



**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΣΤΗ
ΒΑΔΙΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ
ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ**

**Αναστάσιος Χρυσάγης
Επιβλέπων
Καθηγητής Σκορδίλης Εμμανουήλ**

ΑΘΗΝΑ, 2023

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέπων καθηγητή μου Εμμανουήλ Σκορδίλη για την βοήθεια στην συλλογή, στην ανάλυση στοιχείων και στην καθοδήγηση του, χωρίς την οποία δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της πτυχιακής εργασίας.

Περίληψη

Οι ρομποτικοί μηχανισμοί χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τις τελευταίες δεκαετίες στην αποκατάσταση των νευρολογικών παθήσεων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάστηκε η επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού στη βάδιση μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ). Συγκεκριμένα, αναλύθηκε η επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων τα οποία περιλάμβαναν είτε αποκλειστικά τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών είτε συνδυασμό με τυπική αποκατάσταση. Ορισμένες μελέτες εξέτασαν την επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών στις χωροχρονικές μεταβλητές της βάδισης σε μια ομάδα ενώ άλλες σύγκριναν την επίδραση των συνδυαστικών προγραμμάτων ή των ρομποτικών μηχανισμών αποκλειστικά με την τυπική αποκατάσταση. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την ανασκόπηση των ερευνών και των συστηματικών ανασκοπήσεων είναι ενθαρρυντικά. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων, είναι το στάδιο του ΑΕΕ στο οποίο εφαρμόζεται το παρεμβατικό πρόγραμμα, το είδος του παρεμβατικού προγράμματος και ο βαθμός της αναπηρίας. Συγκεκριμένα, τα προγράμματα τα οποία συνδυάζουν τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών και τυπικής αποκατάστασης αποφέρουν τα βέλτιστα αποτελέσματα σε άτομα με οξύ και υποξύ ΑΕΕ, ενώ περισσότερο φαίνεται να επωφελούνται μη περιπατητικά άτομα ή άτομα με περιορισμένη λειτουργικότητα στη βάδιση.

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2	ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ	2
2.1	Ορισμός Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.....	2
2.2	Τύποι Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων.....	2
2.3	Στάδια Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.....	3
2.4	Επιδημιολογία	3
2.5	Παράγοντες κινδύνου.....	4
2.6	Κλινική εικόνα Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου	5
3	ΒΑΔΙΣΗ.....	7
3.1	Ορισμός βάρδισης	7
3.2	Φάσεις βάρδισης.....	7
3.3	Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο και βάρδιση.....	8
4	ΝΕΥΡΟΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	10
4.1	Ορισμός Νευροπλαστικότητας.....	10
4.2	Πλαστικότητα του εγκεφάλου.....	10
4.3	Πλαστικότητα και Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.....	10
4.4	Πλαστικότητα και άσκηση.....	11
4.5	Πλαστικότητα και περιβάλλον.....	12
5	ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ	13
5.1	Ορισμός ρομποτικών μηχανισμών.....	13
5.2	Ταξινομήσεις ρομποτικών μηχανισμών.....	13
5.3	Ταξινόμηση βάσει της εφαρμοζόμενης κίνησης στο σώμα.....	13
5.4	Ταξινόμηση με βάση το χώρο παρέμβασης.....	18
5.5	Ταξινόμηση με βάση την αλληλεπίδραση μεταξύ του ρομποτικού μηχανισμού και του επωφελούμενου.....	19
5.6	Ταξινόμηση με βάση την υποστήριξη που παρέχεται σε συνάρτηση με τον βαθμό αναπηρίας.....	20
5.7	Οφέλη της ρομποτικής	20

6	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ.....	21
6.1	Εργαλεία και κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της βάρδισης και των παραμέτρων που την επηρεάζουν.....	22
7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	29
7.1	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end-effector) στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	29
7.2	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end-effector) στο υποξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	29
7.3	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στο χρόνια αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	30
7.4	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	31
7.5	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο υποξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	32
7.6	Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο χρόνια αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	33
8	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	35
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
10	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39
11	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	48

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) αποτελεί μια από τις κυριότερες αιτίες αναπηρίας και θανάτου παγκοσμίως (Saini et al., 2021). Επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα ζωής των ατόμων, έχοντας αρνητικές επιδράσεις στην κινητική, ψυχολογική και νοητική τους κατάσταση. Τα άτομα που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό μπορεί να παρουσιάζουν διαταραχές στην ικανότητα της βάδισης, δυσχεραίνοντας την πραγματοποίηση των καθημερινών και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

Τα σύγχρονα προγράμματα επανεκπαίδευσης της βάδισης μετά από βλάβες του κεντρικού νευρικού συστήματος στηρίζονται στην νευροπλαστικότητα (Sheffler & Chae., 2013) και στις αρχές της κινητικής μάθησης (Krakauer, 2006). Η νευροπλαστικότητα αναφέρεται στην ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται και να προσαρμόζεται σε διαφορετικές συνθήκες και επηρεάζεται από την εμπειρία και την μάθηση ενώ ενισχύεται μέσω της παροχής ερεθισμάτων, τα οποία μπορούν να προκληθούν με διαφορετικές μεθόδους (Rossini et al., 2003). Η πιο συχνή μέθοδος είναι η τυπική αποκατάσταση, η οποία περιλαμβάνει ασκήσεις ενδυνάμωσης των άνω και κάτω άκρων, ασκήσεις σταθεροποίησης του κορμού και ισορροπίας.

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες οι ρομποτικοί μηχανισμοί χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικός τρόπος παρέμβασης για την επανεκπαίδευση της βάδισης ατόμων που έχουν υποστεί ΑΕΕ εμφανίζοντας ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται πως η χρήση ρομποτικών μηχανισμών έχει ποικίλα οφέλη για τα άτομα με ΑΕΕ και συμβάλλει σημαντικά στη διαδικασία της αποκατάστασης με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά στα παρεμβατικά προγράμματα (Koceska & Koceski, 2013)

Η παρούσα πτυχιική εργασία υλοποιήθηκε προκειμένου διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης των ρομποτικών μηχανισμών στην βάδιση μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.

2. ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

2.1 Ορισμός Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) αποτελεί ένα σύνδρομο ταχέως αναπτυσσόμενων κλινικών σημείων εστιακής (ή ολικής) διαταραχής της εγκεφαλικής λειτουργίας, με συμπτώματα που διαρκούν 24 ώρες ή περισσότερο ή οδηγούν σε θάνατο, χωρίς εμφανή αιτία εκτός από αγγειακή προέλευση (Cheung, 2014). Χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη ενός εστιακού νευρολογικού ελλείματος που προκαλείται από διαταραχή της παροχής αίματος στην αντίστοιχη περιοχή του εγκεφάλου και προκαλεί μόνιμη βλάβη με τη μορφή εγκεφαλικού εμφράγματος, ενδοεγκεφαλικής ή υπαραχνοειδούς αιμορραγίας (Cheung 2014).

2.2 Τύποι Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ταξινομείται σε 2 τύπους όσον αφορά την αντιμετώπιση, την πρόγνωση και την πρόληψη του (Grysiewicz et al, 2008). Ο πρώτος και πιο συχνός τύπος είναι το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ ο δεύτερος ο οποίος συναντάται λιγότερο είναι το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Το ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο κατέχει το 87% όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων (Grysiewicz et al, 2008). Αναφέρεται σε ένα σύνδρομο νευρολογικής δυσλειτουργίας που οφείλεται σε μη τραυματική αιτία εστιακού εγκεφαλικού, του νωτιαίου μυελού ή του αμφιβληστροειδικού εμφράγματος (Cheung, 2014) και σε απόφραξη αιμοφόρου αγγείου του εγκεφάλου. Το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο χωρίζεται σε 2 κύριες κατηγορίες, το θρομβωτικό και τα εμβολικό. Τα θρομβωτικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια οφείλονται στην αθηροσκλήρωση, κατά την οποία μειώνεται η αιματική ροή με αποτέλεσμα να περιορίζεται το οξυγόνο των εγκεφαλικών ιστών. Στο εμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο παρατηρείται απόσπαση ενός θρόμβου αίματος από την καρδιά, το αορτικό τόξο ή τις αυχενοκεφαλικές αρτηρίες και μεταφέρεται στην περιοχή του εγκεφάλου, όπου μπορεί να κολλήσει σε ένα αιμοφόρο αγγείου του εγκεφάλου, να το φράξει και να προκαλέσει νέκρωση του εγκεφαλικού ιστού (Γριβέας, Κολοβός & Καννέλος, 2001). Το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί περίπου το 8-18% των εγκεφαλικών επεισοδίων (Grysiewicz et al, 2008; Joseph et al, 2008). Αναφέρεται σε ένα κλινικό σύνδρομο νευρολογικής δυσλειτουργίας που οφείλεται σε μη

τραυματική αγγειακή αιτία εστιακής αιμορραγίας του εγκεφάλου, της σπονδυλικής στήλης, του νωτιαίου μυελού ή του αμφιβληστροειδούς (Cheung, 2014). Οφείλεται σε ρήξη αγγείου του εγκεφάλου (ενδοεγκεφαλική αιμορραγία) και συγκεκριμένα ρήξη στον υπαραχνοειδή χώρο και αιμορραγία μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού στρώματος του ιστού που καλύπτει τον εγκέφαλο στον υπαραχνοειδή χώρο. (Παπαδόπουλος, 2015)

2.3 Στάδια αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο περιγράφεται σε 3 στάδια από την στιγμή εκδήλωσής του: α) οξύ β) υποξύ και γ) χρόνιο (Birenbaum et al, 2008). Το οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αναφέρεται στις πρώτες 24 ώρες μετά το συμβάν (Birenbaum et al., 2008) ενώ το υποξύ τοποθετείται από τις πρώτες 24 ώρες έως και 6 μήνες μετά το επεισόδιο (Verbeek et al., 2014). Τέλος, το χρόνιο τοποθετείται από τους 6 μήνες και μετά από την εμφάνιση του εγκεφαλικού επεισοδίου (Verbeek et al., 2014).

2.4 Επιδημιολογία

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί την 2^η μεγαλύτερη αιτία θανάτου και 2^η μεγαλύτερη αιτία αναπηρίας παγκοσμίως. Συγκεκριμένα το 2010 αναφέρθηκαν 11,6 εκατομμύρια περιστατικά ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου και 5,3 εκατομμύρια περιστατικά αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου. Το 2016 ο αριθμός αυξήθηκε σε 13,7 εκατομμύρια, ενώ την ίδια χρονιά αναφέρθηκαν 5,5 εκατομμύρια θάνατοι οι οποίοι οφείλονταν στο εγκεφαλικό επεισόδιο (Saini et al, 2021). Στην Αμερική (ΗΠΑ) αναφέρονται ετησίως περίπου 795.000 περιστατικά από τα οποία τα 610.000 είναι πρώτα εγκεφαλικά επεισόδια και τα 185.000 είναι επαναλαμβανόμενα (Carlan, 2016). Όσον αφορά την πιθανότητα εκδήλωσης του εγκεφαλικού, αυτή έχει σχέση με το φύλο, την ηλικία και την γεωγραφική περιοχή. Συγκεκριμένα, ο κίνδυνος εγκεφαλικού είναι μεγαλύτερος στους άνδρες στις μικρότερες ηλικίες από ότι στις γυναίκες, ενώ στις γυναίκες παρατηρείται μεγαλύτερη επικινδυνότητα από τα 75 έτη και πάνω. Και στα δύο φύλα η πλειονότητα των εγκεφαλικών παρατηρείται μετά τα 50 έτη, ενώ από τις ηλικίες 18-50 το ποσοστό των εγκεφαλικών βρίσκεται περίπου στο 10-15% (Saini, 2021). Τέλος, αναφορικά με την γεωγραφική περιοχή, υπάρχει μεγαλύτερη επικινδυνότητα εγκεφαλικού στην Ανατολική Ασία και την Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές. Κατά γενική ομολογία, ο

βαθμός επικινδυνότητας αυξάνεται όσο το βιοτικό επίπεδο και η οικονομική κατάσταση μιας περιοχής βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα.

2.5 Παράγοντες κινδύνου

Οι σημαντικότεροι παράγοντες κινδύνου για την εκδήλωση ΑΕΕ είναι η υπέρταση, η υπερλιπιδαιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης, το κάπνισμα, το αλκοόλ, η παχυσαρκία και η απουσία φυσικής δραστηριότητας.

Υπέρταση είναι η «αυξημένη πίεση του αίματος στις αρτηρίες όπως αυτή μετράται με σφυγμομόμετρο ή πιεσόμετρο» (Λαζαρίδης, 2015), και αποτελεί τον μεγαλύτερο παράγοντα κινδύνου του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (Carr & Shepherd, 2010). Γενικότερα, η ιδανική πίεση αίματος για την πρόληψη του εγκεφαλικού για άτομα άνω των 60 ετών είναι 150/90 mm Hg ή περισσότερο, ενώ για άτομα κάτω των 60 ετών είναι 140/90 mm Hg (JNC 8).

Ο σακχαρώδης διαβήτης / μεταβολικό σύνδρομο αποτελεί ομάδα μεταβολικών παθήσεων που χαρακτηρίζονται από υπεργλυκαιμία συνεπεία διαταραχών στην έκκριση ινσουλίνης, στη δράση της ή και στα 2 (Κατσίκη et al., 2009). Ο σακχαρώδης διαβήτης παρατηρείται στο 25-48% ατόμων με εγκεφαλικό επεισόδιο ενώ παράλληλα αυξάνει τον κίνδυνο κατά 60% για επαναλαμβανόμενο εγκεφαλικό.

Αναφορικά με το κάπνισμα, οι καπνιστές έχουν διπλάσια πιθανότητα εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου από τους μη καπνιστές, ενώ παράλληλα συνδέεται και με περιστατικά υπέρτασης. Εκτός από τους καπνιστές, ο βαθμός επικινδυνότητας είναι μεγαλύτερος και για τους παθητικούς καπνιστές με το ποσοστό να αυξάνεται στο 30%. Η κατανάλωση αλκοόλ συνδέεται σημαντικά με την αύξηση πιθανότητας εγκεφαλικού επεισοδίου ενώ παράλληλα συνδέεται και με την υπέρταση και την υπερλιπιδαιμία. (Κατσίκη et al., 2009)

Η παχυσαρκία αποτελεί ένα φαινόμενο το οποίο παρατηρείται όλο και περισσότερο στις αναπτυγμένες χώρες και συνδέεται στενά με διάφορες παθήσεις. Από το 2009 μέχρι το 2012 παρατηρήθηκε πως το 69% των Αμερικανών ενηλίκων είναι παχύσαρκοι (Guzik, 2017). Αυτό το γεγονός αποτελεί ένα παράγοντα της συχνής εμφάνισης εγκεφαλικών επεισοδίων καθώς ξεκινώντας με δείκτη μάζας σώματος 20 kg/m², για κάθε 1 μονάδα αύξησης του δείκτη μάζας σώματος, ο κίνδυνος για σακχαρώδη διαβήτη αυξάνεται κατά περίπου 50% (Guzik, 2017). Η παχυσαρκία ωστόσο αποτελεί παράγοντα και για άλλες παθήσεις οι οποίες συνδέονται με το εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως η χοληστερόλη και η αυξημένη πίεση του αίματος.

Τέλος, η απουσία φυσικής δραστηριότητας αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα εμφάνισης του εγκεφαλικού επεισοδίου. Η απουσία φυσικής δραστηριότητας παρατηρείται στο 28,5% των ανδρών και στο 31,5% των γυναικών. (Guzik, 2017). Η φυσική δραστηριότητα μπορεί να μειώσει την πιθανότητα εμφάνισης εγκεφαλικού κατά 25-30% ενώ ταυτόχρονα συνδέεται και με την διαχείριση της υπέρτασης.

2.6 Κλινική Εικόνα Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο χαρακτηρίζεται από αισθητηριακές και κινητικές διαταραχές. Ο βαθμός, η ένταση και η μορφή των επιπλοκών εξαρτάται από το είδος του εγκεφαλικού (αιμορραγικό, ισχαιμικό) και την έκταση της εγκεφαλικής βλάβης (Martin & Kessler, 2007). Η ημιπληγία αποτελεί την συχνότερη κλινική εικόνα μετά από ΑΕΕ και αφορά στην διαταραχή της κινητικότητας της μιας πλευράς του σώματος και παρατηρείται στο αντίθετο ημιμόριο από αυτό που έχει υποστεί βλάβη. Στους ασθενείς με ημιπληγία παρατηρείται συχνά διαταραχή στον παθολογικό συγχρονισμό των κινήσεων ο οποίος συνδέεται με τον έλεγχο της στάσης του σώματος και των κινήσεων των άκρων. Κατά την βάδιση συνήθως παρατηρείται μειωμένη κάμψη του κάτω άκρου που οφείλεται στην σπαστικότητα των εκτεινόντων του ισχίου, του γόνατος και των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής (Martin & Kessler, 2007; Webster & Darter, 2019).

Οι διαταραχές του μυϊκού τόνου σε άτομα που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αφορούν στην σπαστικότητα και στην υποτονία. Η σπαστικότητα αποτελεί δυσλειτουργία του φυσιολογικού μυϊκού τόνου και προκαλεί διαταραχές στην κινητικότητα. Σημειώνεται υπερενέργεια του μυοτατικού αντανακλαστικού με αποτέλεσμα να καθίσταται δύσκολη ή συχνά αδύνατη η εκτέλεση των κινήσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις η σπαστικότητα παρατηρείται αρχικά στην ωμική ζώνη και στην περιοχή της πύελου. Όσον αφορά την πυελική ζώνη, η σπαστικότητα παρατηρείται στους προσαγωγούς, στους έσω στροφείς του ισχίου και στους στροφείς της πύελου. Όσον αφορά την υποτονία, σε αντίθεση με την σπαστικότητα, ο μυϊκός τόνος χαρακτηρίζεται από χαλαρότητα. Η υποτονία παρατηρείται κυρίως στους καμπήρες των δακτύλων, στους υπτιαστές της ποδοκνημικής και στους πελματιαίους καμπήρες (Martin & Kessler, 2007; Webster & Darter, 2019).

