

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΠΑΝΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ
ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ**

ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΔΙΑΒΟΛΑΚΗ (19683026)

ΑΛΛΑΓΙΑΝΝΗ ΑΝΔΡΟΜΑΧΗ (19683006)

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Μπακαλίδου Δάφνη

Συνεπιβλέπων: Χασιώτης Αθανάσιος Υποψήφιος Διδάκτωρ

ΑΘΗΝΑ – 2024

**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSIOTHERAPY**



**THE EFFECTIVENESS OF ROBOTIC-ASSISTED TRAINING ON BALANCE
REHABILITATION ON STROKE PATIENTS**

DIAVOLAKI KALLIOPI (19683026)

ALLAGIANNI ANDROMACHI (19683006)

Supervisor's name : BAKALIDOU DAFNI

Co-Supervisor's name : CHASIOTIS ATHANASIOS

ATHENS-2024

ΦΥΛΛΟ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

ΔΑΦΝΗ ΜΠΑΚΑΛΙΔΟΥ

ΓΕΩΡΓΟΥΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΤΑΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνουμε ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που προσφέρθηκε στην εκπόνησή της αναγνωρίζεται και αναφέρεται στο κείμενο.

Οι δηλούσες:



Διαβολάκη Καλλιόπη :

Αλλαγιάνη Ανδρομάχη :



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με χαρά και συναισθηματική φόρτιση φτάνουμε στο τέλος των σπουδών μας. Η πορεία αυτή ήταν γεμάτη εμπειρίες , προκλήσεις αλλά και αξέχαστες στιγμές ανάπτυξης και μάθησης. Θέλουμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στην καθηγήτριά μας για την ευκαιρία να συνεργαστούμε μαζί της σε αυτό το θέμα καθώς και στον συνεπιβλέποντα υποψήφιο διδάκτορα για την ανεκτίμητη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της συγγραφής αλλά και σε όλο το πέρασ των σπουδών μας. Τέλος , δεν μπορούμε παρά να ευγνωμονούμε όσες μας στήριξαν κατά τη διάρκεια της πορείας μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης συστηματικής ανασκόπησης είναι η μελέτη της επίδρασης της ρομποτικής αποκατάστασης στην επανεκπαίδευση της ισορροπίας μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Για τη συλλογή ερευνών πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus και Pedro, όπου από το συνολικό αριθμό των 713 επιλέχθηκαν 20 προς ανάλυση. Τα 20 άρθρα χωρίστηκαν σε τρεις υποκατηγορίες ανάλογα με την μέθοδο ρομποτικής αποκατάστασης την οποία μελέτησαν. Στην πρώτη κατηγορία εντάχθηκαν έρευνες που μελέτησαν την τεχνική της ρομποτικά υποβοηθούμενης εκπαίδευσης της βάρδισης (n=9), στην δεύτερη ασχολήθηκαν με μια συγκεκριμένη ρομποτική συσκευή, το Lokomat (n=5) και τέλος οι έρευνες που χρησιμοποίησαν συγκεκριμένα μοντέλα βοηθημάτων και θεραπευτικού πλάνου. Μετά την ανάλυση τους, αναδείχθηκε η χρησιμότητα των ρομποτικών βοηθημάτων στα προγράμματα αποκατάστασης, αφού παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην ισορροπία, στην βάρδιση και γενικότερα στην λειτουργικότητα των ασθενών, με βάση τις αντίστοιχες κλίμακες αξιολόγησης. Μάλιστα, ο συνδυασμός της χρήσης ρομποτικού βοηθήματος με ένα συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης φαίνεται να είναι σε ορισμένες περιπτώσεις αποτελεσματικότερος από ένα συμβατικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Συμπερασματικά, η ισορροπία αποτελεί βασικό παράγοντα ο οποίος πλήττεται μετά από ένα ΑΕΕ με αποτέλεσμα να επηρεάζεται πολυπαραγοντικά η ζωή του ασθενή. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητα η εύρεση των πιο αποτελεσματικών μεθόδων επανεκπαίδευσης της και η ευρέα χρήση τους από τους επαγγελματίες υγείας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ισορροπία, Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο, Ρομποτική Αποκατάσταση, RAGT, Lokomat, Συστηματική Ανασκόπηση, Έλλειψη Ισορροπίας

ABSTRACT

The purpose of this systematic review is to study the effect of robotic rehabilitation on balance retraining after a Stroke. For the collection of studies, a search was conducted in the Pubmed, Scopus, and Pedro databases, where from a total of 713 studies, 20 were selected for analysis. The 20 articles were divided into three subcategories depending on the robotic rehabilitation method studied. In the first category, studies that examined the technique of robot-assisted gait training were included (n=9); the second focused on a specific robotic device, the Lokomat (n=5); and finally, studies that used specific models of aids and therapeutic plans. After their analysis, the usefulness of robotic aids

in rehabilitation programs was highlighted, as significant improvements were observed in balance, gait, and overall functionality of patients based on corresponding evaluation scales. Moreover, the combination of using a robotic aid with a conventional rehabilitation program seems, in some cases, to be more effective than a conventional physical therapy program. In conclusion, balance is a key factor affected after a Stroke, resulting in a multifactorial impact on the patient's life. For this reason, it is necessary to find the most effective methods of retraining balance and their widespread use by healthcare professionals.

KEY WORDS: Balance, Stroke, Robotic Rehabilitation, RAGT, Lokomat, Systematic Review, Lack Of Balance

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος Συνοτομογραφιών	6
Κατάλογος πινάκων.....	6
Κατάλογος σχημάτων – εικόνων.....	6
Εισαγωγή.....	7
Γενικό μέρος:	
Κεφάλαιο 1: : Ανατομία και αιμάτωση Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.....	8
Κεφάλαιο 1.1: Εισαγωγή.....	8

Κεφάλαιο 1.2: Ανατομία εγκεφάλου.....	9
Κεφάλαιο 1.3: Ανατομία Σπονδυλικής στήλης και Νωτιαίου Μυελού.....	12
Κεφάλαιο 1.4: Αιμάτωση ΚΝΣ.....	14
Κεφάλαιο 2: Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.....	17
Κεφάλαιο 2.1: Κατηγορίες και Παθοφυσιολογία.....	18
Κεφάλαιο 2.2: Παράγοντες κινδύνου.....	19
Κεφάλαιο 2.3: Κλινική εικόνα.....	20
Κεφάλαιο 3: Ισορροπία.....	21
Κεφάλαιο 3.1: Ορισμός.....	21
Κεφάλαιο 3.2: Μηχανισμός ισορροπίας.....	21
Κεφάλαιο 3.3: Κλίμακες αξιολόγησης της.....	22
Κεφάλαιο 4: Ρομποτική αποκατάσταση.....	24
Κεφάλαιο 4.1: Εισαγωγή.....	24
Κεφάλαιο 4.2: Ορισμός.....	25
Κεφάλαιο 4.3: Κατηγορίες ρομποτικών συσκευών.....	25
Ειδικό μέρος:	
Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία.....	27
Κεφάλαιο 5.1: Μεθοδολογία.....	27
Κεφάλαιο 5.2: Αποτελέσματα – Διάγραμμα Prisma.....	27
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα.....	29
Κεφάλαιο 6.1: Περιγραφικός Πίνακας Επίδρασης της ρομποτικής αποκατάστασης στην ισορροπία σε ασθενείς μετά από ΑΕΕ.....	29
Κεφάλαιο 6.2: Αποτελέσματα περιγραφικού πίνακα.....	39
Κεφάλαιο 7: Συζήτηση.....	43
Κεφάλαιο 8: Περιορισμοί.....	47
Κεφάλαιο 9: Συμπέρασμα.....	47
Βιβλιογραφία.....	47

Κατάλογος συντομογραφιών

RCT	Randomized Controlled Trial
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
ΑΕΕ	Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο
ΝΣ	Νευρικό Σύστημα
ΥΑ	Υπαραγοειδές
ΠΙΕ	Παροδικό Ισχαιμικό Επεισόδιο
ADLs	Activities of Daily Living

RAGT	Robot Assisted Gait Training
VR	Virtual Reality

Κατάλογος πινάκων

Διάγραμμα Ροής Prisma	
Περιγραφικός Πίνακας: η επίδραση της ρομποτικής αποκατάστασης στην ισορροπία μετά από Α.Ε.Ε.	

Κατάλογος σχημάτων – εικόνων

Σχήμα 1	Συνδυασμένη εκδοχή ανατομικής και λειτουργικής διαίρεσης του ΝΣ.
Εικόνα 1	Ανατομία εγκεφάλου: Λοβοί.
Εικόνα 2	Ανατομία εγκεφάλου.
Εικόνα 3	Μεταιχμιακό σύστημα
Εικόνα 4	Ανατομία σπονδυλικής στήλης
Εικόνα 5	Ανατομία σπονδυλικής στήλης και νωτιαίου μυελού
Εικόνα 6	Κύκλος του Willis
Εικόνα 7	Φλεβικό σύστημα εγκεφάλου
Εικόνα 8	Αιμάτωση νωτιαίου μυελού
Εικόνα 9	Ισχαιμικό και αιμορραγικό ΑΕΕ.
Εικόνα 10	Θρομβωτικού και εμβολικού τύπου ισχαιμικά εγκεφαλικά
Εικόνα 11	Σχήμα end effector (a) και εξωσκελετικής ρομποτικής συσκευής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο αποτελεί την τρίτη συχνότερη αιτία θανάτου (περίπου 66.000 θάνατοι ετησίως) και πρωταρχική αιτία αναπηρίας ενηλίκων στο Ηνωμένο Βασίλειο. (Turner and Jowett , 2006) Περίπου το 40% των επιζώντων από

ένα ΑΒΕ αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα ισορροπίας , οδηγώντας σε δυσκολία στη στάση, στη βάδιση αλλά και στις καθημερινές δραστηριότητες του ατόμου. Η απώλεια της ισορροπίας δεν επηρεάζει μόνο την κινητικότητα αλλά αυξάνει και τον κίνδυνο πτώσεων, με μελέτες να δείχνουν ότι έως και το 73% των επιζώντων από εγκεφαλικό βιώνουν μία πτωτική πορεία στους πρώτους έξι μήνες μετά το εγκεφαλικό τους. Αυτή η υψηλή συχνότητα πτώσεων περιπλέκει περαιτέρω την αποκατάσταση, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε πρόσθετους τραυματισμούς, παρατεταμένη αποκατάσταση και μείωση της συνολικής ποιότητας ζωής. Η αντιμετώπιση των διαταραχών ισορροπίας μέσω στοχευμένης αποκατάστασης, συμπεριλαμβανομένης της φυσικοθεραπείας και της χρήσης βοηθητικών συσκευών, είναι επομένως ένα κρίσιμο μέρος της φροντίδας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. (Muralitharan Nair, 2009)

Η ρομποτική αποκατάσταση έχει αναδειχθεί ως μια καινοτόμα μέθοδος στη διαδικασία θεραπείας και ανάρρωσης για τους επιζώντες από εγκεφαλικό επεισόδιο, ιδίως όσον αφορά την αντιμετώπιση των διαταραχών της ισορροπίας, οι οποίες όπως αναφέρθηκε είναι από τις πιο εξουθενωτικές συνέπειες ενός εγκεφαλικού επεισοδίου. (Loma Linda University Health, 2024) Οι παραδοσιακές μέθοδοι αποκατάστασης, αν και αποτελεσματικές, συχνά απαιτούν εντατικές, επαναλαμβανόμενες ασκήσεις που μπορεί να είναι εξαντλητικές για τους ασθενείς και επίπονες σωματικά για τους θεραπευτές. Για το λόγο αυτό , η ρομποτική αποκατάσταση φαίνεται να προσφέρει μια εναλλακτική λύση παρέχοντας ακριβείς, συνεχείς και επαναλαμβανόμενες κινήσεις οι οποίες είναι απαραίτητες για τη νευροπλαστικότητα - την ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται και να σχηματίζει νέες νευρικές συνδέσεις μετά από τον τραυματισμό. (Physiopedia , 2023)

Οι ρομποτικές συσκευές, όπως οι εξωσκελετοί και οι εκπαιδευτές ισορροπίας, έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν και να καθοδηγούν τους ασθενείς σε κινήσεις που μπορεί να μην είναι σε θέση να εκτελέσουν μόνοι τους. Αυτές οι συσκευές μπορούν να προσαρμοστούν στις ατομικές ανάγκες του ασθενούς, αυξάνοντας σταδιακά την πολυπλοκότητα και την ένταση των ασκήσεων καθώς ο ασθενής ανακτά τη δύναμη και την ισορροπία του. Για παράδειγμα, οι ρομποτικοί εξωσκελετοί μπορούν να βοηθήσουν στο περπάτημα, διασφαλίζοντας ότι ο ασθενής διατηρεί τη σωστή στάση και βάδιση, κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της ισορροπίας. (Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 2014) Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η επανεκπαίδευση του εγκεφάλου και του σώματος και επιταχύνεται η διαδικασία της αποκατάστασης. Επιπλέον , στην ρομποτική αποκατάσταση περιλαμβάνεται και η θεραπεία με τη χρήση εικονικής πραγματικότητας όπως και άλλες μορφές προηγμένης τεχνολογίας , οι οποίες δημιουργούν ένα περιβάλλον στο οποίο ο ασθενής εκτελεί πρόγραμμα επανεκπαίδευσης της ισορροπίας του σε ένα ασφαλές περιβάλλον μέσα από ποικίλες δοκιμασίες οι οποίες προσομοιάζουν την πραγματική ζωή. (Robina Private Hospital, 2020) Ως αποτέλεσμα ο ασθενής όχι μόνο προετοιμάζεται και εκπαιδεύεται σε σενάρια της καθημερινής ζωής αλλά και η θεραπεία του είναι πιο ενδιαφέρουσα , δίνοντάς του μεγαλύτερο κίνητρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ανατομία και αιμάτωση Κεντρικού Νευρικού Συστήματος

1.1 Εισαγωγή

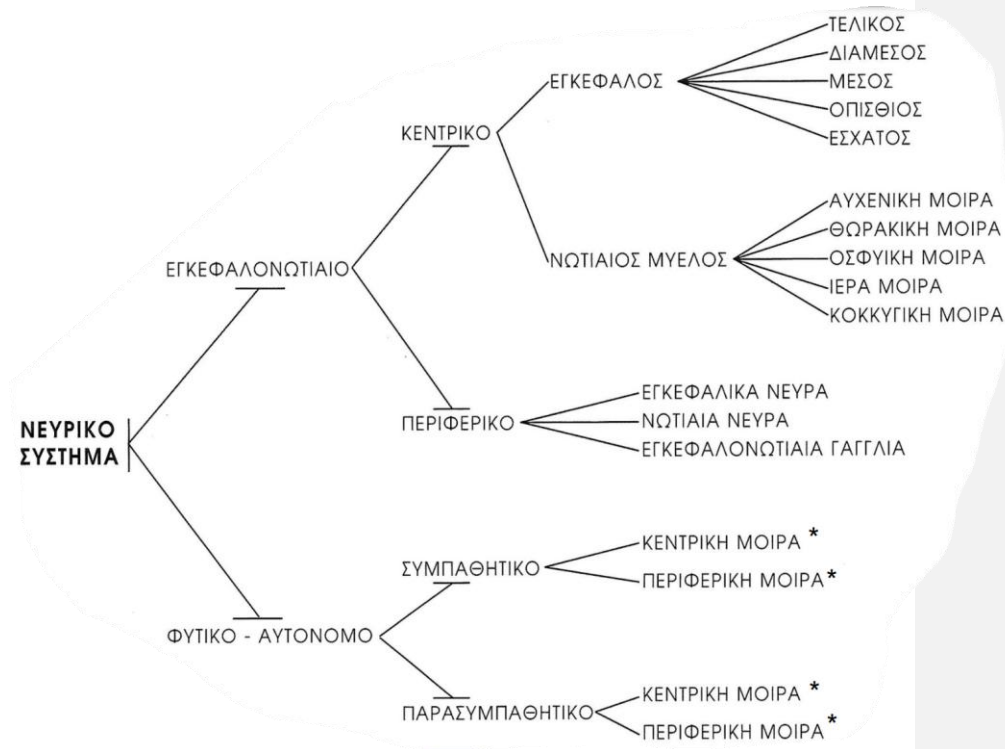
Το Νευρικό Σύστημα (ΝΣ) είναι υπεύθυνο για την αντίληψη των μεταβολών στο εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού και έπειτα για την μεσολάβηση ώστε να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ανταποκρίσεις από τους μύες, τα όργανα και τους αδένες. Μέσω εξειδικευμένων κυττάρων δηλαδή, το Νευρικό Σύστημα ρυθμίζει τη λειτουργία των οργάνων με σκοπό την ισορροπημένη και αρμονική συνεργασία τους με το περιβάλλον. Το Νευρικό Σύστημα στον άνθρωπο διαιρείται ανατομικά, δομικά και λειτουργικά σε δύο τμήματα.

Ανατομικά, το ΝΣ διαιρείται στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ). Το ΠΝΣ μεταφέρει τις αισθητικές και κινητικές διεγέρσεις προς και από το "κέντρο μεσολάβησης", ενώ το ΚΝΣ είναι υπεύθυνο για την συσχέτιση και αποθήκευση των πληροφοριών. Το ΚΝΣ έχει επιπλέον την ικανότητα να αποθηκεύει αισθητικές πληροφορίες και να ρυθμίζει τις ανώτερες λειτουργίες, όπως είναι οι μάθηση, γνώση, μνήμη και γενικά την προσωπικότητα. Αποτελείται από τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, οι οποίοι αποτελούν τα κύρια κέντρα στα οποία επιτελείται η συσχέτιση και η ολοκλήρωση των νευρικών πληροφοριών. Αντίστοιχα το ΠΝΣ αποτελείται από τα εγκεφαλικά και τα νωτιαία νεύρα και από τα νευρικά γάγγλια, ενώ συνδέει το ΚΝΣ με τους αισθητικούς υποδοχείς αλλά και με τα εκτελεστικά όργανα.

Όσον αφορά τη δομική διαίρεση, το ΝΣ αποτελείται από νευρικά κύτταρα και από νευρογλοία. Τα νευρικά κύτταρα αποτελούν την βασική και λειτουργική μονάδα του ΚΝΣ. Χρησιμοποιούν για την πρόσληψη, αγωγή και μεταβίβαση των διεγέρσεων και αποτελούν το κύριο συστατικό της φαιάς ουσίας, του εγκέφαλου και του νωτιαίου μυελού. Η νευρογλοία βρίσκεται ανάμεσα στους νευρώνες και χρησιμεύει για την στήριξη, την απομόνωση και τη θρέψη των νευρώνων. Το ΚΝΣ διαιρείται αντίστοιχα σε τρεις δομές: την φαιά ουσία, η οποία αποτελεί περιοχή πλούσια σε νευρικά κύτταρα μαζί με τα εγγύς τμήματα των αποφυάδων τους και τα γλοιακά κύτταρα τα οποία περιβάλλουν και τρέφουν τα νευρικά, την λευκή ουσία που αποτελείται κυρίως από εμύελες νευρικές ίνες και νευρογλοία και τους πυρήνες οι οποίοι είναι μια μάζα από νευρικά κύτταρα με παρόμοιες ανατομικές συνδέσεις και λειτουργίες. Οι νευρικές αποφυάδες οι οποίες μοιράζονται κοινές συνδέσεις, λειτουργίες και ακολουθούν την ίδια πορεία σχηματίζουν τα δεμάτια.

Τέλος, το ΝΣ διαιρείται λειτουργικά στο Εγκεφαλονωτιαίο Σύστημα και στο Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα. Το εγκεφαλονωτιαίο σύστημα ρυθμίζει τις ζωικές λειτουργίες, δηλαδή κινήσεις και αισθήσεις ενώ το αυτόνομο ΝΣ ελέγχει σπλαγχνικές λειτουργίες και ομοιοστατικούς μηχανισμούς. Επιπλέον, το αυτόνομο ΝΣ υποδιαιρείται στο Συμπαθητικό, το οποίο εξυπηρετεί την ανταπόκριση του σώματος και την ετοιμότητά του σε αυξημένες απαιτήσεις, και στο Παρασυμπαθητικό Σύστημα

, το οποίο εξασφαλίζει την αποθήκευση και εξοικονόμηση ενέργειας . Και οι δύο λειτουργικές διαιρέσεις έχουν τμήματα στο ΚΝΣ και στο ΠΝΣ.



Σχήμα 1: Ν. Κακλαμάνης, Α. Καμμάς, 'Η Ανατομική του Ανθρώπου», εκδόσεις Μ. Edition, Αθήνα 1998.

1.2 Ανατομία εγκεφάλου

Το ΚΝΣ διαίρεται στην κλινική νευροανατομία στα ακόλουθα μέρη : τον εγκέφαλο , το στέλεχος , την παρεγκεφαλίδα και τον νωτιαίο μυελό . Ο εγκέφαλος αποτελείται από δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια τα οποία χωρίζονται ατελώς από την επιμήκη σχισμή και συνδέονται μεταξύ τους με εμμύελες νευρικές ίνες . Το αριστερό ημισφαίριο είναι υπεύθυνο για τις γλωσσικές ικανότητες , συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης και της παραγωγής της ομιλίας. Επιπλέον ελέγχει την λήψη αποφάσεων και επίλυση προβλημάτων με βάση την λογική . Τέλος , καθορίζει την αισθητηριακές και κινητικές λειτουργίες της δεξιάς πλευράς του σώματος. Το δεξί ημισφαίριο από την άλλη είναι υπεύθυνο για την αντίληψη του χώρου και την ικανότητα αναγνώρισης προσώπων και αντικειμένων , επεξεργάζεται δηλαδή τις οπτικές και χωρικές πληροφορίες πιο αποτελεσματικά. Επιπλέον , συμμετέχει στην έκφραση και στην ερμηνεία των συναισθημάτων , ενώ έχει μεγαλύτερη συνάφεια με τις δημιουργικές και τις καλλιτεχνικές δεξιότητες. Αντίστοιχα , ελέγχει τις κινητικές και αισθητηριακές λειτουργίες της αριστερής μεριάς του σώματος. Παρά τις εξειδικεύσεις τους, τα δύο ημισφαίρια συνεργάζονται στενά μέσω του μεσολοβίου. Αυτή η συνεργασία επιτρέπει στον εγκέφαλο να επεξεργάζεται πληροφορίες με ολοκληρωμένο τρόπο και να εκτελεί πολύπλοκες λειτουργίες που απαιτούν τόσο λογική όσο και δημιουργική σκέψη.

