



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΟΜΙΚΗΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΤΗΝ ΜΗΤΡΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Διπλωματική Εργασία

Της

Ευδοκίας Β. Σταματίου

Αριθμός Μητρώου: mli20046

Θεσσαλονίκη, 02/2024

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΤΗΝ ΜΗΤΡΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Ευδοκία Β. Σταματίου

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΑΙΟ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μάρω Βλαχοπούλου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Μάρω Βλαχοπούλου

Εμμανουήλ Στειακάκης

Κωνσταντίνος Ψάννης

.....

.....

.....

Ευδοκία Β. Σταματίου

Περίληψη

Η ενσωμάτωση των πρωτοβουλιών της ηλεκτρονικής υγείας με αναδυόμενες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) ανοίγει νέες προοπτικές στην παροχή υπηρεσιών υγείας. Στην κείμενη εργασία εξετάζεται "η δυναμική" της ηλεκτρονικής υγείας να ανασχηματίσει το τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης, τονίζοντας τον ρόλο της στη βελτίωση της πρόσβασης, τη βελτίωση των αποτελεσμάτων και τη μείωση των δαπανών. Παρόλο που η ηλεκτρονική υγεία είναι ελπιδοφόρα σε πολλαπλούς τομείς, πρέπει να αντιμετωπιστούν προκλήσεις που σχετίζονται με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων των ασθενών για να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητές της.

Η ανάδυση του IoT και των μεγάλων δεδομένων αναδιαμορφώνει την παρακολούθηση της υγείας, προσφέροντας νέες δυνατότητες για απομακρυσμένη παρακολούθηση του ασθενούς και προσωπικές παρεμβάσεις. Ωστόσο, τα υπάρχοντα συστήματα αντιμετωπίζουν περιορισμούς σε σχέση με την κινητικότητα και την κάλυψη δικτύου, περιορίζοντας τη συνεχή παρακολούθηση της υγείας και την έγκαιρη μετάδοση εκτάκτων σημάτων. Τα συστήματα δικτύωσης αισθητήρων σώματος προσφέρουν μια λύση, διευκολύνοντας τη συνεχή παρακολούθηση και την έγκαιρη παρέμβαση, ιδιαίτερα σε ασθενείς υψηλού κινδύνου.

Η σύγκλιση της τεχνολογίας IoT με την ηλεκτρονική υγεία όχι μόνο υπόσχεται να βελτιώσει τις παραδοσιακές ρυθμίσεις υγειονομικής περίθαλψης, αλλά επεκτείνεται και στην προληπτική φροντίδα, τη διαχείριση χρόνιων νοσημάτων και την υποστήριξη της ψυχικής υγείας. Φορητές συσκευές και έξυπνοι αισθητήρες διευκολύνουν τη συλλογή πραγματικού χρόνου δεδομένων και την απομακρυσμένη παρακολούθηση, ενδυναμώνοντας τα άτομα να διαχειρίζονται προληπτικά την υγεία τους.

Η πανδημία του COVID-19 επιτάχυνε την υιοθέτηση συσκευών βασισμένων στο IoMT, επισημαίνοντας τη σημασία των ψηφιακών τεχνολογιών στη διαχείριση της υγείας. Έξυπνες φορητές συσκευές έχουν παίξει έναν κρίσιμο ρόλο στην ανίχνευση επαφών, την εκπαίδευση στην υγεία και την υποστήριξη της ψυχικής υγείας κατά τη διάρκεια της πανδημίας.

Ωστόσο, η ευρεία υιοθέτηση του IoMT αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως οι ανησυχίες για την ιδιωτικότητα, η διαχείριση δεδομένων και οι κανονιστικές υποθέσεις. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι ουσιώδης για τη διασφάλιση της κλιμακούμενης και αποδοτικής λειτουργίας των λύσεων IoMT.

Η υγεία των μητέρων εμφανίζεται ως ένα κρίσιμο πεδίο που επωφελείται από τις εφαρμογές IoT στην ηλεκτρονική υγεία. Το Διαδίκτυο της ηλεκτρονικής υγείας παρέχει στις εγκύους μητέρες πρόσβαση σε έγκαιρες πληροφορίες, δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης και τηλειατρικές συμβουλές, ξεπερνώντας γεωγραφικούς φραγμούς στην πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη. Η πραγματικού χρόνου παρακολούθηση των δεικτών υγείας των μητέρων και η έγκαιρη παρέμβαση συμβάλλουν στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της εγκυμοσύνης και της αποκατάστασης μετά τον τοκετό.

Συνολικά, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT με την ηλεκτρονική υγεία προσφέρει τεράστιο δυναμικό για την ανασχεδίαση της παροχής υγειονομικών υπηρεσιών, προάγοντας λύσεις που είναι καταναλωτικές, δεδομένα-κεντρικές και ψηφιακά ενεργοποιημένες. Με την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την αξιοποίηση των ευκαιριών που παρουσιάζουν οι διασυνδεδεμένες συσκευές, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να επωφεληθούν στο έπακρο, με την χρήση IoT, στην υγειονομική περίθαλψη που είναι προσβάσιμη, αποδοτική και προσαρμοσμένη στις ατομικές τους ανάγκες.

Λέξεις Κλειδιά: internet of things (IoT), wearable device, pregnancy, maternal health, e-health, telehealth, mHealth, internet of medical things (IoMT), IoT applications, remote health monitoring, maternal health applications

Abstract

The integration of eHealth initiatives with emerging technologies such as the Internet of Things (IoT) opens up new perspectives in health service delivery. This paper examines "the potential" of eHealth to reshape the healthcare landscape, highlighting its role in improving access, improving outcomes and reducing costs. While eHealth holds promise in multiple areas, challenges related to privacy and security of patient data must be addressed to fully realize its potential.

The emergence of IoT and big data is reshaping health monitoring, offering new opportunities for remote patient monitoring and personal interventions. However, existing systems face limitations in terms of mobility and network coverage, limiting continuous health monitoring and timely transmission of emergency signals. Body sensor networking systems offer a solution, facilitating continuous monitoring and early intervention, particularly in high-risk patients.

The convergence of IoT technology with eHealth not only promises to improve traditional healthcare settings, but also extends to preventive care, chronic disease management and mental health support. Wearable devices and smart sensors facilitate real-time data collection and remote monitoring, empowering individuals to proactively manage their health.

The COVID-19 pandemic accelerated the adoption of IoMT-based devices, highlighting the importance of digital technologies in health management. Smart wearable devices have played a critical role in contact tracing, health education and mental health support during the pandemic.

However, widespread adoption of IoMT faces challenges such as privacy concerns, data management and regulatory assumptions. Addressing these challenges is essential to ensure scalable and efficient IoMT solutions.

Maternal health emerges as a critical area that benefits from IoT applications in eHealth. IoT eHealth provides pregnant mothers with access to timely information, remote monitoring capabilities and telemedicine advice, overcoming geographical barriers to accessing healthcare. Real-time monitoring of maternal health indicators and early intervention help improve pregnancy outcomes and postpartum recovery.

Overall, the integration of IoT technology with eHealth offers huge potential to redesign healthcare delivery, promoting solutions that are consumer-centric, data-centric and digitally enabled. By tackling the challenges and leveraging the opportunities presented by connected devices,

stakeholders can make the most of IoT to deliver healthcare that is accessible, efficient and tailored to their individual needs.

Keywords: internet of things (IoT), wearable device, pregnancy, maternal health, e-health, telehealth, mHealth, internet of medical things (IoMT), IoT applications, remote health monitoring, maternal health applications

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Καταρχάς, ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Μάρω Βλαχοπούλου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα.

Επιπλέον, ευχαριστώ πολύ τις αδερφικές μου φίλες Ξανθή και Χρύσα, για τη συμπαράστασή και υποστήριξη τους, όπως και για την παρότρυνσή τους να συνεχίσω το έργο της διπλωματικής μου μετά από σοβαρά οικογενειακά ζητήματα που αντιμετώπιζα.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω πολύ την οικογένειά μου, οι οποίοι υπήρξαν πάντα το μεγαλύτερο στήριγμα σε όλα τα εγχειρήματά της ζωής μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1 Σημαντικότητα Διπλωματικής Εργασίας.....	12
1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	13
1.3 Ερωτήματα.....	13
1.4 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας	15
2. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ – E-HEALTH	16
2.1 Σύστημα παρακολούθησης υγειονομικής περίθαλψης (wireless)	17
.....	20
2.1.1 Η αναγκαιότητα χρήσης IoT στον τομέα της υγείας.....	32
2.2 Σύστημα & εφαρμογές IoT για ιατρικά ζητήματα.....	36
2.3 Ψηφιακή υγεία και Covid-19	52
2.4 Ζητήματα προστασίας δεδομένων	56
2.5 Μελέτες εφαρμογών IoT για ζητήματα ηλεκτρονικής υγείας	60
3. ΜΗΤΡΙΚΗ ΥΓΕΙΑ & INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ	69
3.1 Εφαρμογές IoT για ζητήματα μητρικής υγείας.....	71
3.2 Εφαρμογές IoT για ευκολότερη πρόσβαση στις υπηρεσίες μητρικής υγείας.....	82
3.3 Εφαρμογές IoT για διακομιστές στην υγεία των νεογέννητων	93
3.4 Εφαρμογές IoT για γονείς.....	102
3.5 Μελέτες εφαρμογών IoT για μητρικά θέματα	109
3.6 Η αποδοχή της χρήσης εφαρμογών IoT	125
4. ΕΠΙΛΟΓΟΣ	135
4.1 Σύνοψη & συμπεράσματα	136

4.2 Περιορισμοί & Μελλοντικές επεκτάσεις.....	137
5. Βιβλιογραφία	139

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Εφαρμογή της μονάδας αισθητήρων.....	26
Εικόνα 2: Δραστηριότητα του ασθενούς με το σύστημα.....	26
Εικόνα 3: Μονάδα μικροελεγκτή κόμβου – NodeMCU.....	27
Εικόνα 4: Αισθητήρας καρδιακών παλμών.....	28
Εικόνα 5: Αισθητήρας/παλμικό οξύμετρο SP02 MAX30100.....	28
Εικόνα 6: Αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος.....	29
Εικόνα 7: Εμφάνιση συμπτωμάτων ανά κριτήριο επιλογής δεδομένων σε ολόκληρη την εγκυμοσύνη.....	72
Εικόνα 8: Η εφαρμογή "Keleya" για την προσθήκη συμπτωμάτων των εγκύων γυναικών.....	73
Εικόνα 9: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Motherly".....	76
Εικόνα 10: Η εφαρμογή "Piers On the Move (POM)".....	81
Εικόνα 11: Η εφαρμογή "PowerMom".....	83
Εικόνα 12: Στιγμιότυπα της εφαρμογής "PowerMom".....	84
Εικόνα 13: Η εφαρμογή "RoadMApp mHealth".....	87
Εικόνα 14: Η εφαρμογή Safe Delivery.....	95
Εικόνα 15: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής mHealth με βάση το CommCare.....	99
Εικόνα 16: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής "KhunLook App".....	104
Εικόνα 17: Η εφαρμογή "ImmunizeCA".....	105
Εικόνα 18: Η εφαρμογή με την φορητή συσκευή "Owlet Baby Care - Owlet Smart Sock".....	108
Εικόνα 19: Η εφαρμογή "Premom".....	112
Εικόνα 20: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Premom".....	113
Εικόνα 21: Η εφαρμογή "MomConnect".....	114
Εικόνα 22: Η εφαρμογή "HealthyMoms".....	121
Εικόνα 23: Στιγμιότυπα εφαρμογής "HealthyMoms".....	122
Εικόνα 24: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Health-e Babies".....	124

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Κόμβος αναμετάδοσης - Σταθμός βάσης Ιατρού.....	19
Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική του μοντέλου συστήματος ανίχνευσης.....	20
Σχήμα 3: Αρχιτεκτονική συστήματος με IoT	24
Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής πλήρους συστήματος	25
Σχήμα 5: Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	29
Σχήμα 6: Η δομή και η λειτουργικότητα κάθε στρώματος IoMT	33
Σχήμα 7: Εφαρμογές της IoMT	38
Σχήμα 8: Η λειτουργία της εφαρμογής "SHIELD"	117
Σχήμα 9: Το σύστημα που βασίζεται στο IoT για την παρακολούθηση της μητρικής υγείας	119
Σχήμα 10 Μοντέλο οικοσυστήματος ανάπτυξης της εγκύου μαθήτριας	128

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σημαντικότητα Διπλωματικής Εργασίας

Η σημαντικότητα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι πολυπλευρική. Αρχικά, η σύνδεση των πρωτοβουλιών ηλεκτρονικής υγείας με νέες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) προσφέρει αμέτρητες ευκαιρίες για την παροχή υπηρεσιών υγείας. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες IoT, τα συστήματα υγείας μπορούν να βελτιώσουν την περίθαλψη των ασθενών, να ενισχύσουν τα αποτελέσματα υγείας και να μειώσουν το κόστος. Αυτή η δυνατότητα μεταμόρφωσης είναι κρίσιμη, ειδικά σε μια εποχή όπου τα συστήματα υγείας αντιμετωπίζουν αυξανόμενη πίεση να παρέχουν ποιοτική φροντίδα με περιορισμένους πόρους.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση του IoT και των μεγάλων δεδομένων στην παρακολούθηση της υγείας ανοίγει νέες προοπτικές για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών και τις εξατομικευμένες παρεμβάσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προληπτική διαχείριση της υγείας, στην έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων υγείας και στην άμεση επέμβαση, βελτιώνοντας τελικά τα αποτελέσματα για τους ασθενείς και την ποιότητα ζωής.

Αντίστοιχα, η σύγκλιση του IoT με την ηλεκτρονική υγεία υπόσχεται να βελτιώσει όχι μόνο τις συμβατικές πρακτικές της φροντίδας υγείας, αλλά και την προληπτική φροντίδα, τη διαχείριση χρόνιων παθήσεων και την υποστήριξη της ψυχικής υγείας. Φορητές συσκευές και έξυπνοι αισθητήρες επιτρέπουν τη συλλογή πραγματικού χρόνου δεδομένων και την απομακρυσμένη παρακολούθηση, ενθαρρύνοντας τα άτομα να αντιμετωπίζουν προληπτικά την υγεία τους.

Από την άλλη, η πανδημία του COVID-19 επιτάχυνε την υιοθέτηση συσκευών που βασίζονται στο IoMT (Internet of Medical Things), τονίζοντας τη σημασία των ψηφιακών τεχνολογιών στη διαχείριση της υγείας. Έξυπνες φορητές συσκευές διαδραμάτισαν κρίσιμο ρόλο στην ανίχνευση επαφών, την εκπαίδευση στην υγεία και την υποστήριξη της ψυχικής υγείας κατά τη διάρκεια της πανδημίας.

Παρότι, η ευρεία υιοθέτηση του IoMT αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις, όπως οι ανησυχίες για την ιδιωτικότητα, η διαχείριση δεδομένων και οι κανονιστικές υποθέσεις. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της βέλτιστης λειτουργίας των λύσεων IoMT και, ειδικότερα, στον τομέα της μητρικής υγείας.

Εν συνόλω, η χρήση των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στην ηλεκτρονική υγεία προσφέρει τεράστιο δυναμικό για τη μετασχηματισμό της παροχής υγειονομικών υπηρεσιών, προωθώντας λύσεις που είναι "ψηφιακά ενεργοποιημένες". Με την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την αξιοποίηση των ευκαιριών που προσφέρουν οι διασυνδεδεμένες συσκευές, οι χρήστες μπορούν να επωφεληθούν πλήρως από τη χρήση του IoT στην υγειονομική περίθαλψη, η οποία είναι προσβάσιμη, αποδοτική και προσαρμοσμένη στις ατομικές τους ανάγκες.

1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί να μελετήσει εκτενώς και συγχρόνως να προσδιορίσει σε ποιο βαθμό και με ποιον τρόπο οι εφαρμογές IoT μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας των ανθρώπων εξανεμίζοντας κάθε γεωγραφικό περιορισμό.

Επιπρόσθετα, αναλύονται οι αλλαγές που δύναται να επιφέρει η χρήση των εφαρμογών IoT στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας (E-health) με έμφαση στην μητρική υγεία (M-Health).

Τέλος, σκοπός της εργασίας είναι να προβεί σε ωφέλιμη και λεπτομερή ανάλυση των παραπάνω θεμάτων, καθώς και να εξετάσει εκτενώς τον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούν παρουσιάζοντας μια πλήρη επισκόπηση σχετικά με το θέμα που εξετάζεται.

1.3 Ερωτήματα

Η παρούσα διατριβή θέτει ορισμένα βασικά ερευνητικά ερωτήματα με στόχο να διασαφηνίσει τη συγκεκριμένη κατεύθυνση της μελέτης, όπως θα αναλυθεί παρακάτω. (Ανδρεαδάκης Ν & Βάμβουκας Μ, 2011) Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής, όπως προαναφέρθηκε, δημιουργεί μια σειρά ερωτήσεων που στη συνέχεια θα αναλυθούν εκτενώς. Τα ερωτήματα αποτελούν τη βάση κάθε μελέτης με στόχο την αναζήτηση απαντήσεων που καλύπτουν το αντικείμενό της. Η εξέταση του συγκεκριμένου θέματος διερευνά τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Πώς η ηλεκτρονική υγεία έχει το δυναμικό να μετασχηματίσει το τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης, ιδίως όσον αφορά την πρόσβαση, τη βελτίωση των αποτελεσμάτων και τη μείωση του κόστους;
- Ποιο ρόλο έπαιξαν οι συσκευές βασισμένες στο IoT κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 και πώς συνέβαλαν στη διαχείριση της υγείας;
- Ποιες προκλήσεις συνδέονται με τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων των ασθενών σε πρωτοβουλίες ηλεκτρονικής υγείας και πώς μπορούν αυτές οι προκλήσεις να αντιμετωπιστούν;
- Ποια είναι η σημασία της τεχνολογίας IoT στη μητρική υγεία και πώς συμβάλλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της εγκυμοσύνης και της μητρότητας;
- Ποιες είναι οι προοπτικές της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας IoT με την ηλεκτρονική υγεία και πώς μπορούν οι ενδιαφερόμενοι να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες για να διασφαλίσουν μια υγειονομική περίθαλψη που είναι προσβάσιμη, αποδοτική και εξατομικευμένη;

Στην ανασκόπηση αυτή, η εξερεύνηση αυτών των κρίσιμων ερωτημάτων υπογραμμίζει το μετασχηματιστικό δυναμικό της ηλεκτρονικής υγείας στην αναδιαμόρφωση του τοπίου της υγειονομικής περίθαλψης. Με την εξέταση της προσβασιμότητας, της βελτίωσης των αποτελεσμάτων και της μείωσης του κόστους, η ηλεκτρονική υγεία εμφανίζεται ως μια ελπιδοφόρα προοπτική για την επανάσταση της παροχής υγειονομικής περίθαλψης. Επιπλέον, ο ρόλος των συσκευών που βασίζονται στο IoT κατά τη διάρκεια της πανδημίας του COVID-19 ανέδειξε τη σημασία τους στη διαχείριση της υγείας, αποδεικνύοντας την προσαρμοστικότητά τους και την χρησιμότητά τους σε κρίσιμες καταστάσεις. Ωστόσο, μέσα στις εξελίξεις υπάρχουν προκλήσεις σχετικά με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων των ασθενών, απαιτώντας αποτελεσματικές λύσεις για την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT στη μητρική υγεία σηματοδοτεί έναν παραδοτικό μετασχηματισμό προς εξατομικευμένη και αποδοτική φροντίδα, υποσχόμενος βελτιωμένα αποτελέσματα για την εγκυμοσύνη και τη μητρότητα. Κοιτώντας προς το μέλλον, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες που προσφέρει η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT στην ηλεκτρονική υγεία, προωθώντας έτσι ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης που είναι προσβάσιμο, αποδοτικό και προσαρμοσμένο στις ατομικές ανάγκες.

1.4 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει τέσσερα (4) κεφάλαια, τα οποία διατυπώνουν μια εισαγωγή στο θέμα των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στον τομέα της υγείας, η οποία επικεντρώνεται, με επιμέλεια, στην μητρική υγεία.

Στο πρώτο κεφάλαιο, υπογραμμίζεται η σημαντικότητα της εργασίας και οι στόχοι της. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα ερωτήματα που απαιτείται να απαντηθούν. Τέλος, παρουσιάζεται με συνοπτικό τρόπο η δομή των κεφαλαίων της αναφερόμενης διπλωματικής εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναλύει εκτενώς το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Επισημαίνεται η αναγκαιότητα για την εφαρμογή του IoT στην υγεία και διερευνώνται οι ποικίλες εφαρμογές του, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιακής υγείας και της αντιμετώπισης της πανδημίας Covid-19. Επιπρόσθετα, εξετάζονται οι προβληματισμοί σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών, ενώ παρατίθενται και μελέτες εφαρμογών IoT που αφορούν την ηλεκτρονική υγεία.

Το τρίτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στη μητρική υγεία και τη χρήση του IoT με εφαρμογές, οι οποίες μπορούν να συνοδέψουν την γυναίκα από τη στιγμή της ανίχνευσης της σύλληψης του εμβρύου έως και την πρώτη περίοδο του νεογνού. Διερευνούνται εφαρμογές του IoT σε διάφορα θέματα που αφορούν τη μητρική υγεία, όπως η πρόληψη, η παροχή υπηρεσιών υγείας και η παρακολούθηση της υγείας των νεογνών. Επιπλέον, εξετάζονται μελέτες περιπτώσεις μέσω της χρήσης εφαρμογών IoT για μητρικά ζητήματα.

Το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο εξετάζει τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκτενή ανάλυση των δεδομένων και της βιβλιογραφικής έρευνας. Σε αυτό το σημείο, επισημαίνονται τα κυριότερα ευρήματα και επιστημονικές προόδους που προέκυψαν από την εξέταση του θέματος. Επιπλέον, αναφέρονται λεπτομερώς οι περιορισμοί που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εργασίας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει περιορισμούς στην πρόσβαση σε δεδομένα, τεχνικά προβλήματα ή περιορισμούς στη διαθεσιμότητα πόρων. Η ανάδειξη αυτών των περιορισμών βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του ερευνητικού έργου και στον προσδιορισμό πιθανών προκλήσεων για μελλοντικές μελέτες.

Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα, οι οποίες βασίζονται στα ευρήματα και τα εμπειρικά δεδομένα που προέκυψαν από την εργασία. Αυτές οι προτάσεις μπορεί να περιλαμβάνουν νέες κατευθύνσεις έρευνας, πρόσθετες μεθοδολογίες ή περαιτέρω επεξεργασία

των ευρημάτων για να εμβαθυνθεί η κατανόηση του θέματος και να επιτευχθούν πιο ολοκληρωμένα αποτελέσματα.

2. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ - E-HEALTH

Η ηλεκτρονική υγεία, η οποία αναφέρεται στη χρήση ηλεκτρονικών τεχνολογιών για την υποστήριξη και τη βελτίωση των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, έχει κερδίσει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια λόγω των δυνατοτήτων της να φέρει επανάσταση στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα διερευνήσουμε την τρέχουσα κατάσταση της ηλεκτρονικής υγείας και τον αντίκτυπό της στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης.

