



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

Σχολή Επιστημών Αποκατάστασης Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ**



**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΓΟΡΔΙΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 2369**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΠΑΝΙΑ ΘΕΟΦΑΝΗ**

**ΑΙΓΙΟ – 2021**

# **MECHANICALLY - ASSISTED WALKING PROGRAMS IN PATIENTS WITH STROKE**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ την εποπτεύουσα καθηγήτρια κα. Θεοφανή Μπανιά, γιατί μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα, για την αμέριστη και ουσιαστική επιστημονική βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε. Την ευχαριστώ θερμά για τις εξαιρετικά ωφέλιμες κριτικές παρατηρήσεις της στην επεξεργασία του θέματος αυτού. Ακόμη, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές και τις καθηγήτριες που με δίδαξαν στα μαθήματα της Σχολής, αφού μου έδωσαν τα κατάλληλα κίνητρα και τις απαραίτητες γνώσεις για να φθάσω σε αυτό το στάδιο παρουσίασης της πτυχιακής μου εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, οι οποίοι ευγενικά δέχθηκαν να αξιολογήσουν την παρούσα πτυχιακή εργασία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Τα Αγγειακά Εγκεφαλικά Επεισόδια (ΑΕΕ) έχουν μία σημαντική θέση στη κλινική νευρολογία, καθώς ο πυρήνας του συστήματος των νεύρων είναι ο εγκέφαλος. Η πάθηση αυτή προκαλείται όταν υπάρχει διαταραχή της αιματικής ροής στα αιμοφόρα αγγεία του εγκεφάλου, που προκύπτει είτε από απόφραξη του αγγείου (ισχαιμικό ΑΕΕ) είτε από ρήξη του (αιμορραγικό ΑΕΕ). Το ΑΕΕ αποτελεί την κύρια αιτία αναπηρίας και η αποκατάσταση των ασθενών του είναι χρονοβόρα και δύσκολη (Larsen et al., 2017).

**Σκοπός:** Η πτυχιακή αυτή εργασία δημιουργήθηκε με σκοπό την μελέτη της πάθησης του ΑΕΕ και την εξέταση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων υποβοηθούμενης βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ. Αναφέρθηκαν μόνο τα μηχανήματα βάδισης σε έδαφος, τα οποία είναι ο διάδρομος βάδισης (Treadmill) με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους, ο εξωσκελετός Lokomat και ο ελεγκτής τελικής τροχιάς Gait Trainer.

**Μεθοδολογία:** Για τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, πραγματοποιήθηκε «συστηματική» ανασκόπηση της διαθέσιμης αρθρογραφίας και βιβλιογραφίας. Η αναζήτηση της αρθρογραφίας έγινε μέσω έγκυρων βάσεων δεδομένων όπως PubMed και Scholar Google, για να βρεθούν τα προγράμματα υποβοηθούμενης βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ, λόγω των κινητικών ελλειμμάτων της πάθησης όπως είναι οι διαταραχές της μυϊκής δύναμης / μυϊκού τόνου, φυσιολογικών / αυτόματων στασικών αντιδράσεων, κινητικού προγραμματισμού, απώλεια επιλεκτικών κινήσεων, δυσκολία συγχρονισμού κινήσεων, προβλήματα βάδισης και δυσκολία στην κατάκλιση / μετακινήσεις, τα οποία βρέθηκαν μέσω της βιβλιογραφικής αναζήτησης. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν επιλέχθηκαν με βάση τον αριθμό των συμμετεχόντων που είχαν λάβει μέρος σε κάθε έρευνα, την αξιοπιστία και την εγκυρότητα κάθε μελέτης, καθώς και το βαθμό που αυτά τα προγράμματα υποβοηθούμενης βάδισης αξιοποιούνται μέχρι και σήμερα. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό συνήθως ανά δύο για την αναζήτηση της αρθρογραφίας είναι: stroke, lokomat, treadmill, robotics, gait trainer, mechanically, assisted walking.

**Συμπεράσματα:** Η αρθρογραφική αυτή ανασκόπηση οδήγησε στο συμπέρασμα πως τα προγράμματα υποβοηθούμενης βάδισης σε έδαφος είναι μία πολλά υποσχόμενη παρέμβαση στο χώρο της φυσικοθεραπείας. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι εύχρηστα και φάνηκε από μελέτες να έχουν θετικά αποτελέσματα στη βάδιση. Επομένως, βοηθούν και σε μεγάλο βαθμό την ανεξαρτησία των ασθενών με ΑΕΕ. Τέλος, περαιτέρω έρευνες κρίνονται απαραίτητες για την διερεύνηση περισσότερων αποτελεσμάτων, ώστε να εξακριβωθούν σε μεγαλύτερη έκταση οι δυνατότητες των θεραπευτικών αυτών μέσων.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Stroke, lokomat, treadmill, robotics, gait trainer, mechanically, assisted walking.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>3</b>
1.1 ΕΙΔΗ ΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΠΕΙΣΟΔΙΩΝ.....	3
1.1.1 Αιμορραγικά εγκεφαλικά επεισόδια .....	3
1.1.2 Ισχαιμικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια .....	4
1.1.3 Παροδικά Ισχαιμικά Αγγειακά Εγκεφαλικά Επεισόδια .....	4
1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ .....	5
1.2.1 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου.....	5
1.2.2 Τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου.....	6
1.3 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ - ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟΥ .....	8
1.4 ΚΛΙΝΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΕΕ .....	9
1.5 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	11
1.5.1 Θεραπεία οξείας φάσης ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων .....	11
1.5.2 Θεραπεία οξείας φάσης αιμορραγικών εγκεφαλικών επεισοδίων .....	12
1.5.3 Χειρουργικές επεμβάσεις .....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>14</b>
2.1 ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ.....	14
2.2 ΑΙΣΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ .....	15
2.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ .....	15
2.4 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ.....	16
2.5 ΓΝΩΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>17</b>
3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....	17
3.2 ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....	18
3.2.1 Εξωσκελετός Lokomat.....	19
3.2.2 Ελεγκτής τελικής τροχιάς Gait Trainer.....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>22</b>
4.1 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ TREADMILL .....	22
4.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΣΚΕΛΕΤΟ LOKOMAT .....	24
4.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΚΤΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ GAIT TRAINER .....	28
4.4 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ.....	31
4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ .....	32
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>34</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) μπορεί να οριστεί ως η οξεία εμφάνιση νευρολογικών σημείων και συμπτωμάτων που οφείλονται σε διαταραχή της αιμάτωσης του εγκεφάλου. Το ΑΕΕ αποτελεί την πιο συχνή πάθηση των ενηλίκων, καθώς η Αμερικανική Εθνική Ένωση ΑΕΕ εκτιμά ότι 4,8 εκατομμύρια Αμερικάνοι ζουν με τις επιπτώσεις ενός ΑΕΕ και ότι κάθε χρόνο παρατηρούνται 700.000 νέες περιπτώσεις ΑΕΕ. Η πάθηση αυτή προκαλείται όταν υπάρχει διαταραχή της αιματικής ροής στα αιμοφόρα αγγεία του εγκεφάλου, που προκύπτει είτε από απόφραξη του αγγείου (ισχαιμικό ΑΕΕ) είτε από ρήξη του (αιμορραγικό ΑΕΕ). Ο γιατρός, σύμφωνα με τα συμπτώματα που εμφανίζει ο ασθενής, μπορεί να βρει τον αγγειακό εντοπισμό της πάθησης. Τα άτομα που έχουν υποστεί ΑΕΕ παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης προσωρινής ή μόνιμης λειτουργικής απώλειας, λόγω βλάβης του εγκεφαλικού ιστού. Το ΑΕΕ χωρίζεται σε δύο είδη: το ισχαιμικό και το αιμορραγικό ΑΕΕ. Περίπου το 70% των ΑΕΕ οφείλονται σε απόφραξη του αγγείου (ισχαιμικό), το 20% οφείλεται σε ρήξη του αγγείου (αιμορραγικό) και στο υπόλοιπο 10% των περιπτώσεων η αιτία παραμένει άγνωστη (Martin & Kessler, 2015).

Η συγκεκριμένη πάθηση δεν επηρεάζει τον κάθε ασθενή με τον ίδιο τρόπο και στον ίδιο βαθμό. Όμως, οι περισσότερες περιπτώσεις των ΑΕΕ συνοδεύονται από ημιπληγία και οι περισσότεροι επιζώντες ζουν με χρόνια αναπηρία. Τα κινητικά ελλείμματα αυτής της πάθησης οδηγούν στον περιορισμό της κινητικής ικανότητας και της ανεξαρτησίας των ασθενών, δημιουργώντας έτσι σοβαρή κόπωση για τους συγγενείς και κατ' επέκταση χαμηλότερη ποιότητα ζωής (Larsen et al., 2017). Τα προγράμματα υποβοηθούμενης βάδισης σε συνδυασμό με φυσικοθεραπεία συμβάλλουν σημαντικά στο να επανακτήσουν οι ασθενείς που έχουν υποστεί ΑΕΕ την ανεξάρτητη βάδισή τους και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους μετά το αγγειακό επεισόδιο σε σχέση με τους ασθενείς που λαμβάνουν εκπαίδευση βάδισης χωρίς αυτές τις συσκευές (Mehrholtz et al., 2017). Ο φυσικοθεραπευτής, χωρίς την βοήθεια των μηχανημάτων, θα προκαλούσε σωματική κόπωση και πιθανόν πόνο στον εαυτό του, εξαιτίας της σωματικής επιβάρυνσης στην οποία θα υπόκειται, και λόγω του περιορισμένου χρόνου συνεδρίας δεν θα είχε τα βέλτιστα αποτελέσματα στο ίδιο χρονικό διάστημα όπως θα τα είχε με τα προγράμματα υποβοηθούμενης βάδισης. Άλλωστε, οι ασθενείς με ΑΕΕ έδειξαν μεγαλύτερη προτίμηση στις ηλεκτρικές συσκευές βάδισης, διότι τις βρήκαν λιγότερο απαιτητικές, πιο άνετες και πιο εύκολες στην αποκατάσταση, καθώς χρειάστηκαν λίγοι σε αριθμό φυσικοθεραπευτές να τους βοηθήσουν κατά τη διάρκεια της θεραπείας τους (Werner et al., 2002). Λόγω των παραπάνω παραγόντων, η επιστήμη των

μηχανημάτων και των ρομποτικών μέσων έχει εξελιχθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, με στόχο την καλύτερη αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ.

Για την βελτίωση της βάδισης και την επανένταξη του ασθενή με ΑΕΕ στην καθημερινότητα έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένες ηλεκτρικές συσκευές, όπως είναι ο διάδρομος βάδισης γνωστός ως Treadmill, ο εξωσκελετός Lokomat και ο προπονητής βάδισης Gait Trainer. Πολλές από αυτές χρησιμοποιούνται μόνο σε φυσικοθεραπευτικά κέντρα, καθώς απαιτείται επίβλεψη από έμπειρο προσωπικό και η τιμή τους για προσωπική χρήση είναι τόσο μεγάλη, που αδυνατούν οι ασθενείς να τις αγοράσουν. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα που προσφέρει η χρήση των παραπάνω μηχανημάτων και ρομποτικών μέσων είναι η δυνατότητα να παρέχουν μεγάλη δοσολογία και υψηλής έντασης άσκηση, με μεγάλη ασφάλεια, ακρίβεια και ελεγχόμενο ρυθμό. Οι ιδιότητες αυτές καθιστούν την επιστήμη των μηχανημάτων πολλά υποσχόμενη στον τομέα της Φυσικοθεραπείας, όχι μόνο για τους ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αλλά και σε άλλες νευρολογικές διαταραχές ή κακώσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος (Chang & Kim, 2013).

Η πάθηση του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, σύμφωνα με έρευνες, αυξάνεται σε συχνότητα με τα χρόνια. Μέσω της αρθρογραφικής ανασκόπησης, σκοπός της ακόλουθης πτυχιακής εργασίας είναι η κατανόηση της πάθησης και των βασικών ελλειμμάτων που υπάρχουν στη λειτουργικότητα των ασθενών, ειδικά αυτών που σχετίζονται με τη βάδιση. Στην πτυχιακή αυτή εργασία θα γίνει μία διερεύνηση των προγραμμάτων υποβοηθούμενης βάδισης, ενώ το βασικό αντικείμενο της ανάλυσης θα περιλαμβάνει μόνο τα μηχανήματα σε έδαφος. Οι μελέτες που έχουν γίνει είναι αρκετές, όμως είναι περιορισμένης κλίμακας και διαφορετικές στη μεθοδολογία, καθιστώντας δύσκολο τον συνδυασμό τους για ανάλυση, αλλά είναι ουσιώδες να σταθούμε σ' ένα γεγονός. Η τεχνολογία έχει προοδεύσει και ακριβώς εξαιτίας αυτού είναι διαθέσιμα ποικίλα μηχανήματα, ώστε να μπορέσουν ν' ανταποκριθούν στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε ασθενούς. Είναι σαφές ότι οι άνθρωποι που πλήττονται από την πάθηση του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου είναι πάμπολλοι και ο αριθμός αυξάνεται. Όπως προαναφέρθηκε, η απώλεια της βάδισης σε αυτούς τους ασθενείς οδηγεί σε απώλεια της ανεξαρτησίας τους και χαμηλή ποιότητα ζωής. Επομένως, είναι αναγκαίο να μελετηθεί η εκπαίδευση της βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ με μηχανήματα που προσφέρουν μεγάλη δόση υποβοηθούμενης βάδισης, ενώ συγχρόνως μπορεί να παρέχουν και υποστήριξη του βάρους του ασθενούς, όπου αυτό είναι απαραίτητο. Φανερόνεται, λοιπόν, η αδήριτη ανάγκη για ανάλυση και σύγκριση των μηχανημάτων μεταξύ τους για να καταστεί σαφής η αξιοπιστία τους και η διαφοροποίησή τους.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΕΙΔΗ ΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΠΕΙΣΟΔΙΩΝ

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) ορίστηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) ως μία οξεία νευρολογική δυσλειτουργία αγγειακής αιτιολογίας, που διαρκεί περισσότερο από 24 ώρες ή οδηγεί σε θάνατο (Sacco et al., 2013). Η πάθηση αυτή προκαλείται από διαταραχή της αιματικής ροής του εγκεφάλου, είτε μείωση είτε διακοπή αυτής σε ένα τμήμα του εγκεφάλου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον τραυματισμό του νευρικού ιστού, προκαλώντας έτσι προσωρινή ή μόνιμη απώλεια λειτουργίας. Ανάλογα με το ποια περιοχή του εγκεφάλου προσβάλλεται, είναι δυνατόν οι ασθενείς να χάσουν την ομιλία, την αισθητικότητα, τη μυϊκή ισχύ, την όραση ή τη μνήμη (Martin & Kessler, 2015).

