

2026-02

þÿ — μ Æ ± Á ¼ ¿ ³ ® Ä · Â Ã Å ½ μ Ç ¿ Í Â
þÿ ´ ¹ ± ⁰ Á ± ½ ¹ ± ⁰ ® Â ´ ¹ - ³ μ Á Ã · Â (t D C S
þÿ ± Á ¹ Ã Ä μ Á ® · ¼ ¹ ¿ Ç É Á ¹ ⁰ ® À ± Á ± ¼
þÿ À Á ¿ μ ⁰ Ä ¬ Ã μ ¹ Â Ã Ä · ½ μ ⁰ À ± ¹ ´ μ Å Ä

þÿ œ ¿ Å Ã Ä ¬ ⁰ ± , œ ± Á ⁻ ±

þÿ Á Ì ³ Á ± ¼ ¼ ± ¨ Å Ç ¿ » ¿ ³ ⁻ ± Â , £ Ç ¿ » ® • À ¹ Ã Ä · ¼ Î ½ ¥ ³ μ ⁻ ± Â , ± ½ μ À ¹ Ã Ä ® ¼ ¹ ¿ • μ ¬ À ¿

<http://hdl.handle.net/11728/13279>

Downloaded from HEPHAESTUS Repository, Neapolis University institutional repository



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΝΕΑΠΟΛΙΣ ΠΑΦΟΥ

**Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΙΑΚΡΑΝΙΑΚΗΣ
ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ (TDCS) ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΗΜΙΟΧΩΡΙΚΗ
ΠΑΡΑΜΕΛΗΣΗ: ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ
ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ

ΜΟΥΣΤΑΚΑ ΜΑΡΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2026

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΝΕΑΠΟΛΙΣ ΠΑΦΟΥ**

**Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΙΑΚΡΑΝΙΑΚΗΣ
ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ (TDCS) ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΗΜΙΟΧΩΡΙΚΗ
ΠΑΡΑΜΕΛΗΣΗ: ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ
ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ**

**Διπλωματική Εργασία η οποία υποβλήθηκε προς απόκτηση
Μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Εκπαιδευτική Ψυχολογία στο
Πανεπιστήμιο Νεάπολις**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ

ΜΟΥΣΤΑΚΑ ΜΑΡΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2026

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Όνομα επίθετο φοιτητή, έτος κατάθεσης Διπλωματικής Εργασίας

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Πανεπιστημίου Νεάπολις δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου.

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εφαρμογή της συνεχούς διακρανιακής διέγερσης (tDCS) στην αριστερή ημιοχωρική παραμέληση: προεκτάσεις στην εκπαιδευτική ψυχολογία

Διπλωματική Εργασία

Ονοματεπώνυμο Επιβλέπωντος/ουσας Καθηγητή/τριας

Γιογκαράκη Ερασμία

Εξεταστική Επιτροπή

Γιογκαράκη Ερασμία, Κούνδουρου Χριστίνα, Θεοδωράτου Μαρία

Ονοματεπώνυμο Κοσμήτορα

Γεωργίου Στέλιος

Σελίδα Εγκυρότητας

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή/Φοιτήτριας: Μουστάκα Μαρία

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

Η εφαρμογή της συνεχούς διακρανιακής διέγερσης (tDCS) στην αριστερή ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο: κλινικά ευρήματα και προεκτάσεις για την εκπαιδευτική ψυχολογία

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση εξ αποστάσεως μεταπτυχιακού τίτλου στο Πανεπιστήμιο Νεάπολις και εγκρίθηκε στις 11.2.25 από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή:

Πρώτος επιβλέπων (Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφος): Γιογκαράκη Ερασμία, Νευροψυχολόγος

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής: Κούνδουρου Χριστίνα, Ειδική Παιδαγωγός

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής: Θεοδωράτου Μαρία, Ψυχολόγος

Η ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Η Μουστάκα Μαρία, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Η επίδραση της διακρανιακής συνεχούς διέγερσης (tDCS) στην αποκατάσταση της αριστερής ημιοχωρικής παραμέλησης μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο δεξιού ημισφαιρίου: συστηματική ανασκόπηση», αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει, έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Η Δηλούσα

Μουστάκα Μαρία

Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Ερασμία Γιογκαράκη, για τις πολύτιμες συμβουλές και την άμεση καθοδήγηση της. Η ανατροφοδότηση και οι συμβουλές που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας, συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωσή της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αριστερή ημιοχωρική παραμέληση (ΗΠ) αποτελεί συχνή και κλινικά επιβαρυντική συνέπεια αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (ΑΕΕ) δεξιού ημισφαιρίου, με σημαντικό αντίκτυπο στη λειτουργικότητα των ατόμων και στην αποκατάσταση. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής ήταν η συστηματική σύνθεση της διαθέσιμης τεκμηρίωσης σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διακρανιακής συνεχούς διέγερσης (transcranial direct current stimulation, tDCS) στη θεραπεία της ΗΠ μετά από δεξιό ΑΕΕ. Η ανασκόπηση σχεδιάστηκε σύμφωνα με το PRISMA 2020 και το ερώτημα διατυπώθηκε βάσει PICO. Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις βάσεις PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, PsycINFO και Cochrane CENTRAL, με συμπληρωματική αναζήτηση στο Google Scholar. Η τελευταία αναζήτηση ολοκληρώθηκε στις 09/01/2026 και το χρονικό εύρος κάλυπτε την περίοδο 2003–2026. Συμπεριλήφθηκαν παρεμβατικές κλινικές μελέτες σε ενήλικες με δεξιό ΑΕΕ και τεκμηριωμένη αριστερή ΗΠ, όπου εφαρμόστηκε tDCS (μονόπλευρη ή αμφίπλευρη, διάφορες πολικότητες/παράμετροι) έναντι sham ή/και συνήθους αποκατάστασης/εναλλακτικού πρωτοκόλλου, με εκβάσεις σε κλασικές δοκιμασίες παραμέλησης (π.χ. line bisection, cancellation tests, Behavioural Inattention Test) και/ή οικολογικά/λειτουργικά μέτρα (π.χ. Catherine Bergego Scale, δείκτες ADLs), καθώς και καταγραφή ανεπιθύμητων ενεργειών. Η επιλογή, εξαγωγή δεδομένων και σύνθεση πραγματοποιήθηκαν από έναν αξιολογητή. Ο κίνδυνος μεροληψίας αξιολογήθηκε με RoB 2 και η βεβαιότητα της τεκμηρίωσης με GRADE, ενώ λόγω ετερογένειας εφαρμόστηκε αφηγηματική σύνθεση. Συνολικά, συμπεριλήφθηκαν έξι πρωτογενείς μελέτες παρέμβασης (RCTs και ελεγχόμενες cross-over δοκιμές), ενώ

δευτερογενείς ανασκοπήσεις χρησιμοποιήθηκαν συμπληρωματικά ως επιστημονικό πλαίσιο. Τα ευρήματα υποδεικνύουν βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις σε νευροψυχολογικές δοκιμασίες παραμέλησης, ιδίως σε ασθενείς στην υποξεία φάση και όταν η tDCS συνδυάζεται με οργανωμένη αποκατάσταση/εκπαίδευση, ενώ τα αποτελέσματα στη χρόνια φάση είναι λιγότερο σταθερά. Η μεταφορά του οφέλους σε λειτουργικές εκβάσεις και η διατήρηση σε follow-up παραμένουν αβέβαιες. Η tDCS αναφέρθηκε γενικά ως ασφαλής και καλά ανεκτή, με κυρίως ήπιες, παροδικές ανεπιθύμητες ενέργειες. Ο RoB 2 ανέδειξε κυρίως «κάποιες ανησυχίες» και το GRADE κατέταξε τη βεβαιότητα ως χαμηλή έως πολύ χαμηλή για τις περισσότερες εκβάσεις, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για μεγαλύτερες, τυποποιημένες RCTs με οικολογικά έγκυρα αποτελέσματα και μακροχρόνια παρακολούθηση. Σε μεταφραστικό επίπεδο, το πρότυπο αυτό συνάδει με τη διερεύνηση της tDCS ως πιθανής συμπληρωματικής τεχνικής ενίσχυσης δομημένων ψυχοεκπαιδευτικών παρεμβάσεων σε νευροαναπτυξιακά πεδία, κυρίως στην αναπτυξιακή δυσλεξία και πιο επιφυλακτικά στη ΔΕΠΥ, αν και τα σχετικά δεδομένα παραμένουν ετερογενή και δεν επαρκούν για αυτόνομες κλινικές συστάσεις.

Λέξεις-κλειδιά: διακρανιακή συνεχής διέγερση, tDCS, ημιοχωρική παραμέληση, αριστερή παραμέληση, δεξιό ημισφαίριο, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αποκατάσταση, μη επεμβατική νευροδιέγερση

ABSTRACT

Left hemispatial neglect (HN) is a common and clinically burdensome consequence of right-hemisphere stroke, with a substantial impact on individuals' functional independence and rehabilitation outcomes. The aim of this thesis was to systematically synthesize the available evidence on the effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) in the treatment of HN following right-hemisphere stroke. The review was designed in accordance with PRISMA 2020, and the research question was formulated using the PICO framework. Searches were conducted in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, PsycINFO, and Cochrane CENTRAL, with a supplementary search in Google Scholar. The last search was completed on 09/01/2026, covering the period 2003–2026.

Interventional clinical studies were included if they involved adults with right-hemisphere stroke and confirmed left HN, applied tDCS (unilateral or bilateral, with varying polarities/parameters) compared with sham and/or usual care/alternative protocols, and reported outcomes on standard neglect assessments (e.g., line bisection, cancellation tests, Behavioural Inattention Test) and/or ecological/functional measures (e.g., Catherine Bergego Scale, indices of activities of daily living), as well as adverse events. Study selection, data extraction, and synthesis were conducted by a single reviewer. Risk of bias was assessed using RoB 2, and certainty of the evidence using GRADE; due to heterogeneity, a narrative synthesis was performed.

Overall, six primary interventional studies (RCTs and controlled cross-over trials) were included, while secondary reviews were used supplementarily to provide scientific

context. The findings suggest short-term improvements on neuropsychological neglect measures, particularly in patients in the subacute phase and when tDCS is combined with structured rehabilitation/training, whereas results in the chronic phase are less consistent. Transfer of benefit to functional outcomes and maintenance at follow-up remain uncertain. tDCS was generally reported as safe and well tolerated, with mostly mild, transient adverse effects. RoB 2 ratings indicated predominantly “some concerns,” and GRADE judged the certainty of evidence as low to very low for most outcomes, highlighting the need for larger, standardized RCTs with ecologically valid endpoints and long-term follow-up. At a translational level, this pattern is consistent with the investigation of tDCS as a possible adjunct to structured psychoeducational interventions in neurodevelopmental conditions, particularly developmental dyslexia and, more cautiously, ADHD; however, the respective evidence remains heterogeneous and insufficient for stand-alone clinical recommendations.

Keywords: transcranial direct current stimulation; tDCS; hemispatial neglect; left neglect; right hemisphere; stroke; rehabilitation; non-invasive brain stimulation

Πίνακας Περιεχομένων

Τίτλος εργασίας.....	4
Σελίδα Εγκυρότητας	5
Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη.....	7
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή & Θεωρητικό μέρος.....	13
1.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο	17
1.2.1 Αριστερή ημιοχωρική/οπτικοχωρική παραμέληση.....	17
1.2.2 Κλινική Αξιολόγηση της αριστερής ημιοχωρικής παραμέλησης.....	19
1.2.3 Αποκατάσταση της αριστερής ημιοχωρικής/οπτικοχωρικής παραμέλησης.....	20
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία, Αποτελέσματα, Συζήτηση, Περιορισμοί και Συμπεράσματα..	26
2.1 Μεθοδολογία.....	26
2.1.1 Υλικά και Μέθοδοι.....	26
2.1.2 Κριτήρια επιλεξιμότητας.....	27
2.1.3 Ταυτοποίηση και επιλογή μελετών.....	28
2.1.4 Εξαγωγή δεδομένων.....	29
2.1.5 Κίνδυνος μεροληψίας και αξιολόγηση μεθοδολογικής ποιότητας.....	30
2.1.6 Σύνθεση δεδομένων.....	32
2.1.7 Βεβαιότητα τεκμηρίωσης.....	32
2.1.8 Δεοντολογία.....	33
2.2. Αποτελέσματα.....	34
2.3 Συζήτηση.....	51
2.3.1 Εκπαιδευτικές προεκτάσεις και ψυχοεκπαιδευτικές εφαρμογές της tDCS.....	57
2.3.2 Περιορισμοί.....	59
2.3.3 Μελλοντική έρευνα και Προεκτάσεις.....	61
2.4 Συμπεράσματα.....	62

Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	65
------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ & ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.Εισαγωγή

Η ημιοχωρική παραμέληση, και ειδικότερα η αριστερή ημιοχωρική παραμέληση (ΗΠ), αποτελεί μία από τις πιο επιβαρυντικές νευροψυχολογικές διαταραχές μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) του δεξιού ημισφαιρίου. Χαρακτηρίζεται από μειωμένη ή αποτυχημένη αντίχνευση, προσοχή και ανταπόκριση σε ερεθίσματα του αριστερού ημιχώρου, παρά τη σχετική διατήρηση της πρωτογενούς αισθητικότητας. Η ΗΠ συνδέεται με αυξημένη λειτουργική αναπηρία, μεγαλύτερη διάρκεια νοσηλείας, αυξημένο κίνδυνο πτώσεων, χαμηλότερα ποσοστά λειτουργικής αποκατάστασης και δυσκολότερη επανένταξη στην καθημερινή ζωή (Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021; Durfee & Hillis, 2023), γεγονός που καθιστά την έγκαιρη αναγνώριση και την αποτελεσματική αντιμετώπισή της κλινική προτεραιότητα.

Σημαντικό είναι ότι η παραμέληση δεν αποτελεί ενιαίο φαινόμενο, αλλά σύνδρομο με ετερογένεια ως προς το «τι» παραμελείται και «σε ποιο πλαίσιο». Σε επίπεδο κλινικής εικόνας, περιγράφονται υποτύποι όπως: (α) οπτικοχωρική παραμέληση (ερεθίσματα στον χώρο), (β) σωματική παραμέληση (ερεθίσματα που αφορούν το ίδιο το σώμα, π.χ. αμέλεια αριστερού άκρου), (γ) παραμέληση ανάλογα με την «κλίμακα» χώρου (περιπροσωπικός/μακρινός χώρος), (δ) διακριτές μορφές ως προς το πλαίσιο αναφοράς, όπως εγωκεντρική (παραμέληση του αριστερού μέρους του χώρου σε σχέση με το σώμα)

έναντι αλλοκεντρικής (παραμέληση του αριστερού μέρους των ίδιων των αντικειμένων), και (ε) φαινόμενα που συχνά συνυπάρχουν όπως αισθητηριακή απόσβεση (extinction), νοσοαγνωσία (anosognosia) ή/και διαταραχές της σωματογνωσίας. Η θεωρητική και κλινική αποσαφήνιση αυτών των υποτύπων έχει πρακτική σημασία, διότι επηρεάζει τόσο την επιλογή εργαλείων αξιολόγησης όσο και την ερμηνεία της ανταπόκρισης σε παρεμβάσεις αποκατάστασης (Husain & Rorden, 2003; Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021). Η κλινική αξιολόγηση και τα βασικά εργαλεία μέτρησης της ΗΠ παρουσιάζονται αναλυτικά στο θεωρητικό μέρος, σε ξεχωριστή υποενότητα.

Σε νευροανατομικό και δικτυακό επίπεδο, η ΗΠ ερμηνεύεται μέσα από διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ του ραχιαίου δικτύου προσοχής (dorsal attention network, DAN: βρεγματικός φλοιός, μετωπιαίος οφθαλμικός φλοιός) και του κοιλιακού δικτύου προσοχής (ventral attention network, VAN: κροταφοβρεγματική συμβολή, κάτω μετωπιαίος φλοιός). Μετά από βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο μπορεί να εμφανιστεί διαημισφαιρική ασυμμετρία με σχετική υπεροχή του αριστερού ημισφαιρίου, οδηγώντας σε παθολογική μετατόπιση της προσοχής προς τα δεξιά. Η αποκατάσταση της ισορροπίας μεταξύ των δύο ημισφαιρίων θεωρείται κεντρικός μηχανισμός για τη βελτίωση του συνδρόμου (Husain & Rorden, 2003; Gammeri et al., 2020).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι μη επεμβατικές τεχνικές νευροδιέγερσης στοχεύουν στη ρύθμιση της φλοιϊκής διεγερσιμότητας και της δικτυακής συνδεσιμότητας. Η διακρανιακή συνεχής διέγερση (transcranial direct current stimulation, tDCS) εφαρμόζει ασθενές συνεχές ρεύμα (συνήθως 1–2 mA για 10–30 λεπτά) και μπορεί να επιφέρει LTP/LTD-όμοιες μεταβολές στη διεγερσιμότητα του φλοιού. Στην αριστερή ΗΠ έχουν προταθεί: (α) ανοδική tDCS στον ομόπλευρο (ipsilesional) δεξιό οπίσθιο βρεγματικό φλοιό για ενίσχυση

των δεξιών δικτύων προσοχής, (β) καθοδική tDCS στον αριστερό βρεγματικό φλοιό για μείωση της υπερδραστηριότητας του «μη προσβεβλημένου» ημισφαιρίου, και (γ) διπλευρικά πρωτόκολλα που συνδυάζουν τους δύο μηχανισμούς (Hummel & Cohen, 2006; Sparing et al., 2009; Cazzoli et al., 2013; Miniussi et al., 2008). Η νευροτροποποίηση συχνά συνδυάζεται με στοχευμένα προγράμματα αποκατάστασης (π.χ. οπτική σάρωση, εκπαίδευση προσοχής, προσαρμογή κατόπτρου), καθώς η επαγόμενη πλαστικότητα είναι κατά κανόνα εξαρτώμενη από το εκτελούμενο έργο (Carter & Barrett, 2023).