Σύμφωνα με μελέτη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ), η ηλεκτρονική υγεία έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την πρόσβαση στην περίθαλψη, να βελτιώσει τα αποτελέσματα της υγείας και να μειώσει το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης. (World Health Organization., 2011)

Μια άλλη μελέτη που δημοσιεύθηκε στο Journal of Medical Internet Research διαπίστωσε ότι η τηλεϊατρική μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα των ασθενών σε διάφορους τομείς, όπως η διαχείριση του διαβήτη, η ψυχική υγεία και η καρδιολογία. (Khoja et al., 2008)

Ένα από τα βασικά οφέλη της ηλεκτρονικής υγείας είναι η ικανότητά της να βελτιώνει την πρόσβαση στις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης.

Μια μελέτη των (Agarwal et al., 2015) διαπίστωσε ότι οι τεχνολογίες ηλεκτρονικής υγείας μπορούν να παρέχουν στους ασθενείς απομακρυσμένη πρόσβαση σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, ιδίως σε υποβαθμισμένες περιοχές. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, όπου οι κατευθυντήριες γραμμές για την κοινωνική απομάκρυνση έχουν καταστήσει δύσκολη την πρόσβαση των ασθενών σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης αυτοπροσώπως. Οι τεχνολογίες ηλεκτρονικής υγείας, όπως η τηλεϊατρική, οι διαδικτυακές διαβουλεύσεις και οι εφαρμογές υγείας για κινητά τηλέφωνα, μπορούν να συμβάλουν στη γεφύρωση αυτού του χάσματος και να διασφαλίσουν ότι οι ασθενείς λαμβάνουν τη φροντίδα που χρειάζονται.

Επιπλέον, η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης. Συγκεκριμένα, η χρήση της τηλεϊατρικής μπορεί να μειώσει το κόστος των

υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης εξαλείφοντας την ανάγκη για προσωπικές επισκέψεις. Η τηλεϊατρική μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση του αριθμού των επανεισαγωγών στα νοσοκομεία, οι οποίες μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα κόστους στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης.

Ωστόσο, υπάρχουν προβληματισμοί που συνδέονται με την υιοθέτηση της ηλεκτρονικής υγείας. Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις είναι η διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων των ασθενών. Καθώς οι τεχνολογίες ηλεκτρονικής υγείας βασίζονται στη συλλογή και την ανταλλαγή δεδομένων ασθενών, είναι σημαντικό να υπάρχουν ισχυρά μέτρα ασφάλειας δεδομένων για την προστασία των πληροφοριών των ασθενών. Μια μελέτη των (Sahi A et al., 2021) διαπίστωσε ότι εξακολουθούν να υπάρχουν κενά στην εφαρμογή των μέτρων ασφάλειας δεδομένων στα συστήματα ηλεκτρονικής υγείας, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για συνεχείς προσπάθειες για τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων των ασθενών, υφίστανται δε ανησυχίες σε ζητήματα ισότητας και πρόσβασης για υποεξυπηρετούμενους πληθυσμούς. (Garg & Middleton, 2009)

Συμπερασματικά, η ηλεκτρονική υγεία έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης βελτιώνοντας την πρόσβαση στις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, βελτιώνοντας τα αποτελέσματα της υγειονομικής περίθαλψης και μειώνοντας το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης.

Ωστόσο, υπάρχουν και προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, ιδίως όσον αφορά τη διασφάλιση της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας των δεδομένων των ασθενών. Με συνεχείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, η ηλεκτρονική υγεία δύναται να φέρει επανάσταση στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης και να βελτιώσει τα αποτελέσματα των ασθενών.

2.1 Σύστημα παρακολούθησης υγειονομικής περίθαλψης (wireless)

Νέες προοπτικές για την παρακολούθηση της υγειονομικής περίθαλψης δημιουργούνται από την αύξηση του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και των μεγάλων δεδομένων, καθώς και από την πανταχού παρούσα φύση των μικροσκοπικών φορητών βιοαισθητήρων. Πολλές αντιπαραθέσεις δεν έχουν ακόμη αντιμετωπιστεί για τη δημιουργία ενός αξιόπιστου και ευέλικτου συστήματος

για την παρακολούθηση της υγειονομικής περίθαλψης και είναι σε ερευνητικό στάδιο. (Dineshkumar & SenthilKuma, 2016) όπως αναφέρεται στο (Abdulameer et al., 2020) ,σελ.5. Τα σημερινά συστήματα παρακολούθησης υγειονομικής περίθαλψης, ενώ επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση των ζωτικών σημείων του ασθενούς, δεν αφήνουν ελεύθερο χώρο δίπλα στο κρεβάτι με την τοποθέτηση των αισθητήρων, τις οθόνες ή τους υπολογιστές περιορίζοντας τον έτσι κατά πολύ. Τώρα όμως, δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ των αισθητήρων και του εξοπλισμού δίπλα στο κρεβάτι λόγω των ασύρματων συσκευών και των ασύρματων δικτύων. (Shnayder et al., 2005) Τα συστήματα αυτά δεν απαιτούν από τον ασθενή να περιορίζεται στο κρεβάτι του και του επιτρέπουν να κινείται, αλλά απαιτούν να βρίσκεται σε συγκεκριμένη απόσταση από την οθόνη του κρεβατιού. Εκτός της εμβέλειας αυτής, δεν είναι δυνατή η συλλογή δεδομένων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η παρακολούθηση της υγείας θα γίνεται με ασύρματα δίκτυα υποδομής, όπως εμπορικά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας ή ασύρματα LAN.

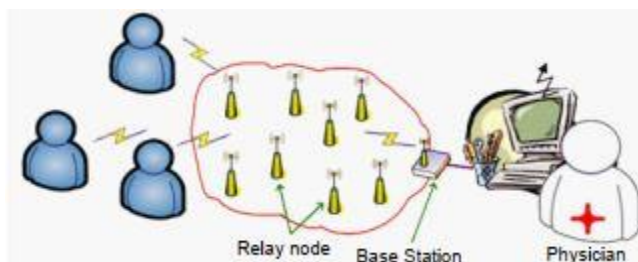
Ωστόσο, η κάλυψη των δικτύων υποδομής αλλάζει ανάλογα με το χρόνο ή την τοποθεσία. Μερικές φορές, η κάλυψη του ασύρματου δικτύου δεν είναι διαθέσιμη ή η κάλυψη είναι διαθέσιμη αλλά δεν μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στο δίκτυο λόγω έλλειψης διαθέσιμου εύρους ζώνης. Έτσι, με αυτά τα προβλήματα και τους περιορισμούς, η συνεχής παρακολούθηση της υγείας δεν είναι δυνατή και τα σήματα έκτακτης ανάγκης μπορεί να μην μεταδίδονται από έναν ασθενή στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. (Aminian & Naji, 2013)

Τα συστήματα δικτύων αισθητήρων σώματος μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους παρέχοντας υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, όπως ιατρική παρακολούθηση, ενίσχυση της μνήμης, πρόσβαση σε ιατρικά δεδομένα και επικοινωνία με τον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μέσω SMS ή GPRS. (Stanford, 2002)(Mcfadden & Indulska, 2004). Η συνεχής παρακολούθηση της υγείας με μετατροπείς που φοριούνται (Anliker et al., 2004) ή ενσωματώνονται στον ρουχισμό (Cho & Yoo1, 2009) και με εμφυτεύσιμα δίκτυα αισθητήρων σώματος (Darwish & Hassanien, 2012) θα αυξήσει την ανίχνευση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης σε ασθενείς υψηλού κινδύνου. Απ' αυτά θα ωφεληθούν όχι μόνο οι ασθενείς αλλά και οι οικογένειές τους. Επίσης, τα εν λόγω συστήματα παρέχουν χρήσιμες μεθόδους για την εξ αποστάσεως λήψη και παρακολούθηση των φυσιολογικών σημάτων χωρίς να χρειάζεται να διακόπτεται η κανονική ζωή του ασθενούς, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα ζωής του. (Alemdar & Ersoy, 2010)

Σχεδιασμός συστήματος δικτύου αισθητήρων σώματος πολλαπλών ασθενών

A. Σε μία έρευνα των Aminian and Najj που δημοσιεύτηκε στο J Health Med Inform (2013), σχεδιάστηκε ένα πρωτότυπο σύστημα πανταχού παρούσας υγειονομικής περίθαλψης για νοσοκομεία. Η ιδέα του συστήματος της πανταχού παρούσας υγειονομικής περίθαλψης είναι η τοποθέτηση ανεπαίσθητων ασύρματων αισθητήρων στο σώμα ενός ατόμου για τη δημιουργία ενός ασύρματου δικτύου, το οποίο μπορεί να συνδέσει-επικοινωνεί με την κατάσταση της υγείας του ασθενούς με το σταθμό βάσης που συνδέεται με τον υπολογιστή παρακολούθησης.

Η αρχιτεκτονική και η εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος περιγράφονται στο σχήμα 1. Το σύστημα αποτελείται από τέσσερα μέρη: α) το WBSN περιλαμβάνει τέσσερις αισθητήρες που είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή των φυσιολογικών σημάτων από τον ασθενή, β) το WMHRN (Wireless Multi-Hop Relay Node), το οποίο αποτελείται από έναν αριθμό ασύρματων κόμβων αναμετάδοσης που είναι υπεύθυνοι για την προώθηση των δεδομένων υγείας στο σταθμό βάσης, γ) έναν BS (Base Station) που λαμβάνει τα δεδομένα αναμετάδοσης και τα αποστέλλει στον υπολογιστή μέσω καλωδίου και δ) τη γραφική διεπαφή χρήστη (GUI) που είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση, ανάλυση και παρουσίαση των λαμβανόμενων δεδομένων σε γραφική μορφή και μορφή κειμένου και την αποστολή SMS στον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης ή στην οικογένεια του ασθενούς σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης μέσω του μόντεμ GPRS ή GSM.



Σχήμα 1: Κόμβος αναμετάδοσης - Σταθμός βάσης Ιατρού

Αρχιτεκτονική για το προτεινόμενο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης στο νοσοκομείο

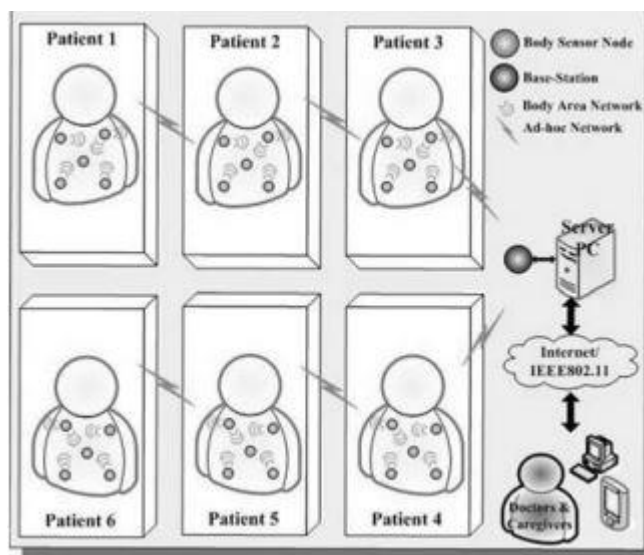
Πηγή: (Aminian & Najj, 2013)

Κόμβοι αισθητήρων: Κάθε κόμβος στο δίκτυο έχει διαφορετικό ρόλο. Όλοι οι αισθητήρες είναι ασύρματοι και ανιχνεύουν διαφορετικές φυσιολογικές παραμέτρους σε δεδομένο χρονικό διάστημα και ταυτόχρονα, το διάστημα δειγματοληψίας καθορίζεται από τον ιατρό.

Κόμβος συντονιστής: Ο συντονιστής κόμβος είναι ένας ασύρματος κόμβος στο WBSN, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη συλλογή και τη συσκευασία των αφικνούμενων σημάτων από τους άλλους αισθητήρες και την αποστολή τους στο σταθμό βάσης. Ο κόμβος αυτός προσαρμόζεται στο σώμα του ασθενούς και λειτουργεί με μπαταρία. Κάθε κόμβος συντονιστής αναγνωρίζεται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση κάθε ασθενούς στο δίκτυο.

GPS: Το GPS είναι ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης που βασίζεται στο διάστημα και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη θέση του ασθενούς στο νοσοκομείο, οι οποίες βοηθούν τους νοσοκομειακούς υπαλλήλους να βρίσκουν τους ασθενείς σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης. Το φέρει πάντα ο ασθενής. Για παράδειγμα, οι Fahim κ., 2012 παρουσίασαν ένα έξυπνο σπίτι που βοηθά τους ηλικιωμένους να ζουν ανεξάρτητα στα σπίτια τους. Διευκολύνει τον βοηθό φροντιστή με την παρακολούθηση των ηλικιωμένων στα σπίτια τους και αποφεύγει ορισμένα ατυχήματα.

Σχηματικά αποδίδεται παρακάτω:



Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική του μοντέλου συστήματος ανίχνευσης

Πηγή: (Lai et al., 2009)

Ολόκληρο το σύστημα αποτελείται από έναν συντονιστικό κόμβο για την απόκτηση των φυσιολογικών δεδομένων του ασθενούς, ένα WMHRN για την προώθηση των δεδομένων και ένα BS για τη συλλογή των δεδομένων. Το σύστημα είναι σε θέση να παρακολουθεί την κατάσταση του ασθενούς και είναι εξοπλισμένο με μηχανισμό διάσωσης έκτακτης ανάγκης με τη χρήση sms/email.

Τέλος, προσομοιώθηκε το προτεινόμενο WBSN στον προσομοιωτή OMNet++ και συγκρίθηκε με τα υπάρχοντα συστήματα WBSN αναφορικά με την κάλυψη, την κατανάλωση ενέργειας και το χρόνο καθυστέρησης και παρατηρήθηκε ότι το προτεινόμενο σύστημα έχει καλύτερες επιδόσεις από τα άλλα υπάρχοντα συστήματα WBSN. (Alemdar & Ersoy, 2010)

B. Ένα άλλο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και παρακολούθησης ασθενών που μελετήθηκε και παρουσιάστηκε από τους Ghosh et al., 2016 στο 5ο Διεθνές Συνέδριο Πληροφορικής, Ηλεκτρονικής και Όρασης (ICIEV) σχετίζεται με τη διαχείριση νοσοκομείων που επιτρέπει στους κηδεμόνες μαζί με τους γιατρούς να παρακολουθούν εξ αποστάσεως την κατάσταση της υγείας των ασθενών μέσω διαδικτύου. Η εξ αποστάσεως παρακολούθηση και η ευαισθητοποίηση σε θέματα καθοδήγησης μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών με πιστοποιημένο τρόπο είναι η κύρια εστίαση για το σύστημα εξ αποστάσεως παρακολούθησης μέσω του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT).

Συγκεκριμένα, το ως άνω σύστημα με τη βοήθεια του IoT ανέπτυξε ένα πρωτότυπο τρόπο συλλογής δεδομένων υγείας από τους ασθενείς ως "άνθρωποι προς πράγματα" και κατ'αυτόν τον τρόπο, οι μονάδες υγείας έχουν πρόσβαση στα δεδομένα για να επιβλέπουν την κατάσταση του ασθενούς οποιαδήποτε στιγμή **εξ αποστάσεως**. Ο χρήστης μπορεί απλά να συνδέσει έναν μετρητή υγείας μέσω μιας κινητής συσκευής για να αναπτύξει την προσωπική του εικόνα υγείας. (Thilakanathan et al., 2014)

Εν αντιθέσει με τις διοικήσεις των νοσοκομείων που χρησιμοποιούν υπερμηχανές για τη μέτρηση των δεδομένων υγείας, το μοντέλο αυτό συστήματος μπορεί εύκολα να μετρήσει εννέα (9) τύπους δεδομένων υγείας χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα αισθητήρων ηλεκτρονικής υγείας για το Arduino και το Raspberry Pi. (Ghosh et al., 2016) Αυτό μπορεί να μειώσει το κόστος της παρακολούθησης της υγείας και επίσης το χώρο του δωματίου. Αναπτύχθηκε λοιπόν ένα σύστημα για τη διοίκηση του νοσοκομείου ώστε να μοιράζεται τις πληροφορίες στις μονάδες υγείας και στους κηδεμόνες για την απομακρυσμένη παρακολούθηση μέσω του διαδικτύου. Για να γίνει

αυτό, οι πληροφορίες για την κατάσταση της υγείας των ασθενών πρέπει να αποθηκεύονται στο σύννεφο (cloud). Για τα θέματα ασφάλειας, το μοντέλο αυτό διαθέτει σύστημα ελέγχου ταυτότητας χρήστη βάσει ρόλων (εξατομικευμένο) για την πρόσβαση στις πληροφορίες. (Ferraiolo & Kuhn DR., 2009)

Ο σκοπός του μοντέλου συστήματος είναι:

α) Ροή εργασιών ολόκληρου του συστήματος:

Μία ροή εργασίας για την επεξεργασία των ασθενών πληροφοριών για την υγεία και την κατάσταση του περιβάλλοντος, την αποθήκευση πληροφοριών στη βάση δεδομένων. Με βάση τα αποθηκευμένα δεδομένα η μονάδα παρακολούθησης της υγείας μπορεί να λάβει απόφαση για έναν ασθενή, καθώς και ο κηδεμόνας του μπορεί να λάβει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τον ασθενή του.

β) Ενσωμάτωση των τεχνολογιών:

Ένα πρωτότυπο σύστημα για τη μονάδα παρακολούθησης της υγείας με τη βοήθεια του IoT που σχετίζονται με τον αισθητήρα e-Health V2 για τη μέτρηση πληροφοριών για την υγεία των ασθενών, το οποίο διασυνδέεται με το Arduino, την ασπίδα αισθητήρων Phidgets για τη μέτρηση του περιβάλλοντος κατάσταση, την αποθήκευση δεδομένων και μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία αναπτύχθηκε με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού PHP για την απομακρυσμένη προβολή της κατάστασης των ασθενών. Αυτό συμβάλει στην μεγιστοποίηση της συλλογής των δεδομένων υγείας, κάθε φορά, μέσω του Arduino και στην αποστολή τους στο διακομιστή, το μέγιστο 273 από τα δεδομένα υγείας ταυτόχρονα από το Arduino στον διακομιστή.

Στο τεχνικό τμήμα του ως άνω μοντέλου συστήματος παρακολούθησης ασθενών μέσω IoT περιλαμβάνεται:

i. Κιτ διεπαφής Phidgets

Το κιτ διασύνδεσης Phidgets λαμβάνει αναλογική είσοδο, η οποία μπορεί να μετρήσει τα συνεχή μεγέθη όπως θερμοκρασία, υγρασία, θέση, πίεση κ.λπ. Αυτό το κιτ επιτρέπει εκτεταμένη ποικιλία αισθητήρων που μπορούν να συνδεθούν απευθείας με αυτό το κιτ χρησιμοποιώντας το καλώδιο που περιλαμβάνεται με τον αισθητήρα. (Ghosh et al., 2016)

ii. Κιτ ασπίδας αισθητήρων E-Health

Η ασπίδα αισθητήρων ηλεκτρονικής υγείας εγκρίνει τους χρήστες Arduino και Raspberry Pi για την πρόκληση βιομετρικών και ιατρικών εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της κατάστασης της υγείας μέσω της χρήσης διαφόρων αισθητήρων. Όλες αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση, σε πραγματικό χρόνο, της κατάστασης ενός ασθενούς ή για τη λήψη αισθητηριακών δεδομένων προκειμένου να αναλυθούν στη συνέχεια για ιατρική διάγνωση.

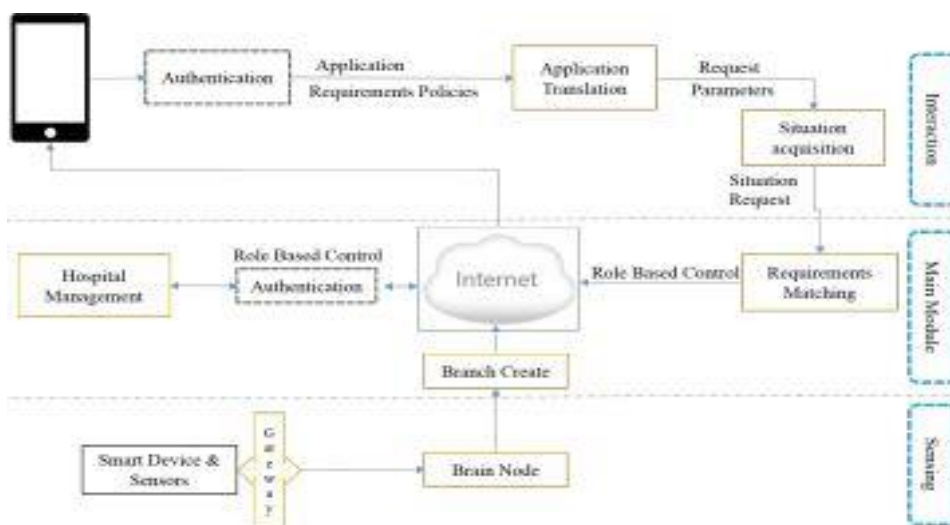
Τέλος, οι βιομετρικές πληροφορίες που συλλέγονται από αυτό το κιτ μπορούν να σταλούν ασύρματα χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε από τις 6 διαθέσιμες επιλογές συνδεσιμότητας Wi-Fi, 3G, GPRS, Bluetooth, 802.15.4 και Zigbee ανάλογα με την εφαρμογή. Το κιτ E-Health Sensor Shield επιτρέπει τη διασύνδεση με το Arduino και την πλακέτα RasperBerry για την επικοινωνία με τον προσωπικό υπολογιστή. (Ghosh et al., 2016)

iii. Arduino UNO

Το Arduino UNO είναι ένας μικροελεγκτής που βασίζεται στο ATmega328. Για να υποστηριχθεί ως μικροελεγκτής περιέχει όλα όσα χρειάζεται. Έτσι, διαθέτει 6 αναλογικές εισόδους, 14 ακίδες ψηφιακής εισόδου/εξόδου, κεραμικό αντηχείο 16 MHz, απλή σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας και κουμπί επαναφοράς. Απλά ο μικροελεγκτής για να ξεκινήσει, μπορεί να συνδεθεί σε έναν υπολογιστή με ένα καλώδιο USB ή με έναν προσαρμογέα εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές ρεύμα ή μπαταρία.

iv. Αρχιτεκτονική συστήματος

Το προτεινόμενο σύστημα παρακολούθησης της υγείας περιλαμβάνει ασθενείς, μονάδα παρακολούθησης της υγείας, νέφος για την αποθήκευση δεδομένων και φύλακες με τη βοήθεια ορισμένων μονάδων υλικού, διαφόρων αισθητήρων και συσκευών με σύνδεση στο διαδίκτυο. Η λειτουργικότητα του συστήματος χωρίζεται σε τρεις ενότητες: α) ανίχνευση β) κύρια μονάδα και γ) αλληλεπίδραση. Συγκεκριμένα, η μονάδα ανίχνευσης είναι για την ανίχνευση της κατάστασης του ασθενούς, η κύρια μονάδα είναι για τη συλλογή δεδομένων από τη μονάδα ανίχνευσης και για την αποθήκευση δεδομένων στο cloud και τέλος είναι η αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα μέσω της μονάδας αλληλεπίδρασης.