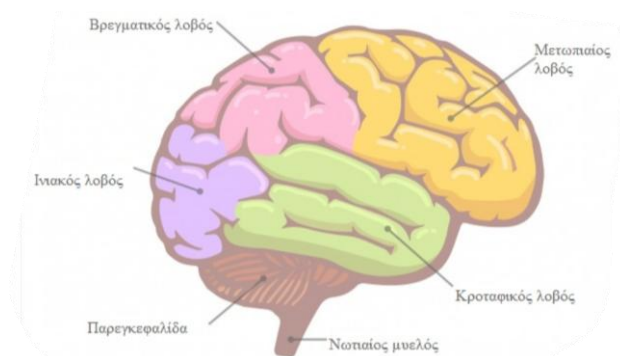
Τα ημισφαίρια χωρίζονται επιπλέον σε 5 λοβούς, τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό, τον κροταφικό και τον ινιακό. Ο μετωπιαίος λοβός είναι ο μεγαλύτερος λοβός και αποτελεί τις πρόσθιες μοίρες των ημισφαιρίων. Συμμετέχει σε ανώτερες λειτουργίες αντίληψης όπως η λογική, η οργάνωση, η λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλημάτων. Ακόμη, στον μετωπιαίο λοβό στεγάζεται και ο κινητικός φλοιός καθιστώντας τον έτσι υπεύθυνο για την εκτέλεση εκούσιων κινήσεων. Στον μετωπιαίο λοβό του αριστερού ημισφαιρίου βρίσκεται επιπλέον και η περιοχή Broca, η οποία καθορίζει την παραγωγή του λόγου και την επεξεργασία του. Σημαντικός είναι και ο ρόλος του στην ρύθμιση των συναισθημάτων και γενικότερα στην προσωπικότητα και την κοινωνική συμπεριφορά, ενώ συμμετέχει και στην βραχυπρόθεσμη μνήμη και την μετατροπή της σε μακροπρόθεσμη, ειδικά αν σχετίζεται με συναισθήματα.

Ο βρεγματικός λοβός εντοπίζεται στην κορυφή του εγκεφάλου και πίσω από τον μετωπιαίο λοβό. Στον βρεγματικό λοβό βρίσκεται ο σωματοαισθητικός φλοιός ο οποίος έχει σχέση με όλες τις μορφές των σωματικών αισθήσεων (αφή, πίεση, θερμοκρασία και επιπολής αισθητικότητα), όπως και ελέγχεται και η αντίληψη της θέσης του σώματος στο χώρο, η στερεογνωσία, ο συντονισμός των οφθαλμών με την κίνηση και τέλος η επεξεργασία της γλώσσας και η αντίληψη των μαθηματικών.

Ο κροταφικός λοβός βρίσκεται στα πλάγια του εγκεφάλου και κάτω από τον μετωπιαίο και τον βρεγματικό λοβό. Περιλαμβάνει τον ακουστικό φλοιό ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αναγνώριση των ακουστικών ερεθισμάτων και τον συνδυασμό τους με άλλα αισθητικά ερεθίσματα. Στον κροταφικό λοβό βρίσκεται και ο υπόκαμπος ο οποίος συμμετέχει στο σχηματισμό και στην ανάκτηση της μακροπρόθεσμης μνήμης. Ακόμη, σημαντική είναι η περιοχή του Wernicke στην οποία πραγματοποιείται η κατανόηση του προφορικού και του γραπτού λόγου. Τέλος, ο κροταφικός λοβός επίσης επεξεργάζεται συναισθήματα που κυρίως σχετίζονται με τις μνήμες και τις αισθήσεις.

Ο ινιακός λοβός εντοπίζεται πίσω από τον κροταφικό και τον βρεγματικό λοβό. Σημαντικός είναι ο οπτικός φλοιός ο οποίος βρίσκεται στον ινιακό λοβό και είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών και την αναγνώριση σχημάτων, χρωμάτων και κινήσεων. Επιπλέον εκεί παρατηρείται και το κέντρο της μνήμης το οποίο συνδυάζει τα οπτικά ερεθίσματα και τα συσχετίζει με τις οπτικές παραστάσεις του παρελθόντος.

Όλοι οι λοβοί αν και εκτελούν διαφορετικές λειτουργίες συνεργάζονται μεταξύ τους μέσω ενός πολύπλοκου συστήματος νευρώνων, επιτρέποντας έτσι στον εγκέφαλο να συνδυάζει τις πληροφορίες.



Εικόνα 1: Ανατομία εγκεφάλου: Λοβοί.

Συνεχίζοντας, κάτω από τον πρόσθιο εγκέφαλο βρίσκεται ένα από τα κύρια μέρη του εγκεφάλου, ο διεγκεφαλος. Οι κύριες δομές του είναι ο θάλαμος, ο υποθάλαμος, ο επιθάλαμος και ο υπερθάλαμος. Ο θάλαμος λειτουργεί ως ένας κεντρικός σταθμός διαβίβασης πληροφοριών. Συγκεντρώνει αισθητηριακά δεδομένα από όλο το σώμα (όπως αφή, πόνο, ακοή, όραση) και τα μεταφέρει στον εγκεφαλικό φλοιό για επεξεργασία. Επιπλέον, συνδέεται με κινητικά σήματα που προέρχονται από τον εγκέφαλο και είναι υπεύθυνος για τη ρύθμιση της εγρήγορσης, της συνείδησης και της προσοχής.

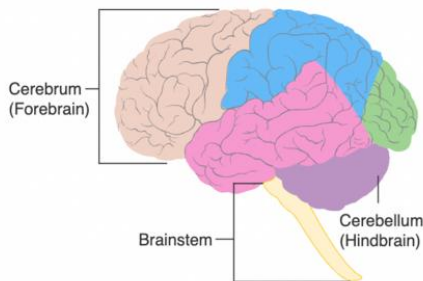
Ο υποθάλαμος είναι ένας μικρός αλλά εξαιρετικά σημαντικός σχηματισμός που ρυθμίζει πολλές βασικές σωματικές λειτουργίες. Ελέγχει το αυτόνομο νευρικό σύστημα και συμβάλλει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, της πείνας, της δίψας, της κόπωσης, του ύπνου και των κύκλων εγρήγορσης (κιρκαδιανός ρυθμός). Επίσης, ελέγχει την υπόφυση, η οποία είναι υπεύθυνη για την έκκριση ορμονών που επηρεάζουν το μεταβολισμό, την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και το στρες.

Ο επιθάλαμος περιλαμβάνει τον επίφυτο αδέν (κωνάριο), που είναι υπεύθυνος για την παραγωγή της μελατονίνης, μιας ορμόνης που ρυθμίζει τον ύπνο. Επίσης, παίζει ρόλο στη σύνδεση του ενδοκρινικού συστήματος με το νευρικό σύστημα και επηρεάζει τη ρύθμιση του συναισθήματος και της αντίληψης του πόνου. Τέλος, ο υπερθάλαμος συνδέει τον θάλαμο με άλλα μέρη του εγκεφάλου και παίζει ρόλο στη ρύθμιση των συναισθημάτων και της κίνησης.

Ο οπίσθιος εγκέφαλος είναι το οπίσθιο τμήμα του εγκεφάλου και αποτελείται από τον προμήκη μυελό, την γέφυρα και την παρεγκεφαλίδα. Εμπλέκεται στον έλεγχο πολλών ζωτικών λειτουργιών όπως η κίνηση, η ισορροπία και οι αυτόνομες λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα, ο προμήκης μυελός είναι υπεύθυνος για τη ρύθμιση των βασικών αυτόνομων λειτουργιών, όπως η αναπνοή, η καρδιακή συχνότητα, η αρτηριακή πίεση και η πέψη. Ελέγχει επίσης αντανακλαστικές κινήσεις, όπως το φτέρνισμα, το βήχα και την κατάποση.

Η γέφυρα λειτουργεί ως μέσο επικοινωνίας μεταξύ του εγκεφαλικού φλοιού και της παρεγκεφαλίδας και μεταφέρει πληροφορίες που σχετίζονται με την κίνηση. Επιπλέον, συμμετέχει στη ρύθμιση του ύπνου, της αναπνοής και της εγρήγορσης. Σημαντικός είναι και ο ρόλος της στην αντίληψη της αίσθησης και στην κίνηση του προσώπου.

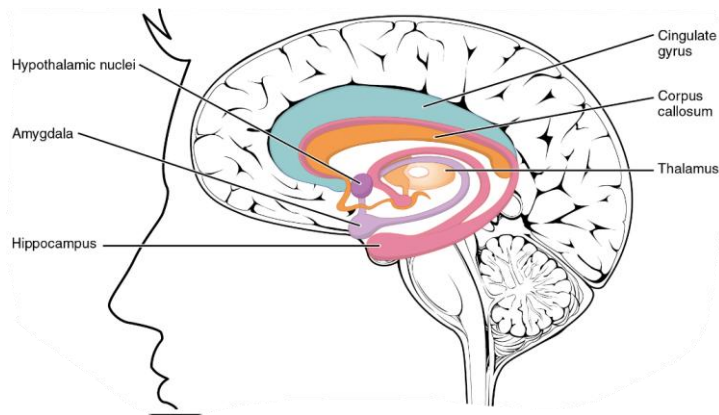
Η παρεγκεφαλίδα, είναι υπεύθυνη για τη συντονισμένη κίνηση των μυών και την ισορροπία. Ρυθμίζει την ακριβή εκτέλεση κινήσεων, τον συντονισμό και τη διατήρηση της ισορροπίας. Συμμετέχει επίσης στην εκμάθηση και εκτέλεση επαναλαμβανόμενων και λεπτών κινητικών δεξιοτήτων, όπως το γράψιμο ή το περπάτημα.



Εικόνα 2: Ανατομία εγκεφάλου. (Brain anatomy, https://www.physio-pedia.com/Brain_Anatomy)

Πέρα από τις κύριες δομές του εγκεφάλου οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω υπάρχουν και άλλες δομές όπως για παράδειγμα το μεταιχμιακό σύστημα, το οποίο είναι μια ομάδα δομών του εγκεφάλου που εμπλέκεται σε μια σειρά σημαντικών λειτουργιών, όπως η ρύθμιση των συναισθημάτων, η μνήμη, η συμπεριφορά, και η οσφρητική αντίληψη. Είναι καθοριστικό για την ανθρώπινη συμπεριφορά και τα συναισθήματα. Ρυθμίζει πώς αισθανόμαστε και πώς αντιδρούμε σε διάφορες καταστάσεις, διαμορφώνοντας τις αντιδράσεις μας σε απειλές, την ευχαρίστηση, τη θλίψη, και άλλες συναισθηματικές καταστάσεις. Επίσης, το σύστημα αυτό είναι θεμελιώδες για τη μνήμη, καθώς μας επιτρέπει να συνδέουμε εμπειρίες με συναισθήματα, να αποθηκεύουμε αυτές τις εμπειρίες και να τις ανακαλούμε αργότερα.

(Johnson E. 2012, National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) , Nichols-Larsen S.2017 , Duus.2009 , Mayfield- Brain and Spine,)



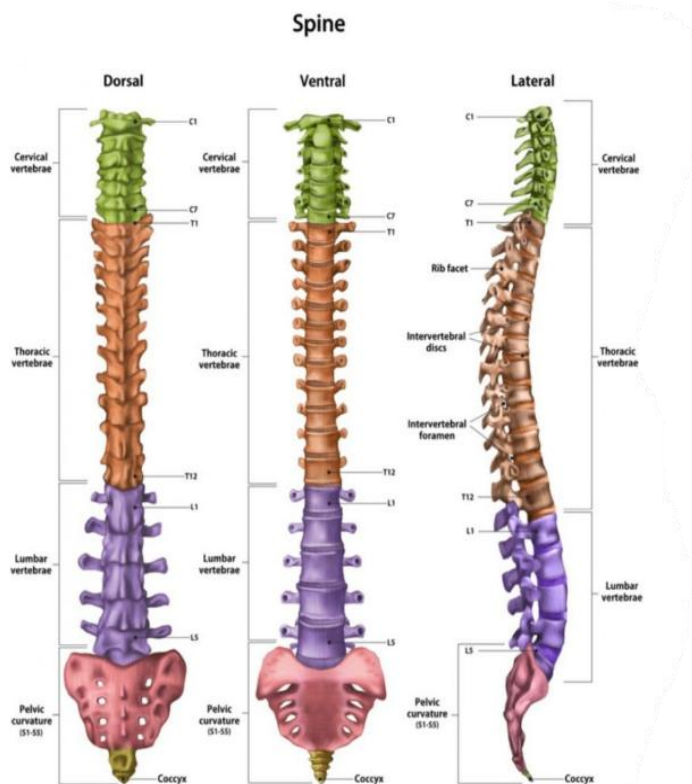
Εικόνα 3: Μεταίχμιακό σύστημα.(Illustration from Anatomy & Physiology, Connexions Web site, 2013.)

1.3 Ανατομία σπονδυλικής στήλης και νωτιαίου μυελού

Η ανατομία της σπονδυλικής στήλης είναι σύνθετη και αποτελείται από πολλές δομές που συνεργάζονται για να προσφέρουν στήριξη και ευελιξία στο σώμα. Αποτελείται

από 33 μεμονωμένα οστά , τα οποία ονομάζονται σπόνδυλοι και είναι τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο. Αυτοί οι σπόνδυλοι κατηγοριοποιούνται σε διάφορες περιοχές:

- **Αυχενική μοίρα:** 7 σπόνδυλοι (C1-C7). Η άνω μοίρα της σπονδυλικής στήλης υποστηρίζει το κεφάλι και επιτρέπει την κίνηση του λαιμού.
- **Θωρακική μοίρα:** 12 σπόνδυλοι (T1-T12). Αυτοί οι σπόνδυλοι συνδέονται με τα πλευρά και σχηματίζουν το θωρακικό κλωβό.
- **Οσφυϊκή μοίρα:** 5 σπόνδυλοι (L1-L5). Αυτή η μοίρα υποστηρίζει το μεγαλύτερο μέρος του βάρους του σώματος και είναι πιο επιρρεπής σε τραυματισμούς.
- **Ιερή μοίρα:** 5 σπόνδυλοι (S1-S5) που είναι συγχωνευμένοι μεταξύ τους και σχηματίζουν το ιερό οστό , ένα τριγωνικό οστό στη βάση της σπονδυλικής στήλης
- **Κόκκυγας:** 4 μικροί σπόνδυλοι, επίσης συγχωνευμένοι μεταξύ τους, που σχηματίζουν τον κόκκυγα ή γνωστό και ως ουραίο οστό



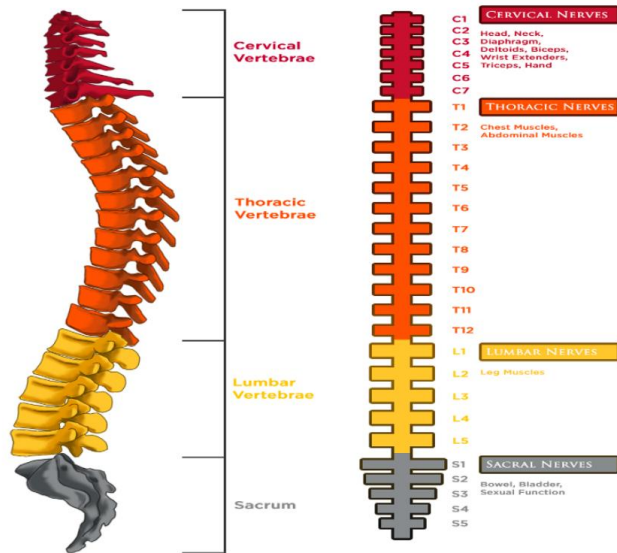
Εικόνα 4: Ανατομία Σπονδυλικής Στήλης. (The Spine: Anatomy and Function <https://spinehealth.org/article/spine-anatomy/>)

Μια από τις πολλές λειτουργίες της σπονδυλικής στήλης είναι και η προστασία του Νωτιαίου Μυελού .Ο νωτιαίος μυελός είναι ένα κρίσιμο τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος, που εκτείνεται από τον εγκέφαλο και διατρέχει το μεγαλύτερο μέρος της σπονδυλικής στήλης. Αποτελείται από νευρικό ιστό και είναι υπεύθυνος για τη μετάδοση νευρικών σημάτων μεταξύ του εγκέφαλου και του υπόλοιπου σώματος. Χωρικά καταλαμβάνει τον σπονδυλικό ή νωτιαίο σωλήνα μέσα στη σπονδυλική στήλη. Παρόλα αυτά δε γεμίζει ολόκληρο τον σπονδυλικό σωλήνα , καθώς στο χώρο μεταξύ του νωτιαίου μυελού και των τοιχωμάτων του σπονδυλικού σωλήνα υπάρχουν οι μήνιγγες οι οποίες περιβάλλουν τον νωτιαίο μυελό. Τρία προστατευτικά στρώματα περιβάλλουν τον νωτιαίο μυελό , η σκληρά μήνιγγα , η αραχνοειδής και η χοριοειδής. Επιπλέον και το εγκεφαλονωτιαίο υγρό το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στις μήνιγγες παρέχει προστασία και θρέψη στον νωτιαίο μυελό. Στο εσωτερικό του νωτιαίου μυελού παρατηρούνται νευρογλοία , η φαιά ουσία και η λευκή ουσία. Η φαιά ουσία έχει σχήμα πεταλούδας και αποτελείται κυρίως από νευρικά κύτταρα , δένδριτες και συνάψεις. Στο κέντρο βρίσκεται ένας μικρός κεντρικός σωλήνας. Γύρω από τη φαιά ουσία υπάρχει η λευκή ουσία η οποία αποτελείται από εμμύελες ανιούσες και κατιούσες νευρικές ίνες.

Από τον νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων (8 αυχενικά , 12 θωρακικά , 5 οσφυϊκά, 5 ιερά και 1 κοκκυγικό) ,με τις πρόσθιες και τις οπίσθιες ρίζες. Οι πρόσθιες ρίζες εξέρχονται από τον νωτιαίο μυελό και περιέχουν κινητικές ίνες ενώ οι οπίσθιες ρίζες εισέρχονται στο νωτιαίο μυελό και περιέχουν αισθητικές ίνες. Έξω από τα μεσοσπονδύλια τμήματα οι οπίσθιες και οι πρόσθιες ρίζες ενώνονται για να σχηματίσουν ένα νωτιαίο νεύρο. Κάθε νεύρο διαιρείται σχεδόν αμέσως σε έναν πρόσθια και σε έναν οπίσθιο κλάδο.

Ο νωτιαίος μυελός μπορεί να χωριστεί σε διάφορες περιοχές, οι οποίες αντιστοιχούν στις διαφορετικές μοίρες της σπονδυλικής στήλης και σχετίζονται με ένα ζευγάρι νωτιαίων νεύρων. Αυτές είναι : αυχενική, θωρακική, οσφυϊκή, ιερή και κόκκυγος.

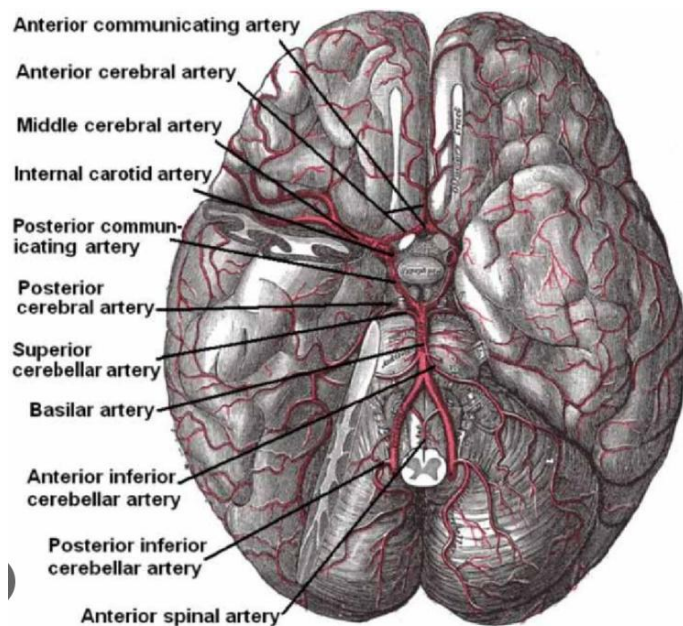
(Johnson E. 2012, Fisch, A. 2009, Moore 2016, Deborah 2017)



Εικόνα 5: Σπονδυλική στήλη και Νωτιαίος μυελός. (Spinal cord injury <https://www.christopherreeve.org/todays-care/living-with-paralysis/health/causes-of-paralysis/spinal-cord-injury/>)

1.4 Αιμάτωση ΚΝΣ

Ο εγκεφαλικός ιστός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην ανοξία, και η συνεχής παροχή οξυγονωμένου αίματος είναι απαραίτητη. Έτσι η αιμάτωση του εγκεφάλου στηρίζεται σε πολλές ιδιοτυπίες που έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν επαρκή αιματικής άρδευση. Ο εγκέφαλος αιματώνεται από δύο ζευγάρια αρτηριών: τις δύο έσω καρωτίδες (με τους κλάδους τους) και τις δύο σπονδυλικές αρτηρίες (με τους κλάδους τους). Οι αρτηρίες πορεύονται στον υπαραχνοειδή χώρο και οι κλάδοι τους αναστομώνονται στη βασική επιφάνεια του εγκεφάλου, σχηματίζοντας τον αρτηριακό κύκλο ή κύκλο του Willis.



