάνισης νέου μπαλονιού είναι 4 sec μετά το σπάσιμο του προηγούμενου. Το επίπεδο αυτό έχει σχεδιαστεί για ασθενείς με ιδιαίτερα ασθενείς άρθρωση όπως ασθενείς που αντιμετωπίζουν οίδημα, πόνο και δυσκαμψία τις πρώτες μέρες μετά από ολική αρθροπλαστική ώμου.

Μια υποκατηγορία του επιπέδου αυτού είναι το **Easy+** στο οποίο το εύρος κίνησης παραμένει το ίδιο αλλά μειώνεται ο χρόνος εμφάνισης νέου μπαλονιού στα 2sec και αυξάνεται ο χρόνος που το χέρι θα πρέπει να μένει σηκωμένο για να σπάσει το μπαλόνι στα 5sec. Κάτι τέτοιο είναι χρήσιμο σε περίπτωση που ο ασθενής δεν μπορεί να απάγει τόσο το χέρι πάνω από τις 45 μοίρες αλλά του φαίνεται εύκολο να σπάει τα μπαλόνια.

Medium

Στο επίπεδο αυτό το εύρος εμφάνισης των μπαλονιών κυμαίνεται από τις 45 μέχρι τις 90 μοίρες απαγωγής του ώμου. Ο χρόνος εμφάνισης του νέου μπαλονιού αντιστοιχεί σε αυτόν του επιπέδου Easy+ (2 sec δηλαδή) καθώς και ο χρόνος για το σπάσιμο του μπαλονιού επίσης (5 sec).

Όπως και πριν έχουμε το επίπεδο **Medium+** με σκοπό την αύξηση της δυσκολίας στο ίδιο εύρος κίνησης. Επομένως, ο χρόνος εμφάνισης του νέου μπαλονιού είναι το 1 sec ενώ ο χρόνος κρατήματος του χεριού έχει αυξηθεί στα 6 sec.

Hard

Στο επίπεδο Hard έχουμε κινήσεις που κυμαίνονται σε ένα εύρος άνω των 90 μοιρών και προφανώς απευθύνεται σε ασθενείς σε πιο προχωρημένο επίπεδο και με καλύτερη

κινητικότητα στην άρθρωση. Ο χρόνος εμφάνισης του νέου μπαλονιού είναι 2 sec μετά το σπάσιμο του προηγούμενου και ο χρόνος κρατήματος ανέρχεται στα 5 sec.

Στο επίπεδο **Hard+** κινούμαστε ξανά στο ίδιο εύρος με τον χρόνο εμφάνισης αυτή την φορά στο 1 sec και το χρόνο κρατήματος στα 7 sec.

Random

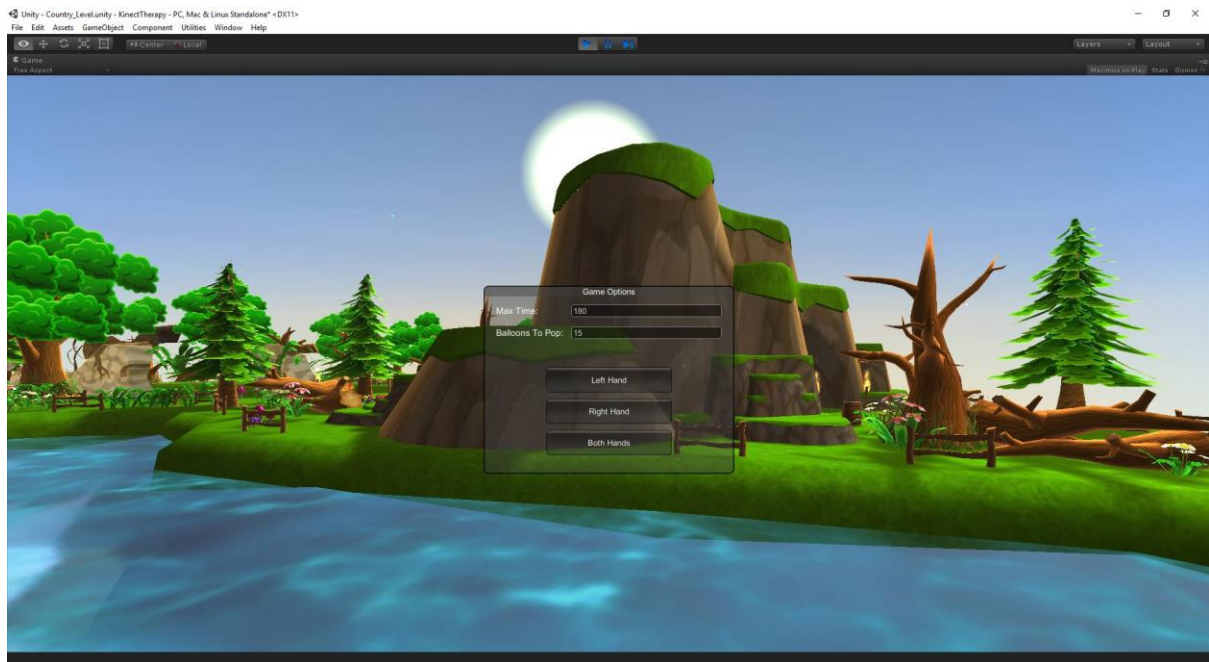
Στο επίπεδο Random τα μπαλόνια εμφανίζονται με ρυθμό όπως αυτόν στο επίπεδο Hard+ και απαιτούν από τον ασθενή να κρατήσει το χέρι του πάνω στο μπαλόνι για να σκάσει τον ίδιο χρόνο. Σκοπός του επιπέδου αυτού, πέρα από την εκπλήρωση των επιμέρους στόχων της εικονικής αποκατάστασης, η διασκέδαση αφού μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα προκλητικό και ευχάριστο ακόμη και για άτομα που δεν αντιμετωπίζουν κάποιου είδους πρόβλημα.



Εικόνα 33: Οθόνη Επιλογής επιπέδου

Καλό θα ήταν να σημειωθεί ότι οι παραπάνω χρόνοι που σημειώθηκαν είναι αντιπροσωπευτικοί και μπορούν εύκολα να μεταβληθούν από τις ανάγκες του εκάστοτε ασθενούς, παίκτη ή θεραπευτή.

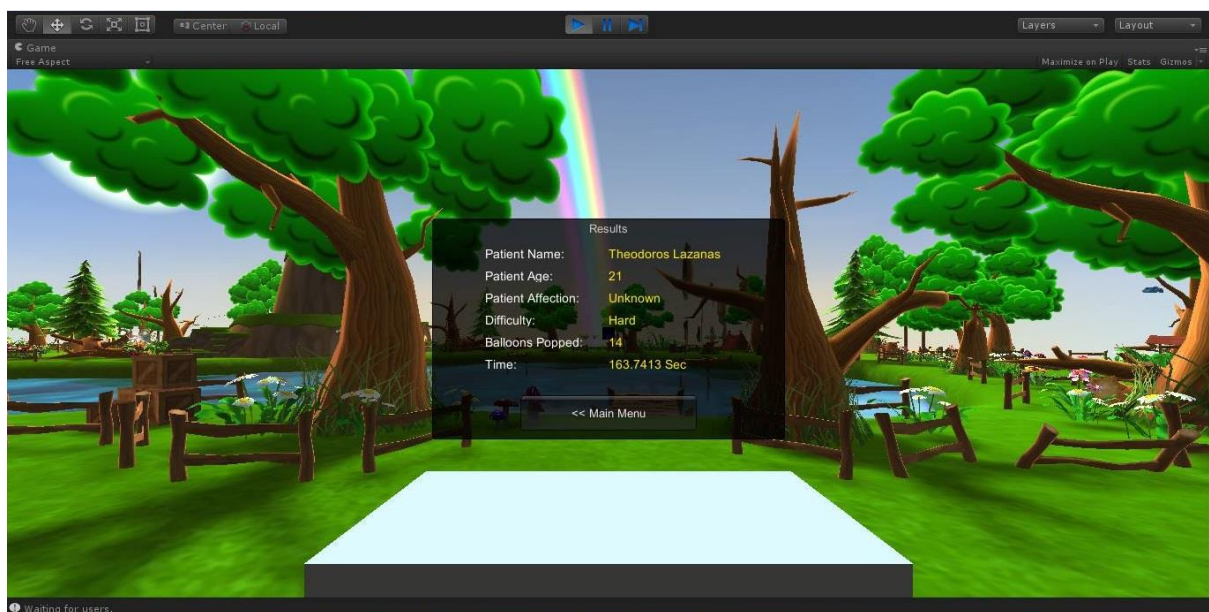
Ανεξάρτητα από το επίπεδο δυσκολίας μπορούμε είτε να θέσουμε ως στόχο για τον ασθενή να σκάσει όσο το δυνατόν όσο περισσότερα μπαλόνια μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα είτε να θέσουμε έναν αριθμό μπαλονιών και να δούμε τον χρόνο που χρειάζεται για να τα σκάσει.