### 1.1.1 Αιμορραγικά εγκεφαλικά επεισόδια

Τα αιμορραγικά ΑΕΕ οφείλονται σε παθολογική αιμορραγία λόγω ρήξης ενός εγκεφαλικού αγγείου. Οι περιπτώσεις των αιμορραγικών ΑΕΕ που προσβάλλουν τον ανθρώπινο πληθυσμό είναι λιγότερες από αυτές των ισχαιμικών ΑΕΕ, αφού τα αιμορραγικά ΑΕΕ αντιπροσωπεύουν μόνο το 20% των αγγειακών επεισοδίων. Ωστόσο, οι επιπτώσεις των αιμορραγικών ΑΕΕ είναι μεγαλύτερες και πιο σοβαρές, καθώς είναι πιθανότερο να οδηγήσουν σε θάνατο σε σχέση με τα ισχαιμικά ΑΕΕ. Το αιμορραγικό ΑΕΕ, ανάλογα με την περιοχή συσσώρευσης του αίματος, χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: την ενδοεγκεφαλική και την υπαραχνοειδή αιμορραγία (Larsen et al., 2017).

- **Ενδοεγκεφαλική Αιμορραγία:** η αιμορραγία που λαμβάνει χώρα στα εγκεφαλικά αγγεία είναι γνωστή ως ενδοεγκεφαλική αιμορραγία. Οι επιδράσεις αυτής είναι αυξανόμενες σε άτομα ηλικίας 65 ετών και μικρότερες σε ηλικία κάτω των 45 ετών. Η αιμορραγία αυτή προκαλείται κυρίως από αγγειακή δυσπλασία και αλλοιώσεις των εγκεφαλικών αγγείων λόγω της υπέρτασης και της γήρανσης (Martin & Kessler, 2015).
- **Υπαραχνοειδής Αιμορραγία:** η αιμορραγία που συμβαίνει σε επιφανειακό αγγείο της χοριοειδούς μήνιγγας ονομάζεται υπαραχνοειδής αιμορραγία, καθώς το αίμα ρέει στον υπαραχνοειδή χώρο. Οι κύριες αιτίες αυτής της αιμορραγίας είναι το ανεύρυσμα, δηλαδή η διεύρυνση του αγγειακού τοιχώματος, και οι αρτηριοφλεβικές δυσπλασίες. Οι αρτηριοφλεβικές δυσπλασίες είναι συγγενείς ανωμαλίες που επηρεάζουν την κυκλοφορία του αίματος στον εγκέφαλο, όπου σε αυτές τις περιπτώσεις, οι φλέβες και οι αρτηρίες επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς



την παρεμβολή του τριχοειδικού δικτύου. Οι κύριες αιτίες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του αγγείου και στην συνέχεια την ρήξη του (Martin & Kessler, 2015).

### **1.1.2 Ισχαιμικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια**

Η ισχαιμία είναι μία κατάσταση υποξίας ή μειωμένης οξυγόνωσης του εγκεφαλικού ιστού και προκαλείται από πτωχή αιμάτωση. Τα ισχαιμικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: εκείνα που οφείλονται σε θρόμβωση και εκείνα που οφείλονται σε εμβολή.

- Τα **θρομβωτικά ΑΕΕ** προκαλούνται συνήθως από αθηροσκλήρωση. Στην αθηροσκλήρωση, το μέγεθος του αυλού της αρτηρίας μειώνεται καθώς στα τοιχώματά της τοποθετείται η αθηρωματική πλάκα. Λόγω αυτής, η αιματική ροή μέσα στο αγγείο μειώνεται, με αποτέλεσμα να περιορίζεται το ποσό οξυγόνου που θα καταφτάνει στους εγκεφαλικούς ιστούς. Όμως, αν η αθηρωματική πλάκα αποφράξει τελείως το αγγείο, ο ιστός που αρδεύεται από το συγκεκριμένο αγγείο θα νεκρωθεί ή θα υποστεί εγκεφαλικό έμφρακτο. Το εγκεφαλικό έμφρακτο ονομάζεται η νέκρωση ενός τμήματος του εγκεφάλου (Martin & Kessler, 2015).
- Στα **εμβολικά ΑΕΕ** ένας θρόμβος αίματος αποσπάται από την εσωτερική στοιβάδα του αρτηριακού τοιχώματος και μέσω της κυκλοφορίας του αίματος, ενσφηνώνεται σε ένα αιμοφόρο αγγείο του εγκεφάλου, εμποδίζοντας τη ροή του αίματος και κατ' επέκταση οδηγεί σε νέκρωση ή έμφρακτο του εγκεφάλου (Martin & Kessler, 2015).

### **1.1.3 Παροδικά Ισχαιμικά Αγγειακά Εγκεφαλικά Επεισόδια**

Τα παροδικά ισχαιμικά επεισόδια (ΠΙΕ) παρατηρούνται σε πολλά άτομα, όμως δεν σχετίζονται με τα ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια. Στα ΠΙΕ συμβαίνει διαταραχή της αιματικής ροής στον εγκέφαλο και τα συμπτώματα αυτών είναι απώλεια κινητικότητας ή αισθητικότητας ή ακόμη και της ομιλίας (Martin & Kessler, 2015). Τα ελλείμματα αυτά υποχωρούν πλήρως μέσα σε 24 ώρες και δεν προκαλούνται μόνιμες βλάβες. Ωστόσο, όταν ένα άτομο υφίσταται ΠΙΕ, υποδηλώνει σημάδι διαταραχής της κυκλοφορίας καθώς και ένδειξη πιθανού μελλοντικού ΑΕΕ (Larsen et al., 2017).

## 1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Οι παράγοντες κινδύνου ΑΕΕ περιλαμβάνουν την υπέρταση, τον σακχαρώδη διαβήτη, την υψηλή χοληστερόλη, καρδιακές παθήσεις (την κολπική μαρμαρυγή, στεφανιαία νόσος, μυοκαρδιοπάθεια, καρδιακή ανεπάρκεια), το κάπνισμα, το αλκοόλ, τα ναρκωτικά, την παχυσαρκία, την ηλικία, το φύλο, τη φυλή και το οικογενειακό ιστορικό καρδιαγγειακής νόσου ή ΑΕΕ (Ihle-Hansen et al., 2012). Όμως, μπορούν να προστεθούν και το χαμηλό βάρος γέννησης, η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας, η διατροφή καθώς και εγκεφαλικά ανευρύσματα και αρτηριοφλεβική δυσπλασία (Meschia et al., 2014). Θα πρέπει να σημειωθεί πως τα ΑΕΕ είναι δυνατόν να αναπτυχθούν και σε άτομα χωρίς γνωστούς παράγοντες κινδύνου, οπότε ονομάζονται ιδιοπαθή, δηλαδή άγνωστης αιτιολογίας (Larsen et al., 2017).

### 1.2.1 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου

Ηλικία: Οι επιπτώσεις της γήρανσης στο καρδιαγγειακό σύστημα και η προοδευτική φύση των παραγόντων κινδύνου εγκεφαλικού επεισοδίου για παρατεταμένη περίοδο αυξάνουν σημαντικά τον κίνδυνο ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου και ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας (Meschia et al., 2014).

Χαμηλό βάρος γέννησης: Το χαμηλό βάρος γέννησης έχει συσχετιστεί σε αρκετούς πληθυσμούς με κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου στη μετέπειτα ζωή (Meschia et al., 2014).

Φυλή / Εθνικότητα: Σύμφωνα με τις επιδημιολογικές μελέτες, οι αφρικάνικες και μερικές ισπανικές/λατινικές φυλές παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης εγκεφαλικού επεισοδίου, καθώς και υψηλότερα ποσοστά θνητότητας σε σχέση με τους λευκούς. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα κοινωνικών καθοριστικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών γειτονιάς, της γεωγραφίας, της γλώσσας, της πρόσβασης και της χρήσης της υγειονομικής περίθαλψης (Meschia et al., 2014).

Οικογενειακό ιστορικό καρδιαγγειακής νόσου ή ΑΕΕ: Μια μετά-ανάλυση μελετών έδειξε ότι ένα θετικό οικογενειακό ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου αυξάνει τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου κατά  $\approx 30\%$  σε άτομα της οικογένειας (Meschia et al., 2014).

Φύλο: Οι άνδρες είναι πιθανότερο να εκδηλώσουν ΑΕΕ σε μικρή ηλικία, όμως οι περισσότερες γυναίκες εκδηλώνουν ΑΕΕ κάθε χρόνο, λόγω του μεγαλύτερου προσδόκιμου επιβίωσης τους (Larsen et al., 2017).

## **1.2.2 Τροποποιησιμοι παράγοντες κινδύνου**

**Ναρκωτικά:** Τα κύρια παράνομα ναρκωτικά που σχετίζονται με το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η κοκαΐνη, οι αμφεταμίνες, η έκσταση, η ηρωίνη / οπιοειδή, η φαινκυκλιδίνη (PCP), το διαιθυλαμίδιο του λυσεργικού οξέος (LSD) και η κάνναβη / μαριχουάνα. Αυτά προκαλούν ανεξέλεγκτη υπέρταση και αγγειοσπασμό με ή χωρίς ταχυκαρδία. Η ηρωίνη / οπιοειδή και το LSD μπορούν να προκαλέσουν ΑΕΕ πιθανότερα μέσω εμβολής (Esse et al., 2011).

**Έλλειψη φυσικής δραστηριότητας:** Η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας σχετίζεται με πολυάριθμες επιπτώσεις στην υγεία, οι σωματικά δραστήριοι άνθρωποι μειώνουν την πιθανότητα πρόκλησης αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου έως και κατά 30% (Meschia et al., 2014).

**Δυσλιπιδαιμία:** Η υψηλή συνολική χοληστερόλη αποτελεί παράγοντα κινδύνου για ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο μιας και σχηματίζονται αθηρωματώδεις πλάκες με αυξημένη πιθανότητα απόφραξης αγγείων από έμβολο (Meschia et al., 2014).

**Υπέρταση:** Η μη ελεγχόμενη υπέρταση μειώνει την ελαστικότητα των αιμοφόρων αγγείων, προκαλώντας πάχυνση των αρτηριακών τοιχωμάτων, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό θρόμβων και ενδεχόμενης εμβολής, καθώς και πρόκληση αιμορραγίας (Meschia et al., 2014).

**Σακχαρώδης διαβήτης:** Τα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη είναι επιρρεπείς σε αθηροσκλήρωση και παρουσιάζουν υπέρταση και δυσλιπιδαιμία, με αποτέλεσμα να διπλασιάζεται ο κίνδυνος πρόκλησης εγκεφαλικού επεισοδίου (Meschia et al., 2014).

**Κάπνισμα:** Σχεδόν κάθε εκτίμηση των παραγόντων κινδύνου εγκεφαλικού επεισοδίου έχει αναγνωρίσει το κάπνισμα ως ισχυρό παράγοντα κινδύνου για ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Το κάπνισμα, είτε είναι παθητικό είτε ενεργητικό, διπλασιάζει τον κίνδυνο πρόκλησης ΑΕΕ, καθώς καταστρέφει τα αιμοφόρα αγγεία, αυξάνοντας την αρτηριακή πίεση και προκαλώντας αθηροσκλήρωση (Meschia et al., 2014).

**Αλκοόλ:** Η μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ αυξάνει την πίεση και μπορεί να οδηγήσει σε πολλαπλές ιατρικές επιπλοκές, συμπεριλαμβανομένου του εγκεφαλικού επεισοδίου. Η βαριά κατανάλωση αλκοόλ είναι παράγοντας κινδύνου για όλους τους τύπους εγκεφαλικού επεισοδίου (Meschia et al., 2014).

Καρδιακές παθήσεις: Οι παθολογικές αυτές καταστάσεις (στεφανιαία νόσος, μυοκαρδιοπάθεια, καρδιακή ανεπάρκεια και κολπική μαρμαρυγή) ευνοούν τη δημιουργία θρόμβων και συνεπώς την πρόκληση ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου (Meschia et al., 2014).

Δίαιτα: Η υπερβολική πρόσληψη αλατιού, χαμηλή πρόσληψη καλίου, υπερβολικό βάρος και η υψηλή κατανάλωση αλκοόλ αυξάνουν την αρτηριακή πίεση, και συνεπώς τον κίνδυνο πρόκλησης αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (Meschia et al., 2014).

Παχυσαρκία: Η παχυσαρκία έχει επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα και σχετίζεται συχνά με την υπέρταση, τις καρδιακές παθήσεις και τον σακχαρώδη διαβήτη καθώς και με την πρόκληση ΑΕΕ (Meschia et al., 2014).

Εγκεφαλικά ανευρύσματα και αρτηριοφλεβική δυσπλασία: Είναι δυο από τις συχνότερες αιτίες πρόκλησης αιμορραγικών αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων (Meschia et al., 2014).

