



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

## **Πτυχιακή Εργασία**

**Νοερή Εξάσκηση στα Νευρολογικά Νοσήματα.**

**Το παράδειγμα του ΑΕΕ**

**Συγγραφέας**

**Ευστράτιος – Ταξιάρχης Κόντος**

**ΑΜ: 61516095**

**Επιβλέπουσα:**

**Μαριάννα Παπαδοπούλου**

**Αθήνα, Σεπτέμβριος 2021**



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

**Diploma Thesis**

**Motor Imagery Training in Neurological Diseases,  
The Stroke Paradigm**

**Student: Efstratios - Taxiarchis**

**Kontos**

**Registration Number: 61516095**

**Supervisor:**

**Marianna Papadopoulou**

**Athens, September 2021**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**Τίτλος εργασίας**

**Νοερή Εξάσκηση στα Νευρολογικά Νοσήματα.**

**Το παράδειγμα του ΑΕΕ**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>Α/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
	ΜΠΙΑΚΑΛΙΔΟΥ ΔΑΦΝΗ	ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑΝΝΑ	ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΚΟΜΠΟΤΗ ΔΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	

## 1 ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ευστράτιος – Ταξιάρχης Κόντος Του Χαραλάμπους, με αριθμό μητρώου 16095 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

*\*Επιθυμώ ελεύθερη πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου*

**\* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ο/Η Δηλών/ούσα  
Κόντος Ευστράτιος - Ταξιάρχης  
(Υπογραφή)

**Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα**

*\* Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):*

*%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81\_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85\_final.pdf).*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο συμβαίνει από τη διακοπή αιμάτωση μιας περιοχής του ιστού του εγκεφάλου και οδηγεί τους νευρώνες και τα υπόλοιπα κύτταρα σε ισχαιμία. Η συχνότητα εμφάνισης νέων περιστατικών προβλέπεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη όπου θα οδηγήσει σε μεγαλύτερο ποσοστό ασθενών να χρειάζονται αποκατάσταση από τα κινητικά ελλείματα που προκαλούνται από την εγκεφαλική βλάβη. Η Νοερή Εξάσκηση είναι η επανάληψη μίας δραστηριότητας ή κίνησης που εκτελείται στην φαντασία του ατόμου, με στόχο την εκμάθηση ή βελτίωση κινητικών δεξιοτήτων και μπορεί να εφαρμοστεί για την αποκατάσταση των ασθενών με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Η ικανότητα των ασθενών να δημιουργούν ένα φανταστικό περιβάλλον που να ομοιάζει με τον πραγματικό κόσμο, διαταράσσεται από την εγκεφαλική βλάβη του εγκεφαλικού επεισοδίου και οδηγεί σε περιορισμούς ως προς την εφαρμογή της Νοερής Εξάσκησης. Χαρακτηριστικά, η βλάβη του βρεγματικού φλοιού οδηγεί σε αδυναμία εκτέλεσης MI, ενώ η βλάβη του μετωπιαίου φλοιού, στο κέλυφος οδηγούν κυρίως σε ελλείματα εκτέλεσης.

Η Νοερή Εξάσκηση συνδυάζεται με τη συμβατική θεραπεία ή μέθοδοι όπως η Παρακολούθηση της Δράσης ή την τεχνολογία Brain Computer Interface. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν ότι, η Νοερή Εξάσκηση σε συνδυασμό με άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις, είναι πιο αποτελεσματική από την συμβατική θεραπεία για την αποκατάσταση των ασθενών με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Από την άλλη, η Νοερή Εξάσκηση μπορεί να ενταχθεί στα συστήματα Brain Computer Interface και υπάρχουν θετικά ευρήματα για την επίδραση στην αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω άκρου. Οι επόμενες μελέτες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τους περιορισμούς των προηγούμενων έτσι ώστε να καθοριστεί η πραγματική επίδραση της MIT στο ΑΕΕ.

**Λέξεις κλειδιά:** Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ΑΕΕ, Νοερή κινητική απεικόνιση, Ικανότητα νοερής κινητικής απεικόνισης, Νοερής εξάσκηση, Motor imagery, Motor imagery training, Motor imagery ability, Stroke.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
Περιεχόμενα.....	3
1 ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	6
2 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	8
3 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
5 ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ.....	11
5.1 Ορισμός.....	11
5.2 Επιδημιολογία.....	11
5.3 Ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	14
5.3.1 Παθογένεση.....	14
5.3.2 Συμπτώματα και σημεία.....	16
5.3.3 Σύνδρομο μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας.....	17
5.3.4 Σύνδρομο πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας.....	18
5.3.5 Σύνδρομο οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας.....	19
5.3.6 Σύνδρομο έσω καρωτίδας αρτηρίας.....	20
5.3.7 Σύνδρομο σπονδυλοβασικής αρτηρίας.....	20
5.3.8 Κενοτοπιώδη σύνδρομα.....	22
5.4 Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	23
5.4.1 Αιμορραγία στο κέλυφος.....	23
5.4.2 Αιμορραγία στον κερκοφόρο πυρήνα.....	24
5.4.3 Αιμορραγία στη γέφυρα.....	24
5.4.4 Αιμορραγία στην παρεγκεφαλίδα.....	25
5.4.5 Λοβιακές αιμορραγίες.....	25
5.5 Μελέτες απεικόνισης/διάγνωση.....	25
5.6 Παράγοντες κινδύνου.....	26
5.6.1 Παράγοντες κινδύνου: Ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	27
5.6.2 Παράγοντες κινδύνου: Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	28
5.7 Αντιμετώπιση.....	30
5.7.1 Αντιμετώπιση: Ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	30
5.7.2 Αντιμετώπιση: Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	31
6 ΝΟΕΡΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ.....	32
6.1 Θεωρία της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης.....	32
6.2 Νοερή Κινητική Απεικόνιση και Μνήμη Εργασίας.....	35
6.3 Διαχωρισμός της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης.....	35

6.4	Ικανότητα Νοερής Κινητική Απεικόνισης.....	38
6.5	Ικανότητα Άμεσης Κινητικής Απεικόνισης & Μέθοδοι Αξιολόγησης .....	38
6.5.1	Ερωτηματολόγια .....	38
6.5.2	Νοερή Χρονομετρία .....	39
6.6	Ικανότητα Έμμεσης Νοερής Κινητικής Απεικόνισης & Μέθοδοι Αξιολόγησης .....	41
6.7	Αξιολόγηση εμπλοκής στη Νοερή Κινητική Απεικόνιση.....	42
6.7.1	Ηλεκτρομυογράφημα .....	42
6.7.2	Αυτόνομο νευρικού σύστημα .....	42
6.8	Απεικονιστικές μελέτες και Νοερή Κινητική Απεικόνιση .....	44
6.8.1	Σύγκριση Νοερής Κινητικής Απεικόνισης και σωματικής κίνησης .....	44
6.8.2	Κινησθητική και Οπτική Νοερή Απεικόνιση .....	49
6.8.3	Άμεση και Έμμεση Νοερή Κινητική Απεικόνιση .....	49
7	ΝΟΕΡΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ .....	51
7.1	Αξιολόγηση Ικανότητα Νοερής Κινητική Απεικόνισης των ασθενών με ΑΕΕ.....	51
7.1.1	Ερωτηματολόγια .....	51
7.1.2	Νοερή Χρονομετρία .....	53
7.1.3	Αξιολόγηση Έμμεσης Νοερή Κινητική Απεικόνιση .....	56
7.2	Επιδράσεις του ΑΕΕ στην Ικανότητα της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης.....	57
7.2.1	Επιδράσεις του ΑΕΕ με βάση την τοποθεσία της βλάβης .....	57
7.2.2	Επιδράσεις του ΑΕΕ με βάση την Ικανότητας MI.....	62
7.3	Νευροπλαστικότητα και Νοερή Κινητική Απεικόνιση .....	64
7.4	Επικοινωνία μεταξύ των εγκεφαλικών περιοχών μετά από το ΑΕΕ.....	66
7.5	Νοερή Εξάσκηση .....	67
7.5.1	Πλεονεκτήματα της Νοερής εξάσκησης .....	67
7.5.2	Νοερής Εξάσκησης σε ασθενείς με ΑΕΕ .....	68
7.5.3	Παρεμβάσεις Νοερής Εξάσκησης .....	68
7.5.4	Χρονική διάρκεια της συνεδρίας .....	73
7.5.5	Προτάσεις αξιολόγησης της εμπλοκής στη Νοερή Εξάσκηση .....	74
7.5.6	Παράδειγμα ενός προγράμματος Νοερής Εξάσκησης .....	74
7.6	Νοερή εξάσκηση και Παρακολούθηση Δράσης .....	76
7.6.1	Ενσωμάτωση της Παρατήρησης Δράσης σε συνδυασμό με την Νοερή Εξάσκηση με υπάρχουσες μεθόδους .....	77
7.6.2	Πιθανοί περιορισμοί του συνδυασμού MIT και ΑΟ .....	78
7.7	Αποτελεσματικότητα Νοερής Εξάσκησης στο ΑΕΕ .....	79
7.7.1	Νοερή εξάσκηση στο ημιπληγικό κάτω άκρο .....	80
7.7.2	Νοερή εξάσκηση στο ημιπληγικό άνω άκρο.....	81



7.7.3	Περιορισμοί.....	82
7.8	Νοερή Εξάσκηση και τεχνολογία Brain - Computer Interface.....	83
7.8.1	Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI - FES.....	85
7.8.2	Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI – Robotics.....	86
7.8.3	Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI – VR.....	86
7.8.4	Νοητική κόπωση στη Νοερή Εξάσκηση.....	88
7.8.5	Αποτελεσματικότητα συστημάτων MI – BCI σε ασθενείς με ΑΕΕ.....	89
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	90
9	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	92
10	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	97

## 2 ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο	AEE
Αξονική Τομογραφία	CT
Μαγνητική Τομογραφία	MRI
Νοερή Κινητική Απεικόνιση - Motor Imagery	MI
Νοερή Εξάσκηση - Motor Imagery Training	MIT
Πρώτου Προσώπου Νοερή Απεικόνιση	1ΠΝΑ
Τρίτου Προσώπου Νοερή Απεικόνιση	3ΠΝΑ
Οπίσθιος Πλάγιος Προ-Μετωπιαίος Φλοιός	dIPFC
Κάτω Μετωπιαία Έλικα	IFG
Συμπληρωματική Κινητική Περιοχή	SMA
Κοιλιακός Προκινητικός Φλοιός	vPM
Ραχιαίος Προκινητικός Φλοιός	dPM
Οπίσθιος Βρεγματικός Φλοιός	PPC
Κάτω Βρεγματικό Λοβίο	IPL
Άνω Βρεγματικό Λοβίο	SPL
Lateral Judgment Task	LJT
Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire	KVIQ-20
Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition	MIQ-RS
Movement Imagery Questionnaire-Revised	MIQ-R
Hand Identification task training	HIT
Box and Block test	BBT
Time Up & Go	TUG
Chaotic Motor Imagery Assessment	CMIA-1
Δραστηριοτήτων Καθημερινής Ζωής	ADL
Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations	GRADE
Functional Reach Test	FRT
Action Research Arm Test	ARAT

Fugl-Meyer Upper Limb	FMUL
Action Observation	AO
Brain - Machine Interface	BMI
Brain-Computer Interfaces	BCI
Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα	EEG
Εγγύς Υπέρυθρη Φασματοσκοπία	NIR
Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός -Functional Electric Stimulation	FES
εικονικής πραγματικότητας - Virtual Reality	VR

### 3 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήμα 5.1 .....	σελίδα: 12
Εικόνα 6.1 .....	σελίδα: 37
Εικόνα 6.1 .....	σελίδα: 41
Εικόνα 6.3 .....	σελίδα: 45
Εικόνα 6.4 .....	σελίδα: 48
Εικόνα 7.1 .....	σελίδα: 52
Εικόνα 7.2 .....	σελίδα: 58
Εικόνα 7.3 .....	σελίδα: 66

## 4 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 5.1 ..... σελίδα: 31

Πίνακας 7.1 ..... σελίδα: 79

## 5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο αυτή της πτυχιακής εργασία είναι η εφαρμογή της Νοερής Εξάσκησης στο Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Η νευροφυσιολογία, νευρολογία και φυσικοθεραπεία είναι τα επιστημονικό πεδίο όπου αναπτύσσεται. Ο στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση τόσο της χρήσης και αποτελεσματικότητας της Νοερής Εξάσκησης στο Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει ανάπτυξη του Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου, τα επιδημιολογικά δεδομένα και τα σύνδρομα που προκύπτουν μετά την βλάβη που προκαλεί. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης, τα επιστημονικά δεδομένα που το υποστηρίζουν και της ικανότητας του ατόμου να δημιουργεί φαντάστηκες απεικονίσεις. Στο τρίτο κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την επίδραση της εγκεφαλικής βλάβης στη Νοερή Κινητική Απεικόνιση, τις μέθοδοι αξιολόγησης για τους ασθενείς με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο, παραδείγματα εφαρμογής της Νοερής Εξάσκησης στην αποκατάσταση αυτών των ασθενών και την αποτελεσματικότητα της. Οι μεθοδολογικές αρχές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εργασίας είναι η έρευνα από τις βάσεις δεδομένων Scopus, ScienceDirect, Pedro, Cochrane database of systematic reviews και Pubmed.

## 6 ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

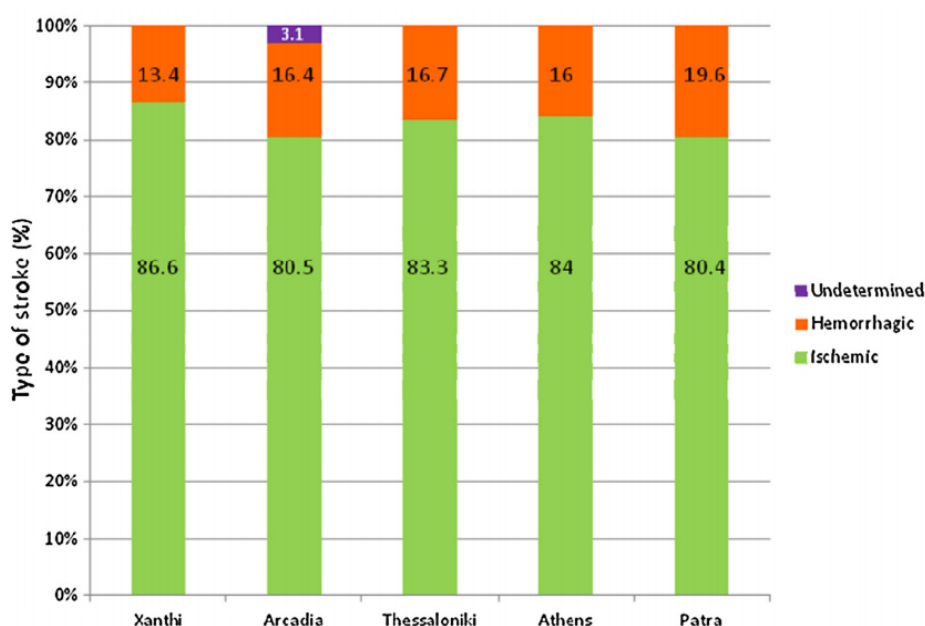
### 6.1 Ορισμός

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ορίζει το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) κλινικά ως ταχέως αναπτυσσόμενα κλινικά σημεία εστιακής, μερικές φορές ολικής διαταραχής της εγκεφαλικής λειτουργίας που διαρκεί περισσότερο από 24 ώρες ή οδηγεί στο θάνατο χωρίς προφανή αιτία, πλην της αγγειακής (WHO, 1988). Συμβαίνει από τη διακοπή αιμάτωση μιας περιοχής του ιστού του εγκεφάλου οδηγεί σε ισχαιμία. Ο ιστός στερείται από οξυγόνο και γλυκόζη και αρεμποδίζει την απομάκρυνση δυνητικά τοξικών μεταβολιτών, όπως το γαλακτικό οξύ. Όταν η ισχαιμία είναι σχετικά σοβαρή και παρατεταμένη, οι νευρώνες και τα υπόλοιπα κύτταρα πεθαίνουν. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται έμφρακτο (Kandel, Schwartz, & Jessell, 2016). Τα ΑΕΕ οφείλονται είτε σε απόφραξη ενός αιμοφόρου αγγείου ή σε αιμορραγία λόγω ρήξης ενός αγγείου. Το ΑΕΕ ως εκ τούτου, περιλαμβάνει το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο και το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο (Brust, και συν., 2016).

### 6.2 Επιδημιολογία

Το ΑΕΕ αποτελεί την δεύτερη αιτία θανάτου παγκοσμίως και στην πρώτη θέση βρίσκεται η ισχαιμική καρδιοπάθεια (WHO, 2020). Το 2015, το ΑΕΕ και η ισχαιμική καρδιοπάθεια συνέβαλαν στον θάνατο 15,2 εκατομμυρίων ανθρώπων (Katan & Luft, 2018). Η ετήσια συχνότητα εμφάνισης νέων εγκεφαλικών επεισοδίων στην Ελλάδα υπολογίζεται στα 16.095 περιστατικά τον χρόνο με επιπολασμό 352,6 περιστατικά ανά 100.000 κάτοικους (The burden of stroke in Europe, 2015). Παλαιότερες επιδημιολογικές μελέτες για την Ελλάδα αναφέρουν την εμφάνιση κατά μέσο όρο στα 75 και 76 έτη για τις γυναίκες και τους άνδρες, όμως πρόσφατα δεδομένα δείχνουν το ΑΕΕ να συμβαίνει κυρίως σε ηλικίες μικρότερες των 70 ετών. Το ισχαιμικό ΑΕΕ εμφανίζεται συχνότερα στον Ελληνικό πληθυσμό σε σύγκριση με το αιμορραγικό ΑΕΕ (Σχήμα:5.1) με την υπέρταση να αποτελεί τον κύριο παράγοντα κινδύνου για τους δύο τύπους (Vasiliadis & Zikió, 2014) όμως πρόσφατα δεδομένα να κατηγορούν την υπερλιπιδαιμία και το κάπνισμα. Το ποσοστό θνητότητας στην

Ελλάδα από εγκεφαλικό έμφρακτο βρίσκεται 69.6/100.000 (The burden of stroke in Europe, 2015).



Σχήμα 5.1 Κατανομή υποτύπων Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων σε διάφορες περιοχές στην Ελλάδα (τροποποιημένο από Vasiliadis & Zikic, 2014).

Κάθε χρόνο στην Ευρώπη, υπολογίζεται περίπου 1 εκατομμύριο κάτοικοι προσβάλλονται από ΑΕΕ προκαλώντας 440.000 θανάτους ετησίως (Wafa, et al., 2020). Τα ποσοστά εμφάνισης με βάση την ηλικία είναι 1,2 έως 2 φορές υψηλότερα στους άνδρες από ό, τι στις γυναίκες σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες και η αύξηση τους άνδρες παρατηρείται μετά τις ηλικίες των 55-60 ετών (Béjot, Bailly, Durier, & Giroud, 2016). Στις Ηνωμένες Πολιτείες μόνο, υπολογίζεται ότι υπάρχουν 7 εκατομμύρια ασθενείς που υπέστησαν ΑΕΕ και κάθε χρόνο προσβάλλονται κοντά στα 795.000 άτομα με νέο ΑΕΕ (Virani, et al., 2020). Υπάρχει μεγάλη γεωγραφική διακύμανση, με ιδιαίτερα υψηλό κίνδυνο εμφάνισης στην Ανατολική Ασία, την Κεντρική Ευρώπη και την Ανατολική Ευρώπη (Feigin et al., 2018). Στην Ευρώπη μεταξύ 2017 και 2047 υπολογίζεται αύξηση κατά 3% νέων περιστατικών με ΑΕΕ και ο συνολικός αριθμός ασθενών που θα έχουν προσβληθεί θα αγγίζουν τα 2,58 εκατομμύρια (Wafa, et al., 2020). Αντίστοιχα, για την Ελλάδα η αύξηση των περιστατικών θα φτάσει το 19% και ο συνολικός πληθυσμός των ασθενών με ΑΕΕ θα αυξηθεί κατά 13% μέχρι το 2035 (The burden of stroke in Europe, 2015).



Πέρα από γεωγραφικές διακυμάνσεις, το ΑΕΕ έχει διαφορετικές επιπτώσεις με βάση κοινοοικονομικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται πτώση στην θνησιμότητα και στο βαθμό αναπηρίας, στις χώρες με υψηλό εισόδημα. Πιθανόν το παραπάνω να οφείλεται στη βελτίωση τόσο της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας πρόληψης, όσο και στην θεραπεία της οξείας φάσης και της αποκατάσταση ενός ΑΕΕ. Σε μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε οκτώ ευρωπαϊκές χώρες, ο κίνδυνος για ΑΕΕ αυξάνεται κατά 9% ανά χρόνο στους άνδρες και 10% ανά χρόνο στις γυναίκες (Katan & Luft, 2018). Ο κίνδυνος αυξάνεται εκθετικά με την ηλικία, με τη μεγαλύτερη επιβάρυνση να εμφανίζεται σε άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών (Brust, και συν., 2016). Παράλληλα πληθυσμός στις ανεπτυγμένες χώρες τείνει να ζει παραπάνω χρόνια. Εν τούτης, τόσο η παγκόσμια αύξηση του πληθυσμού, η επικράτηση των παραγόντων κινδύνου, ειδικά στις χώρες με χαμηλό και μέσου εισόδημα όσο και η αύξηση του γηραιού πληθυσμού στις ανεπτυγμένες χώρες, συνεισφέρουν στην αύξηση των προσβολών από ΑΕΕ (Katan & Luft, 2018).

Τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας προσβολής από ΑΕΕ, στις ηλικίες μεταξύ 25 και 65 ετών, από 22,8% το 1990 σε 24,9% το 2016 (Feigin, et al., 2018; Katan & Luft, 2018), με όλο και περισσότερα περιστατικά να αρχίζουν να εμφανίζονται σε νεότερα άτομα (Katan & Luft, 2018). Η επίδραση του ΑΕΕ φαίνεται να επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες που μπορούν να σχετίζονται με το φύλο ή την εθνικότητα. Το διάστημα μεταξύ 1990 και 2006, το 60% των θανάτων αποτελούταν από γυναίκες ηλικίας άνω των 75 ετών. Οι γυναίκες τείνουν να ζούνε παραπάνω χρόνια από τους άνδρες, ενώ η υπέρταση και η κολπική μαρμαρυγή, αποτελούν σημαντικοί παράγοντες για ΑΕΕ, οι οποίοι είναι πιο συχνοί στις γυναίκες και ίσως εξηγεί την αυξημένη εμφάνιση έμφρακτων σε αυτόν τον πληθυσμό. Οι έγχρωμοι έχουν διπλάσιες έως τριπλάσιες πιθανότητες να υποστούν εγκεφαλικό επεισόδιο στις ηλικίες 45 με 65, σε σύγκριση με τη καυκάσια φυλή. Ακόμη, άνοδο των προσβολών συμβαίνει ανάμεσα σε νεότερο αμερικάνικο πληθυσμό μεξικανικής καταγωγής, ενώ στην ευρωπαϊκή ένωση, μεγαλύτερος κίνδυνος προσβολής και χειρότερη πρόγνωση παρατηρούνται σε φυλετικές μειονότητες (Katan & Luft, 2018).

## 6.3 Ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο

### 6.3.1 Παθογένεση

Το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι ο πιο συχνός τύπος ΑΕΕ και αριθμεί περίπου το 70-80% όλων των αγγειακών επεισοδίων (Brust, και συν., 2016; Katan & Luft, 2018). Προκαλείται από εστιακή εγκεφαλική ισχαιμία, μια εντοπισμένη μείωση της αιματικής ροής ικανή να διαταράξει το νευρωνικό μεταβολισμό και τη λειτουργία των νευρώνων. Εάν η ισχαιμία δεν είναι αναστρέψιμη εντός μια κρίσιμης περιόδου, παρουσιάζεται μη αναστρέψιμη κυτταρική βλάβη, η οποία έχει ως αποτέλεσμα το εγκεφαλικό έμφρακτο. Παρόλο που το έμφρακτο εξ ορισμού είναι το τελικό αποτέλεσμα ανεπαρκούς αιματικής ροής, αρκετοί διακριτοί μηχανισμοί μπορεί να διαταράξουν την αιματική εγκεφαλική ροή και να οδηγήσουν στη γένεση ενός ισχαιμικού εμφράκτου. Η παθολογική διεργασία που είναι υπεύθυνη για τον ειδικό μηχανισμό του εμφράγματος συχνά χρησιμοποιείται για να κατηγοριοποιήσει το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο σε διαφορετικούς υποτύπους με βάση την αιτιολογία (Brust, και συν., 2016).

Έμβολο είναι θρόμβος που αναπτύσσεται μακριά από το αγγειακό σύστημα του εγκεφάλου, συνήθως στην καρδιά, και κατόπιν ενσφηνώνεται σε ένα από τα εγκεφαλικά αγγεία (Nichols-Larsen, et al., 2017). Το καρδιοεμβολικό ισχαιμικό επεισόδιο προκαλείται από έμβολα που ταξιδεύουν στην εγκεφαλική κυκλοφορία από την καρδιά. Τα καρδιακά έμβολα μπορούν να διακόψουν την εγκεφαλική ροή του αίματος, μέσω της απόφραξης μιας αρτηρίας στο σημείο εκείνο όπου η διάμετρος του αυλού του αγγείου είναι ίση ή μικρότερη από το μέγεθος του εμβόλου. Συνήθεις πηγές καρδιοεμβόλων περιλαμβάνουν τον ενδοκαρδιακό και τοιχωματικό θρόμβο που δημιουργείται από κολπική μαρμαρυγή, την διατακτική μυοκαρδιοπάθεια και η βαλβιδική καρδιακή νόσος (Brust, και συν., 2016).

Ο παράδοξος εμβολισμός αναφέρεται σε ένα θρόμβο στην φλεβική κυκλοφορία που φτάνει στην καρδιά και εισέρχεται στην αρτηριακή κυκλοφορία μέσω ενός καρδιακού ελλείματος, συνήθως ανοιχτό ωοειδές τρήμα. Εκτός από το θρόμβο και άλλα υλικά σπάνια μπορούν να εισέλθουν στην φλεβική κυκλοφορία και

να οδηγήσουν σε εμβολή δια μέσου καρδιακού ελλείματος. Στα παραδείγματα περιλαμβάνονται το λίπος από ένα μείζον οστικό κάταγμα και αέρας από τραύμα ή χειρουργική διαδικασία που περιλαμβάνει τους πνεύμονες, τους φλεβώδεις κόλπους ή τις σφαγίτιδες φλέβες. Φυσαλίδες αζώτου μπορεί επίσης να δημιουργηθούν εντός της ροής του αίματος μετά από αιφνίδια μείωση της βαρομετρικής πίεσης, όπως συμβαίνει με τους δύτες (Brust, και συν., 2016).

Το αθηροσκληρωτικό έμφρακτο σχετίζονται με συσσώρευση αθηρωματικής πλάκας εντός του αυλού μεγάλου ή μεσαίου μεγέθους αρτηριών, συνήθως σε σημείο διακλάδωσης ή καμπύλης του αιμοφόρου αγγείου. Μπορεί να συμβεί σε κάθε αρτηρία του αρτηριακού τόξου έως τον κύκλο του Willis, αλλά οι πιο συχνές θέσεις αθηροσκλήρωσης που σχετίζονται με εγκεφαλικό επεισόδιο είναι ο διαχωρισμός της κοινής με την έσω καρωτίδα αρτηρία, το σημείο έκφυσης της μέσης και πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας και το σημείο έκφυσης των σπονδυλικών αρτηριών. Το αθηρωματικό εγκεφαλικό επεισόδιο προκαλείται με έναν από τους εξής τρεις μηχανισμούς. Εμβολικό υλικό μπορεί να αποσπαστεί από μία πλάκα και να αποφράξει μια απομακρυσμένη εγκεφαλική αρτηρία. Η αθηρωματική πλάκα μπορεί να προκαλέσει στένωση της αρτηρίας, η οποία τελικά θα οδηγήσει σε πλήρη απόφραξη και τοπική θρόμβωση. Τέλος, η ισχαιμία μπορεί να αναπτυχθεί περιφερικά σε μια σοβαρή αθηροσκληρωτική στένωση ή απόφραξη, ως αποτέλεσμα της προοδευτικής ανεπαρκούς αιμάτωσης η οποία δεν αντισταθμίζεται από τη παράπλευρη κυκλοφορία του αίματος (Brust, και συν., 2016).

Όταν η αιτία είναι απροσδιόριστη τα εγκεφαλικά επεισόδια χαρακτηρίζονται ως κρυπτογενή. Τέτοια έμφρακτα συχνά εμφανίζονται να είναι εμβολικής αιτιολογίας, αλλά παρ' όλη τη εφαρμογή πλήρους διαγνωστικού ελέγχου δεν διαπιστώνεται καμία πηγή εμβόλων. Το διοισοφάγειο ηχοκαρδιογράφημα έχει δείξει ότι το ανοικτό ωοειδές τρήμα και το αθήρωμα του αορτικού τόξου μπορεί να προκαλέσουν μερικά από τα παραπάνω περιγραφόμενα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. Άλλη αιτία περιλαμβάνει τον αρτηριακό διαχωρισμό, ιδιαίτερα στην καρωτίδα και τις σπονδυλικές αρτηρίες, που συνήθως προσβάλλει νεαρούς ασθενείς μικρότερους των 30 ετών (Brust, και συν., 2016).

### 6.3.2 Συμπτώματα και σημεία

Το κλινικό εύρημα που λειτουργεί ως σήμα κατατεθέν του ισχαιμικού αγγειακού επεισοδίου είναι η αιφνίδια εμφάνιση εστιακού νευρολογικού ελλείματος. Τυπικά, τα νέα συμπτώματα αναπτύσσονται σε δευτερόλεπτα έως λεπτά ή μπορεί να είναι παρόντα κατά την αφύπνιση. Κεφαλαλγία αναφέρεται σε περίπου το 25% των ασθενών με ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο αλλά είναι πιο κοινή σε ασθενείς με ενδοκράνια ή υπαραχνοειδή αιμορραγία. Η ναυτία και ο έμετος εμφανίζονται, σχετίζονται όμως κυρίως με έμφρακτα στο στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα. Μειωμένο επίπεδο συνείδησης είναι ασύνηθες στις πρώτες ώρες μετά το ισχαιμικό εμφρακτο, εκτός αν έχει επηρεαστεί ο δικτυωτός σχηματισμός του εγκεφαλικού στελέχους. Η υπέρταση εμφανίζεται αιφνιδίως στις περισσότερες περιπτώσεις, αλλά συχνά επανέρχεται στις βασικές τιμές αυτόματα στις πρώτες μέρες (Brust, και συν., 2016).

Η περαιτέρω εξέλιξη των νευρολογικών συμπτωμάτων εξαρτάται από το μηχανισμό του ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου και το βαθμό της παράπλευρης αιματικής ροής. Όλοι οι υπότυποι των εμφράκτων από το έμβολο έως το κενотоπιώδες μπορεί να έχουν διακυμάνσεις των συμπτωμάτων. Τα ειδικά νευρολογικά ελλείμματα που προκαλούνται από ένα ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο εξαρτώνται πλήρως από την περιοχή του εγκεφαλικού ιστού που ισχαιμεί, η οποία με τη σειρά της προσδιορίζεται από την αποφραχθείσα αρτηρία, το βαθμό παράπλευρης κυκλοφορίας και την παρουσία τυχόν αγγειακών ανατομικών αλλαγών (Brust, και συν., 2016).

Το ημισφαίριο που απευθύνεται κυρίως ή είναι εξ ολοκλήρου υπεύθυνο για τον έλεγχο μίας λειτουργίας, έναντι του άλλου ημισφαιρίου, ονομάζεται επικρατές ημισφαίριο (Noggle & Hall, 2011). Το κέντρο του λόγου εντοπίζεται στο αριστερό ημισφαίριο για το 95% των δεξιόχειρων και στο 60% σε όσους είναι αριστερόχειρες. Η βλάβη των περιοχών που ευθύνονται για τον λόγο εκδηλώνεται ως διαταραχή της γλώσσας, η οποία ονομάζεται αφασία και αποτελείται από διακριτά κλινικά σύνδρομα. Τα κύρια αφασικά σύνδρομα είναι η αφασία Broca και η αφασία Wernicke (Brust, και συν., 2016; Kandel, et al., 2016).

Στην αφασία Broca, η βλάβη βρίσκεται στην περιοχή Broca του μετωπιαίου λοβού. Οι ασθενείς κατανοούν τον προφορικό λόγο των άλλων και συχνά είναι

δυνατό να παράγουν μεμονωμένες λέξεις ή απλές φράσεις, όχι όμως και ολοκληρωμένες προτάσεις. Η αφασία Wernicke αποτελεί βλάβη της αντίστοιχης περιοχής στον κροταφικό λοβό. Εκδηλώνεται με διαταραχή της ικανότητας κατανόησης του προφορικού λόγου, αλλά και της ικανότητας δημιουργίας και παρακολούθησης των λέξεων που εκφέρονται. Τα μεγάλα ΑΕΕ που επηρεάζουν την περιοχή Broca και την περιοχή Wernicke οδηγούν σε κατάσταση που ονομάζεται ολική αφασία (Nichols-Larsen, et al., 2017).

Η ημι-παραμέληση αναφέρεται σε ποικίλου βαθμού διαταραχή της προσοχής στα οπτικά, ακουστικά και ερεθίσματα αφής από την μία πλευρά του χώρου, συνήθως αριστερά. Εμφανίζεται κυρίως σε βλάβη του δεξιού ημισφαιρίου ή λιγότερο συχνά του αριστερού. Οι ασθενείς αποτυγχάνουν να αναγνωρίσουν το ετερόπλευρο άκρο ως δικό τους και αγνοούν το ετερόπλευρο ήμισυ του σώματος καθώς επίσης το γύρω περιβάλλον. Προβλήματα με την χωρική αντίληψη περιλαμβάνουν κατασκευαστικές απραξίες και απραξία κατά την ένδυση καθώς απώλεια τοπογραφικής μνήμης (Brust, και συν., 2016).

### **6.3.3 Σύνδρομο μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας**

Απόφραξη του στελέχους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας παράγει ένα πλήρες έμφρακτο της αρτηρίας. Αν το έμφρακτο συμβεί στο επικρατές ημισφαίριο οδηγεί σε ολική αφασία αλλιώς στο μη επικρατές ημισφαίριο έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη αντίληψη του χώρου και την ετερόπλευρη αμέλεια. Η αντίπλευρη ημιπάρεση από ένα πλήρες έμφρακτο μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας είναι σοβαρή, συχνά οδηγεί σε παράλυση και επηρεάζει το πρόσωπο το άνω και το κάτω άκρο εξίσου, λόγω της συμμετοχής του οπίσθιου σκέλους της έσω κάψας. Η απώλεια της αισθητικότητας μπορεί να είναι σοβαρή, αλλά η ιδιοδεκτική και διακριτική αισθητικότητα είναι κατά κύριο λόγο πιο επηρεασμένες σε σύγκριση με την αίσθηση του πόνου και της θερμοκρασίας. Ετερόπλευρη ομώνυμη ημιανοψία προκύπτει από τη διαταραχή της οπτικής ακτινοβολίας του βρεγματικού και κροταφικού λοβού. Η συζυγή βλεματική πάρεση είναι η παρέκκλιση των οφθαλμών προς την πλευρά της βλάβης, είναι συνηθής σε μεγάλα έμφρακτα (Brust, και συν., 2016).

Έμφρακτο που προκύπτει από απόφραξη του ανώτερου στελέχους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας παράγει ετερόπλευρη ημιπάρεση και απώλεια της

αισθητικότητας που επηρεάζει το πρόσωπο και το άνω άκρο περισσότερο σε σύγκριση με το κάτω άκρο. Το παραπάνω συμβαίνει εξ 'αιτίας της διάσωσης της έσω κάψας και της τοπογραφικής οργάνωσης του κινητικού και αισθητικού φλοιού (Brust, και συν., 2016). Οι περιοχές που αφορούν το πρόσωπο και το άνω άκρο βρίσκονται στο κυρτό των ημισφαιρίων, ενώ η περιοχή που αφορά το κάτω άκρο βρίσκεται στην έσω επιφάνεια των ημισφαιρίων. Η κινητική και αισθητική έκπτωση είναι μεγαλύτερη στο άνω άκρο επειδή ο κορμός και το εγγύς τμήμα των άκρων τείνουν να έχουν μικρότερη αντιπροσώπευση στον σωματοκινητικό φλοιό και των δύο ημισφαιρίων. Οι παρασπονδυλικοί μύες σπανίως προσβάλλονται στις ετερόπλευρες βλάβες του εγκεφάλου. Οι προσωπικοί μύες του μετώπου και οι μύες του φάρυγγα και της σιαγόνας αναπαριστούνται και στα δύο ημισφαίρια, οπότε σπανίως παραβλάπτονται (Kandel, et al., 2016).

