



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

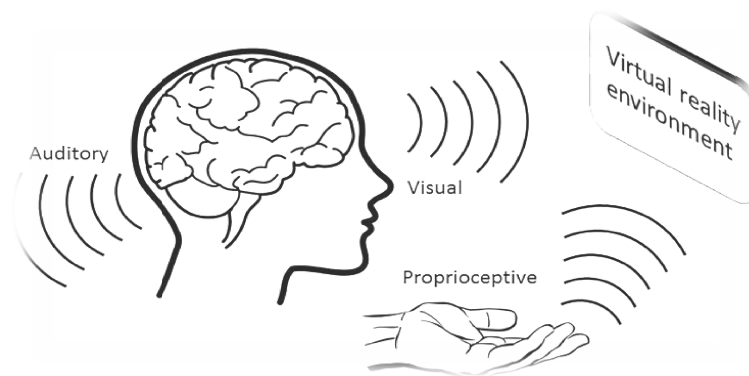
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“Η Επίδραση των Παιχνιδιών Εικονικής Πραγματικότητας (VR GAMES) και των Διαδραστικών Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών (Interactive Video Games) στην Επανεκπαίδευση της Λειτουργικότητας του Ημιπληγικού Άνω Άκρου μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο”**

**“The effect of Virtual Reality Games (VR GAMES) and Interactive Video Games on Retraining Functionality of the Hemiplegic Upper Extremity after Stroke”**



**ΚΟΛΛΑΡΗΣ Κ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**Α.Μ.Π.Τ.Ε : 202051**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:**

**Δρ. ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΗΛ ΣΟΦΙΑ**

BSc, MSc (Neuro Rehab), BAPP, PhD

ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

**ΑΙΓΙΟ 2021**

**“The effect of Virtual Reality Games (VR GAMES) and Interactive Video Games on Retraining Functionality of the Hemiplegic Upper Extremity after Stroke“**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*«Στους γονείς οφείλομεν το ζην, στους δε διδασκάλους το ευ ζην» .*

*Μέγας Αλέξανδρος, 356-323 π.Χ.*

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και τις ευχαριστίες μου προς την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Δρ. Λαμπροπούλου Σοφία. Η επίβλεψη και η συνεχής βοήθειά της μου επέτρεψαν να βελτιώσω και να ολοκληρώσω την πτυχιακή μου εργασία.

Θα ήθελα επίσης να αναγνωρίσω την σημαντική συμβολή και να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές του Τμήματος Φυσικοθεραπείας οι οποίοι καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου συνέβαλαν στην άρτια εκπαίδευσή μου.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω τη θερμή μου ευγνωμοσύνη προς την οικογένειά μου που με στήριξε να φτάσω σε αυτό το σημείο, μου έδινε πάντα κίνητρο να πετύχω πράγματα και με βοήθησε να γίνω αυτό που είμαι σήμερα, ενθαρρύνοντάς με πάντα να είμαι αποτελεσματικός και να ακολουθώ τα όνειρά μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Η νευροαποκατάσταση μετά από το ΑΕΕ είναι σημαντική για την ανάκτηση της κινητικότητας και λειτουργικότητας των άνω άκρων. Η συμβατική επαγγελματική θεραπεία έχει αποδείξει τα οφέλη της για την ανάκαμψη του ημιπληγικού άνω άκρου, αλλά οι νέες τεχνολογίες αναμένεται να ανοίξουν νέες ευκαιρίες για πιο σύγχρονη αντιμετώπιση. Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας (VR Games) και τα Εμπορικά Διαδραστικά Παιχνίδια (Interactive Video Games) είναι τεχνολογίες που παρέχουν διαδραστικά περιβάλλοντα στους ασθενείς, ενισχύοντας τη νευροπλαστικότητα και την ανάρρωση μετά από το εγκεφαλικό επεισόδιο παρέχοντας πιο εντατική, επαναλαμβανόμενη και ελκυστική προπόνηση.

**Σκοπός:** Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας (VR Games), όπως και τα εμπορικά διαδραστικά ηλεκτρονικά παιχνίδια (Interactive Video Games) έχουν γίνει όλο και πιο συνηθισμένο συμπλήρωμα στην φυσικοθεραπεία και παρουσιάζονται ως αποτελεσματικές και εφικτές προσεγγίσεις θεραπείας. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν επαρκείς και συστηματικές μελέτες που να αποδεικνύουν ότι τα VR και Interactive Games έχουν θετική επίδραση στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Σκοπός λοιπόν της παρούσας μελέτης είναι η διεξαγωγή μιας περαιτέρω διερεύνησης για την επίδραση των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου και η παρουσίαση μεθοδολογιών και τρόπων εφαρμογής τους.

**Μεθοδολογία:** Για την συγγραφή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, θα πραγματοποιηθεί ανασκόπηση της διαθέσιμης αρθρογραφίας και βιβλιογραφίας. Η αναζήτησή της αρθρογραφίας θα πραγματοποιηθεί σε έγκυρες βάσεις δεδομένων όπως το Google Scholar και το Pub Med, Medline με σκοπό τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας, αλλά και των μεθόδων χρήσης και εφαρμογής των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών και των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου.

**Συζήτηση/ Συμπεράσματα:** Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας προφέρουν ένα εξατομικευμένο περιβάλλον αποκατάστασης του άνω άκρου σαν συμπληρωματική μέθοδος θεραπείας προάγοντας λειτουργικά οφέλη που συνοδεύονται από νευροπλαστικές αλλαγές. Τα εμπορικά διαδραστικά παιχνίδια από την άλλη, δεδομένου ότι δεν είναι εξατομικευμένα και δεν δημιουργήθηκαν για τον συγκεκριμένο σκοπό, δεν παρουσιάζουν πάντοτε σοβαρά λειτουργικά κέρδη αλλά δεν προκαλούν καμία ανεπιθύμητη ενέργεια.

**Λέξεις κλειδιά:** Οι λέξεις κλειδιά που θα χρησιμοποιηθούν για την αναζήτηση της αρθρογραφίας είναι: Stroke Rehabilitation, VR games, Pyramidal System, Corticospinal Neuron, Interactive Video Games.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	03
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	04
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	06
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	07
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ</b> .....	08
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	09
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>Ο</sup> ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΑΕΕ</b> ....	12
1.1 Εγκεφαλικά Ημισφαίρια.....	12
1.2 Εγκεφαλικοί λοβοί.....	13
1.3 Στέλεχος εγκεφάλου.....	15
1.4 Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση της κίνησης.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>Ο</sup> ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ</b> .....	20
2.1 Αίτια του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.....	20
2.2 Ταξινόμηση των Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων.....	22
2.3 Κλινικά ευρήματα.....	24
2.4 Ιατρική Διάγνωση και φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση.....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>Ο</sup> ΤΟ ΗΜΙΠΛΗΓΙΚΟ ΑΝΩ ΑΚΡΟ</b> .....	28
3.1 Σπαστικότητα άνω άκρου.....	28
3.2 Λειτουργικότητα άνω άκρου.....	30
3.3 Λεπτή κινητικότητα /επιδεξιότητα άνω άκρου.....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>Ο</sup> ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΗΑΑ</b> .....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>Ο</sup> ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>Ο</sup> Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>Ο</sup> ΤΑ VR ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΑΑ</b> .....	41
7.1 Η VR Τεχνολογία.....	41
7.2 Τεχνολογίες επικοινωνίας χρήστη – εικονικού περιβάλλοντος.....	42
7.3 Οι τρόποι παρέμβασης και τα κλινικά τους αποτελέσματα.....	45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>Ο</sup> ΤΑ IVG ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΑΑ</b> .....	61
8.1 Το Xbox Kinect στην αποκατάσταση του ΗΑΑ.....	61
8.2 Το Nintendo Wii στην αποκατάσταση του ΗΑΑ.....	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>Ο</sup> ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	70
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>Ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	78
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	79
<b>ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	80
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	86

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1</b>	Οι βαθμολογήσεις των κλιμάκων αξιολόγησης της σπαστικής- τητας.....	29
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1</b>	Οι σύγχρονες κλινικές μελέτες με τον εξοπλισμό που χρησιμο- ποιούν .....	42
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2</b>	Οι νεότερες κλινικές μελέτες με το περιεχόμενό τους .....	58
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1</b>	Οι κλινικές μελέτες με το δείγμα των ασθενών, την εμπορική κονσόλα , τα παιχνίδια της κονσόλας και τα τελικά τους αποτελέσματα .....	69
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2</b>	Τα παιχνίδια του Xbox Kinect με το περιεχόμενο και την επί- δρασή τους.....	87

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>ΕΙΚΟΝΑ 1.1</b>	Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια.....	13
<b>ΕΙΚΟΝΑ 1.2</b>	Οι λοβοί του εγκεφάλου καθώς και οι κατευθύνσεις αναφοράς που χρησιμοποιούνται στην νευρολογία.....	15
<b>ΕΙΚΟΝΑ 1.3</b>	Η πυραμιδική οδός .....	17
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.1</b>	Ο κύκλος του Willis.....	21
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.2</b>	Η διάκριση των ΑΕΕ.....	22
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.3</b>	Το παθολογικό ημιπληγικό πρότυπο.....	24
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3.1</b>	Το Box and Block Test.....	33
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3.2</b>	Το χειριστήριο Force Finger .....	33
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.1</b>	Οι πιο διαδεδομένες συσκευές επικοινωνίας χρήστη υπολογιστή.....	44
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.2</b>	Το VR σύστημα RGS.....	47
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.3</b>	Το Avatar του χρήστη και οι εικονικές δραστηριότητες.....	49
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.4</b>	Το Rapael Smart Glove με το λογισμικό του .....	51
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.5</b>	Οι τέσσερις δραστηριότητες του Rehab Master .....	53
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.6</b>	Το Reh @Task με τα μέσα και το λογισμικό που χρησιμοποιεί....	55
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7.7</b>	Η πειραματική εγκατάσταση Amadeo.....	57
<b>ΕΙΚΟΝΑ 8.1</b>	Ο ασθενής υποβοηθάται για να παίξει παιχνίδι Bowling.....	64
<b>ΕΙΚΟΝΑ 8.2</b>	Η διαδικασία Εξάσκησης με το Nintendo Wii.....	66

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

1. **VR Games** : Virtual Reality Games
2. **ΑΕΕ** : Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο
3. **ΠΠΕ** : Παροδικά Ισχαιμικά Επεισόδια
4. **ΗΑΑ** : Ημιπληγικό Άνω Άκρο
5. **ΣΑΑ** : Σπαστικότητα Άνω Άκρου
6. **ΛΑΑ** : Λειτουργικότητα Άνω Άκρου
7. **WMFT-FAS**: Wolf Function Test- Functional Ability Scale
8. **FM** : Fugl – Meyer (κλίμακα)
9. **JTHFT** : Jebsen-Taylor Hand Function Test
10. **UEFT** : Upper Extremity Functional Test
11. **NHP** : Nine Hole Peg (Test)
12. **PPT** : Perdue Pegboard Test
13. **BBT** : Box and Block Test
14. **FFM** : Finger Force Manioulandum
15. **NBS** : Navigated Brain Stimulation
16. **IVG** : Interactive Video Game



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) μπορεί να οριστεί ως η οξεία εγκατάσταση νευρολογικών σημείων και συμπτωμάτων - συνήθως εστιακά και οξεία - που οφείλονται σε διαταραχή της αιμάτωσης του εγκεφάλου(Kessler, 2015) και διαρκούν περισσότερο από 24 ώρες ή οδηγούν σε θάνατο χωρίς πρωτοφανή αιτία πέρα από αγγειακή προέλευση(WHO 1988). Καθώς ο εγκέφαλος είναι εξαιρετικά ευαίσθητος στην διαταραχή της αιματικής ροής του, μια ανοξία ή ισχαιμία ακόμα και αν διαρκέσουν μόλις μερικά δευτερόλεπτα, μπορούν να προκαλέσουν μη αναστρέψιμη εγκεφαλική βλάβη(Carr, Shepherd, 2004). Παρά τη μείωση της θνησιμότητας της πάθησης εξαιτίας της βελτιστοποίησης της ιατρικής περίθαλψης και της μείωσης των παραγόντων κινδύνου(Αμερικανική Καρδιολογική Ένωση, 2004), τα ΑΕΕ αποτελούν ακόμα την τρίτη αιτία θανάτου στις ΗΠΑ - μετά την καρδιαγγειακή νόσο και τον καρκίνο - ενώ πάνω από 4,8 εκατομμύρια Αμερικανοί ζουν με τις επιπτώσεις ενός ΑΕΕ (Εθνική Ένωση ΑΕΕ). Στην χώρα μας κάθε χρόνο υπάρχουν 340 με 400 εγκεφαλικά επεισόδια για κάθε 100.000 κατοίκους. Αυτό σημαίνει ότι 35.000 - 40.000 Έλληνες παθαίνουν εγκεφαλικά ετησίως.

Εξαιτίας της βλάβης του εγκεφαλικού ιστού, ένας άνθρωπος που υφίσταται ΑΕΕ μπορεί να εμφανίζει προσωρινή ή μόνιμη απώλεια λειτουργίας(Kessler, 2015), ενώ ανάλογα με το ποια περιοχή του εγκεφάλου προσβάλλεται είναι δυνατόν οι ασθενείς να χάσουν την ομιλία, την αισθητικότητα, τη μυϊκή ισχύ, την όραση ή τη μνήμη (WHO 1988). Μία από τις πιο συχνές διαταραχές μετά από το ΑΕΕ, είναι η μυϊκή αδυναμία του άνω άκρου (ημιπάρεση) η οποία επηρεάζει πολλές πτυχές της ζωής, συμπεριλαμβανομένης της αυτοεξυπηρέτησης, της εργασίας και των δραστηριοτήτων αναψυχής(Benjamin, et, al., 2017). Η ανάκτηση της λειτουργίας του άνω άκρου είναι ένας από τους κύριους στόχους των επιζώντων από ΑΕΕ και ιδιαίτερα απαιτητικός, καθώς το άνω άκρο επηρεάζεται σοβαρά και είναι το τελευταίο μέρος του σώματος που ανακάμπτει(Shin, et, al., 2016).

Για την αποκατάσταση των παραπάνω δυσλειτουργιών οι φυσικοθεραπευτές κάνουν χρήση διαφόρων καθιερωμένων συμβατικών τεχνικών, τα αποτελέσματα των οποίων ωστόσο είναι περιορισμένα. Για τον λόγο αυτό απαιτούνται νέες θεραπευτικές προσεγγίσεις.

Η εικονική αποκατάσταση που χρησιμοποιεί την τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR), καθώς και η διαδραστική αποκατάσταση που βασίζεται σε εμπορικές διαδραστικές κονσόλες, είναι ένας νέος, πολλά υποσχόμενος τρόπος για την κινητική και λειτουργική αποκατάσταση μετά από ΑΕΕ, που μπορεί να προσθέσει ευεργετικά στοιχεία στις τρέχουσες στρατηγικές αποκατάστασης. Τα παιχνίδια αυτά είχαν αρχικά σχεδιαστεί για αναψυχή και όχι για την αποκατάσταση ασθενών. Ωστόσο, είναι μια νέα προηγμένη τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενθαρρύνει τη λειτουργική ανάρρωση ατόμων με αναπηρίες(Lee, et, al., 2013). Λαμβάνοντας υπόψη την θεωρία της κινητικής μάθησης, την προσανατολισμένη, εντατική και επαναλαμβανόμενη εκπαίδευση, φαίνεται να είναι απαραίτητη για την προώθηση της νευροπλαστικότητας και, ως εκ τούτου, της ανάκτησης της κινητικότητας και λειτουργικότητας(Kim, et, al., 2020). Παρόλα αυτά, αποτελεί μια πολύ σύγχρονη μέθοδο με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν επαρκείς μελέτες που να αφορούν συχνότητα, ποσότητα και τρόπο εφαρμογής στο άνω άκρο, και να καθίσταται σημαντική η διεξαγωγή μιας περαιτέρω διερεύνησης που θα μελετά τόσο την επίδραση όσο και τις μεθοδολογίες και τους τρόπους εφαρμογής των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών και των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας.

Μια ανασκόπηση της τρέχουσας αρθρογραφίας είναι πλέον δικαιολογημένη για την καθιέρωση ενός νέου δείκτη αναφοράς για την μελλοντική έρευνα. Σκοπός λοιπόν της παρούσας μελέτης είναι να παρουσιάσει το κατά πόσο η σύγχρονη αυτή μέθοδος έχει θετική επίδραση στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας του ημιπληγικού άνω άκρου καθώς και να διερευνήσει την μεθοδολογία και τον τρόπο εφαρμογής της.

Στο πρώτο μέρος της πτυχιακής αυτής, θα παρουσιαστούν βασικές πληροφορίες για το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο, τις επιδράσεις του τόσο στις ανατομικές δομές του εγκεφάλου, όσο και στο αισθητικοκινητικό πρότυπο, τους τρόπους αξιολόγησης, καθώς και τις βασικές μεθόδους αποκατάστασης του ημιπληγικού άνω άκρου, ενώ στο δεύτερο μέρος της θα παρουσιαστούν πληροφορίες που αφορούν την επίδραση των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών και των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου καθώς και τους βασικούς τρόπους εφαρμογής τους.

## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ1<sup>ο</sup>: ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ**

Καθώς το Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) αφορά παθολογία που επηρεάζει τον εγκέφαλο και τις δομές του, είναι σημαντικό πρώτα να παρουσιαστούν οι ανατομικές δομές του εγκεφάλου, που αφορούν τον έλεγχο και την κίνηση, και που πιθανόν να εμπλέκονται μετά από αυτό. Στην συνέχεια, στο επόμενο κεφάλαιο, θα αναφερθούν πιθανές επιπτώσεις που θα προκύψουν κυρίως στο αισθητικοκινητικό σύστημα, δηλαδή αν οι δομές αυτές επηρεαστούν λόγω του ΑΕΕ.

### **1.1 Εγκεφαλικά Ημισφαίρια**

Μια βασική δομή που το ΑΕΕ μπορεί να επηρεάσει είναι τα εγκεφαλικά ημισφαίρια. Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο χώρο της κρανιακής κοιλότητας, είναι δύο, δεξί και αριστερό, συνδέονται μεταξύ τους με εμμύελες νευρικές ίνες (μεσολόβιο) και διαχωρίζονται ατελώς από την επιμήκη σχισμή (Johnson, 2012) (Εικ. 1.1). Η μεταξύ τους επικοινωνία είναι συνεχής, ώστε τα άτομα να μπορούν να είναι αναλυτικά αλλά ταυτόχρονα να κατανοούν ευρύτερες γενικές έννοιες. Μεταξύ των δυο ημισφαιρίων έχουν βρεθεί αδρές ανατομικές διαφορές .

*Το αριστερό ημισφαίριο* έχει περιγραφεί ως η λεκτική και αναλυτική πλευρά του εγκεφάλου καθώς επιτρέπει την επεξεργασία των πληροφοριών με έναν διαδοχικό, οργανωμένο, λογικό και γραμμικό τρόπο. Το αριστερό ημισφαίριο αναγνωρίζει λέξεις, γράμματα και νούμερα ενώ για την πλειοψηφία των ανθρώπων, η παραγωγή και επεξεργασία της γλώσσας πραγματοποιούνται στο αριστερό ημισφαίριο (Kessler, 2015). Η διοργάνωση και πραγματοποίηση κινήσεων και χειρονομιών πραγματοποιείται με την βοήθεια του μετωπιαίου λοβού στο αριστερό ημισφαίριο, με αποτέλεσμα, η βλάβη σε αυτό το ημισφαίριο να προκαλεί αδυναμία προγραμματισμού των κινήσεων (απραξία), ή δυσκολία στην έναρξη και επεξεργασία μιας λειτουργίας και διαταραχές κινητικών συμπεριφορών (Mani, et. al., 2013).

*Το δεξί ημισφαίριο* απότην άλλη, είναι υπεύθυνο για τις μη λεκτικές και καλλιτεχνικές ικανότητες του ατόμου.

Το ημισφαίριο αυτό επιτρέπει στον άνθρωπο να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που δέχεται με πλήρη ή ολιστικό τρόπο χωρίς να αναλύει ειδικά κάθε λεπτομέρεια. Ασχολείται με τη δημιουργικότητα, τις νέες ιδέες, την πατέντα, τις γρήγορες αντιδράσεις και την εύρεση απλών λύσεων, ενώ μέσω αυτού το άτομο αναγνωρίζει πρόσωπα, φράσεις και αντικείμενα(Kessler, 2015).

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι το εγκεφαλικό ημισφαίριο ρυθμίζει την κίνηση και την αισθητηριακή αντίληψη στην αντίθετη πλευρά του σώματος. Έτσι, ένα άτομο που έχει εγκεφαλικό επεισόδιο στο αριστερό ημισφαίριο μπορεί να παρουσιάσει παράλυση ή αισθητικά ελλείμματα (όπως μούδιασμα) στη δεξιά πλευρά του σώματος (Snell, 2008).



**Εικόνα 1.1:** Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια  
Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

## 1.2 Εγκεφαλικοί Λοβοί

Κάθε ημισφαίριο χωρίζεται περαιτέρω σε τέσσερα λειτουργικά μέρη τα οποία ονομάζονται λοβοί (Εικ. 1.2). Έτσι έχουμε τους εξής λοβούς:

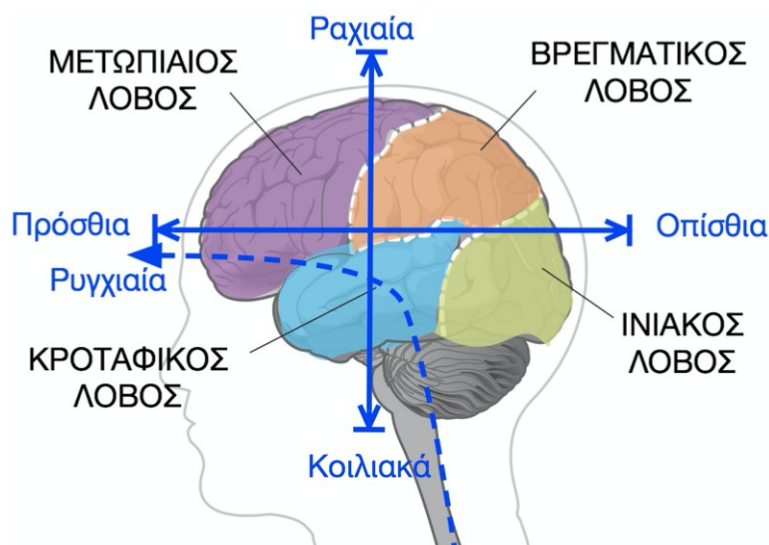
**Μετωπιαίος λοβός:** Αναφέρεται συχνά ως κύριος κινητικός φλοιός καθώς είναι υπεύθυνος για τον εκούσιο έλεγχο των περίπλοκων κινήσεων. Παράλληλα ο λοβός αυτός επιδρά ισχυρά στις γνωσιακές λειτουργίες, που περιλαμβάνουν την κρίση, την προσοχή, την επίγνωση, την διάθεση και την επιθετικότητα(Kessler, 2015).

Από τον κινητικό φλοιό του εγκεφάλου ξεκινά το Φλοιονωτιαίο δεμάτιο το οποίο χιαζόμενο στην περιοχή των πυραμίδων του προμήκη κατεβαίνει για να καταλήξει στο Νωτιαίο Μυελό και να προσδώσει εντολές για την κίνηση στο αντίθετο μέρος του σώματος (βλέπε παρακάτω πυραμιδικό σύστημα). Έτσι, η βλάβη στον κινητικό φλοιό στη μια πλευρά του εγκεφάλου μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία ή παράλυση στην αντίθετη πλευρά του σώματος, καθώς επίσης και εκφραστική αφασία (δυσκολία στην ομιλία, γραφή ή χειρονομία) όταν ένα ΑΕΕ επηρεάζει τον μετωπιαίο λοβό στο κυρίαρχο ημισφαίριο(Λογοθέτης, 2016).

**Βρεγματικός λοβός:** Αποτελεί τον κύριο αισθητικό φλοιό καθώς εδώ γίνεται η επεξεργασία των εισερχομένων αισθητικών πληροφοριών και τελικά τα ερεθίσματα αποκτούν κάποιο νόημα. Καθώς η αντίληψη είναι η διαδικασία επισύναψης νοήματος στις αισθητικές πληροφορίες, μεγάλο μέρος της αντιληπτικής μας μάθησης προϋποθέτει την καλή λειτουργία του λοβού αυτού(Kessler, 2015). Όταν ένα εγκεφαλικό επεισόδιο επηρεάζει τον βρεγματικό λοβό, μπορεί να προκληθεί αισθητική απώλεια και προβλήματα όρασης στην αντίθετη από την εγκεφαλική βλάβη, πλευρά του σώματος(Carr, Shepherd, 2004)

**Κροταφικός λοβός:** Είναι ο λοβός που επιτρέπει στον άνθρωπο να ακούει και να κατανοεί την ομιλούμενη γλώσσα, να αντιλαμβάνεται οπτικά τι βλέπει, να κάνει μουσική διάκριση και να διατηρεί την μακροπρόθεσμη μνήμη του (Kessler, 2015). Μια ενδεχόμενη βλάβη στον συγκεκριμένο λοβό μπορεί να προκαλέσει γλωσσικά προβλήματα γνωστά ως αφασία (δυσκολία στην κατανόηση της ομιλίας, της λεξιλογικής σκέψης, της ανάγνωσης ή της γραφής). Θα μπορούσε επίσης να είναι πιθανή μια προσωρινή απώλεια μνήμης σε περίπτωση που έχει υποστεί βλάβη μονομερώς ο συγκεκριμένος λοβός, ενώ μόνιμη αν η βλάβη εντοπιστεί και στις δυο πλευρές του εγκεφάλου(Johnson 2012).

