



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

**Ρομποτικά μέσα στην αποκατάσταση άνω και  
κάτω άκρων σε άτομα μετά από αγγειακό  
εγκεφαλικό επεισόδιο**

**“Robotics in upper and lower limb  
rehabilitation after stroke.”**

«Ανασκόπηση Αρθρογραφίας»

Σπουδαστής: Βασίλειος Κακάκης

A.M.: 2327

Εισηγητής: Άρης Δερμιτζάκης

ΑΙΓΙΟ - 2021

**Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, Δρ. Δερμιτζάκη Άρη, για την συνεισφορά του στην εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας, προσφέροντας μου απλόχερα τις γνώσεις και την καθοδήγησή του.**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η επιστήμη της φυσικοθεραπείας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της φυσικής αποκατάστασης της υγείας ενός ανθρώπου. Ως ξεχωριστή επιστήμη θεραπείας, προάγει και υποστηρίζει τη σωματική και ψυχολογική υγεία του ατόμου τόσο μεμονωμένα όσο και σε συνεργασία με άλλες επιστήμες, με σκοπό την επιστροφή του ασθενή στις καθημερινές του δραστηριότητες χωρίς δυσκολίες. Μέσω της φυσικοθεραπείας παρέχεται πρόληψη και θεραπεία σε παθήσεις νευρολογικές, μυοσκελετικές, καρδιαγγειακές και αναπνευστικές.

Ένα από τα νοσήματα που έχουν αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια είναι το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο είναι απαραίτητο να λάβουν θεραπεία αποκατάστασης από φυσικοθεραπευτή, με σκοπό την επανάκτηση του πλήρη ελέγχου των μελών και άκρων που δυσλειτουργούν, ώστε να αποφευχθεί τυχόν μόνιμη αναπηρία.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, λοιπόν, έχουν δημιουργηθεί καινούρια και πιο εξελιγμένα μέσα αποκατάστασης των ασθενών, για οποιοδήποτε τραυματισμό ή νόσημα. Ειδικότερα στην περίπτωση των ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, έχει υπάρξει μεγάλη αύξηση στη χρήση ρομποτικών μέσων με στόχο την αποκατάσταση της κινητοποίησης των άκρων των πασχόντων ατόμων.

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση λοιπόν, θα αναλυθούν έρευνες των τελευταίων δέκα ετών, με σκοπό την αξιολόγηση και τη σύγκριση των σύγχρονων ρομποτικών μέσων που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση άνω και κάτω κινητικών δυσλειτουργιών, σε ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα νοσήματα της τελευταίας δεκαετίας με μέχρι και 15 εκατομμύρια πάσχοντες τον χρόνο. Μετά από ένα τόσο σοβαρό νόσημα είναι απαραίτητη η θεραπεία αποκατάστασης να γίνεται με τον αποτελεσματικότερο τρόπο, ώστε να αποφευχθούν να γίνουν μόνιμα αρκετά από τα προβλήματα που έχουν προκληθεί. Για τον λόγο αυτό η επιστήμη της φυσικοθεραπείας πρέπει να ενημερώνεται για τα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα και να τα ενσωματώνει στα θεραπευτικά πλάνα της.

**Σκοπός:** Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που ακολουθεί, θα κάνει ενημέρωση και επεξήγηση των ρομποτικών μέσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις θεραπείες με σκοπό να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία των άνω και κάτω άκρων του ασθενή, καθώς επίσης και ανάλυση του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου ως πάθηση. Σκοπός της έρευνας είναι η επισήμανση της διαφοράς απόδοσης που παρατηρείται στις θεραπείες ασθενών, με τη χρήση ρομποτικών μέσων σε σχέση με τις συμβατικές θεραπείες αποκατάστασης.

**Μεθοδολογία:** Για την εκπόνηση της εργασίας έγινε αναζήτηση των ακόλουθων βάσεων επιστημονικών δεδομένων : PubMed, Google Scholar, ResearchGate, αλλά και σε επιστημονικά περιοδικά και βιβλιοθήκες. Τα κριτήρια που λήφθηκαν για την επιλογή των επιστημονικών άρθρων ήταν, η γλώσσα συγγραφής τους να είναι κυρίως η αγγλική, το έτος συγγραφής να είναι μετά από το 2010 και τα άρθρα να αφορούν τα ρομποτικά μέσα ή/και το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο καθώς και τις κινητικές δυσκολίες που προκαλούνται από αυτό.

**Συμπεράσματα:** Τα σύγχρονα ρομποτικά μέσα θα έπρεπε να έχουν ήδη ενταχθεί στις θεραπείες αποκατάστασης, καθώς εμφανίζεται αυξημένη απόδοση και αρκετά σημαντική κλινική διαφορά στις θεραπείες που τα περιλαμβάνουν. Παρόλα αυτά, οι πρωτοποριακές τους τεχνολογίες και τα ποιοτικά υλικά κατασκευής τους, αναγκάζουν τους κατασκευαστές να θέτουν αρκετά υψηλές τιμές, με αποτέλεσμα τα ρομποτικά μέσα να απουσιάζουν από τα σύγχρονα φυσικοθεραπευτήρια.

**Λέξεις Κλειδιά:** stroke, rehabilitation, robotics, assistive technology, physiotherapy, upper limbs, lower limbs, gait training, motor impairment

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Γενικό Μέρος.....	5
1.1 Ορολογία Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.....	5
1.2 Επιδημιολογία.....	7
1.3 Παράγοντες Κινδύνου .....	10
1.4 Διάγνωση .....	13
1.5 Κλινική Εικόνα Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου .....	17
1.6 Κλινική Εικόνα Πασχόντων Άνω Άκρων.....	18
1.7 Κλινική Εικόνα Πασχόντων Κάτω Άκρων .....	19
1.8 Φυσικοθεραπευτική Παρέμβαση και Θεραπεία .....	20
2. Ειδικό Μέρος.....	23
2.1 Ορισμός Ρομποτικών Μέσων .....	23
2.2 Κατηγορίες Ρομποτικών Μέσων .....	24
2.3 Ρομποτικά Μέσα Άνω Άκρων .....	26
2.4 Ρομποτικά Μέσα Κάτω Άκρων .....	29
2.5 Αποτελεσματικότητα Ρομποτικών Μέσων .....	31
2.6 Σύγκριση Μεταξύ Συμβατικής Θεραπείας και Ρομποτικής.....	33
2.7 Παράγοντες Επιρροής της Χρήσης Ρομποτικών Μέσων .....	34
3. Συμπεράσματα .....	35
4. Βιβλιογραφία .....	36

# 1. Γενικό Μέρος

## 1.1 Ορολογία Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες αναπηρίας και θανάτου παγκοσμίως (Ralph, 2013). Ο όρος εγκεφαλικό από την αρχαιότητα έως σήμερα, έχει αποτυπωθεί με πολλές και διάφορες έννοιες (Alexander, 2017). Πιο αναλυτικά στην εποχή του Ιπποκράτη, ο ίδιος το ονόμαζε «αποπληξία», λόγω του ότι έμοιαζε με θανατηφόρο χτύπημα και θεωρούταν μέχρι και τον 19<sup>ο</sup> αιώνα από δύσκολο έως αδύνατο να θεραπευτεί, κάτι που δεν συμβαδίζει επακριβώς με τα σημερινά δεδομένα (Alexander, 2017). Επιπλέον, ο όρος «αποπληξία» θεωρούταν ταιριαστός εκείνη την εποχή, διότι σύμφωνα με τον Ιπποκράτη, οι ασθενείς που νοσούσαν, χαρακτηρίζονταν από την απώλεια βασικών λειτουργιών του εγκεφάλου, όπως την έλλειψη ομιλίας, την αίσθηση πόνου και την μειωμένη ανταπόκριση (Alexander, 2017).

Ο όρος «εγκεφαλικό» επισημοποιήθηκε στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα (1960), όταν αποδείχθηκε ότι για τις πρώτες 7 μέρες και ύστερα, από την εμφάνιση των νευρολογικών ελλείψεων του πάσχοντος, ευθυνόταν εγκεφαλικό έμφραγμα και όχι ισχαιμικό νευρολογικό έλλειμα όπως θεωρούσαν οι επιστήμονες της εποχής (Alexander, 2017). Πριν από αυτό η διάγνωση του νοσήματος ως «εγκεφαλικό», γινόταν μόνο αν τα συμπτώματα παρέμεναν για περισσότερο από 7 μέρες (Alexander, 2017). Αυτό οδήγησε στο να θεωρηθεί ο όρος «ισχαιμικό νευρολογικό έλλειμα» ως απαρχαιωμένος και κατά συνέπεια να σταματήσει να χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες (Alexander, 2017).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O.) το 1970, κατά το εγκεφαλικό επεισόδιο αναπτύσσονται «ταχέως κλινικά συμπτώματα εστιακής (ή σφαιρικής) διαταραχής της εγκεφαλικής λειτουργίας, που διαρκεί περισσότερο από 24ις ώρες ή οδηγεί σε θάνατο, χωρίς προφανή αιτία που να είναι διαφορετική από εκείνη της αγγειακής προέλευσης» (Ralph, 2013). Αυτός ο ορισμός του Παγκοσμίου Οργανισμού Υγείας, στον οποίο βασίζεται η παρούσα εργασία και αποτελεί τον πιο πολυχρησιμοποιημένο μέχρι σήμερα, εστιάζει κυρίως στα κλινικά συμπτώματα και έρχεται σε αντιπαράθεση με την Αμερικάνικη Ένωση Καρδιολογίας, καθώς δεν θεωρείται ακριβής. Λόγω, λοιπόν των πολυετών ερευνητικών ανακαλύψεων και της προόδου που έχει γίνει στον τομέα της υγείας τα τελευταία 40 χρόνια, θεωρείται απαραίτητο να γίνει αναβάθμιση στον ορισμό του εγκεφαλικού, ώστε να καλύπτει πλήρως όλες τις πιθανές αιτίες πρόκλησής του (Ralph, 2013).

Για να θεωρηθεί ο ορισμός του εγκεφαλικού επαρκής θα πρέπει να περιλαμβάνει τους ορισμούς των παρακάτω παθήσεων:

**Έμφραγμα Κεντρικού Νευρικού Συστήματος:** νέκρωση των κυττάρων που βρίσκονται στον εγκέφαλο, τον νωτιαίο μυελό ή τον αμφιβληστροειδή λόγω ισχαιμίας.

**Ισχαιμικό Εγκεφαλικό Επεισόδιο:** νευρολογική δυσλειτουργία που προκύπτει από εστιακό έμφραγμα τον εγκέφαλο, τη σπονδυλική στήλη ή τον αμφιβληστροειδή.

**Σιωπηλό Έμφραγμα Κεντρικού Νευρικού Συστήματος:** η απεικόνιση ή νευροπαθολογική ένδειξη εμφράγματος του κεντρικού νευρικού συστήματος, χωρίς την ύπαρξη ιστορικού οξείας νευρολογικής δυσλειτουργίας που να σχετίζεται με την βλάβη.

**Ενδοεγκεφαλική Αιμορραγία:** εστιακή συσσώρευση αίματος στο εγκεφαλικό παρέγχυμα ή στο κοιλιακό σύστημα χωρίς να έχει προκληθεί κάποιο τραύμα.

**Εγκεφαλικό Επεισόδιο Λόγω Ενδοεγκεφαλικής Αιμορραγίας:** ταχεία ανάπτυξη κλινικών σημείων που παρουσιάζουν νευρολογική δυσλειτουργία, τα οποία σχηματίζονται λόγω εστιακής συσσώρευσης αίματος εσωτερικά του εγκεφαλικού παρεγχύματος ή του κοιλιακού συστήματος χωρίς να έχει προκληθεί από τραύμα.

**Σιωπηλή Εγκεφαλική Αιμορραγία:** εστιακή συσσώρευση χρόνιων προϊόντων αίματος στο παρέγχυμα, στον υπαραχνοειδή χώρο ή στο κοιλιακό σύστημα του εγκεφάλου, που γίνεται ορατή μέσω νευροαπεικόνισης ή νευροπαθολογικής εξέτασης και δεν έχει προκληθεί τραύμα, ούτε υπάρχει ιστορικό οξείας νευρολογικής δυσλειτουργίας που να σχετίζεται με την βλάβη.

**Υπαραχνοειδής Αιμορραγία:** αιμορραγία στον υπαραχνοειδή χώρο, δηλαδή στο διάστημα μεταξύ της αραχνοειδούς μεμβράνης και της κοιλότητας του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού.

**Εγκεφαλικό Επεισόδιο Λόγω Υπαραχνοειδής Αιμορραγίας:** ταχεία ανάπτυξη κλινικών σημείων νευρολογικής δυσλειτουργίας ή/και κεφαλαλγίας, λόγω αιμορραγίας στον υπαραχνοειδή χώρο, χωρίς να έχει προκληθεί από τραύμα.

**Εγκεφαλικό Επεισόδιο Λόγω Εγκεφαλικής Φλεβικής Θρόμβωσης:** έμφραγμα ή αιμορραγία στον εγκέφαλο, στον νωτιαίο μυελό ή στον αμφιβληστροειδή, που οφείλεται σε θρόμβωση εγκεφαλικής φλεβικής δομής. Απαραίτητο θεωρείται να γίνει αναφορά στο ότι τα συμπτώματα και τα σημεία που προκαλούνται από αναστρέψιμο οίδημα χωρίς έμφραγμα ή αιμορραγία δεν χαρακτηρίζονται ως εγκεφαλικό επεισόδιο.

**Εγκεφαλικό Επεισόδιο Χωρίς Προσδιορίσιμη Αιτία:** επεισόδιο οξείας νευρολογικής δυσλειτουργίας που υποθετικά προκαλείται από αιμορραγία ή ισχαιμία και διαρκεί το λιγότερο 24ις ώρες, ενώ μπορεί να οδηγήσει και στον θάνατο, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για να ταξινομηθεί σε έναν από τους παραπάνω ορισμούς (Ralph, 2013).

## 1.2 Επιδημιολογία

Το εγκεφαλικό είναι η δεύτερη κυριότερη αιτία θανάτου για άτομα άνω των 60 ετών όντας μια χρόνια ασθένεια που μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνια αναπηρία και έντονο πόνο. Η παγκόσμια επιβάρυνση αυτής της κατάστασης αυξάνεται καθώς ο πληθυσμός γερνάει. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, περίπου 16,9 εκατομμύρια άνθρωποι βιώνουν από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο το χρόνο. Το ποσοστό θνησιμότητας στους άνδρες είναι περίπου 1,5 φορές υψηλότερο από αυτό των γυναικών (Kavga, 2015).

Τις τελευταίες δεκαετίες, το ποσοστό θνησιμότητας έχει μειωθεί σε πολλές χώρες του δυτικού κόσμου. Παρόλα αυτά οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης έχουν παρουσιάσει αύξηση της θνησιμότητας, λόγω παραγόντων όπως η ποιότητα ζωής, η γεωγραφική θέση, το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και το σύστημα υγείας κάθε χώρας. Στην Ευρώπη, καθώς και στον υπόλοιπο κόσμο, τα εγκεφαλικά επεισόδια αποτελούν τη δεύτερη κυριότερη αιτία θανάτου. Αντιπροσωπεύουν το 10,8% όλων των θανάτων, με τους περισσότερους από αυτούς να βρίσκονται σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (Kavga, 2015). Ο έλεγχος της υπέρτασης, του σακχαρώδους διαβήτη, της υψηλής χοληστερόλης και της διακοπής του καπνίσματος κατά τη δεκαετία του 1970 έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στη μείωση της θνησιμότητας από εγκεφαλικά επεισόδια (Alan, 2014).