Η βιβλιογραφία της τελευταίας δεκαετίας, αν και ετερογενής, συγκλίνει στο ότι η tDCS μπορεί να επιφέρει θετικά, αλλά συχνά μη μόνιμα, αποτελέσματα όταν εφαρμόζεται ως συμπληρωματική παρέμβαση σε οργανωμένα προγράμματα αποκατάστασης. Συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-ανάλυσεις για τη μη επεμβατική νευροδιέγερση στην ΗΠ (Salazar et al., 2018; Kashiwagi et al., 2018; González-Rodríguez et al., 2022), καθώς και ευρύτερες ανασκοπήσεις για την αποκατάσταση της ΗΠ (Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021; Carter & Barrett, 2023), δείχνουν κατά μέσο όρο βελτίωση σε τυπικές δοκιμασίες και σε λειτουργικές εκβάσεις, αλλά με σημαντική ετερογένεια στα πρωτόκολλα (μοντάζ, ένταση και διάρκεια ρεύματος, αριθμός συνεδριών, χρονικό στάδιο μετά το ΑΕΕ) και με περιορισμένα ευρήματα ως προς τη διατήρηση των ωφελειών σε μακροχρόνια παρακολούθηση.

Με βάση τα παραπάνω, αναδεικνύεται η ανάγκη για συστηματική σύνθεση των διαθέσιμων κλινικών δεδομένων σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της tDCS στην αριστερή ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό ΑΕΕ, με ιδιαίτερη έμφαση στο ποιες παραμετρικές επιλογές (μοντάζ, ένταση, διάρκεια και αριθμός συνεδριών,

χρονισμός ως προς το στάδιο αποκατάστασης) συνδέονται με μεγαλύτερη βελτίωση, στο κατά πόσο διαρκούν τα αποτελέσματα και στο ποιοι κλινικοί ή μεθοδολογικοί παράγοντες ενδέχεται να εξηγούν αποκλίσεις στα ευρήματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί, μέσω συστηματικής ανασκόπησης τυχαιοποιημένων και άλλων ελεγχόμενων παρεμβατικών μελετών, η εφαρμογή της tDCS στην αριστερή ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό ΑΕΕ, με εστίαση τόσο στην αποτελεσματικότητα όσο και στην ασφάλειά της.

Παράλληλα, η παρούσα εργασία αναγνωρίζει και μια ευρύτερη μεταφραστική διάσταση της tDCS για την εκπαιδευτική ψυχολογία. Παρότι η ημιοχωρική παραμέληση μετά από ΑΕΕ και οι νευροαναπτυξιακές δυσκολίες δεν αποτελούν άμεσα συγκρίσιμες κλινικές κατηγορίες, η βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι κοινές αρχές, όπως η τροποποίηση της φλοιϊκής διεγερσιμότητας, η δικτυακή ρύθμιση της προσοχής και η εξάρτηση του αποτελέσματος από το ταυτόχρονα εκτελούμενο έργο, έχουν οδηγήσει στη διερεύνηση της tDCS και σε πεδία όπως η αναπτυξιακή δυσλεξία και η ΔΕΠΥ. Η διερεύνηση αυτή δεν τεκμηριώνει ακόμη καθιερωμένες εκπαιδευτικές εφαρμογές, αλλά προσφέρει ένα χρήσιμο πλαίσιο κατανόησης της tDCS ως πιθανής συμπληρωματικής τεχνικής που ενδέχεται να ενισχύει στοχευμένες ψυχοεκπαιδευτικές παρεμβάσεις όταν εφαρμόζεται με αυστηρά κλινικά και ερευνητικά κριτήρια (Costanzo et al., 2019; Mirahadi et al., 2023; Nejati et al., 2025; Wang et al., 2023; Westwood et al., 2023; Zhang et al., 2025).

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές θεωρητικές έννοιες για την ΗΠ, συμπεριλαμβανομένων των υποτύπων της, της κλινικής εικόνας, των εργαλείων αξιολόγησης και των καθιερωμένων θεραπευτικών προσεγγίσεων. Επιπλέον, στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται οι αρχές και τα πρωτόκολλα της tDCS και συναφών τεχνικών μη

επεμβατικής νευροδιέγερσης. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης. Επίσης, στο δεύτερο κεφάλαιο συζητούνται τα ευρήματα σε σχέση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, οι κλινικές προεκτάσεις, οι περιορισμοί και οι κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

1.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

1.2.1 Αριστερή ημιοχωρική/οπτικοχωρική παραμέληση

Η (ημι)χωρική παραμέληση (ΗΠ) αποτελεί συχνή νευροψυχολογική διαταραχή μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ιδιαίτερα μετά από βλάβες του δεξιού ημισφαιρίου, και χαρακτηρίζεται από επίμονη δυσκολία ή αποτυχία προσανατολισμού της προσοχής, αντίχνευσης, αναζήτησης ή/και ανταπόκρισης σε ερεθίσματα που εμφανίζονται στον αντίθετο ημιχώρο (συχνότερα αριστερά), παρά τη σχετική διατήρηση της πρωτογενούς αισθητικότητας (Husain & Rorden, 2003; Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021; Durfee & Hillis, 2023). Κλινικά, η ΗΠ δεν αποτελεί ένα ενιαίο φαινόμενο αλλά ένα ετερογενές σύνδρομο που μπορεί να εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές και να συνυπάρχει με άλλες διαταραχές, γεγονός που επηρεάζει τόσο την αξιολόγηση όσο και την αποκατάσταση. Ενδεικτικά, μπορεί να αφορά τον εξωτερικό χώρο (οπτικοχωρική παραμέληση), να εκδηλώνεται ως προσωπική παραμέληση με αμέλεια του αριστερού μέρους του σώματος, να διαφοροποιείται ανάλογα με το αν κυριαρχούν συμπτώματα στον περιπροσωπικό ή στον μακρινό χώρο, καθώς και να εκφράζεται ως εγωκεντρική παραμέληση (σε σχέση με το σώμα/το βλέμμα) ή αλλοκεντρική παραμέληση (σε σχέση με το ίδιο το αντικείμενο, π.χ. παράλειψη της αριστερής πλευράς των αντικειμένων)

(Husain & Rorden, 2003; Gammeteri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021). Συχνά παρατηρούνται επίσης φαινόμενα όπως η αισθητηριακή απόσβεση (extinction), όπου αριστερά ερεθίσματα ανιχνεύονται όταν παρουσιάζονται μόνα τους αλλά “χάνονται” όταν παρουσιαστούν ταυτόχρονα με δεξιά ερεθίσματα, καθώς και μειωμένη επίγνωση ελλείμματος, στοιχεία που μπορούν να δυσχεράνουν τη συμμόρφωση και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

Σε νευρωνικό επίπεδο, η ΗΠ ερμηνεύεται ολόένα και περισσότερο ως διαταραχή δικτύων προσοχής και της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ ημισφαιρίων. Κεντρικό ρόλο έχουν το ραχιαίο δίκτυο προσοχής (dorsal attention network, DAN), που περιλαμβάνει περιοχές όπως η ενδοβρεγματική αύλακα (intraparietal sulcus, IPS) και τα μετωπιαία οπτικά πεδία (frontal eye fields, FEF) και υποστηρίζει την εκούσια, στοχοκατευθυνόμενη κατεύθυνση της προσοχής, και το κοιλιακό δίκτυο προσοχής (ventral attention network, VAN), με περιοχές όπως η κροταφοβρεγματική συμβολή (temporoparietal junction, TPJ) και η κατώτερη μετωπιαία έλικα (inferior frontal gyrus, IFG), το οποίο σχετίζεται με την ανίχνευση προεξέχοντων ερεθισμάτων στον χώρο και την ανακατεύθυνση της προσοχής (Husain & Rorden, 2003; Gammeteri et al., 2020; Carter & Barrett, 2023). Το μοντέλο διημισφαιρικής ανισορροπίας/ανταγωνισμού προτείνει ότι μετά από δεξιά ημισφαιρική βλάβη μειώνεται η λειτουργική συμβολή του δεξιού δικτύου και αναδύεται σχετική υπεροχή του αριστερού ημισφαιρίου, οδηγώντας σε παθολογική μετατόπιση της προσοχής προς τα δεξιά· συνεπώς, η θεραπευτική στόχευση μπορεί να αφορά είτε την ενίσχυση των δεξιών δικτύων είτε τη μείωση της υπερδραστηριότητας του αριστερού ημισφαιρίου, με στόχο την αποκατάσταση της ισορροπίας (Husain & Rorden, 2003; Gammeteri et al., 2020; Carter & Barrett, 2023).

1.2.2 Κλινική αξιολόγηση της αριστερής ημιοχωρικής παραμέλησης

Η αξιολόγηση της ΗΠ βασίζεται σε συνδυασμό τυπικών νευροψυχολογικών δοκιμασιών και οικολογικών εργαλείων, ώστε να καταγράφεται τόσο η επίδοση σε ελεγχόμενες συνθήκες όσο και ο πραγματικός λειτουργικός αντίκτυπος στην καθημερινή ζωή (Husain & Rorden, 2003; Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021). Στο Line Bisection Test (LBT) ο/η ασθενής καλείται να σημειώσει το μέσο μιας οριζόντιας γραμμής ή πολλών γραμμών διαφορετικού μήκους, και σε αριστερή παραμέληση παρατηρείται συχνά δεξιόστροφη απόκλιση, δηλαδή το “μέσο” τοποθετείται πιο δεξιά από το πραγματικό. Οι δοκιμασίες ακύρωσης (cancellation tests), όπως το Bells Test ή το Star Cancellation, απαιτούν ενεργητική οπτική αναζήτηση στόχων μέσα σε πλήθος αποσπαστικών ερεθισμάτων και “ακύρωση” των στόχων (κύκλωμα/διαγραφή), με την παραμέληση να εκδηλώνεται ως παραλείψεις κυρίως στην αριστερή πλευρά, δεξιόπλευρη μεροληψία έναρξης ή διατήρησης της σάρωσης και συχνά μειωμένη συστηματικότητα στην αναζήτηση. Συμπληρωματικά χρησιμοποιούνται δοκιμασίες αντιγραφής/σχεδίασης ή αναγνωστικές εργασίες, όπου μπορεί να εμφανίζονται παραλείψεις της αριστερής πλευράς σχημάτων ή αντικειμένων, ειδικά όταν υπάρχει αλλοκεντρική συνιστώσα. Παράλληλα, η Catherine Bergego Scale (CBS) αποτελεί χαρακτηριστικό οικολογικό εργαλείο που βασίζεται σε παρατήρηση της συμπεριφοράς σε δραστηριότητες καθημερινής ζωής (π.χ. περιποίηση, ένδυση, προσανατολισμός και ασφάλεια στη μετακίνηση) και επιτρέπει την αποτίμηση του λειτουργικού βάρους της διαταραχής, το οποίο δεν αποτυπώνεται πάντα πλήρως στα τεστ χαρτί-μολύβι (Husain & Rorden, 2003; Gammeri et al., 2020).

Επιπρόσθετα, αξίζει να αναφερθεί ότι έχει προταθεί η χρήση δομημένων διαδικασιών λειτουργικής παρατήρησης, όπως το Kessler Foundation Neglect Assessment Process (KF-NAP), το οποίο οργανώνει την κλινική αξιολόγηση της παραμέλησης μέσα από τυποποιημένη παρατήρηση της συμπεριφοράς σε καθημερινές δραστηριότητες και μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς τη CBS για την ποσοτικοποίηση της οικολογικής βαρύτητας (Chen et al., 2012). Η ενσωμάτωση τέτοιων διαδικασιών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στη βελτίωση σε paper-and-pencil δοκιμασίες και στη λειτουργική μεταφορά των κερδών στην καθημερινότητα.

1.2.3 Αποκατάσταση της αριστερής ημιοχωρικής/οπτικοχωρικής παραμέλησης

Η αποκατάσταση της ΗΠ περιλαμβάνει ένα φάσμα συμπεριφορικών/γνωσιακών παρεμβάσεων, οι οποίες στοχεύουν είτε (α) στη συστηματική εκπαίδευση στρατηγικών εξερεύνησης και κατεύθυνσης της προσοχής προς τα αριστερά (π.χ. οπτική σάρωση, cueing και εκπαίδευση προσοχής), είτε (β) στην αναπροσαρμογή χωρικών πλαισίων αναφοράς και στη μείωση της δεξιόπλευρης μεροληψίας (π.χ. προσαρμογή πρίσματος), είτε (γ) στη διευκόλυνση της αριστερής πλευράς μέσω σωματοαισθητικών/κινητικών χειρισμών (π.χ. ενεργοποίηση άκρου, τεχνικές που ενισχύουν την αριστερή πλευρά του σώματος/χώρου). Η επιλογή και ο συνδυασμός των τεχνικών αυτών επηρεάζεται από τον υπότυπο της παραμέλησης, το στάδιο μετά το ΑΕΕ και το κατά πόσο το έλλειμμα

μεταφράζεται σε λειτουργική αναπηρία στην καθημερινή ζωή (Gammeri et al., 2020; Tavaszi et al., 2021; Carter & Barrett, 2023).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι μη επεμβατικές τεχνικές νευροδιέγερσης προτείνονται ως συμπληρωματικές παρεμβάσεις που μπορούν να τροποποιήσουν τη φλοιϊκή διεγερσιμότητα και τη λειτουργική συνδεσιμότητα των δικτύων προσοχής. Η διακρανιακή συνεχής διέγερση (transcranial direct current stimulation, tDCS) εφαρμόζει ασθενές συνεχές ρεύμα μέσω ηλεκτροδίων στο τριχωτό της κεφαλής, συνήθως 1–2 mA για 10–30 λεπτά, και μπορεί να διευκολύνει μεταβολές διεγερσιμότητας τύπου LTP/LTD-όμοιων μηχανισμών, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με ενεργό θεραπευτικό έργο (Hummel & Cohen, 2006; Miniussi et al., 2008; Cazzoli et al., 2013). Στην αποκατάσταση της ΗΠ έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα, όπως ανοδική (anodal) tDCS στον δεξιό βρεγματικό φλοιό (συνήθως σε θέσεις τύπου P4) με στόχο την ενίσχυση των δεξιών δικτύων προσοχής, καθοδική (cathodal) tDCS στον αριστερό βρεγματικό φλοιό (π.χ. P3) για μείωση της υπερδραστηριότητας του άθικτου ημισφαιρίου, καθώς και αμφίπλευρα σχήματα (π.χ. P4 anodal–P3 cathodal) που στοχεύουν ταυτόχρονα και στους δύο μηχανισμούς (Sparing et al., 2009; Cazzoli et al., 2013).

Κλινικά, η tDCS εφαρμόζεται συχνά μαζί με προγράμματα αποκατάστασης όπως οπτική σάρωση, εκπαίδευση προσοχής ή προσαρμογή πρίσματος, καθώς η επαγόμενη πλαστικότητα θεωρείται σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενη από το εκτελούμενο έργο, με τη διέγερση να “προετοιμάζει” τα δίκτυα και την εκπαίδευση να αξιοποιεί λειτουργικά αυτό το παράθυρο πλαστικότητας (Carter & Barrett, 2023). Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι η διέγερση μπορεί να λειτουργεί ως «νευροφυσιολογικό priming», αυξάνοντας την πιθανότητα το θεραπευτικό έργο (π.χ. επαναλαμβανόμενη σάρωση προς τα αριστερά ή

απαιτήσεις ανακατεύθυνσης προσοχής) να οδηγήσει σε πιο σταθερές αλλαγές στη δικτυακή λειτουργία. Επιπλέον, ο συνδυασμός tDCS με συμπεριφορική εκπαίδευση θεωρείται ότι μπορεί να ευνοεί τη γενίκευση των κερδών από τις δοκιμασίες “χαρτί-μολύβι” προς πιο οικολογικές/λειτουργικές εκβάσεις, αν και η τεκμηρίωση παραμένει ετερογενής και εξαρτάται από τις παραμέτρους διέγερσης, το στάδιο μετά το ΑΕΕ και το είδος της παράλληλης αποκατάστασης.

