



Η επίδραση των δραστηριοτήτων διπλού έργου στη βάρδιση σε άτομα με Alzheimer και Ήπια Γνωστική Διαταραχή: ανασκόπηση

1. Δημακοπούλου Ελένη, PhD Διδάκτωρ Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

2. Καρυδάκη Μαίρη, Msc Καθηγήτρια ειδικής φυσικής αγωγής, Oxford Brooke's University School of Health and Social Sciences

DOI: [1055742/MVRH9350](https://doi.org/10.55742/MVRH9350)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άνοια τύπου Alzheimer (AD) είναι μια νευροεκφυλιστική νόσος όπου αρχικά έχουμε εξασθένιση της πρόσφατης μνήμης, ενώ προοδευτικά επηρεάζονται και άλλες γνωστικές λειτουργίες όπως ο λόγος και οι εκτελεστικές λειτουργίες, με συνέπεια να υπάρχουν αλλαγές στην καθημερινότητα του ατόμου και την ποιότητα ζωής του.

Σήμερα, εκτός από την άνοια τύπου Alzheimer, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον ερευνητικά για την ήπια γνωστική διαταραχή (mild cognitive impairment), (MCI) η οποία θεωρείται πως αποτελεί το ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ του φυσιολογικού γήρατος και της AD. Η διάγνωση της MCI δίνει το περιθώριο για περισσότερες μη φαρμακευτικές παρεμβάσεις και πρόληψη της γνωστικής και λειτουργικής έκπτωσης. Το συχνότερο σύμπτωμα που αναφέρεται είναι η έκπτωση της πρόσφατης επεισοδικής μνήμης.

Πολλές δραστηριότητες στην καθημερινή ζωή απαιτούν την ταυτόχρονη εκτέλεση δύο διαφορετικών έργων (dual task). Καλούμαστε δηλαδή να διαμοιράσουμε την προσοχή μας προς πολλαπλά ερεθίσματα ή έργα. Για την εκτέλεση τους απαιτείται η ταυτόχρονη επιστράτευση γνωστικών ή κινητικών λειτουργιών. Καθώς προχωράει η ηλικία, η ικανότητα εκτέλεσης δύο έργων ταυτόχρονα, όπως για παράδειγμα να περπατάμε και να μιλάμε, μειώνεται. Αρκετές μελέτες, έχουν δείξει ότι σε κάποιες νευρολογικές παθήσεις, όπως στην AD, στην Πάρκινσον (PD), και στο εγκεφαλικό επεισόδιο, η ικανότητα διπλού έργου πλήττεται αισθητά (Kato-Narita et al., 2011). Αυτή η έκπτωση, εκφράζεται είτε με δυσκολία στη βάρδιση (μειώνεται η ταχύτητα βάρδισης, το μήκος και η συχνότητα διασκελισμού) είτε στην εκτελεστική λειτουργία (στον σχεδιασμό, στην έναρξη, στην αλληλουχία σύνθετων δραστηριοτήτων).

Η βάδιση είναι μια αυτόματη κίνηση, που ελέγχεται από το εξωπυραμιδικό σύστημα το οποίο εδρεύει στα βασικά γάγγλια. Είναι μια σύνθετη κίνηση που απαιτεί συντονισμό όλων των μυών που συνεργάζονται για την εκτέλεσή της, απαιτεί σωστή στάση του σώματος και ισορροπία. Ο συντονισμός αυτός γίνεται από το παρεγκεφαλιδικό σύστημα (Καπαρός, 1999). Ωστόσο, οι Montero-Odasso et al., (2012a) θεωρούν πως κεντρικό ρόλο στην ρύθμιση της βάδισης έχουν γνωστικές λειτουργίες. Η βάδιση έχει τη φάση της στήριξης, τη φάση της αιώρησης και της διπλής στήριξης, και έχει διάφορα χαρακτηριστικά όπως μήκος διασκελισμού, γραμμή βαδίσματος, γωνίες αρθρώσεων, διάρκεια κύκλου βάδισης κτλ. Σε προγενέστερες μελέτες (Petterson et al., 2007), έχει βρεθεί σε άτομα με AD ότι μειώνουν την ταχύτητα βάδισης τους, ενώ παρατηρούνται ιδιαίτερες μεταβολές στον κύκλο βάδισης όταν καλούνται να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες διπλού έργου (Sheridan et al., 2003). Επιπλέον, έρευνες έχουν συνδέσει την αργή βάδιση με την εμφάνιση ήπιων γνωστικών ελλειμμάτων (Verghese et al., 2007, Waite et al., 2005).

Δημοσιευμένες μελέτες, έχουν τονίσει την σημασία του γνωστικού ελέγχου στη βάδιση στους ηλικιωμένους (Alexander, 1996, Woollacott and Shumway, 2002) παρόλο που ο μηχανισμός δεν είναι ξεκάθαρος. Πιθανόν, το νοητικό απόθεμα να έχει σπουδαίο ρόλο στις δραστηριότητες διπλού έργου. Στην AD που είναι μια νευροεκφυλιστική νόσος που χαρακτηρίζεται από εξασθένιση των νοητικών λειτουργιών σε βαθμό που να επηρεάζεται η ανεξάρτητη διαβίωση του ατόμου καθώς και στην ήπια γνωστική διαταραχή (MCI) που είναι ένα πρόδρομο στάδιο της άνοιας, είναι σημαντικό να διατηρηθεί το νοητικό απόθεμα και να ενισχυθούν όλες οι νοητικές λειτουργίες. Οι νοητικές λειτουργίες παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της βάδισης (Hausdorff and Yogev, 2006, Hausdorff, 2005).

Οι επιστήμονες έχουν αναδείξει τρία θεωρητικά μοντέλα (Kalron et al., 2010) ώστε να εξηγήσουν την σταδιακή έκπτωση της ικανότητας διπλού έργου. 1) Τη θεωρία της ικανότητας ή κατανομής των πόρων (the Capacity Model), σύμφωνα με την οποία δύο ενέργειες ανταγωνίζονται περιορισμένες πηγές ενώ η επακόλουθη παρεμβολή οδηγεί σε επιδείνωση της μιας ή και των δύο δραστηριοτήτων. 2) Τη θεωρία του λαιμού της φιάλης (the bottleneck theory) σύμφωνα με την οποία προκειμένου να εκπονηθούν δύο δραστηριότητες παράλληλα, η επεξεργασία της δεύτερης αναστέλλεται προσωρινά. 3)

Τέλος, τη θεωρία της στιχομουθίας (cross-talk model) η οποία υποστηρίζει ότι παρόμοιες δραστηριότητες χρησιμοποιούν όμοιες οδούς μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο παρεμβολής στη διπλή δραστηριότητα. Συχνά, ο ασκούμενος ή ο ασθενής, για να ανταποκριθεί στο διπλό έργο, μεταβάλλει το μοτίβο των προτεραιοτήτων του. Οι δραστηριότητες διπλού έργου, παρουσιάζουν ενδιαφέρον καθώς επηρεάζουν τη βάρδια ιδιαίτερα των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας (Springer et al., 2007). Οι Hollman et al., (2007) αναφέρουν ότι υγιείς ηλικιωμένοι όταν συλλαβίζουν ανάποδα ή μετρούν ανάποδα, μειώνουν το μήκος του διασκελισμού τους.