### 1.3 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ - ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟΥ

Κάθε αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο πρέπει να αντιμετωπίζεται έγκαιρα, χωρίς καμία καθυστέρηση. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων είναι ξαφνική και χωρίς καμία προειδοποίηση, γι' αυτό είναι σημαντικό να γίνει γρήγορα η αναγνώριση αυτών και να καλέσουμε βοήθεια (ΕΚΑΒ), ώστε ο ασθενής να λάβει την απαραίτητη φροντίδα όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

Τα πέντε προειδοποιητικά κλινικά σημεία / συμπτώματα που εκδηλώνονται κατά το ΑΕΕ είναι (Nicol & Thrift, 2005):

- Ξαφνικό μούδιασμα ή αδυναμία στο πρόσωπο, στα άνω και κάτω άκρα (ειδικά στη μία πλευρά του σώματος)
- Σύγχυση, διαταραχές στην ομιλία και δυσκολία κατανόησης του λόγου
- Διαταραχές της όρασης στο ένα ή και στα δύο μάτια
- Ζάλη, διαταραχές στη βάρδιση, απώλεια ισορροπίας και συντονισμού
- Ξαφνικός σοβαρός πονοκέφαλος χωρίς γνωστή αιτία

## 1.4 ΚΛΙΝΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΕΕ

Σε έναν ασθενή που υπέστη ΑΕΕ, η προτεραιότητα των γιατρών είναι η ακεραιότητα του αεραγωγού, της οξυγόνωσης και της κυκλοφορικής κατάστασης του ασθενούς. Στη συνέχεια ακολουθεί η λήψη του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς και η γρήγορη εκτέλεση εργαστηριακών και νευροαπεικονιστικών εξετάσεων, με σκοπό την αξιόπιστη διάκριση μεταξύ ισχαιμικού και αιμορραγικού επεισοδίου και τον αποκλεισμό άλλων παθολογικών παθήσεων που τα συμπτώματά τους μοιάζουν με αυτά των εγκεφαλικών επεισοδίων (Goldstein, 2014).

Η βαρύτητα των εγκεφαλικών επεισοδίων θα πρέπει να εκτιμάται με τη χρήση της Κλίμακας “National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS” από εξειδικευμένο προσωπικό και η αρχική κλινική εξέταση θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής (Ringleb et al., 2008):

- Εκτίμηση και παρακολούθηση της αναπνευστικής λειτουργίας
- Εκτίμηση της δυσφαγίας
- Έλεγχος για το ενδεχόμενο συνυπάρχουσας καρδιακής νόσου, καταγραφή του αρτηριακού ρυθμού και της αρτηριακής πίεσης
- Μέτρηση του κορεσμού οξυγόνου χρησιμοποιώντας αισθητήρα παλμικής οξυμετρίας

Ταυτόχρονα θα πρέπει να πραγματοποιούνται εξετάσεις αίματος και τοποθέτηση φλεβοκαθετήρα. Όπως προαναφέρθηκε, υποχρεωτική είναι η λήψη ιατρικού ιστορικού, το οποίο καθορίζει τους αγγειακούς παράγοντες κινδύνου, καρδιακές παθήσεις, λήψη φαρμάκων και παθολογικές καταστάσεις που προκαλούν επιπλοκές στην αιμορραγία ή τα συμπτώματα αυτών μιμούνται τα συμπτώματα των εγκεφαλικών επεισοδίων (Ringleb et al., 2008), όπως είναι οι επιληπτικές κρίσεις, σιφαιμία και τοξικές ή μεταβολικές παθήσεις (Goldstein, 2014). Κυρίως στους νέους ασθενείς, θα πρέπει να ερωτώνται για κατάχρηση ναρκωτικών ή αντισυλληπτικών, για ιστορικό λοιμώξεων, τραυματισμών ή ημικρανίας (Ringleb et al., 2008).

### Νευροαπεικονιστικές εξετάσεις

Οι νευροαπεικονιστικές εξετάσεις βοηθούν σημαντικά στην διάγνωση των εγκεφαλικών επεισοδίων. Με την απεικόνιση του εγκεφάλου γίνεται πλέον εφικτή η διάκριση μεταξύ περιοχών που έχουν νεκρωθεί και περιοχών που μπορούν να διασωθούν, παρέχοντας ακόμη σημαντικές πληροφορίες για την μεταγενέστερη θεραπεία του ασθενούς και την

πρόβλεψη του αποτελεσμάτων αυτής. Ο νευροαπεικονιστικός αυτός έλεγχος γίνεται μέσω αξονικής ή μαγνητικής τομογραφίας (Ringleb et al., 2008).

### **Αξονική / Μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου (CT/MRI)**

Η αξονική τομογραφία θεωρείται επαρκής για τη διάγνωση αιμορραγικών εγκεφαλικών επεισοδίων, ιδίως αν υπάρχει αιμορραγία στον υπαραχνοειδή χώρο μπορεί να ανιχνευτεί τις πρώτες 12 ώρες. Όμως, αδυνατεί να ανιχνεύσει έγκυρα ένα ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, ειδικά εάν είναι μικρό, ή βρίσκεται στην παρεγκεφαλίδα και στο εγκεφαλικό στέλεχος (Yew & Cheng, 2009).

Η μαγνητική τομογραφία είναι πιο αξιόπιστη στην ανίχνευση ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων από ότι η αξονική και μπορεί να διαγνώσει περίπου το ήμισυ όλων των περιπτώσεων των παροδικών ισχαιμικών επεισοδίων. Επίσης, είναι εξίσου αξιόπιστη με την αξονική τομογραφία στον εντοπισμό οξείας αιμορραγίας. Παρά τα πλεονεκτήματά τους, οι μαγνητικοί τομογράφοι είναι λιγότερο διαθέσιμοι και πιο ακριβοί από ότι οι αξονικοί και δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν σε άτομα με συγκεκριμένους τύπους εμφυτευμένων συσκευών (π.χ. βηματοδότη) ή σε άτομα με κλειστοφοβία, καθώς και σε ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο εμετού ή εισρόφησης (Yew & Cheng, 2009).

### **Αξονική / Μαγνητική αγγειογραφία (CTA/MRA)**

Οι διαγνωστικές αυτές εξετάσεις απεικονίζουν τα μεγάλα αιμοφόρα αγγεία του εγκεφάλου. Η αγγειακή απεικόνιση μπορεί να προσδιορίσει την τοποθεσία και την αιτία της αρτηριακής απόφραξης και εντοπίζει ασθενείς με υψηλό κίνδυνο υποτροπής εγκεφαλικού επεισοδίου (Ringleb et al., 2008).

## 1.5 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

### 1.5.1 Θεραπεία οξείας φάσης ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων

#### Θεραπεία επαναιμάτωσης

- **Ενδοφλέβια θρομβόλυση με αλτεπλάση (Ανασυνδυασμένος ιστικός ενεργοποιητής του πλασμινογόνου – rTPA ή TPA)**

Βασική προϋπόθεση για την βέλτιστη ιατρική αντιμετώπιση του ΑΕΕ είναι ένα λεπτομερές ιστορικό. Το σημαντικότερο στοιχείο αυτού του ιστορικού είναι να καθοριστεί η στιγμή έναρξης των συμπτωμάτων του ασθενούς. Ανάλογα με την ώρα έναρξης και τον αποκλεισμό της παρουσίας αντενδείξεων, θα καθοριστεί η ικανότητα εφαρμογής ενδοφλέβιας θρομβόλυσης με αλτεπλάση ( rTPA ή TPA) για τη διάλυση του θρόμβου και την αύξηση της αιματικής ροής. Οι αντενδείξεις χρήσης του rTPA είναι η ενεργός εγκεφαλική αιμορραγία ή προηγούμενη εγκεφαλική αιμορραγία (ενδοεγκεφαλική ή υπαραχνοειδή), ιστορικό ΑΕΕ, κраниοεγκεφαλικής κάκωσης ή εμφράγματος του μυοκαρδίου κατά τους προηγούμενους 3 μήνες, επιληπτική κρίση που σχετίζεται με το ΑΕΕ, μη ελεγχόμενη υπέρταση, καθώς και παρουσία στοιχείων προσβολής πολλών λοβών του εγκεφάλου στην αξονική ή μαγνητική τομογραφία. Η χορήγηση rTPA είναι αποτελεσματική μόνο εάν χορηγηθεί μέσα στις πρώτες τρεις ώρες, γι' αυτό και είναι απαραίτητη η άμεση αναγνώριση της στιγμής έναρξης των συμπτωμάτων. Όμως, πριν χορηγηθεί απαιτείται η διενέργεια αξονικής ή μαγνητικής τομογραφίας για τον αποκλεισμό της κраниακής αιμορραγίας (Larsen et al, 2017).

- **Ενδοαρτηριακή θρομβόλυση**

Ορισμένες κλινικές μελέτες έδειξαν πως οι μεγάλοι θρόμβοι στο εγγύς τμήμα της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας ή την καρωτιδική διακλάδωση, μπορεί να είναι ανθεκτικοί στη διάσπαση με ενδοφλέβια θρομβόλυση. Η χρήση ενδοαρτηριακής θρομβόλυσης χρησιμοποιείται μόνο σε δύο περιπτώσεις. Η πρώτη είναι η ανάγκη μιας εναλλακτικής θεραπείας για τη αντιμετώπιση ασθενών που δεν ανταποκρίνονται στην ενδοφλέβια θρομβόλυση και η δεύτερη είναι η θεραπεία ασθενών, οι οποίοι λόγω αντενδείξεων δεν είναι επιλέξιμοι για ενδοφλέβια θρομβόλυση (Goldstein, 2014).



### **1.5.2 Θεραπεία οξείας φάσης αιμορραγικών εγκεφαλικών επεισοδίων**

Κάθε αιμορραγικό επεισόδιο χαρακτηρίζεται από τη συσσώρευση αίματος που προκαλεί εγκεφαλικό οίδημα και στη συνέχεια υδροκέφαλο, καθώς ουσίες φθοράς και αίμα διεισδύουν στις κοιλίες και παρεμποδίζουν τη ροή και την παραγωγή του εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ENY). Οι δύο πιο συχνές διαταραχές στην πάθηση αυτή είναι η απώλεια συνείδησης και η δυσκολία της αναπνοής, γι' αυτό οι περισσότεροι ασθενείς χρειάζονται διασωλήνωση και μηχανικό αερισμό όσο το δυνατόν γρηγορότερα μετά την πρόκληση του ΑΕΕ. Επίσης, η εγκεφαλική αιμορραγία συνοδεύεται από αυξημένη ενδοκράνια πίεση, η οποία μπορεί να μειωθεί με την ανύψωση της πλάτης του κρεβατιού στις 30 μοίρες, τη χορήγηση αναλγητικών ή ηρεμιστικών και τον υπεραερισμό (Larsen et al, 2017).

Σε κάθε ΑΕΕ, είτε ισχαιμικό είτε αιμορραγικό, απαιτείται η ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης του ασθενούς, της εγκεφαλικής αιμάτωσης και της ενδοκράνιας πίεσης. Για την βελτίωση της κατάστασης του ασθενούς είναι δυνατό να χορηγηθούν φάρμακα, όπως είναι η ηπαρίνη, τα διουρητικά, οι αποκλειστές διαύλων ασβεστίου και οι θρομβολυτικοί και νευροπροστατευτικοί παράγοντες που μπορούν να βελτιώσουν την αιματική ροή και να μειώσουν την ιστική βλάβη. Τα θρομβολυτικά φάρμακα, όπως το tPA, αν χορηγηθούν τις πρώτες 3 ώρες μετά την πρόκληση ΑΕΕ, μπορούν να περιορίσουν τα συμπτώματα της νευρολογικής βλάβης. Όμως, μόνο το 3-5% των ασθενών με ΑΕΕ φτάνουν στο νοσοκομείο εγκαίρως για την χορήγηση των παραπάνω φαρμάκων (Martin & Kessler, 2015).

### **1.5.3 Χειρουργικές επεμβάσεις**

Σε περίπτωση παροδικού ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου συνίσταται καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή. Η επέμβαση αυτή γίνεται συνήθως με γενική αναισθησία του ασθενούς με μία επιμήκη τομή της καρωτίδας στο σημείο του διχασμού, αφού έχουν ήδη τοποθετηθεί λαβίδες διακοπής της αιματικής ροής και στην έσω και στην έξω καρωτίδα. Στη συνέχεια απομακρύνεται η αθηρωματική πλάκα, κλείνεται η τομή του αγγείου και απελευθερώνεται η ροή του αίματος. Η ενδαρτηρεκτομή συνίσταται σε ασθενείς με ομόπλευρη βαριά καρωτιδική στένωση (άνω του 70%), όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της στένωσης τόσο μεγαλύτερος είναι και ο κίνδυνος για εκτεταμένο ΑΕΕ (Kandel et al., 2005).

Σε περίπτωση οξύ ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου, η ενδαγγειακή θρομβεκτομή έχει δώσει ελπιδοφόρα αποτελέσματα ως εναλλακτική θεραπεία από την ενδοφλέβια

θρομβόλυση. Πρόκειται για μία επέμβαση κατά την οποία μετά από παρακέντηση της μηριαίας αρτηρίας, ένας καθετήρας προωθείται μέχρι την εγκεφαλική αρτηρία όπου βρίσκεται ο θρόμβος, ο οποίος στη συνέχεια, με ειδικές συσκευές, αφαιρείται. Αυτό αποκαθιστά τη φυσιολογική ροή του αίματος στον εγκέφαλο και μειώνει σημαντικά την έκταση της βλάβης. Αν η επέμβαση αυτή γίνει σε διάστημα λιγότερο των 8 ωρών από την έναρξη των συμπτωμάτων του ισχαιμικού ΑΕΕ, έχει αποτέλεσμα στο 48% των ασθενών (Ράπτης Σ., 2002).