Ως προς την ασφάλεια, οι πιο συχνές ανεπιθύμητες ενέργειες που αναφέρονται είναι ήπιες, όπως παραισθησίες ή κνησμός στο σημείο εφαρμογής, ερύθημα και ήπια κεφαλαλγία, ενώ σοβαρές ανεπιθύμητες είναι σπάνιες στις συνήθεις θεραπευτικές παραμέτρους (Cazzoli et al., 2013; González-Rodríguez et al., 2022). Συνολικά, πιλοτικές τυχαιοποιημένες και ελεγχόμενες μελέτες έχουν αναφέρει βελτιώσεις σε κλασικές δοκιμασίες όπως LBT και cancellation tests, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζονται αμφίπλευρα πρωτόκολλα ή όταν η tDCS συνδυάζεται με εκπαίδευση, αν και η ετερογένεια των πρωτοκόλλων, τα μικρά δείγματα και οι διαφορές στο στάδιο μετά το ΑΕΕ περιορίζουν την οριστική συμπερασματολογία (Bang & Bong, 2015; Smit et al., 2015; Yi et al., 2016; Salazar et al., 2018; Kashiwagi et al., 2018; González-Rodríguez et al., 2022; Zhao et al., 2023). Οι συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις συγκλίνουν σε θετική τάση για τη μη επεμβατική νευροδιέγερση στην ΗΠ, αλλά υπογραμμίζουν την ανάγκη για μεθοδολογικά ισχυρότερες δοκιμές, καλύτερη τυποποίηση παραμέτρων (μοντάζ, ένταση, διάρκεια, αριθμός συνεδριών) και σαφέστερη τεκμηρίωση της διατήρησης των αποτελεσμάτων σε βάθος χρόνου, ώστε να οριστούν με μεγαλύτερη βεβαιότητα οι βέλτιστες κλινικές πρακτικές (Salazar et al., 2018; Kashiwagi et al., 2018; González-Rodríguez et al., 2022; Carter & Barrett, 2023).

1.2.4 Ευρύτερες εφαρμογές της tDCS και προεκτάσεις στην εκπαιδευτική ψυχολογία

Πέρα από τη νευρολογική αποκατάσταση, η tDCS έχει μελετηθεί τα τελευταία χρόνια και σε νευροαναπτυξιακά πλαίσια που ενδιαφέρουν άμεσα την εκπαιδευτική ψυχολογία, κυρίως ως πιθανή συμπληρωματική παρέμβαση για την ενίσχυση της μάθησης και της γνωστικής αποκατάστασης. Η λογική αυτής της εφαρμογής δεν είναι ότι η διέγερση λειτουργεί ως αυτόνομη «θεραπεία», αλλά ότι μπορεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις να τροποποιεί τη φλοιϊκή διεγερσιμότητα και να διευκολύνει τη νευροπλαστικότητα κατά τη διάρκεια στοχευμένων εκπαιδευτικών ή ψυχοεκπαιδευτικών προγραμμάτων. Η μεταφραστική αυτή προσέγγιση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή μετατοπίζει το βάρος από τη διέγερση καθαυτή προς τον συνδυασμό της με ενεργό μαθησιακό έργο, δηλαδή προς μια λογική “συμπληρωματικής” και όχι αυτόνομης παρέμβασης (Nejati et al., 2025; Mirahadi et al., 2023).

Η πιο συνεκτική σχετική βιβλιογραφία αφορά την αναπτυξιακή δυσλεξία. Πρώιμες κλινικές δοκιμές έδειξαν ότι η αριστερή ανοδική/δεξιά καθοδική tDCS σε βρεγματοκροταφικές περιοχές μπορεί να επηρεάσει πολικότητα-εξαρτώμενα ορισμένες πτυχές της ανάγνωσης, όπως τα λάθη στην ανάγνωση κειμένου. Στη συνέχεια, πολυσυνεδριακά sham-controlled πρωτόκολλα σε συνδυασμό με reading training έδειξαν βελτιώσεις σε μη-λέξεις, λέξεις χαμηλής συχνότητας και δείκτες αναγνωστικής αποδοτικότητας, με ορισμένα οφέλη να διατηρούνται σε follow-up ενός έως και έξι μηνών. Αντίστοιχα, νεότερες μελέτες που συνδύασαν tDCS με εκπαίδευση φωνολογικής

επίγνωσης κατέγραψαν βελτίωση στη μη-λεξική ανάγνωση και στη φωνολογική επίγνωση, υποστηρίζοντας ότι η τεχνική ενδέχεται να λειτουργεί πιο αποτελεσματικά όταν “κουμπώνει” πάνω σε μια δομημένη γλωσσική παρέμβαση. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα ευρήματα ομοιόμορφα θετικά: σε νεότερη τυχαιοποιημένη μελέτη του 2025, το phonological awareness training βελτίωσε rapid automatized naming και verbal short-term memory, αλλά η προσθήκη anodal tDCS δεν προσέφερε επιπλέον όφελος στις συγκεκριμένες λειτουργίες. Συνεπώς, στη δυσλεξία η βιβλιογραφία είναι μεν πιο ενθαρρυντική από ό,τι σε άλλα εκπαιδευτικά πεδία, αλλά παραμένει ετερογενής ως προς τις παραμέτρους, τις εκβάσεις και τη γενίκευση του αποτελέσματος (Battisti et al., 2022; Costanzo et al., 2016a, 2016b, 2019; Mirahadi et al., 2023, 2025; Nejati et al., 2025).

Στη ΔΕΠΥ, η εικόνα είναι πιο συγκρατημένη. Η tDCS έχει εφαρμοστεί κυρίως με στόχευση προμετωπιαίων περιοχών που σχετίζονται με την προσοχή, την αναστολή και τον εκτελεστικό έλεγχο, όπως ο αριστερός ραχιοπλάγιος προμετωπιαίος φλοιός, ο δεξιός inferior frontal gyrus και ο δεξιός orbitofrontal cortex. Ορισμένες τυχαιοποιημένες μελέτες αναφέρουν μικρά έως μέτρια, περισσότερο στοχο-ειδικά αποτελέσματα σε γνωστικά μέτρα, ενώ άλλες, και ιδίως μεγαλύτερες αυστηρά σχεδιασμένες sham-controlled δοκιμές, δεν έδειξαν σαφή υπεροχή της ενεργού διέγερσης στα συνολικά συμπτώματα ή στη γενική γνωστική επίδοση. Αντίστοιχα, πρόσφατη μετα-ανάλυση σε παιδιά και εφήβους με ΔΕΠΥ κατέληξε ότι, παρότι δεν τεκμηριώνεται σημαντική βελτίωση στα συνολικά κλινικά συμπτώματα, μπορεί να υπάρχουν μικρά οφέλη στην attention και την inhibitory control υπό ορισμένες παραμέτρους διέγερσης. Για τον λόγο αυτό, από την οπτική της εκπαιδευτικής ψυχολογίας, η tDCS στη ΔΕΠΥ θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ακόμη πειραματική και συμπληρωματική προσέγγιση και όχι ως τεκμηριωμένη εκπαιδευτική ή

κλινική πρακτική ρουτίνας (Krauel et al., 2025; Wang et al., 2023; Westwood et al., 2023; Zhang et al., 2025).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΪ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

2. Μεθοδολογία

2.1.1 Υλικά και Μέθοδοι

Η παρούσα εργασία σχεδιάστηκε ως συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της διακρανιακής συνεχούς διέγερσης (tDCS) στην αποκατάσταση της αριστερής ημιοχωρικής/οπτικοχωρικής παραμέλησης μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο δεξιού ημισφαιρίου και ακολουθήθηκε η λογική αναφοράς PRISMA 2020.

Το ερευνητικό ερώτημα διατυπώθηκε με βάση το πλαίσιο PICO, με πληθυσμό ενήλικες ασθενείς με δεξιό ΑΕΕ και τεκμηριωμένη αριστερή παραμέληση, παρέμβαση οποιοδήποτε κλινικά εφαρμοσμένο πρωτόκολλο tDCS (μονόπλευρο ή αμφίπλευρο, οποιασδήποτε πολικότητας, έντασης, διάρκειας και αριθμού συνεδριών), σύγκριση sham/ψευδοδιέγερση ή/και συνήθη αποκατάσταση ή εναλλακτικό ενεργό πρωτόκολλο, και εκβάσεις τόσο σε τυπικές νευροψυχολογικές δοκιμασίες παραμέλησης (π.χ. line bisection, cancellation tests, Behavioural Inattention Test) όσο και σε οικολογικά/λειτουργικά μέτρα (π.χ. Catherine Bergego Scale, δείκτες ADLs), με καταγραφή ανεπιθύμητων ενεργειών και, όπου υπήρχε, παρακολούθηση (follow-up).

2.1.2 Κριτήρια επιλεξιμότητας

Για λόγους τυποποίησης στη σύνθεση, ως υποξεία φάση ορίστηκε το χρονικό διάστημα από περίπου 7 ημέρες έως και 6 μήνες μετά το ΑΕΕ, ενώ ως χρόνια φάση ορίστηκε χρονιότητα >6 μηνών μετά το ΑΕΕ. Όταν οι πρωτογενείς μελέτες χρησιμοποιούσαν διαφορετικό όριο/ορισμό, το στάδιο καταγράφηκε όπως αναφέρεται από τους συγγραφείς και συνεκτιμήθηκε στην ερμηνεία.

Τα κριτήρια ένταξης αφορούσαν κλινικές μελέτες παρέμβασης σε ενήλικες με δεξιό ΑΕΕ και διάγνωση/τεκμηρίωση ημιοχωρικής παραμέλησης, στις οποίες εφαρμοζόταν tDCS ως κύρια παρέμβαση είτε ως αυτόνομη είτε ως προσθήκη σε οργανωμένη αποκατάσταση/εκπαίδευση, και αναφερόταν τουλάχιστον μία ποσοτική έκβαση σχετική με την παραμέληση ή/και τη λειτουργικότητα, καθώς και πληροφορίες ανεκτικότητας/ασφάλειας όταν ήταν διαθέσιμες. Ως προς τον σχεδιασμό, συμπεριλήφθηκαν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές και ελεγχόμενες cross-over δοκιμές παρέμβασης, όπως αποτυπώνονται στον συγκεντρωτικό πίνακα χαρακτηριστικών μελετών της εργασίας.

Εργασίες που δεν παρείχαν δημοσιευμένα κλινικά αποτελέσματα (π.χ. πρωτόκολλα) ή αφορούσαν άλλη παρέμβαση και/ή δείγμα χωρίς διάγνωση ημιοχωρικής παραμέλησης αποκλείστηκαν κατά τον έλεγχο πλήρους κειμένου.

Για την κύρια σύνθεση αποτελεσματικότητας/ασφάλειας χρησιμοποιήθηκε το πρόσφατο σώμα κλινικών μελετών παρέμβασης, ενώ κλασικές/θεμελιώδεις πηγές (παλαιότερες) αξιοποιήθηκαν συμπληρωματικά αποκλειστικά για το θεωρητικό

υπόβαθρο και τη συζήτηση, χωρίς να υπολογίζονται ως «συμπεριληφθείσες μελέτες παρέμβασης» στο PRISMA.

2.1.3 Ταυτοποίηση και επιλογή μελετών

Η βιβλιογραφική αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις βάσεις PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, PsycINFO και Cochrane CENTRAL, με συμπληρωματική αναζήτηση στο Google Scholar. Το χρονικό εύρος της αναζήτησης κάλυψε την περίοδο 01/2003 έως 09/01/2026 (τελευταία ημερομηνία αναζήτησης: 09/01/2026). Η στρατηγική αναζήτησης προσαρμόστηκε ανά βάση και στηρίχθηκε σε συνδυασμούς όρων που κάλυπταν την παρέμβαση, την κλινική οντότητα και τον πληθυσμό, με χρήση Boolean τελεστών.

Ενδεικτικά, χρησιμοποιήθηκαν παραλλαγές τύπου (tDCS OR “transcranial direct current stimulation” OR “direct current stimulation”) AND (neglect OR “unilateral spatial neglect” OR “hemispatial neglect” OR “spatial neglect” OR “visuospatial neglect”) AND (stroke OR “cerebrovascular accident” OR poststroke OR “right hemisphere” OR “right hemispheric”), με προσαρμογές σε πεδία τίτλου/περίληψης, λέξεις-κλειδιά και, όπου ήταν διαθέσιμο, ελεγχόμενη ορολογία (π.χ. MeSH). Στο Google Scholar η αναζήτηση χρησιμοποιήθηκε κυρίως συμπληρωματικά για εντοπισμό πιθανών παραπομπών/συναφών κλινικών δοκιμών και για διασταύρωση βιβλιογραφικών αναφορών.

Για λόγους αναπαραγωγιμότητας, εφαρμόστηκε κοινός «πυρήνας» στρατηγικής σε όλες τις βάσεις που κάλυπτε (α) την παρέμβαση (tDCS/transcranial direct current stimulation), (β) την κλινική οντότητα (unilateral spatial neglect/hemispatial

neglect/spatial neglect/visuospatial neglect) και (γ) τον πληθυσμό/αιτιολογία (stroke/cerebrovascular accident/poststroke/right hemisphere), με προσαρμογές ανά πλατφόρμα στα διαθέσιμα πεδία (π.χ. Title/Abstract/Keywords) και όπου ήταν διαθέσιμο με χρήση ελεγχόμενης ορολογίας (π.χ. MeSH). Τα ακριβή κριτήρια αναζήτησης καταγράφηκαν κατά την εκτέλεση της αναζήτησης για κάθε βάση ώστε να διασφαλιστεί η επαναληψιμότητα.

Η επιλογή των μελετών έγινε σε δύο στάδια από έναν αξιολογητή. Αρχικά πραγματοποιήθηκε προέλεγχος τίτλου/περίληψης και στη συνέχεια αξιολόγηση πλήρους κειμένου των εργασιών που κρίθηκαν δυνητικά επιλέξιμες. Σύμφωνα με το PRISMA διάγραμμα ροής της εργασίας, εντοπίστηκαν συνολικά 22 εγγραφές από τις βάσεις δεδομένων/μητρώα, δεν καταγράφηκαν διπλότυπα προς αφαίρεση, 22 εγγραφές προχώρησαν σε screening, 12 αποκλείστηκαν στο στάδιο τίτλου/περίληψης, 10 άρθρα ανακτήθηκαν και αξιολογήθηκαν σε πλήρες κείμενο, 4 αποκλείστηκαν με αιτιολογία (2 λόγω άλλης παρέμβασης ή/και δείγματος χωρίς διάγνωση ημιοχωρικής παραμέλησης και 2 ως πρωτόκολλα/μελέτες χωρίς δημοσιευμένα κλινικά αποτελέσματα) και τελικά συμπεριλήφθηκαν 6 πρωτογενείς μελέτες παρέμβασης, εκ των οποίων 4 ήταν RCTs και 2 ελεγχόμενες cross-over.

2.1.4 Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τυποποιημένο τρόπο από τον ίδιο αξιολογητή και καταγράφηκαν στοιχεία σχεδιασμού (RCT/cross-over), δείγματος και

σταδίου μετά το ΑΕΕ (π.χ. υποξύ/χρόνιο), καθώς και λεπτομέρειες του πρωτοκόλλου tDCS, όπως μοντάζ/θέσεις ηλεκτροδίων, πολικότητα, ένταση (mA), διάρκεια συνεδρίας, αριθμός συνεδριών και διαδικασία sham όταν υπήρχε, μαζί με τυχόν συγχορηγούμενη αποκατάσταση/εκπαίδευση.

Επιπλέον καταγράφηκαν οι εκβάσεις και οι χρόνοι μέτρησης (αρχική τιμή, μετά την παρέμβαση, παρακολούθηση όπου υπήρχε), καθώς και οι ανεπιθύμητες ενέργειες/αποχωρήσεις. Η σύνοψη των χαρακτηριστικών και των βασικών αποτελεσμάτων των συμπεριλαμβανόμενων μελετών αποτυπώθηκε στον συγκεντρωτικό πίνακα μελετών της εργασίας.

2.1.5 Κίνδυνος μεροληψίας και αξιολόγηση μεθοδολογικής ποιότητας

Ο κίνδυνος μεροληψίας των τυχαιοποιημένων μελετών αξιολογήθηκε με το εργαλείο RoB 2 (Cochrane Risk of Bias 2), το οποίο αποτιμά συστηματικά πέντε τομείς (domains) που μπορούν να επηρεάσουν την εσωτερική εγκυρότητα: D1 τη διαδικασία τυχαιοποίησης, D2 τις αποκλίσεις από την προβλεπόμενη παρέμβαση (συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων τυφλοποίησης/συμμόρφωσης και αναλύσεων τύπου intention-to-treat όπου ενδείκνυται), D3 τα ελλείποντα δεδομένα έκβασης (attrition), D4 τη μέτρηση της έκβασης (π.χ. τυφλοποίηση αξιολογητών/αξιοπιστία μετρήσεων) και D5 την επιλογή/επιλεκτική αναφορά των αποτελεσμάτων. Με βάση τις επιμέρους κρίσεις ανά domain, προέκυψε συνολική κρίση ανά μελέτη ως «χαμηλός κίνδυνος», «κάποιες ανησυχίες» ή «υψηλός κίνδυνος», όπως παρουσιάζεται στον σχετικό πίνακα RoB 2 της εργασίας.

