

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



– Πτυχιακή Εργασία –

**Mobile Applications με τη χρήση machine learning για
ηλικιωμένους με νόσο Alzheimer**

Καραμπίκας Παναγιώτης

Επιβλέπων: Βραχάτης Αριστείδης

Φεβρουάριος 2024

Επιβλέπων

Βραχάτης Αριστείδης, Επίκουρος καθηγητής,

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τριμελής Επιτροπή

Βραχάτης Αριστείδης, Επίκουρος καθηγητής,

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Βλάμος Παναγιώτης, Καθηγητής,

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Έξαρχος Θεμιστοκλής, Αναπληρωτής καθηγητής,

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Το machine learning είναι ένα δυναμικό και ταχέως εξελισσόμενο πεδίο τεχνητής νοημοσύνης. Έχει αναδειχθεί ως μια μεταμορφωτική δύναμη στην υγειονομική περίθαλψη, φέρνοντας επανάσταση στον κλάδο βελτιώνοντας τη διάγνωση, τα θεραπευτικά πλάνα και τη συνολική φροντίδα των ασθενών. Στον τομέα της νευρολογίας, φορητές συσκευές και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που σχεδιάζονται και στηρίζονται στις δυνατότητες του machine learning έχουν γίνει πολύτιμα εργαλεία. Σκοπός της μελέτης ήταν η ομαδοποίηση των δεδομένων που προέρχονται από μελέτες που αφορούν τη χρήση εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας, βασισμένων στο machine learning, για ηλικιωμένους ασθενείς της νόσου Alzheimer. Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε βάσει των κατευθυντήριων οδηγιών του PRISMA, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια καταλληλότητας για μελέτες που έχουν δημοσιευτεί εντός της τελευταίας δεκαετίας. Τα αποτελέσματα της αναζήτησης κατέληξαν σε 22 μελέτες. Οι θεματικές ενότητες που αναδείχθηκαν βάσει των στόχων των σχετικών εφαρμογών αφορούσαν τον εντοπισμό των ασθενών (tracking), τη διαχείριση των υποχρεώσεών τους, την παρακολούθηση των ασθενών (monitoring), την ψυχική υποστήριξη των φροντιστών των ασθενών, την εκπαίδευσή τους, καθώς και τη λειτουργία των εφαρμογών ως πλατφόρμα επικοινωνίας μεταξύ φροντιστή-ασθενούς. Τα ευρήματα από τις μελέτες που περιείχαν δεδομένα αποτελεσματικότητας ανάδειξαν τη χρησιμότητα των συγκεκριμένων εφαρμογών. Μελλοντικές κλινικές δοκιμές που θα ελέγχουν την αποτελεσματικότητα όλων των διαθέσιμων εφαρμογών θα διευκολύνουν την αφομοίωσή τους στην καθιερωμένη κλινική πρακτική και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής ασθενών με Alzheimer και των φροντιστών τους.

Λέξεις-κλειδιά: Alzheimer's, machine learning, mobile applications, εφαρμογές, συστηματική ανασκόπηση

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Εισαγωγή.....	7
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο MACHINE LEARNING.....	10
1.1 Ορίζοντας το machine learning.....	10
1.2 Machine learning στην υγειονομική περίθαλψη.....	11
1.3 Machine learning στις νευρολογικές νόσους.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο Η ΝΟΣΟΣ ALZHEIMER.....	15
2.1 Ορίζοντας τη νόσο Alzheimer.....	15
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	15
2.3 Επιδημιολογικά δεδομένα.....	15
2.4 Νόσος Αλτσχάιμερ vs άλλες άνοιες και φυσιολογική φθορά.....	16
2.5 Κλινική εικόνα της νόσου	17
2.5.1 Πρώιμο στάδιο νόσου.....	17
2.5.2 Νόσος μέτριας βαρύτητας	17
2.5.3 Νόσος υψηλής βαρύτητας	18
2.5.4 Θάνατος από τη νόσο	18
2.5.5 Άτυπες παραλλαγές της νόσου	18
2.6 Διαγνωστικά κριτήρια.....	19
2.7 Παράγοντες κινδύνου	20
2.7.1 Ηλικία	20
2.7.2 Γενετική προδιάθεση.....	20
2.7.3 Συνυπάρχοντα προβλήματα υγείας.....	20
2.7.4 Παράγοντες τρόπου ζωής	21
2.8 Η χρήση του machine learning στη νόσο Alzheimer.....	21
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	24
2.1 Σκοπός της εργασίας	24
2.2 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης	24
2.3 Κριτήρια καταλληλότητας	25
2.4 Στρατηγική αναζήτησης	25
2.5 Εξαγωγή δεδομένων	25
2.6 Αξιολόγηση ποιότητας των μελετών.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	27
3.1 Διαδικασία επιλογής μελετών	27
3.2 Βασικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενων μελετών	29

3.3 Βασικά ευρήματα βάσει ερευνητικού ερωτήματος	39
3.3.1 Εντοπισμός (Tracking)	39
3.3.2 Διαχείριση υποχρεώσεων	40
3.3.3 Παρακολούθηση (Monitoring)	40
3.3.4 Ψυχική υποστήριξη φροντιστή	41
3.3.5 Εκπαίδευση	41
3.3.6 Πλατφόρμα επικοινωνίας με το φροντιστή	42
3.3.7 Επιπρόσθετες λειτουργίες	43
3.4 Αξιολόγηση ποιότητας μελετών	44
3.5 Εφαρμογές που εντοπίστηκαν χωρίς δημοσιευμένη μελέτη για το περιεχόμενο τους	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ	48
4.1 Περιορισμοί της μελέτης	52
4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	54
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
Βιβλιογραφία	58

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Μαγνητική εγκεφαλική απεικόνιση των δύο σταδίων της νόσου. Πηγή: Alzheimer Disease, Apostolova, 2016 (19).....	19
Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας επιλογής μελετών.....	28

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Κριτήρια καταλληλότητας για τη συμπερίληψη μίας μελέτης.....	25
Πίνακας 2. Βασικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενων μελετών.....	30
Πίνακας 3. Εφαρμογές που δεν έχουν δημοσιευτεί ως μελέτες από επιστημονικά περιοδικά.....	46

Εισαγωγή

Η νόσος του Αλτσχάιμερ, μια προοδευτική νευροεκφυλιστική διαταραχή, αποτελεί μια σημαντική παγκόσμια πρόκληση για την υγεία με βαθιές επιπτώσεις για τα άτομα που πάσχουν και τους φροντιστές τους. Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας, ιδιαίτερα των εφαρμογών για κινητές συσκευές, στην υγειονομική περίθαλψη έχει αποδειχθεί πολλά υποσχόμενη για την υποστήριξη των ασθενών με Αλτσχάιμερ και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια συστηματική ανασκόπηση που εξετάζει κριτικά την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση εφαρμογών για κινητά στο πλαίσιο της νόσου Αλτσχάιμερ. Καθώς ο επιπολασμός του Αλτσχάιμερ συνεχίζει να αυξάνεται, υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για καινοτόμες προσεγγίσεις για τη βελτίωση των στρατηγικών έγκαιρης ανίχνευσης, παρακολούθησης και παρέμβασης. Οι εφαρμογές για κινητά, με την ευρεία προσβασιμότητα και τις ποικίλες λειτουργίες τους, έχουν αναδειχθεί ως πιθανά εργαλεία για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Ωστόσο, παρά την αυξανόμενη δημοτικότητα τέτοιων εφαρμογών, μια ολοκληρωμένη σύνθεση της βιβλιογραφίας είναι απαραίτητη για την κατανόηση της αποτελεσματικότητάς τους, των περιορισμών και της συνολικής επίδρασής τους στη φροντίδα του Αλτσχάιμερ.

Αυτή η συστηματική ανασκόπηση στοχεύει να καλύψει αυτό το κρίσιμο κενό στη γνώση συνθέτοντας και αναλύοντας υπάρχοντα ερευνητικά ευρήματα. Με τη συστηματική αξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων, αυτή η μελέτη επιδιώκει να παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση των εφαρμογών για κινητές συσκευές στη φροντίδα του Alzheimer, να εντοπίσει κενά στην έρευνα και να προσφέρει συστάσεις για μελλοντική ανάπτυξη και εφαρμογή. Μέσω αυτής της εξερεύνησης, στοχεύουμε να συνεισφέρουμε πολύτιμες γνώσεις τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στον πρακτικό τομέα, ενισχύοντας τη βαθύτερη κατανόηση του ρόλου των εφαρμογών για κινητά στη βελτίωση της φροντίδας και της διαχείρισης του Αλτσχάιμερ.

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα εργασία εκτείνεται στην ανάπτυξη δύο μερών, του θεωρητικού και του ερευνητικού μέρους. Στο πρώτο και θεωρητικό μέρος

αναφέρονται βιβλιογραφικές πληροφορίες που προέκυψαν σχετικά με το machine learning και τη χρησιμότητα της εφαρμογής του σε κλινικά ζητήματα εν γένει, αλλά και πιο συγκεκριμένα στη νόσο Αλτσχάιμερ. Στη συνέχεια του θεωρητικού μέρους και στο δεύτερο κεφάλαιό του γίνεται μία πλήρης αναφορά σε πληροφορίες σχετικά με τη νόσο Αλτσχάιμερ. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται τα κλινικά χαρακτηριστικά της νόσου, τα διαγνωστικά κριτήρια, αλλά και τα επιδημιολογικά δεδομένα της συγκεκριμένης νόσου, αναδεικνύοντας τη σημαντικότητα δημιουργίας νέων, καινοτόμων τρόπων διαχείρισής της.

Στο δεύτερο, ερευνητικό μέρος της παρούσας εργασίας γίνεται λεπτομερής αναφορά στο σκοπό της συστηματικής ανασκόπησης, αλλά και της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, ενώ εν συνεχεία παρουσιάζονται με τον πλέον αναλυτικό τρόπο τα ευρήματά της. Σχετικά με αυτά γίνεται συζήτηση των κυρίαρχων σημείων, αλλά των περιορισμών που προκύπτουν εξετάζοντάς τα μέσα από μία πιο κριτική ματιά. Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τις προτάσεις για μελλοντική έρευνα που θα διευρύνουν το συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο, και τα συμπεράσματα που ενέσκηψαν.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο MACHINE LEARNING

1.1 Ορίζοντας το machine learning

Η μηχανική μάθηση (machine learning/MS) είναι ένα δυναμικό και ταχέως εξελισσόμενο πεδίο τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence) που δίνει τη δυνατότητα στους υπολογιστές να μαθαίνουν μοτίβα και να λαμβάνουν αποφάσεις (Soori et al., 2023). Η ουσία του machine learning έγκειται στην ικανότητά του να επιτρέπει στα συστήματα να βελτιώνουν την απόδοσή τους σε μια εργασία με την πάροδο του χρόνου μαθαίνοντας από νεοαποκτηθέντα δεδομένα. Στον πυρήνα του, το machine learning λειτουργεί με βάση την αρχή της αναγνώρισης προτύπων. Αντί να βασίζονται σε σαφείς οδηγίες, οι αλγόριθμοι ML χρησιμοποιούν ιστορικά δεδομένα για να προσδιορίσουν μοτίβα, τάσεις και σχέσεις. Αυτοί οι αλγόριθμοι βελτιώνουν επαναληπτικά τα μοντέλα τους, ενισχύοντας την ικανότητά τους να κάνουν ακριβείς προβλέψεις καθώς «συναντούν» περισσότερα δεδομένα (Zhang, 2020).

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι machine learning: το εποπτευόμενο, το machine learning χωρίς επίβλεψη και το ενισχυτικό machine learning.

- Εποπτευόμενο machine learning: ο αλγόριθμος εκπαιδεύεται σε ένα σύνολο δεδομένων, όπου κάθε είσοδος συνδέεται με μια αντίστοιχη έξοδο. Ο αλγόριθμος μαθαίνει να αντιστοιχίζει εισόδους σε εξόδους και μόλις εκπαιδευτεί, μπορεί να κάνει προβλέψεις για νέα δεδομένα. Οι κοινές εφαρμογές περιλαμβάνουν την αναγνώριση εικόνας, την αναγνώριση ομιλίας και τα προβλήματα παλινδρόμησης.
- Machine learning χωρίς επίβλεψη: ο αλγόριθμος στοχεύει στο να ανακαλύψει εγγενή μοτίβα ή δομές μέσα στα δεδομένα. Παραδείγματα αυτού του τύπου machine learning θα μπορούσαν να είναι η τμηματοποίηση πελατών, ο εντοπισμός ανωμαλιών των δεδομένων και η μοντελοποίηση θεμάτων.
- Ενισχυτικό machine learning: περιλαμβάνει έναν «πράκτορα» που αλληλεπιδρά με ένα περιβάλλον και μαθαίνει να λαμβάνει αποφάσεις παίρνοντας ανατροφοδότηση με τη μορφή ανταμοιβών ή ποινών. Ο πράκτορας μαθαίνει να κάνει ενέργειες που μεγιστοποιούν την ανταμοιβή με την πάροδο του χρόνου. Οι εφαρμογές αυτού του τύπου machine learning ποικίλλουν από τα ηλεκτρονικά παιχνίδια έως τον ρομποτικό έλεγχο (Sarker, 2021).

Οι πρακτικές εφαρμογές του machine learning είναι ποικίλες και διευρύνονται από την υγειονομική περίθαλψη μέχρι το μάρκετινγκ, ενώ φαίνεται ότι διαμορφώνει τον τρόπο λειτουργίας των βιομηχανιών και τον τρόπο με τον οποίον οι άνθρωποι πλέον αλληλοεπιδρούν με την τεχνολογία. Καθώς το πεδίο εξελίσσεται, η διεπιστημονική συνεργασία και η συνεχής έρευνα θα διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην αντιμετώπιση των προκλήσεων και στην απελευθέρωση της πλήρους δυναμικής του machine learning (Bohr & Memarzadeh, 2020).

1.2 Machine learning στην υγειονομική περίθαλψη

Το machine learning έχει αναδειχθεί ως μια μεταμορφωτική δύναμη στην υγειονομική περίθαλψη, φέρνοντας επανάσταση στον κλάδο βελτιώνοντας τη διάγνωση, τα θεραπευτικά πλάνα και τη συνολική φροντίδα των ασθενών. Η ενσωμάτωση των αλγορίθμων ML στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης παρέχει τη δυνατότητα εξορθολογισμού των διαδικασιών, βελτίωσης της ακρίβειας και εξατομίκευσης των ιατρικών παρεμβάσεων (Javaid et al., 2022).

Ένας από τους βασικούς τομείς στους οποίους η μηχανική μάθηση έχει επηρεάσει σημαντικά είναι σε διαγνωστικό επίπεδο. Οι αλγόριθμοι ML μπορούν να αναλύσουν μεγάλα σύνολα δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων ιατρικών εικόνων, αναφορών παθολογίας και αρχείων ασθενών, για να εντοπίσουν μοτίβα και ανωμαλίες που μπορεί να περάσουν απαρατήρητες από τον ανθρώπινο παράγοντα. Για παράδειγμα, στην ακτινολογία, τα μοντέλα ML μπορούν να βοηθήσουν στην έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών όπως ο καρκίνος, αναλύοντας δεδομένα ιατρικής απεικόνισης, οδηγώντας σε ταχύτερες και ακριβέστερες διαγνώσεις (Kumar et al., 2023).

Επιπλέον, η μηχανική μάθηση επιτρέπει την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων για τον εντοπισμό ασθενών που διατρέχουν κίνδυνο συγκεκριμένων ασθενειών ή επιπλοκών (Talaie-Khoei et al., 2019). Αναλύοντας δεδομένα από τα ιατρικά ιστορικά ασθενών, οι αλγόριθμοι ML μπορούν να προβλέψουν πιθανά προβλήματα υγείας, επιτρέποντας στους κλινικούς να εφαρμόσουν προληπτικά μέτρα και παρεμβάσεις. Αυτή η προληπτική προσέγγιση όχι μόνο βελτιώνει τα αποτελέσματα της υγείας των ασθενών αλλά συμβάλλει στην αποτελεσματική κατανομή των πόρων στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης (Javaid et al., 2022).

Πέραν της διάγνωσης και της πρόληψης, το machine learning μπορεί να βελτιώσει και τα θεραπευτικά πρωτόκολλα. Οι αλγόριθμοι ML μπορούν να αναλύσουν διάφορες

πηγές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων γενετικών πληροφοριών, ηλεκτρονικών αρχείων υγείας και δεδομένων κλινικών δοκιμών, για να εντοπίσουν τις πιο αποτελεσματικές θεραπευτικές επιλογές για μεμονωμένους ασθενείς (Schork, 2019). Αυτή η εξατομικευμένη ιατρική προσέγγιση προσαρμόζει τις παρεμβάσεις στη μοναδική γενετική σύνθεση του ασθενούς, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της θεραπείας και ελαχιστοποιώντας τις ανεπιθύμητες ενέργειες.

Εκτός από τη διάγνωση και τη θεραπεία, το machine learning διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στις λειτουργίες και τη διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης. Τα μοντέλα ML μπορούν να βοηθήσουν στην κατανομή πόρων, στην πρόβλεψη των ποσοστών εισδοχής ασθενών, στη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων προσωπικού και στη διαχείριση υλικοτεχνικού αποθέματος. Αυτές οι εφαρμογές συμβάλλουν στη συνολική αποτελεσματικότητα των συστημάτων υγείας, μειώνοντας το κόστος και βελτιώνοντας την ποιότητα της περίθαλψης (Niazi, 2023).

Ωστόσο, η ενσωμάτωση του machine learning στην υγειονομική περίθαλψη δεν είναι ελεύθερη προκλήσεων. Η διασφάλιση του απορρήτου και της ασφάλειας των δεδομένων των ασθενών αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα, καθώς αυτές οι πληροφορίες είναι εξαιρετικά ευαίσθητες. Τα ηθικά ζητήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται προσεκτικά για την προστασία του απορρήτου των ασθενών και τη συμμόρφωση με τους νόμους περί προστασίας δεδομένων (Gerke et al., 2020). Επιπλέον, η ερμηνεία των μοντέλων machine learning είναι κρίσιμος παράγοντας για την εμπιστοσύνη εκ μέρους των κλινικών. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ένα μοντέλο καταλήγει σε μια συγκεκριμένη διάγνωση ή σύσταση θεραπείας είναι απαραίτητη για τους κλινικούς, ώστε να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να αισθάνονται σίγουροι για τις δυνατότητες της τεχνολογίας (Lu et al., 2023).

1.3 Machine learning στις νευρολογικές νόσους

Το machine learning παίζει καθοριστικό ρόλο στη μεταμόρφωση του χώρου της κλινικής έρευνας, της διάγνωσης και της θεραπείας νευρολογικών ασθενειών. Οι νευρολογικές παθήσεις, φέρουν σύνθετες προκλήσεις λόγω της πολύπλευρης φύσης τους. Οι αλγόριθμοι machine learning, με την ικανότητά τους να αναλύουν τεράστια και περίπλοκα σύνολα δεδομένων, προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες που μπορούν να βοηθήσουν στην έγκαιρη ανίχνευση, στα εξατομικευμένα σχέδια θεραπείας και τη βαθύτερη κατανόηση αυτών των κλινικών οντοτήτων (Javaid et al., 2022).