Εικόνα 34: Μενού Ρύθμισης Παραμέτρων

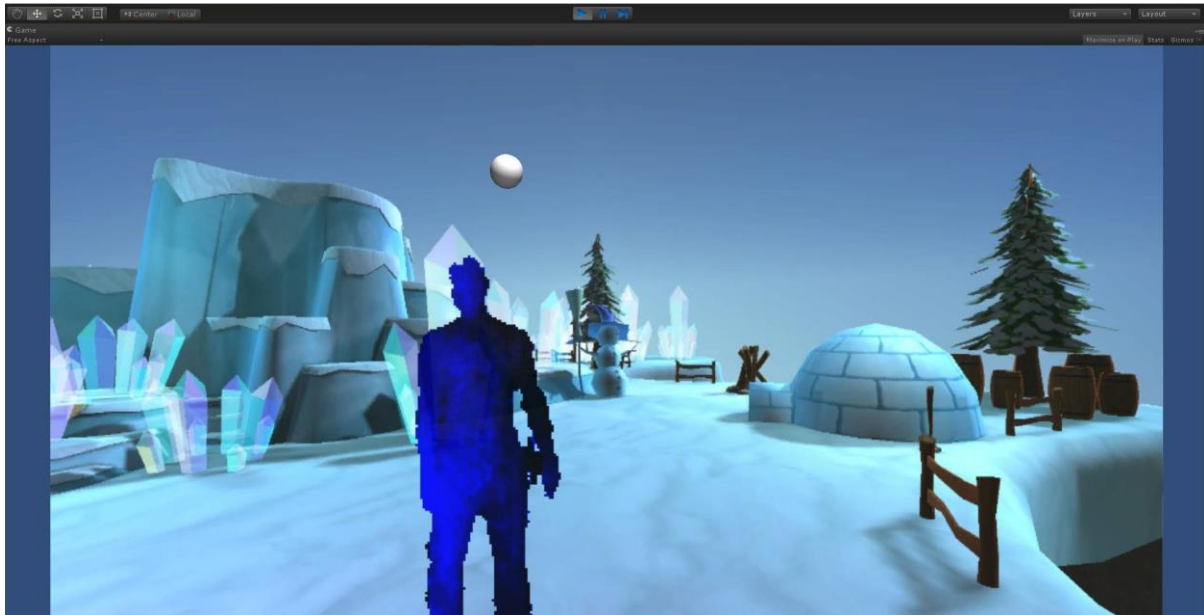
Γενικότερα, όσο μειώνεται ο ρυθμός εμφάνισης νέου μπαλονιού σκοπός είναι ο ασθενής να κρατά όσο το δυνατόν περισσότερη ώρα τον ώμο του σε απαγωγή και να βρίσκεται σε διαρκή τάση ο μυς.

Στο τέλος του χρόνου συνεδρίας, εμφανίζεται ο αριθμός των επιτυχημένων προσπαθειών του ασθενούς οι οποίες καταγράφονται στην ψηφιακή του καρτέλα. Ανάλογα με τα αποτελέσματα δέχεται και την αντίστοιχη επιβράβευση στην οθόνη μέσω ενθαρρυντικών μηνυμάτων! Η χρήση βαθμολογίας αποφεύχθηκε λόγω της πιθανής επιρροής που μπορεί να έχει στην ψυχολογία του ατόμου και της πιθανής αποθάρρυνσής του.



Εικόνα 35 : Στιγμιότυπο μέσα από το παιχνίδι στο οποίο μπορούμε να δούμε το όνομα του ασθενούς, τα στοιχεία του καθώς και το χρόνο που χρειάστηκε για να εκτελέσει τον αριθμό μπαλονιών που έχουμε θέσει.

Snowball Evade



Εικόνα 36: Στιγμιότυπο μέσα από το παιχνίδι

Στο παιχνίδι αυτό σκοπός είναι ο παίκτης είναι να αποφύγει τα χιονόμπαλες που πέφτουν από το πάνω μέρος της οθόνης με κινήσεις του κορμού και των κάτω άκρων. Ο ρυθμός και ο πλήθος των αντικειμένων ρυθμίζεται ανάλογα με το επίπεδο της δυσκολίας που καθορίζεται από τον θεραπευτή με βάση τις ανάγκες του ασθενούς. Συγκεκριμένα ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας έχουμε:

Easy

Στο επίπεδο αυτό ο ρυθμός εμφάνισης των νέων μπαλών είναι ανά 5 sec και η ταχύτητα πτώσης σε όσο το δυνατόν χαμηλότερο επίπεδο που αντιστοιχεί περίπου στα 6 sec.

Easy+

Ο ρυθμός εμφάνισης και η ταχύτητα πτώσης είναι η ίδια με το προηγούμενο επίπεδο αλλά περιορίζεται το εύρος εμφάνισής του στον οριζόντιο άξονα σε θέσεις πιο κοντά στον ασθενή με συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη μετατόπισή του.

Medium

Σε αυτό το επίπεδο ο ρυθμός εμφάνισης των νέων μπαλών είναι ανά 4 sec και η ταχύτητα πτώσης σε μέτριο επίπεδο που αντιστοιχεί περίπου στα 5 sec.

Medium+

Ο ρυθμός εμφάνισης και η ταχύτητα πτώσης είναι η ίδια με το προηγούμενο επίπεδο αλλά περιορίζεται το εύρος εμφάνισής του στον οριζόντιο άξονα σε θέσεις πιο κοντά στον ασθενή με συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη μετατόπισή του.

Hard

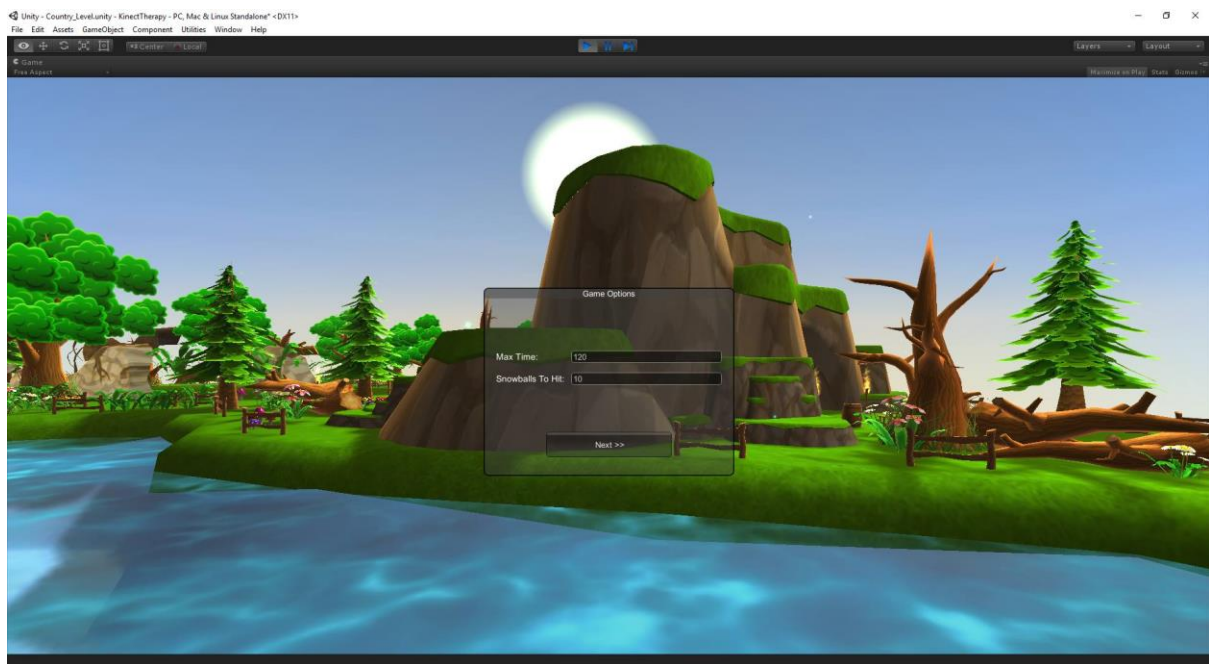
Στο επίπεδο αυτό ο ρυθμός εμφάνισης των νέων μπαλών είναι ανά 3 sec και η ταχύτητα πτώσης στο μέγιστο επίπεδο που αντιστοιχεί περίπου στα 4 sec.

Hard+

Ο ρυθμός εμφάνισης και η ταχύτητα πτώσης είναι η ίδια με το προηγούμενο επίπεδο αλλά περιορίζεται το εύρος εμφάνισής του στον οριζόντιο άξονα σε θέσεις πιο κοντά στον ασθενή με συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη μετατόπισή του

Απώτερος στόχος του παιχνιδιού αυτού είναι η βελτίωση της ισορροπίας του ασθενούς, της ικανότητας της βάρδισης καθώς και της ικανότητας του να αντιδρά στα οπτικά ερεθίσματα. Η συνεχής μετατόπιση του προκειμένου να αποφύγει τις μπάλες που πέφτουν προκαλεί συνεχείς κινήσεις του κορμού και των κάτω άκρων δραστηριοποιώντας τους σταθεροποιηούς και τους κινητικούς του μυς. Λόγω της κίνησης με βάση το οπτικό ερέθισμα πιθανή είναι και η βελτίωση του συντονισμού των κινήσεων.