**Ινιακός λοβός:** Είναι ο κύριος οπτικός φλοιός και είναι υπεύθυνος για την ερμηνεία των οπτικών πληροφοριών που προσλαμβάνουν τα μάτια. Ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της ικανότητας αναγνώρισης και ερμηνείας οπτικών ερεθισμάτων, όπως προσώπων(Kessler, 2015)



**Εικόνα 1.2:** Οι λοβοί του εγκεφάλου καθώς και οι κατευθύνσεις αναφοράς που χρησιμοποιούνται στην νευρολογία.  
 Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

### 1.3 Στέλεχος του εγκεφάλου

Το στέλεχος βρίσκεται ανάμεσα στην βάση του τελικού εγκεφάλου (εγκεφαλικά ημισφαίρια) και στον νωτιαίο μυελό και χωρίζεται σε τρία μέρη , τον μεσεγγέφαλο, την γέφυρα και τον προμήκη, από πάνω προς τα κάτω(Kessler, 2015). *Ο μέσος εγκέφαλος* συνδέει τον διάμεσο εγκέφαλο με την γέφυρα. Αποτελείται κοιλιακά από τα εγκεφαλικά σκέλη που εμπεριέχουν ανερχόμενες και κατερχόμενες νευρικές ίνες και ραχιαία από το τετράδυμο πέταλο με τα πρόσθια και οπίσθια διδυμία (Ρόσμπογλου, 2012). Παράλληλα περιέχει αντανεκλαστικά κέντρα για οπτικές, ακουστικές και απτικές αντιδράσεις. *Η γέφυρα* αποτελεί το μέσο τμήμα του στελέχους και του εγκεφάλου και συνδέει τον προμήκη με τον μεσεγγέφαλο. Καθώς η γέφυρα περιέχει πολλούς πυρήνες και ίνες, είναι παχύτερη από το υπόλοιπο στέλεχος (Snell, 2008). Περιέχει αντανεκλαστικά κέντρα που βοηθούν στον προσανατολισμό της κεφαλής ως απάντηση σε οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα, ενώ από αυτήν πηγάζουν πολλά εγκεφαλικά νεύρα όπως είναι το τρίδυμο, το απαγωγό και το προσωπικό που μεταφέρουν κινητικές και αισθητικές πληροφορίες

προς και από το πρόσωπο(Kessler, 2015). *Ο προμήκης* αποτελεί το πιο ραχιαίο μέρος του εγκεφάλου. Συνδέει την γέφυρα με τον νωτιαίο μυελό. Στο ύψος του ινιακού τμήματος πάνω από το αυχενικό νεύρο ο προμήκης μετατρέπεται σε νωτιαίο μυελό. Ο προμήκης έχει παραπλήσια εσωτερική δομή με τον νωτιαίο μυελό καθώς αποτελείται από λευκή και φαιά ουσία, οι οποίες όμως έχουν διαφορετική διάταξη από αυτή του νωτιαίου μυελού(Snell, 2008). Εντός του, εντοπίζονται κινητικοί και αισθητικοί πυρήνες για τον αυχένα και την περιοχή του στόματος, τα κέντρα ελέγχου για τον καρδιακό και αναπνευστικό ρυθμό και αντανακλαστικά κέντρα για τον εμετό, τον παρμό και την κατάποση(Kessler, 2015). Καθώς το στέλεχος του εγκεφάλου διατηρεί βασικές λειτουργίες που υποστηρίζουν τη ζωή, όπως αναπνοή, καρδιακό ρυθμό, αρτηριακή πίεση και πέψη, ένα μεγάλο εγκεφαλικό επεισόδιο σε αυτό το μέρος του εγκεφάλου είναι συνήθως θανατηφόρο(Ρόσμπογλου, 2012).

#### **1.4 Ο Σχεδιασμός και η Εκτέλεση της Κίνησης**

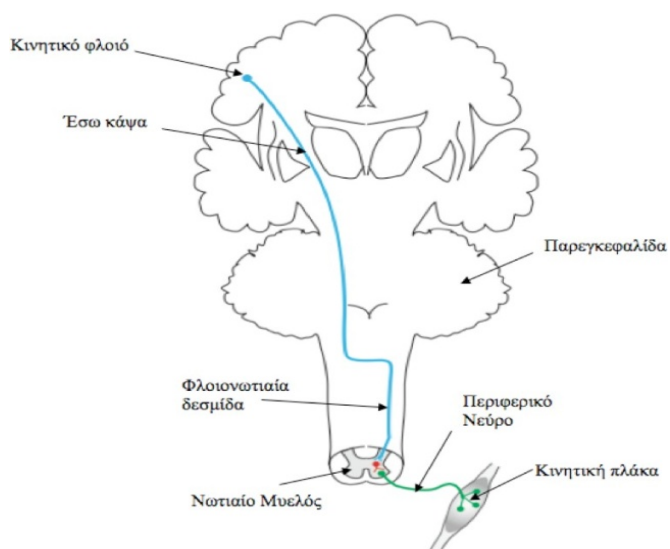
Για την κίνηση των γραμμωτών μυών απαιτείται η συνεργασία πολλών ανατομικών περιοχών, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται φλοιώδη και υποφλοιώδη κέντρα των ημισφαιρίων, η παρεγκεφαλίδα, φυγόκεντρες κινητικές οδοί και χαμηλότερα κινητικά κέντρα στο εγκεφαλικό στέλεχος και στον νωτιαίο μυελό. Οι κινητικοί αυτοί σχηματισμοί, συνεργάζονται με κεντρομόλες αισθητικές οδούς και αισθητικά κέντρα του εγκεφάλου, τα οποία συνεχώς μεταφέρουν ερεθίσματα που επηρεάζουν τις λειτουργίες του κινητικού μηχανισμού(Λογοθέτης, 2016)

#### **Το Πυραμιδικό Σύστημα**

Η Πυραμιδική οδός (Εικ.1.3) είναι η οδός των εκούσιων κινήσεων. Έχει ιδιαίτερη σχέση με τον έλεγχο της εκούσιας, διακριτής, δεξιοτεχνικής κίνησης, ειδικά εκείνης των άνω άκρων(Johnson, 2012). Το σύστημα αυτό είναι ένα σύστημα νευρώνων με κυτταρικά σώματα που βρίσκονται κυρίως στον κινητικό φλοιό, στο πίσω μέρος του μετωπιαίου λοβού, αντίστοιχα με την πρόσθια κεντρική έλικα και το εμπρόσθιο τοίχωμα της κεντρικής αύλακας(Λογοθέτης, 2016). Αρχίζει από τα μέσα και μεγάλα πυραμοειδή κύτταρα της κινητικής άλω (πεδίο 4 κατά Brodmann) και εν μέρει της προκινητικής (πεδίο 6 κατά Brodmann) και διακρίνεται σε δύο δεσμίδες: την φλοιοπρομηκική και την φλοιονωτιαία δεσμίδα.



Η φλοιοπρομηκική δεσμίδα αποτελεί την κινητική οδό των εγκεφαλικών νεύρων (6-12) και η φλοιονωτιαία, την κινητική οδό των νωτιαίων νεύρων(Johnson, 2012).



**Εικόνα 1.3:** Η Πυραμιδική Οδός  
Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

Ο φυσιολογικός ρόλος του πυραμιδικού συστήματος αφορά στην επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων. Για να ξεκινήσει μια κίνηση, θα πρέπει προηγουμένως να σχηματιστεί η ιδέα της σε συνειρμικές περιοχές του βρεγματικού φλοιού. Από εκεί, ανάλογες νευρικές ώσεις ενεργοποιούν κύτταρα του προκινητικού και στην συνέχεια του κινητικού (πυραμιδικού) φλοιού, από όπου φυγόκεντρες ώσεις με την πυραμιδική οδό φθάνουν και ενεργοποιούν κύτταρα των πρόσθιων κεράτων ( $\alpha$ -κύτταρα). Από το σημείο αυτό οι κινητικές ώσεις μεταφέρονται με τα περιφερικά νεύρα στους γραμμωτούς μύες(Λογοθέτης, 2016). Ο πυραμιδικός φλοιός είναι ιδιαίτερα υπεύθυνος για την επιτέλεση των λεπτών εκούσιων κινήσεων ενώ είναι και αυτός που προσδίδει ταχύτητα και επιδεξιότητα στις εκούσιες κινήσεις(Johnson, 2012). Έτσι, στον κινητικό φλοιό μεγάλη έκταση καταλαμβάνει η περιοχή του χεριού καθώς και της κεφαλής, αφού εδώ αντιπροσωπεύονται μυϊκοί σχηματισμοί για την επιτέλεση των λεπτών εκούσιων κινήσεων που αφορούν σε μάτια, χείλη, γλώσσα και γενικά στους μύες του φωνητικού μηχανισμού και της κατάποσης.

Για τον λόγο αυτό και οποιαδήποτε βλάβη στο φλοιό του εγκεφάλου, όπως μετά από ΑΕΕ, θα οδηγήσει σε απώλεια κίνησης και διαταραχή στις δεξιότητες των άκρων (βλέπε Κεφ. 2).

### **Το Εξωπυραμιδικό Σύστημα**

Το εξωπυραμιδικό σύστημα επιπρόσθετα του πυραμιδικού συστήματος επηρεάζει τη λειτουργία των σκελετικών μυών ρυθμίζοντας την κίνηση και τον μυϊκό τόνο (Johnson, 2012). Το εξωπυραμιδικό σύστημα επεκτείνεται από τον εγκεφαλικό φλοιό μέχρι τον νωτιαίο μυελό με ενδιάμεσους σχηματισμούς πυρήνων σε αλληλοεπικοινωνία και αλληλεξάρτηση μεταξύ τους (Λογοθέτης, 2016). Ανατομικά, το εξωπυραμιδικό σύστημα αποτελείται από φλοιώδη κέντρα (βασικά γάγγλια, υποθαλάμιος πυρήνας, μέλαινα ουσία, ερυθρός πυρήνας, πυρήνες δικτυωτού σχηματισμού, γεφυρικοί πυρήνες, πυρήνες κάτω ελαίας) και φυγόκεντρα δεμάτια. Τα βασικά γάγγλια περιλαμβάνουν το ραβδωτό σώμα, τον ταινιοειδή πυρήνα ή προτείχισμα και τον αμυγδαλοειδή πυρήνα. Το ραβδωτό σώμα χωρίζεται στον κερκοφόρο και φακοειδή πυρήνα. Ο φακοειδής πυρήνας με την σειρά του διαιρείται στο κέλυφος και στην ωχρά σφαίρα. Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος αποτελούν το νεοραβδωτό σώμα και η ωχρά σφαίρα, το παλαιοραβδωτό σώμα. Καταληκτικά θα λέγαμε, πως η εναρμονισμένη δράση των εξωπυραμιδικών πυρήνων και ιδιαίτερα του ραβδωτού σώματος εξασφαλίζουν την καλή διεκπεραίωση των εκούσιων κινήσεων ενώ σε παθολογικές εξωπυραμιδικές καταστάσεις, κυρίως του ραβδωτού σώματος μπορεί να έχουμε ως αποτέλεσμα την αύξηση του μυϊκού τόνου με προσβολή τόσο της κινητικής, όσο και της στατικής μυϊκής λειτουργίας (Λογοθέτης, 2016).

Οι ρυθμιστικές λειτουργίες γίνονται κυρίως μέσω παλίνδρομων κυκλωμάτων με ανασταλτική και ευοδωτική δράση σε διάφορα επίπεδα του κεντρικού νευρικού συστήματος. Συμβάλλει στην πραγματοποίηση των συζυγών κινήσεων που συνοδεύουν τις εκούσιες (όπως μορφασμοί κατά την ομιλία), των πολύπλοκων συνδυασμένων κινήσεων (όπως στην βάδιση και στον χορό), στην ρύθμιση του μυϊκού τόνου, ενώ παράλληλα παίζει καταλυτικό ρόλο στην πρόκληση αυτόματων κινήσεων (όπως αιωρήσεις άνω άκρων κατά την βάδιση) (Johnson, 2012).

## **Η Παρεγκεφαλίδα**

Η παρεγκεφαλίδα ελέγχει την ισορροπία και τις περιπλοκές μυϊκές κινήσεις. Εντοπίζεται κάτω από τον ινιακό λοβό και βρίσκεται πίσω από το στέλεχος του εγκεφάλου, ενώ γεμίζει τον οπίσθιο κρανιακό βόθρο. Μορφολογικά, η παρεγκεφαλίδα αποτελείται από δυο ημισφαίρια και τον μεταξύ τους σκώληκα(Λογοθέτης, 2016). Είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό και την εκτέλεση πολυαρθρικών κινήσεων. Στην περίπτωση που μια ομάδα μυών συνεργάζεται για την πραγματοποίηση μιας κίνησης, αυτή καθορίζει την σειρά σύσπασης (Kessler, 2015). Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας, είναι να δέχεται τις αισθητικές πληροφορίες και ακολούθως να επηρεάζει νευρικές οδούς ώστε να προκαλέσει τις λεπτές , ήπιες και συνδυασμένες κινήσεις(Βαρσαμίδης, 2016). Μια ενδεχόμενη βλάβη στην παρεγκεφαλίδα μετά από ένα ΑΕΕ, δεν θα επιφέρει παράλυση ή απώλεια αισθητικότητας αλλά η ποιότητα της κίνησης θα επηρεαστεί καθώς η λειτουργία της είναι να διορθώνει το κινητικό αποτέλεσμα(Daniele et.al., 2017) και να προλαμβάνει λάθη στην κίνηση μέσω της σύγκρισης της κίνησης που πραγματοποιείται σε σχέση με την αναμενόμενη(Kessler, 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

### **2.1 Αίτια του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου**

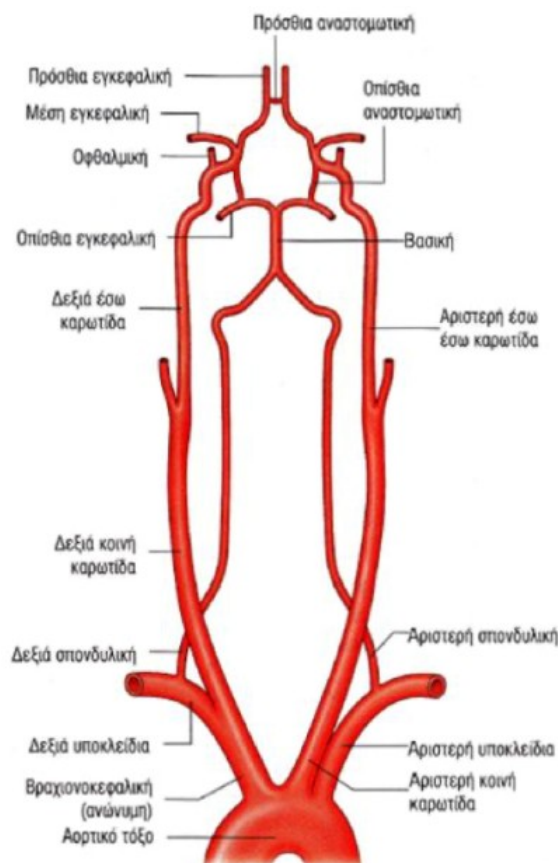
Οι νόσοι των αιμοφόρων αγγείων προκαλούν τις συχνότερες και πιο σοβαρές νευρολογικές διαταραχές (Brust, 2016). Κάθε πρόβλημα του αγγειακού συστήματος που προκαλεί ισχαιμία και απόφραξη του εγκεφάλου ή αυτόματη αιμορραγία στον εγκέφαλο και τον υπαραχνοειδή χώρο, περιλαμβάνεται στις διαταραχές της εγκεφαλικής αιματικής κυκλοφορίας.

Η αιματική κυκλοφορία του Κεντρικού νευρικού συστήματος μεταφέρει οξυγόνο, γλυκόζη, και άλλες θρεπτικές ουσίες, ενώ απομακρύνει διοξείδιο του άνθρακα, γαλακτικό οξύ και άλλα προϊόντα του καταβολισμού. Ο εγκέφαλος παρά το μικρό του βάρος δέχεται μια πλούσια αιματική ροή (της τάξεως του 15% της καρδιακής παροχής), μέσω τεσσάρων κύριων αρτηριών, τις δυο **σπονδυλικές** και δύο **καρωτυδικές** αρτηρίες, που συναντώνται στην βάση του εγκεφάλου και σχηματίζουν έναν αρτηριακό κύκλο, τον κύκλο του willis (Εικ. 2.1)(Carr, Shepherd, 2004).

Οι δύο σπονδυλικές αρτηρίες εισδύουν στην κρανιακή κοιλότητα περνώντας από το ινιακό τρήμα και ακριβώς κάτω από την γέφυρα ενώνονται και σχηματίζουν την βασική αρτηρία. Οι δυο έσω καρωτιδείς αρτηρίες εισδύουν στην κρανιακή κοιλότητα διασχίζοντας στα δυο πλάγια τους σύστοιχους καρωτιδικούς πόρους (Gray's Anatomy 2016). Μέσω των εγκάρσιων τρημάτων των άνω αυχενικών σπονδύλων, οι δυο σπονδυλικές αρτηρίες, βρίσκουν την έξοδο εκτός του εγκεφάλου και ενώνονται μπροστά στο εγκεφαλικό στέλεχος για να δημιουργηθεί η βασική αρτηρία, κλάδοι της οποίας αιματώνουν τον προμήκη, την γέφυρα και τον μεσεγκέφαλο. Για την αιμάτωση του ινιακού λοβού, στην κορυφή του μεσεγκεφάλου, η βασική αρτηρία χωρίζεται σε δυο οπίσθιους κλάδους. Για την ενίσχυση της αιμάτωσης και προστασίας της τροφικότητας του εγκεφάλου σε περίπτωση εμφράκτου, υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των έσω καρωτιδών και της σπονδυλικής κυκλοφορίας. Η πρόσθια, μέση και οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία είναι οι κλάδοι των βασικών εγκεφαλικών αρτηριών και δεν δημιουργούνται ενώσεις μεταξύ τους και για το λόγο αυτό ονομάζονται τελικές αρτηρίες.

Αναλόγως του αγγείου που έχει υποστεί βλάβη επηρεάζεται και η αντίστοιχη περιοχή που αιματώνει, δίνοντας τα ανάλογα συμπτώματα (Calleja, et.al, 2013).

Η προσωρινή ή μόνιμη διακοπή της αιματικής τροφοδοσίας του εγκεφάλου ή η ρήξη κάποιου ανευρύσματος ενός αγγείου του, αποτελούν αιτίες πρόκλησης ενός ΑΕΕ ισχαιμικού ή αιμορραγικού, με πιο κοινό σύμπτωμα την ημιπληγία σε περιπτώσεις απόφραξης, της έσω καρωτίδας, της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, της πρόσθιας χοραιοειδούς και οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας(Carr, Shepherd, 2004)



**Εικόνα 2.1:** Ο κύκλος του Willis  
Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

Τα ΑΕΕ μπορεί να είναι θρομβωτικά (λόγω της απόφραξης κάποιου αγγείου), ή αιμορραγικά (αιμορραγία από κάποιο αγγείο). Οι αιτίες είναι πολλές και ανεξάρτητες της ηλικίας του ατόμου. Αυτές περιλαμβάνουν τις καρδιακές νόσους, μολύνσεις, τραυματισμούς, νεοπλάσματα, αγγειακές δυσπλασίες και ανοσολογικές διαταραχές, ενώ οι τρεις πιο κοινοί παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν την υπέρταση, τον σακχαρώδη διαβήτη και την καρδιοπάθεια(Carr, Shepherd, 2004).

Επιρρεπείς είναι ωστόσο και οι μετεγχειρητικοί ασθενείς στους οποίους δεν έχει χορηγηθεί αντιπηκτική αγωγή (Appelros, et.al., 2004), όπως επίσης και ασθενείς πάσχοντες από καρκίνο, καθώς έχει παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ των καρκινικών κυττάρων και την αλλαγή στην πήκτικότητα του αίματος, που οδηγεί σε ΑΕΕ (Bang, et.al., 2016).

## 2.2 Ταξινόμηση των Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων

Υπάρχουν δυο είδη Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων, το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο και το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο (εικ. 2.2). Περίπου το 70% των ΑΕΕ οφείλεται σε ισχαιμία, το 20% σε αιμορραγία, ενώ στο 10% που απομένει η αιτία είναι ακαθόριστη (Kessler, 2015).



**Εικόνα 2.2:** Η διάκριση των ΑΕΕ  
Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

Τα περισσότερα **ισχαιμικά** ΑΕΕ οφείλονται στην αθηροσκλήρωση και στην δημιουργία θρόμβου ή εμβόλου (Carr, Shepherd, 2004). Για το λόγο μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: σε εκείνα που οφείλονται σε θρόμβωση και αυτά που οφείλονται σε εμβολή. Η αθηροσκλήρωση που προαναφέρθηκε, είναι μια παθολογική κατάσταση κατά την οποία η αθηρωματική πλάκα εναποτίθεται στα τοιχώματα της αρτηρίας με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέγεθος του αυλού και κατά συνέπεια να μειώνεται η αιματική ροή διαμέσου του αγγείου, με το ποσό του οξυγόνου που φτάνει στους εγκεφαλικούς ιστούς να είναι μειωμένο.

Υπάρχει όμως περίπτωση η αθηρωματική πλάκα να αποφράξει τελείως το αγγείο, με αποτέλεσμα ο ιστός που οξειγονώνεται από το τελευταίο να νεκρώνεται ή αλλιώς να υφίσταται εγκεφαλικό έμφρακτο και να οδηγούμαστε σε θρομβωτικό ισχαιμικό ΑΕΕ. Ένα ισχαιμικό ΑΕΕ λόγω εμβολής από την άλλη, σχετίζεται συνήθως με καρδιαγγειακή νόσο και συγκεκριμένα με κολπική μαρμαρυγή, έμφραγμα μυοκαρδίου ή βαλβιδοπάθειες. Στα εμβολικά ΑΕΕ ένα έμβολο μετακινείται στον εγκέφαλο έχοντας αποσπαστεί από την εσωτερική στιβάδα του αρτηριακού τοιχώματος (ενδοθήλιο) και αποφράσσει ένα αιμοφόρο αγγείου του εγκεφάλου με αποτέλεσμα να προκαλεί νέκρωση ή έμφρακτο του εγκεφαλικού ιστού. Η μείωση της αιματικής ροής της τάξεως κάτω του 20% επιφέρει κυτταρικό θάνατο μέσα σε λίγα λεπτά καθιστώντας το αποτέλεσμα μη αναστρέψιμο, αφού τα νεκρωμένα πλέον κύτταρα που σχηματίζουν τον ιστό δεν δύνανται να αναγεννηθούν(Kessler, 2015).

Τα **αιμορραγικά** ΑΕΕ οφείλονται σε παθολογική αιμορραγία λόγω ρήξης ενός εγκεφαλικού αγγείου, η επίπτωση της οποίας αυξάνεται μετά την ηλικία των 65 ετών(Kessler, 2015). Ανάλογα με την περιοχή που ρηγνύει το αγγείο, ταξινομούνται σε δυο κατηγορίες, στα *ενδοεγκεφαλικά* και στα *υπαραχνοειδή*. Για την ενδοεγκεφαλική αιμορραγία εν πρώτοις, συνήθης αιτία είναι η αγγειακή δυσπλασία και οι αλλοιώσεις των εγκεφαλικών αγγείων λόγω της υπέρτασης και της γήρανσης(Λογοθέτης, 2016), ενώ η υπαραχνοειδής αιμορραγία από την άλλη, είναι συνέπεια αιμορραγίας στον υπαραχνοειδή χώρο και οφείλεται σε ανεύρυσμα η αρτηριοφλεβική δυσπλασία(Carlan's Stroke, 2009).

### **Παροδικά Ισχαιμικά Επεισόδια**

Τα ΑΕΕ δεν θα πρέπει να συγχέονται με τα παροδικά ισχαιμικά επεισόδια (ΠΙΕ), τα οποία επίσης παρατηρούνται σε πολλά άτομα(Kessler, 2015). Το παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο είναι η οξεία απώλεια εστιακής εγκεφαλικής λειτουργίας, όπου τα συμπτώματα διαρκούν λιγότερο από 24 ώρες(Carr, Shepherd, 2004). Ο ασθενής παραπονιέται για νευρολογική δυσλειτουργία που περιλαμβάνει απώλεια της κινητικής ή αισθητικής λειτουργίας ή ακόμα και της ομλίας(Kessler, 2015). Θεωρούμε ύστερα από την εξέταση ότι τα συμπτώματα αυτά οφείλονται σε έμβολο ή θρόμβο λόγω αγγειακής νόσου(Warlow & Morris, 1982).

Ο ασθενής δεν εμφανίζει υπολειπόμενη εγκεφαλική βλάβη ή νευρολογικές διαταραχές(Kessler, 2015).

### 2.3 Κλινικά Ευρήματα

Οι ασθενείς που υπέστησαν ΑΕΕ εμφανίζουν ποικίλες διαταραχές, το μέγεθος των οποίων επηρεάζεται από τον εντοπισμό και την έκταση της βλάβης καθώς και από την υπάρχουσα αιμάτωση. Μια γενική εικόνα όμως που παρατηρείται στην μερίδα του λέοντος των πληγέντων, αναφέρει τις εξής διαταραχές :

**Κινητικές Διαταραχές:** Το χαρακτηριστικό ενός ασθενούς μετά από ΑΕΕ είναι η ημιπληγία/ ημιπάρεση. Ημιπληγία ονομάζεται η παράλυση του άνω και κάτω άκρου, μερικές φορές και του προσώπου. Ο χιασμός των πυραμιδικών δεματιών γίνεται στο ύψος του προμήκη, πριν τις συνάψεις με τα νωτιαία νεύρα, με αποτέλεσμα η παράλυση που προαναφέρθηκε να εκδηλώνεται στο αντίθετο ημιμόριο με αυτό της βλάβης στον εγκέφαλο(Carr, Shepherd, 2004). Στα πρώτα στάδια αποκατάστασης, ο ασθενής μπορεί να βρίσκεται σε κατάσταση χαμηλού μυϊκού τόνου ή χαλαρής παράλυσης με τους μύες που έχουν προσβληθεί να μην έχουν την ικανότητα παραγωγής σύσπασης και έναρξης κίνησης. Σύντομα όμως, ο ασθενής μεταβαίνει στο στάδιο της υπερτονίας/σπαστικότητας, μιας διαταραχής που χαρακτηρίζεται από υπερβολικά αυξημένα εν τω βάθει τενόντια αντανακλαστικά και αυξημένο μυϊκό τόνο(Kessler, 2015). Αποτέλεσμα της σπαστικότητας είναι να συναντάμε σε έναν ημιπληγικό ασθενή την παρακάτω χαρακτηριστική εικόνα (Εικ. 2.3).



**Εικόνα 2.3 :** Το παθολογικό Ημιπληγικό Πρότυπο

Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)



Όσον αφορά το άνω άκρο, ο ώμος του βρίσκεται σε κάμψη, προσαγωγή και έξω στροφή, ο αγκώνας του σε κάμψη, το αντιβράχιο σε πρηνισμό, ενώ παρατηρείται και κάμψη του καρπού και των δαχτύλων. Το κάτω άκρο βρίσκεται σε έκταση, προσαγωγή και έσω στροφή ισχίου, το γόνατο του βρίσκεται σε υπερέκταση, η ποδοκνημική του σε πελματιαία κάμψη και υπτιασμό, ενώ παρουσιάζει και χαρακτηριστική ιπποποδία (drop-foot). Εξαιτίας των βραχύνσεων των πλάγιων καμπτήρων του κορμού, ο κορμός βρίσκεται σε θέση στροφής.

**Αισθητικές Διαταραχές:** Πολλοί ασθενείς με ΑΕΕ τείνουν να εμφανίζουν μερικές διαταραχές και όχι πλήρη απώλεια της αισθητικότητας(Kessler, 2015). Βασικά χαρακτηριστικά της διαταραχής της αίσθησης ενός ημιπληγικού ασθενή είναι η μείωση της αισθητικής τροφοδότησης, η διαταραχή της ιδιοδεκτικότητας και της στερεογνωσίας, η μείωση της επί πολλοίς και της εν τω βάθει αισθητικότητας, η μονόπλευρη παραμέληση καθώς και η άγνοια της ημιπληγικής πλευράς (Ρόσμπογλου, 2012).

**Αναπνευστικές Διαταραχές:** Λόγω μειωμένου ελέγχου των αναπνευστικών μυών και συγκεκριμένα του διαφράγματος μπορεί να είναι περιορισμένη η έκπτυξη των πνευμόνων, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε στην μείωση της ζωτικής τους χωρητικότητας και ο ασθενής να αναγκάζεται να αυξάνει τον αναπνευστικό ρυθμό του για να ικανοποιήσει τις σωματικές του ανάγκες για οξυγόνο(Kessler, 2015).