Σε περίπτωση αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου, η ενδοεγκεφαλική αιμορραγία μπορεί να αποβεί μοιραία. Η χειρουργική απομάκρυνση ενός ημισφαιρικού αιματώματος στην οξεία φάση του αιμορραγικού ΑΕΕ μπορεί ορισμένες φορές να σώσει τον ασθενή από τον εγκεφαλικό θάνατο, όμως το εστιακό νευρολογικό έλλειμμα δεν αλλάζει. Τα καλύτερα μετεγχειρητικά αποτελέσματα παρουσιάζουν οι ασθενείς με αιμορραγία στο κέλυφος του κρανίου ή με λοβώδεις αιμορραγίες. Η πραγματοποίηση της εγχείρησης αυτής είναι αναγκαία πριν ή αμέσως μετά όταν ο ασθενής πέσει σε κώμα. Όσον αφορά την υπαραχνοειδή αιμορραγία, συνίσταται χειρουργική επέμβαση του ανευρύσματος. Η ανάρρωση διαρκεί περίπου 7-10 ημέρες και σταδιακά ο ασθενής επανέρχεται στις δραστηριότητές του (Misulis & Head, 2007; Adams & Victor, 2000).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ένας ασθενής που έχει υποστεί ΑΕΕ μπορεί να εμφανίζει διάφορες διαταραχές, οι οποίες επηρεάζουν την λειτουργική του ικανότητα. Το πόσο επηρεάζεται η λειτουργική ικανότητα του ασθενούς εξαρτάται από το είδος του ΑΕΕ και από την έκταση της νευρικής βλάβης. Οι κυριότερες διαταραχές είναι κινητικές, αισθητικές, επικοινωνιακές, αναπνευστικές και γνωσιακές (Larsen et al., 2017; Martin & Kessler, 2015).

### 2.1 ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Μία από τις βασικότερες κλινικές εκδηλώσεις που παρατηρούνται στους ασθενείς μετά από ΑΕΕ είναι οι διαταραχές της κίνησης, που οφείλονται σε βλάβη του κινητικού φλοιού. Αρχικά, ο ασθενής παρουσιάζει ένα πρότυπο χαλαρής παράλυσης ή αλλιώς χαμηλού μυϊκού τόνου στα άκρα της αντίθετης πλευράς από αυτής της βλάβης (Martin & Kessler, 2015). Αυτό ονομάζεται ημιπάρεση (μειωμένη κίνηση) ή αλλιώς ημιπληγία (απουσία κίνησης). Το γεγονός αυτό προκαλείται από βλάβη στις φλοιονωτιαίες ή φλοιοπρομηκικές ίνες είτε στην έκφυσή τους (στο φλοιό) είτε κατά την διέλευσή τους μέσω της έσω κάψας. Η απώλεια των φλοιονωτιαίων ινών που εκφύονται από τον κύριο κινητικό φλοιό διαταράσσουν τους μεμονωμένους μύες των άκρων. Η απώλεια των φλοιονωτιαίων ινών που εκφύονται από τον προκινητικό φλοιό καθώς και των φλοιοπρομηκικών ινών που προβάλλουν στους πυρήνες του στελέχους επηρεάζουν τους μύες του κορμού και των εγγύς μυών των άκρων, με αποτέλεσμα της διαταραχή της στάσης τους ασθενούς (Larsen et al., 2017). Οι μύες που έχουν χαλαρή παράλυση δεν έχουν την ικανότητα παραγωγής σύσπασης και έναρξης της κίνησης. Ο χαμηλός μυϊκός τόνος είναι παροδικός και ο ασθενής στη συνέχεια παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά πρότυπα της υπερτονίας ή της σπαστικότητας. Η σπαστικότητα είναι μία κινητική διαταραχή που περιλαμβάνει αυξημένο μυϊκό τόνο και αυξημένα τα εν τω βάθει τενόντια αντανακλαστικά. Ακόμη, ένας ασθενής με σπαστικότητα εκτελεί ταυτόχρονη σύσπαση των μυών και παρουσιάζει στερεοτυπικά πρότυπα κίνησης που ονομάζονται συνεργείες (Martin & Kessler, 2015). Η αποκατάσταση της κίνησης, ιδίως της βάδισης, είναι πολύπλοκη και χαρακτηρίζεται από την επιστροφή του μεμονωμένου μυϊκού ελέγχου (μερική ή πλήρη) και του συνεργικού κινητικού ελέγχου. Ο μεμονωμένος μυϊκός έλεγχος αφορά την ενεργοποίηση διαφορετικών μυών για την εκτέλεση μεμονωμένων κινήσεων σε οποιονδήποτε συνδυασμό και ο συνεργικός κινητικός έλεγχος είναι η ενεργοποίηση των καμπτήρων ή των εκτεινόντων μυών σε συνδυασμό για της επίτευξη μιας κίνησης (Larsen et al., 2017). Όπως προαναφέρθηκε, το ΑΕΕ είναι η κύρια αιτία αναπηρίας και περισσότεροι από τους μισούς ανθρώπους που επιβιώνουν από αυτό δεν μπορούν να περπατήσουν και

χρειάζονται μια περίοδο αποκατάστασης για να επιτύχουν ένα καλύτερο λειτουργικό αποτέλεσμα. Επομένως, η βελτίωση της βάδισης είναι ο κύριος στόχος της αποκατάστασης εγκεφαλικού επεισοδίου, η οποία απαιτεί διάφορες τεχνικές και σημαντική βοήθεια από τους θεραπευτές, ώστε να βοηθήσουν τους ασθενείς να στηρίξουν το σωματικό τους βάρος και να ελέγξουν την ισορροπία τους (Srivastava et al., 2016).

## **2.2 ΑΙΣΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ**

Οι αισθητικές διαταραχές προκαλούνται όταν ένας ασθενής υφίστανται ΑΕΕ στο βρεγματικό και στον μετωπιαίο λοβό. Οι αισθητικές δυσλειτουργίες που αποκτά ένας ασθενής μετά από ΑΕΕ είναι η αίσθηση της αφής, δόνησης, ιδιοδεκτικότητας, πόνου και την διάκριση του θερμού/ ψυχρού, αφής, βάρους, και του σχήματος. Η κλινική εκτίμηση της αισθητικότητας περιορίζεται μόνο στην ιδιοδεκτικότητα, την αφή και τον πόνο (Larsen et al., 2017). Η ιδιοδεκτικότητα είναι η ικανότητα του ασθενούς να αντιλαμβάνεται την θέση του στο χώρο. Οι περισσότεροι ασθενείς παρουσιάζουν μερική κι όχι πλήρη απώλεια τη αισθητικότητας, η οποία εμφανίζεται στην αντίθετη πλευρά από αυτή που έχει υποστεί βλάβη. Οι διαταραχές αυτές επηρεάζουν την ικανότητα του ασθενούς στο να ελέγχει και να συντονίζει μια κίνηση, καθώς και στο να σταθεί στη καθιστή ή στην όρθια θέση, λόγω έλλειψης σωστής μετατόπισης βάρους, συντονισμού χεριών - ματιών και σωστού κινητικού προγραμματισμού (Martin & Kessler, 2015).

## **2.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ**

Οι διαταραχές της επικοινωνίας σε έναν ασθενή με ΑΕΕ είναι η δυσκολία της ομιλίας (αφασία), δυσarthρία και συναισθηματική αστάθεια. Αυτές προκαλούνται από έμφρακτα στο μετωπιαίο και στον κροταφικό λοβό. Η δυσκολία της ομιλίας αποτελείται από τέσσερις τύπους (αφασίες): κινητική, αισθητική, ανομική και γενική αφασία. Οι ασθενείς με κινητική αφασία (τύπου Broca) κατανοούν τον προφορικό λόγο των άλλων, όμως οι ίδιοι, λόγω δυσκολίας της σύνταξης δεν μπορούν να παράγουν ολοκληρωμένες φράσεις παρά μόνο μεμονωμένες λέξεις ή απλές φράσεις. Συχνά είναι αναστατωμένοι, διότι ξέρουν τι θέλουν να πουν αλλά δεν μπορούν να εκφραστούν. Τις περισσότερες φορές ο γραπτός λόγος παραμένει άθικτος, αλλά λόγω της ημιπάρεσης είναι περιορισμένος. Οι ασθενείς με αισθητική αφασία (τύπου Wernicke) δεν κατανοούν τον προφορικό λόγο, παρουσιάζουν εκφορά της γλώσσας με παραφωνίες και νεολογισμούς και ακατάπαυστη ομιλία. Στην ανομική αφασία, η κατανόηση του προφορικού λόγου, η γραφή και η ανάγνωση είναι ανεπηρέαστες, όμως ο

ασθενής παρουσιάζει δυσκολία στην εύρεση σωστών λέξεων κατά την εκφορά του προφορικού λόγου, κυρίως για την ονομασία αντικειμένων. Η γενική αφασία περιλαμβάνει ανικανότητα γραφής και ανάγνωσης, καθώς και σοβαρά προβλήματα στην εκφορά και στην κατανόηση του προφορικού λόγου. Επίσης, η δυσαρθρία είναι μία κατάσταση στην οποία, λόγω βλάβης στον κύριο κινητικό φλοιό, υπάρχει αδυναμία και απουσία ελέγχου των μυών που σχετίζονται με την παραγωγή του λόγου, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσχέρειας στην άρθρωση λέξεων. Τέλος, η συναισθηματική αστάθεια εμφανίζεται κυρίως σε ασθενείς που έχουν υποστεί ΑΕΕ δεξιά. Οι ασθενείς αυτοί δυσκολεύονται να ελέγξουν τα συναισθήματά τους και δεν μπορούν να εμποδίσουν την εκδήλωση αυτών (Larsen et al., 2017; Martin & Kessler, 2015).

## **2.4 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ**

Ένα ΑΕΕ μπορεί να επηρεάσει τους μύες του αναπνευστικού συστήματος με τον ίδιο τρόπο που επηρεάζει και τους υπόλοιπους μύες του σώματος. Εξαιτίας του ΑΕΕ υπάρχει μειωμένος έλεγχος των μυών του διαφράγματος, με αποτέλεσμα η έκπτυξη των πνευμόνων να είναι περιορισμένη. Έτσι, υπάρχει μείωση στην ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων και οι ασθενείς, λόγω αυτής, αναγκάζονται να αυξήσουν τον αναπνευστικό ρυθμό τους. Η διαδικασία αυτή μπορεί να προκαλέσει διάφορες αναπνευστικές επιπλοκές, όπως είναι η πνευμονία και η ατελεκτασία. Ακόμη, υπάρχει αδυναμία και στους κοιλιακούς μύες, οι οποίοι οφείλονται για την παραγωγή βήχα (Martin & Kessler, 2015).

## **2.5 ΓΝΩΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ**

Η γνωσιακή διαταραχή είναι συχνή μετά από ένα ΑΕΕ, ιδίως σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, αλλά εξαρτάται από το μέγεθος και τον εντοπισμό της βλάβης. Τις περισσότερες φορές διαταράσσεται η λειτουργική ή επεισοδιακή μνήμη, η οποία είναι απαραίτητη για τις καθημερινές δραστηριότητες του ασθενούς. Σπάνια να υπάρχει βελτίωση, λόγω της πολυπλοκότητας των συμπτωμάτων, κι έτσι οι ασθενείς μένουν χωρίς αντιμετώπιση. Σε βαριές περιπτώσεις είναι πολύ πιθανό η γνωσιακή δυσλειτουργία να εξελιχθεί σε άνοια (Larsen et al., 2017).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η κύρια αιτία μακροχρόνιας αναπηρίας. Την τελευταία δεκαετία, έχει ενσωματωθεί στη μη αυτόματη συμβατική θεραπεία, για άτομα που έχουν προσβληθεί από εγκεφαλικό επεισόδιο, η χρήση τεχνολογικών συσκευών που έχουν αναπτυχθεί για καλύτερα αποτελέσματα αποκατάστασης, οι οποίες συσκευές στοχεύουν στην βελτίωση της κινητικής ανάκτησης. Η τεχνολογική αυτή εξέλιξη ήταν απαραίτητη, διότι σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, παρατηρήθηκε ότι μετά την παραμονή τους στο νοσοκομείο, περίπου το 50% των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο είναι σε αναπηρική καρέκλα, λιγότερο από το 15% μπορεί να περπατήσει μέσα στο σπίτι χωρίς βοηθήματα, λιγότερο από 10% είναι σε θέση να περπατήσουν σε εξωτερικό χώρο και λιγότερο από το 5% να ανέβει σκάλες (Iosa et al., 2012; Morone et al., 2017). Οι νέες συσκευές που βοηθάνε στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων κινήσεων, καθώς και στην επανεκμάθηση σωστού προτύπου βάδισης είναι οι ηλεκτρομηχανικές και οι ρομποτικές συσκευές (Iosa et al., 2012).

### 3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ



**Εικόνα 1: Διάδρομος βάδισης με υποστήριξη σωματικού βάρους ([www.rehabtechnology.com](http://www.rehabtechnology.com)).**

Οι ηλεκτρομηχανικές συσκευές αποτελούνται από έναν διάδρομο βάδισης (Treadmill) με ή χωρίς υποστήριξη του σωματικού βάρους. Ο διάδρομος χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους είναι για τους ασθενείς με ΑΕΕ που μπορούν να ρίξουν βάρος στο προσβεβλημένο

κάτω άκρο και να ελέγξουν τον κορμό τους, ενώ ο διάδρομος με μερική υποστήριξη σωματικού βάρους είναι για τους ασθενείς που δε μπορούν (Werner et al., 2002). Οι ασθενείς που λαμβάνουν εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους δεν φορούν γιλέκο για ανάρτηση. Οι ασθενείς που λαμβάνουν εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με μερική υποστήριξη σωματικού βάρους φορούν γιλέκο με το οποίο γίνεται ανάρτηση, έτσι ώστε να υπάρχει ενός ποσοστού υποστήριξη του σωματικού τους βάρους, η οποία παραμένει αμετάβλητη ή μειώνεται με την πάροδο των συνεδριών (Εικόνα 1). Η υποστήριξη του βάρους κυμαίνεται με την πιο συχνή να είναι γύρω στα 40% - 60% του σωματικού βάρους (Srivastava et al., 2016; Ada et al., 2010a; Werner et al., 2002). Και στις δύο περιπτώσεις, η οριζόντια κίνηση βάδισης παρέχεται από έναν αργό κινούμενο διάδρομο, η ταχύτητα του οποίου αυξάνεται συνήθως σταδιακά με βάση την άνεση του ασθενούς (Srivastava et al., 2016). Η ταχύτητα βάδισης στο διάδρομο ρυθμίζεται από τον πίνακα ελέγχου του διαδρόμου βάδισης και κυμαίνεται συνήθως από 0 - 5 km / h (Werner et al., 2002).