Στον τομέα της διάγνωσης νευρολογικών ασθενειών, το machine learning υπερέχει στην ανάλυση διαφόρων δεδομένων ιατρικής απεικόνισης, όπως η μαγνητική και η αξονική τομογραφία. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να ανιχνεύσουν διακριτικά μοτίβα και ανωμαλίες σε απεικονίσεις του εγκεφάλου που μπορεί να διαφεύγουν από το ανθρώπινο μάτι. Για παράδειγμα, στην περίπτωση νευροεκφυλιστικών ασθενειών όπως το Alzheimer, τα μοντέλα Alzheimer μπορούν να εντοπίσουν δομικές αλλαγές ή βιοδείκτες ενδεικτικούς της νόσου σε πρώιμο στάδιο, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση (Ganesh et al., 2023).

Η ικανότητα της μηχανικής μάθησης να επεξεργάζεται και να ερμηνεύει διαφορετικές πηγές δεδομένων συμβάλλει σημαντικά στον εντοπισμό βιοδεικτών που σχετίζονται με νευρολογικές ασθένειες. Αυτοί οι βιοδείκτες μπορεί να είναι γενετικοί (genomics), ή πρωτεομικοί (proteomics) (Quazi, 2022). Οι αλγόριθμοι ML μπορούν να περιηγηθούν σε τεράστια σύνολα δεδομένων για να εντοπίσουν μοτίβα και συσχετίσεις που μπορεί να μην είναι εμφανείς μέσω των παραδοσιακών μεθόδων. Η κατανόηση αυτών των βιοδεικτών βοηθά στην ταξινόμηση της νόσου, την πρόγνωση και την ανάπτυξη στοχευμένων θεραπειών (Quazi, 2022).

Επιπλέον, το machine learning διευκολύνει την εξατομίκευση του θεραπευτικού σχεδίου για άτομα με νευρολογικές παθήσεις. Αναλύοντας δεδομένα ασθενών, συμπεριλαμβανομένων γενετικών πληροφοριών, ιατρικού ιστορικού και απαντήσεων στη θεραπεία, οι αλγόριθμοι μπορούν να προβλέψουν τις πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις προσαρμοσμένες στο συγκεκριμένο προφίλ ενός ασθενούς (Johnson et al., 2021). Αυτή η προσέγγιση υπόσχεται τεράστιες ασθένειες όπως η επιληψία, όπου εξατομικευμένα μοντέλα πρόβλεψης επιληπτικών κρίσεων μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση των φαρμακευτικών σχημάτων και στις τροποποιήσεις του τρόπου ζωής (López-Ojeda & Hurley, 2023).

Η μηχανική μάθηση κάνει επίσης σημαντικά βήματα στη νευρολογική έρευνα επιταχύνοντας τον εντοπισμό πιθανών θεραπευτικών στόχων. Αναλύοντας τεράστια σύνολα δεδομένων από κλινικές δοκιμές, ερευνητικές μελέτες και αρχεία ασθενών, οι αλγόριθμοι ML μπορούν να αποκαλύψουν κρυφά μοτίβα και σχέσεις, βοηθώντας τους ερευνητές να εντοπίσουν νέους δρόμους για την ανάπτυξη φαρμάκων. Αυτή η προσέγγιση που βασίζεται σε δεδομένα επιταχύνει τη διαδικασία ανακάλυψης

φαρμάκων και υπόσχεται την εύρεση αποτελεσματικών θεραπειών για προηγούμενες προκλητικές νευρολογικές καταστάσεις (Miller et al., 2023).

Στον τομέα της νευρολογίας, φορητές συσκευές και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που σχεδιάζονται και στηρίζονται στις δυνατότητες του machine learning έχουν γίνει πολύτιμα εργαλεία. Αυτές οι συσκευές ή εφαρμογές μπορούν να παρακολουθούν τις κινήσεις του ασθενούς, τα μοτίβα ύπνου και άλλες φυσιολογικές παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο (Gomes et al., 2023). Για καταστάσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον, όπου τα συμπτώματα μπορεί να διαφέρουν πολύ μεταξύ των ατόμων, αυτά τα συστήματα συνεχούς παρακολούθησης παρέχουν πληθώρα δεδομένων που μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση της νόσου και στις προσαρμογές της θεραπείας (Milano et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Η ΝΟΣΟΣ ALZHEIMER

2.1 Ορίζοντας τη νόσο Alzheimer

Η άνοια αποτελεί ένα νευρολογικό σύνδρομο, με τον πιο κοινό υπότυπο αυτού να είναι η νόσος του Alzheimer (Oh & Rabins, 2019). Κλινικά, η νόσος Alzheimer χαρακτηρίζεται κυρίως από διαταραχές της μνήμης, της γνωστικής λειτουργίας, των εκτελεστικών ικανοτήτων, αλλά και από αλλαγές στην προσωπικότητα και τη συμπεριφορά, ενώ παράλληλα συνοδεύεται από συμπτώματα άλλων ψυχιατρικών κλινικών οντοτήτων στους περισσότερους ασθενείς (Lyketsos et al., 2011). Αν και αυτά τα συμπτώματα μπορούν να ανακουφιστούν προσωρινά με στενή φροντίδα και φαρμακευτική αγωγή, δεν υπάρχουν ειδικά μέτρα για την πρόληψη ή τη θεραπεία της νόσου του Alzheimer (Srivastava et al., 2021).

2.2 Ιστορική αναδρομή

Η νόσος του Alzheimer ανακαλύφθηκε το 1906 από τον Αλόις Alzheimer, Γερμανό νευρολόγο και ψυχίατρο (Alzheimer's Association, 2010). Η ασθένεια παρατηρήθηκε αρχικά σε μια 51χρονη γυναίκα. Η οικογένειά της οδήγησε την ασθενή στον Δρ. Alzheimer το 1901 αφού πρώτα παρατήρησε αλλαγές στην προσωπικότητα και τη συμπεριφορά της. Η οικογένεια ανέφερε προβλήματα με τη μνήμη, δυσκολία στην ομιλία και μειωμένη ικανότητα κατανόησης. Ο Δρ. Alzheimer σημείωσε πολλά μη φυσιολογικά συμπτώματα, όπως δυσκολία στην ομιλία, την αφύπνιση, και σύγχυση (Alzheimer's Association, 2010). Ακολούθησε την ιατρική φροντίδα της για πέντε χρόνια, μέχρι το θάνατό της το 1906. Μετά το θάνατό της, ο Δρ. Alzheimer πραγματοποίησε νεκροψία, κατά την οποία διαπίστωσε δραματική συρρίκνωση του εγκεφαλικού φλοιού, λιπώδεις εναποθέσεις στα αιμοφόρα αγγεία και ατροφικά εγκεφαλικά κύτταρα. Ανακάλυψε νευροϊνιδικές και γεροντικές πλάκες, οι οποίες αποτελούν ενδεικτικά κλινικά γνωρίσματα της νόσου. Η πάθηση συζητήθηκε για πρώτη φορά στην ιατρική βιβλιογραφία το 1907 και πήρε το όνομά της από το συγκεκριμένο γιατρό το 1910 (Alzheimer's Association, 2010).

2.3 Επιδημιολογικά δεδομένα

Έχει αναφερθεί ότι ο παγκόσμιος αριθμός των ατόμων με κάθε τύπου άνοια αυξήθηκε σε 43,8 εκατομμύρια το 2016, σημειώνοντας αύξηση 117% σε σύγκριση με 20,3 εκατομμύρια το 1990 (Qiu et al., 2009). Υπολογίζεται ότι, μέχρι το 2050, θα υπάρχουν 152 εκατομμύρια άνθρωποι με νόσο του Alzheimer και άλλες άνοιες. Σε

παγκόσμιο επίπεδο, η συχνότητα εμφάνισης της νόσου Αλτσχάιμερ αυξήθηκε κατά 147,95% από το 1990 έως το 2019, με 2,92 εκατομμύρια περιπτώσεις το 1990 και 7,24 εκατομμύρια περιπτώσεις το 2019 (Fratiglioni et al., 2000). Όσον αφορά το φύλο, το τυποποιημένο για την ηλικία ποσοστό επίπτωσης (ανά 100.000 πληθυσμού) αυξήθηκε τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου. Από το 1990 έως το 2019, το ποσοστό επίπτωσης στην ηλικιακή ομάδα 70–74 ετών ήταν το ταχύτερα αυξανόμενο με την πάροδο του χρόνου (Miech et al., 2002). Σε 21 περιοχές με βάση τη γεωγραφική θέση, τα υψηλότερα ποσοστά (ανά 100.000 πληθυσμού) το 2019 καταγράφηκαν στη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή, την Ασία αλλά μόνο σε χώρες με υψηλό εισόδημα, και την Κεντρική Ευρώπη. Τα χαμηλότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στη Νότια Ασία και τη Δυτική Υποσαχάρια Αφρική. Οι παγκόσμιοι θάνατοι λόγω της νόσου του Alzheimer και άλλων τύπων άνοιας αυξήθηκαν από 0,56 εκατομμύρια το 1991, σε 20 εκατομμύρια, με τα ποσοστά να δείχνουν ότι σχεδόν τριπλασιάστηκαν μέσα σε 30 χρόνια (Li et al., 2022).

2.4 Νόσος Αλτσχάιμερ vs άλλες άνοιες και φυσιολογική φθορά

Η νόσος του Alzheimer συχνά συγχέεται με τη φυσιολογική γήρανση και την άνοια. Η σοβαρή απώλεια μνήμης, χαρακτηριστικό κλινικό σύμπτωμα της νόσου, δεν αποτελεί σύμπτωμα φυσιολογικής γήρανσης. Η υγιής γήρανση μπορεί να περιλαμβάνει μια ελαφρά έκπτωση στη μνήμη, όπως πιο αργή ανάκληση πληροφοριών, ωστόσο η γνωστική έκπτωση που επηρεάζει την καθημερινή ζωή δεν αποτελεί φυσιολογικό μέρος της διαδικασίας γήρανσης (Tarawneh & Holtzman, 2012). Ως άνοια ορίζεται η σημαντική απώλεια γνωστικών ικανοτήτων, και είναι τέτοιας βαρύτητας ώστε να παρεμποδίζει τη λειτουργικότητα του ατόμου (Duong et al., 2017). Μπορεί να επέλθει από διάφορες ασθένειες που προκαλούν βλάβες στα εγκεφαλικά κύτταρα, ενώ υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι άνοιας, ο καθένας με τη δική του αιτία και συμπτωματολογία. Για παράδειγμα, η αγγειακή άνοια προκαλείται από τη μειωμένη ροή αίματος σε ένα μέρος του εγκεφάλου, όπως αυτή προκαλείται από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο (Imai et al., 2020). Η άνοια μπορεί επίσης να εμφανιστεί σε ασθενείς με νόσο του Parkinson και υδροκεφαλία. Παρόλα αυτά, η νόσος Alzheimer είναι η πιο κοινή μορφή άνοιας, με την αιτιώδη ρίζα της να εντοπίζεται στη συσσώρευση πλακών βήτα αμυλοειδούς στον εγκέφαλο (Irwin et al., 2013).

2.5 Κλινική εικόνα της νόσου

Η νόσος του Alzheimer εξελίσσεται σταδιακά και μπορεί να διαρκέσει για δεκαετίες. Υπάρχουν τρία κύρια στάδια της νόσου, το καθένα με τις δικές του προκλήσεις και συμπτώματα. Εντοπίζοντας το τρέχον στάδιο της νόσου, οι κλινικοί μπορούν να προβλέψουν ποια συμπτώματα μπορούν να αναμένονται στο μέλλον και την πιθανή πορεία της νόσου. Κάθε περίπτωση Alzheimer παρουσιάζεται με ένα μοναδικό σύνολο συμπτωμάτων, που ποικίλλει σε βαρύτητα (Holtzman et al., 2011).

2.5.1 Πρώιμο στάδιο νόσου

Αυτό το ήπιο στάδιο, που διαρκεί συνήθως 2 έως 4 χρόνια, είναι συχνά όταν η νόσος διαγιγνώσκεται για πρώτη φορά. Σε αυτό το στάδιο, η οικογένεια και το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον μπορεί να αρχίσουν να συνειδητοποιούν ότι έχει σημειωθεί μείωση στη γνωστική ικανότητα του ασθενούς (Kelley & Petersen, 2007). Τα κοινά συμπτώματα σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνουν:

- Δυσκολία στη διατήρηση νέων πληροφοριών
- Δυσκολία στην επίλυση προβλημάτων ή στη λήψη αποφάσεων. Οι ασθενείς μπορεί να αρχίσουν να έχουν προβλήματα διαχείριση οικονομικών ή άλλων βασικών δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής.
- Αλλαγές προσωπικότητας. Το άτομο μπορεί να αρχίσει να αποσύρεται κοινωνικά ή να δείχνει έλλειψη κινήτρων.
- Δυσκολία έκφρασης σκέψεων.
- Λανθασμένη τοποθέτηση αντικειμένων ή απώλεια αυτών. Ο ασθενής μπορεί να έχει δυσκολία στην πλοήγηση σε οικείο περιβάλλον (Kelley & Petersen, 2007).

2.5.2 Νόσος μέτριας βαρύτητας

Αυτό το στάδιο της νόσου είναι το μεγαλύτερο, και διαρκεί 2 έως 10 χρόνια. Σε αυτό το στάδιο, οι ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν αυξημένη δυσκολία στη μνήμη και μπορεί να χρειαστούν βοήθεια σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Dubois et al., 2016). Τα συμπτώματα που αναφέρονται συχνά σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνουν:

- Διαρκώς μειούμενη ικανότητα κρίσης και σύγχυση. Ο ασθενής μπορεί να αρχίσει να μπερδεύει τα μέλη της οικογένειας, να χάσει τον προσανατολισμό του στον χρόνο και τον τόπο και μπορεί να αρχίσει να περιπλανιέται, καθιστώντας επισφαλές για αυτούς να μείνουν μόνοι.

- Δυσκολία στην ολοκλήρωση πολύπλοκων εργασιών, συμπεριλαμβανομένων πολλών από τις βασικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, όπως διαχείριση οικονομικών, προγραμματισμός και οργάνωση.
- Μεγαλύτερη απώλεια μνήμης. Οι ασθενείς μπορεί να αρχίσουν να ξεχνούν λεπτομέρειες του προσωπικού τους ιστορικού.
- Σημαντικές αλλαγές προσωπικότητας. Το άτομο μπορεί να αποσυρθεί από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και να αναπτύξει καχυποψία για τους φροντιστές (Dubois et al., 2016).

2.5.3 Νόσος υψηλής βαρύτητας

Σε αυτό το τελικό στάδιο της νόσου, η γνωστική ικανότητα συνεχίζει να μειώνεται και η σωματική ικανότητα επηρεάζεται σοβαρά. Αυτό το στάδιο μπορεί να διαρκέσει από 1 έως 3 χρόνια. Λόγω της φθίνουσας ικανότητας της οικογένειας να φροντίζει τον ασθενή, αυτό το στάδιο συχνά οδηγεί σε τοποθέτηση σε ειδικά πλαίσια μακροχρόνιας φροντίδας. (Alzheimer's association report, 2023) Τα κοινά συμπτώματα που εμφανίζονται σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνουν:

- Απώλεια της ικανότητας επικοινωνίας. Ο ασθενής μπορεί να μιλάει ακόμα με σύντομες φράσεις, αλλά δεν είναι σε θέση να πραγματοποιήσει συνεκτικό διάλογο.
- Εξάρτηση από άλλους για προσωπική φροντίδα, όπως σίτιση, καθαριότητα κ.λπ.
- Αδυναμία σωματικής λειτουργίας. Το άτομο μπορεί να μην μπορεί να περπατήσει ή να καθίσει ανεξάρτητα. Οι μύες μπορεί να γίνουν άκαμπτοι και η κατάποση μπορεί τελικά να μειωθεί (Alzheimer's association report, 2023).

2.5.4 Θάνατος από τη νόσο

Οι θάνατοι από τη νόσο του Alzheimer ως υποκείμενη αιτία έχουν αυξηθεί δραματικά. Οι αλλαγές στον εγκέφαλο που προκαλούνται από την νόσο δεν είναι συνήθως η κύρια αιτία θανάτου, αφού συνήθως προκαλεί επιπλοκές, όπως η ακινησία και η δυσκολία στην κατάποση. Αυτά μπορεί να οδηγήσουν σε υποσιτισμό και αυξημένο κίνδυνο πνευμονίας, με αποτέλεσμα τον θάνατο αυτών των ασθενών (Alzheimer's association report, 2023).

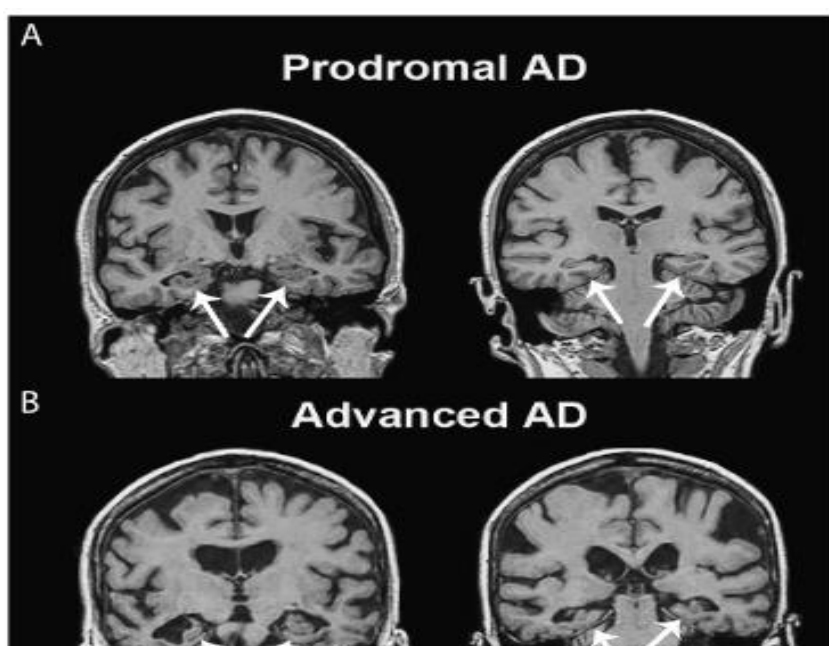
2.5.5 Άτυπες παραλλαγές της νόσου

Εκτός από την κλασική εικόνα του Alzheimer, θα πρέπει να αναφερθούν κάποιες λιγότερο συχνές παραλλαγές της νόσου, οι οποίες περιλαμβάνουν κατά βάση

διαφορετικού τύπου εγκεφαλικές αλλοιώσεις, με βασικό χαρακτηριστικό αυτών των ασθενών πέραν της γνωστικής έκπτωσης, την ανυπομονησία, την ευερεθιστότητα και την παρορμητικότητα (Serrano-Pozo et al., 2011).