**Διαταραχές Προσωπικότητας:** Πρόκειται για διαταραχές που εμφανίζονται περισσότερο σε ηλικιωμένα άτομα. Μερικές φορές, ο ημιπληγικός ασθενής συμπεριφέρεται προς τα άτομα που τον περιβάλλουν με εγωκεντρικό τρόπο ή τηρεί μια σκληρή στάση, που αποτελεί ένα είδος αντίδρασης προς την αναπηρία(Ρόσμπογλου, 2012).

**Διαταραχές Επικοινωνίας:** Οι συγκεκριμένες διαταραχές επέρχονται μετά από έμφρακτα στο μετωπιαίο και κροταφικό λοβό του εγκεφάλου. Ο ασθενής παρουσιάζει αδυναμία κατανόησης της γλώσσας, προφορικής έκφρασης και χρήσης συμβόλων για την επικοινωνία ιδεών, χαρακτηριστικά μιας επίκτητης διαταραχής της επικοινωνίας που ονομάζεται αφασία. Παράλληλα, σύνηθες φαινόμενο είναι η εμφάνιση δυσαρθρίας και συναισθηματικής αστάθειας(Kessler, 2015).

**Άλλες διαταραχές:** Μπορεί να εκδηλωθούν επιπλέον στοματοπροσωπικές διαταραχές, διαταραχές που αφορούν την ακράτεια (αδυναμία ελέγχου της ούρησης), δυσλειτουργία του ορθού(Carr , Shepherd, 2004).

#### **2.4 Ιατρική Διάγνωση και Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση**

Η διαδικασία της διάγνωσης οφείλει να επιβεβαιώσει την ύπαρξη ενός ΑΕΕ και να καθορίσει τον τύπο, την θέση, και τον βαθμό της βαρύτητας(University Hospital New Jersey 2018). Ο γιατρός πραγματοποιεί κλινική εξέταση για να διαπιστώσει το επίπεδο της λειτουργίας της κινητικότητας, της αισθητικότητας, της ομιλίας και των αντανακλαστικών. Ο νευροαπεικονιστικός έλεγχος με αξονική ή μαγνητική τομογραφία, πραγματοποιείται για να καθοριστεί αν το ΑΕΕ οφείλεται σε ισχαιμία ή αιμορραγία. Παράλληλα, χρειάζεται να πραγματοποιηθούν κάποιες ακόμα εξετάσεις όχι μόνο για να εντοπιστεί το είδος, η θέση και η αιτία, αλλά και για να αποκλειστούν άλλες διαταραχές(Kessler, 2015). Αυτές είναι το *Ηλεκτροκαρδιογράφημα*, ο *Υπέρηχος καρδιάς*, το *Duplex Καρωτίδων*, το *Μόνιτορ Καρδιάς*, η *Αγγειογραφία Εγκεφάλου* και οι *Αιματολογικές εξετάσεις*, που αποκλείουν ανοσολογικά προβλήματα ή προβλήματα θρομβώσεων. Ανάλογα με το στάδιο στο οποίο βρίσκεται ο ασθενής, τροποποιείται αντίστοιχα και η φυσικοθεραπευτική του αξιολόγηση, η οποία πραγματοποιείται αφού πρώτα ξεπεραστούν τα καρδιοαναπνευστικά προβλήματα που θα δημιουργηθούν από το ΑΕΕ. Στην πρώτη επαφή με τον ημιπληγικό ασθενή, τόσο ο θεραπευτής όσο και ο ασθενής θα πρέπει να επισημάνουν τα προβλήματα που σχετίζονται με την πάθηση. Ο ασθενής θα πρέπει να περιγράψει τους περιορισμούς στην λειτουργικότητα του που τον εμποδίζουν να δραστηριοποιηθεί φυσιολογικά, έτσι ώστε ο θεραπευτής να μάθει τις ανάγκες και τα θέλω του. Γενικά ο θεραπευτής μπορεί να συλλέξει στοιχεία για:

**Την γενική εντύπωση του ασθενή:** Συνεργασία, αδιαφορία, επιθετικότητα, κατάθλιψη

**Την Γενική κατάσταση της υγείας του:** Υπέρταση, καρδιακή ανεπάρκεια, ζάλη, αδυναμία

**Τι μπορεί να κάνει ο ασθενής :** Αν μπορεί να χρησιμοποιεί τον κορμό για ισορροπία, χρησιμοποιεί την υγιή πλευρά για κάθε δραστηριότητα.

Ακολούθως, μέσω τυποποιημένων πρωτοκόλλων και κλιμάκων, μπορεί να αξιολογήσει πεδία όπως η εκτίμηση και καταγραφή παθολογικών προτύπων στάσης, κίνησης και ισορροπίας, εκτίμηση της αισθητικότητας, της αντίληψης, της κατανόησης. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η κλίμακα Barthel (Barthel Index), που είναι μια από τις παλαιότερες κλίμακες μέτρησης της αναπηρίας, η κινητική κλίμακα αξιολόγησης (Motor Assesment Scale), η οποία αξιολογεί κυρίως την κινητική δραστηριότητα και συμπεριλαμβάνει ένα ιδιαίτερο κομμάτι για την λειτουργία του άνω άκρου, η μέτρηση λειτουργικής ανεξαρτησίας (Functional Independence Measure), η οποία μετρά καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες και εκτιμά την κινητικότητα, την αντίληψη και την ικανότητα επικοινωνίας του ασθενή(Ρόσμπογλου, 2012). Για την εκτίμηση του μυϊκού τόνου μια ευρέως διαδεδομένη κλίμακα είναι η Asworth scale, ενώ για την αξιολόγηση της ισορροπίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Berg Balance Scale(Kalf 2003). Για τον έλεγχο της μυϊκής δύναμης χρησιμοποιούνται τα Μυϊκά τεστ με βαθμολόγηση από την Oxford Scale. Η κλίμακα της Οξφόρδης είναι η πιο κοινά αποδεκτή μέθοδος αξιολόγησης μυϊκής δύναμης. Περιλαμβάνει τον έλεγχο των βασικών μυών των άνω και κάτω άκρων έναντι της αντίστασης του εξεταστή και του ίδιου του βάρους με βαθμολόγηση από 0 (καμία μυϊκή σύσπαση), έως 5 (πλήρους εμβέλειας κίνηση ενάντια σε σημαντική αντίσταση) (Usker Naqvi, Βαθμολογία Μυϊκής Δύναμης).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΤΟ ΗΜΙΠΛΗΓΙΚΟ ΑΝΩ ΑΚΡΟ

### **3.1 Σπαστικότητα Άνω Άκρου**

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο βασικό σύμπτωμα που εμφανίζεται λόγω βλάβης του φλοιονωτιαίου δεματίου είναι η σπαστικότητα, μία ταχοεξαρτώμενη αύξηση του μυϊκού τόνου που συνοδεύεται από αύξηση των τενόντιων αντανακλαστικών λόγω υπερδιεγερσιμότητας του μυοτατικού αντανακλαστικού, παθολογικά αντανακλαστικά τη οικογένειας Babinski(Shunway - Cook, Woollacott, 2012). Οι σύγχρονες απόψεις θέλουν την μη φυσιολογική επεξεργασία των αισθητηριακών εισόδων από τους μυϊκούς άξονες σε επίπεδο Νωτιαίου Μυελού, να οδηγεί σε υπερβολική αντανακλαστική ενεργοποίηση των α-κινητικών νευρώνων και να αυξάνει την σπαστικότητα(Kuo & Hu, 2018). Παράλληλα, υποστηρίζεται ότι η διαταραχή στην ανασταλτική ρύθμιση από υψηλότερα κέντρα του φλοιού και από διανευρωνικές συνδέσεις στον νωτιαίο μυελό οδηγεί στην εκδήλωση σπαστικότητας σε πολλούς ασθενείς(Kessler, 2015). Το άνω άκρο σε ασθενείς με ΑΕΕ επηρεάζεται άμεσα από τη σπαστικότητα ενώ συνδέεται συχνά με πόνο, δυσκαμψία, μειωμένη λειτουργικότητα στην καθημερινότητα καθώς και αυξημένο κόστος θεραπείας(Kuo & Hu, 2018). Σύμφωνα με την μελέτη των(Picelli, et. al. 2016 ) διαπιστώθηκε ότι οι βλάβες στον θάλαμο, τα βασικά γάγγλια και στα δεμάτια λευκής ουσίας ( έσω κάψα , τοξοειδείς ίνες, έξω κάψα, άνω επίμηκες δεμάτιο) συσχετιστήκαν σημαντικά με σοβαρή μεταεγκεφαλική σπαστικότητα του άνω άκρου, δίνοντας το χαρακτηριστικό παθολογικό πρότυπο με ανάσπαση ωμοπλάτης, προσαγωγή και έσω στροφή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, κάμψη στον αγκώνα, καρπό και δάκτυλα(Pennati, et.al., 2016). Καθώς ο αυξημένος μυϊκός τόνος στο άνω άκρο και κυρίως στην άκρα χείρα μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία σύλληψης είναι σημαντικό για τον θεραπευτή να αξιολογήσει τόσο το επίπεδο της σπαστικότητας όσο και τη λειτουργικότητα του άνω άκρου πριν δημιουργήσει ένα πρόγραμμα αποκατάστασης(Kuo & Hu, 2018).

#### **Αξιολόγηση Σπαστικότητας**

Η αξιολόγηση της σπαστικότητας μπορεί αρχικά να γίνει με απλή παρατήρηση σε περίπτωση εκδήλωσης παθολογικού προτύπου.

Παράλληλα, τα τενόντια αντανακλαστικά μπορούν να αξιολογηθούν με την χρήση ειδικού σφυριού επίκρουσης ενώ σε περίπτωση εμφάνισης παθολογικών αντανακλαστικών τύπου Hoffman, η αξιολόγηση του πραγματοποιείται μέσω αιχμηρών ή μαλακών αντικειμένων όπου ερεθίζουν την περιοχή που περιμένουμε να έχει παθολογική αντίδραση στο ερέθισμα.

Η Τροποποιημένη Κλίμακα Asworth (Modified Asworth Scale), μετρά το επίπεδο αντίστασης του μαλακού ιστού κατά την παθητική κίνηση και χρησιμοποιείται ως ένα απλό μέτρο σπαστικότητας. Είναι ένα αποτελεσματικό μέτρο στην κλινική πρακτική λόγω της ευκολίας και της ταχύτητας χρήσης του. Ο τρόπος βαθμολόγησης περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3.1).

Σε σύγκριση με το Modified Ashworth Scale, το Modified Tardieu Scale λαμβάνει υπόψη και την ταχύτητα της παθητικής κίνησης των αρθρώσεων, καθώς και την γωνία της αντίδρασης των μυών που μετράται κατά τη διάρκεια γρήγορης παθητικής κινητοποίησης, και εμφανίζεται σε μια συγκεκριμένη γωνία «σύλληψης». Σε αυτήν την κλίμακα, η σπαστικότητα εκτιμάται με τρεις ταχύτητες (χαμηλή, κανονική και γρήγορη) και ο τρόπος βαθμολόγησης περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3.1).

**Πίνακας 3.1:** Οι Βαθμολογήσεις των Κλιμάκων Αξιολόγησης Σπαστικότητας

ΒΑΘΜΟΣ	Modified Acworth Scale	Modified Tardieu Scale
0	Καμία αντίσταση καθόλη τη διάρκεια της παθητικής κίνησης .	Χωρίς αύξηση του μυϊκού τόνου
1	Ελαφρά αντίσταση καθόλη τη διάρκεια της παθητικής κίνησης, χωρίς σαφή σύλληψη σε ακριβή γωνία.	λαφριά αύξηση του μυϊκού τόνου, που εκδηλώνεται με μια πρόσφυση και απελευθέρωση ή από ελάχιστη αντίσταση στο τέλος του εύρους κίνησης όταν τα επηρεαζόμενα μέρη μετακινούνται σε κάμψη ή επέκταση.
2	Σαφής πρόσφυση με ακριβή γωνία, διακόπτοντας την παθητική κίνηση, ακολουθούμενη από απελευθέρωση.	σημαντική αύξηση του μυϊκού τόνου, η οποία εκδηλώνεται με μια πρόσφυση στο μεσαίο εύρος και την αντίσταση σε όλο το υπόλοιπο του εύρους κίνησης, αλλά τα επηρεαζόμενα μέρη μετακινήθηκαν εύκολα.
3	Δυνατός κλώνος (<10 s όταν διατηρείται πίεση) που εμφανίζεται σε ακριβή γωνία.	Σημαντική αύξηση του μυϊκού τόνου, δύσκολη η παθητική κίνηση.
4	Αφόρητος κλώνος ( > 10 s κατά τη διατήρηση της πίεσης) που εμφανίζεται σε ακριβή γωνία.	Επηρεασμένα μέρη άκαμπτα σε κάμψη ή έκταση.

### **3.2 Λειτουργικότητα Άνω Άκρου**

Η λειτουργικότητα ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί δραστηριότητες που θα του επιφέρουν ένα σημαντικό αποτελέσματα για το ίδιο. Το χέρι είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον ως χειριστήριο και αισθητήριο όργανο και ο πρωταρχικός σκοπός του είναι να μετακινείται γύρω από το σώμα κατά την διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων. Το άνω άκρο συνολικά είναι αυτό που προστατεύει το κεφάλι και το σώμα σε ατυχήματα. Η ζώνη του ώμου παρέχει ένα ευρύ φάσμα κίνησης ώστε το χέρι να μπορεί να φτάσει σε όλες τις επιθυμητές κατευθύνσεις, ο αγκώνας λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί το χέρι να επιστρέψει στο σώμα, όπως κατά την διάρκεια του φαγητού, ενώ η άρθρωση του καρπού και η άκρα χείρα είναι αυτά που συμβάλουν στην σύλληψη αντικειμένων και σε άλλες σημαντικές λειτουργίες όπως η γραφή (Amis, 1990). Συμπερασματικά λοιπόν, το άνω άκρο συμβάλλει σημαντικά στις περισσότερες δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Activities of Daily Living), και οι διαταραχές μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την συμμετοχή του πάσχοντα σε πολλές από αυτές τις βασικές και ουσιαστικές εργασίες (Shelton & Reding, 2001). Έτσι, ο στόχος της αποκατάστασης του είναι καίριας σημασίας σε νευρολογικά περιστατικά, αφού μετά από σοβαρές εγκεφαλικές βλάβες η ικανότητα επαναφοράς στην αρχική ποιότητα κίνησης είναι πολύ δύσκολη και μερικές φορές ακόμα και ακατόρθωτη (Carloet, al., 2018).

#### **Αξιολόγηση Λειτουργικότητας**

Η αξιολόγηση της λειτουργικότητας είναι σημαντική τόσο για τον σχεδιασμό ενός σωστού προγράμματος αποκατάστασης όσο και για τον έλεγχο της πορείας αποκατάστασης του ασθενή (Morris et. al., 2001). Για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας του άνω άκρου χρησιμοποιούνται κλίμακες, οι περισσότερες εκ των οποίων αξιολογούν την ικανότητα διεκπεραίωσης καθημερινών δραστηριοτήτων (Cheong, et.al., 2018).

Η Wolf Function Test - Functional Ability Scale (WMFT-FAS), είναι μια ευρέως διαδεδομένη κλίμακα αξιολόγησης και αποτελείται από 17 λειτουργικές δραστηριότητες για τον αγκώνα και την άκρα χείρα που αξιολογούν χρόνο, ικανότητα και δύναμη. Το μέγιστο σκορ είναι 75, ενώ ένα χαμηλό σκορ είναι ενδεικτικό για μειωμένη λειτουργικότητα

Μια άλλη κλίμακα, η Fugl - Meyer (FM) θεωρείται από πολλούς στον τομέα της αποκατάστασης του ΑΕΕ ως ένα από τα πιο ολοκληρωμένα μέτρα κινητικής αξιολόγησης και η χρήση της έχει προταθεί για κλινικές δοκιμές. Αξιολογεί την κινητικότητα, την αισθητηριακή λειτουργία, το συντονισμό στις κινήσεις, το εύρος κίνησης των αρθρώσεων και τον πόνο του ασθενή ξεχωριστά για το άνω και κάτω άκρο(Gladstone, et. al., 2002).

Η Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT) είναι μια κλίμακα που αξιολογεί τον χρόνο εκτέλεσης 7 δραστηριοτήτων: γραφή, περιστροφή καρτών, σύλληψη μικρών αντικειμένων, σίτιση, δημιουργία στοιβών από μικρά αντικείμενα, σύλληψη μεγάλων ελαφριών αντικειμένων και σύλληψη μεγάλων βαριών αντικειμένων(Stern, 1992).

Τέλος, η κλίμακα Upper Extremity Functional Test (UEFT) είναι μια κλίμακα που αποτελείται από 20 ερωτήσεις βαθμολογίας 5 βαθμών που αξιολογούν το επίπεδο δυσκολίας στην εκτέλεση δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής χρησιμοποιώντας τα άνω άκρα, όπως οδήγηση, ή πλύσιμο μαλλιών(Goodkin, et. al.,1988)

### **3.3 Λεπτή Κινητικότητα / Επιδεξιότητα Άνω Άκρου**

Με τον όρο λεπτή κινητικότητα αναφερόμαστε στην ικανότητα ελέγχου μικρότερων μυϊκών ομάδων του σώματος, όπως για παράδειγμα των δακτύλων του χεριού με σκοπό τον χειρισμό μικρών αντικειμένων όπως είναι τα κουμπιά, και την εκτέλεση δραστηριοτήτων όπως η γραφή (American Stroke Association). Το εγκεφαλικό επεισόδιο συχνά οδηγεί σε μειωμένη λειτουργικότητα του άνω άκρου και μειωμένη επιδεξιότητα της άκρας χείρας και των δακτύλων, περιορίζοντας την συμμετοχή στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και επηρεάζοντας την ποιότητα ζωής.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η ανεξαρτησία των κινήσεων των δακτύλων μειώνεται, οι επαναλαμβανόμενες κινήσεις τους επιβραδύνονται, και η εκτέλεση διαδοχικών κινήσεων μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο (Térémetz, et. al., 2015).

Η αποκατάσταση της λεπτής κινητικότητας του ασθενή, αν επέλθει, θα γίνει στα τελευταία στάδια της αποκατάστασης καθώς θα πρέπει πρώτα να ανακτηθεί η αδρή κινητικότητα (ικανότητα ελέγχου μεγαλύτερων μυϊκών ομάδων) (Pavlova, et. al., 2018).

### **Αξιολόγηση Επιδεξιότητας**

Η μειωμένη επιδεξιότητα των άνω άκρων είναι εμφανής στο 45-70 % των επιζώντων από ΑΕΕ. Μια τέτοια βλάβη αξιολογείται συχνά με το τεστ Nine Hole Peg (NHP). Ο εξοπλισμός του αποτελείται από έναν πίνακα (ξύλο ή πλαστικό) με 9 οπές, ένα δοχείο για τα ξυλάκια, 9 ξυλάκια και ένα χρονόμετρο. Ο αξιολογούμενος καλείται να πάρει τα μανταλάκια από το δοχείο, ένα-ένα, και να τα τοποθετήσει στις τρύπες στο ταμπλό, το συντομότερο δυνατόν (Johansson, et. al., 2019).

Το Perdue Pegboard Test (PPT) είναι ακόμα ένα μέσο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται ευρέως. Είναι ένα εύκολο, αξιόπιστο και οικονομικό μέσο που μπορεί να είναι χρήσιμο στον εντοπισμό περιορισμών της επιδεξιότητας (American Physical Therapy Association). Περιλαμβάνει μια ορθογώνια σανίδα με 2 σειρές από 25 τρύπες τοποθετημένες κατακόρυφα και 4 κοίλα κύπελα στην κορυφή. Μικρά μεταλλικά καραφάκια είναι τοποθετημένα στο κάθε κύπελλο στην κάθε πλευρά που εξετάζεται. Ο εξεταζόμενος πρέπει να μετακινήσει τα καραφάκια και να τα τοποθετήσει κατακόρυφα μέσα στις τρύπες όσο πιο γρήγορα γίνεται.

Στη συνέχεια καταμετρούνται τα καρφιά που καταφέρνει ο ασθενής να τοποθετήσει σε 30 δευτερόλεπτα (Buddenberg, et. al., 2000).

Το Box and Block Test (BBT) (εικ.3.1) είναι μια γρήγορη, απλή και φθηνή δοκιμασία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα πληθυσμών, συμπεριλαμβανομένων των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο. Αποτελείται από ένα ξύλινο κουτί χωρισμένο σε δύο μέρη με 150 τετράγωνα στο ένα μέρος.



Ο ασθενής καλείται να μεταφέρει μέσα σε 60 δευτερόλεπτα τα τετράγωνα από το ένα μέρος στο άλλο(Kontson, et. al., 2017).



**Εικόνα 3.1 :** Το Box and Block Test  
(Edwin Daniel Oña et. al.,2020)

Τέλος, το Finger Force Manipulandum (FFM) (εικ.3.2) είναι ένα χειριστήριο εξοπλισμένο με 4 έμβολα τοποθετημένα κάτω από τον δείκτη τον μέσο, τον παράμεσο και το μικρό δάκτυλο. Το κάθε έμβολο είναι συνδεδεμένο με έναν μεμονωμένο αισθητήρα δύναμης. Το συγκεκριμένο εργαλείο δύναται να χρησιμοποιείται σε ασθενείς με μέτρια προσβολή και είναι ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για τη μέτρηση βασικών στοιχείων της χειροκίνητης επιδεξιότητας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο(Térémetz, et. al., 2015)



**Εικόνα 3.2 :** Το χειριστήριο Force Finger  
Térémetz et. al., 2015

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΗΜΙΠΛΗΓΙ- ΚΟΥ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ**

Ακολούθως, αναφέρονται οι συνήθεις τεχνικές φυσικοθεραπευτικής αντιμετώπισης που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Περιλαμβάνονται παρεμβάσεις που απευθύνονται στην καταπολέμηση της σπαστικότητας καθώς και της λειτουργικής έκπτωσης.

**Η διάταση του εμπλεκόμενου μυός** είναι η πιο διαδεδομένη φυσική μέθοδος για την διαχείριση της σπαστικότητας όλου του σώματος γενικότερα και του άνω άκρου ειδικότερα. Η παρατεταμένη και σταθερή διάταση μπορεί να μειώσει τις συγκάμψεις που δημιουργούνται και να αυξήσει ή να διατηρήσει το μήκος των μυών(Kuo & Hu, 2018). Ένας παραπλήσιος τρόπος αναχαίτισης του μυϊκού τόνου, αποτελεί η τοποθέτηση κινητού ή στατικού νάρθηκα για την βελτίωση της απόδοσης του άνω άκρου σε λειτουργικά καθήκοντα με ή χωρίς ελευθερία κινήσεων(Kim, 2013). Παρόλα αυτά, οι περισσότερες μελέτες μέχρι στιγμής εστιάζουν στην επίδραση της διάτασης στην μυϊκή απόδοση, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ακριβείς ενδείξεις για την ένταση, την δοσολογία και την διάρκεια που απαιτείται για την μείωση της σπαστικότητας και την φυσιολογική διατήρηση του μυϊκού τόνου.

Ακολούθως, **η Νευροεξελικτική αγωγή - Bobath** αποτελεί μια προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων για την αξιολόγηση και θεραπεία ατόμων με διαταραχές στην λειτουργικότητα, την κινητικότητα και του στατικού ελέγχου εξαιτίας κάποιας βλάβης στο ΚΝΣ(Kollen, 2009). Η μέθοδος αυτή, μέσω τοποθέτησης αποσκοπεί στην μείωση του ανώμαλου τόνου, ενώ μέσω ειδικών χειρισμών προωθείται η διευκόλυνση της κινητικότητας(Bobath 1990).

**Η μέθοδος ιδιοδέτριας μυϊκής διευκόλυνσης (PNF)** είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους που χρησιμοποιούν οι φυσικοθεραπευτές για την αποκατάσταση τόσο μυοσκελετικών όσο και νευρολογικών παθήσεων. Γίνεται εφαρμογή διαγώνιων σχημάτων με σκοπό την διευκόλυνση της μυϊκής σύσπασης, καθώς και τεχνικών σταθεροποίησης των αρθρώσεων(Hindle et.al., 2012)

Το **CIMT** (ή **θεραπεία καταναγκαστικής χρήσης**) έχει χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος αποκατάστασης της άκρας χείρας σε ασθενείς με ελάχιστη εκούσια κίνηση στο ημιπληγικό άνω άκρο και οι έρευνες δείχνουν ότι αυξάνεται η δραστηριότητα στον εγκέφαλο(Kwakkei et.al 2015). Το άκρο που δεν έχει πληγεί παρεμποδίζεται κατά την διάρκεια της λεπτής κινητικότητας και έτσι το ημιπληγικό άκρο καλείται να χρησιμοποιηθεί(Pollock, et. al., 2014). Οι τρέχουσες έρευνες, μπορεί να έχουν έλλειψη συστηματικής βιβλιογραφίας και να περιορίζονται σε τροποποιημένες εκδόσεις του CIMT, αλλά τα αποτελέσματα έχουν δείξει, ότι διατηρούνται ακόμα και μετά από ένα ή δύο χρόνια(Corbetta, et.al., 2010).

Παράλληλα, το **Bilateral Arm Training** έχει προκύψει ως μια προσέγγιση που οδηγεί σε θετικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της πάρεσης του άνω άκρου μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Πρόκειται για μια άσκηση διμερούς προπόνησης του άνω άκρου που χρησιμοποιεί δραστηριότητες για τις οποίες και τα δυο χέρια εκτελούν ταυτόχρονα τις ίδιες κινήσεις(Waller, 2008). Υπάρχουν πολλές μορφές ταυτόχρονης διμερούς εκπαίδευσης. Μερικοί χρησιμοποιούν ελεύθερες κινήσεις του άνω άκρου και άλλοι μηχανικές ή ρομποτικές συσκευές για να προάγουν την ενεργητική ή παθητική κίνηση του περισσότερο προσβεβλημένου άκρου μέσω της ίδιας κίνησης από το λιγότερο προσβεβλημένο άκρο(Pollock, et. al., 2014). Ωστόσο, εκλείπουν μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διμερούς εκπαίδευσης του βραχίονα για τη βελτίωση της λειτουργίας των άνω άκρων και των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής (ADL) σε ασθενείς με ημιπληγικό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η χρήση **Λειτουργικής Ηλεκτρικής Διέγερσης (FES)** περιλαμβάνει διέγερση που εφαρμόζεται στους μύες μέσω επιφανειακών ηλεκτροδίων που διεισδύουν στο δέρμα(Pollock, et. al., 2014). Μελέτες έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα για το FES στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας και σύλληψης(Thrasher, et al., 2008), στην έκταση του αγκώνα(Thrasher, et al., 2008), στην κίνηση του ώμου (Hara et al., 2009) και στην σταθεροποίηση των αρθρώσεων του καρπού(Malešević, et al., 2012). Επιπλέον, το FES προσφέρει τη δυνατότητα αύξησης της δόσης θεραπείας με λογικό κόστος(Kitago and Krakauer, 2013), με τρόπο που δεν χρειάζεται την ιδιαίτερη προσοχή ενός θεραπευτή. Παρόλα αυτά, από τις υπάρχουσες μελέτες δεν

υπάρχουν σαφείς ενδείξεις για τον αριθμό και την θέση των μυών που πρέπει να διεγερθούν ώστε να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ακόμη, η **Θεραπεία με καθρέπτη** χρησιμοποιεί οπτικά ερεθίσματα για την παραγωγή της επιθυμητής απόκρισης στο προσβεβλημένο άκρο και επιδρά στις κινητικές, αισθητικές και οπτικοακουστικές βλάβες, καθώς και στον πόνο (Gandhi, et. al., 2020). Ένας καθρέπτης τοποθετείται στο οβελιαίο επίπεδο του ασθενούς, αντικατοπτρίζοντας έτσι την μη προσβεβλημένη πλευρά σαν να ήταν η παραιτική, έτσι ώστε οι κινήσεις του μη προσβεβλημένου άκρου να δώσουν την ψευδαίσθηση ότι το παραιτικό άκρο κινείται (Michielsen, 2010). Οι ακριβείς μηχανισμοί με τους οποίους δρα η θεραπεία με καθρέπτη ωστόσο, εξακολουθούν να είναι ασαφείς και χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση.