Γενικότερα, μπορούμε είτε να θέσουμε ένα συγκεκριμένο χρόνο μέσα στον οποίο θα δούμε πόσες μπάλες μπορεί να αποφύγει ο ασθενής είτε να δούμε πόσο μπορεί να αντέξει δίχως να έρθει σε επαφή με κάποια μπάλα.



Εικόνα 36: Μενού εισαγωγής παραμέτρων

Όπως και στο προηγούμενο παιχνίδι, στο τέλος της συνεδρίας έχουμε την εξαγωγή των αποτελεσμάτων με βάση τα στοιχεία του ασθενούς όπως το όνομά του, την ημερομηνία της συνεδρίας, τις επιτυχημένες και τις αποτυχημένες προσπάθειές του και τον χρόνο της συνεδρίας τα οποία και καταχωρούνται στον υπολογιστή μας. Βέβαια, όπως και πριν, έτσι και σε αυτή την περίπτωση το παιχνίδι μπορεί να αποτελέσει και ένα ψυχαγωγικό μέσο και να μην παραμείνει μονάχα στην σφαίρα της αποκατάστασης.

1.1.4 Αξιολόγηση

Τα παιχνίδια αυτά δεν έχουν δοκιμαστεί στην κλινική πράξη ή σε ασθενείς ωστόσο έχουν σχεδιαστεί με βάση τις ανάγκες του. Οι διάφορες μεταβλητές μπορούν να αλλάξουν εύκολα ανά πάσα στιγμή προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις εκάστοτε ανάγκες. Κίνδυνοι όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο μέρος της εργασίας είναι πιθανόν να εγκυμονούν ιδίως σε περιπτώσεις που ο ασθενής χρησιμοποιεί το σύστημα αυτό κατ'οίκον, ωστόσο με σωστή επίβλεψη μπορούν να ξεπεραστούν και το Kinect να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια του θεραπευτή. Το εργαλείο αυτό μπορεί να προσφέρει πληθώρα εφαρμογών και τα παραπάνω παιχνίδια αποτελούν μονάχα ερασιτεχνικά βήματα που δείχνουν ένα μικρό μέρος των δυνατοτήτων του. Όπως φαίνεται μπορεί να καταστήσει την αποκατάσταση μία

πιο ευχάριστη και λιγότερο μονότονη διαδικασία, ωστόσο χρειάζεται περαιτέρω εξέλιξη και έρευνα για να εδραιωθεί η αξιοπιστία του στον χώρο της φυσικοθεραπείας και της υγείας γενικότερα.

1.2 Χρήση

1.2.1 Χώρος Χρήσης

Αρχικά, αδειάζουμε το χώρο ανάμεσα στον αισθητήρα και τον χρήστη αλλά και περιμετρικά ιδίως όταν πρόκειται για ασθενή αφού εγκυμονεί κίνδυνος πτώσης. Αν παίζει ένας χρήστης, η ενδεικτική απόσταση είναι στα 1,8 μέτρα, ενώ αν παίζουν δύο τότε αυξάνεται στα 2,4 μέτρα.

Βεβαιωνόμαστε, επιπροσθέτως ότι ο φωτισμός στο δωμάτιο είναι αρκετός με τέτοιο τρόπο ώστε το πρόσωπό μας να είναι ορατό και να φωτίζεται ομοιόμορφα. Σημαντικό είναι να περιορίσουμε πιθανό πλευρικό ή κόντρα φωτισμό, ιδίως από κάποιο παράθυρο. Έτσι, θα αυξήσουμε σημαντικά την ακρίβεια ανίχνευσης του αισθητήρα.



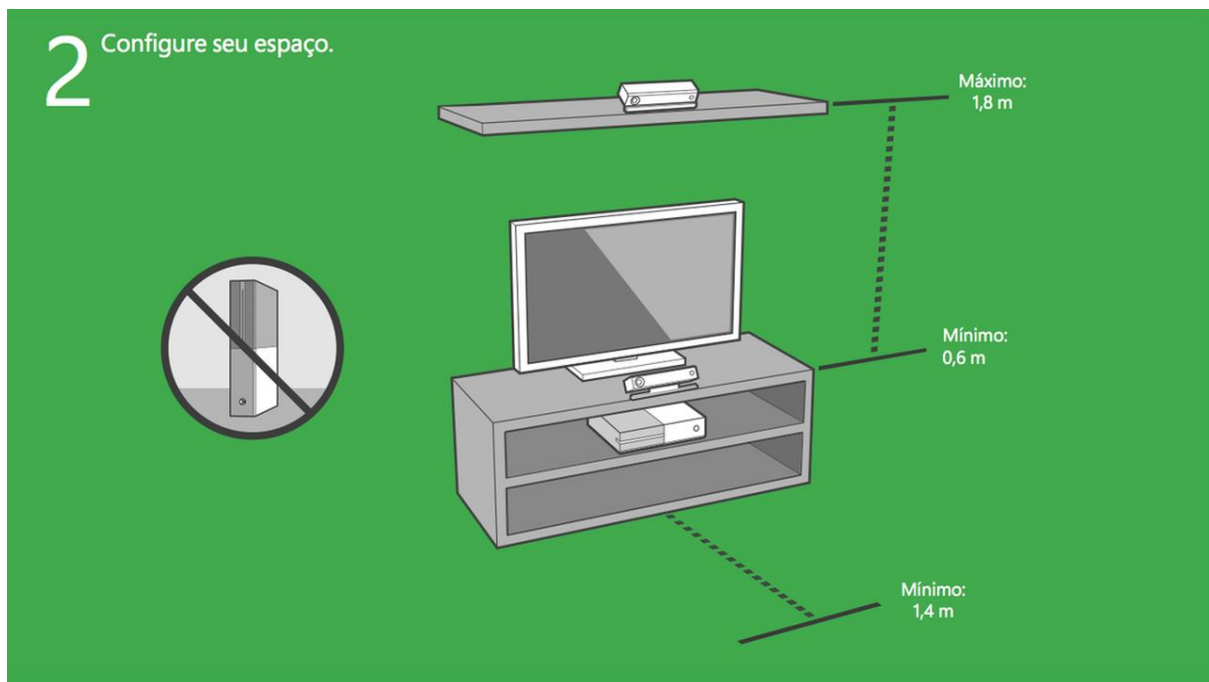
Εικόνα 37: Καλό είναι να αποφεύγεται το άμεσο ηλιακό φως στον αισθητήρα

1.2.2 Σωστή τοποθέτηση του Kinect στο χώρο

Πολύ σημαντικό είναι να τοποθετήσουμε σωστά τον αισθητήρα στον χώρο χρήσης τόσο στα πλαίσια της χρήσης από τον ασθενή όσο και στα πλαίσια της ανάπτυξης των παιχνιδιών. Αν δεν συμβεί αυτό θα έχουμε πρόβλημα με την σωστή ανίχνευση μέσα στον χώρο.

Συγκεκριμένα ο αισθητήρας πρέπει να τοποθετείται σε ύψος μεταξύ 0,6 και 1,8 μέτρων από το πάτωμα και να μην παρουσιάζεται κανένα εμπόδιο ανάμεσα στον χρήστη και αυτόν. Το Kinect πρέπει να είναι τοποθετημένος στο βάθος του ραφιού και να μην υπάρχει κάποιο μικροαντικείμενο μπροστά του, ακόμα και γυάλινη επιφάνεια.

Λόγω της κίνησής του προς τα πάνω και κάτω, επιπλέον, πρέπει να βεβαιωθούμε ότι δεν εμποδίζει κάτι την κίνησή του.



Εικόνα 38: Εικονική αναπαράσταση των οδηγιών τοποθέτησης

Αν η ενδεικτική του λυχνία είναι πράσινη, τότε είναι έτοιμος για χρήση.

1.2.3 Συνδεσμολογία του Kinect

Η συνδεσμολογία του Kinect είναι ιδιαίτερη απλή αφού εξ αρχής είχε σχεδιαστεί σαν ένα περιφερικό plug 'n' play, δηλαδή ένα περιφερικό που το απλά το συνδέουμε και είμαστε έτοιμοι να παίξουμε.