Επιπλέον, από πλευράς φυσιολογίας, σε έρευνα των Marshall et al., (2007), αναφέρεται πως η μείωση στην κατανάλωση γλυκόζης και αιματικής ροής στην έλικα του προσαγωγίου και τον κογχομετωπιαίο φλοιό μπορούν δυνητικά να εξηγήσουν την δυσκολία των ατόμων με AD να βαδίζουν ενώ εκτελούν δραστηριότητες διπλού έργου.

Οι Lundin-Olsson et al., (1997), εισήγαγαν το παράδειγμα του διπλού έργου (dual-task paradigm) για να δείξουν την αλληλεπίδραση της βάρδιας, του κινδύνου πτώσεων και των νοητικών λειτουργιών. Ο κίνδυνος πτώσεων αποτελεί σημαντικό δημόσιο πρόβλημα υγείας (Beauchet et al., 2009) λόγω και των οικονομικών του επιπτώσεων.

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να παρουσιάσει υπάρχουσες μελέτες που αφορούν στις αλλαγές των χαρακτηριστικών της βάρδιας κατά την εκτέλεση δραστηριοτήτων διπλού έργου σε άτομα με Αλτσχάιμερ (AD) και Ήπια Γνωστική Διαταραχή (MCI) καθώς και κατά πόσο αυτές οι αλλαγές μπορούν να βοηθήσουν σε μια πιο έγκαιρη διάγνωση της MCI.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Αναζήτηση βιβλιογραφίας

Για την αναζήτηση της κατάλληλης βιβλιογραφίας και της συστηματικής ανασκόπησης αυτής, ακολουθήθηκε η τεχνική αναζήτησης των τριών σταδίων : α) σχεδιασμός (planning), β) εφαρμογή (implementation) και γ) αξιολόγηση (evaluation). Συγκεκριμένα κριτήρια ορίστηκαν για τη δημιουργία όρων αναζήτησης στην ελληνική και στην αγγλική γλώσσα. Στην ελληνική γλώσσα λέξεις αναζήτησης ήταν οι ακόλουθες: Αλτσχάιμερ, ήπια γνωστική

διαταραχή, διπλές δραστηριότητες, φυσική άσκηση, προπόνηση, ανάλυση βάρδισης, μηχανικά χαρακτηριστικά βάρδισης, παρέμβαση. Στην αγγλική γλώσσα οι λέξεις αναζήτησης ήταν: Alzheimer, dual task, gait, mild cognitive impairment, divided attention, prediction of falls.

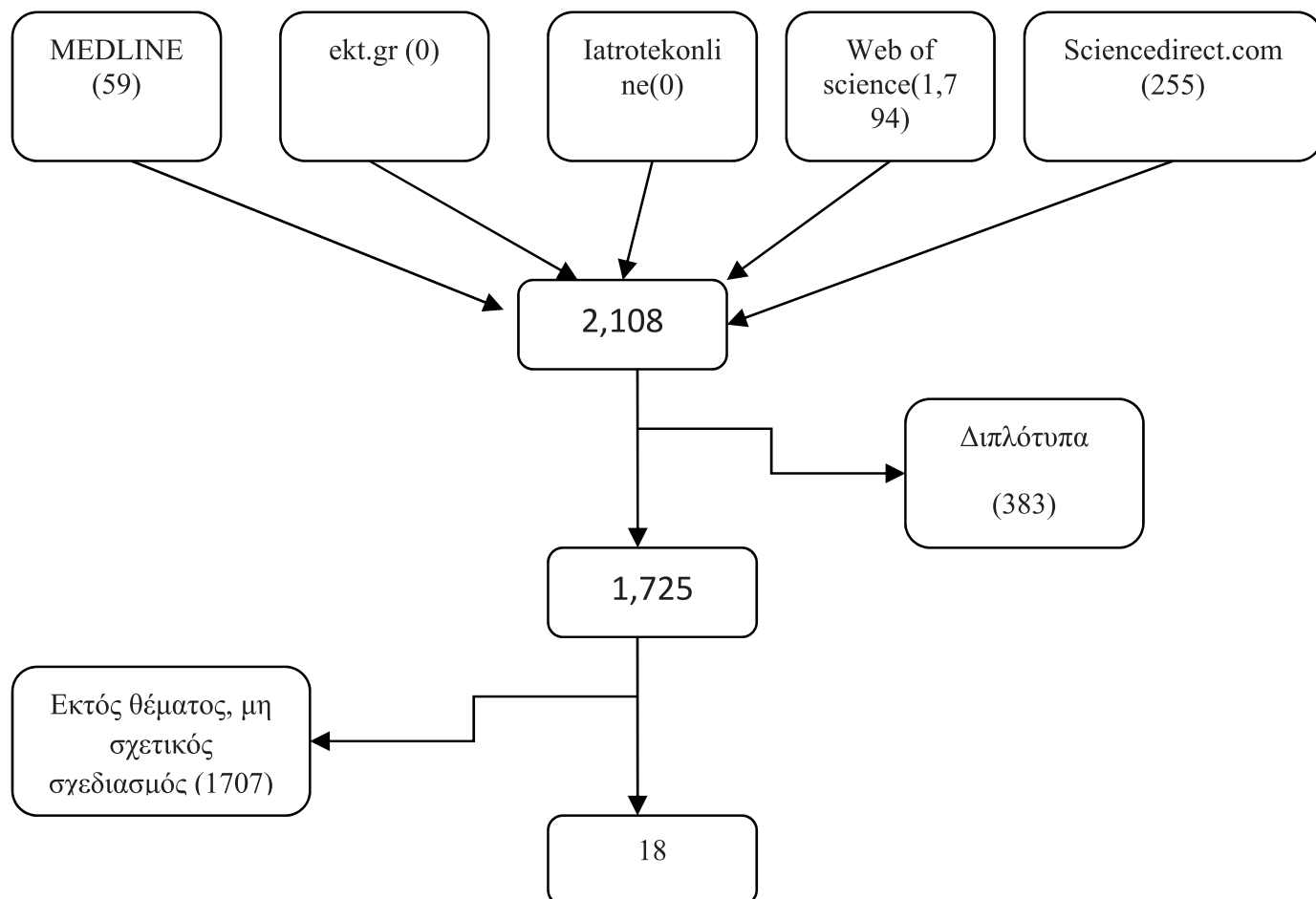
Κριτήρια επιλογής των μελετών ήταν τα εξής: α) μελέτες δημοσιευμένες μεταξύ 2009 και 2020, β) μελέτες που διερευνούν την επίδραση δραστηριοτήτων διπλού έργου σε ηλικιωμένους με MCI ή AD κατά την βάρδιση, γ) μελέτες γραμμένες στην ελληνική ή αγγλική γλώσσα. Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν: α) μελέτες που δεν διερευνούσαν τον παράγοντα της βάρδισης β) μελέτες με δραστηριότητες διπλού έργου σε ηλικιωμένους χωρίς διάγνωση MCI ή AD.