Επιπλέον, το ποσοστό θνησιμότητας μειώθηκε τόσο στις ανεπτυγμένες, όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες κατά την περίοδο 20 ετών μεταξύ 1990 και 2010. Μια ανασκόπηση περισσότερων από εκατό μελετών αποκάλυψε ότι η μείωση των ποσοστών θνησιμότητας ήταν πιο εμφανής στις αναπτυσσόμενες χώρες (Kavga, 2015). Το ποσοστό θανάτου από εγκεφαλικό μειώθηκε κατά 38% από το 2000 έως το 2010. Ο αριθμός των θανάτων από εγκεφαλικό μειώθηκε επίσης κατά 22,8% από το 2000 έως το 2010. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν πάνω από 800.000 άτομα που ζουν με επαναλαμβανόμενα εγκεφαλικά επεισόδια (Alan, 2014).

Η μείωση της θνησιμότητας από εγκεφαλικά επεισόδια ήταν αποτέλεσμα της μεγάλης βελτίωσης της δημόσιας υγείας που έχει σημειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Τούτη η σημαντική βελτίωση της δημόσιας υγείας, βοήθησε στην κινητοποίηση μεγαλύτερου ενδιαφέροντος και προσοχής της υγείας για όλα τα φύλα, τις φυλές και τις ηλικιακές ομάδες, κάτι που οδήγησε στο να παρατηρηθεί μείωση της συχνότητας των εγκεφαλικών επεισοδίων και των ποσοστών θνησιμότητας σε μεγαλύτερο βαθμό (Alan, 2014).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το 2010, το ποσοστό θνησιμότητας που αποδίδεται στο εγκεφαλικό ήταν 39,1 ανά 100.000 άτομα. Σε μεταanalύσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2003, η παρουσία μέτριων και χαμηλών επιπέδων σωματικής δραστηριότητας συνδέθηκε αντιστρόφως ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης ολικού εγκεφαλικού, η υψηλή κατανάλωση νατρίου συσχετίστηκε με μεγαλύτερο κίνδυνο εγκεφαλικού, ενώ ταυτόχρονα η καθημερινή κατανάλωση μερίδας φρούτων και λαχανικών παρουσίασε έως και 5% χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου (Alan, 2014).



## Διεθνή Ποσοστά Θανάτου Από Εγκεφαλικό Επεισόδιο Σε Διάφορες Χώρες

<i>ΧΩΡΕΣ</i>	<i>ΑΝΤΡΕΣ 35-74</i>	<i>ΓΥΝΑΙΚΕΣ 35-74</i>
<i>Αργεντινή (2010)</i>	62,9	35,5
<i>Αυστρία (2011)</i>	23,7	14,4
<i>Αυστραλία (2011)</i>	18,7	13,5
<i>Βέλγιο (2009)</i>	30,8	20,5
<i>Βραζιλία (2010)</i>	95,8	63,0
<i>Γαλλία (2009)</i>	24,3	13,8
<i>Γερμανία (2011)</i>	27,8	17,2
<i>Δανία (2011)</i>	29,1	20,7
<i>Ελβετία (2010)</i>	16,3	11,1
<i>Ηνωμένες Πολιτείες (2010)</i>	28,4	21,6
<i>Ηνωμένο Βασίλειο (2010)</i>	29,8	21,6
<i>Ιαπωνία (2011)</i>	49,0	21,6
<i>Ιρλανδία (2009)</i>	29,2	21,9
<i>Ισπανία (2010)</i>	28,1	14,6
<i>Ισραήλ (2010)</i>	24,0	14,5
<i>Ιταλία (2010)</i>	27,8	16,1
<i>Καναδάς (2009)</i>	19,2	14,5
<i>Κούβα (2010)</i>	80,1	61,0
<i>Μεξικό (2010)</i>	46,0	36,0
<i>Νέα Ζηλανδία (2009)</i>	26,5	23,0
<i>Νότια Κορέα (2011)</i>	28,5	28,5
<i>Νορβηγία (2011)</i>	25,0	15,8
<i>Ολλανδία (2011)</i>	21,9	16,7
<i>Ουγγαρία (2011)</i>	108,6	52,1
<i>Ουκρανία (2011)</i>	220,8	119,7
<i>Πορτογαλία (2011)</i>	53,7	29
<i>Ρουμανία (2010)</i>	195,9	111,4
<i>Ρωσία (2010)</i>	299,2	155
<i>Σουηδία (2010)</i>	26,3	16,2
<i>Τσεχία (2011)</i>	55,6	30,1

Ο παραπάνω πίνακας περιλαμβάνει τα διεθνή ποσοστά θανάτου ατόμων από 35 έως 74 χρονών, από εγκεφαλικό επεισόδιο, σε διάφορες χώρες ανά 100.000 άτομα. Οι χώρες είναι ταξινομημένες σε αλφαβητική σειρά και δίπλα από την καθεμία φαίνεται η χρονολογία που έγινε η καταμέτρηση (Alan, 2014).

Το 2012, υπήρξαν 6,7 εκατομμύρια θάνατοι λόγω εγκεφαλικού. Μέχρι το 2030, υπολογίζεται ότι ο αριθμός των νεκρών θα φτάσει περίπου τα 7,9 εκατομμύρια άτομα. Η ενδοεγκεφαλική αιμορραγία, ή ισχαιμικό εγκεφαλικό, είναι η πιο κοινή αιτία εγκεφαλικού. Αντιπροσωπεύει το 86% όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων. Μετά από ένα εγκεφαλικό, περίπου το 10% των ασθενών αναρρώνουν πλήρως. Το 25% επιβιώνει με μικρή υπολειπόμενη βλάβη, το 40% έχει μέτρια ή σοβαρή βλάβη που απαιτεί ειδική φροντίδα, το 10% χρειάζεται φροντίδα σε ίδρυμα και το 15% πεθαίνει λίγο μετά το επεισόδιο, σύμφωνα με έρευνες της Εθνικής Ένωσης Εγκεφαλικών Νόσων των Η.Π.Α. (Kavga, 2015).

Άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες χώρες, αποκάλυψαν ότι η σοβαρότητα των εγκεφαλικών επεισοδίων δεν άλλαξε σε μια περίοδο 13 ετών. Οι συμμετέχοντες στις έρευνες, από χώρες όπως η Ελλάδα, παρατηρήθηκε ότι είχαν καλύτερο ποσοστό επιβίωσης από εκείνους στις Η.Π.Α και τον Καναδά. Στην Ελλάδα, το 2012, την πρώτη θέση όσον αφορά τους θανάτους κατείχαν οι παθήσεις του κυκλοφορικού συστήματος. Από τους 49.728 θανάτους το 2012, οι 32.735 (28%) αποδόθηκαν σε καρδιακές παθήσεις και οι 15.868 (14%) σε εγκεφαλικές παθήσεις. Τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας δείχνουν ότι το 2004 το ποσοστό θνησιμότητας για τους άνδρες ήταν 14,7% και για τις γυναίκες σχεδόν διπλασιάστηκε 22,9%. Στην ηλικιακή ομάδα άνω των 75 ετών, οι θάνατοι από εγκεφαλοαγγειακή νόσο ήταν σχεδόν διπλάσιοι από αυτούς από ισχαιμική καρδιοπάθεια (Kavga, 2015).

Ιδιαίτερη σημασία όμως, πρέπει να δοθεί και στο γεγονός του ότι μελέτες, δείχνουν την εμφάνιση του εγκεφαλικού να είναι συχνότερη μεταξύ ατόμων ηλικίας κάτω των 75 ετών. Φαίνεται ότι αντιπροσωπεύουν πάνω από το 62% των νέων εγκεφαλικών επεισοδίων και σχεδόν τους μισούς θανάτους προερχόμενους από εγκεφαλικό. Μια μελέτη αποκάλυψε ότι η συχνότητα των εγκεφαλικών επεισοδίων παγκοσμίως έχει αυξηθεί κατά 25% την τελευταία δεκαετία (Giroud, 2014).

Ο αυξανόμενος αριθμός ατόμων με εγκεφαλικό, σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ένα προειδοποιητικό σημάδι για τους υπεύθυνους και τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Θεωρείται λοιπόν απαραίτητο να διατεθούν επείγοντα μέτρα για τη πρόληψη και η φροντίδα του εγκεφαλικού επεισοδίου, σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (Giroud, 2014).

### 1.3 Παράγοντες Κινδύνου

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες κινδύνου που μπορούν να οδηγήσουν στην πρόκληση αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου. Μπορούν να είναι κληρονομικοί καθώς επίσης και να αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς μας. Οι παράγοντες κινδύνου χωρίζονται σε γενετικούς και αγγειακούς, ενώ επιπλέον μπορεί να αποτελούν και καθημερινές συνήθειες επιβλαβής για τον ανθρώπινο οργανισμό (Κανγα, 2015).

#### Γενετικοί Παράγοντες

**Φύλο:** Αν και η συχνότητα του εγκεφαλικού είναι υψηλότερη μεταξύ των ανδρών παρά μεταξύ των γυναικών, οι διαφορές δεν είναι αρκετά σημαντικές για να δοθεί ξεκάθαρη εξήγηση ως προς τον λόγο που συμβαίνει αυτό, ειδικότερα στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Η εξέταση του φύλου και της ηλικίας μπορεί να βελτιώσει την αξιολόγηση του κινδύνου εμφάνισης εγκεφαλικού (Poorthuis, 2017).

**Ηλικία:** Η ηλικία είναι από τους κυριότερους παράγοντες κινδύνου παρουσίασης εγκεφαλικού. Έχει αποδειχθεί, από παλαιότερες έρευνες ότι η γήρανση οδηγεί σε αρκετά υψηλά ποσοστά εμφάνισης παθήσεων όπως το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο (Brandon, 2012). Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στην επιβράδυνση της νευρογένεσης του εγκεφάλου και στην αλλαγή της μορφολογίας των αστροκυττάρων. Τα δύο αυτά φαινόμενα εμφανίζονται πολύ συχνά σε ηλικιωμένα άτομα και συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερη η ηλικία ενός ασθενή, τόσο πιθανότερο να παρουσιαστούν (Sohrabji, 2013).

**Φυλή:** Παρά το γεγονός του ότι είναι φανερή η αυξημένη εμφάνιση αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων σε σκουρόχρωμα άτομα, σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα άτομα, δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση που να καθιερώνει τη φυλή ως ξεκάθαρο παράγοντα κινδύνου. Παρόλα αυτά όμως, ο διαφορετικός τρόπος ζωής και οι καθημερινές συνήθειες της κάθε φυλής είναι σίγουρο πως επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα ποσοστά εμφάνισης εγκεφαλικού (Christopher, 2020).

**Κληρονομικότητα:** Η κληρονομικότητα θεωρείται μία από τις σημαντικές γενετικές αιτίες δημιουργίας αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου σε ασθενείς. Παρά το γεγονός του ότι αρκετοί ασθενείς που βίωσαν εγκεφαλικό επεισόδιο, έχουν γονείς που το έχουν βιώσει και εκείνοι, η κληρονομικότητα δεν παρουσιάζει άμεση συσχέτιση με την εμφάνιση εγκεφαλικού σε νεαρή ηλικία. Οι γυναίκες ασθενείς με εγκεφαλικό εμφανίζουν ιστορικό μητρικού εγκεφαλικού επεισοδίου αρκετά συχνότερα από ότι πατρικού (Thijs, 2015).

#### Αγγειακοί Παράγοντες

**Υπέρταση:** Ασθενείς με υπέρταση τείνουν να εμφανίζουν πολύ ευκολότερα προδιάθεση για ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, σε σχέση με άτομα με φυσιολογική πίεση. Αυτό το ποσοστό κινδύνου γίνεται μεγαλύτερο αν ο ασθενής έχει ιστορικό αγγειακών παθήσεων (Wang, 2013).

Σακχαρώδης Διαβήτης: Ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί σοβαρότατο παράγοντα πρόκλησης αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, καθώς επίσης σχετίζεται άμεσα και με την δημιουργία άνοιας ύστερα από εγκεφαλικό επεισόδιο. Παρόλα αυτά όμως ο προδιαβήτης δεν φαίνεται να εμφανίζει άμεση συσχέτιση ούτε με την πρόκληση εγκεφαλικού, αλλά ούτε και με της άνοιας (Ying, 2020).

Δυσλιπιδαιμία: Η δυσλιπιδαιμία παρά το ότι ευθύνεται για παθήσεις όπως η αρτηριοσκλήρυνση, δεν εμφανίζει άμεση συσχέτιση με το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και αυτό διότι υπάρχουν έρευνες που δεν δείχνουν αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας όπως θα περιμέναμε, ύστερα από ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Πιθανή αιτία θεωρείται ότι η δυσλιπιδαιμία, σχετίζεται με μη-καρδιοεμβολικά επεισόδια, τα οποία είναι λιγότερο σοβαρά και έχουν καλύτερη πρόγνωση από τα καρδιοεμβολικά (Lackland, 2014).

Κολπική Μαρμαρυγή: Οι ασθενείς που πάσχουν από κολπική μαρμαρυγή έχουν πολύ μεγάλη πιθανότητα να βιώσουν εγκεφαλικό επεισόδιο σε περίπτωση που δεν λαμβάνουν αντιπηκτική αγωγή. Αυτή η πιθανότητα αυξάνεται ραγδαία με τα γηρατειά. Παρόλα αυτά όμως όσοι λαμβάνουν την αγωγή τους μειώνουν σε μεγάλο βαθμό το ποσοστό του να πάθουν εγκεφαλικό, διότι εξαλείφουν την πιθανότητα θρόμβωσης (McGrath, 2013).

Καρδιακή Ανεπάρκεια: Η καρδιακή ανεπάρκεια αποτελεί ξεκάθαρα έναν από τους κυριότερους παράγοντες εμφάνισης καρδιοεμβολικού εγκεφαλικού επεισοδίου. Αυτό οφείλεται στη πιθανότητα δημιουργίας θρόμβωσης από υποκινησία ή ακινησία της αριστερής καρδιακής κοιλίας. Επιπροσθέτως, είναι αναμενόμενο οι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια να διατρέχουν τον κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού, καθώς οι δύο αυτές ασθένειες διαθέτουν κοινούς παράγοντες κινδύνου, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης και η υπέρταση (Haeusler, 2011).

Οξύ Έμφραγμα Μυοκαρδίου: Το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου είναι αναμενόμενο να αποτελεί παράγοντα κινδύνου του εγκεφαλικού επεισοδίου, καθώς μοιράζονται κοινούς παράγοντες κινδύνου, όπως το διαβήτη, το κάπνισμα, και την υπέρταση. Αυτό επίσης έχει ως αποτέλεσμα και το εγκεφαλικό επεισόδιο να θεωρείται πιθανός παράγοντας πρόκλησης εμφράγματος. Οι ασθενείς που έχουν ιστορικό εμφράγματος του μυοκαρδίου, αλλά και εγκεφαλικού επεισοδίου έχουν εξαιρετικά μεγάλη πιθανότητα να αποβιώσουν (Johansson, 2017).