Η μυϊκή αδυναμία επηρεάζει την λειτουργικότητα των ατόμων με ΑΕΕ και έχει ως αποτέλεσμα την αποστασιοποίηση τους από τις κοινωνικές δραστηριότητες. Η μυϊκή αδυναμία οφείλεται στην βλάβη συστήματος ή περιοχής του εγκεφάλου, τα οποία ελέγχουν ορισμένες κινητικές λειτουργίες. Συγκεκριμένα, η ελλειμματική νεύρωση των νωτιαίων κινητικών νευρώνων έχει ως αποτέλεσμα την ελλιπή μυϊκή ενεργοποίηση κατά την οποία το άτομο δυσκολεύεται να εφαρμόσει την απαιτούμενη μυϊκή ισχύ ή τάση προκειμένου να πραγματοποιήσει και να ελέγξει μια κίνηση ή στάση (Martin & Kessler, 2007). Η έκπτωση στον κινητικό έλεγχο και στην μυϊκή ενεργοποίηση οδηγούν σε προβλήματα κινητικότητας και ισορροπίας, στην βραδύτητα της κίνησης, στην ατροφία κεντρικών μυϊκών ομάδων και στη δυσκολία διατήρησης της μυϊκής δραστηριότητας.

Στα άτομα τα οποία έχουν υποστεί ΑΕΕ στο αριστερό ημισφαίριο παρατηρούνται διαταραχές του κινητικού προγραμματισμού και της αλληλουχίας των κινήσεων οι οποίες προκαλούν απραξία και δυσχεραίνουν την εκτέλεση οργανωμένων, σύνθετων και σκόπιμων κινήσεων. Ο ασθενής ενδέχεται να κατέχει τις κινητικές δεξιότητες οι οποίες απαιτούνται για την εκτέλεση μιας κινητικής αλληλουχίας αλλά να αδυνατεί να τις οργανώσει ώστε να είναι λειτουργικές (Martin & Kessler, 2007).

Τα κινητικά προβλήματα συνδέονται άμεσα με τις αισθητικές διαταραχές οι οποίες οφείλονται σε βλάβη του βρεγματικού λοβού η οποία έχει ως αποτέλεσμα ελλείματα στην ιδιοδεκτικότητα, τη διάκριση και την αφή. Η ιδιοδεκτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται τη θέση στην οποία βρίσκεται και τις κινήσεις του. Οι διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας και της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης καθιστούν δύσκολο τον έλεγχο και τον συντονισμό των κινήσεων. Συγκεκριμένα, επηρεάζεται σημαντικά η αντίληψη της θέσης του σώματος κατά την καθιστή θέση, η ικανότητα της μετατόπισης του βάρους του σώματος και η αλληλουχία των κινήσεων. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις ΑΕΕ, η ιδιοδεκτικότητα και η έκπτωση στην αφή και στην διάκριση δεν χάνονται πλήρως αλλά επηρεάζονται και φθίνουν έως ένα βαθμό, ανάλογα με το μέγεθος της εγκεφαλικής βλάβης (Martin & Kessler, 2007).

3. ΒΑΔΙΣΗ

3.1 Ορισμός της βάδισης

Η βάδιση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες δεξιότητες για την δραστηριοποίηση και τη λειτουργικότητα του ατόμου. Αναφέρεται στην μετακίνηση του βάρους του σώματος από το ένα μέρος στο άλλο, αποτελεσματικά και με ασφάλεια είτε σε επίπεδη επιφάνεια είτε σε ανηφόρα ή κατηφόρα. Ορίζεται ως η μέθοδος μετακίνησης με την εναλλακτική χρήση των κάτω άκρων για την παροχή στήριξης και ώθησης. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της βάδισης είναι η ταχύτητα, το μήκος διασκελισμού και ο ρυθμός βάδισης. Η ταχύτητα βάδισης αναφέρεται στην μέση ταχύτητα μετακίνησης του σώματος προς τα εμπρός, μετριέται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο ή σε εκατοστά ανά δευτερόλεπτο και ισούται με το μήκος διασκελισμού \times τον ρυθμό βάδισης (Kharb et al, 2011). Το μήκος διασκελισμού καθορίζεται κυρίως από το ανάστημα και τα σωματικά χαρακτηριστικά του καθενός. Ο ρυθμός βάδισης αναφέρεται στον αριθμό των βημάτων που πραγματοποιούνται για μια δεδομένη χρονική διάρκεια (Kharb et al, 2011; Webster & Darter, 2019)

3.2 Φάσεις βάδισης

Η βάδιση διακρίνεται σε 3 φάσεις ανάλογα με τη θέση του κάθε κάτω άκρου και των μερών του σε σχέση με το έδαφος: α) στήριξη, β) αιώρηση, και γ) διπλή στήριξη (Carr & Shepherd, 2010).

Η φάση στήριξης/στάσης αρχίζει με την επαφή της φτέρνας στο έδαφος (heel strike) όπου πραγματοποιείται πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής και στροφή της κνήμης στο σταθεροποιημένο κάτω άκρο. Στη συνέχεια, όταν ο άκρος πόδας εφάπτεται ολόκληρος στο έδαφος, παρατηρείται έκταση του ισχίου και ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής η οποία οδηγεί σε πρόσθια μετατόπιση της κνήμης πάνω στον άκρο πόδα. Στο τέλος της φάσης στήριξης πραγματοποιείται έκταση του ισχίου (10-15 μοίρες) η οποία συμβάλλει στην προώθηση του άκρου πόδα προς τα εμπρός. Οι βασικές λειτουργίες της φάσης στήριξης είναι η υποστήριξη με την αποφυγή της κατάρρευσης των κάτω άκρων, η ισορροπία προκειμένου να παραμείνει το σώμα σε όρθια θέση, η προώθηση για την μετατόπιση του σώματος προς τα εμπρός και η απορρόφηση των κραδασμών. Η φάση στήριξης εξαρτάται από την ταχύτητα καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα τόσο αυξάνεται το ποσοστό παρουσίας της στον

κύκλο της βάδισης. Κατά μέσο όρο καταλαμβάνει το 58-61% του κύκλου βάδισης (Carr & Shepherd, 2010).

Η φάση αιώρησης αρχίζει με την άρση του μεγάλου δακτύλου, κατά την οποία το ισχίο βρίσκεται σε έκταση, το γόνατο σε κάμψη και η ποδοκνημική σε πελματιαία κάμψη. Η φάση αιώρησης χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στη φάση επιτάχυνσης και στη φάση επιβράδυνσης. Η φάση επιτάχυνσης παρατηρείται πριν από τη μέση αιώρηση και η φάση επιβράδυνσης από τη μέση αιώρηση και μετά/τελική αιώρηση. Αρχικά, με την κάμψη του γόνατος επιτρέπεται στο αιωρούμενο κάτω άκρο να πραγματοποιήσει πορεία προς τα εμπρός χωρίς να ακουμπήσει στο έδαφος. Προς το τέλος της φάσης αιώρησης, το γόνατο κάμπτεται και συμβάλλει στην επιμήκυνση του άκρου ώστε να έρθει σε μια σταθερή θέση. Η φάση αιώρησης συνδέεται άμεσα με την ταχύτητα βάδισης καθώς η απόσταση που καλύπτει το πόδι κατά τη φάση αυτή καθορίζει και το μήκος διασκελισμού. Καταλαμβάνει κατά μέσο όρο 42-39% της βάδισης (Carr & Shepherd, 2010).

Η τρίτη και τελευταία φάση είναι η φάση διπλής στήριξης. Αποτελεί μια σύντομη φάση του κύκλου βάδισης και πραγματοποιείται όταν και τα δύο πόδια εφάπτονται με το έδαφος. Παρά τη μικρή διάρκεια παρουσίας της στο κύκλο βάδισης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την μετατόπιση του βάρους από το ένα σκέλος στο άλλο και για τον έλεγχο της ισορροπίας και της στάσης του σώματος. Η παρουσία της ωστόσο είναι ιδιαίτερα σημαντική στο τρέξιμο και λιγότερο στη βάδιση (Carr & Shepherd, 2010).

3.3 Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο και βάδιση

Μετά το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο μπορεί να παρουσιαστεί σπαστικότητα και μυϊκή αδυναμία στη μια πλευρά του σώματος (ημιπληγία) επηρεάζοντας σημαντικά τη λειτουργία της βάδισης. Ο ασθενής βαδίζει με παθολογικό τρόπο και υπάρχει δυσκολία φόρτισης του πάσχοντος άκρου. Η σπαστικότητα οδηγεί στην παθολογική συνενεργοποίηση η οποία αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της παθολογικής βάδισης. Κατά την παθολογική συνενεργοποίηση παρατηρείται αυξημένη τάση ενός ή περισσότερων μυών που συμμετέχουν στη διαδικασία της βάδισης (Carr & Shepherd, 2010), όπως είναι ο τετρακέφαλος και ο γαστροκνήμιος (Berger et.al, 1984). Η αυξημένη τάση των μυών προκαλεί αλλαγές στα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά της βάδισης και μείωση της ικανότητας απορρόφησης των κραδασμών από τα κάτω άκρα (Harrison & Kruze, 1987).

Τα αισθητοκινητικά ελλείματα που εμφανίζουν τα άτομα με ΑΕΕ επηρεάζουν την ικανότητα ισορροπίας στο ένα άκρο κατά τη φάση στήριξης και στην ισορροπία των δύο άκρων κατά τη φάση της διπλής στήριξης. Συγκεκριμένα, οι διαταραχές στην ιδιοδεκτικότητα έχουν ως αποτέλεσμα την μειωμένη ικανότητα αντίληψης επαφής του άκρου με το έδαφος. Η μειωμένη ικανότητα αντίληψης προκαλεί την υπέρμετρη κίνηση των κάτω άκρων προκειμένου να διασφαλιστεί ο απαραίτητος ελεύθερος χώρος κατά τη φάση αιώρησης και μπορεί να οδηγήσει σε απότομη επαφή με το έδαφος (Carr & Shepherd, 2010).

Οι μύες των κάτω άκρων παρέχουν την απαιτούμενη ποσότητα ενέργειας την κατάλληλη στιγμή κατά τη διάρκεια του κύκλου βάρδισης, προωθώντας το σώμα προς τα εμπρός. Η ομαλή κίνηση επιτυγχάνεται με την εναλλαγή ισομετρικής, μειομετρικής και πλειομετρικής συστολής στις φάσεις στάσης, αιώρησης και διπλής στήριξης. Η μυϊκή αδυναμία και οι διαταραχές στην αισθητικότητα που παρουσιάζουν τα άτομα με ΑΕΕ προκαλεί διαταραχές στην βάρδιση επηρεάζοντας τα χρονικά και χωρικά χαρακτηριστικά της. Αναφορικά με τα χρονικά χαρακτηριστικά παρατηρείται μείωση της ταχύτητας βάρδισης, αύξηση του χρόνου αιώρησης και μείωση του χρόνου στάσης του πάσχοντος κάτω άκρου καθώς και αύξηση του χρόνου της διπλής στήριξης (Carr & Shepherd, 2010). Αναφορικά με τα χωρικά χαρακτηριστικά παρατηρούνται μειωμένη κάμψη ισχίου γόνατος και ποδοκνημικής στην φάση αιώρησης και μείωση της έκτασης του ισχίου στην φάση της στάσης (Carr & Shepherd, 2010). Επιπρόσθετα, στην φάση της στάσης παρατηρείται υπερβολική κάμψη ή υπερέκταση του γόνατος η οποία συνδυάζεται με επίπεδο πέλμα κατά την αρχική φάση της στάσης (Carr & Shepherd, 2010).

4. ΝΕΥΡΟΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

4.1 Ορισμός νευροπλαστικότητας

Η νευροπλαστικότητα αναφέρεται στην ικανότητα του εγκεφάλου να προσαρμόζεται σε διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις του περιβάλλοντος μέσω της εμπειρίας. Συνδέεται στενά με τη διαδικασία της μάθησης και της εκπαίδευσης και επηρεάζεται σημαντικά από αυτές (Carr & Shepherd, 2010).

4.2 Πλαστικότητα του εγκεφάλου

Πλαστικότητα είναι η ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται και να δημιουργεί νέες συνδέσεις αναζητώντας λύσεις σε καθημερινά προβλήματα (Weiller, 1998). Σε όλη την διάρκεια της ζωής πραγματοποιούνται δομικές και λειτουργικές μεταβολές οι οποίες συμβάλουν στην εκτέλεση απλών και πολύπλοκων δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, οι κυτταρικοί πληθυσμοί που βρίσκονται σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου έχουν την δυνατότητα να οργανώνονται και να διαφοροποιούν τη δομή και της λειτουργία του εγκεφάλου ανάλογα με τις ανάγκες του ατόμου σε σχέση με το περιβάλλον. Τα νευρωνικά στοιχεία είναι ευέλικτα, με την ικανότητα να προσαρμόζονται ανάλογα με τη χρήση και την εμπειρία, στοιχεία τα οποία συνδέονται στενά με την εκπαίδευση και την εξάσκηση (Weiller, 1998).

4.3 Πλαστικότητα και Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Ο εγκέφαλος έχει την ικανότητα να αναδιοργανώνεται και να προσαρμόζεται ανάλογα με τις συνθήκες και τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος προκειμένου να εξασφαλίσει την λειτουργικότητα του ατόμου. Η ικανότητα αναδιοργάνωσης, είναι παρούσα όχι μόνο στην αλλαγή των συνθηκών ή του περιβάλλοντος αλλά και σε περίπτωση εγκεφαλικής βλάβης (Weiller & Rinjntjes, 2005). Συγκεκριμένα, μετά από μια εγκεφαλική βλάβη, ένας από τους μηχανισμούς ανάρρωσης του, είναι η λειτουργική και ανατομική αναδιοργάνωσή του και η μεταβολή της νευρωνικής μετάδοσης του μεταβολισμού. «Η αναδιοργάνωση μπορεί να λάβει τη μορφή επέκτασης των αντιπροσωπεύσεων αναφορικά με τη βλάβη, μετατοπίσεις από πρωτοταγή σε δευτεροταγή συστήματα παράλληλης επεξεργασίας και επιστράτευση των ομόλογων περιοχών του μη προσβεβλημένου ημισφαιρίου» (Weiller & Rinjntjes, 2005). Η αναδιοργάνωση του εγκεφάλου μετά από ένα ΑΕΕ σχετίζεται με έναν από

τους μηχανισμούς πλαστικότητας, ο οποίος ονομάζεται μακροπρόθεσμη καταστολή. Σε αυτή την περίπτωση, καταργούνται οι συνάψεις στις οποίες επικρατούν χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας και τελειοποιούνται οι νευρικές οδοί που έχουν μεγαλύτερη λειτουργική σημασία (Nichols-Larsen et al., 2017).

4.4 Πλαστικότητα και άσκηση

Η πλαστικότητα συνδέεται στενά με την εκπαίδευση και τη μάθηση, καθώς μέσω της εξάσκησης ενισχύεται σημαντικά. Η εκπαίδευση και η μάθηση περιλαμβάνουν την ανάπτυξη τόσο των γνωστικών όσο και των κινητικών δεξιοτήτων. Όσον αφορά τις κινητικές δεξιότητες, προκειμένου να αποκτηθούν, το άτομο πρέπει να συντονίσει την κίνηση διάφορων μερών του σώματος σε συνδυασμό με τους χωροχρονικούς παράγοντες της κίνησης, το οποίο καθίσταται απαιτητικό στα πρώτα στάδια πραγματοποίησής του. Ωστόσο, μέσω της εξάσκησης και με την πραγματοποίηση πολλών επαναλήψεων μιας συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας, οι κινήσεις γίνονται πιο ομαλές, πιο γρήγορες και πιο ακριβείς, καθώς αυτές οι ποιοτικές μεταβολές της κίνησης είναι αντιπροσωπευτικές των μεταβολών στο νευρωνικό επίπεδο (Carr & Shepherd, 2010). Συγκεκριμένα, η επαναλαμβανόμενη εξάσκηση επιδρά στα προϋπάρχοντα πρότυπα συνδέσεων του εγκεφάλου, προκειμένου να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητά τους. Η κινητική περιοχή ενός μέρους του σώματος στον κινητικό φλοιό επεκτείνεται ως απάντηση στην εξάσκηση. Η συναπτογένεση, με την αύξηση των συνάψεων ανά νευρώνα, οι μεταβολές της μικροσκοπικής δομής στην λευκή ουσία και οι μεταβολές στην έκφραση κάποιων γονιδίων, σχετίζονται με αυτή την επέκταση (Nichols-Larsen et al., 2017). Με αυτόν τον τρόπο, μέσω της εξάσκησης, ένα άτομο με άθικτο εγκέφαλο αποκτά και τελειοποιεί αυτές τις κινητικές δεξιότητες. Όσον αφορά τα άτομα με βλάβη στο ΚΝΣ, η εκμάθηση των κινητικών δεξιοτήτων δεν διαφέρει με την εκμάθηση δεξιοτήτων από ένα άτομο με άθικτο ΚΝΣ. Συγκεκριμένα, η εξειδικευμένη εκπαίδευση για την κινητική εκμάθηση μπορεί να διαμορφώσει την αναδιοργάνωση στον κινητικό φλοιό που δεν έχει υποστεί βλάβη (Nudo et al., 1996). Επομένως, η εξάσκηση φαίνεται πως είναι σημαντική για την απόκτηση κινητικών δεξιοτήτων τόσο για ένα άθικτο ΚΝΣ όσο για ένα ΚΝΣ το οποίο έχει υποστεί βλάβη. Ωστόσο, η εξάσκηση πρέπει να έχει συγκεκριμένη μορφή και να ανταποκρίνεται σε ορισμένα κριτήρια προκειμένου να είναι αποτελεσματική. Απαιτούνται πολλές επαναλήψεις από το άτομο προκειμένου να γίνει επιδέξιο σε μια κινητική δραστηριότητα. Επιπρόσθετα, η επαναλαμβανόμενη εκτέλεση κινήσεων οι οποίες

αποδεικνύονται πολύ εύκολες για το άτομο, δεν θα συμβάλλουν στην ουσιαστική νευρωνική αναδιοργάνωση (Nudo, 2003).

4.5 Πλαστικότητα και περιβάλλον

Το περιβάλλον αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες διαμόρφωσης του ατόμου και επηρεάζει σημαντικά την γνωστική, σωματική και συναισθηματική του ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, ένα περιβάλλον εμπλουτισμένο από ερεθίσματα, προκλητικό, που προκαλεί σωματική και νοητική εξάσκηση, συμβάλλει στην ομαλότερη και πολύπλευρη ανάπτυξη σε όλους του τομείς, καθώς σε αυτήν την περίπτωση παρατηρούνται δομικές και λειτουργικές μεταβολές της πλαστικότητας του εγκεφάλου (Carr & Shepherd, 2010). Η νευρογένεση διευκολύνεται από ένα περιβάλλον το οποίο εστιάζει στην άσκηση και την ισορροπημένη διατροφή (Nichols-Larsen et al., 2017). Το περιβάλλον αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα ανάρρωσης μετά από εγκεφαλική βλάβη. Συγκεκριμένα, η μη αποτελεσματική ανάρρωση ενός ατόμου μετά από ΑΕΕ, ενδεχομένως να οφείλεται σε ένα αποστερημένο περιβάλλον χωρίς ερεθίσματα, καθώς επηρεάζει τη λειτουργική έκβαση και αλληλοεπιδρά με την εκπαίδευση των δεξιοτήτων (Carr & Shepherd, 2010).

5. ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

5.1 Ορισμός ρομποτικών μηχανισμών

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ρομποτικής (RIA) καθορίζει έναν μηχανισμό ρομπότ ως εξής: «Προγραμματισμένη, πολυλειτουργική συσκευή, σχεδιασμένη για να μετακινεί υλικά, μέρη ή εξαρτήματα μέσω μεταβλητών προγραμματισμένων κινήσεων για την περάτωση μιας σειράς εργασιών» (Morone et al., 2017). Ο παραπάνω ορισμός δίνει μια εικόνα σχετικά το πως λειτουργούν στην αποκατάσταση οι ρομποτικοί μηχανισμοί.

Η χρήση ρομποτικών μηχανισμών διέπεται από μια σειρά κανονισμών οι οποίοι πρέπει να εφαρμόζονται κατά τη χρήση τους. Σύμφωνα με τους Morone et al., (2017), ο ρομποτικός μηχανισμός δεν πρέπει να προξενήσει ή να επιτρέψει να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε σωματική βλάβη στον ασθενή. Ένας ρομποτικός μηχανισμός πρέπει να ακολουθεί τις εντολές του θεραπευτή εκτός και αν έρχονται σε αντίθεση με τον πρώτο κανόνα, ενώ παράλληλα πρέπει να προσαρμόζεται η λειτουργία του στις ικανότητες του επωφελούμενου εκτός και αν αυτό έρχεται σε σύγκρουση με τους παραπάνω κανόνες.

5.2 Ταξινομήσεις ρομποτικών μηχανισμών

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία οι ρομποτικοί μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση μπορεί να ταξινομηθούν ως εξής:

- **Ταξινόμηση με βάση της εφαρμοζόμενης κίνησης στο σώμα**
- **Ταξινόμηση με βάση τον χώρο παρέμβασης**
- **Ταξινόμηση με βάση την αλληλεπίδραση του ρομποτικού μηχανισμού και του επωφελούμενου**
- **Ταξινόμηση με βάση την υποστήριξη που παρέχεται σε συνάρτηση με τον βαθμό αναπηρίας**

5.3 Ταξινόμηση βάσει της εφαρμοζόμενης κίνησης στο σώμα:

Η εφαρμοζόμενη κίνηση στο σώμα μπορεί να γίνει από: α) εξωσκελετικούς μηχανισμούς (exoskeleton) και β) μηχανισμούς τελικού επενεργητή (end effector). Οι εξωσκελετικοί μηχανισμοί (exoskeleton), μετακινούν αρθρώσεις, ελεγχόμενες κατά τη διάρκεια της βάρδισης, αποτελούν εξαρτήματα τα οποία τοποθετούνται σε κάθε

άρθρωση ξεχωριστά (ισχίο, γόνατο, αστράγαλο) και παρέχουν υποβοηθητική κίνηση σύμφωνα με ένα προ-προγραμματισμένο κύκλο βάρδισης (Morone et al., 2017). Οι μηχανισμοί exoskeleton μπορεί να έχουν 2 μορφές. Η πρώτη (t-RAGT) έχει την μορφή διαδρόμου, η οποία αποτελείται από ένα ζευγάρι μηχανοκίνητων ορθωτικών ποδιών, ένα σύστημα υποστήριξης σωματικού βάρους και ένα διάδρομο. Η δεύτερη (o-RAGT) πραγματοποιείται στο έδαφος επιτρέπει στους συμμετέχοντες με παθολογική βάρδιση να βαδίσουν σε σκληρή, επίπεδη επιφάνεια (Maranesi et al., 2020). Οι μηχανισμοί τελικού επενεργητή (end-effector) μετακινούν αποκλειστικά τα πόδια. Συνήθως είναι τοποθετημένοι σε μια υποστηρικτική πλάκα (δάπεδο), η οποία εφαρμόζει συγκεκριμένη τροχιά προσομοιάζοντας τη φάση στήριξης και αιώρησης κατά τη διάρκεια των κύκλων βάρδισης. Ο μηχανισμός end-effector μπορεί να εμφανίζεται και με τη μορφή t-RAGT κατά την οποία η αλληλεπίδραση ατόμου-μηχανισμού συμβαίνει όταν τα κάτω άκρα του ατόμου τοποθετούνται στις πλάκες που πραγματοποιούν την προσομοίωση της βάρδισης (Morone et al., 2017).

5.3 α. Εξωσκελετικοί Μηχανισμοί

- Lokomat: Ο ρομποτικός μηχανισμός Lokomat αποτελείται από ένα διάδρομο, ένα κατευθυνόμενο ορθωτικό μηχανισμό, ένα σύστημα αναρτήσεων για την παροχή υποστήριξης σωματικού βάρους και έναν υπολογιστή για την προσαρμογή της βάρδισης σύμφωνα με τα προκαθορισμένα όρια ασφαλείας. Υπάρχει και 2^η οθόνη η οποία παρέχει στον ασκούμενο πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα, τον χρόνο και την απόσταση βάρδισης. Ο μηχανισμός Lokomat επιτρέπει στους ασκούμενους να εξασκηθούν στην ταχύτητα της βάρδισης, στο μήκος βήματος και σε ένα τυπικό μοτίβο βάρδισης. Με τη κατάλληλη προσαρμογή του εξοπλισμού, ο μηχανισμός εφαρμόζει προκαθορισμένα μοτίβα βάρδισης τα οποία οι ασκούμενοι καλούνται να ακολουθήσουν. Σκοπός είναι να μετακινήσουν τα πόδια τους σύμφωνα με την πορεία που πραγματοποιεί ο μηχανισμός, ώστε να ελαχιστοποιήσουν τον βαθμό βοήθειας που παρέχεται. (Bang et al., 2016; Mayr et al., 2007).
- Subar: Ο ρομποτικός μηχανισμός Subar παρέχει βοηθητική κίνηση στις κινήσεις του ισχίου, του αστραγάλου και του γόνατος του ασκούμενου. Παρέχεται υποστήριξη σωματικού βάρους με τη χρήση μιας βάσης που υποστηρίζει τους γλουτούς και την πρόσθια πλευρά του άνω κορμού (Kang et al., 2021).

- Ekso: Ο ρομποτικός μηχανισμός Ekso αποτελείται από μηχανικούς κινητήρες για την παροχή κινητικότητας στις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος, ελατήρια για την παροχή παθητικής κίνησης στις αρθρώσεις του αστραγάλου, πλάκες, στις οποίες βρίσκεται το άτομο και ένα σακίδιο στο οποίο βρίσκεται ένας υπολογιστής, μια μπαταρία και ένα ενσύρματο χειριστήριο. Ο μηχανισμός τοποθετείται στο σώμα του ατόμου, με μάντες τοποθετημένους στη ράχη του ποδιού, στην κνήμη, στους μηρούς, στην κοιλιά και στους ώμους. Τα τμήματα του μηχανισμού που είναι τοποθετημένα στα κάτω άκρα και στο ισχίο του ατόμου είναι προσαρμοσμένα στο μήκος των κάτω άκρων, στο πλάτος του ισχίου και στην γωνία της απαγωγής του ισχίου. Αρχικά, το άτομο καθοδηγείται έτσι ώστε το κάτω άκρο να βρεθεί σε μια θέση στάσης, στη συνέχεια ο υπολογιστής συντονίζει την απαιτούμενη κινητικότητα του ισχίου και του γόνατος, δεδομένων των χαρακτηριστικών του ατόμου, προκειμένου να πραγματοποιηθεί το πρώτο βήμα. Καθώς το άτομο μαθαίνει να μετατοπίζει το βάρος του σε αυτή τη θέση, ο μηχανισμός μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να πραγματοποιεί την κατεύθυνση των βημάτων αυτόματα όποτε ο δοκιμαζόμενος βρεθεί σε συγκεκριμένα σημεία τα οποία σχετίζονται με την προώθηση του προς τα εμπρός και τις πλευρικές μετατοπίσεις του βάρους του στο πόδι στάσης. Σταδιακά, οι εκπαιδευτές μειώνουν τον βαθμό βοήθειας που παρέχεται και αυξάνουν την διάρκεια της βάδισης σε κάθε συνεδρία (Calabro et al., 2018).
- BEAR-H1: Το BEAR-H1 αποτελεί ένα ρομποτικό μηχανισμό ο οποίος έχει παρόμοιο σχεδιασμό με αυτόν των κάτω άκρων. Έχει 3 αρθρώσεις, συμπεριλαμβανομένων των αρθρώσεων του ισχίου, των αρθρώσεων του γόνατος, και των αρθρώσεων του αστραγάλου. Το μέγεθος του μηχανισμού μπορεί να προσαρμοστεί στις φυσικές διαστάσεις του εκάστοτε ασκούμενου. Έχει 3 βαθμούς ελευθερίας που δρούν με ενεργητικό τρόπο και έναν βαθμό ελευθερίας που ενεργεί με παθητικό τρόπο. Οι τρεις ενεργητικοί βαθμοί ελευθερίας είναι οι περιστροφές κατά μήκος του της άρθρωσης του ισχίου, της άρθρωσης του γόνατος και της άρθρωσης του αστραγάλου στο οβελιαίο επίπεδο, οι οποίοι ενεργοποιούνται από συγκεκριμένους κινητήρες. Η παθητική ενεργοποίηση περιλαμβάνει προσαγωγή και απαγωγή του ισχίου. Το BEAR-H1 έχει σχεδιαστεί με 3 τρόπους λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων της λειτουργίας εκπαίδευσης (παθητικός τρόπος λειτουργίας), λειτουργίας μείωσης σωματικού βάρους και έξυπνης λειτουργίας (ενεργητική λειτουργία). Η συχνότητα διασκελισμού της εκπαιδευτικής

λειτουργίας μπορεί να αλλάξει κατά 3% της προεπιλεγμένης συχνότητας του κύκλου βάρδισης, και η συχνότητα διασκελισμού της έξυπνης λειτουργίας μπορεί να προσαρμοστεί σε πραγματικό χρόνο προκειμένου να επιτευχθεί συγχρονισμός της αλληλεπίδρασης ατόμου και μηχανισμού. Ο μηχανισμός έχει και ένα σύστημα παρακολούθησης και αξιολόγησης το οποίο επιτρέπει στους θεραπευτές να ελέγχουν της πληροφορίες της κίνησης του ατόμου στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο. (Li et al., 2021)

- **ALEX:** Ο ρομποτικός μηχανισμός ALEX αποτελείται από ένα διάδρομο, έναν ορθοτικό ρομποτικό μηχανισμό που αποτελείται από μια συσκευή υποστήριξης του μηχανισμού που παρέχει κίνηση στο ισχίο, τον μηχανισμό που παρέχει κίνηση στο ισχίο, ένα βαρούλκο με ελατήριο για την στήριξη του βάρους του μηχανισμού, μια βάση υποστήριξης της συσκευής, μια συσκευή υποστήριξης της άρθρωσης του ισχίου, έναν μηχανισμό που παρέχει κίνηση στο γόνατο, μια συσκευή που παρέχει υποστήριξη στον μηχανισμό παροχής κίνησης του γόνατος, μια συσκευή υποστήριξης της άρθρωσης του γόνατος και μια οθόνη η οποία τοποθετείται μπροστά από τον δοκιμαζόμενο. Η οθόνη εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με την τροχιά της βάρδισης σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της προπόνησης ενώ η απόδοση του εξεταζόμενου μπορεί να καταγραφεί σε κάθε συνεδρία. Μια συσκευή βάρδισης σε συνδυασμό με έναν μίαντα τοποθετημένο στον κορμό διατηρεί τον εξεταζόμενο σταθερό στον διάδρομο κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ένας μηχανισμός ελέγχου της παρεχόμενης δύναμης χρησιμοποιείται για την παροχή της απαιτούμενης δύναμης στο κινούμενο πόδι. Ο ρόλος αυτού του μηχανισμού είναι να βοηθάει ή να αντιστέκεται στην κίνηση του ποδιού όσο χρειάζεται ασκώντας την κατάλληλη δύναμη. Ο μηχανισμός ελέγχου της δύναμης παρέχει σχεδόν μηδενική αντίσταση όταν ο εξεταζόμενος κινείται με βάση το προτιμώμενο μοτίβο βάρδισης και παρέχει μεγαλύτερη αντίσταση όταν υπάρχει απόκλιση από αυτό το μοτίβο (Banala et al., 2007).
- **Hybrid Assistive Limb (HAL):** Ο ρομποτικός μηχανισμός HAL αποτελεί εξωσκελετική ρομποτική συσκευή η οποία παρέχει διαδραστικά κίνηση σύμφωνα με την κίνηση του ασκούμενου. Ο μηχανισμός ανιχνεύει είτε τα βιοηλεκτρικά σήματα που παράγονται από την μυϊκή δραστηριότητα του ασκούμενου είτε τα σήματα από την αντίδραση του εδάφους στην δύναμη που ασκείται από το βάρος του ασκούμενου, είτε και τα δύο. Έτσι, παρέχεται η απαιτούμενη κίνηση σύμφωνα με την εθελοντική κίνηση του χρήστη. Μέσω αυτής της σωματοαισθητηριακής

ανατροφοδότησης ενισχύεται η νευροπλαστικότητα και η κινητική μάθηση. (Mizukami et al., 2017; Sczesny et al., 2019).

- **Stride Management Assist System (SMA):** Ο ρομποτικός μηχανισμός SMA αναπτύχθηκε για την αποκατάσταση και τη βελτίωση της βάδισης καθώς την αύξηση της κινητικότητας και της κοινωνικοποίησης ατόμων με διαταραχές της βάδισης. Τοποθετείται γύρω από τα ισχία και παρέχει ανεξάρτητη υποστήριξη μέσω κάμψης και έκτασης του ισχίου για κάθε άκρο προκειμένου να αυξηθεί το μήκος διασκελισμού. Οι μηχανισμοί παροχής κίνησης είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες ρεύματος και γωνιακούς αισθητήρες για την καταγραφή του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ισχίου του εξεταζόμενου καθώς και της ροπής που παράγεται από τον μηχανισμό. Η βοηθητική ροπή που παρέχεται από τον μηχανισμό μεταδίδεται στους μηρούς μέσω μιας συσκευής που είναι τοποθετημένη σε αυτή την περιοχή. Οι γωνιακοί αισθητήρες ανιχνεύουν τη γωνία της άρθρωσης του ισχίου κατά τη διάρκεια του κύκλου βάδισης και στη συνέχεια ο ρομποτικός μηχανισμός παράγει την απαιτούμενη ροπή σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή του κύκλου βάδισης προκειμένου να ομαλοποιήσει το μοτίβο βάδισης (Buesing et al., 2015).
- **Gait Enhancing and Motivating System:** Αποτελεί έναν ελαφρύ, αυτόνομο, ισχιακό εξωσκελετικό μηχανισμό που παρέχει υποβοηθούμενη ισχιακή κάμψη και έκταση στο οβελιαίο επίπεδο. Περιλαμβάνει μια επιπρόσθετη παθητική άρθρωση στο ισχίο και επιτρέπει ελεύθερη απαγωγή και προσαγωγή στο μετωπιαίο επίπεδο. Επίσης, περιλαμβάνει μηχανικούς αισθητήρες, κωδικοποιητές σε κάθε άρθρωση του ισχίου και μια συσκευή μέτρησης τοποθετημένη στη λεκάνη για την μέτρηση των κινηματικών μεταβλητών σε πραγματικό χρόνο.

5.3 β. Μηχανισμοί τελικού επενεργητή (end effector)

- **G-EO System:** Ο ρομποτικός μηχανισμός G-EO System επιτρέπει την προσομοίωση βάδισης σε επίπεδο έδαφος και την προσομοίωση για ανέβασμα ή κατέβασμα σκάλας. Αποτελείται από ένα σύστημα υποστήριξης σωματικού βάρους και 2 πλάκες τοποθετημένες σε ένα σύστημα διπλής μανιβέλας και ανάρτησης, με 3 βαθμούς ελευθερίας το καθένα, επιτρέποντας να ελεγχθεί το μήκος και το ύψος του βήματος. Η κίνηση παράγεται από την κίνηση των δύο πλακών και επιτρέπει την επιλογή διαφορετικών τρόπων εκτέλεσης. Υπάρχει η δυνατότητα 3 διαφορετικών τρόπων εκτέλεσης στους οποίους

συμπεριλαμβάνονται: Ο ενεργητικός, ο ενεργητικός με βοήθεια και ο παθητικός. Σε αρκετά παρεμβατικά προγράμματα πραγματοποιούνται 5 συνεδρίες με τη χρήση του παθητικού τρόπου και 15 συνεδρίες με τη χρήση του ενεργητικού τρόπου με βοήθεια. Λόγω της διαφορετικότητας των χαρακτηριστικών του ατόμου η παρέμβαση διαφοροποιείται ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε ατόμου. (Maranesi et al., 2021; Aprile et al., 2019).

- **Morning Walk:** Ρομποτικός μηχανισμός κατά τον οποίο οι θεραπευτές μπορούν να προσαρμόσουν διάφορες παραμέτρους της βάρδισης όπως η ταχύτητα, το μήκος βήματος, το ύψος βήματος, την αρχική γωνία επαφής και τις κινήσεις του αστραγάλου ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε ασθενούς. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα παροχής διαφορετικών συνθηκών βάρδισης όπως η βάρδιση σε επίπεδο έδαφος ή το ανέβασμα και το κατέβασμα σκάλας (Kim et al., 2019).
- **REHA-STIM:** Ο ρομποτικός μηχανισμός REHA-STIM βασίζεται σε ένα σύστημα διπλής μανιβέλας και κινούμενου καθίσματος. Αποτελείται από 2 πλάκες οι οποίες είναι τοποθετημένες σε 2 μπάρες, 2 μανιβέλες και 2 κινούμενα καθίσματα τα οποία πραγματοποιούν την προώθηση. Ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται με ασφάλεια στις 2 πλάκες, οι οποίες προσομοιάζουν τις φάσεις αιώρησης και στήριξης της βάρδισης. Με τη βοήθεια μιας τροχαλίας ένα μέρος του βάρους του σώματος του δοκιμαζόμενου αφαιρείται. Ένας ελεγχόμενος μηχανισμός υποβοηθάει την κίνηση της βάρδισης ελέγχοντας την ταχύτητα που παράγεται από τον ρομποτικό μηχανισμό και συγκρίνοντάς της με τη προεπιλεγμένη από τον δοκιμαζόμενο ταχύτητα. (Dias et al., 2007).