Έμφρακτα στην περιοχή άρδευσης του κατώτερου κλάδου της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, οδηγούν σε ετερόπλευρη ομώνυμη ημιανοψία ή τεταρτοημιανοψία αλλά μικρή ή σχεδόν καθόλου αδυναμία, αισθητική απώλεια ή βλεμματική πάρεση. Στο επικρατικό ημισφαίριο έχουν ως αποτέλεσμα την αφασία Wernicke ενώ στο μη επικρατικό ημισφαίριο μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική ετερόπλευρη ημιαδιαφορία, διαταραχή της αντίληψης και δραματικές διαταραχές της συμπεριφοράς. Στο αντίποδα, τα έμφρακτα του ανώτερου στελέχους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας στο επικρατικό ημισφαίριο οδηγεί σε αφασία Broca, ενώ έμφρακτα στο μη επικρατικό ημισφαίριο οδηγούν σε λιγότερο σοβαρή χωρική αδιαφορία και χωρικών διαταραχών σε σχέση με τα πλήρη έμφρακτα της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας (Brust, και συν., 2016).

#### **6.3.4 Σύνδρομο πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας**

Έμφρακτα στην περιοχή κατανομής της πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας, δεν είναι συχνές περιπτώσεις ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου (Matos Casano, Tadi, & Ciofoaia, 2021) και προκαλούν αδυναμία και υπαισθησία ποιοτικά παρόμοιες με αυτές των βλαβών στο κυρτό των ημισφαιρίων, με τη διαφορά ότι τα έμφρακτα στην περιοχή αυτή επηρεάζουν περισσότερο το αντίπλευρο κάτω άκρο (Kandel, et al., 2016; Kim, Caplan, & Wong, 2016) και περισσότερο περιφερειακά σε σχέση με τα εγγύς τμήματα (Brust, και συν., 2016). Η διαταραχή της αισθητικότητας συνήθως είναι

ήπια και συμβαίνει πάντα στο παρετικό μέλος (Kim, et al., 2016; Matos Casano, et al., 2021). Όταν το έμφρακτο συμβαίνει στο αριστερό ημισφαίριο, μπορεί να εμφανιστεί διαφλοιϊκή κινητική αφασία (Kim, et al., 2016) στην οποία η ικανότητα επανάληψης του προφορικού λόγου διατηρείται σε πολύ καλύτερο επίπεδο σε σχέση με την ευφράδεια (Kandel, et al., 2016). Σε αυτή την διαταραχή οφείλεται η βλάβη στην συμπληρωματική κινητική περιοχή με την οποία συνυπάρχουν νευροψυχολογικές διαταραχές όπως διαταραχές της μνήμης (Matos Casano, et al., 2021).

Η ακράτεια ούρων μπορεί να εμφανιστεί είτε σε μονόπλευρο είτε σε αμφίπλευρο έμφρακτο της πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας. Τα αμφοτερόπλευρα έμφρακτα είναι σπάνια (Matos et al., 2021) και μπορούν να συμβούν κατά την παρουσία ενός ατελούς κύκλου του Willis και οδηγεί σε σοβαρή διαταραχή της συμπεριφοράς, ακράτεια και διάχυτα αυξημένο μυϊκό τόνο (Brust, και συν., 2016). Τα πιο συνηθής συμπτώματα στα αμφοτερόπλευρα έμφρακτα της πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας είναι η απώλεια της βούλησης λόγω βλάβης του μεσολόβιου ή του πρόσθιου-έσω μετωπιαίου λοβού (Kim, et al., 2016).

### **6.3.5 Σύνδρομο οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας**

Η απόφραξη της οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας πιο συχνά οδηγεί σε ετερόπλευρη ομώνυμη ημιανοψία εξ αιτίας εμφράκτου στον οπτικό φλοιό και στον ινιακό λοβό. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο ασθενής διατηρεί την κεντρική όραση λόγω της διάσωσης της ωχράς κηλίδας, ως αποτέλεσμα της διασφάλισης της αιμάτωσης από τη μέση εγκεφαλική αρτηρία στο ινιακό λοβό. Όταν το έμφρακτο αφορά το κυρίαρχο ημισφαίριο, μπορεί να εμφανιστεί αδυναμία ανάγνωσης χωρίς άλλα σημεία αφασίας (αλεξία χωρίς αγραφία). Αμφοτερόπλευρο έμφρακτο της οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας μπορεί να οδηγήσει σε ολική φλοιϊκή τύφλωση ή σε σωληνωτή όραση όπου, ο ασθενής αισθάνεται ότι τα βλέπει μέσα σε τούνελ, εάν η όραση της ωχράς κηλίδας έχει διατηρηθεί. Η επηρεασμένη μνήμη μπορεί να αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, εάν είναι επηρεασμένο το κατώτερο τμήμα του κροταφικού λοβού ή το μέσο τμήμα του θαλάμου (Brust, και συν., 2016; Kandel, et al., 2016). Διαταραχές της μνήμης και αφασία επηρεάζουν το 18 με 15% των ασθενών (Kim, et al., 2016).

Αν η απόφραξη της οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας βρίσκεται κοντά στην έκφυση της, η βλάβη μπορεί να περιλαμβάνει ή να επηρεάζει ιδιαίτερα τις ακόλουθες δομές. Τον θάλαμο, προκαλώντας σύνδρομο θαλαμικού άλγους, με αντίπλευρη ημιαναισθησία και ενίοτε αυτόματο πόνο και δυσαισθησία, Έμφρακτο του μεσεγκέφαλου μπορεί να οδηγήσει στο σύνδρομο Weber που εμφανίζει σύστοιχη οφθαλμοκινητική πάρεση οφειλόμενο προκαλούμενη από παράλυση του κοινού κινητικού νεύρου και αντίπλευρη ημιπάρεση και αταξία από προσβολή της φλοιονωτιαίας οδού ή του άνω σκέλους της παρεγκεφαλίδας (οδοντοθαλαμική οδός). Ακόμη, μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη στους υποθαλαμικούς πυρήνες προκαλώντας έντονη αντίπλευρη χορεία (ημιβαλισμός) (Brust, και συν., 2016; Kandel, et al., 2016).

#### **6.3.6 Σύνδρομο έσω καρωτίδας αρτηρίας**

Η απόφραξη της έσω καρωτίδας μπορεί να είναι ασυμπτωματική ή να οδηγήσει σε ολοσφαιρικό έμφρακτο, το οποίο εξαρτάται από την εξασφάλιση της αιματικής ροής από τον κύκλο του Willis. Εξ' αιτίας της περιορισμένης ετερόπλευρης αιματικής παροχής, η υψηλού βαθμού καρωτιδική στένωση ή απόφραξη μπορεί να οδηγήσει στην παρουσία συμπτωμάτων εξ αιτίας της ανεπάρκειας αιμοδυναμικής αιμάτωσης στην οριακή ζώνη μεταξύ της μέσης, πρόσθιας και οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν την ετερόπλευρη ημιπάρεση, απώλεια αισθητικότητας και ομώνυμη ημιανοψία. Με τον εντοπισμό την ζώνης μετάπτωσης της μέσης και πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας στο άνω τμήμα του κυρτού των ημισφαιρίων, η αδυναμία συνήθως επηρεάζει κεντρικά το άνω και το κάτω άκρο ενώ δεν εμφανίζεται στο πρόσωπο. Ανάλογα με την θέση της βλάβης, στο επικρατητικό ημισφαίριο θα εμφανιστεί αφασία και στο μη επικρατητικό θα οδηγήσει σε ημιαδιαφορία (Brust, και συν., 2016).

#### **6.3.7 Σύνδρομο σπονδυλοβασικής αρτηρίας**

Έμφρακτα της άνω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας συχνά οδηγούν σε δυσαρθρία, σύστοιχη αταξία των άκρων, αταξία κορμού και νυσταγμό. Έμφρακτα της πρόσθιας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας συχνά περιλαμβάνουν τις πλάγιες περιοχές της γέφυρας και την προσθιοπλάγια περιοχή της παρεγκεφαλίδας αλλά



σπάνια μπορούν να οδηγήσουν σε μεμονωμένη σύστοιχη ημιαταξία εξ αιτίας ενός ισχαιμικού εμφράκτου που περιορίζεται μόνο στην παρεγκεφαλίδα ή να εμφανίζουν και μεμονωμένο ίλιγγο εξ αιτίας εμφράγματος των αιθουσαίων πυρήνων ή του αιθουσαίου νέυρου. Τα έμφρακτα της οπίσθιας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας συχνά οδηγούν στην εμφάνιση κορμικής αταξίας, σύστοιχης αταξίας των άκρων και οξύ ίλιγγο με νυσταγμό. Ακόμη, είναι πιθανότερο να δημιουργηθεί οξύ υδροκέφαλος με συμπίεση του στελέχους και εγκολεασμό των αμυγδαλών (Brust, και συν., 2016).

Η απόφραξη της βασικής αρτηρίας μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Η απόφραξη του άνω τμήματος της βασικής αρτηρίας είναι συνήθως εμβολικής αιτιολογίας και μπορεί να προκαλέσει το σύνδρομο της βασικής αρτηρίας εξ αιτίας αμφοτερόπλευρου εμφράκτου στο μεσεγκέφαλο, το θάλαμο, τον ινιακό και το μέσο κροταφικό λοβό. Η διαταραχή του επιπέδου συνείδησης είναι κανόνας, η οποία κυμαίνεται από υπνηλία έως κώμα. Αν το κώμα δεν είναι παρόν όλα τα συμπτώματα που περιγράφηκαν παραπάνω για το έμφρακτο της οπίσθιας αρτηρίας μπορεί να εμφανίζονται. Άλλα συμπτώματα σχετίζονται με σκελικές και οπτικές ψευδαισθήσεις, διαταραχές της οφθαλμικής κίνησης και τις κόρες του οφθαλμού. Σοβαρή τετραπληγία με θέση αποφλοίωσης ή απεγκεφαλισμού μπορεί να είναι αποτέλεσμα αμφοτερόπλευρου εμφράκτου στα εγκεφαλικά σκέλη ή στο άνω τμήμα της γέφυρας (Brust, και συν., 2016).

Απόφραξη στο εγγύς τμήμα της βασικής αρτηρίας μπορεί να οδηγήσει στο σύνδρομο εγκλεισμού το οποίο οφείλεται σε εκτεταμένο αμφοτερόπλευρο έμφρακτο του κοιλιακού τμήματος της γέφυρας με διάσωση του μεσεγκεφάλου εξ αιτίας παράπλευρης αιματικής κυκλοφορίας. Οι ασθενείς είναι τετραπληγικοί αλλά σε πλήρη εγρήγορση εξ αιτίας του γεγονότος ότι παραμένει ανέπαφος ο δικτυωτός σχηματισμός. Οι κάθετες κινήσεις των ματιών είναι διαταραγμένες ενώ οι οριζόντιες οφθαλμικές κινήσεις και το ανοιγοκλείσιμο των ματιών είναι λιγότερο συχνά και χρησιμεύουν ως το μοναδικό μέσο επικοινωνίας με τον έξω κόσμο (Brust, και συν., 2016).

### 6.3.8 Κενοτοπιώδη σύνδρομα

Οι αποφράξεις σε μονές μικρές διαπιτραινουσες αρτηρίες που αρδεύουν τις εν τω βάθει δομές στον εγκέφαλο έχει ως αποτέλεσμα το κλινικό φάσμα των κενοτοπιωδών έμφρακτων. Οι πιο συχνά προσβεβλημένες αρτηρίες είναι των φακκοειδών κλάδων της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, οι οποίες αιματώνουν την έσω κάψα, τα βασικά γάγγλια και τον ακτινωτό στέφανο. Τα έμφρακτα αυτά είναι συχνά μικρότερα σε διάμετρο από ένα εκατοστό και η αιτία της απόφραξης μικρών αγγείων θεωρείται γενικά πως είναι η ενδοθηλιακή βλάβη, εξ αιτίας μακροχρόνιας υπέρτασης ή σακχαρώδους διαβήτη (Brust, και συν., 2016). Οι ασθενείς με αθηροσκλήρωση της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας σπάνια οδηγούν σε πλήρη απόφραξη της και συνήθως εμφανίζουν κενοτοπιώδη σύνδρομα με λιγότερο συχνά και σοβαρά συμπτώματα (Kim, et al., 2016). Επιπλέον, συμβαίνουν στους κλάδους που διέρχονται στον θαλάμου της οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας οι οποίοι αιματώνουν το θάλαμο και των παράμεσων διαπιτραινόντων κλάδων της βασικής αρτηρίας που αιματώνουν τη γέφυρα. Διάφορα κλινικώς διακριτά σύνδρομα σχετίζονται με την ισχαιμική νόσο των κενοτοπιωδων εμφράκτων (Brust, και συν., 2016; Venkataraman P, 2021)

Το πιο συχνό κενοτοπιώδης σύνδρομο είναι η αμιγής κινητική ημιπάρεση, το οποίο εμφανίζεται ως αποτέλεσμα εμφράκτου στην ετερόπλευρη έσω κάψα ή σε έμφρακτα του ακτινωτού στέφανου ή της γέφυρας. Η συμπτωματολογία του, πέρα από την ημιπάρεση περιλαμβάνει την ομώνυμη ημιανοψία, την αφασία ή ημιαδιαφορία, χωρίς απώλεια αισθητικότητας. Ένα άλλο κενοτοπιώδες σύνδρομο είναι το αισθητικοκινητικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Χαρακτηρίζεται από συνδυασμό ετερόπλευρης αδυναμίας και απώλεια αισθητικότητας χωρίς την παρουσία άλλων οπτικών γλωσσικών ή γνωστικών διαταραχών. Το έμφρακτο περιλαμβάνει τόσο την έσω κάψα όσο και τους πλάγιους θαλαμικούς πυρήνες. Το σύνδρομο της αταξικής ημιπάρεσης αποτελείται από ετερόπλευρη αδυναμία και ομόπλευρη αταξία των άκρων. Σχετίζονται με σύνδρομα που πιο συχνά εμφανίζονται στη γέφυρα, στην έσω κάψα ή στον ακτινωτό στέφανο. Το σύνδρομο της δυσαρθρίας με αδέξιο χέρι μπορεί να είναι παραλλαγή του προηγούμενου συνδρόμου, αλλά χαρακτηρίζεται με βαριά δυσαρθρία και αταξία των άνω άκρων και σχετίζεται με έμφρακτο στην έσω κάψα ή στην γέφυρα (Brust, και συν., 2016; Venkataraman P, 2021).

## **6.4 Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο σχετίζεται με περισσότερα ποσοστά αναπηρίας και θνητότητας με 80% των ασθενών καταλήγει στον θάνατο (Katan & Luft, 2018). Αιμορραγία μπορεί να συμβεί με την μορφή εξωπαρεγχυματικής αιμορραγίας, παραδείγματος χάριν από ρήξη συγγενών ανευρυσμάτων στον κύκλο του Willis, που προκαλεί υπαραχνοειδή αιμορραγία. Εναλλακτικά, μια αιμορραγία μπορεί να είναι ενδοπαρεγχυματική, παραδείγματος χάρις από ρήξη αγγείων που είχαν αλλοιωθεί από μακροχρόνια υπέρταση και μπορεί να προκαλέσει αιματικό θρόμβο ή αιμάτωμα στο εσωτερικό των ημισφαιρίων, το στέλεχος ή την παρεγκεφαλίδα. Η ενδοπαρεγχυματική αιμορραγία μπορεί να εμφανιστεί οπουδήποτε στον εγκέφαλο με τις πλέον συνηθισμένες περιοχές εμφάνισης αποτελούν την λοβιακή αιμορραγία, την αιμορραγία των βασικών γαγγλίων και της έσω κάψας, την θαλαμική αιμορραγία, την αιμορραγία της γέφυρας και την παρεγκεφαλιδική αιμορραγία (Brust, και συν., 2016).

### **6.4.1 Αιμορραγία στο κέλυφος**

Η αιμορραγία στο κέλυφος είναι η πιο συχνή θέση εμφάνισης ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγία (Daroff, Jankovic, Mazziotta, Pomeroy, & Bradley, 2015). Το χαρακτηριστικά κλινικό εύρημα είναι η ετερόπλευρη ημιπάρεση, η ετερόπλευρη ημιπαισθησία ή ο συνδυασμός και των δύο, λόγω της συμμετοχής της έσω κάψας (Brust, και συν., 2016). Η επιδείνωση της κλινικής εικόνας εξαρτάται από το μέγεθος του αιματώματος (Daroff et al. 2015). Μικρότερες αιμορραγίες μπορούν να μιμηθούν τα νευρολογικά ελλείματα ενός κενотоπιώδους εμφράκτου, με συμπτώματα ίδια με τα παραπάνω με επιπλέον εμφάνιση αταξικής ημιπάρεση. Μια μεγάλου βαθμού αιμορραγία στη περιοχή, εκτός από την ετερόπλευρη ημιπληγία μπορεί να επιφέρει και συμπτώματα από τον φλοιό, όπως αφασία σε βλάβη στο επικρατητικό ημισφαίριου αλλά, ετεροπλευρη αδιαφορία μπορεί να εμφανιστεί σε βλάβη σε οποιοδήποτε από τα ημισφαίρια (Brust, και συν., 2016).

#### **6.4.2 Αιμορραγία στον κερκοφόρο πυρήνα**

Η αιμορραγία στον κερκοφόρο πυρήνα είναι ένα σπάνιο σύνδρομο ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας και είναι αποτέλεσμα ρήξης διαπιτραίνοντων αρτηριών από την μέση και πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία, συχνά υπερτασικής αιτιολογίας (Daroff et al., 2015). Η περιοχή του κερκοφόρου πυρήνα γεινιάζει με το πρόσθιο κέρασ των πλάγιων κοιλιών, μια αιμορραγία σε αυτή την περιοχή επεκτείνεται συνήθως στο κοιλιακό σύστημα, προκαλώντας σοβαρού βαθμού κεφαλαλγία, αυχενική δυσκαμψία, ναυτία και εμέτους (Brust et al., 2016). Η ημιπάρεση δεν προκύπτει σε όλους τους ασθενείς και όταν εμφανίζεται, είναι συνήθως ήπια. Ο ασθενής μπορεί να εμφανίσει μειωμένη λεκτική ευφράδεια ή αφασία και αρκετοί ασθενείς εμφανίζονται απαθείς, αποπροσανατολισμένοι με διαταραχές της μνήμης (Brust, και συν., 2016; Daroff, et al., 2015).

#### **6.4.3 Αιμορραγία στη γέφυρα**

Συχνά, ορισμένοι ασθενείς εμφανίζονται μικρές ετερόπλευρες γεφυρικές αιμορραγίες, οι οποίες οφείλονται σε ρήξη αρτηριοφλεβωδών δυσπλασιών ή αιμορραγίες από σηραγγώδη αιμαγγειώματα. Η σημειολογία των ασθενών ομοιάζει με αυτή των γεφυρικών κενοτοπιώδων εμφράκτων και περιλαμβάνει εικόνα καθαρά κινητικού ΑΕΕ, με αταξική ημιπάρεση ή προσβολή μεμονωμένων κρνιακών νεύρων. Εφόσον η αιμορραγία οφείλεται σε αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασία και χειρουργηθεί, οι ασθενείς επιβιώνουν με καλές πιθανότητες αποκατάστασης. Ωστόσο, μια μαζική γεφυρική αιμορραγία οφείλεται σε ρήξη των διαπιτραίνοντων αρτηριών της γέφυρας, οι οποίες αποτελούν κλάδους της βασικής αρτηρίας. Οι περισσότεροι ασθενείς βυθίζονται σε κώμα ενώ η σημειολογία συνοδεύεται από τετραπληγία, υπέρτονία με έκταση των άκρων χειρών, οφθαλμικές διαταραχές και απώλεια αντανακλαστικών. Η θνησιμότητα από μια μεγάλη γεφυρική αιμορραγία αγγίζει το 100%. Η αντιμετώπιση μιας μεγάλης αιμορραγίας στην γέφυρα είναι υποστηρικτική, και χωρίς αποτέλεσμα με εξαιρετικά κακή πρόγνωση (Brust, και συν., 2016).

#### **6.4.4 Αιμορραγία στην παρεγκεφαλίδα**

Οι παρεγκεφαλιδικές αιμορραγίες αποτελούν το 5% με 10% των ενδοπαρεγχυματικών αιμορραγιών (Daroff et al. 2015). Συνήθως συνυπάρχει υπέρταση με αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες ή κακοήθεια. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν την αδυναμία στάσης και βάδισης, ασταθής βάδισης, ομόπλευρη αταξία με απώλεια του συντονισμό των λεπτών κινήσεων, ομόπλευρη περιφερική πάρεση του προσωπικού, παράλυση του βλέμματος και δυσαρθρία, ενώ συχνά συνυπάρχουν κεφαλαλγία, έμετοι, αυχεναλγία και δυσκαμψία (Brust, και συν., 2016; Daroff et al. 2015). Η ημιπάρεση είναι ασυνήθιστη και αν παρουσιάζεται θα οφείλεται στην πίεση του στελέχους (Brust, και συν., 2016).

#### **6.4.5 Λοβιακές αιμορραγίες**

Η εγκεφαλική αμυλοειδική αγγειοπάθεια, οι αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, τα νεοπλάσματα, οι διαταραχές του πηκτικού μηχανισμού, οι συμπαθητικομημητικοί παράγοντες, κυρίως η χρήση κοκαΐνης, είναι καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν κυρίως σε λοβιακές αιμορραγίες (Brust, et al, 2016; Daroff, et al., 2015). Οι λοβιακές αιμορραγίες είναι η δεύτερη πιο συχνή αιτία ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας με καλύτερη πρόγνωση και μικρότερη πιθανότητα να οδηγήσει σε κώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη (Daroff, et al. 2015). Ωστόσο, ένα μικρό ποσοστό ασθενών δεν ανευρίσκεται το αίτιο. Τα νευρολογικά ελλείματα που προκαλούνται, μιμούνται συνήθως τα αντίστοιχα ενός φλοιϊκού ισχαιμικού ΑΕΕ, αντικατοπτρίζοντας τον λοβό που προσβάλλεται. Ακόμη, οι επιληπτικές κρίσεις είναι πλέον συνήθεις στις λοβιακές παρά στις εν τω βάθει αιμορραγίες (Brust, και συν., 2016).

### **6.5 Μελέτες απεικόνισης/διάγνωση**

Η απεικόνιση του εγκεφάλου παρέχει την πιο κρίσιμη διαγνωστική πληροφορία στην αξιολόγηση και τη θεραπεία ασθενών με οξύ εγκεφαλικό επεισόδιο. Τόσο η αξονική όσο και η μαγνητική τομογραφία μπορούν να περιέχουν οριστική επιβεβαίωση ενός αιμορραγικού ή ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου.

Η επείγουσα χωρίς χρήση σκιαγραφικού αξονική τομογραφία (CT) του εγκεφάλου παραμένει η συνιστώμενη διαγνωστική δοκιμασία για την αρχική εκτίμηση του οξέος εγκεφαλικού επεισοδίου. Η CT είναι σαφώς ευκολότερη σε ασθενείς που εμφανίζουν οξεία σημειολογία και είναι νευρολογικά ή αιμοδυναμικά ασταθείς, διασωληνωμένοι ή συγχυτικοί. Είναι διαθέσιμη στα περισσότερα νοσοκομεία και τμήματα επειγόντων περιστατικών και είναι σύντομη, αποτελώντας την συνήθη εξέταση εκλογής. Η χρήση μαγνητική τομογραφίας (MRI) στο οξύ εγκεφαλικό επεισόδιο είναι περιορισμένη εξαιτίας διαφόρων παραγόντων. Η MRI δεν είναι διαθέσιμη σε επίπεδο επειγόντων στο ίδιο βαθμό όσο η CT ενώ απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος για την εφαρμογή της, γεγονός που μπορεί να καθυστερήσει την αρχική θεραπεία του οξέος εγκεφαλικού επεισοδίου. Ο χρόνος που απαιτείται για μια πλήρη MRI είναι επίσης σημαντικός επειδή η παρακολούθηση με μόνιτορ των ασθενών όσο είναι εντός του μαγνητικού τομογράφου είναι δύσκολη και η κατάσταση τους μπορεί να επιδεινωθεί. Επίσης είναι δαπανηρή σε σύγκριση με την CT και υπάρχουν περισσότερες αντενδείξεις όπως οι βηματοδότες οι μεταλλικές προθέσεις, η κλειστοφοβία και το μεγάλο σωματικό βάρος (Brust, και συν., 2016).

Για την μη επείγουσα εκτίμηση του εγκεφαλικού επεισοδίου η MRI υπερέχει ξεκάθαρα της CT για διάφορους λόγους. Η μαγνητική είναι πιο ευαίσθητη και ειδική σε σύγκριση με την αξονική για τον προσδιορισμό και την εντόπιση του εμφράκτου, του μεγέθους και της ηλικίας του. Παρ' όλο που η ευαισθησία της CT για την ανίχνευση ενδοκρανιακής αιμορραγίας είναι μεγάλη, εμφανίζει σχετικά μικρή ευαισθησία για την ανίχνευση μικρών ή πρώιμων εμφράκτων ιδιαίτερα στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο. Αντιθέτως, η MRI είναι σε θέση επίσης να ανιχνεύσει μικρά φλοιϊκά και υποφλοιϊκά έμφρακτα τόσο καλά όσο και έμφρακτα στο στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα. Επιπροσθέτως, μπορεί παράλληλα να ανιχνεύσει τη παρουσία διαταραχών των αγγείων όπως την παρουσία μιας αγγειακής δυσπλασίας. Τέλος, η χρήση σκιαγραφικού στην CT συμβάλει μόνο στις περιπτώσεις εκείνες όπου υπάρχει υποψία για ενδοκρανιακό νεόπλασμα ή λοίμωξη (Brust, και συν., 2016).

## **6.6 Παράγοντες κινδύνου**

Οι παράγοντες κινδύνου για το αιμορραγικό και ισχαιμικό AEE είναι όμοιοι αλλά υπάρχουν, αλλά υπάρχουν μερικές αξιοσημείωτες διαφορές. Για παράδειγμα,

η υπέρταση είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας κινδύνου για αιμορραγικό ΑΕΕ, αν και συμβάλλει στην αθηροσκλήρωση που μπορεί να οδηγήσει σε ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Από την άλλη, η υπερλιπιδαιμία είναι σημαντικός παράγοντας κινδύνου για εγκεφαλικά επεισόδια λόγω αθηροσκλήρωσης αιμοφόρων αγγείων του εγκεφάλου, ακριβώς. Η συχνότητα εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου αυξάνεται με την ηλικία, με τη συχνότητα να διπλασιάζεται για κάθε δεκαετία μετά την ηλικία των 55 ετών. Η σωματική δραστηριότητα συμβάλει στη πρόληψη του ΑΕΕ, με τα άτομα που δραστηριοποιούνται να έχουν χαμηλότερη πιθανότητα προσβολής (Boehme, Esenwa, & Elkind, 2017).

#### **6.6.1 Παράγοντες κινδύνου: Ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Η καρδιακή νόσος είναι ένας μείζων παράγοντας κινδύνου για ισχαιμικό επεισόδιο ιδιαίτερα η κολπική μαρμαρυγή, βαλβιδική καρδιακή νόσος, η στεφανιαία νόσος και η συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια. Η κολπική μαρμαρυγή είναι πιθανόν υπεύθυνη για τουλάχιστον 50% των εμβολικών εγκεφαλικών επεισοδίων. Ο κίνδυνος ανάπτυξης αυξάνεται με την ηλικία όπως και ο κίνδυνος του εγκεφαλικού επεισοδίου που συνδέεται με κολπική μαρμαρυγή. Συνυπάρχοντες παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου το οποίο αποδίδεται στην κολπική μαρμαρυγή είναι η υπέρταση, η μειωμένη αριστερή κοιλιακή λειτουργία, ο σακχαρώδης διαβήτης και προηγούμενο παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο (Brust, και συν., 2016).

Ο σακχαρώδης διαβήτης σχετίζεται επίσης με έναν αυξημένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου. Η διάρκεια ύπαρξης σακχαρώδη διαβήτη σχετίζεται θετικά με το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο (Boehme, et al., 2017). Ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη συχνά αναπτύσσουν άλλες ιατρικές συννοσηρότητες που αυξάνουν τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου, όπως η αρτηριακή υπέρταση και την καρδιακή νόσος. Η υπέρταση είναι εμφανής περίπου στο μισό πληθυσμό των ενηλίκων με σακχαρώδη διαβήτη και η επιθετική μείωση της αρτηριακής πίεσης οδηγεί στην σημαντική μείωση των καρδιαγγειακών επιπλοκών και του εγκεφαλικού επεισοδίου στους ασθενείς αυτούς. Επίσης, η υπέρταση επιταχύνει την εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης και συμβάλει στην ανάπτυξη της νόσου των μικρών αγγείων (Brust, και συν., 2016). Ο κίνδυνος ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου φαίνεται να

είναι διπλάσιος όταν συνυπάρχει μεταβολικό σύνδρομο, ειδικά όταν αυξάνεται ο αριθμός των διαταραχών του συνδρόμου (Boehme, et al., 2017).

Η σχέση μεταξύ τα είδη χοληστερόλης και του ΑΕΕ δεν έχει διευκρινιστεί και τα δεδομένα περιορίζονται στου υπότυπους του ΑΕΕ. Φαίνεται να υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ υψηλών επιπέδων λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) και εμφάνισης ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου, με τις αρτηρίες μεγαλύτερης διαμέτρου να βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο. Από την άλλη, τα υψηλά επίπεδα λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας (HDL) δείχνουν να ασκούν ένα προστατευτικό ρόλο απέναντι στο ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, με μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης απόφραξης μικρών φλεβών του εγκεφάλου. Οι έγχρωμες γυναίκες ηλικίας μικρότερης των 55 ετών διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από τις λευκές της αντίστοιχης ηλικίας. Επίσης, τα υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο για ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο τόσο στους άνδρες όσο για τις γυναίκες (Virani et al., 2020).

### **6.6.2 Παράγοντες κινδύνου: Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Η υπέρταση είναι ο πιο συχνός και σημαντικός παράγοντας κινδύνου για αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο σε ηλικιωμένα άτομα. Όσο υψηλότερη είναι η αρτηριακή πίεση, τόσο υψηλότερος είναι ο κίνδυνος ΑΕΕ. Η αρτηριακή πίεση, αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας, επιδεινώνοντας έτσι τον κίνδυνο για υπέρταση και ΑΕΕ. Οι μικρές διαίτηραίνουσες αρτηρίες του εγκεφάλου βλάπτονται από την υπέρταση, περιλαμβάνοντας αυτές που τροφοδοτούν τις εν τω βάθει εγκεφαλικές δομές, όπως τα βασικά γάγγλια, την έσω κάψα, τη γέφυρα, το θάλαμο και τους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας. Η υπέρταση πιθανώς να συμβάλει και στην εμφάνιση λοβιακών αιμορραγιών, σε συνδυασμό με την εγκεφαλική αμυλοειδική αγγειοπάθεια. Η εγκεφαλική αμυλοειδική αγγειοπάθεια εμφανίζεται σε ηλικιωμένους, συνήθως μη υπερτασικούς ασθενείς και χαρακτηρίζεται από εναπόθεση αμυλοειδούς στα τοιχώματα των λεπτομηνιγγικών και φλοιικών αρτηριών. Οι αμυλοειδικές αιμορραγίες τείνουν να εμφανίζονται συνήθως στον βρεγματικό και ινιακό λοβό. Συγχρόνως, για άγνωστους λόγους, η εγκεφαλική αμυλοειδική αγγειοπάθεια συχνά προκαλεί πολλαπλές ταυτόχρονες



αιμορραγίες σε διαφορετικές, με σαφή απόσταση περιοχές του εγκεφάλου (Brust, και συν., 2016; Boehme, et al., 2017).

Η ενδοπαρεγχυματική αιμορραγία μπορεί να προκληθεί από αγγειακές δυσπλασίες και ανωμαλίες, οι οποίες περιλαμβάνουν τις αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, τις αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες και τις μικροαγγειακές δυσπλασίες, όπως το σηραγγώδες αγγείωμα και τις μικρό-αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες. Οι αιμορραγίες που εμφανίζονται μπορεί να είναι είτε λοβιακές είτε εν τω βάθει και δεν σχετίζονται με υπέρταση. Τόσο οι πρωτοπαθείς, όσο και οι μεταστατικοί εγκεφαλικοί όγκοι μπορούν να αιμορραγήσουν, με την αιμορραγία να αποτελεί την πρώτη κλινική εκδήλωση των εγκεφαλικών νεοπλασμάτων σε περίπου της μισές περιπτώσεις. Μεγαλύτερη πιθανότητα αιμορραγίας εμφανίζουν οι υψηλής κακοήθειας πρωτοπαθείς όγκοι. Μια σημαντική, αν και σπάνια, αιτία πρόκλησης ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας είναι η απόφραξη των φλεβών του εγκεφάλου. Οι ασθενείς με θρόμβωση των οβελιαίων κόλπων, εμφανίζουν συχνά λοβιακά αιμορραγικά έμφρακτα (Brust, και συν., 2016).

Το κάπνισμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου, ο οποίος σχεδόν διπλασιάζεται σε σχέση με την αναλογία πακέτων τον χρόνο και του κινδύνου για ΑΕΕ (Boehme, et al., 2017). Οι βιολογικές επιδράσεις του καπνίσματος περιλαμβάνουν την αυξημένη συσσωμάτωση των αιμοπεταλίων, τη μειωμένη αγγειακή διατασιμότητα και συστολή και τη μείωση των επιπέδων της HDL (Brust, και συν., 2016). Ακόμη το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο σχετίζεται με τα χαμηλά επίπεδα χοληστερόλης και τη βαριά κατανάλωση αλκοόλ (Brust, και συν., 2016; Boehme, et al., 2017).

Τα συμπαθητικομιμητικά φάρμακα έχουν συσχετιστεί με την εμφάνιση ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας, περιλαμβάνοντας τη χρήση αμφεταμινών, μεθαμφεταμινών και κοκαΐνης. Πιθανώς να οδηγούν σε μέσω της πρόκλησης αναστρέψιμου αγγειοσπασμού με εμφάνιση αιμορραγίας στη φάση επαναιμάτωσης, φλεγμονώδους αγγειίτιδας ή οξείας, σοβαρού βαθμού υπέρτασης. Όλα τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν πιθανά σε ρήξη κάποιας προϋπάρχουσας αγγειακής δυσπλασίας κατά τη διάρκεια των υπερτασικών αιχμών. Η χορήγηση αντιπηκτικών παραγόντων αποτελεί κοινή αιτία ιατρογενούς πρόκλησης

ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας με την χρόνια λήψη βαρφαρίνης να αποτελεί ένα μικρό ποσοστό αυτόματων ενδοπαρεγχυματικών αιμορραγιών (Brust, και συν., 2016).

## **6.7 Αντιμετώπιση**

### **6.7.1 Αντιμετώπιση: Ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Η θρομβόλυση με ενδοφλέβια χορήγηση rt-PA χρησιμοποιείται για τη θεραπεία του οξέος ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου εντός τριών ωρών από την έναρξη των συμπτωμάτων. Το σκεπτικό για τη θρομβολυτική θεραπεία σε οξύ εγκεφαλικό επεισόδιο βασίζεται σε δύο βασικές έννοιες. Πρώτον, η συντριπτική πλειοψηφία των ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων προκαλούνται από θρόμβωση ή θρομβοεμβολική αρτηριακή απόφραξη. Δεύτερον, το ενδεχόμενο μέγεθος και σοβαρότητα ενός εμφράκτου σχετίζεται άμεσα με το βαθμό και τη διάρκεια της ισχαιμίας που υφίσταται ο εγκεφαλικός ιστός. Ως εκ τούτου, η έγκαιρη επαναδιάνοιξη της θρομβωμένης αρτηρίας με τη χρήση ενός θρομολυτικού παράγοντα μπορεί να περιορίσει το μέγεθος του τελικού εμφράκτου και να βελτιώσει το λειτουργικό αποτέλεσμα στους ασθενείς. Στον Πίνακα:5.1 παρουσιάζονται τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού των ασθενών με ισχαιμικό ΑΕΕ για ενδοφλέβια χορήγηση rt-PA (Brust, και συν., 2016).