## **Επιβλαβής Συνήθειες**

Κάπνισμα: Σύμφωνα με έρευνες το κάπνισμα, όχι μόνο αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου, αλλά φαίνεται να εξαρτάται και από την ποσότητα τσιγάρων. Συγκεκριμένα για κάθε πέντε τσιγάρα, ο κίνδυνος εμφάνισης εγκεφαλικού αυξάνεται κατά 12%. Το κάπνισμα επηρεάζει όχι μόνο τους καπνιστές αλλά και τους παθητικούς καπνιστές (Pan, 2019).

Κατάχρηση αλκοόλ: Η κατανάλωση αλκοόλ αποτελεί παράγοντα κινδύνου εγκεφαλικού επεισοδίου και το ποσοστό ρίσκου εξαρτάται από την ποσότητα. Συγκεκριμένα, η μικρή ποσότητα κατανάλωσης αλκοόλ σχετίζεται με μειωμένο ρίσκο εμφάνισης εγκεφαλικού και θνησιμότητας. Η μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ, όμως έχει αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου (Zhang, 2014).

Αντισυλληπτικά: Ύστερα από έρευνες, η χρήση αντισυλληπτικών συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου, λόγω υπαραχνοειδής αιμορραγίας και όχι λόγω ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι οι χρήστες αντισυλληπτικών είχαν μεγάλη πιθανότητα ανάπτυξης ενός τέτοιου εγκεφαλικού, σε περίπτωση που συνυπήρχαν και άλλοι παράγοντες κινδύνου, όπως το κάπνισμα. (Zhenlin, 2018).

Επιπροσθέτως, απαιτείται σε αυτό το σημείο να γίνει αναφορά και στον διαχωρισμό ορισμένων από τους παραπάνω παράγοντες, σε τροποποιήσιμους και μη τροποποιήσιμους. Οι μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν την ηλικία, το φύλο, τη φυλή και την κληρονομικότητα, ενώ στους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου ταξινομούνται, η υψηλή αρτηριακή πίεση, ο σακχαρώδης διαβήτης και τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Σύμφωνα με έρευνες, οι τροποποιήσιμοι παράγοντες ευθύνονται για το 90% των εγκεφαλικών επεισοδίων που βιώνουν οι ασθενείς (Kavga, 2015).

Η έκθεση των μελών της οικογένειας σε ορισμένες συνήθειες της καθημερινότητας μπορεί επίσης να συμβάλει στην ανάπτυξη των βάσεων για την πρόκληση ενός εγκεφαλικού επεισοδίου. Σε μελέτη που έγινε κατά τη χρονική περίοδο 2002-2012 στην Ελλάδα, αποκαλύφθηκε ότι το υπερβολικό βάρος και το ιστορικό διαβήτη συνδέονται σημαντικά με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων στον πληθυσμό (Kavga, 2015).

Οι πιο σημαντικοί και συνηθισμένοι παράγοντες κινδύνου για το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η υπέρταση, το κάπνισμα, η κακή διατροφή, η κατανάλωση αλκοόλ και η κατάθλιψη. Μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων αυξάνει την πιθανότητα να παρουσιαστεί εγκεφαλικό (Kavga, 2015).

## 1.4 Διάγνωση

Η διάγνωση του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου αποτελείται από μία σειρά αρκετών εξετάσεων και σε γενικές γραμμές προϋποθέτει την συνεργασία αρκετών ειδικών ανθρώπων του τομέα της υγείας. Αυτό οφείλεται στην πολυπλοκότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου και το γεγονός του ότι υπάρχουν αρκετές πιθανές αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν εγκεφαλικό επεισόδιο. Παρόλα αυτά, η σύγχρονη ανάπτυξη των επιστημών υγείας και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για να διαγνωσθεί το εγκεφαλικό, κάνουν ολόκληρη τη διαδικασία αρκετά απλή (Guide, 2013).

Βασικότετη θεωρείται η νευρολογική εξέταση του ασθενή μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, με σκοπό να διαπιστωθεί ο βαθμός της βλάβης που δημιουργήθηκε, καθώς επίσης και το σημείο του εγκεφάλου στο οποίο βρίσκεται η βλάβη αυτή (Guide, 2013). Ο ειδικός νευρολόγος λοιπόν, για να εντοπίσει την περιοχή του εγκεφάλου που υπέστη βλάβη εξετάζει τα παρακάτω:

- **Αντανακλαστικά:** εξετάζονται τόσο τα εν τω βάθει τενόντια αντανακλαστικά, όσο και τα επιπολής. Για τα επιπολής αντανακλαστικά προκαλείται ερεθισμός ή πίεση της περιοχής που εξετάζουμε, ενώ για τα εν τω βάθει γίνεται μικρό χτύπημα με το ειδικό νευρολογικό σφυράκι και στη συνέχεια σύγκριση των διαφορών που παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο πλευρών (Γιαννακοπούλου, 2014).
- **Βάδιση και ισορροπία:** η ισορροπία εξετάζεται με το Romberg Test, δηλαδή με τον ασθενή σε όρθια ανατομική θέση και κλειστά μάτια. Αν χάνει την ισορροπία του, τότε ο ασθενής βγάζει θετικό test. Η βάδιση αξιολογείται ζητώντας από τον ασθενή να προσπαθήσει να περπατήσει και το άτομο που τον αξιολογεί πρέπει να παρατηρήσει αν έχει την ικανότητα να στέκεται όρθιος, αν καμπουριάζει ή αν γέρνει προς τη μία πλευρά, τη θέση των χεριών σε σχέση με το υπόλοιπο σώμα, την ικανότητα και τις κινήσεις των κάτω άκρων (Γιαννακοπούλου, 2014).
- **Κινητική και αισθητική λειτουργία άκρων και προσώπου:** για να εξετάσει τις αισθητικές λειτουργίες, αγγίζει ο νευρολόγος τα σημεία που αξιολογεί απαλά ή με σκοπό να δημιουργήσει πόνο και παρατηρούνται οι αντιδράσεις του ασθενή. Για τις κινητικές λειτουργίες του προσώπου, ζητείται από τον ασθενή να χαμογελάσει με τα δόντια, να φουσκώσει τα μάγουλα ή διεγείρει ο ίδιος ο αξιολογητής και τα δύο ρουθούνια και ελέγχονται οι κινήσεις αν είναι συμμετρικές. Για τις κινητικές λειτουργίες των άκρων ζητείται από τον ασθενή να σφίξει τα χέρια και τα πόδια του ή κάνοντας ειδικές τεχνικές ελέγχεται η συμμετρία των δύο πλευρών (Γιαννακοπούλου, 2014).

- **Λειτουργία όρασης και κίνησης οφθαλμών:** για την αξιολόγηση της λειτουργίας της όρασης ζητείται από τον ασθενή να κάνει ανάγνωση ή να πει πόσα δάχτυλα του χεριού βλέπει να έχει σηκώσει το άτομο που τον αξιολογεί. Η κίνηση των οφθαλμών εξετάζεται ζητώντας από τον ασθενή να ακολουθήσει την μύτη ενός μολυβιού, ενώ αυτό κινείται σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις (Γιαννακοπούλου, 2014).
- **Λειτουργία ομιλίας, γλώσσας και μνήμης:** για την εξέταση της λειτουργίας της ομιλίας ζητείται από τον ασθενή να κρατήσει το στόμα ανοιχτό και να πει «α». Η κίνηση της γλώσσας ελέγχεται ζητώντας από τον ασθενή να βγάλει έξω τη γλώσσα και στη συνέχεια να την πιέσει ψηλά στον ουρανίσκο. Για την εξέταση της μνήμης του ασθενή θα γίνουν ειδικές ερωτήσεις από τον αξιολογητή, όπως Πως σε λένε; Πόσο χρονών είσαι; Πώς ονομάζεται αυτό το μέρος; (Γιαννακοπούλου, 2014).
- **Επίγνωση και συνείδηση:** για την αξιολόγηση τους ο νευρολόγος θα προσπαθήσει να δημιουργήσει ερεθίσματα στον ασθενή με σκοπό να παρατηρήσει τις αντιδράσεις του. Τα ερεθίσματα θα είναι ακουστικά, απτικά και επώδυνα. Επιπλέον, για την εξέταση της επίγνωσης αξιολογείται ο προσανατολισμός στον χώρο και τον χρόνο (Γιαννακοπούλου, 2014).

Επιπροσθέτως για την διάγνωση του εγκεφαλικού χρησιμοποιούνται και ειδικά διαγνωστικά μέσα όπως:

- **Αξονική τομογραφία:** η αξονική τομογραφία αποτελεί τη σημαντικότερη απεικονιστική μέθοδο και λειτουργεί χρησιμοποιώντας ιονίζουσα ακτινοβολία για την απεικόνιση των οστών, της φαιάς και λευκής ουσίας, του εγκεφαλονωτιαίου υγρού και των αιμοφόρων αγγείων. Έχει λοιπόν την ικανότητα να εντοπίσει την οξεία ενδοκρανιακή αιμορραγία, να κάνει διαφοροδιάγνωση μεταξύ οξέος ισχαιμικού αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου και αιμορραγικού αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου και να κάνει διάγνωση εγκεφαλικού ή παρεγκεφαλιδικού ισχαιμικού εμφράγματος κατά τις πρώτες 12 με 24 ώρες εμφάνισής του μόνο. Επιπροσθέτως, η χρήση του έχει το πλεονέκτημα του να είναι ανώδυνη, να μην κοστίζει ακριβά και να είναι εύκολα προσβάσιμη και διαθέσιμη. Επιπλέον, ολοκληρώνεται σε μικρό χρονικό διάστημα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και σε ασθενείς με απώλεια συνείδησης. Ένα σημαντικό μειονέκτημα όμως είναι το ότι αντενδείκνυται σε άτομα με κλειστοφοβία (Γιαννακοπούλου, 2014).
- **Μαγνητική τομογραφία:** η μαγνητική τομογραφία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην απεικόνιση του εγκεφάλου. Λειτουργεί με τη χρήση ισχυρών μαγνητικών πεδίων και αυτό κάνει απαραίτητο το μηχάνημα αυτό να βρίσκεται σε ειδικά δωμάτια με επένδυση από χαλκό, ώστε να γίνεται θωράκιση έναντι των ισχυρών μαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται από εκείνο. Λόγω αυτού λοιπόν, δίνετε η δυνατότητα ανίχνευσης μαλακών μορίων, όπως μικροί όγκοι, που δεν είναι ορατοί

στις ακτινογραφίες. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου επιληψίας και άνοιας καθώς επίσης μπορεί να κάνει διάγνωση ισχαιμικού εμφράγματος μετά το διάστημα των 24 ωρών. Μερικά από τα πλεονεκτήματα του μαγνητικού τομογράφου είναι το ότι η χρήση του θεωρείται μη επεμβατική και ανώδυνη, ενώ ταυτόχρονα παρέχει μεγαλύτερη ανάλυση στις απεικονίσεις του. Επιπροσθέτως, κάνει καλύτερη διάκριση του νερού, του σιδήρου, του λίπους και του αίματος σε σχέση με τον αξονικό τομογράφο. Σημαντικά μειονεκτήματα του, είναι το υψηλότερο κόστος, η μεγαλύτερη διάρκεια και το γεγονός του ότι αντενδείκνυται σε κλειστοφοβικούς, εγκυμονούσες γυναίκες και ασθενείς με μεταλλικές συσκευές στο σώμα τους (Γιαννακοπούλου, 2014).

- **Οσφουονωτιαία παρακέντηση:** ονομάζεται η διαγνωστική μέθοδος κατά την οποία εισάγεται μία βελόνα σε χαμηλή περιοχή της σπονδυλικής στήλης, με σκοπό να γίνει ασφαλής συλλογή εγκεφαλονωτιαίου υγρού. Συνήθως εκτελείται σε περίπτωση που η αξονική τομογραφία δεν δείχνει ξεκάθαρα αίμα στην περιοχή, παρά την υποψία ύπαρξής του. Σε περίπτωση που στα αποτελέσματα της δοκιμής αυτής φανεί αίμα στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό, τότε ο ασθενής πιθανότατα υπέστη αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο (Guide, 2013). Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιείται πιο συχνά για την αξιολόγηση κεφαλαλγίας ή λοιμώδους νόσου του νευρικού συστήματος και πολλές φορές είναι άβολη για τον ασθενή. Όταν η οσφουονωτιαία παρακέντηση εκτελείται από ειδικά εκπαιδευμένο άτομο, τότε ελαχιστοποιούνται οι επιπλοκές και η πιθανότητα διαγνωστικού σφάλματος (Doherty, 2014).
- **Εγκεφαλική Αγγειογραφία:** η απεικονιστική αυτή μέθοδος θεωρείται ημιεπείγουσα και αποτελεί επεμβατική διαδικασία (Alakbarzade, 2018). Χρησιμοποιείται για την απεικόνιση αιμοφόρων αγγείων στον εγκέφαλο και τον λαιμό (Guide, 2013). Κατά την εκτέλεση αυτής της μεθόδου, οι ειδικοί εισάγουν στις καρωτιδικές αρτηρίες έναν καθετήρα, ο οποίος κάνει έγχυση μιας χρωστικής ουσίας που γίνεται ορατή στη συνέχεια με ακτίνες X (Guide, 2013). Ο καθετήρας αυτός συνδέεται με ένα υδρόφιλο καλώδιο το οποίο του επιτρέπει να κινείται χωρίς τον φόβο τραυματισμού των αγγείων (Alakbarzade, 2018). Σε περίπτωση λοιπόν, που κάποιο αγγείο έχει υποστεί μερική ή ολική απόφραξη θα φανεί από τις ακτίνες X να έχει περάσει μικρή ή καθόλου ποσότητα της χρωστικής ουσίας και πιθανότατα ο ασθενής να χρειαστεί χειρουργική επέμβαση (Guide, 2013). Ένα μειονέκτημα της απεικονιστικής αυτής μεθόδου είναι η πιθανότητα εμφάνισης επιπλοκής, που ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 1% , ενώ σε ασθενής άνω των 55 ετών το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο (Alakbarzade, 2018).
- **Διακρανιακό Doppler:** το μέσο αυτό είναι μη επεμβατικό, φθηνό και χρησιμοποιεί υπερηχητικά κύματα για την εκτίμηση της ροής του αίματος στα μεγάλα αιμοφόρα αγγεία του εγκεφάλου (Bonow, 2019), (Guide, 2013). Συγκεκριμένα, ο υπέρηχος Doppler, έχει την ικανότητα να εντοπίζει τη διαφορά στην συχνότητα, μεταξύ των κυμάτων που εκπέμπονται και εκείνων που



επιστρέφουν (Bonow, 2019). Αυτή η συχνότητα είναι ανάλογη της ταχύτητας της ροής του αίματος και σε περίπτωση ολικής απόφραξης μια αρτηρίας το αίμα θα έχει περιορισμένη ροή, άρα θα εμφανίζει μηδενική μετατόπιση Doppler. Πολύ συχνά το υπερηχογράφημα Doppler χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση αγγειόσπασμου σε ασθενείς που έχουν πάθει υπαραχνοειδή αιμορραγία, με σκοπό τον έλεγχο και την αποφυγή εγκεφαλικού επεισοδίου. Με την πάροδο του χρόνου, η χρήση του υπερηχογραφήματος Doppler γίνεται όλο και πιο σημαντική για τα νευροχειρουργικά περιστατικά (Bonow, 2019).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί και ένας έμμεσος τρόπος διάγνωσης της πιθανότητας εγκεφαλικού επεισοδίου μέσω της διενέργειας αιματολογικών εξετάσεων. Συγκεκριμένα, οι εξετάσεις αυτές μας δίνουν τη δυνατότητα να ανακαλύψουμε την ύπαρξη διαταραχών που αυξάνουν το ρίσκο πρόκλησης εγκεφαλικού. Μερικές από αυτές είναι ο διαβήτης, η υψηλή χοληστερίνη και η δημιουργία θρόμβωσης στην καρδιά ή άλλο σημείο του σώματος. Στην τελευταία αναφερόμενη διαταραχή ειδικά, υπάρχει ο φόβος μετακίνησης του θρόμβου, από το σημείο δημιουργίας του προς τον εγκέφαλο, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο εγκεφαλικό επεισόδιο (Guide, 2013).