### **3.2 ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

Οι ρομποτικές συσκευές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: α) ανάλογα με τα μέλη του σώματος που στοχεύουν στην αποκατάσταση και β) ανάλογα τον σχεδιασμό τους. Στο πρώτο διαχωρισμό περιλαμβάνονται τα ρομποτικά μέσα των άνω άκρων και τα ρομποτικά μέσα των κάτω άκρων, τα οποία μπορεί να είναι μονομερή ή διμερή (δηλαδή για ένα άνω/κάτω άκρο μόνο ή και τα δύο). Για την ανάκτηση κινητικότητας των άνω άκρων μπορεί να χρησιμοποιηθούν και μονομερή και διμερή ρομποτικά μέσα, ενώ για την αποκατάσταση κάτω άκρων είναι συνήθως διμερή επειδή επικεντρώνονται στην αποκατάσταση βάδισης. Στην δεύτερη ομάδα ανήκουν τα ρομπότ που διαιρούνται σε εξωσκελετούς και σε ελεγκτές τροχιάς τελικού σημείου. Τυπικά παραδείγματα αυτών των ρομποτικών μέσων για τα κάτω άκρα είναι το Lokomat ως εξωσκελετός και ο προπονητής βάδισης Gait Trainer ή Gang Trainer ως ελεγκτής τροχιάς τελικού σημείου (Iosa et al., 2012).

### 3.2.1 Εξωσκελετός Lokomat



Εικόνα 2: Ρομποτικός εξωσκελετός Lokomat ([www.hocoma.com](http://www.hocoma.com)).

Η επιτυχία της αποκατάστασης βάδισης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο εξαρτάται από ενεργητικές ασκήσεις βάδισης. Όμως, οι επιπτώσεις του εγκεφαλικού επεισοδίου καθιστούν τέτοιες ασκήσεις αδύνατες κατά την έναρξη της θεραπείας (Husemann et al., 2007). Η διαταραχή του βηματισμού είναι μια από τις πιο συχνές επιπτώσεις του εγκεφαλικού επεισοδίου, που χαρακτηρίζεται από ασύμμετρη διάρκεια και μήκος βήματος, μειωμένη ταχύτητα βηματισμού και αυξημένο κίνδυνο πτώσης (Van Kammen et al., 2019). Προκειμένου να διευκολυνθούν οι παράμετροι αυτοί της βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ, αναπτύχθηκε μία ρομποτική συσκευή υποβοηθούμενης βάδισης, γνωστή ως Lokomat. Το Lokomat είναι μια ορθοτική συσκευή επανεκπαίδευσης βάδισης ηλεκτρονικά κινητοποιούμενη, που βοηθά τις κινήσεις βηματισμού των ασθενών στον διάδρομο. Αυτή η αυτοματοποιημένη διαδικασία απαλλάσσει τους θεραπευτές από τη χειρωνακτική εργασία που απαιτείται κατά τη διάρκεια της χειροκίνητης εκπαίδευσης σε διάδρομο μιας και το Lokomat παρέχει υποστήριξη του βάρους σώματος του ασθενή (Husemann et al., 2007). Δίνει ένα ελεγχόμενο από υπολογιστή ρομποτικό περπάτημα, που συνδυάζει διάδρομο βάδισης με σύστημα υποστήριξης σωματικού βάρους μέσω ιμάντα (BWS) και ενεργοποιημένο εξωσκελετό (Diaz et al., 2011; Van Kammen et al., 2019). Ο εξωσκελετός μπορεί να υποστηρίξει τις κινήσεις των ποδιών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου βάδισης, σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο πρωτόκολλο που ελέγχεται ψηφιακά μέσω ενός υπολογιστή. Αυτή η «καθοδήγηση» της βάδισης μπορεί να ποικίλει, καθώς όταν η



καθοδήγηση έχει οριστεί στο μηδέν επιτρέπει την ελεύθερη εξερεύνηση των μοτίβων βάρδισης και όταν οι ασθενείς βαδίζουν με πλήρη καθοδήγηση (δηλαδή 100% καθοδήγηση) αναγκάζει ένα προκαθορισμένο μοτίβο βάρδισης. Ο εξωσκελετός Lokomat περιλαμβάνει δύο ρομποτικά κάτω άκρα που προσαρμόζονται ξεχωριστά σε κάθε κάτω άκρο, που κινούνται κατά τη διάρκεια της βάρδισης στο οβελιαίο επίπεδο με γραμμικές κινήσεις (Εικόνα 2). Καθώς ενεργοποιούνται οι αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος του ασθενούς, μέσω του Lokomat, τα πόδια του συμμετέχοντα καθοδηγούνται κατά μήκος μιας προκαθορισμένης πορείας, με βάση τις κινήσεις των αρθρώσεων που προέρχονται από ένα υγιές πρότυπο βάρδισης που επιτρέπει μια μικρή απόκλιση από την προκαθορισμένη διαδρομή. Επιτρέπεται ελάχιστη απόκλιση και τα όρια της καθορίζονται από το επίπεδο καθοδήγησης. Η καθοδήγηση παρέχεται από έναν ελεγκτή σύνθετης αντίστασης και εφόσον ο ασθενής κινείται σύμφωνα με τον προκαθορισμένο υγιή κύκλο βάρδισης, ο ελεγκτής σύνθετης αντίστασης δεν παρεμβαίνει, αλλά μόλις ξεπεραστούν τα όρια, ο ελεγκτής σύνθετης αντίστασης παρεμβαίνει για να οδηγήσει το πόδι πίσω προς την επιθυμητή τροχιά. Όταν οι αποκλίσεις είναι πολύ μεγάλες για ανακατεύθυνση, ενεργοποιείται ο μηχανισμός ασφαλείας, ο οποίος σταματά αμέσως τη συσκευή (Van Kammen et al., 2019).

Υποστηρίζοντας μηχανικά τις κινήσεις των ποδιών μέσω του κύκλου βάρδισης, το Lokomat παρέχει εκπαίδευση βάρδισης με πολλές επαναλήψεις ενός σαφώς καθορισμένου προτύπου βάρδισης, σε ένα λιγότερο επιβαρυντικό περιβάλλον για τον θεραπευτή από ό, τι στη συμβατική θεραπεία (Mayr et al., 2018). Το Lokomat είναι ρυθμιζόμενο σε ισχύ, ένταση, στήριξη σωματικού βάρους και ταχύτητα, ώστε ακόμη και οι ασθενείς με σοβαρή αναπηρία να μπορούν να ασκούνται σε ένα περιβάλλον που προσφέρει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη πρόκληση για τους ίδιους (Husemann et al., 2007). Κατά τη διάρκεια της θεραπείας Lokomat, το επίπεδο καθοδήγησης σε συνδυασμό με την επιλεγμένη ταχύτητα διαδρόμου και το επίπεδο υποστήριξης βάρους σώματος, καθορίζει το μοτίβο σωστού προτύπου βάρδισης και το επίπεδο της ενεργούς συμβολής των ασθενών (Van Kammen et al., 2019). Μέχρι σήμερα, το Lokomat είναι το πιο κλινικά αξιολογημένο ρομποτικό μέσο υποβοηθούμενης βάρδισης και ένα από τα πρώτα του τύπου του (Díaz et al., 2011).

### 3.2.2 Ελεγκτής τελικής τροχιάς Gait Trainer



Εικόνα 3,4: Gait Trainer (GT) ([www.reha-stim.de](http://www.reha-stim.de)).

Το Gait Trainer ή Gang Trainer (GT) θα πρέπει να οριστεί ως ηλεκτρομηχανικό αντί για ρομποτικό μέσο υποβοηθούμενης βάδισης, διότι αφότου ο φυσιοθεραπευτής καθορίσει τις παραμέτρους της θεραπείας του ασθενούς (το απαραίτητο ποσοστό υποστήριξης σωματικού βάρους και το μήκος βήματος), η συσκευή δεν είναι σε θέση να τις προσαρμόσει αυτόνομα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της (Iosa et al., 2016; Iosa et al., 2011). Το Gait Trainer (GT) βοηθάει τον ασθενή στην αποκατάσταση της ανεξάρτητης κίνησης, υποστηρίζοντας το βάρος του σώματος του και προσαρμόζοντας την ταχύτητα (Diaz et al., 2011; Delussu et al., 2014). Οι ασθενείς είναι ασφαλισμένοι με ιμάντα στο γιλέκο που φορούν και τα πόδια τους τοποθετούνται σε δύο πλάκες, παρόμοιες με αυτές των ελλειπτικών οργάνων (τελικό σημείο δράσης), των οποίων οι κινήσεις προσομοιώνουν στάση και αιώρηση κατά τη βάδιση, και οι ιμάντες που συνδέονται με τον ασθενή μπορούν να ελέγχουν τις κάθετες και πλευρικές κινήσεις του κέντρου μάζας (Εικόνα 3,4) (Diaz et al., 2011; Morone et al., 2017). Το GT επιτρέπει μέγιστη ταχύτητα περπατήματος 2 Km / h, η οποία είναι πιο αργή από την ταχύτητα βάδισης ενός υγιούς ατόμου (Delussu et al., 2014; Peurala et al., 2005). Το αποτέλεσμα είναι μια κίνηση που μοιάζει με ένα σωστό πρότυπο βάδισης, κατά τη διάρκεια του οποίου τα κάτω άκρα του ασθενούς είναι πάντα σε επαφή με τις δύο πλάκες (Morone et al., 2017; Iosa et al., 2011). Πολλές κλινικές μελέτες έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως με αυτήν τη συσκευή και θεωρείται ως ένα από τα πρωτοποριακά ρομποτικά συστήματα αποκατάστασης. Το GT είναι τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματικό με τη χειροκίνητη θεραπεία με διάδρομο βάδισης, αλλά απαιτεί λιγότερη συμβολή από τον θεραπευτή (Diaz et al., 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ TREADMILL

Οι επιστήμονες αμφιταλαντεύτηκαν αρκετά για το αν και κατά πόσο ο διάδρομος με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους είναι βοηθητικός στην αποκατάσταση του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκαν αρκετές έρευνες και μελέτες, ώστε να διεξαχθεί κάποιο αποτέλεσμα. Οι μελέτες που θα αναλυθούν εδώ είναι των Srivastava et al. (2016), Polese et al. (2013), Ada et al. (2010a), Ada et al. (2010b) και Werner et al. (2002), στις οποίες οι ασθενείς με ΑΕΕ τουλάχιστον για 3 μήνες που συμπεριλήφθηκαν, κατανεμήθηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα (ομάδα I) έλαβε εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους, ενώ η δεύτερη ομάδα (ομάδα II) έλαβε εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη σωματικού βάρους (40% υποστήριξη σωματικού βάρους). Η ταχύτητα του διαδρόμου αυξανόταν σταδιακά με βάση την άνεση του ασθενούς και στις δύο ομάδες I και II (Srivastava et al., 2016). Η τρίτη ομάδα (ομάδα III) έλαβε επίβλεψη στην εκπαίδευση βάδισης στο έδαφος, η οποία περιελάμβανε περπάτημα μπροστά από έναν καθρέφτη κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής, ώστε να δοθεί οπτική ανατροφοδότηση για την μείωση των αποκλίσεων βάδισης, περπατώντας μία ελάχιστη απόσταση κατά τη διάρκεια κάθε συνεδρίας, που σταδιακά αυξανόταν μαζί με την ταχύτητα. Όλες οι ομάδες έλαβαν εκπαίδευση για 25-40 λεπτά, 3-5 ημέρες / εβδομάδα για ένα έως έξι μήνες, ανάλογα τη μελέτη.

Οι στόχοι αυτών των μελετών ήταν η αξιολόγηση του διαδρόμου βάδισης με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους κι αν τα αποτελέσματα αυτής διατηρούνταν μετά την περίοδο παρέμβασης, και μετρήθηκε αν υπάρχει βελτίωση στην αντοχή, στην ταχύτητα βάδισης και στην απόσταση περπατήματος, καθώς και βελτιώσεις στη δυσλειτουργία των ασθενών (Polese et al., 2013). Η ταχύτητα και η αντοχή βάδισης, που μετρήθηκε σε m/s, αξιολογήθηκε με το 10m Walk-test και η ικανότητα βάδισης, που μετρήθηκε ως απόσταση σε m κατά τη διάρκεια της δοκιμής, αξιολογήθηκε με το 6 min Walk-test ή 10 min Walk-test (n=4). Επίσης, οι δυσλειτουργίες των ασθενών μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο αξιολογήθηκαν με δύο κλίμακες που αξιολογούν την ικανότητα της βάδισης, η Scandinavian Stroke Scale (SSS) και η Functional Ambulation Categories (FAC) (Srivastava et al., 2016; Werner et al., 2002). Η κλίμακα SSS αποτελείται από 8 μεταβλητές που περιλαμβάνει συνείδηση, γνωστικά ελλείμματα, κινητική ισχύς και ικανότητα βηματισμού, και βαθμολογήθηκε από 0 έως 12. Η μέγιστη βαθμολογία είναι 58 κι όσο υψηλότερες είναι οι βαθμολογίες στη συγκεκριμένη κλίμακα, τόσο καλύτερα είναι τα αποτελέσματα. Η κλίμακα FAC έχει δημιουργηθεί για την

ταξινόμηση της δυσλειτουργίας των κάτω άκρων μετά από ΑΕΕ και διακρίνεται σε 6 επίπεδα κατά τη διάρκεια της βάδισης και χρησιμοποιήθηκε και αυτή.

Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν ότι και οι τρεις ομάδες είχαν θετικά αποτελέσματα στην κινητική αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ. Βελτίωσαν την ταχύτητα και την απόσταση περπατήματος, οι οποίες διατηρήθηκαν και μετά την περίοδο παρέμβασης. Όσον αφορά την αντοχή, οι ασθενείς που χρησιμοποίησαν διάδρομο με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους είχαν καλύτερα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα απ' ότι οι ασθενείς που εκτέλεσαν βάδιση στο έδαφος (Srivastava et al., 2016). Επίσης, όσον αφορά τα αποτελέσματα από τις κλίμακες SSS και FAC, οι ασθενείς ξεκίνησαν με βαθμολογίες SSS=25-50 και FAC=2,3, όμως στο τέλος της μελέτης οι ομάδες που χρησιμοποίησαν διάδρομο με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους ευνοήθηκαν περισσότερο παρουσιάζοντας SSS=35-55 και FAC=4,5, ενώ η τρίτη ομάδα παρουσίασε SSS=37-51 και FAC=3,4 (Srivastava et al., 2016; Werner et al., 2002).

Το μηχανικά υποβοηθούμενο περπάτημα με υποστήριξη σωματικού βάρους σε διάδρομο βάδισης είναι εφικτό, ασφαλές και οδηγεί περισσότερους ανθρώπους να περπατούν ανεξάρτητα και νωρίτερα μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, σε σχέση με το περπάτημα σε έδαφος. Αυτό συμβαίνει, διότι με τη στήριξη του σωματικού βάρους μέσω της ανάρτησης, οι ασθενείς μπορούν να ολοκληρώσουν κάποια πρακτική βάδισης χωρίς να παραβιάζουν τα εργασιακά πρότυπα υγείας και ασφάλειας, καθώς ο θεραπευτής δεν ανυψώνει το σώμα του ασθενούς και ο ασθενής έχει λιγότερες πιθανότητες να πέσει (Ada et al., 2010b). Τέλος, η εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους είναι μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση στην αποκατάσταση της βάδισης και περαιτέρω έρευνες κρίνονται απαραίτητες για τη σύνθεση περισσότερων αποτελεσμάτων.

## 4.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΣΚΕΛΕΤΟ LOKOMAT

Ο εκπαιδευτής βάδισης Lokomat αποτελεί ένα από τα πιο σύγχρονα επιτεύγματα της ρομποτικά υποβοηθούμενης βάδισης, για αυτό και υπάρχει έλλειψη στην διεξαγωγή ερευνών και μελετών. Οι μελέτες που θα αναλυθούν παρακάτω είναι των Hidler et al. (2009), Mayr et al. (2018) και Husemann et al. (2007), οι οποίες συγκρίνουν την προπόνηση βάδισης Lokomat με τη συμβατική φυσικοθεραπεία και παρουσιάζουν τις επιδράσεις αυτών στη βάδιση. Σε αυτές τις μελέτες, οι ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου. Η πειραματική ομάδα έλαβε εκπαίδευση βάδισης με το ρομποτικό μέσο Lokomat και η ομάδα ελέγχου έλαβε συμβατική εξάσκηση βάδισης σε έδαφος. Η πρώτη προπονητική συνεδρία της πειραματικής ομάδας επικεντρώθηκε στη ρύθμιση και τις προσαρμογές των ασθενών μέσα στη συσκευή και επέτρεψε στους συμμετέχοντες να εγκλιματιστούν στη βάδιση με ρομποτική βοήθεια. Για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο δέρμα, γδαρσίματα ή ενοχλήσεις, τοποθετήθηκαν προστατευτικά μέσα στις ορθώσεις του μηχανήματος στο ύψος της κνήμης των συμμετεχόντων πριν από τη βάδιση στο Lokomat.

Με την πάροδο των συνεδριών, η ένταση του Lokomat αυξήθηκε προοδευτικά, αυξάνοντας την ταχύτητα βάδισης (μειώνοντας το επίπεδο υποστήριξης σωματικού βάρους) και τη διάρκεια συνεχόμενου βηματισμού, όταν το κάτω άκρο του ασθενούς μπορούσε να εκτελέσει εκούσια ραχιαία κάμψη και επαρκή έκταση γόνατος κατά τη διάρκεια της στάσης και της βάδισης. Καθώς η δύναμη και ο έλεγχος του κάτω άκρου του ασθενούς βελτιώθηκαν, οι ιμάντες χαλάρωσαν και υποστήριζαν λιγότερο το βάρος σώματος. Ο απώτερος στόχος για κάθε συμμετέχοντα ήταν να περπατήσει με την υψηλότερη ταχύτητα, χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους, για όλη τη διάρκεια της συνεδρίας στο Lokomat (Hidler et al., 2009).

Η ομάδα ελέγχου πραγματοποίησε συμβατική φυσικοθεραπεία και εκπαίδευση βάδισης, με στόχο τη βελτίωση της ταχύτητας βηματισμού, της αντοχής, του ορθοστατικού ελέγχου και της συμμετρίας κορμού. Οι ασκήσεις που εκτέλεσαν οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου επικεντρώθηκαν στις μετατοπίσεις βάρους του σώματος, σωστή τοποθέτηση κορμού, βελτίωση του εύρους κίνησης κάτω και άνω άκρου, ασκήσεις ισορροπίας, βάδιση σε επίπεδο και σε ανώμαλο έδαφος. Εάν ήταν εφικτό, οι ασθενείς πραγματοποιούσαν εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με τη βοήθεια ενός ή δύο θεραπευτών. Οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων εκπαιδεύτηκαν 3-5 ημέρες την εβδομάδα, για 8 έως 10 εβδομάδες και η διάρκεια κάθε συνεδρίας ήταν 1-2 ώρες, ανάλογα τη μελέτη, η οποία περιελάμβανε ρύθμιση του εκπαιδευτή βάδισης lokomat, εξάσκηση και διαλείμματα ανάπαυσης (Mayr et al., 2018; Hidler et al., 2009; Husemann et al., 2007).

Οι στόχοι αυτών των μελετών ήταν η αξιολόγηση του εκπαιδευτή βάρδισης Lokomat κι αν τα αποτελέσματα αυτής διατηρούνταν μετά την περίοδο παρέμβασης, και μετρήθηκε αν υπάρχει βελτίωση στην αντοχή, στην ταχύτητα βάρδισης, στην απόσταση βηματισμού και στην ισορροπία. Η ταχύτητα και η αντοχή βάρδισης που μετρήθηκε σε m / s αξιολογήθηκε με το 10m Walk-test ή 6m Walk-test και η ικανότητα βάρδισης που μετρήθηκε ως απόσταση σε m κατά τη διάρκεια της δοκιμής αξιολογήθηκε με το 6min Walk-test. Εάν ήταν απαραίτητο, οι ασθενείς στηρίζονταν από έναν θεραπευτή ή ένα βοηθητικό μέσο βάρδισης. Ο έλεγχος ισορροπίας υπολογίστηκε με την κλίμακα Berg και η σοβαρότητα της βλάβης της βάρδισης, ως αποτέλεσμα νευρολογικών ασθενειών, αξιολογήθηκε με την κλίμακα Functional Ambulation Categories (Ταξινόμηση Λειτουργικής Διέγερσης - FAC) (Hidler et al., 2009; Husemann et al., 2007). Επίσης, οι Mayr et al. 2009, μέσω της τροποποιημένης κλίμακας Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP), αξιολόγησαν το χρόνο βηματισμού σε πέντε διαφορετικά επίπεδα: δάπεδο, χαλί, “up and go” test σε καρέκλα, εμπόδια και σκάλες, και μέσω της κλίμακας Hochzirl Walking Aids Profile (H-WAP) αξιολόγησαν το ποσό της θεραπευτικής βοήθειας που προσφέρουν τα βοηθήματα βάρδισης. Ακόμη, στους Husemann et al. 2007, μέσω της ανάλυσης βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης που πραγματοποιήθηκε από έναν αναλυτή μαλακών ιστών STA / BIA Akren BioResearch, εξετάστηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: σωματικό βάρος, μυϊκή μάζα και μάζα λίπους.

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών έδειξαν ότι η προπόνηση βάρδισης με Lokomat και η συμβατική θεραπεία είχαν θετικά αποτελέσματα στην κινητική αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ. Η αντοχή και η απόσταση βηματισμού βελτιώθηκαν και στις δύο ομάδες, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Όσον αφορά την ταχύτητα βάρδισης, υπήρξε βελτίωση και στις δύο ομάδες, όμως καλύτερα αποτελέσματα είχαν οι ασθενείς στην πειραματική ομάδα. Αυτό συμβαίνει, διότι οι ασθενείς που εκπαιδεύτηκαν σε υψηλές ταχύτητες δείχνουν μεγαλύτερες βελτιώσεις στην ικανότητα και στην ταχύτητα βηματισμού από εκείνους που εκπαιδεύτηκαν σε χαμηλές ταχύτητες όπως έγινε με την εξάσκηση στο lokomat (Hidler et al., 2009). Έτσι, προτείνεται η ταχύτητα προπόνησης στο Lokomat να αυξάνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα, για να γίνει η συμμετοχή του ασθενούς πιο ενεργή, έτσι ώστε να αυξηθεί και η κινητική εκμάθηση γρηγορότερα (van Kammen et al., 2019).

Όσον αφορά την ισορροπία, οι ασθενείς στην ομάδα Lokomat παρουσίασαν καλύτερα αποτελέσματα από τους ασθενείς στην ομάδα ελέγχου στο τέλος των συνεδριών, ενώ όσον αφορά την ικανότητα βάρδισης, και οι δύο ομάδες εμφάνισαν σημαντική αύξηση μετά από 4 εβδομάδες θεραπείας, αλλά δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ τους (Hidler et al., 2009; Husemann et al., 2007). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά τον χρόνο βηματισμού και το ποσό της θεραπευτικής βοήθειας που

παρεχόταν από τα βοηθήματα βάδισης, διότι η θεραπεία ήταν εξίσου εντατική και στις δύο ομάδες, τόσο ως προς τον χρόνο που επενδύθηκε όσο και στη θεραπευτική καθοδήγηση (Mayr et al. 2009).

Μετά τη θεραπεία με Lokomat, οι ασθενείς είναι σε θέση να υποστηρίξουν το σωματικό τους βάρος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο προσβεβλημένο πόδι, με αποτέλεσμα το μοτίβο βάδισής τους να γίνεται πιο συμμετρικό. Αυτό επιτυγχάνεται, διότι οι ασθενείς εκτελούν περισσότερους κύκλους βάδισης από τους ασθενείς που υποβάλλονται σε συμβατική θεραπεία. Ένα σαφές αποτέλεσμα της πειραματικής ομάδας ήταν η σημαντική αύξηση της μυϊκής μάζας του σώματος και μια σημαντική απώλεια μάζας λίπους. Η ομάδα ελέγχου δεν έδειξε αλλαγές στην μυϊκή μάζα του σώματος, αλλά έδειξε αύξηση του σωματικού βάρους, που αποτελούνταν κυρίως από λιπώδη ιστό. Αυτές οι διαφορές, ειδικά στη μάζα λίπους, υποδηλώνουν ότι η θεραπεία με Lokomat συνδέεται με αύξηση του αερόβιου μεταβολισμού, όπως αποδεικνύεται συχνά στην καρδιαγγειακή προπόνηση. Αυτές οι αλλαγές δεν παρατηρήθηκαν με την συμβατική φυσικοθεραπεία (Husemann et al., 2007). Ακόμη, άτομα που λαμβάνουν προπόνηση βάδισης με ηλεκτρομηχανικά και ρομποτικά μέσα σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, έχει αναφερθεί ότι είναι πιο πιθανό να επιτύχουν ανεξάρτητη βάδιση, σε σχέση με τα άτομα που λαμβάνουν εκπαίδευση βάδισης χωρίς αυτές τις συσκευές (Mayr et al., 2018).

Υπάρχουν μερικοί περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη όσον αφορά την εκπαίδευση βάδισης με Lokomat. Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς του Lokomat είναι η τοποθέτηση ιμάντα στον κορμό και στη λεκάνη του ασθενούς. Με αυτόν τον τρόπο, ο ιμάντας συμπιέζει σταθερά τη λεκάνη του ασθενούς στο μετωπιαίο επίπεδο, με αποτέλεσμα η κίνηση της λεκάνης να είναι περιορισμένη κατά τη διάρκεια της βάδισης. Επίσης, περιορίζει και την κίνηση του κορμού, αφού εμποδίζει την περιστροφική κίνηση των ισχίων στην πύελο και την μετατόπιση βάρους μεταξύ των κάτω άκρων (Hidler et al., 2009). Ένας ακόμη περιορισμός αφορά τον πληθυσμό. Η σοβαρότητα των ασθενών με ΑΕΕ που έχουν πάρει μέρος στις μελέτες ποικίλλει. Γι' αυτό, συνήθως οι ερευνητές δεν είναι σε θέση να διαφοροποιήσουν την φυσιολογική ανάκαμψη από την ανάκαμψη που προκαλείται από τη θεραπεία με το Lokomat. Τέλος, ένας ακόμα περιορισμός είναι η απουσία μέτρησης μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων. Αυτό συμβαίνει, διότι η μέτρηση των αποτελεσμάτων των παραπάνω ερευνών δεν συνεχίστηκε αργότερα μετά τη λήξη της θεραπείας, κι έτσι δεν γνωρίζουμε πώς ανταποκρίνονται οι ασθενείς με την πάροδο του χρόνου στη θεραπεία με ή χωρίς τις συσκευές υψηλής τεχνολογίας (Mayr et al., 2018).

Συμπερασματικά, η θεραπεία με Lokomat είναι μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση στην αποκατάσταση της βάδισης. Αν και δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις βαθμολογίες των

κινητικών λειτουργιών των δύο ομάδων, η ομάδα Lokomat έδειξε ένα πλεονέκτημα της ρομποτικής προπόνησης έναντι της συμβατικής φυσικοθεραπείας ως προς τη βελτίωση της ταχύτητας, της ανωμαλίας της βάρδισης και της σύνθεσης του ιστού του σώματος (Husemann et al., 2007). Περαιτέρω έρευνες κρίνονται απαραίτητες για τη σύνθεση περισσότερων αποτελεσμάτων, για να εξακριβωθεί η ολοκληρωτική συνεισφορά του Lokomat στην αποκατάσταση βάρδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ.