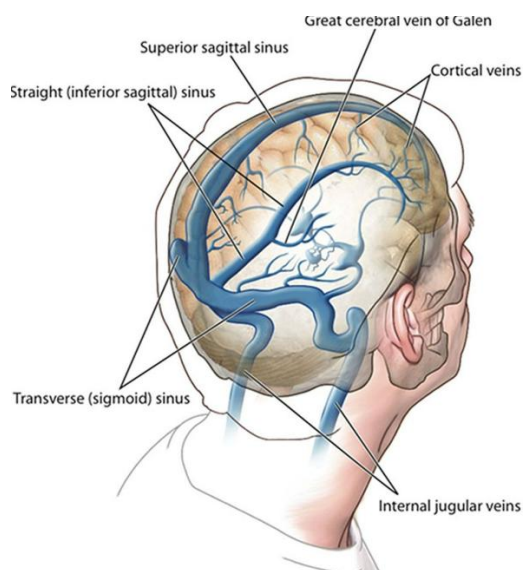
Εικόνα 6: Αιμάτωση Εγκεφάλου. THE CIRCLE OF WILLIS REVISITED: ITS ANATOMY AND FUNCTION(https://www.researchgate.net/publication/365990704_THE_CIRCLE_of_WILLIS_REVISITED_ITS_ANATOMY_AND_FUNCTION)

Η έσω καρωτίδα αρχίζει την πορεία της περίπου στο ύψος του θυροειδή χόνδρου του λάρυγγα από τον διχασμό της κοινής καρωτίδας και ανέρχεται στον τράχηλο. Εισέρχεται στο κύτος του κρανίου διαμέσου του καρωτιδικού τμήματος στη βασική μοίρα του κροταφικού οστού. Αρχίζει την ενδοκρανιακή της πορεία χωρίς να χορηγήσει αγγεία για παράπλευρη κυκλοφορία. Ο πρώτος της κλάδος είναι η οφθαλμική αρτηρία. Διακλαδίζεται σε τρεις κύριους τελικούς κλάδους : πρόσθια, μέση και οπίσθια αναστομωτική εγκεφαλική αρτηρία. Η πρόσθια αρτηρία αιματώνει την έσω επιφάνεια του εγκεφαλικού ημισφαιρίου, το πρόσθιο τμήμα του μεσολοβίου και την άνω-έξω επιφάνεια του μετωπιαίου και κροταφικού λοβού. Η μέση αιματώνει το μεγαλύτερο μέρος της έξω επιφάνειας του μετωπιαίου , βρεγματικού και κροταφικού λοβού. Επίσης αιματώνει τα βασικά γάγγλια , την έσω κάψα και τον νησιδιακό φλοιό. Τέλος , η οπίσθια αιματώνει τον ινιακό λοβό, την κατώτερη επιφάνεια του κροταφικού λοβού και τμήμα της έσω επιφάνειάς του , μέρους του νησιδιακού φλοιού και του υπόκαμπου . Επιπλέον , τον θάλαμο , την κοιλιακή επιφάνεια του μεσεγκεφάλου και τα εγκεφαλικά σκέλη.

Η σπονδυλική αρτηρία είναι κλάδος της πρώτης μοίρας της υποκλειδίου αρτηρίας και πορεύεται διαμέσου των τρημάτων των εγκάρσιων αποφύσεων των πρώτων έξι αυχενικών σπονδύλων. Εισέρχεται στο κρανίο δια του ινιακού τρήματος και στη συνέχεια εισέρχεται στον υπαραχοειδή χώρο. Συνενώνεται με την αντίπλευρη αρτηρία στο ύψος της κάτω γαφυρικής αύλακας και σχηματίζει τη βασική αρτηρία. Η βασική αρτηρία δίνει κλάδους για την αιμάτωση του εγκεφαλικού στελέχους και της παρεγκεφαλίδας και μετά διχάζεται στις δύο οπίσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες.

Ζωτική σημασία στην αιμάτωση του εγκεφάλου κατέχει ο κύκλος του Willis. Ο κύκλος του Willis (Willis Circle) είναι ένα κυκλικό αρτηριακό δίκτυο στη βάση του εγκεφάλου το οποίο παρέχει αίμα στον εγκέφαλο και εξασφαλίζει την απρόσκοπτη κυκλοφορία του αίματος ακόμη και σε περίπτωση απόφραξης ή στένωσης μιας από τις μεγάλες αρτηρίες. Αυτός ο κύκλος αποτελεί ένα σημαντικό σύστημα ασφάλειας για την αιμάτωση του εγκεφάλου. Ο κύκλος του Willis περιλαμβάνει τις πρόσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες, τις οπίσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες, τις έσω καρωτιδικές αρτηρίες και τη βασική αρτηρία. Επειδή ο κύκλος σχηματίζει έναν αναστομωτικό δακτύλιο, μπορεί να κατευθύνει το αίμα από άλλες αρτηρίες προς την πληγείσα περιοχή, διατηρώντας έτσι την παροχή αίματος σε όλο τον εγκέφαλο.

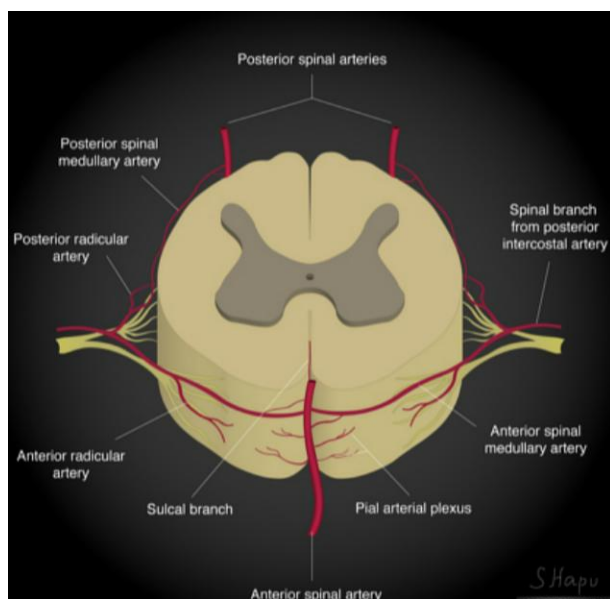
Πέρα από το σύστημα αιμάτωσης, το ΚΝΣ διαθέτει και ένα πολύπλοκο φλεβικό σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την αποστράγγιση του φλεβικού αίματος και των μεταβολικών αποβλήτων από τον νευρικό ιστό. Η φλεβική αποχέτευση του εγκεφάλου γίνεται με τρεις ομάδες αγγείων. Τις επιπολής φλέβες, τις εν τω βάθει φλέβες και τους φλεβικούς κόλπους της σκληράς μήνιγγας. Οι επιπολής φλέβες είναι η άνω εγκεφαλική φλέβα, η επιπολής μέση εγκεφαλική φλέβα και οι κάτω εγκεφαλικές. Οι εν τω βάθει φλέβες είναι η εν τω βάθει μέση εγκεφαλική φλέβα, η βασική φλέβα, η θαλαμοραβδωτή και η χοριοειδής φλέβα και τέλος η μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου.



Εικόνα 7: Φλεβική κυκλοφορία Εγκεφάλου. (Cerebral and Sinus Vein Thrombosis, <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/circulationaha.113.008018>)

Από την άλλη ο νωτιαίος μυελός αιματώνεται από δύο κλάδους αρτηριών. Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία η οποία σχηματίζεται από τη συνένωση μικρών κλάδων των σπονδυλικών αρτηριών, οι οποίες προέρχονται από τις υποκλειδίες αρτηρίες. Τρέχει κατά μήκος του πρόσθιου μέσου ραβδώματος του νωτιαίου μυελού και τροφοδοτεί τα πρόσθια δύο τρίτα του νωτιαίου μυελού. Αντίστοιχα, οι οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες, οι οποίες είναι δύο και προέρχονται από τις σπονδυλικές αρτηρίες ή τις οπίσθιες κατώτερες παρεγκεφαλιδικές αρτηρίες. Πορεύονται κατά μήκος της οπίσθιας

επιφάνειας του νωτιαίου μυελού και τροφοδοτούν το οπίσθιο τρίτο του, συμπεριλαμβανομένων των οπίσθιων κεράτων και της αντίστοιχης λευκής ουσίας. Σχετικά με την φλεβική παροχέτευση του νωτιαίου μυελού, γίνεται μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου φλεβών που αποστραγγίζουν το φλεβικό αίμα και το μεταφέρουν έξω από τον νωτιαίο σωλήνα. Πιο αναλυτικά, το εσωτερικό φλεβικό πλέγμα βρίσκεται μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα και περιβάλλει τον νωτιαίο μυελό, αποστραγγίζοντας το αίμα από τις νωτιαίες φλέβες. Επίσης, το εξωτερικό φλεβικό πλέγμα βρίσκεται έξω από τον σπονδυλικό σωλήνα και επικοινωνεί με το εσωτερικό φλεβικό πλέγμα, αποστραγγίζοντας αίμα από τους σπονδύλους και τους γύρω μυς.



Εικόνα 8: Αιμάτωση νωτιαίου μυελού. (Spinal cord circulation, <https://radiopaedia.org/articles/spinal-cord-circulation?lang=us>)

Η προστασία του εγκεφαλικού παρεγχύματος πραγματοποιείται διαμέσου του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, ο οποίος αποτελεί έναν από τους αυτορρυθμιστικούς μηχανισμούς του ΚΝΣ. Σχηματίζεται από πολύ στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους επιθηλιακά κύτταρα, τα οποία επενδύουν τα τριχοειδή αγγεία του εγκεφάλου και εμποδίζουν τη διέλευση μεγάλων μορίων. Βασική λειτουργία του είναι η διασφάλιση ενός σταθερού περιβάλλοντος για τη λειτουργία των νευρώνων, αποτρέποντας την είσοδο βακτηρίων, τοξικών ουσιών και άλλων αποβλήτων από το κυκλοφορικό σύστημα στο ΚΝΣ. Τον χαρακτηρίζει και επιλεκτική διαπερατότητα, ενώ επιπλέον απομακρύνει τα μεταβολικά απόβλητα του εγκεφάλου στην κυκλοφορία του αίματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.

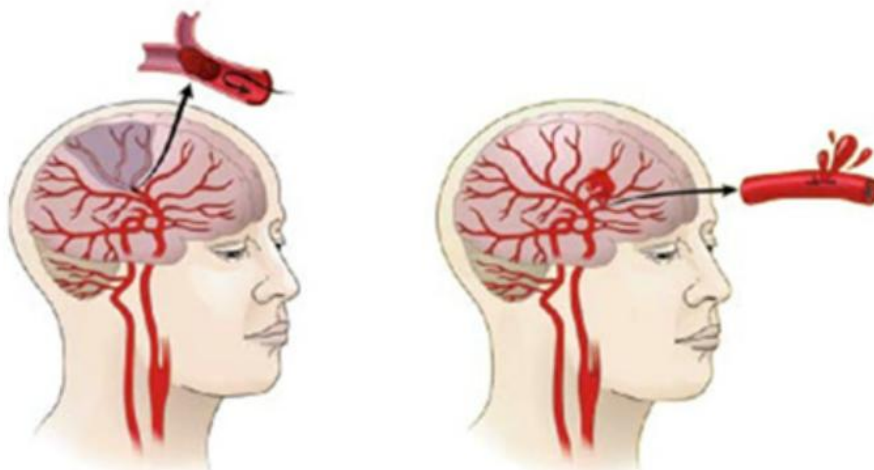
Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο αποτελεί την τρίτη αιτία θανάτου στις Ηνωμένες Πολιτείες. Είναι η πιο συχνή νευρολογική πάθηση των ενηλίκων. Παρατηρήθηκε από την εθνική ένωση ΑΕΕ ότι περίπου 4,8 εκατομμύρια Αμερικανοί ζουν με τις

επιπτώσεις ενός ΑΕΕ(World Health Organization , 2023). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η με την βελτίωση της ιατρικής περίθαλψης και την μείωση των παραγόντων κινδύνου, έχει μειωθεί σημαντικά η θνησιμότητα της πάθησης τα τελευταία 30 χρόνια. Ένα Αγγειακό Εγκεφαλικό επεισόδιο ή «εγκεφαλικό» όπως κοινά αποκαλείται, προκύπτει ως άμεσο αποτέλεσμα της ελαττωμένης αιματικής ροής προς τον εγκέφαλο είτε ως συνέπεια αγγειακής απόφραξης, είτε λόγω αιμορραγίας ακολούθως ρήξης αγγείου, με αποτέλεσμα την οξεία εγκατάσταση νευρολογικών σημείων και συμπτωμάτων. Η εγκατάσταση των σημείων αυτών δίνει στον γιατρό πληροφορίες σχετικά με την αγγειακή προέλευση της πάθησης. (Physiopedia,2023)

Οι πιθανότητες ανάπτυξης ΑΕΕ αυξάνονται με την ηλικία όμως το 60% των ΑΕΕ παρατηρούνται σε ασθενείς κάτω των 70 ετών και το 16% σε ασθενείς κάτω των 50 ετών (World stroke organization 2023). Στην Ευρώπη, οι θάνατοι από ΑΕΕ κάθε χρόνο είναι περίπου 650.000 και αποτελούν τη δεύτερη αιτία θανάτου με ποσοστό 14%. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat κατά τη διάρκεια του 2013, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) καταγράφηκαν 433.000 θάνατοι και το μεγαλύτερο ποσοστό (19,7%) καταγράφηκε στη Βουλγαρία. Στην Ελλάδα, το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 13,4%. Από τα στοιχεία του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD), φαίνεται ότι το 2011 στην Ελλάδα καταγράφηκαν 277 θάνατοι από ΑΕΕ.

2.1 Κατηγορίες και παθοφυσιολογία

Τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια ανάλογα με την υποκείμενη αιτιοπαθογένεια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αιμορραγικά και ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια.



Εικόνα 9: Ισχαιμικό και αιμορραγικό ΑΕΕ. (stroke types: ischemic versus hemorrhagic, <https://strokeshieldfoundation.org/our-research-focus/ischemic-versus-hemorrhagic-stroke-types/>)

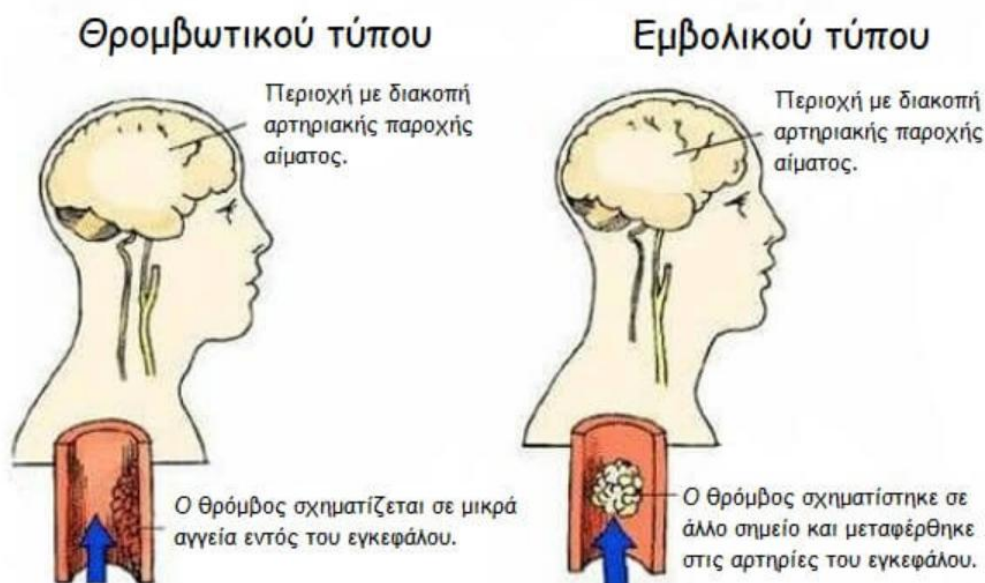
Τα ισχαιμικά επεισόδια αποτελούν το 85% όλων των εγκεφαλικών (hickey 2003). Η ισχαιμία είναι μια κατάσταση υποξίας ή μειωμένης οξυγόνωσης του εγκεφαλικού ιστού

και οφείλεται σε πτωχή αιμάτωση. Τα ισχαιμικά ΑΕΕ μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες, τα θρομβωτικά και τα καρδιοεμβολικά (ή εμβολικά).

Τα θρομβωτικά ΑΕΕ είναι συνήθως αποτέλεσμα αθηροσκλήρωσης. Στην αθηροσκλήρωση το μέγεθος του αρτηριακού αγγείου μειώνεται αφού στα τοιχώματα του εναποτίθεται η αθηρωματική πλάκα. Συνέπεια αυτού είναι να μειώνεται η αιματική ροή διαμέσου του αγγείου, γεγονός που περιορίζει το ποσό του οξυγόνου που φτάνει στους εγκεφαλικούς ιστούς. Εάν το αγγείο αποφραχθεί πλήρως και δεν αντιμετωπιστεί άμεσα, ο ιστός που αρδεύεται από την αρτηρία αυτή υφίσταται νέκρωση. Τα θρομβωτικά ΑΕΕ συμβαίνουν κατά το 70% σε μεγάλα αγγεία και κατά 30% σε μικρά.

Τα καρδιοεμβολικά ΑΕΕ συχνά σχετίζονται με καρδιαγγειακή νόσο και συγκεκριμένα με κολπική μαρμαρυγή, έμφραγμα του μυοκαρδίου ή βαλβιδοπάθειες. Στα εμβολικά ΑΕΕ ένας θρόμβος αίματος αποσπάται από την εσωτερική στιβάδα του αρτηριακού τοιχώματος και μεταφέρεται στον εγκέφαλο. Το έμβολο αυτό μπορεί να ενσφηνωθεί σε ένα αιμοφόρο αγγείο του εγκεφάλου και να προκαλέσει νέκρωση ή υποάρδευση του εγκεφαλικού ιστού. Η περιοχή που περιβάλλει το έμφρακτο λέγεται λυκοφωτική (ischemic penumbra) ή μεταβατική ζώνη. Οι νευρώνες της περιοχής αυτής είναι ευπαθείς σε βλάβη γιατί εκτιμάται ότι βρίσκεται περίπου στο 20%- 50% της φυσιολογικής. (Ryerson 2001).

Ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια.



Εικόνα 10: θρομβωτικού και εμβολικού τύπου ισχαιμικά εγκεφαλικά. (ΑΓΓΕΙΑΚΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ , Κραβαρίτης, <https://www.physiohome.gr/content/blog/%CE%B1%CE%B3%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BA%>)

CE%AC-
%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%B9%CF%83%CF%8C%CE%B4%CE%B9%CE%B1)

Τα αιμορραγικά ΑΕΕ, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που προκαλούνται από ενδοεγκεφαλική και αραχνοειδή αιμορραγία, καθώς και από αρτηριοφλεβικές δυσπλασίες, οφείλονται σε παθολογική αιμορραγία λόγω ρήξης κάποιου εγκεφαλικού αγγείου. Η ρήξη μίας αρτηρίας επί της επιφάνειας του εγκεφάλου προκαλεί την υπαραχνοειδή αιμορραγία (ΥΑ). Η συχνότερη αιτία ΥΑ είναι η ρήξη ανευρύσματος ενώ μόνο το 5% των ΥΑ προκαλούνται από αρτηριοφλεβικές δυσπλασίες. Η υπέρταση είναι η κύρια αιτία αντίστοιχα για την ενδοεγκεφαλική ή ενδοπαρεγχυματική αιμορραγία. Τα αιμορραγικά ΑΕΕ αποτελούν το 15%- 20% των ΑΕΕ συνολικά.

2.2 Παράγοντες κινδύνου

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των ΑΕΕ είναι σημαντικό να δοθεί μεγαλύτερη σημασία στην πρόληψη. Παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι σχετίζονται με την εμφάνιση αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων είναι οι ακόλουθοι:

- Καρδιακή νόσος(υπέρταση, κολπική μαρμαρυγή, συγγενείς καρδιοπάθειες)
- Σακχαρώδης διαβήτης
- Υψηλά επίπεδα χοληστερόλης
- Ιστορικό προηγούμενου ΑΕΕ ή ΠΠΕ
- Το φύλο (οι άνδρες βρίσκονται σε ελαφρά υψηλότερο κίνδυνο)
- Φυλή
- Καθιστική ζωή
- Ηλικία (<55)
- Κατάχρηση ουσιών (αλκοολ, κοκαΐνη, κάπνισμα)
- Παχυσαρκία
- Οικογενειακό ιστορικό ΑΕΕ σε μικρή ηλικία
- Νόσοι του κολλαγόνου
- Φλεγμονές των αρτηριών και των βαλβίδων της καρδιάς

(Kessler 2015, Neurocenter 2023)

2.3: Κλινική εικόνα

Η κλινική εικόνα ενός ασθενή με ΑΕΕ ποικίλει σχετικά με το είδος του εγκεφαλικού, το μέγεθος και την θέση της εστίας και την ταχύτητα αντιμετώπισης. Πιο αναλυτικά:

- **Βλάβη πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί το ανώτερο τμήμα του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού. Παρατηρείται αντίπλευρη αδυναμία και απώλεια αισθητικότητας κυρίως στο κάτω άκρο, ακράτεια, αφασία, διαταραχές της μνήμης και της συμπεριφοράς.
- **Βλάβη μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί την επιφάνεια των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και το βαθύτερο τμήμα του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού. Παρατηρείται αντίπλευρη απώλεια της αισθητικότητας και αδυναμία στο πρόσωπο και στο άνω άκρο, μειωμένη συμμετοχή του κάτω άκρου, ομώνυμη ημιανοψία.
- **Βλάβη οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί τον ινιακό και κροταφικό λοβό, το θάλαμο και το ανώτερο τμήμα του εγκεφαλικού στελέχους. Παρατηρείται αντίπλευρη απώλεια της αισθητικότητας, σύνδρομο θαλαμικού πόνου, ομώνυμη ημιανοψία, οπτική αγνωσία και φλοιική τύφλωση.
- **Βλάβη σπονδυλοβασικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί το εγκεφαλικό στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα. Προσβάλλει τις εγκεφαλικές συζυγίες, αρα έχουμε διπλωπία, δυσφαγία, δυσαρθρία, κώφωση, ίλιγγος. Αταξία διαταραχές της ισορροπίας, κεφαλαλγία και ζάλη.
- **Βλάβη οπίσθιας κάτω εγκεφαλικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί την παρεγκεφαλίδα, τον προμήκη μυελό και το κάτω μέρος του εγκεφαλικού στελέχους. Παρατηρείται δυσκολία στην ισορροπία, ασταθής βάδιση, δυσκολία στην εκτέλεση συντονισμένων κινήσεων, ζάλη, ίλιγγος, έντονη κεφαλαλγία συχνά στο πίσω μέρος της κεφαλής, κινητικά ελλείμματα, πόνος στο πρόσωπο, προβλήματα στην κατάποση, διαταραχές της γεύσης ή της ακοής.
- **Βλάβη άνω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί παρεγκεφαλίδα και το εγκεφαλικό στέλεχος. Παρατηρείται ίλιγγος, ναυτία, έμετοι, δυσαρθρία, δυσμετρία, οπτικοκινητικός νυσταγμός, απώλεια αισθητικότητας αντίθετης πλευράς, πάρεση της αντίθετης πλευράς.
- **Βλάβη πρόσθιας κάτω εγκεφαλικής αρτηρίας:** τροφοδοτεί την παρεγκεφαλίδα, τον προμήκη μυελό. Παρατηρείται ίλιγγος, νυσταγμός, ναυτία, πτώσεις προς την πλευρά της βλάβης, σύστοιχες εμβοές και κώφωση, σύστοιχη απώλεια αισθητικότητας στο πρόσωπο, σύστοιχη πάρεση των μασητικών μυών.
- **Βλάβη στο στέλεχος:** Το στέλεχος του εγκεφάλου είναι το κατώτερο τμήμα του εγκεφάλου που συνδέει τον εγκέφαλο με τον νωτιαίο μυελό διαταραχή αισθητικότητας και κινητικότητας σε όλα τα άκρα, χιαστί σύνδρομη, διαταραχή συζυγούς στροφής βλέμματος, νυσταγμός, αταξία, δυσαρθρία, δυσφαγία, διαταραχές στην αναπνοή,

(Kessler 2015, Deborah 2017, Καραβαρίτης 2022)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ισορροπία

3.1 Ορισμός

Η ισορροπία αποτελεί σημαντική λειτουργική ικανότητα του ανθρώπου που του επιτρέπει να πραγματοποιεί καθημερινές δραστηριότητες. Πρόκειται για τη διαδικασία με την οποία το άτομο στέκεται (στατική ισορροπία) ή κινείται (δυναμική ισορροπία) και ανταποκρίνεται στις ανάγκες του περιβάλλοντος χώρου του. Η φυσιολογική ισορροπία είναι αποτέλεσμα συνεχούς αλληλεπίδρασης μεταξύ αισθησίων, ιδιοδεκτικών και οπτικών μηχανισμών, που με τη σειρά τους υφίστανται ρυθμίσεις σε όλα τα επίπεδα του κεντρικού νευρικού συστήματος. (Harvard Health,2022)

Σχόλιο [1]: Εδώ θέλω να εντάξετε την αντίστοιχη βιβλιογραφία από όπου βρήκατε τον ορισμό.