5.4 Ταξινόμηση με βάση το χώρο παρέμβασης:

Με βάση το χώρο παρέμβασης οι μηχανισμοί διακρίνονται σε α) Στατικούς και β) Δυναμικούς μηχανισμούς

A) Στατικοί μηχανισμοί: Ο επωφελούμενος βρίσκεται σε σταθερή θέση κατά την διάρκεια της κινητικής δραστηριότητας. Στατικοί μηχανισμοί αποτελούν το Lokomat, το Gait Trainer και το G-EO System (Morone et al, 2017).

B) Δυναμικοί μηχανισμοί: Ο ρομποτικός μηχανισμός τοποθετείται στο κάτω άκρο του επωφελούμενου, ο οποίος κινείται ελεύθερα στο χώρο κατά τη διάρκεια της κινητικής δραστηριότητας (Morone et al, 2017).

5.5 Ταξινόμηση με βάση την αλληλεπίδραση μεταξύ του ρομποτικού μηχανισμού και του επωφελούμενου.

Η ταξινόμηση με βάση την αλληλεπίδραση μεταξύ του ρομποτικού μηχανισμού και του επωφελούμενου περιλαμβάνει τους ενεργητικούς, παθητικούς και τους υβριδικούς μηχανισμούς.

1. **Ενεργητικοί ρομποτικοί μηχανισμοί:** Αποτελούν ηλεκτρομηχανικούς μηχανισμούς, οι οποίοι βοηθούν τον επωφελούμενο να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη τροχιά που έχει καθορίσει ο επαγγελματίας μέσω ενός συστήματος διεπαφής ατόμου-μηχανισμού ή μέσω προκαθορισμένων κινητικών μοτίβων. Συμβάλλει στην αποκατάσταση ενός μέρους της κινητικότητας χωρίς την πραγματοποίηση ενεργητικών κινήσεων από τη μεριά του επωφελούμενου. Οι ενεργητικοί μηχανισμοί συναντώνται με τρεις μορφές. Με τη μορφή διαδρόμου, όπου διαχειρίζονται τα κάτω άκρα του ασθενούς. Παρέχουν σταθερότητα, με την ύπαρξη μάντων που σταθεροποιούν τον επωφελούμενο πάνω στο μηχανισμό, ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση κινήσεων χωρίς επιπλοκές. Ελέγχουν έως ένα βαθμό τα κάτω άκρα του ασθενούς και περιλαμβάνουν διάφορες τροχιές για διαφορετικά μοτίβα βάδισης, προωθώντας τα άκρα του επωφελούμενου προς τα εμπρός. Παράλληλα ελέγχουν τη θέση και την ταχύτητα του ατόμου, εξασφαλίζοντας την μυϊκή ενεργοποίηση. Οι ορθοτικοί μηχανισμοί τοποθετούνται και ελέγχουν συγκεκριμένες αρθρώσεις όπως το ισχίο, το γόνατο και τον αστράγαλο (Chararro-Cárdenas et al., 2018).

2. **Παθητικοί μηχανισμοί:** Σε αντίθεση με τους ενεργητικούς, δεν αποτελούν ηλεκτρομηχανικούς μηχανισμούς. Προωθούν τον επωφελούμενο να ασκήσει ο ίδιος την απαραίτητη δύναμη και να μετακινήσει τα άκρα του με βάση μια προκαθορισμένη τροχιά. Αποτελούνται κυρίως από συνδέσμους και ελατήρια (Chararro-Cárdenas et al., 2018).

3. **Υβριδικοί μηχανισμοί:** Σε αυτόν τον τύπο μηχανισμών δίνεται έμφαση στην αλληλεπίδραση ατόμου-ρομποτικού μηχανισμού όπου λειτουργεί ως καθοδηγητής του επωφελούμενου ασκώντας την απαραίτητη συμπληρωματική δύναμη. Επιτρέπουν και την ενεργητική και την παθητική παρέμβαση όπου ο επωφελούμενος μπορεί να εκτελέσει διαφορετικά μοτίβα βάδισης, ώστε να είναι γνώριμος με διαφορετικές τροχιές. Τοποθετούνται αισθητήρες στον μηχανισμό και στο άτομο για τον έλεγχο της θέσης, της ταχύτητας και της δύναμης που εφαρμόζουν. Οι ενέργειες του επωφελούμενου καταγράφονται στο HMI (Human Machine Interface). Το HMI με βάση την κίνηση του ατόμου, εφαρμόζει αλγορίθμους, οι οποίοι μέσω του ρομποτικού

μηχανισμού παρέχουν βοήθεια και ανατροφοδότηση στην ανθρώπινη κίνηση (Chararro-Cárdenas et al., 2018).

5.6 Ταξινόμηση βάσει την υποστήριξη που παρέχεται σε συνάρτηση με τον βαθμό αναπηρίας.

Με βάση την υποστήριξη που παρέχεται σε συνάρτηση με τον βαθμό αναπηρίας οι ρομποτικοί μηχανισμοί μπορεί να διακριθούν σε εναλλακτικούς και αυξητικούς:

A. Εναλλακτικοί μηχανισμοί αποκατάστασης: Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις πλήρους αναπηρίας ή περιορισμένης κινητικότητας και δεν παρέχουν κίνηση για τα προσβεβλημένα άκρα (Chararro-Cárdenas et al., 2018).

B. Αυξητικοί μηχανισμοί αποκατάστασης: Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις περιορισμένης κινητικότητας και παράγουν κινήσεις ή εκτελούν ασκήσεις (Chararro-Cárdenas et al., 2018).

5.7 Οφέλη της ρομποτικής στην αποκατάσταση

Οι ρομποτικοί μηχανισμοί αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο των επαγγελματιών για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των παρεμβατικών προγραμμάτων. Διευκολύνουν την διαχείριση της εντατικής εξάσκησης με πολλές επαναλήψεις για την εκτέλεση πολύπλοκων κύκλων βάρδιας, παρέχοντας πολύπλοκη και πολυαισθητηριακή διέγερση χωρίς να απαιτείται έντονη προσπάθεια από τον θεραπευτή (Morone et al, 2017). Παράλληλα, με τη χρήση των ρομποτικών μηχανισμών επιτυγχάνεται και η πρόωπη ευθυγράμμιση του σώματος, με την οποία μειώνεται ο κίνδυνος αύξησης της σπαστικότητας των αντιβαρυντικών μυών. Επιπρόσθετα, με τη χρήση των αλγορίθμων οι οποίοι καθορίζουν την ένταση και τη διάρκεια της κίνησης, παρέχεται πιο ακριβής και μεγαλύτερης διάρκειας βάρδια. Τέλος, είναι δυνατή η πραγματοποίηση οργανωμένης και ποσοτικής αξιολόγησης διφόρων παραμέτρων σχετικά με την απόδοση του επωφελούμενου κατά τη διάρκεια της βάρδιας όπως είναι το εύρος κίνησης, η δύναμη και η ταχύτητα (Morone et al, 2017).

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Στην παρούσα πτυχιική εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων Google Scholar, Scopus και PubMed με λέξεις κλειδιά: gait training, stroke, robotics, exoskeleton, end-effector, acute, subacute, chronic. Εντοπίστηκαν 9 συστηματικές ανασκοπήσεις, και 32 ερευνητικές εργασίες. Από τις 32 ερευνητικές εργασίες, 6 περιλάμβαναν μια ομάδα με αρχική μέτρηση και επαναμέτρηση, 9 ήταν ελεγχόμενες μελέτες χωρίς τυχαιοποίηση και 17 ήταν τυχαιοποιημένες μελέτες. Τα κριτήρια εισαγωγής ήταν: Συμμετέχοντες άνω των 18 ετών, χρονολογία δημοσίευσης από το 2000 και μετά και χρήση αγγλικής γλώσσας. Κάθε έρευνα χρησιμοποίησε διαφορετική προσέγγιση μελέτης της επίδρασης παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού. Συγκεκριμένα, οι Mazzoleni et al. (2017), Karunakaran et al. (2021), Nilsson et al. (2014), Goffredo et al. (2019), Mizukami et al. (2017) και Banala et al. (2008) πραγματοποίησαν σε μια ομάδα ένα πρόγραμμα παρέμβασης με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού μόνο ή σε συνδυασμό με τυπική αποκατάσταση και εξέτασαν την επίδραση του στις χωροχρονικές μεταβλητές της βάδισης. Οι Kim et al. (2020), Molteni et al. (2021), Li et al. (2021), Nam et al. (2020), Bang et al. (2016), Kang et al. (2021), Buesing et al. (2015), Jayraman et al. (2019) και Yoshimoto et al. (2015) χώρισαν τους συμμετέχοντες σε δύο ομάδες, από τις οποίες η πρώτη πραγματοποίησε ένα παρεμβατικό πρόγραμμα το οποίο περιλάμβανε μόνο τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού και η δεύτερη τυπική αποκατάσταση. Στις τυχαιοποιημένες μελέτες των Peurala et al. (2009), Chua et al. (2016), Morone et al. (2011), Kim et al. (2019), Aprile et al. (2022), Ng et al. (2008), Aprilea et al. (2019), Hesse et al. (2012), Dias et al. (2007), Husemann et al. (2006), Mayr et al. (2007), Park et al. (2020), Nolan et al. (2020), Taveggia et al. (2016), Longateli et al. (2021), Calabro et al. (2018) και Sczesny- Kaiser et al. (2019), η πρώτη ομάδα πραγματοποίησε ένα συνδυαστικό πρόγραμμα παρέμβασης, το οποίο περιλάμβανε τυπική αποκατάσταση και τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού ενώ η δεύτερη αποκλειστικά τυπική αποκατάσταση. Ο μεγάλος αριθμός των ερευνών, κατέστησε αναγκαία για την εξαγωγή συμπερασμάτων την ομαδοποίηση τους ανάλογα με το είδος του μηχανισμού που χρησιμοποιήθηκε και το στάδιο του Αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου στο οποίο εφαρμόστηκε.

6.1 Εργαλεία και κλίμακες για την αξιολόγηση της επίδρασης των ρομποτικών στην βάρδιση και τις παραμέτρους που την επηρεάζουν

- Δοκιμασία βάρδισης 6 λεπτών (6 Minute Walk Test): Η βάρδιση 6 λεπτών αποτελεί δοκιμασία αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας της βάρδισης, μετρώντας την απόσταση που μπορεί να καλυφτεί από τον εξεταζόμενο σε 6 λεπτά. Το αποτέλεσμα από την συγκεκριμένη εξέταση αναφέρεται στην μέτρηση της αντοχής στην βάρδιση και στην αξιολόγηση της ικανότητας πραγματοποίησης συνεχόμενου έργου (Taveggia et al., 2016).
- Δοκιμασία βάρδισης 10 μέτρων (10-m Time Walking Test): Αποτελεί δοκιμασία αξιολόγησης της ταχύτητας της βάρδισης κατά την οποία ο δοκιμαζόμενος καλείται να καλύψει μια απόσταση 10 μέτρων σε επίπεδη επιφάνεια με την μεγαλύτερη προτιμώμενη ταχύτητα (Husemann et al., 2007).
- Κλίμακα κινητικής αξιολόγησης (MAS): Η κλίμακα κινητικής αξιολόγησης αξιολογεί το επίπεδο αναπηρίας και την κινητική λειτουργικότητα. (Dean & Mackey, 1992).
- Δοκιμασία έγερσης και βάρδισης (Timed Up and Go Test; TUG): Η δοκιμασία χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση της κινητικότητας, της ισορροπίας και της κινητικής απόδοσης. Αξιολογεί την ικανότητα πραγματοποίησης συνεχόμενων δραστηριοτήτων σχετικών με τη βάρδιση και τη στροφή (Schoppen et al., 1999; Morris et al., 2001). Ο εξεταζόμενος κάθεται σε καρέκλα και καλείται να έρθει σε όρθια θέση, να περπατήσει 3 μέτρα, να κάνει στροφή, να γυρίσει πίσω και να ξανακαθίσει στην καρέκλα. Η διαδικασία γίνεται με τον προτιμώμενο ρυθμό του δοκιμαζόμενου και καταγράφεται ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Χρόνος που ξεπερνά τα 25 δευτερόλεπτα σχετίζεται με το ρίσκο πτώσης του εξεταζόμενου (Podsiadlo & Richardson, 1991; Kang et al., 2021; Schoppen et al., 1999; Morris et al., 2001).
- Τροποποιημένη κλίμακα Asworth (Modified Asworth Scale; MAS): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την κλινική αξιολόγηση της σπαστικότητας σε νευρολογικά περιστατικά. Η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 η οποία υποδηλώνει πως δεν υπάρχει σπαστικότητα, έως το 4, το οποίο υποδηλώνει άκαμπτα άκρα σε κάμψη ή έκταση (Maranesi et al., 2021; Park et al., 2021; Asworth, 1964).

- Δείκτης Motricity (Motricity Index): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων μετά από ένα Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0-100, όσο ψηλότερη η βαθμολογία, τόσο πιο ικανοποιητική η δύναμη των κάτω άκρων. Αποτελείται από 3 δοκιμασίες, κάθε μια από τις οποίες βαθμολογείται από το 0-33, όπου το 0 υποδηλώνει μηδενική κινητικότητα και το 33 υποδηλώνει φυσιολογική δύναμη. Στις δοκιμασίες περιλαμβάνονται η ραχιαία κάμψη του αστραγάλου, η έκταση του γόνατος και η κάμψη του ισχίου. (Maranesi et al., 2021; NG et al., 2008).
- Λειτουργική ταξινόμηση κινητικότητας (Functional Ambulation Classification; FAC): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανότητας της βάρδισης και την κατηγοριοποίηση των ελλείψεων της βάρδισης σε νευρολογικές διαταραχές. Η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 το οποίο υποδηλώνει αδυναμία της βάρδισης, έως το 5 το οποίο υποδηλώνει πως δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός. (Mehrholz & Pohl, 2012).
- Κλίμακα βάρδισης στην αναπηρία (Walking Handicap Scale; WHS): Αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης του επιπέδου ικανότητας της βάρδισης του δοκιμαζόμενου στο σπίτι και στην κοινότητα (Molteni et al., 2017)
- Δείκτης κινητικότητας Rivermead (Rivermead Mobility Index; RMI): με την κλίμακα αξιολογείται η βάρδιση, η ισορροπία και η μετακίνηση. Περιλαμβάνει 15 δοκιμασίες, κάθε μια από τις οποίες αντιστοιχεί σε μια (1) μονάδα. Το 15 αποτελεί τη μέγιστη βαθμολογία της μέτρησης. Στις δοκιμασίες περιλαμβάνονται: Γύρισμα του κορμού στο κρεβάτι, από ύπτια κατάκλιση σε καθιστή θέση, ισορροπία από καθιστή θέση, όρθια στάση χωρίς υποστήριξη, μετακίνηση, βάρδιση σε εσωτερικό χώρο (Με υποστήριξη αν είναι απαραίτητο), ανέβασμα σκαλιών, βάρδιση σε εξωτερικό χώρο (Χωρίς υποστήριξη), πιάσιμο αντικειμένου από όρθια θέση, βάρδιση σε εξωτερικό χώρο, μπάνιο, βάρδιση σε εσωτερικό χώρο χωρίς υποστήριξη, ανέβασμα 4 σκαλιών και τρέξιμο (Kang et al., 2021; Forlander & Bohannon, 1999).
- Δείκτης Barthel (Barthel Index ; BI): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής. Περιλαμβάνει 10 δραστηριότητες κάθε μια από τις οποίες βαθμολογείται από το 0-10. Στις δραστηριότητες περιλαμβάνονται: Η σίτιση, μετακίνηση από και προς το αναπηρικό αμαξίδιο, χρήση τουαλέτας, μπάνιο, βάρδιση σε επίπεδη επιφάνεια, ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας, ένδυση

και έλεγχος του εντέρου και της κύστης (Maranesi et al., 2021; Mahoney & Barthel, 1965).

- Κλίμακα κινητικότητας ατόμων τρίτης ηλικίας (Elderly Mobility Scale; EMS): Αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης της κινητικότητας ηλικιωμένων ατόμων. Πραγματοποιούνται 3 μετρήσεις με κάθε μέτρηση να βαθμολογείται από 0-20. Η βαθμολογία από 0-9 υποδηλώνει χαμηλό επίπεδο κινητικότητας, η βαθμολογία 10-13 υποδηλώνει πως ο εξεταζόμενος βρίσκεται στο όριο εξάρτησης πραγματοποίησης λειτουργικών κινήσεων. Η βαθμολογία 14-20 υποδηλώνει ανεξαρτησία των δοκιμαζόμενων και ικανότητας πραγματοποίησης λειτουργικών κινήσεων. Κάθε μέτρηση περιλαμβάνει 7 δοκιμασίες, στις οποίες περιλαμβάνονται: Από ύπτια κατάκλιση σε καθιστή θέση, από καθιστή θέση σε ύπτια κατάκλιση, από καθιστή θέση σε όρθια θέση, όρθια θέση, βάδιση, απαιτούμενος χρόνος κάλυψης απόστασης 6 μέτρων και τέντωμα χεριού (de Morton et al., 2015).
- Κλίμακα ισορροπίας Berg (Berg Balance Scale): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της δυναμικής και της στατικής ισορροπίας. Περιλαμβάνει 14 δοκιμασίες κάθε μια από τις οποίες χαρακτηρίζεται από διαφορετικό βαθμό δυσκολίας όπως είναι το κάθισμα, η όρθια θέση, η μετακίνηση, το πιάσιμο αντικειμένου και ο βηματισμός με γύρισμα κορμού. Η βαθμολογία κάθε δοκιμασίας κυμαίνεται από το 0-5, με βάση την απόδοση του δοκιμαζόμενου στην εκάστοτε δοκιμασία (NG et al., 2008; Bang & Shin 2016).
- Κλίμακα ισορροπίας και κινητικότητας Tinnetis (Tinnetis Balance and Mobility Scale; Tinnetis POMA): Αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης της ισορροπίας και της απόδοσης στη βάδιση. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της κινητικής κατάστασης και των διαφορών στην ισορροπία και στο χρόνο βάδισης. Αποτελείται από 2 υποκατηγορίες, την κλίμακα αξιολόγησης της ισορροπίας και την κλίμακα αξιολόγησης της βάδισης. Για την κλίμακα αξιολόγησης της ισορροπίας η μέγιστη βαθμολογία είναι 16 μονάδες, ενώ για την κλίμακα αξιολόγησης της βάδισης είναι 12 μονάδες (Maranesi et al., 2021).
- Τροποποιημένο προφίλ περιπατητικής λειτουργίας του πανεπιστημίου Emory: (Modified Emory Functional Ambulation Profile ; EFAP): Αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης της βάδισης σε 5 διαφορετικές συνθήκες εδάφους. Αποτελείται από 5 χρονικά καθορισμένες δοκιμασίες στις οποίες περιλαμβάνονται: Βάδιση σε σκληρό