Σχήμα 3: Αρχιτεκτονική συστήματος με IoT

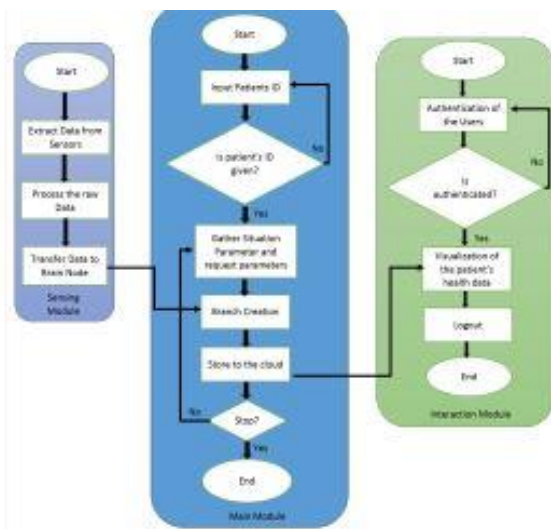
Πηγή: (Ghosh et al., 2016)

ν. Διάγραμμα ροής συστήματος

Υπάρχουν τρεις ενότητες στο εν λόγω σύστημα, όπως προαναφέρθηκε. Κατά την έναρξη της κύριας ενότητας, το σύστημα παρακολούθησης συλλέγει τα δεδομένα μέσω του εγκεφαλικού κόμβου. Εάν προηγουμένως έχει δοθεί ένα αναγνωριστικό ασθενούς, τότε το σύστημα δημιουργεί κλάδο και αποθηκεύει τα δεδομένα στο cloud, εάν όχι, τότε το σύστημα περιμένει τυχαία την εισαγωγή του αναγνωριστικού του ασθενούς για το οποίο τα δεδομένα θα αποθηκευτούν στο

cloud. Εν τω μεταξύ, εάν δοθεί η εντολή "stop", τότε το σύστημα θα φτάσει στο τέλος και θα σταματήσει την αποθήκευση δεδομένων στη βάση δεδομένων.

Σημειώνεται δε, ότι στην ενότητα αλληλεπίδρασης μόνο ένας πιστοποιημένος χρήστης θα είναι σε θέση να δει τις πληροφορίες του ασθενούς του. Αυτή η ενότητα έχει άμεση πρόσβαση στα δεδομένα από το σύννεφο (cloud). Εάν τερματίσει τη συνεδρία του, θα πρέπει να επαληθεύσει και πάλι την αλληλεπίδραση με το σύστημα.



Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής πλήρους συστήματος

Πηγή: (Ghosh et al., 2016)

Για τη δοκιμή της λειτουργικότητας, το πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε σε ασθενείς. Όπως φαίνεται στην εικόνα 1 & 2 αντίστοιχα, οι αισθητήρες ΗΚΓ πρέπει να εγκατασταθούν σε οποιαδήποτε θέση του σώματος, η οποία θα σχηματίσει ένα τρίγωνο με το ηλεκτρόδιο της σε όλες τις κατευθύνσεις της καρδιάς για τη μέτρηση των ηλεκτρικών και μυϊκών λειτουργιών της καρδιάς μέσω της καρδιακής θέσης V1 έως V5.

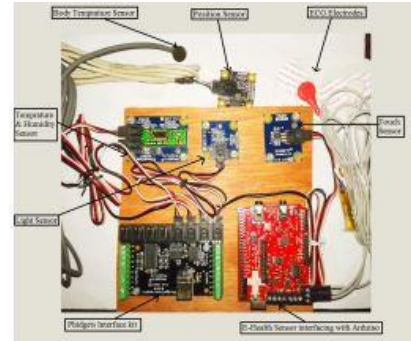
Από την άλλη, ο αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος πρέπει να διατηρεί επαφή με το δέρμα του ασθενούς για να προσδιορίζει το επίπεδο θερμοκρασίας, εκτός από το επιταχυνσιόμετρο που πρέπει να συνδέεται με τον ασθενή για να προσδιορίζει αν ο ασθενής κάθετα ή ξαπλώνει ή πέφτει κάτω. Επίσης, υπάρχει αισθητήρας αφής που χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει αν ο ασθενής χρησιμοποιεί τη μονάδα ή όχι. Οι αισθητήρες περιβάλλοντος πρέπει απλώς να διατηρούνται στο

εσωτερικό του δωματίου για να αναπαριστούν την κατάσταση του περιβάλλοντος, ώστε να γίνει κατανοητό σε ποιο περιβάλλον διαμένει ο ασθενής, καθώς το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο για τους ασθενείς.



Εικόνα 2: Δραστηριότητα του ασθενούς με το σύστημα

Πηγή: (Ghosh et al., 2016)



Εικόνα 1: Εφαρμογή της μονάδας αισθητήρων

Πηγή: (Ghosh et al., 2016)

Γ. Μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Modani B. κ.ά. (2021) και παρουσιάστηκε στα πρακτικά του πέμπτου διεθνούς συνεδρίου I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), προτείνει ένα σύστημα που αποτελείται από διάφορους αισθητήρες που ονομάζονται: α) αισθητήρας καρδιακού ρυθμού (HR), β) αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος (BT) και γ) αισθητήρας SPO2 MAX30100. Το προτεινόμενο αποτέλεσμα αυτής της μελέτης είναι η ανάπτυξη μιας μεθόδου που διευκολύνει τους γιατρούς και το ιατρικό προσωπικό των νοσοκομείων στην παρακολούθηση των ασθενών σε πραγματικό χρόνο, ιδίως σε γενικούς θαλάμους όπου ο αριθμός των ασθενών είναι μεγάλος.

Αυτό το σύστημα θα είναι έξυπνο (smart device) ώστε να στέλνει τα δεδομένα στο ιατρικό προσωπικό σε φωνητική μορφή όταν ο γιατρός ζητά την κατάσταση της υγείας συγκεκριμένου ασθενούς και στέλνει ειδοποιήσεις σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ένα φωνητικά ελεγχόμενο έξυπνο σύστημα αισθητήρων υγείας που χρησιμοποιεί Node MCU και αισθητήρες. Το NodeMCU (Node Microcontroller Unit) είναι μία πλήρως λειτουργική πλατφόρμα ανάπτυξης υλικού και λογισμικού που βασίζεται στο ESP8266, ένα χαμηλού κόστους System-on-a-Chip (SoC). (Khunt & Prabu, 2018) Διαθέτει ψηφιακούς και αναλογικούς ακροδέκτες για τη σύνδεση συσκευών ή αισθητήρων.

Στα αρχεία του ασθενούς μπορεί μόνο το ιατρικό προσωπικό να έχει πρόσβαση, τα οποία αποθηκεύονται σε μια βάση πυρός και προβάλλονται μέσω ενός δικτυακού τόπου ή μιας εφαρμογής android. Μπορούν επίσης να λαμβάνουν τα δεδομένα στο κινητό τους, δίνοντας απλώς μια φωνητική εντολή από οπουδήποτε. Χρησιμοποιώντας το NodeMCU όπως διαφαίνεται στην εικόνα 3, παρουσιάστηκε μια πλήρη και χαμηλού κόστους μεθοδολογία για το σύστημα. (Modani et al., 2021)

1. NODEMCU- ESP8266

Η μονάδα μικροελεγκτή κόμβου (NodeMCU) είναι ένα πλαίσιο εφαρμογών IoT χαμηλού κόστους που είναι πλήρως προσβάσιμο. Πρόκειται για ένα φόρουμ τεχνολογίας υλικού και λογισμικού που βασίζεται στο ESP8266. Το ESP8266 είναι ένας μικροελεγκτής με δυνατότητα Wi-Fi capability. Η Espressif Systems ανέπτυξε και παρήγαγε το ESP8266. Η NodeMCU διατίθεται σε διάφορα μεγέθη και στυλ στην αγορά. Αποτελείται από 17 ακίδες GPIO στην πλακέτα που μπορούν να διαμορφωθούν ανάλογα με τις ανάγκες μας. Το NodeMCU ESP8266 έχει αποδειχθεί ως πρωτοποριακή καινοτομία στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.



Εικόνα 3: Μονάδα μικροελεγκτή κόμβου – NodeMCU

Πηγή: (Modani et al., 2021)

2. Αισθητήρας καρδιακού παλμού (αισθητήρας παλμών)

Ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να είναι πραγματικά χρήσιμος ειδικά για τους ασθενείς σε νοσοκομεία, καθώς χρειάζονται συνεχή παρακολούθηση του καρδιακού τους ρυθμού. Ο

αισθητήρας παλμών είναι ένας καλά σχεδιασμένος αισθητήρας "plug and play" για τον καρδιακό παλμό. Αυτός, όπως διαφαίνεται στην εικόνα 4, προσαρμόζεται στο λοβό του αυτιού ή στο άκρο του δακτύλου και συνδέεται στο NodeMCU χρησιμοποιώντας καλώδια βραχυκύκλωσης. Λειτουργεί με ρεύμα 4mA σε 5V.



Εικόνα 4: Αισθητήρας καρδιακών παλμών

Πηγή: (Modani et al., 2021)

3. Αισθητήρας/παλμικό οξύμετρο SP02 MAX30100

Ο αισθητήρας MAX30100, όπως αυτός διαφαίνεται στην εικόνα 5, ενσωματώνει ένα παλμικό οξύμετρο και έναν ανιχνευτή καρδιακών παλμών σε μία μονάδα. Λειτουργεί με τροφοδοτικά 1,8V-3,3V και μπορεί να απενεργοποιηθεί μέσω της εφαρμογής με ελάχιστη εφεδρική ισχύ, επιτρέποντας στο τροφοδοτικό να παραμείνει συνδεδεμένο σε όλα τα σημεία.



Εικόνα 5: Αισθητήρας/παλμικό οξύμετρο SP02 MAX30100

Πηγή: (Modani et al., 2021)

4. Αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος

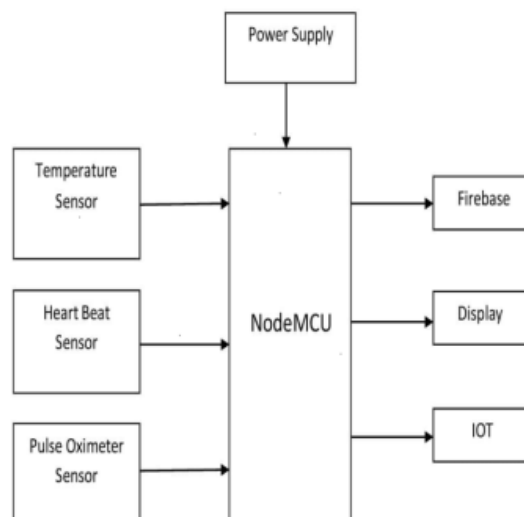
Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας MAX30205, όπως αυτός διαφαίνεται στην εικόνα 6. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας MAX30205 παρακολουθεί αξιόπιστα τη θερμοκρασία του σώματος και εκδίδει ειδοποίηση αν κάτι δεν πάει καλά. Χρησιμοποιώντας έναν αναλογικό σε ψηφιακό μετασχηματιστή υψηλής ανάλυσης, το σύστημα αυτό μετατρέπει τις μετρήσεις θερμοκρασίας σε ψηφιακή μορφή (ADC). Το εύρος τάσης αυτού του αισθητήρα είναι 2,7V έως 3,3V. Το σύστημα αυτό διατίθεται σε κιτ TDFN 8 ακίδων με εύρος θερμοκρασίας από 0 έως 50 βαθμούς Κελσίου.



Εικόνα 6: Αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος

Πηγή: (Modani et al., 2021)

5. Αρχιτεκτονική του συστήματος σχηματικά



Σχήμα 5: Αρχιτεκτονική του συστήματος

Πηγή: (Modani et al., 2021)

Ο αισθητήρας παλμών διαθέτει τρεις ακροδέκτες: α) Vcc, β) GND και γ) ακροδέκτη σήματος. Ο αισθητήρας παλμού, ο αισθητήρας SP02 και ο αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος συνδέονται με το NodeMCU μέσω καλωδίων βραχυκυκλώματος. Το NodeMCU τροφοδοτείται μέσω μιας τράπεζας ισχύος ή μιας θύρας USB φορητού υπολογιστή. Για τον προγραμματισμό του NodeMCU χρησιμοποιείται το Arduino IDE. Για να λειτουργήσει το NodeMCU χρειάζεται μια σύνδεση Wi-Fi και τις λεπτομέρειες του Wi-Fi SSID, του κωδικού πρόσβασης που δίνονται στο ίδιο το πρόγραμμα. Μετά τη ρύθμιση με συσκευές υλικού θα ρυθμιστεί η βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου Firebase. Η Firebase είναι μία διαδικτυακή βάση δεδομένων ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση τιμών στο σύννεφο. Δημιουργείται ένα έργο στο Firebase στη ρύθμιση της βάσης δεδομένων πραγματικού χρόνου και αντιγράφεται ο σύνδεσμος της βάσης δεδομένων και το μυστικό κλειδί. Αυτά τα δύο firebase link και Secret key πρέπει να εισαχθούν στο πρόγραμμα του NodeMCU.

Στο δεύτερο μέρος του έργου είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής ή η χρήση μιας προϋπάρχουσας εφαρμογής ανοικτού κώδικα για τη λήψη δεδομένων από τη βάση δεδομένων Firebase. Έτσι, αυτή η εφαρμογή έχει 3 κύριες δραστηριότητες: η μία είναι η λήψη δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και η εμφάνισή τους στην οθόνη, η δεύτερη σε οποιαδήποτε φωνητική εντολή όπως "Μπορείς να μου δώσεις κλινική εικόνα του ασθενούς " και απαντάει πίσω με τη μορφή τιμολογίου δεδομένων σε πραγματικό χρόνο της εξόδου, δηλαδή "Ο καρδιακός χτύπος είναι 72 bpm, SpO2 είναι 0.91% και θερμοκρασία σώματος είναι 97.8°".

Τρίτο και πιο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ο συναγερμός / ειδοποίηση κατά τη διάρκεια των ανωμαλιών του σώματος του ασθενούς, ενώ δε όπου υπάρχει διαφορά στον καρδιακό ρυθμό και στο SPO2, η εφαρμογή χτυπά ένα συναγερμό ή ειδοποίηση για τις ανωμαλίες αυτές.

Ο γιατρός λοιπόν ή το υγειονομικό προσωπικό μπορεί να ελέγχει τα σημαντικά ζωτικά σημεία του σώματος οποιουδήποτε ασθενούς ανά πάσα στιγμή, ενώ κάθεται στην καμπίνα του. Σημειώνεται δε ότι δεν χρειάζεται αυτά να μετακινούνται συχνά στον ασθενή για να ελέγχουν την κατάσταση της υγείας του, αρκεί να το ζητήσουν, χρησιμοποιώντας το έξυπνο τηλέφωνό τους,- και τα δεδομένα του ασθενούς- θα τους παραδοθούν σε φωνητική μορφή.

Η συσκευή θα δίνει επίσης ειδοποιήσεις σε περίπτωση έκτακτης ιατρικής ανάγκης ή όταν υπάρχουν κατώτατες αλλαγές στις παραμέτρους υγείας. Οι γιατροί μπορούν να λαμβάνουν τα δεδομένα υγείας του ασθενούς ακόμη και από απομακρυσμένη τοποθεσία, καθώς πρόκειται για

ένα πρωτότυπο σύστημα που παρουσιάζει τιμές σχεδόν σε πραγματικό χρόνο για τις διάφορες ζωτικές λειτουργίες υγείας του ασθενούς.

Συμπερασματικά, το Διαδίκτυο έχει καταστήσει αυτόν τον κόσμο σε μία παγκόσμια πόλη και ένα διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), επιτρέποντας σε μια σειρά από συσκευές και αντικείμενα να συλλέγουν και να επεξεργάζονται δεδομένα για διάφορες χρήσεις. Στην αποδυνάμωση των φυσικών δομών του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), τα έξυπνα αντικείμενα γίνονται ένα οριστικό κτίριο. Το IoT έχει ποικίλες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της κοινωνικής ασφάλειας. Η αλληλογραφία των ανθρώπινων υπηρεσιών που χρησιμοποιεί την τεχνική του IoT προσαρμόζεται ώστε να επιτευχθούν οι θεραπευτικές παράμετροι στις κοντινές και απομακρυσμένες ζώνες.

Στο παρόν κεφάλαιο, έγινε μνεία κάποιων συστημάτων παρακολούθησης της υγειονομικής περίθαλψης απομακρυσμένα με τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας πληροφοριών και νέων εξελίξεων στις επικοινωνίες και την τεχνολογία τηλεφυσιολογικών μετρήσεων με την βοήθεια του διαδικτύου των πραγμάτων.

Το πλαίσιο απομακρυσμένων υπηρεσιών παροχών προβλέπει τις "ελεύθερες αρχές πρόνοιας" και τις "απομακρυσμένες μακροχρόνιες διοικήσεις ανθρώπινων υπηρεσιών" μέσω ενός ολόκληρου εργαλείου εργασίας "απομακρυσμένου σταδίου δεδομένων κοινωνικής ασφάλισης" που διέπεται σε συντονισμένο τερματικό προγραμματισμό και βελτιωμένων ενοτήτων κοινωνικής ασφάλισης. Αυτό θα ενθαρρύνει την ιατρική κοινότητα παρακολουθώντας καλύτερα το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται από διάφορους αισθητήρες αποθηκεύονται σε έναν τοπικό διακομιστή που συνδέει τους ανθρώπους, τους γιατρούς και τους επαγγελματίες με τις κατάλληλες πληροφορίες τη στιγμή της έκτακτης ανάγκης. Με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή με ένα εξελιγμένο και έξυπνο σύστημα (smart system) υγειονομικής περίθαλψης θα μπορούσε να αυξηθεί η διαθεσιμότητα, η παραγωγικότητα και να μειωθεί το λειτουργικό κόστος, παγκοσμίως, στην ιατρική κοινότητα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η ψυχική ηρεμία και η ασφάλεια των ασθενών από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. (Abdulameer et al., 2020)

2.1.1 Η αναγκαιότητα χρήσης IoT στον τομέα της υγείας

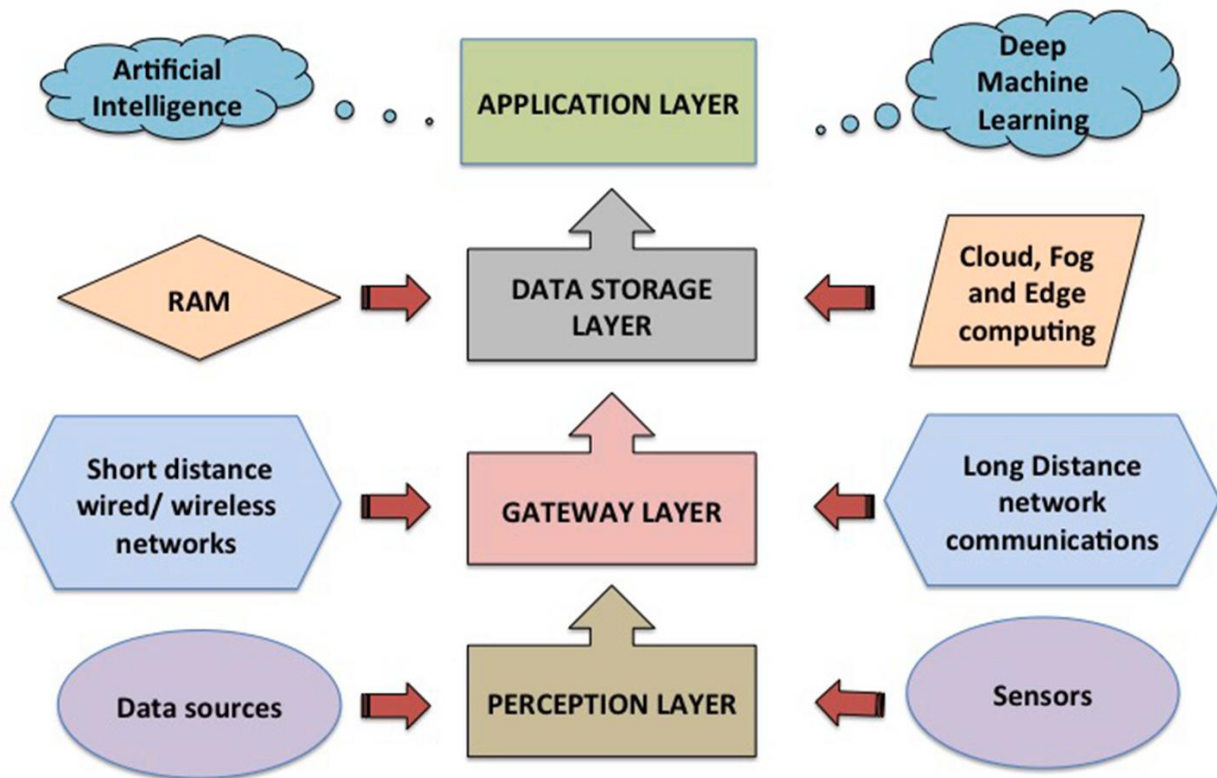
Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (εφεξής IoT – Internet of Things) τεχνικά περιλαμβάνει τη βελτιστοποίηση της ανταλλαγής δεδομένων και αποθήκευσης των πληροφοριών σε έναν ασφαλή διακομιστή νέφους απ' όπου οι διασυνδεδεμένες υπολογιστικές συσκευές σχηματίζουν ένα δίκτυο για να μοιράζονται δεδομένα και να επικοινωνούν μέσω του διακομιστή. Στον τομέα της ιατρικής περίθαλψης, απλά πράγματα/συσκευές τα κατέστησαν "έξυπνα" με την ενσωμάτωση λογισμικού που βοηθάει στην ενημέρωση της υπάρχουσας λειτουργικότητά τους με νέα χαρακτηριστικά ή/και επιτρέπουν νέες λειτουργίες/εφαρμογές.

Συγκεκριμένα, το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of Medical Things – εφεξής IoMT) επιτρέπει την εξ αποστάσεως παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη θεραπεία των ασθενών μέσω της τηλεϊατρικής, έχει προσαρμοστεί δε με επιτυχία τόσο από τους φροντιστές ή τους παρόχους υγείας όσο και από τους ασθενείς. Οι έξυπνες συσκευές με βάση το IoMT έχουν αντίκτυπο με ραγδαίο ρυθμό παντού, ιδίως στην παγκόσμια κατάσταση πανδημίας. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το τεράστιο μέγεθος των αναγκών, η υγειονομική περίθαλψη προβλέπεται ως ο πιο δύσκολος τομέας για την IoMT.