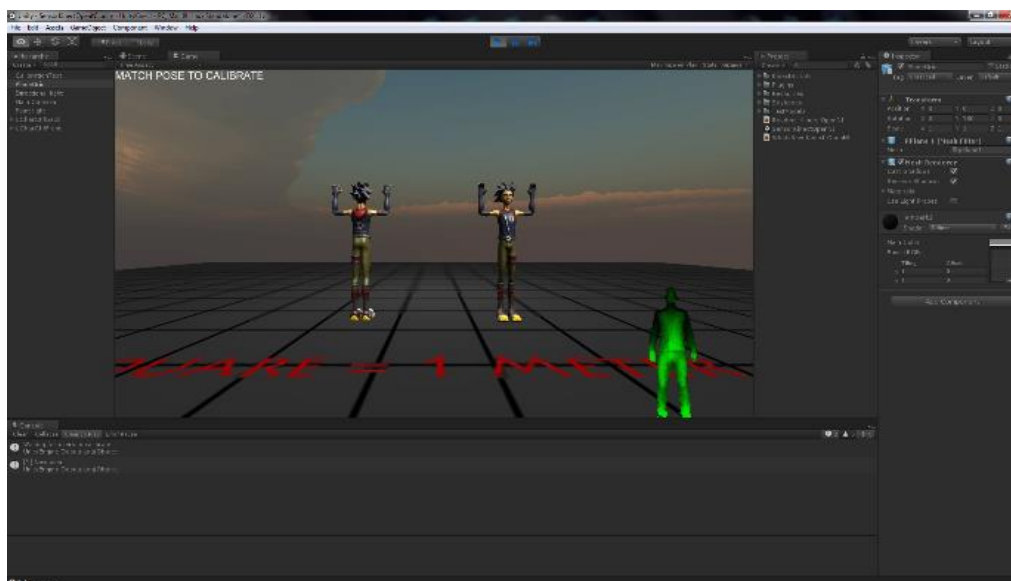
Εικόνα 39: Ο ανάπτορας σύνδεσης του τροφοδοτικού του Kinect με τον αισθητήρα και η usb έξοδος για την σύνδεση με τον υπολογιστή ή το Xbox.

Πολύ απλά έχουμε ένα τροφοδοτικό με δύο usb εξόδους. Η μία συνδέεται με την έξοδο usb που έρχεται από το Kinect και η δεύτερη συνδέεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή το Xbox. Σε περίπτωση που ο υπολογιστής μας διαθέτει της νέες θύρες Usb ταχύτερης μετάδοσης δεδομένων θα ήταν καλό να τις χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να έχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Αν τα παραπάνω επιτελεστούν σωστά τότε θα είμαστε έτοιμοι να χρησιμοποιούμε απροβλημάτιστα τον αισθητήρα.

1.2.4 Εκκίνηση

Για να ξεκινήσουμε να χρησιμοποιούμε τον αισθητήρα στεκόμαστε σε ένα σημείο, όπου η συσκευή να βλέπει ολόκληρο το σώμα μας. Είναι πιθανό να πρέπει να κάνουμε ένα βήμα εμπρός ή πίσω ανάλογα με την απόσταση που έχουμε από αυτόν. Ανάλογα με το παιχνίδι μπορεί να χρειαστεί να πάρουμε μία συγκεκριμένη θέση (Match Pose) για να συνδεθεί το σώμα μας με το ψηφιακό παίκτη και είμαστε έτοιμοι. Το Match Pose μπορεί κάθε φορά να προσαρμόζεται ότι ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα από τον εκάστοτε ασθενή και να μην επηρεάζονται ανατομικές δομές που δεν δύναται να χρησιμοποιήσει ικανοποιητικά και με ασφάλεια από μία πληθώρα κινήσεων που περιλαμβάνει απλή κίνηση στην άκρα χείρα μέχρι και σύνθετες και δύσκολες κινήσεις όπως το βαθύ κάθισμα.



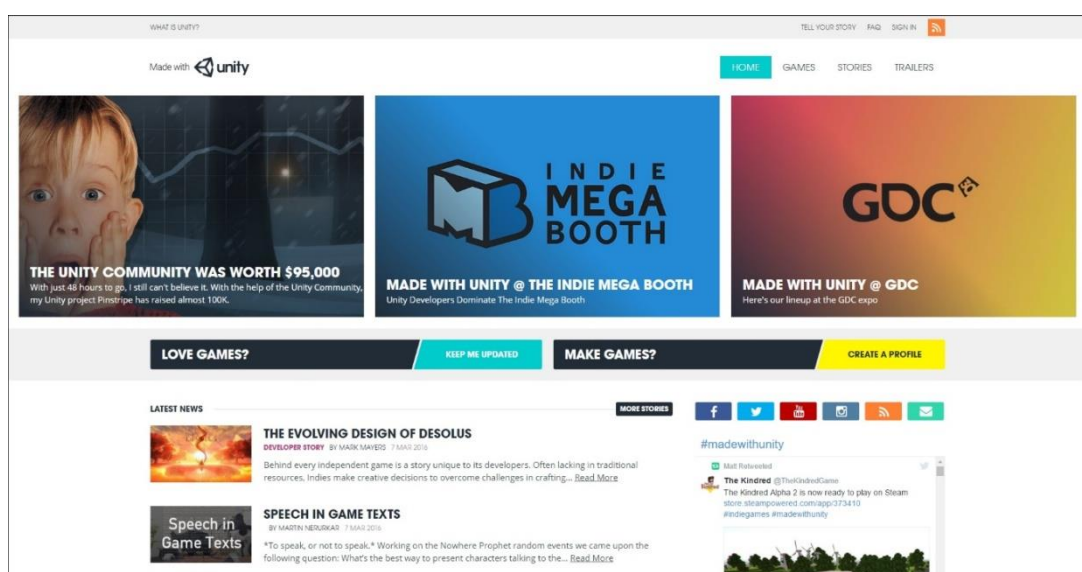
Εικόνα 40: Το match pose στην προκειμένη περίπτωση επιδεικνύεται από το Avatar και απαιτεί από τον χρήστη να σηκώσει τα χέρια του με τον τρόπο που υποδεικνύεται.

Παράρτημα

1. Αναλυτική Παρουσίαση του Τρόπου Ανάπτυξης Με τη Unity

1.1 Εγκατάσταση και Ρύθμιση των παραμέτρων στη Unity

Απαραίτητη προϋπόθεση για να ξεκινήσουμε να φτιάχνουμε τα παιχνίδια μας είναι να έχουμε τη Unity. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα κατεβάζοντάς την απλά στον υπολογιστή μας από τον επίσημο ιστότοπο της ιδιοκτήτριας εταιρίας. Η Unity Είναι ένα δωρεάν εργαλείο και με την βασική της έκδοση δεν απαιτείται καμία απολύτως οικονομική δέσμευση πέρα από τα όποια assets θέλουμε να αγοράσουμε εμείς ο ίδιοι. Το μόνο που έχει να κάνει κανείς είναι μεταβεί στον παρακάτω ιστότοπο <http://unity3d.com>, να κάνει εγγραφή χρήστη και να κλικάρει το κουμπί Downloadγια και να κατεβάσει την τελευταία έκδοση της μηχανής.



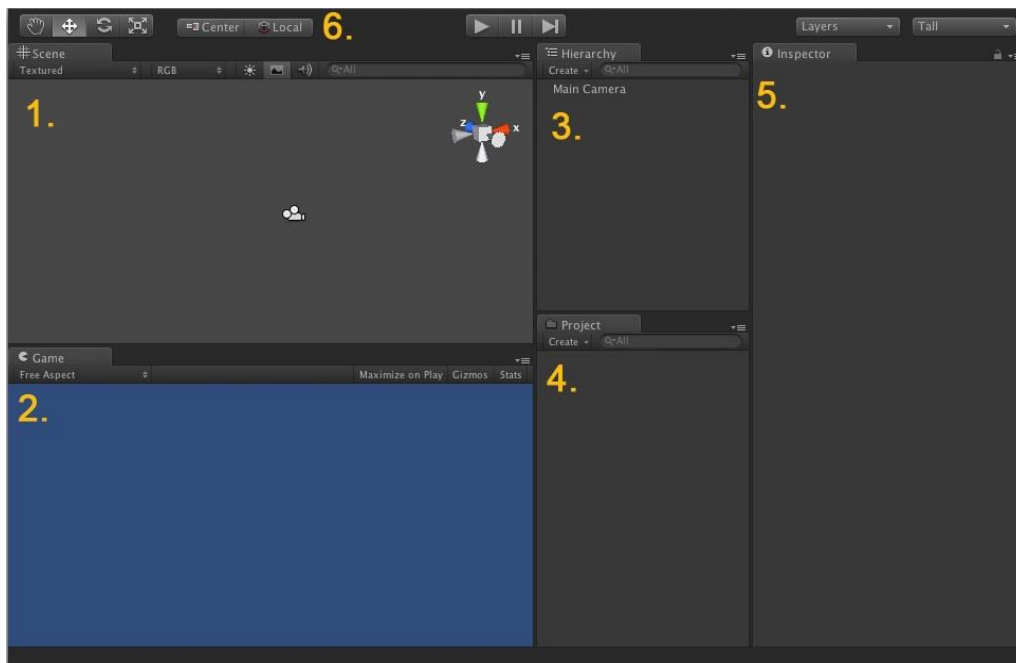
Εικόνα 41: Ο ιστότοπος της Unity



Εικόνα 42: Οθόνη Καλωσορίσματος της Unity

Αν ο χρήστης δεν έχει καμία εμπειρία πάνω στη Unity, μπορεί εύκολα να δει διάφορους οδηγούς και βίντεο που η ίδια η μηχανή του προτείνει στην οθόνη καλωσορίσματος, αλλά εύκολα μπορεί να βρει ο ίδιος ότι χρειάζεται και μέσα από την τεράστια Online κοινότητα προγραμματιστών που τη χρησιμοποιούν.