Η **Ρομποτική Αποκατάσταση** άνω άκρου είναι ένα νέο είδος παρέμβασης, μέσω του οποίου το ημιπληγικό άκρο του ασθενή μπορεί να κινείται μέσω παθητικής κινητοποίησης, ή να εφαρμόζει αντίσταση στην δύναμη που τοποθετεί το ρομποτικό μηχανήμα (Basteris, et. al., 2014). Οι ρομποτικές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ή την ενίσχυση της επαναλαμβανόμενης εκπαίδευσης της κίνησης του άνω άκρου, και πιστεύεται ότι υποστηρίζουν την κινητική εκμάθηση και αυξάνουν τον έλεγχο και τη δύναμη του κινητήρα (Pollock, et. al., 2014). Είναι όμως γεγονός, ότι οι υπάρχουσες μελέτες της ρομποτικής αποκατάστασης του άνω άκρου για την ανάκτηση του κινητήρα μετά από ΑΕΕ είναι ανεπαρκείς καθώς επικεντρώνονται περισσότερο στην εξέταση των άλλων άκρων του σώματος και λιγότερο στον άνω άκρων.

Τέλος, τα **Ηλεκτρονικά Διαδραστικά Παιχνίδια (Interactive Video Games)** και τα **Παιχνίδια Εικονικής Πραγματικότητας (VR Games)** θεωρείται ότι είναι χρήσιμα στην παροχή περιβαλλόντων στα οποία οι ασθενείς μπορούν να ασκούν επαναλαμβανόμενες, λειτουργικά σημαντικές κινήσεις και στην πρόκληση νευροπλαστικότητας. Η θεραπεία με βάση το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά με τις προαναφερθείσες τεχνικές, συμβάλλοντας στην εκπλήρωση διαφόρων αρχών της κινητικής μάθησης και γενικά να εντατικοποιήσει την θεραπεία (Ahmad, et. al., 2019), τόσο στο κέντρο αποκατάστασης όσο και στο σπίτι (Hung, et.al., 2016), και είναι μια πρακτική που κερδίζει συνεχώς σημαντικό έδαφος από την άποψη ότι γίνεται μια ευρέως αποδεκτή προσέγγιση στην περιοχή (Barrett, et. al., 2016).

Ο ελκυστικός χαρακτήρας μιας προσέγγισης που βασίζεται στο παιχνίδι μπορεί να συμβάλει στην αύξηση των κινήτρων και της επαναλαμβανόμενης άσκησης, ενώ η ποικιλία των δραστηριοτήτων που παρουσιάζονται μπορεί να επιτρέψει την εξάσκηση μιας σειράς σωματικών και γνωστικά απαιτητικών εργασιών (Bower, et. al., 2015). Πρέπει ωστόσο να αναφερθεί, ότι στις υπάρχουσες μελέτες τα παιχνίδια αυτά αποδείχθηκαν όντως αποτελεσματικά, αλλά σε θέματα που αφορούν την βελτίωση της φυσικής λειτουργίας, την ισορροπία και την λειτουργική κινητικότητα σε ηλικιωμένους ασθενείς.

Επομένως γίνεται σαφές ότι καμία θεραπεία δεν είναι υπεράνω περαιτέρω διερεύνησης αφού οι υπάρχουσες μελέτες φαίνεται να παρουσιάζουν ελλείμματα πάνω στον τρόπο εφαρμογής, την ποσότητα, καθώς και την συχνότητα εφαρμογής τους.

Από τις προαναφερθείσες μελέτες ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε η περαιτέρω διερεύνηση των διαδραστικών παιχνιδιών στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου, αφού η παρουσία παιχνιδιού στην αποκατάσταση δίνει κίνητρο και διατηρεί το ενδιαφέρον του ασθενή. Ταυτόχρονα, η διαδραστικότητα των παιχνιδιών αυτών δίνει ένα περιβάλλον εντατικής κι επαναλαμβανόμενης εξάσκησης που ενεργοποιεί στα μέγιστα την νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου, κάτι που είναι απαραίτητο για την νευρολογική αποκατάσταση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας (VR Games), όπως και τα βιντεοπαιχνίδια που ελέγχονται με κίνηση (διαδραστικά) έχουν γίνει όλο και πιο συνηθισμένο συμπλήρωμα στην φυσικοθεραπεία και παρουσιάζονται ως αποτελεσματικές και εφικτές προσεγγίσεις θεραπείας (Bower, et. al., 2015). Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν επαρκείς και συστηματικές μελέτες που να αποδεικνύουν ότι τα VR και Interactive Games έχουν θετική επίδραση στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Ακόμα και στις υπάρχουσες μελέτες για την αποκατάσταση του άνω άκρου δεν υπάρχουν συγκεκριμένες μεθολογικές προτάσεις αποκατάστασης που να αφορούν τη συχνότητα, την ποσότητα και τον τρόπο εφαρμογής στο άνω άκρο. Σκοπός λοιπόν της παρούσας μελέτης είναι η διεξαγωγή μιας περαιτέρω διερεύνησης για την επίδραση των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου και η παρουσίαση μεθοδολογιών και τρόπων εφαρμογής τους.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για την συγγραφή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, θα πραγματοποιηθεί ανασκόπηση της διαθέσιμης αρθρογραφίας και βιβλιογραφίας.

Η αναζήτησή της αρθρογραφίας θα πραγματοποιηθεί σε έγκυρες βάσεις δεδομένων όπως το Google Scholar και το Pub Med, Medline με σκοπό τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας αλλά και των μεθόδων χρήσης και εφαρμογής των διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών και των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου.

### **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ**

Οι λέξεις κλειδιά που θα χρησιμοποιηθούν για την αναζήτηση της αρθρογραφίας είναι: Stroke Rehabilitation, VR games, Pyramidal System, Corticospinal Neuron, Interactive Video Games.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> : ΤΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (VR Games) ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΜΙΠΛΗΓΙΚΟΥ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ**

Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας αποτελούν έναν πολύ υποσχόμενο αλλά πρόσφατο τρόπο κινητικής και λειτουργικής αποκατάστασης με αποτέλεσμα να επικρατεί μια σχετική άγνοια γύρω από την τεχνολογία και τον τρόπο δράσης τους. Σκοπός λοιπόν του παρόντος κεφαλαίου είναι να προσφέρει μια εξοικείωση πάνω στην VR τεχνολογία, τα μέσα που χρησιμοποιεί, και να παρουσιάσει τα αποτελέσματα των μέχρι τώρα σημαντικότερων κλινικών δοκιμών.

### **7.1 Η VR Τεχνολογία**

Η τεχνολογία VR αναφέρεται σε μια εικονική πραγματικότητα που μπορεί να προσφερθεί στον χρήστη μέσω ενός υπολογιστή ή κάποιας συσκευής αντίστοιχης λειτουργίας (Slater, et. al., 2015). Η αποκατάσταση που στηρίζεται σε μέσα εικονικής πραγματικότητας είναι μια σχετικά πρόσφατη προσέγγιση που μπορεί να επιτρέψει την προσομοίωση πρακτικών λειτουργικών εργασιών σε υψηλότερη δοσολογία από τις συμβατικές θεραπείες (Demain, et. al., 2013). Με το VR οι χρήστες εισάγονται σε ένα περιεκτικό και εκτεταμένο περιβάλλον το οποίο δύναται να τους προσφέρει τόσο ρεαλιστικά, όσο και μη ρεαλιστικά συμβάντα. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά σαν να βρίσκεται σε πραγματικό περιβάλλον με εικονικά αντικείμενα, στον εικονικό κόσμο (Kim, et. al., 2020). Πολλές φορές, ο χρήστης αντικατοπτρίζεται στο ηλεκτρονικό παιχνίδι μέσω ενός Avatar, το οποίο μπορεί ακόμη και να προκαλέσει ένα αίσθημα ιδιοκτησίας στο οποίο θεωρεί τα μέρη του Avatar δικά του - ως υποκατάστατα των δικών του - κάτι που οι Bailey, et. al., 2016, αποκαλούν εικονική ενσωμάτωση. Έτσι, ο χρήστης είναι πλήρως ενσωματωμένος, γεγονός που του επιτρέπει να βιώσει σαν ζωντανή εμπειρία τόσο το μέρος στο οποίο βρίσκεται, όσο και την δραστηριότητα που πραγματοποιεί και να εκπαιδεύεται κινητικά (Weiss, et. al., 2016). Η κινητική εκπαίδευση πρέπει να συνδυάζεται με την εκτέλεση καθηκόντων γνωστικής αποκατάστασης, που αποτελούνται από δραστηριότητες για τη βελτίωση των γνωστικών τομέων, όπως η προσοχή, η μνήμη ή οι εκτελεστικές λειτουργίες και για τον λόγο αυτό τα εικονικά παιχνίδια που

προσφέρονται για την αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ συνήθως αποτελούν ένα κράμα κινητικών και γνωστικών δραστηριοτήτων(Cameirão, et, al., 2017).

## 7.2 Τεχνολογίες Επικοινωνίας Χρήστη - Εικονικού Περιβάλλοντος

Η αποκατάσταση μέσω συσκευών εικονικής πραγματικότητας στηρίζεται σε μια διαρκή ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του ασθενή και του υπολογιστή, ή διαφορετικά σε ένα συνεχόμενο “ feedback ”. Για τον λόγο αυτό απαιτείται ο συγχρονισμός του ασθενή με το περιεχόμενο λογισμικό και αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών συσκευών, οι οποίες έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ένα διαρκές οδηγό κίνησης του ασθενή στο VR λογισμικό (εικ.7.1). Στον παρακάτω πίνακα (7.1), παρουσιάζονται μερικές από τις σύγχρονες κλινικές μελέτες που έχουν διενεργηθεί και τα μέσα στα οποία βασίζονται για αυτό το διαρκές feedback.

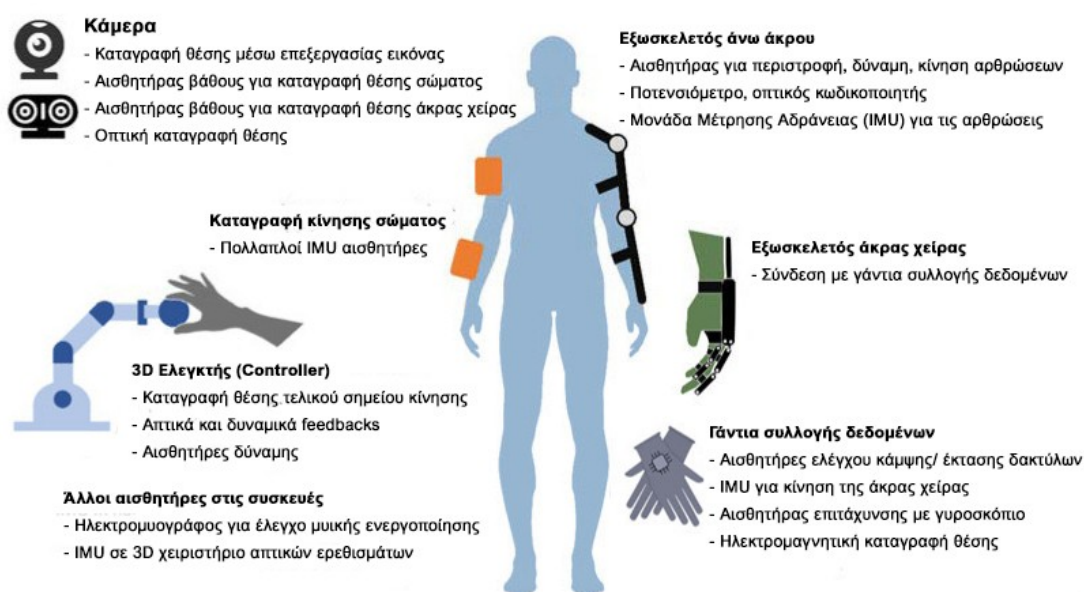
**Πίνακας 7.1:** Οι σύγχρονες κλινικές μελέτες με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούν

ΕΡΕΥΝΑ	ΤΥΠΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ	ΜΕΡΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
Ballester et. al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κάμερα Ανίχνευσης Κίνησης</li> <li>• Γάντι Δεδομένων</li> </ul>	Άνω Άκρο
Triandafilou et, al.,2018	Κάμερα Ανίχνευσης Κίνησης	Άνω Άκρο
Shin et, al., 2016	Γάντι Δεδομένων	Καρπός, Άκρα Χείρα
Shin et, al., 2014	Αισθητήρας Βάθους	Άνω Άκρο
Huang, et, al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ιχνηλάτης Θέσης</li> <li>• Ρομποτικό Σύστημα Αποκατάστασης</li> </ul>	Άκρα Χείρα
Faria, et, al., 2018	Κάμερα Ανίχνευσης Κίνησης	Άνω Άκρο

Για την κινητική αποκατάσταση των άκρων, το μέρος του σώματος του ασθενή που τίθεται υπό αποκατάσταση, πρέπει να συλληφθεί από αισθητήρες παρακολούθησης κίνησης και να μεταφερθεί συγχρόνως στον υπολογιστή. Οι αισθητήρες για την παρακολούθηση της κίνησης του ασθενούς είναι υποχρεωτικοί για την οπτική κίνηση και μπορούν να αποτελούνται από ποντίκι και χειριστήριο, κάμερες ανίχνευσης βάθους, αισθητήρες κάμψης, γάντια δεδομένων και άλλα.

Το πιο συνηθισμένο σύστημα παρακολούθησης αποτελεί η κάμερα ανίχνευσης κίνησης. Οι κινήσεις των άνω άκρων του χρήστη συλλαμβάνονται και χαρτογραφούνται συνήθως σε ένα Avatar, που εμφανίζεται σε μια οθόνη με προοπτική πρώτου προσώπου, έτσι ώστε ο χρήστης να βλέπει τις κινήσεις των εικονικών άνω άκρων (Ballester, et. al., 2017). Όταν οι Shin, et, al., 2014, αποφάσισαν να αναπτύξουν ένα σύστημα αποκατάστασης εικονικής πραγματικότητας για ασθενείς με ΑΕΕ, δημιούργησαν το *RehabMaster™*, το οποίο παρέχει ένα πλούσιο διαδραστικό περιβάλλον αποκατάστασης. Βασικό όργανο εισόδου του συγκεκριμένου συστήματος είναι ένας αισθητήρα βάθους Universal - Serial Bus plug- and- play που μεταφράζει την γεωμετρία της σκηνής σε πληροφορίες βάθους. Τα κινητικά μηνύματα που λαμβάνονται από τον αισθητήρα βάθους μεταδίδονται σε έναν συμβατό υπολογιστή, ο οποίος τα μεταφράζει σε πραγματικό χρόνο. Πέρα όμως από την σύλληψη κίνησης μέσω καμερών, ένας διαδεδομένος τρόπος σε αυτές τις έρευνες, είναι και τα γάντια συλλογής δεδομένων. Οι συγκεκριμένες συσκευές έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές κλινικές μελέτες, μερικές εκ των οποίων είναι και αυτή των Ballester, et, al., 2017 και των Shin, et, al, 2016. Ουσιαστικά πρόκειται για συσκευές βιοανάδρασης που παρακολουθούν την κίνηση και τη στάση της άκρας χείρας και αναγνωρίζουν λειτουργικές κινήσεις, όπως κάμψη - έκταση καρπού, κάμψη - έκταση δακτύλων, κ.α. Ένας αδρανειακός αισθητήρας μετρά τον τρισδιάστατο προσανατολισμό της άκρας χείρας και οι αισθητήρες κάμψης υπολογίζουν τον βαθμό κάμψης των δακτύλων. Τα δεδομένα ανίχνευσης που συλλέγονται μεταδίδονται και λαμβάνονται μέσω ασύρματων συστημάτων επικοινωνίας όπως το Bluetooth.

Παράλληλα, οι Huang, et, al., 2017 για το πειραματικό τους πρωτόκολλο συνδύασαν ένα ρομπτικό σύστημα αποκατάστασης (AMADEO) με VR Gaming. Σε σύγκριση με τη συμβατική θεραπεία αποκατάστασης, η θεραπεία με ρομπότ έχει σαφή πλεονεκτήματα, όπως ακριβή ελεγχόμενη δύναμη-ανάδραση, αυτοματοποιημένο έλεγχο κίνησης, αντικειμενικό και ποσοτικοποιήσιμο μέτρο απόδοσης. Το ρομπότ Amadeo τέθηκε σε ελεύθερη παθητική λειτουργία στην οποία το άτομο μπορούσε να ελέγξει ενεργά τις διαφάνειες των δακτύλων εφαρμόζοντας δυνάμεις σε αυτά για να χειριστεί το εικονικό αντικείμενο στο RGS. Οι ενσωματωμένοι αισθητήρες θέσης και δύναμης του Amadeo ανίχνευσαν την κίνηση των χρηστών και οι ηλεκτρικοί ενεργοποιητές εκτελούσαν τα υπολογισμένα σήματα ελέγχου ως θέση αναφοράς και ταχύτητα.



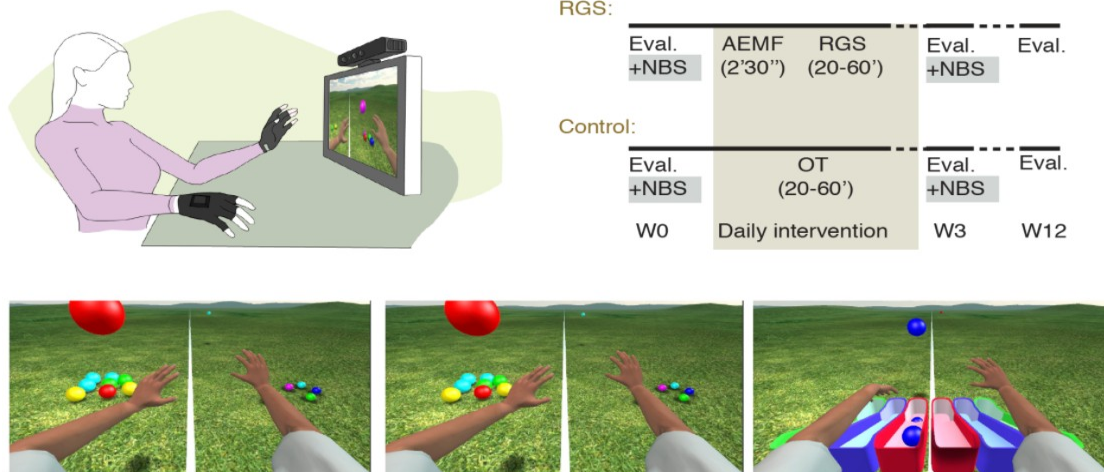
**Εικόνα 7.1:** Οι πιο διαδεδομένες Συσκευές Επικοινωνίας Χρήστη-Υπολογιστή (Kim, et, al., 2020) (Μεταφρασμένη)

### 7.3 Οι Τρόποι Παρέμβασης και τα Κλινικά τους Αποτελέσματα

Παρά το γεγονός ότι οι τελευταίες κλινικές μελέτες έχουν ως κοινό στόχο την ανάδειξη των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας ως ένα ικανό μέσο συμπληρωματικής θεραπείας με ευεργετικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση, κάθε έρευνα χρησιμοποιεί διαφορετικά μέσα και τρόπους παρέμβασης και παρατίθενται περιληπτικά στον πίνακα 7.2 μαζί με τα αποτελέσματα που επέφερε η χρήση τους, στους ασθενείς που συμμετείχαν.

Οι Ballester, et, al., 2017, διεξήγαγαν μια κλινική μελέτη που είχε ως στόχο την καταγραφή της αποτελεσματικότητας της θεραπείας με VR Game στο σπίτι, στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας του ημιπληγικού άνω άκρου. Παράλληλα όμως, ήταν η πρώτη μελέτη που ήλεγξε τις επιδράσεις της θεραπείας που βασίζεται σε VR, στην φλοιώδη αναδιοργάνωση και την ακεραιότητα της φλοιονωτιαίας οδού με την χρήση ενός συστήματος NBS (Navigated Brain Stimulation). Το VR σύστημα που χρησιμοποίησαν ονομάζεται RGS (εικ. 7.2) και ενσωματώνει ένα παράδειγμα εκτέλεσης δράσης με στόχο και κινητικές εικόνες, επιτρέποντας στον χρήστη να ελέγχει ένα εικονικό σώμα (avatar) μέσω μιας συσκευής λήψης εικόνων. Αποτελείται από έναν υπολογιστή, κάμερα ανίχνευσης κίνησης, και γάντια συλλογής δεδομένων. Για την συγκεκριμένη κλινική δοκιμή 35 ημιπληγικοί ασθενείς σε χρόνιο στάδιο, ηλικίας 45-85 ετών, χωρίστηκαν σε 2 ομάδες (ομάδα παρέμβασης και ομάδα ελέγχου). Η ομάδα ελέγχου δέχτηκε μια συμβατική παρέμβαση 20' στο σπίτι, χωρίς βοήθεια, η οποία συνίστατο από οριζόντια και κάθετη τοποθέτηση και αποσύνθεση πλαστικών ποτηριών με το δεξί και το αριστερό τους χέρι διαδοχικά, ενώ η ομάδα παρέμβασης συμπληρωματικά με την παραπάνω θεραπεία, κλήθηκε να ακολουθήσει ένα πρότυπο εκπαίδευσης στο σπίτι με βάση το σενάριο "Spheroids". Πρόκειται για ένα παιχνίδι διαχείρισης εικονικών σφαιρών στο οποίο ο χρήστης πρέπει να εκτελεί διμερείς κι-νήσεις προσέγγισης για να υποκλέψει και να πιάσει έναν μέγιστο αριθμό σφαιρών που κινούνται προς αυτόν. Το σύστημα RGS συλλαμβάνει μόνο την κάμψη και την έκταση των αρθρώσεων και ελέγχει τις κινήσεις του κορμού του συμμετέχοντα, αποτρέποντας έτσι την εκτέλεση αντισταθμιστικών κινήσεων σώματος.

Το ποσό δυσκολίας της δραστηριότητας μπορεί να τροποποιηθεί, ι) διαφοροποιώντας τις τροχιές κίνησης των σφαιρών, καθώς απαιτούνται διαφορετικά εύρη κίνησης από τις αρθρώσεις, ιι) αλλάζοντας το μέγεθος των σφαιρών, ιιι) τροποποιώντας την ταχύτητα των σφαιρών. Το συγκεκριμένο θεραπευτικό εικονικό σενάριο αποτελείται από 3 διαδοχικές εργασίες: Χτύπα, Κράτα, Τοποθέτησε, με συνολική διάρκεια 20', 6', 40'' το καθένα. Μια λευκή διαχωριστική γραμμή διαιρεί τον χώρο εργασίας σε μια «ημιπληγική» και «μη-ημιπληγική» ζώνη επιτρέποντας μόνο ομόπλευρες κινήσεις. Η παραπάνω διεργασία πραγματοποιήθηκε 5 ημέρες την εβδομάδα, για 3 εβδομάδες. Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Αυτοματοποιημένη Αξιολόγηση Λειτουργίας Κινητήρα (AEMF), Fugl- Meyer UE, Chedoke Arm and Hand Activity Inventory, Barthel Index, Asworth Scale, Hamilton Scale, NBS (Navigated Brain Stimulation). Στα συμπεράσματά τους οι ερευνητές σημείωσαν ότι οι συγκρίσεις των δυο ομάδων έδειξαν υπεροχή της VR θεραπείας σε σύγκριση με την συμβατική, ωστόσο η διαφορά δεν φτάνει σε κλινικές επιπτώσεις. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την αυτοματοποιημένη αξιολόγηση λειτουργίας του κινητήρα αποκαλύπτουν σημαντικές βελτιώσεις στο ημιπληγικό άνω άκρο και συγκεκριμένα στην κάμψη των δακτύλων. Παράλληλα εντοπίστηκε μια βελτίωση στο εύρος κίνησης τόσο για το ημιπληγικό όσο και για το υγιές άκρο υποδεικνύοντας πιθανώς μια εδραίωση νέων γνωστικών και αντισταθμιστικών στρατηγικών. Σημαντικά ήταν τα κέρδη που παρουσίασε η ομάδα παρέμβασης στην κλίμακα CAHAI ωστόσο αυτές οι αλλαγές δεν διατηρήθηκαν. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην κλίμακα FM UE σε καμία από τις δυο ομάδες, ίσως λόγω της έλλειψης ανταπόκρισης αυτής της κλίμακας στο χρόνιο στάδιο του ΑΕΕ. Από την άλλη μεριά, τα αποτελέσματα από το πρωτόκολλο NBS, υποστήριξαν αυτά τα ευρήματα, εμφανίζοντας μια ενισχυμένη φλοιονωτιαία διέγερση μετά από θεραπεία, μόνο για τον πιο απομακρυσμένο μυ (ABP) που σχετίζεται με τη λειτουργία των άνω άκρων. Τέλος, παρατηρήθηκαν μετατοπίσεις στον κεντρικό φλοιϊκό χάρτη, με τους ερευνητές να συμπεραίνουν ότι οι μετατοπίσεις αυτές συσχετίζονται έντονα με λειτουργικά κέρδη που ανιχνεύονται από τυποποιημένες κλινικές κλίμακες, όπως οι κλίμακες Fugl-Meyer, CAHAI και Barthel.