Σύμφωνα με μία συστηματική ανασκόπηση των Dwivedi R., κ.ά. (2022) αναδύεται ο καθοριστικός ρόλος των εφαρμογών IoMT στη βελτίωση του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης και αναλύεται η κατάσταση των ερευνητικών εφαρμογών που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των οφελών της IoMT για τον ασθενή και το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. (Dwivedi et al., 2022)

Τι χρειάζεται το IoMT για να λειτουργήσει;

Το IoMT, το οποίο φέρει επανάσταση στον τομέα της υγείας θα πρέπει να λειτουργεί υπό κάποιες προϋποθέσεις. Παρακάτω ακολουθεί σχηματικά η δομή ενός λειτουργικού έξυπνου συστήματος IoMT, όπου τα περισσότερα από αυτά ακολουθούν κύρια επίπεδα/στρώματα με ενσωματωμένες διαφορετικές τεχνολογίες, συσκευές, αισθητήρες και συστήματα διασυνδεδεμένα μέσω ηλεκτρικής-ηλεκτρονικής και ενσύρματης ή ασύρματης σύνδεσης. (Lin YH, 2019; Silva BN et al., 2018)



Σχήμα 6: Η δομή και η λειτουργικότητα κάθε στρώματος IoMT

Πηγή: (Dwivedi et al., 2022)

1. Σύστημα αισθητήρων για τη συλλογή δεδομένων-Στρώμα αντίληψης

Το στρώμα αντίληψης αποτελεί το χαμηλότερο στρώμα του IoMT και περιλαμβάνει πηγές δεδομένων όπως έξυπνα αντικείμενα, συσκευές παρακολούθησης, κινητές εφαρμογές που είναι ενσωματωμένες με αισθητήρες όπως αισθητήρες υπέρυθρων, ιατρικούς αισθητήρες, αισθητήρες έξυπνων συσκευών, κάμερες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID) και παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS). Τα συστήματα αυτά ανίχνευσης αντιλαμβάνονται την αλλαγή του περιβάλλοντος και είναι σε θέση να αναγνωρίσουν την ακριβή τοποθεσία του αντικειμένου με δημογραφικά στοιχεία, το μέγεθος κ.α. μετατρέποντας τις πληροφορίες σε ψηφιακά σήματα με τη βοήθεια ισχυρής, ενσύρματης ή ασύρματης υποδομής μετάδοσης δικτύου που λειτουργεί ως μέσο μεταφοράς υψηλής απόδοσης. Τέλος, μπορούν να αποθηκεύουν και να απομνημονεύουν τα δεδομένα για μελλοντική αναφορά. (Sethi P & Sarangi SR, 2017)

2. Στρώμα πύλης

Το στρώμα πύλης, το οποίο δημιουργείται μέσω δικτύων επικοινωνίας και αποθήκευσης πληροφοριών (τοπικά ή κεντρικά), απαιτείται, ώστε να μπορούν οι αισθητήρες να συνδεθούν. Η μεταξύ τους επικοινωνία μπορεί να επιτευχθεί σε διάφορες συχνότητες μικρής εμβέλειας, όπως RFID, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi χαμηλής ισχύος και κινητές επικοινωνίες ή μεγάλης εμβέλειας, όπως υπολογιστικό νέφος, αλυσίδα μπλοκ κ.λπ.

Τα δίκτυα μπορεί να είναι είτε δίκτυα προσωπικής περιοχής (PAN) όπως το ZigBee, το Bluetooth και το Ultra Wideband (UWB) είτε τοπικά δίκτυα (LAN), Ethernet και σύνδεση Wi-Fi. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN), όπως το παγκόσμιο σύστημα κινητής επικοινωνίας (GSM) που δεν απαιτούν συνδεσιμότητα, αλλά χρησιμοποιούν backend διακομιστές/εφαρμογές και ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) με δυνατότητα να κάνουν host μεγάλο αριθμό κόμβων αισθητήρων, βοηθώντας σε ορισμένους αισθητήρες που απαιτούν συνδεσιμότητα χαμηλής ισχύος και χαμηλού ρυθμού δεδομένων. Το πλέον δυναμικό δίκτυο επικοινωνίας μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη των εφαρμογών IoMT για την υγειονομική περίθαλψη (Li S et al., 2018) και να αναδειχθεί ως κατακόμβη του συστήματος.

Οι πύλες αυτές μπορεί να είναι:

α) η Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), η οποία έχει μικροτσιπ και κεραία ικανή να αναγνωρίζει μία συγκεκριμένη συσκευή που υπάρχει στο περιβάλλον, ενώ μπορεί να μεταδίδει ή να λαμβάνει δεδομένα ως ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (EPC) με την βοήθεια των ραδιοκυμάτων και να επικοινωνεί με την ετικέτα,

β) το Bluetooth, το οποίο αποτελεί μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας μικρής απόστασης (σε ακτίνα 100 μέτρων) μεταξύ δύο ή περισσότερων συσκευών που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα UHF (υπερυψηλής συχνότητας $\approx 2,4$ GHz) για τη δημιουργία μιας πιστοποιημένης, κρυπτογραφημένης και χαμηλής παρεμβολής σύνδεσης για την προστατευμένη μετάδοση δεδομένων,

γ) το Zigbee, το οποίο διαθέτει τοπολογία δικτύου πλέγματος για μία αδιάλειπτη σύνδεση μεταξύ ιατρικών συσκευών και τη μετάδοση δεδομένων. Αυτό εξασφαλίζει ότι η μετάδοση δεδομένων συνεχίζεται ακόμη και όταν ορισμένες από τις συσκευές λειτουργούν μη επαρκώς, περιλαμβάνει δε δρομολογητές, τελικούς κόμβους και κέντρο επεξεργασίας που επιτρέπουν την ανάλυση και τη συγκέντρωση δεδομένων,

δ) η επικοινωνία κοντινού πεδίου (NFC). Το NFC είναι μια αποτελεσματική, εύκολα λειτουργική πύλη επικοινωνίας πολύ μικρής εμβέλειας, με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή μεταξύ των κεραίων δύο βρόχων που τοποθετούνται σε προσέγγιση η μία με την άλλη και λειτουργεί είτε ενεργά (ταυτόχρονη παραγωγή ραδιοσυχνότητας και μετάδοση δεδομένων χωρίς ζεύξη) είτε παθητικά (η ραδιοσυχνότητα παράγεται μόνο από μία συσκευή και η άλλη συσκευή γίνεται δέκτης),

ε) το Wi-Fi είναι ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN), το οποίο έχει μεγάλη εμβέλεια μετάδοσης και ομοιάζει με το πρότυπο IEEE 802.11 και είναι ένας κοινός τρόπος πύλης που χρησιμοποιείται στα νοσοκομεία λόγω της ταχείας και αποδοτικής ικανότητας δημιουργίας δικτύου, της βελτιωμένης συμβατότητας έξυπνων τηλεφώνων και της πρόβλεψης για την υποστήριξη αυστηρού ελέγχου και ασφάλειας,

στ) ο δορυφόρος με την δορυφορική επικοινωνία είναι χρήσιμη σε απομακρυσμένες γεωγραφικές περιοχές όπου άλλοι τρόποι επικοινωνίας δεν μπορούν να λειτουργήσουν. Ο δορυφόρος μπορεί να ενισχύσει τα σήματα που λαμβάνονται και επιτρέπουν την ταχύτερη μεταφορά δεδομένων και την άμεση πρόσβαση στην ευρυζωνικότητα. (Darwish A et al., 2017; Pradhan B et al., 2021)

3. Στρώμα υπηρεσιών διαχείρισης/υποστήριξης εφαρμογών

Για την εξαγωγή πληροφοριών απαιτείται η επεξεργασία τεράστιου όγκου δεδομένων μέσω του στρώματος υπηρεσιών διαχείρισης ή υποστήριξης εφαρμογών, οι οποίες μπορούν γρήγορα να αναλύσουν, να ελέγξουν την ασφάλεια και να διαχειριστούν τις συσκευές. Το στρώμα αυτό υπηρεσιών διαχείρισης/υποστήριξης εφαρμογών δίνει τη δυνατότητα της διαχείρισης τόσο των χρηστών όσο και της διαχείρισης και ανάλυσης δεδομένων.

Σημαντικό ρόλο παίζει η ανάλυση μνήμης, όπου βοηθά, αν και προσωρινά, στην αποθήκευση πολύ μεγάλου όγκου δεδομένων σε μορφή RAM (μνήμη τυχαίας προσπέλασης) με σκοπό την επιτάχυνση της λήψης αποφάσεων και φυσικά της μείωσης αναζήτησης δεδομένων μέσω των streaming analytics (ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο).

Τα δεδομένα που επικοινωνούν μεταξύ τους μπορούν να αποθηκευτούν τοπικά ή κεντρικά σε ένα διακομιστή νέφους. Ο κεντρικός υπολογιστής με βάση το νέφος είναι τεράστιος σε όγκο, αλλά ευέλικτος και επεκτάσιμος. Επίσης, μπορεί να υποστηρίξει την απόκτηση δεδομένων, όπως τα εντατικά ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία (EMR) από πύλες ασθενών, συσκευές IoMT και αποθήκες εφαρμογών των (app stores) smartphone διαβιβάζοντάς τα στο σύννεφο για την υποστήριξη της

λήψης αποφάσεων σχετικά με τις θεραπευτικές στρατηγικές. (Gulshan et al., 2016; Dang LM et al., 2019)

4. Στρώμα εφαρμογής/υπηρεσίας

Η βασική λειτουργία του στρώματος εφαρμογής είναι να "διαβάζει" και να "καταλαβαίνει" τα δεδομένα και η παροχή υπηρεσιών συγκεκριμένης εφαρμογής. Το στρώμα εφαρμογής χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη (TN) και βαθιά μηχανική μάθηση (machine learning) για την ερμηνεία των δεδομένων του EMR και την παρακολούθηση των τάσεων και των αλλαγών στα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί μέσω διαφόρων ημερήσιων/εβδομαδιαίων διαγραμμάτων για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις δυνατότητες διάγνωσης/θεραπείας.

Οι διάφορες επιστημονικές εφαρμογές, πέραν των βασικών λειτουργιών ανάλυσης εικόνας, αναγνώρισης κειμένου και επεξεργασίας γλώσσας, συμπεριλαμβάνουν εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης, όπως ο σχεδιασμός δραστηριότητας φαρμάκων, η πρόβλεψη κινδύνου και η έκφραση γονιδιακών μεταλλάξεων, τα ιατρικά αποτελέσματα, η πρόταση διαχείρισης του διαβήτη και της ψυχικής υγείας και η πρόβλεψη της εξέλιξης της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας, της καρδιακής αρρυθμίας, της νόσου των οστών, της νόσου του Alzheimer και των καλό/κακό-ήθων όγκων. (Lee CY et al., 2018; Sarhaddi F et al., 2021; Gulshan et al., 2016; Li Het al., 2014; Mathews SM et al., 2018; Suk et al., 2014)

2.2 Σύστημα & εφαρμογές IoT για ιατρικά ζητήματα

Οι εφαρμογές IoT που είναι προσαρμοσμένες για την ηλεκτρονική υγεία φέρνουν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο τα άτομα αλληλεπιδρούν με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, παρέχοντας τόσο στους ασθενείς όσο και στους κλινικούς γιατρούς δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης και εξατομικευμένες παρεμβάσεις.

Από φορητές συσκευές που παρακολουθούν ζωτικά σημεία έως έξυπνους διανομείς χαπιών που διασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή, οι δυνατότητες φαίνονται απεριόριστες όσον αφορά την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας, της προσβασιμότητας και της ποιότητας των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης.

Αυτές οι λύσεις ηλεκτρονικής υγείας που βασίζονται στο IoT δεν περιορίζονται μόνο στις παραδοσιακές ρυθμίσεις υγειονομικής περίθαλψης- επεκτείνουν την εμβέλειά τους ώστε να περιλαμβάνουν την προληπτική φροντίδα, τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών, ακόμη και την υποστήριξη της ψυχικής υγείας.

Αξιοποιώντας τους αισθητήρες, την ασύρματη συνδεσιμότητα και την ανάλυση δεδομένων, οι εφαρμογές αυτές προσφέρουν μια ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση της ευεξίας, προωθώντας προληπτικές πρακτικές υγειονομικής περίθαλψης και δίνοντας τη δυνατότητα στα άτομα να αναλάβουν την ευθύνη της ευημερίας τους.

Καθώς το οικοσύστημα συνεχίζει να εξελίσσεται, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να διαχειριστούν αυτές τις πολυπλοκότητες για να διασφαλίσουν την ακεραιότητα, την εμπιστευτικότητα και τη δεοντολογική χρήση ευαίσθητων δεδομένων υγείας.

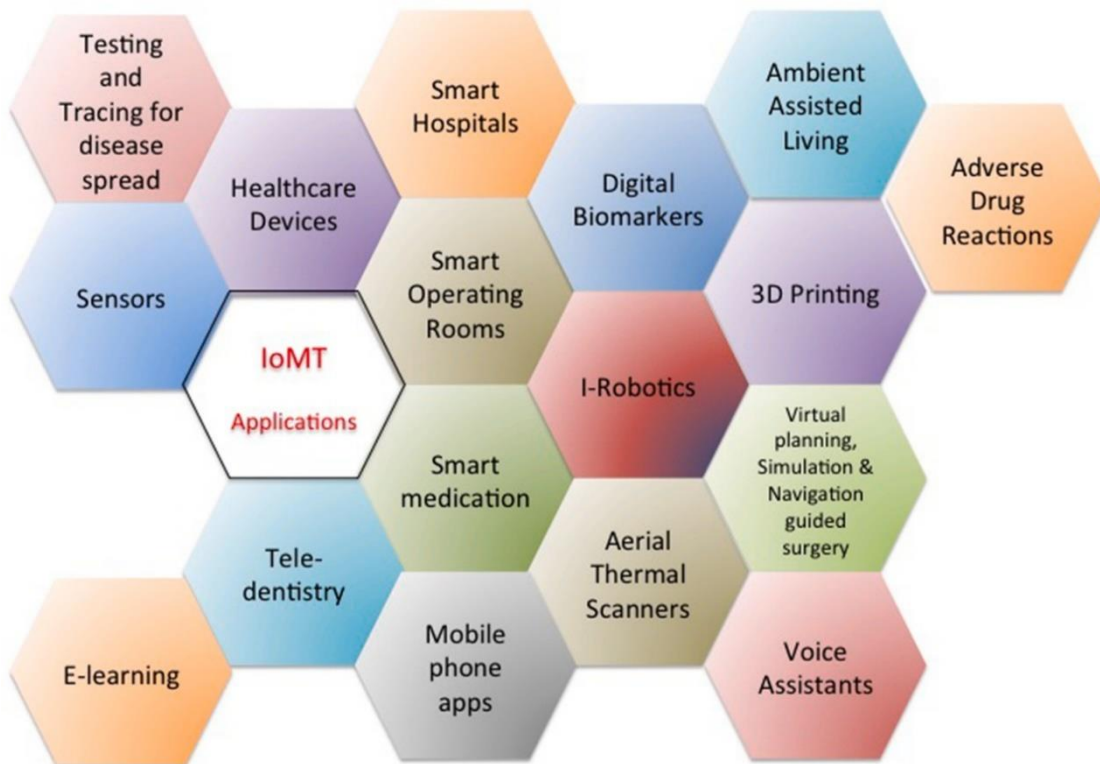
Σε αυτό το δυναμικό τοπίο, η σύγκλιση της τεχνολογίας IoT και της ηλεκτρονικής υγείας υπόσχεται πολλά για την αναδιαμόρφωση του μέλλοντος της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, προωθώντας μια νέα εποχή λύσεων υγειονομικής περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή, με γνώμονα τα δεδομένα και με ψηφιακές δυνατότητες.

Παρακάτω, θα περιγραφεί το σύστημα και οι λειτουργίες των έξυπνων συσκευών στον τομέα της υγείας.

Σύστημα που περικλείει έξυπνες συσκευές υγειονομικής περίθαλψης (IoMT):

Η αλλαγή της μορφής του παλαιότερου συστήματος υγειονομικής περίθαλψης σε ένα έξυπνο και εξατομικευμένο σύστημα αποδίδεται στην εμφάνιση νεότερων συσκευών με άξονα τις τεχνολογίες IoMT.

Μερικές από τις εφαρμογές της IoMT περιγράφονται παρακάτω στο σχήμα 7:



Σχήμα 7: Εφαρμογές της IoMT

Πηγή: (Dwivedi et al., 2022)

Δοκιμές και εντοπισμός για την εξάπλωση ασθένειας

Η βασική πρόκληση για τον έλεγχο της εξάπλωσης των ασθενειών σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά κυρίως η επιβράδυνση εξάπλωσής της, αποτελεί η δοκιμή και η ανίχνευση της νόσου. Μέσω διαφόρων συσκευών IoMT μπορούν να εντοπιστούν τα άτομα που φέρουν μία νόσο (με εντοπισμό πραγματικής θέσης) και να μελετηθεί (σε πραγματικό χρόνο) η πιθανότητα εξάπλωσης της.

Οι συσκευές δοκιμών point-of-care (POCT), οι οποίες βασίζονται στο IoMT βοηθούν τους εμπειρογνώμονες υγείας να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικότερα μολυσματικές ασθένειες, όπως η μαλάρια, ο δάγκειος πυρετός, η γρίπη Α (H1N1), ο ιός των ανθρώπινων θηλωμάτων (HPV), η νόσος του ιού Έμπολα (EVD), ο ιός Ζίκα (ZIKV) και ο κοροναϊός (COVID-19).

Για παράδειγμα υπάρχει ένα πλαίσιο που μελετήθηκε και αναπτύχθηκε, βασισμένο στο IoMT το οποίο περιλαμβάνει πυκνό συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (DenseNet-121) και Residual Convolutional Neural Network (ResNet-34), (Bibi et al., 2020), για γρήγορη και ασφαλή έλεγχο

(σε πραγματικό χρόνο) διάγνωση και θεραπεία της λευχαιμίας με τη βοήθεια του υπολογιστικού νέφους. (Lee et al., 2018)

Αισθητήρες

Οι ιατρικές συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες (IoMT) μπορούν να ελέγχουν τις λοιμώξεις και να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση της υγείας των ασθενών που φέρουν συμπτώματα. Το IoMT πλαίσιο της συσκευής μπορεί να προσδιορίσει τον καρδιακό παλμό, τον βήχα, τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση οξυγόνου (SpO₂) του ασθενούς χρησιμοποιώντας προσαρμοσμένο αλγόριθμο. (Mukhtar H et al., 2021) Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την ειδοποίηση φυσικών και βιολογικών δραστηριοτήτων μπορεί να είναι αισθητήρες καρδιακής δραστηριότητας/ΕΚΓ, αναπνευστικοί αισθητήρες, οδοντιατρικοί αισθητήρες και αισθητήρες πτώσης ποδιών.

Για παράδειγμα, οι Kakria κ.α. (2015) χρησιμοποίησαν smartphone και φορητούς αισθητήρες για να προσδιορίσουν την παρακολούθηση της υγείας σε πραγματικό χρόνο για απομακρυσμένους καρδιοπαθείς. (Kakria P et al., 2015)

Η Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου της Ουάσινγκτον σε συνεργασία με τη Σχολή Μηχανικής και Εφαρμοσμένων Επιστημών ανέπτυξε βιολογικούς αισθητήρες ενσωματωμένους στην επένδυση των ούλων, για τη μέτρηση των συγκεκριμένων πεπτιδίων που δραστηριοποιούνται σε περιοδοντικές παθήσεις. Με την ανίχνευση συγκεκριμένων πεπτιδίων απώλειας οστού, οι συσκευές στέλνουν ειδοποίηση για να ειδοποιήσουν τόσο τον ασθενή όσο και τον ιατρό για την ταχύτερη δυνατή δράση. Παρομοίως, οι αισθητήρες ούλων μπορούν να αναλύουν δείγμα σάλιου και ουλικού υγρού για την ανίχνευση πρώιμων περιοδοντικών ασθενειών.

Οι αισθητήρες πίεσης με βάση το IoMT μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό αποτελεσματικής θεραπείας και αποκατάστασης σε ασθενείς με βρουξισμό. Τα προστατευτικά στόματος διαθέτουν αισθητήρες πίεσης που μπορούν να εντοπίσουν τις περιοχές των δοντιών που επηρεάζονται περισσότερο λόγω του σφίξιμου και του τριβής. Οι Sijobert κ.ά. (2021) ανέπτυξαν ένα σύστημα λειτουργικής ηλεκτρικής διέγερσης (FES) πολλαπλών καναλιών βασισμένο σε αισθητήρες για τον έλεγχο της άρθρωσης του γόνατος και της ασυμμετρίας φάσης στη βάδιση χρησιμοποιώντας αισθητήρες πτώσης/βάδισης ποδιών. (Sijobert et al., 2021) Ομοίως, οι Sakamoto

κ.ά. (2021) ανέπτυξαν αισθητήρα τάνυσης-παραμόρφωσης (STR) για την ανάλυση της κίνησης των ποδιών. (Sakamoto K et al., 2021)

Για τη διόρθωση της στάσης του σώματος, έχει αναπτυχθεί ένα άλλο σύστημα που περιλαμβάνει συνδυασμό έξυπνου κολιέ, φορητού υπολογιστή και smartphone. Ο φορητός υπολογιστής είναι εξοπλισμένος με κάμερα βάθους ικανή να αναγνωρίζει τα σημεία αναφοράς των αρθρώσεων της σκελετικής δομής και αφού διαβάσει τα σχετικά δεδομένα και τους υπολογισμούς που σχετίζονται με αυτά τα σημεία αναφοράς, ειδοποιεί το έξυπνο κολιέ για να επιτρέψει τη βαθμονόμηση του έξυπνου κολιέ που στεγάζει αισθητήρα με μονάδα μικροεπεξεργαστή-6050 σε τυποποιημένες τιμές για την αξιολόγηση της στάσης του σώματος. Όταν το έξυπνο κολιέ ανιχνεύσει κακή στάση στέλνει υπενθύμιση στο smartphone του χρήστη με μια εφαρμογή για κινητά ώστε να διορθώσει τη στάση του. (Chung HY et al., 2019)

Οι αισθητήρες κολιέ με ενσωματωμένο πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για το σύστημα παρακολούθησης της πρόσληψης τροφής. Διαθέτει ένα μικρό μικροελεγκτή συμβατό με Arduino, πομποδέκτη Bluetooth LE και μπαταρία λιθίου-πολυμερούς που συντονίζεται ανάλογα με την κίνηση στο λαιμό με μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα για την επεξεργασία των πληροφοριών και την καθοδήγηση του χρήστη. (Kalantarian H et al., 2015) Παρόμοιο κολιέ με πολλούς αισθητήρες και χαμηλή ισχύ αναπτύχθηκε από τον Zhang κ.α. (2020) και ονομάστηκε "NeckSense". Αυτό κατέγραφε πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα, την ποσότητα και την συχνότητα κατανάλωσης φαγητού ενός ατόμου σε μία ημέρα για να διευκολύνει τους συμβούλους διατροφής στην παροχή κατάλληλων παρεμβάσεων σε πραγματικό χρόνο. (Zhang S et al., 2020)

Συσκευές υγειονομικής περίθαλψης

Οι συσκευές υγειονομικής περίθαλψης με δυνατότητα IoMT δεν είναι πλέον κρυφό μυστικό κι ολοένα γίνονται πιο διαδεδομένες αφού η χρήση τους διευκολύνει την καθημερινότητα των ανθρώπων με προβλήματα υγείας καθώς και την πρόληψη εμφάνισης κάποιου είδους ασθένειας. Παρακάτω, γίνεται μία γρήγορη αναφορά σε μελέτες έξυπνων συσκευών με κύρια μνεία τη λειτουργικότητα τους στον χρήστη.