Πίνακας 5.1 Κριτήρια για την θεραπεία με ενδοφλέβια χορήγηση rt-PA (τροποποιημένο από Brust και συν..2016)

<p><b>Κριτήρια ένταξης</b>                  Ηλικία <math>\geq 18</math> ετών                  Κλινική διάγνωση οξέως ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου                  Εκδήλωση συμπτωματολογίας εντός 3 ωρών (ή 4,5 ωρών) από την έναρξη της θεραπείας                  CT εγκεφάλου συμβατή με οξύ ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (αρνητική ή ψασσόνος σημασίας πρώιμες ισχαιμικές αλλοιώσεις)</p> <p><b>Κριτήρια αποκλεισμού για ασθενείς εντός 3 ωρών από την έναρξη των συμπτωμάτων</b>                  Αξονική τομογραφία με ενδοκρανιακή αιμορραγία ή εκτεταμένο φαινόμενο μάζας                  Ταχεία βελτίωση ή ήπια συμπτώματα (π.χ., καθαρή απώλεια αισθήσεων, μεμονωμένη δυσαρθρία, μεμονωμένη αδυναμία του προσώπου, μεμονωμένη αταξία)                  Επιληπτική κρίση κατά την εγκατάσταση της συμπτωματολογίας του εγκεφαλικού επεισοδίου                  Οποιοδήποτε ιστορικό ενδοκρανιακής αιμορραγίας, υπαρχνοειδούς αιμορραγίας, ενδοκράνιου ανευρύσματος, αρτηριοφλεβικής δυσπλασίας ή όγκου                  Εγκεφαλικό επεισόδιο ή σοβαρή κρανιοεγκεφαλική κάκωση εντός 3 μηνών                  Αιμορραγία του γαστρεντερικού ή του ουροποιητικού οδού εντός των προηγούμενων 21 ημερών                  Μειζονα χειρουργική επέμβαση ή σοβαρό τραύμα εντός 14 ημερών                  Οσφυονωτιαία παρακέντηση εντός 7 ημερών                  Αρτηριακή παρακέντηση σε θέση που δεν επιδέχεται επιπωματισμό εντός 7 ημερών                  ΣΑΠ <math>&gt;185</math> ή ΔΑΠ <math>&gt;110</math> mmHg κατά το χρόνο της θεραπείας                  Διαταραχή της ηκτικότητας: INR <math>&gt;1,5</math>, aPTT <math>&gt;1,5</math> φορές του φυσιολογικού, ή Αιμοπετάλια <math>&lt;100000</math></p>	<p>Πρόσφατη χρήση αντιπηκτικών: βαρφαρίνη (εκτός αν INR <math>&lt;1,5</math>)                  Ηπαρίνη εντός των προηγούμενων 48 ωρών (εκτός αν aPTT <math>&lt;1,5</math> φορές του φυσιολογικού)                  Γλυκόζη <math>&lt;50</math> ή <math>&gt;400</math> (μπορεί να εφαρμοστεί το κλασικό τεστ αίματος με τρύπημα του δακτύλου)                  Υποξεία βακτηριακή ενδοκαρδίτιδα                  Έγκυμοσύνη                  Συμπτώματα μεθεμφραγματικής περικαρδίτιδας ή γνωστού κοιλιακού ανευρύσματος</p> <p><b>Πρόσθετα κριτήρια αποκλεισμού για ασθενείς εντός 3 έως 4,5 ωρών από την έναρξη των συμπτωμάτων</b>                  Ηλικία <math>&gt;80</math> ετών                  Ιστορικό προηγούμενου επεισοδίου εγκεφαλικού επεισοδίου ή σακχαρώδους διαβήτη                  Κάθε αντιπηκτική φαρμακευτική αγωγή, ανεξάρτητα από τα επίπεδα του INR                  NIHSS <math>&gt;25</math>                  CT ή MRI με σημεία οξείας ισχαιμίας σε έκταση μεγαλύτερη από το 1/3 της περιοχής της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας</p> <p><b>Προειδοποιήσεις</b>                  Πρόσφατο έμφραγμα του μυοκαρδίου ή γνωστός αριστερός καρδιακός θρόμβος                  Διαβητική αιμορραγική αμφιβληστροειδοπάθεια ή άλλες οφθαλμικές αιμορραγικές                  Κάθε πρόσφατο τραύμα</p> <p>aPTT = χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης, CT = αξονική τομογραφία, ΔΑΠ = διαστολική αρτηριακή πίεση, ΣΑΠ = συστολική αρτηριακή πίεση, MRI = μαγνητική τομογραφία, NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale.</p>
--	---

Αν οι ασθενείς με ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο δεν βρίσκονται υπό θεραπεία με θρομβολυτική θεραπεία, αντιμετωπίζονται με την χορήγηση ασπιρίνης. Η ασπιρίνη μειώνει την θνησιμότητα μετά από οξύ ισχαιμικό ΑΕΕ όταν χορηγείται εντός 48 ωρών από την έναρξη των συμπτωμάτων. Η θεραπεία με ασπιρίνη μειώνει επίσης ελαφρώς τον κίνδυνο πρόωρης επανεμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου και μακροπρόθεσμης αναπηρίας. Δύο άλλες αντιαιμοπεταλιακές αγωγές είναι η κλοπιδογρέλη και ο συνδυασμός ασπιρίνης και παρατεταμένης απελευθέρωσης διπυριδαμόλης (Brust, και συν., 2016).

### 6.7.2 Αντιμετώπιση: Αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

Η επέκταση του αίματος της πρώτες 24 ώρες μετά την εμφάνιση ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας συμβαίνει περίπου στο 40% των ασθενών και αποτελεί την πλέον συνηθισμένη αιτία νευρολογικής επιδείνωση το πρώτο 24ωρο, προδιαθέτοντας σε αρνητική πρόγνωση. Η αιμοστατική θεραπεία με ανασυνδυασμένο ενεργοποιημένο παράγοντα VII και η επιθετική μείωση της αρτηριακής πίεσης έχουν αποδείξει ότι μειώνουν την επέκταση του αιματώματος, χωρίς να βελτιώνουν την πρόγνωση και το αποτέλεσμα. Η νευροχειρουργική εξαίρεση του αιματώματος αποτελεί πιθανή λύση σε ασθενείς με μεγάλο εγκεφαλικό

αιμάτωμα και εικόνα επικείμενης εμφάνισης διασκηνιδικού εγκολεασμού. Η ημικρανιεκτομή αποσυμπίεσης προλαμβάνει το θάνατο και μπορεί να βελτιώνει την πρόγνωση σε ασθενείς με μαζικό ημισφαιρικό ισχαιμικό ΑΕΕ. η ίδια χειρουργική μέθοδος χρησιμοποιείται από αρκετούς, με ή χωρίς εξαίρεση του αιματώματος, σε ασθενείς με μαζική ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας. Στις μεγάλες παρεγκεφαλιδικές αιμορραγίες, επιλέγεται η χειρουργική αντιμετώπιση, ανεξάρτητα του επιπέδου συνείδησης των ασθενών (Brust, και συν., 2016).

## **7 ΝΟΕΡΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ**

### **7.1 Θεωρία της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης**

Η Νοερή Απεικόνιση (Mental Imagery) ορίζεται ευρέως ως μια γνωσιακή διαδικασία όπου το άτομο φαντάζεται τις πληροφορίες που αντιλαμβάνεται από το περιβάλλον χωρίς την ανάγκη να δέχεται τα κατάλληλα αισθητικά ερεθίσματα για την δημιουργία του φανταστικού περιεχομένου (MacIntyre, Madan, Moran, Collet, & Guillot, 2018). Το περιεχόμενο των πληροφοριών που απεικονίζονται νοερά μπορεί να είναι ακουστικό, οπτικό, απτικό, οσφρητικό, γευστικό, κιναισθητικό. Όταν όμως το άτομο φαντάζεται το σώμα του τότε αναφερόμαστε στη Νοερή Κινητική Απεικόνιση (Motor Imagery - MI) (Dickstein & Deutsch, 2007). Η MI έχει ιδιαίτερη δυνατότητα εφαρμογής στο πλαίσιο του αθλητισμού και της αποκατάστασης. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποκτήσει εξέχουσα θέση μεταξύ των θεμάτων που απασχολούν τους ερευνητές και τους κλινικούς (MacIntyre, et al., 2018).

Η MI είναι μια γνωσιακή δραστηριότητα κατά την οποία το άτομο φαντάζεται μια κινητική δράση, χωρίς την σωματική εκτέλεση της. Συνεπάγεται στην απουσία της φανεράς κινητικής απάντησης και όχι της ίδιας της κίνησης. Η Νοερή Απεικόνιση αναγνωρίζεται ευρέως ως πολυδιάστατη, πολύτροπη και θεωρείται ότι, δεν μπορεί να αποσυνδεθεί από τα πολύ-αισθητικά στοιχεία που τη συσσωρεύουν. Με την ίδια προσέγγιση η MI χρειάζεται την οπτική απεικόνιση του αντικείμενου, την απεικόνιση του νοερού χώρου και τη κινητική απεικόνιση. Για παράδειγμα η φανταστική δημιουργία μίας δραστηριότητας θα πρέπει να περιλαμβάνει τον νοερό χώρο που βρίσκεται το άτομο, τα αντικείμενα που θα αλληλοεπιδράσει και την θέση τους εντός αυτού του χώρου και το ίδιο του το σώμα. Οπότε η MI δεν μπορεί να αποσυνδεθεί

από τα υπόλοιπα στοιχεία που αποτελούν την Νοερή Απεικόνιση (MacIntyre, et al., 2018).

Η γνωσιακή κινητικότητα (Motor Cognition) μελετά τον τρόπο με τον οποίο ο νους σχεδιάζει, προσομοιώνει και παράγει στόχο-κατευθυνόμενες κινήσεις, εμπλέκεται με την προετοιμασία και παραγωγή δράσεων καθώς και τις διαδικασίες που εμπλέκονται στην αναγνώριση, πρόβλεψη και ερμηνεία των ενεργειών άλλων ατόμων. Μια σημαντική διάκριση γίνεται μεταξύ των όρων κίνησης και δράσης (Action). Η δράση θεωρείται ότι έχει τόσο κρυφά (covert) στάδια, όπως η προσομοίωση δράσης, συμπεριλαμβανομένων της MI, όσο και φανερά (overt) στάδια, όπως η εκτέλεση της κίνησης, και τη κίνηση που σχετίζεται με το πότε η ενεργοποίηση οδηγεί στην μετατόπιση ενός άκρου στον χώρο. Στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης, η MI προβλέπεται ότι, είναι λειτουργικά ισοδύναμη με τη δράση λόγω χρήσης κοινών νευρολογικών μηχανισμών και περιλαμβάνει συγκρίσιμες διαδικασίες που ονομάζεται δομική ισοδυναμία (MacIntyre, et al., 2018).

Το δίκτυο κατοπτρικών νευρώνων ήταν μια βασική ανακάλυψη για να επιταχύνει την ανάπτυξη παραδειγμάτων στη διερεύνηση της MI. Η ανακάλυψη των κατοπτρικών νευρώνων προκάλεσε την έρευνα σχετικά με τη νευρική βάση των αναπαραστάσεων της δράσης σε ανθρώπινους. Σύμφωνα με το Jeannerod (1994), η συνεχής διαδικασία της δράσης προβλέπει ότι, η διαφορά μεταξύ της προσομοίωσης μιας δράσης και της αντίστοιχης εκτέλεσης της, αναφέρεται σε έναν βαθμό και όχι σε ξεχωριστό είδος (Jeannerod, 1994). Κατά συνέπεια, η συνεχής διαδικασία θέτει ότι, στο ένα άκρο του φάσματος είναι μια αναπαράσταση της δράσης και στο άλλο άκρο είναι μια σκόπιμη - σωματική κίνηση. Αν και έχουν προταθεί αρκετές πιθανές εξηγήσεις για της επιδράσεις της MI από τη δεκαετία του 1930, καμία δεν είναι τόσο ολοκληρωμένη όσο αυτή που παρέχεται από τη θεωρία της Κινητικής Προσομοίωσης (Motor Simulation Theory) του Jeannerod. Σύμφωνα με αυτήν τη θεωρία, το κινητικό σύστημα είναι μέρος ενός γνωσιακού δικτύου που περιλαμβάνει ψυχολογικές δραστηριότητες όπως η φαντασία δράσεων, μάθηση μέσω παρατήρησης και προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς άλλων ανθρώπων (MacIntyre, et al., 2018).

Η θεωρία της Κινητικής Προσομοίωσης προτείνει ότι οι κινητικές απεικονίσεις είναι μη εκτελούμενες ενέργειες. Ο Jeannerod (2001) υπέθεσε ότι, οι κινητικές

απεικονίσεις πρέπει να περιλαμβάνουν νευρικούς μηχανισμούς παρόμοιους με αυτούς που λειτουργούν κατά τη διάρκεια της πραγματικής δράσης (Jeannerod, 2001). Αυτή η πρόταση είναι γνωστή ως υπόθεση της λειτουργικής ισοδυναμίας και προτείνει ότι οι κινητικές αναπαραστάσεις και η κινητική εκτέλεση είναι λειτουργικά ισοδύναμες επειδή μοιράζονται ένα κοινό νευρικό δίκτυο αναπαραγωγής. Συγκεκριμένα, μοιράζονται μια κινητική αναπαράσταση με την πρόθεση της δράσης. Ενώ αυτή η πρόθεση μετατρέπεται σε πραγματική σωματική κίνηση σε περίπτωση φανερών δράσεων, ενώ αναστέλλεται στην περίπτωση φανταστικών δράσεων (MacIntyre, et al., 2018).

Σύμφωνα με αυτήν τη θεωρία, η κινητική εκτέλεση περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο στάδια επεξεργασίας. Ένα πρώιμο κρυφό ή νοερό στάδιο αναπαράστασης που περιέχει στοιχεία της δράσης, όπως τον στόχο, το σχέδιο δράσης, τον κινητικό προγραμματισμό και οι αναμενόμενες συνέπειες της δράσης. Ένα μεταγενέστερο στάδιο εκτέλεσης με το οποίο η κίνηση έχει ολοκληρωθεί σωματικά. Κατά τη διάρκεια της MI, το κινητικό σύστημα θεωρείται ότι λειτουργεί "εκτός λειτουργίας" μέσω ενός υποθετικού μηχανισμού προσομοίωσης. Αυτός ο μηχανισμός υποτίθεται ότι οδηγεί νευρικά κινητικά συστήματα και λειτουργικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στην κινητική εκτέλεση, όμως η φανερή κίνηση αναστέλλεται (MacIntyre, et al., 2018).

Προσπαθώντας να εξηγήσει πώς, για παράδειγμα η Νοερή Εξάσκηση (Motor Imagery Training - MIT) διευκολύνει την εκμάθηση δεξιοτήτων, ο Jeannerod (2001) πρότεινε ότι η MI ενισχύει κρυφά το κινητικό σύστημα, εξασκώντας και βελτιώνοντας την διαδικασία της εκτέλεσης της δράσης. Για την υποστήριξη αυτής της πρότασης, η έρευνα καταδεικνύει ότι η MI προκαλεί διέγερση στην φλοιονωτιαία οδό προκαλούμενη από την φλοιική δραστηριότητα των φλοιϊκή δραστηριότητα των κινητικών περιοχών. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι, η MI περιλαμβάνει ένα στάδιο υλοποίησης της δράσης ή ένα στάδιο προσομοίωσης καθώς και ένα καθαρά αντιπροσωπευτικό κινητικό στάδιο (Jeannerod, 2001; MacIntyre, et al., 2018). Η διαφορά μεταξύ της MI και της MIT είναι ότι, στην MI το άτομο φαντάζεται την δράση μία ή λίγες φορές, ενώ στην MIT είναι η επανάληψη της δράσης γίνεται με την πρόθεση να μαθευτεί μία νέα ικανότητα ή να τελειοποιηθεί μια ήδη γνωστή δεξιότητα (Jackson, Lafleur, Malouin, Richards, & Doyon, 2001).

## 7.2 Νοερή Κινητική Απεικόνιση και Μνήμη Εργασίας

Η Μνήμη Εργασίας είναι ένα γνωσιακό σύστημα που αποθηκεύει και χειρίζεται/επεξεργάζεται πληροφορίες που σχετίζονται μεταξύ τους, για σύντομο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια του ΝΚΑ, οι πληροφορίες που σχετίζονται με τη δράση ανακτώνται από τη μακροχρόνια μνήμη, αποθηκεύονται προσωρινά και χρησιμοποιούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι επιδιωκόμενοι στόχοι της δράσης. Στη ΜΙ, οι συνέπειες της δράσης πρέπει να διατηρηθούνε νοερά, η εκτέλεση θα πρέπει να ασκείται με έλεγχο και η δράση πρέπει να τερματιστεί. Επίσης, η μακροχρόνια μνήμη συμβάλλει στο σχηματισμό εμπλουτισμένων απεικονίσεων στη μνήμη εργασίας. Η ικανότητα δημιουργίας εμπλουτισμένων απεικονίσεων επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων όπως, το κατά πόσον οι απεικονίσεις είναι δυναμικής φύσης και ως εκ τούτου απαιτεί περισσότερες πληροφορίες από τις στατικές. Εάν η απεικόνιση περιέχει γνώριμα στοιχεία ή όχι, καθώς η ποσότητα των σχετικών πληροφοριών που διατηρούνται στη μακροχρόνια μνήμη θα είναι περιορισμένη (Moran & O'Shea, 2020).

Η MIT φαίνεται να αυξάνει τη νευρική δραστηριότητα των συστημάτων μνήμη εργασίας. Για παράδειγμα, ο οπίσθιος πλάγιος προ-μετωπιαίος φλοιός (dlPFC) παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση και χειρισμό των πληροφοριών και είναι ενεργός κατά τη διάρκεια της ΜΙ. Η έρευνα δείχνει ότι, η MIT προκαλεί λειτουργική αναδιοργάνωση σε νευρικά συστήματα με μειωμένη δραστηριότητα του dlPFC σηματοδοτώντας αυξημένη απόδοση. Ωστόσο, επειδή λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ ΜΙ και των συστημάτων της μνήμης, δεν είναι σαφές εάν το μνήμη εργασίας είναι στην πραγματικότητα το κύριο σύστημα μνήμης που υποστηρίζει τη ΜΙ (Moran & O'Shea, 2020).

## 7.3 Διαχωρισμός της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης

Ο Jeannerod (2001) πρότεινε ότι, οι κινητικές αναπαραστάσεις συμμετέχουν σε πληθώρα γνωσιακών διαδικασιών, πέρα από τον έλεγχο των κινήσεων, οι οποίες συμμετέχουν σε συνειδητή και μη-συνειδητή μορφή. Οι νοερές κινήσεις που εκτελούνται συνειδητά με την καθοδήγηση του ίδιου του ατόμου που τις εκτελεί ή

ακολουθεί οδηγίες, αποτελούν την Άμεση MI (Explicit Motor Imagery). Οι νοερές κινήσεις οι οποίες δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές από το άτομο που τις εκτελεί, αποτελούν την Έμμεση MI (Implicit Motor Imagery). Για παράδειγμα, οι νοερές κινήσεις που χρησιμοποιούνται για την ορθή τοποθέτηση της άκρα χείρας σε μία ράβδο ή της αναγνώριση της θέσης μίας παλάμης αποτελούν την Έμμεση MI. Σύμφωνα με την εννοιολογική σύλληψη του Jeannerod (2001), οι Άμεσες και Έμμεσες μορφές κινητικών απεικονίσεων υποστηρίζονται από κινητικές αναπαραστάσεις που δημιουργούνται στο κινητικό σύστημα. Επομένως, βασίζονται στους βιομηχανικούς περιορισμούς του σώματος και στους κινηματικούς κανόνες που διέπουν τη δράση. Ένα σημαντικό συστατικό των κινητικών απεικονίσεων είναι η κιναισθητική αίσθηση, η οποία επιτρέπει στο άτομο να αισθανθεί τον εαυτό του να εκτελεί την κίνηση (Jeannerod, 2001; McAvinue & Robertson, 2008).

Η MI χωρίζεται σε δύο τύπους, την Οπτική Νοερή Απεικόνιση (Visual Motor Imagery) και την Κιναισθητική Νοερή Απεικόνιση (Kinesthetic Motor Imagery). Η Οπτική MI αποτελεί την αυτό-απεικόνιση της κίνησης από την εσωτερική οπτική ή πρώτου προσώπου νοερή απεικόνιση (1ΠΝΑ) και από την εξωτερική οπτική ή τρίτου προσώπου νοερή απεικόνιση (3ΠΝΑ). Στη 1ΠΝΑ το άτομο δημιουργεί και συμμετέχει σε μια νοερή κίνηση που αναπαράγεται από την ίδια οπτική γωνία που βλέπει με τα μάτια του. Αντιθέτως, στη 3ΠΝΑ το άτομο παρακολουθεί την αναπαράσταση της κίνησης ως θεατής, ενώ το νοερό μοντέλο που εκτελεί την κίνηση μπορεί να είναι ο εαυτός του ή άλλο άτομο (Εικόνα 6.1). Από την άλλη, η Κιναισθητική MI αποτελεί την αίσθηση της κίνησης και την νοερή αντίληψη των μυϊκών συσπάσεων και διατάσεων (Guillot, et al., 2009), συνεπάγεται στις σωματοαισθητικές – ιδιοδεκτικές αισθήσεις της δραστηριότητας (Dickstein & Deutsch, 2007).





Εικόνα 6.1 Α Παράδειγμα πρώτου προσώπου κινητική απεικόνιση. Β Παράδειγμα τρίτου προσώπου κινητική απεικόνιση (από. Gümman, Gerber, Suica, & Schuster-Amft, 2020)

Υπάρχει σύγχυση στην αρθρογραφία μεταξύ της Οπτικής και Κινησιακής Νοερής Απεικόνισης. Πολλές φορές θεωρείται ότι, η 1ΠΝΑ και η Κινησιακή ΜΙ συμβαίνουν και χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, αναφέροντας της μόνο ως Κινησιακή. Πράγματι, με βάση το πρωτότυπο έργο του Jeannerod, οι κινητικές αναπαραστάσεις ορίζονται ως, η κινησιακή αίσθηση μετακίνησης ενός άκρου από τη προοπτική πρώτου προσώπου. Ωστόσο, αυτός ο ορισμός αποτυγχάνει να οριοθετήσει τους τύπους, που είναι ζωτικής σημασίας επειδή η επιλογή μεταξύ τους μπορεί να επηρεάσει την απόδοση και το αποτέλεσμα. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι δύο τύποι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί. Πράγματι μπορούν, αλλά ως όροι δεν είναι ταυτόσημοι (Roberts, Callow, Hardy, Markland, & Bringer, 2008).

Η επιλογή μεταξύ της Οπτικής και Κινησιακής ΜΙ καθορίζεται από πολλαπλούς παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι ότι η νοερή απεικόνιση της ανθρώπινης κίνησης είναι μια γνωσιακή διαδικασία που εξαρτάται στην δυναμική σχέση μεταξύ του ατόμου, της κίνησης και του περιβάλλοντος. Επιπλέον, η προοπτική της νοερής απεικόνισης πρέπει να καθορίζεται από την φύση της δραστηριότητας, το περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά του ατόμου και το στάδιο της εκμάθησης. Η Οπτική ΜΙ είναι κατάλληλη για την ενίσχυση της ισορροπίας, υποδηλώνοντας ότι η σταθερότητα της στάσης βασίζεται σε παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η Κινησιακή ΜΙ είναι πιο αποτελεσματική για την εκμάθηση δραστηριοτήτων με σταθερό περιβάλλον, ενώ η Οπτική είναι περισσότερο κατάλληλη για εκμάθηση δραστηριοτήτων σε μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Όσον αφορά τη διατήρηση των ωφελειών από την άσκηση, η Οπτική

MI αναφέρεται πιο αποτελεσματική όταν εκπαιδεύονται χώροι του περιβάλλοντος ή μοτίβα κίνησης. Από την άλλη, για δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ακρίβεια στις κινήσεις της άκρας χείρας, το αποτέλεσμα διατηρείται περισσότερο με την Κιναισθητική/1ΠΝΑ σε σχέση με την 3ΠΝΑ (Dickstein & Deutsch, 2007).

## **7.4 Ικανότητα Νοερής Κινητική Απεικόνισης**

Η ικανότητα του ατόμου να σχηματίσει φαντάσθηκες αναπαραστάσεις κινητικών δραστηριοτήτων είναι απαραίτητη για την ΝΕ. Θα πρέπει να είναι ικανό να δημιουργήσει έναν διαυγή τρισδιάστατο χώρο όπου θα βλέπει τον εαυτό του καθαρά και θα νιώθει έντονα τις κινήσεις του. Η εκτελούμενη νοερή κίνηση θα πρέπει να ακολουθεί παρόμοια χρονική οργάνωση της αντίστοιχής σωματικής κίνησης. Οι αναπαραστάσεις του φανταστικού κόσμου θα πρέπει να είναι ακριβείς με βάση κανόνων του πραγματικού. Τα παραπάνω αποτελούν την Ικανότητα της Νοερής Κινητική Απεικόνισης (Motor Imagery Ability) (Malouin & Richards, 2010).

Η MIT δεν απαιτεί σωματικό φορτίο που τη θέτει ως άσκηση επιλογής για πολλούς ασθενείς, αλλά δημιουργούνται περιορισμοί σε ηλικιωμένους και ασθενείς με εγκεφαλική βλάβη λόγω της μειωμένης Ικανότητας Νοερής Κινητικής Απεικόνισης και των ελλειμμάτων των γνωσιακών λειτουργιών (Kawasaki, 2017). Επομένως, εάν η MI πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική θεραπεία στην κλινική πράξη, θα είναι ωφέλιμο να εκτιμηθεί η έκταση των ελλειμμάτων της Ικανότητα της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης πριν από την εκπαίδευση και να προγραμματιστεί το πρόγραμμα σύμφωνα με την αξιολόγηση αντί να υποτεθεί ότι όλοι οι ασθενείς είναι εξίσου ικανοί. Επιπρόσθετα, οι κλινικοί μπορούν να εξοικονομήσουν χρόνο και ενέργεια επιλέγοντας κατάλληλους ασθενείς σύμφωνα με τα κλινικά ευρήματα, ιδιαίτερα όσον αφορά την κινητική λειτουργία (Kolbaşı, Ersoz Huseyinsinoglu, Erdoğan, Bulut, & Yayla, 2020).

## **7.5 Ικανότητα Άμεσης Κινητικής Απεικόνισης & Μέθοδοι Αξιολόγησης**

### **7.5.1 Ερωτηματολόγια**

Τα ερωτηματολόγια αναγνωρίζονται σε αυτά που μετρούν την ικανότητα της κινητικής απεικόνισης και σε εκείνα που μετρούν την χρήση της κινητικής

απεικόνισης. Τα ερωτηματολόγια χρήσης της κινητικής απεικόνισης, παρουσιάζουν μια σειρά δηλώσεων σχετικά με τη χρήση απεικονίσεων κατά τη διάρκεια του αθλητισμού ή της άσκησης και ο συμμετέχων απαντά βαθμολογώντας τη συχνότητα με την οποία ασχολείται με το συγκεκριμένο είδος απεικονίσεων. Η βασική δυσκολία με αυτά τα ερωτηματολόγια είναι ότι σχετίζονται με τη χρήση νοερών απεικονίσεων στον αθλητισμό και έτσι δεν εφαρμόζουν για έναν γενικό πληθυσμό ή τον πληθυσμό ασθενών για αποκατάσταση. Όμως, είναι πιθανό οι άνθρωποι να εμπλέκονται σε κινητική απεικόνιση πριν ή κατά τη διάρκεια καθημερινών εργασιών (McAvinue & Robertson, 2008).

Τα ερωτηματολόγια που αξιολογούνε την ικανότητα της κινητικής απεικόνισης μετράνε την ζωνρότητα (Vividness) (McAvinue & Robertson, 2008). Η ζωνρότητα της κινητικής απεικόνισης αναφέρεται στο περιεχόμενο της, δηλαδή στη διαύγεια της οπτικής απεικόνισης ή στη ένταση των αισθήσεων που γίνονται αντιληπτές κατά τη διάρκεια της νοερής προσομοίωσης της κίνησης (Saimpont, Malouin, Tousignant, & Jackson, 2013). Είναι ευρέως εφαρμοσμένα, αξιόπιστα και έγκυρα εργαλεία για την ανίχνευση της ικανότητας σχηματισμού Οπτικών και Κιναισθητικών MI. Παρόλα αυτά, έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί κυρίως για υγιή ενήλικες και αθλητές και τα στοιχεία των ερωτηματολογίων αποτελούνται από απαιτητικές κινήσεις, όπως άλματα ή πλήρη κάμψη κορμού, που δεν έχουν χρήση στην αποκατάσταση νευρολογικών ασθενών (Di Rienzo, et al., 2014; Malouin, Richards, Durand, & Doyon, 2008a; McAvinue & Robertson, 2008). Ετούτης, μελέτες τροποποίησαν αυτά τα στοιχεία για να προσαρμοστούν στις δυνατότητες των ασθενών με ΑΕΕ (Di Rienzo, et al., 2014).

### **7.5.2 Νοερή Χρονομετρία**

Παραδείγματα της νοερής χρονομετρίας (Mental Chronometry) έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τις ιδιότητες της νοερής απεικόνισης. Η παραπάνω μέθοδος αναλύει το χρονοδιάγραμμα μιας κινητικής απεικόνισης, στηριζόμενη στην υπόθεση ότι ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση μιας διανοητικής διαδικασίας, αντικατοπτρίζει τις γνωστικές διαδικασίες στις οποίες. Στοιχεία περασμένων μελετών δείχνουν ότι οι φανταστικές και σωματικές πράξεις χρειάζονται παρόμοιο χρόνο για να ολοκληρωθούν. Για παράδειγμα, χρειάζεται

παρόμοιο χρονικό διάστημα για ένα άτομο να γράψει ή να γράψει νοερά μια πρόταση και να βαδίζει ή να βαδίζει νοερά μία καθορισμένη απόσταση (McAvinue & Robertson, 2008).

Επιπλέον, έδειξαν ότι ο νόμος του Fitts, ο οποίος διέπει τις σωματικές πράξεις, διατηρείται επίσης στις κινητικές απεικονίσεις. Ο νόμος του Fitts περιγράφει το γεγονός ότι υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της δυσκολίας μιας κίνησης και της ταχύτητας με την οποία εκτελείται, οι πιο δύσκολες κινήσεις χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να εκτελεστούν. Για να δοκιμαστεί ο παραπάνω ισχυρισμός, οι ερευνητές ζήτησαν από τους συμμετέχοντες να βαδίσουν σωματικά και νοερά κατά μήκος δοκών που ποικίλλουν σε πλάτος, με το πλάτος της δοκού να θεωρείται ως παράγοντας δυσκολίας. Βρήκαν μια σαφή επίδραση της δυσκολίας τόσο σε πραγματικούς όσο και σε φανταστικούς χρόνους βάδισης, με τους συμμετέχοντες να χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να περπατήσουν σε στενότερες δοκούς και στις δύο συνθήκες. Κατά παρόμοιο τρόπο, ζητήθηκε να βαδίσουν νοερά μέσα από πόρτες διαφορετικού πλάτους. Όχι μόνο οι νοεροί χρόνοι βάδισης των συμμετεχόντων αυξήθηκαν με τη δυσκολία, το μικρότερο πλάτος της πύλης, αλλά ο χρόνος της νοερής κίνησης συσχετίστηκε γραμμικά με την πύλη (McAvinue & Robertson, 2008).

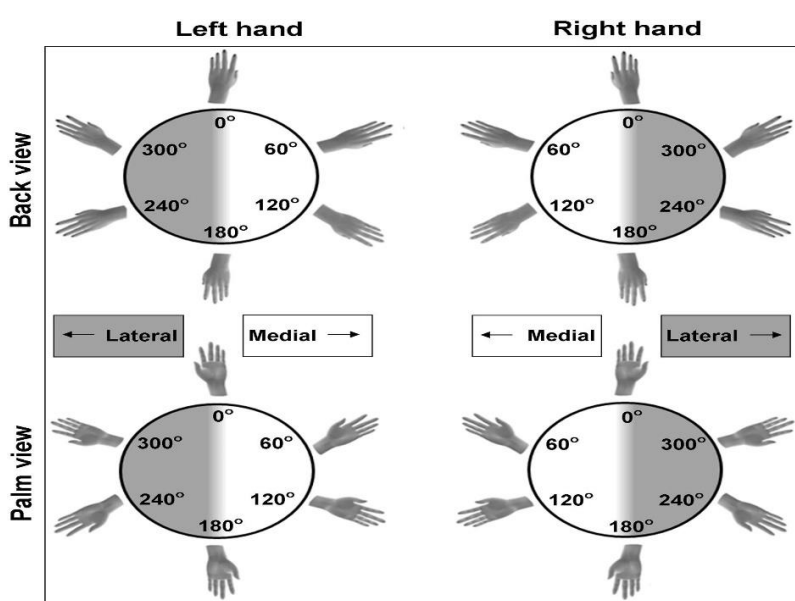
Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών αποτελούν μέρος των στοιχείων που υποστηρίζουν την άποψη ότι οι κινητικές απεικονίσεις έχουν τους ίδιους κεντρικούς μηχανισμούς με τη σωματική δράση. Η νοερή χρονομετρία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη στην μέτρηση της Άμεσης κινητικής απεικόνισης και έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των ελλειμάτων της ικανότητας κινητικής απεικόνισης σε κλινικό πληθυσμό. Φαίνεται να βασίζεται σε στην υπόθεση ότι, στους υγιείς συμμετέχοντες, οι φανταστικοί και οι πραγματικοί χρόνοι κίνησης ταυτίζονται (McAvinue & Robertson, 2008) ένα φαινόμενο που περιγράφεται ως χρονική ισοδυναμία/συνάφεια (Temporal Equivalence/Congruence) (Guillot & Collet, 2005; Saimpont, Malouin, Tousignant, & Jackson, 2013).

Επομένως, οποιαδήποτε απόκλιση μεταξύ πραγματικών και φανταστικών χρόνων κίνησης σε ασθενείς υποδηλώνει ελλείματα κινητικής απεικόνισης. Ωστόσο, είναι πιθανό οι συμμετέχοντες να ποικίλλουν στην ομοιότητα των πραγματικών και φανταστικών χρόνων κίνησης, ανάλογα με την ικανότητα νοερής απεικόνισης

(McAvinue & Robertson, 2008). Επιπλέον, η ικανότητα επίτευξης αυστηρής χρονικής συνάφειας ανάμεσα των νοερών και σωματικών δράσεων θεωρείται αξιόπιστος δείκτης εμπλοκής στη MI (Di Rienzo, et al., 2014; Dickstein & Deutsch, 2007).

## 7.6 Ικανότητα Έμμεσης Νοερής Κινητικής Απεικόνισης & Μέθοδοι Αξιολόγησης

Η αναγνώριση πλευρική στροφής των μελών του σώματος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της Έμμεσης MI, για παράδειγμα είναι το Hand Lateral Judgment Task (HLJT), είναι η κρίση της πλευρικής στροφής (lateral judgment) μίας οπτικά παρουσιαζόμενη άκρας χείρας (Εικόνα 6.2). Πιστεύεται ότι, ο συμμετέχον εκτελεί Έμμεση MI μετακινώντας το μέλος του από την τρέχοντα θέση προς της θέση που του παρουσιάζεται και ακολουθεί βιομηχανικούς περιορισμούς που σχετίζονται με την πραγματική κίνηση. Επίσης, ο συμμετέχον δεν αντιλαμβάνεται την Έμμεση κίνηση. Μελέτες δείχνουν ότι, ο χρόνος που απαιτείται για να ληφθεί μια επιλογή HLJT, είναι ανάλογος με τον χρόνο που απαιτείται για να μετακινηθεί πραγματικά αλλά και νοερά το χέρι από την τρέχουσα θέση προς στην θέση του ερεθίσματος. Συνολικά, αυτά τα στοιχεία υποστηρίζουν σθεναρά την ιδέα ότι, οι κρίσεις της πλευρικής στροφής των μελών λαμβάνονται με βάση κινητικές νοερές απεικονίσεις, οι οποίες μεσολαβούν από τις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στον κινητικό σχεδιασμό και τον έλεγχο του εν λόγω χεριού (McAvinue & Robertson, 2008).