2.6 Διαγνωστικά κριτήρια

Επί του παρόντος, τα διαγνωστικά κριτήρια που ακολουθούνται για τη νόσο είναι αυτά του Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5) (American Psychiatric Association, 2013). Το DSM-5 αναγνωρίζει δύο γνωστικά σύνδρομα, τη μείζονα νευρογνωστική έκπτωση και την ήπια νευρογνωστική έκπτωση (Εικόνα 1). Η διάγνωση της μείζονος νευρογνωστικής έκπτωσης απαιτεί αντικειμενική γνωστική έκπτωση που είναι αρκετά σοβαρή ώστε να παρεμποδίζει τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και δεν προκαλείται από παραλήρημα ή άλλη νευρολογική, ιατρική ή ψυχιατρική διαταραχή. Οι ασθενείς με ήπια νευρογνωστική έκπτωση έχουν ηπιότερη γνωστική έκπτωση που δεν τους στερεί ακόμη την ικανότητα να ακολουθούν έναν ανεξάρτητο τρόπο ζωής και να εκτελούν σύνθετες καθημερινές δραστηριότητες όπως η διαχείριση των οικονομικών ή η οδήγηση αυτοκινήτου. Τα κριτήρια δεν απαιτούν την παρουσία εξασθένησης της μνήμης για τη διάγνωση της νευροεκφυλιστικής άνοιας, όπως συνέβαινε σε όλες τις προηγούμενες εκδόσεις του. Το DSM-5 αναγνωρίζει, επομένως, ότι για ορισμένες διαταραχές άνοιας όπως για παράδειγμα η αγγειακή και η μετωποκροταφική άνοια, η εξασθένηση της μνήμης δεν είναι πρώιμο σύμπτωμα και μπορεί να μην εκδηλωθεί ποτέ.



Εικόνα 1. Μαγνητική εγκεφαλική απεικόνιση των δύο σταδίων της νόσου.

Πηγή: Alzheimer Disease, Apostolova, 2016 (19)

2.7 Παράγοντες κινδύνου

2.7.1 Ηλικία

Ενώ η νόσος Alzheimer μπορεί να επηρεάσει άτομα διαφόρων ηλικιών, η προχωρημένη ηλικία είναι ο μοναδικός πιο ουσιαστικός παράγοντας κινδύνου. Η πιθανότητα εμφάνισης Alzheimer αυξάνεται εκθετικά μετά την ηλικία των 65 ετών και ο επιπολασμός συνεχίζει να αυξάνεται με κάθε δεκαετία (Mayeux & Stern, 2012). Αυτός ο κίνδυνος που σχετίζεται με την ηλικία αποδίδεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της σταδιακής συσσώρευσης μη φυσιολογικών πρωτεϊνών στον εγκέφαλο, όπως πλάκες β-αμυλοειδούς, που διαταράσσουν τη νευρική επικοινωνία και συμβάλλουν στη γνωστική εξασθένηση. Η ίδια η διαδικασία γήρανσης συνδέεται με αλλαγές στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου, καθιστώντας τους ηλικιωμένους πιο επιρρεπείς σε νευροεκφυλιστικές διαταραχές (Breijyeh & Karaman, 2020).

2.7.2 Γενετική προδιάθεση

Η γενετική είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για τη νόσο του Alzheimer, επηρεάζοντας την ευαισθησία ενός ατόμου σε αυτή τη νευροεκφυλιστική πάθηση. Ενώ οι περισσότερες περιπτώσεις Alzheimer είναι σποραδικές και εμφανίζονται αργότερα στη ζωή, ένα μικρό ποσοστό συνδέεται με συγκεκριμένες γενετικές μεταλλάξεις, που οδηγούν σε πρόωπη οικογενή νόσο (Bekris et al., 2010). Μεταλλάξεις σε γονίδια όπως το APP (πρόδρομη πρωτεΐνη αμυλοειδούς), το PSEN1 (πρεσενιλίνη 1) και το PSEN2 (πρεσενιλίνη 2) μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη της νόσου Alzheimer, που συνήθως εκδηλώνεται πριν από την ηλικία των 65 ετών. Ένας βασικός γενετικός παράγοντας που σχετίζεται με το Αλτσχάιμερ όψιμης έναρξης είναι το γονίδιο της απολιποπρωτεΐνης E (APOE) (Lanoiselée et al., 2017).

2.7.3 Συνυπάρχοντα προβλήματα υγείας

Αρκετά άλλα προβλήματα υγείας μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης της νόσου του Alzheimer, δίνοντας έμφαση στην περίπλοκη σύνδεση μεταξύ της συνολικής υγείας και της γνωστικής λειτουργίας. Οι καρδιαγγειακές παθήσεις, όπως η υπέρταση, και ο διαβήτης, είναι γνωστό ότι αυξάνουν τον κίνδυνο για εμφάνιση της νόσου. Αυτές οι καταστάσεις μπορεί να συμβάλλουν σε αγγειακές αλλαγές που επηρεάζουν τη ροή του αίματος στον εγκέφαλο, προάγοντας την ανάπτυξη γνωστικών διαταραχών (Khan et al., 2023). Επιπλέον, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις για τη σύνδεση μεταξύ των τραυματικών εγκεφαλικών κακώσεων (TBI) και του κινδύνου Alzheimer. Ιστορικό μέτριων έως σοβαρών τραυματισμών στο κεφάλι, ιδιαίτερα επαναλαμβανόμενων περιστατικών διάσεισης, έχει συσχετιστεί με υψηλότερη

συχνότητα εμφάνισης άνοιας, συμπεριλαμβανομένης της νόσου Alzheimer (Dams-O'Connor et al., 2016). Η κατάθλιψη και άλλες ψυχιατρικές κλινικές οντότητες φαίνεται επίσης να συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο (Ownby et al., 2006).

2.7.4 Παράγοντες τρόπου ζωής

Μελέτες σε ζωικά μοντέλα έχουν δείξει ότι το στρες, το οποίο οδηγεί σε αύξηση της παραγωγής κορτιζόλης, προκαλεί τροποποιήσεις σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου, όπως ο προμετωπιαίος λοβός, που σχετίζονται άμεσα με τη συγκεκριμένη νόσο (Justice, 2018). Οι ερευνητές με ανθρώπους συμμετέχοντες, ορμώμενοι από αυτά τα ευρήματα, βρήκαν αυξημένα επίπεδα κορτιζόλης σε ασθενείς με Alzheimer όταν αυτοί συγκρίνονταν με ομάδες ελέγχου (Ouane & Popp, 2019). Σε μια 2ετή παρακολούθηση ασθενών με Alzheimer, παρατηρήθηκε ότι τα υψηλότερα επίπεδα κορτιζόλης συσχετίστηκαν με την ταχύτερη εξέλιξη της νόσου, και μικρότερο όγκο της της περιοχής του ιππόκαμπου στον εγκέφαλο (S. White et al., 2023).

Το κάπνισμα μπορεί επίσης να επηρεάσει τον κίνδυνο εμφάνισης Alzheimer με διάφορους μηχανισμούς. Είναι γνωστό ότι είναι σε θέση να αυξήσει τη δημιουργία ελεύθερων ριζών, αυξάνοντας το οξειδωτικό στρες και να προάγει την προφλεγμονώδη δράση στο ανοσοποιητικό σύστημα, οδηγώντας στην ενεργοποίηση των φαγοκυττάρων και κατά συνέπεια, σε πρόσθετη οξειδωτική βλάβη (Durazzo et al., 2014).

2.8 Η χρήση του machine learning στη νόσο Alzheimer

Το machine learning έχει αναδειχθεί ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο στον τομέα της έρευνας για τη νόσο Alzheimer, προσφέροντας καινοτόμες προσεγγίσεις στη διάγνωση, την πρόγνωση και την κατανόηση των υποκείμενων μηχανισμών της νόσου. Μια σημαντική εφαρμογή της μηχανικής μάθησης στην έρευνα για το Αλτσχάιμερ είναι η ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων για την έγκαιρη διάγνωση. Οι αλγόριθμοι ML μπορούν να αναλύσουν διάφορες πηγές δεδομένων, όπως εξετάσεις νευροαπεικόνισης, γενετικές πληροφορίες και κλινικές αξιολογήσεις, για να εντοπίσουν διακριτικά μοτίβα που μπορεί να υποδεικνύουν την παρουσία της νόσου πριν καν υπάρξουν κλινικές εκδηλώσεις. Αυτή η έγκαιρη ανίχνευση μπορεί να επιτρέψει στρατηγικές έγκαιρης παρέμβασης, δυνητικά επιβραδύνοντας την εξέλιξη της νόσου (Vrahatis et al., 2023).

Η νευροαπεικόνιση παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τις δομικές και λειτουργικές αλλαγές στον εγκέφαλο που σχετίζονται με τη νόσο Alzheimer. Οι

αλγόριθμοι machine learning μπορούν να αναλύσουν αυτά τα πολύπλοκα σύνολα δεδομένων απεικόνισης για να ανιχνεύσουν ανεπαίσθητες ανωμαλίες που μπορεί να είναι ενδεικτικές της νόσου. Για παράδειγμα, τα μοντέλα ML μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να αναγνωρίζουν συγκεκριμένους βιοδείκτες ή μοτίβα ατροφίας σε περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με την παθολογία του Alzheimer (Rathore et al., 2017).

Τα γονιδιακά δεδομένα παίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στην κατανόηση των γενετικών παραγόντων που συμβάλλουν στον κίνδυνο για εμφάνιση της νόσου. Οι αλγόριθμοι machine learning μπορούν να αναλύσουν μεγάλης κλίμακας γενετικά δεδομένα για να εντοπίσουν γενετικούς δείκτες που σχετίζονται με αυξημένη ευαισθησία στην ασθένεια. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων με βάση το γενετικό προφίλ ενός ατόμου (Alowais et al., 2023). Εκτός από τη διάγνωση, το machine learning βοηθά στην πρόβλεψη της εξέλιξης και της πρόγνωσης της νόσου. Αναλύοντας διαχρονικά δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων γνωστικών αξιολογήσεων και βιοδεικτών, τα μοντέλα ML μπορούν να δημιουργήσουν προβλέψεις σχετικά με το πώς μπορεί να εκτυλιχθεί η ασθένεια σε ένα άτομο με την πάροδο του χρόνου. Αυτές οι πληροφορίες είναι πολύτιμες για τους κλινικούς και τους φροντιστές στο σχεδιασμό της κατάλληλης φροντίδας και υποστήριξης για τους ασθενείς (Chang et al., 2021).

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Σκοπός της εργασίας

Οι εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα που αξιοποιούν το machine learning για τη νόσο Alzheimer διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της έγκαιρης ανίχνευσης και της υποστήριξης για άτομα που επηρεάζονται από αυτήν. Αυτές οι εφαρμογές συχνά χρησιμοποιούν αλγόριθμους machine learning για την ανάλυση διαφόρων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των γνωστικών αξιολογήσεων, των μοτίβων συμπεριφοράς και των αλληλεπιδράσεων των χρηστών. Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι η δυνατότητα παροχής εξατομικευμένων αξιολογήσεων κινδύνου με βάση τη γνωστική απόδοση των χρηστών και άλλα σχετικά δεδομένα. Παρακολουθώντας τις ανεπαίσθητες αλλαγές με την πάροδο του χρόνου, αυτές οι εφαρμογές μπορούν να προσφέρουν ενδείξεις γνωστικής έκπτωσης. Επιπλέον, αυτές οι εφαρμογές μπορούν να βοηθήσουν τους φροντιστές παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις συμπεριφορές των ασθενών. Αυτές οι εφαρμογές αναλύουν τις εισροές των χρηστών αναφορικά με καθημερινές συνήθειες, με μοτίβα επικοινωνίας και αλλαγές διάθεσης. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ομαδοποίηση των δεδομένων που προέρχονται από μελέτες που αφορούν τη χρήση εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας, βασιζόμενων στο machine learning, για ηλικιωμένους ασθενείς της νόσου Alzheimer.

2.2 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Η παρούσα ανασκόπηση αποτελεί μια προσπάθεια ομαδοποίησης των δεδομένων σε σχέση με τις εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που αφορούν στη νόσο Alzheimer. Ο σχεδιασμός της ανασκόπησης βασίστηκε στις κατευθυντήριες γραμμές του Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA guidelines) (Moher et al., 2010), με στόχο τον εντοπισμό ερευνητικών μελετών που ασχολήθηκαν με το υπό διερεύνηση θέμα. Τα βασικά στάδια της ανασκόπησης αφορούσαν:

- i. τη διατύπωση του ερωτήματος,
- ii. την αναζήτηση της σχετικής βιβλιογραφίας,
- iii. την εξαγωγή των σχετικών δεδομένων, και
- iv. την ανάλυση των πληροφοριών.

2.3 Κριτήρια καταλληλότητας

Η επιλογή των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συγκεκριμένη ανασκόπηση βασίστηκε σε συγκεκριμένα κριτήρια καταλληλότητας, τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 1. Οι μελέτες έπρεπε να αφορούν τη χρήση εφαρμογών σε κινητά τηλέφωνα και που βασίζονται στο machine learning. Θα έπρεπε να αφορούν εφαρμογές που σχετίζονται αποκλειστικά με τη νόσο Alzheimer, και όχι άλλες νευρολογικές νόσους. Επιπλέον, προκειμένου μια μελέτη να κριθεί κατάλληλη για συμπερίληψη, θα έπρεπε να αφορά εφαρμογή που χρησιμοποιείται από τους ασθενείς, είτε από τους φροντιστές τους, είτε από τους κλινικούς. Επιπρόσθετο κριτήριο ήταν η ηλικία των ασθενών, και πιο συγκεκριμένα ηλικιωμένων ατόμων. Επιπλέον κριτήριο ήταν το έτος δημοσίευσης, αφού οι μελέτες θα έπρεπε να έχουν δημοσιευτεί από επιστημονικά περιοδικά εντός της τελευταίας πενταετίας. Στην ανασκόπηση μπορούσαν να συμπεριληφθούν μελέτες που έχουν δημοσιευτεί στην Αγγλική γλώσσα, από επιστημονικά περιοδικά του πεδίου.

Πίνακας 1. Κριτήρια καταλληλότητας για τη συμπερίληψη μίας μελέτης

Πληθυσμός	Άτομα διαγνωσμένα με τη νόσο Αλτσχάιμερ
Παρέμβαση	Εφαρμογή κινητών τηλεφώνων βασισμένη στο machine learning
Σύγκριση	Καμία
Έκβαση	Αναφορά παρακολούθησης ασθενούς
Τύπος μελέτης	Κάθε είδους σχεδιασμός μελέτης
Φίλτρα	Δημοσιευμένες μελέτες στα Αγγλικά, μετά το 2014, από επιστημονικά περιοδικά υπό τη διαδικασία της κρίσης

2.4 Στρατηγική αναζήτησης

Για τη διεξαγωγή της παρούσας ανασκόπησης, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων, και πιο συγκεκριμένα οι βάσεις Pubmed, Google Scholar, και η IEEE Explore. Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε από έναν συγγραφέα, με τη χρήση συγκεκριμένων λέξεων-κλειδιά. Αυτές ήταν: «*Alzheimer's*» ή «*Alzheimer's disease*», και «*machine learning apps*» ή «*ML apps*». Οι τίτλοι, οι λέξεις-κλειδιά και οι περιλήψεις κάθε μελέτης εξετάστηκαν με βάση τα προαναφερόμενα κριτήρια συμπερίληψης-απόρριψης.

2.5 Εξαγωγή δεδομένων

Προκειμένου να εξαχθούν δεδομένα που εν συνεχεία θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν, από κάθε μελέτη που συμπεριλήφθηκε εξήχθησαν συγκεκριμένα

δεδομένα. Αυτά συμπεριλάμβαναν το όνομα του πρώτου συγγραφέα κάθε μελέτης, καθώς και ο τίτλος του δημοσιευμένου άρθρου και το όνομα της εφαρμογής που αναφέρει η κάθε μελέτη. Επιπλέον εξήχθησαν πληροφορίες σχετικά με το δείγμα κάθε μελέτης (μέση ηλικία και φύλο των ασθενών που συμμετείχαν στην έρευνα) όταν αυτά παρέχονταν από τους συγγραφείς. Από κάθε μελέτη σημειώθηκαν τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής που χρησιμοποιήθηκε υπό την έννοια του στόχου, καθώς και τα βασικά ευρήματα με βάση το σκοπό της μελέτης όταν αυτά αναφέρονταν.

2.6 Αξιολόγηση ποιότητας των μελετών

Η χρήση ενός εργαλείου αξιολόγησης ποιότητας σε συστηματικές ανασκοπήσεις είναι υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των στοιχείων που έχει συλλεχθεί. Αυτά τα εργαλεία χρησιμεύουν στην αξιολόγηση της μεθοδολογικής αυστηρότητας και της συνολικής ποιότητας των μελετών που περιλαμβάνονται, επιτρέποντας στους ερευνητές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την εγκυρότητα και τη γενίκευση των ευρημάτων.

Με τη συστηματική αξιολόγηση του σχεδιασμού της κάθε μελέτης, των μεθόδων μέσω των οποίων έγινε η δειγματοληψία των συμμετεχόντων και των τεχνικών ανάλυσης δεδομένων, αυτά τα εργαλεία αξιολόγησης ποιότητας συμβάλλουν στον εντοπισμό σφαλμάτων και πιθανών περιορισμών μέσα στο σύνολο της βιβλιογραφίας. Κατά συνέπεια, η χρήση ενός εργαλείου αξιολόγησης ποιότητας ενισχύει τη διαφάνεια και την ακριβή αναπαραγωγή της διαδικασίας της συστηματικής ανασκόπησης, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη στα συμπεράσματα που εξάγονται. Επιπλέον, βοηθά στη διάκριση μεταξύ μελετών διαφορετικής ποιότητας, διευκολύνοντας την ιεράρχηση των δεδομένων που είναι υψηλότερης ποιότητας, και στην αξιοποίηση πρωτίστως αυτών στη λήψη αποφάσεων.