Για λόγους σαφήνειας, στον πίνακα RoB 2 χρησιμοποιήθηκε χρωματική κωδικοποίηση, όπου πράσινο αντιστοιχεί σε «χαμηλό κίνδυνο», κίτρινο σε «κάποιες ανησυχίες» και κόκκινο σε «υψηλό κίνδυνο» μεροληψίας. Η ίδια κωδικοποίηση εφαρμόστηκε τόσο στις επιμέρους κρίσεις ανά domain (D1–D5) όσο και στη συνολική κρίση ανά μελέτη.

Για τις ελεγχόμενες cross-over δοκιμές, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και του κινδύνου μεροληψίας έλαβε επιπλέον υπόψη ζητήματα που είναι ειδικά για αυτόν τον σχεδιασμό, όπως πιθανές επιδράσεις περιόδου/σειράς (period effects), μεταφοράς (carry-over) και εξάσκησης (practice effects) λόγω επαναλαμβανόμενων νευροψυχολογικών μετρήσεων. Τα αποτελέσματα ερμηνεύθηκαν κατά προτεραιότητα με βάση τις ενδοατομικές συγκρίσεις active έναντι sham και τα post-treatment χρονικά σημεία που ορίζονταν στο τέλος κάθε περιόδου, συνεκτιμώντας το wash-out που εφαρμόστηκε από τους συγγραφείς. Όπου υπήρχε διαθέσιμη ανάλυση με έλεγχο για period/sequence ή ρητή αξιολόγηση πιθανής carry-over, αυτή προτιμήθηκε στην ερμηνεία. Όταν υπήρχαν ενδείξεις ότι practice/period effects μπορεί να επηρεάζουν την έκβαση ή όταν η αναφορά ήταν ανεπαρκής, τα ευρήματα αντιμετωπίστηκαν ως χαμηλότερης βεβαιότητας και συνεκτιμήθηκαν στον συνολικό κίνδυνο μεροληψίας και στο GRADE.

Για μελέτες μη τυχαιοποιημένου σχεδιασμού, όταν και εφόσον πληρούσαν κριτήρια ένταξης ως παρεμβατικές κλινικές μελέτες, είχε προβλεφθεί χρήση του εργαλείου ROBINS-I, ώστε να εκτιμηθούν συστηματικά πιθανή σύγχυση, επιλογή συμμετεχόντων, ταξινόμηση παρέμβασης, αποκλίσεις, ελλείποντα δεδομένα, μέτρηση εκβάσεων και επιλεκτική αναφορά, με σκοπό η σύνθεση να συνεκτιμά τη μεθοδολογική αβεβαιότητα και να αποφεύγονται υπερερμηνείες.

2.1.6 Σύνθεση δεδομένων

Λόγω της σημαντικής ετερογένειας στα πρωτόκολλα διέγερσης (μοντάζ, ένταση, αριθμός συνεδριών), στους πληθυσμούς (υποξεί έναντι χρόνιων), στις συγχωρηγούμενες παρεμβάσεις αποκατάστασης και στις εκβάσεις/χρόνους αξιολόγησης, δεν πραγματοποιήθηκε μετα-ανάλυση.

Η σύνθεση των αποτελεσμάτων έγινε με αφηγηματική (narrative) προσέγγιση, οργανώνοντας τα ευρήματα κατά τρόπο που να επιτρέπει συγκρίσεις ανά στάδιο μετά το ΑΕΕ, ανά τύπο πρωτοκόλλου (μονόπλευρη ανοδική ενδοεγκεφαλική, μονόπλευρη καθοδική αντίθετη προς τη βλάβη, διπλευρική) και ανά κατηγορία εκβάσεων (νευροψυχολογικές δοκιμασίες έναντι οικολογικών/λειτουργικών δεικτών), με παράλληλη συνεκτίμηση του κινδύνου μεροληψίας και των ελλείψεων αναφοράς.

2.1.7 Βεβαιότητα τεκμηρίωσης

Η βεβαιότητα της τεκμηρίωσης για τα κύρια αποτελέσματα αξιολογήθηκε με τη μεθοδολογία GRADE και αποτυπώθηκε σε πίνακα «Σύνοψη των ευρημάτων». Επειδή ο πυρήνας των συμπεριληφθεισών παρεμβατικών μελετών ήταν τυχαιοποιημένες/ελεγχόμενες δοκιμές, η αρχική κατάταξη ξεκίνησε από «υψηλή» και στη συνέχεια έγιναν υποβαθμίσεις ανά έκβαση, όπου ενδείκνυτο, με βάση τον κίνδυνο μεροληψίας (σύμφωνα και με τις κρίσεις RoB 2), την ασυνέπεια μεταξύ μελετών/αποτελεσμάτων, την έμμεση τεκμηρίωση (διαφορές σε στάδιο μετά το ΑΕΕ,

montages, συγχωρηγούμενες θεραπείες και εργαλεία μέτρησης), την ανακρίβεια (μικρά δείγματα/ευρείες αβεβαιότητες) και, όπου ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί, την πιθανότητα μεροληψίας δημοσίευσης. Ο πίνακας GRADE συνοψίζει την κατεύθυνση των αποτελεσμάτων και τη βεβαιότητα για βασικές κατηγορίες εκβάσεων (BIT/BIT-c, paper-and-pencil δοκιμασίες, MVPT και λειτουργικότητα/ADLs).

Για λόγους διαφάνειας, οι κατηγορίες βεβαιότητας του GRADE ερμηνεύονται ως εξής: «υψηλή» βεβαιότητα υποδηλώνει ότι είναι πολύ πιθανό η πραγματική επίδραση να βρίσκεται κοντά στην εκτιμώμενη, «μέτρια» ότι η πραγματική επίδραση είναι πιθανό να βρίσκεται κοντά στην εκτιμώμενη αλλά υπάρχει ουσιαστική πιθανότητα να διαφέρει, «χαμηλή» ότι η πραγματική επίδραση μπορεί να διαφέρει σημαντικά από την εκτιμώμενη και «πολύ χαμηλή» ότι η πραγματική επίδραση είναι πολύ πιθανό να διαφέρει ουσιαστικά από την εκτιμώμενη. Η υποβάθμιση ανά έκβαση πραγματοποιήθηκε όταν υπήρχαν σοβαρές/πολύ σοβαρές ανησυχίες για κίνδυνο μεροληψίας, ασυνέπεια, έμμεση τεκμηρίωση, ανακρίβεια και/ή πιθανή μεροληψία δημοσίευσης, όπως αποτυπώνεται τεκμηριωμένα στον πίνακα «Σύνοψη των ευρημάτων».

2.1.8 Δεοντολογία

Τέλος, επειδή πρόκειται για δευτερογενή ανάλυση δημοσιευμένων δεδομένων χωρίς παρέμβαση σε ανθρώπους συμμετέχοντες από τους συγγραφείς, δεν απαιτήθηκε δεοντολογική έγκριση, ενώ η παρουσίαση των αποτελεσμάτων εστιάζει σε συγκεντρωτική περιγραφή και κριτική αξιολόγηση της υπάρχουσας τεκμηρίωσης.

2.2 Αποτελέσματα

Στην παρούσα συστηματική σύνθεση, η διαδικασία εντοπισμού και επιλογής των μελετών αποτυπώνεται στο διάγραμμα ροής PRISMA 2020 (Σχήμα 1). Από τις βάσεις δεδομένων/μητρώα εντοπίστηκαν συνολικά 22 εγγραφές ($n=22$), ενώ από άλλες πηγές δεν προέκυψαν επιπλέον εγγραφές ($n=0$). Δεν αφαιρέθηκαν διπλότυπα ($n=0$), ούτε εγγραφές ως αυτοματοποιημένα αποτελέσματα ή για άλλους λόγους πριν τον προέλεγχο ($n=0$). Στο στάδιο screening αξιολογήθηκαν 22 εγγραφές τίτλου/περίληψης και αποκλείστηκαν 12 ($n=12$). Για ανάκτηση πλήρους κειμένου ζητήθηκαν 10 άρθρα ($n=10$), ανακτήθηκαν όλα ($n=0$ μη ανακτηθέντα) και αξιολογήθηκαν για επιλεξιμότητα ($n=10$). Τέσσερα άρθρα αποκλείστηκαν με αιτιολόγηση, εκ των οποίων δύο επειδή αφορούσαν διαφορετική παρέμβαση ή/και δείγμα χωρίς σαφή διάγνωση ημιοχωρικής παραμέλησης ($n=2$) και δύο επειδή αφορούσαν πρωτόκολλα/μελέτες χωρίς δημοσιευμένα κλινικά αποτελέσματα ($n=2$).

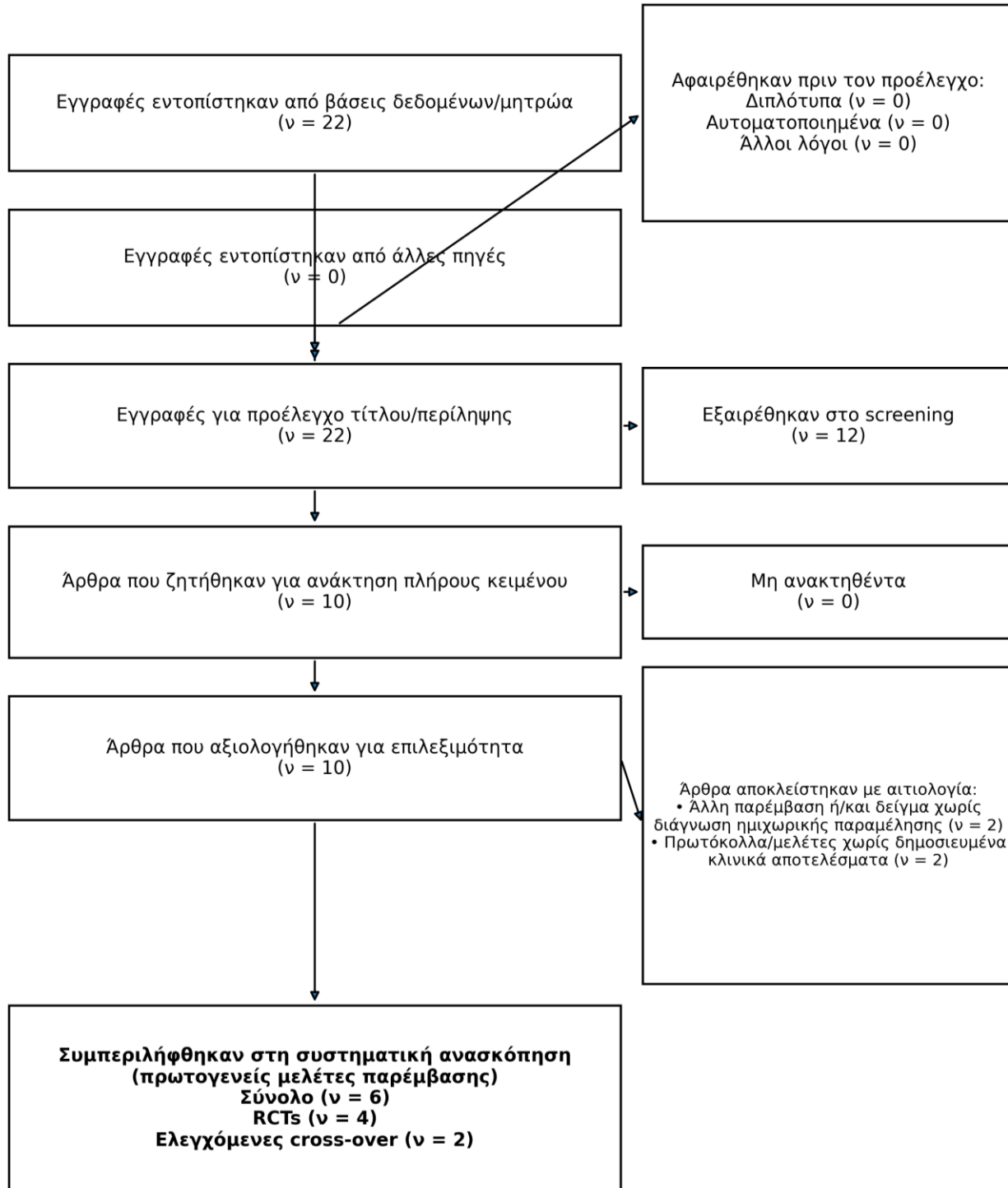
Τελικά, συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση έξι πρωτογενείς μελέτες παρέμβασης ($n=6$), με τέσσερις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές (RCTs, $n=4$) και δύο ελεγχόμενες δοκιμές cross-over ($n=2$). Τα βασικά χαρακτηριστικά των μελετών (σχεδιασμός, δείγμα, στάδιο μετά το ΑΕΕ, πρωτόκολλο tDCS, συγκρίσεις/συν-θεραπεία και εκβάσεις) συνοψίζονται στον συγκριτικό πίνακα (Πίνακας 1).

Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής PRISMA 2020 για την επιλογή μελετών σχετικά με την tDCS στην αριστερή ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό AEE (01/2003–09/01/2026). Τελευταία ημερομηνία αναζήτησης: 09/01/2026.

Διάγραμμα Ροής PRISMA 2020

tDCS στην ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό AEE (01/2003–09/01/2026)

Τελευταία ημερομηνία αναζήτησης: 09/01/2026



Σημείωση: Οι αριθμοί αφορούν το σύνολο των εγγραφών που εντοπίστηκαν και αξιολογήθηκαν βάσει των κριτηρίων ένταξης/αποκλεισμού.

Πίνακας 1: Βασικά χαρακτηριστικά και κύρια ευρήματα των πρωτογενών μελετών παρέμβασης tDCS για αριστερή ημιοχωρική/οπτικοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό ΑΕΕ. Παρουσιάζονται ο σχεδιασμός, το δείγμα, οι παράμετροι tDCS (μοντάζ, ένταση, διάρκεια, αριθμός συνεδριών και sham όπου υπάρχει), οι συγκρίσεις, οι εκβάσεις/χρόνοι μέτρησης και το κύριο αποτέλεσμα (κατεύθυνση και στατιστική σημαντικότητα όπου αναφέρεται).