Εικόνα 6.2 Hand Lateral Judgment Task (τροποποιημένο από ..Spruijt, van der Kamp, & Steenbergen, 2015)

Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι, οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν Έμμεση MI κατά τη διάρκεια των αυτών των δραστηριοτήτων. Η Ικανότητα της Έμμεσης MI εκφράζεται από την ακρίβεια και τον χρόνο αντίδρασης. Σε μια δραστηριότητα νοερής περιστροφής, ο αριθμός των σωστών απαντήσεων, δηλώνει την ακρίβεια (Accuracy) των κινητικών αναπαραστάσεων ενώ ο χρόνος που απαιτείται για να παρθεί η απόφαση δηλώνει τον χρόνο αντίδρασης. Οι δύο παραπάνω μεταβλητές χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την Ικανότητα της Έμμεσης ΝΚΑ (McAvinue & Robertson, 2008; Saimpont, et al., 2013).

## **7.7 Αξιολόγηση εμπλοκής στη Νοερή Κινητική Απεικόνιση**

### **7.7.1 Ηλεκτρομυογράφημα**

Διαφορετική μέθοδος αξιολόγησης αποτελεί το ηλεκτρομυογράφημα (ΗΜΓ). Σε υγιή άτομα δεν έχει βρεθεί σχέση μεταξύ της δραστηριότητας που ανιχνεύεται με το ΗΜΓ και με την ποιότητα της MI. Το ΗΜΓ χρησιμοποιείται κυρίως για την επιβεβαίωση ότι η MI εκτελείται χωρίς μυϊκή σύσπασση και όχι για την αξιολόγηση της ικανότητας της MI. Σε ασθενείς με ΑΕΕ η χρήση του ΗΜΓ στις μελέτες είναι περιορισμένη και τα στοιχεία είναι αντικρουόμενα. Βέβαια η ικανότητα της εμπλοκής τους κινητικού συστήματος για τη παραγωγή μυϊκής σύσπασσης σε ασθενές με βλάβη του ΚΝΣ είναι επηρεασμένη και ίσως να μην σχετίζεται με τις ικανότητες της MI (Di Rienzo, et al., 2014).

### **7.7.2 Αυτόνομο νευρικού σύστημα**

Η μέτρηση της αγωγιμότητας του δέρματος ή της αντίστασης του δέρματος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς οι διακυμάνσεις της ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας προκύπτουν από τη δραστηριότητα των ιδρωτοποιών αδένων που ελέγχονται μόνο από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα μέσω της απελευθέρωσης ακετυλοχολίνης. Αυτό γίνεται εμφανές, με την απελευθέρωση ιδρώτα, κυρίως στη περιοχή της παλαμιαίας επιφάνεια της άκρας χείρας και της πελματιαίας επιφάνεια του άκρου πόδα. Έτσι, η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα αντανακλά τη γενική διέγερση ενός οργανισμού και τις αλλαγές στη διέγερση ως απάντηση σε συναισθηματικά ερεθίσματα τόσο από τον ίδιο το άτομο όσο και από το περιβάλλον.

Η αυξημένη διέγερση συσχετίζεται με την αύξηση της αγωγιμότητας ή τη μείωση της αντίστασης του δέρματος και παράλληλα με τις καρδιαγγειακές αλλαγές, π.χ., αυξήσεις στον καρδιακή συχνότητα και στην αρτηριακή πίεση. Όλες αυτές οι μεταβολές αποδεικνύουν την προετοιμασία για την εκτέλεση της κίνησης και η αύξηση της ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας σχετίζεται με τη προετοιμασία και εκτέλεση της σωματική κίνηση (Collet, Di Rienzo, El Hoyek, & Guillot, 2013).

Η MI προκαλεί αλλαγές στις απαντήσεις του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (ΑΝΣ), σε σύγκριση όταν το άτομο είναι σε ηρεμία και είναι παρόμοιες με εκείνες μιας σωματικής δραστηριότητας. Έχει βρεθεί αύξηση κατά 45% της αγωγιμότητας του δέρματος και κατά 44,3% της καρδιακής συχνότητας όταν το άτομο εκτελεί MI σε σχέση με την ηρεμία. Ειδικά, η καρδιακή και αναπνευστική συχνότητα αυξάνονται κατά την εκτέλεση της MI και φαίνεται να αντιστοιχεί με το μέγεθος της γνωσιακής προσπάθειας που καταβάλλεται. Για παράδειγμα, η αύξηση της ταχύτητα της νοερής βάρδισης έχει βρεθεί να επιταχύνει τη καρδιακή και αναπνευστική συχνότητα. Βέβαια, παρόλο που οι απαντήσεις του ΑΝΣ είναι παρόμοιες με της σωματική δραστηριότητας, στην περίπτωση της MIT διατηρούνται σε χαμηλότερο επίπεδο. Αυτές οι αυξήσεις σχετίζονται με εκείνες που παρατηρούνται κατά την προετοιμασία για κίνηση. Για παράδειγμα, παρατηρείται αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά 30% μόλις καλούνται νοερά οι αθλητές να εκτελέσουν την άσκηση με παράλληλη αύξηση της αγωγιμότητα του δέρματος. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι, οι γνωσιακές διαδικασίες που ενεργοποιούνται κατά την σωματική κίνηση εμπλέκονται κατά παρόμοιο τρόπο και στη MIT (Collet, et al., 2013).

Η απάντηση του ΑΝΣ κατά την διάρκεια της MI ίσως προέρχεται από την ενέργεια που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό, λόγω της πρόβλεψης και της προετοιμασία για την σωματική κίνηση. Επιπλέον, μπορεί να προέρχεται και από κεντρικές κινητικές λειτουργίες του κινητικού σχεδιασμού που μεταφέρεται προς τις φυγόκεντροι κινητικοί οδοί. Οι σωματικές κινητικές εντολές αναστέλλονται, τουλάχιστον εν μέρη κατά τη διάρκεια της MI, ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε αυτές που στοχεύουν τις απαντήσεις του ΑΝΣ. Ωστόσο, οι απαντήσεις του ΑΝΣ εμφανίζονται με μικρότερη ένταση και διάρκεια από αυτές που παρατηρούνται κατά

την σωματική κίνηση και επίσης, μία παρατήρηση είναι ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των τύπων της MI, είτε είναι 3ΠΝΑ ή 1ΠΝΑ (Collet, et al., 2013).

Το ερώτημα τίθεται εάν οι μετρήσεις του ΑΝΣ για την εμπλοκή στη MI, μπορούν να εφαρμοστούν σε ασθενείς με νευρολογική βλάβη. Για παράδειγμα, οι επιζώντες από κρανιοεγκεφαλική κάκωση παρουσιάζουν ανωμαλίες στη λειτουργία του ΑΝΣ, με την μορφή υπο ή υπερ-λειτουργίας, και εμφανίζουν διαφοροποιήσεις στην έκκριση ιδρώτα στα ημιπληγικά άκρα τους που μπορούν να επηρεάσουν τη αγωγιμότητα του δέρματος. Η μελέτη των Marchal-Crespo, et al.(2015), σε ένα πολύ μικρό δείγμα τεσσάρων ασθενών με ΑΕΕ, κατάφεραν παρατηρήσουν μεταβολές του ΑΝΣ, κατά τη διάρκεια της MI και της προσπάθεια του ατόμου να κινηθεί. Οι μεταβολές περιλάμβαναν την αγωγιμότητα του δέρματος, τη καρδιακή και αναπνευστική συχνότητα και τη αρτηριακή πίεση. Βρέθηκε ότι, κατά την προσπάθεια-πρόθεση του ατόμου να κινηθεί, ανιχνεύτηκαν μεταβολές με ακρίβεια 72,4% σε σύγκριση με 62,4% της MI με τη χρήση της μεθόδου Body– Machine Interfaces (Marchal-Crespo, et al., 2015). Φαίνεται ότι, τα στοιχεία για τους ασθενείς με ΑΕΕ είναι ελλιπής.

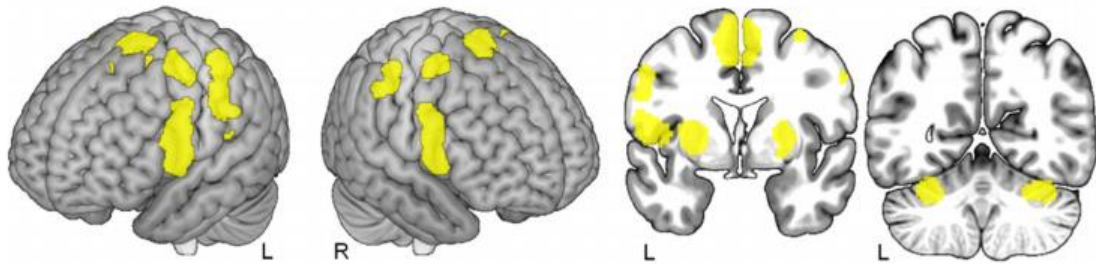
## **7.8 Απεικονιστικές μελέτες και Νοερή Κινητική Απεικόνιση**

### **7.8.1 Σύγκριση Νοερής Κινητικής Απεικόνισης και σωματικής κίνησης**

Η MI επιστρατεύει κυρίως ένα δίκτυο προκινητικών-βρεγματικών περιοχών, με επιστράτευση υποφλοιόδων περιοχών, συγκεκριμένα το κέλυφος και η παρεγκεφαλίδα (Hardwick, Caspers, Eickhoff, & Swinnen, 2018). Το δίκτυο αποτελείται από αμφοτερόπλευρές προκινητικές, κεφαλικές κάτω και έσω άνω βρεγματικές περιοχές και περιοχές των βασικών γαγγλίων, της παρεγκεφαλίδας και του θαλάμου. Θεωρείται ότι, μοιράζεται και ενεργοποιεί κοινές περιοχές του εγκεφάλου όπως και η σωματική κίνηση (Εικόνα:6.3) (Héту, et al., 2013; Hardwick, et al., 2018). Τα στοιχεία που θα παρουσιαστούν απευθύνονται σε υγιή πληθυσμό όπου η σωματική κίνηση αποτελεί το μέτρο σύγκρισης.



## Motor Imagery $\cap$ Movement Execution



Εικόνα 6.3 Κοινές περιοχές ενεργοποίηση μεταξύ νοερών και σωματικών κινήσεων (τροποποιημένο από Hardwick et al., 2018)

Προκινητικές περιοχές όπως η κάτω μετωπιαία έλικα (IFG) και η συμπληρωματική κινητική περιοχή (SMA), όπου επιστρατεύονται στην σωματική κίνηση, ενεργοποιούνται επίσης κατά την διάρκεια της MI. Ο κοιλιακός και ραχιαίος προκινητικός φλοιός (vPM και dPM) συμμετέχουν στο σχεδιασμό, στην προετοιμασία και στην εκτέλεση των σωματικών κινήσεων. Η ενεργοποίηση των προκινητικών περιοχών υποστηρίζει την υπόθεση ότι οι νοερές και οι σωματικές κινήσεις χρειάζονται τον ίδιο χρόνο για να εκτελεστούν, υποδηλώνοντας ότι παράγονται μέσω παρόμοιων βημάτων στον εγκέφαλο. Αυτό υπονοεί ότι, οι νοερές κινήσεις περιλαμβάνουν μια φάση σχεδιασμού-προετοιμασίας πριν την προσομοίωση τους. Σε ασθενείς με ΑΕΕ που έχουν υποστεί βλάβη στον αριστερό μετωπιαίο λοβό, η απόδοση στις δραστηριότητες της MI είναι διαταραγμένη ενώ όταν ο προκινητικός φλοιός είναι άθικτος οι δυνατότητες της MI διατηρούνται. Το παραπάνω υποστηρίζει τον λειτουργικό ρόλο του προκινητικού φλοιού στην MI (Héту, et al., 2013).

Η MI επιστρατεύει τη SMA, με τον ρόλο της στη νοερή αναπαράσταση κινήσεων ή σε δράσεις που απαιτούν αλληλουχίες κινήσεων. Υποστηρίζεται ότι, η SMA συμμετέχει σε μετατροπές οπτικο-χωρικών απεικονίσεων όπως εκείνες που χρειάζονται στις δραστηριότητες νοερής περιστροφής. Έτσι, η ενεργοποίηση της κατά την διάρκεια της MI, μπορεί να σχετίζεται με την επεξεργασία περίπλοκων πληροφοριών που συνδέονται με την έναρξη ή αλληλουχία κινήσεων ή/και στις μετατροπές οπτικο-χωρικών απεικονίσεων. Οι Hetu et al. (2013) πρότεινε ότι, ο ρόλος της SMA ίσως εξαρτάται από τον τύπο της MI που εκτελείτε. Για παράδειγμα, οδηγίες Άμεσης MI ίσως σχετίζονται με τον κινητικό σχεδιασμό, ενώ Έμμεση MI όπου οπτικές αναπαραστάσεις των μελών που περιστρέφονται νοερά να

επιστρατεύουν τη SMA για μετατροπές οπτικο-χωρικών απεικονίσεων (Héту, et al., 2013).

Η MI επιστρατεύει σταθερά τον dIPFC και αντίστοιχες συνδέσεις του με τον θάλαμο. Ο dIPFC εμπλέκεται σε εκτελεστικές λειτουργίες του μετωπιαίου λοβού που σχετίζονται με την προετοιμασία της κίνησης. Παρόλα αυτά, ο dIPFC δεν επιστρατευόταν κατά την διάρκεια της σωματικής κίνησης, πιθανόν λόγο των απλών κινητικών δραστηριοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες. Η επιστράτευση του στην MI μπορεί να οφείλεται σε απαιτήσεις της μνήμη εργασίας, που πιστεύεται ότι είναι ξεχωριστές από τις εκτελεστικές λειτουργίες του dIPFC και χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια πιο σύνθετων κινητικών δραστηριοτήτων. Εναλλακτικά, καθώς ο dIPFC συνεισφέρει στην αναστολή της κίνησης, μπορεί να εμποδίζει σωματικές κινήσεις κατά την διάρκεια της MI, όπου σημαίνει ότι έχει μεγαλύτερη συνεισφορά στους μηχανισμούς αναστολής (Hardwick, et al., 2018).

Ο βρεγματικός φλοιός είναι σημαντικός για τον άμεσο έλεγχο των κινήσεων όταν οπτικές πληροφορίες είναι διαθέσιμες. Ο οπίσθιος βρεγματικός φλοιός (PPC) που περιλαμβάνει το κάτω και άνω βρεγματικό λοβίο (IPL και SPL), συμμετέχει στις διαδικασίες μετατροπής οπτικο-χωρικών απεικονίσεων και ειδικά ο αριστερός βρεγματικός φλοιός είναι πολύ σημαντικός στις κινητικές δραστηριότητες που καθοδηγούνται με την όραση. Η MI σπανίως περιλαμβάνει την επεξεργασία οπτικών πληροφοριών, έτσι η ενεργοποίηση των αντίστοιχων περιοχών πιθανόν να μην σχετίζεται με την οπτική καθοδήγηση των νοερών κινήσεων. Το SPL συμμετέχει στην προσέγγιση του άνω άκρου και στην ενημέρωση και διατήρηση της νοερής θέσης χωρίς την παρουσία οπτικών ερεθισμάτων. Επιπλέον, ο αριστερός βρεγματικός φλοιός έχει συσχετιστεί με την προετοιμασία και την ανακατεύθυνση των κινήσεων. Ο PPC φαίνεται να κωδικοποιεί τους στόχους των δραστηριοτήτων. Αντίστοιχα, η ενεργοποίηση των παραπάνω περιοχών μπορεί να δικαιολογηθεί στο ότι, κατά τη διάρκεια της MI το άτομο χρειάζεται να θέσει τον στόχο, π.χ. η προσέγγιση να πει από ένα φλιτζάνι, να προετοιμάσει την νοερή κίνηση και καθώς τη φαντάζεται να ενημερώνεται για την νοερή θέση που βρίσκεται (Héту, et al., 2013).

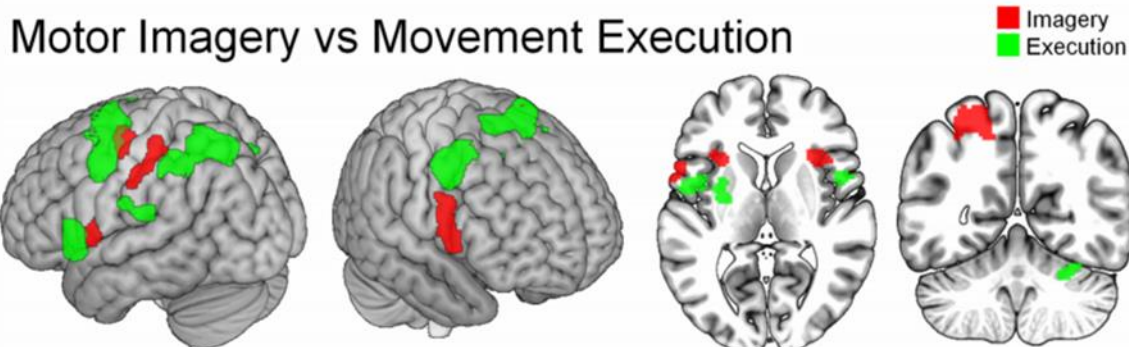
Υπάρχουν στοιχεία ότι, το IPL περιλαμβάνει κινητικές αναπαραστάσεις που οργανώνονται σωματοτυπικά οι οποίες ενεργοποιούνται όχι μόνο στις εκούσιες κινήσεις αλλά και όταν παρακολουθούνται οι κινήσεις ενός άλλου ατόμου. Στον

βρεγματικό φλοιό, ειδικά στην πρόσθια ενδοβρεγματική περιοχή και στο IPL, είναι ο κόμβος του μετωπο-βρεγματικού συστήματος των κατοπτρικών νευρώνων που είναι υπεύθυνος για την αντιστοιχία μεταξύ των παρατηρούμενων και εκτελεσθέντων κινήσεων. Επομένως, ενώ οι κινητικές αναπαραστάσεις στον βρεγματικό φλοιό ενεργοποιούνται από οπτικά ερεθίσματα κατά τη διάρκεια της παρατήρησης δραστηριοτήτων, η ενεργοποίηση που παρατηρείται κατά την MI ίσως να αντιστοιχεί στην ενδογενή πρόσληψη εκείνων των κινητικών αναπαραστάσεων (Héту, et al., 2013).

Μελέτες σε πρωτεύοντα έδειξαν ότι, διάφορες μετωπο-βρεγματικές περιοχές δημιουργούν λειτουργικές συνδέσεις μεταξύ τους και ενεργοποιούνται κατά τη σωματική κίνηση. Αυτές οι συνδέσεις δημιουργούνται ανάμεσα στο IPL και IFS, στο SPL και dPM. Οι αντίστοιχες στον άνθρωπο, αυτές οι περιοχές έχει βρεθεί λειτουργική σύνδεση ανάμεσα τους, κατά τη σωματική κίνηση και τη Κινησιακή Νοερή Απεικόνιση. Επιπλέον, λειτουργικό δίκτυο ανάμεσα αριστερό dPM, IPL και SPL είναι σημαντικό για την υποστήριξη της MI. Παρομοίως, η SMA συνδέεται λειτουργικά με το IPL, SPL, dPM, πρωτοταγή σωματοαισθητικό φλοιό και τον πρωτοταγή κινητικό φλοιό και αυτό το δίκτυο ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια της MI. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι, οι μετωπο-βρεγματικές περιοχές δεν λειτουργούν μεμονωμένα αλλά σχηματίζουν ένα λειτουργικό δίκτυο κατά τη διάρκεια της MI (Héту, et al., 2013).

Στη MI και στη σωματική κίνηση επιστρατεύεται ο μέσος-υπερμεσολόβιος φλοιός. Η MI επιστρατεύει το πρόσθιο τμήμα που σχετίζεται με γνωσιακά στοιχεία του κινητικού ελέγχου. Σε αντίθεση, στη σωματική κίνηση επιστρατεύεται το οπίσθιο τμήμα του μέσος-υπερμεσολόβιος φλοιός, που σχετίζεται με βασικές κινητικές λειτουργίες (Hardwick, et al., 2018). Πέρα από φλοιικές περιοχές η MI ενεργοποιεί υποφλοιόδης περιοχές όπως τα βασικά γάγγλια. Τα βασικά γάγγλια δέχονται πληροφορίες από πληθώρα φλοιικές περιοχές όπως και από τον θάλαμο ο οποίος δείχνει ενεργοποίηση κατά την διάρκεια της MI (Héту, et al., 2013). Το κέλυφος επιστρατεύεται αμφοτερόπλευρα στη MI και στη σωματική κίνηση. Σχετίζεται με αυτοματοποιημένες κινητικές συμπεριφορές. Η δραστηριότητα στο κέλυφος σχετίζεται με την ταχύτητα και την έκταση των εκτελούμενων κινήσεων και πιθανόν να ρυθμίζει τον ρυθμό που εκτελούνται οι νοερές κινήσεις (Hardwick, et al., 2018).

Η παρεγκεφαλίδα ενεργοποιείται στη MI και στη σωματική κίνηση. Το δεξί λοβίο VI της παρεγκεφαλίδας, τμήμα του οπίσθιου λοβίου της παρεγκεφαλίδας, συμμετέχει τόσο στη σωματική κίνηση όσο και στη MI. Το λοβίο VI της παρεγκεφαλίδας περιλαμβάνει σωματοτοπική οργάνωση. Κατά την διάρκεια της MI, ενεργοποιούνται οι ίδιες περιοχές στο δεξί ημισφαίριο της παρεγκεφαλίδας ανεξαρτήτως αν η δραστηριότητα εκτελείται με το άνω ή κάτω άκρο. Αντιθέτως, στην σωματική κίνηση υπάρχει σωματοτοπική ενεργοποίηση της παρεγκεφαλίδας. Παρόλο που η ίδια περιοχή της παρεγκεφαλίδας εμπλέκεται τόσο στη MI όσο και στη σωματική κίνηση, δεν υποδεικνύει απαραίτητα ότι η παρεγκεφαλίδα εκτελεί τις ίδιες λειτουργίες ανάμεσα τους. Με βάση αυτή την παρατήρηση, η επιβεβαίωση της λειτουργικής ισοδυναμίας καθιστάτε δύσκολη, γιατί παρόλο που οι απεικονίστηκες μέθοδοι ανιχνεύουν δραστηριότητα στην ίδια περιοχή δεν σημαίνει απαραίτητα ότι εκτελεί την ίδια λειτουργία ανάμεσα στις νοερές και σωματικές κινήσεις. Γίνεται αντιληπτό ότι, η εγκεφαλική δραστηριότητα δεν είναι απόλυτα όμοια μεταξύ των νοερών και σωματικών κινήσεων (Εικόνα:6.4) (Hardwick, et al, 2018).



Εικόνα 6.4 Διαφορές μεταξύ νοερών και σωματικών κινήσεων (τροποποιημένο από Hardwick et al. 2018)

Η συμμετοχή του πρωτοταγή κινητικού φλοιού στην νοερή κίνηση αποτελεί εδώ και καιρό αντικείμενο συζητήσεων. Ερευνητές υποστηρίζουν ότι, τα στοιχεία της συμμετοχής του πρωτοταγή κινητικού φλοιού εξαρτάται από την μέθοδο απεικόνισης στις μελέτες με χρήση fMRI να ανιχνεύουν δραστηριότητα ενώ το αντίθετο συμβαίνει στις μελέτες με χρήση PET (Hardwick, et al., 2018). Οι Hetu et al.(2013) υπέθεσαν ότι, οι αναφερόμενες μελέτες απεικόνισης δεν έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύσουν ταχεία και ελάχιστη αλλαγή στη δραστηριότητα του πρωτοταγή κινητικού φλοιού που προκαλείται από τη MI. Ακόμη, τα ατομικά χαρακτηριστήρια εντός του δείγματος όπως, κινητικές δεξιότητες, ηλικία, φύλο και

εμπειρία, θα μπορούσαν να επηρεάζουν την ποιότητα της MI και έτσι την εγκεφαλική λειτουργία (Héту, et al., 2013). Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν επαρκεί στοιχεία που να υποστηρίζουν τη συμμετοχή του πρωτοταγή κινητικού φλοιού στη MI (Héту, et al., 2013; Hardwick, et al., 2018) και χαρακτηριστικό ανάμεσα στη νοερή και στη σωματική κίνηση είναι, ότι μόνο η τελευταία ενεργοποιεί συστηματικά τον πρωτοταγή κινητικού φλοιού (Hardwick, et al., 2018).

### **7.8.2 Κινησθητική και Οπτική Νοερή Απεικόνιση**

Η Κινησθητική και Οπτική Νοερή Απεικόνιση μοιράζονται ένα μικρό κομμάτι από το δίκτυο της ολικής MI, περιοχές όπως τη SMA, την αριστερή πρόσθια κεντρική έλικα, τη νήσο και το κέλυφος. Ωστόσο, η Κινησθητική Νοερή Απεικόνιση φαίνεται να περιλαμβάνει ένα πιο εκτεταμένο δίκτυο καθώς σημαντικές ενεργοποιήσεις παρατηρήθηκαν στον αριστερό προκινητικό φλοιό, κυρίως στο IFG και πρόσθια κεντρική έλικα και στον βρεγματικό φλοιό, κυρίως στο IPL και οπίσθια κεντρική έλικα που δεν επιστρατεύονται με την Οπτική. Παρόλα αυτά, δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά ανάμεσα των δύο τύπων για τη σταθερότητα της δραστηριότητας. Ο μικρός αριθμός των μελετών, η μη ακριβής διαφοροποίηση των τύπων της MI ανάμεσα των ερευνητών και των συμμετεχόντων δεν επιτρέπει σαφή αποτελέσματα. Επιπλέον, υπάρχουν σημαντικές ατομικές διαφορές στην ικανότητα εκτέλεσης μέσω κάθε τύπου MI, που μπορούν να επηρεάσουν την τάση για χρήση ενός τύπου έναντι του άλλου. Έτσι, όταν οι οδηγίες απουσιάζουν, δεν μπορεί κανείς να είναι σίγουρος για το πώς ένα άτομο εκτελεί MI (Héту, et al., 2013)

### **7.8.3 Άμεση και Έμμεση Νοερή Κινητική Απεικόνιση**

Τα στοιχεία δείχνουν ότι, η Άμεση και Έμμεση MI βασίζονται εν μέρη σε διαφορετικά δίκτυα. Πράγματι υπάρχουν πολύ μικρή αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των περιοχών που ενεργοποιήθηκαν σταθερά κατά τη διάρκεια του Lateral Judgment Task (LJT) και δραστηριότητες της Άμεσης MI. Επιπλέον, οι σταθερές ενεργοποιήσεις για το LJT ήταν κυρίως στο δεξί ημισφαίριο ενώ τη Άμεση MI συσχετίστηκε με σταθερή αμφοτερόπλευρη ενεργοποίηση. Το LJT δεν έδειξε σταθερή ενεργοποίηση στη SMA και η μόνη σταθερή ενεργοποίηση στον προκινητικό φλοιό βρέθηκε στη δεξιά μέση μετωπιαία έλικα. Αυτές οι διαφορές

μεταξύ της Άμεσης MI και του LJT υποδηλώνουν ότι, εάν τα άτομα εκτελούν πράγματι MI κατά τη διάρκεια του LJT, αυτή η MI είναι διαφορετική, τουλάχιστον στο νευρικό της υπόστρωμα, από όταν κάποιος απεικονίζει νοερά μια κίνηση του άνω άκρου ακολουθώντας ακριβής οδηγίες (Héту, et al., 2013).

Το LJT έδειξε πιο σταθερές ενεργοποιήσεις στο δεξί SPL, ενώ για την Άμεση MI βρέθηκαν πιο συνεπείς ενεργοποιήσεις στη SMA και στη υπερχειλία έλικα. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι, το LJT ενδέχεται να μην απαιτεί την κινητική προετοιμασία ή τον έλεγχο από τη SMA και τη IFG που συνήθως σχετίζεται με τη MI, αλλά βασίζεται κυρίως στην αναπαράσταση εντός του βρεγματικού φλοιού. Συγκεκριμένα, το SPL περιέχει αναπαραστάσεις για την θέση του άνω άκρου και έχει φανεί ότι, οι συμμετέχοντες λαμβάνουν υπόψη την τρέχουσα θέση του άνω άκρου κατά την επίλυση του LJT (Héту, et al., 2013).

Από την άλλη, αρκετές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει κινητικές αλληλουχίες για τη μελέτη της MI. Το δίκτυο που εμπλέκεται κατά την σωματική εκτέλεση των κινητικών αλληλουχιών είναι επίσης παρόμοιο με εκείνο που επιστρατεύεται κατά την εκτέλεση νοερών κινητικών αλληλουχιών, το οποίο αποτελείται από σταθερές ενεργοποιήσεις σε διάφορες περιοχές του προκινητικού φλοιού, του PPC, τα βασικά γάγγλια και τη παρεγκεφαλίδα. Η αλληλοεπικάλυψη των περιοχών που επιστρατεύονται από τη σωματική και νοερή εκτέλεση των κινητικών αλληλουχιών, υποστηρίζει την ιδέα ότι η φαντασία μιας κινητικής αλληλουχίας απαιτεί παρόμοια βήματα και δίκτυα με την σωματική εκτέλεση. Τα δίκτυα αυτά φανερώνονται από την αλληλοεπικάλυψη σταθερών ενεργοποιήσεων της IFG και της SMA, του άνω και κάτω βρεγματικού λοβίου. Ωστόσο, αρκετές από αυτές τις περιοχές ενεργοποιήθηκαν πιο σταθερά κατά τη διάρκεια των νοερών κινητικών αλληλουχιών παρά της Έμμεσης MI, υποδηλώνοντας μεγαλύτερη περιπλοκότητα και σχεδιασμό των νοερών κινητικών αλληλουχιών σε σχέση με εκείνες που δεν απαιτούν χρονική οργάνωση (Héту, et al., 2013).

Συνολικά, η συμμετοχή των εγκεφαλικών δικτύων που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της MI μπορεί να εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος κίνησης που πρέπει να φανταστεί κανείς, ο τρόπος λειτουργίας της MI και οι οδηγίες που δίνονται στους συμμετέχοντες. Αυτές οι παραλλαγές φαίνεται να εξαρτώνται από τη φύση των πληροφοριών που πρόκειται να υποβληθούν για

επεξεργασία, π.χ., κινητική αναπαράσταση, αντιπροσώπευση του σώματος, ιδιοδεκτικές πληροφορίες και το υπολογιστικό φορτίο όπως κινητικός έλεγχος ή σχεδιασμός που είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση των διαφόρων ειδών MI (Hétu, et al., 2013).

## **8 ΝΟΕΡΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ**

### **8.1 Αξιολόγηση Ικανότητα Νοερής Κινητική Απεικόνισης των ασθενών με ΑΕΕ**

#### **8.1.1 Ερωτηματολόγια**

Για την αντιμετώπιση των περιορισμών εφαρμογής των ερωτηματολογίων σε ασθενείς με ΑΕΕ, δημιουργήθηκε το Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ-20). Το ερωτηματολόγιο KVIQ-20 έχει δημιουργηθεί για την εφαρμογή σε άτομα που χρειάζονται καθοδήγηση στην βαθμολογία των νοερών απεικονίσεων και δεν είναι ικανοί να διατηρήσουν όρθια θέση ή να εκτελέσουν περίπλοκες κινήσεις. Χρησιμοποιεί μια 5-βάθμια κλίμακα Likert για να βαθμολογήσει την ζωνρότητα της οπτική και κιναισθητικής κινητικής απεικόνισης. Καθοδηγείται από έναν εξεταστή και σε κάθε στοιχείο ζητάει τον ασθενή να περιγράψει τι βλέπει και τι αισθάνεται, καταγράφοντας τη βαθμολογία (Malouin, et al., 2007; Malouin, et al., 2008a).

Οι συμμετέχοντες, εκτελώντας 1ΠΝΑ, υποχρεούνται να βαθμολογήσουν τις νοερές απεικονίσεις τους χρησιμοποιώντας τον λειτουργικό ορισμό κάθε κατηγορίας, π.χ. 5 = 'απεικόνιση τόσο καθαρή σαν να την βλέπω μέσα από τα μάτια' και η αριθμημένη κλίμακα χρησιμοποιείται μόνο για τον υπολογισμό των δεδομένων. Περιλαμβάνει απλές κινήσεις της κεφαλής, των ώμων, του κορμού, των άνω και κάτω άκρων όπως αναφέρονται στην Εικόνα:7.1. Απαιτεί μέχρι 45 λεπτά για πλήρη αξιολόγηση των ασθενών με αναπηρία ή σε εκείνους που έχουν δυσκολία συγκέντρωσης, για αυτό το λόγο έχει αναπτυχθεί το KVIQ-10, μια έκδοση μικρότερη και κατάλληλη για κλινική χρήση (Malouin, et al., 2007; Malouin, et al., 2008a).

KVIQ-20			KVIQ-10	
Visual	Kinesthetic	Movements	Visual	Kinesthetic
1V	1K	Neck flexion/extension		
2V	2K	Shoulder elevation		
3Vnd	3Knd	Forward shoulder flexion*	3Vnd	3Knd
4Vd	4Kd	Elbow flexion/extension		
5Vd	5Kd	Thumb-fingers opposition*	5Vd	5Kd
6V	6K	Forward trunk flexion*	6V	6K
7Vnd	7Knd	Knee extension		
8Vd	8Kd	Hip abduction*	8Vd	8Kd
9Vnd	9Knd	Foot tapping*	9Vnd	9Knd
10Vd	10Kd	Foot external rotation		

d = dominant limb; nd = nondominant limb.

\* The five movements in KVIQ-10.

Εικόνα 7.1 Λίστα στοιχείων των ερωτηματολογίων KVIQ-20 και KVIQ-10 (από Malouin et al.2007)

Κατά παρόμοιο τρόπο αναπτύχθηκε το Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition (MIQ-RS), μία προσαρμοσμένη έκδοση του Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R). Το MIQ-RS, σε σχέση με το KVIQ, σχεδιάστηκε για να περιλαμβάνει λειτουργικές κινήσεις για άτομα με περιορισμένη κινητικότητα, οι οποίες θεωρείται ότι αντανakλούν στη λειτουργική αποκατάσταση όταν συγκρίνονται με την αδρή-λιγότερο λειτουργική κινητικότητα. Οι επιλεγμένες κινήσεις περιγράφονται και εκτελούνται σωματικά πριν τις φανταστεί ο εξεταζόμενος, ώστε γίνει κατανοητό ότι δεν εκτελείται κάποια παραλλαγή της κίνησης. Αποτελείται από οπτικά και κιναισθητικά στοιχεία και όπως το KVIQ, βαθμολογούνται με μία 7-βάθμια κλίμακα Likert και εκτελούνται σε καθιστή θέση (παραπομπή στο Παράρτημα 1) (Butler, et al., 2012).

Οι μελέτες του Malouin et al.(2007, 2008a) έδειξαν ότι, το KVIQ-20 και KVIQ-10 μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα σε υγιή άτομα και ασθενής με ΑΕΕ. Η σταθερότητα των μετρήσεων κρίθηκε ως πολύ καλή σε ασθενής και ως καλή σε υγιή άτομα. Παρόλο που το KVIQ-10 έχει 10 στοιχεία λιγότερα και άρα χρειάζεται λιγότερο χρόνο εφαρμογής, διατηρεί την αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας, κάνοντας το κατάλληλο για κλινική χρήση. Φυσικά, η σταθερότητα των μετρήσεων ήταν καλύτερη όταν οι ασθενείς φανταζόντουσαν κινήσεις στην υγιή παρά στη πάσχον πλευρά, υποδηλώνοντας ότι αντιλαμβάνονται καλύτερη ζωηρότητα από αυτή την πλευρά (Malouin, et al., 2007; Malouin, et al., 2008a). Παράλληλα, το ερωτηματολόγιο MIQ-RS είναι έγκυρο και αξιόπιστο για την μέτρηση της ικανότητα MI σε ασθενείς με ΑΕΕ και σε υγιή πληθυσμό (Butler, et al., 2012). Η βαθμολογία δεν επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία και δεν προλέγει την ικανότητα του ατόμου



να φανταστεί κινήσεις οπτικά ή κιναισθητικά. Η άποψη ότι, οι τύποι της Οπτικής και της Κιναισθητική MI είναι διαφορετικές οντότητες και μοιράζονται παρόμοιες ιδιότητες, επιβεβαιώνεται και από τα δύο ερωτηματολόγια (Butler, et al., 2012; Malouin, et al., 2007; Malouin, et al., 2008a).