Οι Merchant κ.α. (2018) κατέδειξαν τη χρήση έξυπνων εισπνευστήρων με δυνατότητα Bluetooth και προγνωστικών αναλύσεων για να βοηθήσουν τους ασθενείς και την ομάδα υγειονομικής περίθαλψης που αντιμετωπίζουν αναπνευστικές παθήσεις, όπως λ.χ. το άσθμα. Σύμφωνα με την έρευνα οι συσκευές αυτές (IoMT) βοήθησαν στη μείωση της χρήσης των εισπνοών μέσω της βελτίωσης του εντοπισμού των συμπτωμάτων και της αυτοδιαχείρισης. (Merchant R et al., 2018) Ένα μη επεμβατικό ιστικό οξύμετρο αναπτύχθηκε από τους Fu κ.ά. (2015) για τη μέτρηση του επιπέδου κορεσμού του οξυγόνου στο αίμα, του καρδιακού ρυθμού και των παραμέτρων του παλμού με τη χρήση Zigbee ή Wi-Fi για την εκτίμηση της ιατρικής παρέμβασης. (Fu & Liu, 2015) Άλλη μία μελέτη που αναπτύχθηκε, είναι ένα σύστημα συναγερμού που έχει ενσωματωμένο ένα παλμικό οξύμετρο και WLAN router, το οποίο ειδοποιεί τους ασθενείς όταν ανιχνεύουν πτώση του κορεσμού του οξυγόνου κάτω από το κρίσιμο επίπεδο. (Agustine L et al., 2018)

Αρκετά έργα έχουν αναπτυχθεί σε διάφορα κλινικά πλαίσια για τη διερεύνηση της χρήσης και της υιοθέτησης έξυπνων φορητών συσκευών υγείας (SWH), όπως έξυπνα ρολόγια, επιταχυνσιόμετρα (ανιχνευτές πτώσης, iFall), μετρητές γλυκόζης και έξυπνα στυλό ινσουλίνης, ανιχνευτές μοναξιάς, ανιχνευτές ύπνου, ασύρματοι μετρητές ηλεκτροκαρδιογραφήματος και φορητοί μετρητές αρτηριακής πίεσης στην καθημερινή ιατρική πρακτική.

Η έρευνα της Global Data εκτιμά αύξηση της παγκόσμιας αγοράς συσκευών SWH για την υγειονομική περίθαλψη από σχεδόν 27 δισ. δολάρια το 2019 σε ένα τεράστιο ποσό 64 δισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το 2024. (Karnaushenko et al., 2015)

Οι επαγγελματίες υγείας, συμπεριλαμβανομένων των οδοντιάτρων, έχουν τη δυνατότητα επιλογής πολλαπλών λογισμικών για τη διαχείριση της πρακτικής που συνδέονται με εφαρμογές για κινητά που συνδέονται με έξυπνα ρολόγια, τα οποία ενισχύουν την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα για την παροχή καλύτερης ροής εργασίας και πρακτικών διαχείρισης του χρόνου, επιτρέποντας έτσι την εξυπηρέτηση μεγαλύτερου αριθμού ασθενών.

Υπάρχουν εφαρμογές κινητών τηλεφώνων, υπό ανάπτυξη, με τεχνητή νοημοσύνη που έχουν φωνητική εισαγωγή δεδομένων ασθενών και επιτρέπουν τις φωνητικές εντολές των ιατρών/οδοντιάτρων για την ανάκτηση των σχετικών δεδομένων και κλινικής εικόνας του ασθενούς, όπως κλινικές φωτογραφίες και ακτινογραφίες, που θα εμφανίζονται στις οθόνες.

Ένας άλλος σημαντικός τομέας που διευκολύνεται από το IoMT και την Τεχνητή Νοημοσύνη (εφεξής TN) είναι ο ασφαλιστικός τομέας που μπορεί να αναπτύξει μια ακριβή εικόνα της πραγματικής ανάγκης θεραπείας με βάση τις συσκευές που υποστηρίζονται από το IoMT και την

TN, με αποτέλεσμα εξατομικευμένα σχέδια ασφάλισης υγείας. Αυτό μειώνει επίσης τα απαιτούμενα ασφάλιστρα με την πρόβλεψη της πιθανότητας μελλοντικών απαιτήσεων. (Dwivedi et al., 2022)

Η παρακολούθηση της γλυκόζης του αίματος είναι μια άλλη εφαρμογή του IoMT που χρησιμοποιεί μια τεχνολογία βιοανίχνευσης και προηγμένη επεξεργασία σήματος που χαρακτηρίζεται από τη χρήση πολλών διασυνδεδεμένων μικρών φορητών συσκευών. (Yuce M, 2010)

Το Diabetes Assistant (DiAs) χρησιμοποιεί smartphones με βάση το Android για να λειτουργήσει ως λειτουργική συσκευή εισόδου και οι οθόνες τους χρησιμοποιούνται ως "BodyGateway" και κόμβοι δικτύου για τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής. Και τα δύο αυτά στοιχεία συνενώνονται και επικοινωνούν μέσω Bluetooth. (Hynes K et al., 2014)

Το "Acculink" είναι ένα ιδιόκτητο μόντεμ που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από τα γλυκόμετρα σε μια εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη σε διακομιστή στην κλινική του γιατρού που τους συμβουλεύει. Μια άλλη παρόμοια εφαρμογή, το "DiaSend", μπορεί να ενσωματώσει δεδομένα από όλα τα μεγάλα γλυκόμετρα της αγοράς μαζί με πολλές μάρκες αντλιών ινσουλίνης. (Bergenstal R et al., 2005)

Η εφαρμογή "Mobile/Share and Follow App" παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα και τις τάσεις της γλυκόζης των ασθενών για την ειδοποίηση κρίσιμων καταστάσεων που απαιτούν άμεσες ενέργειες. (Lanzola et al., 2016) Για την εξ αποστάσεως παρακολούθηση των τιμών γλυκόζης αίματος σε πρόωρα νεογννήτα που εισάγονται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας Νεογνών απαιτείται το "Neokid" , το οποίο όχι μόνο υποστηρίζει την παρακολούθηση της γλυκόζης του αίματος, αλλά παρέχει και τον υπολογισμό των ρυθμών έγχυσης και την αυτόματη χορήγηση υπογλυκαιμικών φαρμάκων/ινσουλίνης. (Wintergerst K et al., 2007)

Για τον γλυκαιμικό έλεγχο στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1, υπάρχουν διάφοροι τύποι έξυπνων στυλό ινσουλίνης, όπως InPen, ESYSTA, Pendiq, ΥρsoMate SmartPilot, NovoPen 5 Plus, NovoPen Echo, Vigipen και KiCoPen. (Cobelli et al., 2014) Ωστόσο, η πιο κρίσιμη εξέλιξη είναι το AP (Artificial Pancreas), μια ελάχιστα επεμβατική αυτόματη συσκευή που βασίζεται στις μετρήσεις που συλλέγονται από έναν αισθητήρα CGM σε πραγματικό χρόνο για τη διαμόρφωση της έγχυσης ινσουλίνης. (Sangave N et al., 2019)

Μία άλλη έξυπνη συσκευή αποτελεί η έξυπνη οδοντόβουρτσα με ενσωματωμένη κάμερα και αισθητήρες πίεσης, η οποία συγκεντρώνει τα δεδομένα του ασθενούς και παρακολουθεί την

καταλληλότητα της δραστηριότητας βουρτσίσματος για να τα διαμοιραστεί με τον οδοντίατρο σε πραγματικό χρόνο και επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο τη διαδικασία της προληπτικής φροντίδας. Οι προηγμένες συνδεδεμένες οδοντόβουρτσες είναι αρκετά χρήσιμες στην προληπτική οδοντιατρική, δεδομένου ότι η εξέλιξη των οδοντιατρικών ασθενειών μπορεί να παρεμβαίνει στα προκαταρκτικά στάδια. Οι βούρτσες αυτές λαμβάνουν ενδοστοματικές εικόνες βοηθώντας στην ατελή ενδοστοματική εξέταση. Τα δεδομένα αποστέλλονται στον διακομιστή όπου αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης τις αναλύουν για ρωγμές, τερηδόνα ή οποιαδήποτε άλλη ανωμαλία που απαιτεί προσοχή και μέσω εφαρμογών για κινητά ενημερώνουν για να κλείσουν ραντεβού στον οδοντίατρο του ασθενούς. Επιπλέον, οι έξυπνες βούρτσες μπορούν να ανιχνεύουν όξινο σάλιο το οποίο μπορεί να προειδοποιήσει τόσο τον ασθενή και όσο και τον οδοντίατρο για την ανάπτυξη τερηδόνας ή νόσου των ούλων βελτιώνοντας έτσι την έγκαιρη στοματική φροντίδα του ασθενούς. (D Lee J et al., 2006)

Ορισμένες έξυπνες βούρτσες μπορούν να ανιχνεύουν συγκεκριμένες χημικές ουσίες στην αναπνοή του ασθενούς που βοηθούν στην προ-διάγνωση του διαβήτη. Οι Lee et al. (2006) ανέπτυξαν "έξυπνη οδοντόβουρτσα" που χρησιμοποιεί επιταχυνσιόμετρο και μαγνητικούς αισθητήρες για την παρακολούθηση της κίνησης και του προσανατολισμού κατά το βούρτσισμα μέσω του άξονα της λαβής. Αυτές χρησιμοποιούν μικροσκοπικό μικροελεγκτή χαμηλής ισχύος MSP430 για την μέτρηση της κατεύθυνσης της οδοντόβουρτσας σε σχέση με το μαγνητικό πεδίο της γης και τη δραστηριότητά της. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω του ραδιοπομπού nRF2401 στα 2,4 GHz στον υπολογιστή για ανάλυση και εξαγωγή των σχετικών πληροφοριών. (Lee KH et al., 2007)

Η Prophix, είναι μια άλλη έξυπνη οδοντόβουρτσα με ενσωματωμένο HD κάμερα που έχει τη δυνατότητα σύνδεσης μέσω blue tooth και wi-fi με εφαρμογές για κινητά. Ομοίως, οι έξυπνες οδοντόβουρτσες Beam Dental, που τροφοδοτούνται από μικροσίπ, είναι ικανές να αναλύουν τη συχνότητα, την αποτελεσματικότητα και το μοτίβο βουρτσίσματος. Οι Jeon κ.ά., 2021, κατέδειξαν την αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης με βάση την AR με τη χρήση έξυπνης οδοντόβουρτσας για τη φροντίδα της στοματικής υγιεινής σε άτομα με διανοητικές αναπηρίες. (Putte VD et al., 2019)

Έξυπνα νοσοκομεία

Ένα έξυπνο νοσοκομείο επικεντρώνεται σε βελτιστοποιημένες αυτοματοποιημένες διαδικασίες με τη χρήση διασυνδεδεμένου περιβάλλοντος με βάση το IoMT για τη δημιουργία μιας αποτελεσματικής σύνδεσης μεταξύ ασθενών, παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και μηχανημάτων για τη βελτίωση της περίθαλψης των ασθενών. Κατά την ανάπτυξη ενός έξυπνου νοσοκομείου, πρέπει να εξεταστούν τέσσερις βασικοί τομείς - υπηρεσίες και διασυνδέσεις για τους ασθενείς, διαδικασίες φροντίδας και "ενορχήστρωση", υλικοτεχνική υποδομή και υπηρεσίες υποστήριξης και σχεδιασμός οργάνωσης και ικανοτήτων. (Dwivedi et al., 2022)

Λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα πανδημία, το έξυπνο νοσοκομείο μπορεί να παρέχει πολλές υπηρεσίες για τους ασθενείς σε απομακρυσμένες περιοχές ή στα σπίτια τους και να μειώσει τις επισκέψεις στο νοσοκομείο. Εγκαταστάσεις όπως η τηλεϊατρική, η παρακολούθηση των ασθενών σε πραγματικό χρόνο, η χρήση ρομπότ και η ηλεκτρονική επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων που παράγονται βοηθούν στη βελτίωση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης.

Τα ρομπότ δε, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση καθηκόντων, όπως λ.χ. παραδόσεις και μεταφορές φαρμάκων και αναφορών, να παρέχουν πληροφορίες που βοηθούν τους ανθρώπους να περιηγηθούν στα νοσοκομεία, να ανιχνεύουν ανώμαλες ενέργειες, να συλλέγουν δεδομένα ασθενών κ.λπ. μειώνοντας έτσι τις στενές επαφές.

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί επίσης να διευκολύνει την καλύτερη διαχείριση των πόρων και να βελτιώσει την ποιότητα της περίθαλψης με μειωμένο κόστος. Επιπλέον, άλλες τεχνολογίες όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση για την παραγωγή των απαραίτητων εργαλείων για τις επεμβάσεις, η εικονική πραγματικότητα για την αποκατάσταση και την ψυχαγωγία προκειμένου να ενισχυθεί το πνεύμα παράλληλα με την επαυξημένη πραγματικότητα που είναι πολύ χρήσιμη κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων, η RFID για τον καλύτερο έλεγχο των πόρων, των συσκευών και των ασθενών μπορούν να παρέχονται στα έξυπνα νοσοκομεία για τη διαχείριση και τον καλύτερο έλεγχο αυτών των ασθενειών. (Ting et al., 2020)

Έξυπνες αίθουσες χειρουργείου

Οι Okamoto et al. (2018) ανέπτυξαν χειρουργείο με δυνατότητα IoMT γνωστό ως "Smart Cyber Operating Theatre (SCOT)" που διαθέτει τεχνολογία OpenResource interface for Network (ORiN) για τη σύνδεση ιατρικών συσκευών. (Okamoto J et al., 2018) Ένα άλλο "SCOT" που έχει αναπτυχθεί περιλαμβάνει εγκατάσταση δικτύωσης επόμενης γενιάς γνωστή ως διεπαφή

επικοινωνίας OPeLiNK που παρουσιάζει ενδοεγχειρητική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI). (Ogiwara T et al., 2021) Έξυπνες χειρουργικές αίθουσες με ρομποτικό σύστημα που μπορεί να αναπαράγει τις κινήσεις του χεριού ενός χειρουργού με αυξημένους βαθμούς ελευθερίας μέσω απτικής υποστήριξης ενισχυμένη ικανότητα αίσθησης, αναγνώριση ιστών και διάγνωση σε πραγματικό χρόνο. Η ακρίβεια της χειρουργικής επέμβασης ενισχύεται επίσης λόγω της μείωσης του τρόμου του χεριού και της βελτιωμένης απεικόνισης που παρέχεται από τρισδιάστατες εικόνες βίντεο υψηλής ευκρίνειας.

Η τηλεχειρουργική από απόσταση, διαφαίνεται να "κερδίζει" ολόένα και περισσότερο έδαφος, όπου οι χειρουργικές επεμβάσεις εκτελούνται ακόμη και όταν ο χειρουργός και ο ασθενής βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις, με τη χρήση ρομποτικού βραχίονα με τη μεσολάβηση αναπαραγωγής των πραγματικών κινήσεων του χειρουργού με τα χειρουργικά εργαλεία πάνω στον ιστό του ασθενούς.

Οι υβριδικές χειρουργικές αίθουσες επιτρέπουν στους χειρουργούς να εκτελούν συνδυασμένες ανοικτές, ελάχιστα επεμβατικές, καθοδηγούμενες από την εικόνα ή/και καθετηριακές επεμβάσεις στο ίδιο χειρουργικό περιβάλλον. Οι Ushimaru et al. χρησιμοποίησαν την τεχνολογία RFID για χειρουργικές επεμβάσεις για να βελτιώσουν την οπτικοποίηση της χειρουργικής διαδικασίας και να βελτιώσουν την ασφάλεια με τη βέλτιστη χρήση των χειρουργικών συσκευών. (Ushimaru Y et al., 2019)

Το σύστημα AR μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την οπτικοποίηση ογκομετρικών πληροφοριών που προβάλλονται στο όργανο του ασθενούς κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. (Bharathan R et al., 2013) Ομοίως, η εσωτερική παθολογία των στερεών οργάνων μπορεί επίσης να απεικονιστεί χωρίς τομή με τη χρήση εικονικών εικόνων με επικάλυψη. Για την αποτελεσματικότερη αφαίρεση όγκων, η χειρουργική ομάδα μπορεί να χρησιμοποιήσει υψηλής ευκρίνειας, τρισδιάστατη, σε πραγματικό χρόνο καθοδηγητική εικόνα. (Ushimaru Y et al., 2019)

Έξυπνη φαρμακευτική αγωγή

Τα ψηφιακά (έξυπνα) φάρμακα έχουν αισθητήρες IoMT ενσωματωμένους σε μεμονωμένα δισκία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση βιοδεικτών, επιπέδων αντιβιοτικών σε

σωματικών υγρών, τη συμμόρφωση με τα αντιβιοτικά, την παρακολούθηση της δοσολογίας, προκειμένου να παρέχονται ακριβέστερες πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. (Joshi A & Kim KH, 2020)

Ένας προσλαμβανόμενος αισθητήρας (μικρο-κατασκευασμένος αισθητήρας από χαλκό, μαγνήσιο και πυρίτιο, σε ελάχιστες ποσότητες), επικοινωνεί με έναν εξωτερικό αισθητήρα του σώματος, όπως ένα επίθεμα με φορητό αισθητήρα, μέσω μιας εφαρμογής για κινητά ή μιας διαδικτυακής πύλης. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο σύννεφο και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της τήρησης των φαρμάκων, της απορρόφησης, της δραστηριότητας και του καρδιακού ρυθμού. Η εφαρμογή για κινητά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προτρέψει τον χρήστη να λάβει τη συνταγογραφούμενη φαρμακευτική αγωγή του σύμφωνα με το πρόγραμμα και να μοιραστεί πληροφορίες με μέλη της οικογένειας ή παρόχους περίθαλψης. Οι Plowman κ.ά., 2018, κατέδειξαν τη χρήση έξυπνων φαρμάκων για τη θεραπεία της μη ελεγχόμενης υπέρτασης και τη διάγνωση ασυμπτωματικών ασθενειών. (Plowman RS et al., 2018)

Ψηφιακοί βιοδείκτες

Σήμερα, αναπτύσσονται αυτό-τροφοδοτούμενες διαγνωστικές συσκευές συνδεδεμένες με IoMT που παρέχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης βιοδεικτών σε πραγματικό χρόνο μέσα και πάνω στα υγρά του ανθρώπινου (ή ζωικού) σώματος, π.χ. ιδρώτας, ούρα, αίμα κ.λπ. Αυτό μπορεί να διευκολύνει τη διάκριση μεταξύ ιογενών και βακτηριακών λοιμώξεων και να χρησιμοποιηθούν εξατομικευμένοι αλγόριθμοι πρόβλεψης για τον εντοπισμό της λοίμωξης, της στείρας φλεγμονής ή της πιθανότητας υποτροπής, έως και ώρες πριν από την παρατήρηση ορατών φυσικών συμπτωμάτων. Επίσης, η αντίδραση του ασθενούς στη θεραπεία θα μπορούσε να παρακολουθείται πιο στενά, υποδεικνύοντας εάν ο ασθενής ανταποκρίνεται πραγματικά στη θεραπεία και ενδεχομένως υποδεικνύοντας ότι η ανθεκτικότητα μπορεί να είναι παρούσα, επιτρέποντας στους κλινικούς γιατρούς να εξετάσουν την έγκαιρη προσαρμογή της θεραπευτικής αγωγής "πρώτης γραμμής". (Loureiro RC & Smith TA, 2011)

Τέλος, οι Wessels κ.α. (2021) με βάση την ανάλυση ιστού πρωτοπαθούς όγκου και χρησιμοποιώντας Convolutional Neural Networks (εκπαιδευμένα με διαφάνειες πρωτοπαθούς όγκου με αιματοξυλίνη και η ωσίνη από 218 ασθενείς) ανέπτυξαν έναν νέο ψηφιακό βιοδείκτη που βασίζεται στην πρόβλεψη της μετάστασης στους λεμφαδένες. (Wessels F et al., 2021)

I-robotics

Το ρομποτικό σύστημα με τη βοήθεια IoMT είναι ένα έξυπνο περιβάλλον που περιλαμβάνει πολλαπλά διασυνδεδεμένα προηγμένα ολοκληρωμένα συστήματα που περιλαμβάνουν ανθρώπους, ρομπότ και σύστημα IoMT. Το σύστημα χρησιμοποιεί ως επί το πλείστον ρομποτικό σύστημα νέφους που μπορεί να έχει πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων και να επεξεργάζεται τις πληροφορίες χρησιμοποιώντας αισθητήρες, υπολογιστές και μνήμη για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών.

Η ανάπτυξη της ρομποτικής τεχνολογίας αποσκοπεί στην επίτευξη αυτοματισμού που μοιάζει με τον άνθρωπο, ώστε να μειωθεί η ανθρώπινη παρέμβαση. Το σύστημα χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για τον προγραμματισμό και την εκπαίδευση ρομπότ-μηχανών για να ενεργούν είτε με βάση τα δεδομένα πληροφοριών υγείας του ασθενούς που λαμβάνονται μέσω του δικτύου μεταξύ των επαγγελματιών υγείας είτε με τη χρήση του ευφυούς υπολογισμού για να εκτελέσουν στο ιατρικό περιβάλλον. (Simoens et al., 2018)

Οι Miseikis κ.α. ανέπτυξαν το "Lio", ένα ρομπότ υγείας που χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό οπτικών, ακουστικών, υπερηχητικών, λέιζερ και μηχανικών αισθητήρων για να αποφύγει αυτόνομα τη σύγκρουση. Αυτό επιτρέπει την ασφαλή πλοήγηση για το προσωπικό και τους ασθενείς σε ένα νοσοκομείο. (Miseikis et al., 2020)

Ομοίως, ο "Guido", ένας έξυπνος περιπατητής έχει αναπτυχθεί για άτομο με προβλήματα όρασης, το οποίο χρησιμοποιεί ένα σύστημα πλοήγησης με βάση το χάρτη για να δημιουργήσει ένα χάρτη του περιβάλλοντος για την παρακολούθηση της θέσης και τη χρήση ενός αλγορίθμου αποφυγής συγκρούσεων για τη δημιουργία μιας διαδρομής για την επίτευξη του προορισμού χωρίς κανένα εμπόδιο. (Lacey & Rodriguez-Losada, 2008)

Ένα άλλο ρομπότ γνωστό ως "Nao Robot" είναι ικανό να αλληλεπιδρά με τους ασθενείς αφού αναλύσει τα ιατρικά δεδομένα και τους καθοδηγεί σχετικά με την κατάσταση των ζωτικών σημείων του σώματός τους, προβλέπει τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων στο μέλλον και συνιστά τις απαραίτητες αλλαγές στον τρόπο ζωής για την αποφυγή των σχετικών επιπλοκών. (Sharif MS & Alsibai MH, 2017)

Ένα άλλο ρομποτικό σύστημα με τη βοήθεια της IoMT επιτρέπει την καταγραφή συγκεκριμένων συναισθημάτων από τους θεραπευτές που αναδημιουργούνται σε ασθενείς με ελαττωματικά άκρα. (Pavon-Pulido et al., 2020) Το "ROBIN", ένα ρομπότ αποκατάστασης παρέχει σταθερότητα στους

κορμό κατά τη διάρκεια αλλαγών στάσης και διευκολύνει απλές κινήσεις του βραχίονα και του χεριού για το άπλωμα και το πιάσιμο αντικειμένων. (Loureiro RC & Smith TA, 2011)

Εκτός των προαναφερθέντων, διάφορα ρομπότ υπηρεσιών για ηλικιωμένους, όπως τα Care-o-Bot, Aibo, CAESAR, JoHOBBIT και PT2, με τη βοήθεια των τεχνολογιών IoMT (αισθητήρες, RFID, GPS, υπέρυθρες και φορητοί αισθητήρες) συνδέουν τους ηλικιωμένους με τους "χειριστές" υγείας και τα μέλη της οικογένειάς τους, υποστηρίζοντας έτσι τη διατήρηση της ποιότητας ζωής με την παροχή υπενθυμίσεων, την ανίχνευση πτώσεων και τη διασύνδεση με άλλες οικιακές συσκευές. (Do HM et al., 2018)

Στα νοσοκομεία, επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί αυτόνομα ρομπότ για τη διαχείριση και απολύμανση βιοϊατρικών αποβλήτων. Επιπλέον, τα ρομπότ αυτά παραδίδουν φάρμακα, τρόφιμα ή ιατρικές προμήθειες στους ασθενείς. Έχει αναπτυχθεί ένα τροχήλατο ρομπότ τηλεπαρουσίας που μπορεί να πραγματοποιήσει εικονική αξιολόγηση πρόσωπο με πρόσωπο με τον ασθενή και επίσης να εκτελέσει διαγνωστικές εξετάσεις μετά τη συλλογή δειγμάτων από τους ασθενείς. (Wessels F et al., 2021)

Εναέριοι θερμικοί σαρωτές

Τα τηλε-θερμογραφικά συστήματα ή συστήματα θερμικής απεικόνισης (TIS) διαθέτουν ενσωματωμένη θερμική υπέρυθρη κάμερα με αναφορά θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται για την ακριβή ανίχνευση της θερμοκρασίας του δέρματος χωρίς καμία φυσική επαφή με το άτομο. Αυτά τα γρήγορα και μη επεμβατικά συστήματα είναι αρκετά χρήσιμα για τον εντοπισμό των αυξημένων θερμοκρασιών του σώματος σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Με την ανίχνευση αυξημένης θερμοκρασίας σώματος, μπορούν να ειδοποιήσουν τις ομάδες υγειονομικής περίθαλψης να εξετάσουν το άτομο για την παρουσία ασθένειας. (Dwivedi et al., 2022)

Τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση

Οι τρισδιάστατοι σαρωτές με βάση το IoMT καταγράφουν ψηφιακά τα ενδοστοματικά αποτυπώματα για να επιτρέπουν την αναπαραγωγή των δομών σκληρών και μαλακών ιστών μέσα στο στόμα με ακρίβεια σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, αποφεύγοντας έτσι την ταλαιπωρία που συνδέεται με τα παραδοσιακά υλικά αποτύπωσης.