Μελέτη	Σχεδιασμός	Δείγμα	tDCS πρωτόκολλο	Συγκρίσεις	Κύρια αποτελέσματα
Bang & Bong, 2015	Πιλοτική RCT, ΑΕΕ	n=12 (tDCS+FT n=6; FT n=6)	1 mA; 20'; μετά από FT ~30'; 5×/εβδ ×3 εβδ (=15). Ηλεκτρόδια: αναφέρεται P4 (δεξιό PPC) + αναφορές σε P3/“αριστερό υπερκόγχιο”	Σύγκριση: FT μόνο vs tDCS+FT	Βελτίωση και στις 2 ομάδες· post-test: tDCS+FT > FT σε MVPT (p=0.006), LBT (p=0.031), MBI (p=0.004) (Στατιστικά Σημαντικό)
Smit et al., 2015	Διπλά-τυφλή placebo-controlled cross-over, χρόνια σοβαρή ΗΠ	Σύνολο n=5 (cross-over)	Διπλή διέγερση: ανοδική δεξιά PPC + καθοδική αριστερά PPC; 2 mA; 20'; 5 συνεχόμενες ημέρες, wash-out 4 εβδομ.	Σύγκριση: sham/placebo; cross-over	BIT Timepoints: κατά τη φάση διέγερσης + ~30ήμερο Δεν βρέθηκαν θεραπευτικά effects στο BIT στο ~30ήμερο· μόνο practice effect εντός της φάσης διέγερσης

Yi et al., 2016	RCT, 3 βραχιόνες, Σε υποοξεία φάση και πρώιμη αποκατάσταση	Σύνολο n=30 (10/10/10)	15 συνεδρίες (5×/εβδ ×3 εβδ); 2 mA; 30'. Ομάδες: 1.ανοδικό δεξιά PPC (P4) / 2. Καθοδικό αριστερά PPC (P3) 3. Sham (off μετά 30"). (σημείο αναφοράς Cz)	t-DCS+ εργοθεραπεία (+PT). Σύγκριση: sham vs ενεργό (ανοδικό/καθοδικό)	MVPT, SCT, LBT, CBS, K-MBI, FAC; Timepoint: post (follow-up NR) Όλες οι ομάδες βελτιώθηκαν· MVPT/SCT/LBT μεγαλύτερη βελτίωση στις active ομάδες vs sham· CBS/K-MBI/FAC: ·
Learmonth et al., 2020	Μελέτη σκοπιμότητας (PROBE), >4 εβδομάδες μετά από ΑΕΕ δεξιά	Σύνολο n=24 τυχαίοποίηση σε 29 μήνες	10 συνεδρίες: tDCS μόνο / συμπεριφορικά μόνο / combined / control. Montage: (ανοδικό κοντά στο Cz, καθοδικό στο P3)· ένταση/διάρκεια NR	4 βραχιόνες (tDCS / behavioural / combined / control)	Δευτερογενή μεγέθη επίδρασης σε ΗΠ/ /QoL + follow-up 6 μηνών
Görßler et al., 2022	Διπλά-τυφλή sham-controlled cross-over; στάδιο NR	Σύνολο n=11	Cross-over: μονόπλευρη (P4–Fp2) έναντι αμφίπλευρης (P4–P3) με αντίστοιχο sham; 2 mA; 20' (sham 30"); wash-out 48h. Παράλληλα με θεραπεία ΗΠ.	Σύγκριση: μονόπλευρη έναντι αμφίπλευρης σε αντιστοίχιση sham + θεραπεία ΗΠ	Σημαντική διαφορά active vs sham στο LBT (deviation error), όχι στο Bells/CoC. Καλύτερο σήμα για bilateral έναντι bilateral-sham (Hedges $g \approx 0.6$)· μικρότερο για unilateral ($g \approx 0.2$)**

Zhao et al., 2023	RCT, 3 ομάδες / 2 εβδομάδες	Σύνολο n=30 (10/10/10)	2 εβδομάδες. Ομάδα 1: πολυεστιακή tDCS (κατώτερο βρεγματικό λοβίο, μέση κροταφική έλικα, προμετωπιαίος φλοιός) Ομάδα 2: μια εστία (κατώτερο βρεγματικό λοβίο). 5/εβδ × 2 εβδομάδες	Multi-site vs Single-site vs Control	BIT-c, Deviation Index (DI), Line crossing (LC), SCT, LCT, LBT κ.ά.; Timepoints: post (follow-up NR) Όλες οι ομάδες βελτιώθηκαν· οι 1 και οι 2 στατιστικά καλύτερα από control σε βασικές δοκιμασίες
-------------------	-----------------------------	------------------------	---	--------------------------------------	---

Συντομογραφίες: AEE=αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ΗΠ=ημιοχωρική παραμέληση, tDCS=transcranial direct current stimulation, PPC=posterior parietal cortex, FT=feedback training, PT=φυσικοθεραπεία, MVPT=Motor-Free Visual Perception Test, LBT=Line Bisection Test, SCT=Star Cancellation Test, CBS=Catherine Bergego Scale, MBI/K-MBI=Modified (Korean) Barthel Index, FAC=Functional Ambulation Category, BIT/BIT-c=Behavioural Inattention Test (conventional), CoC=Center of Cancellation, QoL=quality of life, NR=not reported (δεν αναφέρεται στο άρθρο).

Ως προς τις εκβάσεις, η μεγαλύτερη έμφαση δόθηκε σε κλασικές νευροψυχολογικές δοκιμασίες παραμέλησης, όπως το Line Bisection Test (LBT) και δοκιμασίες ακύρωσης/οπτικής αναζήτησης (π.χ. Star Cancellation Test, Bells test και παραλλαγές cancellation), ενώ σε ορισμένες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν ολοκληρωμένες μπαταρίες/δείκτες βαρύτητας όπως το Behavioural Inattention Test (BIT/BIT-c). Παράλληλα, ενσωματώθηκαν σε μέρος των δοκιμών οικολογικά/λειτουργικά μέτρα, όπως η Catherine Bergego Scale (CBS), δείκτες αυτοεξυπηρέτησης/λειτουργικότητας (MBI ή K-MBI), καθώς και δείκτες κινητικής αυτονομίας (FAC) ή μέτρα ποιότητας ζωής, με σημαντική όμως ανομοιογένεια ως προς την επιλογή κλιμάκων και τους χρόνους αξιολόγησης. Η ποικιλία των εκβάσεων είναι κρίσιμη, διότι ενδεχόμενη βελτίωση σε paper-and-pencil δοκιμασίες δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη αντίστοιχη λειτουργική μεταφορά στην καθημερινότητα, ενώ η περιορισμένη και ασύμμετρη παρακολούθηση (follow-up) δυσχεραίνει την αξιολόγηση διατήρησης των αποτελεσμάτων.

Στην πιλοτική RCT των Bang & Bong (2015) εξετάστηκε η προσθετική αξία της tDCS όταν συνδυάζεται με feedback training σε υποξείς ασθενείς μετά από AEE. Το δείγμα ήταν n=12 (tDCS+FT n=6 έναντι FT μόνο n=6) και το πρωτόκολλο περιλάμβανε 1 mA για 20 λεπτά, 5 φορές/εβδομάδα για 3 εβδομάδες (15 συνεδρίες), με τη διέγερση να ακολουθεί εκπαίδευση περίπου 30 λεπτών. Οι εκβάσεις περιλάμβαναν MVPT, LBT και MBI. Αναφέρεται βελτίωση και στις δύο ομάδες, με μεγαλύτερη βελτίωση στην ομάδα tDCS+FT, στοιχείο που υποστηρίζει ότι η tDCS μπορεί να ενισχύει το αποτέλεσμα της συμπεριφορικής εκπαίδευσης στην υποξεία φάση, με την επιφύλαξη ότι η στατιστική τεκμηρίωση ανά έκβαση και κρίσιμες λεπτομέρειες θωράκισης (π.χ. sham, διαδικασία

τυχαιοποίησης/απόκρυψης) δεν παρουσιάζονται με πλήρη σαφήνεια στο δημοσιευμένο κείμενο.

Η RCT των Yi et al. (2016) συνέκρινε τρεις συνθήκες (anodal δεξιά PPC, cathodal αριστερά PPC και sham), αντιστοιχώντας άμεσα στο πλαίσιο διημισφαιρικής ανισορροπίας. Το δείγμα ήταν $n=30$ (10/10/10) και το πρωτόκολλο περιλάμβανε 15 συνεδρίες (5×/εβδομάδα για 3 εβδομάδες), 2 mA για 30 λεπτά, με sham όπου η συσκευή απενεργοποιείται μετά από περίπου 30 δευτερόλεπτα. Οι εκβάσεις περιλάμβαναν MVPT, SCT, LBT, καθώς και CBS, K-MBI και FAC. Αναφέρεται συνολική βελτίωση σε όλες τις ομάδες, με μεγαλύτερες βελτιώσεις σε MVPT/SCT/LBT στις ενεργές συνθήκες σε σχέση με sham, ενώ στις πιο λειτουργικές/οικολογικές κλίμακες η υπεροχή ενεργού έναντι sham δεν τεκμηριώνεται ως σταθερή σε όλες τις συγκρίσεις. Το μοτίβο αυτό υποδεικνύει ότι η tDCS μπορεί να συνοδεύεται από μετρήσιμες αλλαγές σε κλασικές δοκιμασίες παραμέλησης, αλλά η λειτουργική μεταφορά είναι λιγότερο σαφής στα διαθέσιμα δεδομένα, ιδίως όταν δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για μεγέθη επίδρασης και προ-δηλωμένα πρωτεύοντα τελικά σημεία.

Σε χρόνιο πλαίσιο, η διπλά-τυφλή placebo-controlled cross-over μελέτη των Smit et al. (2015) εξέτασε ασθενείς με σοβαρή παραμέληση ($n=5$) με διπλευρική διέγερση (ανοδική δεξιά PPC και καθοδική αριστερά PPC) 2 mA για 20 λεπτά σε 5 συνεχόμενες ημέρες, με wash-out 4 εβδομάδων. Βασική έκβαση ήταν υποδοκιμασίες του BIT, με άμεση αξιολόγηση και επανέλεγχο περίπου 30 ημέρες. Δεν τεκμηριώθηκε σαφές θεραπευτικό όφελος έναντι sham στο follow-up, ενώ επισημαίνεται η πιθανότητα practice effects, τα οποία αποτελούν κρίσιμη παράμετρο σε cross-over σχεδιασμούς όταν επαναλαμβάνονται νευροψυχολογικές δοκιμασίες.

Η διπλά-τυφλή sham-controlled cross-over μελέτη των Görßler et al. (2022) (n=11 τελικά) συνέκρινε μονόπλευρη έναντι διπλευρικής βρεγματικής tDCS (2 mA, 20', sham off ~30"), με wash-out ≥ 48 h, σε συνδυασμό με neglect therapy. Οι κύριες εκβάσεις περιλάμβαναν Bells test με δείκτη τύπου Center of Cancellation και LBT (deviation error). Τα ευρήματα δεν τεκμηριώνουν σταθερή υπεροχή ενεργού έναντι sham σε όλους τους δείκτες/συγκρίσεις, ενώ η περιγραφή του χειρισμού επιδράσεων σειράς/περιόδου δεν είναι πλήρως αποσαφηνισμένη, στοιχείο που απαιτεί προσεκτική ερμηνεία στον συγκεκριμένο σχεδιασμό.

Η μελέτη των Learmonth et al. (2020) διαφοροποιείται καθώς πρόκειται για feasibility PROBE δοκιμή τεσσάρων βραχιόνων (tDCS μόνο, behavioural μόνο, combined, control) με κύριο στόχο την εφικτότητα (στρατολόγηση/διατήρηση). Παρότι περιλαμβάνει επαναξιολόγηση έως 6 μήνες και δευτερεύουσες αναλύσεις σε neglect και ποιότητα ζωής, η πρακτική υλοποίηση (αργή στρατολόγηση, απώλειες και άνισο attrition) περιορίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων αποτελεσματικότητας. Η συμβολή της στην παρούσα ενότητα είναι κυρίως ότι τεκμηριώνει ζητήματα εφαρμοσιμότητας σε πραγματικό πλαίσιο αποκατάστασης, τα οποία συνδέονται άμεσα με την αξιοπιστία και τη γενικευσιμότητα πιθανών κλινικών ωφελειών.

Η RCT των Zhao et al. (2023) περιέλαβε τρεις ομάδες (n=30, 10/10/10) και εστίασε στη συνδυαστική εφαρμογή tDCS με γνωστική εκπαίδευση, συγκρίνοντας multi-site tDCS έναντι single-site και έναντι ομάδας ελέγχου. Η ακριβής φύση/περιγραφή της συνθήκης ελέγχου (π.χ. sham έναντι μόνο εκπαίδευσης/συνήθους φροντίδας) δεν αποσαφηνίζεται πλήρως στο δημοσιευμένο άρθρο, γεγονός που επηρεάζει την ερμηνεία του μεγέθους της επίδρασης. Οι εκβάσεις ήταν εκτενείς (BIT-c, Deviation

Index, line crossing, star cancellation, line crossing/line cancellation, LBT και άλλες), και το γενικό μοτίβο ήταν ότι όλες οι ομάδες βελτιώθηκαν μετά την παρέμβαση, με τις ομάδες ενεργής διέγερσης να εμφανίζουν στατιστικά σημαντικότερες βελτιώσεις από την ομάδα ελέγχου σε βασικές δοκιμασίες. Ωστόσο, η ερμηνεία αυτών των ευρημάτων πρέπει να γίνεται με αυξημένη προσοχή, επειδή συνυπάρχουν παράγοντες που ενδέχεται να υπερεκτιμούν το αποτέλεσμα: η απουσία σαφούς sham και ο ανοικτός (open-label) χαρακτήρας αυξάνει την πιθανότητα μεροληψίας απόδοσης/προσδοκίας, ενώ επιπλέον αναφέρονται μεγάλες απώλειες στη μακροχρόνια παρακολούθηση (6 μήνες), γεγονός που μειώνει την αξιοπιστία των συμπερασμάτων για διατήρηση του αποτελέσματος και μπορεί να εισαγάγει μεροληψία λόγω ελλιπών δεδομένων (attrition bias). Σε αυτό το πλαίσιο, η μελέτη συμβάλλει ως ένδειξη ότι «εντατικότερα» ή πιο σύνθετα σχήματα (π.χ. πολυεστιακά) ίσως έχουν πρόσθετη αξία, αλλά δεν αρκεί από μόνη της για να θεμελιώσει ισχυρή κλινική σύσταση

Συνολικά, στη δια-μελετητική σύνθεση παρατηρείται πιο συνεπές σήμα βραχυπρόθεσμης βελτίωσης σε κλασικές paper-and-pencil δοκιμασίες παραμέλησης, ιδίως σε υποξείς πληθυσμούς και όταν η tDCS εφαρμόζεται ως προσθήκη σε οργανωμένη αποκατάσταση ή εκπαίδευση. Αντίθετα, για λειτουργικές/οικολογικές εκβάσεις (CBS, MBI/K-MBI, FAC, QoL) η εικόνα είναι λιγότερο συνεπής και συχνά δεν προκύπτουν σαφείς μεταξύ-ομάδων διαφορές υπέρ ενεργού διέγερσης, ενώ η τεκμηρίωση διατήρησης σε follow-up παραμένει περιορισμένη και επηρεάζεται από μικρά δείγματα ή/και απώλειες συμμετεχόντων. Η ασφάλεια/ανεκτικότητα της tDCS στα συμπεριληφθέντα πρωτόκολλα εμφανίζεται συνολικά καλή, με αναφορές κυρίως ήπιων,

παροδικών ανεπιθύμητων ενεργειών και χωρίς σοβαρά ανεπιθύμητα συμβάντα που να αποδίδονται άμεσα στη διέγερση.

Ο κίνδυνος μεροληψίας των πρωτογενών μελετών αποτυπώνεται αναλυτικά στον πίνακα RoB (Πίνακας 2). Η συνολική εικόνα του RoB 2 δείχνει κυρίως «κάποιες ανησυχίες» για τις περισσότερες μελέτες, με ισχυρότερο προφίλ τυφλοποίησης/sham στις διπλά-τυφλές cross-over, αλλά ταυτόχρονα αυξημένο κίνδυνο period/practice effects και περιορισμούς λόγω πολύ μικρών δειγμάτων. Ειδικότερα, στις Bang & Bong (2015) και Yi et al. (2016) καταγράφονται «κάποιες ανησυχίες» που σχετίζονται κυρίως με την ατελή αναφορά λεπτομερειών τυχαιοποίησης/απόκρυψης κατανομής και την έλλειψη διαθέσιμου πρωτοκόλλου/registry, ενώ στη Yi et al. (2016) η ύπαρξη sham ενισχύει το σκέλος blinding αλλά παραμένουν ζητήματα πολλαπλών εκβάσεων και ασαφούς ITT χειρισμού. Στις Smit et al. (2015) και Görßler et al. (2022) το διπλά-τυφλό sham-controlled πλαίσιο βελτιώνει τη θωράκιση έναντι performance/assessment bias, όμως παραμένουν ανησυχίες για ασαφή ανάθεση/σειρά και για πιθανές επιδράσεις περιόδου, καθώς και για αποχωρήσεις (ιδίως στη Görßler). Η Learmonth et al. (2020), ως διερευνητική μελέτη σκοπιμότητα, εμφανίζει ισχυρή τυχαιοποίηση, αλλά η μελέτη είναι φανερά σημαντικές απώλειες στη μακροχρόνια παρακολούθηση δημιουργούν αβεβαιότητα ως προς την ερμηνεία δευτερευόντων αποτελεσματικών δεικτών. Η Zhao et al. (2023) κατατάσσεται σε υψηλό συνολικό κίνδυνο μεροληψίας, κυρίως λόγω ανοικτού σχεδιασμού χωρίς σαφές sham και λόγω μεγάλων απωλειών στη follow-up αξιολόγηση, σε συνδυασμό με πολλαπλά endpoints και μικρό δείγμα, που συνολικά μειώνουν την αξιοπιστία της εκτίμησης και ειδικά της διατήρησης των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 2: Πίνακας κινδύνου μεροληψίας (RoB)

Μελέτη	Σχεδιασμός / Outcome	D1	D2	D3	D4	D5	Συνολικά	Βασική τεκμηρίωση (σύνοψη)
Bang & Bong, 2015	RCT, 2 ομάδες (tDCS+ FT vs FT), n=12	Κάποιες ανησυχίες “Randomly assigned” χωρίς λεπτομέρειες sequence/concealment.	Κάποιες ανησυχίες Χωρίς sham· πιθανές αποκλίσεις/προσδοκίες.	Χαμηλό Όλοι ολοκληρώσαν.	Χαμηλό LBT σχετικά αντικειμενικό· τυφλοποίηση αξιολογήτων: NR.	Κάποιες ανησυχίες Πρωτόκολλο ή registry ή SAP: NR.	Κάποιες ανησυχίες	Τυχαιοποίηση: ασαφές. Sham: όχι. Καμία αποχώρηση.
Smit et al., 2015	Double-blind cross-over (tDCS vs sham), wash-out 4 εβδομ., n=5	Κάποιες ανησυχίες Order/sequence “counterbalanced”, αλλά ασαφής μέθοδος ανάθεσης.	Κάποιες ανησυχίες Sham 30s + blind check· αλλά practice/period effects σε cross-over.	Χαμηλό Missing data για primary: δεν φαίνεται πρόβλημα.	Χαμηλό BIT-C + double-blind check ↓ differential assessment.	Κάποιες ανησυχίες Primary δηλώνεται, αλλά χωρίς διαθέσιμο protocol/registry.	Κάποιες ανησυχίες	Double-blind & sham καλά· sequence/order ασαφές· πιθανές period effects.