Η βαθμολογία των οπτικών στοιχείων των ερωτηματολογίων, σε υγιή αλλά και σε άτομα με ΑΕΕ, ήταν υψηλότερη από των κιναισθητικών που παραπέμπει σε συνέχεια προηγούμενων μελετών ότι, η Οπτική MI είναι πιο εύκολη από την Κιναισθητική (Butler, et al., 2012; de Vries, et al., 2013; Malouin, et al., 2007; Malouin, et al., 2008a) και το οποίο παρατηρείται ανεξάρτητα από το ημισφαίριο που βρίσκεται η βλάβη (Malouin F., et al., 2008a). Βέβαια παρατηρήθηκε καλύτερη Οπτική απεικόνιση στο άνω άκρο και καλύτερη Κιναισθητική απεικόνιση στο κάτω άκρο. Αυτή η εξειδίκευση μπορεί να σχετίζεται με τη στενή σχέση του οπτικο-κινητικού συντονισμού και των λειτουργιών του άνω άκρου, όπως οι δεξιότητες της άκρας χείρας, σε αντίθεση με τις λειτουργίες του κάτω άκρου, όπως η βάρδια που βασίζονται σε πολλαπλά σωματοαισθητηριακές ερεθίσματα (Malouin F., et al., 2007; Malouin F., et al., 2008a).

Μια βασική διαφορά είναι ότι το KVIQ-10 περιορίζει τους εξεταζόμενους με την εκτέλεση 1ΠΝΑ ενώ το MIQ-RS έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την επιλογή μεταξύ πρώτου και 3ΠΝΑ με σκοπό την ευκολότερη κλινική εφαρμογή. Επιπλέον, οι νοερές λειτουργικές κινήσεις πιθανών να μην είναι δύσκολες για τα υγιή άτομα, ενώ, οι ασθενείς με ΑΕΕ ίσως να χρειάζονται να χωρίσουν την φανταστική κίνηση σε πολλά βήματα και για αυτό το λόγο η 3ΠΝΑ να είναι πιο αποτελεσματική. Ο Butler, et al.(2012), δικαιολογεί το παραπάνω επιχείρημα σε μελέτες που υποστήριζαν ότι, αθλητές επιλέγουν την 3ΠΝΑ για τη νοερή εκτέλεση περίπλοκων κινήσεων. Η 1ΠΝΑ ίσως να μην είναι κατάλληλη για τις νοερές περίπλοκες κινήσεις για τον εξής λόγο ότι δεν παρουσιάζει αρκετές πληροφορίες στον ασθενή με ΑΕΕ (Butler, et al., 2012).

### **8.1.2 Νοερή Χρονομετρία**

Σε μια προσπάθεια για να κριθεί η αξιοπιστία των δοκιμασιών νοερής χρονομετρίας σε ασθενείς με ΑΕΕ, ο Malouin et al.(2008b) σύγκρινε τη Δοκιμασία Χρονικής Συνάφειας και τη εξέταση διαλογής Time-Dependent Motor Imagery

(TDMI). Στην εξέταση διαλογής TDMI, ο αριθμός των νοερών κινήσεων καταγράφεται σε τρεις χρονικές περιόδους, των 15, 25 και 45 δευτ., από τον εξεταστή. Αναμένεται ότι, ο αριθμός των νοερών κινήσεων θα αυξηθεί παράλληλα με την αυξανόμενη χρονική περίοδο. Έτσι, υποδεικνύει εάν το άτομο κατανοεί τις οδηγίες και είναι σε θέση να εκτελέσει MI. Στη Δοκιμασία Χρονικής Συνάφειας, καταγράφεται η διάρκεια των σωματικών και φανταστικών κινήσεων, από τον εξεταστή και αποδίδει συγκρίσεις μεταξύ πραγματικών και φανταστικών χρόνων κίνησης. Με βάση τους χρονικούς συσχετισμούς (χρονική συνάφεια) μεταξύ φανταστικών και πραγματικών χρόνων κίνησης, αναμένεται ότι οι χρόνοι και στις δύο συνθήκες θα είναι παρόμοιοι (Malouin, Richards, Durand, Doyon, 2008b).

Τα ευρήματα δείχνουν ότι, οι δύο χρονομετρικοί μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αξιοπιστία σε υγιή άτομα και σε ασθενείς με ΑΕΕ. Παρόλο που η εξέταση διαλογής TDMI μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό την ικανότητα του ασθενή να εμπλακεί στη κινητική απεικόνιση, η Δοκιμασία Χρονικής Συνάφειας, με τους χρόνους και αναλογία νοερής/σωματικής κίνησης, παρέχει ένα ποσοτικό μέτρο της χρονικής οργάνωσης της MI. Λόγο που τα χρονικά χαρακτηριστικά της MI μπορούν να διαταραχθούν στις άπω κινήσεις, όπως τις άκρας χείρας, αλλά όχι για τις εγγύς, ο Malouin et al.(2008b) πρότεινε ότι, η εξέταση διαλογής θα πρέπει να κατευθύνεται σε κινήσεις που σχετίζονται με τις δραστηριότητες της νοερής εξάσκησης (Malouin, et al., 2008b).

Σε μία πρόσφατη μελέτη, οι Liepert et al.(2020), στην ίδια ομάδα ασθενών με ΑΕΕ, παρατήρησαν διαφορές στην ικανότητα της νοερής χρονομετρίας εφαρμόζοντας μία συνεδρία MIT έναντι Hand Identification task training (HIT). Στη HIT οι ασθενείς παρακολουθούσαν μία άκρα χείρα στραμμένη σε οκτώ διαφορετικές κατευθύνσεις και έπρεπε να αποφασίσουν εάν ανήκει στο αριστερό ή δεξιό άνω άκρο. Για τη MIT, οι ασθενείς εκτέλεσαν το Box and Block test (BBT) νοερά και μετά σωματικά, πρώτα από την πάσχον πλευρά και ύστερα στην υγιή. Το BBT είναι ένα αξιόπιστο και έγκυρο εργαλείο για τη μετρήσει της δεξιότητας του άνω άκρου που περιλαμβάνει σύλληψη, μετακίνηση κύβων πέρα από ένα εμπόδιο και απελευθέρωση τους. Η καλύτερη ικανότητα της νοερής χρονομετρίας, συσχετίστηκε με την Χρονική Συνάφεια (Liepert, Stürner, Büsching, Sehle, & Schoenfeld, 2020).

Οι ερευνητές κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα. Πρώτων, μία μόνο συνεδρία MIT διαμορφώνει την ικανότητα της νοερής χρονομετρίας και σχετίζεται με την βελτίωση της κινητικής εκτέλεσης. Δεύτερων, οι αλλαγές στη Νοερή Χρονομετρία είναι συγκεκριμένες για τη δραστηριότητα. Η απόδοση στη νοερής χρονομετρίας βελτιώνεται μετά τη MIT, ενώ επιδεινώνεται μετά την HIT. Από τη μία, αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι, είναι δυνατόν η ικανότητα της νοερής χρονομετρίας να βελτιώνεται από μία συγκεκριμένη εκπαίδευση. Από την άλλη, υποδηλώνει ότι η εστίαση σε μια άλλη διανοητική - νοερή ικανότητα, στην περίπτωση αυτή στη Νοερή Περιστροφή, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση της νοερής χρονομετρίας, οδηγώντας έτσι σε μια κατώτερη ικανότητα νοερής χρονομετρίας. Επίσης, μόνο μετά την MIT βρέθηκε σημαντική βελτίωση της εκτέλεσης του BBT. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει μια ειδικότητα στην δραστηριότητα και υποδεικνύει ότι ακόμη και μία μόνο συνεδρία MIT μπορεί να επηρεάσει την κινητική απόδοση της ίδιας δραστηριότητας. Αντιθέτως, μετά την εκπαίδευση HIT, δεν βρέθηκε σημαντική βελτίωση της κινητικής εκτέλεσης του BBT (Liepert, et al., 2020).

Αν στη MI και στη σωματικής κίνησης συμμετέχουν κοινές στρατηγικές κινητικού σχεδιασμού, τότε ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση και των δύο δραστηριοτήτων θα πρέπει να είναι όμοιος (Di Rienzo, et al., 2014). Βέβαια, η άποψη της χρονικής συνάφειας ίσως να μην είναι απόλυτη. Σε αθλητές έχει βρεθεί ότι απεικονίζουν μόνο δυναμικές φάσεις της κίνησης ή εκτελούν MI πριν τον αγώνα, ενώ περιβαλλοντικοί και χρονικοί περιορισμοί οδηγούν σε υποτίμηση της πραγματικής διάρκειας (Dickstein & Deutsch, 2007). Παράλληλα, παράγοντες που επηρεάζουν τον χρόνο της σωματικής κίνησης, αποδίδουν σε παράλληλες αλλαγές στο χρόνο της MI. Οι μακράς διάρκειας περίπλοκες κινήσεις που απαιτούν προσοχή χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να εκτελεστούν νοερά (Di Rienzo, et al., 2014; Dickstein & Deutsch, 2007) το οποίο αμφισβητείται και μπορεί να μην είναι απόλυτο (Geiger, Bonnyaud, Fery, Bussel, & Roche, 2017).

Συγκεκριμένα, οι Geiger et al. (2017) σύγκριναν τον νοερό και πραγματικό χρόνο της δοκιμασίας Time Up & Go (TUG) στην οποία ζητείται στον ασθενή να σηκωθεί από μία καρέκλα, να βαδίσει 3 μέτρα, να στραφεί και να βαδίσει πίσω στη καρέκλα και να καθίσει. Βρέθηκε ότι, τα υγιή άτομα και οι ασθενείς με ΑΕΕ ολοκλήρωναν το νοερό-TUG νωρίτερα από το σωματικό. Το TUG είναι μία ήμι-

αυτοποιομένη δραστηριότητα που περιλαμβάνει μετατόπιση ολόκληρου του σώματος ενώ σε προηγούμενη μελέτη εκτελέστηκε νοερή κίνηση μόνο σε ένα μέλος του σώματος. Φαίνεται ότι, κινήσεις όπως στο τελευταίο παράδειγμα χρειάζονται παραπάνω χρόνο για να ολοκληρωθούν νοερά, σε σύγκριση με μια σύνθετη δραστηριότητα. Αυτό πιθανότατα υποδηλώνει ότι η χρονική συνάφεια για απλές δραστηριότητες του άνω ή κάτω άκρου δεν προβλέπει αυστηρά τη χρονική συνάφεια για λειτουργικές δραστηριότητες βάδισης όπως το TUG. Από την άλλη, ένας άλλος παράγοντας μπορεί να είναι ο χρόνος της δραστηριότητας, δηλαδή ο χρόνος απόδοσης νοερών απεικονίσεων των μεγαλύτερων χρονικά δραστηριοτήτων είναι μικρότερος από τον χρόνο σωματικής εκτέλεσης (Geiger, et al., 2017).

### **8.1.3 Αξιολόγηση Έμμεσης Νοερή Κινητική Απεικόνιση**

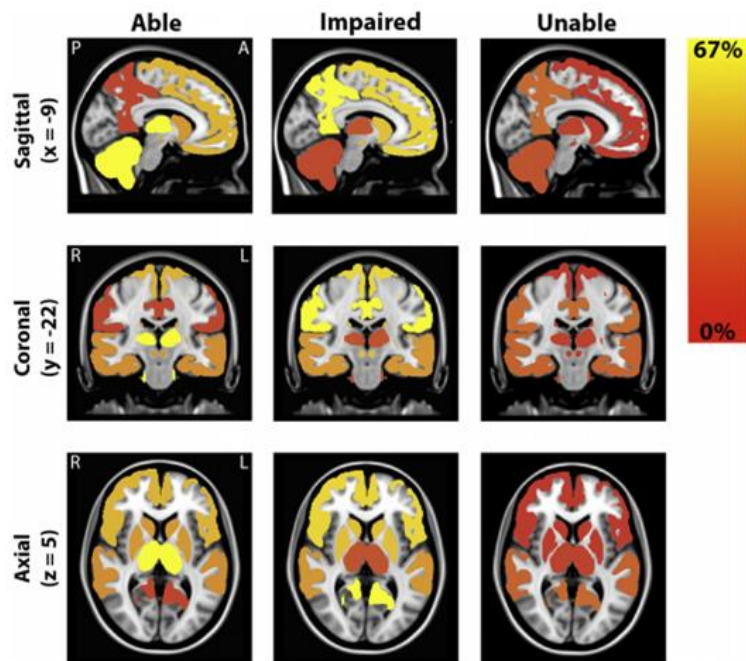
Οι de Vries et al.,(2013) συγκρίναν την απόδοση του ερωτηματολογίου MIQ-RS και της δοκιμασίας HLJT, με στόχο τη διερεύνηση της σχέσης της ικανότητα της Έμμεσης και Άμεσης MI, των ασθενών με ΑΕΕ σε σύγκριση με υγιής. Στο ερωτηματολόγιο MIQ-RS οι ασθενείς είχαν χαμηλότερη βαθμολογία αλλά δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στο HLJT σε σχέση με τη υγιή ομάδα δείχνοντας ότι, η Έμμεση και η αυτό-αναφερόμενη από ερωτηματολόγιο Άμεση κινητική απεικόνιση δεν σχετίζονται. Επίσης, η υποκειμενική εμπειρία της ζωηρότητας της MI που μετρείται από ερωτηματολόγιο, δεν χρειάζεται να σχετίζεται με την ικανότητα της έμμεσης μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο. Αυτά τα αποτελέσματα ευθυγραμμίζονται με το μοντέλο των φανερών και κρυφών προσομοιώσεων και τη διάκριση ανάμεσα σε άμεσες και έμμεσες κινητικές απεικονίσεις που προτάθηκαν από το Jeannerod. Επιλέγοντας ασθενείς μόνο με βάση τις υποκειμενικές αναφορές, διακινδυνεύει να αποκλειστούν ασθενείς που ενδέχεται να έχουν ακόμη ανέπαφη ικανότητα κινητικής απεικόνισης. Επομένως, μια εξέταση διαλογής όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικές μετρήσεις για την ικανότητα της MI, φαίνεται κατάλληλη για τη αξιολόγηση ασθενών με ΑΕΕ σε προγράμματα αποκατάστασης που βασίζονται στη MIT (de Vries, et al., 2013).

## **8.2 Επιδράσεις του ΑΕΕ στην Ικανότητα της Νοερής Κινητικής Απεικόνισης**

Η εγκεφαλική βλάβη ενός ασθενή με ΑΕΕ μπορεί να αποτρέψει την επιτυχή απόδοση της MIT, οδηγώντας σε μη επιθυμητά θεραπευτικά αποτελέσματα. Κατανοώντας τις επιπτώσεις της βλάβης στην Ικανότητα της MI θα επιτρέψει στους κλινικούς να αναπτύξουν ένα πρόγραμμα αποκατάστασης βασισμένο στη παθοφυσιολογία του ασθενούς και στην ικανότητα τους να εκτελέσουν MI (McInnes, Friesen, & Boe, 2016).

### **8.2.1 Επιδράσεις του ΑΕΕ με βάση την τοποθεσία της βλάβης**

Με βάση την ανασκόπηση των McInnes et al.(2016), οι περιοχές που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία ελλειμάτων στην Ικανότητα της Άμεσης MI μετά από βλάβη, είναι κυρίως ο βρεγματικός, ο μετωπιαίος λοβός και τα βασικά γάγγλια. Τα ελλείματα που εμφανίζονται από την βλάβη του βρεγματικού λοβού, μπορούν να αποδοθούν στην απώλεια οποιασδήποτε από τις λειτουργίες του κατά τη διάρκεια της MI. Οι ασθενείς αντιμετωπίζουν σοβαρά ελλείματα έως ανικανότητα να εκτελέσουν MI ανάλογος με την τοποθέτηση και την έκταση της βλάβης (Εικόνα:7.2). Ο βρεγματικός λοβός θεωρείται ότι, συντονίζει προκινητικές περιοχές για να οδηγή τις εκούσιες κινήσεις σε σχέση με τις χωρικές πληροφορίες, ώστε να πραγματοποιούνται κατάλληλα στο εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης, μέσω των συνδέσεών του με τον μετωπιαίο λοβό, συγκεκριμένα μέσω της SMA θεωρείται ότι βοηθάει, έστω και έμμεσα, στην αναστολή του πρωτοταγή κινητικού φλοιού κατά την διάρκεια της MI. Ο McInnes et al. (2016) προτείνει ότι, οι ασθενείς αντιμετωπίζουν παρεμβολές στη μετωπο-βρεγματική επικοινωνία, η οποία είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό και συντονισμό της MI ή/και της ικανότητάς του να αναστέλλει έμμεσα τον πρωτοταγή κινητικό φλοιό (McInnes, et al., 2016).



Εικόνα 7.2 Ικανότητα MI, ελλείματα και ανικανότητα με βάση 6 εγκεφαλικών περιοχών (βρεγματικός λοβός, μετωπιαίος λοβός, βασικά γάγγλια, κροταφικός λοβός και θάλαμος) σε ασθενείς με ΑΕΕ και μη-ασθενείς με ΑΕΕ. Η κίτρινη-κόκκινη μπάρα εκπροσωπεί το ποσοστό των ασθενών που μπορεί να εκτελέσει MI, Able=ικανότητα εκτέλεσης MI, Impaired=ελλείματα εκτέλεσης MI, Unable=ανικανότητα εκτέλεσης MI (τροποποιημένο από McInnes et al.2016)

Η σημασία ενός ανέπαφου μετωπο-βρεγματικού δικτύου στη MI φαίνεται όταν η βλάβη τοποθετείται στο πρόσθιο τμήμα του ακτινωτού στέφανου και στο άνω μετωποϊ-νιακό δεμάτιο και σε πιο κοιλιακός τοποθετημένες ίνες κοντά στο ταινιοειδή πυρήνα όπου προκαλεί ελλείματα στην ζωηρότητα της MI. Πιο αναλυτικά, η βλάβη του άνω μετωποϊ-νιακού δεματίου θεωρείται ότι προκαλεί ελλείματα στη ζωηρότητα της MI, λόγω της έλλειψης του ρόλου του ως μεσολαβητής του μετασχηματισμού των οπτικών και αισθητικών πληροφοριών που είναι χρήσιμες για τον κινητικό σχεδιασμό και έλεγχο. Παράλληλα, βλάβες στο άνω τμήμα του ακτινωτού στέφανου του αριστερού ημισφαιρίου, εμφανίζεται χρονική αποσύνδεση. Βλάβες τοποθετημένες στο αριστερό ημισφαίριο, συγκεκριμένα στο αριστερό κέλυφος και αριστερό νPM οδηγούν σε πτωχότερη ζωηρότητα της MI όταν μελετάτε με το ερωτηματολόγιο MIQ-RS. Επιπλέον, στις βλάβες τους αριστερού ημισφαιρίου παρατηρείται βραδύτερη ταχύτητα νοερών κινήσεων (Oostra, Van Bladel, Vanhoonaeker, & Vingerhoets, 2016).

Η βλάβη στο μετωπιαίο λοβό προκαλεί ελλείματα στην Ικανότητα της MI, φυσικά όταν οι προμετωπιαίες και οι προκινητικές περιοχές συμβάλλουν σημαντικά

σε αυτήν. Ειδικά όταν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων MI, η προμετωπιαία περιοχή συμμετέχει στην διατήρηση της προσοχής και ο προκινητικός φλοιός συμμετέχει στη δημιουργία του κινητικού σχεδιασμού. Η βλάβη στο μετωπιαίο λοβό, προκαλεί ελλείματα αλλά δεν εμποδίζει την ικανότητα της MI. Το παραπάνω εύρημα διαφοροποιεί την συνεισφορά μεταξύ των περιοχών που είτε είναι κρίσιμες ή βοηθητικές για την δημιουργία της MI. Οι συνέπειες για την αποκατάσταση είναι ότι, οι ασθενείς με βλάβες του μετωπιαίου λοβού μπορούν να επωφεληθούν από τη θεραπεία με MIT, σε αντίθεση με βλάβη στο βρεγματικό λοβό που ίσως δυσκολευτούν ή δεν είναι σε ικανότητα να την εκτελέσουν (McInnes, et al., 2016).

Βλάβη στο οπίσθιο τμήμα του μετωπιαίου λοβού, περιλαμβάνοντας και τον πρωτοταγή κινητικό φλοιό, φαίνεται να μην επηρεάζει αρνητικά την ικανότητα της MI. Η παραπάνω παρατήρηση είναι σημαντική λόγω της διαφωνίας που υπάρχει στην αρθρογραφία σχετικά με την συμβολή του πρωτοταγή κινητικό φλοιό στη MI ή αν η λειτουργία του αναστέλλεται με σκοπό να μην εκτελεστεί η σωματική κίνηση. Η υπόθεση ότι ο πρωτοταγής κινητικός φλοιός δεν συμμετέχει στη MI υποστηρίζεται από το παραπάνω εύρημα. Επίσης, είναι πιθανό ότι η βλάβη στην παραπάνω περιοχή αγνοεί την ανάγκη για αναστολή της, η οποία είναι απαραίτητη για τη MI. Παρόλα αυτά, η παραπάνω άποψη δεν είναι απόλυτη, λόγω που η βλάβη δεν τοποθετείται αποκλειστικά στον μετωπιαίο λοβό (McInnes, et al., 2016).

Όπως στις βλάβες του μετωπιαίου φλοιού, η βλάβη στα βασικά γάγγλια φαίνεται να προκαλεί ελλείματα στην ικανότητα της MI αλλά μην αποτρέπει την εκτέλεση της. Οι περισσότεροι ασθενείς που έχουν υποστεί βλάβη στο κέλυφος, αντιμετωπίζουν δυσκολία στην δημιουργία φανταστικών κινήσεων και φαίνεται ότι είναι κύρια αιτία πρόκλησης ελλειμάτων της MI στις βλάβες των βασικών γαγγλίων (McInnes, et al., 2016). Το κέλυφος του αριστερού ημισφαιρίου, φαίνεται να συμμετέχει της μνήμης εργασίας, εμποδίζοντας την είσοδο μη σχετικών πληροφοριών προς επεξεργασία. Κατά την εκτέλεση της MI θα πρέπει να δημιουργούνται και να διατηρούνται νοερές απεικονίσεις των κινητικών πράξεων με την βοήθεια της μνήμης εργασίας. Η ζωηρότητα της MI, μπορεί να σχετίζεται με αυτή την χρήση της μνήμης εργασίας στην MI. Για αυτό τον λόγο, ελλείματα της μνήμης εργασίας των ασθενών με ΑΕΕ με οδηγούν σε χειρότερη απόδοση της MI (Oostra, et al., 2016).

Επιπροσθέτως, τα στοιχεία δείχνουν ότι η βλάβη σε άλλες υποφλοιόδεις δομές, όπως στον θάλαμο ή στην έσω κάψα, δεν μεταβάλλει την ικανότητα της ΜΙ. Δεδομένου ότι, οι πληροφορίες μεταδίδονται μεταξύ υποφλοιόδεις και φλοιόδεις περιοχών μέσω της έσω κάψας και ότι ο φλοιός είναι κυρίως υπεύθυνος για τη δημιουργία νοερών απεικονίσεων, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι ασθενείς με βλάβη στην έσω κάψα είναι ακόμη σε θέση να εκτελέσουν ΜΙ. Σύμφωνα με το παραπάνω εύρημα, αποτελεί γεγονός ότι, η βλάβη στον θάλαμο δεν επηρεάζει τη ΜΙ καθώς ο θάλαμος εμπλέκεται κυρίως στη μετάδοση αισθητηριακών πληροφοριών προς το φλοιό (McInnes, et al., 2016).

Οι ασθενείς με βλάβη στη παρεγκεφαλίδα είναι ικανοί να ασκούν ΜΙ. Ίσως οι ασθενείς να διατηρούν την ικανότητα της ΜΙ λόγω της φύσης των δραστηριοτήτων που εκτελούνται στις μελέτες. Η παρεγκεφαλίδα εμφανίζει περισσότερη ενεργοποίηση κατά τα αρχικά στάδια μάθησης μίας νέας δραστηριότητας και λιγότερη ενεργοποίηση κατά την διάρκεια μιας εξασκημένης δεξιότητας. Κατά συνέπεια, οι ασθενείς με παρεγκεφαλιδική βλάβη είναι λιγότερο πιθανό να έχουν μειωμένη ικανότητα της ΜΙ, όταν για την αξιολόγηση τους χρησιμοποιούνται γνώριμες παρά νέες δραστηριότητες. Βέβαια, λόγω του μικρού δείγματος δεν είναι δυνατόν να ληφθούν συμπεράσματα για την επίδραση της βλάβης στην ικανότητα της ΜΙ (McInnes, et al., 2016).

Η επίδραση του ΑΕΕ στην Ικανότητα της Άμεσης και Έμμεσης ΜΙ διερευνήθηκε σε μία πρόσφατη ανασκόπηση των Santoro et al.(2019). Αρχικά όσον αφορά την Ικανότητα της Άμεσης ΜΙ με τη μορφή της νοερής χρονομετρίας, οι ασθενείς με ΑΕΕ εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους σε σύγκριση με το υγιή πληθυσμό. Τα υγιή άτομα εμφανίζουν χρονική συνάφεια στα άνω άκρα αμφοτερόπλευρα, ενώ στην πλειοψηφία των ασθενών με έμφρακτο, η χρονική συνάφεια μεταξύ των σωματικών και νοερών κινήσεων παρατηρείται μόνο για το υγιές μέλος. Στο πάσχον άνω άκρο οι νοεροί και σωματικοί χρόνοι δεν είναι όμοιοι, δηλαδή εμφανίζει χρονική αποσύνδεση (Temporal Uncoupling), η οποία αυξάνεται σε σχέση με σοβαρά ελλείματα της σωματοαισθητικότητας και της οπτικοχωρικής μνήμης εργασίας (Santoro, et al., 2019). Στη μελέτη των Liepert et al.(2020), η πιο επιβαρυσμένη αισθητική δυσλειτουργία σχετίστηκε με τη χειρότερη ικανότητα νοερής χρονομετρίας. Ωστόσο, για την Ικανότητα της νοερής χρονομετρίας, δεν βρέθηκε



σημαντική διαφορά ανάμεσα των συμμετεχόντων με διαφορετικού βαθμού διαταραχής της αισθητικότητας. Έτσι, φαίνεται ότι οι ασθενείς με αισθητικά ελλείμματα έχουν τη δυνατότητα να επωφεληθούν από την MIT (Liepert, et al., 2020).

Έμφρακτα στο δεξιό ημισφαίριο σχετίζονται με χειρότερη απόδοση στη χρονική συνάφια, σε σχέση με αυτά στο αριστερό ημισφαίριο. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι, βλάβες στο δεξιό μετωπιαίο και βρεγματικό φλοιό επηρεάζουν τον σχεδιασμό και την πρόβλεψη του απαραίτητου χρόνου των κινητικών δράσεων. Η χρονική αποσύνδεση ίσως προκύπτει από την εσφαλμένη εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται κατά την διάρκεια των δραστηριοτήτων. Από την άλλη, τα δεδομένα αντικρούονται για την επίδραση της βλάβης με βάση σε ποιο ημισφαίριο που τοποθετείται και την σχέση με τη πλευρά του σώματος, με κάποιες μελέτες να αναφέρουν αμφοτερόπλευρη και ετερόπλευρη βραδύτητα για το αριστερό ή δεξιό έμφρακτο. Ανεξαρτήτως της βλάβης, χειρότερη απόδοση παρατηρείται σε συνάφια με την γήρανση και όταν χρειάζονται ημι-αυτοματοποιημένες εργασίες σε αντίθεση με καθημερινές δραστηριότητες (Santoro, et al., 2019).

Η μελέτη των Malouin et al.(2012) έδειξε ότι, έμφρακτα στο δεξιό ημισφαίριο εμφανίζουν χρονική αποσύνδεση στην υγιή και πάσχον πλευρά, με βραδύτερο χρόνο κατά 37% και 50% αντίστοιχα. Μεγαλύτερη καθυστέρηση βρέθηκε στους ασθενείς με δεξιό έμφρακτο της μέσης εγκεφαλική αρτηρίας σε αντίθεση με έμφρακτα του αριστερού ημισφαιρίου. Η καθυστέρηση πιστεύεται ότι οφείλεται σε υπερεκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου των νοερών κινήσεων (Malouin, Richards, & Durand, 2012).

Ο προ-κινητικός φλοιός, η SMA και πρωτοταγής αισθητικός φλοιός εμφανίζουν κοινές ενεργοποιήσεις στη νοερή και στη σωματική κίνηση, τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε ασθενείς με ΑΕΕ. Κατά την διάρκεια σωματικών κινήσεων επικρατεί έλεγχος κυρίως από το ετερόπλευρο ημισφαίριο σε σχέση με το μέλος που κινείται. Εξαιτίας της νευροπλαστικότητας, η λειτουργία του εγκεφάλου των ασθενών διαφοροποιείται. Κατά την διάρκεια της MI, του πάσχον άκρου, οι ασθενείς με ΑΕΕ εμφανίζουν ισχυρότερο έλεγχο στο ομόπλευρο/υγιές ημισφαίριο. Αυτές οι ανισότητες κατά τη διάρκεια της MI οδηγούν σε χαμηλότερες επιδόσεις, όπως φαίνεται από όλους τους ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι ασθενείς με ΑΕΕ

έχουν χειρότερη επίδοση στη MI όσο το μοτίβο ενεργοποίησης αποκλίνει από το τυπικό μοτίβο του υγιή πληθυσμού (Santoro, et al., 2019)

Ο Sharma et al. (2009) σε οχτώ ασθενείς με υποφλοιώδεις εμφρακτο στο αριστερό-επικρατές ημισφαίριο παρατηρήσαν ότι, κατά την MI η κινητική λειτουργία βελτιώνεται όταν η συνδεσιμότητα ενισχύεται μεταξύ του ομόπλευρου της βλάβης προκινητικό και πρωτοταγή κινητικό φλοιό, του ετερόπλευρου της βλάβης προμετωπιαίο φλοιό και SMA και στον ετερόπλευρο της βλάβης προκινητικό φλοιό και SMA. Αντιθέτως, η κινητική λειτουργία βελτιώνεται όταν παρατηρείται μείωση της επικοινωνίας μεταξύ SMA και ομόπλευρο της βλάβης του πρωτοταγή κινητικού φλοιού (Sharma, Baron, & Rowe, 2009). Ο ρόλος των παραπάνω περιοχών στην προετοιμασία, σχεδιασμό και εκτέλεση των κινήσεων, επιβεβαιώνουν ότι οι νοερές κινήσεις χρειάζονται οργάνωση (Santoro, et al., 2019).

### **8.2.2 Επιδράσεις του ΑΕΕ με βάση την Ικανότητας MI**

Όσον αφορά τα στοιχεία της Ικανότητα της Έμμεσης MI, λιγότερη ακρίβεια φαίνεται να εμφανίζουν ασθενείς με έμφρακτα στο δεξί ημισφαίριο όσο αφορά τη αναγνώριση της νοεράς περιστροφής. Το εύρημα αυτό σχετίζεται με την λειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου και συγκεκριμένα του δεξιού μετωπο-βρεγματικού φλοιού που συμμετέχει στην αναστολή παρορμητικών απαντήσεων σε μη-σχετικά ερεθίσματα. Οι ασθενείς όπου η βλάβη βρίσκεται στο αριστερό ημισφαίριο, εμφανίζουν παρόμοιο ποσοστού ακρίβειας με τον υγιή πληθυσμό και μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε σχέση με έμφρακτα του δεξιού ημισφαιρίου. Ακόμη, ανεξάρτητα από τη θέση της βλάβης, οι ασθενείς με ΑΕΕ εμφανίζουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης ειδικά στο χρόνος περιστροφής που αφορά την πάσχον άκρα χείρα και ο χρόνος αυξάνεται όταν οι ασθενείς έχουν σοβαρά ελλείμματα σε σύγκριση με ήπια ή μέτρια σοβαρότητα βλαβών. Επίσης, δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τόσο τις μη-ανατομικές και αμήχανες σε σχέση με τις ανατομικές θέσης, όσο την παλαμιαία από τη ραχιαία επιφάνεια της άκρας χείρας (Santoro, et al., 2019).

Τα παραπάνω δεδομένα τονίζουν την σημασία των νοερών οπτικών και ιδιοδεκτικών αναπαραστάσεων των σωματικών περιγραμμάτων κατά την διάρκεια των δραστηριοτήτων της Έμμεση MI. Φαίνεται να σχετίζεται με νευροφυσιολογικές

λειτουργίες όπως η μνήμη εργασίας, η προσοχή και η λήψη αποφάσεων. Περιλαμβάνει οπτικο-χωρικό χειρισμό και μετατροπές των νοερών απεικονίσεων όπως κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων όπως το Grasping Task, νοερές κινήσεις και το LJT. Παρόλο που είναι πιο δύσκολο για τους ασθενείς με ΑΕΕ να χρησιμοποιήσουν Έμμεση MI για να ανταποκριθούν σε μία δραστηριότητα, η MI φαίνεται να μην έχει επηρεαστεί (Santoro, et al., 2019).

Οι Kolbasi et al.(2020) έδειξαν ότι, τόσο η Ικανότητα της Έμμεσης όσο και η Ικανότητα της Άμεσης MI, ειδικά σε παράμετρο με βάση τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, είναι ελλειμματικές μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο. Το επίπεδο της κινητικής βλάβης και ο αριθμός της καθημερινής χρήσης του πάσχον άνω άκρου βρέθηκαν ως προγνωστικοί παράγοντες για την Ικανότητα της Άμεσης MI. Με βάση τον νόμο του Fitt, είναι λογικό να συμπεράνουμε ότι, το ποσό της καθημερινής χρήσης και ο βαθμός της κινητικής βλάβης μπορεί να είναι καθοριστικός παράγοντας για την Ικανότητα της Άμεσης MI σε ασθενείς με ΑΕΕ. Επιπλέον, τα ελλείμματα της Ικανότητα της Άμεσης MI είναι πιο εμφανής σε συμμετέχοντες με επιβαρυσμένη κινητική λειτουργία του άνω άκρου από ότι σε ασθενείς με λιγότερο επιβαρυσμένη λειτουργία. Η ακρίβεια του Chaotic Motor Imagery Assessment (CMIA-1), μία πιο περιεκτική παραλλαγή του HLJT, σχετίζεται με το επίπεδο της αισθητικότητας ενώ ο συνολικός χρόνος του CMIA-1 με τη λειτουργική συνεισφορά του ασθενή στη καθημερινότητα (Kolbasi, et al.,2020).

Στη μελέτη των Malouin et al.(2008b), κάποιοι ασθενείς δεν εμφανίζουν την ικανότητα να συμμορφωθούν με το KVIQ παρόλο που πέρασαν την εξέταση διαλογής TDMI. Η αδυναμία τους να σχηματίσουν νοερές κινητικές αναπαραστάσεις μπορεί να ήταν ένα χαρακτηριστικό που δεν σχετίζεται με την εγκεφαλική βλάβη και παρατηρείται στο υγιή πληθυσμό. Έτσι, αν και οι ασθενείς μπορούν να περάσουν επιτυχώς μια χρονομετρική εξέταση, μπορεί να έχουν δυσκολία στη δημιουργία ζωνών κινητικών αναπαραστάσεων. Οι ερευνητές πρότειναν ότι, η εκτίμηση των νοερών κινητικών αναπαραστάσεων, δεν πρέπει να περιορίζεται αποκλειστικά στον τομέα της Ικανότητα της MI (Malouin, et al., 2008b).

Οι ασθενείς με αφασία Wernicke ή ελλειμματική προσοχή, παρουσιάζουν ακανόνιστες απαντήσεις. Για παράδειγμα, ορισμένοι ασθενείς σταματούν να σηματοδοτούν προφορικά ότι έχουν ολοκληρώσει την κινητική απεικόνιση πριν το

επιτρεπόμενο τέλος, ενώ άλλοι χρειάζονταν όλο και περισσότερο χρόνο να φανταζόταν κάθε κίνηση. Αυτή η ασυνεπής απόδοση δείχνει ότι ο ασθενής δεν συμμορφώνεται και πιθανότατα δεν μπορεί να εμπλακεί στη MI, υποδηλώνοντας ότι πρέπει να αποκλειστεί από προγράμματα MIT. Βεβαίως, αξίζει να εξεταστούν τα συγκεκριμένα προβλήματα επικοινωνίας πριν από τον αποκλεισμό ασθενών με αφασία, επειδή ίσως τα ελλείματα αφορούν την εκφορά λόγου και όχι απαραίτητα την κατανόηση (Malouin, et al., 2008b).