## 1.5 Κλινική Εικόνα Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου

Η κλινική εικόνα του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου μπορεί να εμφανίζει διαφορές σε κάθε ασθενή, ανάλογα με την σοβαρότητα του εγκεφαλικού, την αιτία πρόκλησης και την περιοχή του εγκεφάλου στην οποία βρίσκεται η βλάβη. Είναι συνηθισμένο να παρατηρείται αιφνίδια εμφάνιση των συμπτωμάτων και με την πάροδο του χρόνου να γίνεται αισθητή μια σταδιακή χειροτέρευση τους (Guide, 2013). Σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια συμπτώματα, οι ίδιοι οι ασθενείς τα παρερμηνεύουν, λόγο περιορισμένης ενημέρωσης, ενώ υπάρχουν και συμπτώματα που μιμούνται το εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως οι επιληπτικές κρίσεις, οι ημικρανίες και η υπογλυκαιμία. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα που εμφανίζουν οι περισσότεροι ασθενείς μετά από ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, είναι οι διαταραχές στην ομιλία και η αδυναμία στη μία πλευρά του σώματος. Κατά την εμφάνιση υπαραχνοειδής αιμορραγίας στον εγκέφαλο, οι ασθενείς τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν πολύ σοβαρό πονοκέφαλο (Yew, 2015). Αυτός ο πονοκέφαλος εμφανίζεται κυρίως όταν ο ασθενής κοιμάται ξαπλωμένος και γίνεται χειρότερος σε περίπτωση ξαφνικής ή απότομης κίνησης, όπως όταν ο ασθενής βήχει (Guide, 2013).

Τα συμπτώματα που μπορούν να παρουσιαστούν σε ασθενή μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, είναι τα ακόλουθα:

- Υπνηλία, απώλεια των αισθήσεων και σε ορισμένες περιπτώσεις κώμα
- Διαφορές στην αίσθηση της ακοής
- Αλλοίωση της γεύσης
- Αδεξιότητα, απώλεια συντονισμού και απουσία λεπτής κινητικότητας
- Απώλεια μνήμης
- Δυσκολία στην κατάποση τροφών
- Δυσκολία στην ανάγνωση και τη γραφή
- Εμφάνιση ιλίγγου
- Παρουσιάζεται ακράτεια, λόγω έλλειψη ελέγχου ουροδόχου κύστης και εντέρου
- Μειωμένη ισορροπία
- Μυϊκή αδυναμία σε διάφορα σημεία, όπως στο πρόσωπο, το χέρι ή το πόδι
- Μουδιάσματα στη μία πλευρά του σώματος
- Αλλαγές στην προσωπικότητα και τη διάθεση του ασθενή
- Προβλήματα με την όραση, ενώ σε ορισμένα περιστατικά μπορεί να υπάρξει και ολική απώλεια της όρασης
- Προβλήματα στην αίσθηση της αφής και στην ικανότητα αίσθησης πόνου, πίεσης, διαφορετικές θερμοκρασίες και άλλα ερεθίσματα
- Δυσκολίες τόσο στην ομιλία, όσο και στην κατανόηση των άλλων
- Δυσκολία στη βάρδιση

(Guide, 2013).

## 1.6 Κλινική Εικόνα Πασχόντων Άνω Άκρων

Στα άτομα που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο παρατηρείται τις περισσότερες φορές κινητικό έλλειμμα τόσο στα άνω όσο και στα κάτω άκρα (Bowen, 2016). Πολύ μεγάλο όμως, φαίνεται να είναι το ποσοστό των ασθενών, των οποίων το πρόβλημα στα άνω άκρα παραμένει και μετά την αποκατάσταση (Bowen, 2016). Συνήθως τα προβλήματα που εμφανίζονται, προσβάλλουν τη μία πλευρά του ασθενή μόνο και όσον αναφορά τα άνω άκρα υπάρχει περίπτωση να παρουσιαστούν τα εξής:

- Μυϊκή αδυναμία
- Υποτονία που στη συνέχεια μπορεί να οδηγήσει σε υπεξάρθρωμα ώμου
- Σπαστικότητα αντιβαρικών μυών και υπερτονία
- Πόνο
- Οίδημα
- Αταξία και προβλήματα συντονισμού
- Πάρεση άκρου
- Παραισθησία άκρου
- Απώλεια επιλεκτικών κινήσεων

(Bowen, 2016), (Yew, 2015), (Ingram, 2021).

Σχετικά με τις περιπτώσεις που ο ασθενής νιώθει σοβαρό πόνο στην περιοχή του ώμου, δεν υπάρχει ακριβής λόγος που να τον δικαιολογεί. Παρόλα αυτά πολύ συχνά συσχετίζεται με την χαλάρωση και το υπεξάρθρωμα του ώμου, λόγω της υποτονίας των μυών στο άνω άκρο. Είναι σημαντικό όμως να τονιστεί το γεγονός του ότι ο πόνος και το υπεξάρθρωμα δεν είναι απαραίτητο να συνδέονται μεταξύ τους και το ένα μπορεί να έχει διαφορετική αιτία πρόκλησης από το άλλο (Bowen, 2016).

## 1.7 Κλινική Εικόνα Πασχόντων Κάτω Άκρων

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί και στην κλινική εικόνα των κάτω άκρων. Σε γενικές γραμμές, τα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο δεν έχουν μεγάλες διαφορές σε σχέση με εκείνα στα άνω άκρα. Όμως τα συμπτώματα αυτά δημιουργούν δυσκολίες και προβλήματα, τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια (Bowen, 2016). Τα συμπτώματα που παρατηρούνται στα κάτω άκρα είναι τα ακόλουθα:

- Πάρεση άκρου
- Παισθησία άκρου
- Μυϊκή Αδυναμία
- Οίδημα
- Πρόβλημα Ισορροπίας, που δημιουργούν φόβο πτώσης
- Πρόβλημα Βάδισης, λόγω μειωμένου ελέγχου κορμού και κάτω άκρων
- Αταξία και περιορισμένη κινητικότητα
- Σπαστικότητα αντιβαρικών μυών και υπερτονία
- Υποτονία

(Bowen, 2016).

Το πρόβλημα της βάδισης, όπως αναφέρεται πιο πάνω, προέρχεται κυρίως από την έλλειψη ελέγχου του κορμού και των κάτω άκρων, αλλά και από το γεγονός του ότι είναι αποτέλεσμα όλων των υπολοίπων συμπτωμάτων του ασθενή. Επιπλέον, οι ασθενείς λόγω της υποτονίας και της μειωμένης αισθητικότητας τους, λαμβάνουν λανθασμένη στάση σώματος στην όρθια θέση, με αποτέλεσμα να έχουν και ισοροπιστικά προβλήματα. Εκείνα με τη σειρά τους, δημιουργούν στον ασθενή φόβο και μειωμένη αυτοπεποίθηση όσον αφορά τις δυνατότητες τους κατά την μετακίνησή τους, με αποτέλεσμα να αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό οι πιθανότητες πτώσης τους. Να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι σε όλα τα παραπάνω παίζει πολύ σημαντικό ρόλο η μυϊκή αδυναμία και υποτονία που μπορεί να αισθάνεται ο ασθενής στα κάτω άκρα του (Bowen, 2016).

## 1.8 Φυσικοθεραπευτική Παρέμβαση και Θεραπεία

Όπως έχει επισημανθεί και σε προηγούμενα σημεία της αρθρογραφίας αυτής, το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί μία πολύ σοβαρή πάθηση, καθώς είναι μία από τις κυριότερες αιτίες θανάτου και αναπηρίας παγκοσμίως (Ralph, 2013). Επιπλέον, η κλινική εικόνα της νόσου αυτής και τα συμπτώματα που παρουσιάζει είναι σύνθετα και χαρακτηρίζονται από ετερογένεια, κάτι που κάνει την αντιμετώπιση της πολύπλοκη. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η συνεργασία πολλών επαγγελματιών υγείας, ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων του ασθενή. Ο ρόλος του φυσικοθεραπευτή λοιπόν, στο κομμάτι της αποκατάστασης ατόμων μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, είναι εξαιρετικά σημαντικός και καθοριστικός (Πρέκας, 2021).

Η αποκατάσταση του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι περίπλοκη διαδικασία και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον ίδιο τον ασθενή. Το φυσικοθεραπευτικό πλάνο αποκατάστασης όσο πιο επιτυχημένο είναι, τόσο μεγαλύτερο αντίκτυπο θα έχει στην μετέπειτα ζωή του ασθενή. Για να μπορέσει όμως ένας φυσικοθεραπευτής να έχει τα μέγιστα αποτελέσματα κατά την αποκατάσταση ατόμου μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, είναι απαραίτητο να εστιάσει στην αναπλαστική, προσαρμοστική και στη νευροπλαστική ικανότητα του εγκεφάλου. Σύμφωνα με αυτές τις τρεις ικανότητες του, ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα αντίστοιχα να δημιουργεί νευρώνες και σχετικά κύτταρα που έπαθαν βλάβη λόγω του εγκεφαλικού, να κάνει διαφορετικές σωματικές ενέργειες από εκείνες που είχε συνηθίσει για την ολοκλήρωση κάποιου στόχου και να επαναπρογραμματίζει το νευρικό δίκτυο (Belagaje, 2017).

Κατά την οργάνωση του θεραπευτικού πλάνου αποκατάστασης, ο φυσικοθεραπευτής πρέπει να λάβει υπόψη του το πρόγραμμα να αποτελεί πρόκληση για τον ασθενή, να περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες λειτουργικές ενέργειες και να είναι βελτιστοποιημένο για τον πάσχοντα και τις ανάγκες του. Για αυτό τον λόγο είναι απαραίτητο πριν από την έναρξη της θεραπείας αποκατάστασης, να ξεκαθαριστούν οι στόχοι του προγράμματος, να γίνεται τακτική επαναξιολόγηση των στόχων αυτών και να πραγματοποιούνται αλλαγές στη θεραπεία ανάλογα με την πρόοδο και το επίπεδο λειτουργικότητας του ασθενή (Belagaje, 2017).

Πρώτα από όλα, ο φυσικοθεραπευτής επιβάλλεται να κάνει αξιολογήσεις στον ασθενή, ώστε να εντοπίσει τα κινητικά και λειτουργικά του ελλείματα. Με τα αποτελέσματα αυτών των αξιολογήσεων, ο φυσικοθεραπευτής και ο ασθενής θα δουλέψουν μαζί με σκοπό να πραγματοποιήσουν ασκήσεις που θα ενισχύσουν τους μυς που εμφανίζουν πρόβλημα (Belagaje, 2017). Τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης αποτελούν πλέον το σημαντικότερο κομμάτι της αποκατάστασης ατόμων μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, καθώς βοηθάνε στην ανάπτυξη λειτουργικών δραστηριοτήτων, που με τη σειρά τους παρέχουν στον ασθενή τη δυνατότητα κάλυψης των προσωπικών του αναγκών, με λιγότερη βοήθεια από τρίτα πρόσωπα (Πρέκας, 2021). Επιπροσθέτως, τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης αποτελούν λύση σε ένα από τα σοβαρότερα συμπτώματα που εμφανίζουν οι ασθενείς μετά από εγκεφαλικό, την μυϊκή αδυναμία. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να επηρεάσει τον ασθενή σε σημαντικές λειτουργίες, όπως τη βάδιση του χωρίς βοηθήματα, την αυτοεξυπηρέτησή του και την στάση του σώματός του, καθώς αυξάνει την πιθανότητα παραμορφώσεων (Πρέκας, 2021).

Αναλυτικότερα, το πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης περιλαμβάνει τόσο μεμονωμένη εκγύμναση συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων, όσο και εκτέλεση δραστηριοτήτων όπως, το ανεβοκατέβασμα σκαλιών, το περπάτημα σε διάδρομο με τη βοήθεια ορθοστάτη ή χωρίς, την ποδηλασία, την έγερση από την καθιστή θέση στην όρθια και το ανάποδο. Μέσω της μυϊκής ενδυνάμωσης παρατηρούνται αρκετά θετικά αποτελέσματα, όπως:

- βελτιωμένες ικανότητες ισορροπίας
- βελτιωμένες δεξιότητες αδρής κινητικότητας όπως η ορθοστασία και η βάδιση
- μειωμένες πιθανότητες παραμόρφωσης αρθρώσεων
- μείωση σπαστικότητας στους αντιβαρικούς μυς
- αύξηση οστικής πυκνότητας
- αύξηση εύρους κίνησης αρθρώσεων
- ενίσχυση σωστής λειτουργίας οργάνων όπως το έντερο και τα νεφρά
- βελτίωση ποιότητας ζωής

(Πρέκας, 2021).

Στην περιοχή των άνω άκρων θεωρείται απαραίτητη η κινητοποίηση, ώστε να αυξηθεί η σταθερότητα και η μυϊκή δύναμη της ωμικής ζώνης και πιο συγκεκριμένα της ωμοπλάτης, δίνοντας τεράστια σημασία στην κίνηση της άνω στροφής. Η κινητοποίηση είναι προτιμότερο να γίνεται ενεργητικά για να επιτυγχάνεται η όσο το δυνατόν καλύτερη ενδυνάμωση των μυών του ώμου, αλλά στην περίπτωση αδυναμίας του άκρου του ασθενή, σε τέτοιο βαθμό που να μην μπορεί να εκτελέσει κινήσεις ενάντια στη βαρύτητα, τότε είναι προτιμότερο να εκτελέσουμε υποβοηθούμενη κινητοποίηση του άκρου. Επιπλέον, η παθητική κινητοποίηση στον ώμο είναι αναγκαίο να εκτελείται με πολύ προσοχή και να αποφεύγεται η απότομη κινητοποίηση, καθώς μπορεί να τραυματίσει περισσότερο τον ώμο και να προκαλέσει περισσότερο πόνο. Στο σημείο αυτό, αξίζει να τονιστεί και η χρησιμότητα δύο ακόμα θεραπευτικών μέσων, του νευρομυϊκού ηλεκτροδιεγέρτη και της ειδικής κολλητικής ταινίας (taping). Τα δύο αυτά μέσα χρησιμοποιούνται συχνά στην αποκατάσταση τόσο των άνω, όσο και των κάτω άκρων. Συγκεκριμένα ο ηλεκτροδιεγέρτης θεωρείται πολύ αποτελεσματικός στην μείωση της πιθανότητας υπεξάρθρωσης του ώμου, ενώ το taping αποδεδειγμένα μειώνει τον πόνο του ημιπληγικού ώμου (Griffin, 2014).