Πίνακας 2: Πίνακας κινδύνου μεροληψίας (RoB)

Μελέτη	Σχεδιασμός / Outcome	D1	D2	D3	D4	D5	Συνολικά	Βασική τεκμηρίωση (σύνοψη)
Yi et al., 2016	RCT 3 ομάδων (anodal/cathodal/sham), n=30	Χαμηλό – Κάποιες ανησυχίες Centralized computer randomization, concealment/implementation: NR.	Χαμηλό Sham off 30s, "patients blinded".	Κάποιες ανησυχίες 2 lost-to-follow-up (early discharge)· ITT: NR.	Χαμηλό MVPT/SC T/LBT αντικειμενικά· CBS/K-MBI πιο ευάλωτα αν μη-τυφλοί αξιολογητές.	Κάποιες ανησυχίες Πολλαπλές εκβάσεις· protocol/registry: NR.	Κάποιες ανησυχίες	Sham/τυφλοποίηση συμμετεχόντων: ναι. ITT/απώλειες: ασαφές. Protocol: NR.
Learmonth et al., 2020	PROBE RCT (4 arms), assessor-blinded, n=24	Χαμηλό Computerized randomization + concealment (envelopes).	Κάποιες ανησυχίες Open-label χωρίς sham + non-adherence.	Υψηλό Attrition (ιδίως follow-up) και άνισο ανά arm.	Χαμηλό/Κάποιες ανησυχίες Assessor-blinded, αλλά PROBE μπορεί να επηρεάζει self-report/συμπεριφορικές εκβάσεις.	Χαμηλό Feasibility outcomes προδηλωμένα· efficacy αναλύσεις περιορισμένες.	Κάποιες ανησυχίες/αβέβαιο	Ισχυρή τυχαιοποίηση/assessor blinding· αλλά open-label + σημαντικές απώλειες.

Πίνακας 2: Πίνακας κινδύνου μεροληψίας (RoB)

Μελέτη	Σχεδιασμός / Outcome	D1	D2	D3	D4	D5	Συνολικά	Βασική τεκμηρίωση (σύνοψη)
Görzler et al., 2022	Double-blind sham-controlled crossover (t1-t4), wash-out ≥48h	Κάποιες ανησυχίες Random sequences αναφέρονται, λεπτομέρειες implementation: NR.	Χαμηλό Double-blind + sham-χειρισμός carry-over με wash-out/visit covariate.	Κάποιες ανησυχίες 11/15 τελικά (withdrawal).	Χαμηλό Τυπικά tests, blinded assessors.	Κάποιες ανησυχίες Registry/C ONSORT αναφορά, αλλά χωρίς protocol-vs-paper check.	Χαμηλό–Κάποιες ανησυχίες	Blinding/sham ισχυρά· randomization /implementation ασαφής + withdrawals.
Zhao et al., 2023	RCT 3 ομάδων (tDCS+CT vs tDCS+CT vs CT), n=30	Κάποιες ανησυχίες "Randomly divided" χωρίς λεπτομέρειες concealment.	Υψηλό Open-label χωρίς sham → performance/expectancy bias.	Υψηλό Μεγάλες απώλειες στο follow-up (6 months).	Κάποιες ανησυχίες Assessor blinded, αλλά επηρεάζονται από non-blinded συμμετέχοντες.	Κάποιες ανησυχίες Πολλά endpoints, μικρό δείγμα.	Υψηλό	Control χωρίς sham + μεγάλες απώλειες → συνολικά Υψηλό.

Η βεβαιότητα της τεκμηρίωσης αξιολογήθηκε με GRADE και συνοψίζεται στον Πίνακα 3 (Σύνοψη των Ευρημάτων). Συνολικά, η βεβαιότητα κυμάνθηκε από χαμηλή έως πολύ χαμηλή, κυρίως λόγω συνδυασμού κινδύνου μεροληψίας σε ορισμένες δοκιμές (ιδίως όταν απουσίαζε σαφής sham/τυφλοποίηση), σοβαρής ανακρίβειας λόγω μικρών

δειγμάτων, καθώς και ουσιαστικής ετερογένειας ως προς το στάδιο μετά το ΑΕΕ, το montage/τη “ένταση” και τις συγχωρηγούμενες παρεμβάσεις.

Για τη βαρύτητα της παραμέλησης (BIT/BIT-c) η βεβαιότητα κρίθηκε πολύ χαμηλή, καθώς τα ευρήματα ήταν μικτά/ασταθή μεταξύ μελετών και επιβαρύνονταν από σοβαρή ανακρίβεια και ασυνέπεια.

Για τις paper-and-pencil δοκιμασίες παραμέλησης (LBT, SCT, cancellations κ.ά.) καταγράφηκε τάση βελτίωσης σε μέρος των αποτελεσμάτων, αλλά η βεβαιότητα παρέμεινε χαμηλή έως πολύ χαμηλή λόγω ασυνέπειας και ανακρίβειας. Για την οπτικοαντιληπτική επίδοση (MVPT) η βεβαιότητα εκτιμήθηκε χαμηλή, ενώ για τη λειτουργικότητα/ADLs και συμμετοχή (MBI/K-MBI/CBS/SIS/FAC) η βεβαιότητα κρίθηκε πολύ χαμηλή, καθώς τα αποτελέσματα ήταν συνολικά μη σταθερά και επηρεάζονταν έντονα από περιορισμούς τυφλοποίησης, διαφορετικές κλίμακες και χρονικά σημεία αξιολόγησης.

Λαμβάνοντας υπόψη το GRADE, το συνολικό σήμα βελτίωσης σε κλασικές δοκιμασίες neglect είναι χαμηλής βεβαιότητας (ιδίως στην υποξεία φάση), ενώ για λειτουργικές/οικολογικές εκβάσεις και διατήρηση σε follow-up η βεβαιότητα παραμένει πολύ χαμηλή. Υπάρχει επαναλαμβανόμενη θετική τάση δοκιμές σε υποξεία φάση, αλλά περιορίζεται από μικρά δείγματα, ετερογένεια πρωτοκόλλων, ελλιπή τυποποίηση και συχνά ανεπαρκή αναφορά λεπτομερειών που επηρεάζουν τον κίνδυνο μεροληψίας.

Για λειτουργικές εκβάσεις και μακροχρόνια διατήρηση, η βεβαιότητα παραμένει χαμηλή, επειδή τα δεδομένα είναι πιο περιορισμένα, λιγότερο συνεπή και συχνά επηρεάζονται από προβλήματα συμμόρφωσης/απωλειών στη follow-up αξιολόγηση.

Πίνακας 3: GRADE – Σύνοψη των Ευρημάτων

Έκβαση (Outcome)	Μελέτες (n) / Συμμετέχοντες (N)*	Συνοπτικό αποτέλεσμα (direction)	Βεβαιότητα (GRADE)	Αιτιολόγηση υποβάθμισης
1) Βαρύτητα neglect (BIT / BIT- c συνολικό)	3 μελέτες / 59 (Zhao 30, Smit 5, Learmonth 24)	Μικτά/ασταθή: Zhao δείχνει βελτίωση BIT-c στους tDCS+CT vs CT, Smit δεν δείχνει υπεροχή έναντι placebo (πιθανό practice effect), Learmonth δεν είχε επαρκή ισχύ/efficacy συμπέρασμα.	Πολύ χαμηλή (Very low)	RoB σοβαρό (έλλειψη sham/τυφλοποίησης σε Zhao), Imprecision πολύ σοβαρό (μικρά δείγματα, ειδικά Smit), Inconsistency (αντιφατικά ευρήματα/ανεπαρκής ισχύς), Indirectness (διαφορετικά στάδια/πρωτόκολλα).

Πίνακας 3: GRADE – Σύνοψη των Ευρημάτων

2) Paper–pencil τεστ neglect (LBT, SCT, cancellations, κ.ά.)	6 μελέτες / 112 (Bang 12, Smit 5, Yi 30, Learmonth 24, Gorsler 11, Zhao 30)	12, Smit 5, Yi 30, Learmonth 24, Gorsler 11, Zhao 30) Τάση βελτίωσης σε ορισμένα τεστ, αλλά όχι συνεπής: Zhao αναφέρει καλύτερα LC/SCT/LCT/LBT στους tDCS+CT vs CT, Yi δείχνει μεγαλύτερες βελτιώσεις σε MVPT/SCT/LBT στους ενεργούς vs sham, Gorsler βρίσκει επίδραση κυρίως στο LBT σε bilateral setup, Smit δεν δείχνει σαφή υπεροχή.	Χαμηλή → Πολύ χαμηλή (Low/Very low)	RoB (μερικές χωρίς sham ή χωρίς σαφή assessor blinding), Inconsistency (ετερογενή/μη συνεπή), Imprecision(μικρά n σε υπομελέτες/cross- over), πιθανή Indirectness (διαφορετικές δοκιμασίες/πλαίσια).
3) Οπτικοαντιληπτική επίδοση (MVPT)	2 μελέτες / 42 (Bang 12, Yi 30)	Και οι δύο αναφέρουν βελτίωση, με υπεροχή ενεργού tDCS έναντι ελέγχου/sham σε τουλάχιστον μέρος των συγκρίσεων.	Χαμηλή (Low)	RoB σοβαρό/μέτριο (Bang χωρίς sham/τυφλοποίηση), Imprecision (λίγες μελέτες/μέτριο N), Inconsistency πιθανή λόγω

Πίνακας 3: GRADE – Σύνοψη των Ευρημάτων

				διαφορετικών πρωτοκόλλων.
4) Λειτουργικότητα/A DL & συμμετοχή (MBI/K- MBI/CBS/SIS/FAC)	4 μελέτες / 96 (Bang 12, Yi 30, Learmonth 24, Gorsler 11**)	Αβέβαιο κλινικό όφελος: Bang αναφέρει μεγαλύτερη βελτίωση MBI με tDCS+FT, Yi αναφέρει τάση/περιορισμένες διαφορές σε CBS/K- MBI/FAC, Learmonth έχει QoL/διάθεση αλλά με περιορισμούς και απώλειες, συνολικά μη σταθερό.	Πολύ χαμηλή (Very low)	RoB (ιδίως όταν οι κλίμακες είναι παρατηρητικές/υποκ ειμενικές χωρίς πλήρη τυφλοποίηση), Imprecision πολύ σοβαρό, Inconsistency, και Indirectness (διαφορετικές κλίμακες, χρονικά σημεία, συν- θεραπείες).

2.3 Συζήτηση

Τα ευρήματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης υποστηρίζουν ότι η διακρανιακή συνεχής διέγερση (tDCS) συνιστά μια υποσχόμενη, αλλά ακόμη όχι πλήρως τεκμηριωμένη, συμπληρωματική παρέμβαση για την αριστερή ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Στις περισσότερες πρωτογενείς κλινικές δοκιμές παρατηρείται βραχυπρόθεσμη βελτίωση σε κλασικές δοκιμασίες παραμέλησης (π.χ. Line Bisection, Cancellation Tests, Behavioural Inattention Test και σε ορισμένες περιπτώσεις κλίμακες λειτουργικότητας), ιδιαίτερα όταν η tDCS εντάσσεται σε οργανωμένα προγράμματα αποκατάστασης και εφαρμόζεται στην υποξεία φάση. Ωστόσο, τα μικρά μεγέθη δειγμάτων, η ετερογένεια των πρωτοκόλλων (μοντάζ, “ένταση”, αριθμός συνεδριών), οι διαφορές στη χρονιότητα/βαρύτητα του συνδρόμου και η περιορισμένη μακροχρόνια παρακολούθηση δεν επιτρέπουν ακόμη κατηγορηματικές κλινικές συστάσεις, ενώ αφήνουν ανοιχτό το ερώτημα του κατά πόσο τα οφέλη είναι διατηρήσιμα και κλινικά ουσιώδη.

Η παραπάνω εικόνα ευθυγραμμίζεται με τα συμπεράσματα δευτερογενών εργασιών (συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων) για τη μη επεμβατική νευροδιέγερση στην παραμέληση, οι οποίες συνολικά καταγράφουν θετική τάση αλλά μέτριας ισχύος τεκμηρίωση, υπογραμμίζοντας τη μεθοδολογική ετερογένεια ως βασικό εμπόδιο στη σύνθεση (Salazar et al., 2018; Kashiwagi et al., 2018; González-Rodríguez et al., 2022). Οι δευτερογενείς ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις που εντοπίστηκαν και παρουσιάζονται ως συμπραζόμενα (και όχι ως πρωτογενή δεδομένα) συγκλίνουν γενικά

σε θετική τάση για τη μη επεμβατική νευροδιέγερση και ειδικότερα για την tDCS στην αποκατάσταση της ημιοχωρικής παραμέλησης, αλλά υπογραμμίζουν ομοιόμορφα την έντονη ετερογένεια πρωτοκόλλων και εκβάσεων, τα μικρά δείγματα, την περιορισμένη τυποποίηση και την ανεπαρκή τεκμηρίωση της διατήρησης και της οικολογικής μεταφοράς. Με την έννοια αυτή, οι δευτερογενείς πηγές λειτουργούν εδώ ως «καθρέφτης» της ίδιας πραγματικότητας που αναδεικνύεται και από τις έξι πρωτογενείς δοκιμές: υπάρχει επαναλαμβανόμενο σήμα βελτίωσης σε συγκεκριμένες δοκιμασίες, αλλά η συνολική βεβαιότητα παραμένει χαμηλή έως μέτρια και δεν επιτρέπει ακόμη οριστικοποίηση βέλτιστων κλινικών παραμέτρων (Salazar et al., 2018; Kashiwagi et al., 2018; González-Rodríguez et al., 2022). Συνεπώς, η παρούσα ανασκόπηση δεν ανατρέπει την υπάρχουσα γνώση, αλλά την εξειδικεύει για την tDCS σε ασθενείς με δεξιό ΑΕΕ και αριστερή ΗΠ, επιβεβαιώνοντας ότι το σήμα αποτελεσματικότητας είναι υπαρκτό, αλλά η βιβλιογραφία παραμένει σε στάδιο όπου απαιτούνται ισχυρότερες δοκιμές.

Ένα κεντρικό ζήτημα αφορά τις παραμέτρους του πρωτοκόλλου και τη λογική της διημισφαιρικής ανισορροπίας. Τα θετικότερα πρωτογενή RCTs (Bang & Bong, 2015; Yi et al., 2016; Zhao et al., 2023) χρησιμοποίησαν παρόμοιες κλινικές “δόσεις” (συνήθως 1–2 mA για 20–30 λεπτά) και σχήματα πολλαπλών συνεδριών (περίπου 10–15 συνεδρίες), και σχεδόν πάντα συνέδεσαν τη διέγερση με ενεργή αποκατάσταση, γεγονός που ενισχύει την υπόθεση ότι η tDCS λειτουργεί κυρίως ως ενισχυτής της πλαστικότητας όταν υπάρχει ταυτόχρονο θεραπευτικό έργο. Η σύγκριση μονόπλευρων και αμφίπλευρων σχημάτων υποδηλώνει ότι η διπλευρική βρεγματική διέγερση μπορεί να έχει πλεονέκτημα σε ορισμένα μέτρα, πιθανώς επειδή στοχεύει ταυτόχρονα την

ενίσχυση του ομόπλευρου δεξιού δικτύου και την αναστολή της υπερδραστηριότητας του αριστερού ημισφαιρίου, αν και τα διαθέσιμα δεδομένα παραμένουν περιορισμένα και όχι πλήρως συνεπή (Görßler et al., 2022). Παράλληλα, η μη σταθερή αποτελεσματικότητα σε χρόνιους πληθυσμούς, όπως υποδηλώνεται από μικρές μελέτες όπου δεν τεκμηριώθηκε σαφές όφελος πέρα από επιδράσεις εξάσκησης, δείχνει ότι η χρονιότητα και η βαρύτητα του συνδρόμου, καθώς και η έκταση των δικτυακών βλαβών, είναι πιθανό να καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ανταπόκριση (Smit et al., 2015). Η διάσταση του χρόνου είναι κρίσιμη, καθώς η ανάρρωση της παραμέλησης συχνά παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μεταβολή στους πρώτους μήνες μετά το ΑΕΕ, περίοδο που χαρακτηρίζεται από αυξημένη νευροπλαστικότητα και έντονη επίδραση της αποκατάστασης. Σε αυτό το πλαίσιο, η tDCS ενδέχεται να αξιοποιεί ένα “παράθυρο” μεγαλύτερης δεκτικότητας σε νευροτροποποίηση, ενώ στη χρόνια φάση η δυνατότητα αναδιοργάνωσης μπορεί να είναι περιορισμένη ή να απαιτεί πιο στοχευμένες, εξατομικευμένες στρατηγικές (Dufree & Hillis, 2023). Επιπλέον, η στόχευση και η “ένταση” της tDCS πιθανότατα αλληλοεπιδρούν με χαρακτηριστικά του ασθενούς (εντόπιση/έκταση βλάβης, ακεραιότητα δικτυακών συνδέσεων, συνύπαρξη μη εστιασμένων ελλειμμάτων), στοιχεία που σπάνια περιγράφονται με επάρκεια στις υπάρχουσες δοκιμές και που μπορεί να εξηγούν μέρος της διακύμανσης στα αποτελέσματα.