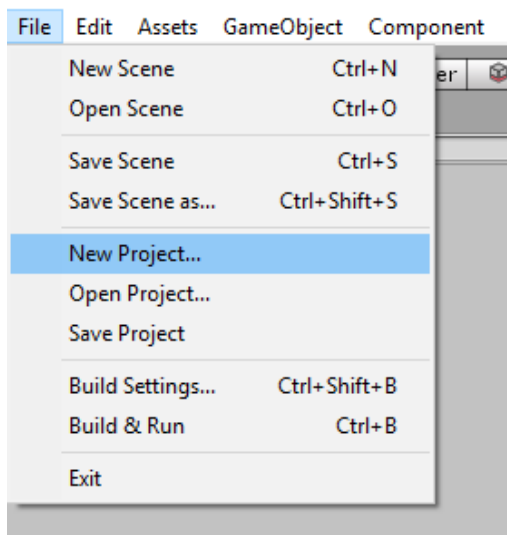
Εν συνεχεία, μπορούμε να προσαρμόσουμε το περιβάλλον στις ανάγκες μας αλλάζοντας τη διάταξη των εργαλείων όπως επιθυμούμε.



Εικόνα 43: Το Layout της Unity μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα στις ανάγκες μας

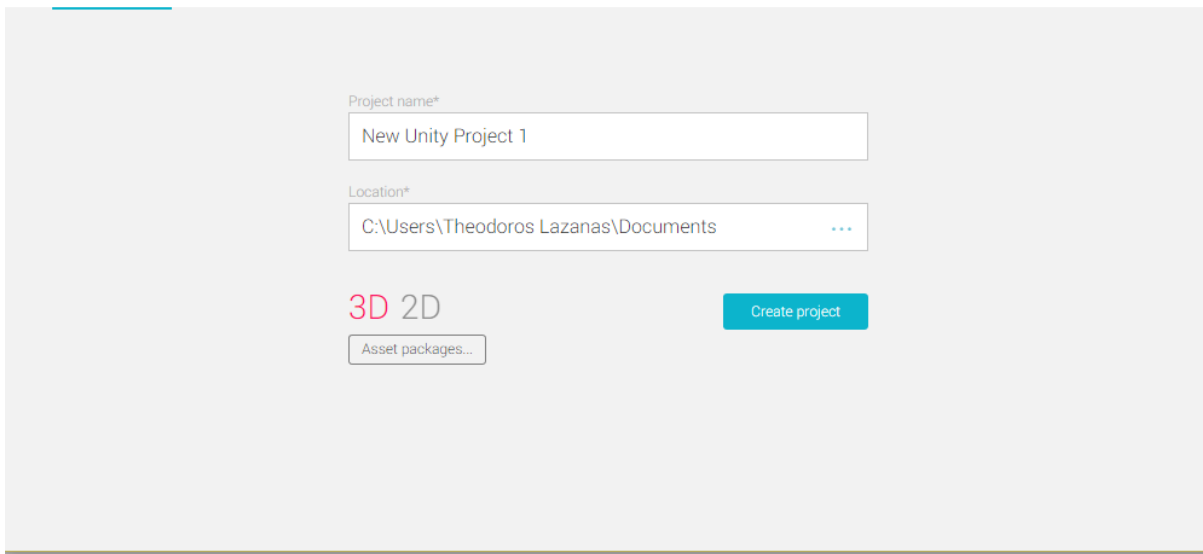
Παραπάνω βλέπουμε ένα τρόπο οργάνωσης, ο οποίος μπορεί να μεταβληθεί εύκολα. Το κάθε νούμερο που αντιστοιχεί στο κάθε παράθυρο μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο σημείο της οθόνης.

Επόμενο βήμα είναι η εγκατάσταση του Kinect SDK, το οποίο κατεβάζουμε από την σελίδα της unity προκειμένου να ξεκινήσουμε να προγραμματίζουμε. Καλό θα ήταν πριν αρχίσει η λήψη να δημιουργήσουμε ένα νέο project στη unity και να το αποθηκεύσουμε στην επιφάνεια εργασίας για εύκολη πρόσβαση. Πηγαίνουμε στο menu file και επιλέγουμε New Project.



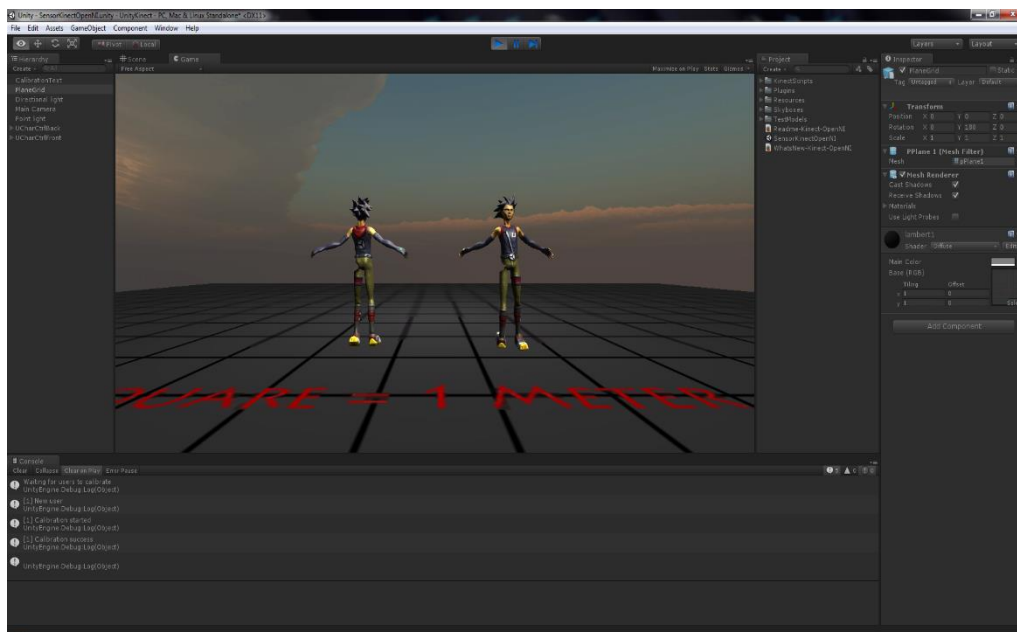
Εικόνα 44: Μέρος του μενού της εφαρμογής

Στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε το όνομα του Project, που θέλουμε να αποθηκευτεί αυτό π.χ. στην επιφάνεια εργασίας και ορίζουμε το Project ως 3D. Πατάμε Create Project και είμαστε έτοιμοι να επιλέξουμε open in Unity.



Εικόνα 45: Μενού δημιουργίας νέου Project

Με το που γίνει αυτό, θα ανοίξει μέσα από την ίδια την εφαρμογή το asset store της Unity όπου αυτόματα θα κατεβάσουμε και εγκαταστήσουμε τα απαραίτητα στοιχεία για το Kinect παίρνοντας την παρακάτω εικόνα αφού κάνουμε Import.



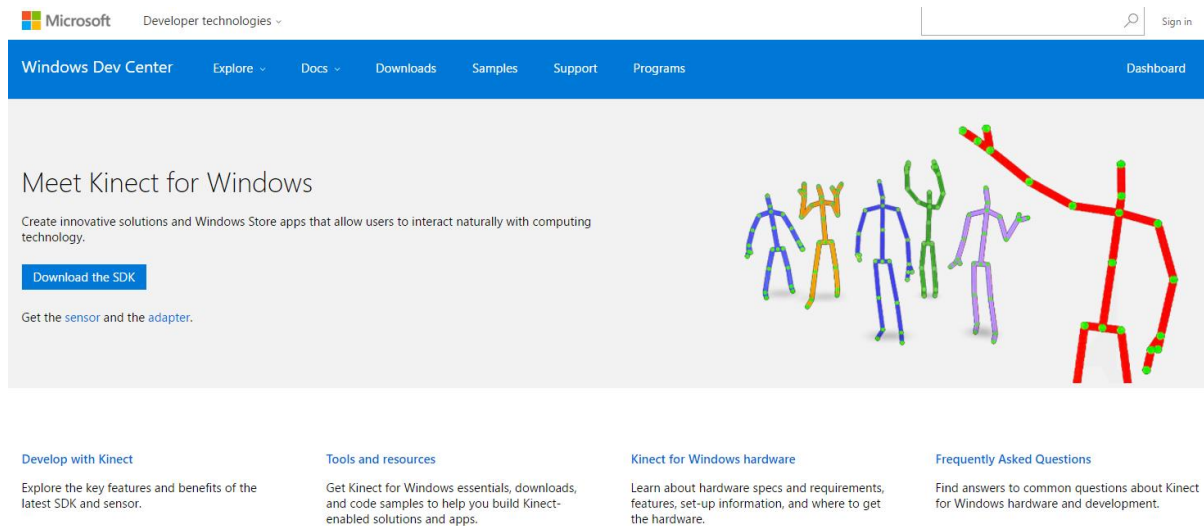
Εικόνα 46: Η πρώτη εικόνα στο περιβάλλον της Unity μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των απαραίτητων εργαλείων. Ο χρήστης πρέπει να σταθεί σε απόσταση ενός μέτρου και να υψώσει τα χέρια του όπως το άβαταρ προκειμένου να συνδεθεί το σώμα του με αυτό του άβαταρ.