3.2 Μηχανισμός ισορροπίας

Αρχικά, το αιθουσαίο σύστημα, τοπογραφικά εντοπίζεται στο εσωτερικό του αυτιού και αποτελείται από τον κοχλία, τους 3 ημικύκλιους σωλήνες και την αίθουσα, δηλαδή τα ωτολιθοφόρα όργανα που διακρίνονται σε σφαιρικό και ελλειπτικό κυστίδιο. Με το αιθουσαίο, εντοπίζουμε τις αλλαγές στη θέση της κεφαλής, την κίνηση και την βαρύτητα. Οι ημικύκλιοι σωλήνες ανιχνεύουν περιστροφικές κινήσεις ενώ το σφαιρικό κυστίδιο και το ελλειπτικό κυστίδιο ανιχνεύουν τον προσανατολισμό του κεφαλιού σε σχέση με την κατεύθυνση της βαρύτητας ή άλλων επιταχυντικών δυνάμεων. Το αιθουσαίο στέλνει ερεθίσματα στον εγκέφαλο, σχετικά με την θέση και την κίνηση της κεφαλής, τα οποία είναι χρήσιμα για τον συντονισμό της όρασης και της κίνησης της κεφαλής. Η ιδιοδεκτικότητα επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της ισορροπίας. Οι αισθητηριακοί υποδοχείς για το ιδιοδεκτικό σύστημα βρίσκονται στους μύες, στους τένοντες και στις αρθρώσεις. Το σύστημα αυτό αντλεί πληροφορίες από τα παραπάνω αισθητήρια όργανα σχετικά με την θέση και την κίνηση του σώματός μας στον χώρο και τις μεταβιβάζει στον εγκέφαλο, δίνοντας του την ικανότητα να αντιληφθεί την θέση των μελών στον χώρο αλλά και την μεταξύ τους σχέση. Με αυτόν τον τρόπο επιτελεί προσαρμογές προκειμένου να διατηρήσει την στάση και την ισορροπία. Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας για την ισορροπία είναι το οπτικό σύστημα. Οι πληροφορίες που αντλούνται από το οπτικό σύστημα αφορούν τη θέση του σώματος σε σχέση με άλλα αντικείμενα, το βάθος τους, την ταχύτητα και την κίνηση, και γενικά το περιβάλλον. Οι παραπάνω πληροφορίες αποστέλλονται στον εγκέφαλο όπου εμπλουτίζονται με δεδομένα από το αιθουσαίο σύστημα και την ιδιοδεκτικότητα για την διατήρηση της ισορροπίας. Έπειτα, η παρεγκεφαλίδα έχει σημαντική επίδραση όσον αφορά την ισορροπία και εντοπίζεται στην βάση του εγκεφάλου πίσω από το στέλεχος. Είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό και την ακριβή ρύθμιση των κινήσεων και την ισορροπία. Η παρεγκεφαλίδα δέχεται πληροφορίες από το αιθουσαίο σύστημα, την ιδιοδεκτικότητα και το οπτικό σύστημα. Από την επεξεργασία αυτών των ερεθισμάτων προκύπτει συντονισμός μυϊκής ενεργοποίησης, εξασφαλίζοντας την στάση και την ισορροπία. Σε περίπτωση που η παρεγκεφαλίδα εντοπίσει έλλειψη ισορροπίας στέλνει διορθωτικά ερεθίσματα στους μυς για την αποκατάσταση της ισορροπίας. Στη συνέχεια, το εγκεφαλικό στέλεχος, το οποίο συνδέει τον εγκέφαλο με τον νωτιαίο μυελό, επεξεργάζεται και αναμεταδίδει τις πληροφορίες σχετικά με την ισορροπία μεταξύ του εγκεφάλου και του σώματος. Το εγκεφαλικό στέλεχος, λειτουργεί ως πομπός, επεξεργάζεται τις πληροφορίες από το αιθουσαίο σύστημα και τις στέλνει σε άλλες περιοχές του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού ενώ βοηθάει και στη ρύθμιση των αντανακλαστικών που διατηρούν τη στάση και την ισορροπία. Ακόμη, ο εγκεφαλικός φλοιός, σχετίζεται με την επεξεργασία της ισορροπίας σε ανώτερα επίπεδα, όπως είναι η προγραμματισμένη κίνηση και ο συνειδητός έλεγχος της κίνησης, ενώ παράλληλα ενσωματώνει τις αισθητηριακές πληροφορίες με τις γνωστικές λειτουργίες, επιτρέποντας τον εκούσιο έλεγχο της ισορροπίας και της στάσης του σώματος. Επιπλέον, συντελεί στον προγραμματισμό και την εκτέλεση κινήσεων που

απαιτούν ισορροπία, όπως το περπάτημα ή η ορθοστασία στο ένα πόδι. Τέλος, τα αντανακλαστικά, τα οποία εκλύονται από τον νωτιαίο μυελό και το εγκεφαλικό στέλεχος, χρησιμεύουν για την αυτόματη ρύθμιση και διατήρηση της ισορροπίας. Αναλυτικότερα, προσαρμόζουν αυτόματα την μυϊκή δραστηριότητα ως απάντηση σε ξαφνικές αλλαγές στη θέση του σώματος ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο των πτώσεων και διατηρώντας την ισορροπία. Ο εγκέφαλος ενσωματώνει συνεχώς πληροφορίες από το αιθουσαίο, το ιδιοδεκτικό και το οπτικό σύστημα για να διατηρήσει την ισορροπία. Εάν ένα σύστημα είναι εξασθενημένο, ο εγκέφαλος μπορεί συχνά να αντισταθμίσει βασιζόμενος περισσότερο στα άλλα συστήματα. Για παράδειγμα, τα άτομα με μειωμένη αιθουσαία λειτουργία μπορεί να βασίζονται περισσότερο στην όραση για να διατηρήσουν την ισορροπία.

3.3 Κλίμακες αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της ισορροπίας γίνεται άμεσα με κλίμακες σχεδιασμένες για την αξιολόγηση της ισορροπίας αλλά και έμμεσα με κλίμακες που αξιολογούν την βάρδιση. Αναλυτικότερα:

- **Korean modified Barthel index:** είναι μια διαδεδομένη κλίμακα αξιολόγησης για την λειτουργική ανεξαρτησία των ατόμων με αναπηρία στην νοτιά Κορέα. Η K-MBI με στόχο την αξιολόγηση της ανεξαρτησίας του ασθενή. Αξιολογεί 10 καθημερινές δραστηριότητες. (ADLs). Κάθε λειτουργία βαθμολογείται σε μια κλίμακα 5 μονάδων. Εάν ο ασθενής συγκεντρώσει 5 μονάδες σημαίνει ότι είναι πλήρως ανεξάρτητος ενώ εάν συγκεντρώσει μια μονάδα είναι απαραίτητη η βοήθεια κάποιου. Χρησιμοποιείται από διάφορους επαγγελματίες υγείας συμπεριλαμβανομένων των φυσικοθεραπευτών.
- **Balance Evaluation Systems Test (BEST):** είναι ένα κλασσικό εργαλείο αξιολόγησης και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισορροπίας. Συμπεριλαμβάνει 14 μικρό δοκιμασίες για την συνολική αξιολόγηση της ισορροπίας, δηλαδή τη στατική ισορροπία, την δυναμική ισορροπία και την αντιδραστική ισορροπία. Η δοκιμασία βαθμολογείται σε κλίμακα 10 βαθμών, με το 10 να είναι η υψηλότερη βαθμολογία. Η υψηλότερη βαθμολογία υποδηλώνει καλή ισορροπία. Η συνολική βαθμολογία υπολογίζεται με τον μέσο όρο των βαθμολογιών και για τις 14 εργασίες.
- **Tinetti:** είναι ένα δημοφιλές εργαλείο αξιολόγησης για την ισορροπία ενός ατόμου και για τον κίνδυνο πτώσης. Αποτελείται από 11 στοιχεία που αξιολογούν τόσο τη στατική όσο και τη δυναμική ισορροπία. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 0-3, με το 0 να υποδηλώνει μέγιστη εξάρτηση και το 3 μέγιστη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 28. Μια χαμηλότερη βαθμολογία στη δοκιμασία ισορροπίας Tinetti υποδηλώνει υψηλότερο κίνδυνο πτώσης. Οι βαθμολογίες κάτω από 18 είναι συχνά ενδεικτικές υψηλού κινδύνου πτώσης.
- **Berg Balance Scale (BBS):** είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο αξιολόγησης για τη μέτρηση της ισορροπίας ενός ατόμου και του κινδύνου πτώσεων.

Αποτελείται από 14 στοιχεία που αξιολογούν διάφορες πτυχές της ισορροπίας. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 0-4, με το 0 να υποδηλώνει μέγιστη εξάρτηση και το 4 μέγιστη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 56. Η χαμηλότερη βαθμολογία στο BBS υποδηλώνει υψηλότερο κίνδυνο πτώσεων. Οι βαθμολογίες κάτω από 45 θεωρούνται συχνά ενδεικτικές υψηλού κινδύνου πτώσεων.

- **Dynamic Gait Index (DGI):** είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία για τη μέτρηση της σταθερότητας βάρδισης και του κινδύνου πτώσης ενός ατόμου. Αποτελείται από οκτώ στοιχεία που αξιολογούν διάφορες πτυχές της βάρδισης και κατ'επέκταση της ισορροπίας. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 0-3, με το 0 να υποδηλώνει μέγιστη εξάρτηση και το 3 μέγιστη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 24.
- **10 Meters Walking Test (10mwt):** χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ταχύτητας και της αντοχής ενός ατόμου στη βάρδιση. Χρησιμοποιείται συχνά σε κλινικές, από διάφορους επαγγελματίες υγείας, για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας, την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων. Η μεγαλύτερη ταχύτητα βάρδισης στο 10MWT υποδηλώνει καλύτερη λειτουργική ικανότητα και αντοχή. Η δοκιμασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των αλλαγών στην ικανότητα βάρδισης με την πάροδο του χρόνου και για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας παρεμβάσεων όπως η φυσικοθεραπεία ή η φαρμακευτική αγωγή.
- **6 Minutes Walking Test (6MWT):** είναι ένα ακόμα απλό και αποτελεσματικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αντοχής ενός ατόμου στη βάρδιση. Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας, την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων. Η μεγαλύτερη απόσταση που καλύπτεται στο 6MWT υποδηλώνει καλύτερη αντοχή στο περπάτημα.
- **Functional Ambulatory Category (FAC):** είναι ένα σύστημα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται για τη αξιολόγηση της ικανότητας βάρδισης ενός ατόμου. Πρόκειται για μια κλίμακα έξι σημείων που κυμαίνεται από το επίπεδο 0, που υποδηλώνει καθόλου βάρδιση, έως το επίπεδο 5, που υποδηλώνει ανεξάρτητη βάρδιση για απεριόριστη απόσταση.
- **Functional Independence Measure (FIM):** είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο αξιολόγησης για τη μέτρηση της λειτουργικής ανεξαρτησίας ενός ασθενή στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής (ADL). Χρησιμοποιείται συνήθως σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης για την αξιολόγηση της προόδου ενός ασθενούς κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης ή για την εκτίμηση των αναγκών του όσον αφορά την φροντίδα. Η FIM αποτελείται από 18 στοιχεία που αξιολογούν δραστηριότητες της καθημερινότητας. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 7 βαθμών, με το 1 να υποδηλώνει πλήρη εξάρτηση και το 7 πλήρη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 18 έως 108, με τις υψηλότερες βαθμολογίες να υποδηλώνουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία.

- **Fugl-Meyer Assessment (FMA)**: είναι ένα ολοκληρωμένο εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία για την αξιολόγηση των λειτουργικών κινητικών προτύπων ενός ατόμου και τον εντοπισμό πιθανών βλαβών. Αποτελείται από επτά θεμελιώδη κινητικά πρότυπα που είναι απαραίτητα για τις καθημερινές δραστηριότητες. Το FMA βαθμολογείται σε κλίμακα 3 σημείων, η κίνηση εκτελείται με πλήρες εύρος κίνησης, έλεγχο και σταθερότητα, η κίνηση εκτελείται με περιορισμούς στο εύρος κίνησης, τον έλεγχο ή τη σταθερότητα και τέλος, η κίνηση δεν μπορεί να εκτελεστεί.
- **Modified Barthel Index (MBI)**: είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο αξιολόγησης για τη μέτρηση της λειτουργικής ανεξαρτησίας ενός ατόμου στην εκτέλεση των καθημερινών δραστηριοτήτων (ADLs). Χρησιμοποιείται συνήθως σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης για την αξιολόγηση της προόδου ενός ασθενούς κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης ή για την εκτίμηση του επιπέδου των αναγκών του σε φροντίδα. Αξιολογεί 10 στοιχεία, κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 5 σημείων, με το 1 να υποδηλώνει πλήρη εξάρτηση και το 5 πλήρη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 50, με υψηλότερες βαθμολογίες να υποδηλώνουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία.
- **Modified Rivermead Mobility Index (MRMI)**: είναι ένα τυποποιημένο εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κινητικότητας και της ανεξαρτησίας ενός ατόμου στην εκτέλεση των καθημερινών δραστηριοτήτων (ADLs). Χρησιμοποιείται συνήθως σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης, ιδίως στην αποκατάσταση και τη γηριατρική φροντίδα, για την αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης και της προόδου ενός ατόμου. Το MRMI αποτελείται από 15 στοιχεία που αξιολογούν διάφορες πτυχές της κινητικότητας. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 5 σημείων, με το 0 να υποδηλώνει πλήρη εξάρτηση και το 4 πλήρη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 60, με υψηλότερες βαθμολογίες να υποδηλώνουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία..
- **Functional Walking Scale (FWS)**: είναι μια κλίμακα αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία για τη μέτρηση της ικανότητας βάδισης ενός ατόμου. Αποτελείται από 10 στοιχεία που αξιολογούν διάφορες πτυχές της βάδισης. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται με κλίμακα 5 σημείων, με το 0 να υποδηλώνει πλήρη εξάρτηση και το 4 πλήρη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 40, με υψηλότερες βαθμολογίες να υποδηλώνουν μεγαλύτερη ικανότητα βάδισης.
- **Standing Postural Balance Performance (SPBP)**: είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία για τη μέτρηση της στατικής ισορροπίας ενός ατόμου και του κινδύνου πτώσεων. Αποτελείται από 10 στοιχεία που αξιολογούν διάφορες πτυχές της όρθιας ισορροπίας. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται σε κλίμακα 0-3, με το 0 να υποδηλώνει μέγιστη εξάρτηση και το 3 μέγιστη ανεξαρτησία. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 30, με υψηλότερες βαθμολογίες να υποδηλώνουν καλύτερη ισορροπία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ρομποτική αποκατάσταση

4.1 Εισαγωγή

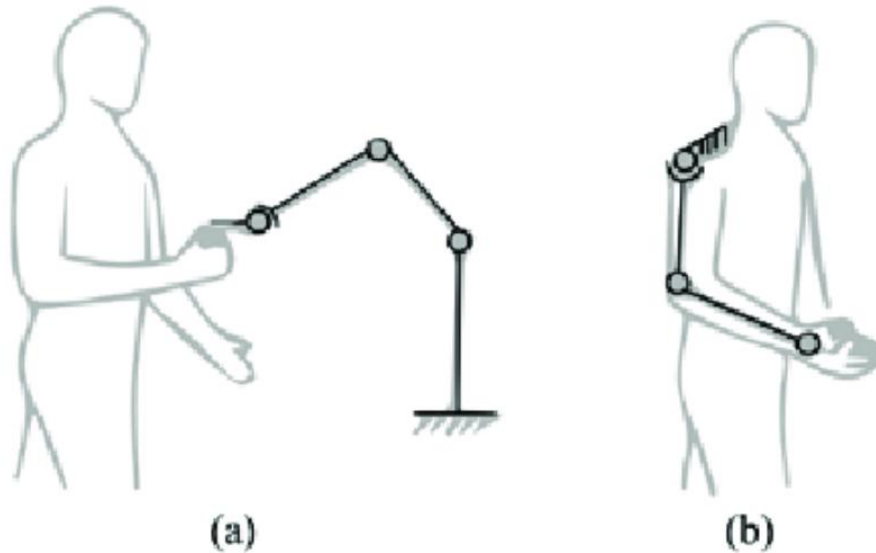
Τα ελλείμματα που προκύπτουν μετά από μια νευρολογική βλάβη έχουν σημαντικό αντίκτυπο τόσο στον ίδιο τον ασθενή και το ευρύτερο περιβάλλον του όσο και στο ευρύτερο κοινωνικο-οικονομικό σύστημα, καθώς αυξάνουν σημαντικά τα έξοδα στο σύστημα υγείας. Κύριες πηγές των εξόδων αυτών αποτελούν τα κόστη νοσηλείας στις υγειονομικές δομές και σε δεύτερο χρόνο στα κέντρα αποκατάστασης. Βασική αρχή της αποκατάστασης είναι η αποφυγή προβλημάτων υγείας τα οποία προκύπτουν από την ακινησία όπως για παράδειγμα η παχυσαρκία, η μειωμένη αυτονομία του ασθενή και η ανικανότητα αυτοεξυπηρέτησης. Πιο συγκεκριμένα, μια κινητική δυσλειτουργία περιορίζει την κινητικότητα και την λειτουργικότητα οδηγώντας σε αναπηρία. Ενώ η κινητική δυσλειτουργία μετά από ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι από τα βασικότερα αίτια που οδηγούν στην αποκατάσταση, δυσλειτουργίες λόγω πολλαπλής σκλήρυνσης, κακώσεων νωτιαίου μυελού, εγκεφαλικής παράλυσης ή νόσου του Parkinson απαιτούν παρόμοιες παρεμβάσεις για την βελτίωση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας. Όλα τα παραπάνω αυξάνουν την ανάγκη εξέλιξης των μεθόδων αποκατάστασης στη φυσικοθεραπεία. Μία από τις νέες μεθόδους είναι η ρομποτική αποκατάσταση.

4.2 Ορισμός

Η Ρομποτική αποκατάσταση είναι η αποκατάσταση ασθενών με τη χρήση ρομποτικών συσκευών, για την βελτίωση της κινητικής και αισθητικής λειτουργίας και κατ'επέκταση της λειτουργικότητάς τους. Ο τομέας της ρομποτικής αποκατάστασης ξεκίνησε το 1989 με σκοπό την παροχή υποστήριξης στην θεραπεία του άνω άκρου. Αποτελεί ένα κλάδο, ο οποίος έχει αναπτυχθεί ραγδαία από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, αφού παρατηρείται ότι η ρομποτική αποκατάσταση επιτρέπει στους κλινικούς φυσικοθεραπευτές να αυξήσουν τη διάρκεια, την ένταση, την ακρίβεια όπως και την ποιότητα της κάθε θεραπείας. Επιπλέον, σε σύγκρισή με την κλασική φυσικοθεραπεία, καμία από τις παραπάνω παραμέτρους δεν επιβαρύνουν σωματικά τον θεραπευτή, ενώ μειώνουν και τον κίνδυνο πτώσης του ασθενή. Σημαντικό είναι ότι οι ρομποτικές συσκευές έχουν το πλεονέκτημα καταγραφής των παραμέτρων της θεραπείας του ασθενή βοηθώντας έτσι και στην παρατήρηση της προόδου του.

4.3 Κατηγορίες ρομποτικών συσκευών

Οι ρομποτικές συσκευές, χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες: τους εξωσκελετούς και τις συσκευές end-effector. Η χαρακτηριστική διαφορά των δύο συστημάτων είναι ο στόχος της χρήσης του καθενός στην αποκατάσταση. Αναλυτικότερα, οι συσκευές end-effector χρησιμοποιούνται συνήθως σε συγκεκριμένα σημεία των άκρων όπως η άκρη χείρα ή ο άκρος πόδας και επιτρέπουν συγκεκριμένες κινήσεις με στόχο την απόκτηση λειτουργικών δεξιοτήτων ή τη λειτουργία των αρθρώσεων. Είναι κατάλληλο για στοχευμένες και επαναλαμβανόμενες ασκήσεις. Επιπλέον, οι συγκεκριμένες συσκευές διαθέτουν αισθητήρες οι οποίοι παρέχουν στον θεραπευτή πληροφορίες για την κίνηση του ασθενή, για παράδειγμα το ποσοστό ενεργοποίησης των μυών κατά την κίνηση, ενώ μπορεί να παρέχει και υποστήριξη στον ασθενή μεταβάλλοντας το επίπεδο δυσκολίας ανάλογα με την πρόοδο του ασθενή.



Εικόνα 11: σχημα end effector (a) και εξωσκελετικής ρομποτικής συσκευής (b). (Open-closed Iterative Learning Control Algorithm for Exoskeleton Rehabilitation Purposes, 2019)https://www.researchgate.net/publication/336009634_Open-closed_Iterative_Learning_Control_Algorithm_for_Exoskeleton_Rehabilitation_Purposes

Από την άλλη τα ρομποτικά συστήματα των εξωσκελετών είναι συσκευές τις οποίες ο ασθενής φοράει και βοηθάνε σε κινήσεις ολόκληρων των άκρων ή του σώματος, υποστηρίζοντας την προσπάθεια του ασθενή να επανακτήσει φυσιολογικά πρότυπα κίνησης, με σκοπό την αύξηση της κινητικής λειτουργία και κατ'επέκταση την λειτουργική ανεξαρτησία.