Τα οφέλη αυτής της τεχνολογίας περιλαμβάνουν μείωση του συνολικού χρόνου της διαδικασίας, μείωση της εργασίας, αύξηση της αποδοτικότητας, βελτίωση της ροής εργασίας, μείωση των σφαλμάτων και αποτελεσματικότητα του κόστους που αποδίδεται στη δυνατότητα κοινής χρήσης του εικονικού ψηφιακού αποτυπώματος με τους τεχνικούς του εργαστηρίου και κατασκευή άμεσων αποκαταστάσεων και προσθετικής αποκατάστασης με τη χρήση τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης π.χ. Οι Stratasys, Envisiontech ή FormLabs και άλλοι πρωτοπόροι στην τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιούν CAD- CAM για την εκτύπωση των κορώνων σύμφωνα με τα δεδομένα της εικόνας που παρέχονται στο μηχάνημα. (Zhang T et al., 2021)

Εικονικός σχεδιασμός, προσομοίωση και καθοδηγούμενη από πλοήγηση χειρουργική επέμβαση

Η χειρουργική επέμβαση καθοδηγούμενη από εικόνα περιλαμβάνει την εξατομικευμένη προσομοίωση, τον προεγχειρητικό σχεδιασμό και την πρακτική άσκηση της προγραμματισμένης χειρουργικής επέμβασης εντός του συγκεκριμένου ανατομικού περιβάλλοντος του μεμονωμένου ασθενούς για την παροχή πιο συγκεκριμένης και στοχευμένης χειρουργικής θεραπείας. Ένα καλά προσομοιωμένο περιβάλλον επιτρέπει την πραγματική ροή εργασίας των χειρουργικών αιθουσών, όπου οι διαδικασίες μιμούνται, δοκιμάζονται και τροποποιούνται κατά περίπτωση ανά ασθενή και επίσης εγκλιματίζουν τη χειρουργική ομάδα για την πραγματική εργασία. Η προσομοίωση αυτή διδάσκει και εκπαιδεύει επίσης το βοηθητικό προσωπικό, δοκιμάζοντας τις έννοιες και τα συστήματα πριν από την εισαγωγή τους, επιτρέποντας την προσαρμογή στις τεχνολογικές λεπτομέρειες, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση και τα αποτελέσματα.

Η προεγχειρητική χαρτογράφηση των περιθωρίων του όγκου με χρήση υπολογιστικής τομογραφίας ή/και μαγνητικής τομογραφίας, που ακολουθείται από εικονικό σχεδιασμό της χειρουργικής εκτομής, βοηθά στην διεγχειρητική πλοήγηση κατά τη διάρκεια της πραγματικής εκτομής των προχωρημένων όγκων. (Tarsitano A et al., 2017)

Εφαρμογές για κινητά και smartphone (apps)

Η συσχέτιση κινητών υπολογιστών, αισθητήρων, τεχνολογιών επικοινωνίας με τη χρήση προσωπικών δικτύων και δικτύων κινητής τηλεφωνίας και υπολογιστικού νέφους μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για την παροχή αποτελεσματικών υπηρεσιών υγείας που μπορούν να παρακολουθούν τις πληροφορίες υγείας του ασθενούς.

Ένα σύστημα κινητής πύλης με βάση το IoMT "AMBRO" σχεδιάστηκε για να ανιχνεύει την πτώση και να ελέγχει τον καρδιακό ρυθμό χρησιμοποιώντας πολλαπλούς αισθητήρες που χρησιμοποιούσαν ενσωματωμένη μονάδα GPS για τον εντοπισμό του ασθενούς. (Chuquimarca L. et al., 2020)

Τηλε-οδοντιατρική

Η χρήση των τηλεπικοινωνιών στην οδοντιατρική μέσω της δικτύωσης και της ανταλλαγής ψηφιακών πληροφοριών (με τη χρήση τηλεφώνου, φωτογραφιών ή βίντεο), της εξ αποστάσεως ανάλυσης κλινικών πληροφοριών και εικόνων για την επεξεργασία και των εξ αποστάσεως διαβουλεύσεων που διευκολύνουν την παροχή υπηρεσιών φροντίδας της στοματικής υγείας και εκπαίδευσης στη στοματική υγεία είναι η νέα αναδυόμενη έννοια που ονομάζεται "τηλεοδοντιατρική". (Jampani et al., 2011)

Απαιτεί την κατοχή smartphone από τον ασθενή με επαρκή πρόσβαση στο Διαδίκτυο και μια πλατφόρμα τηλε-οδοντιατρικής από τον οδοντίατρο που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος και μπορεί να υποστηρίξει τη ροή βίντεο σε πραγματικό χρόνο, με δυνατότητα αποθήκευσης και προώθησης των φωτογραφιών και των συλλεχθέντων κλινικών δεδομένων από τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας (ΗΦΥ). Η πλατφόρμα αυτή μπορεί να συγκεντρώσει όλα τα δεδομένα για την εξ αποστάσεως αξιολόγηση και σύσταση για τη θεραπεία από τον οδοντίατρο.

Η Αμερικανική Οδοντιατρική Ένωση εξέδωσε επίσης πολιτική για την τηλεοδοντιατρική που προσφέρει οδηγίες σχετικά με τους τρόπους που πρέπει να ακολουθούνται. Αυτό θα ενισχύσει τη γενική πρακτική της τηλεοδοντιατρικής.

Η ξαφνική επέλαση της πανδημίας σε όλο τον κόσμο έχει αναγκάσει τη χρήση της τηλεοδοντιατρικής όσο ποτέ άλλοτε. Η τηλεδιάγνωση, αναπόφευκτο μέρος της τηλεοδοντιατρικής, χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του COVID 19, ιδίως λόγω της αδυναμίας επίσκεψης σε γιατρούς ή οδοντιάτρους. Αυτό συνηγορεί υπέρ της χρήσης των smartphones για την ανίχνευση της τερηδόνας, τον προληπτικό έλεγχο του στόματος δυνητικά κακοήθων ή κακοήθων αλλοιώσεων. (Kohara et al., 2018)

Οι Haron κ.α.,2020 ανέπτυξαν το "Mobile Mouth Screening Anywhere" (MeMoSA) για τη διευκόλυνση της έγκαιρης ανίχνευσης του καρκίνου του στόματος, όπου συνίσταται ιδιαίτερα επωφελής για ασθενείς με περιορισμένη πρόσβαση σε ειδικούς. (Haron N et al., 2020) Ομοίως, οι Skandarajah κ.α.,2017 ανέπτυξαν μια συσκευή κινητού μικροσκοπίου (CellScope) με βάση το tablet ως συμπλήρωμα για τον έλεγχο του καρκίνου του στόματος. (Skandarajah et al., 2017)

Περιβαλλοντική υποστηριζόμενη διαβίωση

Η υποβοηθούμενη διαβίωση στο περιβάλλον (εφεξής ΥΔΠ) είναι η υποστηριζόμενη διαβίωση με τεχνητή νοημοσύνη, όπου οι ηλικιωμένοι βοηθούνται να ζουν ανεξάρτητα, με άνεση και ασφάλεια μέσα στο σπίτι τους. Ο κύριος σκοπός της ΥΔΠ είναι η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε, όταν προκύψει ιατρική έκτακτη ανάγκη, να μπορούν να γίνουν προβλέψεις για ανθρώπινη βοήθεια τύπου υπηρεσίας.

Χρησιμοποιεί α) προηγμένη ενσωμάτωση πολλαπλών συστημάτων, όπως τεχνητή νοημοσύνη, β) ανάλυση μεγάλων δεδομένων, γ) μηχανική μάθηση για αναγνώριση δραστηριοτήτων και περιβάλλοντος, καθώς και δ) παρακολούθηση των ζωτικών σημείων, όπως αρτηριακή πίεση, καρδιακός ρυθμός, αναπνευστικός ρυθμός κ.λπ.

Αναπτύχθηκε αυτοματοποιημένη αρχιτεκτονική δομή για την ασφάλεια και την επικοινωνία διαμέσου ασύρματων προσωπικών δικτύων χαμηλής ισχύος με βάση το IPv6 (6LoWPAN). Για την επικοινωνία, χρησιμοποιήθηκε υπηρεσία επικοινωνιών κλειστού βρόχου με χρήση RFID και NFC για τη δημιουργία σύνδεσης μεταξύ του ασθενούς και των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. (Shahamabadi et al., 2013)

Από την άλλη, για την παρακολούθηση των χρόνιων καταστάσεων και ιατρικών επειγόντων περιστατικών σε ηλικιωμένους μπορεί επίσης να γίνει με ανιχνευτή έκτακτης ανάγκης που αναπτύχθηκε για να βοηθήσει και να ειδοποιήσει τους φροντιστές.

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται σε IoMT και χρησιμοποιούν βοηθητικά ρομπότ μπορούν και αυτά να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων και την ενεργοποίηση ειδοποιήσεων στους φροντιστές όταν υπάρχει μείωση της ποιότητας του αέρα κάτω από ένα πρότυπο. (Sandeepa et al., 2020) Ομοίως, για την ανίχνευση της πρόσληψης υγρών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι φορητοί, έξυπνοι περιέκτες,

επιφανειακοί και ενσωματωμένοι αισθητήρες, ιδίως σε ηλικιωμένους ασθενείς. (Cohen et al., 2021)

Ανίχνευση ανεπιθύμητων αντιδράσεων φαρμάκων

Ένα σύστημα ανίχνευσης ανεπιθύμητων αντιδράσεων φαρμάκων (ADR) με βάση το IoMT βασίζεται σε ένα μοναδικό αναγνωριστικό/barcode που υπάρχει σε κάθε φάρμακο που πρόκειται να λάβει ο ασθενής. Οι πληροφορίες σχετικά με τη συμβατότητα του φαρμάκου με τον οργανισμό του ασθενούς μπορεί να επαληθευτεί με τη χρήση ενός συστήματος "Φαρμακευτικών ευφών πληροφοριών (PII)", δεδομένου ότι αποθηκεύει το προφίλ αλλεργίας του ασθενούς με τη χρήση ηλεκτρονικών αρχείων υγείας.

Η ενδεδειγμένη ανάλυση του προφίλ αλλεργίας και άλλων ζωτικών πληροφοριών υγείας καθοδηγεί για την καταλληλότητα του φαρμάκου στον ασθενή. Με δεδομένο ότι η ΑΜΕ μπορεί να εμφανιστεί είτε μετά από μία μόνο δόση, είτε μετά από μακροχρόνια θεραπεία ή αλληλεπίδραση δύο διαφορετικών φαρμάκων που λαμβάνονται ταυτόχρονα και η ένταση της ΑΜΕ εξαρτάται από το χρόνο λήψης του φαρμάκου και ποικίλλει από άτομο σε άτομο, καθίσταται επομένως ζωτικής σημασίας η επαλήθευση της πιθανότητας ΑΜΕ με τη χρήση συστήματος PII με βάση το IoMT.

Έχει επίσης προταθεί ένα άλλο σύστημα ADR με βάση το IoMT, γνωστό ως Prescription Adverse Drug Event (prescADE), το οποίο μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια των ασθενών μειώνοντας τα ADR. (Jara et al., 2010; Nakhla Z et al., 2018)

2.3 Ψηφιακή υγεία και Covid-19

Η παγκόσμια υγεία κλήθηκε να αλλάξει πρόσωπο στις στρατηγικές διαχείρισης του υγειονομικού συστήματος της όταν εμφανίστηκε για πρώτη φορά το COVID-19 που αποτελεί πλέον παγκόσμια πανδημία. Οι συντονισμένες κυβερνητικές προσπάθειες σε όλο τον κόσμο έχουν επικεντρωθεί στον περιορισμό και τον μετριασμό, με διαφορετικό βαθμό επιτυχίας. Οι χώρες που διατήρησαν χαμηλά ποσοστά θνησιμότητας ανά κάτοικο από το COVID-19 φαίνεται να μοιράζονται στρατηγικές που περιλαμβάνουν την έγκαιρη επιτήρηση, τις δοκιμές, τον εντοπισμό επαφών και

την αυστηρή καραντίνα. Η κλίμακα του συντονισμού και της διαχείρισης των δεδομένων που απαιτούνται για την αποτελεσματική εφαρμογή αυτών των στρατηγικών, στις χώρες με τον μικρότερο αριθμό θνησιμότητας, βασίζεται στην υιοθέτηση της ψηφιακής τεχνολογίας και την ενσωμάτωση της στην πολιτική και την υγειονομική περίθαλψη. (Whitelaw S. et al., 2021)

Το Covid 19 έχει προστεθεί στη χρήση πολλών υφιστάμενων συσκευών που βασίζονται σε ΙοMT. Αντίθετα, αναρίθμητος αριθμός συσκευών κατασκευάστηκε ειδικά για το COVID19.

Στο 2020, κλήθηκε να αντιμετωπιστεί η πρόβλεψη της κατάστασης μόλυνσης COVID-19 του ατόμου και, ως εκ τούτου εξαπλώθηκε η χρησιμοποίηση αρκετών συσκευών ΙοMT με τη βοήθεια διαφόρων τεχνολογιών. Αναπτύχθηκε λοιπόν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης που χρησιμοποίησε τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενούς (ηλικία, φύλο, φυλή) και 27 εργαστηριακές εξετάσεις ρουτίνας για την πρόβλεψη του αρχικού αποτελέσματος θετικότητα της RT-PCR COVID-19 σε 66% των ατόμων των οποίων το αποτέλεσμα της RT-PCR μεταβλήθηκε από αρνητικό σε θετικό εντός δύο ημερών. (Yang HS et al., 2020) Ομοίως, το μηχανικό μοντέλο μάθησης, συμπεριλαμβανομένων των νευρωτικών μεθόδων Convolutional Neural Networks (CNN) χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση της πρώιμης λοίμωξης από το COVID-19 με 94,03% με ακρίβεια χρησιμοποιώντας δεδομένα από ακτινογραφία θώρακος, αξονική τομογραφία και υπερηχογράφημα. (Satu et al., 2020) Παρατηρήθηκε ότι η συλλογή προ-εκπαιδευμένων μοντέλων παρείχε αποτελεσματικότερα αποτελέσματα από τα μεμονωμένα μοντέλα. (Iskanderani et al., 2021)

Μία πρακτική που εφαρμόστηκε την περίοδο της πανδημίας ήταν το λεπτομερές και συχνό πλύσιμο των χεριών με δεδομένο ότι η πρακτική αυτή θα αποτελούσε αποτρεπτικό παράγοντα εξάπλωσης των μικροοργανισμών, ενώ δε οι αισθητήρες που ήταν προσαρτημένοι σε δοχεία πλύσης χεριών ή σε αυτόνομες συσκευές διευκόλυναν την παρακολούθηση της ακρίβειας και της συχνότητας του πλυσίματος των χεριών. (Bal M & Abrishambaf R, 2017)

Η υιοθέτηση των συσκευών υγειονομικής περίθαλψης με δυνατότητα ΙοMT έγινε πιο κοινή συνήθεια κυρίως κατά τη διάρκεια του COVID-19 που έδωσε μεγαλύτερη έμφαση στη χρήση συσκευών παρακολούθησης της υγείας από απόσταση, όπως έξυπνες εισπνοές, οθόνες κορεσμού οξυγόνου, οθόνες γλυκόζης αίματος, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων στυλό, έξυπνες wearabled συσκευές όπως έξυπνα ρολόγια, έξυπνα εμφυτεύματα, έξυπνες οδοντόβουρτσες, ανιχνευτές ύπνου, ανιχνευτές μοναξιάς. (Dwivedi et al., 2022)

Η ζήτηση έξυπνων φορητών συσκευών, όπως έξυπνα ρολόγια, έξυπνες ζώνες και δαχτυλίδια δακτύλων, προκλήθηκε λόγω του COVID-19, δεδομένου ότι οι φορητές συσκευές υποστήριζαν την παρακολούθηση και τον εντοπισμό επαφών, τη μετάδοση γνώσεων σχετικά με την υγεία, τη διασφάλιση της κοινωνικής διασποράς και την παροχή ψυχική υγεία με την παρακολούθηση της γνώσης και της διάθεσης ενός ατόμου σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας έτσι εξατομικευμένες παρεμβάσεις. (Seshadri DR et al., 2020)

Κατά τη διάρκεια της COVID-19, αναπτύχθηκε το σύστημα WHOOP που μπορούσε να εντοπίσει τη θετικότητα COVID-19 στο 20% των ατόμων δύο ημέρες πριν από την έναρξη των συμπτωμάτων και στο 80% έως την τρίτη ημέρα των συμπτωμάτων. (Miller DJ et al., 2020)

Για την έγκαιρη ανίχνευση της επιδείνωσης των ασθενών με COVID-19, αναπτύχθηκαν επίσης αυτοκόλλητα μίας χρήσης και βιοαισθητήρες με τη μέτρηση διαφόρων ζωτικών προγνωστικών παραγόντων, όπως ο αναπνευστικός ρυθμός, ο καρδιακός ρυθμός, το επίπεδο δραστηριότητας, η στάση του σώματος και η βάδιση. (Reilly K & Meer P, 2020)

Αξίζει να σημειωθεί πως ένα σημαντικό αποτέλεσμα που σχετίζεται με τις δυσμενείς συνθήκες υγείας που παρατηρήθηκαν στην πανδημία COVID-19 είναι η μοναξιά και η έλλειψη κοινωνικής ευημερίας. Για παράδειγμα, οι Wetzel κ.α. 2021) διερεύνησαν την πληροφοριακή αξία των δεδομένων της εφαρμογής επικοινωνίας μέσω smartphone (CORONA HEALTH APP) για την πρόβλεψη της υποκειμενικής μοναξιάς και της κοινωνικής ευημερίας στη Γερμανία και ανέφεραν σχετικά υψηλά επίπεδα μοναξιάς και χαμηλής κοινωνικής ευημερίας. (Wetzel et al., 2021) Η ανίχνευση της συντροφικότητας μέσω παθητικής ανίχνευσης σε προσωπικές συσκευές αναδεικνύει ευκαιρίες παρέμβασης μέσω της κινητής τεχνολογίας (smartphones και Fitbits Flex 2) για τη μείωση των επιπτώσεων της μοναξιάς στην υγεία και την ευημερία των ατόμων. (Doryab A et al., 2019)

Μία ενδιαφέρουσα προσέγγιση για τη διατήρηση της κοινωνικής απόστασης και τη χρήση μάσκας σε δημόσιους χώρους, κατά τη διάρκεια του covid19, θα μπορούσε να ήταν ο έλεγχος από κινητά ρομπότ και η επίβλεψη των περιοχών καραντίνας θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση εναέριας ρομποτικής. (Chamola et al., 2020) Ακόμη και η ολοκληρωμένη διαγνωστική εξέταση για τον έλεγχο της μόλυνσης από το COVID-19 θα μπορούσε επίσης να γίνει από ένα αποδοτικό -από άποψη κόστους- ανθρωποειδές ιατρικής διάγνωσης (MDH) που αναπτύχθηκε από τους Karmore κ.α.(2022). (Karmore et al., 2022)

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (2.2 περ.9), οι εναέριοι θερμικοί σαρωτές έπαιξαν σημαντικό ρόλο για τον εντοπισμό της αύξησης της θερμοκρασίας του ασθενούς. Για παράδειγμα, οι Mohammed κ.α.(2020) εφάρμοσαν μια τεχνολογία drone με βάση το IoMT με ενσωματωμένη θερμική κάμερα για τον εντοπισμό αυξημένης θερμοκρασίας που σχετίζεται με μόλυνση από κορονοϊό χρησιμοποιώντας τις θερμικές εικόνες. (Alshekhly A et al., 2020)

Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως αναπτύχθηκε μια μονάδα παρακολούθησης COVID-19 που βασίζεται σε εφαρμογή για έξυπνα τηλέφωνα, η οποία επιτρέπει την εξ αποστάσεως επανακαταχώρηση ιατρικών δεδομένων από τους ίδιους τους ασθενείς και τις οικογένειές τους, μειώνοντας έτσι την ανάγκη επίσκεψης σε νοσοκομεία για το ίδιο σκοπό. Ομοίως, η ανίχνευση επαφών για μολυσματικές ασθένειες έχει αυτοματοποιηθεί με τη χρήση εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα. Οι εφαρμογές εντοπισμού επαφών Corona αποτελούν ένα νέο και πολλά υποσχόμενο μέτρο για τη μείωση της εξάπλωσης του COVID-19 για παράδειγμα, "Corona-Warn-App" στη Γερμανία, "SwissCovid" στην Ελβετία και "Arogya Setu" στην Ινδία. (Guo et al., 2021)

Ένα τεράστιο κεφάλαιο την περίοδο αυτή έπαιξε η ηλεκτρονική μάθηση καθώς η χρήση διαφόρων ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. υπολογιστές, φορητοί υπολογιστές, smartphones κ.λπ.) και λογισμικών/εφαρμογών όπως το Google Classroom, το Zoom, το Microsoft Teams κ.λπ. έχουν αλλάξει το πρόσωπο των μαθησιακών εμπειριών, με αποτέλεσμα η διαδικτυακά υποστηριζόμενη διδασκαλία και μάθηση να έχει αλλάξει.