δάπεδο απόστασης 5 μέτρων, βάρδιση σε δάπεδο με μοκέτα απόστασης 5 μέτρων, σήκωμα από καρέκλα-βάρδιση για 3 μέτρα και επιστροφή στην καρέκλα, πέρασμα εμποδίων και ανέβασμα και κατέβασμα σκαλιών (Baer & Wolf, 2001)

- Κλίμακα κινητικότητας ICU (ICU Mobility Scale): Η κλίμακα αποτελείται από 11 δοκιμασίες κάθε μια από τις οποίες βαθμολογείται με μια μονάδα. Στις δοκιμασίες περιλαμβάνονται: ξάπλωμα στο κρεβάτι με παθητικό ρολλάρισμα, καθιστή θέση στο κρεβάτι, παθητική κίνηση στην καρέκλα μέσω μηχανισμού, κάθισμα στην άκρη του κρεβατιού με υποστήριξη, όρθια στάση με η χωρίς υποστήριξη, κάθισμα σε καρέκλα και επιστροφή στην άκρη του κρεβατιού σε όρθια στάση, όρθια στάση με επιτόπου βήματα, βάρδιση με υποστήριξη >2 ατόμων, βάρδιση με υποστήριξη ενός ατόμου, ανεξάρτητη βάρδιση με βοήθεια και ανεξάρτητη βάρδιση χωρίς βοήθεια (Tipping et al., 2018).
- Κινητική αξιολόγηση Rivermead (Rivermead Motor Assessment ; RMA): Αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης της κινητικής απόδοσης ατόμων με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και αναπτύχθηκε για κλινικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Αποτελείται από 3 σκέλη, την αδρή κινητικότητα για την οποία πραγματοποιούνται 13 δοκιμασίες, την κινητικότητα των κάτω άκρων και του κορμού, όπου πραγματοποιούνται 10 δοκιμασίες και την κινητικότητα των άνω άκρων, όπου πραγματοποιούνται 15 δοκιμασίες. Η κλίμακα στηρίζεται στην αρχή της προοδευτικότητας και οι δοκιμαζόμενοι βαθμολογούνται με pass ή fail. (Zeltzer et al., 2011, Lincoln & Leadbitter, 1979)
- Ταχύτητα βάρδισης 10 μέτρων (10m timed walk speed): Αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης της ταχύτητας βάρδισης σε απόσταση 10 μέτρων
- Δοκιμασία απόστασης βάρδισης σε 6 λεπτά (6min timed walking distance): Αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης της καλυπτόμενης απόστασης που μπορεί να καλύψει ο εξεταζόμενος σε 6 λεπτά
- Σκανδιναβική κλίμακα εγκεφαλικού επεισοδίου (Scandinavian Stroke Scale; SSS): Η κλίμακα περιλαμβάνει δοκιμασίες που σχετίζονται με την αντίληψη, τον προσανατολισμό, τις κινήσεις των ματιών, τις εκφράσεις του προσώπου, την κινητική λειτουργία του χεριού, του άνω και κάτω άκρου, την βάρδιση και την ομιλία. Κάθε δοκιμασία βαθμολογείται από το 0-12 με μέγιστη βαθμολογία της κλίμακας το 48 (Peurala et al. 2009).

- Κλίμακα κατάταξης (Rankin Scale; RA): Αποτελεί κλίμακα καταγραφής των εκβάσεων μετά το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι επιμέρους κατηγορίες βασίζονται στην κινητικότητα του ατόμου. Υφίστανται 6 κατηγορίες κατηγοριοποίηση, με κάθε κατηγορία να βαθμολογείται από το 0 έως το 5, το 0 υποδηλώνει ανεξαρτησία του ατόμου και το 5 εξάρτηση και ανάγκη υποστήριξης (Maranesi et al., 2021).
- Short Falls Efficacy Scale-International (FES-I-Short): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του φόβου πτώσης. Μπορεί να πραγματοποιηθεί από τον ίδιο τον εξεταζόμενο ή με τη μορφή συνέντευξης. Αποτελείται από 7 ερωτήσεις οι οποίες αφορούν καθημερινές δραστηριότητες. Ο δοκιμαζόμενος καλείται σε κάθε ερώτηση να σημειώσει τον βαθμό ανησυχίας του, συμπληρώνοντας μια από τις 4 επιλογές. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 28. Η βαθμολογία 7-8 υποδηλώνει μικρή ανησυχία για πτώση, 9-12 μέτρια ανησυχία και 14-28 σημαντική ανησυχία (Maranesi et al., 2021)
- Κλίμακα λειτουργικής ανεξαρτησίας (Functional Independence Measure; FIM): Αποτελεί κλίμακα εκτίμησης της απαιτούμενης βοήθειας που χρειάζεται ο δοκιμαζόμενος για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων. Αποτελείται από 18 δοκιμασίες οι οποίες αξιολογούν την κινητική και γνωστική λειτουργικότητα. Συγκεκριμένα 6 δοκιμασίες αφορούν την αυτό-φροντίδα, 2 δοκιμασίες αφορούν την ικανότητα ελέγχου του εντέρου και της ουροδόχου κύστης, 3 δοκιμασίες σχετίζονται με την μετακίνηση, 2 δοκιμασίες σχετίζονται με την κινητικότητα, 2 δοκιμασίες σχετίζονται με την επικοινωνία και 3 δοκιμασίες με την κοινωνική λειτουργικότητα (Keith et al., 1987, Zeltzer, 2011).
- Αξιολόγηση των κάτω άκρων Fugl-Meyer (Fugl-Meyer Assessment for lower Extremity; FMA-LE): Αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης της κινητικής λειτουργίας μετά την εμφάνιση Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου. Περιλαμβάνει 17 δοκιμασίες και η βαθμολογία κυμαίνεται μεταξύ 0-34 μονάδες (Park et al., 2021; Li et al., 2021).
- Κλίμακα επίδρασης εγκεφαλικού επεισοδίου (Stroke Impact Scale ;SIS): Η κλίμακα αποτελείται από 64 δοκιμασίες οι οποίες αφορούν τα συναισθήματα, την επικοινωνία, την μνήμη, τη σκέψη τη κοινωνική λειτουργικότητα, τη κινητικότητα, τη δύναμη και τη λειτουργικότητα χεριών. Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση παραγόντων που σχετίζονται με την ποιότητα ζωής (Duncan et al., 1999).

- Κλίμακα του συμβουλίου ιατρικής έρευνας για τη μυϊκή δύναμη (Medical Research Council Scale for Muscle Strength ; MRC Scale): Η κλίμακα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης των κάτω και άνω άκρων συμπεριλαμβανομένων των απαγωγέων του ώμου, των καμπτηρών του αγκώνα, των εκτεινόντων του καρπού, των καμπτηρών του ισχίου, των εκτινόντων του γόνατος και των ραχιαίων καμπτηρών του ποδιού. Κάθε δοκιμασία βαθμολογείται από 0 έως 5. Το 5 υποδηλώνει φυσιολογική δύναμη ενώ το 0 μη φυσιολογική (Kleyweg et al.,1991).
- Activities Specific Balance Scale (ABC): Αποτελεί ένα δομημένο ερωτηματολόγιο το οποίο αξιολογεί την αυτοπεποίθηση των ατόμων κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων βάρδισης, χωρίς το ρίσκο πτώσης ή έχοντας την αίσθηση αστάθειας. Αποτελείται από 16 ερωτήσεις και η βαθμολογία κυμαίνεται από 0-100, όπου 0 υποδηλώνει μηδαμινή αυτοπεποίθηση και το 100 πλήρης αυτοπεποίθηση (Bang & Shin 2016).
- Δοκιμασία λειτουργικής προσέγγισης (Functional Reach Test): Κατά την διάρκεια της αξιολόγησης του FRT το άτομο από όρθια θέση, σηκώνει το χέρι από τον κορμό και το κατευθύνει με τέτοιο τρόπο ώστε να φτάσει ένα συγκεκριμένο σημείο. Ζητούμενο της δοκιμασίας είναι να πραγματοποιήσει αυτήν την ενέργεια χωρίς να χάσει την ισορροπία του (π.χ. κάνοντας ένα βήμα μπροστά). Στο τέλος της δοκιμασίας καταγράφεται η απόσταση μεταξύ της θέσης στην οποία βρίσκεται ο εξεταζόμενος και του σημείου στο οποίο φτάνει το χέρι του. Μια μεγάλη τιμή της απόστασης υποδηλώνει καλή προληπτική ισορροπία (Nguyen et al., 2022).
- Modified Falls Efficacy Scale (M-FES): Αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης το οποίο αξιολογεί την αυτοπεποίθηση του ατόμου στην εκτέλεση μιας δοκιμασίας. Αποτελείται από 14 ερωτήσεις κάθε μια από τις οποίες βαθμολογείται από 1-10. Η βαθμολογία 1 υποδηλώνει μηδενική αυτοπεποίθηση και η βαθμολογία 10 υποδηλώνει πλήρης αυτοπεποίθηση (Bishop et al., 2012).
- Δείκτης βάρδισης (Ambulation Index ; AI): Το εργαλείο αξιολόγησης AI αναπτύχθηκε από τον Hauser et al (1983), για την αξιολόγηση της κινητικότητας, μετρώντας τον χρόνο και τον βαθμό υποστήριξης που απαιτείται για μια απόσταση βάρδισης 7,62 μέτρων.

- Κλίμακα εγκεφαλικού επεισοδίου NISS (NIH Stroke Scale ;NIHSS): Αποτελείται από 15 δοκιμασίες νευρολογικής εξέτασης και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της επίδρασης της οξείας εγκεφαλικής προσβολής στα επίπεδα συνείδησης, γλώσσας, αντανακλαστικών, απώλειας οπτικού πεδίου, κινητικής δύναμης, αταξίας, δυασρθρίας και αισθητηριακής απώλειας. (American Academy of CME, INC).
- Δοκιμασία ελέγχου του κορμού (Trunk Control Test; TCT): Το εργαλείο αξιολόγησης TCT αξιολογεί την κινητικότητα του κορμού σε άτομα που πάσχουν νευρολογικές διαταραχές. Αποτελείται από 4 δοκιμασίες μεταξύ των οποίων είναι, ρολλάρισμα στην αδύνατη πλευρά, ρολλάρισμα στην δυνατή πλευρά, ισορροπία σε καθιστή θέση στην άκρη του κρεβατιού με τα κάτω άκρα να μην εφάπτονται στο έδαφος και μετάβαση από καθιστή θέση σε όρθια θέση. Κάθε δοκιμασία βαθμολογείται από 0 (αδυναμία εκτέλεσης της δοκιμασίας χωρίς υποστήριξη, 12 (ικανότητα εκτέλεσης της δοκιμασίας με την παροχή υποστήριξης) και 25 (ικανότητα εκτέλεσης της δοκιμασίας χωρίς υποστήριξη) (Collin & Wade, 1990).
- 36-Item Short Form Survey (SF-36): Αποτελεί ερωτηματολόγιο 36 ερωτήσεων οι οποίες αφορούν την ποιότητα ζωής του ατόμου. Οι ερωτήσεις αναφέρονται σε 8 θέματα σχετικά με την υγεία. Περιορισμοί φυσικών δραστηριοτήτων λόγω προβλημάτων υγείας, περιορισμοί κοινωνικών δραστηριοτήτων λόγω προβλημάτων υγείας, περιορισμοί καθημερινών δραστηριοτήτων λόγω προβλημάτων υγείας, σωματικοί πόνοι, γενική ψυχική υγεία, περιορισμοί καθημερινών δραστηριοτήτων λόγω συναισθηματικών προβλημάτων, ζωτικότητα και γενική αντίληψη για την υγεία. (Ware & Sherbourne, 1992)
- GAITRite: Αποτελεί σύστημα μέτρησης των χωροχρονικών μεταβλητών της βάδισης, όπως τον ρυθμό, την ταχύτητα και μήκος διασκελισμού. Ο μηχανισμός αποτελείται από έναν ηλεκτρονικό διάδρομο ο οποίος περιέχει 18,432 αισθητήρες και συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή. (CIR Systems, Inc., 2010). Το GAITRite παρέχει πληροφορίες οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στην πραγματοποίηση ενεργειών οι οποίες σχετίζονται με παρεμβατικά προγράμματα και βοηθητικά εξαρτήματα όπως στην επιλογή κατάλληλων βοηθητικών συσκευών, στην ευθυγράμμιση και προσαρμογή ορθωτικών συσκευών, στην τεκμηρίωση της επίδρασης της παρέμβασης στη βάδιση και στην μέτρηση της λειτουργικής βάδισης αμέσως μετά την παρέμβαση (CIR Systems Inc., 2010; Marvin, 2012).

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Τα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών ταξινομήθηκαν σύμφωνα με τον ρομποτικό μηχανισμό που χρησιμοποιήθηκε στα στάδια του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου στο οποίο εφαρμόστηκε το κάθε παρεμβατικό πρόγραμμα. Επιπρόσθετα σε κάθε ταξινόμηση έγινε διάκριση με βάση τον πειραματικό σχεδιασμό των μελετών (τυχαιοποιημένες και μη τυχαιοποιημένες).

7.1 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end-effector) στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Τυχαιοποιημένες μελέτες:

Οι Peurala et al. το 2009 (Πίνακας 1) εξέτασαν την επίδραση του ρομποτικού μηχανισμού Gait Trainer στην ικανότητα μετακίνησης ασθενών με οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η πειραματική ομάδα η οποία είχε λάβει τυπική αποκατάσταση σε συνδυασμό τη χρήση του Gait trainer, είχε σημαντικότερη βελτίωση στην ικανότητα βάδισης (FAC) και σημαντικότερη αύξηση του βαθμού κινητικής αποκατάστασης (MMAS) συγκριτικά με την ομάδα τυπικής αποκατάστασης

7.2 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end-effector) στο υποξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Τυχαιοποιημένες μελέτες:

Όσον αφορά την επίδραση των μηχανισμών end effector στο υποξύ εγκεφαλικό επεισόδιο, ορισμένες έρευνες αναφέρουν πως η χρήση ρομποτικών μηχανισμών υπερτερεί της τυπικής αποκατάστασης, ενώ σε άλλες μελέτες κάτι τέτοιο ακόμα δεν είναι ξεκάθαρο. Στις έρευνες των Chua et al. (2016), Morone et al. (2011), Kim et al. (2019) και Ng et al (2008) και Aprile et al. (2022) (Πίνακας 2), οι πειραματικές ομάδες πραγματοποίησαν ένα παρεμβατικό πρόγραμμα με συνδυασμό ρομποτικού μηχανισμού και τυπικής αποκατάστασης. Στην έρευνα των Morone et al. (2008) οι δυο ομάδες χωρίστηκαν σε ομάδες υψηλής λειτουργικότητας και χαμηλής

λειτουργικότητας. Κάθε μια από τις 2 ομάδες πραγματοποίησε συνδυαστικό πρόγραμμα με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού και τυπικής αποκατάστασης ενώ οι άλλες δυο τυπική αποκατάσταση. Στην έρευνα των Ng et al. (2008) η πειραματική ομάδα, χωρίστηκε επίσης σε δυο ομάδες, όπου η μια εκτός από τυπική αποκατάσταση και χρήση ρομποτικού μηχανισμού έλαβε και ηλεκτροδιέγερση. Οι Morone et al (2008), Kim et al (2019) και Ng et al., (2008) παρατήρησαν πως οι ομάδες ρομποτικής αποκατάστασης είχαν σημαντικότερη βελτίωση από τις ομάδες ελέγχου. Συγκεκριμένα, οι Morone et al. (2008), αναφέρουν πως οι διαφορές παρατηρούνται στις ομάδες χαμηλής κινητότητας αναφορικά με την ικανότητα βάδισης (FAC), την ποιότητα ζωής (BI), την λειτουργικότητα της βάδισης (RMI) και την ανεξαρτησία του ατόμου (RA). Οι Kim et al., 2019 και Aprile et al., 2022, αναφέρουν πως η πειραματική ομάδα είχε σημαντικότερη βελτίωση στην δύναμη των κάτω άκρων (MIL), στην ισορροπία (BBS) και στην δύναμη των κάτω άκρων (MI-LL), στην ισορροπία (BBS), στην ποιότητα ζωής (BI), στην κινητικότητα και την ισορροπία (TUG) αντίστοιχα. Ο Ng και οι συνεργάτες (2008) παρατήρησαν μεγαλύτερη βελτίωση στην ικανότητα βάδισης (FAC) στην ομάδα που έλαβε ηλεκτροδιέγερση. Αντιθέτως, οι Chua et al. (2016), δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων.

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες:

Οι Aprile et al. (2019) και Hesse et al. (2012) (Πίνακας 3), πραγματοποίησαν επίσης ένα συνδυαστικό πρόγραμμα το οποίο περιλάμβανε ρομποτικό μηχανισμό και τυπική αποκατάσταση για την πειραματική ομάδα ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε τυπική αποκατάσταση. Και στις δυο έρευνες παρατηρήθηκε βελτίωση της πειραματικής ομάδας έναντι της ομάδας ελέγχου στην μυϊκή δύναμη (MRC-HE), στην κινητικότητα του κορμού (TCT), στην ταχύτητα της βάδισης (10MWT), στην λειτουργικότητα της βάδισης (6MWT), στην κινητικότητα, στην ισορροπία (TUG), στην ικανότητα της βάδισης (FAC) και στην δύναμη των κάτω άκρων (MI) αντίστοιχα.

7.3 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στο χρόνιο αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Τυχαιοποιημένες μελέτες:

Όσον αφορά την επίδραση μηχανισμών end-effector στο χρόνιο εγκεφαλικό επεισόδιο, η βιβλιογραφία αναφέρει πως οι ρομποτικοί μηχανισμοί υπερτερούν της

τυπικής αποκατάστασης. Συγκεκριμένα ο Kim και οι συνεργάτες του (2020) (Πίνακας 4), αναφέρουν πως η πειραματική ομάδα σημείωσε σημαντικότερη βελτίωση της κινητικής λειτουργίας (FMA) συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ενώ οι Dias et al. (2007) (Πίνακας 4), αναφέρουν μεγαλύτερη βελτίωση της πειραματικής ομάδας στην ταχύτητα βάδισης (10MWT). Στην ίδια έρευνα, παρόλο που σε ορισμένα εργαλεία παρουσίασαν βελτίωση και οι δυο ομάδες στην δύναμη των κάτω άκρων (MI), στην πλαστικότητα του εγκεφάλου (TMS), στην ισορροπία (BBS) και στην ποιότητα ζωής (BI), μόνο η πειραματική ομάδα διατήρησε αυτές τις τιμές 3 μήνες μετά την παρέμβαση.