Αρκετά μεγάλο ποσοστό των ασθενών που παρουσίασαν αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, εμφανίζουν κινητικές βλάβες, οι οποίες πολλές φορές παραμένουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, κάτι που αναδεικνύει την δυσκολία αποκατάστασης της πάθησης αυτής. Παρόλα αυτά όμως, είναι κρίσιμης σημασίας η διατήρηση και βελτίωση της λειτουργικότητας των ασθενών μέσω θεραπευτικής άσκησης, ώστε να αποφευχθεί η αύξηση του βαθμού βράχυνσης και υπέρτονίας των μυών. Πολλοί φυσικοθεραπευτές επιλέγουν για το σκοπό αυτό να συμπεριλάβουν θεραπευτικές τεχνικές όπως εκείνη της ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης, γνωστή και ως PNF (Wang, 2016).

Η τεχνική PNF αποτελεί μία πολύ αποδοτική θεραπευτική άσκηση, ικανή να βελτιώσει την απόδοση του μυϊκού συστήματος κυρίως (Wang, 2016). Σύμφωνα με αυτήν, ο φυσικοθεραπευτής κάνει κινητοποίηση των παρετικών άκρων του ασθενή ακολουθώντας

συγκεκριμένα μοτίβα κίνησης , ώστε να επανέλθει η λειτουργικότητα των άκρων αυτών. Σε περίπτωση εμφάνισης προόδου από τον ασθενή, κατά την κινητική καθοδήγηση του φυσικοθεραπευτή προθέτονται δυναμικές και ενεργητικές ασκήσεις (Chen, 2014). Η χρήση της τεχνικής αυτής βοηθάει στην αύξηση του μεγέθους και της δύναμης των μυών, στην ενίσχυση λειτουργικών δραστηριοτήτων όπως η βάρδια και στην καλύτερη ισορροπία του ασθενή. Όλα αυτά την καθιστούν μία από τις πιο διαδεδομένες και πολυχρησιμοποιημένες τεχνικές στη θεραπεία αποκατάστασης ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Wang, 2016). Επιπροσθέτως, η τεχνική της PNF είναι παγκοσμίως διαδεδομένη, διότι είναι αρκετά απλή και μπορεί να εκτελεστεί σε καθημερινή βάση, αλλά και επειδή είναι εύκολη στην κατανόηση και την εφαρμογή της. Τέλος, διαθέτει αρκετές παραλλαγές ως τεχνική και τα αποτελέσματά της είναι γρήγορα (Bhalerao, 2016).

Στο σημείο αυτό απαιτείται να γίνει αναφορά και στην τεχνική Bobath. Η τεχνική αυτή είναι διαδεδομένη κυρίως στον δυτικό κόσμο και στοχεύει στην καλύτερη των κινητικών λειτουργιών και της στάσης του σώματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών χειρισμών στις βασικές αρθρώσεις του σώματος, δηλαδή στο λαιμό, στον ώμο, στο χέρι, στο ισχίο, στο γόνατο και στον αστράγαλο. Τρομερά μεγάλη σημασία, κατά τους χειρισμούς της τεχνικής αυτής, έχουν τα απτικά, λεκτικά και οπτικά ερεθίσματα που δέχεται ο ασθενής, διότι έχει παρατηρηθεί ότι μπορούν να επηρεάσουν τις αποδόσεις της αποκατάστασής του. Ως τεχνική αποκατάστασης η Bobath, φαίνεται να έχει αρκετά καλά αποτελέσματα στην βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων των ημιπληγικών ασθενών (Chen, 2014).

Μία πολύ σημαντική ευθύνη του φυσικοθεραπευτή είναι η ενημέρωση και η διδασκαλία μεθόδων προσαρμογής του ασθενή. Συγκεκριμένα, τόσο ο ασθενής, όσο και η οικογένειά του, εκπαιδεύονται στο να μπορούν να αντιμετωπίζουν καθημερινές δυσκολίες που μπορεί να έχει ένα άτομο μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Γίνεται λοιπόν, ενημέρωση του οικογενειακού περιβάλλοντος του ασθενή, αλλά και του ίδιου, για θέματα όπως, την ασφαλή μετακίνηση και μεταφορά του ασθενή, την κατάλληλη σίτιση και την σωστή υποβοήθηση σε καθημερινές ανάγκες (Belagaje, 2017).

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι και το γεγονός του ότι ένας φυσικοθεραπευτής επιβάλλεται να παρέχει ψυχολογική στήριξη και να δίνει κίνητρο και κουράγιο στους ασθενείς του (Peter, 2011). Ειδικότερα στην περίπτωση της αποκατάστασης ατόμων μετά από εγκεφαλικό, όπου οι θεραπείες κρατάνε για μεγάλα χρονικά διαστήματα, υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ο ασθενής να πέσει σε κατάθλιψη. Η κατάθλιψη, μπορεί να επηρεάσει σε αρνητικό βαθμό τα αποτελέσματα μιας θεραπείας περιορίζοντας τα οφέλη της και να εμφανίσει στον ασθενή συμπτώματα κόπωσης, μειωμένης κινητικότητας, χαμηλής αυτοπεποίθησης και δυσκολίας συγκέντρωσης (Belagaje, 2017). Είναι σημαντικό λοιπόν, για να μπορέσει ο ασθενής να εμφανίσει πρόοδο και η θεραπεία να έχει θετικά αποτελέσματα, ο φυσικοθεραπευτής του και το συγγενικό του περιβάλλον να του παρέχει την κατάλληλη στήριξη και ώθηση να συνεχίζει τις θεραπείες του και να παραμένει αφοσιωμένος σε αυτές (Peter, 2011).

## 2. Ειδικό Μέρος

### 2.1 Ορισμός Ρομποτικών Μέσων

Οι όροι ρομποτικά μέσα και υποστηρικτική τεχνολογία εμφανίζουν ποικιλία ορισμών ανάλογα τις συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιούνται. Παρόλα αυτά σε αρκετές περιπτώσεις, αποδίδονται γενικευμένοι ορισμοί για την επεξήγηση τους (Smith, 2018). Ως ρομποτικά μέσα θεωρούμε τις κατάλληλα προγραμματισμένες συσκευές, που διαθέτουν την ικανότητα εκτέλεσης απλών και επαναλαμβανόμενων ενεργειών. Σε αρκετά ρομποτικά μέσα που κατασκευάζονται, ενσωματώνεται ειδικό λογισμικό το οποίο μετατρέπει τα δύσκολα και κουραστικά προγράμματα αποκατάστασης, σε ενδιαφέροντα και διασκεδαστικά παιχνίδια. Αυτό παρακινεί τους ασθενείς να μένουν αφοσιωμένοι και να μην χάνουν το ενδιαφέρον τους. Τέτοιου επιπέδου συμμετοχή του ασθενή, είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί με άλλες μεθόδους αποκατάστασης (Weber, 2018). Ακόμα, η χρήση ρομποτικών μέσων στην αποκατάσταση ασθενών, μετά από μικρό χρονικό διάστημα από την εμφάνιση αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, φαίνεται να παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα. Μερικά από αυτά, είναι η αυξημένη μυϊκή δύναμη και η βελτιωμένη λειτουργική κινητικότητα των ασθενών. Με αυτό τον τρόπο αποδεικνύεται, ότι τα ρομποτικά μέσα αποτελούν μία πολλά υποσχόμενη μέθοδο για την αποκατάσταση ατόμων μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Coleman, 2017).

Αντίστοιχα, υποστηρικτική τεχνολογία θεωρείται η τεχνολογία στην οποία βασίζονται τα υποστηρικτικά μέσα, δηλαδή τα μέσα που σχεδιάστηκαν με ειδικό τρόπο, ώστε να βελτιώνουν και να διατηρούν την λειτουργικότητα, την ανεξαρτησία και την υγεία των ατόμων που τα χρησιμοποιούν. Η υποστηρικτική τεχνολογία αποτελεί κομμάτι της τεχνολογίας της υγείας (Smith, 2018). Παρά το γεγονός του ότι τα προϊόντα υποστηρικτικής τεχνολογίας έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων προς το καλύτερο, η πρόσβαση σε αυτά είναι εξαιρετικά δύσκολη. Αυτό είναι συνέπεια του πολύ ακριβού κόστους αγοράς τους και της πιθανότητας να μην μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις προσωπικές ανάγκες ορισμένων ατόμων (Buehler, 2015).



## 2.2 Κατηγορίες Ρομποτικών Μέσων

Τα είδη ρομποτικών μέσων που κυκλοφορούν για την αποκατάσταση κινητικών δυσλειτουργιών, σε ασθενείς με κινητικά ελλείματα, είναι πολλά και συνεχώς γίνονται προσπάθειες κατασκευής νέων και πιο σύγχρονων. Τα ρομποτικά μέσα μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες με βάση την θεραπευτική τους προσέγγιση, αλλά και βάση της δομής τους (Qassim, 2020).

### Σύμφωνα με τη Θεραπευτική Προσέγγιση

Στην κατηγορία αυτή υπάρχουν δύο είδη ρομπότ αποκατάστασης. Το πρώτο είδος προσέγγισης αφορά την συνεχή και επαναλαμβανόμενη παθητική κινητοποίηση του πάσχοντος άκρου. Αυτού του είδους τα ρομποτικά μέσα μιμούνται τα λειτουργικά πρότυπα κινητοποίησης και κινούν ελεγχόμενα το πάσχον άκρο του ασθενή, χωρίς εκείνος να συμβάλλει καθόλου στην κίνηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται ο μυϊκός τόνος στο άκρο και να αυξάνεται η ελαστικότητα και το εύρος κίνησης των μυών, των τενόντων και της άρθρωσης. Μερικά παραδείγματα ρομποτικών μέσων αποκατάστασης αυτού του είδους είναι το REHAROB και το ARMin (Qassim, 2020).

Το δεύτερο είδος θεραπευτικής προσέγγισης αποτελεί την υποβοηθούμενη ενεργητική κινητοποίηση του προβληματικού άκρου. Σε αυτού του είδους τα ρομποτικά μέσα, ο ασθενής στέλνει σήμα στο μηχάνημα να ξεκινήσει την κινητοποίηση, μέσω της πρόθεσης του να εκτελέσει την κίνηση. Συνήθως αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλεκτρομυογραφήματος. Παράδειγμα τέτοιων ρομποτικών μέσων αποτελούν το T-Wrex και το L-EXOS (Qassim, 2020).

Μεταξύ των δύο αυτών ειδών ρομποτικής αποκατάστασης, εκείνη που χρησιμοποιεί την θεραπευτική προσέγγιση την υποβοηθούμενης ενεργητικής κινητοποίησης φαίνεται να έχει αρκετά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την άλλη. Λογικό συμπέρασμα, καθώς παρουσιάζει σημαντική βελτίωση της κινητικότητας του πάσχοντος άκρου, λόγω του ότι συμπεριλαμβάνει την ενεργή συμμετοχή του ασθενή. Αυτό λοιπόν, καθιστά τα ρομποτικά μέσα εκείνα ως αποδοτικότερα στα μάτια των ερευνητών (Qassim, 2020).

### Σύμφωνα με τη Δομή

Τα ρομποτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στα θεραπευτικά πλάνα αποκατάστασης, εστιάζουν κυρίως στην παροχή θεραπευτικής άσκησης στους ασθενείς. Αυτό λοιπόν, έχει ως αποτέλεσμα πολλές φορές να έχουν την εμφάνιση μεγάλων σταθμών εργασίας (Weber, 2018). Με βάση τη δομή τους τα ρομποτικά μέσα αποκατάστασης ταξινομούνται και πάλι σε δύο τύπους, τα ρομπότ τελικούς-τελεστές και τους ρομποτικούς εξωσκελετούς (Islam, 2017).

Οι τελικοί-τελεστές αποτελούνται συνήθως από μία κινητή λαβή την οποία πιάνει με το χέρι του ο ασθενής και εκείνη στη συνέχεια εκτελεί επαναλαμβανόμενες κινήσεις σε συγκεκριμένη τροχιά. Το θετικό με τα ρομπότ τελικούς-τελεστές είναι η ικανότητά τους να προσαρμόζονται σε διάφορες τροχιές κίνησης. Από την άλλη όμως, έχουν το μειονέκτημα του να μην μπορούν να εκτελέσουν υπτιασμό και πρηνισμό στην άρθρωση του αγκώνα. Κάποια μοντέλα ρομποτικών τελικών-τελεστών, επιτρέπουν την ταυτόχρονη κινητοποίηση και των δύο άκρων σε συγχρονισμό, ώστε να σταλθεί εντολή και στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου (Qassim, 2020).

Αναφορικά, τέτοιου τύπου ρομποτικά μέσα είναι το MIT-Manus και το σύστημα G-EO (Weber, 2018).



Εικόνα 1: Ρομποτικό μέσο Τελικού-Τελεστή (Islam Md Rasedul, 2017)

Οι ρομποτικοί εξωσκελετοί έχουν τη δυνατότητα να υπολογίζουν την απαραίτητη ροπή για την εκτέλεση λειτουργικών κινήσεων στις αρθρώσεις και να ελέγχουν τις κινήσεις του άκρου. Αυτό επιτυγχάνεται, διότι περικλείουν το άκρο του ασθενή με νάρθηκα ή με μία βιονική δομή. Λόγω αυτού, χρειάζονται πολύ λιγότερο χώρο για την αποκατάσταση του ασθενή σε σχέση με τα ρομποτικά μέσα τελικού-τελεστή. Παρόλα αυτά όμως, οι ρομποτικοί εξωσκελετοί δεν μπορούν να κάνουν συγχρονιστική κινητοποίηση μεταξύ των δύο άκρων του ασθενή, διότι ο κάθε εξωσκελετός είναι σχεδιασμένος για το ένα άκρο από τα δύο και το κόστος δημιουργίας τους είναι πολύ υψηλό (Qassim, 2020). Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να δώσουμε και μερικά παραδείγματα ρομποτικών εξωσκελετών όπως, το Armeo Power και Lokomat (Weber, 2018).



Εικόνα 2: Εξωσκελετός Armeo Power για το άνω άκρο (Weber L. M., 2018).