Για την εξεύρεση της σχετικής βιβλιογραφίας, χρησιμοποιήθηκαν διεθνείς και τοπικές βάσεις δεδομένων όπως: 1) MEDLINE, που είναι η βιβλιογραφική βάση της Εθνικής Βιβλιοθήκης των ΗΠΑ στην Ιατρική και είναι προσβάσιμη μέσω του <http://www.pubmed.com>, 2) Web of Science που είναι προσβάσιμη μέσω της ιστοσελίδας της Βιβλιοθήκης του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (<http://www.lib.uoa.gr>). Εκτός από τις βάσεις δεδομένων η αναζήτηση επεκτάθηκε και σε άλλες πηγές ηλεκτρονικής πληροφόρησης όπως είναι ο Συλλογικός Κατάλογος Περιοδικών των Ελληνικών Βιβλιοθηκών μέσω του Δικτύου Ερμής του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης (<http://www.ekt.gr>). Επιπλέον, έγινε βιβλιογραφική αναζήτηση σε on-line ιατρικά περιοδικά μέσω sciencedirect.com. Η αναζήτηση διεξήχθη μεταξύ Νοεμβρίου του 2020 και Δεκέμβριο του 2020.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά την βιβλιογραφική αναζήτηση προέκυψαν 2,108 αποτελέσματα. Από αυτά αφαιρέθηκαν 383 που ήταν διπλότυπα και απέμειναν 1,725 (διάγραμμα 1). Έπειτα από διεξοδική μελέτη των περιλήψεων από δύο διαφορετικούς εξεταστές σε διαφορετικούς χρόνους, αποκλείστηκαν: έρευνες που δεν ήταν δημοσιευμένες είτε στα ελληνικά είτε στα αγγλικά, πόστερς, ακαδημαϊκές διατριβές, έρευνες όπου το δείγμα δεν αποτελούνταν από άτομα με Αλτσχάιμερ (AD) ή Ήπια Γνωστική Διαταραχή (MCI), και τέλος μελέτες όπου δεν

υπήρχε ο παράγοντας της βάρδισης και οι δραστηριότητες διπλού έργου στην παρέμβαση τους. Κατόπιν προσεκτικής αξιολόγησης των άρθρων που έμειναν, δεν πληρούσαν τα κριτήρια άλλα τέσσερα άρθρα καθώς το ένα αφορούσε άτομα με άνοια σε αμαξίδιο, ενώ άλλα τρία δεν είχαν ξεκάθαρο σχεδιασμό ως προς τις παρεμβάσεις τους. Στην παρούσα ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 18 άρθρα.



Διάγραμμα 1. Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας ηλεκτρονικής αναζήτησης

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά κάθε άρθρου που περιλαμβάνεται στην ανασκόπηση. Από τα 18 άρθρα τα 8 δημοσιεύθηκαν μέσα στην τελευταία πενταετία (Nascimbeni et al., 2015, Tay et al., 2016, Konig et al., 2017, Ansai et al., 2018, Montero-Odasso et al., 2017, Serra-Ano et al., 2019, de Oliveira Silva et al., 2020, Oh et al., 2020). Οι αριθμοί των συμμετεχόντων που αποτελούσαν το ερευνητικό δείγμα κυμαινόταν μεταξύ 11 και 711 άτομα και στο σύνολο τους ήταν 2089 άτομα. Οι διαγνώσεις που είχαν λάβει οι συμμετέχοντες ήταν κυρίως η Ήπια Γνωστική Διαταραχή (MCI), η άνοια τύπου Αλτσχάιμερ (AD) και η νόσος του Πάρκινσον (PD), ενώ τα γκρουπ ελέγχου αποτελούνταν από άτομα

χωρίς γνωστικά ελλείμματα.

Όσον αφορά τις παρεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν, σε όλες τις έρευνες έγινε αξιολόγηση παραμέτρων της βάρδισης σε συνθήκες μονού και διπλού έργου ενώ στο άρθρο των Christofolletti et al., 2014 η παρέμβαση έγινε μόνο σε συνθήκη διπλού έργου. Σε όλες τις παρεμβάσεις οι δραστηριότητες διπλού έργου ήταν κάποιο κινητικό τεστ σε συνδυασμό με νοητική άσκηση. Η διάρκεια και συχνότητα των παρεμβάσεων δεν διευκρινίζεται στις περισσότερες έρευνες, ενώ μόνο σε δύο αναφέρονται 12 και 16 εβδομάδες με 2 και 1 φορά την εβδομάδα, αντίστοιχα (Schwenk et al., 2010, Tay et al., 2016). Οι Montero-Odasso et al., (2017) διενήργησαν μακρόχρονη έρευνα από τον Ιούλιο του 2007 έως τον Μάρτιο του 2016, ενώ στην παρέμβαση των Oh et al., 2020 οι συνεδρίες ήταν για μια φορά τον μήνα και διήρκησαν ένα έτος.

Για την αξιολόγηση των παραμέτρων της βάρδισης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα αξιολογητικά εργαλεία. Οι περισσότερες έρευνες έκαναν χρήση ενός ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο GAITrite, (Montero-Odasso et al., 2009b, Schwenk et al., 2010, Muir et al., 2011, Theill et al., 2011, Montero-Odasso et al., 2012b, Montero-Odasso et al., 2017, Oh et al., 2020). Άλλη δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο αξιολόγησης της βάρδισης ήταν το Gait Velocity Test (Montero-Odasso et al., 2009a), το Locometrix (Maquet et al., 2010), και το TimedUp&GoTest (TUG) (Christofolletti et al., 2014, Ansai et al., 2018, de Oliveira Silva et al, 2020). Στην έρευνα των Konig et al., 2017 χρησιμοποιήθηκε φορητός κινησιογράφος χειρός. Επίσης, έγινε χρήση του 10m walking test (Ansai et al., 2018, de Oliveira Silva et al, 2020) καθώς και του Treadmill Walk Test (TWT) (de Oliveira Silva et al, 2020), ενώ σε όλες τις έρευνες αξιολογήθηκαν οι γνωστικές λειτουργίες των συμμετεχόντων ούτως ώστε να κατανεμηθούν στις ομάδες παρέμβασης. Άλλοι παράγοντες που αξιολογήθηκαν με την κλίμακα ADL ήταν η λειτουργική ικανότητα των συμμετεχόντων (Nascimbeni et al., 2015, Tay et al., 2016) καθώς και το ιστορικό των πτώσεων (Ansai et al., 2018, de Oliveira Silva et al, 2020).