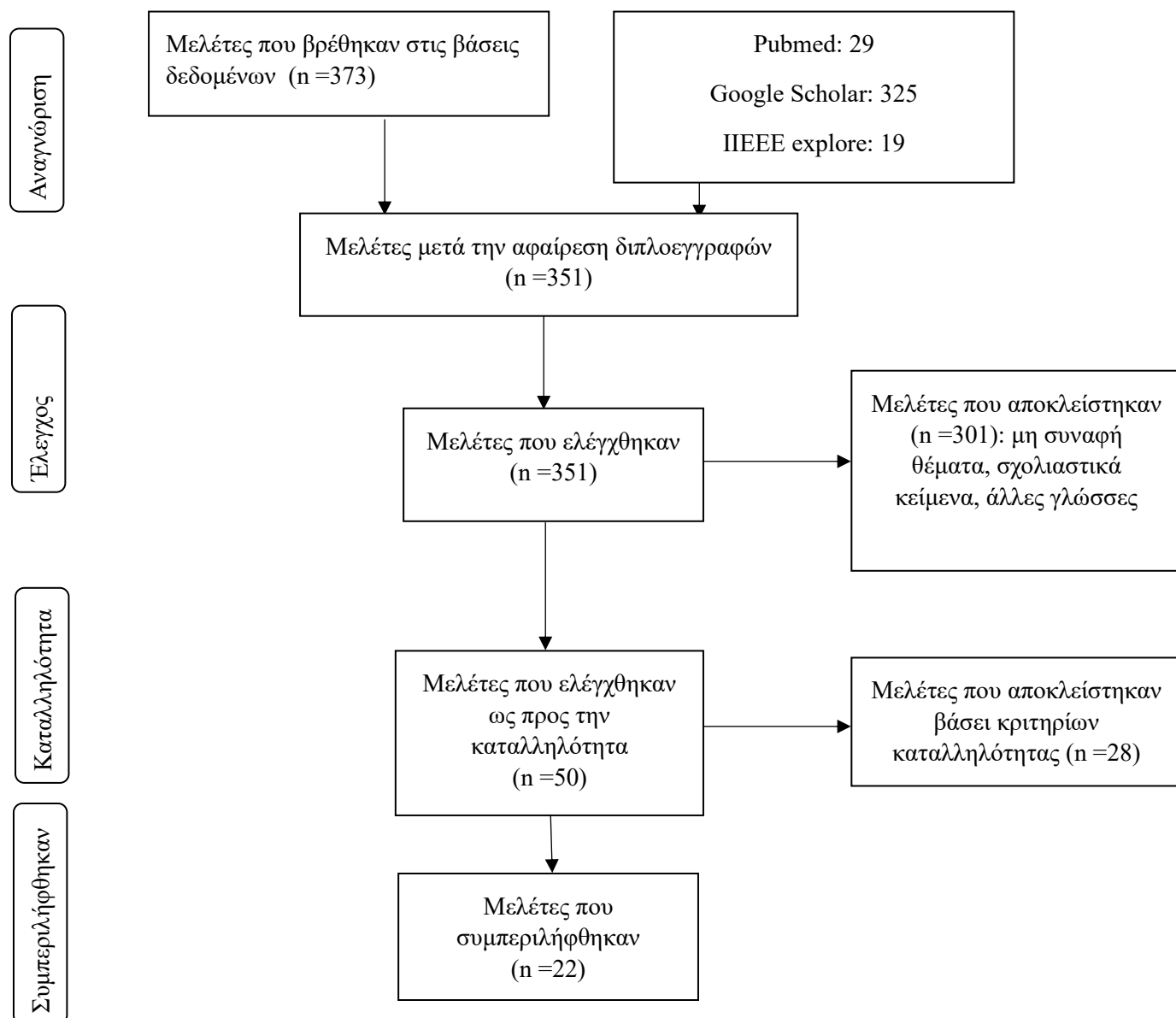
Ουσιαστικά, ένα ισχυρό εργαλείο αξιολόγησης ποιότητας είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της ακεραιότητας των συστηματικών ανασκοπήσεων, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα που παρουσιάζονται δεν αποτελούν μόνο την περιεκτική παρουσίαση της κάθε μελέτης, αλλά ενισχύουν την αξιοπιστία της ανασκόπησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Διαδικασία επιλογής μελετών

Με βάση το κριτήριο καταλληλότητας της ημερομηνίας δημοσίευσης των μελετών (δημοσιευμένες εντός της τελευταίας δεκαετίας) η αρχική αναζήτηση των μελετών κατέληξε σε συνολικά 373 μελέτες. Εξ αυτών οι 29 προέκυψαν από τη βάση δεδομένων Pubmed, 19 από αυτές από τη βάση IEEE Explore, ενώ 325 εξ αυτών προέκυψαν από τη βάση δεδομένων Google Scholar. Μετά την αφαίρεση των μελετών που εντοπίστηκαν σε περισσότερες της μίας βάσεων δεδομένων, προέκυψαν 351 μελέτες. Αυτές εξετάστηκαν βάσει τίτλου, αντικειμένου, και γλώσσας δημοσίευσης και αποκλείστηκαν 301 μελέτες. Για τις 50 μελέτες που απέμειναν, έγινε πλήρης ανάγνωση των άρθρων για να εξεταστούν βάσει των κριτηρίων εισαγωγής/αποκλεισμού. Το τελικό βήμα αναζήτησης της βιβλιογραφίας κατέληξε σε 22 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση. Η πλήρης διαδικασία επιλογής των μελετών παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.

Κατά τη διαδικασία ανάγνωσης της βιβλιογραφίας προέκυψαν και πέντε εφαρμογές οι οποίες, ενώ χρησιμοποιούνται σε ασθενείς με Αλτσχάιμερ, δεν εντοπίστηκαν δημοσιευμένες μελέτες που να ελέγχουν τα αποτελέσματά τους ή να παρουσιάζονται σε επιστημονικό άρθρο από τους δημιουργούς τους. Για το λόγο αυτό, δε συμπεριλήφθηκαν στο σύνολο των μελετών της συστηματικής ανασκόπησης, αλλά παρουσιάζονται στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας επιλογής μελετών

3.2 Βασικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενων μελετών

Οι συμπεριλαμβανόμενες μελέτες δημοσιεύθηκαν εντός της τελευταίας δεκαετίας, με την παλαιότερη να έχει δημοσιευτεί το έτος 2015, ενώ η πλέον πρόσφατη το 2023. Σε όλες τις μελέτες παρουσιάστηκαν ή δοκιμάστηκαν εφαρμογές κινητών τηλεφώνων. Από τις 22 μελέτες οι 12 αποτελούσαν μελέτες που δοκίμασαν την εφαρμογή τους σε ομάδες ασθενών, ενώ οι εναπομείνουσες 10 μόνο περιέγραφαν την εφαρμογή που δημιούργησαν και ποια είναι η χρησιμότητά τους. Συνολικά στις μελέτες που χρησιμοποίησαν δείγματα μελέτες, οι ασθενείς ήταν 327, με το μικρότερο δείγμα μελέτης να είναι οι πέντε ασθενείς, ενώ το μεγαλύτερο δείγμα συμπεριλάμβανε 61 ασθενείς. Από τις συμπεριλαμβανόμενες μελέτες, μόνο πέντε μελέτες παρουσίαζαν δημογραφικά στοιχεία του δείγματός τους όπως η κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων, η μέση ηλικία. Καμία από τις μελέτες δεν παρουσίαζε χαρακτηριστικά της νόσου, όπως η διάρκειά της και το πότε τέθηκε πρώτη φορά η διάγνωση, καθώς και το στάδιο της νόσου που βρίσκονταν οι ασθενείς.

Η πλειοψηφία των μελετών αφορούσε εφαρμογές οι οποίες ασχολούνταν με τον εντοπισμό των ασθενών και την καταγραφή πιθανών πτώσεων. Σε μικρότερη μερίδα των συμπεριλαμβανόμενων μελετών, οι εφαρμογές αξιοποιούνταν με στόχο τη βελτίωση της γνωστικής λειτουργικότητας των ασθενών, ενώ άλλες αφορούσαν την αποστολή δεδομένων των ασθενών στους φροντιστές ή τους κλινικούς που είχαν την ιατρική φροντίδα τους. Τα βασικά χαρακτηριστικά των μελετών που συμπεριλήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Βασικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενων μελετών

Τίτλος άρθρου	1ος συγγραφέας	Όνομα εφαρμογής	Χαρακτηριστικά δείγματος	Βασικός στόχος της εφαρμογής
The potential of information technology to navigate caregiving systems: perspectives from dementia caregivers	(Ruggiano et al., 2019)	Care IT	N=36, 72% γυναίκες	Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η ηλεκτρονική υγεία και οι μεμονωμένες τεχνολογίες ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται πλήρως στις ανάγκες των φροντιστών.
Environment-aware system for Alzheimer's patients	(Barreto et al., 2015)	AlzSense	N=5, 100% γυναίκες, 75 ετών	Η εφαρμογή παρακολουθεί: • τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, • τη θέση του ασθενούς, χρησιμοποιώντας GPS, • καθώς και τις κινήσεις του ασθενούς, • συμπεριλαμβανομένων των πτώσεων.
iCare: applying IoT technology for monitoring Alzheimer's patients	(Aljehani et al., 2018)	iCare	N=36, Δ/Ε	Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στους φροντιστές: • να παρακολουθούν και να εντοπίζουν τους ασθενείς, • να παρακολουθούν τους καρδιακούς παλμούς των ασθενών, • λίστα υπενθυμίσεων για τον προγραμματισμό δραστηριοτήτων, όπως

				μπάνιο, φαρμακευτική αγωγή & ιατρικά ραντεβού.
A mobile cloud-based system for Alzheimer's disease	(Ghanem & Alkhal, 2018)	Δεν αναφέρεται το όνομα, αλλά ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον ασθενή & τον φροντιστή	Δ/Ε	Η εφαρμογή προσφέρει : • Η λειτουργία τοποθεσίας για να βοηθήσει τον ασθενή αν χαθεί. • Το σύστημα επιτρέπει στον φροντιστή να προσθέτει υπενθυμίσεις εργασιών για τον ασθενή. • ο φροντιστής μπορεί να εισάγει μια ερώτηση και την απάντησή της στην εφαρμογή όπου ο ασθενής μπορεί να δει απευθείας.
A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities	(Vergara et al., 2015)	Acompañame		
CareD: non-pharmacological assistance for dementia patients	(Siddiq et al., 2018)	CareD	N=20, Δ/Ε	Η εφαρμογή παρέχει: • λειτουργίες που έχουν στόχο τη βελτίωση των γνωστικών λειτουργιών (λόγος, ταχύτητα, μνήμη) μέσω παιχνιδιών, και • δυνατότητα παρακολούθησης της θέσης του ασθενούς.

UnderstAID, an ICT platform to help informal caregivers of people with dementia: a pilot randomized controlled study	(Núñez-Naveira et al., 2016)	UnderstAID	N=61	Η εφαρμογή προσφέρει βοήθεια : • στη γνωστική λειτουργία, • στον προγραμματισμό καθημερινών δραστηριοτήτων, • στη συμπεριφορική & συναισθηματική κατάσταση με στόχο τη βελτίωση της ψυχικής υγείας των φροντιστών ασθενών
Analyzing and implementing a mobile reminder system for Alzheimer's patients	(Alharbi et al., 2019)	MemoryLane	Δ/Ε	Στόχος της εφαρμογής ήταν: • η εξάσκηση της μνήμης των ασθενών με σκοπό τη βελτίωση της καθημερινότητας
Mobile health applications and android toolkit for Alzheimer's patients, caregivers, and doctors	(Gupta et al., 2019)	AlzCare	Δ/Ε	Η εφαρμογή: • περιλαμβάνει βασικές πληροφορίες σχετικά με τη διάγνωση και τις φροντίδες που χρειάζεται ένας ασθενής με Αλτσχάιμερ, • διαθέτει υπενθυμίσεις για τη λήψη της αγωγής, • ημερολόγιο που στέλνει άμεσα πληροφορίες στον κλινικό, • περιέχει τα στοιχεία επικοινωνίας των φροντιστών, καθώς και σύστημα εντοπισμού του ασθενή.

BLE Bluetooth Beacon based solution to monitor egress of Alzheimer's disease sufferers from indoors	(Surendran & Rohinia, 2019)	Δεν αναφέρεται το όνομα, αλλά ότι λειτουργεί με βάση Bluetooth.	Δ/Ε	Η εφαρμογή: παρέχει ένα σύστημα εντοπισμού μεταξύ ασθενούς και φροντιστή/κλινικού, που όταν ο ασθενής απομακρυνθεί περισσότερο από την επιτρεπόμενη απόσταση στέλνει ειδοποιήσεις.
Designing the ReACT App to support self-management of people with dementia: an iterative user-involving process	(Øksnebjerg et al., 2019)	ReACT	28 ασθενείς, 17 φροντιστές, 19 κλινικοί	Η εφαρμογή στοχεύει σε: - υποστήριξη της μνήμης και της δομής στην καθημερινή ζωή. - διατήρηση εξατομικευμένου ημερολογίου
SMAI - mobile system for elderly monitoring	(Stutz et al., 2016)	SMAI Caregiver	N=30, Δ/Ε	Οι στόχοι της εφαρμογής είναι: - να γίνει η επικοινωνία του φροντιστή με την ομάδα υγείας πιο ευέλικτη - μείωση του άγχους του φροντιστή - παροχή πληροφοριών στην ομάδα υγείας σχετικά με την κατάσταση του ασθενούς με οργανωμένο τρόπο, διευκολύνοντας τη λήψη αποφάσεων.

A Mobile App- and Sensor-Based Assistive Technology Intervention for Informal Caregivers to Manage the Challenging Behavior of People With Dementia (the insideDEM Study): Protocol for a Feasibility Study	(Kernebeck et al., 2019)	ATI	N=20 δυνάδεις ασθενών με το φροντιστή τους	Η εφαρμογή στοχεύει στη: • Βελτίωση των γνωστικών λειτουργιών του ασθενούς • τη ψυχικής υγείας των φροντιστών, και της καταγραφής πιθανών πτώσεων των ασθενών.
Behavioural monitoring of Alzheimer patients with smartwatch-based system	(Rodrigues et al., 2018)	Δεν αναφέρεται	Δ/Ε	Η εφαρμογή παρέχει: • Εντοπισμός μετακίνησης του ασθενούς σε διαδρομές εκτός των συνηθισμένων/προκαθορισμένων, και • καταγραφή των πτώσεων του ασθενούς.
An embedded framework enabling access of elderly and disabled persons to IP-based emergency communications	(Fanariotis et al., 2019)	SEEK	Δ/Ε	Η εφαρμογή στοχεύει στο: • να καταγράψει το εξατομικευμένο προφίλ των αναγκών του ασθενούς • να διευκολύνει τα άτομα με διάγνωση της νόσου να πραγματοποιούν κλήσεις έκτακτης ανάγκης

An Intelligent Assistive Tool for Alzheimer's Patient	(Omar et al., 2019)	Δεν αναφέρεται	N=15, Δ/Ε	Η εφαρμογή παρέχει: • Παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού του ασθενούς • ενημέρωση του φροντιστή σε περίπτωση ακανόνιστων παλμών. • Ένας ιχνηλάτης είναι προσαρτημένος στα σημαντικότερα αντικείμενα για να αποφεύγεται η απώλειά τους. • Ενεργοποίηση WiFi σε κάθε λήψη αγωγής και αποστολή δεδομένων στο φροντιστή. • Σύστημα παρακολούθησης για το πού βρίσκεται ο ασθενής.
A Technical Note on the PainChek™ System: A Web Portal and Mobile Medical Device for Assessing Pain in People With Dementia	(Atee et al., 2018)	PainChek	N=74, 60-98	Η εφαρμογή χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αξιολόγησης πόνου : • Πραγματοποιεί αυτοματοποιημένη αναγνώριση και ανάλυση προσώπου, συναισθηματική αξιολόγηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή ευαισθησία και ακρίβεια στην αξιολόγηση του πόνου.
Ticket to Talk: Supporting Conversation between Young People	(Welsh et al., 2018)	Ticket to Talk	Δ/Α	Ο ρόλος της εφαρμογής είναι: • Ένας νεότερος φροντιστής να δημιουργεί ένα προφίλ του ασθενούς και στη

and People with Dementia through Digital Media				συνέχεια να προσκαλεί μέλη της οικογένειας στο προφίλ. Στη συνέχεια προσθέτουν μια ποικιλία μέσων (φωτογραφίες, ήχους, βίντεο) ώστε να χρησιμοποιούνται από τον ασθενή και να εμποδιστεί η απώλεια μνήμης των συγγενικών προσώπων. • Η εφαρμογή χρησιμοποιείται στα πρώτα στάδια της νόσου.
A Web-Based Mobile App With a Smartwatch to Support Social Engagement in Persons With Memory Loss: Pilot Randomized Controlled Trial	(McCarron et al., 2019)	SSA	N=20, 74 ετών, 52% γυναίκες	Εφαρμογή που χρησιμοποιεί λογισμικό αναγνώρισης προσώπου. • Μπορούν να εγγραφούν ως και 1000 άτομα. • Η εγγραφή περιλαμβάνει το όνομα & τη σχέση του ατόμου με τον ασθενή & τη λήψη φωτογραφιών του ατόμου. • Η εφαρμογή SSA αναγνωρίζει το πρόσωπο του ατόμου και ειδοποιεί τον ασθενή.
Co-designing an Adaption of a Mobile App to Enhance Communication, Safety, and Well-being Among People Living at Home With Early-Stage Dementia: Protocol	(Davies et al., 2023)	Hear Me Now	N=12, Δ/Α	Στόχος της εφαρμογής είναι : • οι ασθενείς να χρησιμοποιούν την εφαρμογή για να εξηγήσουν τις ανάγκες τους

for an Exploratory Multiple Case Study				• να κατανοήσουν τις συμβουλές των κλινικών, κρατώντας ηχητικό αρχείο για να τις ακούσουν αργότερα • υποστηρίζει τους κλινικούς στην κατανόηση των αναγκών του ασθενούς παρέχοντας πρόσβαση σε βασικές κλινικές πληροφορίες.
Alzheimer assistant: a mobile application using Machine Learning	(Aljojo et al., 2020)	Alzheimer's Assistant	Δ/Α	Η εφαρμογή στοχεύει: • στη βελτίωση της καθημερινής επικοινωνίας, ενισχύοντας την ικανότητά τους να εκτελούν καθημερινές εργασίες με την ενσωμάτωση δυνατότητας ειδοποίησης. • διαθέτει ανίχνευση τοποθεσίας για να διατηρεί την ασφάλεια των ασθενών και να τους αποτρέπει από το να χαθούν παρακολουθώντας το στίγμα τους.
MindMate: A single case experimental design study of a reminder system for people with dementia	(Imai et al., 2020)	MindMate	N=133, γυναίκες 44%	Εφαρμογή για κινητά που μπορεί να καθοδηγήσει τους χρήστες της προς μια πολύπλευρη αλλαγή στον τρόπο ζωής που μπορεί να βοηθήσει στον περιορισμό ορισμένων από των επιπτώσεων της γνωστικής έκπτωσης. Τα κύρια χαρακτηριστικά του MindMate: • Παιχνίδια και άλλες διανοητικά αναζωογονητικές εργασίες.

				• Προπόνηση με δωρεάν προσωπικό γυμναστή για κάθε ασθενή μέσω Διαδικτύου • Δυνατότητα προσθήκης καθημερινών εργασιών, σημειώσεων, ακόμα και λίστας «εκκρεμοτήτων». • Δυνατότητα προσθήκης εικόνων • Δυνατότητα προσθήκης πληροφοριών ασθενούς.
--	--	--	--	---

3.3 Βασικά ευρήματα βάσει ερευνητικού ερωτήματος

Η ανασκόπηση εντόπισε έξι θέματα με βάση τους τύπους λειτουργιών υποστήριξης φροντίδας που παρείχαν οι εφαρμογές για φροντιστές ασθενών με νόσο Αλτσχάιμερ. Τα έξι θέματα είναι ο εντοπισμός των ασθενών, η διαχείριση καθημερινών υποχρεώσεων και δραστηριοτήτων, η παρακολούθηση των ασθενών, η ψυχική υποστήριξη των φροντιστών των ασθενών, η εκπαίδευση, αλλά και η λειτουργία των εφαρμογών ως πλατφόρμα επικοινωνίας με τους φροντιστές ή και τους κλινικούς που έχουν την ιατρική φροντίδα. Ορισμένες λειτουργίες σχεδιάστηκαν ρητά για τους ίδιους τους φροντιστές με αποκλειστικό στόχο την εκπαίδευση και την ψυχική υποστήριξη, ενώ ορισμένες παρείχαν υποστηρικτική φροντίδα μέσω της καλύτερης διαχείρισης των ασθενών, όπως η παρακολούθησή τους σε live χρόνο. Πολλές εφαρμογές περιλάμβαναν επικαλυπτόμενες λειτουργίες. Λεπτομέρειες για κάθε θεματική ενότητα που προέκυψε αναφέρονται εν συνεχεία.