Τα παραπάνω προϋποθέτουν να έχουμε δημιουργήσει λογαριασμό χρήστη στην σελίδα της Unity. Αν δεν το έχουμε κάνει αυτό, θα μας ζητηθεί κατά το πρώτο άνοιγμα του προγράμματος όπου ακολουθώντας τον οδηγό μπορούμε εύκολα να φτιάξουμε το δικό μας προφίλ στην πλατφόρμα.

1.2 Εγκατάσταση του Kinect

Το επόμενο βήμα είναι καταστήσουμε το Kinect αναγνωρίσιμο στον υπολογιστή ώστε να μπορέσουμε να μπούμε σε περιβάλλον ανάπτυξης, κάτι απλό και εύκολο όπως θα διαπιστώσουμε στη συνέχεια.

Κατεβάζουμε τα απαραίτητα εργαλεία από την επίσημη ιστοσελίδα της Microsoft <https://dev.windows.com/en-us/kinect>



Εικόνα 47: Ο ιστότοπος της Microsoft για τα απαραίτητα εργαλεία

Η πιο πρόσφατη έκδοση του SDK είναι η 1.7 και το αντίστοιχο toolkit. Για το Kinect v1 που χρησιμοποιήσαμε οι τελευταίες αυτές εκδόσεις κυκλοφόρησαν τον Μάρτιο του 2013. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται προκειμένου το Toolkit και το SDK να είναι στην ίδια έκδοση, διαφορετικά ο αισθητήρας δεν θα λειτουργήσει. Αφού κατεβούν τρέχουμε τα εκτελέσιμα αρχεία που θα βρούμε στον υπολογιστή μας και ακολουθούμε τους οδηγούς. Πρώτα τρέχουμε το SDK και έπειτα το toolkit.

Όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν βρέθηκαν στο Online κατάστημα της Unity (<https://store.unity3d.com/>) ενώ καθοριστικό ρόλο έπαιξε η βοήθεια από την κοινότητα των χρηστών οι οποίοι προσέφεραν λύσεις σε αρκετές περιπτώσεις. Παρακάτω παρουσιάζονται τα παιχνίδια, τα χαρακτηριστικά τους, ο σκοπός τους και σε ποιες κλινικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τα παιχνίδια αυτά δεν έχουν δοκιμαστεί σε πραγματικές συνθήκες και ασθενείς και αποτελούν προϊόν προσωπικής εργασίας και ενασχόλησης.

1.3 Ξεκινώντας-Προετοιμάζοντας το περιβάλλον εργασίας

Αρχικά αυτό που απαιτείται είναι η εγκατάσταση στον υπολογιστή όλου του απαραίτητου λογισμικού προκειμένου ο υπολογιστής να μπορέσει να αναγνωρίσει την συσκευή όταν αυτή συνδεθεί. Το λογισμικό αυτό μπορεί να βρεθεί στο διαδίκτυο από τον ιστότοπο της Microsoft ενώ διάφορα άλλα sites όπως το KinectEducation παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες.

Το Kinect SDK (Kinect Software Development Kit) αποτελεί ένα εργαλείο ανάπτυξης που επιτρέπει στους προγραμματιστές να χτίσουν εφαρμογές με βάση το Kinect και επεκτείνουν τις πιθανές εφαρμογές της συσκευής. Το λογισμικό αυτό παρέχει το περιβάλλον αλληλεπίδρασης με την κάμερα, τα μοτέρ, το μικρόφωνο και τους αισθητήρες ξεχωριστά. Το «χτίσιμο» των εφαρμογών γίνεται μέσω γλωσσών προγραμματισμού όπως Visual C#, Visual Basic.Net και C++ χρησιμοποιώντας το Microsoft Visual Studio IDE 2013, ένα λογισμικό επεξεργασίας και συγγραφής κώδικα. Μετά την εγκατάσταση αυτών στη χρήση του προγραμματιστή είναι διαθέσιμα τα:

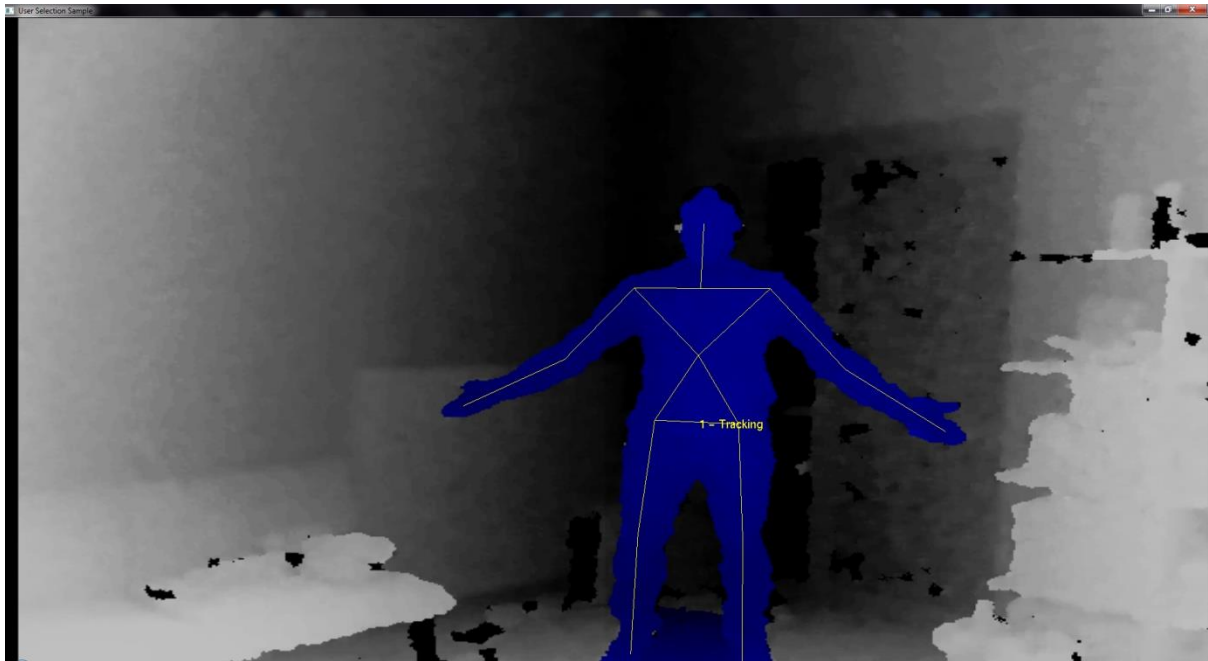
- Kinect Developer Browser.
- Kinect Studio.
- Kinect Drivers.
- Kinect Runtime.
- Kinect Speech Recognition Language Pack (en-US).

Δηλαδή τα περισσότερα από τα απαραίτητα εργαλεία για να δουλέψουμε ελεύθερα εκμεταλλευόμενοι όλες τις δυνατότητες του σένσορα.

Αφότου έχουμε το περιβάλλον εργασίας έτοιμο για να δουλέψουμε πάνω στο Kinect πρέπει να προσθέσουμε τις απαραίτητες γραμμές κώδικα στην βιβλιοθήκη του Visual Studio έτσι ώστε μέσω αυτού να δίνουμε τις όποιες εντολές στον αισθητήρα. Κατά μία έννοια θα λέγαμε ότι το Visual Studio αποτελεί το διαμεσολαβητή μεταξύ του Kinect και εμάς.

Από εκεί και πέρα θα πρέπει να καθορίσουμε μέσω του Studio τον τρόπο με τον οποίο θα εκμεταλλευόμαστε τα επιμέρους στοιχεία του Kinect. Για παράδειγμα θα πρέπει να δώσουμε εμείς την εντολή για το μήκος και το ύψος της εικόνας που θα λαμβάνεται από την RGB Camera, των αριθμό των pixels, την παλέτα των χρωμάτων κ.α. τα οποία καθορίζονται από τον τύπο της εικόνας που θα επιλέξουμε. Στην περίπτωση αυτή επέλεξα τον τύπο RGB που προσφέρει ανάλυση 640x480(480p) και ρυθμό ανανέωσης 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο.

Αφού ολοκληρώσουμε τις παραπάνω δοκιμασίες δίνουμε την εντολή: `myKinectSensor.Start();` Και παίρνουμε τα πρώτα αποτελέσματα εικόνας από τον σένσορα. Μόλις η λειτουργία ξεκινήσει επόμενο βήμα είναι να κάνουμε το Kinect να αναγνωρίζει τον ανθρώπινο σκελετό μέσω μίας άλλης σειράς εντολών και κώδικα.