Πίνακας 1. Γενικά χαρακτηριστικά των ερευνών που χρησιμοποίησαν ασκήσεις διπλού έργου στην μεθοδολογία τους

Συγγραφείς, έτος, (Χώρα)	Δείγμα (n)	Παρέμβαση	Διάρκεια και συχνότητα παρέμβασης	Μέθοδοι μετρήσεων, αξιολογητικά εργαλεία	Αποτελέσματα
Montero-Odasso et al., 2009a (Καναδάς)	55 άτομα με Ήπια Γνωστική Διαταραχή (MCI)	Δραστηριότητα μονού και διπλού έργου 1) μέτρημα ανάποδα 2) κατονομασία ζώων	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, MoCA, Digit Symbol Test, Trail Making Test, Letter Number Sequencing Test, gait velocity test	Μείωση στην ταχύτητα βάρδισης ενώ εκτελείται άσκηση διπλού έργου ($p < 0.005$)
Montero-Odasso et al., 2009b (Καναδάς)	11 άτομα με Ήπια Γνωστική Διαταραχή (MCI)	Αξιολόγηση μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite) σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου	Δυο μετρήσεις (μια/εβδομάδα) με μια εβδομάδα διαφορά	MMSE, MoCA, GAITrite	Μείωση στην ταχύτητα βάρδισης ενώ εκτελείται άσκηση διπλού έργου ($p < 0.005$), καθώς και μεγαλύτερη διακύμανση σε παραμέτρους της βάρδισης όπως ο χρόνος διασκελισμού, χρόνος βηματισμού, χρόνος διπλής στήριξης)
Maquet et al., 2010 (Βέλγιο)	14 άτομα με MCI, 14 άτομα ως ομάδα ελέγχου, 6 άτομα με AD	Αξιολόγηση μέσω αισθητήρα ανάλυσης της βάρδισης (Locometrix) σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, Mattis scale, Grober and Buschke 16-item free recall/cued recall test, Rey's complex figure test, TAP battery, Locometrix	Παρατηρήθηκαν αλλαγές σε παραμέτρους της βάρδισης στις ομάδες με MCI και AD σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου
Schwenk et al., 2010	61	Η ομάδα	12 εβδομάδες,	MMSE,	Βελτίωση στην βάρδιση σε

(Γερμανία)	γηριατρικοί ασθενείς με άνοια τυχαίοι χωρισμένοι σε ομάδα παρέμβασης και ομάδα ελέγχου	παρέμβασης συμμετείχε σε πρόγραμμα ασκήσεων διπλού έργου, ενώ η ομάδα ελέγχου σε πρόγραμμα άσκησης χαμηλής έντασης.	2/εβδομάδα	CERAD, TrailMakingTest, GAITrite, γνωστικά τεστ με διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας	ασθενείς με ήπια και μετρίου σταδίου άνοια σε συνθήκες διπλού έργου, σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου
Muir et al., 2011 (Καναδάς)	22 υγιείς ηλικιωμένοι, 29 ηλικιωμένοι με MCI και 23 ηλικιωμένοι με AD	Αξιολόγηση μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite) σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου (κατονομασία ζώων, ανάποδο μέτρημα από το 100 ανά 1 και ανά 7.	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, MoCA, CDR, GAITrite	Η συχνότητα βάρδισης και η μεταβλητότητα στον χρόνο διασκελισμού παρέμειναν ίδια στις τρεις ομάδες στην συνθήκη μονού έργου. Σε συνθήκη διπλού έργου παρατηρήθηκε μείωση της συχνότητας ($p<0.0001$), αύξηση στον χρόνο διασκελισμού ($p=0.00507$) και στην μεταβλητότητα του χρόνου διασκελισμού ($p=0.0037$) στις ομάδες με MCI και AD
Theill et al., 2011 (Ελβετία)	711 ηλικιωμένοι με και χωρίς γνωστικά ελλείμματα	Αξιολόγηση της συχνότητας βάρδισης και εκτέλεσης γνωστικού έργου σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου (μέτρημα ανάποδα από το 50 ανά 2, κατονομασία ζώων) με διάδρομο GAITrite	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, GAITrite	Η συχνότητα βάρδισης μειώθηκε στις συνθήκες διπλού έργου ($P<.001$). Οι ηλικιωμένοι με γνωστικά ελλείμματα είχαν μεγαλύτερη επιβράδυνση στην συχνότητα βάρδισης σε σχέση με τους υγιείς ηλικιωμένους, χωρίς να επηρεαστεί η εκτέλεση γνωστικού έργου
Montero-Odasso et al, 2012b (Καναδάς)	Ηλικιωμένοι με MCI (n=43) και χωρίς γνωστικά ελλείμματα (n=25)	Αξιολόγηση βάρδισης σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite)	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, MoCA, CDR, GAITrite	Παρατηρήθηκε αύξηση στην μεταβλητότητα βάρδισης στο γκρουπ με MCI σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου στην συνθήκη διπλού έργου ($p=.016$), καθώς και μείωση της συχνότητας βάρδισης

Boripuntakul et al., 2013 (Ταϊλάνδη)	30 ηλικιωμένοι με MCI και 30 ηλικιωμένοι χωρίς γνωστικά ελλείμματα	Αξιολόγηση χαρακτηριστικών βάδισης σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου (ανάποδο μέτρημα ανά 3)	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, MoCA, LM-Delayed Recall, TMT	Αύξηση στην διάρκεια της φάσης αιώρησης σε συνθήκη διπλού έργου και στα δύο γκρουπ σε σχέση με την συνθήκη μονού έργου (p=0.0001)
Christofolletti et al., 2014 (Βραζιλία)	126 ηλικιωμένοι χωρισμένοι σε τρείς ομάδες: PD (n=43), AD (n=38) και γκρουπ ελέγχου (n=45)	Χορήγηση του TUG με νοητικές και κινητικές παρεμβολές (συνθήκη διπλού έργου)	Δεν διευκρινίζεται	TUG, MMSE	Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως το γκρουπ με τις μεγαλύτερες δυσκολίες σε συνθήκη διπλού έργου ήταν αυτό με PD, ιδιαίτερα κινητικά. Το γκρουπ με AD είχε τις περισσότερες δυσκολίες στην νοητική άσκηση διπλού έργου. Καμία δυσκολία στο γκρουπ ελέγχου
Doi et al., 2014 (Ιαπωνία)	389 ηλικιωμένοι χωρισμένοι σε ομάδα amnesic MCI (n=191) και non-amnesic MCI (n=198)	Αξιολόγηση της βάδισης σε συνθήκη 1) μονού έργου 2) διπλού έργου	Δεν διευκρινίζεται	Symbol Digit Modalities Test (SDST), Trail Making Test Part B, digit span backward test, Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT), Wechsler Memory Scale-Revised	Καταδείχτηκε αξιολογή συσχέτιση μεταξύ γνωστικών λειτουργιών και ταχύτητας βάδισης και στις δυο συνθήκες (p<.05). Ο χρόνος βάδισης σε συνθήκη διπλού έργου συσχετίστηκε με την μνήμη εργασίας (p<.001)
Nascimbeni et al., 2015 (Ιταλία)	13 άτομα με MCI και 10 άτομα ως ομάδα ελέγχου	Αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της βάδισης σε συνθήκες 1) μονού έργου 2) διπλού έργου. Η συνθήκη μονού έργου περιλάμβανε είτε περπάτημα είτε μια από τρεις γνωστικές ασκήσεις. Στην	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, digit span, Corsi span test, short story recall task, the attentional matrices test, FAB, ADL, MODA	Σε συνθήκη διπλού έργου και τα δύο γκρουπ παρουσίασαν αξιολογες μεταβολές σε χαρακτηριστικά της βάδισης. Φάνηκε ωστόσο βελτίωση στην ανάκληση ιστορίας σε συνθήκη διπλού έργου