3.3.1 Εντοπισμός (Tracking)

Η παρακολούθηση του ασθενούς με νόσο Αλτσχάιμερ υπό την έννοια του εντοπισμού με νόσο Αλτσχάιμερ εμφανίστηκε σε 11 από τις 20 εφαρμογές (55%) (Alharbi et al., 2019; Aljehani et al., 2018; Barreto et al., 2015; Ghanem & Alkhal, 2018; Gupta et al., 2019; Omar et al., 2019; Rodrigues et al., 2018; Siddiq et al., 2018; Stutzel et al., 2016; Surendran & Rohinia, 2019; Vergara et al., 2015). Το πιο αναγνωρίσιμο σύμπτωμα της νόσου είναι η λήθη και η απώλεια μνήμης. Οι ασθενείς με νόσο Αλτσχάιμερ κινδυνεύουν να χαθούν και να μην μπορέσουν να βρουν το δρόμο της επιστροφής στο σπίτι. Δέκα εφαρμογές παρακολουθούν την τρέχουσα θέση του ασθενούς, επιτρέποντας στους φροντιστές να ελέγχουν ανά πάσα στιγμή (Alharbi et al., 2019; Aljehani et al., 2018; Barreto et al., 2015; Ghanem & Alkhal, 2018; Gupta et al., 2019; Omar et al., 2019; Rodrigues et al., 2018; Siddiq et al., 2018; Stutzel et al., 2016; Surendran & Rohinia, 2019; Vergara et al., 2015). Μόνο μία εφαρμογή, το AlzSense, προσέφερε παρακολούθηση διατηρώντας ιστορικό των αλλαγών τοποθεσίας του ασθενούς κατά ημερομηνία και ώρα (Barreto et al., 2015). Επιπλέον, τρεις εφαρμογές προσέφεραν ένα σύστημα ειδοποίησης για τους φροντιστές σε περίπτωση που ο ασθενής βρεθεί σε τοποθεσία που δεν είναι αναμενόμενο να βρεθεί. Για παράδειγμα, η εφαρμογή των Ghanem & Alkhal (2018) παρείχε μια λειτουργία όπου ο ασθενής μπορεί να ενεργοποιήσει ένα σύστημα ειδοποίησης έκτακτης ανάγκης για να

ειδοποιήσει τον φροντιστή για την τοποθεσία του. Από την άλλη, με την εφαρμογή *Acompañame*, ο φροντιστής μπορεί να ορίσει μια γεωγραφική ζώνη που θεωρείται ασφαλής για τη μετακίνηση του ασθενούς και η εφαρμογή θα ειδοποιεί τον φροντιστή όταν ο ασθενής βγει έξω από την καθορισμένη ζώνη. Το *Acompañame* μπορεί επίσης να βοηθήσει στον εντοπισμό σημείων στα οποία ο ασθενής χρειάζεται να μεταβεί άμεσα όπως είναι ένα νοσοκομείο, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (Vergara et al., 2015). Παρόμοια λειτουργία φάνηκε να υπάρχει και για την εφαρμογή στη μελέτη των Rodrigues και συνεργατών (2018).

3.3.2 Διαχείριση υποχρεώσεων

Λειτουργίες που βοηθούν στη διαχείριση υποχρεώσεων των ασθενών μέσω των φροντιστών τους συμπεριλήφθηκαν σε 9 από τις 20 εφαρμογές (45%) (Alharbi et al., 2019; Aljehani et al., 2018; Ghanem & Alkhal, 2018; Gupta et al., 2019; Núñez-Naveira et al., 2016; Øksnebjerg et al., 2019; Omar et al., 2019; Siddiq et al., 2018; Stutzel et al., 2016). Καθώς η νόσος Αλτσχάιμερ εξελίσσεται και ο ασθενής εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από τον φροντιστή για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, ο φροντιστής επιβαρύνεται με βασικά καθήκοντα για δύο άτομα. Κάποιες από τις εφαρμογές επέτρεπαν στους φροντιστές να προσθέσουν οι ίδιοι κατ' επήκκληση λειτουργίες που σχετίζονται με τη διαχείριση καθημερινών υποχρεώσεων, που εκτείνονται από τις προγραμματισμένες συναντήσεις με τον κλινικό, μέχρι τη λήψη της καθημερινής αγωγής του ασθενούς (Ghanem & Alkhal, 2018; Gupta et al., 2019; Núñez-Naveira et al., 2016; Øksnebjerg et al., 2019; Omar et al., 2019; Siddiq et al., 2018). Αυτές οι εφαρμογές παρέχουν τη δυνατότητα να αποστείλουν μια αυτόματη ειδοποίηση υπενθύμισης υποχρεώσεων στον φροντιστή. Οι άλλες δύο εφαρμογές, το CareD και η εφαρμογή των Ghanem και συνεργατών (2018), ζητούν από τους φροντιστές να δημιουργήσουν υπενθυμίσεις για τους ασθενείς. Για παράδειγμα, οι φροντιστές θα ορίζουν χρονομετρημένες ειδοποιήσεις για το πότε ο ασθενής πρέπει να λαμβάνει τη φαρμακευτική αγωγή του ή να εκτελεί μια καθημερινή εργασία ή υποχρέωση, ευεργετικό χαρακτηριστικό για περισσότερο ανεξάρτητους ασθενείς που βρίσκονται στα πρώιμα στάδια της νόσου.

3.3.3 Παρακολούθηση (Monitoring)

Η παρακολούθηση των ασθενών εντοπίστηκε σε έξι από τις 20 (30%) εφαρμογές (Aljehani et al., 2018; Barreto et al., 2015; Omar et al., 2019; Ruggiano et al., 2019; Stutzel et al., 2016; Surendran & Rohinia, 2019). Αυτή η λειτουργία μπορεί

να ταξινομηθεί περαιτέρω σε τρεις υποκατηγορίες: δραστηριότητα ασθενούς, περιβάλλον ασθενούς και παραμέτρους υγείας του ασθενούς. Τέσσερις εφαρμογές πρόσφεραν μόνο μία από τις κατηγορίες παρακολούθησης, ενώ το AlzSense πρόσφερε δύο διαφορετικές κατηγορίες παρακολούθησης. Για την παρακολούθηση της δραστηριότητας του ασθενούς, το AlzSense παρακολουθεί την κίνηση του ασθενούς (π.χ. πτώση) και στέλνει τις ενημερωμένες πληροφορίες στον φροντιστή, ενώ η εφαρμογή των Surendran και Rohinia (2019) παρακολουθεί την κίνηση του ασθενούς που μπορεί να αναλυθεί σε μοτίβα. Μόνο μία εφαρμογή, το AlzSense, παρακολουθεί τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος του ασθενούς και στέλνει τις πληροφορίες στον φροντιστή. Τρεις εφαρμογές που παρακολουθούν τις παραμέτρους υγείας των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων των SMAI Caregiver, iCare και Care IT πληρούσαν τα κριτήρια. Με το SMAI Caregiver, οι φροντιστές μπορούν να καταγράφουν την αρτηριακή πίεση και το σάκχαρο του ασθενούς στην εφαρμογή. Οι φροντιστές μπορούν επίσης να κρατούν αρχείο της συμπεριφοράς του ασθενούς, της ρουτίνας φαγητού, αλλά και της ούρησης. Με το iCare και την εφαρμογή των Omar και συνεργατών (2019), η εφαρμογή παρακολουθεί τον καρδιακό ρυθμό του ασθενούς που μπορούν να δουν οι φροντιστές ανά πάσα στιγμή. Επομένως, το Care IT επιτρέπει στους φροντιστές να παρακολουθούν και να καταγράφουν τις αλλαγές στα συμπτώματα του ασθενούς. Όλες αυτές οι παράμετροι παρακολούθησης μπορούν να κοινοποιηθούν στους παρόχους ιατρικής φροντίδας του ασθενούς με στόχο την καλύτερη διαχείριση της φροντίδας της νόσου.

3.3.4 Ψυχική υποστήριξη φροντιστή

Η παρούσα ανασκόπηση εντόπισε μόνο μία εφαρμογή (5% του συνόλου των εφαρμογών), το Care IT, που παρέχει με έμμεσο τρόπο ψυχολογική υποστήριξη στους φροντιστές των ασθενών, μέσω λειτουργιών που προσφέρουν αυτό-αξιολόγηση της της καταθλιπτικής συμπτωματολογίας και της ψυχικής τους επιβάρυνσης χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς που είναι ευρέως αποδεκτά στην έρευνα γύρω από την ψυχική υγεία. Η μελέτη, ωστόσο, δεν διευκρίνισε ποια συγκεκριμένα ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή.

3.3.5 Εκπαίδευση

Τρεις από τις 20 εφαρμογές (0,6%), οι Care IT, UnderstAID και AlzCare, διέθεταν μια ενότητα που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως εκπαιδευτική, αφού προσπαθεί να παρέχει γνώσεις στους φροντιστές των ασθενών σχετικά με συνδέσμους

που μπορεί να βρει πληροφορίες αναφορικά με διαχείριση της νόσου Αλτσχάιμερ (Núñez-Naveira et al., 2016; Øksnebjerg et al., 2019; Ruggiano et al., 2019). Το Care IT οδηγεί σε διαδικτυακούς συνδέσμους που παρέχουν εκπαιδευτικές πληροφορίες σχετικά με την νόσο που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι φροντιστές. Το UnderstAID έχει πέντε ενότητες με 15 διαφορετικά θέματα που μπορεί να είναι ωφέλιμα για τους φροντιστές, κάποιες από τις οποίες αφορούν σε: γνωστική έκπτωση, καθημερινές δραστηριότητες, συμπεριφορικές αλλαγές στην πορεία της νόσου, κοινωνικές δραστηριότητες και πως αυτές τροποποιούνται λόγω της ασθένειας, αλλά και ο ρόλος του φροντιστή και ποιες αλλαγές πρέπει να αναμένει από τον ίδιο. Αυτές οι ενότητες καλύπτουν θέματα φροντίδας του ασθενούς καθώς και φροντίδας για τον ίδιο το φροντιστή. Επιπλέον των κειμένων που υπάρχουν εντός της εφαρμογής, παρέχουν βίντεο και εικόνες εκτός από κείμενο και προσφέρουν συνδέσμους προς άλλους ιστότοπους για περισσότερες πληροφορίες. Τέλος η AlzCare, μέσω της εφαρμογής διαθέτει μια ενότητα που ονομάζεται Learning & Care Giving, που περιέχει βασικές πληροφορίες σχετικά με τη διάγνωση της νόσου και τη φροντίδα των ασθενών. Οι πληροφορίες διάγνωσης του Αλτσχάιμερ μπορούν να βοηθήσουν τους φροντιστές να προσδιορίσουν με ακρίβεια το τρέχον στάδιο της νόσου του ασθενούς και να μάθουν πώς να χειρίζονται τον ασθενή κατάλληλα. Ωστόσο, η μελέτη δεν διευκρινίζει με ακρίβεια το είδος των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες μέσω της εφαρμογής. Το AlzCare διαθέτει επίσης μια ενότητα «ειδήσεων» όπου οι φροντιστές μπορούν να λάβουν τις πλέον πρόσφατες έρευνες και πληροφορίες αναφορικά με την ίδια τη νόσο αλλά και τη φροντίδα των ασθενών (Gupta et al., 2019).

3.3.6 Πλατφόρμα επικοινωνίας με το φροντιστή

Υπήρχαν τρεις εφαρμογές (15%) που παρείχαν δίοδο επικοινωνίας για τους φροντιστές είτε με τους ίδιους τους ασθενείς, είτε με σκοπό τη δικτύωση και την ανταλλαγή πληροφοριών και στήριξης με άλλους φροντιστές. Το UnderstAID παρουσίασε μια ενότητα «Κοινωνικού Δικτύου» όπου οι φροντιστές μπορούν να επικοινωνούν με άλλους φροντιστές για να ανταλλάξουν πληροφορίες και απόψεις. Ο σκοπός της πλατφόρμας επικοινωνίας ήταν να επιτρέψει στους φροντιστές να μοιραστούν τις γνώσεις και τις απόψεις τους σχετικά με τη φροντίδα με άλλους φροντιστές, αλλά και να δημιουργήσουν ένα δίκτυο αλληλοϋποστήριξης (Núñez-Naveira et al., 2016). Αυτό υποστηρίζει την ανάγκη των φροντιστών να αλληλεπιδρούν με άλλους φροντιστές που έρχονται αντιμέτωποι με παρόμοιες επιβαρυντικές

συνθήκες, δημιουργώντας μια διέξοδο για πρόσθετη ψυχική υποστήριξη. Το Care IT παρέχει μια ασφαλή πλατφόρμα για την αποστολή πληροφοριών που σχετίζονται με τον ασθενή στους γιατρούς του. Οι αλλαγές στα συμπτώματα του ασθενούς που παρακολουθούνται από την εφαρμογή Care IT μπορούν επομένως να κοινοποιηθούν εύκολα με τους γιατρούς.

3.3.7 Επιπρόσθετες λειτουργίες

Εκτός από τις έξι θεματικές που προέκυψαν με βάση το ερευνητικό ερώτημα, κάποιες από τις εφαρμογές παρείχαν μοναδικές λειτουργίες. Η εφαρμογή των Ghanem και συνεργατών (2018) επιτρέπει στους φροντιστές να προσθέσουν μια λίστα με συγγενείς και φίλους που είναι κοντά στον ασθενή, συμπεριλαμβανομένων των ονομάτων, των φωτογραφιών και του αριθμού τηλεφώνου τους. Οι ασθενείς μπορούν να έχουν πρόσβαση στη λίστα και να πραγματοποιούν τηλεφωνικές κλήσεις μέσω της εφαρμογής. Παρόμοια λειτουργία παρέχει και η εφαρμογή των Fanariotis και συνεργατών, η οποία επιτρέπει στους ασθενείς να πραγματοποιούν έκτακτες κλήσεις σε προκαθορισμένα πρόσωπα σε περιπτώσεις ανάγκης (Fanariotis et al., 2019). Άλλη πρόσθετη λειτουργία είναι αυτή της εφαρμογής UnderstAID, η οποία παρέχει στους φροντιστές την επιλογή να συμπληρώσουν ένα εξατομικευμένο ερωτηματολόγιο σχετικά με τη σοβαρότητα της νόσου του ασθενούς με Αλτσχάιμερ, καθώς και τις προτιμήσεις του φροντιστή, και τη διαθεσιμότητα του χρόνου (Núñez-Naveira et al., 2016). Μία ακόμη λειτουργία από τις εφαρμογές που περιλάμβανε μία από τις συμπεριλαμβανόμενες μελέτες, ήταν αυτή του εντοπισμού αντικειμένων. Ένας ιχνηλάτης είναι προσαρτημένος στα σημαντικότερα αντικείμενα του ασθενούς, με στόχο την αποφυγή απώλειά τους (Omar et al., 2019). Στην εφαρμογή των Atee και συνεργατών, αξιολογούνται τα επίπεδα του πόνου σε ασθενείς που, εξαιτίας της νόσου, δε μπορούσαν να επικοινωνήσουν τη δυσφορία τους. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί ένα σύστημα αξιολόγησης πόνου χρησιμοποιώντας συνδυασμό τεχνολογιών (αυτοματοποιημένη αναγνώριση και ανάλυση προσώπου). Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή ευαισθησία και ακρίβεια στην αξιολόγηση του πόνου (Atee et al., 2018). Σε μία ακόμη εφαρμογή, στόχος ήταν η διευκόλυνση της επικοινωνίας και κοινωνικοποίησης του ασθενούς. Ένας νεότερος φροντιστής δημιουργεί ένα προφίλ του ασθενούς και στη συνέχεια προσκαλεί μέλη της οικογένειας στο προφίλ. Στη συνέχεια προσθέτουν μια ποικιλία μέσων (φωτογραφίες, ήχους, βίντεο) ώστε να χρησιμοποιούνται από τον ασθενή και να εμποδιστεί η απώλεια μνήμης των συγγενικών προσώπων. Θα πρέπει

βέβαια να σημειωθεί ότι, η συγκεκριμένη λειτουργία της εφαρμογής χρησιμοποιείται αποκλειστικά στα πρώτα στάδια της νόσου (Welsh et al., 2018). Μία ακόμη μελέτη στόχευε στην επικοινωνία των ασθενών, αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση ο στόχος αφορούσε τις κλινικές ανάγκες τους. Στόχος της εφαρμογής είναι οι ασθενείς να τη χρησιμοποιούν για να εξηγήσουν τις ανάγκες τους και να κατανοήσουν τις συμβουλές των κλινικών, κρατώντας ηχητικό αρχείο με σκοπό την μεταγενέστερη αναπαραγωγή του αρχείου εφόσον ο ασθενής δε μπορεί να ανακαλέσει το γεγονός. Επίσης, η συγκεκριμένη εφαρμογή υποστηρίζει τους κλινικούς στην κατανόηση των αναγκών του ασθενούς παρέχοντας πρόσβαση σε βασικές κλινικές πληροφορίες που καταγράφονται στην εφαρμογή (Davies et al., 2023).

Τέτοιες πληροφορίες είναι σημαντικές για την εμφάνιση εξατομικευμένων πληροφοριών στους φροντιστές. Όπως φαίνεται από τα θέματα που συζητήθηκαν, υπήρχαν πολλαπλοί τύποι υποστήριξης φροντίδας που προσφέρονταν από αυτές τις εφαρμογές. Ωστόσο, κανένας από αυτούς δεν υποστήριξε την ενσωμάτωση των φροντιστών στη διαχείριση φροντίδας ασθενών. Δεν υπήρχαν εφαρμογές που να προσέφεραν διαγνωστικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι φροντιστές. Παρόλο που το Care IT29 διαθέτει μια πλατφόρμα επικοινωνίας για την αποστολή πληροφοριών ασθενών στους γιατρούς, η εφαρμογή δεν υποστηρίζει διαγνωστικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι φροντιστές και να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματα με τους γιατρούς.