**Εικόνα 7.2:** Το VR σύστημα RGS.

(Ballester, et, al., 2017)

Παρά τις θετικές επιδράσεις των VR Games στον τομέα της αποκατάστασης, πολλοί είναι αυτοί που έχουν υποστηρίξει, πως ναι μεν η οικιακή θεραπεία μέσω VR θα μπορούσε να προσφέρει μια σημαντική εναλλακτική λύση, αλλά η εγγενής απομόνωση και η μονοτονία της αυτοκατευθυνόμενης αποκατάστασης θα μπορούσαν να μειώσουν σημαντικά το ενδιαφέρον του ασθενή (Mace et, al., 2017). Την απάντηση στην συγκεκριμένη αμφιβολία ήρθαν να δώσουν οι Triandafilou et, al., 2018, οι οποίοι συμμερίστηκαν την παραπάνω άποψη και ανέπτυξαν ένα εικονικό παιχνίδι πολλαπλών χρηστών (Σύστημα VERGE), στο οποίο οι ασθενείς μπορούν να αλληλεπιδρούν με θεραπευτές ή άλλους ασθενείς στον ίδιο εικονικό χώρο, σε πραγματικό χρόνο. Στην συγκεκριμένη κλινική μελέτη πήραν μέρος 15 ημιπληγικοί ασθενείς σε χρόνιο στάδιο μετά από ΑΕΕ. Κάθε συμμετέχων πήρε μέρος σε μια μελέτη παρέμβασης τριών εβδομάδων που αποτελείται από 9 εκπαιδευτικές συνεδρίες μιας ώρας σε εργαστηριακό περιβάλλον σε διάστημα 3 εβδομάδων. Για το σύστημα VERGE έχουν δημιουργηθεί 3 διαφορετικές δραστηριότητες (εικ. 7.3) με σκοπό την κινητοποίηση του άνω άκρου. Αυτές είναι το *Ball Bump*, το *Food fight* και το *Trajectory Trace*. Το *Ball Bump* παίζεται σε τραπέζι μεγάλου δωματίου και ο στόχος είναι να χτυπηθεί μια εικονική μπάλα μπρος -πίσω στο τραπέζι μεταξύ δύο παικτών, αποφεύγοντας τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω σε αυτό. Σε περίπτωση που κάποιος από τους 2 συμμετέχοντες δεν έρθει σε επαφή με την μπάλα ή την στείλει σε λάθος κατεύθυνση, αυτή πέφτει από το τραπέζι.

Τότε ο ασθενής καλείται να πιέσει μια κόκκινη πετσέτα που βρίσκεται σε κοντινή απόσταση για να δημιουργήσει μια μπάλα εκ νέου, και έτσι ωθείται να πραγματοποιήσει κινήσεις μακριά από το σώμα του. Το παιχνίδι *Food Fight* από την άλλη, πραγματοποιείται σε μια εικονική κουζίνα. Οι συμμετέχοντες αρπάζουν διάφορα είδη φαγητού και τα ρίχνουν σε άλλα είδωλα. Ο χρήστης «πιάνει» ένα αντικείμενο τοποθετώντας το χέρι του avatar σε κοντινή απόσταση και πατώντας ένα κουμπί σε ένα ασύρματο οπτικό ποντίκι και με τα δύο χέρια. Ο χρήστης απελευθερώνει το αντικείμενο χρησιμοποιώντας ένα άλλο κουμπί στο ποντίκι. Η τροχιά του αντικειμένου καθορίζεται από το διάνυσμα ταχύτητας του αντικειμένου κατά τη στιγμή της απελευθέρωσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι το *Ball Bump* ήταν πάντα η πρώτη άσκηση που εισήχθη στον συμμετέχοντα ασθενή καθώς θεωρήθηκε η πιο απλή στην κατανόηση και, ως εκ τούτου, παρείχε ένα απλό μέσο για την εκμάθηση του ελέγχου του avatar στο VR Game. Στην άσκηση *Trajectory Trace*, ένας συμμετέχων σχεδιάζει μια τρισδιάστατη τροχιά στον αέρα. Αυτή η πορεία διαβιβάζεται έπειτα σε έναν άλλο συμμετέχοντα που προσπαθεί να την διαγράψει ξανά χρησιμοποιώντας την μνήμη του. Η κατάσταση του παιχνιδιού, καθώς και η έναρξη και ο τερματισμός της σχεδίασης της καμπύλης, ελέγχεται αγγίζοντας ένα κουμπί -που βρίσκεται στο στήθος του avatar- με το λιγότερο επηρεασμένο χέρι. Δεδομένου ότι η τροχιά πρέπει να επαναληφθεί στην ίδια κατεύθυνση με την οποία δημιουργήθηκε, εμφανίζεται μια κίτρινη σφαίρα για να υποδεικνύεται το τρέχον σημείο εκκίνησης. Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Likert 5 Σημείων, Xsens 3D, Final Verge Survey. Στα συμπεράσματα τους οι συγγραφείς αναφέρουν, ότι βάσει των χρησιμοποιηθέντων ερωτηματολογίων, η μερίδα του λέοντος (13/15) ήταν εξαιρετικά ικανοποιημένη με το σύστημα VERGE και την χρήση του άνω άκρου σε αυτό, ενώ οι 14 από τους 15 ασθενείς δήλωσαν πως η παρουσία εικονικού συνεργάτη αύξησε το κίνητρό τους για την χρήση του παιχνιδιού. Παρά το γεγονός ότι η ικανοποίηση του συστήματος αυτού για τον αφιερωθέντα χρόνο ήταν μικρότερη σε σχέση με τα άλλα 2 συγκριθέντα VR Games, η πλειοψηφία των ασθενών (12/15) δήλωσαν ότι το σύστημα VERGE έχει μεγάλες δυνατότητες στην οικιακή αποκατάσταση και αν ο εξοπλισμός ήταν διαθέσιμος, θα τον χρησιμοποιούσαν για την θεραπεία τους στο σπίτι.



Όσον αφορά το κομμάτι της κινητικής αποκατάστασης που επήλθε μέσω του συστήματος VERGE, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προωθήθηκε σημαντικά η κίνηση των άνω άκρων, ενώ ενισχύθηκε σημαντικά η κίνηση έκτασης και ανύψωσης των άκρων.



**Εικόνα 7.3:** Το Avatar του χρήστη και οι εικονικές δραστηριότητες.  
(Triandafilou et, al., 2018)

Καθώς ο πρωτοποριακός αυτός τρόπος αποκατάστασης αρχίζει να γίνεται πιο διαδεδομένος τα τελευταία χρόνια, υπάρχουν πολύ περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις του στην λειτουργία της άκρας χείρας. Για τον λόγο αυτό, οι Shin et, al., 2016, διενήργησαν μια κλινική έρευνα που είχε ως στόχο να εξετάσει τα αποτελέσματα της αποκατάστασης με βάση το VR Game -σε συνδυασμό με την συμβατική επαγγελματική θεραπεία- στην λειτουργία της άκρας χείρας και στην ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία (HRQoL). Το παιχνίδι αυτό αποτελείται από το RAPAE Smart Glove™ (η τεχνολογία του οποίου αναφέρθηκε στο 7.2), και μια εφαρμογή λογισμικού που χειρίζεται εικονικά χέρια ή εικονικά αντικείμενα σε εκπαιδευτικά παιχνίδια σύμφωνα με τα ληφθέντα δεδομένα(εικ. 7.4). Η μελέτη περιελάμβανε 46 επιζώντες από εγκεφαλικό επεισόδιο που τυχαιοποιήθηκαν σε μια ομάδα Smart Glove (SG) ή σε μια συμβατική ομάδα παρέμβασης.

Η ομάδα Smart Glove έλαβε ένα πρόγραμμα παρέμβασης 4 εβδομάδων με 20 συνεδρίες για 30 λεπτά ανά ημέρα, καθώς και 30 λεπτά τυπικής επαγγελματικής καθημερινής παρέμβασης.

Η ομάδα ελέγχου δέχτηκε τυπική επαγγελματική παρέμβαση με την ίδια συχνότητα και τον ίδιο χρόνο, και περιελάμβανε τις ίδιες κατηγορίες κινήσεων της άκρας χείρας με αυτές της ομάδας SG προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η σύγκυση μεταξύ των 2 ομάδων. Η παρέμβαση στην ομάδα SG αφορούσε τις προαναφερθείσες κατηγορίες κινήσεων της άκρας χείρας, προκειμένου να επιτευχθούν στόχοι σε ένα συγκεκριμένο έργο που βασίζεται σε οπτικά σχόλια σε πραγματικό χρόνο. Τα παιχνίδια προσομοιώνουν ADL(activities of daily living), όπως να πιάνουν πεταλούδες ή μπάλες, να πιέζουν τα πορτοκάλια, να ψαρεύουν, να μαγειρεύουν, να καθαρίζουν το πάτωμα, να χύνουν κρασί, να χρωματίζουν φράχτες και να γυρίζουν σελίδες. Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Fugl-Meyer Άνω Άκρου, Jebsen Taylor Test (JTT), Perdue Pegboard Test (PPT), Stroke Impact Scale (SIS). Στο τέλος των μετρήσεων οι ερευνητές συμπέραναν, πως η ομάδα παρέμβασης εμφάνισε μεγαλύτερες βελτιώσεις στην κινητική αποκατάσταση της άκρας χείρας (Βάσει FM), της λειτουργικότητας της άκρας χείρας (βάσει JTT), και στην κλίμακα SIS για την ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία. Αυτό που είναι σημαντικό να αναφέρουμε είναι ότι τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν διατηρήθηκαν και μετά την πάροδο του ενός μήνα με αποτέλεσμα να μας δίνεται ένα στοιχείο πως τα ευεργετικά αποτελέσματα αυτής της μεθόδου αποκατάστασης δεν είναι εφήμερα.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι πως η αξιολόγηση μέσω της κλίμακας Fugl - Meyer έδειξε βελτιώσεις τόσο στην άκρα χείρα όσο και στο άνω άκρο, κάτι που όπως εξηγούν οι συγγραφείς δεν ήταν αναμενόμενο καθώς το VR σύστημα που χρησιμοποιήθηκε προοριζόταν αποκλειστικά για την άκρα χείρα και όχι για όλο το άνω άκρο. Θέλοντας να δώσουν μια πιθανή εξήγηση, υποστήριξαν ότι η άκρα χείρα παίζει σημαντικό ρόλο στην συνολική λειτουργία του άνω άκρου ως τελικό αποτέλεσμα και ως εκ τούτου, η υψηλή δραστηριότητα του άνω τμήματος κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης προώθησε την ενεργή χρήση του προσβεβλημένου άνω άκρου, το οποίο παραμελήθηκε ή δεν χρησιμοποιήθηκε.



**Εικόνα 7.4:** Το Rapael Smart Glove με το λογισμικό του. (Shin et, al., 2016)

Οι Shin et, al., 2014, ανέπτυξαν το RehabMaster™, ένα VR Game που βασίζεται σε συγκεκριμένες εργασίες και παρέχει ένα πλούσιο διαδραστικό εικονικό περιβάλλον. Ο συμμετέχων κάθεται μπροστά από την οθόνη στην οποία προβάλλεται το πρόγραμμα και έχει εντολή να μετακινήσει το άνω άκρο του και τον κορμό του για να παίξει το παιχνίδι. Το σύστημα RehabMaster αποτελείται από έναν αισθητήρα βάθους, μια οθόνη με έναν ενσωματωμένο υπολογιστή, μια οθόνη για τον θεραπευτή, και τον υπολογιστή ελέγχου του συστήματος Rehab Master για τον θεραπευτή. Η εκπαίδευση αποκατάστασης προσομοιώνει τις κινήσεις των βραχιόνων και του κορμού που έχουν σχεδιαστεί για την αποκατάσταση συγκεκριμένων λειτουργικών ελλειμμάτων και ο συμμετέχων μπορεί να εξασκήσει διάφορες κινήσεις αντιγράφοντας συγκεκριμένες κινήσεις του avatar Rehab Master.

Σχεδιάστηκαν 4 δραστηριότητες (εικ. 7.5) για να συνδυάσουν μια ποικιλία ασκήσεων αποκατάστασης με στοιχεία παιχνιδιού, καθιστώντας έτσι αυτή την πρακτική πιο ανταγωνιστική, παρακινητική, ενδιαφέρουσα και απολαυστική, και είναι οι: *Underwater fire*, *Goalkeeper*, *Bug(έντομο) hunter*, and *Rollercoaster*.

Η πρώτη (δραστηριότητα) σχεδιάστηκε για να εκπαιδεύσει την κίνηση του αντιβραχίου του ασθενούς και τον συντονισμό ματιών - χεριών. Έτσι, του ζητείται να χρησιμοποιήσει 2 όπλα (ή 1 αν θέλουμε να εντατικοποιήσουμε την χρήση της ημιπληγικής πλευράς) για να στοχεύσει τα ψάρια στην οθόνη, κάνοντας κάμψη-έκταση αγκώνα και προσαγωγή-απαγωγή ώμου.

Τα Goalkeeper και Bug hunter είναι παρόμοιας τακτικής παιχνίδια και σχεδιάστηκαν για να εκπαιδεύσουν τον έλεγχο, την αντοχή, την ταχύτητα, την ακρίβεια και το εύρος κίνησης. Ο ασθενής ελέγχει τα χέρια ενός τερματοφύλακα (ή του κυνηγού) στην οθόνη για να πιάσει μια μπάλα (ή έντομο). Τέλος, το παιχνίδι *Rollercoaster* σχεδιάστηκε για να αυξήσει τον έλεγχο, την ταχύτητα και την ακρίβεια των κινήσεων τόσο του άνω άκρου, όσο και του κορμού. Το παιχνίδι αποτελείται από τη μίμηση των στάσεων που εμφανίζονται από το σύστημα, οι οποίες προσομοιώνουν αυτές που υιοθετήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας βόλτας με rollercoaster. Για την συγκεκριμένη κλινική έρευνα διεξήχθησαν δύο διαδοχικά κλινικά πειράματα. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια μελέτη παρατήρησης σε ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ, προκειμένου να εκτιμηθεί η σκοπιμότητα χρήσης και οι ανεπιθύμητες ενέργειες της κατάρτισης και των παιχνιδιών που βασίζονται στο Rehab Master σε ασθενείς με ΑΕΕ. Οι ασθενείς πραγματοποίησαν 10 συνεδρίες 30 λεπτών (μία συνεδρία την ημέρα, πέντε ημέρες την εβδομάδα για δύο εβδομάδες) για συνολικά 300 λεπτά χρήσης Rehab Master. Ακολούθως, οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία να λάβουν 10 συνεδρίες για δύο εβδομάδες είτε συμβατικής επαγγελματικής θεραπείας μόνο (ομάδα OT μόνο) ή συμβατικής OT συν 20 λεπτά προπόνησης Rehab Master (ομάδα Rehab Master + OT). Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Fugl-Meyer, Action Reach Arm Test, Motricity Index, Modified Barthel Index (MBI). Στο τέλος των μετρήσεων οι συγγραφείς αναφέρουν πως οι βαθμοί στις κλίμακες αξιολόγησης FM UE και MBI βελτιώθηκαν κατά τη διάρκεια της επέμβασης Rehab Master σε ασθενείς με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο. Καθώς κανένας από τους ασθενείς με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο στις κλινικές τους δοκιμές δεν έλαβε οποιοδήποτε άλλο είδος θεραπείας κατά τη στιγμή της μέτρησης, αυτές οι βελτιώσεις φάνηκαν να δείχνουν ότι η παρέμβαση Rehab Master ήταν αποτελεσματική.

Επιπλέον, η τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή σε ασθενείς με οξύ / υποξεία εγκεφαλικό επεισόδιο έδειξε επίσης ότι ο συνδυασμός RehabMaster και συμβατικής θεραπείας προκάλεσε μεγαλύτερη βελτίωση στις κλίμακες αξιολόγησης σε σύγκριση με τις ομάδες που δέχτηκαν μόνο συμβατική θεραπεία, αν και αυτή η τάση δεν έφθασε σε στατιστική σημασία.

Επομένως, το Rehab Master μπορεί να είναι ένα χρήσιμο νέο εργαλείο για την αποκατάσταση των άνω άκρων σε ασθενείς με εγκεφαλικό.



**Εικόνα 7.5:** Οι 4 Δραστηριότητες του Rehab Master.  
(Shin et, al., 2014)

Αν και δεν έχει διερευνηθεί εκτενώς, ορισμένες μελέτες έχουν δείξει τις δυνατότητες που θα μπορούσε να έχει ένα παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας που συνδυάζει γνωστική και κινητική αποκατάσταση. Μια τέτοια έρευνα είναι και αυτή των Faria, et, al., 2018, που στην μελέτη σκοπιμότητας τους χρησιμοποίησαν το Reh @ Task, ένα εικονικό σενάριο βασισμένο σε επιτραπέζιο υπολογιστή πολλαπλών χρήσεων που συνδυάζει την αποκατάσταση άνω άκρου και τη γνωστική εκπαίδευση μέσω εικονικών προσαρμογών για την εκπαίδευση της μνήμης και της προσοχής. Η εγκατάσταση αποτελείται από έναν υπολογιστή, μια κάμερα ανίχνευσης κίνησης και μια προσαρμοσμένη λαβή με μοτίβο παρακολούθησης.

Ο χρήστης εργάζεται σε μια επιτραπέζια επιφάνεια βλέποντας μια οθόνη LCD και μετακινεί τη λαβή στην επιφάνεια του τραπεζιού με το ημιπληγικό του χέρι.

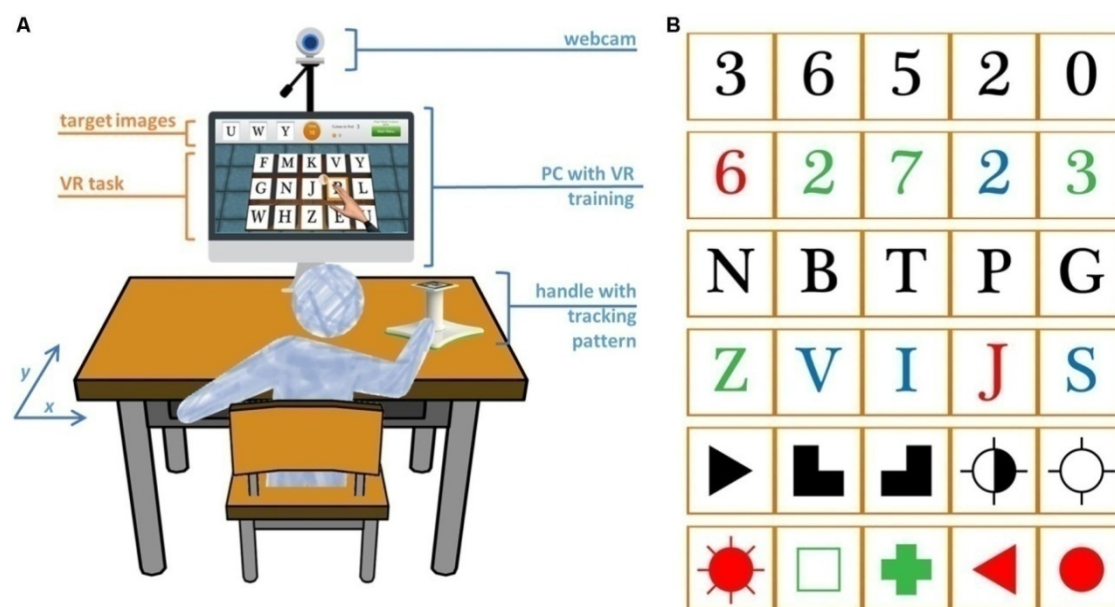
Οι δισδιάστατες κινήσεις που φτάνουν τα άνω άκρα καταγράφονται μέσω ενός λογισμικού παρακολούθησης προτύπων Augmented Reality (AR) που βασίζεται σε κάμερα. Το συγκεκριμένο VR λογισμικό βασίζεται σε παραδοσιακά τεστ για την εκπαίδευση της προσοχής και έχει επεκταθεί ώστε να ενσωματώνει αριθμούς, γράμματα και σύμβολα, καθώς και την εκπαίδευση της μνήμης και την προοδευτική προσαρμογή της δυσκολίας σύμφωνα με την εξέλιξη του ασθενούς (εικ.7.6).



Η εργασία συνίσταται στην εύρεση στοιχείων-στόχων μέσα σε ένα σύνολο περισπασμών. Στην παραλλαγή μνήμης, οι στόχοι πρέπει να απομνημονευθούν πρώτα και να κρυφτούν κατά την επιλογή στόχου. Στην έρευνα συμμετείχαν 24 ασθενείς σε χρόνιο στάδιο ΑΕΕ που χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, μια ομάδα παρέμβασης (ομάδα VR) και μια ομάδα ελέγχου. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα VR υποβλήθηκαν σε 12 συνεδρίες διάρκειας 45 λεπτών με το Reh @ Task, 3 φορές την εβδομάδα, για 1 μήνα, ενώ πριν από την πρώτη τους συνεδρία πέρασαν κατά μέσο όρο 3 σύντομες δοκιμές προπόνησης με σκοπό την εξοικείωσή τους στο VR σύστημα. Η παρέμβαση της ομάδας ελέγχου περιελάμβανε 12 συνεδρίες 45 λεπτών τυπικής επεμβατικής θεραπείας, χωρικών και χρονικών προσανατολισμών και κατάρτιση γραφής. Και οι δύο παρεμβάσεις ήταν επιπρόσθετες της συμβατικής εργασιακής θεραπείας που συνήθως περιλαμβάνει συνεδρίες των 45-60 λεπτών, για 2-3 εβδομάδες, και περιλαμβάνει προπόνηση κινητικότητας άνω άκρων, εξάσκηση λεπτών κινητικών δεξιοτήτων, προπόνηση γνωστικής κινητικότητας, προπόνηση επιδεξιότητας, ADL, ρύθμιση μυϊκού τόνου, κατάρτιση ισορροπίας και κατάρτιση επικοινωνίας. Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Montreal Cognitive Assessment (MoCA), Single Letter Cancellation (SLC), Digit Cancellation (DC), Bells Test (BT), Fugl- Meyer Assessment Test (FM-UE), Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI), Modified Ashworth Scale (MAS), Barthel Index (BI). Απόρροια αυτής της μελέτης σκοπιμότητας ήταν ότι και οι δύο ομάδες (VR και Ελέγχου) βελτιώθηκαν σημαντικά στον τομέα της κινητικότητας βάσει των μετρήσεων στις FM-UE, CAHAI και MI. Ωστόσο, στο σύνολο των FM-UE οι βελτιώσεις στην ομάδα VR ήταν κατά μέσο όρο δύο φορές από αυτές της ομάδας ελέγχου. Οι βελτιώσεις του κινητήρα δεν γενικεύθηκαν σε κλινικά σημαντικές βελτιώσεις στα ADL, όπως μετρήθηκαν από το BI και το CAHAI. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το δείγμα τους ήταν χρόνιο και παρουσιάζει πολύ υψηλό BI και χαμηλό CAHAI κατά την έναρξη, αυτό δείχνει ότι αυτοί οι ασθενείς είχαν υψηλά επίπεδα ανεξαρτησίας παρά τα ελλείμματά τους.

Όσον αφορά την γνωστική λειτουργία, ο αντίκτυπος των παρεμβάσεων ήταν υψηλός αλλά όχι διαφορετικός για τις δυο ομάδες.

Και οι δύο ομάδες στη μελέτη έδειξαν βελτιώσεις στο συνολικό MoCA, γεγονός που υποδηλώνει ότι και οι δύο παρεμβάσεις είχαν αντίκτυπο στη γενική γνωστική λειτουργία και τη μνήμη.



**Εικόνα 7.6:** Το Reh @ Task με τα μέσα και το λογισμικό που χρησιμοποιεί. (Faria, et, al., 2018)

Η θεραπεία με ρομπότ θεωρείται μια αποτελεσματική και αξιόπιστη μέθοδος για την παροχή υψηλής επαναλαμβανόμενης κινητικής επανεκπαίδευσης και αποκατάστασης στους ασθενείς μετά από ΑΕΕ (Stewart, et, al., 2006). Θέλοντας λοιπόν οι Huang, et, al., 2017 να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα που θα είχε ένας συνδυασμός ενός προσαρμοσμένου αλγορίθμου υποβοήθησης και ενός συστήματος παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας, έκαναν την παρακάτω πειραματική κλινική μελέτη. Η πειραματική εγκατάσταση (εικ.7.7) περιελάμβανε μια ρομποτική συσκευή αποκατάστασης άνω άκρου, 5-βαθμών ελευθερίας που ονομάζεται AMADEO και έναν εξωτερικό υπολογιστή για την επεξεργασία δεδομένων. Για ορισμένες δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκε επίσης μια οθόνη κεφαλής που εισάγει τον χρήστη σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον, προωθώντας τον σε μια πλήρη εικονική ενσωμάτωση.

Στην συγκεκριμένη κλινική έρευνα πήραν μέρος 8 ασθενείς με υποξύ ΑΕΕ, ηλικίας 40-79 ετών, και ακολούθησαν πρόγραμμα εκπαίδευσης συνολικής διάρκειας 540 λεπτών, μοιρασμένο σε 3 συνεδρίες ανά βδομάδα των 30 λεπτών, για 6 εβδομάδες. Το πρωτόκολλο εκπαίδευσης περιελάμβανε τέσσερις παρεμβάσεις. Στην πρώτη, πραγματοποιείται εκπαίδευση παθητικής λειτουργίας που αποτελείται από 10 λεπτά παθητικής προπόνησης, στην οποία τα δάχτυλα διεγείρονται σε συνεχή παθητική θεραπεία. Στην δεύτερη παρέμβαση ο ασθενής πραγματοποιεί μια υποβοηθούμενη κίνηση όπως έχει ρυθμιστεί από τον αλγόριθμο του ρομποτικού συστήματος για 10 λεπτά. Η τρίτη παρέμβαση περιλαμβάνει συμμετοχή σε δισδιάστατες δραστηριότητες του VR παιχνιδιού για άλλα 5 λεπτά, ενώ η τελευταία παρέμβαση, συμμετοχή σε τρισδιάστατες VR δραστηριότητες με την χρήση της οθόνης κεφαλής για 5 λεπτά. Στην 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> παρέμβαση, χρησιμοποιήθηκαν VR δραστηριότητες, βασισμένες στις δραστηριότητες καθημερινής ζωής (ADL), όπως χειρισμός αντικειμένων και προσομοιωμένα σενάρια μαγειρικής για την ενίσχυση της ενεργού συμμετοχής των ασθενών και για την προώθηση της μεταφοράς των αποκτηθέντων κινητικών δεξιοτήτων σε ικανότητες εκτέλεσης ADL στην πραγματική ζωή. Τα μέσα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Fugl-Meyer UE, Motor Assesment Scale (MAS). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σχεδόν όλοι οι ασθενείς (πλην ενός ασθενή λόγω της σοβαρής του κατάστασης), παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις στις χρησιμοποιηθέντες κλίμακες αξιολόγησης και στον έλεγχο δύναμης και εύρους. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μια μέση αύξηση 37,5% στην FM UE, 38,8% στην MAS, 42,8% στην δύναμη έκτασης και 33,3% στην δύναμη κάμψης των δακτύλων. Έτσι, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πειραματική εργασία δείχνουν ότι τα πρωτόκολλα αποκατάστασης που αναπτύχθηκαν και υιοθετήθηκαν σε αυτήν τη μελέτη έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τις κινητικές δεξιότητες σε πολλούς ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο, εφόσον το εγκεφαλικό επεισόδιο δεν έχει επηρεάσει σοβαρά το άτομο.





**Εικόνα 7.7:** Η Πειραματική Εγκατάσταση Amadeo.

(Huang, et, al., 2017)

Στον πίνακα 7.3 παρατίθενται συνοπτικά οι πρόσφατες κλινικές έρευνες, ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιούνται, το δείγμα των ασθενών που συμμετέχουν, τον τρόπο παρέμβασής τους, το είδος Vr που χρησιμοποιήθηκε και τα αποτελέσματα που εμφάνισαν οι ασθενείς μετά τα πειραματικά πρωτόκολλα.