		συνθήκη διπλού έργου το περπάτημα γινόταν με ταυτόχρονη εκτέλεση μιας από τις γνωστικές ασκήσεις (φωνητική ευχέρεια, (PF), ανάκληση σύντομης ιστορίας (SS), ανάποδο μέτρημα (CB))			
Tay et al., 2016 (Σιγκαπούρη)	39 ασθενείς με άνοια αρχικού σταδίου	Αξιολόγηση της ταχύτητας της βάρδισης σε συνθήκη μονού έργου (TUG, 6-μ περπάτημα) και διπλού έργου (κατηγορίες ζώων, συνεχόμενο μέτρημα). Συμμετοχή σε δύο κύκλους του προγράμματος MINDVital1/εβδομάδα από ώρες που περιελάμβανε 45' ελαφριά αερόβια άσκηση, 1 ώρα νοητικές ασκήσεις ή θεραπεία μέσω τέχνης, 30' εξατομικευμένες ασκήσεις όπως εφαρμογές μέσω η/υ ή καλλιγραφία	16 εβδομάδες, 1/εβδομάδα	CMMSE (Κινέζικη εκδοχή MMSE), MBI, ADL...	Καμία αξιολογη αλλαγή στην ταχύτητα βάρδισης σε συνθήκες μονού έργου. Αξιολογη βελτίωση στις γνωστικές λειτουργίες (p=0.003) και στην ταχύτητα βάρδισης σε συνθήκες διπλού έργου 0.039)
Konig et al., 2017 (Γαλλία)	23 άτομα με AD, 24 άτομα με MCI και 22 υγιείς για γκρουπ	Αξιολόγηση αντικειμενικών παραμέτρων βάρδισης σε συνθήκη μονού και διπλού έργου (περπάτημα, ανάποδο μέτρημα)	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, BMI measures, φορητός κινησιογράφος χειρός	Όλοι οι συμμετέχοντες των γκρουπ παρεμβάσεων είχαν βραδύτερη επίδοση στην συνθήκη διπλού έργου σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου

	ελέγχου	με παράλληλη χρήση φορητού κινησιογράφου			
Ansai et al., 2018 (Βραζιλία)	40 άτομα με PC, 40 άτομα με MCI και 38 άτομα AD αρχικού σταδίου	Αξιολόγηση αντικειμενικών παραμέτρων βάδισης μέσω του 10 m walktest, TUGT, άσκηση διπλού έργου (TUGT παράλληλα με γνωστικό-κινητικό έργο)	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, ερωτηματολόγιο για τους περιγραφικούς παράγοντες, GDS, Minnesota Questionnaire, ιστορικό πτώσεων, 10m walking test, TUGT, ACE-R, FAB	Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως συγκεκριμένα η οπτικοχωρική λειτουργία συσχετίστηκε με την βάδιση και τις εκτελέσεις των ασκήσεων διπλού έργου στην ομάδα με MCI και ακόμα περισσότερο στην ομάδα με AD αρχικού σταδίου
Montero-Odasso et al., 2017 (Καναδάς)	112 άτομα με MCI	Αξιολόγηση της ταχύτητας βάδισης μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite) σε συνθήκη μονού και διπλού έργου (αρίθμηση ανάποδα ανά 1, αφαιρώντας διαδοχικά 7 από το 100, κατονομασία ζώων	Μακρόχρονη έρευνα με δεδομένα που συλλέχθηκαν από τον Ιούλιο του 2007 έως τον Μάρτιο του 2016	MMSE, MoCA, Clinical Dementia Rating Scale, Trail Making Tests A και B, Rey Auditory Verbal Learning Test, Boston Naming Test, Digit Span Test, Letter-Number Sequencing test, GAITrite	Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η χαμηλή ταχύτητα σε συνθήκη μονού έργου δεν συσχετίζεται με εξέλιξη σε άνοια. Εντούτοις σε συνθήκες διπλού έργου (ανάποδο μέτρηση, κατονομασία ζώων) η απώλεια ταχύτητας κατά την βάδιση συσχετίστηκε με προοδευτική εξέλιξη σε άνοια
Serra-Ano et al., 2019 (Ισπανία)	22 άτομα με ως γκρουπ ελέγχου, 18 άτομα με ήπιου σταδίου AD, και 22 άτομα μετρίου σταδίου AD.	Δύο κινητικά τεστ σε συνθήκη μονού και διπλού έργου (συνδυασμό με αφήγηση ιστορίας), με καταγραφή των αποτελεσμάτων μέσω συσκευής Android (FallSkip)	Δεν διευκρινίζεται	MMSE, FallSkip	Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως τα δυο γκρουπ AD είχαν αξιολογικά χαμηλότερες τιμές στα κινητικά τεστ PStand και PTurnSit καθώς και υψηλότερες τιμές χρόνου και χρόνου αντίδρασης σε σύγκριση με το γκρουπ ελέγχου
de Oliveira Silva et al, 2020	17 υγιείς ηλικιωμένοι	Αξιολόγηση αντικειμενικών	Δεν	Treadmill Walk Test (TWT),	Στο 10m WT παρατηρήθηκε αξιολογική διαφορά στην

(Βραζιλία)	, 23 άτομα με MCI και 23 άτομα με AD	παραμέτρων βάρδισης μέσω του treadmill walk test (TWT) του 10m WT και του TUGT με δυο διαφορετικές συνθήκες στο καθένα(κανονική ταχύτητα, συνθήκη διπλού έργου)	διευκρινίζεται	BMI, ιστορικό πτώσεων, FES-I, 10mWT, TUGT	ταχύτητα βάρδισης ($p<0.001$), στον χρόνο κύκλου βάρδισης ($p<0.001$), και στον ρυθμό βάρδισης ($p<0.001$) μεταξύ των γκρουπ, με το AD γκρούπ να έχει τις χειρότερες τιμές στις παραπάνω παραμέτρους. Το 10m WT και το TUGT σε συνθήκες διπλού έργου θεωρήθηκαν ως οι καλύτεροι προγνωστικοί δείκτες για την διάγνωση του AD κατά 39.5% και 53.3% αντίστοιχα
Oh et al., 2020 (Αμερική)	14 άτομα με ήπιου ή μετρίου σταδίου AD	Αξιολόγηση της ταχύτητας βάρδισης μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite). Χαρχική μέτρηση έγινε σε συνθήκη μονού έργου. Εν συνεχεία γινόταν αξιολόγηση της βάρδισης σε δυο συνθήκες: 1) περπάτημα με μέτρημα αριθμών 2) περπάτημα με κατονομασία φρούτων ή χρωμάτων	12 μηνιαίες περιπατητικές συνεδρίες	GAITrite, DRS-2	Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε όλους τους συμμετέχοντες παρατηρήθηκε χειροτέρευση στο κινητικό τους προφίλ σε συνθήκες διπλού έργου