Ιδιαίτερη σημασία για την κλινική πράξη έχει η διάκριση ανάμεσα στη βελτίωση σε κλασικές δοκιμασίες και στη βελτίωση της πραγματικής συμπεριφοράς/λειτουργικότητας. Η ημιοχωρική παραμέληση δεν εκδηλώνεται μόνο ως “λάθη” σε τεστ χαρτί-μολύβι, αλλά ως συγκεκριμένες δυσκολίες στην καθημερινή ζωή,

όπως ατελής περιποίηση ή ντύσιμο στην αριστερή πλευρά, προσκρούσεις ή παραλείψεις εμποδίων αριστερά, παραβλέψεις αντικειμένων στο τραπέζι, δυσκολία προσανατολισμού σε χώρους, μειωμένη ασφάλεια στη βάδιση και μειωμένη συμμετοχή σε δραστηριότητες. Εργαλεία όπως η Catherine Bergego Scale (CBS) είναι κρίσιμα επειδή αποτυπώνουν αυτή την οικολογική διάσταση. Στη διαθέσιμη βιβλιογραφία, όπου αξιολογήθηκαν λειτουργικές εκβάσεις (CBS/ADLs), τα αποτελέσματα τείνουν να είναι πιο συγκρατημένα σε σχέση με τα κλασικά τεστ: σε αρκετές μελέτες η βελτίωση σε line bisection ή cancellation δεν συνοδεύεται πάντα από ισοδύναμη λειτουργική αλλαγή ή δεν διατηρείται στον ίδιο βαθμό στην παρακολούθηση. Αυτό δεν ακυρώνει την αξία της tDCS, αλλά αναδεικνύει ένα συχνό πρόβλημα στη βιβλιογραφία της παραμέλησης: η πολυδιάστατη φύση του συνδρόμου σημαίνει ότι ένα πρωτόκολλο μπορεί να βελτιώνει ένα συγκεκριμένο στοιχείο της επίδοσης χωρίς να μεταφράζεται άμεσα σε γενικευμένη αλλαγή της καθημερινής συμπεριφοράς. Συνεπώς, η πιο ουσιαστική κλινική ερώτηση δεν είναι μόνο αν “βελτιώνεται το τεστ”, αλλά αν ο ασθενής βελτιώνει την ασφάλεια, την αυτονομία και την αποτελεσματική αλληλεπίδραση με τον αριστερό χώρο στην καθημερινότητα, και αν αυτή η αλλαγή διατηρείται. Η έμφαση αυτή στην οικολογική/«real-world» αξιολόγηση αποτελεί κεντρικό σημείο στη σύγχρονη βιβλιογραφία, καθώς έχει επισημανθεί ότι τα έργα με μολύβι και χαρτί, αν και ευαίσθητα σε οπτικοχωρικές μεροληψίες, δεν αποτυπώνουν πάντα επαρκώς τον λειτουργικό αντίκτυπο και τις αντισταθμιστικές στρατηγικές του ασθενούς στο πραγματικό περιβάλλον (Azouvi, 2017).

Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση πιο δομημένων λειτουργικών διαδικασιών παρατήρησης μπορεί να εξηγήσει γιατί ορισμένες μετρήσεις εμφανίζονται «λιγότερο ευαίσθητες» ή

γιατί τα κέρδη σε paper-and-pencil τεστ δεν μεταφράζονται σε καθημερινή λειτουργικότητα, και αποτελεί εύλογη κατεύθυνση για μελλοντικές δοκιμές. Ειδικότερα, έχει προταθεί η συστηματική αξιοποίηση διαδικασιών αξιολόγησης που οργανώνουν την παρατήρηση και την κλινική ερμηνεία της παραμέλησης σε πραγματικές δραστηριότητες, όπως το Kessler Foundation Neglect Assessment Process, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς τη CBS και να ενισχύσει την οικολογική εγκυρότητα των εκβάσεων (Chen et al., 2012). Με αυτή τη λογική, το συγκεκριμένο εργαλείο/διαδικασία δεν εισάγεται εδώ ως θεωρητικό στοιχείο, αλλά ως εξήγηση για πιθανή απόκλιση μεταξύ «τεστ» και «λειτουργικής μεταφοράς» και ως σαφής πρόταση βελτίωσης της μελλοντικής μεθοδολογίας, ώστε οι δοκιμές tDCS να αποτυπώνουν πιο αξιόπιστα κλινικά ουσιώδεις αλλαγές (Chen et al., 2012).

Από μηχανιστική σκοπιά, τα ευρήματα συνάδουν με τη σύγχρονη θεώρηση της παραμέλησης ως διαταραχής δικτύου και όχι ως τοπικού ελλείμματος, γεγονός που μετατοπίζει το ενδιαφέρον από “τυπικά” montages (P3/P4) προς πιο δικτυοκεντρικές ή εξατομικευμένες προσεγγίσεις. Οι Carter και Barrett (2023) τονίζουν ότι η ημιοχωρική παραμέληση εμπλέκει αλληλεπιδράσεις δικτύων προσοχής, οπτικοκινητικής προσαρμογής και εγρήγορσης, υποστηρίζοντας ότι η νευροτροποποίηση πιθανόν να χρειάζεται να στοχεύει ευρύτερες δικτυακές δυσλειτουργίες. Πράγματι, αναδυόμενες “network-guided” προσεγγίσεις ή υψηλής ευκρίνειας, καθώς και η διερεύνηση συναφών τεχνικών, υποδεικνύουν μια ερευνητική κατεύθυνση όπου η επιλογή στόχου, η ένταση και ο συνδυασμός με θεραπευτικό έργο θα σχεδιάζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια, ενδεχομένως με στρωματοποίηση ως προς τον υπότυπο παραμέλησης και τα συνοδά μη εστιακά ελλείμματα (Olgiati et al., 2024; Middag-van Spanje et al., 2024). Σε αυτό το

πλαίσιο, η σύνδεση νευροτροποποίησης και οικολογικής αξιολόγησης αποκτά ιδιαίτερη αξία, καθώς οι δικτυακές παρεμβάσεις είναι πιθανό να επηρεάζουν όχι μόνο την “επίδοση σε τεστ”, αλλά και πιο σύνθετες πραγματικές συμπεριφορές που εξαρτώνται από πολλαπλά συστήματα προσοχής και ελέγχου (Azouni, 2017).

Σε σύγκριση με άλλες μορφές μη επεμβατικής νευροδιέγερσης, η tDCS εμφανίζει πλεονεκτήματα εφαρμοσιμότητας, καθώς είναι σχετικά φθηνή, φορητή, καλά ανεκτή και συμβατή με εντατικά προγράμματα αποκατάστασης, γεγονός που θεωρητικά την καθιστά κατάλληλη για επαναλαμβανόμενη χρήση υπό κλινική επίβλεψη. Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, φαίνεται να λειτουργεί περισσότερο ως “ενισχυτής” της αποκατάστασης παρά ως αυτόνομη θεραπεία πρώτης γραμμής, στοιχείο που ταιριάζει με τη λογική της εργο-εξαρτώμενης πλαστικότητας και με τη συστηματική ανάγκη να “δένεται” η διέγερση με ενεργό θεραπευτική πρακτική. Παράλληλα, ακριβώς επειδή στοχεύεται η καθημερινή λειτουργικότητα, η κλινική χρησιμότητα της tDCS θα πρέπει να κρίνεται με αποτελέσματα που διαθέτουν υψηλή οικολογική εγκυρότητα και αποτυπώνουν συμπεριφορές πραγματικού κόσμου, όπως προτείνεται ρητά στη σχετική βιβλιογραφία (Chen et al., 2012; Azouni, 2017).

2.3.1 Εκπαιδευτικές προεκτάσεις και ψυχοεκπαιδευτικές εφαρμογές της tDCS

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα μεταφραστικά συμπεράσματα της παρούσας ανασκόπησης είναι ότι η tDCS φαίνεται να αποκτά το μεγαλύτερο νόημα όταν δεν εφαρμόζεται απομονωμένα, αλλά ως ενισχυτής μιας οργανωμένης θεραπευτικής διαδικασίας. Στην ημιοχωρική παραμέληση μετά από δεξιό ΑΕΕ, τα θετικότερα μοτίβα τείνουν να εμφανίζονται όταν η διέγερση συνδυάζεται με αποκατάσταση, οπτική σάρωση ή άλλη στοχευμένη εκπαίδευση. Η λογική αυτή είναι συμβατή με μια ευρύτερη αντίληψη state-dependent ή task-dependent πλαστικότητας, σύμφωνα με την οποία η νευροδιέγερση δεν “παράγει” από μόνη της τη λειτουργική αλλαγή, αλλά ενδέχεται να διευκολύνει τη μάθηση ή την αναδιοργάνωση που πυροδοτείται από το θεραπευτικό έργο. Από αυτήν ακριβώς τη σκοπιά η tDCS αποκτά ενδιαφέρον και για την εκπαιδευτική ψυχολογία (Costanzo et al., 2019; Mirahadi et al., 2023; Nejati et al., 2025).

Η αναπτυξιακή δυσλεξία αποτελεί το πεδίο στο οποίο η μεταφραστική αυτή προοπτική είναι σήμερα πιο πειστική. Οι διαθέσιμες μελέτες δείχνουν ότι η tDCS έχει δοκιμαστεί κυρίως σε συνδυασμό με εκπαίδευση στην ανάγνωση ή εκπαίδευση στη φωνολογική επίγνωση, δηλαδή με παρεμβάσεις που ήδη ανήκουν στον πυρήνα της ψυχοεκπαιδευτικής υποστήριξης των αναγνωστικών δυσκολιών. Το γεγονός ότι αρκετές μελέτες καταγράφουν βελτιώσεις κυρίως όταν η διέγερση συνοδεύει τη δομημένη εκπαίδευση και όχι όταν νοείται ως ανεξάρτητη τεχνική, ενισχύει τη θέση ότι η κύρια δυνητική αξία της tDCS στην εκπαιδευτική ψυχολογία είναι συμπληρωματική. Με άλλα

λόγια, η τεχνική δεν προτείνεται ως υποκατάστατο της φωνολογικής εκπαίδευσης, της πολυαισθητηριακής διδασκαλίας ή των δομημένων προγραμμάτων αποκωδικοποίησης, αλλά ως πιθανός νευροβιολογικός ενισχυτής τους, υπό αυστηρά ερευνητικές και δεοντολογικές προϋποθέσεις (Costanzo et al., 2016; Costanzo et al., 2019; Mirahadi et al., 2023; Mirahadi et al., 2025; Nejati et al., 2025).

Στη ΔΕΠ-Υ, αντίθετα, οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις πρέπει να διατυπωθούν με μεγαλύτερη επιφύλαξη. Παρότι η tDCS έχει διερευνηθεί σε σχέση με μηχανισμούς που σχετίζονται άμεσα με τη σχολική λειτουργικότητα, όπως η διατήρηση προσοχής, η αναστολή και ο εκτελεστικός έλεγχος, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επιτρέπουν να υποστηριχθεί ότι βελτιώνει σταθερά τα συνολικά συμπτώματα ή τη γενική ακαδημαϊκή λειτουργικότητα. Επομένως, στην παρούσα εργασία οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις της tDCS δεν θα πρέπει να παρουσιαστούν ως άμεση πρακτική σύσταση για χρήση σε σχολικά ή κλινικοπαιδαγωγικά πλαίσια, αλλά ως ένδειξη ότι η τεχνική ίσως αξίζει περαιτέρω διερεύνηση ως adjunctive εργαλείο σε ειδικά σχεδιασμένες ψυχοεκπαιδευτικές παρεμβάσεις, με κατάλληλους ελέγχους sham, μακροχρόνιο follow-up και οικολογικά έγκυρες εκβάσεις (Krauel et al., 2025; Wang et al., 2023; Westwood et al., 2023; Zhang et al., 2025).

2.3.2 Περιορισμοί

Η παρούσα ανασκόπηση υπόκειται σε σημαντικούς περιορισμούς που επηρεάζουν τη βεβαιότητα των συμπερασμάτων.

Πρώτον, ο μικρός αριθμός πρωτογενών κλινικών μελετών tDCS και τα γενικά μικρά δείγματα περιορίζουν την ακρίβεια και αυξάνουν την πιθανότητα τυχαίων ευρημάτων.

Δεύτερον, η έντονη ετερογένεια στα πρωτόκολλα διέγερσης, στα θεραπευτικά “add-ons” (συμπληρωματικές παρεμβάσεις), στους πληθυσμούς (σε υποξεία φάση έναντι χρόνιων), στις εκβάσεις και στους χρόνους αξιολόγησης δεν επέτρεψε τυπική μετα-ανάλυση και καθιστά δύσκολη την εξαγωγή “βέλτιστων” παραμέτρων.

Τρίτον, σε αρκετές μελέτες η αναφορά κρίσιμων τεχνικών λεπτομερειών (π.χ. ακριβής τοποθέτηση/μέγεθος ηλεκτροδίων, πυκνότητα ρεύματος, διαδικασίες τυφλοποίησης) είναι ελλιπής, γεγονός που περιορίζει την αναπαραγωγιμότητα και αυξάνει τον κίνδυνο μεροληψίας.

Τέταρτον, τα δεδομένα για οικολογικές/λειτουργικές εκβάσεις και για μακροχρόνια διατήρηση είναι περιορισμένα, με αποτέλεσμα να παραμένει αβέβαιο το κατά πόσο τα οφέλη μεταφράζονται σε σταθερή βελτίωση της καθημερινής συμπεριφοράς, παρότι η βιβλιογραφία έχει τονίσει ότι η αξιολόγηση της παραμέλησης οφείλει να βασίζεται σε οικολογικά εργαλεία και διαδικασίες που αποτυπώνουν real-world συμπεριφορά (Chen et al., 2012; Azouvi, 2017).

Πέμπτον, η μη προεγγραφή του πρωτοκόλλου (π.χ. PROSPERO) αποτελεί μεθοδολογικό περιορισμό διαφάνειας. Συνολικά, η αξιολόγηση της βεβαιότητας (GRADE) υποστηρίζει χαμηλή έως μέτρια βεβαιότητα για βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις σε κλασικές δοκιμασίες και χαμηλή βεβαιότητα για λειτουργικές και μακροπρόθεσμες εκβάσεις, υποδηλώνοντας ότι νέες, ισχυρότερες δοκιμές μπορεί να τροποποιήσουν ουσιαστικά τα συμπεράσματα. Επιπλέον, ο περιορισμένος αριθμός μελετών που χρησιμοποιούν ως πρωτεύοντα outcomes την CBS ή άλλες οικολογικές μετρήσεις δυσκολεύει την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων για το “λειτουργικό αποτύπωμα” της tDCS στην καθημερινότητα, δηλαδή για το αν μειώνονται πρακτικά συμβάντα όπως συγκρούσεις/παραλείψεις αριστερά, ελλιπής αυτοφροντίδα ή αδυναμία εντοπισμού αντικειμένων στον πραγματικό χώρο (Azouni, 2017; Chen et al., 2012).

Σε επίπεδο κλινικών προεκτάσεων, τα διαθέσιμα στοιχεία συνηγορούν υπέρ της tDCS ως συμπληρωματικής παρέμβασης σε επιλεγμένους ασθενείς με δεξιό AEE και αριστερή παραμέληση, ιδιαίτερα στην υποξεία φάση και στο πλαίσιο δομημένων προγραμμάτων αποκατάστασης που στοχεύουν ενεργά την προσοχή και την οπτικοχωρική επεξεργασία.

Παράλληλα, η επιλογή μονόπλευρων έναντι αμφίπλευρων σχημάτων θα πρέπει να εξετάζεται με βάση χαρακτηριστικά όπως το στάδιο μετά το AEE, η βαρύτητα και ο υπότυπος παραμέλησης, καθώς και η δυνατότητα εντατικής θεραπευτικής πρακτικής, ενώ η εφαρμογή στην κλινική πράξη είναι προτιμότερο να γίνεται σε εξειδικευμένα πλαίσια με συστηματική παρακολούθηση αποτελεσμάτων και ανεπιθύμητων ενεργειών. Επιπλέον, η κλινική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας θα ήταν σκόπιμο να περιλαμβάνει ρητά εργαλεία υψηλής οικολογικής εγκυρότητας (π.χ. CBS και δομημένες

διαδικασίες παρατήρησης/εκτίμησης όπως το KF-NAP), ώστε να καταγράφεται αν η παρέμβαση μεταβάλλει ουσιαστικά τη συμπεριφορά του ασθενούς στην καθημερινή ζωή και όχι μόνο την επίδοσή του σε εργαστηριακές δοκιμασίες (Chen et al., 2012; Azouvi, 2017).