### 2.3 Ρομποτικά Μέσα Άνω Άκρων

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αποτελεί σοβαρή αιτία πρόκλησης μεγάλου αριθμού αναπηριών σε παγκόσμιο επίπεδο (Ralph, 2013). Συμπτώματα όπως, η μυϊκή αδυναμία, η παραισθησία και η σπαστικότητα των αντιβαρικών μυών επηρεάζουν τις κινητικές λειτουργίες των άκρων του ασθενή σε μεγάλο βαθμό (Bowen, 2016). Απαιτείται λοιπόν, σε αυτό το σημείο να γίνει ανάλυση στα ρομποτικά μέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποκατάσταση των άκρων των ατόμων που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Ορισμένα ρομποτικά μέσα που είναι κατάλληλα για την αποκατάσταση των άνω άκρων είναι:

- **MIT-MANUS:** το MIT-MANUS δημιουργήθηκε στο ινστιτούτο τεχνολογίας της Μασαχουσέτης και αποτελεί σταθμό εργασίας με σκοπό την αποκατάσταση των άνω άκρων ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο. Το ρομποτικό μέσο αυτό εκτελεί επαναλαμβανόμενη παθητική κινητοποίηση στο πάσχων άκρο, ενώ ο ασθενής αντιδρά σε οπτικά ερεθίσματα που προβάλλονται σε μία οθόνη σε μορφή παιχνιδιού. Προσφέρει ελευθερία κινήσεων στον καρπό και τον αγκώνα και κατά την διάρκεια της θεραπείας, γίνεται από το μέσο αυτό, καταγραφή και ανάλυση των αποδόσεων του ασθενή, στους τομείς της δύναμης, της ταχύτητας και της θέσης του άκρου. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί το μηχάνημα να προσαρμοστεί κατάλληλα στις ανάγκες του πάσχοντος ατόμου. Το χέρι του ασθενή παραμένει ασφαλές μέσω μαγνητικής κλειδαριάς, ώστε ο ασθενής να μπορεί με ασφαλή και ταχύ τρόπο να απελευθερωθεί.

Επιπλέον, υπάρχει επίβλεψη από ειδικό κατά τη διάρκεια της κινητοποίησης για μεγαλύτερη ασφάλεια του ασθενή (Qassim, 2020).

- **REHAROB:** το μηχάνημα αυτό εκτελεί επαναλαμβανόμενες παθητικές κινήσεις στην άρθρωση του ώμου και του αγκώνα. Ο φυσικοθεραπευτής ρυθμίζει τις παραμέτρους πριν ξεκινήσει η κινητοποίηση από το μέσο και στη συνέχεια εκείνο τις εκτελεί με αργή και σταθερή ταχύτητα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση της σπαστικότητας και αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ώμου και του αγκώνα. Επιπροσθέτως, το REHAROB είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες για τον έλεγχο των δυνάμεων που παράγονται κατά την κινητοποίηση του άκρου (Qassim, 2020).
- **ARMin:** το μέσο αυτό κατασκευάστηκε από το Sensory-Motor Systems Lab. Δίνει τη δυνατότητα παθητικής κινητοποίησης σε τρεις διαστάσεις για την άρθρωση του ώμου, καθώς επίσης συμβάλει και στην κινητοποίηση των αρθρώσεων του καρπού και του αγκώνα (Bogue, 2018). Κατά την θεραπεία με αυτό το μέσο, ο ασθενής βρίσκεται καθιστός σε μία καρέκλα και το πάσχον άκρο του προσδένεται γύρω από τα δάχτυλα, το αντιβράχιο και το βραχίονα. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα μέσω ρυθμίσεων, να αυξομειωθεί το μήκος του εξωσκελετού, ώστε να είναι κατάλληλο για τον ασθενή. Για λόγους ασφαλείας και για να αποφευχθεί να τεντωθούν υπερβολικά οι αρθρώσεις, μπορούν να τεθούν όρια κινητοποίησης του εξωσκελετού (Keller, 2015).
- **Armeo Power:** το Armeo Power αποτελεί σταθμό εργασίας με ρομποτικό εξωσκελετό και συμβάλει στην υποβοηθούμενα ενεργητική κινητοποίηση προβληματικών άνω άκρων, σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Η συσκευή αυτή περιβάλλει το πάσχον άνω άκρο του ασθενή και παρέχει στήριξη του βάρους του βραχίονα, ενώ επιπλέον μπορεί και να προσαρμοστεί στο κατάλληλο μήκος για το άκρο του ασθενή. Το λογισμικό του μέσου αυτού, του επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Προσφέρει λειτουργική κινητοποίηση και εκπαίδευση πάνω σε μοτίβα κινήσεων βασισμένα στην καθημερινή ζωή. Επιπροσθέτως, διαθέτει παιχνίδια σε 2D και 3D. Τα εξαιρετικά του γραφικά του επιτρέπουν να διατηρεί εύκολα την προσοχή του ασθενή και ο υπεύθυνος θεραπευτής έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει το εύρος κίνησης του άκρου, ποιες αρθρώσεις θα διατηρήσει σταθερές, καθώς επίσης και το επίπεδο δυσκολίας του παιχνιδιού. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να πραγματοποιηθούν και πιο σύνθετες κινήσεις (Weber, 2018).
- **L-EXOS:** το ρομποτικό μέσο L-EXOS είναι ένας εξωσκελετός που πραγματοποιεί υποβοηθούμενη ενεργητική κινητοποίηση στο παρετικό άνω άκρο. Κατά τη λειτουργία του το ρομποτικό μέσο αυτό, καταγράφει την πρόοδο μέσω ειδικών ενσωματωμένων αισθητήρων. Ο ασθενής κατευθύνεται μέσω της εικονικής πραγματικότητας και με αυτόν τον τρόπο εκτελεί επαναλαμβανόμενες κινήσεις με συγκεκριμένη τροχιά. Η ασφάλεια του ασθενή εξασφαλίζεται μέσω ρύθμισης των ορίων της κίνησης (Qassim, 2020).

- **T-Wrex:** το T-Wrex είναι ένας εξωσκελετός που βοηθάει το προβληματικό άνω άκρο να εκτελέσει υποβοηθούμενες ενεργητικές κινήσεις μέσω έντονης εξάσκησης. Το ρομποτικό αυτό μέσο δημιουργεί την ψευδαίσθηση της αιώρησης του άκρου του ασθενή, μέσω αντιστάθμισης της βαρύτητας και ταυτόχρονα μπορεί και εκτελεί τρισδιάστατες κινήσεις. Ο εξωσκελετός αυτός δένεται στο αντιβράχιο και στο βραχίονα του ασθενή και διαθέτει αισθητήρες λαβής και θέσης, ώστε να μπορούν να καταγραφούν οι μετρήσεις των κινήσεων του πάσχοντος άνω άκρου (Qassim, 2020).

## 2.4 Ρομποτικά Μέσα Κάτω Άκρων

Σε ένα θεραπευτικό πλάνο αποκατάστασης ασθενή με εγκεφαλικό επεισόδιο, δεν είναι δυνατόν να μην πραγματοποιηθεί κάποιου τύπου κινητοποίηση και στα παρετικά κάτω άκρα (Bowen, 2016). Αυτό οδηγεί ορισμένους φυσικοθεραπευτές στην χρήση ειδικών ρομποτικών μέσων, με σκοπό τη βελτίωση του κινητικού ελλείματος των άκρων που πάσχουν (Weber, 2018). Μερικά ρομποτικά μέσα που ενδείκνυνται για αυτό το σκοπό είναι:

- **Lokomat:** το Lokomat αποτελεί σταθμό εργασίας ορθοστατικής βάδισης που αποτελείται από ένα διάδρομο βάδισης, ένα ειδικό σύστημα υποστήριξης του βάρους του ασθενή και εξωσκελετικά στοιχεία και από τις δύο πλευρές, ώστε να μπορούν να εκτελεστούν οι κινήσεις των γοφών και των γονάτων. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα τοποθέτησης ελαστικών ανυψωτικών στα πόδια, για μεγαλύτερη προστασία στην άρθρωση του αστραγάλου (Weber, 2018). Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνει να αυτοματοποιήσει την λειτουργική κινητοποίηση των κάτω άκρων του ασθενή, ώστε να επιτευχθεί η επανεκπαίδευση της βάδισης. Κατά τη βάδιση σε διάδρομο, ο ασθενής δέχεται τις κατάλληλες εντολές από τους υποδοχής των κάτω άκρων του, με αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτύξει και πάλι τις κινητικές του λειτουργίες. Μερικές πολύ αποτελεσματικές λειτουργίες που διαθέτουν τα ρομποτικά μοντέλα Lokomat είναι οι ρομποτικοί αισθητήρες που συγχρονίζουν την ταχύτητα του διαδρόμου με την κίνηση των εξωσκελετών, τα ειδικά προγράμματα παιχνιδιών που παρακινούν το ενδιαφέρον του ασθενή και η δυνατότητα αβίαστου ελέγχου και διαχείρισης των ρυθμίσεων του συστήματος αυτού από τον θεραπευτή (Medvedev, 2019).
- **G-EO system:** το ρομποτικό μέσο G-EO αποτελεί σύστημα τελικού-τελεστή και δημιουργήθηκε από την Reha Technologies με κύριο σκοπό την αποκατάσταση ασθενών μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Η συσκευή αυτή διαθέτει δύο πλάκες για τα πόδια, ώστε να επιτρέπει την προσομοίωση της κίνησης των κάτω άκρων κατά μήκος μίας διαδρομής, ενώ επίσης υπάρχει εγκατεστημένο και ένα σύστημα υποστήριξης του βάρους του ασθενή. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα, μέσω ειδικών αισθητήρων, να αντιλαμβάνεται την πρόθεση της κίνησης του ασθενή και στη συνέχεια να ανταποκρίνεται εκτελώντας το προσχεδιασμένο μοτίβο βάδισης (Weber, 2018). Οι ειδικά σχεδιασμένες προδιαγραφές του συστήματος αυτού, καθώς επίσης και το σύστημα ρυθμίσεων που διαθέτει, του επιτρέπουν να προσομοιώνει τις κινήσεις της απλής βάδισης και της αναρρίχησης σκάλας, ενώ επιπλέον διαθέτει και λειτουργία μερικής κίνησης (Hesse, 2012).
- **TPAD:** η συσκευή αυτή αποτελεί όχι μόνο βοηθητικό μέσο για την αποκατάσταση ατόμων με κινητικά ελλείματα στα κάτω άκρα, αλλά και πολύ καλό ερευνητικό μέσο. Αποτελείται από μία ζώνη με καλώδια που προσδένεται γύρω από την πύελο του ασθενή, κατά τη διάρκεια που εκείνος κινείται σε διάδρομο, καθώς επίσης και από ειδικές πλάκες καταγραφής της ασκούμενης δύναμης. Με αυτόν τον τρόπο, συλλέγονται δεδομένα για τον ασθενή, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται από τη συσκευή, με σκοπό να ασκήσει τις κατάλληλες δυνάμεις σε εκείνον. Έτσι, μπορεί και

βοηθάει τα κάτω άκρα στο να κάνουν ομαλές μετατοπίσεις του βάρους του σώματος, κατά τη διάρκεια της βάρδισης. Η συσκευή αυτή παρέχει κυρίως απτικά ερεθίσματα προς τον ασθενή, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα προγραμματισμού της συσκευής ώστε να προσφέρει την κατάλληλη βοήθεια (Bishop, 2017).

- **Exo-H2:** η συσκευή αυτή είναι ένας εξωσκελετός που δημιουργήθηκε από την Technaid S.L., με πρωταρχικό σκοπό την θεραπεία ατόμων από μερική κάκωση νωτιαίου μυελού. Προσδίδει τη δυνατότητα περιορισμού της άρθρωσης του αστραγάλου, για την αποφυγή πτώσης της άκρης του ποδιού, κατά την διάρκεια της βάρδισης. Ο εξωσκελετός αυτός παρέχει υποστήριξη των αρθρώσεων του ασθενή, ανάλογα με τις προσωπικές του ανάγκες του. Επιπροσθέτως, εξαιτίας του τρόπου κατασκευής της, αυτή η συσκευή επιτρέπει στους θεραπευτές να ρυθμίσουν και να τροποποιήσουν τις παραμέτρους ελέγχου του συστήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μέσο αυτό, να επιτυγχάνει την καλύτερη δυνατή απόδοση για την αποκατάσταση του ασθενή, εκτελώντας ένα συμμετρικό μοτίβο βάρδισης (Bortole, 2015).
- **AlterG Bionic Leg:** το ρομποτικό μέσο AlterG Bionic Leg, είναι μία μονόπλευρη όρθωση του γόνατος, που κατασκευάστηκε με σκοπό την αποκατάσταση των κινητικών δυσλειτουργιών των κάτω άκρων, σε άτομα με νευρολογικά και ορθοπεδικά περιστατικά. Η όρθωση αυτή, διαθέτει αρκετούς αισθητήρες ώστε να είναι ικανή να αναλύσει σωστά τις κινήσεις του ασθενή που τη χρησιμοποιεί και να του προσφέρει την κατάλληλη βοήθεια. Επιπλέον, το μηχάνημα αυτό δίνει στους ασθενής τη δυνατότητα να ανεβοκατεβαίνουν σκαλοπάτια, να εκτελούν μεταφορές και να περπατάνε σε ομαλές επιφάνειες (Stein, 2014).
- **HAL:** η συσκευή HAL είναι μία στολή που κατασκευάστηκε από την Cyberdyne, με σκοπό να καταπολεμήσει την μυϊκή αδυναμία της τρίτης ηλικίας. Η στολή αυτή, προσφέρει στήριξη στο ισχίο και στο γόνατο του προβληματικού άκρου. Ο ασθενής που την φοράει έχει τη δυνατότητα να διαλέξει αν θα δέχεται υποστήριξη και για τις δύο αρθρώσεις ή μόνο για το ισχίο. Με αυτόν τον τρόπο, το ρομποτικό μέσο προσαρμόζεται στις ανάγκες του ασθενή. Σημαντική αναφορά απαιτείται να γίνει και για το υβριδικό σύστημα που διαθέτει η στολή αυτή, καθώς επίσης και για την επιλογή μεταξύ αυτόνομου και εθελοντικού ελέγχου του μέσου αυτού από τον ασθενή. Ο αυτόνομος έλεγχος κατευθύνεται από τις μετατοπίσεις του βάρους του ατόμου κατά την βάρδιση, ενώ ο εθελοντικός έλεγχος κατευθύνεται από την ενεργοποίηση συγκεκριμένων μυών μέσω επιφανειακού ηλεκτρομυογραφήματος (Weber, 2018).

## 2.5 Αποτελεσματικότητα Ρομποτικών Μέσων

Τα ρομποτικά μέσα αρχίζουν όλο και περισσότερο να χρησιμοποιούνται από τους θεραπευτές, ως βασικά εργαλεία για την αποκατάσταση των ασθενών τους. Αυτό οφείλεται στην προσπάθειά τους να παρέχουν προγράμματα που να χαρακτηρίζονται από υψηλή ένταση και επαναλαμβανόμενες κινήσεις, ενώ ταυτόχρονα να καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες του ασθενή (Bertani, 2017). Ως μέθοδος αποκατάστασης, η χρήση ρομποτικών συσκευών είναι δύσκολο να αξιολογηθεί αντικειμενικά για τα αποτελέσματά της, οδηγώντας πολλές φορές τους ερευνητές στην προκατάληψη. Σε σχέση με άλλες μορφές θεραπείας, εκείνες που βασίζονται στη χρήση ρομποτικών συσκευών, παρουσιάζουν πλεονεκτήματα, όπως ελεγχόμενη ανατροφοδότηση της δύναμης και σωστή εκτίμηση σημαντικών παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί συμπεριλαμβάνουν τη σπαστικότητα, τα αντανάκλαστικά και τις λειτουργικές κινήσεις (Huang, 2017). Επιπλέον, για αρκετούς ερευνητές, τα ρομποτικά μέσα, αποτελούν τα ιδανικά εργαλεία για την συμπλήρωση της συμβατικής θεραπείας, αφού προσφέρουν όχι μόνο εντατική άσκηση αλλά και συνεχή υποστήριξη (Gassert, 2018).