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όλα τα επιλεγμένα άρθρα στην παρούσα ανασκόπηση διερευνούν την επίδραση των ασκήσεων διπλού έργου στα χαρακτηριστικά της βάδισης σε άτομα με AD και MCI. Στην πλειοψηφία των άρθρων υπήρχαν ομοιότητες ως προς τις μεθόδους αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να ληφθούν τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται.

Στις υπό ανάλυση έρευνες, έγινε εκτίμηση των γνωστικών λειτουργιών των συμμετεχόντων με πληθώρα αξιολογικών εργαλείων (MMSE, MoCA, Digit Symbol Test, Trail Making Test, Letter Number Sequencing Test κ.ά.). Άτομα με έκπτωση στις γνωστικές λειτουργίες δυσκολεύονται και στην εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων, ιδιαίτερα σε συνθήκες διπλού ή περισσότερων έργων (Taylor et al., 2013). Στα άτομα με AD και MCI έχει παρατηρηθεί δυσκολία στις εκτελεστικές λειτουργίες, ενώ σε συνθήκη διπλού έργου οι δυσκολίες παρατηρούνται ακόμη και στα αρχικά στάδια της AD. Το εν λόγω εύρημα καθιστά την αξιολόγηση της βάδισης σε συνθήκη διπλού έργου ως έναν ικανό προγνωστικό δείκτη για την νόσο AD (de Oliveira Silva et al., 2020, Montero-Odasso et al., 2017).

Η επιλογή της βάδισης ως παράγοντα αξιολόγησης σε συνθήκες μονού ή διπλού έργου είναι αναμενόμενη καθώς οι έρευνες δείχνουν σημαντικές αλλαγές στα χαρακτηριστικά της, ιδιαίτερα όταν παράλληλα εκτελείται γνωστικό έργο. Είναι ευρέως γνωστό πως σε μεγαλύτερες ηλικίες υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος πτώσης, ενώ οι πτώσεις είναι πιο συχνό να συμβαίνουν κατά την βάδιση και ενώ εκτελείται μια καθημερινή δραστηριότητα πχ. Μιλώντας στο τηλέφωνο, μεταφέροντας ένα αντικείμενο (Beauchet et al., 2008).

Αρκετές έρευνες καταλήγουν σε αποτελέσματα που δείχνουν σημαντική μείωση στην ταχύτητα βάδισης σε άτομα με AD και MCI κατά την εκτέλεση της βάδισης σε συνθήκη διπλού έργου (de Oliveira Silva et al., 2020, Montero-Odasso et al., 2017, Konig et al., 2017, Montero-Odasso et al., 2009a, Montero-Odasso et al., 2009b, Maquet et al., 2010). Στις ίδιες πληθυσμιακές ομάδες, κυρίως στα άτομα με AD, παρατηρήθηκαν αλλαγές σε παραμέτρους της βάδισης κατά την συνθήκη διπλού έργου, όπως στην συχνότητα βάδισης (Muir et al., 2011, Theill et al., 2011, Montero-Odasso et al., 2012b), στον χρόνο διασκελισμού (Montero-Odasso et al., 2009b, Muir et al., 2011), στον χρόνο βηματισμού και τον χρόνο

διπλής στήριξης (Montero-Odasso et al., 2009b). Οι Boripuntakul et al., (2013), κατέγραψαν αύξηση στην φάση αιώρησης και στο γκρουπ με MCI και στο γκρουπ χωρίς γνωστικά ελλείμματα, μόνο στην συνθήκη διπλού έργου, καταλήγοντας πως η έναρξη βάρδιας, σε συνδυασμό με ένα γνωστικό έργο μπορεί να αποτελέσει παράγοντα κινδύνου πτώσης.

Στην έρευνα των Ansai et al, (2018) επηρεάστηκε η οπτικοχωρική λειτουργία μόνο κατά την εκτέλεση ασκήσεων διπλού έργου σε ανθρώπους με τρία διαφορετικά γνωστικά προφίλ (διατηρημένη γνωστική λειτουργία, MCI, AD). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μεγαλύτερη προσοχή που απαιτείται από ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας με MCI ή AD κατά την εκτέλεση ασκήσεων διπλού έργου (Makizako et al., 2013). Σύμφωνα με τους Menant et al., (2014), η οπτικοχωρική λειτουργία απαιτεί την συνδρομή της μνήμης εργασίας η οποία και εμπλέκεται στην ικανότητα της ισορροπίας. Οι Tangen et al., (2014) αξιολόγησαν ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας με υποκειμενικές γνωστικές δυσκολίες, MCI και ήπια AD και κατέληξαν επίσης πως η ισορροπία και η σταθερότητα στην βάρδια επηρεάζονται δυσμενώς όσο εντείνονται οι γνωστικές δυσκολίες.

Οι Oh et al., (2020) διερεύνησαν την επίδραση της δραστηριότητας διπλού έργου (περπάτημα-γνωστικό έργο), στην βάρδια ατόμων με ήπια ή μεσαίου σταδίου άνοια, με διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας στην γνωστική δραστηριότητα. Οι 14 συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν 12 μηνιαίες συνεδρίες βάρδιας μέσω ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite) με τρία επίπεδα γνωστικής δυσκολίας. Η αρχική συνθήκη ήταν βάρδια χωρίς γνωστική δραστηριότητα. Η συνθήκη χαμηλής δυσκολίας συνίστατο σε βάρδια με ταυτόχρονο μέτρημα αριθμών μεταξύ του 20 και 90. Τέλος, η συνθήκη υψηλής δυσκολίας ήταν βάρδια με ταυτόχρονη κατονομασία λέξεων ανά κατηγορία. Οι Schwenk et al., (2010) έκαναν επίσης χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος με διάδρομο (GAITrite) για την αξιολόγηση των επιμέρους χαρακτηριστικών της βάρδιας με ταυτόχρονη την εκτέλεση δυο γνωστικών ασκήσεων διαφορετικού επιπέδου δυσκολίας. Ακόμη, υπήρχε συνθήκη μονού έργου όπου γινόταν μόνο αξιολόγηση της βάρδιας, καθώς και συνθήκη μονού έργου όπου εκτελούνταν μόνο οι δύο γνωστικές ασκήσεις. Στους 61 συμμετέχοντες με άνοια παρατηρήθηκε βελτίωση στο γκρουπ παρέμβασης, σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου, στην επίδοση τους σε δραστηριότητα διπλού έργου και στο κινητικό και στο γνωστικό κομμάτι. Αξιολογή βελτίωση στις γνωστικές λειτουργίες και στην ταχύτητα βάρδιας σε συνθήκες