Το τελευταίο αυτό πρόσωπο της μάθησης (ηλεκτρονική) δεν ήταν πολύ δημοφιλής πρακτική στο παρελθόν, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω προκλήσεων, όπως η μη κατανόηση του μέσου ηλεκτρονικής μάθησης, η ανεπαρκής και επαρκής σύνδεση στο διαδίκτυο και η απαίτηση επαρκών τεχνολογικών γνώσεων και δεξιοτήτων που εμπόδιζαν την καθολική προσαρμογή της ηλεκτρονικής μάθησης. Για την ενίσχυση της ηλεκτρονικής μάθησης πρέπει να υπάρξει επίσημη κατάρτιση και εργαστήρια για τη χρήση διαφόρων τεχνολογικών μεθόδων και πλατφόρμων έτσι ώστε να μπορέσει να ενσωματωθεί πλήρως. (Dhawan, 2020)

Η πανδημική κρίση του COVID-19 ανάγκασε ολόκληρο τον κόσμο να υιοθετήσει την ηλεκτρονική μάθηση όχι μόνο για την εκπαίδευση των φοιτητών σε ακαδημαϊκές σχολές, αλλά και για την εκπαίδευση των ασθενών σχετικά με την εξ αποστάσεως φροντίδα. Επιπλέον, η τρέχουσα μα και απρόβλεπτη επιστροφή στην προηγούμενη "κανονική" ζωή και η εξαφάνιση των

αυτής της πανδημίας αναδεικνύει την ανάγκη για μέγιστη εξάρτηση από την ηλεκτρονική μάθηση ακόμη και για την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ως εκ τούτου, το τρέχον νέο πρόγραμμα σπουδών έχει μετατραπεί από το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό σε μαθητοκεντρικό μοντέλο.

Για την παροχή υγειονομικής περίθαλψης από απόσταση, τον τελευταίο καιρό, εργαλεία όπως οι φωνητικοί βοηθοί με τη μορφή του Google Assistant, της Apple Siri και της Amazon Alexa είναι αρκετά χρήσιμα. Οι Sezgin κ.α. (2020) ανέπτυξαν τους φωνητικούς βοηθούς ως εναλλακτικό τρόπο για την υποστηρικτική υγειονομική περίθαλψη κατά τη διάρκεια κρίσεων υγείας/πανδημίας. (Sezgin et al., 2020)

Το Chatbot που δημιουργήθηκε από τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC) και της Microsoft χρησιμοποιεί πληροφορίες που βασίζονται σε στοιχεία για τη δημιουργία μιας πλατφόρμας με βάση το κείμενο COVID-19.(NCIRD, 2022) Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) κυκλοφόρησε επίσης ένα chatbot με βάση το κείμενο WhatsApp για να ανταποκριθεί σε ερωτήματα του κοινού σχετικά με το COVID-19. (WHO, 2020)

Το VA της Apple είναι μια εφαρμογή που μοιράζεται πληροφορίες και ενημερώσεις για το COVID-19 χρησιμοποιώντας πόρους του CDC που είναι προσβάσιμοι μέσω του Siri. (Apple, 2020) Η Alexa VA από την Amazon βοηθά τους χρήστες να ρυθμίσουν ρουτίνες κατά τη διάρκεια της διαμονής στο σπίτι και παρέχει πληροφορίες και καθοδήγηση σχετικά με COVID-19. (Amazon Staff, 2020)

2.4 Ζητήματα προστασίας δεδομένων

Σήμερα υπάρχουν διάφορες προκλήσεις και επιπτώσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν πριν από τη μαζική υιοθέτηση της ΙΟΜΤ, όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια των δεδομένων, η διαχείριση των δεδομένων, η επεκτασιμότητα και η αναβάθμιση, οι κανονισμοί, η διαλειτουργικότητα και η αποδοτικότητα του κόστους. (Dwivedi et al., 2022)

Ιδιωτικότητα και ασφάλεια των δεδομένων

Ένα από τα κύρια ζητήματα και προκλήσεις στην εφαρμογή ΙοΜΤ είναι η διασφάλιση της κατάλληλης ασφάλειας στον κυβερνοχώρο στα συστήματα παρακολούθησης της υγειονομικής

περίθαλψης. Η ασφάλεια του τεράστιου όγκου ευαίσθητων δεδομένων υγείας των ασθενών που μεταφέρονται μεταξύ των συστημάτων αποτελεί πρόκληση που δεν έχει ακόμη αντιμετωπιστεί.

Οι Akhbarifar κ.ά (2020) ανέπτυξαν μια ελαφριά μέθοδο κρυπτογράφησης μπλοκ για την απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας που προβλέπει την ασφάλεια των δεδομένων υγείας και των ιατρικών δεδομένων σε περιβάλλον ΙοMT που βασίζεται στο νέφος. (Akhbarifar et al., n.d.)

Από την άλλη, οι Lin κ.ά. (2021) πρότειναν μια ενιαία ελεγχόμενη από τον χρήστη κάρτα με βάση την έξυπνη κάρτα sign-on (SC-UCSSO) για την τηλεϊατρική που διατηρεί την ιδιωτικότητα και ενισχύει την ασφάλεια και την απόδοση. (Lin et al., 2021) Για παράδειγμα, η "CoviChain" χρησιμοποιεί την τεχνολογία blockchain για την αντιμετώπιση των ζητημάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας και την αποφυγή της έκθεσης των δεδομένων των ατόμων, ακόμη και με την επίτευξη μεγαλύτερης παροχής αποθήκευσης δεδομένων. (Alsamhi & Lee, 2021)

Στην τεχνολογία blockchain, η συγκέντρωση συνεπάγεται τη διασπορά των λειτουργιών σε ολόκληρο το σύστημα αντί να έχουν όλες οι μονάδες συνδεθεί και να ελέγχονται από μια κεντρική αρχή, δηλαδή δεν υπάρχει κεντρικό σημείο ελέγχου και αυτή η απουσία κεντρικής αρχής σε μια blockchain είναι που την καθιστά πιο ασφαλή από άλλες τεχνολογίες. Σε κάθε χρήστη της αλυσίδας μπλοκ, που ονομάζεται εξορύκτης, ανατίθεται ένας μοναδικός λογαριασμός συναλλαγών και τα μπλοκ προστίθενται μόλις επικυρωθούν οι χρήστες εξόρυξης. Η αποκεντρωμένη φύση των αρχείων δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία blockchain αποτελεί παράδειγμα της επαναστατικής της ποιότητας- τα δίκτυα blockchain χρησιμοποιούν πρωτόκολλα συναίνεσης για την ασφάλεια των κόμβων. Με αυτόν τον τρόπο, οι συναλλαγές επικυρώνονται και τα δεδομένα δεν μπορούν να καταστραφούν. (Singh et al., 2021) Ενώ η αποκεντρωμένη φύση των δικτύων επιτρέπει τις ομότιμες λειτουργίες (AWS, 2019), θέτει επίσης σημαντικές προκλήσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των προσωπικών δεδομένων. (Benjamin Herold, 2015)

Οι Gai κ.α., 2016 εξέτασαν ορισμένα από αυτά τα ζητήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας, τα οποία περιλαμβάνουν απειλές, κακόβουλους αντιπάλους και επιθέσεις σε χρηματοπιστωτικές βιομηχανίες. (Gai K et al., 2016)

Οι Zyskind κ.α. (2015) εξέτασαν την αποκεντρωμένη διαχείριση προσωπικών δεδομένων στο πλαίσιο των ανησυχιών για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των προσωπικών δεδομένων. (Zyskind et al., 2015)

Διαχείριση δεδομένων

Η διαχείριση δεδομένων είναι η ικανότητα πρόσβασης, ολοκλήρωσης, ελέγχου και διαχείρισης της ροής πληροφοριών δεδομένων. Οι τεχνικές φιλτραρίσματος δεδομένων, όπως η ανωνυμοποίηση δεδομένων/ιδιωτικότητα δεδομένων, η ενσωμάτωση δεδομένων και ο συγχρονισμός δεδομένων, χρησιμοποιούνται για την παροχή μόνο χρήσιμων πληροφοριών για την εφαρμογή και την απόκρυψη άλλων λεπτομερειών.

Επεκτασιμότητα, αναβάθμιση, κανονισμοί και τυποποίηση

Η ικανότητα μίας συσκευής υγειονομικής περίθαλψης να προσαρμόζεται στις αλλαγές του περιβάλλοντος ονομάζεται επεκτασιμότητα. Ως εκ τούτου, ένα σύστημα υψηλής κλιμάκωσης είναι αυτό που διατηρεί την ομοιομορφία μεταξύ των συνδεδεμένων συσκευών και μπορεί να λειτουργεί αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας τους διαθέσιμους πόρους ομαλά και χωρίς καθυστέρηση. Ένα εξαιρετικά κλιμακούμενο σύστημα παραμένει πιο εύχρηστο τόσο στην παρούσα όσο και στη μελλοντική εποχή. Η συνεχής ανάπτυξη και πρόοδος της τεχνολογίας ΙοΜΤ έχει αυξήσει την ανάγκη για τακτική ενημέρωση της υπάρχουσας συσκευής. Αυτό παραμένει μια πρόκληση σε έναν κόσμο με γρήγορους ρυθμούς.

Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, η επικύρωση του ποικίλου φάσματος συσκευών που βασίζονται σε ΙοΜΤ με βάση α) τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, β) τη συγκέντρωση δεδομένων και τις θύρες διασύνδεσης, που κατασκευάζονται σε μεγάλη κλίμακα από πολλούς κατασκευαστές ή προμηθευτές που ισχυρίζονται ότι έχουν ακολουθήσει τυποποιημένους κανόνες και πρωτόκολλα κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, καθίσταται απαραίτητη. Για την εν λόγω επικύρωση και τυποποίηση είναι υποχρεωτική η συνδρομή των αρμόδιων αρχών ή φορέων, όπως το Ίδρυμα Τεχνολογίας Πληροφοριών και Καινοτομίας (IETF), το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI), το Πρωτόκολλο Διαδικτύου για Έξυπνα Αντικείμενα (IPSO).

Επίσης, θα πρέπει να επικυρωθούν οι συσκευές καταγραφής EMR ΙοΜΤ. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη συνεργασία ερευνητών, διαφόρων οργανισμών και φορέων τυποποίησης. Ωστόσο, κανονιστικές προκλήσεις όπως ο νόμος HITECH (Health Information Technology for

Economic and Clinical Health Act), ο νόμος HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) και ο γενικός κανονισμός για την προστασία των δεδομένων (GDPR) εμποδίζουν την ταχεία και ευρείας κλίμακας υιοθέτηση των συσκευών IoMT.

Διαλειτουργικότητα

Υπάρχουν διαφορές στα πρότυπα που υποστηρίζουν εφαρμογές που κατασκευάζονται από διαφορετικές βιομηχανίες. Επίσης, η ετερογένεια των συσκευών και τα δεδομένα που λαμβάνονται από πολλές πηγές εμποδίζουν το μέγεθος της χρήσης κυρίως λόγω της διαλειτουργικότητας. Η διαλειτουργικότητα αποτελεί πρόκληση καθώς η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων IoMT με αντίθετα χαρακτηριστικά καθίσταται δύσκολη. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη τυποποιημένων διασυνδέσεων καθίσταται ζωτικής σημασίας, ιδίως σε εφαρμογές που υποστηρίζουν δια-οργανωτικά διασταυρούμενα συστήματα. Στον κόσμο του IoMT, η ανταλλαγή πολλαπλών διαφορετικών πληροφοριών δημιουργεί έναν εκτεταμένο όγκο δεδομένων και οι διαδικασίες που εμπλέκονται στο χειρισμό των δεδομένων μαζί με τη διαχείριση των συσκευών διασύνδεσης με διαλειτουργικό τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τους ενεργειακούς περιορισμούς, παραμένει μια ουσιαστική πρόκληση. (Kumar et al., 2019)

Αποτελεσματικότητα κόστους

Ιδιαίτερα στην εποχή του Covid 19, το οικονομικό άγχος έχει επεκταθεί σε μεγάλο αριθμό ατόμων, εταιρειών, ακόμη και οργανισμών, περιορίζοντας έτσι τη μαζική υιοθέτηση του IoMT. Ως εκ τούτου, η αποτελεσματικότητα του κόστους καθίσταται βασική πρόκληση και απαιτεί επαρκή προσοχή. Το κόστος ανάπτυξης, εγκατάστασης και χρήσης του συστήματος IoMT πρέπει να καθίσταται κοινά αποδεκτό.

Το σύστημα με βάση το IoMT έχει μεγάλο αριθμό συνδεδεμένων ιατρικών συσκευών και αισθητήρων. Αυτά έχουν υψηλό κόστος συντήρησης και αναβάθμισης που επηρεάζει τόσο τον κατασκευαστή όσο και τους τελικούς χρήστες. Ως εκ τούτου, η συμπερίληψη αισθητήρων χαμηλότερης συντήρησης με χαμηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης θα συμβάλει στην ανάπτυξη περισσότερων συσκευών IoMT και θα αυξήσει την εφαρμογή τους σε πιο συχνή βάση.

Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας είναι ένας άλλος παράγοντας που εμποδίζει την υιοθέτηση των IoMT συσκευών πιο συστηματικά. Οι περισσότερες συσκευές IoMT λειτουργούν με μπαταρία και μόλις τοποθετηθεί ένας αισθητήρας, απαιτείται είτε συχνή αντικατάσταση της μπαταρίας είτε η χρήση μπαταρίας υψηλής ισχύος. Η τρέχουσα εστίαση θα πρέπει να είναι ο σχεδιασμός βιώσιμων συσκευών υγειονομικής περίθαλψης, ικανών να παράγουν οι ίδιες ενέργεια ή η αφομοίωση του συστήματος IoMT με συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν επίσης να συμβάλουν στον μετριασμό της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης. (Kumar et al., 2019)

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Όπως είναι αντιληπτό, τα συστήματα IoMT διαθέτουν διάφορους ενσωματωμένους βιοϊατρικούς αισθητήρες για την εκτέλεση των λειτουργιών τους. Αυτοί αποτελούνται από τη συγχώνευση πολλών παραγόντων ημιαγωγού που περιλαμβάνουν μέταλλα γης και άλλες τοξικές χημικές ουσίες, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, οι ρυθμιστικοί φορείς ελέγχουν και ρυθμίζουν την κατασκευή των αισθητήρων.

Η έρευνα πρέπει να κατευθυνθεί προς το σχεδιασμό και την κατασκευή των αισθητήρων με χρήση βιοδιασπώμενων υλικών. (Pradhan B et al., 2021)

2.5 Μελέτες εφαρμογών IoT για ζητήματα ηλεκτρονικής υγείας

Στην ψηφιακή εποχή, το τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης εξελίσσεται διαρκώς, ωθούμενο από τις τεχνολογικές εξελίξεις που υπόσχονται να φέρουν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο έχουμε πρόσβαση, διαχειριζόμαστε και παρέχουμε ιατρικές υπηρεσίες. Στην πρώτη γραμμή αυτού του μετασχηματισμού βρίσκεται ο αναπτυσσόμενος τομέας της ηλεκτρονικής υγείας, ένας τομέας που περιλαμβάνει τη διασταύρωση της υγειονομικής περίθαλψης και της τεχνολογίας των

πληροφοριών. Καθώς ο κόσμος διασυνδέεται όλο και περισσότερο μέσω ψηφιακών τεχνολογιών, οι πρωτοβουλίες ηλεκτρονικής υγείας έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα, την προσβασιμότητα και την ποιότητα της παροχής υγειονομικής περίθαλψης.

Οι έρευνες για θέματα ηλεκτρονικής υγείας χρησιμεύουν ως ανεκτίμητα εργαλεία για την κατανόηση της πολύπλευρης δυναμικής αυτού του ταχέως αναπτυσσόμενου τομέα. Οι έρευνες αυτές προσφέρουν ολοκληρωμένη εικόνα διαφόρων πτυχών της ηλεκτρονικής υγείας, από την υιοθέτηση ψηφιακών λύσεων για την υγεία έως τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την εφαρμογή τους. Συγκεντρώνοντας δεδομένα από επαγγελματίες υγείας, ασθενείς, φορείς χάραξης πολιτικής και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς, οι έρευνες παρέχουν μια αποχρωματισμένη κατανόηση της τρέχουσας κατάστασης της ηλεκτρονικής υγείας και φωτίζουν τους δρόμους για τη μελλοντική ανάπτυξη.

Ένας από τους θεμελιώδεις τομείς που διερευνάται στις έρευνες για θέματα ηλεκτρονικής υγείας είναι η χρήση της τεχνολογίας στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης. Με την εξάπλωση των smartphones, των φορητών συσκευών και των πλατφορμών τηλεϊατρικής, τα άτομα έχουν πλέον πρωτοφανή πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες και υπηρεσίες στα χέρια τους.

Οι έρευνες αξιολογούν τον βαθμό στον οποίο αυτές οι τεχνολογίες ενσωματώνονται στην κλινική πρακτική, εξετάζοντας παράγοντες όπως τα ποσοστά υιοθέτησης, η ικανοποίηση των χρηστών και τα αντιληπτά οφέλη. Επιπλέον, εμβαθύνουν στα εμπόδια που εμποδίζουν την ευρεία υιοθέτηση, συμπεριλαμβανομένων των ανησυχιών που σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, τη διαλειτουργικότητα και τον ψηφιακό αλφαριθμητισμό.

Πέρα από το πεδίο της κλινικής περίθαλψης, οι έρευνες για την ηλεκτρονική υγεία διερευνούν επίσης τον αντίκτυπό της στις πρωτοβουλίες δημόσιας υγείας και στη διαχείριση των συστημάτων υγείας. Από την απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών έως την ανάλυση της υγείας του πληθυσμού, οι ψηφιακές καινοτομίες αναδιαμορφώνουν το τοπίο της πρόληψης, της επιτήρησης και της παρέμβασης σε ασθένειες. Οι έρευνες ρίχνουν φως στην αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων ηλεκτρονικής υγείας στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της δημόσιας υγείας, όπως η διαχείριση χρόνιων ασθενειών, οι επιδημίες μολυσματικών ασθενειών και οι ανισότητες στην υγεία. Με τη μέτρηση των προοπτικών των επαγγελματιών της δημόσιας υγείας και των φορέων χάραξης πολιτικής, οι έρευνες αυτές ενημερώνουν για στρατηγικές αξιοποίησης της τεχνολογίας για την επίτευξη ευρύτερων στόχων στον τομέα της υγείας.

Επιπλέον, οι έρευνες για θέματα ηλεκτρονικής υγείας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαλεύκανση των εμπειριών και των προτιμήσεων των ασθενών στην ψηφιακή παροχή υγειονομικής περίθαλψης. Ως ενεργοί συμμετέχοντες στην πορεία της περίθαλψής τους, οι απόψεις των ασθενών προσφέρουν ανεκτίμητες πληροφορίες για το σχεδιασμό και την εφαρμογή λύσεων ηλεκτρονικής υγείας.

Τέλος, οι έρευνες αξιολογούν τη στάση των ασθενών απέναντι στην τηλεϊατρική, τις ψηφιακές εφαρμογές υγείας, τους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας (ΗΦΥ) και άλλες τεχνολογίες, διευκρινίζοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή και τη δέσμευσή τους. Η κατανόηση των προτιμήσεων και των ανησυχιών των ασθενών είναι υψίστης σημασίας για το σχεδιασμό ασθενοκεντρικών παρεμβάσεων ηλεκτρονικής υγείας που δίνουν προτεραιότητα στη χρηστικότητα, την προσβασιμότητα και τη συμμετοχικότητα.

Μελέτες περίπτωσης e-health:

1. Μελέτη περίπτωσης "Living Goods Smart Health"

Οι τεχνολογίες mHealth διαταράσσουν ήδη τη συμβατική παροχή υγειονομικής περίθαλψης, καθιστώντας τις καινοτόμες λύσεις πιο προσιτές όσον αφορά την εμβέλεια και την τιμή σε όλο τον αναπτυσσόμενο κόσμο. Ωστόσο, έχουν καταγραφεί πολύ λιγότερα στοιχεία για τη διαδικασία εισαγωγής της καινοτομίας mHealth στο πλαίσιο των αγροτικών κοινοτήτων της Αφρικής. Εκκρεμεί ακόμη η ευρεία υιοθέτηση προτύπων και η άρση των εμποδίων για την εισαγωγή, τη δοκιμή και την κλίμακα. Το παρόν έγγραφο τεκμηριώνει τη διαδικασία καινοτομίας της εισαγωγής της τεχνολογίας, τα αποτελέσματα και τα διδάγματα που αντλήθηκαν μέσω μιας μελέτης περίπτωσης δύο πρωτοβουλιών mHealth: παραπομπές κλειστού κυκλώματος για την υγεία της μητέρας και του παιδιού και αυτοέλεγχος για τον HIV. Και οι δύο πρωτοβουλίες υλοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν στην κομητεία Kisii της Κένυας από τη Living Goods.

Η Living Goods εφάρμοσε ένα πλαίσιο καινοτομίας για να εισαγάγει και να αξιολογήσει δύο παρεμβάσεις που ενσωματώθηκαν στην **εφαρμογή Living Goods Smart Health**, μια **ψηφιακή**

εφαρμογή υγείας που βασίζεται σε smartphone και έχει σχεδιαστεί για την καταγραφή, αξιολόγηση και διάγνωση των νοικοκυριών σε επίπεδο κοινότητας.

Οι κοινοτικοί επαγγελματίες υγείας (> Community health workers και εφεξής CHWs) χρησιμοποίησαν ψηφιακά υποστηριζόμενους, τυποποιημένους αλγόριθμους του Υπουργείου Υγείας για να αξιολογήσουν και να παραπέμψουν τους πελάτες στην πλησιέστερη υγειονομική μονάδα για επιβεβαίωση της διάγνωσης και θεραπεία κατά περίπτωση. Καταγράφηκαν δεδομένα ρουτίνας καθώς και περιοδικές έρευνες νοικοκυριών για την ενσωμάτωση δεδομένων απόδοσης και αποτελεσμάτων στη διαχείριση των δραστηριοτήτων. Πραγματοποιήθηκε οιοσεί πειραματική αξιολόγηση με τη χρήση μεθοδολογίας αντιστοίχισης βαθμολογίας προτίμησης (PSM) για την αξιολόγηση των παραρτημάτων παρέμβασης για κάθε παρέμβαση.

Τα ευρήματα κατέδειξαν ότι οι πρωτοβουλίες αύξησαν τη συχνότητα των επισκέψεων στα νοικοκυριά, με τους συμμετέχοντες στις ομάδες θεραπείας να έχουν περισσότερες πιθανότητες να έχουν επισκεφθεί περισσότερα από έξι άτομα τους τελευταίους έξι μήνες.

Οι παρεμβάσεις συνέβαλαν εν μέρει στην αύξηση της συχνότητας των επισκέψεων παρακολούθησης των CHW στην ομάδα αντιμετώπισης. Η εμπιστοσύνη και η εμπιστοσύνη στους CHW ήταν υψηλή, αλλά περιοριζόταν στις υπηρεσίες παραπομπής και όχι στις διαγνωστικές και θεραπευτικές υπηρεσίες. (Karlyn et al., 2020)

2. Μελέτη περίπτωσης "Τηλε-ιατρική & ηλικιωμένοι"

Σήμερα, η ψηφιακή τεχνολογία έχει δημιουργήσει ένα θόρυβο σε κάθε κλάδο, αλλά οι ηλικιωμένοι πολίτες δεν συμμετέχουν ούτε καν δοκιμάζουν τις νέες τεχνολογίες.