**Πίνακας 7.2:** Οι νεότερες κλινικές μελέτες με το περιεχόμενό τους.

ΜΕΛΕΤΗ	ΣΚΟΠΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ VR	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Huang, et al., 2017	Αποτελεσματικότητα ενός συστήματος συνδυασμού ρομποτικού συστήματος υποβοήθησης κίνησης με VR Gaming για την αποκατάσταση της ημιπληγίας του άνω άκρου.	8 ασθενείς, ηλικίας 40-79, με χαμηλή έως μέτρια ημιπληγία που έχει προκληθεί μόνο από ΑΕΕ, χωρίς νοητική, λεκτική, και οπτική υστέρηση, άλλες νευρολογικές παθήσεις και προηγούμενο ιστορικό επιληψίας.	4 διαφορετικά είδη παρεμβάσεων με διάρκεια 6 εβδομάδων, 1 συνδύρια την ημέρα, 3 ημέρες την εβδομάδα, για 30'.	Σύστημα Amadeo συνδυασμού ενός προσαρμοστικού αλγορίθμου ελέγχου υποβοήθησης και ενός συστήματος παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας.	Όλοι οι ασθενείς έδειξαν βελτιώσεις στην κινητικότητα του άνω άκρου τους με έναν μέσο όρο 35% αύξησης των αξιολογηθέντων μετρήσεων από τις βασικές κλίμακες αξιολόγησης.
Faria et al., 2018	Σκοπιμότητα μιας εικονικής γνωστικής-κινητικής εργασίας, της Reh @ Task, η οποία συνδυάζει προσαρμοσμένη προσέγγιση άνω άκρου, και εκπαίδευση προσοχής και μνήμης, για την αποκατάσταση μετά από ΑΕΕ.	24 ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ, με χαμηλή έως μέτρια ημιπληγία άνω άκρου, ικανοί να γράφουν και να διαβάζουν, χωρίς νοητική, λεκτική, και οπτική υστέρηση, και ιστορικό καταθλιπτικής συμπτωματολογίας	Για την ομάδα παρέμβαση: 12 συνεδρίες Reh @ Task, 45' η κάθε μία, 3 φορές την εβδομάδα, για ένα μήνα. Συμπληρωματικά με 12 συνεδρίες των 45' συμβατικών θεραπειών.	Σύστημα Reh @ Task πολλαπλών δραστηριοτήτων, στο οποίο τα είδωλα αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα και συμμετέχουν κινητικά και νοητικά σε εικονικές δραστηριότητες.	Τα δεδομένα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες βελτιώθηκαν σημαντικά στον τομέα κινητικότητας σύμφωνα με τις αξιολογητικές κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν. Ωστόσο, οι βελτιώσεις στην ομάδα παρέμβασης ήταν κατά μέσο όρο διπλάσιες από αυτές της ομάδας ελέγχου.

ΜΕΛΕΤΗ	ΣΚΟΠΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ VR	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Triandafilou et, al, 2018	Ανάπτυξη 3D VR Game πολλαπλών χρηστών και έλεγχος της επίδρασής του.	15 Ασθενείς με ήπια έως μέτρια ημιπληγία, 24 μήνες μετά το ΑΕΕ, ηλικίας 33-81, χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα, πόνο, οπτικά ελλείμματα.	Παρέμβαση τριών εβδομάδων που αποτελείται από 9 εκπαιδευτικές συνεδρίες μιας ώρας σε εργαστηριακό περιβάλλον σε διάστημα 3 εβδομάδων.	Σύστημα VERGE, πολλαπλών χρηστών, 3 διαφορετικών ασκήσεων, στο οποίο τα είδωλα αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα.	Σημαντική ικανοποίηση των χρηστών από το εικονικό σύστημα αποκατάστασης και σημαντική προώθηση της κίνησης των άνω άκρων.
Shin et, al., 2016	Έλεγχος αποτελεσμάτων της αποκατάστασης με βάση το VR Gaming σε συνδυασμό με την συμβατική μέθοδο αποκατάστασης στην λειτουργία της άκρας χείρας.	45 ενήλικοι ασθενείς με δυνατότητα κάμψης - έκτασης καρπού, πρηνισμό - υπτιασμό αντιβραχίου, χωρίς καρδιολογικά, νοητικά και άλλα νευρολογικά προβλήματα.	20 Συνεδρίες των 30' για 4 εβδομάδες VR Παρέμβασης, συμπληρωματικά με 30' συμβατικής καθημερινής θεραπείας	Εφαρμογή λογισμικού που χειρίζεται εικονικά χέρια ή εικονικά αντικείμενα σε εκπαιδευτικά παιχνίδια σύμφωνα με τα ληφθέντα δεδομένα που συλλέγει από γάντια καταγραφής δεδομένων.	Σημαντικές βελτιώσεις στα σκορ της ομάδας παρέμβασης, στις κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν όπως FMA, JTT, SIS.
Shin et, al., 2014	Ανάπτυξη ενός VR Game για την αποκατάσταση του ημιπληγικού Άνω Άκρου και αξιολόγηση της χρηστικότητας και αποτελεσματικότητάς του.	23 ασθενείς με ήπια έως σοβαρή ημιπληγία, χωρίς προϋπάρχουσα βλάβη στο άνω άκρο, νοητική εξασθένηση, πόνο και δυσκολία καθίσματος για 20'	2 κλινικές δοκιμές. Η 1η περιελάμβανε 7 ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ που έλαβαν 30 λεπτά VR θεραπεία. Η 2η περιελάμβανε 16 ασθενείς με οξύ ή υποξύ ΑΕΕ που έλαβαν συμβατική θεραπεία (Ομάδα ΟΤ) ή συμβατική θεραπεία συμπληρωματικά με 20' VR επέμβασης (Ομάδα ΟΤ + Rehabmaster)	Σύστημα Rehabmaster πολλαπλών δραστηριοτήτων, στο οποίο τα είδωλα αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα και συμμετέχουν κινητικά σε εικονικές δραστηριότητες.	Οι βαθμοί στις κλίμακες αξιολόγησης FM UE και MBI βελτιώθηκαν κατά τη διάρκεια της επέμβασης RehabMaster σε ασθενείς με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο και ο συνδυασμός RehabMaster και συμβατικής θεραπείας προκάλεσε μεγαλύτερη βελτίωση στις κλίμακες αξιολόγησης σε σύγκριση με τις ομάδες που δέχτηκαν μόνο συμβατική θεραπεία.

ΜΕΛΕΤΗ	ΣΚΟΠΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ VR	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Ballester, et, al.,2017	Καταγραφή αποτελεσματικότητας της θεραπείας με VR Game στο σπίτι στην πρόκληση λειτουργικής ανάκαμψης και αναδιοργάνωσης του φλοιού σε ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ.	35 ασθενείς με ήπια έως μέτρια ημιπληγία, 12 μήνες μετά το ΑΕΕ, ηλικίας 45-85, χωρίς νοητική εξασθένηση, με προηγούμενη VR εμπειρία.	Για την Ομάδα Παρέμβασης: 26΄ και 40΄΄ / Ημέρα 5 Μέρες/ Εβδομάδα 3 Συνεχόμενες εβδομάδες	Σύστημα RGS με λογισμικό σκοπού διαχείρισης εικονικών σφαιρών.	Μεγαλύτερη λειτουργική ανάκαμψη για τους ασθενείς της ομάδας παρέμβασης και αυξημένη διέγερση της φλοιονοτιαίας οδού.

Συμπερασματικά λοιπόν βλέπουμε, ότι κάθε έρευνα που αναφέρθηκε έχει ξεχωριστούς τρόπους παρέμβασης, διαφορετικά τεχνολογικά μέσα, άλλες κλίμακες αξιολόγησης, και ξεχωριστά VR λογισμικά. Παρόλα αυτά όλες στοχεύουν στο να αναδειχθεί αυτός ο πρόσφατος και πολλά υποσχόμενος τρόπος συμπληρωματικής παρέμβασης, ως ένα εξαιρετικά βοηθητικό μέσο καταπολέμησης της έκπτωσης της κίνησης και της λειτουργικότητας στα άκρα των ημιπληγικών ασθενών. Τα αποτελέσματα τους δείχνουν να είναι όντως ευοίωνα, αλλά παρόλα αυτά θα πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες έρευνες με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών ώστε να εξαγάγουμε ένα βέβαιο και έγκυρο συμπέρασμα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup> : ΤΑ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ (Interactive Video Games) ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΜΙΠΛΗΓΙΚΟΥ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ**

Πέρα από τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας που προσφέρουν ένα εξατομικευμένο περιβάλλον αποκατάστασης στους ασθενείς με ΑΕΕ, ένας πολύ διαδεδομένος τρόπος αποκατάστασης μέσω video gaming είναι η χρήση εμπορικών διαδραστικών παιχνιδιών. Η ιδέα της ενσωμάτωσης των παιχνιδιών αυτών στις θεραπευτικές αποκατάστασης, αν και όχι καινούργια, έχει δει αύξηση στις προτιμήσεις των ερευνητών τις τελευταίες δεκαετίες. Τα Microsoft Xbox Kinect και Nintendo Wii είναι τα πιο διαδεδομένα εμπορικά σήματα, και παρόλο που δεν κατασκευάζονται ειδικά για την αποκατάσταση των άνω άκρων μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, υπάρχει μια αυξανόμενη τάση προς την εφαρμογή τους σε αυτόν τον τομέα λόγω του χαμηλού κόστους, της εύκολης διαθεσιμότητας και φορητότητάς τους.

### **8.1 Το Xbox Kinect στην Αποκατάσταση του Ημιπληγικού Άνω Άκρου**

Το Xbox Kinect της Microsoft είναι ένα εμπορικά διαθέσιμο σύστημα παιχνιδιών VR, λιανικής πώλησης κόστους 200,00 ευρώ, το οποίο δεν απαιτεί τη βοήθεια ελεγκτή για χειρισμό εικονικού περιβάλλοντος. Το σύστημα Kinect αντ'αυτού, χρησιμοποιεί μια υπέρυθρη κάμερα για να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις κινήσεις ενός χρήστη, τις οποίες στη συνέχεια προβάλλει στο περιβάλλον παιχνιδιών VR (Tanaka, et, al., 2012) (εικ.8.1). Με τον τρόπο αυτό προσφέρει υψηλής ακρίβειας καταγραφή της κίνησης ολοκλήρου του σώματος αλλά και αναγνώριση κάθε χειρονομίας του άνω άκρου (Yates, et, al., 2016). Για το συγκεκριμένο σύστημα έχουν σχεδιαστεί ορισμένα παιχνίδια αθλητικών προσομοιώσεων, μερικά εκ των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί σε κλινικές μελέτες για να καταδειχτεί το αν ο σύγχρονος αυτός τρόπος αποκατάστασης μπορεί να αποδώσει αισθητά στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Αυτά αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα (8.2) του Παραρτήματος.

Οι Aramaki, et, al., 2019 σε μια μελέτη σκοπιμότητας επέλεξαν το Xbox Kinect με σκοπό να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα του στην αποκατάσταση ημιπληγικών ασθενών μετά από ΑΕΕ. Επελέγησαν 10 ασθενείς, με ημιπάρεση, ηλικίας άνω των 18 ετών. Οι ασθενείς αυτοί, κλήθηκαν να επιλέξουν ανάμεσα στα παιχνίδια που προαναφέρθηκαν (πίνακας 8.2) χρησιμοποιώντας το Καναδικό Μέτρο Επαγγελματικής Απόδοσης (COPM). Σύμφωνα με αυτό, θα έπρεπε να επιλέξουν τις δραστηριότητες που θα τους ήταν χρήσιμες για την αποκατάστασή τους αλλά δεν μπορούσαν να εκτελέσουν ή δεν παρουσίαζαν ικανοποιητική απόδοση. Η παρέμβαση περιελάμβανε χρήση του Xbox Kinect για 40 λεπτά την ημέρα, 3 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Δηλαδή συνολικά 36 συνεδρίες. Η κοινωνική συμμετοχή μετρήθηκε με την κλίμακα συμμετοχής (P-Scale), έκδοσης 6.0. Οι συμμετέχοντες θα συγκρίνονταν με έναν «συννομήλικο χωρίς αναπηρία» και θα ανταποκρίνονταν στο πώς αντιλαμβάνονταν το δικό τους επίπεδο συμμετοχής σε σύγκριση με τον «συννομήλικο». Η βαθμολογία οποιουδήποτε στοιχείου κυμαινόταν από μηδέν, όταν το άτομο δεν είχε περιορισμούς στη συμμετοχή του, έως πέντε όταν ο περιορισμός θεωρήθηκε «μεγάλο πρόβλημα». Μετά την παρέμβαση, παρατηρήθηκε βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους: απόδοση, ικανοποίηση και κοινωνική συμμετοχή. Η αλλαγή στις βαθμολογίες COPM ήταν σημαντική και μεγαλύτερη από δύο βαθμούς, καταδεικνύοντας στατιστική και κλινική βελτίωση. Τα ποιοτικά δεδομένα επιβεβαίωσαν αυτή τη βελτίωση στο ADL. Αυτά τα ευρήματα έδειξαν ότι το Xbox Kinect στην αποκατάσταση εγκεφαλικού επεισοδίου μπορεί να οδηγήσει σε λειτουργικά οφέλη, ειδικά σε χρόνιους ασθενείς.

Μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη πιλοτική μελέτη από τους Lee, et, al, 2013 πρόσθεσε ένα μικρό μέγεθος της απαιτούμενης αυστηρότητας στη βιβλιογραφία που υποστηρίζει τη χρήση του Xbox Kinect ως εργαλείο αποκατάστασης εγκεφαλικού επεισοδίου. Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει τα αποτελέσματα της προπόνησης χρησιμοποιώντας βιντεοπαιχνίδια που παίζονται στο Xbox Kinect στη μυϊκή δύναμη, τον μυϊκό τόνο και τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής των ασθενών μετά το εγκεφαλικό. Επιστρατεύτηκαν δεκατέσσερις ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο και κατανεμήθηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, μια πειραματική ομάδα με επτά άτομα και μια ομάδα ελέγχου με άλλα επτά.

Η πειραματική ομάδα πραγματοποίησε εκπαίδευση χρησιμοποιώντας 2 από τα διαθέσιμα παιχνίδια ανάλογα με το ποσοστό ενδιαφέροντος τους, μαζί με συμβατική επαγγελματική θεραπεία για 6 εβδομάδες (1 ώρα / ημέρα, 3 ημέρες / εβδομάδα) και η ομάδα ελέγχου έλαβε μόνο συμβατική εργασιακή θεραπεία για 6 εβδομάδες (30' / ημέρα, 3 ημέρες / εβδομάδα). Πριν και μετά την παρέμβαση, οι συμμετέχοντες μετρήθηκαν για τη μυϊκή δύναμη, τον μυϊκό τόνο και την απόδοση των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής για το άνω άκρο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εκπαίδευση χρησιμοποιώντας βιντεοπαιχνίδια που παίζονται στο Xbox Kinect είχε θετική επίδραση στη λειτουργία του κινητήρα και στην απόδοση των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής, και μπορεί να είναι μια αποτελεσματική παρέμβαση για την αποκατάσταση ασθενών με εγκεφαλικό.

Μια άλλη τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη κλινική δοκιμή, αυτή των Turkbey, et, al., 2017, εξέτασε την σκοπιμότητα και την ασφάλεια χρήσης του Xbox Kinect, αυτή την φορά όμως σε ασθενείς υποξέος σταδίου ΑΕΕ. Για τον λόγο αυτό συλλέχθηκαν 20 ασθενείς, ηλικίας 18-80 ετών, με εκδήλωση του ΑΕΕ εντός 9 μηνών. Οι ασθενείς αυτοί σε 2 γκρουπ. Και οι δύο ομάδες (ομάδα παρέμβασης και ομάδα ελέγχου) δέχτηκαν συμβατική επαγγελματική θεραπεία (ασκήσεις ενεργητικού και παθητικού εύρους, διατάσεις, ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, ασκήσεις προπόνησης δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής πχ. φαγητό, περιποίηση τριχοφυΐας) για 4 εβδομάδες (60'/ημέρα, 5 ημέρες/εβδομάδα). Η ομάδα παρέμβασης δέχτηκε συμπληρωματική θεραπεία με Xbox Kinect (60'/ημέρα, 5 φορές/εβδομάδα), χρησιμοποιώντας τα παιχνίδια "Mouse Mayhem" και "Bowling". Οι αξιολογητικές κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι MAS, Brunnstrom, BBT, Wolf Motor Function και Functional Independence Measure. Όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι η προπόνηση με το Xbox Kinect ήταν ευχάριστη και ευεργετική. Δεν σημειώθηκαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες. Οι αξιολόγηση στο τέλος της παρέμβασης έδειξε ότι η πειραματική ομάδα παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στα τεστ Box and Blocks Test, Wolf Motor Function Test και Brunnstrom. Άρα η προπόνηση του Xbox Kinect™ φαίνεται εφικτή και ασφαλής στην αποκατάσταση του άνω άκρου μετά από ΑΕΕ, και θα μπορούσε να ενισχύσει την κινητική και λειτουργική αποκατάσταση του προσβεβλημένου άνω άκρου ως συμπληρωματική μέθοδος.

Καταληκτικά λοιπόν, η κονσόλα παιχνιδιών Xbox Kinect πέρα από τα πλεονεκτήματα που φαίνεται να έχει έναντι άλλων συστημάτων (όπως η έλλειψη απαίτησης ειδικού ελεγκτή και ο πιο ευαίσθητος αισθητήρας, ο οποίος παρέχει πιο ακριβή λήψη κίνησης)(Turkbey, et, al., 2017), φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευεργετική στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της χρήσης του Xbox Kinect μπορεί να ήταν απόρροια του μεγαλύτερου συνολικού χρόνου παρέμβασης στην ομάδα παρέμβασης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Έτσι, η πιθανή αποτελεσματικότητα του Xbox Kinect στην αποκατάσταση επιζώντων μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο πρέπει να διερευνηθεί σε μεγαλύτερο βάθος.



**Εικόνα 8.1:** Ο ασθενής υποβοηθάται για να παίξει το παιχνίδι Bowling.

Διαθέσιμο από: [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)



## 8.2 Το Nintendo Wii στην Αποκατάσταση του Ημipληγικού Άνω Άκρου

Το σύστημα Wii κυκλοφόρησε από την Nintendo το 2006. Μια νέα βασική κονσόλα Wii διατίθεται μεταξύ 99,00 και 129,00 ευρώ στον επίσημο ιστότοπο της Nintendo Wii. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα ασύρματο χειριστήριο (Wiimote), το οποίο διαθέτει ένα γυροσκόπιο και ένα επιταχυνσιόμετρο. Ο χρήστης παρακολουθείται, και η κίνησή του καταγράφεται από μια φωτεινή μπάρα, που μπορεί να τον βαθμολογεί και να του παραθέτει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του με σκοπό να του προσδώσει κίνητρο (Yates, et, al., 2016) (εικ. 8.2). Στις μέχρι τώρα κλινικές μελέτες, για την ανάδειξη του διαδραστικού αυτού βιντεοπαιχνιδιού ως ένα ικανό μέσο αποκατάστασης γίνεται χρήση ενός συγκεκριμένου παιχνιδιού που ονομάζεται Wii sports, και είναι ένα παιχνίδι προσομοίωσης σπορ του 2006 που αναπτύχθηκε για την συγκεκριμένη κονσόλα. Αποτελεί μια συλλογή 5 αθλητικών προσομοιώσεων, του τένις, μπόουλινγκ, γκολφ, μπέιζμπολ και πυγμαχίας (Η περιγραφή του κάθε παιχνιδιού με τα αποτελέσματα του είναι παραπλήσια με τα παιχνίδια του Xbox Kinect που περιγράφονται στον πίνακα 8.2). Οι παίκτες χρησιμοποιούν το τηλεχειριστήριο Wii (Wiimote) και μιμούνται τις ενέργειες που πραγματοποιούνται σε αθλήματα πραγματικής ζωής (Bedigian, et, al., 2020).

Η αποκατάσταση μετά από ΑΕΕ με χρήση θεραπείας διαδραστικού βιντεοπαιχνιδιού αυξάνει το ενδιαφέρον (Yavuzer, et, al., 2007). Ωστόσο, μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή των Adie, et, al., 2016, σχετικά με την επίδραση του Nintendo Wii στη λειτουργία του βραχίονα σε σύγκριση με ένα διαβαθμισμένο πρόγραμμα επαναλαμβανόμενης συμπληρωματικής προπόνησης βραχίονα (GRASP- Graded Repetitive Arm Supplementary Program), βρήκε περιορισμένες ενδείξεις για το αν μπορεί να είναι εξίσου ευεργετική στη βελτίωση της λειτουργίας του βραχίονα και των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής. Το GRASP είναι ένα αυτοκατευθυνόμενο πρόγραμμα άσκησης άνω άκρου που διδάσκεται και παρακολουθείται από έναν θεραπευτή, αλλά πραγματοποιείται από τον ίδιο τον ασθενή, με την βοήθεια της οικογένειας του εάν αυτό είναι δυνατό. Το πρόγραμμα δεν έχει σκοπό να αντικαταστήσει τις υπάρχουσες υπηρεσίες θεραπείας αλλά να αυξήσει την τρέχουσα θεραπεία, προσθέτοντας ευκαιρίες για περισσότερη εξάσκηση (Louise et, al., 2014).

Σε αυτή την κλινική μελέτη πήραν μέρος 240 ημιπληγικοί ασθενείς, οι οποίοι υπέστησαν ΑΕΕ τους τελευταίους 6 μήνες, και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Η ομάδα του Nintendo Wii έκανε χρήση των παιχνιδιών: Bowling, Tennis, Golf, Baseball, ενώ στους ασθενείς της ομάδας GRASP παρασχέθηκε ένα βαθμονομημένο πρόγραμμα επαναλαμβανόμενης συμπληρωματικής προπόνησης για την αποκατάσταση του βραχίονα, με σκοπό την αύξηση της δραστηριότητάς του. Και οι δυο ομάδες προπονήθηκαν για 45' την ημέρα, για συνολικά 6 εβδομάδες. Τα πρωτεύοντα αποτελέσματα, όπως η λειτουργία του βραχίονα αξιολογήθηκε από το Action Research Arm Test, ενώ τα δευτερεύοντα από τις Canadian Occupational Performance Measure, Stroke Impact Scale και Modified Rankin Scale. Οι μετρήσεις έγιναν στην αρχή της έρευνας, μετά το πέρας 6 εβδομάδων και μετά το πέρας 6 μηνών. Η μελέτη ολοκληρώθηκε από 209 συμμετέχοντες, και έδειξε ότι μεταξύ των δύο ομάδων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην πρωτογενή έκβαση της λειτουργίας του προσβεβλημένου βραχίονα κατά την παρακολούθηση στο τέλος της έκτης εβδομάδας και καμία σημαντική διαφορά στα δευτερεύοντα αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένης της επαγγελματικής απόδοσης, της ποιότητας της ζωής ή της λειτουργίας του βραχίονα μετά το τέλος των έξι μηνών. Επίσης, δεν αναφέρθηκαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με τη θεραπεία της μελέτης.



**Εικόνα 8.2:** Η Διαδικασία Εξάσκησης με το Nintendo Wii.  
Διαθέσιμο από : [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

Όμως η ανάλυση κόστους - αποτελεσματικότητας έδειξε ότι το Wii TM ήταν πιο ακριβό από ότι οι ασκήσεις βραχίονα 1106£ (917€) έναντι 730 £ (605,00 €).

Παρόλα αυτά, οι McNulty, et, al., 2016, προχωρώντας σε μια σύγκριση του Wii με ένα άλλο καθιερωμένο πρωτόκολλο θεραπείας, αναφέρουν πως βρέθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στη λειτουργία του κινητήρα χωρίς διαφορές μεταξύ Nintendo wii και του συγκριθέντος καθιερωμένου θεραπευτικού πρωτοκόλλου (mCIMT). Η μέθοδος καταναγκαστικής χρήσης (CIMT) (βλέπε κεφάλαιο 4ο), αποτελεί την τρέχουσα βέλτιστη πρακτική και αναμφίβολα αποτελεσματική για την αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου(Thompson, et, al., 2014). Επιλέχθηκαν 42 ασθενείς για να συμμετάσχουν σε αυτή την τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή 14-ημερών κινητικής αποκατάστασης με βάση το Wii ή την τροποποιημένη θεραπεία καταναγκαστικής χρήσης (mCIMT). Η ηλικία των ασθενών ήταν 18 ετών και άνω, ενώ είχαν παρέλθει 2-48 μήνες μετά το ΑΕΕ. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 ομάδες εργασίας (ομάδα Wii και ομάδα mCIMT) και δέχτηκαν παρέμβαση με ισοδύναμη δόση και ένταση που ήταν 60 λεπτά την ημέρα, για 10 διαδοχικές εργάσιμες μέρες. Για την ομάδα Wii το χειριστήριο χρησιμοποιήθηκε μόνο στο πιο επηρεασμένο χέρι χρησιμοποιώντας τα παιχνίδια του γκολφ, του μποξ, του μπέιζμπολ, του μπόουλινγκ και του τένις (εικ.8.1). Τα αποτελέσματα του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκαν μόνο για να παρέχουν κίνητρα. Για ασθενείς με χαμηλή αντοχή στη λαβή, εφαρμόστηκε αυτοκόλλητο περιτύλιγμα, και η χρήση του μειώθηκε καθώς βελτιώθηκε η αντοχή. Στην ομάδα mCIMT, οι ασθενείς συμφώνησαν να φορούν γάντι περιορισμού στο λιγότερο επηρεασμένο χέρι για έως και 90% των ωρών αφύπνισης. Η αξιολόγηση των ασθενών και των δύο ομάδων πραγματοποιήθηκε σε 4 χρονικά σημεία, πριν την παρέμβαση, στην μέση της παρέμβασης, στο τέλος της παρέμβασης και 6 μήνες μετά το τέλος. Οι αξιολογητικές κλίμακες ήταν οι Fugl-Meyer UE, Wolf Motor function, MALQOM scale, Asworth Scale, Box and Block Test(BBT) και Perdue Pegboard Test (PPT). Την μελέτη ολοκλήρωσαν 41 ασθενείς. Στα συμπεράσματα τους οι συγγραφείς αναφέρουν πως βρέθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στη λειτουργία του κινητήρα χωρίς διαφορές μεταξύ Nintendo wii και mCIMT σε κάθε μέτρηση. Έτσι, το Wii είναι εξίσου αποτελεσματικό για την αποκατάσταση άνω άκρων με το mCIMT.

Η ανατροφοδότηση των ασθενών έδειξε σαφή προτίμηση για τη λιγότερο τυπική και επαναλαμβανόμενη προσέγγιση του Wii σε σύγκριση με το mCIMT. Το Wii με ισοδύναμη αποτελεσματικότητα με το CIMT, μπορεί να είναι πιο πρακτικό να εφαρμοστεί σε ένα ευρύτερο φάσμα βλάβης μετά το ΑΕΕ, για να παρέχει ένα μέσο ανακούφισης του ανθρώπινου, κοινωνικού και οικονομικού βάρους του εγκεφαλικού.