Ανεξάρτητα με το είδος της ρομποτικής συσκευής, απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή αποτελεί η δυνατότητα πραγματοποίησης παθητικής κίνησης, υποβοηθούμενης ή ενεργητικής ενάντια στην βαρύτητα ή ακόμα και με επιπλέον βάρος. Φαίνεται ότι η εξάλειψη της βαρύτητας και η μερική υποστήριξη κατά την βάρδιση ή κατά την εκμάθηση εξειδικευμένων κινήσεων μειώνουν την εμφάνιση συνεργειών κυρίως στα άνω άκρα και βελτιώνουν την λειτουργικότητα και το εύρος τροχιάς. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί η θετική επίδραση που έχει η χρήση μιας ρομποτικής συσκευής υποβοήθησης της ορθοστάτησης ή της βάρδισης, στην ψυχολογία του ασθενή καθώς ξεκινάει να επανακτήσει ένα μέρος της αυτονομίας του, με αποτελέσματα την αποτελεσματικότερη κοινωνικοποίησή του.

Πέρα από τις δύο βασικές κατηγορίες που αναφέρθηκαν στον όρο ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση συμπεριλαμβάνονται και άλλες συσκευές. Κάποιες από αυτές είναι, τα ρομποτικά ανακλινόμενα κρεβάτια τα οποία πέραν των προνομίων της θεραπείας σε ανακλινόμενο κρεβάτι παρέχουν επιπλέον την δυνατότητα παθητικής κίνησης των κάτω άκρων από την ίδια την συσκευή, προσομοιάζοντας είτε την βάρδιση ή εκτελώντας ασκήσεις με στόχο την αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων. Ακόμη, συμπεριλαμβάνονται και οι πλατφόρμες

ισορροπίας, οι οποίες δίνουν πληροφορίες για το ποσοστό στήριξης του ασθενή σε κάθε άκρο κατά την ορθοστάτηση. Με αυτόν τον τρόπο προσομοιάζονται δυναμικές καταστάσεις ισορροπίας αυξανόμενης δυσκολίας που παρουσιάζονται στην καθημερινή ζωή. Ευρέως διαδεδομένες είναι και οι συσκευές Virtual Reality, οι οποίες δημιουργούν ένα εικονικό περιβάλλον στο οποίο ο ασθενής εκπαιδεύεται στην βάρδιση ή σε άλλες κινήσεις μέσω της πραγματοποίησης κάποιας δραστηριότητας μέσω του VR. Τέλος αναφέρονται οι οι καρέκλες ρομποτικής θεραπείας οι οποίες βοηθούν στην εναλλαγή από καθιστή σε όρθια θέση καθώς και στην ενδυνάμωση του κορμού.

(Roberto Colombo 2018, Jeffrey Laut et al, 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μεθοδολογία

5.1 Μεθοδολογία

Για την μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus και Pedro. Η αναζήτηση στην βάση δεδομένων PubMed με τις λέξεις κλειδιά “stroke patients” AND “rehabilitation” AND “robot assisted”. Τα αποτελέσματα ήταν 569 με τον χρονικό περιορισμό 2014- 2024 μειώθηκαν στα 456. Στην Scopus έγινε η εξής αναζήτηση: “gait training” AND “stroke patients” AND “robot assisted” και τα αποτελέσματα ήταν 263, μετά από τον χρονικό περιορισμό 2014-2024 οι μελέτες μειώθηκαν στις 211. Τέλος αναζητήσαμε στην βάση δεδομένων Pedro το παρακάτω "stroke rehabilitation gait training robotic". Βρήκαμε 46 αποτελέσματα, εκ των οποίων επιλέξαμε τα 24 με χρονικό περιορισμό 2007- 2024.

Κριτηρια επιλεξιμότητας

Τα κριτήρια επιλεξιμότητας πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το μοντέλο PICOS (Patient, Intervention, Comparison, Outcome and Study design and type).

1. **Πληθυσμός (Patient):** Ασθενείς μετά από ΑΕΕ οπίσθιας κυκλοφορίας, με εμφάνιση διαταραχών ισορροπίας, άνω των 18 ετών και ανεξαρτήτως φύλου.
2. **Παρεμβάσεις (Interventions):** Τεχνικές και βοηθήματα ρομποτικής αποκατάστασης.
3. **Comparison:** Μία ομάδα ελέγχου όπου έλαβαν το συμβατικό πρωτόκολλο φυσικοθεραπείας, το οποίο περιλαμβάνει ασκήσεις αύξησης εύρους τροχιάς κίνησης συνδυαστικά με διατάσεις και νευρομυϊκές τεχνικές αποκατάστασης.
4. **Εκβάσεις (Outcomes):** Επίδραση στην επανεκπαίδευση διαταραχών ισορροπίας.
5. **Σχεδιασμός μελέτης (study design):** Τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές μελέτες γραμμένες στην αγγλική γλώσσα.

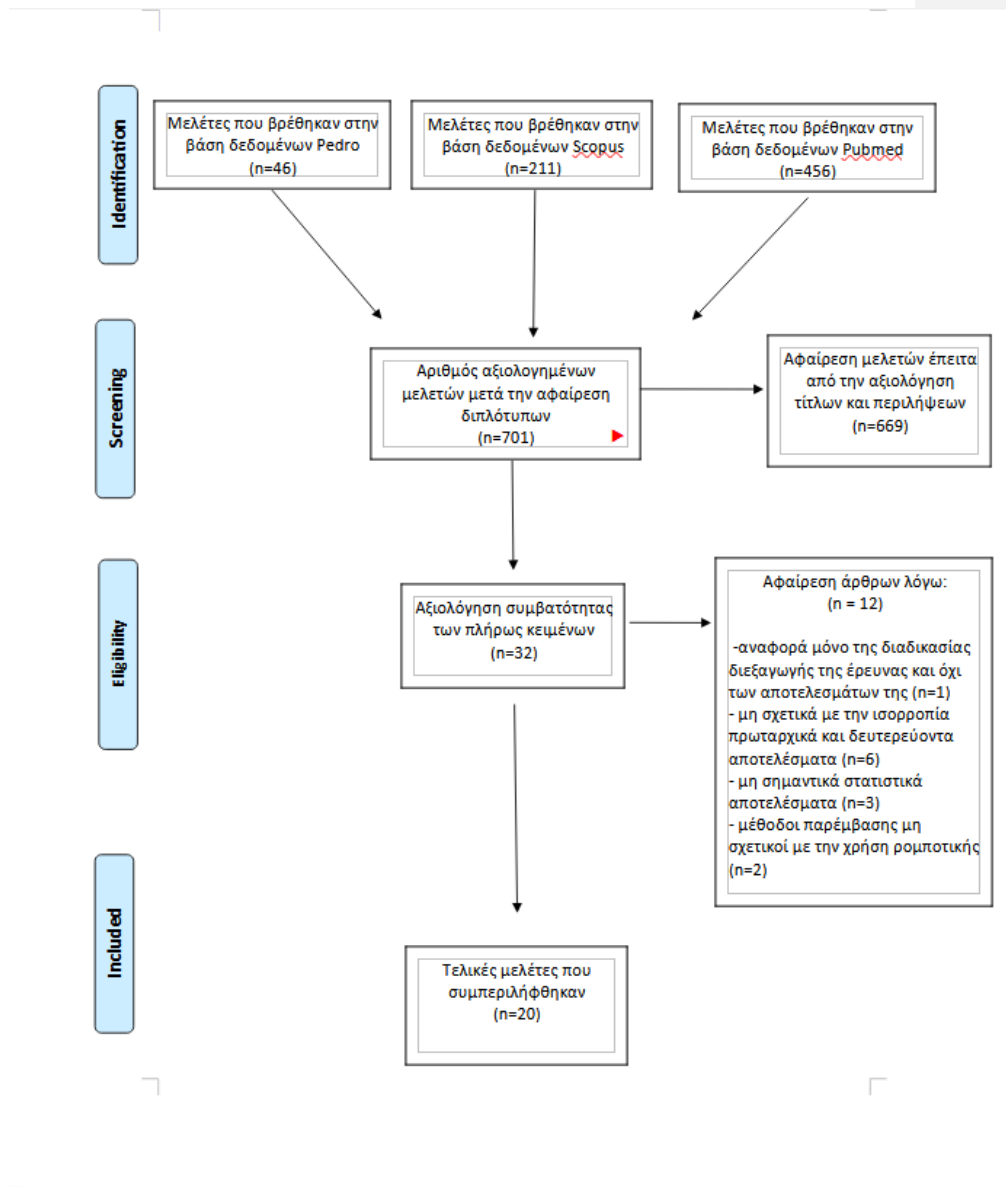
5.2 Αποτελέσματα

Από την αναζήτηση της βιβλιογραφίας εντοπίστηκαν συνολικά 713 άρθρα, σε 3 βάσεις δεδομένων, Pubmed, Pedro και Scopus. Ύστερα από την αφαίρεση των διπλότυπων μελετών (n=12), καταλήξαμε με 701 άρθρα, τα οποία αξιολογήθηκαν με βάση τους τίτλους και τις περιλήψεις τους με αποτέλεσμα να απομείνουν 32 μελέτες. Ακολούθησε έπειτα αξιολόγηση της συμβατότητας των πλήρη κειμένων των μελετών, κατά την οποία, αποκλείστηκαν δημοσιευμένα πρωτόκολλα κλινικών μελετών (n=1), μελέτες όπου δεν χρησιμοποιήθηκαν κλίμακες αξιολόγησης της ισορροπίας (n=9),

Σχόλιο [2]: Πρέπει να βάλετε ποιες είναι οι βάσεις δεδομένων.

καθώς επίσης και μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την επανεκπαίδευση της ισορροπίας τεχνικές μη σχετιζόμενες με την ρομποτική αποκατάσταση (n=2).

Διάγραμμα ροής PRISMA



From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Αποτελέσματα

6.1 Περιγραφικός Πίνακας:

Η επίδραση της ρομποτικής αποκατάστασης στην ισορροπία σε ασθενείς με ΑΕΕ.

ΜΕΛΕΤΗ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	N	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Junekyung Lee et al,2023	Rcpt	49	RAGT+CP/CP	FAC,10MWT ,BBS , FMA-LE ,MBI, MI ,RMI	FAC ↑ ρ=0.005 MI ↑ ρ<0.1 FMA-LE↑ ρ<0.1 RMI↑ ρ<0.1 10MWT(m/s)↑ ρ<0.1 BBS↑ ρ<0.1 MBI ↑ ρ<0.1	To end-effector robot κάτω άκρου+συμβ.φυσ/πεία βελτιώνουν την βάδιση
Daichi Miyagawa et al,2023	Rpgt	40	RAGT/CP	10mWT , 6MWD, TuG , BBS + gait parameters	10mWT (%) ↑ ρ=0.099 6MWD (%)↑ ρ=0.677 BBS (score)↑ ρ=0.087 TuG (s)↓ ρ=0.854 Stride duration (s) ↓ ρ=0.006 Gait speed (m/s)↑ ρ=0.055 Cadence (steps/min)↑ ρ=0.012	To CURARA βελτιώνει την ταχύτητα κατα την βάδιση/χρειάζονται αλλαγές για να χρησιμοποιείται ευρέως
Hyun-Joon Yoo et al.,2023	Rcpt	17	overground RAGT+CP/CGT	FAC , 10MWT , BBS , TUG , FMA-LE,FVC, FEV1 K-MBI , EQ-5D	FAC↑ ρ=0.017 FMA-LE↑ ρ=0.154 BBS↑ ρ=0.021 TUG (s)↓	Η χρήση overground RAGT σε ασθενής μετά από υποξύ αεε βελτιώνει την

					<p>ρ=0.018 10 MWT (m/s)† ρ=0.018 K-MBIT ρ=0.011 EQ-5D† ρ=0.012 FVC† ρ=0.575 FEV1† ρ=0.833</p>	<p>ικανότητα ανεξάρτητης βάδισης και την ποιότητα ζωής</p>
Seigo Inoue et al, 2022	Rct	60	RAGT+CP/IBT+CP/CP	<p>mini-BEST-est, SIAS, FIM, FAC, TUG, FES-I</p>	<p>2 weeks follow-up/ 4 weeks follow-up : mini-BEST-est† ρ=0.003/5.4 SIAS† ρ=0.634/0.8 ρ=0.912 FAC† ρ=0.629/0.7 ρ=0.123 TUG† ρ=0.023/-4.5 ρ=0.171 FES-I=-0.9† ρ=0.636/-3.8 ρ=0.89 FIM† ρ=0.104/14.5 ρ=0.174</p>	<p>Η θεραπεία με τη χρήση BEAR σε συνδυασμό με συμβ. φυσ/πεία βελτιώνει την ισορροπία</p>
Gullin Meng et al, 2022	Rct	187	RAGT (walkbot)// ELLT// CP	<p>FAC, 6MWT, TUG, DWT, Tinneti, BI, SS-QOL, gait</p>	<p>6MWT† ρ=0.04 FAC† ρ=0.04 TUG† ρ=0.09</p>	<p>RAGT μετά από οξύ ΑΕΕ βελτιώνει ισορροπία, λειτουργ</p>

				parameters	DTW↓ p=0.03 TINNETIT↑ p=0.25 SS-QOL↓ p=0.01 gait velocity↑ p=0.01 cycle duration↓ p=0.04 SPSR↓ p=0.02	κότητα, ποιότητα ζωής, αντοχή κατα την βάδιση και όλες τις παραμέτρ ους της βάδισης
Amy Wright et al, 2021	Rct	34	CP+OVER GROUND RAGT// CP+PHYSI CAL ACTIVITY	6MWT, BBS, FAC, TUGs, DGI	10 weeks/ 22 weeks BBS↑ p=0.00/45 .6±9.1, FAC↑ p=0.01 /3.8±0.9, DGI↑ p=0.003 /14.0±3.6 , 6MWT↑ p=0.000/ 161±91	Overgrou nd RAGT+ CPT βελτιώνω ν λειτουργι κότητα σε χρόνιους ασθενείς από ΑΕΕ+τα αποτελέσ ματα διατηρού νται τουλάχιστ ον για 12 εβδομάδε ς
Cheon Ji Kang et al, 2021	Rct	30	SUBAR// CP.	10MWT, FAC, TUG, BBS, MAS, MI, RMI, Gait analysis.	10MWT (SSV) (m/s)↓ p=0.609 10MWT (FV) (m/s)↓ p=0.256 FAC POST=PRE p>0.99 TUG(s)↓ .p=0.532 BBS↑ p=0.599	SUBAR φάνηκε να είναι αποτελεσ ματική και ασφαλής για χρόνιους ασθενείς ΑΕΕ

					MAS↓ p=.019 MI↓ p=0.859 RMI↑ p=0.317 Gait analysis Step Length (cm)↑ p=0.016 Stride length (cm)↑ p=0.088 Single support (%)↓ p=0.900 Double support (%)↓ p=0.363 Cadence (step/min)↑ p=0.363 Speed (m/s) ↑ p=0.396	
Dong-Xia Li et al , 2021	Rcs	36	BAGT/CP	6MWT,F MA- LE,MAS,F AC,G.A.	6MWT↑ p=0.022 FAC↑ p=0.313 FMA-LE↑ p=0.044 MAS-HIP↓ p=0.628 MAS- KNEE↑ p=0.823 MAS- ANKLE↑ p=0.216 GAIT SPEED(m/ s)↑ p=0.049	Το BEAR- H1 βελτιώνει κίνηση- βάρδιση + είναι πιο αποτελεσ ματικό στην βελτίωση της αντοχής κατά τη βάρδιση

					<p>CADENCE(step/min) ↑ p=0.02</p> <p>STEP LENGTH(m)↑ p=0.018</p> <p>STRIDE LENGTH(m)↑ p=0.058</p> <p>CYCLE DURATION(s)↓ p=0.03</p> <p>SWING TIME AS/US↓ p=0.265</p>	
Anna Rojek et al, 2020	Rct	44	EKSO GT exoskeleton// CP	<p>Balance With Eyes Open, Balance With Closed Eyes, Load Distribution With Open Eyes, Load Distribution With closed Eyes, BI, RMI</p>	<p>RMI ↑ p=0.0003</p> <p>BI ↑ p=0.00001</p> <p>BALANCE WITH EYES OPEN DEVIATION X/Y(mm)↓ p=0.04/ p=0.04</p>	EKSO GT + OP βελτιώνουν λειτουργική κίνηση + άδισση + συνιστάται η χρήση του σε ασθενείς μετά από ισχιαμικό ΑΕΕ
JaYoung Kim et al, 2019	Rct	58	MORNING WALK+CP /CP	FAC, MI-L, 10MWT, MBI, RMI, BBS	<p>FAC ↑ p=0.342</p> <p>MI-L ↑ p=0.034</p> <p>10MWT(m/s) ↑ p=0.391</p>	Θεραπεία με Morning Walk + συμβ. φυσ/πεία βελτιώνει την

					MBI↑ p=0.861 RMI↑ p=0.146 BBS↑ p=0.047	ισορροπία του πάσχοντος μέλους
Yeon-Gyo Nam et al, 2018	Rct	40	electromechanical RAGT/CP	6MWT, 10MWT, BBS, FAC, MBI, MI, RMI	FAC↑ p=0.032 RMI↑ p=0.287 10MWT(m/s)↑ p=0.902 6MWT(m)↑ p=0.259 MI↑ p=0.333 BBS↑ p=0.081 MBI↑ p=0.907	Το Exowalk είναι το ίδιο αποτελεσματικό με την επανεκπαίδευση βάδισης με φυσ/τη, προτιμότερη στη στήριξη του ασθενή χωρίς βοήθεια
Giovanni Morone et al, 2016	Rct	44	IWG/ CG	6MWT, 10MWT, TINETI'S SCALE, MAS, BI	10MWT↑ p=0.506 6MWT↑ p=0.008 TINETI'S↑ p=0.0333	παρέμβαση με iWalker ↑σταθερότητα/ισορροπία ↓πτώσεις
Taveggia et al, 2016	Rct	32	BOBATH+CGT/LOKOMAT+BOBATH	10MWT, 6MWT, TINETTI SCALE, FIM, SF-36	6MWT(mi)↑ 10MWT↑ p<0.05 TINETTI SCALE↑ p<0.05 FIM↑ p<0,05 SF-36↑	RAGT ME LOKOMAT + BOBATH βελτιώνουν όλες τις παραμέτρους της βάδισης +κυρίως την λειτουργικότητα
Yen-Nung Lin et al, 2022	Rct	40	RAGT/ CP	AROM, MMT, FMA-LE, FMA-total, PASS,	MMT↑ p=0.645 AROM↑ p=0.873 FMA-LE↑ p=0.014	RAGT+ CONV PHYSIO βελτιώνουν λειτουργι

				BBS, POMA, TUG, and 3-m and 6-m walking speed tests	FMA-TOTAL↑ p=0.002 POMA balance↑ p=0.562 PASS↑ p=0.548 BBS↑ p=0.394 3m↑ p=0.88 10m↑ p=0.72 TUG(s)↑ p=0.72	κότητα , ισορροπία , ταχύτητα κατά την βάρδιση και τον έλεγχο κάτω άκρων
Soo Yeon Kim et al, 2015	A Prospective, Randomized, Experimental Blinded Case Control Study	30	RAGT// CP	FAC, BBS, K-MBI, EQ-5D, MAS	FAC↑ p=0.02, BBS↑ p=0.03, K-MBI↑ p=0.00,	Η θεραπεία με χρήση WALKBOT βελτιώνει την κίνηση , την βάρδιση και την λειτουργία κότητας κατά τις καθημερινές δραστηριότητες σε ασθενείς με ημιπάρεση μετά από ΑΕΕ.
Erdoğan Uçar, Demet et al, 2014	A prospective, randomized, parallel-group trial	22	LOKOMAT/ CP	FAC, TUG, 10MTWS	TUG ↓ p=0.035, mTWS↓ p=0.003	Η θεραπεία με Lokomat παρουσιάζει λειτουργικά οφέλη , απαιτούνται επιπλέον έρευνες για την

						αποτελεσματικότητα του
Aleksandra S. Dragina et al, 2014	Rct	22	BPS// CP	BI, FMS, BBT, GAIT SPEED	BBT↑ p<0.05, GAIT SPEED↑ p<0.05	BPS ↑ Ταχύτητα βάρδισης, ισορροπία
Kelly P Westlake et al, 2009	Pilot study	16	BWSTT+LOKOMAT/ manual BWSTT	SSWS, FWS, 6MWT, SLR, FMA- le, SPPB, BBS, LLFDI	BBS↑ p= 0.04, SLR(abs)↓ (p=0.05), FMA-Le↑ p=0.04 SSoverground↑ p=0.04	Η θεραπεία με Lokomat βελτιώνει την ταχύτητα κατά την βάρδιση, την συμμετρία της βάρδισης, τη συνεργία των κάτω άκρων και γενικά την λειτουργικότητα σε ασθενείς με χρόνια ημιπάρεση μετά από ΑΕΕ
Isabella Schwartz et al, 2009	Rct	67	Lokomat+ CP // CP	FAC, NIHSS, FIM, SAS, 10MWT, TUGs, 2MWT.	FACT p=0.03, NIHSS↓ p<0.01, Motor MotorFIM ↑ p=0.05 Stairs↑ p=0.01	Θεραπεία με LOKOMAT +CP βελτιώνουν λειτουργικότητα και κινητικότητα.
Andreas Mayr et al, 2007	A prospective, randomized, blinded,	16	LOKOMAT +CP+LOKOMAT// CP+LOKOMAT+CP	EU-Walking Scale, RMAS, 10MWS, 6MTW,	PHASE1/P HASE3 EU-Walking Scale	Η θεραπεία με Lokomat είναι πιο συγκεκριμένη

	parallel-group trial			MI, AS, MRC	<p>Ip =0.016/p =0.046, RMAI p =0.017/p =0.010), MRC ScaleI p =0.011/p =0.011 6-minute TWDI p =0.018/p =0.012 Ashworth ScaleI (phase3 p=0.024). MI phase1 p=0.012</p>	<p>ένη στους λειτουργι κούς στόχους και σε συνδιασμ ό με CP βελτιώνει ισορροπία , βάδιση και λειτουργι κότητα</p>
--	----------------------	--	--	-------------	--	---

Rct: randomized controlled trial, **GG**: gait group, **GTG**: gait trunk group, **MI-AD**: Motricity Index affected Ankle Dorsiflexion, **MI-KE**: Motricity Index affected Knee Extension, **MI-HF**: Motricity Index affected Hip Flexion, **MI-LL**: Motricity Index affected Lower Limb, **MAS-H**: Modified Ashworth Scale affected Hip, **MAS-K**: Modified Ashworth Scale affected Knee, **MAS-A**: Modified Ashworth Scale affected Ankle, **MAS-LL**: Modified Ashworth Scale affected Lower Limb, **FAC**: Functional Ambulatory Classification, **TIN-B**: Tinetti Scale Balance, **BBS**: Berg Balance Scale, **TCT**: Trunk Control Test, **WHS**: Walking Handicap Scale, **10 MWT**: Ten-Meter Walking Test, **6 MWT**: Six-Minute Walking Test, **AI**: Ambulation Index, **TUG**: Timed Up and Go Test, **BI**: Barthel Index, **NRS**: Numerical Rating Scale, **exp**: experimental group, **Con**: conventional group, **FIM**: Functional independence Measure, **MI**: Motricity Index, **NRPS**: Numeric Rating Pain Scale, **iWG**: iWalker group, **MMSE**: mini-mental state examination, **GDS**: geriatric depression scale, **CNS**: Canadian neurological scale, **RAGT**: robot assisted gait training, **SSWS**: self selected walking speed, **FWS**: Fast walking speed, **SLR_{abs}**: Absolute step length ratio, **LE FM**: Lower extremity Fugl-Meyer; **SPPB**, short physical performance battery; **LLFDI**: late life function and disability instrument, **EKSO GT**: eksoskeleton gait training, **EQ-5D**: EuroQol-5 dimension, **WLT**: WALKBOT assisted locomotor training, **CLT**: conventional lokomotor training, **MAS**: Modified Ashworth Scale, **K-MBI**: Korean version of Modified Barthel Index, **RMA**: Rivermead Motor Assessment Scale, **AROM**: active range of motion, **MMT**: manual muscle test, the **FMA-LE**: Fugl-Meyer Assessment lower-extremity subscale, **PASS**: Postural Assessment Scale for Stroke, **POMA**: Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment, **SS-QOL**: stroke-specific quality of life scale, **ELLT**: enhanced lower limb therapy, **RMI**: Rivermead Mobility Index, **BPS**: body postural support, **HAL®**: Hybrid Assistive Limb®, **GEMS**: Gait Enhancing and Motivating System, **Mini-BESTest**: Mini-Balance Evaluation Systems Test, **SIAS**: Stroke Impairment

Assessment Set, **FES-I**: Fall Efficacy Scale-International, **6MWD**: 6 Minute Walk Distance, **MBI**: Modified Barthel Index, **10MWT**: 10 Minutes Walk Test

6.2 Αποτελέσματα περιγραφικού πίνακα

Οι μελέτες που τελικώς συμπεριλήφθηκαν στην συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση είναι 20 και χωρίστηκαν σε 3 υποκατηγορίες με βάση τη μέθοδο ρομποτικής παρέμβασης που μελετούν.