3.4 Αξιολόγηση ποιότητας μελετών

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας, η αξιολόγηση ποιότητας των μελετών αποτελεί κομβικό σημείο για μία συστηματική ανασκόπηση. Μέσω της αξιολόγησης της μεθοδολογικής ακρίβειας κάθε μελέτης, καθορίζεται και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της ανασκόπησης και της δυνατότητας γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

Παρόλα αυτά, οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν εν μέρει παρουσίαζαν αποκλειστικά την εφαρμογή, ενώ ένα άλλο μέρος των μελετών αναφέρονταν στα δείγματα των ασθενών που συμμετείχαν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών. Εντούτοις, οι μελέτες αυτές δεν παρείχαν πληροφορίες σχετικά με το σχεδιασμό της μελέτης, π.χ. για την τυχαιοποίηση των ασθενών που συμπεριέλαβαν στο δείγμα τους ή ο τρόπος αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής. Επομένως, η αξιολόγηση ποιότητας των μελετών δεν κατέστη εφικτή.

3.5 Εφαρμογές που εντοπίστηκαν χωρίς δημοσιευμένη μελέτη για το περιεχόμενό τους

Κατά τη διαδικασία ανάγνωσης της βιβλιογραφίας προέκυψαν και πέντε εφαρμογές οι οποίες, ενώ χρησιμοποιούνται σε ασθενείς με Αλτσχάιμερ, δεν εντοπίστηκαν δημοσιευμένες μελέτες που να ελέγχουν τα αποτελέσματά τους ή να παρουσιάζονται σε επιστημονικό άρθρο από τους δημιουργούς τους. Για το λόγο αυτό, δε συμπεριλήφθηκαν στο σύνολο των μελετών της συστηματικής ανασκόπησης, αλλά παρουσιάζονται στο πίνακα που ακολουθεί, με το έτος κυκλοφορίας τους, αλλά και τις βασικές τους λειτουργίες.

Πίνακας 3. Εφαρμογές που δεν έχουν δημοσιευτεί ως μελέτες από επιστημονικά περιοδικά

Εφαρμογή	Έτος κυκλοφορίας	Περιγραφή δυνατοτήτων εφαρμογής
AngelSense	2019	Η εφαρμογή είναι ειδικά σχεδιασμένη για να βοηθά όσους ζουν με άνοια, Αλτσχάιμερ και άλλες σχετικές νευρολογικές βλάβες προστατεύοντάς τους από πιθανούς κινδύνους. Η αξιολόγηση αυτής της εφαρμογής αποκάλυψε θετικά αποτελέσματα όσον αφορά το άγχος, την αυτοπεποίθηση και την αίσθηση μεγαλύτερης αυτονομίας. Επιπλέον, καθησυχάζει τους φροντιστές, καθώς γνωρίζουν ότι αυτό το λογισμικό έχει την ικανότητα να εντοπίζει, να προστατεύει και να υποστηρίζει τα αγαπημένα τους πρόσωπα, ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους θέση. Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι: • Ημερήσιο χρονοδιάγραμμα (τοποθεσίες, διαδρομές και ταχύτητα διέλευσης) • Ευρεία κάλυψη απόστασης μέσω κινητού τηλεφώνου • Πολλαπλές μορφές φορητών συσκευών GPS • Ειδοποίηση όταν ο ασθενής βρεθεί σε άγνωστο μέρος • Δυνατότητα αποθήκευσης πλέον του ενός φροντιστή • Ηχείο αναγνώρισης φωνής.
Alzheimer's Helper	2019	Εφαρμογή για κινητά που προσφέρει μια εναλλακτική σε σχέση με πιο παραδοσιακά συστήματα που βασίζονται στην έντυπη μορφή, βοηθώντας στην καταγραφή και αποθήκευση προσωπικών πληροφοριών της οικογένειας και των φίλων (για παράδειγμα τα στοιχεία επικοινωνίας τους). Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι: • Δυνατότητα προσθήκης εικόνας. • Δυνατότητα προσθήκης πληροφοριών ασθενούς
It's done	2019	Αποτελεί εφαρμογή smartphone ειδικά σχεδιασμένη για να υποστηρίζει τους χρήστες να πραγματοποιούν τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Αντιμετωπίζει δυσκολίες που συνήθως σχετίζονται με απαραίτητες υποχρεώσεις, προσφέροντας μια εναλλακτική λύση όπου ζητείται

		από τους χρήστες αυτή η εφαρμογή, η οποία μπορεί να μεταφορτωθεί εύκολα στο τηλέφωνό τους ή σε άλλη συσκευή. Τα κύρια χαρακτηριστικά του It's done: • Διαχείριση των υποχρεώσεων • Υπενθυμίσεις των υποχρεώσεων • Παρακολούθηση ολοκλήρωσής τους.
Remember Me	2019	Αποτελεί μία διαδραστική εφαρμογή για κινητά που απευθύνεται στα μέλη της οικογένειας του ασθενούς. Είναι ένας διαχειριστής που στοχεύει στο διαμοιρασμό καθηκόντων και στη μείωση του βάρους της φροντίδας μόνο σε ένα μέλος. Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι: • Προγραμματισμός εκδηλώσεων ή δραστηριοτήτων. • Ενημέρωση σε σχέση με όλα τα συμβάντα που συμβαίνουν. • Ειδοποίηση όλων στην οικογένεια όταν δημιουργείται ένα νέο συμβάν που καταγράφεται από την εφαρμογή • Εισαγωγή και ενημέρωση των δεδομένων ασθενούς.
Timeless	2019	Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι: • Γρήγορη και ασφαλής σύνδεση στην εφαρμογή μέσω της χρήσης αναγνωριστικού προσώπου και αναγνώρισης αφής. • Παρέχεται ημερήσια επισκόπηση, συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας, του καιρού, λεπτομερειών του επόμενου ημερήσιου συμβάντος δραστηριότητας και ραντεβού, • Ενημέρωση των ασθενών με βίντεο και φωτογραφίες που αποστέλλονται από την οικογένεια και τους φίλους και γενικά διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ όλων των συμμετεχόντων. • Αποθήκευση της φωτογραφίας που αποστέλλεται από φίλους και μέλη της οικογένειας σε έναν ειδικό φάκελο για κάθε άτομο. • Αναγνώριση ατόμων με τη λήψη μιας φωτογραφίας τους. • Διαθέτει λειτουργία σύνδεσης μεταξύ ασθενούς-κλινικού-φροντιστή Συμβατό με τις συσκευές iOS iPhone και iPad

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η νόσος του Αλτσχάιμερ, μια προοδευτική νευροεκφυλιστική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από γνωστική έκπτωση και εξασθένηση της μνήμης, αποτελεί μια σημαντική και αυξανόμενη πρόκληση για τη δημόσια υγεία παγκοσμίως. Με τη γήρανση του παγκόσμιου πληθυσμού, ο επιπολασμός της νόσου του Αλτσχάιμερ αναμένεται να αυξηθεί, καθιστώντας αναγκαία την πλήρη κατανόηση της παθοφυσιολογίας της και τη διερεύνηση ποικίλων θεραπευτικών παρεμβάσεων. Αυτή η συστηματική ανασκόπηση προσπαθεί να εξετάσει σχολαστικά το εκτεταμένο τοπίο των εφαρμογών για τη νόσο του Alzheimer, που περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προσεγγίσεων που κυμαίνονται από φαρμακολογικές παρεμβάσεις έως μη φαρμακολογικές στρατηγικές. Η πολύπλευρη φύση της νόσου του Αλτσχάιμερ απαιτεί μια λεπτομερή εξέταση των παρεμβάσεων που στοχεύουν όχι μόνο στη βελτίωση των γνωστικών συμπτωμάτων αλλά και στην αντιμετώπιση των σχετικών συμπεριφορικών και λειτουργικών δυσκολιών. Μέσα από μια εξαντλητική σύνθεση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, αυτή η ανασκόπηση στοχεύει να παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της έρευνας, αξιολογώντας αποτελεσματικότητα, και τις λειτουργίες που παρέχουν οι διάφορες εφαρμογές. Με την εδραίωση και τη σύνθεση του πλούτου των γνώσεων που είναι διάσπαρτες σε διαφορετικές μελέτες, αυτή η συστηματική ανασκόπηση φιλοδοξεί να συμβάλει σημαντικά στον επιστημονικό λόγο γύρω από τη νόσο του Αλτσχάιμερ, ενημερώνοντας τους κλινικούς, τους ερευνητές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σχετικά με το εξελισσόμενο τοπίο των θεραπευτικών μεθόδων στην αναζήτηση αποτελεσματικών και ολιστικών προσεγγίσεων. για να ανακουφίσει το βάρος αυτής της εξουθενωτικής νευρολογικής κατάστασης. Συνολικά, τα αποτελέσματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης δείχνουν πως φαίνεται να γίνεται προσπάθεια κάλυψης ενός μεγάλου εύρους αναγκών των ασθενών και των φροντιστών τους. Παρόλα αυτά, προκύπτουν κάποια σημεία που θα μπορούσαν να συζητηθούν εκτενέστερα.

Ένας κεντρικός πυλώνας που επικεντρώνονται οι σχετικές εφαρμογές είναι αυτός του εντοπισμού των ασθενών με Αλτσχάιμερ. Η περιπλανώμενη συμπεριφορά και η απώλεια προσανατολισμού μεταξύ των ασθενών με Αλτσχάιμερ είναι μια σημαντική ανησυχία που εγκυμονεί κινδύνους για την ασφάλεια και την ευημερία τους.

Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα έχει διερευνήσει διάφορες πτυχές, συμπεριλαμβανομένης της επικράτησης της περιπλάνησης, πιθανών παραγόντων κινδύνου και στρατηγικών για την πρόληψη και τη διαχείριση. Οι μελέτες υπογραμμίζουν σταθερά και διαχρονικά τον υψηλό επιπολασμό της περιπλάνησης σε ασθενείς με Αλτσχάιμερ. Έρευνα που έγινε από τους Hope και συνεργάτες ανέφερε ότι περίπου το 60% των ατόμων με νόσο Αλτσχάιμερ βιώνουν απώλεια προσανατολισμού και περιπλάνηση κάποια στιγμή κατά τη διάρκεια της ασθένειάς τους (Hope et al., 2001). Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να οδηγήσει σε μια σειρά από δυσμενείς εκβάσεις, όπως τραυματισμό, έκθεση σε σκληρές καιρικές συνθήκες και αυξημένη αγωνία του φροντιστή. Αρκετοί παράγοντες συμβάλλουν στην περιπλάνηση μεταξύ των ασθενών με Αλτσχάιμερ, με τη βιβλιογραφία να δείχνει ότι οι ασθενείς ενδέχεται να εκδηλώσουν αυτό το συμπεριφορικό σύμπτωμα εξαιτίας διαφόρων αιτιών όπως περιβαλλοντικά ερεθίσματα, ανησυχία και ανεκπλήρωτες ανάγκες. Η κατανόηση αυτών των ερεθισμάτων είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων για τη μείωση των περιστατικών περιπλάνησης (Woods & Buckwalter, 2018). Επιπλέον, μια μελέτη τόνισε ότι η περιπλάνηση συχνά συνδέεται με τη γνωστική έκπτωση, τονίζοντας τη σημασία της έγκαιρης ανίχνευσης και παρέμβασης (Agrawal et al., 2021). Όσον αφορά την πρόληψη και τη διαχείριση, η τεχνολογία έχει παίξει καθοριστικό ρόλο. Οι συσκευές εντοπισμού GPS και η τεχνολογία φορητών συσκευών έχουν διερευνηθεί για την παρακολούθηση των κινήσεων των ασθενών με Αλτσχάιμερ και την ενημέρωση των φροντιστών σε περίπτωση περιπλάνησης. Μια μελέτη κατέδειξε την αποτελεσματικότητα των ηλεκτρονικών συσκευών παρακολούθησης στη μείωση του χρόνου που αφιερώνεται στην αναζήτηση ατόμων που περιπλανώνται (E. B. White et al., 2010). Βασίζόμενοι, λοιπόν, στα σχετικά ευρήματα γίνεται εμφανής η χρησιμότητα των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των εφαρμογών στη διαχείριση μίας μεγάλης δυσκολίας αυτών των ασθενών.

Μία άλλη λειτουργία στην οποία επικεντρώνονται οι περισσότερες εφαρμογές είναι η διασύνδεση ασθενή-φροντιστή με στόχο να μειώσουν το άγχος των δεύτερων, καθώς και η ψυχολογική τους υποστήριξη. Η φροντίδα των ατόμων με νόσο του Αλτσχάιμερ επιφέρει τεράστιο ψυχολογικό βάρος στους φροντιστές, επηρεάζοντας την ψυχική τους υγεία και τη γενική ευημερία τους. Η προοδευτική φύση της νόσου του Αλτσχάιμερ συχνά οδηγεί σε μια σειρά από «προκλητικές» συμπεριφορές, γνωστική έκπτωση και αυξημένη εξάρτηση, που οδηγεί σε αυξημένο άγχος, άγχος και κατάθλιψη

μεταξύ των φροντιστών (Hellis & Mukaetova-Ladinska, 2022). Μελέτες έχουν δείξει σταθερά ότι οι φροντιστές ασθενών με Αλτσχάιμερ αντιμετωπίζουν αυξημένα επίπεδα συναισθηματικής δυσφορίας και υψηλότερο κίνδυνο εξουθένωσης σε σύγκριση με εκείνους που φροντίζουν άτομα με άλλες χρόνιες ασθένειες. Το απρόβλεπτο της νόσου, σε συνδυασμό με τον απαιτητικό χαρακτήρα των εργασιών φροντίδας, συμβάλλει σε αισθήματα ανικανότητας και απομόνωσης (Schulz & Sherwood, 2008). Η συναισθηματική επιβάρυνση επιδεινώνεται από τη μακροπρόθεσμη φύση της φροντίδας για τη νόσο του Αλτσχάιμερ, η οποία συχνά απαιτεί συνεχή προσοχή και υποστήριξη (Beata et al., 2023). Η χρήση εφαρμογών για κινητές συσκευές ειδικά προσαρμοσμένες για να βοηθούν τους φροντιστές του Αλτσχάιμερ είναι ζωτικής σημασίας για διάφορους λόγους. Πρώτον, αυτές οι εφαρμογές παρέχουν εύκολα προσβάσιμους πόρους και πληροφορίες, προσφέροντας καθοδήγηση για τη διαχείριση δύσκολων συμπεριφορών, την κατανόηση της εξέλιξης της νόσου και την πρόσβαση σε δίκτυα υποστήριξης της κοινότητας. Δεύτερον, μπορούν να χρησιμεύσουν ως εργαλεία για την παρακολούθηση και τη διαχείριση υποχρεώσεων που σχετίζονται με τη φροντίδα του ασθενή όπως τα ιατρικά ραντεβού, τη σταθερή λήψη της απαραίτητης φαρμακευτικής αγωγής, ανακουφίζοντας το οργανωτικό φόρτο των φροντιστών και βοηθώντας τους να διατηρήσουν την αίσθηση του ελέγχου. Επιπλέον, αυτές οι εφαρμογές μπορούν να ενσωματώσουν λειτουργίες για την παρακολούθηση των επιπέδων άγχους των φροντιστών, προσφέροντας υποστήριξη σε πραγματικό χρόνο και συνδέοντάς τους με πόρους ψυχικής υγείας όταν χρειάζεται. Συνολικά, η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές προσαρμοσμένες στις μοναδικές ανάγκες των φροντιστών του Αλτσχάιμερ είναι υψίστης σημασίας για την αντιμετώπιση του ψυχολογικού φόρτου που υπομένουν, την ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους και, τελικά, τη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας που παρέχεται σε άτομα με νόσο Αλτσχάιμερ. Αυτές οι εφαρμογές δίνουν τη δυνατότητα να ενδυναμώσουν τους φροντιστές με γνώσεις, εργαλεία και συναισθηματική υποστήριξη, συμβάλλοντας σε μια πιο βιώσιμη και συμπονετική εμπειρία φροντίδας.

Μία άλλη κεντρική λειτουργία των εφαρμογών είναι αυτή του monitoring των ασθενών. Η παρακολούθηση των ασθενών με Αλτσχάιμερ είναι απαραίτητη και η ανάπτυξη σχετικών εφαρμογών είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση των εξελισσόμενων αναγκών των ασθενών και των φροντιστών τους. Η έρευνα υπογραμμίζει σταθερά την προοδευτική φύση της νόσου του Αλτσχάιμερ, τονίζοντας

τη σημασία της συνεχούς παρακολούθησης για την καταγραφή της γνωστικής έκπτωσης. Μελέτες, όπως η εργασία που διεξήχθη από τους Liss και συνεργάτες, τονίζει ότι οι τακτικές γνωστικές αξιολογήσεις είναι καθοριστικές για την ανίχνευση πρώιμων σημείων επιδείνωσης, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση και τη βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών (Liss et al., 2021). Οι εφαρμογές για φορητές συσκευές μπορούν να ενσωματώσουν απρόσκοπτα γνωστικές αξιολογήσεις, επιτρέποντας την απομακρυσμένη παρακολούθηση της γνωστικής λειτουργίας και διευκολύνοντας τον εντοπισμό λεπτών αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, μία άλλη μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της συνεχούς παρακολούθησης στη διαχείριση καθημερινών δραστηριοτήτων και συμπεριφορών που σχετίζονται με τη νόσο του Αλτσχάιμερ (Gillani & Arslan, 2021). Οι εφαρμογές για κινητές συσκευές, εξοπλισμένες με δυνατότητες παρακολούθησης των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής και των μοτίβων συμπεριφοράς, παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης του ασθενούς, βοηθώντας τους φροντιστές και τους επαγγελματίες υγείας στην προσαρμογή των παρεμβάσεων. Επιπρόσθετα, άλλες έρευνες έχουν τονίσει τον ρόλο της τεχνολογίας στη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής για ασθενείς με Αλτσχάιμερ (Conti Filho et al., 2023). Οι εφαρμογές μπορούν να βελτιώσουν τη συμμόρφωση με τα φάρμακα παρέχοντας έγκαιρες υπενθυμίσεις και διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ των φροντιστών αλλά και των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. Με την ενσωμάτωση αυτών των λειτουργιών που βασίζονται στην έρευνα, οι εφαρμογές για φορητές συσκευές γίνονται ανεκτίμητα εργαλεία για απομακρυσμένη παρακολούθηση, έγκαιρη παρέμβαση και ολιστική φροντίδα στο περίπλοκο τοπίο της νόσου του Αλτσχάιμερ, βελτιώνοντας τελικά την ποιότητα ζωής τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους φροντιστές τους.

4.1 Περιορισμοί της μελέτης

Η άνοια, με τη νόσο του Αλτσχάιμερ να αποτελεί τον πιο διαδεδομένο υπότυπο της, αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για τα άτομα, τους φροντιστές και το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης γενικότερα. Η ανάπτυξη και η εφαρμογή παρεμβάσεων για ασθενείς με άνοια και Αλτσχάιμερ έχουν κάνει σημαντικά βήματα τα τελευταία χρόνια, ωστόσο μια κριτική εξέταση αποκαλύπτει εγγενείς περιορισμούς που απαιτούν προσεκτική εξέταση. Αυτή η ενότητα περιλαμβάνει όχι μόνο τους περιορισμούς που σχετίζονται με τις εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση των πολύπλευρων αναγκών των ασθενών, αλλά εξετάζει επίσης το ευρύτερο τοπίο της έρευνας, ρίχνοντας φως στις προκλήσεις και τους περιορισμούς που επηρεάζουν την πρόοδο της γνώσης σε αυτόν τον κρίσιμο τομέα.