Εικόνα 47: Η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια αναγνώρισης του ανθρώπινου σκελετού από το Kinect. Έτσι μας αντιλαμβάνεται το Kinect.

Αφού, λοιπόν, ξεκλειδώσαμε τις λειτουργίες του Kinect που χρειαζόμαστε είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε τη δημιουργία των παιχνιδιών. Το όλο εγχείρημα μπορεί να ακούγεται απλό αλλά απαιτεί τη συγγραφή σελίδων από κώδικα προκειμένου ο ίδιος ο παίκτης να αποτελέσει το χειριστήριο για το παιχνίδι. Η γλώσσα προγραμματισμού που επιλέχθηκε ήταν η C# και η πλατφόρμα ανάπτυξης ήταν η Unity.

Η Unity αποτελεί μία μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών για πολλές πλατφόρμες η οποία παρουσιάζει μεγάλη απήχηση στο τεχνολογικό κοινό τόσο σε επαγγελματίες όσο και σε ερασιτέχνες προγραμματιστές. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη παιχνιδιών για PC, παιχνιδοκονσόλες, κινητές συσκευές και ιστοσελίδες. Παρέχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για να δημιουργήσει κανείς το εικονικό περιβάλλον που επιθυμεί ενώ σε συνδυασμό με την μεγάλη Online κοινότητα που υποστηρίζει αυτή και τους χρήστες της και το online κατάστημα με τα χιλιάδες σκηνικά και αντικείμενα που μπορεί να χρησιμοποιήσει κανείς στα Project του την καθιστούν μία από τις πιο προσβάσιμες και εύκολες λύσεις. Ιδίως στην περίπτωση του συγκεκριμένου Project όπου λόγω περιορισμένης υποστήριξης τόσο οικονομικά όσο και υλικά δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σχεδιαστές γραφικών και προγραμματιστές η Unity αποτέλεσε μονόδρομο.

Αρθρογραφία

1. A. Dutta, S. Chugh, A. Banerjee, and A. Dutta, "Point-of care-testing of standing posture with Wii balance board and Microsoft Kinect".
2. American Association of Orthopedic Surgeons, "Broken Ankle," 2002. Also at orthoinfo.aaos.org
3. Annual report hip and knee replacement. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Adelaide: AOA; 2013
4. Anton D, Goñi A, Illarramendi A, et al. KiReS: A Kinect based telerehabilitation system. In: e-Health Networking, Applications & Services (Healthcom), 2013 IEEE 15th International Conference on, 444-448
5. Bernhard Maurer, Fabian Bergner, Peter Kober: "Improving Rehabilitation Process After Total Knee Replacement Surgery Through Visual Feedback and Enhanced Communication in a Serious Game".
6. Blind navigation support system based on Microsoft Kinect (Vitor Filipe, Filipe Fernandes, Hugo Fernandes, António Sousa, Hugo Paredes, João Barroso)
7. Bonneche`re B, Jansen B, Salvia P, et al.: "Validity and reliability of the Kinect within functional assessment activities: comparison with standard stereo photogrammetry".
8. Braynton C, Bossé J, Brien M, McLean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercises in children with cerebral palsy. *CyberpsycholBehav* 2006;9:123–8.
9. Buckley K, Prandon C, Tran B. Nursing Management and the Acceptance/Use of Telehealth Technologies by Caregivers of Stroke Patients in the Home Setting, Proceedings of State of the Science Conference on Telerehabilitation and Applications of Virtual Reality, Washington DC, σελ. 35-8
10. Burdea G. "Keynote Address: Virtual Rehabilitation-Benefits and Challenges," *1st International Workshop on Virtual Reality Rehabilitation (Mental Health, Neurological, Physical, Vocational) VRMHR 2002* Lausanne, Switzerland, November 7 and 8, pp. 1-11, 2002. Reprinted in the 2003 *International Medical Informatics Association Yearbook of Medical Informatics*, Heidelberg, Germany, pp. 170-176 and in *Journal of Methods of Information in Medicine*, Schattauer, German, (invited), σελ. 519-523, 2003
11. C. Bryanton, B.Sc. (PT), J. Bosse, B.Sc. (PT), M. Brien, B.Sc. (PT), J. McLean, M.D., A. McCormick, M.D., 2 and H. Sveistrup, Ph.D: "Feasibility, Motivation, and Selective Motor Control: Virtual Reality Compared to Conventional Home Exercise in Children with Cerebral Palsy".
12. Cecily Morrison, Peter Culmer, Helena Mentis, and Tamar Pincus X. Bao, Y. R. Mao, Q. Lin et al., "Mechanism of Kinect-based virtual reality training for motor functional recovery of upper limbs after subacute stroke," *Neural Regeneration Research*, vol. 8, no. 31, pp. 2904–2913, 2013
13. Cecily Morrison, Peter Culmer, Helena Mentis, and Tamar Pincus: "Vision-based body tracking: turning Kinect into a clinical tool."
14. Clinical Feasibility Study (Mindy F. Levin, Osnat Snir, Dario G. Liebermann, Harold Weingarden, Patrice L. Weiss)
15. Dara Meldrum, Susan Herdman, Roisin Moloney, Deirdre Murray, Douglas Duffy, Kareena Malone, Helen French, Stephen Hone, Ronan Conroy and Rory McConn-Walsh: "Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular

- rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial”
16. Dara Meldrum, Susan Herdman, Roisin Moloney, Deirdre Murray, Douglas Duffy, Kareena Malone, Helen French, Stephen Hone, Ronan Conroy and Rory McConn-Walsh: “Effectiveness of conventional versus virtual realitybased vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial”.
 17. Dávalos ME, French MT, Burdick AE, et al. Economic evaluation of telemedicine: review of the literature and research guidelines for benefit–cost analysis. *Telemedicine and Health* 2009; **15**: 933-948
 18. Department of Neurology, School of Medicine, University of California, Irvine, CA 92617, USA & School of Information and Computer Science, University of California, Irvine, CA 92617, USA
 19. Dos Santos A, Pegollo F, Alencar R, Avanzi R, Pompeu JE: “A new tool for assessment and balance training of patients with Parkinson’s disease based on low cost commercial Wii balance Board. In proceedings of the 16th International Congress of Parkinson’s Disease and Movement Disorders, 27. Dublin: 2012:886”
 20. E. E. Stone and M. Skubic: “Capturing habitual, in-home gait parameter trends using an inexpensive depth camera,” in *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, vol. 2012, pp. 5106–5109, 2012
 21. Emmanuel Tseklevs, Ioannis Theoklitos Paraskevopoulos, Alyson Warland & Cherry Kilbride: “Development and preliminary evaluation of a novel low cost VR-based upper limb stroke rehabilitation platform using Wii technology”.
 22. Galna B, Barry G, Jackson D, Mhiripiri D, Olivier P, Rochester L: “Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson’s disease. *Gait Posture* 2014, **39**(4):1062–1068”.
 23. Garvey MA, Giannetti ML, Alter KE, Lum PS. Cerebral palsy: new approaches to therapy. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2007; **7**:147–55 & Charles JR, Wolf SL, Schneider JA, Gordon AM. Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced therapy in hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Med Child Neurol* 2006; **48**:635–42
 24. Gulcan Harput, Bunyamin Haksever, Burak Ulusoy, Gul Baltaci, Hamza Ozer: “Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction.”
 25. Heidi Sveistrup Ph.D., Joan McComas, Ph.D., P.T., Marianne Thornton, B.Sc. (PT), Shawn Marshall, M.D., FRCPC, Hillel Finestone, M.D., FRCPC, Anna McCormick, M.D., FRCPC, Kevin Babulic, B.Sc. (PT), and Alain Mayhew, B.Sc. (PT): “Experimental Studies of Virtual Reality Compared to Conventional Exercise Programs for Rehabilitation”
 26. Hodges, L., P. Anderson, G. Burdea, H. Hoffman, and B. Rothbaum, "Treating Psychological and Physical Disorders with VR," *IEEE Computer Graphics and Applications*, invited article, pp. 25-33
 27. Holden MK, Dyar TA, Schwamm L, Bizzi E. Home-Based Telerehabilitation Using a Virtual Environment System. *Proceedings of the Second International Workshop on Virtual Rehabilitation*, Piscataway, New Jersey σελ. 4-12 & Piron L, Tonin P, Atzori A, Trivello E, Mauro D. A Virtual-Reality based motor telerehabilitation system. *Proceedings of the Second International Workshop on Virtual Rehabilitation*, Piscataway, New Jersey σελ. 21-26
 28. Hossein Mousavi Hondori and Maryam Khademi: “A Review on Technical and Clinical Impact of Microsoft Kinect on Physical Therapy and Rehabilitation”.