Η πρώτη κατηγορία μελετών, αποτελείται από 9 μελέτες οι οποίες εφάρμοσαν την τεχνική της ρομποτικά υποβοηθούμενης εκπαίδευσης της βάδισης (Robotic Assisted Gait Training- RAGT). Αρχικά, το 2018 οι Yeon-Gyo Nam et al, μελέτησαν την ηλεκτρομηχανική RAGT με τη χρήση Exowalk σε σχέση με τα συμβατικά πρωτόκολλα φυσικοθεραπείας. Το Exowalk είναι ένα μοντέλο εξωσκελετού και χρησιμοποιήθηκε για να διευκολύνει την αποκατάσταση της νευροπλαστικότητας και την βελτίωση των κινητικών λειτουργιών όπως επίσης για να εξασφαλίσει την επανεκπαίδευση ορθού προτύπου βάδισης σε ασφαλές περιβάλλον. Οι κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ακόλουθες: FAC, RMI, 6MWT, MI BBS. Τα ευρήματά τους έδειξαν βελτίωση στην λειτουργικότητα [FAC(P=0.032)], στην ισορροπία [RMI(P=0.287)], [BBS (P=0.08)] στην λειτουργική ικανότητα κατά την βάδιση [6MWT(P=0.289)] και στην μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων [MI(P=0.333)], στην ομάδα όπου έγινε χρήση του εξωσκελετού. (Yeon-Gyo Nam,2018)

Οι Ja Young Kim et al (2019), συνέκριναν συμβατικά πρωτόκολλα φυσικοθεραπείας με την χρήση RAGT, και συγκεκριμένα με το μοντέλο Morning Walk®, μιας συσκευής που εφαρμόζεται στα κάτω άκρα για την αποκατάσταση της κινητικότητας και κατ'επέκταση της λειτουργικότητάς. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε μία ομάδα παρέμβασης, η οποία έλαβε συνδυαστικό πρόγραμμα συμβατικής φυσικοθεραπείας και RAGT μέσω της συσκευής Morning Walk, και μία ομάδα ελέγχου, η οποία έλαβε μόνο το συμβατικό πρωτόκολλο φυσικοθεραπείας. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους ανέδειξαν στατικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας [BBS (P=0.47)] όπως επίσης και αύξηση της μυϊκής δύναμης του ημιπληγικού κάτω άκρου [MI-Lower, affected limb (P=0.34)]. (Ja Young Kim,2019)

Στο ίδιο μήκος κύματος, οι Dong-Xia Li και οι συνεργάτες του (2021) χρησιμοποίησαν για την αποκατάσταση με RAGT το μοντέλο BEAR-H1, έναν εξωσκελετό κάτω άκρων ο οποίος εφαρμόζει και στις τρεις αρθρώσεις του κάτω άκρου (ισχίο, γόνατο και ποδοκνημική). Η αξιολόγηση της λειτουργικής και της κινητικής λειτουργίας των ασθενών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των κλιμάκων αξιολόγησης 6MWT και FMA. Ως αποτέλεσμα, βελτιώθηκαν τα επίπεδα της λειτουργικής ικανότητας [6mwt (P=0.022)], καθώς επίσης και τα επίπεδα της κινητικής λειτουργίας και της ισορροπίας για τα κάτω άκρα [FMA-LE(P=0.044)] σε ασθενείς μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό επεισόδιο με διαταραχές της ισορροπίας. (Dong-Xia Li, 2021)

Συμπληρωματικά με την προηγούμενη μελέτη, ακολούθησε η μελέτη των Gullin Meng et al (2022), οι οποίοι συνέκριναν τις τεχνικές RAGT με τη συμβατική φυσικοθεραπεία και την μυϊκή ενδυνάμωση των κάτω άκρων (enhanced lower limb exercises-ELLT) σε ασθενείς με διαταραχές ισορροπίας μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποίησαν ήταν οι 6MWT, FAC, DWT, SS-QoL, BI, Tinneti's scale. Τα αποτελέσματά τους ανέδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στη

λειτουργική ικανότητα και στη βάδιση [6MWT- ($p=0.04$)] και [FAC- ($p=0.04$)], στην ικανότητα πραγματοποίησης άλλων δραστηριοτήτων ταυτόχρονα με την βάδιση [DWT- ($p=0.03$)] και κατ' επέκταση στη βελτίωση της ποιότητας ζωής [SS-QoL- ($p=0.01$)]. Υπήρξαν αλλαγές και στις παραμέτρους της βάδισης, με πιο σημαντικές, την αύξηση στην ταχύτητα της βάδισης [gait velocity- ($p=0.01$)], μείωση του χρόνου διάρκειας του κύκλου βάδισης [cycle duration- ($p=0.04$)] και τέλος βελτίωση της αναλογίας της φάσης αιώρησης κατά την βάδιση [SPSR- ($p=0.02$)] (Gullin Meng, 2022)

Εν αντιθέσει με τις παραπάνω μελέτες, οι Daichi Miyagawa et al (2023) εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα RAGT με τη χρήση του φορητού μοντέλου "curara® type 4" το οποίο σύγκριναν με πρόγραμμα επανεκπαίδευσης βάδισης με τη βοήθεια του φυσικοθεραπευτή. Χρησιμοποίησαν τις ακόλουθες κλίμακες αξιολόγησης: 10mWT, 6MWD, TuG, BBS και παραμέτρους βάδισης. Παρότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις με βάση τις κλίμακες δεν ήταν στατιστικά σημαντικά [10mwt ($p=0.099$), 6MWD ($p=0.677$), BBS ($p=0.087$), TuG ($p=0.854$)], παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην βάδιση, Πιο συγκεκριμένα, η διάρκεια του διασκελισμού μειώθηκε ($p=0.006$), η ταχύτητα της βάδισης αυξήθηκε ($p=0.055$) όπως επίσης αυξήθηκε και ο ρυθμός της βάδισης, βήματα ανά λεπτό ($p=0.012$). (Daichi Miyagawa, 2023)

Αντίστοιχα, οι Junekyung Lee et al (2023), συνδύασαν την κλασική φυσικοθεραπεία με την RAGT, χρησιμοποιώντας το μοντέλο Morning Walk (CUREXO, Seoul, Republic of Korea), το οποίο εφαρμόζεται στο κάτω άκρο και ελέγχει τις τροχιές των αρθρώσεων των κάτω άκρων. Σύγκριναν την παραπάνω παρέμβαση με συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης και μέτρησαν τα αποτελέσματα με τις κλίμακες: FAC, 10MWT, BBS, FMA-LE, MBI, MI, RMI. Κατέληξαν έτσι, ότι βελτιώθηκε η λειτουργικότητα των ασθενών και η αυτονομία τους κατά την βάδιση η οποία αξιολογήθηκε από την κλίμακα FAC ($p=0.005$). (Junekyung Lee, 2023)

Επιπρόσθετα, οι Amy Wrigth et al (2021), εφάρμοσαν ένα συνδυαστικό πρόγραμμα επιδιαιτήριας ρομποτικά υποβοηθούμενης θεραπείας, με τη χρήση ρομποτικού βοηθήματος σε μορφή νάρθηκα γόνατος, το οποίο συγκρίθηκε με συμβατική φυσικοθεραπεία σε συνδυασμό με άσκηση. Η αξιολόγηση των ελλειμμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των κλιμάκων αξιολόγησης 6MWT, BBS, FAC. Η ομάδα η οποία υποβλήθηκε σε ρομποτική θεραπεία παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση της ισορροπίας [BBS ($P=0.000$)], της λειτουργικότητας και της λειτουργικής ικανότητας αντίστοιχα [FAC ($P=0.010$) και 6MWT ($P=0.000$)], καθώς και της διατήρησης της ισορροπίας κατά την βάδιση [DGI ($P=0.003$)]. (Amy Wright, 2021)

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Hyun-Joon Yoo et al (2023), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η επιδιαιτήρια RAGT, ένα μοντέλο της οποίας κινητοποιεί την άρθρωση του γόνατος και του ισχίου, επιφέρει βελτίωση στην ποιότητα ζωής [EQ-5D ($p=0.012$)], στην λειτουργικότητα [FAC ($p=0.017$)], στην ισορροπία [BBS ($p=0.021$)], στην ίδια την πράξη της βάδισης [10MWT ($p=0.0180$)] και τέλος στην αυτοεξυπηρέτηση των ασθενών [MBI ($p=0.011$)]. Τα παραπάνω αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την επανεκπαίδευση βάδισης υπό την επίβλεψη φυσικοθεραπευτή όπου η εφαρμογή RAGT φάνηκε προτιμότερη. (Hyun-Joon Yoo, 2023)

Αντίθετα, οι Yen-Nung Lin et al (2022), επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν τόσο ρομποτική αποκατάσταση με τη μορφή εξωσκελετού με σταθερά τα πέλματα, όσο και με βάδιση πάνω σε διάδρομο, ενώ ελέγχεται από τον εξωσκελετό πλήρως η κίνηση των

κάτω άκρων. Αυτή η μορφή αποκατάστασης συνδυάστηκε με συμβατική φυσικοθεραπεία και συγκρίθηκε αποκλειστικά με τη δεύτερη. Οι κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν (AROM, MMT, FMA-LE, FMA-total, PASS, BBS, POMA, TUG, 3-m ,6-m walking speed tests) ανέδειξαν ως πιο αποτελεσματική τη ρομποτική αποκατάσταση τόσο στο κομμάτι της βελτίωσης της αισθητικότητας όσο και της κινητικότητας των κάτω άκρων [FMA-LE(p=0.014)], όσο και συνολικά [FMA-total(p=0.002)] . (Yen-Nung Lin,2022)

Στην δεύτερη κατηγορία εντάχθηκαν οι μελέτες που αφορούν μια συγκεκριμένη μέθοδο ρομποτικής αποκατάστασης, την Lokomat. Το Lokomat είναι μια εξελιγμένη συσκευή ρομποτικής εκμάθησης της βάρδισης, η οποία παρέχει στήριξη στον κορμό του ασθενή μέσω ιμάντων αλλά επίσης εφαρμόζει ως εξωσκελετός στα κάτω άκρα του ασθενή , δίνοντας έτσι την δυνατότητα στον θεραπευτή να καθορίσει τις παραμέτρους της βάρδισης , η οποία πραγματοποιείται πάνω σε διάδρομο. Λόγω της αυξημένης σταθερότητας την οποία παρέχει η συγκεκριμένη συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα αρχικά στάδια της αποκατάστασης μετά από ΑΕΕ. (Hocoma,2024)

Το 2007, οι Andreas Mayr et al, εφάρμοσαν σε μια ομάδα ασθενών θεραπεία με τη χρήση Lokomat (φάση1) , έπειτα συμβατικό πρόγραμμα επανεκπαίδευσης βάρδισης (φάση2) και τέλος ξανά θεραπεία με χρήση Lokomat (φάση3). Αξιολόγησαν τα αποτελέσματα με τις κλίμακες EU-Walking Scale, RMAS, 10MWS, 6MTW, MI, AS, MRC και τα σύγκριναν με αντίστοιχα αποτελέσματα ομάδας ασθενών που υποβλήθηκαν σε συμβατικό πρόγραμμα επανεκπαίδευσης βάρδισης(φάση1) , θεραπεία με Lokomat (φάση2) και τέλος ξανά συμβατικό πρόγραμμα θεραπείας αντίστοιχα. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι στην ομάδα του Lokomat , βελτιώθηκε η βάρδιση [EU-Walking Scale (pφάση1=0.016/pφάση2=0.046)], η κινητική λειτουργία [RMA (p=0.017/p=0.010)], η μυϊκή δύναμη [MRC(p=0.011/p=0.011)], [MI (pφάση1=0.012)], και η ταχύτητα κατά την βάρδιση [6MWD (p=0.018/p=0.012)]. Τέλος, μειώθηκαν τα επίπεδα σπαστικότητας [AS(pφάση3=0.024)] . (Andreas Mayr,2007)

Στη συνέχεια το 2009, οι Isabella Schwartz et al, εξέτασαν τη χρησιμότητα της πρώιμης και σταθερής συχνότητας θεραπευτικής παρέμβασης, η οποία περιλαμβάνει βάρδιση σε διάδρομο μαζί με RAGT και συγκεκριμένα το μοντέλο Lokomat. Αξιολόγησαν την λειτουργικότητα, , την πρόοδο των νευρολογικών σημείων, τις κινητικές και γνωστικές λειτουργίες, την πρόληψη μείωσης των πτώσεων και την βάρδιση σε άτομα με διαταραχές της ισορροπίας μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Προκειμένου να το επιτύχουν αυτό , χρησιμοποίησαν τις κλίμακες FAC, NIHSS, FIM, SAS, 10MWT, TUGs και 2MWT . Μετά την παρέμβαση και το follow-up, παρατηρήθηκε βελτίωση στη λειτουργικότητα [FAC (P=0.03)], στην πρόοδο των νευρολογικών σημείων [NIHSS (P<0.01)]και στις κινητικές λειτουργίες [FIM (motor) P= 0.05] . Η μόνη λειτουργία που φάνηκε να μην σημειώνει στατιστικά σημαντική βελτίωση είναι οι γνωστικές λειτουργίες και τα αποτελέσματα στα 10MWT και 2MWT.(Isabella Schwartz , 2009)

Μια δεύτερη έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2009 από τους Kelly P Westlake et al, οι οποίοι συνέκριναν την παρέμβαση άσκησης στον διάδρομο με υποστηριζόμενο σωματικό βάρος από θεραπευτή (BWSST) με άσκηση στον διάδρομο με υποστηριζόμενο βάρος σε συνδυασμό με θεραπεία με τη χρήση του Lokomat. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξε βελτίωση στην βάρδιση , στην ισορροπία , στη λειτουργικότητα και στις δύο περιπτώσεις. Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση με τις κλίμακες SSWS, FWS, 6MWT, SLR, LE FM, SPPB, BBS, LLFDI . Ειδικότερα , στην

ομάδα του Lokomat υπήρξε μεγαλύτερη βελτίωση της ισορροπίας [BBS ($p=0.04$)] , της ταχύτητας των ασθενών κατά τη βάρδιση [SSovergroundS ($p=0.04$)] , και της αισθητικότητας στα κάτω άκρα [FMA-1e($p=0.04$)], ενώ ταυτόχρονα μειώθηκε η ασυμμετρία των μηκών του βημάτων των ασθενών [SLRabs($p=0.05$)] (Kelly P. Westlake, 2009)

Αργότερα, το 2014 οι Erdoğan Uçar Demet et al παρατήρησαν επίσης την επίδραση της ένταξης του Lokomat στην θεραπεία ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο σε χρόνια φάση με εγκατεστημένη ημιπληγία. Αξιολόγησαν το ποσοστό των πτώσεων σε συνδυασμό με την ισορροπία (TUG) , την ταχύτητα βάρδισης (10MTWS) ,τον ψυχολογικό παράγοντα (Mini-Mental State Examination, Hospital Anxiety και Depression Scale και τέλος την κλίμακα FAC για το ποσοστό βοήθειας που χρειάζεται ο ασθενής κατά την βάρδιση. Προέκυψε έτσι , ότι με την χρήση του Lokomat , βελτιώθηκε το ποσοστό των πτώσεων [TUG test ($P=0.011$)] όπως βελτιώθηκε και η βάρδιση [10MTWS ($P=0.007$)], σε σχέση με τους ασθενείς που παρακολούθησαν πρόγραμμα κλασικής φυσικοθεραπείας (Erdogan Ucar Demet , 2014)

Τέλος οι Taveggia et al, το 2016, επέλεξαν την εφαρμογή της μεθόδου νευροεξελικτικής αγωγής της Bobath σε συνδυασμό με την επανεκπαίδευση βάρδισης με την ηλεκτρομηχανική υποβοήθηση Lokomat σε ασθενείς με ημιπάρεση μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο και το σύγκριναν με απλή εφαρμογή της μεθόδου Bobath . Για την αξιολόγηση των ασθενών τους χρησιμοποίησαν τις κλίμακες 10MWT, 6MWT, TINETTI SCALE, FIM και SF-36 . Κατέληξαν ότι η συνδυαστική παρέμβαση BOBATH και Lokomat βελτίωσε την λειτουργικότητα και την αυτονομία των ασθενών [FIM ($p<0.05$)], όπως και την σταθερότητα τους κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με την μείωση του φόβου των πτώσεων [Tinneti's scale ($p<0.05$)] . (Taveggia , 2016)

Στην τρίτη κατηγορία κατατάσσονται ορισμένες μέθοδοι RAGT, που χρησιμοποιούν συγκεκριμένα μοντέλα βοηθημάτων και θεραπευτικού πλάνου. Ένα από αυτά μελέτησαν οι Aleksandra S. Dragina et al (2014), οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη συσκευή υποστήριξης Walkaround. Το Walkaround παρέχει υποστήριξη μέσω ζώνης στον κορμό του ασθενή, ενώ τα κάτω άκρα του είναι ελεύθερα να κινηθούν στο έδαφος. Δίνει την δυνατότητα επίσης στον θεραπευτή , να προσδιορίσει ο ίδιος την ταχύτητα της βάρδισης κατά την θεραπεία. Σύγκριναν την ομάδα παρέμβασης του Walkaround με την ομάδα που δέχτηκε επανεκπαίδευση βάρδισης μόνο με τη συμβολή συμβατικών μέσων, όπως η εξωτερική υποστήριξη του θεραπευτή ή κάποιο ορθωτικό μέσο (π.χ. βακτηρία). Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του Walkaround χρησιμοποιήθηκαν οι εξής κλίμακες : BI, FMS, BBT και η ταχύτητα της βάρδισης. Τα ευρήματά τους ανέδειξαν σημαντική βελτίωση της ισορροπίας ,μέσω της αύξησης της βαθμολογίας στην κλίμακα BBS($p<0.05$) και στην βάρδιση, η οποία αξιολογήθηκε μέσω της αύξησης στην ταχύτητα του βηματισμού η οποία επίσης ήταν στατιστικά σημαντική ($p<0.05$). (Aleksandra S. Dragina. 2014)

Αργότερα, οι Soo Yeon Kim et al (2015), χρησιμοποίησαν το ρομποτικό βοήθημα WALKBOT. Το WALKBOT χρησιμοποιεί ιμάντες οι οποίοι υποστηρίζουν τον ασθενή, αφού προσαρμόζονται γύρω από τη λεκάνη του, καθώς ο ασθενής εκπαιδεύεται στη βάρδιση ή σε διάφορες θεραπευτικές ασκήσεις πάνω σε διάδρομο. Επιπλέον , η ιδιαιτερότητα του είναι η παροχή προσαρμοσμένης λειτουργίας βιολογικής επανατροφοδότησης. Οι ασθενείς οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα έλαβαν είτε συμβατική κινησιοθεραπεία σε συνδυασμό με θεραπεία με το WALKBOT είτε

πρωτόκολλο κινησιοθεραπείας και επανεκπαίδευσης της βάδισης. Τα εργαλεία αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι κλίμακες: FAC για την λειτουργικότητα, BBS για την ισορροπία, MAS για την αξιολόγηση της σπαστικότητας, EQ-5D για την ποιότητα ζωής, και την K-MBI για την λειτουργικότητα. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν σχετικά με τη χρήση του WALKBOT και της συμβατικής φυσικοθεραπείας ήταν η βελτίωση της λειτουργικότητας [FAC($p=0.02$)], της ισορροπίας[BBS($p=0.03$)], όπως και της απόδοσης κατά τις καθημερινές δραστηριότητες [K-MBI($p=0.00$)]. (Soo Yeon Kim , 2015)