διπλού έργου κατέγραψαν και οι Tay et al., (2016) έπειτα από την ολοκλήρωση δύο κύκλων του προγράμματος MINDVital, ενώ στην συνθήκη μονού έργου δεν καταγράφηκε καμία αλλαγή στην ταχύτητα βάδισης. Στην ίδια κατηγορία αποτελεσμάτων μπορεί να συμπεριληφθεί και η έρευνα των Nascimbeni et al., (2015) καθώς στους 13 συμμετέχοντες με MCI και τους 10 συμμετέχοντες του γκρουπ ελέγχου, καταγράφηκε απρόσμενη βελτίωση στην ανάκληση ιστορίας κατά την βάδιση. Το συγκεκριμένο εύρημα θα μπορούσε να δώσει το έναυσμα να ενταχθούν και δραστηριότητες διπλού έργου σε προγράμματα ενίσχυσης της μνήμης.

Αντίθετα οι Serra-Ano et al., (2019) κατέγραψαν χαμηλότερες τιμές σε δύο κινητικά τεστ με δραστηριότητες από την καθημερινή ζωή (στροφή και κάθισμα, σήκωμα από καρέκλα) στην συνθήκη διπλού έργου, όπου η παράλληλη γνωστική δραστηριότητα ήταν η αφήγηση ιστορίας. Τα γκρουπ παρέμβασης αποτελούνταν από άτομα ήπιου και μετρίου σταδίου AD και καταγράφηκε χαμηλότερη τιμή και στις δυο ομάδες, σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου.

Σε όλες τις έρευνες της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκε τουλάχιστον μια γνωστική δραστηριότητα παράλληλα με την αξιολόγηση της βάδισης, με την πιο συχνή να είναι κάποια αριθμητική άσκηση όπως το ανάποδο μέτρημα ή κάποια άσκηση λεκτικής ροής πχ. κατονομασία ζώων.

Μόνο σε δύο έρευνες χρησιμοποιήθηκε και κάποια κινητική δραστηριότητα παράλληλα με την αξιολόγηση της βάδισης, με αυτή των Christofolletti et al., (2014) να είναι το TUG με ταυτόχρονο κράτημα στο κυρίαρχο χέρι ενός ποτηριού με 200 ml νερό, ενώ οι Ansai et al., (2017) χρησιμοποίησαν παράλληλα με το TUG μια κινητικό-γνωστική δραστηριότητα (κάλεσμα ενός αριθμού στο τηλέφωνο ενώ εκτελούσαν το TUG).

Αρκετές έρευνες κατέδειξαν μείωση της ταχύτητας βάδισης κατά την εκτέλεση διπλού έργου, κυρίως στο γκρουπ των ατόμων με AD (de Oliveira Silva et al, 2020, Montero-Odasso et al., 2017, Konig et al., 2017, Montero-Odasso et al., 2009a, Montero-Odasso et al., 2009b, Maquet et al, 2010), γεγονός που έφερε στην συζήτηση την πρόταση να χρησιμοποιούνται δοκιμασίες βάδισης ως ένα συμπληρωματικό μέσο διάγνωσης της νόσου. Τα αποτελέσματα των παρούσων ερευνών καταδεικνύουν πως τα άτομα με AD έχουν μεγαλύτερη δυσκολία να εκτελούν ταυτόχρονα δύο έργα, γεγονός που φαίνεται να

επηρεάζει δυσμενώς την βάδιση τους καθώς προχωράει η νόσος.

Οι Montero-Odasso et al., (2017) στην έρευνα τους κατέληξαν σε συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών της βάδισης σε συνθήκη διπλού έργου και σε άτομα με MCI, εκτός από την ομάδα με AD, προτείνοντας τη δοκιμασία βάδισης μαζί με μη φαρμακευτικές παρεμβάσεις και την γενικότερη παρακολούθηση του ατόμου ως μια ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της ήπιας γνωστικής διαταραχής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συμπερασματικά, οι αλλαγές στον τρόπο βάδισης ενός ατόμου, μπορούν να αποτελέσουν έναν εύκολο και οικονομικό τρόπο να αντιληφθεί το οικογενειακό του περιβάλλον πρώιμα σημάδια και συμπτώματα που θα οδηγήσουν σε επίσκεψη σε νευρολόγο στα πρώτα στάδια της AD. Μέσω της παρούσης ανασκόπησης, παρουσιάστηκαν οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά βάδισης ενός ατόμου κατά την διάρκεια άσκησης διπλού έργου, ενώ προέκυψε στην συζήτηση η ανάγκη εφαρμογής και των δοκιμασιών βάδισης (σε συνθήκη διπλού έργου) ούτως ώστε να βελτιωθούν τα διαγνωστικά εργαλεία που έχουν στην διάθεση τους οι επαγγελματίες υγείας στον χώρο της άνοιας. Περαιτέρω έρευνες στην συγκεκριμένη κατεύθυνση θα ενισχύσουν σημαντικά την κλινική διάγνωση της AD και ακόμη περισσότερο της ήπιας γνωστικής διαταραχής (MCI).

Καπαρός, Γ. (1999). Ειδική Νευροφυσιολογία ΤΕΙ Αθηνών.

Alexander, N. B. (1996). Gait disorders in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(4), 434-451.

Ansai, J. H., Andrade, L. P. D., Rossi, P. G., Almeida, M. L., Carvalho Vale, F. A., & Rebelatto, J. R. (2018). Association between gait and dual task with cognitive domains in older people with cognitive impairment. *Journal of motor behavior*, 50(4): 409-415.

Beauchet, O., Annweiler, C., Allali, G., Berrut, G., Herrmann, F. R., & Dubost, V. (2008). Recurrent falls and dual task-related decrease in walking speed: Is there a relationship?. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(7): 1265-1269.

Beauchet, O., Annweiler, C., Dubost, V., Allali, G., Kressig, R. W., Bridenbaugh, S., ...& Herrmann, F. R. (2009). Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults?. *European journal of neurology*, 16(7): 786-795.

Boripuntakul, S., Lord, S. R., Brodie, M. A. D., Smith, S. T., Methapatara, P., Wongpakaran, N., & Sungkarat, S. (2014). Spatial variability during gait initiation while dual tasking is increased in individuals with mild cognitive impairment. *The journal of nutrition, health & aging*, 18(3): 307-312.