Ένας πρωταρχικός περιορισμός στον τομέα των εφαρμογών για ασθενείς με άνοια και Αλτσχάιμερ έγκειται στην ετερογένεια των ίδιων των καταστάσεων. Η άνοια εκδηλώνεται με διάφορες μορφές, καθεμία με διακριτούς υποκείμενους νευροπαθολογικούς μηχανισμούς, συμπτωματολογία και τροχιές εξέλιξης (Elahi & Miller, 2017). Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη καθολικά αποτελεσματικών εφαρμογών αποτελεί ένα δύσκολο έργο, καθώς αυτό που μπορεί να αποδειχθεί αποτελεσματικό για ένα στάδιο της νόσου, αλλά να μη μπορεί να αποφέρει απαραίτητα τα ίδια οφέλη για ένα άλλο. Η περίπλοκη αλληλεπίδραση γενετικών, περιβαλλοντικών παραγόντων και παραγόντων του τρόπου ζωής περιπλέκει περαιτέρω το τοπίο της θεραπείας, απαιτώντας εξατομικευμένες και προσαρμοσμένες προσεγγίσεις (Arafah et al., 2023), που είναι συχνά δύσκολο να εφαρμοστούν σε μεγάλη κλίμακα μέσω των εφαρμογών. Επιπλέον, η προοδευτική φύση της άνοιας, ιδιαίτερα της νόσου του Αλτσχάιμερ, αποτελεί μια χρονική πρόκληση για τις παρεμβάσεις. Πολλές εφαρμογές στοχεύουν στη διατήρηση ή την ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας, ωστόσο το βέλτιστο παράθυρο παρέμβασης μπορεί να είναι ασαφές, δεδομένου ότι μπορεί να έχει επέλθει μη αναστρέψιμη βλάβη κατά τη διάρκεια των προδρομικών ή ακόμη και προκλινικών σταδίων. Η έγκαιρη ανίχνευση και η έγκαιρη παρέμβαση είναι απαραίτητες για τη μέγιστη αποτελεσματικότητα, αλλά οι διαγνωστικές προκλήσεις εμποδίζουν την υλοποίηση αυτού του στόχου. Κατά συνέπεια, οι εφαρμογές που ξεκινούν να χρησιμοποιούνται στα τελευταία στάδια της νόσου μπορεί να αποφέρουν πιο μέτρια οφέλη, υπογραμμίζοντας την πιεστική ανάγκη για καινοτομίες στην έγκαιρη διάγνωση και τις στρατηγικές παρέμβασης.

Οι περιορισμοί εκτείνονται πέρα από τις εγγενείς πολυπλοκότητες της ίδιας της άνοιας και συμπεριλαμβάνουν τις πρακτικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τόσο οι ασθενείς όσο και οι φροντιστές. Στρέφοντας την προσοχή μας στο πεδίο της έρευνας για τη χρήση των εφαρμογών για τη νόσο του Αλτσχάιμερ, μια πληθώρα προκλήσεων περιπλέκει περαιτέρω την αναζήτηση αποτελεσματικών παρεμβάσεων. Ο ίδιος ο σχεδιασμός των ερευνών θέτει έναν σημαντικό περιορισμό, καθώς σε καμία από τις συμπεριλαμβανόμενες μελέτες δεν υπήρξε αναφορά των κλινικών χαρακτηριστικών των ασθενών, όπως είναι η χρονική διάρκεια της νόσου ή το στάδιο της νόσου στο οποίο βρίσκονται. Επιπλέον, δεν γίνεται αναφορά σε δημογραφικά χαρακτηριστικά, που ενδεχομένως να επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης των εφαρμογών. Για παράδειγμα, οι σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι οι γυναίκες είναι πιθανότερο να πειθαρχήσουν σε πρωτόκολλα χρήσης εφαρμογών που σχετίζονται με ζητήματα υγείας εν συγκρίσει με τους άνδρες (Bidmon & Terlutter, 2015). Ταυτόχρονα, η ηλικία φαίνεται να διαδραματίζει εξίσου σημαντικό ρόλο, αφού οι νεότερες γενιές ούσες πιο εξοικειωμένες με την τεχνολογία, διακατέχονται από μεγαλύτερη ευχέρεια στη χρήση mHealth εφαρμογών (Heroniemi et al., 2022). Επομένως, η ετερογένεια των ασθενών με Αλτσχάιμερ απαιτεί μεγάλα μεγέθη δειγμάτων, μακροχρόνιες παρακολούθησεις και αυστηρούς ελέγχους για συγχυτικές μεταβλητές, πράγμα που δεν ακολουθείται από τις μελέτες που ελέγχουν την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών. Τα ποσοστά απώλειας συμμετεχόντων σε διαχρονικές μελέτες είναι συχνά υψηλά λόγω της προοδευτικής φύσης των συνθηκών, με αποτέλεσμα ελλιπή σύνολα δεδομένων (Burke et al., 2019) που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την εγκυρότητα των ευρημάτων.

Επιπλέον, οι μελέτες που πράγματι συμπεριέλαβαν ασθενείς δε σύγκριναν την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών με άλλα υποκατάστατα (τυπική παρακολούθηση ή placebo διαδικασίες), επομένως μπορεί να έχουν αντικατοπτρίσει με ακρίβεια τον αντίκτυπο των εφαρμογών στα ουσιαστικά αποτελέσματα των ασθενών, εγείροντας ερωτήματα σχετικά με την κλινική σημασία των αναφερόμενων αποτελεσμάτων.

Ένας άλλος περιορισμός είναι αυτό του σφάλματος δημοσίευσης και της επιλεκτικής αναφοράς θετικών αποτελεσμάτων, αναδεικνύοντας το κρίσιμο ζήτημα στο ερευνητικό τοπίο, με τα θετικά ευρήματα να είναι πιο πιθανό να δημοσιευτούν από ότι τα αρνητικά ή τα μη οριστικά αποτελέσματα (Nair, 2019). Αυτή το σφάλμα μπορεί να διαστρεβλώσει τη συνολική αντίληψη για την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών, οδηγώντας σε υπερεκτίμηση του πραγματικού τους αντίκτυπου.

Τέλος, όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα, ένα μέρος των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί δεν έχουν δοκιμαστεί τουλάχιστον ως τώρα σε κλινικές δοκιμές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διατίθενται στην σχετική αγορά χωρίς να έχουν πρώτα δοκιμαστεί σε κλινικούς πληθυσμούς ή στους φροντιστές τους. Η χρήση μιας εφαρμογής για το Αλτσχάιμερ, χωρίς να έχουν προηγηθεί κλινικές δοκιμές θέτει αρκετές προκλήσεις. Πρώτον, η έλλειψη αυστηρών δοκιμών μπορεί να οδηγήσει σε αναξιόπιστες ή ανακριβείς πληροφορίες, οδηγώντας ενδεχομένως σε λανθασμένες διαγνώσεις ή ακατάλληλες παρεμβάσεις. Οι κλινικές δοκιμές είναι απαραίτητες για την επικύρωση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας τέτοιων εφαρμογών. Επιπλέον, χωρίς την κατάλληλη επικύρωση, η εφαρμογή ενδέχεται να μην πληροί τα απαιτούμενα πρότυπα για την ακρίβεια και την ευαισθησία στην ανίχνευση των συμπτωμάτων του Αλτσχάιμερ. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε ψευδείς διαβεβαιώσεις για τους χρήστες ή σε περιττές ανησυχίες, επηρεάζοντας την ψυχική τους ευημερία. Η απουσία κλινικών δοκιμών εμποδίζει επίσης την κατανόηση του μακροπρόθεσμου αντίκτυπου της εφαρμογής στους ασθενείς. Μπορεί να προκύψουν απρόβλεπτες παρενέργειες, θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία και την ασφάλεια των χρηστών.

4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Καθώς βρισκόμαστε σε ένα σταυροδρόμι της προηγμένης τεχνολογίας και της πιεστικής ανάγκης για καινοτόμες λύσεις για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της νόσου Αλτσχάιμερ, προκύπτει μια κρίσιμη επιτακτική ανάγκη να χαράξουμε την πορεία για μελλοντικές μελέτες με στόχο την ανάπτυξη εφαρμογών προσαρμοσμένων στις μοναδικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς. Αυτές οι προτάσεις εκτείνονται πέρα από τα συμβατικά πρότυπα, αναγνωρίζοντας την πολύπλευρη φύση αυτών των νευροεκφυλιστικών διαγνώσεων και αναγνωρίζοντας την επιτακτική ανάγκη να ενσωματωθούν τεχνολογίες αιχμής και διεπιστημονικές προσεγγίσεις στον ιστό των ερευνητικών προσπαθειών.

Πρώτα και κύρια, οι μελλοντικές μελέτες πρέπει να αγκαλιάσουν μια πιο ολιστική προοπτική που θα εξετάζει τους διαφορετικούς υποτύπους και τις εκδηλώσεις της νόσου. Αναγνωρίζοντας την ετερογένεια που είναι εγγενής σε αυτές τις συνθήκες, οι ερευνητές θα πρέπει να διερευνήσουν την ανάπτυξη εξατομικευμένων παρεμβάσεων που λαμβάνουν υπόψη γενετικούς, περιβαλλοντικούς παράγοντες και παράγοντες του τρόπου ζωής που συμβάλλουν στην εμφάνιση και την εξέλιξη της άνοιας.

Αξιοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το machine learning, οι μελλοντικές εφαρμογές θα μπορούσαν να σχεδιαστούν ώστε να προσαρμόζονται δυναμικά και να εξελίσσονται με βάση τα ατομικά προφίλ ασθενών, μεγιστοποιώντας έτσι την αποτελεσματικότητα και καλύπτοντας τις μοναδικές ανάγκες κάθε ασθενή.

Η πρόκληση της διάγνωσης που σχετίζεται με τον παράγοντα του χρόνου και την πορεία της νόσου μέσα σε αυτόν, υπογραμμίζει την ανάγκη για παρεμβάσεις που εκτείνονται πέρα από τη συμπτωματική φάση. Οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στον εντοπισμό αξιόπιστων εφαρμογών για έγκαιρη ανίχνευση, επιτρέποντας παρεμβάσεις κατά τα προδρομικά ή προκλινικά στάδια όπου οι θεραπευτικές παρεμβάσεις είναι πιο πιθανό να ασκήσουν μεγαλύτερο αντίκτυπο και καλύτερη πρόγνωση. Οι μελέτες με εκτεταμένες περιόδους παρακολούθησης χρήσης των σχετικών εφαρμογών είναι απαραίτητες για την αποτύπωση των διαφοροποιημένων τροχιών της γνωστικής έκπτωσης και την αξιολόγηση της διαρκούς αποτελεσματικότητάς τους με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, η διερεύνηση νέων τρόπων, όπως η ψηφιακή ενσωμάτωση βιοδεικτών, θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για τους υποκείμενους μηχανισμούς εξέλιξης της νόσου και ανταπόκρισης στις παρεμβάσεις.

Οι πρακτικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς και οι φροντιστές απαιτούν καινοτόμες λύσεις που ενισχύουν την προσβασιμότητα και τη χρηστικότητα. Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να διερευνήσουν την ενσωμάτωση φιλικών προς τον χρήστη φορητών τεχνολογιών (wearables) και συστημάτων απομακρυσμένης παρακολούθησης για τη διευκόλυνση της απρόσκοπτης εμπλοκής των φροντιστών των ασθενών. Η συνεργασία μεταξύ φροντιστών και κλινικών μέσω των εφαρμογών είναι επίσης υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της πρακτικότητας και της αποτελεσματικότητάς τους, τονίζοντας τη σημασία μιας προσέγγισης με επίκεντρο τον ασθενή που εξυπηρετεί τις εξελισσόμενες ανάγκες τόσο των ασθενών όσο και των δικτύων υποστήριξής τους.

Επιπλέον, οι ερευνητικές δοκιμές θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τους μεθοδολογικούς περιορισμούς που επί του παρόντος εμποδίζουν την αξιόπιστη αξιολόγηση των εφαρμογών. Η σχετική έρευνα θα πρέπει να δίνει προτεραιότητα στη συμπερίληψη, διασφαλίζοντας ποικιλόμορφη εκπροσώπηση σε δημογραφικά,

κοινωνικοοικονομικά και πολιτισμικά φάσματα για να ενισχύσουν τη γενίκευση των ευρημάτων. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στις διαφανείς πρακτικές υποβολής εκθέσεων αποτελεσματικότητας, με τη δέσμευση για δημοσίευση αρνητικών ή μη οριστικών αποτελεσμάτων για τον μετριασμό του σφάλματος δημοσίευσης.

Τελευταίο και ενδεχομένως κρισιμότερο σημείο για το μέλλον των σχετικών εφαρμογών είναι η συνεργασία μεταξύ ακαδημαϊκού κόσμου και βιομηχανίας, διευκολύνοντας την έγκαιρη ενσωμάτωση αποτελεσματικών εφαρμογών στην τυπική κλινική φροντίδα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, αυτή η συστηματική ανασκόπηση παρείχε μια ολοκληρωμένη εξέταση του τρέχοντος τοπίου των εφαρμογών στη φροντίδα της νόσου του Αλτσχάιμερ. Η σύνθεση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας αποκάλυψε την πολύπλευρη εικόνα, που δείχνει τόσο τα πιθανά οφέλη όσο και τις υπάρχουσες προκλήσεις που σχετίζονται με αυτές τις τεχνολογικές παρεμβάσεις.

Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι εφαρμογές για κινητές συσκευές υπόσχονται βοήθεια σε διάφορες πτυχές της φροντίδας του Αλτσχάιμερ, από την έγκαιρη ανίχνευση έως την παρακολούθηση των συμπτωμάτων, την υποστήριξη των φροντιστών, και τη διασύνδεση με τους κλινικούς. Ωστόσο, είναι προφανές ότι το πεδίο βρίσκεται ακόμη στα σπάργανα, με την ανάγκη για πιο αυστηρές ερευνητικές μεθοδολογίες, τυποποιημένα μέτρα αξιολόγησης των αποτελεσμάτων και μακροχρόνια παρακολούθηση των χρηστών. Καθώς οι άνθρωποι έρχονται αντιμέτωποι με τη δυναμική διασταύρωση τεχνολογίας και υγειονομικής περίθαλψης, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστούν τα ηθικά ζητήματα, τα ζητήματα ασφάλειας δεδομένων και τα διαφορετικά επίπεδα τεχνολογικής παιδείας στον ηλικιωμένο πληθυσμό.

Τα κενά που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία υπογραμμίζουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα για την αποσαφήνιση των συγκεκριμένων μηχανισμών μέσω των οποίων οι εφαρμογές για κινητές συσκευές μπορούν να επηρεάσουν θετικά τη φροντίδα του Αλτσχάιμερ. Οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει επίσης να επικεντρωθούν στην προσαρμογή αυτών των τεχνολογιών σε διαφορετικά πολιτιστικά πλαίσια και κοινωνικοδημογραφικά υπόβαθρα για να διασφαλιστεί η επαρκής αντιπροσώπευση του συγκεκριμένου κλινικού πληθυσμού.

Καθώς οι άνθρωποι οραματίζονται το μέλλον της φροντίδας του Αλτσχάιμερ, η συνεργασία μεταξύ ερευνητών, επαγγελματιών υγείας, προγραμματιστών τεχνολογίας και τελικών χρηστών γίνεται ύψιστης σημασίας. Αντιμετωπίζοντας τους περιορισμούς που προσδιορίζονται σε αυτήν την ανασκόπηση, η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των εφαρμογών θα συμβάλει ουσιαστικά στην ολιστική διαχείριση της νόσου του Αλτσχάιμερ.

Βιβλιογραφία

- Agrawal, A. K., Gowda, M., Achary, U., Gowda, G. S., & Harbisetar, V. (2021). Approach to Management of Wandering in Dementia: Ethical and Legal Issue. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(5_suppl), S53–S59. <https://doi.org/10.1177/02537176211030979>
- Alharbi, S., Altamini, A., Al-Qahtani, F., & Aljofi, B. (2019). *Analyzing and Implementing a Mobile Reminder System for Alzheimer's Patients*. 6.
- Aljehani, S. S., Alhazmi, R. A., Aloufi, S. S., Aljehani, B. D., & Abdulrahman, R. (2018). iCare: Applying IoT Technology for Monitoring Alzheimer's Patients. *2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CAIS.2018.8442010>
- Aljojo, N., Alotaibi, R., Alharbi, B., Alshutayri, A., Tariq Jamal, A., Banjar, A., Khayyat, M., Zainol, A., Al-Roqy, A., Al-Magrabi, R., Khalawi, T., & Al-Harthi, S. (2020). Alzheimer assistant: A mobile application using Machine Learning. *Revista Română de Informatică Și Automatică*, 30(4), 7–26. <https://doi.org/10.33436/v30i4y202001>
- Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., Aldairem, A., Alrashed, M., Bin Saleh, K., Badreldin, H. A., Al Yami, M. S., Al Harbi, S., & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: The role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*, 23(1), 689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
- Alzheimer's Association. (2010). *World Alzheimer Report 2010*. https://www.alz.org/documents/national/world_alzheimer_report_2010.pdf
- Alzheimer's association report. (2023). 2023 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*, 19(4), 1598–1695. <https://doi.org/10.1002/alz.13016>

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). American Psychiatric Association.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Arafah, A., Khatoon, S., Rasool, I., Khan, A., Rather, M. A., Abujabal, K. A., Faqih, Y. A. H., Rashid, H., Rashid, S. M., Bilal Ahmad, S., Alexiou, A., & Rehman, M. U. (2023). The Future of Precision Medicine in the Cure of Alzheimer's Disease. *Biomedicines*, 11(2), 335.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines11020335>
- Atee, M., Hoti, K., & Hughes, J. D. (2018). A Technical Note on the PainChek™ System: A Web Portal and Mobile Medical Device for Assessing Pain in People With Dementia. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 117. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00117>
- Barreto, A., Oliveira, R., Sousa, F., & Cartoso, A. (2015). 2014 EAI 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth 2014): [Vouliagmeni], Athens, Greece, 3 - 5 November 2014. IEEE.
- Beata, B.-K., Wojciech, J., Johannes, K., Piotr, L., & Barbara, M. (2023). Alzheimer's Disease—Biochemical and Psychological Background for Diagnosis and Treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1059. <https://doi.org/10.3390/ijms24021059>
- Bekris, L. M., Yu, C.-E., Bird, T. D., & Tsuang, D. W. (2010). Review Article: Genetics of Alzheimer Disease. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 23(4), 213–227.
<https://doi.org/10.1177/0891988710383571>
- Bidmon, S., & Terlutter, R. (2015). Gender Differences in Searching for Health Information on the Internet and the Virtual Patient-Physician Relationship in Germany: Exploratory Results on How Men and Women Differ and Why. *Journal of Medical Internet Research*, 17(6), e156. <https://doi.org/10.2196/jmir.4127>
- Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 25–60). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2>