Έπειτα, οι Giovanni Morone et al. (2016) μελέτησαν την επίδραση της ρομποτικής αποκατάστασης της βάδισης μέσω της συσκευής I-Walker. Το I-Walker είναι ένας ηλεκτρικός περιπατητήρας, ο οποίος έχει ως ξεχωριστό χαρακτηριστικό, ότι αναλύει τις δυνάμεις που ασκεί ο ασθενής στις χειρολαβές του περιπατητήρα μέσω υποδοχέων, με άμεση συνέπεια ο θεραπευτής να έχει μια διαρκή γνώση για τη προσπάθεια και την πρόοδο του ασθενή. Επιπλέον δίνει την δυνατότητα στον θεραπευτή να ελέγξει τον βαθμό της υποστήριξης που παρέχει το I-Walker στον ασθενή. Οι ασθενείς έλαβαν είτε συμβατική επανεκπαίδευση βάδισης με τη βοήθεια του θεραπευτή και οποιουδήποτε μέσου επέλεγε ο ίδιος , σε συνδυασμό με θεραπεία για τον αυξημένο μυϊκό τόνο , την ενδυνάμωση και τα άνω άκρα, ή θεραπεία με το I-Walker παράλληλα με την ίδια θεραπεία για τον μυϊκό τόνο , την ενδυνάμωση και τα άνω άκρα. Χρησιμοποιήθηκαν οι κλίμακες: 6MWT, 10MWT, TINETTI'S SCALE, MAS, BI . Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξε σημαντική βελτίωση στην ισορροπία[Tinetti's scale ($p=0.033$)] καθώς και στην βάδιση και την λειτουργικότητα [6MWT($p=0.008$)] (Giovanni Morone , 2016)

Οι Anna Rojek et al, (2020), χρησιμοποίησαν την ρομποτική συσκευή EKSO GT, είναι ένας ρομποτικός εξωσκελετός, που επιτρέπει σε άτομα με αδυναμία στα κάτω άκρα να βαδίζουν. Ο εξωσκελετός αυτός παρέχει μια λειτουργία κατά την οποία, η συσκευή προσαρμόζεται και στα δύο κάτω άκρα και τα υποστηρίζει ανάλογα με τις ανάγκες που έχει το κάθε ένα, είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα. Η βάδιση με την βοήθεια του EKSO GT επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση της νευρομυϊκής λειτουργίας από το ίδιο το μηχάνημα, μέσω ειδικών αισθητήρων που ενεργοποιούνται ανάλογα με την προσπάθεια του ασθενή. Στην μελέτη αυτή, παρατηρήθηκαν δύο ομάδες, η πρώτη ομάδα έκανε επανεκπαίδευση βάδισης με τον εξωσκελετό EKSO GT ενώ η δεύτερη ομάδα με κλασική προσέγγιση φυσικοθεραπείας. Αξιολογήθηκε η λειτουργικότητα και η αποτελεσματικότητα, όπου BI ($P<0.05$) και RMI ($P<0.05$) . (Anna Rojek, 2020)

Αντίστοιχη έρευνα πραγματοποιήθηκε και από τους Cheon Ji Kang et al.(2021), οι οποίοι χρησιμοποίησαν το μοντέλο SUBAR. Το SUBAR είναι μια ρομποτική συσκευή που δημιουργήθηκε το 2018 για ασθενείς με διαταραχές στη βάδιση. Η διαφορά της με άλλες αντίστοιχες συσκευές είναι ότι η SUBAR λόγω του μικρού της μεγέθους είναι πιο εύχρηστη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγαλύτερη άνεση σε εξωτερικούς χώρους. Οι λειτουργίες που προσφέρει είναι βάδιση προς τα εμπρός, προς τα πίσω καθώς και καθιστή θέση. Στην μελέτη αυτή έλαβαν μέρος δύο ομάδες, στην πρώτη έγινε επανεκπαίδευση βάδισης με την συσκευή SUBAR ενώ στην δεύτερη με κλασικό μοντέλο φυσικοθεραπείας, οι παράμετροι που αξιολόγησαν ήταν η ισορροπία, μέσω της κλίμακας Berg (BBS), ο μυϊκός τόνος, μέσω της τροποποιημένης κλίμακας Ashworth (MAS). Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων τους ανέδειξε, βελτίωση στην ισορροπία ($P=0.004$), στον μυϊκό τόνο ($P=0.031$) και στο μήκος διασκελισμού ($P=0.016$). (Cheon Ji Kang , 2021)

Η τελευταία μελέτη που εντάχθηκε στην συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε από τους Seigo Inoue et al.(2022) . Οι ερευνητές μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της συσκευής BEAR(Balance Exercise Assist Robot) , στην οποία ο ασθενής στέκεται σε όρθια θέση πάνω σε μια πλατφόρμα η οποία παρέχει πληροφορίες στον θεραπευτή για την ισορροπία του ασθενή, ενώ παράλληλα η άσκηση γίνεται με διαδραστικά ηλεκτρονικά παιχνίδια. Έτσι δημιούργησαν τρεις ομάδες παρέμβασης : στην πρώτη ομάδα εφαρμόστηκε βελτίωση ισορροπίας με τη χρήση του BEAR σε συνδυασμό με συμβατική θεραπεία , στην δεύτερη έντονη εκπαίδευση της ισορροπίας σε συνδυασμό με συμβατική θεραπεία και τέλος στην τρίτη ομάδα μόνο συμβατική θεραπεία. Για την αξιολόγηση χρησιμοποίησαν τις κλίμακες: mini-BEST-est , SIAS , FIM , FAC , TUG, FES-I . Στα ευρήματά τους παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στη λειτουργικότητα των ασθενών , στην ισορροπία και στην βάδιση [mini-BEST-est (p=0.003)] , [TUG(p=0.023)] . (Seigo Inoue , 2022)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συζήτηση

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση αποτελεί μια προσπάθεια παρουσίασης της επίδρασης της ρομποτικής αποκατάστασης στην βελτίωση της ισορροπίας σε ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Με την ανασκόπηση αυτή θα αναδειχθεί η αποτελεσματικότητα διάφορων ρομποτικών συστημάτων και κατ' επέκταση θα ενταχθεί αποτελεσματικότερα στην αποκατάσταση ασθενών με διαταραχές της ισορροπίας μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Έπειτα λοιπόν από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus και Pedro και μετά από την αξιολόγηση των μελετών, εντάχθηκαν 20 άρθρα στη μελέτη, από τα οποία, 9 άρθρα εφάρμοσαν την τεχνική της ρομποτικά υποβοηθούμενης εκπαίδευσης της βάδισης (Robotic Assisted Gait Training-RAGT), 5 άρθρα αφορούν μια συγκεκριμένη μέθοδο ρομποτικής αποκατάστασης, την Lokomat και τέλος 6 ακόμη άρθρα στα οποία κατατάσσονται ορισμένες μέθοδοι RAGT, που χρησιμοποιούν συγκεκριμένα μοντέλα βοηθημάτων και θεραπευτικού πλάνου.

Η ισορροπία είναι από τις λειτουργίες που συχνά επηρεάζονται μετά από ένα αεε αποτελώντας, επηρεάζοντας την καθημερινότητα και κατ' επέκταση την λειτουργικότητα των ασθενών αυτών. Απόρροια αυτού είναι η επανεκπαίδευση της ισορροπίας να αποτελεί βασικό πυλώνα ενός προγράμματος αποκατάστασης με στόχο τη βελτίωση της. Πολλές είναι οι τεχνικές επανεκπαίδευση της ισορροπίας που χρησιμοποιούνται. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια στα προγράμματα αποκατάστασης εντάσσονται και προγράμματα μέσω της εφαρμογής ρομποτικών συστημάτων. Τα ευρήματα της συγκεκριμένης συστηματικής μελέτης ανέδειξαν ότι η χρήση τους σε συνδυασμό με άλλες μορφές αποκατάστασης μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική στη βελτίωση της ισορροπίας συγκριτικά με ένα συμβατικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας.

Αρχικά , από την συγκεκριμένη έρευνα αναδεικνύεται η σημασία της ηλεκτρομηχανικής ρομποτικής συσκευής Exowalk στην υποβοηθούμενη επανεκπαίδευση της βάδισης ασθενών μετά από ΑΕΕ. Το Exowalk φάνηκε να βελτιώνει την λειτουργικότητα, την ισορροπία , τις λειτουργικές ικανότητες κατά την βάδιση και την μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων . Είναι μια χρήσιμη συσκευή για την επανεκπαίδευση βάδισης με ορθό πρότυπο και σε προστατευμένο περιβάλλον. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Sungsik Son et al, οι οποίοι συνέκριναν τα

αποτελέσματα της θεραπείας με το εξωσκελετικό σύστημα ρομποτό Exowalk όσον αφορά την αποκατάσταση της ισορροπίας της κινητικότητας και της λειτουργικότητας σε ημιπληγικούς και αταξικούς ασθενείς μετά από αεε. Το πόρισμα της έρευνας επιβεβαίωσε την αποτελεσματικότητα της θεραπείας και στις δύο κατηγορίες ασθενών. (Sungsik Son, 2022)

Σχόλιο [3]: Βάλ'τε μου κανά δυο μελέτες ακόμα αν υπάρχουν.

Σχετικά με τη χρήση του ρομποτικού συστήματος Morning Walk τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η χρήση του σε συνδυασμό με συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης βελτιώνει σημαντικά την ισορροπία όπως και τη μυϊκή ισχύ του πληγέντος κάτω άκρου σε ασθενείς μετά από αεε. Αντιθέτως οι Yongjin Ahn et al., οι οποίοι μελέτησαν τη διαφορά στο ποσοστό μυϊκής σύσπασης κάτω άκρων κατά την συμβατική εκμάθηση βάδισης και ανάβασης κλίμακας σε σύγκριση με την χρήση του end-effector ρομποτικού συστήματος Morning Walk στο ίδιο πρόγραμμα αποκατάστασης, σε παιδιά με αμφίπλευρη σπαστική εγκεφαλική παράλυση. Τα αποτελέσματα τους, ανέδειξαν ότι η χρήση του συγκεκριμένου ρομποτικού συστήματος κατά την εκτέλεση βάδισης και ανάβασης κλίμακας προκαλεί μειωμένη μυϊκή δραστηριότητα στα κάτω άκρα σε σύγκριση με το συμβατικό πρόγραμμα. (Yongjin Ahn, 2023)

Στο ίδιο μήκος κύματος, φάνηκε να είναι σημαντική για την αποκατάσταση της ισορροπίας και η χρήση της συσκευής BEAR-H1, αφού οι ασθενείς με ΑΕΕ οι οποίοι ακολούθησαν πρόγραμμα αποκατάστασης με την συγκεκριμένη συσκευή έδειξαν βελτίωση στην κινητικότητα και στην ισορροπία των κάτω άκρων. Αντίστοιχα, ο Zhao Guo και οι συνεργάτες του μελέτησαν την πιθανότητα η βάδιση με τη συσκευή BEAR-H1 να βελτιώνει παράγοντες κατανάλωσης ενέργειας κατά την βάδιση σε ημιπληγικούς ασθενείς. Κατέληξαν ότι πράγματι η βάδιση με την συγκεκριμένη ρομποτική συσκευή αυξάνει την καρδιακή συχνότητα σε σχέση με πριν την βάδιση ενώ ταυτόχρονα μειώνει την κατανάλωση οξυγόνου. (Zhao Guo, 2021)

Παρομοίως αποτελεσματική αποδείχθηκε από την συγκεκριμένη μελέτη ότι είναι και η χρήση της συσκευής curara, αφού ύστερα από επανεκπαίδευση βάδισης με το συγκεκριμένο μοντέλο οι ασθενείς με ΑΕΕ φανέρωσαν βελτιωμένους παράγοντες βάδισης και ισορροπίας. Η θετική επίδραση της συσκευής curara δεν περιορίζεται αποκλειστικά σε ασθενείς μετά από ΑΕΕ, αφού ο Atsushi Tsukahara εφάρμοσαν πρόγραμμα αποκατάστασης βάδισης με την συγκεκριμένη συσκευή σε ασθενείς με νωτιαία παρεγκεφαλιδική αταξία. Τα ευρήματά τους ήταν ελπιδοφόρα αφού βελτιώθηκε η αύξηση της καρδιακής συχνότητας των ασθενών κατά την βάδιση με το curara, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι ασθενείς βάδιζαν πιο ομαλά και με σταθερότητα. (Atsushi Tsukahara, 2017)

Ένα από τα πιο διαδεδομένα ρομποτικά συστήματα είναι το Lokomat. Η χρήση του σε ασθενείς μετά από αεε για τη βελτίωση της ισορροπίας φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από άλλες μεθόδους, όπως ανέδειξε η συγκεκριμένη μελέτη. Το συγκεκριμένο ρομποτικό μοντέλο χρησιμοποιείται ευρέως για την αποκατάσταση ασθενών διαφόρων - και όχι μόνο- νευρολογικών παθήσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι Ki Yeun Nam et al, το χρησιμοποίησαν για την επανεκπαίδευση βάδισης σε ασθενείς με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού. Στόχος της μελέτης τους ήταν η ανάδειξη του πιο αποτελεσματικού προγράμματος θεραπείας ανάλογα με το στάδιο αποκατάστασης της βλάβης. Συνέκριναν τη βάδιση με Lokomat με ένα επιδαπέδιο πρόγραμμα

αποκατάστασης σε χρόνια και σε οξεία περιστατικά. Τα αποτελέσματα τους ανέδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση στην ταχύτητα της βάδισης τόσο στο οξύ όσο και στο χρόνιο στάδιο με τη χρήση του Lokomat. Επιπλέον, επηρέασε θετικά την μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, την κινητικότητα, τη λειτουργικότητα, την ικανότητα βάδισης για μεγαλύτερη απόσταση και γενικότερα την ανεξαρτησία σε ασθενείς σε οξεία φάση. Τέλος, βελτιώθηκε σημαντικά και η ισορροπία των ασθενών που εκπαιδεύτηκαν με Lokomat. (Ki Yeun Nam , 2017)

Σημαντικά είναι και τα αποτελέσματα της μελέτης του Felix Schoenrath και των συνεργατών του οποίοι εφάρμοσαν επανεκπαίδευση βάδισης με τη συσκευή Lokomat σε ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε εγχείρηση ανοιχτής καρδιάς , τις πρώτες μέρες μετά το χειρουργείο . Κατέληξαν ότι ένα πρόγραμμα μετεγχειρητικής φυσικοθεραπείας το οποίο συμπεριλαμβάνει τη χρήση του Lokomat είναι ασφαλές και αποτελεσματικότερο από το συμβατικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας που ακολουθείται ενδονοσοκομειακά. Πιο αναλυτικά , βελτιώθηκαν και τα αποτελέσματα των ασθενών στο 6MWT αλλά και η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων τους. (Felix Schoenrath,2015)

Από την άλλη η Monica Alcobendas-Maestro και οι συνεργάτες της σε μελέτη σχετικά με τη χρήση του Lokomat σε ασθενείς με ημιτελής κάκωση νωτιαίου μυελού 3 με 6 μήνες μετά την κάκωση , καταλήγει ότι τα αποτελέσματα της χρήσης Lokomat αν και θετικά αναφορικά με την ποιότητα της βάδισης των ασθενών , ήταν παρόμοια με αυτά του επιδαπέδιου προγράμματος αποκατάστασης . Αξια αναφοράς είναι και η έρευνα της Yorsa Chemi και της ομάδας της οι οποίοι εξέτασαν την επίδραση της ρομποτικής επανεκπαίδευσης της βάδισης με τη συσκευή Lokomat , χαμηλής συχνότητας , σε παιδιά και εφήβους με εγκεφαλική παράλυση. Τα συμπεράσματά τους αναφέρουν βελτίωση μυϊκής ισχύς στους καμπτήρες του ισχίου και στους εκτεινόντες του γόνατος και αυξημένη ταχύτητα κατά την βάδιση. Τα αποτελέσματα αυτά ισχύουν τόσο για μέτρια όσο για σοβαρή βλάβη , ενώ δεν παρατήρησαν σημαντικές αλλαγές στα κινητικά μοτίβα των παιδιών και των εφήβων. (Monica Alcobendas-Maestro, 2012)

Πέρα από τη συσκευή Lokomat, αναδείχθηκε και η σημασία της συσκευής υποστήριξης Walkaround στην αποκατάσταση της ισορροπίας ασθενών μετά από αεε, αφού βελτιώθηκε σημαντικά η ισορροπία των ασθενών και η ταχύτητα βάδισης τους, όπως φάνηκε από την βελτίωση των αποτελεσμάτων στις αντίστοιχες κλίμακες αξιολόγησης. Παρόμοια , οι Nadica Miljkovic' a et al, μελέτησαν τα κινητικά αποτελέσματα επανεκπαίδευσης της βάδισης με τη συσκευή Walkaround σε σύγκριση με την κλασική βάδιση με βακτηρία , σε ασθενείς με αεε σε υποξύ στάδιο. . Η μυϊκή ενεργοποίηση αξιολογήθηκε κατά την διάρκεια των θεραπειών με ηλεκτρομυογράφημα, το οποίο έδειξε πως: η ομάδα του Walkaround είχε σχεδόν φυσιολογική ενεργοποίηση των καμπτήρων και των εκτεινόντων της ποδοκνημικής, όπως παρατηρήθηκε το ίδιο και στους εκτεινόντες του ισχίου και τους καμπτήρες του γόνατος. Από την άλλη, αναφορικά με τους εκτεινόντες του γόνατος και τους καμπτήρες του ισχίου, δεν παρατηρήθηκε βελτίωση συγκριτικά με τους ασθενείς που χρησιμοποίησαν συμβατικό βοήθημα κατά τη βάδιση. Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι η ρομποτική συσκευή δεν βελτίωσε την ασυμμετρία μεταξύ των δύο κάτω άκρων αλλά συνέβαλε ενεργά στην αύξηση χρόνου αιώρησης των κάτω άκρων κατά τη βάδιση ενώ γενικότερα η βάδιση με το Walkaround είχε πιο πολλές ομοιότητες με το υγιές πρότυπο βάδισης από ότι η βάδιση με συμβατικό βοήθημα. (Nadica Miljkovicl, 2013)

Επιπροσθέτως , εξίσου αποτελεσματικό φάνηκε να είναι , από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης και το ρομποτικό βοήθημα WALKBOT. Η εφαρμογή του σε

Σχόλιο [4]: Αν είναι μόνο αυτή στη μελέτη τότε είναι οκ. Αν είναι ερευνητική ομάδα θα το γράψετε ως εξής: "Η Monica Alcobendas-Maestro και οι συνεργάτες της.....".

συνδυασμό με το κλασικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας βελτιώνει τη λειτουργικότητα, την ισορροπία και την απόδοση των ασθενών με αεε κατά τις καθημερινές δραστηριότητες. Οι Heejae Kim et al, συνέκριναν την επίδραση της ρομποτικής συσκευής WALKBOT με την απλή επανεκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο αναφορικά με την ταχύτητα της βάδισης και τον τρόπο με τον οποίο αυτή επηρεάζεται όταν υπάρχουν εξωτερικά ερεθίσματα, σε ασθενείς με νόσο Parkinson. Σε αντίθεση με την συγκεκριμένη έρευνα η παρέμβαση με το WALKBOT δεν φανέρωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στην επανεκπαίδευση της βασικής λειτουργικής βάδισης. Φάνηκε όμως να έχει καλύτερα αποτελέσματα στη βάδιση ενώ παρουσιάζονται εξωτερικά ερεθίσματα. (Heejae Kim , 2012)

Σχετικά με τη συσκευή EKSO GT αποδεικνύεται ότι η επανεκπαίδευση βάδισης σε άτομα με αδυναμία στα κάτω άκρα μετά από αεε μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργικότητα και την αποτελεσματικότητα των ασθενών σε καθημερινές δραστηριότητες. Πέρα από αυτό ,οι Claire Shackleton et al, διεξήγαγαν έρευνα με θέμα την βελτίωση της σπαστικότητας, του άλγους και συνολικά της ποιότητας ζωής ασθενών με χρόνια κάκωση νωτιαίου μυελού, όταν η θεραπευτική παρέμβαση περιλαμβάνει ρομποτική επανεκπαίδευση της βάδισης με EKSO GT. Σύγκριναν τα παραπάνω, με τα αποτελέσματα της απλής συμβατικής φυσικοθεραπείας. η μελέτη τους έδειξε πως η πορεία της σπαστικότητας, του πόνου και κατ' επέκταση της ποιότητας ζωής δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες, αφού η βελτίωση τους ήταν όμοια. (Claire Shackleton ,2023)

Μια ακόμη σημαντική ρομποτική συσκευή είναι η SUBAR. Από τη συγκεκριμένη μελέτη αναδείχθηκε ότι η βάδιση με τη συγκεκριμένη συσκευή επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα στη βελτίωση της ισορροπίας, του μυϊκού τόνου και του μήκους διασκελισμού από ότι ένα κλασικό μοντέλο φυσικοθεραπείας. Επίσης είναι μια συσκευή εύχρηστη και βοηθητική για το θεραπευτή. Για τον λόγο αυτό, οι So Young Joo et al, μελέτησαν τη σημασία της χρήσης της συσκευής SUBAR στην αποκατάσταση της βάδισης σε ασθενείς με εγκαύματα. Το βασικό πρόβλημα ενός ασθενή με εγκαύματα είναι το μειωμένο εύρος τροχιάς των κάτω άκρων ενώ παρατηρείται μειωμένο, μήκος διασκελισμού και ύψος αιώρησης, κατά τη βάδιση. Εφάρμοσαν τη θεραπεία με SUBAR σε συνδυασμό με κλασικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας και σύγκριναν τα αποτελέσματα αποκλειστικά μόνο με το δεύτερο. Παρ' ότι δεν υπήρχαν μεγάλες αποκλίσεις στις μετρήσεις των δυο ομάδων όσων αφορά τις κλίμακες που αξιολογούν την βελτίωση της βάδισης, οι συγγραφείς τονίζουν ότι η χρήση ρομποτικής υποστήριξης SUBAR έχει πολλά πλεονεκτήματα σχετικά την ακρίβεια της θεραπείας,την συχνότητα και την διάρκεια της.(So Young Joo,2020)

Τέλος, μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα της ρομποτικής συσκευής BEAR. Η συσκευή αυτή φάνηκε να βελτιώνει σημαντικά τη λειτουργικότητα κατά την ισορροπία και τη βάδιση των ασθενών μετά από αεε, συγκριτικά με την εφαρμογή ενός επιδαπέδιου προγράμματος που επικεντρώνεται στη βελτίωση της ισορροπίας ή από ότι ένα συμβατικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Συμπληρωματικά , σχετικά με τη χρήση της συσκευής BEAR, οι Kenichi Ozaki et al, εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της συσκευής αναφορικά με την εξάσκηση της ισορροπίας σε ευπαθείς ηλικιωμένους. Άτομα δηλαδή με αυξημένα ποσοστά πτώσεων, αναπηρίας και νοσηλείας. Επίσης συσχέτισαν το πρόγραμμα με τη χρήση BEAR και με τη βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας και της δύναμης των κάτω άκρων. Η παρέμβαση τους, περιλάμβανε

ασκήσεις εναλλαγής κέντρου βάρους με τη βοήθεια της συσκευής BEAR ή συμβατική επανεκπαίδευση της βάδισης σε συνδυασμό με ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης και στάσεις του σώματος. Η χρήση ρομποτικής συσκευής BEAR είχε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα αναφορικά με την ταχύτητα της διαδοχικής βάδισης (βάδιση με το ένα πέλμα μπροστά από το άλλο, tandem walk), την σταθερότητα των ασθενών και την δυναμική ισορροπία. (Kenichi Ozaki ,2017)

Η συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση ανέδειξε σημαντικές βελτιώσεις με την εφαρμογή της ρομποτικής αποκατάστασης στους ασθενείς με διαταραχές ισορροπίας μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Πιο αναλυτικά, υπήρξαν βελτιώσεις τόσο στην στατική ισορροπία, όπως είναι η ορθοστάτηση, όσο και στη δυναμική ισορροπία, όπως είναι η βάδιση. Όσον αφορά το κομμάτι της βάδισης, τα αποτελέσματά μας φανέρωσαν αύξηση και στην ταχύτητα αλλά και στο μήκος του διασκελισμού του κάθε βήματος. Απόρροια όλων αυτών είναι η ταχύτερη επιστροφή των ασθενών στο επαγγελματικό τους περιβάλλον και κατ' επέκταση στην γρηγορότερη κοινωνική τους επανένταξη, ελαχιστοποιώντας τον φόβο πιθανών πτώσεων. Από τις μελέτες που εντάχθηκαν βλέπουμε λοιπόν η ρομποτική αποκατάσταση διαθέτει μια πληθώρα μέσων που στρατολογούν διάφορα αισθητήρια όργανα και έχουν άμεσο αντίκτυπο στην αποκατάσταση των ασθενών αυτών. Ωστόσο, απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτέλεση παρόμοιων προγραμμάτων επανεκπαίδευσης ισορροπίας είναι ο ασθενής να διαθέτει μυϊκή ισχύ που να του επιτρέπει κινήσεις ενάντια στην βαρύτητα. Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω, αναδεικνύεται πιο έντονα η ανάγκη δημιουργίας πολυκεντρικών μελετών προκειμένου να αναδειχθούν οι ωφέλειες της ρομποτικής αποκατάστασης, με σκοπό την άμεση ένταξή τους στο πρόγραμμα αποκατάστασης. Επιπρόσθετα σε επόμενο στάδιο, θα ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμο αν στρατεύονταν ένα πρωτόκολλο το οποίο θα προσέγγιζε διαφορετικού βαθμού διαταραχές ισορροπίας μετά από αγγειακά έμφρακτα οπίσθιας κυκλοφορίας με την αντίστοιχη τεχνική ρομποτικής αποκατάστασης, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια πιο εξατομικευμένη θεραπεία η οποία θα ανταποκρίνεται αμιγώς στα ελλείμματα και τις ανάγκες των ασθενών αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Περιορισμοί

Στη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση υπήρξαν ορισμένοι περιορισμοί. Αρχικά, συμπεριλήφθηκε αρθρογραφία η οποία ήταν γραμμένη στην αγγλική γλώσσα, γεγονός που οδήγησε στην απόρριψη πολλών σχετικών με το θέμα ερευνητικών μελετών.