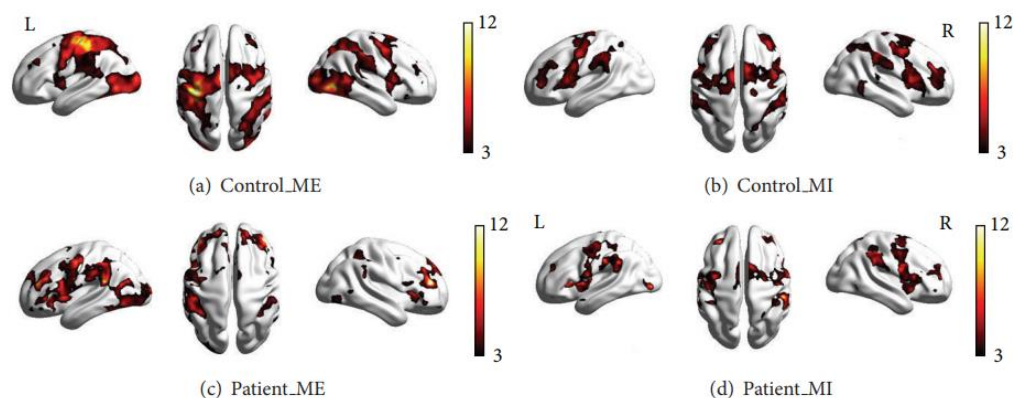
Σε διαταραχή των γνωσιακών λειτουργιών που παρατηρείται σε ηλικιωμένα άτομα και οι ασθενείς με πολλαπλή σκλήρυνση, έχουν επίσης επιδείξει μεγάλο σφάλμα στη χρονική συνάφεια, κυρίως λόγω ελλειμάτων της MI. Στην μελέτη των Geiger et al.,(2017), παρατηρήθηκε θετική σχέση μεταξύ των ασθενών με διαταραχή της προσοχής και αυξημένο χρόνο νοερού-TUG, σε σύγκριση με το σωματικό, υποδεικνύοντας ότι οι διαταραχές της προσοχής μπορεί να επηρεάσουν τη MI (Geiger, et al., 2017). Παράλληλα, μελέτες που παρουσιάζουν διαφορετικές όψεις της παραμέληση που προκαλείται από το ΑΕΕ, ίσως να επηρεάζουν την MI. Η απεικόνιση πρώτου και τρίτου προσώπου ίσως να επηρεάζονται αρνητικά από τύπους παραμέλησης, όπου ο ασθενείς αγνοεί τον κοντινό ή μακρινό χώρο αντίστοιχα (de Vries, et al., 2013).

### **8.3 Νευροπλαστικότητα και Νοερή Κινητική Απεικόνιση**

Οι Wang, et al.(2016) κατέγραψαν τις φλοιικές περιοχές ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της σωματικής και της νοερής κίνησης σε δέκα ασθενείς με αριστερό έμφρακτο και τους σύγκρινε με δέκα υγιή άτομα (ομάδα ελέγχου). Χρησιμοποιώντας MRI βρέθηκε ότι, στην ομάδα ελέγχου ο προκινητικός φλοιός, ο πρωτοταγής κινητικός φλοιός και η SMA ενεργοποιούνται κατά την διάρκεια της σωματικής αλλά και της νοερής κίνησης. Ωστόσο, η ένταση της ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια των νοερών κινήσεων ήταν μικρότερη από αυτήν των σωματικών κινήσεων. Επιπλέον, η συνολική φλοιώδης ενεργοποίηση σε ασθενείς ήταν χαμηλότερη σε ένταση από την ενεργοποίηση από την ομάδα ελέγχου. Αυτό αναμενόταν λόγω τις εγκεφαλικής βλάβης των ασθενών (Gowda, et al., 2021; Wang, et al., 2016).

Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι, εκτός από τις κινητικές περιοχές του φλοιού, οι ασθενείς με ΑΕΕ παρουσίασαν επίσης σημαντική ενεργοποίηση στον μετωπιαίο και τον βρεγματικό λοβό (Wang, et al., 2016). Αυτό υποστηρίζεται από τους Hétu, et al.(2013) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η MI προσλαμβάνει σταθερά ένα μεγάλο μετωπο-βρεγματικό δίκτυο πέρα από τις υποφλοιώδεις και παρεγκεφαλικές περιοχές (Gowda, et al., 2021; Hétu, et al., 2013). Η ένταση της ενεργοποίησης των κινητικών φλοιικών περιοχών για τους ασθενείς ήταν παρόμοια μεταξύ της MI και της σωματική κίνησης (Wang, et al., 2016). Για τα υγιή άτομα, η ένταση κατά της MI ήταν σημαντικά μικρότερη από εκείνη της σωματικής κίνησης. Επομένως, υπήρχε μια πολύ μικρή διαφορά της δραστηριότητας κατά τη MI, μεταξύ της ομάδας ελέγχου και των ασθενών, σε σύγκρισή με τη σωματική κίνηση (Wang, et al., 2016). Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η βλάβη είχε πολύ μικρότερο αντίκτυπο στη νοερή από τη σωματική κίνηση, δείχνοντας έτσι ότι η MI ότι έχει την ικανότητα ενεργοποίησης φλοιικών περιοχών, ανεξάρτητα από το την ύπαρξη εγκεφαλικής βλάβης (Gowda, et al., 2021).

Επιπλέον, στην Εικόνα:7.3 από τους Wang, et al.(2016) καθιστά σαφές την περιοχή ενεργοποίησης στο δεξί ημισφαίριο (υγιή) των ασθενών κατά τη διάρκεια της MI, η οποία στην πραγματικότητα ήταν μεγαλύτερη από αυτή της σωματικής κίνησης (Gowda, et al., 2021; Wang, et al., 2016). Αυτή η έμφαση στην ετερόπλευρα της βλάβης δραστηριότητα, δείχνει την ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνει λειτουργικά τα νευρικά δίκτυα. Επιπλέον, η σημαντική ενεργοποίηση που εμφάνισαν οι ασθενείς στον μετωπιαίο και βρεγματικό λοβό, αποδίδεται σε αυτήν την ικανότητα αναδιοργάνωσης. Δεδομένου ότι, υπάρχουν μέρη του κινητικού φλοιού που δεν μπορούν να ενεργοποιηθούν λόγω της βλάβης, ο εγκέφαλος επιστρατεύει άλλες περιοχές που συμμετέχουν στον σχεδιασμό και τον έλεγχο της κίνησης των άκρων (Gowda, et al., 2021).



Εικόνα 7.3 Εγκεφαλική ενεργοποίηση στην ομάδα ελέγχου και στην ομάδα των ασθενών. (α)Ομάδα ελέγχου κατά τη διάρκεια της σωματικής κίνησης. (β)Ομάδα ελέγχου κατά τη διάρκεια της MI (γ)Ομάδα ασθενών κατά τη σωματική κίνηση (δ)Ομάδα ασθενών κατά τη διάρκεια της MI (τροποποιημένο από Wang et al. 2016)

#### 8.4 Επικοινωνία μεταξύ των εγκεφαλικών περιοχών μετά από το ΑΕΕ

Στη μελέτη των Wang, et al.(2016), το φλοιικό δίκτυο των υγιή συμμετεχόντων έδειξε συνδεσιμότητα ανάμεσα των ετερόπλευρων περιοχών στη σωματική κίνηση, όμως ήταν πολύ χαμηλότερη κατά τη νοερή κίνηση. Οι ερευνητές παρατήρησαν αμφίπλευρη σύνδεση με τις ετερόπλευρες περιοχές κατά την διάρκεια της σωματικής κίνησης αλλά όχι της νοερής (Wang, et al., 2016). Το τελευταίο εύρημα θα μπορεί να δικαιολογηθεί δεδομένου ότι, στη MI δεν απαιτείται η συμμετοχή των περιοχών του εγκεφάλου που εμπλέκονται στην επεξεργασία των ερεθισμάτων από το εξωτερικό περιβάλλον καθώς το άτομο εκτελεί τη νοερή κίνηση (Gowda, et al., 2021). Στην ομάδα των ασθενών, παρατηρήθηκε ισχυρότερη ετερόπλευρα της βλάβης επικοινωνία. Ακόμη βρέθηκε μειωμένη αποτελεσματική σύνδεση μεταξύ των περιοχών που είχαν υποστεί βλάβη, αλλά διαπίστωσαν ότι υπήρχαν πιο αποτελεσματικές συνδέσεις μεταξύ των άθικτων περιοχών, κυρίως ετερόπλευρα της βλάβης, λόγω του βρόχου των πληροφοριών μεταξύ της ΣΜΚ και του ετερόπλευρα της βλάβης προκινητικού φλοιού και του πρωτοταγή κινητικού φλοιού (Wang, et al., 2016). Έτσι έγινε φανερό ένα πιο αποτελεσματικό δίκτυο κινητικών περιοχών στους ασθενείς με ΑΕΕ κατά την διάρκεια της MI (Gowda, et al., 2021).

Η μειωμένη και μη φυσιολογική επικοινωνία που εμφανίζεται στην εκτέλεση μίας σωματικής κίνησης μπορεί να αποδοθεί σε βλάβες που προκάλεσε το εγκεφαλικό έμφρακτο (Gowda, et al., 2021). Επιπλέον, παρόλο που στα υγιή άτομα

υπάρχει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του αριστερού προκινητικού φλοιού και του αριστερού πρωτοταγή κινητικού φλοιού, στους ασθενείς η επικοινωνία πραγματοποιείται προς μία κατεύθυνση, από τον αριστερό προκινητικό φλοιό προς τον αριστερό πρωτοταγή κινητικό φλοιό. Συνήχθη το συμπέρασμα ότι η βλάβη είναι υπεύθυνη για την απουσία σύνδεσης από τον αριστερό πρωτοταγή κινητικό φλοιό προς τον αριστερό προκινητικό φλοιό. Συνολικά, η σύστοιχη επικοινωνία που βρέθηκε στους ασθενείς είναι στην πραγματικότητα ισχυρότερη, αν και η αποτελεσματικότητα της μπορεί να μην έχει το ίδιο μέγεθος με την ομάδα ελέγχου (Wang, et al., 2016).

Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι, οι ασθενείς με ΑΕΕ ενεργοποιούν περισσότερες ετερόπλευρες της βλάβης εγκεφαλικές περιοχές του φλοιού για να εκτελούν απλές κινητικές δραστηριότητες (Gowda, et al., 2021; Wang, et al., 2016). Τα δεδομένα από τη μελέτη των Wang, et al.(2016) υποστηρίζουν αυτό το συμπέρασμα, όπως φαίνεται από την αμφίπλευρη επικοινωνία μεταξύ του δεξιού προκινητικού φλοιού και του πρωτοταγή κινητικού φλοιού και από την επικοινωνία προς μία κατεύθυνση μεταξύ της SMA και του δεξιού προκινητικού φλοιού και του πρωτοταγή κινητικού φλοιού, οι οποίες συνδέσεις είναι ασθενέστερες στα υγιή άτομα (Wang, et al., 2016). Η ενίσχυση της αμφίπλευρης συνδεσιμότητας μεταξύ των υγιών φλοιικών περιοχών αποτελεί απόδειξη της νευροπλαστικότητας του εγκεφάλου και της ικανότητάς του να αναδιοργανώνει τις περιοχές που επιστρατεύει για την εκπλήρωση κινητικών δραστηριοτήτων (Gowda, et al., 2021).

## **8.5 Νοερή Εξάσκηση**

### **8.5.1 Πλεονεκτήματα της Νοερής εξάσκησης**

Το κύριο πλεονέκτημα της MIT είναι ότι, σε αντίθεση με την σωματική άσκηση, δεν περιορίζεται από την ικανότητα του ατόμου να κινηθεί, επειδή είναι μία γνωσιακή δραστηριότητα και δεν απαιτεί σωματική προσπάθεια. Για αυτό τον λόγο, η MIT εφαρμόζεται σε μεγάλο εύρος σωματικών λειτουργιών (Kawasaki, 2017). Πολλά αθλήματα γίνεται πρόβα μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας πριν τον αγώνα, με στόχο την ενίσχυση της κινητικής απόδοσης και της αυτο-αποτελεσματικότητας. Παρομοίως, τραυματισμένοι αθλητές εξασκούν νοερά μια συγκεκριμένη κίνηση πριν την εκτέλεση της. Κατά παρόμοιο τρόπο, οι ασθενείς που

δυσκολεύονται να εκτελέσουν μια κινητική δραστηριότητα, ειδικά όταν είναι απαιτητική, πιθανόν να ωφεληθούν με το να εκτελούν νοερή ρουτίνα πριν την σωματική εκτέλεση (Dickstein & Deutsch, 2007).

Δεν υπάρχουν σοβαρές επιπλοκές που μπορούν να συμβούν κατά την διάρκεια της MIT και μπορεί να εκτελεστεί με άνεση στο σπίτι του ασθενή ή από τα μέλη μίας οικογένειας εφόσον έχουν εκπαιδευτεί (Li, Li, Tan, Chen, & Lin, 2017) Οι δαπάνες είναι ελάχιστες έως μηδενικές επειδή δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό ή εγκαταστάσεις, μειώνοντας την οικονομική επιβάρυνση των ασθενών με ΑΕΕ. Η MIT ενθαρρύνει τον ασθενή να συμμετάσχει ενεργά στο πρόγραμμα αποκατάστασης επιτρέποντας του αυτονομία στην διάρκεια της άσκησης και μπορεί να πραγματοποιηθεί με ή χωρίς επίβλεψη (Dickstein & Deutsch, 2007; Li, et al., 2017; Yu-Jin, Eun-Young, Min-Ye, Soo-Hyun, & Ji-Hyuk, 2012). Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα στάδια αποκατάστασης μετά από ένα ΑΕΕ, επιτρέποντας τους ασθενείς να ξεκινήσουν να ασκούνται νωρίτερα, ακόμα και στο στάδιο της χαλαρής παράλυσης (Tong, et al., 2017).

### **8.5.2 Νοερής Εξάσκησης σε ασθενείς με ΑΕΕ**

Η MIT όχι μόνο παρέχει μια μοναδική ευκαιρία να αυξηθεί τον αριθμό των επαναλήψεων με ασφαλή και αυτόνομο τρόπο χωρίς υπερβολική σωματική κόπωση, αλλά επιτρέπει επίσης την νοερή εξάσκηση των κινητικών δραστηριοτήτων όταν και όπου ο ασθενής θέλει ή είναι σε θέση να ασκηθεί νοερά. Επιπλέον, η MIT επιτρέπει την εξάσκηση πιο απαιτητικών ή πολύπλοκων κινητικών εργασιών, π.χ. το περπάτημα ή η γραφή, όταν ο ασθενής αδυνατεί ή δυσκολεύεται να ασκηθεί σωματικά. Ωστόσο, παρά αυτά τα προφανή πλεονεκτήματα, η MIT είναι μια πολύπλοκη νοητική διαδικασία που δεν είναι εύκολο να ενσωματωθεί στην κλινική πράξη (Malouin, Jackson, & Richards, 2013). Θα πρέπει να υπενθυμισθεί ότι, η MIT είναι η επανάληψη μίας MI με στόχο τη εκμάθηση ή/και βελτίωση μίας κινητικής δεξιότητας (Jackson, et al., 2001).

### **8.5.3 Παρεμβάσεις Νοερής Εξάσκησης**

Η μελέτη της MIT σε υγιή πληθυσμό έδειξε ότι, προάγει τη εκμάθηση μίας νέας κινητικής δεξιότητας, αλλά επιτεύχθηκε με μεγάλο αριθμό νοερών



επαναλήψεων και φαίνεται η σωματική άσκηση να έχει καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τη νοερή. Ξεκινώντας από τον αθλητισμό, η MIT χρησιμοποιείται για την εξάσκηση και βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων ή την διευκόλυνση της σωματικής απόδοσης μίας μαθημένης δεξιότητας, καθώς και για τη βελτίωση του κινήτρου, της αυτοπεποίθησης και τη μείωση του άγχους. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι, τα μεγαλύτερα κέρδη στην κινητική απόδοση επιτυγχάνονται όταν η MIT συνδυάζεται με τη σωματική άσκηση και ότι η MIT αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα παρά τη μηδενική εξάσκηση. Η MIT χρησιμοποιείται επίσης μόνο της, χωρίς ταυτόχρονη σωματική άσκηση. Για παράδειγμα, πριν από έναν αγώνα χρησιμοποιείται για να ανανεώσει την κιναισθητική μνήμη, ειδικά για πολύπλοκες ρουτίνες ή κομμάτι μίας ρουτίνας που είναι αρκετά απαιτητικό σωματικά ή μεταξύ συνεδριών σωματικής προπόνησης για τη διατήρηση του επιπέδου απόδοσης. Συνολικά, οι αθλητές φαίνεται να χρησιμοποιούν περισσότερο τη MIT σε συνδυασμό με τον αγώνα παρά μαζί με την προπόνηση (Malouin, et al., 2013).

Οι εφαρμογές της MIT στη νευρολογική αποκατάσταση καθοδηγούνται επίσης από τα ευρήματα του αθλητισμού. Δεδομένης της μεγάλης ποικιλίας ερευνητικών πρωτοκόλλων που έχουν αναπτυχθεί για την εξέταση της επίδρασης της MIT, θα παρουσιαστούν παραδείγματα των τύπων των παρεμβάσεων της MIT. Στα ερευνητικά πρωτόκολλα της νευρολογικής αποκατάστασης, η MIT εφαρμόζεται είτε μόνη της ή σε συνδυασμό με τη σωματική άσκηση, ωστόσο μερικές μελέτες δεν το διευκρίνισαν. Ο τρόπος με τον οποίο παρέχεται η MIT είναι μέσω κασέτας-ηχογραφήσεων ή καθοδηγείται από τον θεραπευτή. Επίσης, σημασία έχει τότε η MIT συνδυάζεται με τη σωματική, εάν βρίσκεται εντός της ίδιας συνεδρίας ή σε ξεχωριστές συνεδρίες με απόσταση μερικών ωρών (Barclay, Stevenson, Poluha, Semenko, & Schubert, 2020; Malouin, et al., 2013; Silva, et al., 2020). Φυσικά το κομμάτι που ακολουθεί δεν είναι απόλυτο ως προς την ταξινόμηση των παρεμβάσεων και ενδέχεται κάποιες μελέτες να διαφοροποιούν τις επιλογές του προγράμματος νοεράς άσκησης.

Οι παρεμβάσεις της MIT για τις δραστηριότητες του άνω άκρου, εκτελούνται σε διαφορετικές συνεδρίες από τη σωματική και εφαρμόζεται με τη χρήση ηχογραφήσεων. Η συνεδρία της MIT πραγματοποιείται σε ένα ήσυχο περιβάλλον χωρίς αντιπερισπασμούς, ενώ οι ασθενείς είναι ξαπλωμένοι σε ύπτια θέση ή

καθιστοί και ακούνε μια ηχογράφιση που περιγράφει τη κινητική δραστηριότητα που πρέπει να εξασκηθεί νοερά. Η ηχογραφημένη συνεδρία της MIT, αποτελείται συνήθως από μια περίοδο χαλάρωσης 3-5 λεπτά, στην οποία οι ασθενείς καλούνται να φανταστούν τον εαυτό τους σε ένα ζεστό και χαλαρωτικό μέρος και να συστέλλουν και να χαλαρώνουν τους μυς τους. Ακολουθείται από την ηχογραφημένη παρουσίαση για 10-20 λεπτά, των νοερών, γνωσιακών πολυαισθητηριακών απεικονίσεων με οπτικά και κιναισθητικά στοιχεία, που σχετίζονται με τη χρήση του προσβεβλημένου άνω άκρου σε μία από τις πολλές λειτουργικές δραστηριότητες. Η ηχογράφιση ολοκληρώνεται με 3-5 λεπτά επανεστίασης στο δωμάτιο. Ως εκ τούτου, περίπου 6-10 λεπτά κάθε συνεδρίας δεν αφιερώνεται στην νοερή εξάσκηση (Barclay, et al., 2020; Malouin, et al., 2013).

Συνήθως, η MIT της βάδισης-κάτω άκρου παραδίδεται σε διαφορετική συνεδρία από τη σωματική άσκηση και καθοδηγείται από τον θεραπευτή. Η χαλάρωση χρησιμοποιείται κατά παρόμοιο τρόπο είτε πριν ή μετά τη MIT. Σε αυτές τις μελέτες, η σωματική άσκηση εφαρμόστηκε πριν την νοερή με επιπλέον χρήση βίντεο ή εικόνες και είχε στόχο να κατανοήσουν οι ασθενείς τι θα πρέπει να φανταστούν ή να αναγνωρίσουν τα εξατομικευμένα ελλείματα τους (Malouin, et al., 2013; Silva, et al., 2020). Η δραστηριότητα προσαρμόζεται ανάλογα με το νοερό περιβάλλον, το οποίο θα μπορούσε να ήταν το σπίτι του ασθενή, εσωτερικοί χώροι όπως καταστήματα και εξωτερικοί χώροι όπως δρόμοι και πάρκα. Επιπλέον, η νοερή αίσθηση που θα νιώθει ο συμμετέχων, προσαρμόζεται ανάλογα με το περιβάλλον και την μορφολογία το εδάφους που απεικονίζεται (Barclay, 2020; Silva, et al., 2020).

Σε άλλες μελέτες, η νοερή και σωματική άσκηση εκτελέσθηκε στην ίδια συνεδρία, με τις σωματικές επαναλήψεις να εναλλάσσονται με τις νοερές επαναλήψεις. Η αναλογία της MIT προς της σωματική, μεταβάλλεται μεταξύ των μελετών με τον αριθμό των νοερών επαναλήψεων να αυξάνεται προοδευτικά από 2νοερές:1σωματική επανάληψη έως 10νοερές:1σωματική επανάληψη. Το σκεπτικό πίσω από αυτήν την προσέγγιση είναι η αξιοποίηση των κύριων πλεονεκτημάτων της MIT στην επακόλουθη σωματική επίδοση και η μείωση του αριθμού των σωματικών επαναλήψεων. Επιπλέον, τα οπτικά και κιναισθητικά ερεθίσματα που αποκτώνται κατά τη διάρκεια κάθε σωματική επανάληψης αναζωογονούν τη

κινητική-αισθητική ανάμνηση της κινητικής δραστηριότητας και βοηθούν στην ακρίβεια και τη ζωηρότητα των νοερών απεικονίσεων και αισθήσεων για την επόμενη σειρά νοερών επαναλήψεων. Διαπιστώθηκε ότι, ο χρόνος της κινητικής δραστηριότητας που εξασκείται νοερά βελτιώνεται όταν οι νοερές επαναλήψεις εναλλάσσονται με τις σωματικές, υποδηλώνοντας ότι, τα ερεθίσματα είναι χρήσιμα για τη σταθερή αναπαραγωγή της επόμενης νοερής κίνησης (Malouin, et al. 2013).

Οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται σε μία δραστηριότητα τη φορά, π.χ. να φτάσουν σε ένα φλιτζάνι, να σηκωθούν από τη καρέκλα και η πρόοδος γίνεται με την αύξηση της δυσκολίας της εργασίας όπως, η πρόσθεση βιομηχανικών περιορισμών σε βήματα προσαρμοσμένα ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή. Επιπλέον, με την τελευταία προσέγγιση ο βασικός παράγοντας είναι ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων και όχι η διάρκεια των συνεδριών. Συνολικά, παρέχονται περισσότερες νοερές από σωματικές επαναλήψεις, με στόχο αρκετών εκατοντάδων επαναλήψεων ώστε η MIT να επιτύχει τη κινητική εκμάθηση και την ενίσχυση των επιπτώσεων της σωματική άσκησης (Malouin, et al. 2013).

Ενώ οι τρόποι εφαρμογής της MIT συμπεριλαμβάνουν και σωματική άσκηση των δραστηριοτήτων που εκτελείται νοερά, είτε στην ίδια ή σε διαφορετικές συνεδρίες, ένας άλλος τρόπος είναι η εφαρμογή μόνο της MIT. Στην πραγματικότητα, είναι δύσκολο να αφαιρεθεί εντελώς όλη η σωματική άσκηση, ειδικά σε ασθενείς που βρίσκονται στο υποξύ στάδιο του ΑΕΕ, οι οποίοι συμμετέχουν σε ένα συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης ή όταν η νοερή άσκηση της βάδισης εφαρμόζεται σε περιπατητικούς ασθενείς. Στη τελευταία περίπτωση, οι ασθενείς θεωρείτε ότι συνεχίζουν να ασχολούνται με καθημερινές δραστηριότητες που αποτελεί μια μορφή σωματική άσκησης (Malouin, et al. 2013).

Αν και το σκεπτικό για τη χρήση της ηχογράφησης δεν ήταν ποτέ δικαιολογημένο, πιθανώς εμπνέεται από τον Paivio (1985), ο οποίος τόνισε τη σημασία μιας ακριβούς αναπαραστάσης της δραστηριότητας που πρέπει να εξασκηθεί και έτσι πρότεινε ότι, ο προφορικός λόγος ήταν ένας αποτελεσματικός τρόπος ενεργοποίησης των περιεχόμενων της απεικόνισης. Ακόμη, εφόσον το σενάριο της ηχογράφησης δεν μιμείται το πραγματικό χρόνο των κινήσεων, δίνει στους συμμετέχοντες να επαναλάβουν την κίνηση με τον δικό τους ρυθμό. Ομοίως, η προσθήκη χαλάρωσης πριν από την έναρξη της MIT προστέθηκε για την αύξηση

της συγκέντρωσης, την προώθηση της ζωηρότητας της MI, καθώς και στην ενίσχυση της επίδοσης και της προσοχής και ενδείκνυται σε αγχωμένους ασθενείς που αντιμετωπίζουν δυσκολία στα παραπάνω (Malouin, et al., 2013).

Το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων της MIT μπορεί να περιλαμβάνει μονοαρθρικές κινήσεις, κινήσεις που σχετίζονται με την βάδιση ή εκτέλεση πλήρη κύκλου βάδισης. Για το άνω άκρου επιλέχθηκαν δραστηριότητες όπως μεταφορά αντικειμένων, υπτιασμός-πρηνισμό, δραστηριότητες προσέγγισης, σύλληψης, άρσης ασκήσεις Δραστηριοτήτων Καθημερινής Ζωής (ADL) και κινήσεις που απαιτούν δεξιότητα. Στην Οπτική MI, για παράδειγμα, εκτελούσαν νοερές φυσιολογικές κινήσεις της μη-παρετικής πλευράς και φανταζόντουσαν τη παρετηκή πλευρά να κινείται σαν τη μη-παρετηκή. Παρομοίως, κατά τη διάρκεια της Κινησιακής MI φανταζόντουσαν την αισθητική πληροφορία που δέχονται όταν κινείται η μη-παρετηκή πλευρά και προσπαθούσαν να δημιουργήσουν την ίδια φανταστική αίσθηση στην απεικόνιση της παρετηκής πλευράς. Όμως, το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων δεν διευκρινίζεται σε όλες τις μελέτες. Παρόλα αυτά, σε έναν αριθμό μελετών ο τύπος της απεικόνισης δεν διευκρινίζεται (Barclay, et al., 2020; Silva, et al., 2020).

Η MIT έχει εφαρμοστεί και για την αντιμετώπιση της παραμέλησης, σε ασθενείς με ΑΕΕ στο υποξύ στάδιο με αριστερή ημι-παραμέληση. Η MIT εκτελέστηκε με επαναλαμβανόμενες νοερές θέσεις και κινήσεις του αριστερού άνω άκρου και ζητήθηκε να απεικονίσου νοερά όσο πιο ζωηρά και έντονα μπορούσαν χρησιμοποιώντας προοπτική πρώτου προσώπου. Τα επόμενα παραδείγματα φυσικά μπορούν να αποτελέσουν παραδείγματα και για άλλες μελέτες. Οι οδηγίες που δόθηκαν καθοδηγούσαν τον ασθενή να φανταστεί την πάσχον πλευρά όσο πιο ζωηρά μπορούσε. Να προσπαθήσει να νιώσει τα δάκτυλα του, να αναγνωρίσει την ένταση και να προσπαθήσει να χαλαρώσει. Επαναλάμβανε για κάθε μέρος του άνω άκρου μέχρι να καταλήξει στον αυχένα. Στόχο είχε να συγκεντρωθεί στο σώμα του και να αφήσει πίσω τους απερίσπαστους (Welfringer, Leifert-Fiebach, Babinsky, & Brandt, 2011).

Παραδείγματα οδηγιών για τις νοερές θέσεις ήταν η νοερή δημιουργία γροθιάς και να νιώθει τα δάκτυλα του να σφίγγουν. Να συγκεντρωθεί για ένα μικρό διάστημα, στην δύναμη που χρησιμοποιεί σε όλη την άκρα χείρα. Ύστερα να νιώθει

ότι τα δάκτυλα και οι μύες χαλαρώνουν και επιστρέφει στην αρχική του θέση. Για τις νοερές κινήσεις ακολουθήθηκαν οι ίδιες οδηγίες με την διαφορά ότι εναλλασσόταν από γροθιά σε πλήρη έκταση δακτύλων με έμφαση στην αίσθηση της δύναμης και κίνησης. Ακόμη, ζητήθηκε η νοερή απεικόνιση της σύλληψης ενός μύλου που βρισκόταν μπροστά τους με την συνοδεία της αίσθησης της δύναμης και κίνησης που απευθύνονται στη σύλληψη του μύλου. Δόθηκε έμφαση πως θα ένιωθε το βάρος του αντικειμένου, την κίνηση των αρθρώσεων του αγκώνα και του ώμου και τονίζόταν να συγκεντρωνόταν ο κάθε ασθενείς έτσι ώστε να μην του έπεφτε από τα χέρια το φανταστικό αντικείμενο. Το μύλλο κατευθυνόταν προς το σώμα, κράταγε την θέση, έπειτα επέστρεφε στην αρχική θέση και ένιωθε νοερά την χαλάρωση του άνω άκρο του (πιο αναλυτικά στΠαράρτημα 2) (Welfringer, et al., 2011).

Μετά από μία περίοδο τριών εβδομάδων και 28-30 συνεδριών, οι ασθενείς περιέγραφαν αίσθηση μυρμηγκιάσματος στο πάσχον άκρο τους. Οι 12 από τους 15 ασθενείς ανέφεραν υποκειμενική βελτίωση στην αντίληψη του πάσχον άνω άκρο από την MIT και οι 9 από τους 12 ανέφεραν γενικευμένη βελτίωση στην καθημερινή ζωή τους, π.χ. επίγνωση της αριστερής πλευράς ενός γεύματος, βελτιωμένη εξερεύνηση της αριστερής πλευράς του υπνοδωματίου και αντίληψη μιας μύγας που κάθεται στο αριστερό χέρι. Στον αντίποδα, 1 ερευνητές δεν εντόπισαν αντικειμενική βελτίωση στη δοκιμασία όπου θα πρέπει να αντιγραφεί και οι δύο πλευρές από ένα λουλούδι και στη δοκιμασία όπου θα πρέπει να δείξουν ένα μέρος του ομόπλευρο της ημι-παραμέλησης άνω άκρο (Welfringer, et al., 2011).

#### **8.5.4 Χρονική διάρκεια της συνεδρίας**

Στις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, ο χρόνος που διατέθηκε για την ίδια την MIT μπορεί να είναι μόλις 5 στα 10 λεπτά, 8 στα 18 λεπτά, έως και 15-20 λεπτά από μια συνεδρία 30 λεπτών ή έως και 48 από τα 60 λεπτά ανά συνεδρία. Συγκρίνοντας τον συνολικό χρόνο της σωματικής και της νοεράς άσκησης είναι σαφές ότι αφιερώνεται περισσότερος χρόνος στην πρώτη παρά στην δεύτερη. Στη πλειοψηφία των μελετών, περίπου 3-6 δραστηριότητες εξασκούνται νοερά κατά τη διάρκεια της περιόδου εκπαίδευσης. Για το κομμάτι της σωματικής άσκησης, συνήθως συγκεντρώθηκε στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και εφαρμόστηκε μετά τη MIT σε ξεχωριστή συνεδρία. Ο χρόνος εφαρμογής

κυμαινόταν από 30 έως 60 λεπτά, 2–5 φορές την εβδομάδα, πάνω από 2–10 εβδομάδες για συνολική διάρκεια που κυμαινόταν από 6 έως 45 ώρες και περιελάμβανε γενικά 3-5 δραστηριότητες. Κάποιες μελέτες δεν διευκρίνησαν τον χρόνο εφαρμογής της νοερής ή/και της σωματικής άσκησης (Barclay, et al., 2020; Malouin, et al., 2013; Silva, et al., 2020).

#### **8.5.5 Προτάσεις αξιολόγησης της εμπλοκής στη Νοερή Εξάσκηση**

Γνωρίζοντας το χρόνο μιας σωματικής δράσης, οι θεραπευτές μπορεί να ζητήσουν από τον ασθενή να σηματοδοτήσει την έναρξη και τον τερματισμό της νοερής άσκησης (Dickstein & Deutsch, 2007). Επιπλέον, μπορεί να ζητηθεί στον ασθενή να εξηγήσει την κίνηση που φαντάζεται εκείνη την στιγμή ή να περιγράψει την αλληλουχία της δραστηριότητας αφού την ολοκληρώσει (Barclay, et al., 2020; Silva, et al., 2020). Για τον έλεγχο των νοερών ασκήσεων, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η συχνότητα που εκτελείται μια σωματική κίνηση μπορεί να είναι πολύ γρήγορη για συμμετέχοντες που είναι άπειροι στην MIT και για αυτό το λόγο ίσως να είναι ωφέλιμο να χρησιμοποιείται ο μισός χρόνος της ταχύτητα, κυρίως για απλές κινήσεις (Lotze & Halsband, 2006).

Ακουστικά ερεθίσματα έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του ρυθμού των νοερών δραστηριοτήτων όπως για την ταχύτητας βάρδισης (Silva, et al., 2020). Διαφορετική προσέγγιση είναι η χρήση μετρονόμου όπου έχει χρησιμοποιηθεί για να καθοδηγήσει τον ρυθμό εκτέλεσης μιας κίνησης είτε αφορά την πρόσκρουση δακτύλων ή τον ρυθμό της βάρδισης. Το παραπάνω παράδειγμα επιτρέπει στον συμμετέχοντα την προσαρμογή και εκτέλεση ενός συγκεκριμένου ρυθμού και ακόμη αποτελεί έναν έλεγχο χρονικής συνάφειας, εμπλοκής και Ικανότητα της MI (Di Rienzo, et al., 2014).

#### **8.5.6 Παράδειγμα ενός προγράμματος Νοερής Εξάσκησης**

Παράδειγμα ενός προγράμματος MIT αποτελεί το παρακάτω. χωριζόταν σε στάδια ανάλογα με το περιεχόμενο. Στο στάδιο 1 περιλάμβανε κλείσεις λεκάνης, κάμψη - έκταση και στροφή κορμού σε καθιστή θέση για την ενίσχυση της σταθερότητας και κινητικότητας του κορμού. Στη συνέχεια, στο στάδιο 2 αποτελούταν από καθίσματα και στο στάδιο 3 μεταφορές βάρους πρόσθια, οπίσθια,

πλάγια και μεταφορές βάρους σε όρθια θέση με τοποθέτηση του άκρο πόδα σε ένα κύβο για εξάσκηση ισορροπίας. Στο τελικό στάδιο 4, εκτελούνταν βάδιση σε επίπεδο έδαφος και φανταζόντουσαν να περνάνε πάνω από αντικείμενα για ενίσχυση της ικανότητα βάδισης (Silva, et al., 2020).

Η προσθήκη νοερών ασκήσεων στην αποκατάσταση μπορεί μερικές φορές να θεωρηθεί επιπρόλαιη, ειδικά εάν ο ασθενής εξακολουθεί να έχει μειωμένο επίπεδο συνείδησης και να κουράζεται γρήγορα. Για αυτό τον λόγο ο Malouin, et al.(2013) πρότεινε μια σταδιακή προσέγγιση για την εφαρμογή της MIT σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, η MIT δεν πρέπει να είναι πολύ απαιτητική, τόσο από την άποψη του χρόνου όσο και από την πνευματική προσπάθεια που χρειάζεται για μάθουν τις διαδικασίες. Οι στόχοι θα ήταν η γνωριμία και η εξοικείωση του ασθενή με τη MIT και να εφαρμόσει την νοερή εκπαίδευση σε ένα ή δύο δραστηριότητες. Η εξάσκηση θα ακολουθούσε κάποια σενάρια για να μάθει τη κίνηση και να αποκτήσει αυτοπεποίθηση για την επιτυχή απόδοση (Malouin, et al. 2013).