Τέλος, οι Thomson, et, al., 2016, θέλοντας να καταγράψουν τις απόψεις των θεραπειών για την αποκατάσταση μέσω του Nintendo Wii, έστειλαν ερωτηματολόγια σε 127 θεραπευτές. Από αυτούς ανταποκρίθηκε το 88% (112 θεραπευτές). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το παιχνίδι χρησιμοποιήθηκε από το 18% των θεραπειών, ενώ το 61% (68/112) δήλωσε ότι θα χρησιμοποιούσε αυτήν την παρέμβαση εάν υπήρχε διαθέσιμος εξοπλισμός. Οι μισοί από τους θεραπευτές (51%) ανέφεραν ότι παρατηρούν τουλάχιστον ένα ανεπιθύμητο συμβάν, όπως κόπωση, δυσκαμψία ή πόνο. Το παιχνίδι αναφέρθηκε ότι ήταν ευχάριστο, αλλά οι θεραπευτές περιέγραψαν εμπόδια, τα οποία σχετίζονται με τον χρόνο, τον χώρο και το κόστος.

Συμπερασματικά λοιπόν το Wii μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια στους ημιπληγικούς ασθενείς και είναι λιγότερο πιθανό να εγκαταλείψουν την μελέτη. Ωστόσο, φαίνεται ότι η χρήση του στην αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ, μπορεί άλλοτε να είναι ισοδύναμη και άλλοτε κατώτερη από τις συγκριθέντες καθιερωμένες τεχνικές. Θα πρέπει όμως να λάβουμε υπόψη, ότι οι ελεγκτές σύλληψης κίνησης, όπως το Nintendo Wiimote, δεν είναι αρκετά ευαίσθητοι για να παρακολουθούν με ακρίβεια τις κινήσεις των χρηστών λόγω του γεγονότος ότι οι ασθενείς μπορούν να εξαπατήσουν το σύστημα προσποιώντας ότι κάνουν την επιθυμητή κίνηση (Laver, et, al., 2015). Έτσι, υπάρχει σημαντική ανάγκη για περαιτέρω μελέτες υψηλής ποιότητας που να αφορούν την επίδραση του Wii στο ημίπληκτο άνω άκρο, με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών, ώστε να καταδειχτεί η ακριβής αποτελεσματικότητά του στους ασθενείς με ημιπληγία άνω άκρου.

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 8.1), περιγράφονται οι κλινικές μελέτες που επελέγησαν, με το δείγμα των ασθενών που χρησιμοποίησαν, την εμπορική κονσόλα, τα παιχνίδια της κονσόλας και τα τελικά τους αποτελέσματα.

**Πίνακας 8.1:** Οι κλινικές μελέτες με το δείγμα των ασθενών, την εμπορική κονσόλα, τα παιχνίδια της κονσόλας και τα τελικά τους αποτελέσματα.

Μελέτη	Δείγμα	Εμπορικό Σήμα	Χρησιμοποιηθέντα Παιχνίδια	Αποτέλεσμα
McNulty, et, al., 2016	42 Ασθενείς	Nintendo Wii	Golf, Bowling, Tennis, Baseball	Η θεραπεία με βάση το Wii είναι μια αποτελεσματική αποκατάσταση άνω άκρων μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο με υψηλή συμμόρφωση των ασθενών.
Adie, et, al., 2016	240 Ασθενείς	Nintendo Wii	Golf, Bowling, Tennis, Baseball	Όχι σημαντικές διαφορές στα πρωτογενή και δευτερογενή μέτρα έκβασης.
Aramaki, et, al., 2019	10 ασθενείς	Xbox Kinect	Κάθε ασθενής 2 από τα: Boxing, Bowling, Table Tennis, Golf, Tennis, 20000 Leaks, Traffic Control, Mouse Mayhem	Το Xbox Kinect στην αποκατάσταση ΑΕΕ μπορεί να οδηγήσει σε λειτουργικά οφέλη, ειδικά σε χρόνιους ασθενείς
Turkbey, et, al., 2017	20 Ασθενείς	Xbox Kinect	Bowling, Mouse Mayhem	Η πειραματική ομάδα παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στα τεστ Box and Blocks Test, Wolf Motor Function Test και Brunnstrom
Lee, et, al., 2013	14 Ασθενείς	Xbox Kinect	2 από τα: Boxing, Bowling, 20000 Leaks, Space Ball.	Το Xbox Kinect είχε θετική επίδραση στη λειτουργία του κινητήρα και στην απόδοση των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup> : ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο είναι μια από τις κύριες αιτίες αναπηρίας και κοινωνικοοικονομικής επιβάρυνσης παγκοσμίως. Καθώς ο εγκέφαλος είναι εξαιρετικά ευαίσθητος στη διαταραχή της αιματικής ροής του, μια ανοξία ή ισχαιμία ακόμα και αν διαρκέσουν μόλις μερικά δευτερόλεπτα, μπορούν να προκαλέσουν μη αναστρέψιμη εγκεφαλική βλάβη(Carr, Shepherd, 2004). Μία από τις πιο συχνές διαταραχές μετά από το ΑΕΕ, είναι η μυϊκή αδυναμία του άνω άκρου (ημιπάρεση), η οποία επηρεάζει πολλές πτυχές της ζωής, συμπεριλαμβανομένης της αυτοεξυπηρέτησης, της εργασίας και των δραστηριοτήτων αναψυχής(Benjamin, et, al., 2017).

Η ανάκτηση της λειτουργίας του άνω άκρου είναι ένας από τους κύριους στόχους των ασθενών που υπέστησαν ΑΕΕ και ιδιαίτερα απαιτητικός, καθώς το άνω άκρο επηρεάζεται σοβαρά και είναι το τελευταίο μέρος του σώματος που ανακάμπτει(Shin, et, al., 2016). Οι φυσικοθεραπευτές, στην προσπάθειά τους για λειτουργική επαναφορά του άνω άκρου, κάνουν χρήση διαφόρων καθιερωμένων τεχνικών (βλέπε Κεφ. 4ο). Οι διατάσεις στους εμπλεκόμενους μύες, η νευροεξελικτική αγωγή Bobath, η μέθοδος ιδιοδέκτριας μυϊκής διευκόλυνσης (PNF), η θεραπεία καταναγκαστικής χρήσης (CIMT), η διμερής προπόνηση άνω άκρου (Bilateral Arm Training), η λειτουργική ηλεκτρική διέγερση (FES), η θεραπεία με καθρέπτη και η ρομποτική αποκατάσταση είναι οι πιο διαδεδομένες τεχνικές για την καταπολέμηση της ημιπληγίας και φαίνεται να είναι αποτελεσματικές στην διευκόλυνση τόσο άμεσων όσο και μακροπρόθεσμων λειτουργικών βελτιώσεων. Παρά όμως το, ομολογουμένως, θετικό τους έργο, οι θεραπευτικές αυτές προσεγγίσεις μπορεί να είναι πληκτικές και κουραστικές, μειώνοντας τα κίνητρα των ασθενών.

Η θεραπεία με βάση το ηλεκτρονικό παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει τις προαναφερθείσες τεχνικές θεραπείας, συμβάλλοντας στην εκπλήρωση διαφόρων αρχών της κινητικής μάθησης, και είναι μια πρακτική που κερδίζει συνεχώς σημαντικό έδαφος από την άποψη ότι γίνεται μια ευρέως αποδεκτή προσέγγιση στην περιοχή. Η εικονική αποκατάσταση που χρησιμοποιεί την τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR), καθώς και η διαδραστική αποκατάσταση που βασίζεται σε εμπορικές διαδραστικές κονσόλες, είναι ένας νέος, πολλά υποσχόμενος τρόπος για την κινητική και λειτουργική αποκατάσταση μετά από ΑΕΕ, που μπορεί να προσθέσει ευεργετικά στοιχεία στις τρέχουσες στρατηγικές αποκατάστασης.

Τα παιχνίδια αυτά είχαν αρχικά σχεδιαστεί για αναψυχή και όχι για την αποκατάσταση ασθενών. Ωστόσο, είναι μια νέα προηγμένη τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενθαρρύνει τη λειτουργική ανάρρωση ατόμων με αναπηρίες (Lee, et, al., 2013). Λαμβάνοντας υπόψη την θεωρία της κινητικής μάθησης, την προσανατολισμένη, εντατική και επαναλαμβανόμενη εκπαίδευση, φαίνεται να είναι απαραίτητη για την προώθηση της νευροπλαστικότητας και, ως εκ τούτου, της ανάκτησης της κινητικότητας και λειτουργικότητας (Kim, et, al., 2020).

Η παρούσα αρθρογραφική ανασκόπηση βασίζεται στην πεποίθηση ότι η εικονική αποκατάσταση είναι ένα ισχυρό θεραπευτικό εργαλείο, και έχει ως στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητάς της, καθώς και την καταγραφή των κύριων μέσων που χρησιμοποιούνται και των τρόπων που αξιολογείται η λειτουργική βελτίωση των ασθενών. Για την εκπλήρωση του σκοπού της πτυχιακής αυτής, διερευνήθηκαν διεθνείς βάσεις δεδομένων και μελετήθηκαν έρευνες που αφορούσαν φυσικοθεραπευτικές προσεγγίσεις και μεθόδους εφαρμογής των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας και των εμπορικών διαδραστικών παιχνιδιών σε ημιπληγικούς ασθενείς, μετά από ΑΕΕ.

Στην αναζήτησή μας για έρευνες που αφορούν την αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου με παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας, εντοπίστηκαν 6 μελέτες με βάση την καινοτομία και την αποτελεσματικότητά τους.

Η αποκατάσταση μέσω παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας στηρίζεται σε μια διαρκή ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του ασθενή και του υπολογιστή ή διαφορετικά σε ένα συνεχόμενο “ feedback ”. Για τον λόγο αυτό απαιτείται ο συγχρονισμός του ασθενή με το περιεχόμενο λογισμικό και αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών συσκευών, οι οποίες έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ένα διαρκές οδηγό κίνησης του ασθενή στο VR λογισμικό. Η πιο σημαντική συσκευή που έχει μέχρι στιγμής χρησιμοποιηθεί, στην πλειονότητα των ερευνών, είναι η **κάμερα ανίχνευσης κίνησης** (Ballester, et, al., 2017, Triandafilou, et, al., 2018, Faria, et, al., 2018, Huang, et, al., 2018), καθώς μέσω αυτής, η κίνηση του άκρου του ασθενή καταγράφεται και χαρτογραφείται συνήθως σε ένα Avatar, που εμφανίζεται σε μια οθόνη με προοπτική πρώτου προσώπου, έτσι ώστε ο χρήστης να βλέπει τις κινήσεις των εικονικών άνω άκρων. Με παρόμοιο σκεπτικό κινήθηκαν και οι Shin, et, al., 2014, χρησιμοποιώντας έναν **αισθητήρα βάθους**, ο οποίος δύναται να μεταφράζει την γεωμετρία της σκηνής σε πληροφορίες βάθους.

Μια ακόμη πολύ διαδεδομένη συσκευή καταγραφής κίνησης αποτελεί το **γάντι συλλογής δεδομένων**. Ουσιαστικά πρόκειται για μια συσκευή βιοανάδρασης, εξοπλισμένη με αδρανειακούς αισθητήρες καταγραφής και υπολογισμού κίνησης της άκρας χείρας. Δεδομένου ότι προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τις κινήσεις των αρθρώσεων της άκρας χείρας (Καρπός, Δάκτυλα), η συγκεκριμένη συσκευή έχει περισσότερο χρησιμοποιηθεί σε έρευνες που εστιάζουν αποκλειστικά στην αποκατάσταση της άκρας χείρας (Shin, et, al., 2016), χωρίς όμως να εκλείπει η παρουσία της και σε έρευνες που θέλουν να αποκομίσουν στοιχεία τόσο για το άνω άκρο, όσο και για την άκρα χείρα (Ballester, et, al., 2017). Τέλος, οι Huang, et, al., 2018, έκαναν χρήση ενός **ρομποτικού συστήματος κίνησης**, εξοπλισμένο με αισθητήρες καταγραφής κίνησης, προσφέροντας έτσι μία ακόμη καινοτόμο τεχνολογία στο πεδίο της εικονικής αποκατάστασης.

Στην συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη το δείγμα των συμμετεχόντων οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ότι η επιλογή των ασθενών έγινε με κοινά κριτήρια, τα οποία ακολουθούν ένα συγκεκριμένο μοτίβο, που διέπεται τόσο από έλλειψη σοβαρής ημιπληγίας και νοητικής εξασθένησης, όσο και από απουσία πόνου και άλλων μυοσκελετικών προβλημάτων. Πραγματοποιώντας ωστόσο τους απαραίτητους υπολογισμούς και καταλήγοντας σε αριθμό δείγματος κατά Μ.Ο. τα 25 άτομα ανά έρευνα, γίνεται αντιληπτό ότι αν προσπαθήσουμε να βγάλουμε κάποιο βέβαιο τελικό συμπέρασμα, αυτό θα είναι επισφαλές και βεβιασμένο, καθώς έρευνες με τόσο μικρό δείγμα αποτελούν πιλοτικές μελέτες των οποίων η εγκυρότητα έπεται να διασφαλιστεί από μετέπειτα κλινικές μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό δείγματος.

Οι ίδιοι οι ερευνητές των μελετών που βρέθηκαν άλλωστε, δεν κατέληγαν σε σαφή συμπεράσματα για την παρέμβαση τους, υπογραμμίζοντας συνεχώς την ανάγκη επικύρωσης των αποτελεσμάτων τους μέσα από δοκιμές μεγαλύτερου δείγματος.

Είναι γεγονός πως οι κλινικές έρευνες που έχουν μέχρι τώρα πραγματοποιηθεί και δημοσιευθεί στις διεθνείς βάσεις δεδομένων, έχουν ως κοινό στόχο την ανάδειξη αυτού του πρόσφατου και πολλά υποσχόμενου τρόπου συμπληρωματικής παρέμβασης, σε ένα εξαιρετικά βοηθητικό μέσο καταπολέμησης της έκπτωσης της κίνησης και της λειτουργικότητας στα άκρα των ημιπληγικών ασθενών. Παρόλα αυτά, κάθε έρευνα με γνώμονα τις δικές της ανάγκες, δημιούργησε και χρησιμοποίησε το δικό της καινοτόμο ηλεκτρονικό εικονικό παιχνίδι, το οποίο πολλές φορές παρουσιάζει διαφορετικό λογισμικό. Παρά την διαφορετικότητα των δραστηριοτήτων στις οποίες καλούνται να συμμετέχουν οι ασθενείς της κάθε έρευνας, εντοπίζονται πίσω από αυτές κάποιοι κοινοί στόχοι. Η πραγματοποίηση κινήσεων κάμψης-έκτασης αγκώνα και ώμου και απαγωγής-προσαγωγής για τον ώμο, είναι πάντα καίριοι στόχοι



που σχεδόν όλοι οι ερευνητές προσπαθούν να ενσωματώσουν στα λογισμικά εικονικής τους πραγματικότητας. Οι Ballester, et, al., 2017, ενσωμάτωσαν στο βιντεοπαιχνίδι τους ένα πρόγραμμα διαχείρισης εικονικών σφαιρών, το **“Spheroids”**, στο οποίο οι ασθενείς κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν ασκήσεις συγκράτησης, τοποθέτησης και ρήψης εικονικών σφαιρών. Παρόμοιο υπήρξε και το σκεπτικό των Triandafilou, et, al., 2018, όσον αφορά τα είδη των δραστηριοτήτων, καθώς οι κινήσεις που απαιτούν τα παιχνίδια **“Ball Bump”** και **“Food Fight”**, προσομοιάζουν αυτές του **“Spheroids”**. Με σκοπό ωστόσο την εξάσκηση της μνήμης, οι ερευνητές προσέθεσαν ακόμα μια δραστηριότητα, την **“Trajectory Trace”**, στην οποία πραγματοποιείται τόσο κινητική, όσο και απομνημονευτική εξάσκηση. Το πιο σημαντικό ωστόσο με την συγκεκριμένη έρευνα, υπήρξε ότι οι συγγραφείς δημιούργησαν ένα λογισμικό στο οποίο ο ασθενής μπορεί να αλληλεπιδράσει με ψηφιακό συνεργάτη, ενισχύοντας έτσι τα κίνητρα του. Οι Shin, et, al., 2014, θέλοντας να διεγείρουν ακόμα περισσότερο το ενδιαφέρον των χρηστών, τοποθέτησαν το Avatar του ασθενή σε ένα ψηφιακό λούνα πάρκ. Έτσι, αυτός καλείται να στοχεύσει ψάρια (**Underwater fire**), να αποκρούσει κάποιον γκολ (**Goalkeeper**), να πιάσει κάποιον έντομο (**BugHunter**) ή ακόμα και να μιμηθεί στάσεις του άνω άκρου κατά την διάρκεια μιας βόλτας με ένα ρόλερ κόαστερ (**Rollercoaster**).

Πέραν ωστόσο των βασικών κινήσεων των αρθρώσεων του άνω άκρου, υπήρξαν και έρευνες που επικεντρώθηκαν στην λειτουργική ανάκαμψη των ασθενών, μέσω δραστηριοτήτων που προσομοιάζουν αυτές της πραγματικής ζωής (ADLs).

Έτσι, οι Shin, et, al., 2016 και Huang, et, al., 2018, φρόντισαν να εισάγουν στα λογισμικά τους, ψηφιακά παιχνίδια, που απαιτούσαν από τον ασθενή να πιάσει μια πεταλούδα, να πιάσει πορτοκάλια, να ψαρέψει, να μαγειρέψει, να καθαρίσει το πάτωμα, να χύσει κρασί και να γυρίσει μια σελίδα από ένα βιβλίο. Εξαιρώντας ωστόσο το παραπάνω κοινό χαρακτηριστικό, τα δύο εικονικά αυτά παιχνίδια δεν παρουσιάζουν κάποια άλλη ομοιότητα, καθώς το παιχνίδι των Huang, et, al., 2018, ενσωματώνει και μια επιπλέον ρομποτική συσκευή παθητικής διέγερσης του άνω άκρου. Τέλος, η κλινική έρευνα των Faria, et, al., 2018, υπήρξε μια αρκετά διαφορετική προσέγγιση στο κομμάτι της εικονικής αποκατάστασης, αφού οι ερευνητές μέσω του **“Rah Task”**, προσπάθησαν να επιφέρουν στους συμμετέχοντες ασθενείς, τόσο κινητικά, όσο και νοητικά οφέλη. Η εργασία των παραπάνω συνίσταται στην εύρεση στοιχείων-στόχων μέσα σε ένα σύνολο περισπασμών, ενώ το συγκεκριμένο VR λογισμικό βασίζεται σε παραδοσιακά τεστ για την εκπαίδευση της προσοχής και έχει επεκταθεί ώστε να ενσωματώνει αριθμούς, γράμματα και σύμβολα,

καθώς και την εκπαίδευση της μνήμης και την προοδευτική προσαρμογή της δυσκολίας σύμφωνα με την εξέλιξη του ασθενούς.

Όσον αφορά τώρα τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών, θα ήταν δύσκολο να μπορέσουμε να καταλήξουμε στην υπεροχή μιας εξ αυτών, δεδομένου ότι δεν συμπεριλήφθησαν ούτε ίδιες αξιολογητικές κλίμακες, αλλά ούτε κοινές ψηφιακές δραστηριότητες, καθώς άλλες απευθύνονταν στην αποκατάσταση κινήσεων άνω άκρου και άλλες στην εξάσκηση δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής. Η βασική και σχεδόν καθολική τους ομοιότητα υπήρξε η χρήση της Fugl-Meyer άνω άκρου, η οποία χρησιμοποιήθηκε και έδωσε αποτελέσματα για όλες τις παραπάνω έρευνες πλην αυτής των Triandafilou, et, al., 2018, από την οποία εξάλλου, λόγω έλλειψης έγκυρων κινητικών και λειτουργικών κλιμάκων, μπορούμε μόνο να εξάγουμε συμπεράσματα για το αυξημένο κίνητρο και την ευχαρίστηση των ασθενών από την παρουσία ψηφιακού συνεργάτη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συγγραφέων λοιπόν, τα δεδομένα που εξήχθησαν από την Fugl-Meyer άνω άκρου φαίνεται να είναι ευεργετικά για την μερίδα του λέοντος των ερευνών (Shin, et, al., 2016, Shin, et, al., 2014, Faria, et, al., 2018, Huang, et, al., 2018).

Εξάιρεση αποτελεί η έρευνα των Ballester, et, al., 2017, στην οποία δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στην συγκεκριμένη κλίμακα. Η αυτοματοποιημένη αξιολόγηση κίνησης που διέθετε το συγκεκριμένο παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας, υπέδειξε βελτίωση στην κάμψη των δακτύλων και στο εύρος κίνησης, τόσο για το ημιπληγικό, όσο και για το υγιές άνω άκρο.

Παράλληλα, εντοπίστηκαν βελτιώσεις για τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, όπως προέκυψαν από τα αποτελέσματα των μετρήσεων με την CAHAI, οι οποίες ωστόσο δεν διατηρήθηκαν. Φαίνεται λοιπόν, πως το βιντεοπαιχνίδι εικονικής πραγματικότητας των Ballester, και η ψηφιακή δραστηριότητα “Spheroids”, δεν επέφερε κάποια σημαντική βελτίωση έναντι της συμβατικής θεραπείας. Η έρευνα των Shin, et, al., 2016 ωστόσο, είναι μια περίπτωση, τα συμπεράσματα της οποίας οφείλουν να αναφερθούν. Οι συγκεκριμένοι συγγραφείς παρατήρησαν σαφείς κινητικές (FM-UE) και λειτουργικές (JTT) βελτιώσεις, οι οποίες ωστόσο διατηρήθηκαν και μετά το πέρας του ενός μήνα, γεγονός που γεννά ελπίδες για μακροχρόνια διατήρηση των αποτελεσμάτων της εικονικής αποκατάστασης. Εν δεύτεροις, η FM υπέδειξε σημαντικές βελτιώσεις τόσο για την άκρα χείρα, όσο και για το άπω άνω άκρο.

Δεδομένου ότι το VR σύστημα που χρησιμοποιήθηκε προοριζόταν αποκλειστικά για την άκρα χείρα και όχι για όλο το άνω άκρο, καταδεικνύεται η σημασία της ομαλής λειτουργίας της άκρας χείρας, για την ομαλή λειτουργία όλου του άνω άκρου. Παράλληλα, σημαντική υπήρξε και η βελτίωση των αποτελεσμάτων της FM, στο τέλος των μετρήσεων των Faria, et, al., 2018, ενώ δεν υπήρξαν σημαντικά πλεονεκτήματα στα ADLs, όπως μετρήθηκαν από τις BI και CAHAI. Όσον αφορά ωστόσο την νοητική αποκατάσταση, οι μετρήσεις με την MoCA έδειξαν, πως υπήρξε αντίκτυπο του συγκεκριμένου βιντεοπαιχνιδιού εικονικής πραγματικότητας στην γενική γνωστική λειτουργία και την μνήμη. Παρομοίως ευεργετικά υπήρξαν και τα αποτελέσματα των ερευνών των Shin, et, al., 2014 και Huang, et, al., 2018, με τους τελευταίους να επιτυγχάνουν στην MAS μια μέση αύξηση που προσεγγίζει το 50%.

Πέρα από τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας που προσφέρουν ένα εξατομικευμένο περιβάλλον αποκατάστασης στους ασθενείς με ΑΕΕ, ένας πολύ διαδεδομένος τρόπος αποκατάστασης μέσω video gaming είναι η χρήση εμπορικών διαδραστικών παιχνιδιών. Στην αναζήτησή μας στις πηγές δεδομένων, εντοπίστηκαν τρία υποψήφια εμπορικά διαδραστικά παιχνίδια που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της αποκατάστασης.

Αυτά είναι το **Xbox Kinect** από την Microsoft, το **Wii** από την Nintendo, και το **Playstation EyeToy** από την Sony. Δεδομένου ότι η παραγωγή του EyeToy έχει διακοπεί, (άρα δεν υπάρχει πιθανότητα για κάποια μελλοντική έρευνα), και οι υπάρχουσες μελέτες είναι παλαιότερης χρονολογίας, το διαδραστικό αυτό παιχνίδι αποκλείστηκε από την αναζήτησή μας για την επίδραση των εμπορικών διαδραστικών παιχνιδιών στους ημιπληγικούς ασθενείς.

Οι δύο εταιρίες (Microsoft, Nintendo), κινήθηκαν σε διαφορετικά μονοπάτια για την κατασκευή του διαδραστικού ηλεκτρονικού τους παιχνιδιού. Πιο συγκεκριμένα, ενώ το Wii διαθέτει ένα ασύρματο χειριστήριο (Wiimote) για την καταγραφή της κίνησης των παικτών, το Xbox Kinect ενσωματώνει μια υπέρυθρη κάμερα, προσφέροντας υψηλής ακρίβειας καταγραφή της κίνησης ολόκληρου του σώματος αλλά και αναγνώριση κάθε χειρονομίας του άνω άκρου. Αντίθετα οι ελεγκτές του Wii δεν είναι αρκετά ευαίσθητοι για να παρακολουθούν με ακρίβεια τις κινήσεις των χρηστών, λόγω του γεγονότος ότι οι ασθενείς μπορούν να εξαπατήσουν το σύστημα προσποιούμενοι ότι κάνουν την επιθυμητή κίνηση.

Η χρήση του Wiimote δε, γίνεται ακόμα πιο δύσχρηστη σε περιπτώσεις ασθενών με χαμηλή αντοχή στην λαβή, όπως στην έρευνα των McNulty, et, al., 2016, στους οποίους το τηλεχειριστήριο περιδέθηκε στο χέρι τους με αυτοκόλλητο περιτύλιγμα. Επομένως, όσον αφορά τον διαθέσιμο τεχνολογικό εξοπλισμό των δύο αυτών παιχνιδιών, φαίνεται μια υπεροχή του Xbox Kinect έναντι του Wii.

Στο κομμάτι τώρα των διαθέσιμων ψηφιακών παιχνιδιών, τα δύο βιντεοπαιχνίδια παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες. Και τα δύο ενσωματώνουν δραστηριότητες αθλητικών προσομοιώσεων. Τα Boxing, Bowling, Golf και Tennis, είναι τα κοινά παιχνίδια των δύο κονσολών και όλα αποσκοπούν στο να επιδράσουν στο εύρος κίνησης του ώμου και του αγκώνα, παρέχοντας δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής, ενώ σε μερικά παιχνίδια όπως το Boxing και το Bowling, προωθείται και η κάμψη των δακτύλων. Το Wii, ενσωματώνει ακόμη μία αθλητική προσομοίωση, το Baseball, ενώ το Xbox Kinect παρουσίασε 3 επιπλέον δραστηριότητες, το Mouse Mayhem, το Traffic Control, και το 20.000 Leaks, τα οποία σε αντίθεση με τα Boxing και Bowling, προωθούν την έκταση των δακτύλων. Οι κλίμακες αξιολόγησης της αποκατάστασης που χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές για την αποκατάσταση μέσω VR Gaming, χρησιμοποιήθηκαν και για τις έρευνες που διερεύνησαν την αποκατάσταση μέσω Interactive Video Gaming.