#### 4.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΚΤΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ GAIT TRAINER

Το Gait Trainer έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικό στην ανάκτηση και βελτίωση της βάδισης σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Μια ανασκόπηση της Cochrane ανέφερε ότι η χρήση αυτού του ρομποτικού μέσου θα μπορούσε να μειώσει την εξάρτηση στη βάδιση των ασθενών με ΑΕΕ κατά 25% (Peurala et al., 2009).

Οι μελέτες που θα αναλυθούν παρακάτω έχουν διεξαχθεί ώστε να καθοριστεί εάν η μηχανικά υποβοηθούμενη βάδιση με Gait Trainer είναι αποτελεσματικότερη από την βάδιση στο έδαφος και τη συμβατική θεραπεία στους ασθενείς που έχουν υποστεί ΑΕΕ. Οι μελέτες αυτές είναι των Peurala et al. (2009), Hesse et al. (2006), Park et al. (2015) και Peurala et al. (2005), στις οποίες οι ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν κυρίως σε τρεις ομάδες: α) εκπαίδευση βάδισης με Gait Trainer (GT), β) βάδιση στο έδαφος (WALK) και γ) συμβατική θεραπεία (CT). Οι ασθενείς της πρώτης ομάδας τοποθετήθηκαν στο GT με τη βοήθεια ενός θεραπευτή και ο βαθμός υποστήριξης του σωματικού βάρους (BWS) τους που παρεχόταν από έναν ιμάντα επιλέχθηκε ανάλογα με τις ατομικές τους ανάγκες. Οι ασθενείς στην δεύτερη ομάδα εκτελούσαν βάδιση στο έδαφος με τη βοήθεια 1 ή 2 θεραπειών, χρησιμοποιώντας τα ατομικά τους βοηθήματα βάδισης. Η εκπαίδευση βάδισης στις ομάδες GT και WALK προχώρησε σταδιακά με την αύξηση της ταχύτητας, καθώς και τη μείωση της ποσότητας υποστήριξης του σωματικού βάρους (BWS) ή της χειροκίνητης καθοδήγησης των θεραπειών αντίστοιχα, έτσι ώστε οι ασθενείς να γίνονταν ανεξάρτητοι χρησιμοποιώντας μόνο τα βοηθήματα βάδισης. Οι ασθενείς στην τρίτη ομάδα μεταφέρονταν στο κέντρο υγείας, όπου είχαν συνήθως 1 ή 2 συνεδρίες φυσικοθεραπείας καθημερινά, αλλά όχι με την ίδια ένταση όπως στις 2 προηγούμενες ομάδες, επικεντρώνοντας στις μετατοπίσεις βάρους του σώματος, σωστή τοποθέτηση κορμού, ασκήσεις ισορροπίας, βάδιση σε ομαλό έδαφος, καθώς και ανεβοκατέβασμα σκαλιών. Το πρόγραμμα της φυσικοθεραπείας στην ομάδα αυτή καθορίστηκε σύμφωνα με τους προσωπικούς στόχους κάθε ασθενή (Peurala et al., 2009; Hesse et al., 2006; Park et al., 2015; Peurala et al., 2005).

Οι συμμετέχοντες και των τριών ομάδων έλαβαν εκπαίδευση βάδισης για 4 εβδομάδες, 5 ημέρες/εβδομάδα και κάθε ασθενής ασκούσαν το πολύ 1 ώρα/ημέρα για να καταφέρει να εκτελέσει 20 λεπτά ένα συνεχόμενο υγιές πρότυπο βάδισης. Επίσης, κάθε ασθενής έλαβε επιπλέον φυσικοθεραπεία για 25-55 λεπτά ημερησίως. Κατά τη διάρκεια της 20-λεπτης άσκησης πάνω στον εκπαιδευτή βάδισης, καταγράφηκε η ταχύτητα βάδισης, ο αριθμός των βημάτων, η απόσταση βάδισης και η ποσότητα του BWS. Στην ομάδα WALK, κατά τη διάρκεια της 20-λεπτης άσκησης, καταγράφηκαν η χρονική διάρκεια βάδισης και η απόσταση που διένυε ο κάθε ασθενής χρησιμοποιώντας τα βοηθήματα βάδισης. Επιτρεπόταν η μερική

στήριξη, δηλαδή ένας θεραπευτής θα μπορούσε να κρατήσει τη ζώνη που φορούσε ο ασθενής κατά τη διάρκεια της άσκησης, αλλά να μην τον ωθήσει προς τα εμπρός ή να μετακινήσει τα πόδια του ασθενούς (Peurala et al., 2009).

Οι στόχοι αυτών των μελετών ήταν η αξιολόγηση του εκπαιδευτή βάρδισης Gait Trainer κι αν τα αποτελέσματα αυτής διατηρούνταν μετά την περίοδο παρέμβασης, καθώς μετρήθηκε κι αν υπάρχει βελτίωση στην αντοχή, στην ταχύτητα βάρδισης, στην απόσταση βηματισμού και στην ισορροπία. Η σοβαρότητα της βλάβης της βάρδισης, ως αποτέλεσμα νευρολογικών ασθενειών, αξιολογήθηκε με την κλίμακα Functional Ambulation Categories (FAC). Η ταχύτητα και η αντοχή βάρδισης που μετρήθηκε σε m/s αξιολογήθηκε με το 10m Walk-test, στο οποίο οι ασθενείς κλήθηκαν να περπατήσουν όσο πιο γρήγορα μπορούσαν, και η ικανότητα βάρδισης που μετρήθηκε ως απόσταση σε m κατά τη διάρκεια της δοκιμής αξιολογήθηκε με το 6min Walk-test, όπου ζητήθηκε στους ασθενείς να περπατήσουν μπροσπίσω για 6 λεπτά σε μια διαδρομή 30 μέτρων όσο το δυνατόν γρηγορότερα, ώστε να είναι σε θέση να ολοκληρώσουν το τεστ. Και στα δύο τεστ βάρδισης, οι ασθενείς είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ένα βοήθημα βάρδισης, εάν ήταν απαραίτητο (Peurala et al., 2009; Park et al., 2015; Peurala et al., 2005).

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών έδειξαν ότι και οι τρεις ομάδες βελτίωσαν την ικανότητα βάρδισης κατά τη διάρκεια των 3 εβδομάδων θεραπείας, όμως ευνοήθηκε περισσότερο η ομάδα Gait Trainer. Οι ασθενείς στην ομάδα GT πέτυχαν το περπάτημα των 20 λεπτών σε πολύ λιγότερο χρόνο από τη μία ώρα που διατίθεται, σε σύγκριση με τους ασθενείς στην ομάδα WALK. Γενικώς, η ομάδα GT αύξησε περισσότερο την ταχύτητα βάρδισης από ότι οι ομάδες WALK και CT. Όσον αφορά την απόσταση βηματισμού, δεν υπήρχε μεγάλη διαφορά στις ομάδες GT και WALK. Επίσης, η αντοχή βάρδισης αυξήθηκε περισσότερο στις δύο ομάδες GT και WALK, σε σχέση με την ομάδα CT. Οι ασθενείς στις ομάδες GT και WALK πέτυχαν πιο ανεξάρτητη βάρδιση από τους ασθενείς στην ομάδα CT, οι οποίοι χρειάζονταν είτε τη συνεχή υποστήριξη 2 θεραπευτών είτε ένα βοήθημα βάρδισης για καλύτερη ισορροπία. Οι ασθενείς στις ομάδες WALK και CT αξιολόγησαν την προπόνηση ως επίπονη, σε αντίθεση με τους ασθενείς στην ομάδα GT. Αυτό συμβαίνει, διότι ο ιμάντας και οι μηχανοκίνητες βάσεις στον εκπαιδευτή βάρδισης μειώνουν και την απαιτούμενη προσπάθεια που καταβάλει ο ασθενής σε σύγκριση με το περπάτημα πάνω από το έδαφος, καθώς και την ανάγκη των ασθενών για διαλείμματα. Τα αποτελέσματα στους 6 μήνες έδειξαν ότι οι ασθενείς και των τριών ομάδων συνέχισαν να βελτιώνουν την ικανότητα βάρδισης τους, όμως η ικανότητα αυτή της ομάδας CT παρέμεινε φτωχότερη σε σύγκριση με GT και WALK. (Peurala et al., 2009; Park et al., 2015; Peurala et al., 2005).

Συμπερασματικά, η θεραπεία με Gait Trainer είναι μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση στην αποκατάσταση της βάδισης. Οι ασθενείς και στις τρεις ομάδες έδειξαν βελτίωση στην ικανότητα βάδισης, όμως η ομάδα GT ευνοήθηκε περισσότερο όσον αφορά τον χρόνο και την προσπάθεια που απαιτούσαν οι ασθενείς για την επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων. Τέλος, τα αποτελέσματα των κλινικών δοκιμών έδειξαν ότι η επανεκπαίδευση της βάδισης με το Gait Trainer δεν μπορεί να αντικαταστήσει την συμβατική θεραπεία αποκατάστασης, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά, για να αυξηθεί περαιτέρω η αποτελεσματικότητα του προγράμματος αποκατάστασης, ιδίως στο υποξύ στάδιο του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (Chang & Kim, 2013; Hesse et al. 2006).

#### **4.4 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ**

Έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες που είχαν ως στόχο τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας των τριών θεραπευτικών μέσων υποβοηθούμενης βάρδισης σε ασθενείς που έχουν υποστεί ΑΕΕ. Οι μελέτες αυτές είναι των Hesse S. (2008), Westlake & Patten (2009) και Werner et al. (2002), στις οποίες τα αποτελέσματα ήταν παρεμφερή. Η βασική διαφορά αυτών των θεραπευτικών μέσων ήταν η χειροκίνητη παρέμβαση των φυσιοθεραπευτών. Ο εκπαιδευτής βάρδισης Gait Trainer και ο εξωσκελετός Lokomat απαιτούν τη καθοδήγηση 1 θεραπευτή, ενώ ο διάδρομος βάρδισης Treadmill με ή χωρίς υποστήριξη σωματικού βάρους απαιτεί τη καθοδήγηση 2-3 θεραπευτών. Αυτό συμβαίνει, διότι στον διάδρομο βάρδισης δεν παρέχεται η ρομποτική υποστήριξη που παρέχεται στα άλλα 2 θεραπευτικά μέσα. Με αποτέλεσμα, οι θεραπευτές να υπόκεινται σε σωματική επιβάρυνση, λόγω της παροχής χειροκίνητης καθοδήγησης στο προσβεβλημένο άκρο, σταθεροποίηση / ευθυγράμμιση κορμού και χρονική συμμετρία μεταξύ των άκρων σε όλο τον κύκλο βάρδισης (Hesse S., 2008; Westlake & Patten, 2009; Werner et al., 2002). Εξίσου σημαντική διαφορά είναι και ο σοβαρός κίνδυνος τραυματισμού των θεραπευτών στο Treadmill, σε αντίθεση με τα άλλα δύο θεραπευτικά μέσα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση της χειροκίνητης παρέμβασης, για να ωφεληθεί το μεγαλύτερο ποσοστό των ημιπληγικών ασθενών (Westlake & Patten, 2009).

Επίσης, οι περισσότεροι ασθενείς προτίμησαν το Gait Trainer, διότι το βρήκαν λιγότερο απαιτητικό, πιο άνετο, πιο εύχρηστο, και ένιωθαν μεγαλύτερη ασφάλεια κατά τη διάρκεια της θεραπείας (Werner et al., 2002). Ακόμη μία διαφορά μεταξύ των τριών αυτών θεραπευτικών μέσων είναι ο αριθμός των κύκλων βάρδισης που εκτελούν οι ασθενείς σε καθένα από αυτά ξεχωριστά. Λόγω της σταθερότητας που παρέχουν τα θεραπευτικά μέσα Lokomat και Gait Trainer, μέσω της ρομποτικής ορθότοσης, οι ασθενείς μπορούν να εκτελούν περισσότερους επαναλαμβανόμενους κύκλους βάρδισης, μέσω ενός υγιούς προτύπου βάρδισης, σε αντίθεση με τον διάδρομο βάρδισης (Hesse S., 2008). Τέλος, η τελευταία διαφορά μεταξύ τους αφορά την ικανότητα βάρδισης. Και τα τρία θεραπευτικά μέσα έχουν θετικά αποτελέσματα ως προς την βελτίωση της αντοχής, την ταχύτητα βάρδισης και την απόσταση βηματισμού κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Όμως, ύστερα από την λήξη της θεραπευτικής αποκατάστασης, η ικανότητα βάρδισης ήταν καλύτερη στις ομάδες Lokomat και Gait Trainer, διότι οι ασθενείς βάδιζαν πιο συμμετρικά και με υψηλότερες ταχύτητες, καθιστώντας το πρόγραμμα αποκατάστασης πιο αποτελεσματικό και την βάρδιση πιο ανεξάρτητη (Hesse S., 2008).

## 4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η έρευνα για τα μηχανήματα υποβοηθούμενης βάδισης έχει αναπτυχθεί ραγδαία, καθώς και ο αριθμός των θεραπευτικών αυτών μέσων αποκατάστασης έχει επεκταθεί δραματικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η μηχανική θεραπεία αποκατάστασης μπορεί να προσφέρει εντατική άσκηση με μεγάλη ακρίβεια κινήσεων, υψηλό αριθμό επαναλήψεων και υψηλή ένταση, καθιστώντας τη χρήσιμη για ασθενείς με κινητικές διαταραχές που προκαλούνται από εγκεφαλικό επεισόδιο (Chang & Kim, 2013). Ωστόσο, η ύπαρξη τόσο φυσικών όσο και οικονομικών περιορισμών, όπως η έλλειψη προσωπικού και οι μειώσεις του προϋπολογισμού στον τομέα υγείας, δεν επιτρέπουν πάντα αυτή την εντατική φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση (Poli et al., 2013). Επίσης, η εφαρμογή της συμβατικής θεραπείας δημιουργεί σωματική επιβάρυνση και μεγάλη κόπωση στους φυσικοθεραπευτές, επηρεάζοντας αρνητικά την ολοκλήρωση του προγράμματος αποκατάστασης, ενώ παράλληλα μελέτες που έχουν διεξαχθεί αναμένουν ότι στο μέλλον η συχνότητα των εγκεφαλικών επεισοδίων θα αυξηθεί ακόμη περισσότερο (Hatem et al., 2016), γεγονός που κάνει την ανάγκη για εύρεση νέων, πιο αποδοτικών και αποτελεσματικών μεθόδων αποκατάστασης ακόμη πιο αναγκαία.