Το δεύτερο στάδιο, μόλις ο ασθενής εξοικειωθεί καλά με τη MIT, το επόμενο βήμα θα μπορούσε να είναι η σταδιακή εισαγωγή νοερών ασκήσεων που επίσης εκπαιδεύονται σωματικά στην καθημερινή του αποκατάσταση. Θα μπορούσε για παράδειγμα να ξεκινήσει με μια απλή δραστηριότητα και στη συνέχεια αύξηση του αριθμού και της πολυπλοκότητας. Αυτό το μέρος σχετίζεται με την εκμάθηση δεξιοτήτων και η ιδέα είναι να αυξηθεί ο αριθμός των επαναλήψεων μέσω της MIT Απαιτεί στενή αλληλεπίδραση με τον θεραπευτή δίνοντας οδηγίες προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες και περιορισμούς του ασθενή. συνιστάται αρχικά ένας μικρός αριθμός νοερών επαναλήψεων και η αναλογία μεταξύ νοερής και σωματικής επανάληψης θα πρέπει να μετρηθεί ανάλογα με τις ατομικές ικανότητες. Η ιδέα είναι να χρησιμοποιηθεί η MIT για να προωθήσει την επόμενη σωματική εκτέλεση της δραστηριότητας και η σωματική άσκηση παρέχει αισθητηριακή ανάδραση για να προάγει τη ζωηρότητα της δραστηριότητας που ασκείται νοερά (Malouin, et al. 2013).

Ολοκληρώνοντας, στο τρίτο στάδιο, δεδομένου ότι το βασικό συστατικό της κινητικής μάθησης είναι ο υψηλός αριθμός επαναλήψεων, πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος αύξησης των νοερών επαναλήψεων με ενθαρρυντικό τρόπο εκτός των συνεδριών θεραπείας. Η άσκηση στο σπίτι δεν είναι πολύ ελκυστική για τους περισσότερους και για όσους προσπαθούν, δεν διαρκεί πολύ. Επομένως, πρέπει

να αναπτυχθούν παρεμβάσεις που να προσφέρουν την δυναμική αλληλεπίδραση και να είναι εύκολες στη χρήση τους οπουδήποτε, όπως εφαρμογές στον υπολογιστή που καθοδηγούν τους ασθενείς σε προγράμματα MIT διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας. Αυτή η εξέλιξη πρέπει να περιλαμβάνει ελέγχους χειραγώγησης για τον έλεγχο της ποιότητας και της συμμόρφωσης των εικόνων σε κάθε ρουτίνα. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο για την ανάπτυξη κάποιας αυτονομίας, ώστε η ψυχική πρακτική να μπορεί να συνεχιστεί στο σπίτι. Αυτή η εξέλιξη πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση για τον έλεγχο της ποιότητας των απεικονίσεων και της συμμόρφωσης σε κάθε ρουτίνα. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο για την ανάπτυξη κάποιου βαθμού αυτονομίας, ώστε η MIT να μπορεί να συνεχιστεί στο σπίτι (Malouin, et al. 2013).

## **8.6 Νοερή εξάσκηση και Παρακολούθηση Δράσης**

Η Παρακολούθηση Δράσης (Action Observation - AO) ορίζεται η σκόπιμη και προσεκτική παρατήρηση της ανθρώπινης κίνησης. Θεωρείται ότι τη παρακολούθηση μιας δράσης μπορεί να αναπαράγει μια εσωτερική αναπαράσταση της δράσης όπου οδηγεί στην πρόθεση του ατόμου να την εκτελέσει. Απεικονίστηκες μελέτες κατά την διάρκεια της AO δείχνουν ενεργοποίηση κυρίως προκινητικών περιοχών κυρίως αμφοτερόπλευρο vPM, αμφοτερόπλευρα SMA. Ακόμη εντοπίζουν δραστηριότητα αμφοτερόπλευρα στο άνω κροταφική έλικα και ετερόπλευρή υπερχειλία έλικα. Η παρέμβαση με την χρήση της AO προϋποθέτει την παρακολούθηση μιας δράσης και ύστερα την εκτέλεση της. Στη κλινική πράξη είναι εύκολο για τον θεραπευτή να επιδείξει την κίνηση στον ασθενή και η θεραπεία με AO δεν απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες από την μεριά του ασθενή. Έτσι, η υπόθεση βασίζεται σε νευροφυσιολογικά στοιχεία που δείχνουν ότι ακόμα και η παρατήρηση της δράσης μπορεί να ωφελήσει τον ασθενή με την δημιουργία της κινητικής αναπαράστασης της δράσης που παρακολουθεί (Emerson, Binks, Scott, Kenny, & Eaves, 2018).

Συνήθως οι δύο προσεγγίσεις μελετώνται ξεχωριστά αλλά κάποιες μελέτες έχουν επιλέξει τον συνδυασμό MIT και AO για την αποκατάσταση των ασθενών με εγκεφαλικό έμφρακτο για να μεγιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητά τους. Οι οδηγίες καθοδηγούν το άτομο να φαντάζεται την κιναισθητική εμπειρία και αίσθηση



της δράσης την ίδια στιγμή που παρακολουθεί οπτικά, την επίδειξη της ίδιας δράσης. Στους συμμετέχοντες ζητείται να συγχρονίσουν τη νοερή δράση με την παρατηρούμενη δράση. Παρά την προφανή ανάγκη για την προφορική περιγραφή της δραστηριότητας ως αρχική οδηγία, ο θεραπευτής μπορεί να χρησιμοποιήσει λιγότερες προφορικές εντολές με το να παρουσιάζει πρώτα η επιθυμητή δράση. Αυτό, αποφεύγει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με ΑΕΕ, όσο αφορά την ικανότητα τους να κατανοούν και να ακολουθούν προφορικές οδηγίες που χρησιμοποιούνται στην MIT. Απεικονίστηκες μελέτες παρουσιάζουν θετικά και σταθερά στοιχεία όπου ο συνδυασμό της ΑΟ και της MIT μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα δραστηριότητας στις φλοιώδης κινητικές περιοχές σε σύγκριση μόνο ΑΟ ή μόνο MIT (Emerson, et al., 2018).

Παράδειγμα εφαρμογής συνδυασμού της MIT και της ΑΟ είναι η μελέτη του Sun et al(2016). Η μελέτη περιλάμβανε 10 ασθενείς με έμφρακτο στο δεξιό ημισφαίριο. Στους ασθενείς ζητήθηκε να φανταστούν την προσπάθεια της εκτέλεσης και αίσθηση της κίνησης του δεξιού άνω άκρου κατά τη διάρκεια της σύλληψης, άρσης και τοποθέτησης ενός μικρού αντικειμένου μέσα σε μία τρύπα και ύστερα έπρεπε να το βγάλουν. Ο μισοί συμμετέχοντες φανταζόντουσαν την δραστηριότητα καθώς παρακολουθούσαν σε μία οθόνη την ίδια δράση. Σε αυτή την περίπτωση η δράση που παρακολουθούσαν χρησίμευε ως οπτική καθοδήγηση για την βελτίωση και διατήρηση της νοερής δράσης που εκτελούνταν ταυτόχρονα. Οι υπόλοιποι ασθενείς παρακολουθούσαν πρώτα και ύστερα εκτελούσαν νοερά την δραστηριότητά. Σε αυτούς η οπτική καθοδήγηση χρησίμευε την πρόθεση της ερχόμενης φανταστική κίνησης (Sun, Wei, Luo, Gan, & Hu, 2016).

#### **8.6.1 Ενσωμάτωση της Παρατήρησης Δράσης σε συνδυασμό με την Νοερή Εξάσκηση με υπάρχουσες μεθόδους**

Η εφαρμογή και των δύο μεθόδων χρειάζεται μόνο μικρές αλλαγές στην κλινική πράξη και δεν απαιτεί επιπλέον κόστος ή ιδιαίτερες δεξιότητες από τον θεραπευτή. Ίσως οι ασθενείς να επωφελούνται παραπάνω από την επίδειξη της δραστηριότητας παρά τη λεπτομερή περιγραφή της προφορικά και έτσι να κατευθύνουν την προσοχή του πιο αποτελεσματικά στα ουσιαστικά τμήματα της δράσης. Επίσης, στα αρχικά στάδια της αποκατάστασης, τα πλεονεκτήματα από τη

ΑΟ να υπερτερούν εκείνα της MIT επειδή η πρώτη απαιτεί λιγότερη γνωσιακή προσπάθεια (Emerson, et al., 2018).

Η ΑΟ μπορεί να συνοδέψει τη MIT έχοντας στόχο το άτομο να βελτιώσει τη δημιουργία και εμπλοκή του στην αναπαραγωγή νοερών απεικονίσεων. Αρχικά, ο χωρισμός της νοερής δραστηριότητας προφορικά σε τμήματα και ύστερα η ένωση τους μπορεί να γίνει αρκετά περίπλοκη. Θα ήταν χρήσιμο πρώτα στο άτομο να παρουσιαστεί οπτικά η κίνηση και στη συνέχεια να εμπλουτιστεί με συγκεκριμένες προφορικές εντολές για τη νοερή εκτέλεση της δράσης. Οι πληροφορίες που θα μπορούσαν να παρουσιαστούν αφορούν την ταχύτητα, την τροχιά ή το στόχο της δράσης, τα οποία συγχρονίζονται άμεσα με τη νοερή απεικόνιση. Δίνεται η δυνατότητα στους ασθενείς, πριν εκτελέσουν τη MIT, να αναγνωρίσουν τα χαρακτηρίστηκα τα οποία βρίσκουν πιο ζωντανά και ευκολά να δημιουργήσουν νοερά. Καθώς βελτιώνεται η ικανότητα εκτέλεσης της νοερής δραστηριότητας, η αρχική επίδειξη της κίνησης θα χρησιμοποιηθεί μέχρι να είναι δυνατόν να προσδεθούν επιπλέον χαρακτηρίστηκα της δράσης που θα είναι πιο περίπλοκα και ζωντανά (Emerson, et al., 2018).

Καθώς το παραπάνω μπορεί να επιτευχθεί με την συνηθισμένη θεραπευτική συνεδρία όπου ο θεραπευτής και ο ασθενής βρίσκονται στον ίδιο χώρο, η τεχνολογία δίνει δυνατότητες για να εμπλουτιστεί η προσέγγιση. Εφαρμογές των κινητών τηλεφώνων ή υπολογιστών, μπορούν να παρουσιάζουν την δραστηριότητα με τη μορφή βίντεο ή εικόνες βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα. Τέτοιου είδους εφαρμογές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με ή χωρίς την επίβλεψη του θεραπευτή, δίνοντας αυτονομία στον ασθενή. Φυσικά οι ικανότητες του ασθενή θα πρέπει να επιτρέπουν την χρήση τέτοιων εφαρμογών που παράλληλα αποτελεί έναν ακόμη περιορισμό (Emerson, et al., 2018).

## **8.6.2 Πιθανοί περιορισμοί του συνδυασμού MIT και ΑΟ**

Μια σημαντική μεταβλητή για την εφαρμογή του συνδυασμού των δύο μεθόδων είναι οι περιορισμοί των ασθενών με εγκεφαλικό έμφρακτο οι οποίες περιορίζουν την Ικανότητα της MI. Για παράδειγμα γνωσιακές διαταραχές όπως διαταραχές της προσοχής, της μνήμης και επιλογή αποφάσεων θα επηρεάσουν αρνητικά την εμπλοκή και επίδοση και των δύο παρεμβάσεων (Emerson, et al., 2018).

## 8.7 Αποτελεσματικότητα Νοερής Εξάσκησης στο ΑΕΕ

Το ενδιαφέρον για την μελέτη της MIT στο ΑΕΕ έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Όπως προαναφέρθηκε, στην πλειοψηφία των μελετών, η MIT δεν εφαρμόζεται μόνη της αλλά σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους. Στις περισσότερες περιπτώσεις συνδυάζεται με συμβατική θεραπεία η οποία αποτελείται από φυσικοθεραπεία ή εργοθεραπεία. Άλλες φορές χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως η Mirror therapy ή η Action Observation. Οι πρόσφατες μετα-αναλύσεις που μελέτησαν την επίδραση της MIT στο ΑΕΕ χρησιμοποίησαν το σύστημα GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations) ώστε να καθορίσουν την επίδραση της MIT στην αποκατάσταση του ΑΕΕ. Το σύστημα GRADE ταξινομεί την ποιότητα των στοιχείων και τον βαθμό της σύστασης των μεθόδων που διερευνά, όπως αναγράφεται στον Πίνακα:7.1 (Aguayo-Albasini, Flores-Pastor, & Soria-Aledo, 2014).

Πίνακας 7.2: Ταξινόμηση με βάση το σύστημα GRADE (τροποποιημένο από Aguayo-Albasini, et al., 2014)

Βαθμός ποιότητας	Επεξήγηση
Υψηλή	Υψηλή αυτοπεποίθηση στη σχέση μεταξύ πραγματικού και εκτιμώμενου αποτελέσματος.
Μέτρια	Μέτρια αυτοπεποίθηση στο εκτιμώμενο αποτέλεσμα. Πιθανότητα ότι το πραγματικό αποτέλεσμα είναι πολύ διαφορετικό από εκτιμώμενο.
Χαμηλή	Χαμηλή αυτοπεποίθηση στο εκτιμώμενο αποτέλεσμα. Το πραγματικό αποτέλεσμα ίσως να είναι πολύ διαφορετικό από το εκτιμώμενο.
Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή αυτοπεποίθηση στο εκτιμώμενο αποτέλεσμα. Το πραγματικό αποτέλεσμα πιθανόν να είναι πολύ διαφορετικό από το εκτιμώμενο.

### 8.7.1 Νοερή εξάσκηση στο ημιπληγικό κάτω άκρο

Οι Silvia et al.(2020), σε μία πρόσφατη μετα-ανάλυση που περιλάμβανε 21 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, είχε στόχο να αναδείξει την αποτελεσματικότητα της MIT στην ικανότητα βάρδισης σε ασθενής με ΑΕΕ και τα συγκεκριμένα στην λειτουργική κινητικότητα, στην αντοχή της βάρδισης και ανεπιθύμητες εκδηλώσεις/συμβάντα (Silva, et al., 2020).

Οι ερευνητές έκριναν τα στοιχεία ως πολύ χαμηλής ποιότητας ότι η MIT σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους είναι ανώτερη σε σχέση με άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ταχύτητας βάρδισης. Η θεραπεία με MIT βελτιώνει την ταχύτητα βάρδισης ανεξάρτητα από το στάδιο του ΑΕΕ (υποξύ ή χρόνιο), από το συνδυασμό ή όχι με άλλες μεθόδους και από την ανάγκη για βοηθήματα ή επίβλεψη του ασθενούς. Παρόλα αυτά, δεν παρατηρείται διαφορά στην επίδραση της ταχύτητας βάρδισης σε σχέση με την δοσολογία και το τύπο της MI (Οπτική, Κιναισθητική MI ή συνδυασμός). Οι ερευνητές δεν ήταν σε θέση να κρίνουν τα μεσοπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της MIT λόγω του μικρού αριθμού μελετών που περιλάμβαναν επαναξιολόγηση. Σε σύγκριση με άλλες θεραπείες, όπως Action Observation και σωματική άσκηση, μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα βάρδισης βραχυπρόθεσμα, ωστόσο εκτίμησαν την ποιότητα των στοιχείων ως πολύ χαμηλή. Η αποτελεσματικότητα της MIT ως η μόνη θεραπεία δεν μπορεί να καθοριστεί επειδή μόνο μία μελέτη ακολούθησε αυτή τη προσέγγιση και η οποία είχε υψηλή πιθανότητα μεθοδολογικού σφάλματος (Silva, et al., 2020).

Τα στοιχεία για την θετική επίδραση της MIT σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους στη λειτουργική κινητικότητα σε σύγκριση με άλλες θεραπευτικές μεθόδους, κρίνονται ως πολύ χαμηλής ποιότητας, όταν αξιολογείται με το TUG και το Rivermead Mobility Index. Επίσης, δεν εντόπισαν διαφορές όσον αφορά τα αποτελέσματα στην λειτουργική κινητικότητα στο τέλος της θεραπείας ανεξάρτητα από την δοσολογία ή από το τύπο της εφαρμογής. Ακόμη, βρήκαν υψηλή μεθοδολογική ανομοιογένεια μεταξύ εκείνων των μελετών που διεξάχθηκαν τα παραπάνω αποτελέσματα. Εν τούτοις, όταν οι ερευνητές αφαίρεσαν τις μελέτες με επουσιώδης αποτελέσματα η MIT και οι άλλες θεραπείες φαίνεται να έχουν παρόμοια επίδραση στην λειτουργική κινητικότητα (Silva, et al., 2020).

Παλαιότερα, σε μετα-ανάλυση που περιλάμβανε 17 μελέτες, ο Li et al. (2017) διερευνώντας τις επιδράσεις της MIT βρήκαν ισχυρότερη αποτελεσματικότητα στην βελτίωση λειτουργικής ικανότητας βάδισης και στην κινητική λειτουργία του κάτω άκρου, όταν συνδυάζεται με συμβατική θεραπεία αλλά δεν μπορούσαν να καθορίσουν τις επιπτώσεις για την βελτίωση της ισορροπίας. Η αιτιολόγηση είναι ότι, στις μελέτες επικρατεί ανομοιογένεια για την αποτελεσματικότητα, ειδικά για τις παρεμβάσεις μακράς διάρκειας (>6 εβδομάδες), ενώ δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά της επίδρασης μεταξύ των πειραματικών και ομάδων ελέγχου. Οι ερευνητές προσθέτουν ότι, οι αναφορές για την ανάκτηση των λειτουργιών του κάτω άκρου και της ισορροπίας είναι περιορισμένες και οι περισσότερες μελέτες βασίστηκαν κυρίως στην αξιολόγηση του διασκελισμού των ασθενών για άμεση εκτίμηση των αποτελεσμάτων της αποκατάστασης της λειτουργίας των κάτω άκρων (Li, et al., 2017).

Η Guerra, et al. (2017) υποστήριξαν ότι στη μετα-ανάλυση των υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας μελετών δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων της MIT των ομάδων ελέγχου. Παρόλα αυτά, όταν συμπεριλάμβαναν χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας μελέτες, εμφάνισαν θετικά αποτελέσματα στη βάδιση με χαμηλότερο χρόνο απόδοσης στο TUG και αυξημένη ταχύτητα βάδισης αλλά και στην βελτίωση της ισορροπίας στο Functional Reach Test (FRT). Ακόμη, για το άνω άκρο, όταν συμπεριλάμβαναν χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας μελέτες βρήκαν βελτιωμένη κινητική απόδοση στο Action Research Arm Test (ARAT) και το Fugl-Meyer Upper Limb (FMUL) (Guerra, Lucchetti, & Lucchetti, 2017).

### **8.7.2 Νοερή εξάσκηση στο ημιπληγικό άνω άκρο**

Ο Barclay, et al. (2020), διεξήγαγε μια μετα-ανάλυση περιλαμβάνοντας 25 τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, με στόχο τον καθορισμό των επιδράσεων της MIT στην αποκατάσταση του άνω άκρου σε ασθενείς με ΑΕΕ. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μέτρια ποιότητα στοιχείων ότι, η MIT σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες έχει θετικό αποτέλεσμα στη βελτίωση της δραστηριότητας και των ελλειμμάτων του άνω άκρου μετά το ΑΕΕ σε σύγκριση με άλλες θεραπευτικές μεθόδους (15 μελέτες). Αντιθέτως, 4 μελέτες υποστηρίζουν ότι η MIT σε συνδυασμό με συμβατική θεραπεία ίσως να μην βελτιώνει τα ελλείματα του άνω άκρου. Η MIT

σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες, φαίνεται να μην είναι αποτελεσματική στη βελτίωση των ADL του άνω άκρου, βέβαια ο αριθμός των μελετών (4 μελέτες) για να το υποστηρίξει είναι μικρός και τα στοιχεία κρίνονται ως χαμηλής ποιότητας (Barclay, et al., 2020).

Στις μελέτες που οι ασθενείς βρισκότουσαν στο οξύ ή υποξύ στάδιο τείνουν να έχουν πιο εμφανής αλλαγές στο FMA, αλλά η διαφορά ανάμεσα στις ομάδες ήταν παρόμοια σε μελέτες με πληθυσμό στο χρόνιο στάδιο. Σε μία μελέτη οι ασθενείς βρισκότουσαν στο χρόνιο στάδιο (άνω από 6 μήνες) και η λειτουργικότητα του άνω άκρου τους ήταν σχετικά καλή ώστε να βελτιωθεί με την MIT (Park, Kim, & Yang, 2018).

### 8.7.3 Περιορισμοί

Συνοψίζοντας, δεν μπορεί να καθοριστεί ένα οριστικό συμπέρασμα λόγω διαφόρων περιορισμών. Όσον αφορά τα πρωτόκολλα της MIT, δεν ήταν δυνατόν να καθοριστεί με ακρίβεια η ιδανική δοσολογία, συχνότητα, διάρκεια, τύπο MI και οι δραστηριότητες που εντελλόντουσαν λόγω που σε πολλές μελέτες αναφέρεται μόνο ο συνολικός χρόνος της MIT (Barclay, et al., 2020; Guerra, et al., 2017; Li, et al., 2017; Park, Kim, & Yang, 2018). Το ίδιο ισχύει για την κατάλληλη χρονική περίοδο που θα μπορεί να εφαρμοστεί μετά από το έμφρακτο ώστε να προσφέρει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα (Barclay, et al., 2020). Η MIT φαίνεται να είναι πιο χρήσιμη στο οξύ και υποξύ στάδιο, αλλά υπάρχουν ανεπαρκής δεδομένα για να στηρίξουν αυτόν τον ισχυρισμό (Guerra, et al., 2017). Από την άλλη, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων επηρεάζεται από την ακατάλληλη μεθοδολογική ποιότητα και το μικρό μέγεθος του δείγματος των μελετών (Li, et al., 2017). Η δημιουργία ενός δομημένου πρωτόκολλου εμποδίζεται από την δυσκολία της περιγραφής του χρόνου και τον ακριβή αριθμό επαναλήψεων από τον ασκούμενο (Guerra, et al., 2017).

Οι μελέτες δεν αξιολόγησαν ζωτικά σημεία όπως καρδιακή ή αναπνευστική συχνότητα, αυτό έχει το αποτέλεσμα να μην γίνεται αντιληπτή η εμπλοκή του ασκούμενου στη MIT (Guerra, et al., 2017; Silva, et al., 2020). Αντιθέτως, αν οι μελέτες λαμβάναν υπόψη τα παραπάνω, θα υπήρχε μεγαλύτερη βεβαιότητα ότι οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν με ακρίβεια την MIT, (Silva, et al., 2020). Πολλές μελέτες δεν χρησιμοποίησαν ερωτηματολόγια για τον καθορισμό της ικανότητας του ασθενούς να φανταστεί την κίνηση, το οποίο μπορεί να εξηγήσει τα ουδέτερα

αποτελέσματα και ευρήματα (Guerra, et al., 2017). Ο Barclay et al., (2020) αναφέρουν ότι πολλές μελέτες είχαν υψηλή πιθανότητα μεθοδολογικού σφάλματος για την τυφλοποίηση του δείγματος και των θεραπειών, παρόλο που είναι δύσκολο, αν όχι απίθανο, να γίνει τυφλοποίηση και των δύο ομάδων. Τέλος, δεν υπάρχουν ακριβής στοιχεία για ανεπιθύμητες επιπτώσεις που προκύπτουν από τη MIT (Barclay, et al., 2020; Silva, et al., 2020), το κόστος ή για τις επιδράσεις στην ποιότητα ζωής (Barclay, et al., 2020).

Καλύτερα αποτελέσματα αποκτούνται όταν η MI συνδυάζεται με σωματική άσκηση ή άλλες μεθόδους αποκατάστασης. Ίσως να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική θεραπεία μαζί με τη συμβατική θεραπεία, ενώ δεν θα πρέπει η σωματική άσκηση να αποκατασταθεί με την MI (Barclay, et al., 2020; Li, et al. 2017; Silva, et al., 2020).

## **8.8 Νοερή Εξάσκηση και τεχνολογία Brain - Computer Interface**

Η τεχνολογία Brain - Machine Interface (BMI) επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα στον ανθρώπινο εγκέφαλο και σε συσκευές και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Τις αισθητηριακές διεπαφές οι οποίες στοχεύουν στην αισθητικότητα, τις γνωσιακές διεπαφές οι οποίες αποκατασταθούν την επικοινωνία των νευρικών δικτύων και τις κινητικές διεπαφές οι οποίες μετατρέπουν την εγκεφαλική δραστηριότητα σε σήματα που μεταφέρουν εντολές για τον έλεγχο συσκευών. Οι κινητικές διεπαφές BMI είναι γνωστές ως Brain-Computer Interfaces (BCI). Τα συστήματα BCI απαιτούν την καταγραφή σημάτων και οι τρόποι καταγραφής είναι οι έξι. Από την μία, τα αντιδραστικά BCI (reactive BCI) όπου χειρίζονται από καταγραφές εξωγενών ερεθισμάτων τα οποία μπορεί να είναι ακουστικά, οπτικά, απτικά κτλ. Από την άλλη τα ενεργά BCI (active BCI) ελέγχονται μέσω ενδογενών ερεθισμάτων. Σε αυτή την κατηγορία BCI συνδυάζεται η MI, όπου η εγκεφαλική δραστηριότητα που προκαλείται από τη MI, καταγράφεται και χρησιμοποιείται για τον σκοπό της παρέμβασης (Alonso-Valerdi, Salido-Ruiz, & Ramirez-Mendoza, 2015).

Στη μελέτη των συστημάτων BCI χρησιμοποιείται η μη επεμβατική και η επεμβατική προσέγγιση για την καταγραφή της εγκεφαλική δραστηριότητας. Όσον αφορά τη μη επεμβατική προσέγγιση οι τεχνικές που εφαρμόζονται είναι οι

ακόλουθες. Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), όπου καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου μέσω ηλεκτροδίων και τα περισσότερα συστήματα BCI βασίζονται σε αυτό. Άλλες τεχνικές είναι η μαγνητοεγκεφαλογραφία που καταγράφει τα μαγνητικά πεδία που σχετίζονται με τον εγκέφαλο, η fMRI που μετράει μικρές αλλαγές στα επίπεδα οξυγόνου του αίματος που σχετίζονται με την εγκεφαλική δραστηριότητα και η εγγύς υπέρυθρη φασματοσκοπία (NIR) όπου μετράει τη αιμοδυναμική δραστηριότητα του εγκεφαλικού φλοιού. Εν συντομία, η τεχνολογία BCI συνδυάζεται με τη MI για την παραγωγή εγκεφαλικής δραστηριότητας όπου καταγράφεται στις περισσότερες μελέτες από EEG και μετατρέπεται σε σήματα που για τον έλεγχο συσκευών (Alonso-Valerdi, et al., 2015).

Η MI βασισμένη στα συστήματα BCI έχει χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της αποκατάστασης της κινητικής λειτουργίας των ασθενών με ΑΕΕ. Διάφορες προσεγγίσεις βασισμένες στα BCI έχουν εφαρμοστεί. Κάθε προσέγγιση διαφέρει στην εφαρμογή της και τον τρόπο που επιδρά την πρόθεση του ατόμου να κινηθεί. Ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός (Functional Electric Stimulation - FES) είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα για να διεγείρει νεύρα σε μέλη του σώματος που πάσχουν από παράλυση και το σύστημα BCI συνδέεται στη συσκευή FES. Μια άλλη μέθοδος που συνδυάζεται με τη MI - BCI, είναι τα ρομποτικά συστήματα (Robotics Assisted Systems). Στα συστήματα BCI-Robotics, οι ρομποτικές συσκευές υποβοηθούν τον ασθενή να εκτελέσει την επιθυμητή κίνηση, που με την σειρά του ενισχύει περαιτέρω την εκμάθηση κινητικών ικανοτήτων. Επιπλέον, η MI-BCI μπορεί να εφαρμοστεί με μικτά μοντέλα εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR) (Khan, Das, Iversen, & Puthusserypady, 2020) ή με την μορφή βιντεοπαιχνίδι (van Dokkum, Ward, & Laffont, 2015). Με την προσέγγιση μικτών μοντέλων, η VR συνδυάζεται με FES ή ρομποτικά συστήματα. Με την VR ο ασθενής έχει την δυνατότητα να δει τα άκρα του ολογράμματος ως δικά του, που περαιτέρω ενισχύει την αποκατάσταση των ασθενών (Khan, et al., 2020).

Ένα μειονέκτημα του ενδογενή σύστημα ελέγχου, είναι ότι απαιτεί δεξιοτήτα στην χρήση του και εμπειρία. Οι χρήστες του πρέπει να τελειοποιήσουν την εκτέλεση της γνωσιακή δραστηριότητας έτσι ώστε να αναπτύξουν τη κατάλληλη εγκεφαλική δραστηριότητα και να επιβεβαιωθεί ότι εκτελούν τη άσκηση με τον



επιθυμητό τρόπο. Αυτό προϋποθέτει την εκπαίδευση των ασθενών με ΑΕΕ ώστε να εξασφαλιστεί η εμπλοκή τους στις δραστηριότητες MI – BCI (Alonso-Valerdi, et al., 2015).

### **8.8.1 Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI - FES**

Ο FES χρησιμοποιείται για την υποβοήθηση της κίνησης, το οποίο συνδυάζεται με τα συστήματα MI - BCI και επιτρέπει τον ασθενή να εκτελέσει τις απαραίτητες κινήσεις με την κατάλληλη υποστήριξη. Δεδομένα από το EEG συλλέγονται κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας και χρησιμοποιούνται για να παράγουν τοπογραφικούς χάρτες της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Οι τοπογραφικές αναπαραστάσεις που παράγονται από τη MI, αντιστοιχούν στη νοερή απεικόνιση του αριστερού, δεξιού ή και των δύο άκρα χεριών (Khan, et al., 2020). Η σύνδεση του FES με τη MI – BCI η μυϊκή σύσπασση είναι άμεσο αποτέλεσμα της πρόθεση της κίνησης του ασθενή (van Dokkum, et al., 2015).

Δραστηριότητες που εκτελούνται με τα συστήματα MI – BCI – FES αφορούν κυρίως τα άνω άκρα. Η εκπαίδευση με τη χρήση αυτών των συστημάτων έχει εφαρμοστεί για ασκήσεις σύλληψης αντικειμένων των ασθενών με ΑΕΕ. Ο τρόπος εφαρμογής γίνεται με τον ασθενή να φαντάζεται την κίνηση της σύλληψης και η εγκεφαλική δραστηριότητα που προκαλείται από τη MI καταγράφεται, μεταφέρεται στο σύστημα BCI και εκεί επεξεργάζεται. Στη συνέχεια μετατρέπεται στο κατάλληλο σήμα το οποίο θα ελέγξει τον ηλεκτρικό ερεθισμό του συστήματος FES. Επίσης έχει εφαρμοστεί για τη εξάσκηση μονοαρθρικών κινήσεων των δακτύλων και για την έκταση του καρπού, για την εξάσκηση της γραφής μαζί την υποβοήθηση από το σύστημα MI – BCI – FES (Khan, et al., 2020). Στην πράξη, οι ασθενείς εκτελούν νοερά την κίνηση, π.χ. κάμψη και έκταση του καρπού, και αν είναι επιτυχής το σύστημα FES ενεργοποιείται, προκαλώντας σύσπασση στην αντίστοιχη μυϊκή ομάδα που ενεργοποιείται για και στην νοερή κίνηση. Η ανάδραση παρουσιάζεται στην οθόνη όπου θα πρέπει, για παράδειγμα, ένας κέρσορας να κατευθύνεται προς έναν στόχο και να διατηρείται σταθερός (van Dokkum, et al., 2015).

### 8.8.2 Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI – Robotics

Ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων MI – BCI – Robotics είναι παρόμοιος με εκείνο των συστημάτων MI – BCI – FES, με την διαφορά ότι ο FES αντικαταστέεται με τη ρομποτική μονάδα – όρθωση. Σε αντίθεση με τη χρήση FES οι ρομποτικές ορθώσεις μπορούν να εφαρμοστούν για αδρές κινήσεις όπως για την άρθρωση του ώμου και του αγκώνα. Ακόμη, στους ασθενείς με ΑΕΕ, για την λειτουργική αποκατάσταση γίνεται χρήση εξωσκελετών για την εξάσκηση της βάρδισης (Khan, et al., 2020). Οι Buch et al(2008), σε 8 ασθενείς με ΑΕΕ στο χρόνιο στάδιο, εμφάνισαν MI – BCI – FES για κινήσεις των δακτύλων της άκρας χείρας. Η ανάδραση παρουσιαζόταν οπτικά, όπου έπρεπε να διατηρηθεί ένας δείκτης εντός συγκεκριμένων ορίων στην οθόνη. Όταν, ο δείκτης βρισκόταν στην σωστή θέση σήμαινε ότι η MIT εκτελούνταν με τον επιθυμητό τρόπο. Παράλληλα, απτικά και ιδιοδεκτικά ερεθίσματα παρερχόντουσαν, μέσω της όρθωσης που είχε τοποθετηθεί το ημιπληγική άκρα χείρα. Η μελέτη έδειξε ότι οι ασθενείς με ΑΕΕ μπορούν να εκπαιδευτούν στον έλεγχο της MI (Buch, et al., 2008).

### 8.8.3 Παραδείγματα παρεμβάσεων συστημάτων BCI – VR

Παραδείγματα εφαρμογών συστημάτων MI – BCI σε συνδυασμό με εικονικό περιβάλλον στην αποκατάσταση ασθενών με ΑΕΕ, αποτελούν τα παρακάτω. Σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία, οι ασθενείς εκτελούν νοερά αλληλουχίες κινήσεων και φαντάζονται την κιναισθηση που θα ένιωθαν για την αντίστοιχη σωματική κίνηση. Η ανάδραση για την απόδοση της MI παρέχεται οπτικά, από την οθόνη ενός υπολογιστή που τρέχει ένα βιντεοπαιχνίδι (van Dokkum, et al., 2015). Στη μελέτη των Parasad et al.(2010), το βιντεοπαιχνίδι έδειχνε μια μπάλα η οποία βρισκόταν σε συνεχή πτώση και ο στόχος είναι η κατεύθυνση της μέσα σε ένα καλάθι. Οι συμμετέχοντες φαντάζονται να κινούν την μπάλα με το άνω άκρο τους, προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά. Η τροχιά της μπάλας καθορίζει το αποτέλεσμα της MI επιβεβαιώνει την εμπλοκή του ασθενούς σε άμεσο χρόνο (Prasad, Herman, Coyle, McDonough, & Crosbie, 2010).

Ο συνδυασμός της MI με τα συστήματα BCI, βοηθάει στην αξιολόγηση της εμπλοκής του ασθενή με τη MI, προσφέροντας ανάδραση στον ασθενή και στον θεραπευτή. Έτσι, γίνεται άμεσα αντιληπτό όταν ο ασθενείς εκτελεί μια νοερή

δραστηριότητα και βελτιώνει τόσο την κινητική μάθηση όσο και τη συμμετοχή στη θεραπεία (van Dokkum, et al., 2015).

Χρησιμοποιώντας NIR – BCI, οι Mihara et al.(2012 & 2013) ζήτησαν από ασθενείς με εγκεφαλικό έμφρακτο να φανταστούν την κιναισθητική αίσθηση της κάμψη και της έκταση των δακτύλων της άκρας χείρας. Η αντίστοιχη εγκεφαλική δραστηριότητα παρουσιαζόταν σε μια οθόνη, αυτή τη φορά με τη μορφή μιας κάθετης μπάρας. Όταν η μπάρα γέμιζε προς τα πάνω, σήμαινε την επίτευξη του επιθυμητού στόχου είτε την επιτυχής κιναισθητική MI ή ότι ήταν πιο χαλαροί στην διάρκεια της χαλάρωσης. Στους ασθενείς όπου το γέμισμα τη μπάρας αντιστοιχούσε στη πραγματική εκτέλεση της κιναισθητικής MI βρέθηκε σημαντική δραστηριότητα κυρίως στις προκινητικές περιοχές, καλύτερη αυτό-αξιολόγηση της εμπλοκής στην MI και εμφανής βελτίωση της λειτουργικότητα της άκρας χείρας. Η παραπάνω δραστηριότητα τονίζει την συνεισφορά των προκινητικών περιοχών στην MI. Αντιθέτως, όταν το γέμισμα της μπάρας ήταν τυχαίο, βρέθηκε δραστηριότητα κυρίως στον βρεγματικό λοβό. Ως εκ τούτης, δείχνει τη σημασία της κατάλληλης ανάδρασης όταν ο στόχος είναι η νευροπλαστικότητα (Mihara, et al., 2012; Mihara, et al., 2013)

Σε αντίθεση με τις απλές οπτικές αναπαραστάσεις που προαναφέρθηκαν, οι αναπαραστάσεις μέσω VR παρέχουν τρισδιάστατη ανάδραση για την MI. Το περιβάλλον που δημιουργείται μπορεί να ποικίλει σε περιπλοκότητα και βοηθάει στην παρότρυνση και συμπλοκή του ασθενή σε μία δραστηριότητα που μοιάζει με βιντεοπαιχνίδι και το σύστημα BCI έχει ενταχθεί για τον έλεγχο του εικονικού περιβάλλον χρησιμοποιώντας MI. Επιπλέον η τεχνολογία VR μπορεί να χρησιμεύσει ως μέσο παρατήρησης κινήσεων, παρόμοιο τρόπο με την προσέγγιση της AO (van Dokkum, et al., 2015).