Christofolletti, G., Andrade, L. P., Beinotti, F., & Borges, G. (2014). Cognition and dual-task performance in older adults with Parkinson's and Alzheimer's disease. *International journal of general medicine*, 7, 383.

de Oliveira Silva, F., Ferreira, J. V., Plácido, J., Chagas, D., Praxedes, J., Guimarães, C., ... & Deslandes, A. C. (2020). Gait analysis with videogrammetry can differentiate healthy elderly, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease: A cross-sectional study. *Experimental Gerontology*, 131, 110816.

Doi, T., Shimada, H., Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Uemura, K., Anan, Y., & Suzuki, T. (2014). Cognitive function and gait speed under normal and dual-task walking among older adults with mild cognitive impairment. *BMC neurology*, 14(1), 67.

Hausdorff, J. M., & Yogev, G. (2006). Cognitive function may be important for fall injury prevention trials. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(5): 865-865.

Hausdorff, J. M. (2005). Gait variability: methods, modeling and meaning. *Journal of Neuroengineering and rehabilitation*, 2(1), 19.

Hollman, J. H., Kovash, F. M., Kubik, J. J., & Linbo, R. A. (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait & Posture*, 26(1), 113-119.

Kalron, A., Dvir, Z., & Achiron, A. (2010). Walking while talking—difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait & Posture*, 32(3): 332-335.

Kato-Narita, E. M., Nitrini, R., & Radanovic, M. (2011). Assessment of balance in mild and moderate stages of Alzheimer's disease: implications on falls and functional capacity. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 69(2A): 202-207.

König, A., Klaming, L., Pijl, M., Demeurraux, A., David, R., & Robert, P. (2017). Objective measurement of gait parameters in healthy and cognitively impaired elderly using the dual-task paradigm. *Aging clinical and experimental research*, 29(6), 1181-1189.

Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (1997). Stops walking when talking as a predictor of falls in elderly people. *Lancet*, 349(9052): 617.

Makizako, H., Shimada, H., Doi, T., Park, H., Yoshida, D., Uemura, K., ...& Suzuki, T. (2013). Poor balance and lower gray matter volume predict falls in older adults with mild cognitive impairment. *BMC neurology*, 13(1), 102.

Maquet, D., Lekeu, F., Warzee, E., Gillain, S., Wojtasik, V., Salmon, E., ...& Croisier, J. L. (2010). Gait analysis in elderly adult patients with mild cognitive impairment and patients with mild Alzheimer's disease: simple versus dual task: a preliminary report. *Clinical physiology and Functional imaging*, 30(1): 51-56.

Marshall, G. A., Monserratt, L., Harwood, D., Mandelkern, M., Cummings, J. L., & Sultzer, D. L. (2007). Positron emission tomography metabolic correlates of apathy in Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 64(7): 1015-1020.

Menant, J. C., Schoene, D., Sarofim, M., & Lord, S. R. (2014). Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 83–104. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.06.001>

Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., & Hausdorff, J. M. (2012a). Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(11): 2127-2136.

Montero-Odasso, M., Muir, S. W., & Speechley, M. (2012b). Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(2): 293-299.

Montero-Odasso, M., Bergman, H., Phillips, N. A., Wong, C. H., Sourial, N., &Chertkow, H. (2009a). Dual-tasking and gait in people with mild cognitive impairment. The effect of working memory. *BMC geriatrics*, 9(1), 41.

Montero-Odasso, M., Casas, A., Hansen, K. T., Bilski, P., Gutmanis, I., Wells, J. L., &Borrie, M. J. (2009b). Quantitative gait analysis under dual-task in older people with mild cognitive impairment: a reliability study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 6(1), 35.

Montero-Odasso, M. M., Sarquis-Adamson, Y., Speechley, M., Borrie, M. J., Hachinski, V. C., Wells, J., ...& Bartha, R. (2017). Association of dual-task gait with incident dementia in mild cognitive impairment: results from the gait and brain study. *JAMA neurology*, 74(7): 857-865.

Muir, S. W., Speechley, M., Wells, J., Borrie, M., Gopaul, K., & Montero-Odasso, M. (2012). Gait assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: the effect of dual-task challenges across the cognitive spectrum. *Gait & posture*, 35(1): 96-100.

Nascimbeni, A., Caruso, S., Salatino, A., Carezza, M., Rigano, M., Raviolo, A., & Ricci, R. (2015). Dual task-related gait changes in patients with mild cognitive impairment. *Functional Neurology*, 30(1), 59.

Oh, C., Morris, R. J., LaPointe, L. L., &Stierwalt, J. A. (2020). Spatial-Temporal Parameters of Gait Associated With Alzheimer Disease: A Longitudinal Analysis. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 0891988720901779.

Pettersson, A. F., Olsson, E., &Wahlund, L. O. (2007). Effect of divided attention on gait in subjects with and without cognitive impairment. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 20, 58-62.

Schwenk, M., Zieschang, T., Oster, P., &Hauer, K. (2010). Dual-task performances can be improved in patients with dementia: a randomized controlled trial. *Neurology*, 74(24): 1961-1968.

Serra-Añó, P., Pedrero-Sánchez, J. F., Hurtado-Abellán, J., Inglés, M., Espí-López, G. V., & López-Pascual, J. (2019). Mobility assessment in people with Alzheimer disease using smartphone sensors. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, *16*(1), 103.

Sheridan, P. L., Solomont, J., Kowall, N., & Hausdorff, J. M. (2003). Influence of executive function on locomotor function: divided attention increases gait variability in Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, *51*(11): 1633-1637.

Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *30*(1), 8-15.

Tangen, G. G., Engedal, K., Bergland, A., Moger, T. A., & Mengshoel, A. M. (2014). Relationships between balance and cognition in patients with subjective cognitive impairment, mild cognitive impairment, and Alzheimer disease. *Physical Therapy*, *94*(8): 1123-1134.

Tay, L., Lim, W. S., Chan, M., Ali, N., & Chong, M. S. (2016). A combined cognitive stimulation and physical exercise programme (MINDVital) in early dementia: differential effects on single-and dual-task gait performance. *Gerontology*, *62*(6): 604-610.

Taylor, M. E., Delbaere, K., Mikolaizak, A. S., Lord, S. R., & Close, J. C. (2013). Gait parameter risk factors for falls under simple and dual task conditions in cognitively impaired older people. *Gait & Posture*, *37*(1): 126-130.

Theill, N., Martin, M., Schumacher, V., Bridenbaugh, S. A., & Kressig, R. W. (2011). Simultaneously measuring gait and cognitive performance in cognitively healthy and cognitively impaired older adults: The Basel motor–cognition dual-task paradigm. *Journal of the American Geriatrics Society*, *59*(6): 1012-1018.

Verghese, J., Wang, C., Lipton, R. B., Holtzer, R., & Xue, X. (2007). Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *78*(9): 929-935.

Waite, L. M., Grayson, D. A., Piguet, O., Creasey, H., Bennett, H. P., & Broe, G. A. (2005). Gait slowing as a predictor of incident dementia: 6-year longitudinal data from the Sydney Older Persons Study. *Journal of the Neurological Sciences*, 229, 89-93.

Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & Posture*, 16(1): 1-14.