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες:

Τα ίδια ενθαρρυντικά αποτελέσματα παρατήρησε ο Mazzoleni και οι συνεργάτες του (2017) (Πίνακας 5), όπου και οι δυο ομάδες συμμετείχαν σε παρέμβαση ρομποτικού μηχανισμού και σημείωσαν σημαντική βελτίωση.

7.4 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Τυχαιοποιημένες μελέτες:

Αναφορικά με την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών exoskeleton στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο τα ευρήματα είναι ενθαρρυντικά. Συγκεκριμένα, στις έρευνες των Husemann et al. (2006), Park et al. (2020), Mayr et al., (2007) (Πίνακας 6) η πειραματική ομάδα έλαβε τυπική αποκατάσταση και παρέμβαση με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού ενώ η ομάδα ελέγχου μόνο τυπική αποκατάσταση. Στις παραπάνω έρευνες παρατηρήθηκε βελτίωση της πειραματικής ομάδας έναντι της ομάδας ελέγχου αναφορικά με την ανωμαλία της βάδισης, με τη διαμόρφωση των ιστών, τη βελτίωση στην κινητική λειτουργικότητα (MAS) και την κινητική λειτουργία (FMA-LE) αντίστοιχα.

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες:

Στις έρευνες των Karunakaran et al. (2021), Nilsson et al. (2014) και των Nolan et al. (2020) (Πίνακας 7), αναφέρεται πως οι ρομποτικοί μηχανισμοί exoskeleton είχαν θετική επίδραση στις μεταβλητές της βάδισης. Συγκεκριμένα όσον αφορά την έρευνα των Karunaakaran et al. (2021), η πειραματική ομάδα πραγματοποιούσε εναλλάξ ανά συνεδρία είτε τυπική αποκατάσταση είτε προπόνηση με τη χρήση του Ekso.

Παρατηρήθηκε πως στις συνεδρίες με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού η συνολική απόσταση που καλύφθηκε και ο μέσος όρος απόστασης ήταν μεγαλύτερος από τις συνεδρίες τυπικής αποκατάστασης. Παρόμοια αποτελέσματα, αναφορικά με την απόσταση της βάρδισης ανά συνεδρία παρατήρησε και ο Nolan, όπου η πειραματική ομάδα η οποία έλαβε προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso, σημείωσε μεγαλύτερη απόσταση βάρδισης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου η οποία έλαβε αποκλειστικά τυπική αποκατάσταση. Τέλος, οι Nilsson et al. (2014) αναφέρουν πως η πειραματική ομάδα η οποία έλαβε πρόγραμμα παρέμβασης με τη χρήση του HAL+ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ, σημείωσε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα βάρδισης (FAC) και στην ταχύτητα βάρδισης (10MWT), συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου η οποία έλαβε μόνο τυπική αποκατάσταση.

7.5 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο υποξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο *Τυχαιοποιημένες μελέτες:*

Αναφορικά με την επίδραση των exoskeleton στο υποξύ στάδιο του εγκεφαλικού επεισοδίου, η ανωτερότητα των ρομποτικών μηχανισμών είναι αμφισβητούμενη. Συγκεκριμένα, ο Taveggia και οι συνεργάτες του (2016) (Πίνακας 8) πραγματοποίησαν ένα παρεμβατικό πρόγραμμα το οποίο συνδύαζε τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών και τυπικής αποκατάστασης. Αυτό το συνδυαστικό πρόγραμμα έλαβε η πειραματική ομάδα ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε μόνο τυπική αποκατάσταση. Αναφέρεται, πως η πειραματική ομάδα σημείωσε σημαντική βελτίωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου στην απαιτούμενη βοήθεια για καθημερινές δραστηριότητες (FIM). Στις έρευνες των Molteni et al. (2021) και Li et al. (2021) (Πίνακας 8) η πειραματική ομάδα έλαβε αποκλειστικά αποκατάσταση με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού και η ομάδα ελέγχου τυπική αποκατάσταση. Οι Li et al. (2021) αναφέρουν ότι η πειραματική ομάδα σημείωσε βελτίωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου στην λειτουργικότητα της βάρδισης (6MWT) και στην κινητική λειτουργικότητα (FMA-LE), ενώ οι Molteni et al. (2021) δεν παρατήρησε σημαντικές διαφορές.

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες:

Ο Goffredo και οι συνεργάτες του (2019) και ο Mizukami και οι συνεργάτες του (2017) (Πίνακας 9), πραγματοποίησαν, σε μια ομάδα ο καθένας, την επίδραση παρεμβατικού προγράμματος μόνο με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού. Και στις δυο

έρευνες παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής (BI), στην δύναμη των κάτω άκρων (MI), στην κινητικότητα του κορμού (TCT), στην ικανότητα βάρδισης (FAC), στην ταχύτητα βάρδισης (10MWT), στην λειτουργικότητα της βάρδισης (6MWT), στην κινητικότητα (TUG) και στα εργαλεία MWS, SWS, 2MT, στην ισορροπία (BBS), και στην κινητική λειτουργικότητα (FMA) αντίστοιχα. Στην έρευνα του Longatelli και των συνεργατών του (2021) (Πίνακας 9), η πειραματική ομάδα πραγματοποίησε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης το οποίο συνδύαζε τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών και τυπική αποκατάσταση, ενώ η ομάδα ελέγχου αποκλειστικά τυπική αποκατάσταση. Στην τελική αξιολόγηση παρατηρήθηκε μόνο στην πειραματική ομάδα ανάκτηση ελεγχόμενου νευρομυϊκού μοτίβου στους μύες των κάτω άκρων.

7.6 Επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στο χρόνιο αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Τυχαιοποιημένες μελέτες:

Στις έρευνες των Nam et al., (2020), Bang et al., (2016), Kang et al., (2021), Buesing et al., (2015) και Jayraman et al., (2019) (Πίνακας 10), οι πειραματικές ομάδες πραγματοποίησαν ένα πρόγραμμα παρέμβασης αποκλειστικά με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού, ενώ οι ομάδες ελέγχου τυπική αποκατάσταση. Οι Bang (2016), Buesing (2015) και Jayraman (2019), παρατήρησαν πως οι πειραματικές ομάδες σημείωσαν σημαντική βελτίωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, οι Bang et al (2016) αναφέρουν βελτίωση της πειραματική ομάδας στις χωροχρονικές μεταβλητές της βάρδισης (GAITRite), στην ισορροπία (BBS) και στην αυτοπεποίθηση των δοκιμαζόμενων (ABC). Οι Buesing et al. (2015) ανέφεραν βελτίωση στο μήκος βήματος του προσβαλλόμενου άκρου και στην ασυμμετρία της βάρδισης ενώ οι Jayraman et al. (2019) ανέφεραν βελτίωση στην λειτουργικότητα της βάρδισης (6MWT) και στην ισορροπία (BBS). Αντιθέτως, οι Nam et al. (2010) και Kang et al. (2021) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Sczesny et al. (2019), όπου η πειραματική ομάδα έλαβε αποκατάσταση με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού για 6 εβδομάδες και τυπική αποκατάσταση για άλλες 6, ενώ η ομάδα ελέγχου το αντίστροφο. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα της βάρδισης (10MWT), στην κινητικότητα του κορμού (TUG), στην

λειτουργικότητα της βάδισης (6MWT) και στην ικανότητα της βάδισης (FAC) ενώ στην ισορροπία (BBS) δε υπήρχε σημαντική στατιστική διαφορά.

Στην έρευνα των Calabro et al. (2018) (Πίνακας 10) η πειραματική ομάδα έλαβε σε συνδυασμό με την χρήση ρομποτικού μηχανισμού και τυπική αποκατάσταση ενώ η ομάδα ελέγχου αποκλειστικά τυπική αποκατάσταση. Αναφέρθηκε από τους ερευνητές ότι η πειραματική ομάδα βελτιώθηκε σημαντικά συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου σε αρκετές αξιολογήσεις, μεταξύ άλλων στην ταχύτητα της βάδισης (10MWT), στην κινητικότητα του κορμού (TUG) και στην λειτουργικότητα της βάδισης (RMI).

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες:

Ο Banala και οι συνεργάτες του (2008) (Πίνακας 11) πραγματοποίησαν ένα παρεμβατικό πρόγραμμα το οποίο περιλάμβανε τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού ALEX. Παρατήρησαν βελτίωση του μοτίβου βάδισης, αύξηση της ταχύτητας της βάδισης και αύξηση της κινητικότητας των αρθρώσεων του γόνατος και του αστραγάλου. Στην έρευνα του Yoshimoto και των συνεργατών του (2015) (Πίνακας 11), η πειραματική ομάδα πραγματοποίησε ένα παρεμβατικό πρόγραμμα με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού αποκλειστικά ενώ η ομάδα ελέγχου τυπική αποκατάσταση. Παρατηρήθηκε πως η πειραματική ομάδα βελτιώθηκε σημαντικά συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου στην ταχύτητα της βάδισης (10MWT), στην κινητικότητα του κορμού (TUG), και στην ισορροπία (FRT, BBS), ενώ η ομάδα ελέγχου δεν σημείωσε βελτίωση.

8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ευρήματα από τα αποτελέσματα παρεμβατικών προγραμμάτων με τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών είναι ενθαρρυντικά. Για την κατανόηση των αποτελεσμάτων είναι σημαντικό να γίνει ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων με βάση τον τύπο του ρομποτικού μηχανισμού και το στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.

Οι δύο τύποι ρομποτικών μηχανισμών που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες ήταν οι end effector και οι exoskeleton και εξετάστηκε η επίδραση τους σε κάθε ένα στάδιο εκδήλωσης του ΑΕΕ. Όπως έχει προαναφερθεί τα στάδια του ΑΕΕ επεισοδίου είναι τρία (3). Το οξύ, το υποξύ και το χρόνιο ΑΕΕ. Από τις Non RCTs έρευνες που εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος με τη χρήση αποκλειστικά ρομποτικού μηχανισμού, (Mazzoleni et al., 2017; Goffredo et al., 2019; Mizukami et al., 2017; Banala et al., 2008) φαίνεται πως ανεξαρτήτως τύπου, οι ρομποτικοί μηχανισμοί έχουν σημαντική επίδραση στις χωροχρονικές μεταβλητές της βάδισης, σε οποιοδήποτε στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου και αν εφαρμοστεί. Ωστόσο, είναι σημαντικό να εξεταστεί και σε ποιο βαθμό οι ρομποτικοί μηχανισμοί μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των επιπλοκών του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου. Να εξεταστεί δηλαδή αν οι ρομποτικοί μηχανισμοί, ή ο συνδυασμός ρομποτικού μηχανισμού και τυπικής αποκατάστασης μπορεί να ωφελήσει στο βέλτιστο άτομα με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.

Όσον αφορά τον ρομποτικό μηχανισμό End effector στο οξύ στάδιο του ΑΕΕ, από την έρευνα των Peurala et al. (2019) φαίνεται πως ένα συνδυαστικό πρόγραμμα παρέμβασης βελτιώνει περισσότερο τις παραμέτρους της βάδισης από την τυπική αποκατάσταση. Η ίδια θέση υποστηρίζεται από τους Maranesi et al. (2020), όπου αναφέρεται πως ένα συνδυαστικό πρόγραμμα αποκατάστασης με τη χρήση end-effector είναι αποτελεσματικότερο από την τυπική αποκατάσταση σε οποιοδήποτε στάδιο του ΑΕΕ και αν εφαρμοστεί. Επιπρόσθετα, στην συστηματική ανασκόπηση των Bruni et al. (2018) επισημαίνεται πως η παρέμβαση με τη χρήση end-effector είναι αποτελεσματικότερη στο οξύ στάδιο του ΑΕΕ.

Η χρήση end-effector σε συνδυασμό με τυπική αποκατάσταση στο υποξύ ΑΕΕ, βελτιώνει τη λειτουργικότητα της βάδισης συγκριτικά με την τυπική αποκατάσταση σύμφωνα με τους Morone et al. (2011), Kim et al. (2019), Ng et al. (2008), Aprile et al. (2022), Aprile et al. (2019) και Hesse et al. (2012). Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγουν οι Maranesi et al. (2020) και Cho et al. (2018) όπου στις συστηματικές

τους ανασκοπήσεις ανέφεραν πως η συνδυαστική παρέμβαση βελτιώνει σε μεγαλύτερο βαθμό τις παραμέτρους της βάρδισης, από την τυπική αποκατάσταση στο υποξύ ΑΕΕ

Αναφορικά με την επίδραση του end-effector στο χρόνιο ΑΕΕ, οι Kim et al. (2020) και Dias et al. (2007) ανέφεραν πως οι πειραματικές ομάδες με το συνδυαστικό πρόγραμμα σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις στην βάρδιση από την ομάδα ελέγχου με τυπική αποκατάσταση. Ωστόσο, οι Nedergard et al. (2021) ανέφεραν πως η χρόνια φάση του ΑΕΕ, δεν φαίνεται να είναι η καταλληλότερη περίοδος για παρέμβαση.

Σχετικά με τη χρήση του exoskeleton στο οξύ ΑΕΕ, οι Husemann et al. (2006), Park et al. (2020), Karninakaran et al. (2021), Nilsson et al. (2014), και Nolan et al. (2020) ανέφεραν πως οι ομάδες οι οποίες έλαβαν παρέμβαση με τη χρήση exoskeleton ή συνδυασμό exoskeleton και τυπικής αποκατάστασης σημείωσαν μεγαλύτερη βελτίωση στις παραμέτρους της βάρδισης από τις ομάδες ελέγχου οι οποίες πραγματοποίησαν πρόγραμμα αποκλειστικά τυπικής αποκατάστασης. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και στην συστηματική ανασκόπηση των Nedergard et al. (2021), όπου επισημαίνεται πως ένα συνδυαστικό πρόγραμμα exoskeleton και τυπικής αποκατάστασης είναι αποτελεσματικότερο από την τυπική αποκατάσταση αναφορικά με τη βάρδιση.

Αναφορικά με την επίδραση προγραμμάτων με τη χρήση exoskeleton στο υποξύ ΑΕΕ οι Taveggia et al. (2016), Li et al. (2021) και Longatelli et al. (2021) υποστηρίζουν πως οι πειραματικές ομάδες σημείωσαν σημαντικότερη βελτίωση στις μετρήσεις των παραμέτρων της βάρδισης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Επισημαίνεται πως στην έρευνα των Li et al. (2021) η πειραματική ομάδα πραγματοποίησε ένα παρεμβατικό πρόγραμμα με τη χρήση αποκλειστικά ρομποτικού μηχανισμού, ενώ οι Molteni et al. (2021) παρατήρησαν πως η πειραματική ομάδα που έλαβε αποκλειστικά παρέμβαση με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού δεν παρουσίασε διαφορές στη βάρδιση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου τυπικής αποκατάστασης.

Τέλος, αναφορικά με την επίδραση του exoskeleton στο χρόνιο στάδιο ΑΕΕ, οι Bang et al. (2016), Buesing et al. (2015), Jayraman et al. (2019), Calabro et al. (2018), Yoshimoto et al. (2015) και Banala et al. (2008) αναφέρουν πως οι πειραματικές ομάδες που έλαβαν πρόγραμμα αποκλειστικά με τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού, είτε συνδυαστικό πρόγραμμα, σημείωσαν σημαντικότερη βελτίωση από την ομάδα ελέγχου τυπικής αποκατάστασης στην αξιολόγηση της βάρδισης. Αντίθετα αποτελέσματα αναφέρουν οι Nam et al. (2020), Kang et al. (2021) και Sczesny et al.

(2019) σύμφωνα με τους οποίους η χρήση ρομποτικού μηχανισμού υπερτερεί της τυπικής αποκατάστασης στην προπόνηση της βάρδισης.

Η επίδραση κάθε τύπου ρομποτικού μηχανισμού σε διαφορετικά στάδια του ΑΕΕ φαίνεται πως έχει διαφορετικά αποτελέσματα καθώς οποιοδήποτε πρόγραμμα και αν εφαρμοστεί, ποικίλοι παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά του. Σύμφωνα με τους Tedla et al. (2019) ο τύπος του ΑΕΕ, το στάδιο του ΑΕΕ, το μέγεθος και η σοβαρότητα των επιπλοκών, ο τύπος του ρομποτικού μηχανισμού, οι παράμετροι της παρέμβασης, η ψυχολογική κατάσταση των συμμετεχόντων και η διάρκεια της παρέμβασης καθορίζουν τον βαθμό της αποτελεσματικότητας.

Συγκεκριμένα, αναφορικά με το είδος του προγράμματος, στις συστηματικές ανασκοπήσεις των Maranesi et al. (2021), Cho et al. (2018), Nedergard et al. (2021), Moucheboeuf et al. (2021) και Bruni et al. (2018) επισημαίνεται πως ένα συνδυαστικό πρόγραμμα αποκατάστασης υπερτερεί ενός τυπικού προγράμματος. Η βελτίωση στα συνδυαστικά ήταν σημαντικότερη στις περισσότερες παραμέτρους της βάρδισης από την τυπική αποκατάσταση ή τη χρήση ρομποτικού μηχανισμού αποκλειστικά.

Επιπρόσθετα, όσον αφορά το στάδιο του ΑΕΕ, στο οποίο εφαρμόζεται το παρεμβατικό πρόγραμμα φαίνεται πως τα πρώτα στάδια είναι τα καταλληλότερα για παρέμβαση. Η σημασία αυτού του παράγοντα αναφέρεται στις συστηματικές ανασκοπήσεις των Bruni et al. (2018), Cho et al. (2018), και Schroeder et al. (2019). Συγκεκριμένα, οι Schroeder et al. (2019) αναφέρουν πως η πρόωγη παρέμβαση δεν εξασφαλίζει μόνο την αποτελεσματικότητα του προγράμματος αλλά και την διάρκεια διατήρησης αυτής της βελτίωσης. Στις έρευνες που ανασκοπήθηκαν παραπάνω η βελτίωση των προγραμμάτων φαίνεται και στα άτομα με χρόνιο ΑΕΕ. Αξίζει να αναφερθεί πως ο βαθμός της βελτίωσης δεν ήταν αντίστοιχος όπως και στο οξύ και υποξύ ΑΕΕ, ενώ διαφορές δεν παρατηρήθηκαν σε έρευνες που αφορούσαν το χρόνιο ΑΕΕ. Επίσης, στις έρευνες που συμπεριλάμβαναν άτομα με οξύ και υποξύ ΑΕΕ, παρουσιάστηκε βελτίωση σε παραμέτρους όπως η ταχύτητα της βάρδισης, η συμμετρία της βάρδισης και η απόσταση βάρδισης συγκριτικά με τις έρευνες που συμπεριλάμβαναν άτομα με χρόνιο ΑΕΕ.