Οι Sebastián-Romagosa et al.(2020), χρησιμοποίησαν μια συσκευή όπου η MI ελέγχει το άβαταρ του εικονικού περιβάλλοντος και με την τεχνολογία FES παρείχε άμεση απάντηση στην επιτυχή προσπάθεια του ασθενή. Εφαρμόστηκε σε 51 ασθενείς με ΑΕΕ όπου οι περισσότεροι είχαν βλάβη στο δεξιό ημισφαίριο. Οι ασθενείς εκτελούσαν νοερή έκταση καρπού υπό το σύνθημα που έδινε το σύστημα BCI. Σε κάθε συνεδρία οι ασθενείς εκτελούσαν 240 νοερές επαναλήψεις και στα δύο άνω άκρα, οι οποίες χωριζόντουσαν σε 4 σειρές των 80 επαναλήψεων. Μετά

το σύνθυμα, εμφανιζόταν στην οθόνη ένα βέλος που στόχευε στο άνω άκρο που ο ασθενής θα έκτεινε νοερά. Κατά την διάρκεια της φάσης ανάδρασης, εφόσον το σύστημα μπορούσε να διακρίνει ότι η MI γινόταν στο σωστό άνω άκρο τότε το FES πυροδοτούσε το ηλεκτρικό ερέθισμα και παράλληλα το άβαταρ εκτελούσε την αντίστοιχη κίνηση (Sebastián-Romagosa, et al., 2020).

#### **8.8.4 Νοητική κόπωση στη Νοερή Εξάσκηση**

Η MIT να είναι μία γνωσιακή διεργασία που δεν απαιτεί σωματική προσπάθεια, αλλά δεν παύει να προκαλεί κόπωση στους συμμετέχοντες. Η κόπωση, ο εκνευρισμός και η δυσκολία διατήρησης της προσοχής είναι νοητικές καταστάσεις όπου αναφέρονται μαζί με την απόδοση στην εκπαίδευση με BCI. Στην αποκατάσταση του ΑΕΕ, είναι πολύ σημαντικό να ανιχνεύονται οι παραπάνω νοητικές αλλαγές, ειδικά όταν οι συγκεκριμένοι ασθενείς δεν είναι ικανοί να διατηρήσουν την προσοχή τους σε όλη την διάρκεια της συνεδρίας. Ειδικά, η νοητική κόπωση δεν πρέπει να αγνοηθεί (Foong, et al., 2020).

Μια βασική δυσκολία της χρήσης EEG για τη MI – BCI είναι η προϋπόθεση ότι, οι ασθενείς με ΑΕΕ πρέπει να διατηρούν την προσοχή τους και η ερχόμενη νοητική κόπωση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Μετά από έντονη ή πολύωρη γνωσιακή δραστηριότητα, όπως είναι η MIT, το άτομο οδηγείται σε νοητική κόπωση η οποία μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της MIT. Η αύξηση της θήτα δραστηριότητας και η μείωση της βήτα δραστηριότητας του εγκεφάλου, έχουν αναφερθεί ως δείχτες κόπωσης. Διαφορετικά, η βήτα δραστηριότητα του εγκεφάλου σχετίζεται με έντονη πνευματική δραστηριότητα και όταν έχουν νοητική κόπωση ο βήτα ρυθμός μειώνεται μαζί με την πνευματική δραστηριότητα (Foong, et al., 2020).

Οι Foong et al.(2020) μελέτησαν την σχέση ανάμεσα της βήτα δραστηριότητας του εγκεφάλου και της απόδοσης των ασθενών με ΑΕΕ στη MI – BCI. Οι ασθενείς από τους οποίους η πλειοψηφία βρισκόταν στο χρόνιο στάδιο, εκτελούσαν κιναισθητική MI με οπτική ανάδραση σε οθόνη υπολογιστή. Τους ζητήθηκε να φανταστούν ότι προσεγγίζουν με το πάσχον άνω άκρο τους έναν φανταστικό στόχο. Οι ερευνητές βρήκαν σημαντικά θετική σχέση της χαμηλότερης βήτα εγκεφαλικής δραστηριότητας και τον μικρότερο αριθμό επιτυχημένων επαναλήψεων της MIT. Επομένως, η νοητική κόπωση ίσως να επηρεάζει αρνητικά

την απόδοση των ασθενών στις ασκήσεις MI – BCI. Επίσης, ο χαμηλότερος βήτα ρυθμός παρατηρήθηκε στον μετωπιαίο λοβό και υποφλοιώδης περιοχές όπου οι ασθενείς δεν είχαν καλή απόδοση. Αντιθέτως, στον βρεγματικό και ινιακό λοβό δεν βρέθηκε σύνδεση (Foong, et al., 2020)

Εν κατακλείδι, η παρούσα μελέτη παρουσιάζει έναν παράγοντα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την εφαρμογή της MIT και κυρίως της MI – BCI. Η νοητική κόπωση θα πρέπει να παρακολουθείται και να υπολογίζεται στην αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ με την χρήση MIT, για την ενίσχυση της κλινικής αποτελεσματικότητας των συστημάτων MI – BCI (Foong, et al., 2020).

### **8.8.5 Αποτελεσματικότητα συστημάτων MI – BCI σε ασθενείς με ΑΕΕ**

Έως τώρα, τα δεδομένα για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων MI – BCI σε ασθενείς με ΑΕΕ είναι λίγα, δικαιολογημένου της πρόσφατης προσαρμογή της τεχνολογίας στην αποκατάσταση. Η μετα-ανάλυση των Kruse et al.(2020), μελέτησε την επίδραση που έχουν τα συστήματα MI – BCI με χρήση EEG, στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας και εγκεφαλικής λειτουργίας σε ασθενείς με ΑΕΕ. Από την ανάλυση 14 ερευνών, η τεχνολογία MI – BCI φαίνεται να προσφέρει σημαντική βελτίωση στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας του άνω άκρου και της εγκεφαλικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται αύξηση κατά μέσο όρο 5,4 έως 8,1 βαθμών στην υποκατηγορία του άνω άκρου στο ερωτηματολόγιο FMA. Οι ερευνητές δεν είχαν την δυνατότητα να καταλήξουν σε σαφή συμπεράσματα για την επίδραση της εφαρμογής στην κινητική λειτουργία του κάτω άκρου, λόγο που μόνο δύο έρευνες μελέτησαν το θέμα, είχαν μικρό αριθμό δείγματος και πτωχή μεθοδολογική ποιότητα (Kruse, Suica, Taeymans, & Schuster-Amft, 2020).

Στη συνέχεια, για τον καθορισμό της επίδρασης με βάση το στάδιο που βρίσκονται οι ασθενείς με ΑΕΕ, βρέθηκε ότι οι ασθενείς στο υποξύ στάδιο επωφελούνται σημαντικά πιο πολύ από εκείνους στο χρόνιο στάδιο. Επιπλέον, με συχνότητα 5 συνεδρίες την εβδομάδα δείχνουν να έχουν καλύτερο αποτέλεσμα από 2-3 συνεδρίες. Παράλληλα, η διάρκεια της θεραπείας έχει εξίσου σημαντική επίδραση είτε διαρκεί 2 – 3 εβδομάδες ή 4 – 8 εβδομάδες. Όμως, η μελέτη δεν είχε την δυνατότητα να καταλήξει στον κατάλληλο συνδυασμό μεταξύ της διάρκειας κάθε

συνεδρίας και τη διάρκεια της ολικής θεραπείας για το μέγιστο αποτέλεσμα (Kruse, et al., 2020).

Όπως είδαμε, πολλές μελέτες όπου εφάρμοσαν τη MIT με τη συμβατική θεραπεία, δεν περιλάμβαναν αξιολόγηση της Ικανότητα της MI. Επίσης, δεν παρουσίασαν τον τρόπο που ασκήθηκε η MIT (Barclay, et al., 2020; Silva, et al., 2020). Τα ίδια ελλείματα παρουσιάζονται και στις 14 μελέτες που περιλάμβανε η μετα-ανάλυση των Kruse et al.(2020). Μια λεπτομερής περιγραφής θα ήταν χρήσιμη για τη μεταφορά της επιτυχής εφαρμογής των στρατηγικών της MIT στην κλινική πράξη (Barclay, et al., 2020; Kruse, et al., 2020; Silva, et al., 2020). Επιπλέον, οι μελέτες δεν επέλεξαν να εφαρμόσουν ένα εισαγωγικό στάδιο εκπαίδευσης στους ασθενείς (Kruse, et al., 2020). Με βάση τη παρατήρηση όπου η καλύτερη απόδοση στο σύστημα MI – BCI παρατηρείται σε σχέση με το πόσο εκπαιδευμένος είναι ο συμμετέχων (Alonso-Valerdi, et al., 2015), ίσως μία εισαγωγική εκπαίδευση θα μπορούσε να προφέρει υψηλότερη επίδοση και αποτελεσματικότητα (Kruse, et al., 2020).

## 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν ότι, η MIT σε συνδυασμό με άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις, είναι πιο αποτελεσματική από την συμβατική θεραπεία για την αποκατάσταση του ημιπληγικού άνω και κάτω άκρου των ασθενών με εγκεφαλικό έμφρακτο (Barclay, et al., 2020; Guerra, et al., 2017; Li, et al. 2017; Silva, et al., 2020). Το παραπάνω συμπέρασμα πιστεύεται ότι συμβαίνει λόγω της ύπαρξης πολλών περιορισμών. Συγκεκριμένα, δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί με ακρίβεια η ιδανική δοσολογία, συχνότητα, διάρκεια, τύπο MI και οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν, λόγω που σε πολλές μελέτες αναφέρεται μόνο ο συνολικός χρόνος της MIT (Barclay, et al., 2020; Guerra, et al., 2017; Li, et al., 2017; Park, Kim, & Yang, 2018). Το ίδιο ισχύει για την κατάλληλη χρονική περίοδο που θα μπορεί να εφαρμοστεί μετά από το έμφρακτο ώστε να προσφέρει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα (Barclay, et al., 2020). Από την άλλη, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων επηρεάζεται από την ακατάλληλη μεθοδολογική ποιότητα και το μικρό μέγεθος του δείγματος των μελετών (Li, et al., 2017). Πολλές μελέτες δεν

αξιολόγησαν την ικανότητα της MI ή την εμπλοκή στη MIT (Guerra, et al., 2017; Silva, et al., 2020) και πολλές μελέτες είχαν υψηλή πιθανότητα μεθοδολογικού σφάλματος (Barclay, et al., 2020).

Εναλλακτική εφαρμογή της MIT είναι η ενσωμάτωση της στην τεχνολογία BCI. Η τεχνολογία BCI επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα στον ανθρώπινο εγκέφαλο και σε συσκευές. Η εγκεφαλική δραστηριότητα καταγράφεται, επεξεργάζεται και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο συσκευών. Η MIT δημιουργεί την εγκεφαλική δραστηριότητα και τις περισσότερες φορές καταγράφεται με EEG (Alonso-Valerdi, et al., 2015). Οι συσκευές που ελέγχονται είναι ο FES, ρομποτικά συστήματα όπως ορθώσεις και τα μικτά μοντέλα εικονικής πραγματικότητας (Khan, et al., 2020). Πρόσφατη μετα-ανάλυση δείχνει ότι, η τεχνολογία MI – BCI φαίνεται να προσφέρει σημαντική βελτίωση στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας του άνω άκρου και της εγκεφαλικής λειτουργίας σε ασθενείς με ΑΕΕ (Kruse, et al., 2020).

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή της MIT σε ασθενείς με ΑΕΕ, δεν περιορίζεται από την ικανότητα του ατόμου να κινηθεί, επειδή είναι μία γνωσιακή δραστηριότητα και δεν απαιτεί σωματική προσπάθεια (Kawasaki, 2017). Μπορεί να εκτελεστεί με άνεση από τον ίδιο τον ασθενή και δεν υπάρχουν σοβαρές επιπλοκές που μπορούν να συμβούν κατά την διάρκεια της MIT (Li, et al., 2017). Όμως θα πρέπει να λυφθεί υπόψη τα ελλείματα της Ικανότητας MI που εμφανίζονται από την εγκεφαλική βλάβη (McInnes, et al., 2016; Santoro, et al., 2019) και τη νοητική κόπωση που ίσως επηρεάσει την επίδοση (Foong, et al., 2020). Παρόλα αυτά, σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα φαίνεται να μην είναι αποτελεσματική για την αποκατάσταση των ασθενών με ΑΕΕ (Barclay, et al., 2020; Guerra, et al., 2017; Li, et al., 2017; Park, Kim, & Yang, 2018). Γίνεται αντιληπτό ότι, η MIT είναι μια περίπλοκη γνωσιακή δραστηριότητα και η δυσκολία εφαρμογής της σε ασθενείς που αντιμετωπίζουν νευρολογικά συμπτώματα, όπως εκείνα των ασθενών με εγκεφαλικό έμφρακτο, την καθιστά ακόμα πιο περίπλοκη για την υλοποίηση της χρήση της. Νέες μελέτες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τους περιορισμούς των προηγούμενων έτσι ώστε να καθοριστεί η πραγματική επίδραση της MIT στο ΑΕΕ.

## 10 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aguayo-Albasini, J. L., Flores-Pastor, B., & Soria-Aledo, V. (2014). Sistema GRADE: clasificación de la calidad de la evidencia y graduación de la fuerza de la recomendación [GRADE system: classification of quality of evidence and strength of recommendation]. *Cirugia española*, 92(2), pp. 82–88. doi:10.1016/j.ciresp.2013.08.002
- Alonso-Valerdi, L., Salido-Ruiz, R., & Ramirez-Mendoza, R. (2015). Motor imagery based brain–computer interfaces: An emerging technology to rehabilitate motor deficits. *Neuropsychologia*, 79. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.012
- Barclay, R. E., Stevenson, T. J., Poluha, W., Semenko, B., & Schubert, J. (2020). Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, 5. doi:10.1002/14651858.CD005950.pub5
- Béjot, Y., Bailly, H., Durier, J., & Giroud, M. (2016). Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century. *Presse medicale (Paris, France : 1983)*, 45(12 Pt 2), pp. e391–e398. doi:10.1016/j.lpm.2016.10.003
- Boehme, A., Esenwa, C., & Elkind, M. (2017). Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circulation research*, 120(3), pp. 472–495. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.308398
- Brust, J., Bernstein, R., Bressman, S., Bruce, J., Chiriboga, C., Cree, B., . . . Estanislao, L. (2016). *CURRENT ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ Διάγνωση & Θεραπεία*. Αθήνα: Broken Hikk Publishers LTD.
- Buch, E. W., Ard, T., Mellinger, J., Caria, A., Soekadar, S., Fourkas, A., & Birbaumer, N. (2008). Think to move: a neuromagnetic brain-computer interface (BCI) system for chronic stroke. *Stroke*, 39(3), pp. 910–917. doi:10.1161/STROKEAHA.107.505313
- Butler, A. J., Cazeaux, J., Fidler, A., Jansen, J., Lefkove, N., Gregg, M., . . . Wolf, S. L. (2012). The Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition (MIQ-RS) Is a Reliable and Valid Tool for Evaluating Motor Imagery in Stroke Populations. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2012(497289). doi:10.1155/2012/497289
- Collet, C., Di Rienzo, F., El Hoyek, N., & Guillot, A. (2013). Autonomic nervous system correlates in movement observation and motor imagery. *Frontiers in human neuroscience*, 7(415). doi:10.3389/fnhum.2013.00415
- Daroff, R. B., Jankovic, J., Mazziotta, J. C., Pomeroy, S. L., & Bradley, W. G. (2015). *Bradley's neurology in clinical practice, 2-Volume Set 7th Edition*. London: Elsevier.
- de Vries, S., Tepper, M., Feenstra, W., Oosterveld, H., Boonstra, A., & Otten, B. (2013). Motor imagery ability in stroke patients: the relationship between implicit and explicit motor imagery measures. *Frontiers in human neuroscience*, 7, p. 790. doi:10.3389/fnhum.2013.00790
- Di Rienzo, F., Collet, C., Hoyek, N., & Guillo, A. (2014). Impact of Neurologic Deficits on Motor Imagery: A Systematic Review of Clinical Evaluations. *Neuropsychol Review*, 24, σσ. 116–147. doi:10.1007/s11065-014-9257-6
- Dickstein, R., & Deutsch, J. E. (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical therapy*, 87(7), pp. 942–953. doi:10.2522/ptj.20060331
- Emerson, J., Binks, J., Scott, M., Kenny, R., & Eaves, D. (2018). Combined action observation and motor imagery therapy: a novel method for post-stroke motor rehabilitation. *AIMS neuroscience*, 5(4), pp. 236–252. doi:10.3934/Neuroscience.2018.4.236
- Foong, R., Ang, K., Quek, C., Guan, C., Phua, K., Kuah, C., . . . Chua, K. (2020). Assessment of the Efficacy of EEG-Based MI-BCI With Visual Feedback and EEG Correlates of Mental Fatigue for Upper-Limb Stroke Rehabilitation. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 67(3), pp. 786–795. doi:10.1109/TBME.2019.2921198



- Gäumann, S., Gerber, R., S. Z., & Schuster-Amft, C. (2020). A different point of view: the evaluation of motor imagery perspectives in patients with sensorimotor impairments in a longitudinal study. *BMC Neurol*, *21*(297). doi:10.1186/s12883-021-02266-w
- Geiger, M., Bonnyaud, C., Fery, Y., Bussel, B., & Roche, N. (2017). Evaluating the Effect of Cognitive Dysfunction on Mental Imagery in Patients with Stroke Using Temporal Congruence and the Imagined 'Timed Up and Go' Test (iTUG). *PLoS one*, *12*(1), p. e0170400. doi:10.1371/journal.pone.0170400
- Gowda, A., Memon, A. N., Bidika, E., Salib, M., Rallabhandi, B., & Fayyaz, H. (2021). Investigating the Viability of Motor Imagery as a Physical Rehabilitation Treatment for Patients With Stroke-Induced Motor Cortical Damage. *Cureus*, *13*(3), p. e14001. doi:10.7759/cureus.14001
- Gregg, M., Hall, C., & Butler, A. (2010). The MIQ-RS: A Suitable Option for Examining Movement Imagery Ability. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, *7*(2), pp. 249–257. doi:10.1093/ecam/nem170
- Guerra, Lucchetti, & Lucchetti. (2017). Motor Imagery Training After Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Neurologic Physical Therapy*(4), pp. 205-214. doi:10.1097/NPT.0000000000000200
- Guillot, A., Collet, C., Nguyen, V. A., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2009). Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study. *Human brain mapping*, *30*(7), pp. 2157–2172. doi:10.1002/hbm.20658
- Hardwick, R. M., Caspers, S., Eickhoff, S. B., & Swinnen, S. P. (2018). Neural correlates of action: Comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *94*, pp. 31–44. doi:10.1016/j.neubiorev.2018.08.003
- Héту, S., Grégoire, M., Saimpont, A., Coll, M. P., Eugène, F., Michon, P. E., & Jackson, P. L. (2013). The neural network of motor imagery: an ALE meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *37*(5), pp. 930–949. doi:10.1016/j.neubiorev.2013.03.017
- Jackson, P., Lafleur, M., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *82*(8), pp. 1133–1141. doi:10.1053/apmr.2001.24286
- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, *17*(2), pp. 187-202. doi:10.1017/S0140525X00034026
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, *14*(1 Pt 2), pp. S103–S109. doi:10.1006/nimg.2001.0832
- Kandel, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (2016). *Βασικές Αρχές Νευροεπιστημών*. Αθήνα: ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π. Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ.
- Katan, M., & Luft, A. (2018). Global Burden of Stroke. *Seminars in neurology*, *38*(208-211). doi:10.1055/s-0038-1649503
- Kawasaki, T. (2017). Clinical Application of Motor Imagery Training. In T. Suzuki, *Neurological Physical Therapy*. doi:10.5772/67518
- Khan, M., Das, R., Iversen, H., & Puthusserypady, S. (2020). Review on motor imagery based BCI systems for upper limb post-stroke neurorehabilitation: From designing to application. *Computers in Biology and Medicine*, *123*,. doi:10.1016/j.combiomed.2020.103843
- Kolbaşı, E., Ersoz Huseyinsinoglu, B., Erdoğan, H. Ç., Bulut, N., & Yayla, V. (2020). What are the determinants of explicit and implicit motor imagery ability in stroke patients?: a controlled study. *Somatosensory & motor research*, *37*(2), pp. 84–91. doi:10.1080/08990220.2020.1741344
- Kruse, A., Suica, Z., Taeymans, J., & Schuster-Amft, C. (2020). Effect of brain-computer interface training based on non-invasive electroencephalography using motor imagery on functional recovery after stroke - a systematic review and meta-analysis. *BMC neurology*, *20*(1), p. 385. doi:10.1186/s12883-020-01960-5

- Li, R., Li, Z., Tan, J., Chen, G., & Lin, W. (2017). Effects of motor imagery on walking function and balance in patients after stroke: A quantitative synthesis of randomized controlled trials. *Complementary therapies in clinical practice*, 28, pp. 75–84. doi:10.1016/j.ctcp.2017.05.009
- Liepert, J., Stürner, J., Büsching, I., Sehle, A., & Schoenfeld, M. A. (2020). Effects of a single mental chronometry training session in subacute stroke patients - a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 12(66). doi:10.1186/s13102-020-00212-w
- Lotze, M., & Halsband, U. (2006). Motor imagery. *Journal of physiology*, 99(4-6), σσ. 386–395. doi:10.1016/j.jphysparis.2006.03.012
- MacIntyre, T., Madan, C., Moran, A., Collet, C., & Guillot, A. (2018). Motor imagery, performance and motor rehabilitation. *Progress in brain research*, 240, pp. 141–159. doi:10.1016/bs.pbr.2018.09.010
- Malouin, F., & Richards, C. (2010). Mental practice for relearning locomotor skills. *Physical therapy*, 90(2), pp. 240–251. doi:10.2522/ptj.20090029
- Malouin, F., Belleville, S., Richards, C., Desrosiers, J., & Doyon, J. (2004). Working memory and mental practice outcomes after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(2), σσ. 177–183. doi:10.1016/s0003-9993(03)00771-8
- Malouin, F., Jackson, P., & Richards, C. (2013). Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Frontiers in human neuroscience*, 7(576). doi:10.3389/fnhum.2013.00576
- Malouin, F., Richards, C. L., Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Durand, A., & Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: a reliability and construct validity study. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, 31(1), pp. 20–29. doi:10.1097/01.npt.0000260567.24122.64
- Malouin, F., Richards, C., & Durand, A. (2012). Slowing of motor imagery after a right hemispheric stroke. *Stroke research and treatment*, 2012(297217). doi:10.1155/2012/297217
- Malouin, F., Richards, C., D. A., & Doyon, J. (2008a). Clinical assessment of motor imagery after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 22(4), pp. 330–340. doi:10.1177/1545968307313499
- Malouin, F., Richards, C., Durand, A., & Doyon, J. (2008b). Reliability of mental chronometry for assessing motor imagery ability after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(2), pp. 311–319. doi:10.1016/j.apmr.2007.11.006
- Malouin, F., Richards, C., Jackson, P., Lafleur, M., Durand, A., & Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: a reliability and construct validity s.
- Marchal-Crespo, L., Novak, D., Zimmerman, R., Lambercy, O., R., G., & Riener, R. (2015). Detecting motion intention in stroke survivors using autonomic nervous system responses. *2015 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, σσ. 1003-1007. doi:10.1109/ICORR.2015.7281335.
- Matos Casano, H., Tadi, P., & Ciofoaia, G. (2021, January 31). *Anterior Cerebral Artery Stroke*. Retrieved 2 26, 2021, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537333/?report=classic>
- McAvinue, L. P., & Robertson, I. (2008). Measuring motor imagery ability: A review. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), pp. 232-251. doi:10.1080/09541440701394624
- McInnes, K., Friesen, C., & Boe, S. (2016). Specific Brain Lesions Impair Explicit Motor Imagery Ability: A Systematic Review of the Evidence. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(3), σσ. 478–489. doi:10.1016/j.apmr.2015.07.012
- Mihara, M. M., Yagura, H., Kawano, T., Okibayashi, M., Danjo, N., Ishikawa, A., . . . Kubota, K. (2012). Neurofeedback using real-time near-infrared spectroscopy enhances motor

- imagery related cortical activation. *PLoS one*, 7(3), p. e32234.  
doi:10.1371/journal.pone.0032234
- Mihara, M., Hattori, N., Hatakenaka, M., Yagura, H., Kawano, T., Hino, T., & Miyai, I. (2013). Near-infrared spectroscopy-mediated neurofeedback enhances efficacy of motor imagery-based training in poststroke victims: a pilot study. *Stroke*, 44(4), pp. 1091–1098.  
doi:10.1161/STROKEAHA.111.674507
- Moran, A., & O'Shea, H. (2020). Motor Imagery Practice and Cognitive Processes. *Frontiers in psychology*, 11(394). doi:10.3389/fpsyg.2020.00394
- Nichols-Larsen, D., Kegelmeyer, D., Buford, J., Kloos, A., Heathcock, J., & Basso, D. (2017). *ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ: Νευροεπιστήμη και Νευροπλαστικότητα στην Εφαρμοσμένη Φυσικοθεραπεία*. Αθήνα: ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΑΣ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ.
- Noggle, C., & Hall, J. (2011). Hemispheres of the Brain, Lateralization of. In G. S., & N. J.A., *Encyclopedia of Child Behavior and Development*. Boston: Springer. doi:10.1007/978-0-387-79061-9\_1346
- Oostra, K., Van Bladel, A., Vanhoonacker, A., & Vingerhoets, G. (2016). Damage to Fronto-Parietal Networks Impairs Motor Imagery Ability after Stroke: A Voxel-Based Lesion Symptom Mapping Study . *Frontiers in behavioral neuroscience*, 10(5).  
doi:10.3389/fnbeh.2016.00005
- Park, S. W., Kim, J. H., & Yang, Y. J. (2018). Mental practice for upper limb rehabilitation after stroke: a systematic review and meta-analysis *Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptatio. Internationale journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 41(3), pp. 197–203. doi:10.1097/MRR.0000000000000298
- Prasad, G., Herman, P., Coyle, D., McDonough, S., & Crosbie, J. (2010). Applying a brain-computer interface to support motor imagery practice in people with stroke for upper limb recovery: a feasibility study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 7(60).  
doi:10.1186/1743-0003-7-60
- Roberts, R., Callow, N., Hardy, L., Markland, D., & Bringer, J. (2008). Movement Imagery Ability: Development and Assessment of a Revised Version of the Vividness of Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(2).  
doi:10.1123/jsep.30.2.200
- Saimpont, A., Malouin, F., Tousignant, B., & Jackson, P. (2013). Motor imagery and aging. *Journal of motor behavior*, 45(1), pp. 21–28. doi:10.1080/00222895.2012.740098
- Santoro, S. L., Corallo, F., Cartella, E., Micchia, K., Palmeri, R., Arcadi, F. A., . . . Marino, S. (2019). Motor imagery in stroke patients: a descriptive review on a multidimensional ability. *The International journal of neuroscience*, 8, pp. 821–832.  
doi:10.1080/00207454.2019.1567509
- Sebastián-Romagosa, M., Cho, W., Ortner, R., Murovec, N., Von Oertzen, T., Kamada, K., . . . Guger, C. (2020). Brain Computer Interface Treatment for Motor Rehabilitation of Upper Extremity of Stroke Patients-A Feasibility Study. *Frontiers in neuroscience*, 14(591435).  
doi:10.3389/fnins.2020.591435
- Sharma, N., Baron, J. C., & Rowe, J. B. (2009). Motor imagery after stroke: relating outcome to motor network connectivity. *Annals of neurology*, 66(5), pp. 604–616.  
doi:10.1002/ana.21810
- Silva, S., Borges, L. R., Santiago, L., Lucena, L., Lindquist, A. R., & Ribeiro, T. (2020). Motor imagery for gait rehabilitation after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, 9.  
doi:10.1002/14651858.CD013019.pub2

- Spruijt, S., van der Kamp, J., & Steenbergen, B. (2015). Current insights in the development of children's motor imagery ability. *Frontiers in psychology*, *6*(787). doi:10.3389/fpsyg.2015.00787
- Sun, Y., Wei, W., Luo, Z., Gan, H., & Hu, X. (2016). Improving motor imagery practice with synchronous action observation in stroke patients. *Topics in stroke rehabilitation*, *23*(4), pp. 245–253. doi:10.1080/10749357.2016.1141472
- The burden of stroke in Europe*. (2015). Avάκτηση July 19, 2021, από <https://strokeeurope.eu/data-comparison/>
- Tong, Y., Pandy, J., Jr, L. W., Du, H., Zhang, T., Geng, X., & Ding, Y. (2017). . (). Motor Imagery-Based Rehabilitation: Potential Neural Correlates and Clinical Application for Functional Recovery of Motor Deficits after Stroke. , (3). *Aging and disease*, *8*.
- van Dokkum, L., Ward, T., & Laffont, I. (2015). Brain computer interfaces for neurorehabilitation – its current status as a rehabilitation strategy post-stroke. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, *58*(1), pp. 3–8. doi:10.1016/j.rehab.2014.09.016
- Vasiliadis, A., & Zikić, M. (2014). Current status of stroke epidemiology in Greece: a panorama. *Neurologia i neurochirurgia polska*, *48*(6), pp. 449–457. doi:10.1016/j.pjnns.2014.11.001
- Venkataraman P, T. P. (2021). Lancunar Syndromes. Retrieved 2021, from StatPearls: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53420/>
- Virani, S. S., Emelia J. Benjamin, M. S., Callaway, A. A., Carson, A. P., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., & Susan Cheng, F. N. (2020, March 3). Heart Disease and Stroke Statistics—2020 Update. *Circulation*, *141*(9). doi:10.1161/CIR.000000000000075
- Wafa, H., Wolfe, C., Emmett, E., Roth, G., Johnson, C., & Wang, Y. (2020). Burden of Stroke in Europe: Thirty-Year Projections of Incidence, Prevalence, Deaths, and Disability-Adjusted Life Years. *Stroke*, *51*(8), pp. 2418–2427. doi:10.1161/STROKEAHA.120.029606
- Wang, L., Zhang, J., Zhang, Y., Yan, R., Liu, H., & Qiu, M. (2016). Conditional Granger Causality Analysis of Effective Connectivity during Motor Imagery and Motor Execution in Stroke Patients. *BioMed research international*, *2016*(3870863). doi:10.1155/2016/3870863
- Welfringer, A., Leifert-Fiebach, G., Babinsky, R., & Brandt, T. (2011). Visuomotor imagery as a new tool in the rehabilitation of neglect: a randomised controlled study of feasibility and efficacy. *Disability and rehabilitation*, *33*(21-22), pp. 2033–2043. doi:10.3109/09638288.2011.556208
- WHO. (1988). The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration. WHO MONICA Project Principal Investigators. *Journal of clinical epidemiology*, σσ. 105–114. doi:10.1016/0895-4356(88)90084-4

# 11 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## Παράρτημα 1

### Κλίμακα βαθμολόγησης και Λίστα στοιχείων του Ερωτηματολογίου Movement Imagery Questionnaire—Revised second version από (Gregg, Hall, & Butler, 2010)

Visual Imagery Scale

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not hard to see)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

**Kinesthetic Imagery Scale**

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Be as accurate as possible and take as long as you feel necessary to arrive at the proper rating for any movement. You may choose the same rating for any number of movements "seen" or "felt" and it is not necessary to utilize the entire length of the scale.

**1. Starting Position:** Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.

**Action:** Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

**Rating:** \_\_\_\_\_

**2. Starting Position:** While sitting, put your hand on your lap and make a fist.

**Action:** Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy to see)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

**Rating:** \_\_\_\_\_

**3. Starting Position:** Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down. Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

**Rating:** \_\_\_\_\_

**4. Starting Position:** Stand with your arms fully extended above your head. Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.

**Action:** Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy to see)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

**Rating:** \_\_\_\_\_

**5. Starting Position:** Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards.

**Action:** Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position. Assume the starting position.

**Mental task:** Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy to see)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

**Rating:** \_\_\_\_\_

**6. Starting Position:** While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you.

**Action:** Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap. Assume the starting position.

**Mental task:** Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

**Rating:** \_\_\_\_\_

**7. Starting Position:** Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed.

**Action:** Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty

with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

**Rating:** \_\_\_\_\_

**8. Starting Position:** Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.

**Action:** Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy to see)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

**Rating:** \_\_\_\_\_

**9. Starting Position:** While sitting, put your hand on your lap and make a fist.

**Action:** Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.

**Mental task:** Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy to feel)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

**Rating:** \_\_\_\_\_

**10. Starting Position:** Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down.

<p><b>Action:</b> Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.</p> <p><b>Mental task:</b> Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.</p>	<p><b>Mental task:</b> Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.</p>
<p>1 2 3 4 5 6 7 Very Hard Somewhat Neutral Somewhat Easy Very hard to see hard to see (not easy to see) (not hard) to see easy to see easy to see</p> <p><b>Rating:</b> _____</p> <p><b>11. Starting Position:</b> Stand with your arms fully extended above your head.</p> <p><b>Action:</b> Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.</p> <p><b>Mental task:</b> Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 Very Hard Somewhat Neutral Somewhat Easy Very hard to see hard to see (not easy to see) (not hard) to see easy to see easy to see</p> <p><b>Rating:</b> _____</p> <p><b>13. Starting Position:</b> While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you. Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap.</p> <p><b>Action:</b> Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.</p>
<p>1 2 3 4 5 6 7 Very Hard Somewhat Neutral Somewhat Easy Very hard to feel hard to feel (not easy to feel) (not hard) to feel easy to feel easy to feel</p> <p><b>Rating:</b> _____</p> <p><b>12. Starting Position:</b> Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards. Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position.</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 Very Hard Somewhat Neutral Somewhat Easy Very hard to see hard to see (not easy to see) (not hard) to see easy to see easy to see</p> <p><b>Rating:</b> _____</p> <p><b>14. Starting Position:</b> Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed. Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.</p> <p><b>Action:</b> Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.</p>

## Παράρτημα 2

### Παραδείγματα οδηγιών από την μελέτη των (Welfringer, Leifert-Fiebach, Babinsky, & Brandt, 2011)

#### Before every session:

“Try to explore and visualize the left side of your body and perceive it as intense as possible. Imagine and sense your left hand, feel the underground it is lying on. Try to feel every single finger. Be aware of tensions and try to relax your left hand and fingers. Now try to feel your forearm, sense its’ position and let your thoughts wander over the elbow to the upper arm. Try to feel how your muscles relax. Let your thoughts wander over the shoulder and your neck. Try to be conscious of your left arm. All your thoughts are drifting into your body. Leave all distractions behind. Imagine yourself being in a warm and relaxing place.”

#### Example for imagined position:

“Try to imagine clenching your left hand into a fist. Feel your fingers moving and pressing into the palm of your hand. Feel the energy flowing through your left forearm to press your fingers together. Feel the muscle tension in the fingers, the hand and the underarm. Hold this tension in your hand and arm for a moment.”

“Now imagine that your hand opens slowly and lies relaxed on the table again. You feel the relaxation of the muscles in the fingers, the hand and the underarm.”

#### Example for imagined sequence:

“Try to imagine clenching your left hand into a fist. Feel how your fingers press into the palm of your hand. Now imagine pushing apart your fingers from each other as hard as you can. Open your hand until the five fingers are stretched. Feel the tension in the muscles of your fingers, your hand and your forearm. Clench your hand again to a fist and feel the fingers in the palm of your hand. Then open your left hand again and clench it to a fist again. Feel the tension in the muscles of your hand and your underarm. Open and close your left hand a few times with as much strength as possible.”

“Now the hand stays calmly on the table. You feel how the muscles in the fingers, the hand and the arm relax. The hand is also relaxed again.”

#### Example for imagined everyday life sequence:

“Try to imagine how your left hand grasps the apple lying in front of you. You extend your left arm. The elbow straightens. Feel the muscle tension in your arm. Feel how the fingers press around the apple and hold it. Move the apple to your mouth. Feel how the elbow is moving and the forearm is getting up towards your mouth. Feel the rotation in your elbow. Feel the muscle tension in your forearm and the upper arm needed to hold your arm. Your arm feels heavy. Feel the tension in the hand and the fingers so that the apple won’t fall. Hold your arm strongly in this position for a moment.”

“Now move your arm back to the table. The fingers release the apple. Feel the relaxation in the fingers. The muscles of your hand, your forearm and your upper arm are relaxed. The hand rests on the table, the apple lays in front of you again.”