- Breijyeh, Z., & Karaman, R. (2020). Comprehensive Review on Alzheimer's Disease: Causes and Treatment. *Molecules*, 25(24), 5789. <https://doi.org/10.3390/molecules25245789>
- Burke, S. L., Hu, T., Naseh, M., Fava, N. M., O'Driscoll, J., Alvarez, D., Cottler, L. B., & Duara, R. (2019). Factors influencing attrition in 35 Alzheimer's Disease Centers across the USA: A longitudinal examination of the National Alzheimer's Coordinating Center's Uniform Data Set. *Aging Clinical and Experimental Research*, 31(9), 1283–1297. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-1087-6>
- Chang, C.-H., Lin, C.-H., & Lane, H.-Y. (2021). Machine Learning and Novel Biomarkers for the Diagnosis of Alzheimer's Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2761. <https://doi.org/10.3390/ijms22052761>
- Conti Filho, C. E., Loss, L. B., Marcolongo-Pereira, C., Rossoni Junior, J. V., Barcelos, R. M., Chiarelli-Neto, O., Silva, B. S. D., Passamani Ambrosio, R., Castro, F. C. D. A. Q., Teixeira, S. F., & Mezzomo, N. J. (2023). Advances in Alzheimer's disease's pharmacological treatment. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1101452. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1101452>
- Dams-O'Connor, K., Guetta, G., Hahn-Ketter, A. E., & Fedor, A. (2016). Traumatic brain injury as a risk factor for Alzheimer's disease: Current knowledge and future directions. *Neurodegenerative Disease Management*, 6(5), 417–429. <https://doi.org/10.2217/nmt-2016-0017>
- Davies, K., Cheraghi-Sohi, S., Ong, B. N., Cheraghi-Sohi, S., Perryman, K., & Sanders, C. (2023). Co-designing an Adaption of a Mobile App to Enhance Communication, Safety, and Well-being Among People Living at Home With Early-Stage Dementia: Protocol for an Exploratory Multiple Case Study. *JMIR Research Protocols*, 10(12), e19543. <https://doi.org/10.2196/19543>
- Dubois, B., Hampel, H., Feldman, H. H., Scheltens, P., Aisen, P., Andrieu, S., Bakardjian, H., Benali, H., Bertram, L., Blennow, K., Broich, K., Cavado, E., Crutch, S., Dartigues, J.-F.,

- Duyckaerts, C., Epelbaum, S., Frisoni, G. B., Gauthier, S., Genthon, R., ... Proceedings of the Meeting of the International Working Group (IWG) and the American Alzheimer's Association on "The Preclinical State of AD"; July 23, 2015; Washington DC, USA. (2016). Preclinical Alzheimer's disease: Definition, natural history, and diagnostic criteria. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 12(3), 292–323. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.02.002>
- Duong, S., Patel, T., & Chang, F. (2017). Dementia: What pharmacists need to know. *Canadian Pharmacists Journal / Revue Des Pharmaciens Du Canada*, 150(2), 118–129. <https://doi.org/10.1177/1715163517690745>
- Durazzo, T. C., Mattsson, N., Weiner, M. W., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2014). Smoking and increased Alzheimer's disease risk: A review of potential mechanisms. *Alzheimer's & Dementia*, 10(3S). <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.04.009>
- Elahi, F. M., & Miller, B. L. (2017). A clinicopathological approach to the diagnosis of dementia. *Nature Reviews Neurology*, 13(8), 457–476. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2017.96>
- Fanariotis, A., Andriopoulou, F., Orphanoudakis, T., & Politis, I. (2019). An embedded framework enabling access of elderly and disabled persons to IP-based emergency communications. *Microprocessors and Microsystems*, 68, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2019.05.006>
- Fratiglioni, L., Launer, L. J., Andersen, K., Breteler, M. M., Copeland, J. R., Dartigues, J. F., Lobo, A., Martinez-Lage, J., Soininen, H., & Hofman, A. (2000). Incidence of dementia and major subtypes in Europe: A collaborative study of population-based cohorts. Neurologic Diseases in the Elderly Research Group. *Neurology*, 54(11 Suppl 5), S10-15.
- Ganesh, S., Chithambaram, T., Krishnan, N. R., Vincent, D. R., Kaliappan, J., & Srinivasan, K. (2023). Exploring Huntington's Disease Diagnosis via Artificial Intelligence Models: A

- Comprehensive Review. *Diagnostics*, 13(23), 3592.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics13233592>
- Gerke, S., Minssen, T., & Cohen, G. (2020). Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 295–336). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00012-5>
- Ghanem, A. S., & Alkhal, H. A. (2018). A Mobile Cloud-based System for Alzheimer’s Disease. *2018 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/3ICT.2018.8855741>
- Gillani, N., & Arslan, T. (2021). Intelligent Sensing Technologies for the Diagnosis, Monitoring and Therapy of Alzheimer’s Disease: A Systematic Review. *Sensors*, 21(12), 4249.
<https://doi.org/10.3390/s21124249>
- Gomes, N., Pato, M., Lourenço, A. R., & Datia, N. (2023). A Survey on Wearable Sensors for Mental Health Monitoring. *Sensors*, 23(3), 1330. <https://doi.org/10.3390/s23031330>
- Gupta, G., Gupta, A., Barura, Pa., & Jaiswal, V. (2019). *Mobile Health Applications and Android Toolkit for Alzheimer Patients, Caregivers and Doctors*. 11(1), 199–205.
- Hellis, E., & Mukaetova-Ladinska, E. B. (2022). Informal Caregiving and Alzheimer’s Disease: The Psychological Effect. *Medicina*, 59(1), 48.
<https://doi.org/10.3390/medicina59010048>
- Heponiemi, T., Kaihlanen, A.-M., Kouvonen, A., Leemann, L., Taipale, S., & Gluschkoff, K. (2022). The role of age and digital competence on the use of online health and social care services: A cross-sectional population-based survey. *DIGITAL HEALTH*, 8, 205520762210744. <https://doi.org/10.1177/20552076221074485>
- Holtzman, D. M., Morris, J. C., & Goate, A. M. (2011). Alzheimer’s Disease: The Challenge of the Second Century. *Science Translational Medicine*, 3(77).
<https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3002369>

- Hope, T., Keene, J., McShane, R. H., Fairburn, C. G., Gedling, K., & Jacoby, R. (2001). Wandering in Dementia: A Longitudinal Study. *International Psychogeriatrics*, 13(2), 137–147. <https://doi.org/10.1017/S1041610201007542>
- Imai, H., Hirai, T., Kumazawa, R., Nakagawa, S., Yonezawa, A., Matsubara, K., & Nakao, H. (2020). Prevalence of and risk factors for adverse events in Alzheimer's patients receiving anti-dementia drugs in at-home care. *PLOS ONE*, 15(4), e0231226. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231226>
- Irwin, D. J., Lee, V. M.-Y., & Trojanowski, J. Q. (2013). Parkinson's disease dementia: Convergence of α -synuclein, tau and amyloid- β pathologies. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(9), 626–636. <https://doi.org/10.1038/nrn3549>
- Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., Suman, R., & Rab, S. (2022). Significance of machine learning in healthcare: Features, pillars and applications. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.05.002>
- Johnson, K. B., Wei, W., Weeraratne, D., Frisse, M. E., Misulis, K., Rhee, K., Zhao, J., & Snowden, J. L. (2021). Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. *Clinical and Translational Science*, 14(1), 86–93. <https://doi.org/10.1111/cts.12884>
- Justice, N. J. (2018). The relationship between stress and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Stress*, 8, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2018.04.002>
- Kelley, B. J., & Petersen, R. C. (2007). Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment. *Neurologic Clinics*, 25(3), 577–609. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2007.03.008>
- Kernebeck, S., Holle, D., Pogscheba, P., Jordan, F., Mertl, F., Hultdtgren, A., Bader, S., Kirste, T., Teipel, S., Holle, B., & Halek, M. (2019). A Tablet App– and Sensor-Based Assistive Technology Intervention for Informal Caregivers to Manage the Challenging Behavior of People With Dementia (the insideDEM Study): Protocol for a Feasibility Study. *JMIR Research Protocols*, 8(2), e11630. <https://doi.org/10.2196/11630>

- Khan, M., Jaiswal, A., & Wandile, B. (2023). A Comprehensive Review of Modifiable Cardiovascular Risk Factors and Genetic Influences in Dementia Prevention. *Cureus*.
<https://doi.org/10.7759/cureus.48430>
- Kumar, Y., Koul, A., Singla, R., & Ijaz, M. F. (2023). Artificial intelligence in disease diagnosis: A systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(7), 8459–8486.
<https://doi.org/10.1007/s12652-021-03612-z>
- Lanoiselée, H.-M., Nicolas, G., Wallon, D., Rovelet-Lecrux, A., Lacour, M., Rousseau, S., Richard, A.-C., Pasquier, F., Rollin-Sillaire, A., Martinaud, O., Quillard-Muraine, M., De La Sayette, V., Boutoleau-Bretonniere, C., Etcharry-Bouyx, F., Chauviré, V., Sarazin, M., Le Ber, I., Epelbaum, S., Jonveaux, T., ... collaborators of the CNR-MAJ project. (2017). APP, PSEN1, and PSEN2 mutations in early-onset Alzheimer disease: A genetic screening study of familial and sporadic cases. *PLOS Medicine*, 14(3), e1002270.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002270>
- Li, X., Feng, X., Sun, X., Hou, N., Han, F., & Liu, Y. (2022). Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990–2019. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 937486. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.937486>
- Liss, J. L., Seleri Assunção, S., Cummings, J., Atri, A., Geldmacher, D. S., Candela, S. F., Devanand, D. P., Fillit, H. M., Susman, J., Mintzer, J., Bittner, T., Brunton, S. A., Kerwin, D. R., Jackson, W. C., Small, G. W., Grossberg, G. T., Clevenger, C. K., Cotter, V., Stefanacci, R., ... Sabbagh, M. N. (2021). Practical recommendations for timely, accurate diagnosis of symptomatic Alzheimer's disease (MCI and dementia) in primary care: A review and synthesis. *Journal of Internal Medicine*, 290(2), 310–334.
<https://doi.org/10.1111/joim.13244>
- López-Ojeda, W., & Hurley, R. A. (2023). Medical Metaverse, Part 2: Artificial Intelligence Algorithms and Large Language Models in Psychiatry and Clinical Neurosciences. *The*

- Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 35(4), 316–320.
<https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.20230117>
- Lu, S.-C., Swisher, C. L., Chung, C., Jaffray, D., & Sidey-Gibbons, C. (2023). On the importance of interpretable machine learning predictions to inform clinical decision making in oncology. *Frontiers in Oncology*, 13, 1129380.
<https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1129380>
- Lyketsos, C. G., Carrillo, M. C., Ryan, J. M., Khachaturian, A. S., Trzepacz, P., Amatniek, J., Cedarbaum, J., Brashear, R., & Miller, D. S. (2011). Neuropsychiatric symptoms in Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(5), 532–539.
<https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.05.2410>
- Mayeux, R., & Stern, Y. (2012). Epidemiology of Alzheimer Disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(8), a006239–a006239.
<https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006239>
- McCarron, H. R., Zmora, R., & Gaugler, J. E. (2019). A Web-Based Mobile App With a Smartwatch to Support Social Engagement in Persons With Memory Loss: Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Aging*, 2(1), e13378.
<https://doi.org/10.2196/13378>
- Miech, R. A., Breitner, J. C. S., Zandi, P. P., Khachaturian, A. S., Anthony, J. C., & Mayer, L. (2002). Incidence of AD may decline in the early 90s for men, later for women: The Cache County study. *Neurology*, 58(2), 209–218. <https://doi.org/10.1212/WNL.58.2.209>
- Milano, F., Cerro, G., Santoni, F., De Angelis, A., Miele, G., Rodio, A., Moschitta, A., Ferrigno, L., & Carbone, P. (2021). Parkinson's Disease Patient Monitoring: A Real-Time Tracking and Tremor Detection System Based on Magnetic Measurements. *Sensors*, 21(12), 4196. <https://doi.org/10.3390/s21124196>

- Miller, M. I., Shih, L. C., & Kolachalama, V. B. (2023). Machine Learning in Clinical Trials: A Primer with Applications to Neurology. *Neurotherapeutics*, 20(4), 1066–1080. <https://doi.org/10.1007/s13311-023-01384-2>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Nair, A. (2019). Publication bias—Importance of studies with negative results! *Indian Journal of Anaesthesia*, 63(6), 505. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_142_19
- Niazi, S. (2023). The Coming of Age of AI/ML in Drug Discovery, Development, Clinical Testing, and Manufacturing: The FDA Perspectives. *Drug Design, Development and Therapy*, Volume 17, 2691–2725. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S424991>
- Núñez-Naveira, L., Alonso-Búa, B., De Labra, C., Gregersen, R., Maibom, K., Mojs, E., Krawczyk-Wasielewska, A., & Millán-Calenti, J. C. (2016). UnderstAID, an ICT Platform to Help Informal Caregivers of People with Dementia: A Pilot Randomized Controlled Study. *BioMed Research International*, 2016, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2016/5726465>
- Oh, E. S., & Rabins, P. V. (2019). Dementia. *Annals of Internal Medicine*, 171(5), ITC33. <https://doi.org/10.7326/AITC201909030>
- Øksnebjerg, L., Woods, B., & Waldemar, G. (2019). Designing the ReACT App to Support Self-Management of People with Dementia: An Iterative User-Involving Process. *Gerontology*, 65(6), 673–685. <https://doi.org/10.1159/000500445>
- Omar, K. S., Anjum, A., Oannahary, T., Karim Rizvi, R., Shahrin, D., Anannya, T. T., Nasreen Tumpa, S., Karim, Mm., Nazrul Islam, M., & Rabbi, F. (2019). An Intelligent Assistive Tool for Alzheimer’s Patient. *2019 1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICASERT.2019.8934542>

- Ouanes, S., & Popp, J. (2019). High Cortisol and the Risk of Dementia and Alzheimer's Disease: A Review of the Literature. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 43. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00043>
- Ownby, R. L., Crocco, E., Acevedo, A., John, V., & Loewenstein, D. (2006). Depression and Risk for Alzheimer Disease: Systematic Review, Meta-analysis, and Metaregression Analysis. *Archives of General Psychiatry*, 63(5), 530. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.63.5.530>
- Qiu, C., Kivipelto, M., & Von Strauss, E. (2009). Epidemiology of Alzheimer's disease: Occurrence, determinants, and strategies toward intervention. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 11(2), 111–128. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2009.11.2/cqiu>
- Quazi, S. (2022). Artificial intelligence and machine learning in precision and genomic medicine. *Medical Oncology*, 39(8), 120. <https://doi.org/10.1007/s12032-022-01711-1>
- Rathore, S., Habes, M., Iftikhar, M. A., Shacklett, A., & Davatzikos, C. (2017). A review on neuroimaging-based classification studies and associated feature extraction methods for Alzheimer's disease and its prodromal stages. *NeuroImage*, 155, 530–548. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.03.057>
- Rodrigues, D., Luis-Ferreira, F., Sarraipa, J., & Goncalves, R. (2018). Behavioural Monitoring of Alzheimer Patients with Smartwatch based System. *2018 International Conference on Intelligent Systems (IS)*, 771–775. <https://doi.org/10.1109/IS.2018.8710487>
- Ruggiano, N., Brown, E. L., Shaw, S., Geldmacher, D., Clarke, P., Hristidis, V., & Bertram, J. (2019). The Potential of Information Technology to Navigate Caregiving Systems: Perspectives from Dementia Caregivers. *Journal of Gerontological Social Work*, 62(4), 432–450. <https://doi.org/10.1080/01634372.2018.1546786>

- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Schork, N. J. (2019). Artificial Intelligence and Personalized Medicine. In D. D. Von Hoff & H. Han (Eds.), *Precision Medicine in Cancer Therapy* (Vol. 178, pp. 265–283). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16391-4_11
- Schulz, R., & Sherwood, P. R. (2008). Physical and Mental Health Effects of Family Caregiving. *AJN, American Journal of Nursing*, 108(9), 23–27. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000336406.45248.4c>
- Serrano-Pozo, A., Frosch, M. P., Masliah, E., & Hyman, B. T. (2011). Neuropathological Alterations in Alzheimer Disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 1(1), a006189–a006189. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006189>
- Siddiq, K., Bawany, N., Qamar, T., Naveed, A., Arif, B., Usman, M., & Jamal, M. (2018). CareD: Non-Pharmacological Assistance for Dementia Patients. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*, 4(16), 160073. <https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.160073>
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, 3, 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>
- Srivastava, S., Ahmad, R., & Khare, S. K. (2021). Alzheimer's disease and its treatment by different approaches: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 216, 113320. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113320>
- Stutzel, M. C., Fillipo, M., Sztajnberg, A., Brittes, A., & Da Motta, L. B. (2016). SMAI - Mobile System for Elderly Monitoring. *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2016.7586274>

- Surendran, D., & Rohinia, M. (2019). BLE Bluetooth Beacon based Solution to Monitor Egress of Alzheimer's Disease Sufferers from Indoors. *Procedia Computer Science*, 165, 591–597. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.053>
- Talaei-Khoei, A., Tavana, M., & Wilson, J. M. (2019). A predictive analytics framework for identifying patients at risk of developing multiple medical complications caused by chronic diseases. *Artificial Intelligence in Medicine*, 101, 101750. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2019.101750>
- Tarawneh, R., & Holtzman, D. M. (2012). The Clinical Problem of Symptomatic Alzheimer Disease and Mild Cognitive Impairment. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(5), a006148–a006148. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006148>
- Vergara, J. A., Ramirez, Y. M., & Camargo, J. E. (2015). A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities. *2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC)*, 206–213. <https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2015.7333433>
- Vrahatis, A. G., Skolariki, K., Krokidis, M. G., Lazaros, K., Exarchos, T. P., & Vlamos, P. (2023). Revolutionizing the Early Detection of Alzheimer's Disease through Non-Invasive Biomarkers: The Role of Artificial Intelligence and Deep Learning. *Sensors*, 23(9), 4184. <https://doi.org/10.3390/s23094184>
- Welsh, D., Morrissey, K., Foley, S., McNaney, R., Salis, C., McCarthy, J., & Vines, J. (2018). Ticket to Talk: Supporting Conversation between Young People and People with Dementia through Digital Media. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173949>
- White, E. B., Montgomery, P., & McShane, R. (2010). Electronic Tracking for People with Dementia Who Get Lost outside the Home: A Study of the Experience of Familial Carers. *British Journal of Occupational Therapy*, 73(4), 152–159. <https://doi.org/10.4276/030802210X12706313443901>

- White, S., Mauer, R., Lange, C., Klimecki, O., Huijbers, W., Wirth, M., & for the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2023). The effect of plasma cortisol on hippocampal atrophy and clinical progression in mild cognitive impairment. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 15(3), e12463. <https://doi.org/10.1002/dad2.12463>
- Woods, D., & Buckwalter, K. (2018). Taking Another Look: Thoughts on Behavioral Symptoms in Dementia and Their Measurement. *Healthcare*, 6(4), 126. <https://doi.org/10.3390/healthcare6040126>
- Zhang, X.-D. (2020). Machine Learning. In X.-D. Zhang, *A Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence* (pp. 223–440). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2770-8_6