Η προσθήκη των ρομποτικών μέσων θα μπορούσε να συμβάλει στην εξάλειψη τέτοιων περιορισμών, αυξάνοντας την παραγωγικότητα και κατά συνέπεια την αποτελεσματικότητα του προγράμματος αποκατάστασης, λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν υψηλή δοσολογία και ένταση. Με τον τρόπο αυτό, η εκμετάλλευση τόσο του διαθέσιμου χρόνου θεραπείας, όσο και του ανθρώπινου δυναμικού αυξάνεται, καθώς οι θεραπευτές μπορούν να επιβλέπουν ταυτόχρονα αρκετούς ασθενείς κατά τη διάρκεια θεραπείας, μειώνοντας παράλληλα τη σωματική τους επιβάρυνση. Αυτό, όμως, δεν σημαίνει ότι τα ρομποτικά μηχανήματα θα πρέπει να θεωρούνται ως αυτόνομες θεραπευτικές συσκευές, διότι ο φυσικοθεραπευτής εξακολουθεί να αποτελεί το βασικό ρόλο στη διαχείριση της ρομποτικής θεραπείας, προκειμένου να δημιουργήσει μία σχέση συμβίωσης μεταξύ ασθενούς και μηχανής και να αξιολογεί παράγοντες που δεν εντοπίζονται από τους αισθητήρες της ρομποτικής συσκευής, όπως τον πόνο, την κόπωση και τη συναισθηματική κατάσταση του ασθενούς (Iosa et al., 2016). Ένα ακόμη πλεονέκτημα που προσφέρουν τα ρομποτικά μέσα, είναι η δυνατότητα να καταγράφουν με απόλυτη ακρίβεια και σαφήνεια τα κινητικά δεδομένα που παράγονται κατά τις θεραπευτικές συνεδρίες του ασθενούς, δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες στον φυσικοθεραπευτή για την αξιολόγηση της προόδου και της επίδοσης του (Iosa et al., 2016).

Παρά τη σημαντική διαφορά που παρουσιάζουν οι έρευνες σε επίπεδο μεθοδολογίας, έχει αποδειχθεί ότι ως προς την βελτίωση της κινητικής λειτουργίας των ασθενών με ΑΕΕ, ιδίως

της βάρδισης, η μηχανικά υποβοηθούμενη αποκατάσταση μπορεί να είναι τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματική κι όχι ανώτερη από τις παραδοσιακές φυσιοθεραπευτικές μεθόδους της συμβατικής θεραπείας (Chang & Kim, 2013). Επιπλέον, οι ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, έχει υποστηριχθεί ότι η αποκατάσταση με ρομποτικά μέσα σε συνδυασμό με τη συμβατική θεραπεία έχει καλύτερη αποτελεσματικότητα στο πρόγραμμα αποκατάστασης απ' ό τι η συμβατική θεραπεία μόνο (Iosa et al., 2016; Mayr et al., 2018).

Όσον αφορά τη μελλοντική ανάπτυξη των ρομποτικών μέσων, ο σημαντικότερος στόχος στον τομέα αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία πιο προσιτών συσκευών, που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου εύκολα από ασθενείς και θεραπευτές. Επίσης, η τεχνητή τους νοημοσύνη θα πρέπει να είναι σε θέση να πραγματοποιεί αυτόματα όλες τις ρυθμίσεις που απαιτούνται από τον φυσικοθεραπευτή, παρέχοντάς του μια ξεκάθαρη και ολοκληρωμένη εικόνα των αλλαγών που σκοπεύουν να πραγματοποιήσουν. Οπότε, οι μελλοντικές ρομποτικές συσκευές αποκατάστασης θα πρέπει να είναι εύχρηστες, διαισθητικές, γρήγορες στη ρύθμιση και να έχουν λογική τιμή (Iosa et al., 2016; Morone et al., 2017).

Συνολικά, η ρομποτική τεχνολογία παραμένει μια πολλά υποσχόμενη νέα προσέγγιση στο χώρο της λειτουργικής αποκατάστασης, η οποία παρά τη ραγδαία εξέλιξη που παρουσιάζει, δεν έχουν εξακριβωθεί πλήρως οι δυνατότητες της. Για να γίνει αυτό δυνατό, απαραίτητη είναι η διεξαγωγή περαιτέρω κλινικών μελετών και ερευνών, με σχεδιασμένη μεθοδολογία και πολλούς συμμετέχοντες, ώστε να διευκρινιστεί ο βέλτιστος τύπος συσκευών, τα κατάλληλα πρωτόκολλα θεραπείας και η επιλογή των κατάλληλων ασθενών, προκειμένου να αυξηθούν τα οφέλη της ρομποτικής τεχνολογίας και να διαδοθεί η χρήση της παγκοσμίως.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Βιβλία

- Adams and Victor, 2000. Νευρολογία 2<sup>ος</sup> Τόμος. Επιμέλεια – Πρόλογος Βασιλόπουλος Δημήτρης. Εκδόσεις: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Kandel R.E., Schwartz H.J., Jessell M.T., 2005. Βασικές Αρχές Νευροεπιστημών. Επίτομος. Μετάφραση Επιμέλεια από τα αγγλικά από Βελέντζα Κ., Βλάσης Γ.Κ., Σταθόπουλος Α., Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Martin S. and Kessler M., 2015. Φυσικοθεραπευτικές Παρεμβάσεις σε ασθενείς με Νευρολογικές παθήσεις. Μετάφραση Επιμέλεια από τα αγγλικά από Μπακαλίδου Δ. Εκδόσεις: Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις.
- Misulis E.K. and Head C.T., 2007. Netter's Concise Neurology. Επίτομος. 1<sup>η</sup> Έκδοση. Εκδόσεις Elsevier.
- Nichols-Larsen D.S., Kegelmeyer D.A., Buford A.J., Kloos D.A., Heathcock C.J., Basso D.M., 2017. Νευρολογική Αποκατάσταση, Νευροεπιστήμη και Νευροπλαστικότητα στην Εφαρμοσμένη Φυσικοθεραπεία. Μετάφραση Επιμέλεια από τα αγγλικά από Μπακαλίδου Δ., Εκδόσεις: Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις.
- Ράπτης Σ., 2002. Εσωτερική Παθολογία. 1<sup>ος</sup> Τόμος. 1<sup>η</sup> Έκδοση. Επιστημονικές Εκδόσεις Γρηγόρης Περισσανού.

### Άρθρα

- Ada L., Dean C., Vargas J., Ennis S., 2010a. Mechanically assisted walking with body weight support results in more independent walking than assisted overground walking in non-ambulatory patients early after stroke: A systematic review. Journal of Physiotherapy. 56(3) 153-161.
- Ada L., Dean C.M., Morris M.E., Simpson J.M., Katrak P., 2010b. Randomized Trial of Treadmill Walking With Body Weight Support to Establish Walking in Subacute Stroke. Stroke. 41:1237–1242.
- Chang W. H. & Kim Y. H., 2013. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. J Stroke. 15(3): 174–181.
- Delussu S.A., Morone G., Iosa M., Bragoni M., Trallesi M., Paolucci S., 2014. Physiological responses and energy cost of walking on the Gait Trainer with and without body weight support in subacute stroke patients. J Neuroeng Rehabil. 11:54.
- Díaz I., Jorge J. G., Emilio S., 2011, Lower-Limb Robotic Rehabilitation: Literature Review and Challenges. Journal of Robotics Volume. Article ID 759764.
- Esse K, Fossati-Bellani M, Traylor A, Martin-Schild S., 2011. Epidemic of illicit drug use, mechanisms of action/addiction and stroke as a health hazard. Brain Behav. 1(1):44-54.
- Goldstein B. Larry, 2014. Modern Medical Management of Acute Ischemic Stroke. Methodist Deakey Cardiovasc J., 10(2):99-104.
- Hatem S.M., Saussez G., Della Faille M., Prist V., Zhang X., Dispa D., Bleyenheuff Y., 2016. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. Front Hum Neurosci. 10:442.
- Hesse S., 2008, Treadmill training with partial body weight support after stroke: a review, Neurorehabilitation, 23(1):55-65.
- Hesse S., Schmidt H., Werner C., 2006, Machines to support motor rehabilitation after stroke: 10 years of experience in Berlin, J Rehabil Res Dev, 43(5):671-8.

- Hidler J., Nichols D., Pelliccio M., Brady K., Campbell D.D., Kahn H.J., Hornby T.G. 2009. Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 23(1):5-13.
- Husemann B., Müller 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):349-54.
- Ihle-Hansen H, Thommessen B, Wyller TB, Engedal K, Fure B., 2012. Risk factors for and incidence of subtypes of ischemic stroke. *Funct Neurol*. 27(1):35-40.
- Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M, Venturiero V, De Angelis D, Pratesi L, Paolucci S, 2012. Seven Capital Devices for the Future of Stroke Rehabilitation. *Stroke Research and Treatment*. 10.1155/2012/187965.
- Iosa M., Morone G., Cherubini A., Paolucci S., 2016. The Three Laws of Neurorobotics: A Review on What Neurorehabilitation Robots Should Do for Patients and Clinicians. *J Med Biol Eng*. 36:1-11.
- Iosa M., Morone G., Bragoni M., Angelis D.D., Venturiero V., Coiro P., Pratesi L., Paolucci S., 2011. Driving electromechanically assisted Gait Trainer for people with stroke, *J Rehabil Res Dev*. 48(2):135-46.
- Mayr A., Quirbach E., Picelli A., Kofler M., Smania N., Saltuari L., 2018. Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: A single blind randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 54(6) 819-826.
- Mehrholz J, Thomas S, Werner C, Kungler J, Paul M, Elsner B, 2017. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 5:CD006185.
- Meschia JF, Bushnell C, Boden-Albala B, Braun LT, Bravata DM, Chaturvedi S, Creager MA, Eckel RH, Elkind MS, Fornage M, Goldstein LB, Greenberg SM, Horvath SE, Iadecola C, Jauch EC, Moore WS, Wilson JA, 2014. Guidelines for the primary prevention of stroke: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 45(12):3754-832.
- 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*. 13:1303-1311.
- Nicol, B. M. and Thrift G. A. 2005. Knowledge of Risk Factors and Warning Signs of Stroke. *Vasc Health Risk Manag*. 1(2):137–147.
- Park, S. E., & Wang, J. S. 2015. Effect of joint mobilization using KEOMT and PNF on a patient with CLBP and a lumbar transitional vertebra: a case study. *J Phys Ther Sci*. 27:1629–1632.
- Peurala H.S, Airaksinen O., Huuskonen P., Jakala P., Juhakoski M., Sandell K., Tarkka M.I., Sivenius J., 2009. Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. *J Rehabil Med*. 41(3):166-73.
- Peurala S.H., Tarkka I.M., Pitkänen K, Sivenius J., 2005. The Effectiveness of Body Weight–Supported Gait Training and Floor Walking in Patients with Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 86(8):1557-64.
- Polese J, Ada L, Dean C, Nascimento L, Teixeira-Salmela L, 2013. Treadmill training is effective for ambulatory adults with stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 59(2) 73-80.
- Poli P., Morone G., Rosati G. Masiero S., 2013. Robotic Technologies and Rehabilitation: New Tools for Stroke Patients' Therapy. *Biomed Res Int*. 2013: 153872.
- Ringleb P. A., Bousser M.G., Philip Bath G.F., Brainin M., Caso, V., Cervera A., Chamorro A., Cordonnier C., Csiba L., Davalos A., Diener H.C., Ferro, J., Hacke W., Hennerici M., Kaste M., Langhorne P., Lees K., Leys D., Lodder J., Markus H. S., Mas J.L., Mattle H.P., Muir K., Norrving B., Obach V., Paolucci S., Ringelstein E.B., Schellinger P. D., Sivenius J., Skvortsova V., Sunnerhagen K. S., Thomassen L., Toni D., von Kummer R., Wahlgren n.G., Walker M.F., Wardlaw J., 2008, Guidelines



for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack. The European Stroke Organisation (ESO) Executive Committee and the ESO Writing Committee. *Cerebrovasc Dis.* 25(5):457-507.

- Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, Elkind MS, George MG, Hamdan AD, Higashida RT, Hoh BL, Janis LS, Kase CS, Kleindorfer DO, Lee JM, Moseley ME, Peterson ED, Turan TN, Valderrama AL, Vinters HV., 2013. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 44(7):2064-89.
- Srivastava A, Taly A, Gupta A, Kumar S, Murali T, 2016. Bodyweight-supported treadmill training for retraining gait among chronic stroke survivors: A randomized controlled study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 59(4) 235-241.
- Van Kammen K., Boonstra A., van der Woude L., Visscher C., Reinders-Messelink H., den Otter R., 2019. Lokomat guided gait in hemiparetic stroke patients: the effects of training parameters on muscle activity and temporal symmetry. *Disability and Rehabilitation.* 1-9.
- Werner C, Von Frankenberg S, Treig T, Konrad M, Hesse S. 2002. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke.* 33(12):2895-901.
- Westlake P.K. & Patten C., 2009. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. *J Neuroeng Rehabil.* 12;6:18.
- Yew K.S. and Cheng E. 2009, Acute Stroke Diagnosis. *Am Fam Physician.* 80(1):33-40.