2.3.3 Μελλοντική έρευνα-Προεκτάσεις

Ως προς τη μελλοντική έρευνα, αναδεικνύεται ανάγκη για πολυκεντρικές τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές (RCTs) με επαρκή ισχύ που να συγκρίνουν συστηματικά διαφορετικά montages και δοσολογικά σχήματα, με σαφή στρωματοποίηση ως προς χρονικό στάδιο, εντόπιση/έκταση βλάβης και υπότυπο παραμέλησης, καθώς και με ενσωμάτωση οικολογικών δεικτών και patient-reported outcomes (Chen et al., 2012; Azouvi, 2017).

Ιδιαίτερα κρίσιμη, είναι η μακροχρόνια παρακολούθηση, ώστε να αποσαφηνιστεί αν η tDCS επιφέρει διατηρήσιμες αλλαγές στη συμπεριφορά και στη λειτουργική αυτονομία, πέρα από βελτιώσεις σε επιμέρους δοκιμασίες (Chen et al., 2012; Azouvi, 2017).

Επίσης, η σύνδεση της νευροδιαμόρφωσης με δικτυακά καθοδηγούμενο σχεδιασμό (νευροαπεικόνιση/EEG) και με σύγχρονα εργαλεία αποκατάστασης (τηλε-αποκατάσταση, VR, gamified training) αποτελεί ρεαλιστική και πολλά υποσχόμενη κατεύθυνση για την αντιμετώπιση μιας διαταραχής που συχνά απαιτεί παρατεταμένη και εντατική παρέμβαση, ενώ η συστηματική ενσωμάτωση οικολογικής αξιολόγησης αναμένεται να ενισχύσει την κλινική ερμηνεία και τη μεταφραστική αξία των μελλοντικών ευρημάτων (Chen et al., 2012; Azouvi, 2017).

Σε επίπεδο εκπαιδευτικών προεκτάσεων, μελλοντικές μελέτες θα ήταν σκόπιμο να εξετάσουν αν η tDCS μπορεί να λειτουργήσει ως συμπληρωματικός ενισχυτής τεκμηριωμένων ψυχοεκπαιδευτικών παρεμβάσεων και όχι ως αυτόνομη τεχνική. Ιδιαίτερα στη δυσλεξία, αυτό σημαίνει δοκιμές που να συνδυάζουν σαφώς ορισμένα πρωτόκολλα διέγερσης με δομημένη ανάγνωση ή φωνολογικές παρεμβάσεις και να αξιολογούν όχι μόνο εργαστηριακές μετρήσεις αλλά και οικολογικά έγκυρους δείκτες μάθησης, σχολικής λειτουργικότητας και διατήρησης του οφέλους. Στη ΔΕΠ-Υ, αντίστοιχα, η ερευνητική έμφαση θα πρέπει να δοθεί σε αυστηρά sham-controlled πρωτόκολλα με σαφή διάκριση ανάμεσα σε κλινικά συμπτώματα, γνωστικές λειτουργίες και πραγματική σχολική/καθημερινή προσαρμογή, ώστε να αποφευχθούν υπερερμηνείες από μεμονωμένα γνωστικά ευρήματα (Mirahadi et al., 2023, 2025; Nejati et al., 2025; Wang et al., 2023; Westwood et al., 2023; Zhang et al., 2025).

2.4 Συμπεράσματα

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση συνοψίζει τα διαθέσιμα κλινικά δεδομένα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της διακρανιακής συνεχούς διέγερσης (tDCS) στην αποκατάσταση της αριστερής ημιοχωρικής παραμέλησης μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο δεξιού ημισφαιρίου. Με βάση τις πρωτογενείς μελέτες παρέμβασης που συμπεριλήφθηκαν, προκύπτει ένα συνεπές, αλλά όχι οριστικό, σήμα βραχυπρόθεσμης βελτίωσης σε κλασικές νευροψυχολογικές δοκιμασίες παραμέλησης, ιδίως όταν η tDCS εφαρμόζεται στην υποξεία φάση και εντάσσεται σε οργανωμένα προγράμματα αποκατάστασης ή γνωστικής/συμπεριφορικής εκπαίδευσης.

Η ερμηνεία αυτή είναι συμβατή με τη λογική της διημισφαιρικής ανισορροπίας και με την υπόθεση ότι η tDCS δρα κυρίως ως «ενισχυτής» της μάθησης και της

πλαστικότητας όταν συνδυάζεται με ενεργό θεραπευτικό έργο, ενώ τα διπλευρικά ή στοχευμένα βρεγματικά πρωτόκολλα ενδέχεται να προσφέρουν πλεονέκτημα σε ορισμένα μέτρα οπτικοχωρικής προσοχής.

Παράλληλα, η μεταφορά των βελτιώσεων από τις δοκιμασίες χαρτί-μολύβι σε οικολογικές/λειτουργικές εκβάσεις, καθώς και η διατήρηση των ωφελειών σε μεσοπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη παρακολούθηση, παραμένουν αβέβαιες λόγω περιορισμένων και ετερογενών δεδομένων, διαφορετικών κλιμάκων αξιολόγησης και συχνά ανεπαρκούς follow-up.

Η αξιολόγηση του κινδύνου μεροληψίας έδειξε ότι πολλές δοκιμές παρουσιάζουν κάποια προβλήματα και σε ορισμένες περιπτώσεις υψηλότερο κίνδυνο, κυρίως λόγω ατελούς αναφοράς κρίσιμων στοιχείων τυχαιοποίησης/τυφλοποίησης, μικρών δειγμάτων, απωλειών στην παρακολούθηση και, σε cross-over σχεδιασμούς, πιθανών επιδράσεων εξάσκησης ή κόπωσης.

Αντίστοιχα, η εκτίμηση της βεβαιότητας της τεκμηρίωσης με GRADE κατατάσσει συνολικά τις περισσότερες εκβάσεις σε χαμηλή έως πολύ χαμηλή βεβαιότητα, γεγονός που σημαίνει ότι νέα, μεγαλύτερης ισχύος και καλύτερα τυποποιημένα RCTs είναι πιθανό να μεταβάλουν ουσιαστικά το μέγεθος και τη σταθερότητα των εκτιμώμενων επιδράσεων.

Σε επίπεδο ασφάλειας, η tDCS εμφανίζεται γενικά καλά ανεκτή, με κυρίως ήπιες και παροδικές ανεπιθύμητες ενέργειες στο σημείο εφαρμογής ή ήπια κεφαλαλγία, χωρίς ενδείξεις σοβαρών ανεπιθύμητων συμβάντων στις συνήθεις θεραπευτικές παραμέτρους.

Συνολικά, τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι η tDCS μπορεί να αποτελεί μια χρήσιμη συμπληρωματική παρέμβαση για επιλεγμένους ασθενείς με δεξιό ΑΕΕ και αριστερή παραμέληση, κυρίως όταν εφαρμόζεται στο κατάλληλο χρονικό στάδιο και συνδυάζεται με στοχευμένη αποκατάσταση, ωστόσο η κλινική της αξιοποίηση θα πρέπει να γίνεται με προσεκτική επιλογή πρωτοκόλλου και με έμφαση σε οικολογικά έγκυρες μετρήσεις έκβασης.

Μελλοντική έρευνα με πολυεστιακές, επαρκώς ισχυρές δοκιμές, σαφή τυποποίηση παραμέτρων (μοντάζ, ένταση, αριθμός συνεδριών), καλύτερη τεκμηρίωση τυφλοποίησης και συστηματική ενσωμάτωση λειτουργικών δεικτών και μακροχρόνιας παρακολούθησης είναι απαραίτητη ώστε να διευκρινιστούν οι βέλτιστες κλινικές πρακτικές και η πραγματική λειτουργική αξία της tDCS στην καθημερινότητα των ασθενών.

Σε μεταφραστικό επίπεδο, η παρούσα σύνθεση επιτρέπει μια προσεκτική σύνδεση με την εκπαιδευτική ψυχολογία. Η tDCS φαίνεται να έχει θεωρητικό και ερευνητικό ενδιαφέρον ως πιθανός ενισχυτής στοχευμένων ψυχοεκπαιδευτικών παρεμβάσεων, κυρίως σε πεδία όπως η αναπτυξιακή δυσλεξία, όπου υπάρχουν ενδείξεις ότι ο συνδυασμός της με reading ή phonological training μπορεί να ενισχύει επιμέρους γλωσσικές επιδόσεις. Ωστόσο, η εικόνα αυτή δεν είναι ακόμη επαρκώς συνεκτική ώστε να θεμελιώσει ρουτίνα εκπαιδευτικής εφαρμογής, ενώ στη ΔΕΠΥ τα διαθέσιμα δεδομένα παραμένουν ακόμη πιο μικτά και περιορισμένα. Κατά συνέπεια, οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις της tDCS πρέπει προς το παρόν να νοούνται κυρίως ως ερευνητική και μεταφραστική προοπτική και όχι ως εδραιωμένη πρακτική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Azouvi, P. (2017). The ecological assessment of unilateral neglect. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 186–190.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.12.005>
- Bang, D.-H. & Bong, S.-Y., (2015). Effect of combination of transcranial direct current stimulation and feedback training on visuospatial neglect in patients with subacute stroke: *A pilot randomized controlled trial. Journal of Physical Therapy Science*, 27(9), 2759–2761. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2759>
- Battisti, A. et al., (2022). Effects of a short and intensive transcranial direct current stimulation treatment in children and adolescents with developmental dyslexia: A crossover clinical trial. *Frontiers in psychology*, 13, 986242.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.986242>
- Carter, A. R., & Barrett, A. M., (2023). Recent advances in treatment of spatial neglect: Networks and neuropsychology. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 23(7), 587–601. <https://doi.org/10.1080/14737175.2023.2221788>
- Cazzoli, D. et al., (2013). Non-invasive brain stimulation in neglect rehabilitation: An update. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 248.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00248>

- Durfee, A. Z., & Hillis, A. E. (2023). Unilateral spatial neglect recovery poststroke. *Stroke*, 54(1), 10–19. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.122.041710>
- Chen, P. et al., (2012). Functional Assessment of Spatial Neglect: A Review of the Catherine Bergego Scale and an Introduction of the Kessler Foundation Neglect Assessment Process. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(5), 423–435. <https://doi.org/10.1310/tsr1905-423>
- Costanzo, F. et al., (2016). Reading changes in children and adolescents with dyslexia after transcranial direct current stimulation. *Neuroreport*, 27(5), 295–300. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000536>
- Costanzo, F. et al., (2016). Evidence for reading improvement following tDCS treatment in children and adolescents with Dyslexia. *Restorative neurology and neuroscience*, 34(2), 215–226. <https://doi.org/10.3233/RNN-150561>
- Costanzo, F., et al., (2019). Long-lasting improvement following tDCS treatment combined with a training for reading in children and adolescents with dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.016>
- Gammeri, R. et al., (2020). Unilateral Spatial Neglect After Stroke: *Current Insights*. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 16, 131–152. <https://doi.org/10.2147/NDT.S171461>

- González-Rodríguez, B. et al., (2022). Transcranial direct current stimulation in neglect rehabilitation after stroke: A systematic review. *Journal of Neurology*, 269(12), 6310–6329. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-11338-x>
- Gorsler, A. et al., (2022). Efficacy of unilateral and bilateral parietal transcranial direct current stimulation on right hemispheric stroke patients with neglect symptoms: A proof-of-principle study. *Brain & Neurorehabilitation*, 15(2), e19. <https://doi.org/10.12786/bn.2022.15.e19>
- Hummel, F. C., & Cohen, L. G. (2006). Non-invasive brain stimulation: A new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? *The Lancet Neurology*, 5(8), 708–712. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70525-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70525-7)
- Husain, M., & Rorden, C. (2003). Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 26–36. <https://doi.org/10.1038/nrn1005>
- Kashiwagi, F. T. et al., (2018). Noninvasive brain stimulations for unilateral spatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized controlled trials. *Neural Plasticity*, 2018, 1638763. <https://doi.org/10.1155/2018/1638763>
- Krael, K. et al., (2025). Prefrontal Transcranial Direct Current Stimulation in Pediatric Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA network open*, 8(2), e2460477. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.60477>

Lam, S. L. et al., (2022). Double-blind, sham-controlled randomized trial testing the efficacy of fMRI neurofeedback on clinical and cognitive measures in children with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 179(12), 947–958.

<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.21100999>

Learmonth, G. et al., (2020). Non-invasive brain stimulation in Stroke patients (NIBS): A prospective randomized open blinded end-point (PROBE) feasibility trial using transcranial direct current stimulation (tDCS) in post-stroke hemispatial neglect. *Neuropsychological Rehabilitation*, 31(8), 1163–1189.

<https://doi.org/10.1080/09602011.2020.1767161>

Luvizutto, G. J. et al., (2016). Treatment of unilateral spatial neglect after stroke using transcranial direct current stimulation (ELETRON trial): Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 17, 479. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1598-4>

Middag-van Spanje, M. et al., (2024). Alpha transcranial alternating current stimulation as add-on to neglect training: A randomized trial. *Brain Communications*, 6(5), fcae287. <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcae287>

Millot, S. et al., (2023). Innovative therapy combining neck muscle vibration and transcranial direct current stimulation in association with conventional rehabilitation in left unilateral spatial neglect patients: HEMISTIM protocol for a randomized controlled trial. *Brain Sciences*, 13(4), 678.

<https://doi.org/10.3390/brainsci13040678>

Miniussi, C. et al., (2008). Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation/transcranial direct current stimulation in cognitive neurorehabilitation.

Brain Stimulation, 1(4), 326–336. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2008.07.002>

Mirahadi, S. et al., (2025). Impact of phonological awareness intervention combined with transcranial direct current stimulation on rapid automatized naming and verbal short term memory in developmental dyslexia: a randomized controlled trial. *Disability and rehabilitation*, 47(18), 4682–4693.

<https://doi.org/10.1080/09638288.2025.2455530>

Mirahadi, S. et al., (2023). Reading and phonological awareness improvement accomplished by transcranial direct current stimulation combined with phonological awareness training: A randomized controlled trial. *Applied neuropsychology. Child*, 12(2), 137–149.

<https://doi.org/10.1080/21622965.2022.2051144>

Nejati, V. et al., (2025). The effectiveness of transcranial electrical stimulation in individuals with specific learning disorder (SLD): Systematic review and transfer analysis. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 17, Article 66.

<https://doi.org/10.1186/s11689-025-09623-7>

Olgıati, E. et al., (2024). Targeted non-invasive brain stimulation boosts attention and modulates contralesional brain networks following right hemisphere stroke.

NeuroImage: Clinical, 42, 103599. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2024.103599>

Salazar, A. P. S. et al., (2018). Noninvasive brain stimulation improves hemispatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical*

Medicine and Rehabilitation, 99(2), 355–366.e1.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.07.009>

Salehinejad, M. A. et al., (2020). Domain-specific involvement of the right posterior parietal cortex in attention network and attentional control of ADHD: A randomized, cross-over, sham-controlled tDCS study. *Neuroscience*, 444, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2020.07.037>

Schertz, M. et al., (2022). Transcranial direct current stimulation (tDCS) in children with ADHD: A randomized, sham-controlled pilot study. *Journal of Psychiatric Research*, 155, 302–312. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.08.022>

Smit, M. et al., (2015). Transcranial direct current stimulation to the parietal cortex in hemispatial neglect: A feasibility study. *Neuropsychologia*, 74, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.014>

Sparing, R. et al., (2009). Bidirectional alterations of interhemispheric parietal balance by non-invasive cortical stimulation. *Brain*, 132(11), 3011–3020. <https://doi.org/10.1093/brain/awp154>

Tavaszi, I. et al., (2021). Neglect syndrome in post-stroke conditions: Assessment and treatment (scoping review). *International Journal of Rehabilitation Research*, 44(1), 3–14. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000438>

Wang, Y.-C. et al., (2023). A randomized, sham-controlled trial of high-definition transcranial direct current stimulation on the right orbital frontal cortex in children

- and adolescents with attention-deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 987093. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.987093>
- Westwood, S. J. et al., (2023). Transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with cognitive training in adolescent boys with ADHD: *A double-blind, randomised, sham-controlled trial*. *Psychological Medicine*, 53(2), 497–512. <https://doi.org/10.1017/S0033291721001859>
- Yi, Y.-G. et al., (2016). The effect of transcranial direct current stimulation on neglect syndrome in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 40(2), 223–229. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.223>
- Zhang, M., Ma, C., Liu, Y., Ma, X., Liu, T., Jia, F., & Du, L. (2025). Efficacy and safety of transcranial direct current stimulation for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Journal of psychiatry & neuroscience : JPN*, 50(4), E248–E266. <https://doi.org/10.1503/jpn.250032>
- Zhao, Y. et al., (2023). The therapeutic effect of transcranial direct current stimulation combined with cognitive training on patients with unilateral neglect after stroke. *NeuroRehabilitation*, 52(3), 477–483. <https://doi.org/10.3233/NRE-220265>