Τέλος, την αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων επηρεάζει σημαντικά μεταξύ άλλων και η αρχική ικανότητα βάρδισης των συμμετεχόντων. Συγκεκριμένα στην έρευνα των Mazzoleni et al. (2017) αναφέρεται πως στα άτομα της πειραματικής ομάδας με μικρότερη ικανότητα βάρδισης στην αρχή της μελέτης, η

βελτίωση στην βαδιστική ικανότητα ήταν σημαντικότερη από τα άτομα της πειραματικής ομάδας με μεγαλύτερη αρχική ικανότητα βάδισης. Τα παραπάνω αναφέρονται και στις ανασκοπήσεις των Cho et al. (2018), Maranesi et al. (2021) και Mehrolz et al. (2012) όπου διατυπώνεται η άποψη πως τα μη περιπατητικά άτομα μπορούν να ωφεληθούν περισσότερο από τη χρήση ρομποτικών μηχανισμών. Το είδος του ρομποτικού μηχανισμού δεν φαίνεται να επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την αποτελεσματικότητα του προγράμματος.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση ρομποτικών μηχανισμών έχει σημαντική επίδραση στη βάρδια ατόμων με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ). Σε οποιοδήποτε στάδιο του ΑΕΕ και αν εφαρμοστούν, ανεξαρτήτως τύπου, συμβάλλουν στην βελτίωση των παραμέτρων της βάρδιας όπως είναι η ταχύτητα βάρδιας, ο ρυθμός βάρδιας, το μήκος διασκελισμού και των παραγόντων που την επηρεάζουν όπως είναι η δύναμη των κάτω άκρων και η ισορροπία. Στο οξύ και υποξύ ΑΕΕ η συνδυαστική προπόνηση φαίνεται να υπερτερεί της τυπικής αποκατάστασης, ενώ στο χρόνια ΑΕΕ τα αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα. Ωστόσο, για την εξασφάλιση των βέλτιστων αποτελεσμάτων, ο συνδυασμός τυπικής αποκατάστασης και χρήσης ρομποτικού μηχανισμού στο οξύ και υποξύ ΑΕΕ είναι ο καταλληλότερος και υπάρχουν περισσότερες πιθανότητες για καλύτερη αποκατάσταση σε άτομα με μικρότερη ικανότητα βάρδιας.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. Acciarresi, M., Bogousslavsky, J., & Paciaroni, M. (2014). Post-stroke fatigue: epidemiology, clinical characteristics and treatment. *European Neurology*, 72(5-6), 255-261.
2. Aprile, I., Conte, C., Cruciani, A., Pecchioli, C., Castelli, L., Insalaco, S., & Iacovelli, C. (2022). Efficacy of robot-assisted gait training combined with robotic balance training in subacute stroke patients: a randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(17), 5162.
3. Aprile, I., Iacovelli, C., Goffredo, M., Cruciani, A., Galli, M., Simbolotti, C., & Franceschini, M. (2019). Efficacy of end-effector Robot-Assisted Gait Training in subacute stroke patients: Clinical and gait outcomes from a pilot bi-centre study. *NeuroRehabilitation*, 45(2), 201-212.
4. Banala, S. K., Agrawal, S. K., & Scholz, J. P. (2007, June). Active Leg Exoskeleton (ALEX) for gait rehabilitation of motor-impaired patients. In *2007 IEEE 10th international conference on rehabilitation robotics* (pp. 401-407). IEEE.
5. Banala, S. K., Kim, S. H., Agrawal, S. K., & Scholz, J. P. (2008). Robot assisted gait training with active leg exoskeleton (ALEX). *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 17(1), 2-8.
6. Bang, D. H., & Shin, W. S. (2016). Effects of robot-assisted gait training on spatiotemporal gait parameters and balance in patients with chronic stroke: a randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation*, 38(4), 343-349.
7. Birenbaum, D., Bancroft, L. W., & Felsberg, G. J. (2011). Imaging in acute stroke. *Western Journal of Emergency Medicine*, 12(1).
8. Bruni, M. F., Melegari, C., De Cola, M. C., Bramanti, A., Bramanti, P., & Calabrò, R. S. (2018). What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*, 48, 11-17.
9. Buesing, C., Fisch, G., O'Donnell, M., Shahidi, I., Thomas, L., Mummidisetty, C. K., & Jayaraman, A. (2015). Effects of a wearable

- exoskeleton stride management assist system (SMA®) on spatiotemporal gait characteristics in individuals after stroke: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 1-14.
10. Calabrò, R. S., Naro, A., Russo, M., Bramanti, P., Carioti, L., Balletta, T., & Bramanti, A. (2018). Shaping neuroplasticity by using powered exoskeletons in patients with stroke: a randomized clinical trial. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 15(1), 1-16.
 11. Campbell, B. C., De Silva, D. A., Macleod, M. R., Coutts, S. B., Schwamm, L. H., Davis, S. M., & Donnan, G. A. (2019). Ischaemic stroke. *Nature Reviews Disease Primers*, 5(1), 1-22.
 12. Cao, J., Xie, S. Q., Das, R., & Zhu, G. L. (2014). Control strategies for effective robot assisted gait rehabilitation: the state of art and future prospects. *Medical engineering & Physics*, 36(12), 1555-1566.
 13. Caplan, L. R. (2016). Etiology, classification, and epidemiology of stroke. *Up-to-Date [database on the Internet]*. Waltham (MA).
 14. Chaparro-Cárdenas, S. L., Lozano-Guzmán, A. A., Ramirez-Bautista, J. A., & Hernández-Zavala, A. (2018). A review in gait rehabilitation devices and applied control techniques. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(8), 819-834.
 15. Cheung, R. T. F. (2014). A systematic approach to the definition of stroke. *Austin Journal of Cerebrovascular Disease & Stroke*.
 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.
 17. Chua, J., Culpan, J., & Menon, E. (2016). Efficacy of an electromechanical gait trainer poststroke in Singapore: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(5), 683-690.
 18. Collin, C., & Wade, D. T. (1990). Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 53(7), 576-579.
 19. de Morton, N. A., Nolan, J., O'Brien, M., Thomas, S., Govier, A., Sherwell, K., & Markham, N. (2015). A head-to-head comparison of the de Morton Mobility Index (DEMMI) and Elderly Mobility Scale (EMS) in an older acute medical population. *Disability and Rehabilitation*, 37(20), 1881-1887.

20. Dean, C., & Mackey, F. (1992). Motor assessment scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Australian Journal of Physiotherapy*, 38(1), 31-35.
21. Dias, D., Lains, J., Pereira, A., Nunes, R., Caldas, J., Amaral, C., & Loureiro, L. (2007). Can we improve gait skills in chronic hemiplegics? A randomised control trial with gait trainer. *Europa medicophysica*, 43(4), 499.
22. Dimyan, M. A., & Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke. *Nature Reviews Neurology*, 7(2), 76-85.
23. Duncan, P. W., Wallace, D., Lai, S. M., Johnson, D., Embretson, S., & Laster, L. J. (1999). The stroke impact scale version 2.0: evaluation of reliability, validity, and sensitivity to change. *Stroke*, 30(10), 2131-2140.
24. E. Mayo, N., Wood-Dauphinee, S., Ahmed, S., Carron, G., Higgins, J., Mcewen, S., & Salbach, N. (1999). Disablement following stroke. *Disability and rehabilitation*, 21(5-6), 258-268.
25. Goffredo, M., Guanziroli, E., Pournajaf, S., Gaffuri, M., Gasperini, G., Filoni, S., & Molteni, F. (2019). Overground wearable powered exoskeleton for gait training in subacute stroke subjects: clinical and gait assessments. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(6), 710-721.
26. Grysiewicz, R. A., Thomas, K., & Pandey, D. K. (2008). Epidemiology of ischemic and hemorrhagic stroke: incidence, prevalence, mortality, and risk factors. *Neurologic clinics*, 26(4), 871-895.
27. Guzik, A., & Bushnell, C. (2017). Stroke epidemiology and risk factor management. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, 23(1), 15-39.
28. Hara, Y. (2015). Brain plasticity and rehabilitation in stroke patients. *Journal of Nippon Medical School*, 82(1), 4-13.
29. Hesse, S., Bardeleben, A., Werner, C., & Waldner, A. (2012). Robot-assisted practice of gait and stair climbing in nonambulatory stroke patients. *Journal of rehabilitation research and development*, 49(4), 613.
30. Husemann, B., Muller, F., Krewer, C., Heller, S., & Koenig, E. (2007). Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke*, 38(2), 349-354.
31. Jayaraman, A., O'brien, M. K., Madhavan, S., Mummidisetty, C. K., Roth, H. R., Hohl, K., & Rymer, W. Z. (2019). Stride management assist exoskeleton

- vs functional gait training in stroke: a randomized trial. *Neurology*, 92(3), 263-273.
32. Kang, C. J., Chun, M. H., Lee, J., & Lee, J. Y. (2021). Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke: Randomized controlled trial. *Medicine*, 100(48), 27974-27974.
33. Karunakaran, K. K., Gute, S., Ames, G. R., Chervin, K., Dandola, C. M., & Nolan, K. J. (2021). Effect of robotic exoskeleton gait training during acute stroke on functional ambulation. *NeuroRehabilitation*, 48(4), 493-503.
34. Kharb, A., Saini, V., Jain, Y. K., & Dhiman, S. (2011). A review of gait cycle and its parameters. *IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management*, 13, 78-83.
35. Kim, H., Park, G., Shin, J. H., & You, J. H. (2020). Neuroplastic effects of end-effector robotic gait training for hemiparetic stroke: A randomised controlled trial. *Scientific Reports*, 10(1), 1-9.
36. Kim, J., Kim, D. Y., Chun, M. H., Kim, S. W., Jeon, H. R., Hwang, C. H., & Bae, S. (2019). Effects of robot-(Morning Walk®) assisted gait training for patients after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 33(3), 516-523.
37. Kleyweg, R. P., Van Der Meché, F. G., & Schmitz, P. I. (1991). Interobserver agreement in the assessment of muscle strength and functional abilities in Guillain-Barré syndrome. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 14(11), 1103-1109.
38. Koceska, N., & Koceski, S. (2013). Robot devices for gait rehabilitation. *International Journal of Computer Applications*, 62(13).
39. Lee, S. R., Choi, E. K., Jung, J. H., Han, K. D., Oh, S., & Lip, G. Y. (2021). Lower risk of stroke after alcohol abstinence in patients with incident atrial fibrillation: a nationwide population-based cohort study. *European heart journal*, 42(46), 4759-4768.
40. Li, D. X., Zha, F. B., Long, J. J., Liu, F., Cao, J., & Wang, Y. L. (2021). Effect of robot assisted gait training on motor and walking function in patients with subacute stroke: A random controlled study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 30(7), 105807.

41. Longatelli, V., Pedrocchi, A., Guanziroli, E., Molteni, F., & Gandolla, M. (2021). Robotic Exoskeleton Gait Training in Stroke: An Electromyography-Based Evaluation. *Frontiers in Neurorobotics*, 15.
42. Maranesi, E., Riccardi, G. R., Di Donna, V., Di Rosa, M., Fabbietti, P., Luzi, R., & Bevilacqua, R. (2020). Effectiveness of intervention based on end-effector gait trainer in older patients with stroke: A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(8), 1036-1044.
43. Mayr, A., Kofler, M., Quirbach, E., Matzak, H., Fröhlich, K., & Saltuari, L. (2007). Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 21(4), 307-314.
44. Mazzoleni, S., Focacci, A., Franceschini, M., Waldner, A., Spagnuolo, C., Battini, E., & Bonaiuti, D. (2017). Robot-assisted end-effector-based gait training in chronic stroke patients: a multicentric uncontrolled observational retrospective clinical study. *NeuroRehabilitation*, 40(4), 483-492.
45. Mehrholz, J., & Pohl, M. (2012). Electromechanical-assisted gait training after stroke: a systematic review comparing end-effector and exoskeleton devices. *Journal of rehabilitation medicine*, 44(3), 193-199.
46. Mehrholz, J., Pohl, M., Kugler, J., & Elsner, B. (2018). The improvement of walking ability following stroke: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Deutsches Ärzteblatt International*, 115(39), 639.
47. Mizukami, M., Yoshikawa, K., Kawamoto, H., Sano, A., Koseki, K., Asakwa, Y., & Matsumura, A. (2017). Gait training of subacute stroke patients using a hybrid assistive limb: a pilot study. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(2), 197-204.
48. Molteni, F., Gasperini, G., Gaffuri, M., Colombo, M., Giovanzana, C., Lorenzon, C., & Guanziroli, E. (2017). Wearable robotic exoskeleton for overground gait training in sub-acute and chronic hemiparetic stroke patients: preliminary results. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 53(5), 676-684.
49. Molteni, F., Guanziroli, E., Goffredo, M., Calabrò, R. S., Pournajaf, S., Gaffuri, M., & Italian Eksogait Study Group. (2021). Gait recovery with an

- overground powered exoskeleton: A randomized controlled trial on subacute stroke subjects. *Brain Sciences*, 11(1), 104.
50. Morone, G., Bragoni, M., Iosa, M., De Angelis, D., Venturiero, V., Coiro, P., . & Paolucci, S. (2011). Who may benefit from robotic-assisted gait training? A randomized clinical trial in patients with subacute stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(7), 636-644.
51. Morone, G., Paolucci, S., Cherubini, A., De Angelis, D., Venturiero, V., Coiro, P., & Iosa, M. (2017). Robot-assisted gait training for stroke patients: current state of the art and perspectives of robotics. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 13, 1303.
52. Moucheboeuf, G., Griffier, R., Gasq, D., Glize, B., Bouyer, L., Dehail, P., & Cassoudealle, H. (2020). Effects of robotic gait training after stroke: a meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63(6), 518-534.
53. Muir, K. W., Buchan, A., von Kummer, R., Rother, J., & Baron, J. C. (2006). Imaging of acute stroke. *The Lancet Neurology*, 5(9), 755-768.
54. Nam, Y. G., Park, J. W., Lee, H. J., Nam, K. Y., Choi, M. R., Yu, C. S., & Kwon, B. S. (2020). Further effects of electromechanically assisted gait trainer (Exowalk?) in patients with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Journal of rehabilitation medicine*, 52(9), 1-7.
55. Nedergård, H., Arumugam, A., Sandlund, M., Bråndal, A., & Häger, C. K. (2021). Effect of robotic-assisted gait training on objective biomechanical measures of gait in persons post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 1-22.
56. Ng, M. F., Tong, R. K., & Li, L. S. (2008). A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation: six-month follow-up. *Stroke*, 39(1), 154-160.
57. Nguyen, P. T., Chou, L. W., & Hsieh, Y. L. (2022). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation-Based Physical Therapy on the Improvement of Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life*, 12(6), 882.
58. Nilsson, A., Vreede, K. S., Häglund, V., Kawamoto, H., Sankai, Y., & Borg, J. (2014). Gait training early after stroke with a new exoskeleton—the hybrid

- assistive limb: a study of safety and feasibility. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *11*(1), 1-11.
59. Nolan, K. J., Karunakaran, K. K., Chervin, K., Monfett, M. R., Bapineedu, R. K., Jasey, N. N., & Oh-Park, M. (2020). Robotic exoskeleton gait training during acute stroke inpatient rehabilitation. *Frontiers in Neurorobotics*, *14*, 581815.
 60. Nudo, R. (2003). Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine-Supplements*, *41*, 7-10.
 61. Nudo, R. J., Wise, B. M., SiFuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science*, *272*(5269), 1791-1794.
 62. Park, C., Oh-Park, M., Bialek, A., Friel, K., Edwards, D., & You, J. S. H. (2021). Abnormal synergistic gait mitigation in acute stroke using an innovative ankle-knee-hip interlimb humanoid robot: A preliminary randomized controlled trial. *Scientific Reports*, *11*(1), 1-13.
 63. Peurala, S. H., Airaksinen, O., Huuskonen, P., Jäkälä, P., Juhakoski, M., Sandell, K., & Sivenius, J. (2009). Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, *41*(3), 166-173.
 64. Saini, V., Guada, L., & Yavagal, D. R. (2021). Global epidemiology of stroke and access to acute ischemic stroke interventions. *Neurology*, *97*(20 Supplement 2), S6-S16.
 65. Schroeder, J., Truijen, S., Van Criekinge, T., & Saeys, W. (2019). Feasibility and effectiveness of repetitive gait training early after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Journal of rehabilitation medicine*, *51*(2), 78-88.
 66. Sczesny-Kaiser, M., Trost, R., Aach, M., Schildhauer, T. A., Schwenkreis, P., & Tegenthoff, M. (2019). A randomized and controlled crossover study investigating the improvement of walking and posture functions in chronic stroke patients using HAL exoskeleton-The HALESTRO study (HAL-Exoskeleton STROke Study). *Frontiers in Neuroscience*, *13*, 259.
 67. Shiber, J. R., Fontane, E., & Adewale, A. (2010). Stroke registry: hemorrhagic vs ischemic strokes. *The American journal of emergency medicine*, *28*(3), 331-333.

68. Siket, M. S., & Edlow, J. (2013). Transient ischemic attack: an evidence-based update. *Emerg Med Pract*, *15*(1), 1-26.
69. Taveggia, G., Borboni, A., Mulé, C., Villafañe, J. H., & Negrini, S. (2016). Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, *39*(1), 29.
70. Tedla, J. S., Dixit, S., Gular, K., & Abohashrh, M. (2019). Robotic-assisted gait training effect on function and gait speed in subacute and chronic stroke population: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European neurology*, *81*(3-4), 103-111.
71. Tipping, C. J., Holland, A. E., Harrold, M., Crawford, T., Halliburton, N., & Hodgson, C. L. (2018). The minimal important difference of the ICU mobility scale. *Heart & Lung*, *47*(5), 497-501.
72. Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, *9*(2), e87987.
73. Ware Jr, J. E., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*, 473-483.
74. Warlow, C. P. (1998). Epidemiology of stroke. *The Lancet*, *352*, S1-S4.
75. Webster, J. B., & Darter, B. J. (2019). Principles of normal and pathologic gait. In *Atlas of Orthoses and Assistive Devices* (pp. 49-62). Elsevier.
76. Wolfe, C. D. (2000). The impact of stroke. *British medical bulletin*, *56*(2), 275-286.
77. Yoshimoto, T., Shimizu, I., Hiroi, Y., Kawaki, M., Sato, D., & Nagasawa, M. (2015). Feasibility and efficacy of high-speed gait training with a voluntary driven exoskeleton robot for gait and balance dysfunction in patients with chronic stroke: nonrandomized pilot study with concurrent control. *International Journal of Rehabilitation Research*, *38*(4), 338-343.
78. Zeltzer, L., Nicol Korner-Bitensky, P. O., Sitcoff, E., & Marvin, K. Rivermead Motor Assessment (RMA).