Τα μέσα τελικού-τελεστή και ρομποτικού εξωσκελετού, φαίνονται να είναι το ίδιο αποτελεσματικά στη βελτίωση των κινητικών λειτουργιών. Όταν εφαρμοστούν κατάλληλα σε μία θεραπεία τα ρομποτικά μέσα, τότε εμφανίζονται ποικίλα πλεονεκτήματα, όπως η ύπαρξη τυποποιημένου περιβάλλοντος, προσαρμόσιμη υποστήριξη και δυνατότητα αύξησης της έντασης και της συχνότητας της θεραπείας. Εξίσου σημαντικό είναι και το ότι μειώνει τη σωματική επιβάρυνση για τους φυσικοθεραπευτές. Παρόλα αυτά όμως, η επιλογή του καταλληλότερου ρομποτικού μέσου, εξαρτάται από τη βλάβη και τη φάση της ανάρρωσης στην οποία βρίσκεται ο ασθενής (Gassert, 2018). Η χρήση ρομποτικών μέσων, φαίνεται να έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει θετικά την αποκατάσταση της λειτουργίας των άνω άκρων, σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο (Bertani, 2017). Ακόμα και σε ασθενείς που εμφανίζουν βαριά συμπτώματα, ο ρομποτικός εξωσκελετός έχει την ικανότητα να εκτελέσει στα παρετικά άνω και κάτω άκρα, τόσο παθητικές, όσο και υποβοηθούμενες ενεργητικές κινητοποιήσεις, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει υποστήριξη του βάρους του άκρου και παρέχει πλήρη έλεγχο των σχετικών αρθρώσεων (Gassert, 2018).

Έρευνες δείχνουν ότι οι ασθενείς μετά από εκπαίδευση με ρομπότ, μπορούν να παρουσιάσουν βελτιωμένη κινητική ικανότητα και λειτουργία, να εμφανίσουν βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και καλύτερη της γνωστικής ικανότητας τους (Grimm, 2016). Οι ρομποτικές συσκευές βοηθάνε στην αποκατάσταση της βάδισης, μέσω της παροχής υποστήριξης και κινητοποίησης του άκρου (Cho, 2018). Κλινικές έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμα και σε ασθενείς με μεγάλο βαθμού κινητική αναπηρία, στους τομείς της βάδισης και της ισορροπίας κυρίως, η βοήθεια που προσφέρουν είναι μεγάλη (Bogue, 2018). Επιπλέον, τα ρομποτικά μέσα διαθέτουν την ικανότητα ποσοτικής αξιολόγησης των παραμέτρων απόδοσης, του πάσχοντος ασθενή. Τέτοιοι παράμετροι είναι το εύρος κίνησης, η ταχύτητα βάδισης, η σπαστικότητα και η μυϊκή δύναμη. Επιπροσθέτως, πρέπει να τονιστεί και το ότι τα περισσότερα ρομποτικά μέσα προστατεύουν τον χρήστη τους από τον κίνδυνο πτώσης, κατά τη διάρκεια βάδισης ή ανεβοκατεβάσματος της σκάλας (Cho, 2018).



Μεγάλη σημασία έχει επίσης, και η αποτελεσματικότητα των ρομποτικών μέσων ως ερευνητικά εργαλεία (Germanotta, 2018). Συγκεκριμένα, στην πάθηση του εγκεφαλικού επεισοδίου, οι ασθενείς, ενδέχεται να εμφανίσουν διαφορετικά συμπτώματα μεταξύ τους ανάλογα με το σημείο της βλάβης και την αιτία πρόκλησης (Guide, 2013). Έτσι, τα ρομποτικά μέσα μπορούν να συλλεξουν όλα τα δεδομένα του κάθε ασθενή και έχουν τη δυνατότητα να βάλουν τις βάσεις για την εύρεση της καταλληλότερης θεραπείας (Germanotta, 2018).

## 2.6 Σύγκριση Μεταξύ Συμβατικής Θεραπείας και Ρομποτικής

Αρκετές έρευνες έχουν γίνει πάνω στην ανάλυση των πλεονεκτημάτων που έχει η χρήση ρομποτικών μέσων στις θεραπείες αποκατάστασης, σε σύγκριση με τη συμβατική θεραπεία, σε άτομα μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Σε αρκετές περιπτώσεις τα ρομποτικά μέσα φαίνονται να έχουν παρόμοια ή και καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την απλή συμβατική θεραπεία, ενώ πάλι σε άλλες περιπτώσεις η συμβατική θεραπεία ήταν προτιμότερη σε σχέση με εκείνη που έκανε χρήση ρομποτικών μέσων (Chang, 2013).

Συγκεκριμένα, ορισμένες έρευνες έδειξαν ότι η θεραπεία αποκατάστασης της βάρδισης με τη χρήση συσκευών τελικού-τελεστή δεν εμφανίζει τα επιθυμητά αποτελέσματα, ώστε να θεωρηθεί ικανή να αντικαταστήσει τελειώς τη συμβατική θεραπεία. Επιπλέον, υπάρχουν μελέτες που αποκαλύπτουν ότι η συμβατική θεραπεία έχει ανώτερα αποτελέσματα σε σχέση με εκείνη που έκανε χρήση ρομποτικού εξωσκελετού, στην αποκατάσταση της βάρδισης. Αυτή η σύγκριση έγινε κάτω από την κοινή προϋπόθεση ότι και οι δύο τύποι θεραπείας εκτελέστηκαν με παρόμοια ένταση της άσκησης. Επιπροσθέτως, στην αποκατάσταση της βάρδισης ατόμων με εγκεφαλικό έχει παρατηρηθεί, ότι ο συνδυασμός των ρομποτικών μέσων με τη συμβατική θεραπεία παρουσίαζε παρόμοια ή αρκετά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη εκτέλεση μόνο συμβατικής θεραπείας (Chang, 2013).

Στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας των άνω άκρων τα αποτελέσματα δεν ήταν πολύ διαφορετικά. Η θεραπεία με τη χρήση ρομποτικών συσκευών τελικού-τελεστή, σε σχέση με την συμβατική θεραπεία βραχυπρόθεσμα δεν εμφάνιζε ουσιαστική διαφορά. Παρόλα αυτά, μακροπρόθεσμα κατάφερε να πετύχει μεγαλύτερη βελτίωση της κινητικής λειτουργίας. Στις μελέτες όπου γινόταν συνδυασμός και των δύο τύπων θεραπείας, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά καλύτερα, σε σχέση με τις περιπτώσεις που γινόταν χρήση μόνο της συμβατικής. Η χρήση ρομποτικών εξωσκελετών παρουσίαζε καλύτερα αποτελέσματα στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας των άνω άκρων και παρατηρήθηκε να εμφανίζει μεγαλύτερη πρόοδο στην αντιμετώπιση της σπαστικότητας. Από την άλλη όμως, η συμβατική θεραπεία παρουσίαζε πιο αισθητή βελτίωση στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, όταν και για τα δύο είδη θεραπειών λαμβάνονταν κοινές συνθήκες εκτέλεσης (Chang, 2013).

## 2.7 Παράγοντες Επιρροής της Χρήσης Ρομποτικών Μέσων

Για την κατασκευή και την πώληση νέων προϊόντων και τεχνολογιών στο τομέα της υγείας, είναι απαραίτητο να γίνουν οι κατάλληλοι έλεγχοι από κρατικούς αρμόδιους, ώστε να δοθεί η άδεια κυκλοφορίας τους στην αγορά. Αυτό γίνεται με σκοπό να αποφευχθούν πιθανοί κίνδυνοι και για να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία των νέων αυτών τεχνολογιών (Weber, 2018).

Μεγάλο ποσοστό των ρομποτικών μέσων αποκατάστασης κατηγοριοποιούνται ως συσκευές μέτριου κινδύνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύκολη η έγκριση τους από τους αρμόδιους. Επιπλέον όταν μία συσκευή θεωρείται παρόμοια με κάποια ήδη εγκεκριμένη, τότε απαιτούνται ακόμα λιγότεροι έλεγχοι και κλινικές δοκιμασίες για να εγκριθεί η κυκλοφορία της. Λόγω της εύκολης απόκτησης άδειας κυκλοφορίας των συσκευών, αρκετές νέες εταιρίες εισήλθαν στον τομέα, αποφεύγοντας έτσι τα έξοδα των κλινικών δοκιμασιών. Αυτό οδήγησε στο να εκφραστούν ανησυχίες ότι αυτοί οι κανονισμοί μπορεί να μην επαρκούν για τη διασφάλιση της ασφάλειας των ασθενών (Weber, 2018).

Από την επιχειρηματική πλευρά, η εισαγωγή νέων τεχνολογιών μπορεί να είναι πολύ ελκυστική. Ωστόσο, η ευρεία υιοθέτηση αυτών των προϊόντων έχει παρεμποδιστεί από διάφορους παράγοντες, όπως το κόστος αγοράς, το κόστος συντήρησης και το γεγονός του ότι πολλές συσκευές είναι αρκετά μεγάλες, πράγμα που σημαίνει ότι καταλαμβάνουν χώρο στα φυσικοθεραπευτήρια, που σε άλλες περιπτώσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί πιο αποτελεσματικά (Weber, 2018).

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των ρομποτικών συσκευών στο τομέα της νευρολογικής αποκατάστασης, είναι η ικανότητά τους να παρέχουν το ίδιο επίπεδο φροντίδας και άνεσης με τις παραδοσιακές μηχανικές συσκευές. Ωστόσο, ενδέχεται να μην παρέχουν το ίδιο επίπεδο παραγωγικότητας και μπορεί να απαιτούν περισσότερη κλινική επίβλεψη (Weber, 2018).

### 3. Συμπεράσματα

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί πολύ σοβαρή πάθηση από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο (Alexander, 2017). Τα άτομα που το βιώνουν μπορούν να εμφανίσουν πολλά και διαφορετικά συμπτώματα, ανάλογα την αιτία και το σημείο βλάβης στον εγκέφαλο. Το συνηθέστερο πρόβλημα όμως που εμφανίζουν οι ασθενείς που αναρρώνουν από αυτό, είναι τα κινητικά ελλείματα στο άνω και κάτω άκρο της μίας πλευράς (Bowen, 2016).

Τα ρομποτικά μέσα αποτελούν πολύ καλά εργαλεία για την αποκατάσταση των κινητικών αυτών ελλειμάτων σε άτομα που πέρασαν εγκεφαλικό επεισόδιο (Coleman, 2017). Τα ρομποτικά μέσα σύμφωνα με την δομή της κατασκευής τους, κατηγοριοποιούνται σε συσκευές τελικού-τελεστή και σε ρομποτικούς εξωσκελετούς. Οι δύο αυτοί τύποι ρομποτικών μέσων έχουν τη δυνατότητα να εκτελέσουν κινητοποίηση των προβληματικών άκρων τόσο παθητικά, όσο και υποβοηθούμενα ενεργητικά (Weber, 2018).

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα ρομποτικά μέσα στην θεραπεία αποκατάστασης των ατόμων που πέρασαν αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η εντατική άσκηση, η συνεχής υποστήριξη του βάρους των άκρων, η δυνατότητα καταγραφής και συλλογής μετρήσεων και δεδομένων που αφορούν τον ασθενή και τις αποδόσεις του (Huang, 2017), (Gassert, 2018). Επιπλέον, προστατεύουν τους χρήστες τους από τον κίνδυνο πτώσης, μειώνουν την σωματική επιβάρυνση των φυσικοθεραπευτών και μπορούν να κάνουν τη θεραπεία πιο διασκεδαστική για τον ασθενή (Weber, 2018), (Cho, 2018).

Μεταξύ της συμβατικής θεραπείας και εκείνης που κάνει χρήση ρομποτικών μέσων δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Τόσο για τα άνω άκρα όσο και για τα κάτω, παρατηρείται ότι ο συνδυασμός των δύο μεθόδων ήταν εκείνος που απέδιδε τα καλύτερα αποτελέσματα για την βελτίωση των κινητικών προβλημάτων των ασθενών. Επιπλέον, η αντικατάσταση της συμβατικής μεθόδου θεραπείας από τα ρομποτικά μέσα, είναι ξεκάθαρο ότι δεν μπορεί να συμβεί προς το παρόν (Chang, 2013).

Παρά τα πλεονεκτήματα της ρομποτικής τεχνολογίας, πολλοί ασθενείς εξακολουθούν να μην μπορούν να επωφεληθούν από εκείνη λόγω του κόστους και της περιορισμένης ενημέρωσης σχετικά με αυτήν. Απαιτούνται λοιπόν, περαιτέρω μελέτες για να κατανοηθεί ο μακροπρόθεσμος οικονομικός αντίκτυπος του και να μπορέσει να ενταχθεί για τα καλά στις θεραπείες αποκατάστασης των φυσικοθεραπευτών (Weber, 2018).