Όσον αφορά το περιεχόμενο, οι έρευνες που αναλύθηκαν μελετούσαν η καθεμία ασθενείς σε διαφορετικό χρονικό στάδιο μετά από ΑΕΕ. Αντίστοιχα, οι ηλικιακές ομάδες ήταν διαφορετικές μεταξύ των δειγμάτων των ερευνών και οι άνδρες αποτελούσαν την πλειοψηφία. Επιπλέον, η συλλογή των άρθρων έγινε μεταξύ Απριλίου και Μαΐου του 2024 γεγονός που σημαίνει ότι δεν έχουν συμπεριληφθεί άρθρα από τον Ιούνιο μέχρι σήμερα.

Τέλος, οι έρευνες που μελετάνε την επίδραση της ρομποτικής αποκατάστασης στην επανεκπαίδευση συγκεκριμένα της ισορροπίας σε ασθενείς μετά από ΑΕΕ είναι λίγες και πραγματοποιήθηκαν σε μικρό δείγμα, γεγονός που καθιστά αδύνατη τη γενίκευση των αποτελεσμάτων τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Συμπέρασμα

Η διαταραχή της ισορροπίας μετά από ένα ΑΕΕ είναι πολύ συχνή και επηρεάζει σημαντικά τη ζωή του ασθενή σε όλες τις πτυχές της. Βλέπουμε λοιπόν, ότι οι τεχνικές αποκατάστασής της ποικίλουν και μπορούν να ξεκινήσουν από βασικά πρωτόκολλα συμβατικής φυσικοθεραπείας, μέχρι πιο εξειδικευμένες μορφές αποκατάστασης όπως η ρομποτική. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι η χρήση της ρομποτικής αποκατάστασης προσφέρει βελτίωση της κίνησης, της βάδισης και της ισορροπίας. Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ρομποτική αποκατάσταση μπορεί να βελτιώσει την αποκατάσταση της ισορροπίας ευθύς αμέσως μετά από ένα ΑΕΕ καθώς και την βάδιση των ασθενών με αποτέλεσμα την πιο άμεση επανένταξή τους στην κοινωνική ζωή, άρα και την βελτίωση της ψυχολογικής τους κατάστασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Yeon-Gyo Nam, Jin Won Lee, Jin Woo Park, Chang Seon Yu, Myong Ryol Choi, Bum Sun Kwon, Effects of Electromechanical Exoskeleton-Assisted Gait Training on Walking Ability of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. 10.1016/j.apmr.2018.06.020 ([https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(18\)30448-9/abstract](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(18)30448-9/abstract))
2. JaYoung Kim, Dae Yul Kim, Min Ho Chun, Seong Woo Kim, Ha Ra Jeon, Chang Ho Hwang Jong Kyoung Choi, and Suhwan Bae, Effects of robot-(Morning Walk®) assisted gait training for patients after stroke: a randomized controlled trial 10.1177/0269215518806563 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30326747/>)
3. Dong-Xia Li, Fu-Bing Zha, Jian-Jun Long, Fang Liu, Jia Cao, Yu-Long Wang, Effect of Robot Assisted Gait Training on Motor and Walking Function in Patients with Subacute Stroke: A Random Controlled Study, 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105807 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33895428/>)
4. Guilin Meng, Xiaoye Ma, Pengfei Chen, Shaofang Xu, Mingliang Li, Yichen Zhao, Aiping Jin, Xueyuan Liu, Effect of early integrated robot-assisted gait training on motor and balance in patients with acute ischemic stroke: a single-blinded randomized controlled trial, 10.1177/17562864221123195 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9486263/>)
5. Daichi Miyagawa, Akira Matsushima, Yoichi Maruyama, Noriaki Mizukami, Mikio Tetsuya, Minoru Hashimoto, Kunihiro Yoshida, Gait training with a wearable powered robot during stroke rehabilitation: a randomized parallel-group trial, 10.1186/s12984-023-01168-x (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37118743/>)
6. Junekyung Lee, Dae Yul Kim, Seung Hak Lee, Ji Hye Kim, Deog Young Kim, Kil-Byung Lim, Jeehyun Yoo, End-effector lower limb robot-assisted gait training effects in subacute stroke patients: A randomized controlled pilot trial, 10.1097/MD.00000000000035568 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37861512/>)
7. Amy Wright 1, Keeron Stone 2, Louis Martinelli 3, Simon Fryer 2, Grace Smith 4, Danielle Lambrick 5, Lee Stoner 6, Simon Jobson 1, James Faulkner 1, Effect of combined home-based, overground robotic-assisted gait training and usual physiotherapy on clinical functional outcomes in people with chronic stroke: A randomized controlled trial, 10.1177/0269215520984133 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33356519/>)

8. Hyun-Joon Yoo, Cho Rong Bae, Hyeonsoon Jeong, Myoung-Hwan Ko, Yoon-Kyoo Kang, Sung-Bom Pyun., Clinical efficacy of overground powered exoskeleton for gait training in patients with subacute stroke: A randomized controlled pilot trial, 10.1097/MD.00000000000032761
(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9875981/>)
9. Yen-Nung Lin, Shih-Wei Huang, Yi-Chun Kuan, Hung-Chou Chen, Wen-Shan Jian, Li-Fong Lin, Hybrid robot-assisted gait training for motor function in subacute stroke: a single-blind randomized controlled trial, 10.1186/s12984-022-01076-6
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36104706/>)
10. Andreas Mayr, Markus Kofler, Ellen Quirbach, Heinz Matzak, Katrin Fröhlich, Leopold Saltuari, Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis, 10.1177/1545968307300697
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17476001/>)
11. Isabella Schwartz, Anna Sajin, Iris Fisher, Martin Neeb, Mara Shochina, Michal Katz-Leurer, Zeev Meiner, The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial, 10.1016/j.pmrj.2009.03.009
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19627940/>)
12. Kelly P Westlake,Carolynn Patten, Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke, 10.1186/1743-0003-6-18
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19523207/>)
13. Demet Erdoğan Uçar, Nurdan Paker, Derya Buğdaycı, Lokomat: a therapeutic chance for patients with chronic hemiplegia, 10.3233/NRE-141054,
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24463231/>)
14. Giovanni Taveggia, Alberto Borboni, Chiara Mulé, Jorge H Villafaña, Stefano Negrini, Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial, 10.1097/MRR.0000000000000137,
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26512928/>)
15. Soo-Yeon Kim, Li Yang, In Jae Park, Eun Joo Kim, Min Su Joshua Park, Sung Hyun You, Yun-Hee Kim, Hyun-Yoon Ko, Yong-Il Shin, Effects of Innovative WALKBOT Robotic-Assisted Locomotor Training on Balance and Gait Recovery in Hemiparetic Stroke: A Prospective, Randomized, Experimenter Blinded Case Control Study With a Four-Week Follow-Up, 10.1109/TNSRE.2015.2404936 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25850089/>)
16. Anna Rojek, Anna Mika, Łukasz Oleksy, Artur Stolarczyk, Renata Kielnar, Effects of Exoskeleton Gait Training on Balance, Load Distribution, and Functional Status in Stroke: A Randomized Controlled Trial 10.3389/fneur.2019.01344,
(<https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2019.01344/full>)
17. Kang, Cheon Ji; Chun, Min Ho; Lee, Junekyung, Lee, Ji Yeon, Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke, 10.1097/MD.00000000000027974(https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2021/12030/effects_of_robot_subar_assisted_gait_training_in.39.aspx)
18. Seigo Inoue, Yohei Otaka, Masashi Kumagai, Masafumi Sugasawa, Naoki Mori, Kunitsugu Kondo, Effects of Balance Exercise Assist Robot training for patients with hemiparetic stroke: a randomized controlled trial, 10.1186/s12984-022-00989-6
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35090517/>)

19. Sungsik Son, Kil-Byung Lim, Jiyong Kim, Changhun Lee, Sung Il Cho, Jeehyun Yoo, Comparing the Effects of Exoskeletal-Type Robot-Assisted Gait Training on Patients with Ataxic or Hemiplegic Stroke
10.3390/brainsci12091261 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36138997/>)
20. Marianna Capecci 1, Sanaz Pournajaf 2, Daniele Galafate 2, Patrizio Sale 3, Domenica Le Pera 2, Michela Goffredo 2, Maria Francesca De Pandis 4, Elisa Andrenelli 5, Mauro Pennacchioni 5, Maria Gabriella Ceravolo 5, Marco Franceschini 6, Clinical effects of robot-assisted gait training and treadmill training for Parkinson's disease. A randomized controlled trial, 10.1016/j.rehab.2019.06.016, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31377382/>)
21. Yongjin Ahn 1, Juntaek Hong 1, Dain Shim 1, Joong-On Choi 1, Dong-Wook Rha 1, Comparing the Lower-Limb Muscle Activation Patterns of Simulated Walking Using an End-Effector-Type Robot with Real Level and Stair Walking in Children with Spastic Bilateral Cerebral Palsy, 10.3390/s23146579, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37514872/>
22. Ki Yeun Nam, #1 Hyun Jung Kim, #2 Bum Sun Kwon, 1 Jin-Woo Park, 1 Ho Jun Lee, 1 and Aeri Yoo, Robot-assisted gait training (Lokomat) improves walking function and activity in people with spinal cord injury: a systematic review, 10.1186/s12984-017-0232-3 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5363005/>)
23. Heejae Kim, Eunkyung Kim, Seo Jung Yun, Min-Gu Kang, Hyun Iee Shin, Byung-Mo Oh, Han Gil Seo, Robot-assisted gait training with auditory and visual cues in Parkinson's disease: A randomized controlled trial, 10.1016/j.rehab.2021.101620, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065721001378?via%3Dihub>)
24. Nadica Miljkovic', Ivana Milovanovic', Aleksandra Draginc', Ljubica Konstantinovic' and Dejan B. Popovic', Muscle synergies with Walkaround® postural support vs. "cane/therapist" assistance, 10.3233/NRE-130982, (<https://sci-hub.se/10.3233/NRE-130982>) (<https://sci-hub.se/10.3233/NRE-130982>)
25. Claire Shackleton Robert Evans Sacha West Wayne Derman Yumna Albertus, Robotic locomotor training for spasticity, pain, and quality of life in individuals with chronic SCI: A pilot randomized controlled trial, 10.3389/fre.2023.1003360, (<https://www.frontiersin.org/journals/rehabilitation-sciences/articles/10.3389/fre.2023.1003360/full>)
26. So Young Joo, Seung Yeol Lee, Yoon Soo Cho, Kuem Ju Lee, Cheong Hoon Seo, Effects of Robot-Assisted Gait Training in Patients with Burn Injury on Lower Extremity: A Single-Blind, Randomized Controlled Trial, 10.3390/jcm9092813, (<https://www.mdpi.com/2077-0383/9/9/2813>)
27. Kenichi Ozaki, Izumi Kondo, Satoshi Hirano, Hitoshi Kagaya, Eiichi Saitoh, Aiko Osawa, Yoichi Fujinori, Training with a balance exercise assist robot is more effective than conventional training for frail older adults, 10.1111/ggi.13009, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28295912/>)
28. Atsushi Tsukahara, Kunihiro Yoshida, Akira Matsushima, Kumiko Ajima, Chika Kuroda, Noriaki Mizukami, Minoru Hashimoto, Evaluation of walking smoothness using wearable robotic system curara® for spinocerebellar degeneration patients, 10.1109/ICORR.2017.8009459, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28814031/>)
29. Felix Schoenrath, Susanne Markendorf, Andreas Emil Brauchlin, Michelle Frank, Markus Johannes Wilhelm, Lanja Saleh, Robert Riener, Christian Marc Schmied, Volkmar Falk, Robot-

assisted training for heart failure patients - a small pilot study, 10.2143/AC.70.6.3120178, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26717214/>)

30. Mónica Alcobendas-Maestro I, Ana Esclarín-Ruz, Rosa M Casado-López, Alejandro Muñoz-González, Guillermo Pérez-Mateos, Esteban González-Valdizán, José Luis R Martín, Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial, 10.1177/1545968312448232, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22699827/>)

31. American Stroke Association. (2023). About Stroke. Ανακτήθηκε από: <https://www.stroke.org/en/about-stroke>

32. Baehr M. 2009, Εντοπιστική Διάγνωση στη Νευρολογία, Κωνσταντάρης Ιατρικές εκδόσεις, Αθήνα

33. Duus' Εντοπιστική Διάγνωση στη Νευρολογία ,2009 Κωνσταντάρης Ιατρικές εκδόσεις , Αθήνα

34. <https://www.hocoma.com/us/solutions/lokomat/>

35. physiopedia 2023, <https://www.physio-pedia.com/home/>

36. Ν. Κακλαμάνης, Α. Καμμάς, Ή Ανατομική του Ανθρώπου, εκδόσεις Μ. Edition, Αθήνα 1998

37. physiopedia, Brain anatomy, (https://www.physio-pedia.com/Brain_Anatomy)

38. Illustration from Anatomy & Physiology, Connexions Web site, 2013.

39. Johnson E. Νευροανατομία Κωνσταντάρης Ιατρικές Εκδόσεις , Αθήνα 2012

40. The Spine: Anatomy and Function <https://spinehealth.org/article/spine-anatomy/>

41. Spinal cord injury (<https://www.christopherreeve.org/todays-care/living-with-paralysis/health/causes-of-paralysis/spinal-cord-injury/>)

42. Bican O et al. The spinal cord: a review of functional neuroanatomy. *Neurol Clin.* (2013).

43. de Girolami U et al. Spinal cord. *Handb Clin Neurol.* (2017).

44. Ikeda K et al. The respiratory control mechanisms in the brainstem and spinal cord: integrative views of the neuroanatomy and neurophysiology. *J Physiol Sci.* (2017).

45. World Stroke Organization , 2024 <https://www.world-stroke.org/>

46. Cerebral and Sinus Vein Thrombosis, <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/circulationaha.113.008018>

47. Daniel J Bell, 2024, Spinal cord circulation, <https://radiopaedia.org/articles/spinal-cord-circulation?lang=us>

48. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009)

49. National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institutes of Health, February 2009, stroke types: ischemic versus hemorrhagic, <https://strokeshieldfoundation.org/our-research-focus/ischemic-versus-hemorrhagic-stroke-types/>

50. Κραβαρίτης, ΑΓΓΕΙΑΚΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ , <https://www.physiohome.gr/content/blog/%CE%B1%CE%B3%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BA%>

CE%AC-

%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%B9%CF%83%CF%8C%CE%B4%CE%B9%CE%B1

51. Mihailo P. Lazarevic, Nikola Zivkovic, Darco Radojevic, Open-closed Iterative Learning Control Algorithm for Exoskeleton Rehabilitation Purposes, 10.1051/mateconf/201929201010, (https://www.researchgate.net/publication/336009634_Open-closed_Iterative_Learning_Control_Algorithm_for_Exoskeleton_Rehabilitation_Purposes)

52. Adam Fisch , Neuroanatomy Draw it to know it , 2009 , OXFORD

53. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine , 2024
<https://www.sciencedirect.com/journal/annals-of-physical-and-rehabilitation-medicine>

54. Muralitharan Nair, Ian Peatre, Fundamentals of applied pathophysiology an essential guide for nursing students, Broken hill productions, 2012.

55. Robina Private Hospital , 2020 <https://robinaprivate.com.au/news/2022/what-is-robotic-assisted-rehabilitation-and-how-does-it-work>

56. Moore Κλινική Ανατομία 2η Έκδοση , 2016 , Εκδόσεις Βασιλειάδης

57. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) , 2023
<https://www.ninds.nih.gov/>

58. Martin Suzzane, Kessler Mary, neurologic interventions for physical therapy, 2007.

59. NICHOLS-LARSEN S, DEBORAH Νευροεπιστήμη και Νευροπλαστικότητα στην Εφαρμοσμένη Φυσικοθεραπεία 2017 Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις Αθήνα

60. Mayfield Brain and Spine , 2024 <https://mayfieldclinic.com/pe-anatbrain.htm>

61. Juan Luis Sánchez-González, Inés Llamas-Ramos, Rocío Llamas-Ramos, Francisco Molina-Rueda, María Carratalá-Tejada, Alicia Cuesta-Gómez, Reliability and Validity of the 10-Meter Walk Test (**10MWT**) in Adolescents and Young Adults with Down Syndrome, 10.3390/children10040655 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10136842/>)

62. Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD
<https://www.oecd.org/en/about.html>

63. Fang Liu, Alice Y. M. Jones, Raymond C. C. Tsang, Fubing Zha, Mingchao Zhou, Kaiwen Xue, Zeyu Zhang, Yulong Wang, Stroke volume and cardiac output during 6 minute-walk tests are strong predictors of maximal oxygen uptake in people after stroke, 10.1371/journal.pone.0273794

64. Jan Mehrholz ¹, Katja Wagner, Katja Rutte, Daniel Meissner, Marcus Pohl, Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke, 0.1016/j.apmr.2007.06.764, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17908575/>)

65. Kessler Neurologic Rehabilitation Center , 2015 <https://www.kessler-rehab.com/conditions-and-services/neurologic-rehabilitation/>

66. Roberto Colombo, Vittorio Sanguineti Rehabilitation Robotics , 2018

67. S Shah ¹, F Vanclay, B Cooper, Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation, 10.1016/0895-4356(89)90065-6, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2760661/>)

68. Jeffrey Laut, Maurizio Porfiri, and Preeti Raghavan , The Present and Future of Robotic Technology in Rehabilitation Curr Phys Med Rehabil Rep. 2016 Dec; 4(4): 312–319, published online 2016 Nov 19. doi: 10.1007/s40141-016-0139-0

69. F M Collen I, D T Wade, G F Robb, C M Bradshaw, , The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment, 10.3109/03790799109166684, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1836787/>
70. Pagoudis , 2020 Functional Movement , <https://functionalmovement.gr/%CE%B7-%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B9%CF%83%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7-%CF%83%CF%89%CF%83%CF%84%CE%AE-%CE%BA%CE%B9%CE%BD/>
71. Hong Kong Journal of Occupational Therapy , Application of the Korean version of the Modified Barthel Index: Development of a keyform for use in clinical practice ,Ickpyo Hong a, Yoonjeong Lim b, HyunSuk Han c, Catherine Cooper Hay a, Hee-Soon Woo , 2017
- 72.Stephen Downs, The berg balance scale, 10.1016/j.jphys.2014.10.002, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25476663/>
- 73.David J Gladstone I, Cynthia J Danells, Sandra E Black, The fugl-meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties, 0.1177/154596802401105171
- 74.physio-pedia 2024 , [https://www.physio-pedia.com/Balance_Evaluation_Systems_Test_\(BESTest\)](https://www.physio-pedia.com/Balance_Evaluation_Systems_Test_(BESTest))
75. physio-pedia 2024 https://www.physio-pedia.com/Tinetti_Test
76. physio-pedia 2024 https://www.physio-pedia.com/Dynamic_Gait_Index
77. physio-pedia 2024 [https://www.physio-pedia.com/Functional_Independence_Measure_\(FIM\)](https://www.physio-pedia.com/Functional_Independence_Measure_(FIM))
78. physio-pedia 2024 https://www.physio-pedia.com/Fugl-Meyer_Assessment_of_Motor_Recovery_after_Stroke
79. physio-pedia 2024 [https://www.physio-pedia.com/Functional_Walking_Test_\(FWT\)](https://www.physio-pedia.com/Functional_Walking_Test_(FWT))