79. Zeltzer, L. Functional Independence Measure (FIM), (2011)

Ελληνική βιβλιογραφία:

80. Λαζαρίδης, Η. (2014). *Υπέρταση και υπερλιπιδαιμία σε φοιτητές του ΤΕΙ Λάρισας: διερεύνηση γνώσεων* (Master's thesis).
81. Παπαδόπουλος, Σ. (2015). Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.
82. Στοϊλούδης, Π. (2020). Λοιμώξεις σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στη βάρδιση στο οξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα		Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματική ομάδας		Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Peurala et al., 2009	Ομάδα ρομποτικού μηχανισμού 17 (Ηλικία 65,7 (9,2))	Ομάδα εξάσκησης βάρδισης 20 (65,3 (9,9))	Ομάδα τυπικής αποκατάστασης 10 (Ηλικία 69,5 (11,00))	5x εβδομάδα 65'/ημέρα 3x εβδομάδες	Ομάδα ρομποτικού μηχανισμού Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Gait trainer+ τυπική αποκατάσταση	Ομάδα εξάσκησης βάρδισης Εξάσκηση βάρδισης	Τυπική αποκατάσταση	FAC, 10MWT, 6MWT, MMAS, RMA, RMI	FAC, MMAS

Πίνακας 2: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στη βάδιση στο υποξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα		Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα Παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας		Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλείο αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Chua et al., 2016	53 (Ηλικία 62,1 (10,3))		53 (Ηλικία 60,7(10,7))	6x εβδομάδα, 45'/μέρα x 8 εβδομάδες	20' προπόνηση βάδισης με τη χρήση του GT1, 25' τυπικής παρέμβασης		45' τυπικής παρέμβασης (προπόνηση βάδισης, στάσης, ποδήλατο)	FAC, BI, SIS	Βελτίωση στις μετρήσεις και για τις δύο ομάδες, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων
Morone et al., 2011	24 12 ομάδα χαμηλής κινητικότητας(Ηλικία 55.58 ± 13.35) 12 υψηλής κινητικότητας (Ηλικία 68.33 ± 9.11)		24 12 ομάδα χαμηλής κινητικότητας (Ηλικία 60.17 ± 9.59) 12 ομάδα υψηλής κινητικότητας (Ηλικία 62.92 ± 17.43)	5x εβδομάδα 3h/μέρα x 4 εβδομάδες (2 συνεδρίες την ημέρα)	1 εβδομάδα μετά την εισαγωγή, 1 συνεδρία τυπικής αποκατάστασης, 1 συνεδρία με τη χρήση του GT II, Lokomat, διάρκειας 45'		1 εβδομάδα μετά την εισαγωγή, 2 συνεδρίες τυπικής αποκατάστασης (ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού, μετακίνηση βάρους στο προσβαλλόμενο άκρο, βάδιση σε παράλληλες μπάρες)	FAC, RMI, 6-minute walking distance, TCT, CNS, BI, RS, 10MWT	Στις ομάδες χαμηλής κινητικότητας υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα FAC, BI, RMI, RS
Kim et al., 2019	25 (Ηλικία 57.7 ± 12.9)		23 (Ηλικία 60.4 ± 13.2)	5x εβδομάδα 90'/μέρα x 3 εβδομάδες	30' προπόνηση βάδισης με τη χρήση του Morning Walk®, 60' τυπική αποκατάσταση		90' τυπικής αποκατάστασης	FAC, MIL, 10MWT, MBI, RMI, BBS	MIL, BBS
Aprile et al., 2022	19 (Ηλικία 66,1±8,76)		17 (Ηλικία 66,64± 9,61)	3x εβδομάδα 45'/ημέρα x 4 εβδομάδες	Προπόνηση βάδισης με τη χρήση του G-EO System και μιας ρομποτικής πλατφόρμας, εξάσκηση ισορροπίας κορμού		Προπόνηση βάδισης με τη χρήση του G-EO System	BBS, ICF, MI-LL, MAS, NRS, mBI, AI, FAC, 10MWT, 6MWT, TUG, TCT, TIN-B, WHS	MI-LL, BBS, BI, TUG
Ng et al., 2008	17 Ηλικία 66.6 (11.3)	16 Ηλικία 62.0 (10.0)	21 Ηλικία 73.4 (11.5)	5x εβδομάδα 20'/ημέρα x 4 εβδομάδες	40' τυπικής αποκατάστασης, 20' παρέμβασης με GT II	40' τυπικής αποκατάστασης,	60' τυπικής αποκατάστασης	FIM, BI, MI, EMS, BBS, FAC, 5-m WST	Βελτίωση EMS, gait speed ε Η Ομάδα GT II-FES

						20' παρέμβα σης με GT II- FES			βελτίωση στο FAC συγκριτικά με τις άλλες δυο.
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

Πίνακας 3: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στο υποξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Μη τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Aprilea et al., 2019	14 (Ηλικία 56,43± 12,93)	12 (61,58±9,00)	3x εβδομάδα 7x εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του G-EO System + τυπική αποκατάσταση	Τυπική αποκατάσταση	FMA, MI-AD, MI-KE, MI-HF, MI-LL, MRC-HF, MRC-HE, MRC-KF, MRC-KE, MRC-AF, MRC-AE, MRC-LL, MAS-H, MAS-K, MAS-A, MAS-LL, FAC, TIN-B, TIN-W, TCT, 10MWT, 6MWT, TUG, WHS	MRC-HE, TCT, 10MWT, 6MWT, TUG
Hesse et al., 2012	15 (Ηλικία <80)	15 (Ηλικία <80)	5x εβδομάδα 60'/ημέρα 4x εβδομάδα	30' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του G-EO System 30 ' τυπικής αποκατάστασης	60' τυπικής αποκατάστασης	FAC, gait velocity, RMI, MI	FAC, MI

Πίνακας 4: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στη βάρδια στο χρόνιο στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα Παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Dias et al.,2007	20 (Ηλικία 70,35)	20 (68,00)	5 x εβδομάδα, 40'/ημέρα x 5 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδιας με τη χρήση του REHA-STIM , κινητοποίηση αρθρώσεων, μυϊκή ενδυνάμωση	Κινητοποίηση αρθρώσεων, μυϊκή ενδυνάμωση, προπόνηση βάρδιας και ισορροπίας(Bobath)	MI, TMS, MASS, F-MSS, FAC, TUG. BI, RMI, BBS, 6MWT, Step test, 10MWT Πριν τη παρέμβαση (T0)-μετά τη παρέμβαση(T1)- 3 μήνες μετά(T2)	10MWT FMSS MI, TMS,BBS,BI: Βελτίωση και των δύο ομάδων αλλά διατήρηση μετά τους 3 μήνες μόνο για την πειραματική ομάδα
Kim et al.,2020	15 (54±11)	15 (54±11)	5x εβδομάδα, 30'/ημέρα, x 4 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδιας με τη χρήση του G-EO System	Προπόνηση βάρδιας σε διάδρομο	FMA, TUG, 10MWT	FMA

Πίνακας 5: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών μηχανισμών τελικού επενεργητή (end effector) στη βάδιση στο χρόνιο στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Μη τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα (Ομάδα 1)	Ομάδα ελέγχου (Ομάδα 2)	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα
Mazzoleni et al., 2017	17 (Ηλικία 59,94±15,39) (FAC < 3)	83 (Ηλικία 59,94±15,39) (FAC≥3)	3-5x/βδομάδα 10-20 συνεδρίες (Ιανουάριος-Δεκέμβριος 2014)	Προπόνηση βάδισης και ανέβασμα-κατέβασμα σκαλιών με τη χρήση του G-EO System	-	6MWT, 10MWT, TUG, MAS, MI, FAC, WHS	Σημαντική βελτίωση σε όλες τις μετρήσεις εκτός από 10MWT-Ομάδα 2 Σημαντική βελτίωση TUG,MI, FAC-Ομάδα 1

Πίνακας 6: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στη βάρδιση στο οξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματική ομάδα	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Husemann et al., 2006	16 (Ηλικία 60±13)	14 (Ηλικία 57±11)	5x/εβδομάδα 60'/ημέρα 4x εβδομάδες	30' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat 30' τυπικής αποκατάστασης	60' τυπικής αποκατάστασης (σταθερότητα και συμμετρία κορμού, υποστήριξη βάρους του προσβαλλόμενου ποδιού)	FAC, MI leg, BI, Asworth	βελτίωση της ανωμαλίας της βάρδισης και την διαμόρφωση των ιστών του σώματος
Mayr et al., 2007	8 (Ηλικία M.O. 65,6)	8 (Ηλικία M.O. 61,25)	5x/εβδομάδα 30'/ημέρα x9 εβδομάδες	3 εβδομάδες προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat 3 εβδομάδες τυπικής αποκατάστασης 3 εβδομάδες προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat	3 εβδομάδες τυπικής αποκατάστασης 3 εβδομάδες προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat 3 εβδομάδες τυπικής αποκατάστασης	EU Walking Scale, RMA, 10MTWD, 6MTWD, MI, MRCs, Asworth Scale of tone	Σημαντική διαφορά βελτίωσης στις φάσεις της ρομποτικής προπόνησης στα EU Walking Scale, RMA, 6MTWD, MRCs, AS συγκριτικά με την τυπική αποκατάσταση
Park et al., 2020	10 (Ηλικία 75,40±11.21)	10 (Ηλικία 70,60±13,60)	7x/εβδομάδα 90'/ημέρα x3 εβδομάδες	60' τυπικής αποκατάστασης 30' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του ICT system	60' τυπικής αποκατάστασης 30' προπόνηση βάρδισης	MAS, FMA-LE	MAS, FMA-LE

Πίνακας 7: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών στη βάρδιση στο οξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Μη τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Karunakaran et al., 2021	14 (Ηλικία 61.24±1.98)	-	45-90'/ημέρα 21 συνεδρίες	Τυπική αποκατάσταση + προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso	-	6MWT, 10MWT, TUG	Η συνολική απόσταση που καλύφθηκε και ο μέσος όρος απόστασης κάθε συνεδρίας ήταν μεγαλύτερη στην προπόνηση με το Ekso
Nilsson et al., 2014	8 (Ηλικία 39-64)	-	6-20 συνεδρίες 60'/συνεδρία	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του HAL+Διάδρομο +υποστήριξη βάρους	-	NIH SC, FM-LE, BBS,TUG, 10MWT, S-COVS,FAC,BI,FIM,EQ5D, EQ5D VAS	FAC, 10MWT
Nolan et al., 2020	22 (Ηλικία 59,86±1,99)	22 (Ηλικία 59,41±2,23)	ΠΟ 3.72±0.18 συνεδρίες με τη χρήση Ekso 21.14±1,23 τυπική αποκατάσταση ΟΕ 19,5±1,2 τυπική αποκατάσταση	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού Ekso + τυπική αποκατάσταση (προπόνηση βάρδισης, αντοχή σε όρθια στάση, ισορροπία, αντοχή, προπεριπατητικές δραστηριότητες	Τυπική αποκατάσταση (προπόνηση βάρδισης, αντοχή σε όρθια στάση, ισορροπία, αντοχή, προπεριπατητικές δραστηριότητες	FIM (Admission Motor FIM, Discharge Motor FIM, Admission Walk FIM, Discharge Walk FIM)	FIM Motor

Πίνακας 8: Αναλυτική περιγραφή ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στη βάρδιση στο υποξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Taveggia et al., 2016	13 (Ηλικία 71±5)	15 (Ηλικία 73±7)	5x εβδομάδα 90'/ημέρα x5 εβδομάδες	60' τυπικής αποκατάστασης (Bobath) 30' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat	90' τυπικής αποκατάστασης (Bobath)	6MWT, 10MWT, FIM, SF-36, Tinetti Scale	FIM
Molteni et al., 2021	38 (Ηλικία 62,13±8,75)	37 (Ηλικία 68,24±8,58)	5x εβδομάδα 60'/ημέρα x3 εβδομάδες	60' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso	60' τυπικής αποκατάστασης	6MWT, MAS-AL, MI-AL, TCT, FAC, 10MWT, Mbi, WHS	Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων
Li et al., 2021	17 (Ηλικία 50,53 (12,26))	15 (Ηλικία 50,13(9,49))	5x εβδομάδα 30'/ημέρα x4 εβδομάδες 2x/ημέρα	30' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του BEAR-H1	30' τυπικής αποκατάστασης	6MWT, FMA-LE, FAC, MAS	6MWT, FMA-LE, ταχύτητα βάρδισης, μήκος βήματος, και διάρκεια του κύκλου βάρδισης

Πίνακας 9: Αναλυτική περιγραφή των ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στη βάρδιση στο υποξύ στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Μη τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Goffredo et al., 2019	46 (Ηλικία 56,84±14,29)	-	3-5x εβδομάδα 60'/ημέρα x3 εβδομάδες	60' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso	-	BI, MAS-H, MAS-K, MAS-A, MI, TCT, FAC, WHS, 10MWT, 6MWT, TUG	BI, MI, TCT, FAC, WHS, 10MWT, 6MWT, TUG
Longatelli et al., 2021	15 (Ηλικία 65)	14 (Ηλικία 68)	5x εβδομάδα 60'/ημέρα x4 εβδομάδες	60' προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso (12 συνεδρίες) 60' τυπικής αποκατάστασης (8 συνεδρίες)	60' τυπικής αποκατάστασης	BI, MI, 10MWT, 6MWT, FAC, TCT	ανάκτηση ενός ελεγχόμενου ρυθμικού νευρομυϊκού μοτίβου στους μύες των κάτω άκρων
Mizukami et al., 2017	8 (Ηλικία 58,6 (16,91))	-	5x εβδομάδα 20'/ημέρα x5 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του HAL	-	MWS, SWS, 2MT, FAC, FMA, BBS	MWS, SWS, 2MT, BBS, FMA, FAC

Πίνακας 10: Αναλυτική περιγραφή των ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στη βάρδιση στο χρόνιο στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Τυχαιοποιημένες μελέτες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Nam et al., 2020	18 (Ηλικία 60.00 ± 11.48)	20 (Ηλικία 57,30 ± 8,71)	5x εβδομάδα 60'/ημέρα x2 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Exowalk®	Τυπική αποκατάσταση	FAC, 10MWT, 6MWT, MI, BBS,	Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων
Bang et al., 2016	9 (Ηλικία 53,56± 3,94)	9 (Ηλικία 53,67± 2,83)	5x εβδομάδα 60'/ημέρα x4 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Lokomat	Τυπική αποκατάσταση με τη χρήση διαδρόμου	GAITRite, BBS, ABC,	GAITRite, BBS, ABC
Kang et al., 2021	15 (Ηλικία 64,3 ± 4,6)	15 (Ηλικία 62,9 ± 6,0)	3-4 x εβδομάδα 30'/ημέρα x3 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του SUBAR	Τυπική αποκατάσταση	10MWT, FAC, MI-L, MAS, TUG, RMI, BBS	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων
Calabro et al., 2018	20 (Ηλικία 69 ± 4)	20 (Ηλικία 67 ± 6)	5x εβδομάδα 105'/ημέρα x8 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του Ekso + Τυπική αποκατάσταση	Τυπική αποκατάσταση	10MWT, RMI, TUG	10MWT, TUG, RMI
Sczesny-Kaiser et al., 2019	9 (Ηλικία 63)	9 (Ηλικία 66)	5x εβδομάδα 30'/ημέρα x12 εβδομάδες	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού HAL +τυπική αποκατάσταση (HAL → Πρώτες 6 εβδομάδες Τυπική αποκατάσταση τις τελευταίες 6 εβδομάδες)	Προπόνηση βάρδισης με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού HAL + Τυπική αποκατάσταση (Τυπική αποκατάσταση	10MWT, TUG, 6MWT, FAC, BBS	Παρατηρήθηκαν βελτιώσεις και για τις δυο ομάδες στα 10MWT, 6MWT, FAC, BBS. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 διαφορετικών περιόδων προπόνησης

					τις πρώτες 6 εβδομάδες HAL τις τελευταίες 6 εβδομάδες)		
Buesing et al., 2015	25 (Ηλικία 60± 2)	25 (62±3)	3x εβδομάδα 45'/ημέρα x6-8 εβδομάδες	Προπόνηση βάδισης με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού SMA	Τυπική αποκατάσταση	GAITRite (Ανάλυση χωροχρονικών μεταβλητών της βάδισης)	Αύξηση του μήκους βήματος του προσβαλλόμενου άκρου στις δοκιμασίες προτιμώμενης ταχύτητας, μείωση της ασυμμετρίας της βάδισης στις δοκιμασίες αυξημένης ταχύτητας
Jayraman et al., 2019	25 (Ηλικία 61,6 (12,6))	25 (Ηλικία 59,5 (9.7))	2-3x εβδομάδα 45'/ημέρα x6-8 εβδομάδες	Προπόνηση βάδισης με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού SMA	Τυπική αποκατάσταση (αεροβική προπόνηση σε έδαφος ή διάδρομο + λειτουργική άσκηση)	10MWT, 6MWT, BBS, 5XSST, LE-FM, ASBCC, NPRS, M-FES, SSQ, PHQd	6MWT. BBS, CME

Πίνακας 11: Αναλυτική περιγραφή των ερευνών που εξέτασαν την επίδραση των εξωσκελετικών ρομποτικών μηχανισμών (exoskeleton) στη βάρδια στο χρόνιο στάδιο του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (Μη τυχαιοποιημένες)

Άρθρο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Συχνότητα παρέμβασης	Παρέμβαση πειραματικής ομάδας	Παρέμβαση ομάδας ελέγχου	Εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα (Σημαντικότερη βελτίωση πειραματικής ομάδας)
Banala et al., 2008	2 (Ηλικία 1 → 72 Ηλικία 2 → 47)	-	2-3x εβδομάδα x6 εβδομάδες (15 συνεδρίες) 3-3,5h/ημέρα	Προπόνηση βάρδιας με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού ALEX	-	Αξιολόγηση μοτίβου βάρδιας, ταχύτητας βάρδιας, κινητικότητας των αρθρώσεων του γόνατος και του αστραγάλου	Βελτίωση του μοτίβου βάρδιας, αύξηση της ταχύτητας βάρδιας και αύξηση της κινητικότητας των αρθρώσεων του γόνατος και του αστραγάλου
Yoshimoto et al., 2015	9 (Ηλικία 66,6 ± 8,4)	9 (Ηλικία 63,7 ± 11,0)	1x εβδομάδα x8 εβδομάδες 20'/ημέρα	Προπόνηση βάρδιας με τη χρήση του ρομποτικού μηχανισμού HAL	Τυπική αποκατάσταση (Δυναμικές και στατικές ορθοστατικές ασκήσεις, ασκήσεις κορμού, βελτίωση εύρους κίνησης άνω και κάτω άκρων, προπόνηση βάρδιας)	10MWT, TUG, FRT, BBS	10MWT, TUG, FRT, BBS.