Εξαίρεση αποτελεί η προσθήκη του Καναδικού Μέτρου Επαγγελματικής Απόδοσης (COPM), του Box and Block test για την αξιολόγηση της επιδεξιότητας της άκρας χείρας, και του Wolf Motor Function Test για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας του άνω άκρου, στις έρευνες για τα διαδραστικά ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Οι μελέτες που διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα του Nintendo Wii, επικεντρώθηκαν στην σύγκρισή του με άλλες καινοτόμες τεχνικές φυσικοθεραπείας, ενώ δεν συμπεριέλαβαν στο πρόγραμμα αποκατάστασής τους συμπληρωματική συντηρητική θεραπεία. Έτσι, το Wii φάνηκε να είναι εξίσου αποτελεσματικό με την μέθοδο GRASP (Adie, et, al., 2016), και με την τεχνική mCIMT (McNulty, et, al., 2016), όπως προέκυψε από τις χρησιμοποιηθείσες αξιολογητικές κλίμακες, αλλά η χρήση του Wii φαίνεται να είναι πιο κοστοβόρα από αυτή του GRASP. Τέλος σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια των Thomson, et, al., 2016, που απεστάλησαν σε φυσικοθεραπευτές, φάνηκε πως η πλειονότητα αυτών θα χρησιμοποιούσε το Wii ως μέθοδο συμπληρωματικής θεραπείας, χωρίς όμως να εκλείπουν προβληματισμοί για τον χρόνο που απαιτείται και το κόστος που αυτό επιφέρει.

Παρομοίως ευεργετική φαίνεται να είναι η προσθήκη του Xbox στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου, με τα αποτελέσματα να δείχνουν βελτίωση, τόσο στις κλίμακες αξιολόγησης κινητικότητας και λειτουργικότητας, όσο και σε αυτές που αξιολογούν τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Στις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, οι ερευνητές παραχώρησαν στους συμμετέχοντες δύο από τις διαθέσιμες ψηφιακές δραστηριότητες του Xbox Kinect. Η επιλογή των δραστηριοτήτων αυτών πραγματοποιήθηκε, είτε από τους ίδιους τους συγγραφείς (Turkbey, et, al., 2017), είτε μέσω του COPM για να καταδειχθούν οι δραστηριότητες στις οποίες ο συμμετέχων ήταν λιγότερο ικανός (Aramaki, et, al., 2019), είτε καλώντας τους ίδιους τους ασθενείς να επιλέξουν τα παιχνίδια που τους διεγείρουν το ενδιαφέρον (Lee, et, al., 2013). Στις έρευνες των Lee, et, al., 2013, και Turkbey, et, al., 2017, η χρήση του Xbox Kinect ήταν συμπληρωματική της παραδοσιακής συντηρητικής θεραπείας, ενώ αυτή των Aramaki, et, al., 2019 το διαδραστικό ηλεκτρονικό παιχνίδι παρασχέθηκε ως αποκλειστικό μέσο θεραπείας. Ως εκ τούτου, στην τελευταία κλινική μελέτη δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά λειτουργικά κέρδη, αλλά η ικανοποίηση των ασθενών και η κοινωνική τους συμμετοχή συνέχισαν να είναι αυξημένες.

Καταληκτικά λοιπόν θα λέγαμε, πως τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας προφέρουν ένα εξατομικευμένο περιβάλλον αποκατάστασης του άνω άκρου σαν συμπληρωματική μέθοδος θεραπείας, προάγοντας λειτουργικά οφέλη που συνοδεύονται από νευροπλαστικές αλλαγές. Παράλληλα διεγείρουν το ενδιαφέρον του ασθενή και του παρέχουν επιπλέον κίνητρα για την ολοκλήρωση της θεραπείας του. Τα εμπορικά διαδραστικά παιχνίδια από την άλλη, δεδομένου ότι δεν είναι εξατομικευμένα και δεν δημιουργήθηκαν για τον συγκεκριμένο σκοπό, δεν παρουσιάζουν πάντοτε σοβαρά λειτουργικά κέρδη. Αποτελούν ωστόσο έναν ευχάριστο τρόπο συμπληρωματικής θεραπείας χωρίς να προκαλούν καμία ανεπιθύμητη ενέργεια. Παρόλα αυτά, υπάρχει η ανάγκη διενέργειας περαιτέρω ερευνών, με μεγαλύτερο εύρος δείγματος, κοινές αξιολογητικές κλίμακες και παρόμοιες ψηφιακές δραστηριότητες για να εξαχθεί ένα βέβαιο και έγκυρο συμπέρασμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) μπορεί να οριστεί ως η οξεία εγκατάσταση νευρολογικών σημείων και συμπτωμάτων, που οφείλονται σε διαταραχή της αιμάτωσης του εγκεφάλου.
- Η ανάκτηση της λειτουργίας του άνω άκρου είναι ένας από τους κύριους στόχους των επιζώντων από ΑΕΕ και ιδιαίτερα απαιτητικός.
- Η θεραπεία με βάση το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά με τις παραδοσιακές τεχνικές θεραπείας, συμβάλλοντας στην εκπλήρωση διαφόρων αρχών της κινητικής μάθησης και στην εντατικοποίηση της θεραπείας, τόσο στο κέντρο αποκατάστασης όσο και στο σπίτι.
- Η κάμερα ανίχνευσης κίνησης και τα ηλεκτρονικά γάντια συλλογής δεδομένων αποτελούν τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες επικοινωνίας χρήστη - εικονικού περιβάλλοντος.
- Η πραγματοποίηση κινήσεων κάμψης - έκτασης αγκώνα και ώμου και απαγωγής - προσαγωγής για τον ώμο, είναι πάντα καίριοι στόχοι που σχεδόν όλοι οι ερευνητές προσπαθούν να ενσωματώσουν στα λογισμικά εικονικής τους πραγματικότητας.
- Τα Παιχνίδια Εικονικής Πραγματικότητας προσφέρουν ένα εξατομικευμένο περιβάλλον αποκατάστασης και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου, ιδίως όταν παρέχονται συμπληρωματικά με συμβατική επαγγελματική θεραπεία.
- Παρόλα αυτά η εγγενής απομόνωση και η μονοτονία της αυτοκατευθυνόμενης αποκατάστασης θα μπορούσαν να μειώσουν το ενδιαφέρον του ασθενή.
- Τα Εμπορικά Διαδραστικά Παιχνίδια δεν έχουν σχεδιαστεί για να εισαχθούν στον τομέα της αποκατάστασης. Όμως είναι ένας ευχάριστος τρόπος συμπληρωματικής θεραπείας, εφάμιλλος ορισμένων συγκριθέντων καθιερωμένων τεχνικών θεραπείας, που ενισχύει τα κίνητρα των ασθενών, χωρίς να επιφέρει κάποια ανεπιθύμητη ενέργεια.
- Από αυτά, το Xbox Kinect φαίνεται να είναι πιο εύχρηστο σε σχέση με το Wii λόγω της κάμερας εντοπισμού κίνησης που διαθέτει.
- Υπάρχει ανάγκη διενέργειας περαιτέρω ερευνών, με μεγαλύτερο αριθμό δείγματος και κοινές αξιολογητικές κλίμακες για την εξαγωγή ενός βέβαιου και έγκυρου αποτελέσματος όσον αφορά την επίδραση των VR και Interactive Video Games στον τομέα της αποκατάστασης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Brust, J., 2016.** *ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ, ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑ.* Μετάφραση από Αγγλικά. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers Ltd.
2. **Carr, J., Shepherd R., 2004.** *ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ.* Μετάφραση Από Αγγλικά. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Κατσουδάκης Κωνσταντίνος. Εκδόσεις: Παρισιάνου.
3. **Drake, Richard L. 2007.** *GRAY'S ANATOMIA.* Μετάφραση Από Αγγλικά. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Παναγιώτης Σκανδαλάκης. Εκδόσεις: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη.
4. **Hart, M., 2014.** *ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΝΟΣΩΝ.* Μετάφραση Από Αγγλικά. Εκδόσεις: Πασχαλίδης.
5. **Johnson, E., 2012.** *ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ.* Μετάφραση Από Αγγλικά. Εκδόσεις: Κωνσταντάρας.
6. **Kessler M., 2015.** *ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ.* Μετάφραση από Αγγλικά. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Δάφνη Μπακαλίδου. Εκδόσεις: Κωνσταντάρας.
7. **Snell, R.S., 2008.** *ΚΛΙΝΙΚΗ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΚΗ.* Μετάφραση Από Αγγλικά. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Παπαδόπουλος Νικόλαος. Εκδόσεις Λίτσας - Ιατρικές Εκδόσεις.

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Βαρσαμίδης, Κ., 2016.** *ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.* Γλώσσα Βιβλίου: Ελληνική. Εκδόσεις: UNIVERSITY STUDIO PRESS.
2. **Λογοθέτης, Ι., 2016.** *ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ ΛΟΓΟΘΕΤΗ (Ε' ΕΚΔΟΣΗ).* Γλώσσα Βιβλίου: Ελληνική. Εκδόσεις: UNIVERSITY STUDIO PRESS.
3. **Ρόσμπογλου, Σ., 2012.** *ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ.* Γλώσσα Βιβλίου: Ελληνική. Εκδόσεις: Αφοί Κυριακίδη.

## **ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Adie K, Schofield C, Berrow M, Wingham J, Humfryes J, Pritchard C, James M, Allison R. Does the use of Nintendo Wii Sports™ improve arm function? Trial of Wii™ in Stroke: a randomized controlled trial and economics analysis. *Clin Rehabil.* 2017 Feb;31(2):173-185. doi: 10.1177/0269215516637893. Epub 2016 Jul 10. PMID: 26975313.
2. Ahmad, M. A., Singh, D., Mohd Nordin, N. A., Hooi Nee, K., & Ibrahim, N. (2019). Virtual Reality Games as an Adjunct in Improving Upper Limb Function and General Health among Stroke Survivors. *International journal of environmental research and public health*, 16(24), 5144.
3. Amis, A. A. (1990). Part 1. Upper limb function, shoulder and elbow. *Current Orthopaedics*, 4(1), 21-26.
4. Andaluz V.H., Salazar P.J., Silva S.M., Escudero V.M., Bustamante D.C. Rehabilitation of upper limb with force feedback; Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA); Curico, Chile. 19–21 October 2016; pp. 1–6
5. Aramaki AL, Sampaio RF, Cavalcanti A, Dutra FCMSE. Use of client-centered virtual reality in rehabilitation after stroke: a feasibility study. *Arq Neuropsiquiatr.* 2019 Sep 23;77(9):622-631. doi: 10.1590/0004-282X20190103. PMID: 31553392.
6. Bailey J.O., Bailenson J.N. When Does Virtual Embodiment Change Our Minds? Presence Teleoperators Virtual Environ. 2016;25:222–233. doi: 10.1162/PRES\_a\_00263.
7. Ballester B.R., Nirme J., Camacho I., Duarte E., Rodríguez S., Cuxart A., Duff A., Verschure P.F.M.J. Domiciliary VR-Based Therapy for Functional Recovery and Cortical Reorganization: Randomized Controlled Trial in Participants at the Chronic Stage Post Stroke. *JMIR Serious Games.* 2017;5:e15. doi: 10.2196/games.6773.
8. Bang OY., Clinical Trials of Adult Stem Cell Therapy in Patients with Ischemic Stroke. *J Clin Neurol.* 2016 Jan;12(1):14-20. doi: 10.3988/jcn.2016.12.1.14. Epub 2015 Nov 26. PMID: 26610894; PMCID: PMC4712282.
9. Barrett, N., Swain, I., Gatzidis, C., & Mecheraoui, C. (2016). The use and effect of video game design theory in the creation of game-based systems for upper limb stroke rehabilitation. *Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*, 3, 2055668316643644.
10. Basteris A., Nijenhuis S. M., Stienen A. H., Buurke J. H., Prange G. B., Amirabdollahian F. Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke: a framework for classification based on a systematic review. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation.* 2014;11(1):1–15. doi: 10.1186/1743-0003-11-111



11. Bedigian (November 20, 2006). "Wii Sports Review". GameZone. Archived from the original on December 7, 2006. Retrieved August 3, 2020.
12. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, de Ferranti SD, Floyd J, Fornage M, Gillespie C, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2017
13. Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. 2nd Edition. London: Butterworth-Heinemann, 1990.
14. Bower, K. J., Louie, J., Landesrocha, Y., Seedy, P., Gorelik, A., & Bernhardt, J. (2015). Clinical feasibility of interactive motion-controlled games for stroke rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12, 63. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0057-x>
15. Buddenberg LA, Davis C. Test-retest reliability of the Purdue Pegboard Test. *Am J Occup Ther*. 2000 Sep-Oct;54(5):555-8. doi: 10.5014/ajot.54.5.555. PMID: 11006818.
16. Cameirão, M. S., Pereira, F., and Bermúdez i Badia, S. (2017). "Virtual reality with customized positive stimuli in a cognitive-motor rehabilitation task," in Proceedings of the 2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR), Montreal, QC, 1–7. doi: 10.1109/ICVR.2017.8007543
17. Chiang V.C., Lo K.H., Choi K.S. Rehabilitation of activities of daily living in virtual environments with intuitive user interface and force feedback. *Disabil*.
18. Chang, W. H., & Kim, Y. H. (2013). Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of stroke*, 15(3), 174–181. <https://doi.org/10.5853/jos.2013.15.3.174>
19. Corbetta D, Sirtori V, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy in stroke patients: systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010 Dec;46(4):537-44. PMID: 21224785.
20. Daniella M, Mishre RR, van Oort A, Bodde K, Aerden LA. Depression is an independent determinant of life satisfaction early after stroke. *J Rehabil Med*. 2017 Mar 6;49(3):223-227. doi: 10.2340/16501977-2199. PMID: 28218342.
21. Demain S, Burridge J, Ellis-Hill C. Assistive technologies after stroke: self management or fending for yourself? A focus group study. *BMC Health Services Research* 2013;13:334.
22. Dennis, M. S., Bamford, J. M., Sandercock, P. A., & Warlow, C. P. (1989). Incidence of transient ischemic attacks in Oxfordshire, England. *Stroke*, 20(3), 333-339.

23. Duncan PW, Bode RK, Lai SM, Perera S, Investigators GAINA. Rasch analysis of a new stroke-specific outcome scale: the Stroke Impact Scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(7):950–63.
24. Faria AL, Cameirão MS, Couras JF, Aguiar JRO, Costa GM, Bermúdez I Badia S. Combined Cognitive-Motor Rehabilitation in Virtual Reality Improves Motor Outcomes in Chronic Stroke - A Pilot Study. *Front Psychol.* 2018 May 30;9:854. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00854. PMID: 29899719; PMCID: PMC5988851.
25. Gandhi, D. B., Sterba, A., Khatter, H., & Pandian, J. D. (2020). Mirror Therapy in Stroke Rehabilitation: Current Perspectives. *Therapeutics and clinical risk management*, 16, 75–85.
26. Gladstone, D. J., Danells, C. J., & Black, S. E. (2002). The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabilitation and neural repair*, 16(3), 232-240.
27. Goodkin DE, Hertsgaard D, Seminary J. Upper extremity function in multiple sclerosis: improving assessment sensitivity with box-and-block and nine-hole peg tests. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988 Oct;69(10):850-4. PMID: 3178453.
28. Hara Y, Ogawa S, Tsujiuchi K, Muraoka Y., *Disabil Rehabil.* 2008; 30(4):296-304. A home-based rehabilitation program for the hemiplegic upper extremity by power-assisted functional electrical stimulation.
29. Huang X., Naghdy F., Naghdy G., Du H. Clinical effectiveness of combined virtual reality and robot assisted fine hand motion rehabilitation in subacute stroke patients; Proceedings of the 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR); London, UK. 17–20 July 2017; pp. 511–515.
30. Hung, Y. X., Huang, P. C., Chen, K. T., & Chu, W. C. (2016). What Do Stroke Patients Look for in Game-Based Rehabilitation: A Survey Study. *Medicine*, 95(11), e3032.
31. Johansson GM, Häger CK. A modified standardized nine hole peg test for valid and reliable kinematic assessment of dexterity post-stroke. *J Neuroeng Rehabil.*
32. Kayla B. Hindle,<sup>1</sup> Tyler J. Whitcomb,<sup>1</sup> Wyatt O. Briggs,<sup>1</sup> and Junggi Hong<sup>1</sup> Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function 2012 Mar; 31: 105–113.
33. Kim, Won-Seok et al. “Clinical Application of Virtual Reality for Upper Limb Motor Rehabilitation in Stroke: Review of Technologies and Clinical Evidence.” *Journal of clinical medicine* vol. 9,10 3369. 21 Oct. 2020, doi:10.3390/jcm9103369
34. Kitago T, Krakauer JW. *Handb Clin Neurol.* 2013; 110():93-103. Motor learning principles for neurorehabilitation.

35. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, et al. The effectiveness of the Bobath Concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?. *Stroke* 2009;40(4):e89–e97.
36. Kuo, C. L., & Hu, G. C. (2018, December 1). Post-stroke Spasticity: A Review of Epidemiology, Pathophysiology, and Treatments. *International Journal of Gerontology*. Elsevier (Singapore)
37. Kwakkel, Gert, PhD,1,2 Janne M. Veerbeek, MSc,1 Erwin E.H. van Wegen, PhD,1 and Steven L. Wolf, PhD, FPTA, FAHAConstraint-Induced Movement Therapy after Stroke *Lancet Neurol.* 2015 Feb; 14(2): 224–234.
38. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2: CD008349.
39. Lee G. Effects of training using video games on the muscle strength, muscle tone, and activities of daily living of chronic stroke patients.
40. Levin MF, Weiss PL, Keshner Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles. *Phys Ther.* 2015 Mar; 95(3):415-25.
41. Louise A. Connell, Naoimh E. McMahon, Caroline L. Watkins, Janice J. Eng, Therapists's Use of the Graded Repetitive Arm Supplementary Program (GRASP) Intervention: A Practice Implementation Survey Study, *Physical Therapy* , Volume 94, Issue 5, 1 Μαΐου 2014, Σελίδες 632–643, <https://doi.org/10.2522/ptj.20130240>
42. Mace M, Kinany N, Rinne P, Rayner A, Bentley P, Burdet E. Balancing the playing field: collaborative gaming for physical training. *J Neuroeng Rehabil.* 2017;14:116.
43. Malešević NM, Popović Maneski LZ, Ilić V, Jorgovanović N, Bijelić G, Keller T, Popović DB. *Neuroeng Rehabil.* 2012 Sep 25; 9(9):66.A multi-pad electrode based functional electrical stimulation system for restoration of grasp.
44. Mani S, Mutha PK, Przybyla A, Haaland KY, Good DC, Sainburg RL. Contralesional motor deficits after unilateral stroke reflect hemisphere-specific control mechanisms. *Brain.* 2013 Apr;136(Pt 4):1288-303. doi: 10.1093/brain/aws283. Epub 2013 Jan 28. PMID: 23358602; PMCID: PMC3613707.
45. McCombe Waller S, Whitall J. Bilateral arm training: why and who benefits?. *NeuroRehabilitation* 2008;23:29–41.
46. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, et al. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2011;25(3):223–33.

47. Morris DM, Uswatte G, Crago JE, Cook EW 3rd, Taub E. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Jun;82(6):750-5. doi: 10.1053/apmr.2001.23183. PMID: 11387578.
48. Pavlova, E.L. & Borg, J. 2018, "Impact of Tactile Sensation on Dexterity: A Cross-Sectional Study of Patients With Impaired Hand Function After Stroke", *Journal of motor behavior*, vol. 50, no. 2, pp. 134-143.
49. Pennati, G.V., Plantin, J., Borg, J. & Lindberg, P. 2016, "Normative NeuroFlexor data for detection of spasticity after stroke: a cross-sectional study", *Journal Of Neuroengineering And Rehabilitation*, vol. 13, pp. 30-30
50. Pollock, A., Farmer, S. E., Brady, M. C., Langhorne, P., Mead, G. E., Mehrholz, J., & van Wijck, F. (2014). Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11).
51. Ramírez-Fernández C., Morán A.L., García-Canseco E. Haptic feedback in motor hand virtual therapy increases precision and generates less mental workload; *Proceedings of the 2015 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*; Istanbul, Turkey. 20–23 May 2015; pp. 280–286.
52. Shelton Fde NAP, Reding MJ(2001) Effect of lesion location on upper limb motor recovery after stroke 32:107-112
53. Shin JH, Ryu H, Jang SH. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. *J Neuroeng Rehabil.* 2014 Mar 6;11:32. doi: 10.1186/1743-0003-11- 32. PMID: 24597650; PMCID: PMC3975728.
54. Shin JH, Kim MY, Lee JY, Jeon YJ, Kim S, Lee S, Seo B, Choi Y. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2016 Feb 24;13:17. doi: 10.1186/s12984-016-0125-x. PMID: 26911438; PMCID: PMC4765099.
55. Shumway-Cook Anne, Marjorie H. Woollacott, 2012. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*
56. Slater M., Wilbur S. A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 2015;6:603–616. doi: 10.1162.
57. Smania, N., Picelli, A., Gandolfi, M., Fiaschi, A., & Tinazzi, M. (2008). Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. *Neurological Sciences*, 29(5), 313.
58. Stern, E. B., Efficacy and Efficiency: Self-Designed Versus Instructor-Designed Study Tools Erica B. Stern, Ruth S. Hassanein

59. Stewart, K. C. J. H. Cauraugh, and J. J. Summers, "Bilateral movement training and stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis," *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 244, no. 1-2, pp. 89–95, 2006.
60. Sucar L.E., Orihuela-Espina F., Velazquez R.L., Reinkensmeyer D.J., Leder R., Hernandez-Franco J. Gesture therapy: An upper limb virtual reality-based motor rehabilitation platform. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 2014;22:634– 643. doi: 10.1109/TNSRE.2013.2293673.
61. Tanaka K, Parker J, Baradoy G, et al. A comparison of exergaming interfaces for use in rehabilitation programs and research. *Loading* 2012; 6: 69–81.
62. Térémetz, M., Colle, F., Hamdoun, S., Maier, M. A., & Lindberg, P. G. (2015). A novel method for the quantification of key components of manual dexterity after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12, 64. [https://doi.org/ 10.1186/s12984-015-0054-0](https://doi.org/10.1186/s12984-015-0054-0)
63. Thrasher TA, Zivanovic V, McIlroy W, Popovic MR. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008 Nov-Dec; 22(6):706-14. Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy.
64. Thompson-Butel AG, Lin GG, Shiner CT, McNulty PA. Two common tests of dexterity can stratify upper limb motor function after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2014; 28:788–96.
65. Thomson, K., Pollock, A., Bugge, C., & Brady, M. C. (2016). Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a survey of current practice. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(6), 454-461.
66. Triandafilou KM, Tsoupikova D, Barry AJ, Thielbar KN, Stoykov N, Kamper DG. Development of a 3D, networked multi-user virtual reality environment for home therapy after stroke. *J Neuroeng Rehabil*. 2018 Oct 5;15(1):88. doi: 10.1186/s12984-018-0429-0. PMID: 30290777; PMCID: PMC6173932.
67. Türkbey TA, Kutlay S, Gök H. Clinical feasibility of Xbox Kinect™ training for stroke rehabilitation: A single-blind randomized controlled pilot study. *J Rehabil Med*. 2017 Jan 19;49(1):22-29. doi: 10.2340/16501977-2183. PMID: 27973678.
68. Ventura S, Brivio E, Riva G, Immersive Versus Non-immersive Experience: Εξερεύνηση της σκοπιμότητας της αξιολόγησης μνήμης μέσω της τεχνολογίας 360. *Baños RM Front Psychol*. 2019; 10():2509.
69. Weiss P, Kizony R, Feintuch U, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation. In: Selzer M, Cohen L, Gage F, Clarke S, Duncan P editor(s). *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation*. Cambridge University Press, 2006:182-97.
70. Wuensch, Karl L. (October 4, 2005). "What is a Likert Scale? and How Do You Pronounce 'Likert?'". East Carolina University. Retrieved April 30, 2009.
71. Yavuzer G, Senel A, Atay M, Stam H. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2008;44(3):237–244

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Πίνακας 8.2:** Τα παιχνίδια του Xbox Kinect με το περιεχόμενο και την επίδρασή τους.

Παιχνίδι	Περιγραφή Παιχνιδιού	Κύρια Αποτελέσματα
<p>Boxing</p> 	<p>Ένας αγώνας Μποξ, στον οποίο οι χρήστες χρησιμοποιούν τα άνω άκρα τους για να ρίξουν γροθιές και να νικήσουν τον αντίπαλο.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος του ώμου και αγκώνα και των δυο άνω άκρων. Τα δάχτυλα κεκαμμένα. Δυνατότητες βελτίωσης κίνησης άκρων, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Bowling</p> 	<p>Ένα παιχνίδι Μπόουλινγκ στο οποίο ο παίκτης πρέπει να ρίξει μια μπάλα και να χτυπήσει τον μεγαλύτερο αριθμό από κορύνες.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος του ώμου, του αγκώνα και των δακτύλων, στο ένα άκρο. Δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, συγκράτησης μπάλας, κίνησης άκρων, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Table Tennis</p> 	<p>Ένα παιχνίδι Επιτραπέζιο Τένις στο οποίο ο χρήστης χτυπά μια μικρή μπάλα στην άλλη μεριά του τραπεζιού, χρησιμοποιώντας μια μικρή ρακέτα.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος του ώμου και του αγκώνα και των δύο άνω άκρων. Δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, συγκράτησης ρακέτας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Golf</p> 	<p>Ο παίκτης πρέπει να χτυπήσει μια μπάλα με ένα μαστούνι του Γκολφ για να την τοποθετήσει στην ειδική εσοχή με την κόκκινη σημαία.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος όλου του άνω άκρου. Δυνατότητες βελτίωσης συγκράτησης μαστουνιού, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Tennis</p> 	<p>Ένα παιχνίδι Τένις στο οποίο ο παίκτης πρέπει να χτυπήσει μια μπάλα στην άλλη πλευρά του γηπέδου χρησιμοποιώντας μια ρακέτα.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος όλου του άνω άκρου. Δυνατότητες βελτίωσης συγκράτησης ρακέτας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Traffic Control</p> 	<p>Ο παίκτης χρησιμοποιεί τα χέρια του σαν γέφυρες για να καθοδηγήσει τα χρωματιστά οχήματα στον κατάλληλο δρόμο σύμφωνα με το κατάλληλο χρώμα.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος όλου του άνω άκρου. Δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>Mouse Mayhem</p> 	<p>Ο παίκτης πρέπει να χτυπήσει τα ποντίκια χωρίς να ακουμπήσει τα εμπόδια.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος όλου του άνω άκρου. Δάχτυλα εκτεταμένα. Δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>
<p>20,000 Leaks</p> 	<p>Ο παίκτης βρίσκεται μέσα σε ένα ενυδρείο και πρέπει να καλύψει τις διαρροές του τζαμιού που προκαλούνται από διάφορα ψάρια.</p>	<p>Επίδραση στο εύρος όλου του άνω άκρου. Δάχτυλα εκτεταμένα. Δυνατότητες βελτίωσης σταθερότητας, ρυθμού, συγκέντρωσης και προσοχής.</p>