## 4. Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Γιαννακοπούλου Μ. (2014). ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΩΜΑΤΩΔΟΥΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ, ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ. Τμήμα Νοσηλευτικής ΕΚΠΑ. Available at: [http://edul11.ekt.gr/edul11/bitstream/10795/2081/2/2081\\_ENOTHTA%20A%20%281%29.pdf](http://edul11.ekt.gr/edul11/bitstream/10795/2081/2/2081_ENOTHTA%20A%20%281%29.pdf)
2. Καυγά, Α. & Βλάχου, Ε. & Καλοκαιρινού-Αναγνωστοπούλου, Α. (2015). Επιδημιολογικά δεδομένα και οικονομικό κόστος αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων Epidemiological and economical cost approaches of stroke. ΙΑΤΡΙΚΗ;104(5–6) :277-287. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/319815784\\_Epidemiologika\\_dedomena\\_kai\\_oi\\_konomiko\\_kostos\\_angeiakon\\_enkephalikon\\_epeisodion\\_Epidemiological\\_and\\_economic\\_al\\_cost\\_approaches\\_of\\_stroke](https://www.researchgate.net/publication/319815784_Epidemiologika_dedomena_kai_oi_konomiko_kostos_angeiakon_enkephalikon_epeisodion_Epidemiological_and_economic_al_cost_approaches_of_stroke)
3. Πρέκας, Ε. (2021). Η φυσικοθεραπεία στην εγκεφαλική παράλυση. 10.5281/zenodo.4642669

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Alakbarzade, V., & Pereira, A. C. (2018). Cerebral catheter angiography and its complications. *Practical neurology*, 18(5), 393–398. doi.org/10.1136/practneurol-2018-001986
2. Alan S. Go, Dariush Mozaffarian, Véronique L. Roger, Emelia J. Benjamin, Jarett D. Berry, Michael J. Blaha, Shifan Dai, Earl S. Ford, Caroline S. Fox, Sheila Franco, Heather J. Fullerton, Cathleen Gillespie, Susan M. Hailpern, John A. Heit, Virginia J. Howard, Mark D. Huffman, Suzanne E. Judd, Brett M. Kissela, Steven J. Kittner, Daniel T. Lackland, Judith H. Lichtman, Lynda D. Lisabeth, Rachel H. Mackey, David J. Magid, Gregory M. Marcus, Ariane Marelli, David B. Matchar, Darren K. McGuire, Emile R. Mohler III, Claudia S. Moy, Michael E. Mussolino, Robert W. Neumar, Graham Nichol, Dilip K. Pandey, Nina P. Paynter, Matthew J. Reeves, Paul D. Sorlie, Joel Stein, Amytis Towfighi, Tanya N. Turan, Salim S. Virani, Nathan D. Wong, Daniel Woo, and Melanie B. Turner (2013). Heart Disease and Stroke Statistics—2014 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 129:e28–e292. doi.org/10.1161/01.cir.0000441139.02102.80
3. Alexander P Coupland, Ankur Thapar, Mahim I Qureshi, Harri Jenkins, Alun H Davies (2017). The definition of stroke. *J R Soc Med*. Jan;110(1):9-12. doi: 10.1177/0141076816680121
4. Belagaje, S. R. (2017). Stroke Rehabilitation. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, 23(1), 238–253. doi:10.1212/con.0000000000000423

5. Bertani, R., Melegari, C., De Cola, M. C., Bramanti, A., Bramanti, P., & Calabrò, R. S. (2017). Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 38(9), 1561–1569. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-2995-5>
6. Bhalerao, G., Shah, H., Bedekar, N., Dabadghav, R., & Shyam, A. (2016). Perspective of neuro therapeutic approaches preferred for stroke rehabilitation by physiotherapists. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy-An International Journal*, 10(1), 47-50. Available at: <https://ijpot.com/scripts/IJPOT%20JAN-MARCH%202016.pdf#page=53>
7. Bishop, L., Khan, M., Martelli, D., Quinn, L., Stein, J., & Agrawal, S. (2017). Exploration of two training paradigms using forced induced weight shifting with the tethered pelvic assist device to reduce asymmetry in individuals after stroke case reports. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), S135-S140. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000779>
8. Bogue, R. (2018). Rehabilitation robots. *Industrial Robot: An International Journal*. 45, 301-306, doi:10.1108/IR-03-2018-0046
9. Bonow, R. H., Young, C. C., Bass, D. I., Moore, A., & Levitt, M. R. (2019). Transcranial Doppler ultrasonography in neurological surgery and neurocritical care. *Neurosurgical focus*, 47(6), E2. doi.org/10.3171/2019.9.FOCUS19611
10. Bortole, M., Venkatakrishnan, A., Zhu, F., Moreno, J. C., Francisco, G. E., Pons, J. L., & Contreras-Vidal, J. L. (2015). The H2 robotic exoskeleton for gait rehabilitation after stroke: Early findings from a clinical study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 12(12). <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0048-y>
11. Bowen, A., James, M., Young, G. (2016). National Clinical Guideline for stroke. Royal College of Physicians 5th ed.). UK: London. Available at: [https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/10488/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5th-edition\\_24-11-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/10488/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5th-edition_24-11-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
12. Brandon P. Lucke-Wold, BS, Ryan C. Turner, BS, A. Noelle Lucke-Wold, BSN Charles L. Rosen, MD, PhD., Jason D. Huber, PhD. (2012). Age and the Metabolic Syndrome as Risk Factors for Ischemic Stroke: Improving Preclinical Models of Ischemic Stroke. *Yale J Biol Med*. Dec; 85(4): 523–539. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3516893/>
13. Buehler, Erin; Branham, Stacy; Ali, Abdullah; Chang, Jeremy J.; Hofmann, Megan Kelly; Hurst, Amy; Kane, Shaun K. (2015). [ACM Press the 33rd Annual ACM Conference - Seoul, Republic of Korea (2015.04.18-2015.04.23)] Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15 - Sharing is Caring. , (), 525–534. doi:10.1145/2702123.2702525
14. 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>
15. Chen JC, Shaw FZ. Progress in sensorimotor rehabilitative physical therapy programs for stroke patients. *World J Clin Cases*. 2014;2(8):316-326. doi:10.12998/wjcc.v2.i8.316.

16. Cho, J. E., Yoo, J. S., Kim, K. E., Cho, S. T., Jang, W. S., Cho, K. H., & Lee, W. H. (2018). Systematic Review of Appropriate Robotic Intervention for Gait Function in Subacute Stroke Patients. *BioMed research international*, 2018, 4085298. <https://doi.org/10.1155/2018/4085298>
17. Christopher Ashley, Shamsi Daneshvari Berry, (2020). The Association Between Race and Stroke Prevalence in a Patient Cohort in Mississippi. *Perspect Health Inf Manag. Dec 7;18:1i*. eCollection Winter 2021. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33633519/>
18. Coleman, E. R., Moudgal, R., Lang, K., Hyacinth, H. I., Awosika, O. O., Kissela, B. M., & Feng, W. (2017). Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. *Current atherosclerosis reports*, 19(12), 59. doi.org/10.1007/s11883-017-0686-6
19. Doherty, C. M., & Forbes, R. B. (2014). Diagnostic Lumbar Puncture. *The Ulster medical journal*, 83(2), 93–102. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4113153/>
20. Gassert, R., & Dietz, V. (2018). Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 15(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0383-x>
21. Germanotta, M., Cruciani, A., Pecchioli, C., Loreti, S., Spedicato, A., Meotti, M., Mosca, R., Speranza, G., Cecchi, F., Giannarelli, G., Padua, L., & Aprile, I. (2018). Reliability, validity and discriminant ability of the instrumental indices provided by a novel planar robotic device for upper limb rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 15(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0385-8>
22. Giroud, Maurice; Jacquin, Agnès; Béjot, Yannick (2014). The worldwide landscape of stroke in the 21st century. *The Lancet*, 383(9913), 195–197. doi:10.1016/S0140-6736(13)62077-2
23. Griffin, Christine (2014). Management of the Hemiplegic Shoulder Complex. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 21(4), 316–318. doi:10.1310/tsr2104-316
24. Grimm, F., Naros, G., & Gharabaghi, A. (2016). Compensation or Restoration: Closed-Loop Feedback of Movement Quality for Assisted Reach-to-Grasp Exercises with a Multi-Joint Arm Exoskeleton. *Frontiers in neuroscience*, 10, 280. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00280>
25. Guide-Miss, M. M. D., & Gund, B. M. (2013). Stroke: A Brain Attack Guide. *Stroke: A Brain Attack Guide-*, Karadi. *IOSR Journal Of Pharmacy*, 3(8), p 01-23. [Iosrphr.Org Available at: http://www.iosrphr.org/pages/volume3-issue8\(part-2\).html](http://www.iosrphr.org/pages/volume3-issue8(part-2).html)
26. Haeusler, K. G.; Laufs, U.; Endres, M. (2011). Chronic Heart Failure and Ischemic Stroke. *Stroke*, 42(10), 2977–2982. doi:10.1161/STROKEAHA.111.628479
27. Hesse, S., Tomelleri, C., Bardeleben, A., Werner, C., & Waldner, A. (2012). Robot-assisted practice of gait and stair climbing in nonambulatory stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 49(4): 613-622. 10.1682/JRRD.2011.08.0142.
28. Huang, X., Naghdy, F., Naghdy, G., Du, H. & Todd, C. (2017). Robot-assisted post-stroke motion rehabilitation in upper extremities: a survey. *International Journal on Disability and Human Development*, 16(3), 233-247. <https://doi.org/10.1515/ijdh-2016-0035>

29. Ingram, L. A., Butler, A. A., Brodie, M. A., Lord, S. R., & Gandevia, S. C. (2021). Quantifying upper limb motor impairment in chronic stroke: a physiological profiling approach. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 131(3), 949–965. doi.org/10.1152/jappphysiol.00078.2021
30. Islam, Md Rasedul; Spiewak, Christopher; Rahman, Mohammad Habibur; Fareh, Raouf (2017). A Brief Review on Robotic Exoskeletons for Upper Extremity Rehabilitation to Find the Gap between Research Porotype and Commercial Type. *Advances in Robotics & Automation*, 6(3), –. doi:10.4172/2168-9695.1000177
31. Johansson, Saga; Rosengren, Annika; Young, Kate; Jennings, Em (2017). Mortality and morbidity trends after the first year in survivors of acute myocardial infarction: a systematic review. *BMC Cardiovascular Disorders*, 17(1), 53. doi:10.1186/s12872-017-0482-9
32. Keller, U., Schölch, S., Albisser, U., Rudhe, C., Curt, A., Riener, R., & Klamroth-Marganska, V. (2015). Robot-assisted arm assessments in spinal cord injured patients: A consideration of concept study. *PloS one*, 10(5), e0126948. doi.org/10.1371/journal.pone.0126948
33. Lackland, D. T.; Roccella, E. J.; Deutsch, A. F.; Fornage, M.; George, M. G.; Howard, G.; Kissela, B. M.; Kittner, S. J.; Lichtman, J. H.; Lisabeth, L. D.; Schwamm, L. H.; Smith, E. E.; Towfighi, A. (2014). Factors Influencing the Decline in Stroke Mortality: A Statement From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 45(1), 315–353. doi:10.1161/01.str.0000437068.30550.cf
34. McGrath, E. R.; Kapral, M. K.; Fang, J.; Eikelboom, J. W.; O'Conghaile, A.; Canavan, M.; O'Donnell, M. J. (2013). Association of atrial fibrillation with mortality and disability after ischemic stroke. *Neurology*, 81(9), 825–832. doi:10.1212/WNL.0b013e3182a2cc15.
35. Medvedev I. N. (2019). Place and Possibilities of the Robotic System Lokomat in the Rehabilitation of Patients After Ischemic Stroke. *Biomed Pharmacol J*, 12(1). <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/1621>
36. Pan, Biqi; Jin, Xiao; Jun, Liu; Qiu, Shaohong; Zheng, Qiuping; Pan, Mingwo (2019). The relationship between smoking and stroke. *Medicine*, 98(12), e14872. doi:10.1097/md.00000000000014872
37. Peter Langhorne; Julie Bernhardt; Gert Kwakkel (2011). Stroke rehabilitation. , 377(9778), 0–1702. doi:10.1016/s0140-6736(11)60325-5
38. Poorthuis, Michiel H. F.; Algra, Annemijn M.; Algra, Ale; Kappelle, L. Jaap; Klijn, Catharina J. M. (2017). Female- and Male-Specific Risk Factors for Stroke. *JAMA Neurology*;74(1):75-81. doi:10.1001/jamaneurol.2016.3482
39. Qassim, Hassan M.; Wan Hasan, W. Z. (2020). A Review on Upper Limb Rehabilitation Robots. *Applied Sciences*, 10(19), 6976–. doi:10.3390/app10196976
40. Ralph L. Sacco, Scott E. Kasner, Joseph P. Broderick, Louis R. Caplan, J.J. (Buddy) Connors, Antonio Culebras, Mitchell S.V. Elkind, Mary G. George, Allen D. Hamdan, Randall T. Higashida, Brian L. Hoh, L. Scott Janis, Carlos S. Kase, Dawn O. Kleindorfer, Jin-Moo Lee, Michael E. Moseley, Eric D. Peterson, Tanya N. Turan, Amy L. Valderrama, Harry V. Vinters (2013). An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart



Association/American Stroke Association. *Stroke*. Jul;44(7):2064-89. doi:  
10.1161/STR.0b013e318296aeca

41. Smith, Roger O.; Scherer, Marcia; Cooper, Rory; Bell, Diane; Hobbs, David A.; Pettersson, Cecilia; Seymour, Nicky; Borg, Johan; Johnson, Michelle J.; Lane, Joseph P.; Srinivasan, S. Sujatha; Rao, PVM; Obiedat, Qussai M.; MacLachlan, Mac; Bauer, Stephen (2018). Assistive technology products: a position paper from the first global research, innovation, and education on assistive technology (GREAT) summit. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, (), 1–13. doi:10.1080/17483107.2018.1473895
42. Sohrabji, Farida; Bake, Shameena; Lewis, Danielle K. (2013). Age-related changes in brain support cells: Implications for stroke severity. *Neurochemistry International*, 63(4), 291–301. doi:10.1016/j.neuint.2013.06.013
43. Stein, J., Bishop, L., Stein, D. J., & Wong, C. K. (2014). Gait training with a robotic leg brace after stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 93(11), 987-994. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000119>
44. Thijs, Vincent; Grittner, Ulrike; Dichgans, Martin; Enzinger, Christian; Fazekas, Franz; Giese, Anne-Katrin; Kessler, Christof; Kolodny, Edwin; Kropp, Peter; Martus, Peter; Norrving, Bo; Ringelstein, Erich Bernd; Rothwell, Peter M.; Schmidt, Reinhold; Tanislav, Christian; Tatlisumak, Turgut; von Sarnowski, Bettina; Rolfs, Arndt (2015). Family History in Young Patients With Stroke. *Stroke*, 46(7), 1975–1978. doi:10.1161/STROKEAHA.115.00934
45. Wang, J. S., Lee, S. B., & Moon, S. H. (2016). The immediate effect of PNF pattern on muscle tone and muscle stiffness in chronic stroke patient. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 967–970. doi.org/10.1589/jpts.28.967
46. Wang, Y.; Xu, J.; Zhao, X.; Wang, D.; Wang, C.; Liu, L.; Wang, A.; Meng, X.; Li, H.; Wang, Y. (2013). Association of Hypertension With Stroke Recurrence Depends on Ischemic Stroke Subtype. *Stroke*, 44(5), 1232–1237. doi:10.1161/STROKEAHA.111.000302
47. Weber, Lynne M.; Stein, Joel; Harvey, Richard L. (2018). The use of robots in stroke rehabilitation: A narrative review. *NeuroRehabilitation*, 43(1), 99–110. doi:10.3233/NRE-172408
48. Xu, Zhenlin; Yue, Yuanping; Bai, Jianling; Shen, Chong; Yang, Jingjing; Huang, Xiaoping; Zhao, Yang; Li, Ying (2018). Association between oral contraceptives and risk of hemorrhagic stroke: a meta-analysis of observational studies. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. doi:10.1007/s00404-018-4723-7
49. Yew, K. S., & Cheng, E. M. (2015). Diagnosis of acute stroke. *American family physician*, 91(8), 528–536. PMC2722757 Available at: <https://www.aafp.org/afp/2015/0415/p528.html>
50. Ying Shang, Laura Fratiglioni, Anna Marseglia, Anna Plym, Anna-Karin Welmer, Hui-Xin Wang, Rui Wang, Weili Xu (2020). Association of diabetes with stroke and post-stroke dementia: A population-based cohort study. *Alzheimer's & Dementia*, doi.org/10.1002/alz.12101

51. Zhang, Chi; Qin, Ying-Yi; Chen, Qi; Jiang, Hong; Chen, Xian-Zhen; Xu, Chun-Li; Mao, Pei-Juan; He, Jia; Zhou, Yu-Hao (2014). Alcohol intake and risk of stroke: A dose–response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cardiology*, 174(3), 669–677. doi:10.1016/j.ijcard.2014.04.225