29. InterInternational Society on Virtual Rehabilitation website: <http://www.isvr.org/>
30. J.J. Negus D.P. Cawthorne, J.S. Chenc, C.J. Scholesa, D.A. Parker, L.M. March: "National Rural Health Association, Legislative and Regulatory Agenda, NRHA e-News, Washington DC, vol. 2(3) of Reaching Ability in Chronic Stroke:Patient outcomes using Wii-enhanced rehabilitation after totalknee replacement – The TKR-POWER study"
31. JRehabil & Tousignant M, Moffet H, Boissy P, et al.: "A randomized controlled trial of home Telerehabilitation for post-knee arthroplasty. JTelemedTelecare 2011; 17: 195-198,Interactive Virtual Telerehabilitation System in Patients After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial."
32. K. Buckley, Cheryl Prandoni, and B. Tran, "Nursing Management and the Acceptance/Use of Tele health Technologies by Caregivers of Stroke Patients in the Home Setting," Proceedings of State of the Science Conference on Telerehabilitation and Applications of Virtual Reality, Washington DC, pp. 35-38).
33. M. Holden and E. Todorov, "Use of Virtual Environments in Motor Learning and Rehabilitation," chapter 49 in K. Stanney (Ed.), The Handbook of Virtual Environments Technology (HVET), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 999-1026
34. M. Holden and E. Todorov, "Use of Virtual Environments in Motor Learning and Rehabilitation," chapter 49 in K. Stanney (Ed.), The Handbook of Virtual Environments Technology (HVET), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 999-1026, 2002
35. M. North, S. North, and J. Coble, "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders," chapter 51 in K. Stanney (Ed.), The Handbook of Virtual Environments Technology (HVET), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 1065-1078, 2002.
36. Maire J, Faillenot-Maire A, Grange C, et al. A specific arminterval exercise program could improve the health status and walking ability of elderly patients after total hip arthroplasty: a pilot study. JRehabilMed 2004; 36: 92-94
37. Meier W, Mizner RL, Marcus RL, et al. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. J Orthop Sports Phys Ther 2008;38:246–56
38. MicrosoftKinect during transcranial direct current stimulation: a feasibility study," *NeuroRehabilitation*, vol. 34, no. 4, pp. 789–798, 2014
39. Nintendo Company, Ltd. Retrieved May 9, 2006. & Castaneda, Karl (May 13, 2006). "Nintendo and PixArt Team Up". Nintendo World Report. Retrieved February 24, 2007
40. Pazit Levinger, Daniel Zeina, Assefa K. Teshome, Elizabeth Skinner, Rezaul Begg & John Haxby Abbott: "A real time biofeedback using Kinect and Wii toimprove gait for post-total knee replacementrehabilitation: a case study report".
41. Pham Alex (June 1, 2009). "E3: Microsoft shows off gesture control technology for Xbox 360". Los Angeles Times. Retrieved June 1, 2009. The effort aims to attract a broader audience to Microsoft's console. Most of the 30 million Xbox 360s sold since November 2005 have been snapped up by avid young males drawn to complex shooter or adventure games such as Halo and Modern Warfare or R.P.Gs
42. Piqueras M, Marco E, Coll M, et al. Effectiveness of an
43. Popescu V, Burdea G, Bouzit M, Girone M, Hentz V. Orthopedic Telerehabilitation with Virtual Force Feedback, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 4, No. 1 σελ.45-51.
44. Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children withcerebral palsy in a developing country: a pilot study(C. Gordon, S. Roopchand-Martin, A. Gregg)

45. R. Boian, A. Sharma, C. Han, G. Burdea, A. Merians, S. Adamovich, M. Recce, M. Tremaine and H. Poizner, "Virtual Reality-Based Post-Stroke Hand Rehabilitation," Proceedings of Medicine Meets Virtual Reality 2002, IOS Press, pp. 64-70, Newport Beach CA, January 23-26 2002
46. Retraining function in people with Parkinson's disease using the Microsoft Kinect: game design and pilot testing (Brook Galna, Dan Jackson, Guy Schofield, Roisin McNaney, Mary Webster, Gillian Barry, Dadirayi Mhiripiri, Madeline Balaam, Patrick Olivier and Lynn Rochester)
47. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M, Cattaneo L. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nat Clin Pract Neurol* 2009;5:24–34 & Pomeroy VM, Clark CA, Miller SG, Baron JC, Markus HS, Tallis RC. The potential for utilizing the mirror neuron system to enhance recovery of the severely affected upper limb early after stroke: a review and hypothesis. *Neurorehabil Neural Repair* 2005;19:4–13
48. Rothman, Wilson (August 29, 2007). "Unearthed: Nintendo's Pre-Wii Remote Prototype". Gizmodo. Retrieved August 30, 2007
49. S. Dhurjaty, "Challenges of Telerehabilitation in the Home Environment, Proceedings of State of the Science Conference on Telerehabilitation and Applications of Virtual Reality, Washington DC, σελ. 89-93).
50. S. Dhurjaty: "Challenges of Telerehabilitation in the Home Environment, Proceedings of State of the Science Conference on Telerehabilitation and Applications of Virtual Reality, Washington DC, pp. 89-93.
51. Sanders, Kathleen (September 13, 2006). "Japanese Wii Price, Release Date Revealed" & "Wii: The Total Story". IGN. Archived from the original on 2006-12-18. Retrieved November 20, 2006
52. Shotton J, Fitzgibbon A, Cook M, et al. Real-time human pose recognition in parts from single depth images. Colorado: IEEE
53. Shulman, JM; De Jager, PL; Feany, MB (February 2011) [October 25, 2010]. "Parkinson's disease: genetics and pathogenesis.". *Annual review of pathology* 6: 193–222. doi:10.1146/annurev-pathol-011110-130242 PMID 21034221 & Pereira, EA; Aziz, TZ (May 2006). "Parkinson's disease and primate research: past, present, and future". *Postgrad Med J* 82 (967): 293–299. doi:10.1136/pgmj.2005.041194. PMC 2563784
54. Stay fit with Wii Balance Board". ConsoleWatcher. 2007-11-12
55. Takahashi, Dean (September 5, 2009), "How many vendors does it take to make Microsoft's Project Natal game control system?", Venture Beat, retrieved January 8, 2010 & Press, MS (March 31, 2010). "PrimeSense Supplies 3-D-Sensing Technology to Project Natal for Xbox 360". MsPress. p. MsPress. Retrieved March 31, 2010 & Totilo, Stephen (January 7, 2010). "Natal Recognizes 31 Body Parts, Uses Tenth of Xbox 360 "Computing Resources"". Kotaku, GawkerMedia. Retrieved November 25, 2010
56. Tsekleves E, Skordoulis D, Paraskevopoulos I, Kilbride C. Wii your health: a low-cost wireless system for home rehabilitation after stroke using Wii remotes with its expansions and blender. Proceedings of Biomedical Engineering; 2011; Innsbruck, Austria
57. Unlu , Eksioğlu , Aydog , et al. The effect of exercise on hip muscle strength, gait speed and cadence in patients with total hip arthroplasty: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2007; 21: 706-711
58. Upper-body interactive rehabilitation system for children with cerebral palsy: the effect of control/display ratios (T Yamaguchi, P Richard, F Veaux, M Dinomais, S Nguyen)

59. Validation of a Kinect-based telerehabilitation system with total hip replacement patients (David Anton, Mark Nelson, Trevor Russell, Alfredo Goñi, Arantzallarramendi)
60. Video Games in Health Care: Closing the Gap 2010, Vol. 14, No. 2, 113–121 (Pamela M. Kato-University Medical Center Utrecht)
61. Virtual Reality Versus Conventional Treatment
62. Virtual Rehabilitation for Multiple Sclerosis Using a Kinect-Based System: Randomized Controlled Trial (Jose-Antonio Lozano-Quilis, PhD; Hermenegildo Gil-Gómez, PhD; Jose-Antonio Gil-Gómez¹, PhD; Sergio Albiol-Pérez, PhD; (Guillermo Palacios-Navarro, PhD; Habib M Fardoun, PhD; Abdulfattah S Mashat, PhD)
63. W.-M. Hsieh, C.-C. Chen, S.-C. Wang et al., “Virtual reality system based on Kinect for the elderly in fall prevention,” *Technology and Health Care*, vol. 22, no. 1, pp. 27–36, 2014
64. Wang AW, Gilbey HJ and Ackland TR. “Perioperative exercise programs improve early return of ambulatory function after total hip arthroplasty: a randomized, controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 801-806)”
65. Xilin Chen, Hanjing Li, Tim Pan, Stewart Tansley, Ming Zhou: “Kinect Sign Language Translator expands communication possibilities”
66. Y. Tao, H. Hu, and H. Zhou, “Integration of vision and inertial sensors for 3D arm motion tracking in home-based rehabilitation,” *International Journal of Robotics Research*, vol. 26, no. 6, pp. 607–624, 2007

Βιβλιογραφία

1. "Multiple sclerosis". *Lancet* 372 (9648): 1502–17.
2. *Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK (Expert's Voice in Microsoft)* 2012th Edition
3. *Kinect for Windows SDK Programming Guide*
4. *Kinect the Docs: How Microsoft's video game technology is changing healthcare*
5. *Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit (Developer Reference)* 1st Edition
6. *Quality of Health Care: the Role of Informatics*, pp. 170-6, Stuttgart: Schattauer