Ο λόγος πίσω από αυτό είναι η έλλειψη ενδιαφέροντος, ή αλλιώς ο αλφαριθμητισμός, και η αργή μάθηση. Και βέβαια, λέγεται ότι η τεχνολογία αναπτύσσεται για τη νεότερη γενιά.

Ωστόσο, ο ρυθμός υιοθέτησης είναι ταχύτερος στη νεότερη γενιά σε σύγκριση με την παλαιότερη γενιά. (Sharma N, 2023)

Μια μελέτη από το Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν αναφέρει ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία ενήλικες θα μπορούσαν να επωφεληθούν περισσότερο από αυτές τις υπηρεσίες, αλλά δεν δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη χρήση αυτών των εφαρμογών. (MICHIGAN MEDICINE - UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2022)

Επιπλέον, μια μελέτη που διεξήχθη από την Accenture, μια ψηφιακή έρευνα για την υγεία των καταναλωτών, αναφέρει ότι η νεότερη γενιά ήταν πιο ανοιχτή στη λήψη εικονικής φροντίδας. (Accenture, 2020)

Μια άλλη έρευνα από το Ινστιτούτο Ερευνών Υγείας της PwC δείχνει ότι οι καταναλωτές ηλικίας άνω των 65 ετών αντιπροσώπευαν το μεγαλύτερο μερίδιο των εικονικών επισκέψεων κατά τους πρώτους μήνες της πανδημίας. Επιπλέον, το 92% των ηλικιωμένων άνω των 65 ετών χρησιμοποιούν εικονική περίθαλψη για πρώτη φορά. (PwC's Health Research Institute, 2021)

Τέλος, μια εθνική έρευνα του Kaiser Family Foundation σε ηλικιωμένους Αμερικανούς διαπίστωσε ότι, καθώς το Διαδίκτυο καθίσταται όλο και πιο σημαντική πηγή πληροφόρησης για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την υγεία και τις επιλογές υγειονομικής περίθαλψης, λιγότερο από το ένα τρίτο (31%) των ηλικιωμένων (ηλικίας 65 ετών και άνω) έχουν μπει ποτέ στο Διαδίκτυο, αλλά περισσότερα από τα δύο τρίτα (70%) της επόμενης γενιάς ηλικιωμένων (50-64 ετών) το έχουν κάνει.

Οι διαφορές μεταξύ των ηλικιωμένων και των ηλικιωμένων 50-64 ετών είναι εντυπωσιακές και δείχνουν ότι οι διαδικτυακές πηγές πληροφόρησης για την υγεία μπορεί σύντομα να διαδραματίσουν πολύ μεγαλύτερο ρόλο μεταξύ των ηλικιωμένων Αμερικανών. Το 21% των ηλικιωμένων έχει πάει στο διαδίκτυο για να αναζητήσει πληροφορίες για την υγεία σε σύγκριση με το 53% των ηλικιωμένων 50-64 ετών- το 8% των ηλικιωμένων παίρνει "πολλές" πληροφορίες για την υγεία στο διαδίκτυο σε σύγκριση με το 24% των ηλικιωμένων 50-64 ετών- το διαδίκτυο είναι 5ο στον κατάλογο των πηγών ενημέρωσης για την υγεία για τους ηλικιωμένους σε σύγκριση με την πρώτη θέση μεταξύ των ηλικιωμένων 50-64 ετών- και το 26% των ηλικιωμένων εμπιστεύεται το διαδίκτυο "πολύ" ή "λίγο" για την παροχή ακριβών πληροφοριών για την υγεία, σε σύγκριση με το 58% των ηλικιωμένων 50-64 ετών.

Η έρευνα αποτελούσε μια εθνικά αντιπροσωπευτική, τυχαία τηλεφωνική έρευνα σε 1.450 ενήλικες ηλικίας 50 ετών και άνω, συμπεριλαμβανομένων 583 ερωτηθέντων ηλικίας 65 ετών και άνω. Η έκθεση δόθηκε στη δημοσιότητα σε ενημερωτική εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε στην Ουάσιγκτον την Τετάρτη 12 Ιανουαρίου 2005. (Kaiser Family Foundation, 2005)

Κατανόηση της σημασίας των εφαρμογών φροντίδας ηλικιωμένων

1. Διαχείριση φαρμάκων

Ένα από τα σημαντικότερα καθήκοντα είναι να διασφαλίσουμε ότι οι ηλικιωμένοι μας λαμβάνουν εγκαίρως τα φάρμακά τους. Με τις εφαρμογές φροντίδας ηλικιωμένων, μπορεί κανείς εύκολα να διαχειριστεί έγκαιρες υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις τόσο στους φροντιστές όσο και στους ηλικιωμένους, καθιστώντας τη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής πιο αποτελεσματική. Και το καλύτερο μέρος είναι ότι μειώνει τον κίνδυνο παράλειψης δόσεων & συμβάλλει στη διατήρηση της υγείας ενός ηλικιωμένου ατόμου. Επιπλέον, βοηθά τους φροντιστές να διαχειρίζονται τα καθήκοντα φροντίδας.

2. Παρακολούθηση της υγείας σε πραγματικό χρόνο

Οι εφαρμογές φροντίδας ηλικιωμένων για τη φροντίδα ηλικιωμένων συχνά διαθέτουν χαρακτηριστικά που επιτρέπουν στους φροντιστές να παρακολουθούν την υγεία του αγαπημένου τους προσώπου σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την παρακολούθηση ζωτικών σημείων όπως η αρτηριακή πίεση, ο καρδιακός ρυθμός και τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα.

3. Βελτίωση της επικοινωνίας

Η διατήρηση της επικοινωνίας με τα ηλικιωμένα μέλη της οικογένειας είναι απαραίτητη για τη συναισθηματική τους ευημερία. Η μοναξιά και η απομόνωση μπορεί να οδηγήσουν σε κατάθλιψη και άλλα προβλήματα υγείας.

Πολλές εφαρμογές για ηλικιωμένους, όπως οι εφαρμογές για την εργασία με αναπνοή και οι εφαρμογές διαλογισμού, προσφέρουν λειτουργίες βιντεοκλήσεων και ανταλλαγής μηνυμάτων, επιτρέποντας στους ηλικιωμένους να συνδέονται με τους φίλους και την οικογένειά τους.

Ωστόσο, η εφαρμογή για τη φροντίδα των ηλικιωμένων βοηθά τους ηλικιωμένους να παραμείνουν συνδεδεμένοι με τους αγαπημένους τους.

4. Ασφάλεια και βοήθεια έκτακτης ανάγκης

Πτώσεις και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μπορεί να συμβούν, ειδικά για ηλικιωμένους με προβλήματα κινητικότητας ή ορισμένες ιατρικές παθήσεις. Ορισμένες εφαρμογές φροντίδας ηλικιωμένων μπορούν να περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως η ανίχνευση πτώσεων και οι ειδοποιήσεις έκτακτης ανάγκης.

Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές βελτιώνουν την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη και την ασφάλεια, εξασφαλίζοντας άμεση βοήθεια και ενδεχομένως σώζοντας ζωές.

5. Ηρεμία για τους φροντιστές

Οι εφαρμογές φροντίδας μπορεί να είναι συναισθηματικά κουραστικές και οι συνεχείς ανησυχίες για τα αγαπημένα πρόσωπα μπορεί να επιβαρύνουν τους φροντιστές. Τότε είναι που οι εφαρμογές φροντίδας ηλικιωμένων για τους φροντιστές παρέχουν ψυχική ηρεμία, προσφέροντας ενημερώσεις και ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο.

6. Ενδυνάμωση μέσω της πληροφόρησης

Η γνώση είναι δύναμη και η εφαρμογή για τους ηλικιωμένους φροντιστές παρέχει στους φροντιστές πληθώρα πληροφοριών για τα δακτυλικά τους αποτυπώματα.

Από λεπτομερή αρχεία φαρμακευτικής αγωγής έως τάσεις της υγείας με την πάροδο του χρόνου, αυτές οι εφαρμογές ενδυναμώνουν τους φροντιστές με τις πληροφορίες που χρειάζονται για να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τους αγαπημένους τους.

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, οι εφαρμογές φροντίδας ηλικιωμένων έχουν μεταμορφώσει το τοπίο της φροντίδας παρέχοντας πρακτικές λύσεις. Με αυτά τα δεδομένα, ας καταπιαστούμε με τα είδη των εφαρμογών στην επόμενη ενότητα.

Τύποι εφαρμογών φροντίδας ηλικιωμένων

- **Υπενθυμίσεις φαρμάκων**

Εφαρμογές που βοηθούν τους ηλικιωμένους να διαχειρίζονται τα προγράμματα φαρμακευτικής αγωγής, συμπεριλαμβανομένων των υπενθυμίσεων δοσολογίας και χρονισμού.

- **Τηλε-υγεία και τηλεϊατρική**

Οι εφαρμογές εικονικής υγειονομικής περίθαλψης συνδέουν τους ηλικιωμένους με παρόχους υγειονομικής περίθαλψης για εξ αποστάσεως διαβουλεύσεις και ελέγχους.

- **Υγεία και φυσική κατάσταση**

Εφαρμογές για ηλικιωμένους για την παρακολούθηση της σωματικής δραστηριότητας, της διατροφής και των ρουτινών άσκησης για τη διατήρηση της συνολικής υγείας.

- **Κοινωνική σύνδεση**

Οι πλατφόρμες διευκολύνουν την επικοινωνία με την οικογένεια, τους φίλους και τους συνομηλίκους για την καταπολέμηση της μοναξιάς και της απομόνωσης.

- **Βοήθεια έκτακτης ανάγκης**

Εφαρμογές που παρέχουν γρήγορη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης και ειδοποιούν τα αγαπημένα πρόσωπα σε περίπτωση πτώσης ή έκτακτης ανάγκης.

- **Φροντίδα για τη νόσο Αλτσχάιμερ και την άνοια**

Εξειδικευμένες εφαρμογές προσφέρουν παιχνίδια μνήμης, γνωστικές ασκήσεις και υποστήριξη για άτομα με γνωστικές διαταραχές.

- **Ασφάλεια και παρακολούθηση στο σπίτι**

Εφαρμογές που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ηλικιωμένων αγαπημένων προσώπων, συμπεριλαμβανομένων των καμερών ασφαλείας και των συστημάτων που βασίζονται σε αισθητήρες. (Sharma N, 2023)

3. Μελέτη περίπτωσης "Community Health Agents' (CHAs)"

Η παρούσα μελέτη αξιολόγησε την εφαρμογή "Community Health Agents' (CHAs)" που βασίζεται σε τάμπλετ και τον αντίκτυπο της, η οποία αποσκοπούσε στη βελτίωση της απόδοσης των "Κοινοτικών Παραγόντων Υγείας", προκειμένου να βελτιώσει τις πρακτικές ανατροφής των παιδιών από τους φροντιστές και τελικά τους δείκτες υγείας και ανάπτυξης των παιδιών.

Οι CHAs χρησιμοποίησαν την εφαρμογή κατά τη διάρκεια των κατ' οίκον επισκέψεών τους για να καταγράψουν τους δείκτες υγείας των παιδιών και να παρουσιάζουν πληροφορίες, εικόνες και βίντεο για τη διδασκαλία βασικών μηνυμάτων υγείας. Η μελέτη διήρκησε 24 μήνες, με έναρξη τον Οκτώβριο του 2018 και λήξη τον Σεπτέμβριο του 2020.

Οι κοινότητες μελέτης θα έπρεπε να είχαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Μια ενεργή CHA που επισκέπτεται οικογένειες στην κοινότητα.
- Μη συμμετοχή σε άλλη μελέτη που σχετίζεται με την υγεία.
- Απόσταση μικρότερη των 6 ωρών από το Iquitos.
- Είχε τουλάχιστον 25 οικογένειες και το πολύ 1500 προς παρακολούθηση.

Οι συμμετέχοντες και μέγεθος δείγματος:

- 10-14 κοινότητες, οι μισές στην ομάδα παρέμβασης και οι μισοί στην ομάδα ελέγχου.

- 40-50 CHAs, τα μισά CHAs στην ομάδα παρέμβασης και οι μισοί CHAs στην ομάδα ελέγχου.
- 400-450 παιδιά, τα μισά στην ομάδα παρέμβασης και τα μισά στην ομάδα ελέγχου.

Για να μετρηθεί ο αντίκτυπος της παρέμβασης και να κατανοηθεί η προοπτική των χρηστών, εφαρμόστηκε στους συμμετέχοντες μια σειρά εργαλείων. Τα μέσα αυτά περιελάμβαναν αξιολόγηση της ανάπτυξης του παιδιού, ερωτηματολόγιο στάσεων και πρακτικών, αξιολόγηση γνώσεων, αξιολόγηση της απόδοσης των CHAs και συλλογή δεικτών αναιμίας και ανθρωπομετρικών δεικτών. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης ποιοτικές έρευνες για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των CHA και των φροντιστών σε σχέση με την παρέμβαση.

Η εφαρμογή **Child Health Education and Surveillance Tool** (CHEST) χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεικτών υγείας των παιδιών από τους CHA κατά τη διάρκεια των κατ' οίκον επισκέψεων. Τα παιδιά είχαν μια κάρτα με πληροφορίες που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των ελέγχων παρακολούθησης της ανάπτυξής τους στο τοπικό κέντρο υγείας, συμπεριλαμβανομένου του ύψους, του βάρους, της ηλικίας, των εμβολίων και των επιπέδων αιμοσφαιρίνης (όταν εξετάζονταν). Ο CHA παρακολουθούσε τις πληροφορίες που αναγράφονταν στην κάρτα και τις κατέγραφε με την αίτηση. Ο CHA πραγματοποιούσε επίσης πρόσθετες ερωτήσεις σχετικά με την υγεία του παιδιού, συμπεριλαμβανομένων των περιστατικών διάρροιας, βήχα, πυρετού, ελονοσίας και άλλων ασθενειών. Τα δεδομένα από την εφαρμογή μεταφορτώνονταν στον ασφαλή διακομιστή όταν ο CHA ή ο επόπτης είχε πρόσβαση στο κυψελοειδές δίκτυο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν πως ο Αμαζόνιος του Περού έχει υψηλά επίπεδα πολλών παραγόντων κινδύνου που συνδέονται με την κακή ανάπτυξη των παιδιών. Η χρήση των "Κοινοτικών Παραγόντων Υγείας" (Community Health Agents' - CHAs) έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί δυναμική λύση για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της ανάπτυξης των παιδιών. Επιπλέον, η κινητή τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορεί ενδεχομένως να αυξήσει την απόδοση και τον αντίκτυπο των CHAs. Ωστόσο, υπάρχει ένα κενό γνώσεων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι κινητές ΤΠΕ μπορούν να αναπτυχθούν για να βελτιώσουν την ανάπτυξη των παιδιών σε περιβάλλοντα με χαμηλούς πόρους. (Westgard et al., 2019)

Συμπεράσματα ενότητας:

Εκτός από την εξέταση των ευκαιριών που προσφέρει η ηλεκτρονική υγεία, οι έρευνες αντιμετωπίζουν επίσης τις αμέτρητες προκλήσεις που συνεπάγεται η εφαρμογή της. Από τις τεχνικές δυσλειτουργίες έως τα κανονιστικά εμπόδια, ο δρόμος προς την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της ψηφιακής υγείας είναι γεμάτος εμπόδια. Οι έρευνες εντοπίζουν εμπόδια που εμποδίζουν την απρόσκοπτη ενσωμάτωση των τεχνολογιών ηλεκτρονικής υγείας στις υφιστάμενες ροές εργασίας της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων που σχετίζονται με την υποδομή, την αποζημίωση και την αντίσταση στην αλλαγή. Εντοπίζοντας αυτές τις προκλήσεις, οι έρευνες ανοίγουν το δρόμο για στοχευμένες παρεμβάσεις με στόχο την υπέρβαση των εμποδίων και την προώθηση ενός ευνοϊκότερου περιβάλλοντος για την καινοτομία της ηλεκτρονικής υγείας.

Εν κατακλείδι, οι έρευνες για θέματα ηλεκτρονικής υγείας χρησιμεύουν ως απαραίτητα εργαλεία για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των ευκαιριών, των προκλήσεων και των επιπτώσεων των ψηφιακών τεχνολογιών υγείας. Καταγράφοντας ποικίλες προοπτικές από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς της υγειονομικής περίθαλψης, οι έρευνες αυτές παρέχουν μια ολιστική κατανόηση του εξελισσόμενου τοπίου της ηλεκτρονικής υγείας. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να επαναπροσδιορίζει τα όρια της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, οι έρευνες διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην πληροφόρηση τεκμηριωμένων στρατηγικών για την αξιοποίηση του μετασχηματιστικού δυναμικού της ηλεκτρονικής υγείας για τη βελτίωση της υγείας του ατόμου και του πληθυσμού.

3. ΜΗΤΡΙΚΗ ΥΓΕΙΑ & INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Η υγεία της μητέρας είναι μια κρίσιμη πτυχή της δημόσιας υγείας, η οποία αντικατοπτρίζει την ευημερία τόσο των γυναικών όσο και των νεογέννητων παιδιών τους. Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας (e-health) έχει εγκαινιάσει μια νέα εποχή καινοτομίας στην υγειονομική περίθαλψη. Το παρόν

κεφάλαιο διερευνά τη βαθιά συμβολή του Διαδικτύου της ηλεκτρονικής υγείας σε θέματα μητρικής υγείας, δίνοντας έμφαση στις δυνατότητες βελτίωσης της προσβασιμότητας στην υγειονομική περίθαλψη, της παρακολούθησης και των συνολικών αποτελεσμάτων.

Το Διαδίκτυο της ηλεκτρονικής υγείας αντιμετωπίζει μία από τις θεμελιώδεις προκλήσεις στον τομέα της μητρικής υγειονομικής περίθαλψης - την προσβασιμότητα σε έγκαιρες και ακριβείς πληροφορίες. Οι μέλλουσες μητέρες μπορούν πλέον να έχουν πρόσβαση σε πληθώρα πηγές, συμπεριλαμβανομένων αξιόπιστων άρθρων, εκπαιδευτικών βίντεο και διαδραστικών φόρουμ όπου μπορούν να ανταλλάσσουν εμπειρίες και να ζητούν συμβουλές. Αυτός ο εκδημοκρατισμός των πληροφοριών δίνει στις γυναίκες τη δυνατότητα να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την προγεννητική τους φροντίδα, προωθώντας μια προληπτική προσέγγιση στη διαχείριση της υγείας.

Η ενσωμάτωση του IoT στην ηλεκτρονική υγεία επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων σχεδίων μητρικής υγείας με βάση τα ατομικά δεδομένα υγείας. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να αναλύσουν μια πληθώρα μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένου του ιατρικού ιστορικού, των γενετικών παραγόντων και των δεδομένων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, για να δημιουργήσουν εξατομικευμένες συστάσεις για την προγεννητική φροντίδα, τη διατροφή και την άσκηση. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση ενισχύει την αποτελεσματικότητα της μητρικής υγειονομικής περίθαλψης, βελτιστοποιώντας τα αποτελέσματα τόσο για τις μητέρες όσο και για τα βρέφη.

Τα συγκεντρωτικά δεδομένα από το Διαδίκτυο των συσκευών ηλεκτρονικής υγείας συμβάλλουν σε μια τεράστια δεξαμενή πληροφοριών που μπορούν να αξιοποιηθούν για την έρευνα και τη διαμόρφωση πολιτικής. Η ανάλυση των τάσεων και των μοτίβων στα δεδομένα για τη μητρική υγεία επιτρέπει στους ερευνητές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να εντοπίζουν τομείς βελτίωσης, να κατανέμουν αποτελεσματικά τους πόρους και να εφαρμόζουν παρεμβάσεις βασισμένες σε αποδείξεις. Αυτή η προσέγγιση με γνώμονα τα δεδομένα έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίσει τη μητρική υγειονομική περίθαλψη σε συστημικό επίπεδο, προωθώντας τη λήψη αποφάσεων και την κατανομή των πόρων με καλύτερη πληροφόρηση.

Τέλος, τα συγκεντρωτικά δεδομένα από το Διαδίκτυο των συσκευών ηλεκτρονικής υγείας συμβάλλουν σε μια τεράστια δεξαμενή πληροφοριών που μπορούν να αξιοποιηθούν για την έρευνα και τη διαμόρφωση πολιτικής. Η ανάλυση των τάσεων και των μοτίβων στα δεδομένα για τη μητρική υγεία επιτρέπει στους ερευνητές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να

εντοπίζουν τομείς βελτίωσης, να κατανέμουν αποτελεσματικά τους πόρους και να εφαρμόζουν παρεμβάσεις βασισμένες σε αποδείξεις. Αυτή η προσέγγιση με γνώμονα τα δεδομένα έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίσει τη μητρική υγειονομική περίθαλψη σε συστημικό επίπεδο, προωθώντας τη λήψη αποφάσεων και την κατανομή των πόρων με καλύτερη πληροφόρηση. (Ahmed et al., 2010; Laverack, 2006)

3.1 Εφαρμογές IoT για ζητήματα μητρικής υγείας

Μελέτη περίπτωσης 1: "Keleya: Pregnancy App & Yoga"

Η παρούσα αναλύει ένα σύνολο δεδομένων που προέρχονται από το σύμπτωμα "tracker" της εφαρμογής εγκυμοσύνης "Keleya" (Keleya, Keleya Digital-Health Solutions GmbH, Βερολίνο, Γερμανία). Η εφαρμογή αυτή έχει σχεδιαστεί για να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των εγκύων γυναικών στις γερμανόφωνες χώρες. Στοχεύει στην υποστήριξη των γυναικών κατά την εγκυμοσύνη και στο ταξίδι της μητρότητά τους. Η Keleya προωθεί μια συνεργασία με ειδικούς ιατρούς και συνεργάζεται με διάφορα ασφαλιστικά ταμεία.

Το χρονικό πλαίσιο ενδιαφέροντος είναι ολόκληρη η διάρκεια της εγκυμοσύνης και η περίοδος μετά τον τοκετό περίοδο.

Στην εικόνα 7 που ακολουθεί διαφαίνονται όλα τα συμπτώματα που εντοπίστηκαν από τους χρήστες της εφαρμογής από την αρχή έως το τέλος της κύησης.

Symptom	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M	N
Back Pain	44.2	23.4	38.6	48.2	39.1	44.5	63.3	53.3	73.3	82.8	86.4	92.6
Bladder Weakness	13.0	5.7	10.2	14.1	10.3	14.7	22.9	20.7	30.6	38.9	47.1	53.1
Breathlessness	29.0	13.3	24.1	31.6	23.8	32.2	48.5	40.0	58.0	68.9	74.8	81.0
Constipation	32.2	18.6	27.8	35.2	28.0	29.4	48.2	36.0	55.8	65.6	69.8	76.2
Diarrhea	12.8	6.2	9.8	13.9	9.9	13.1	23.5	17.0	27.2	37.5	41.2	49.0
Fatigue	48.7	36.1	43.0	51.5	42.5	33.0	72.0	52.7	75.8	86.0	90.0	92.9
Flatulence	22.6	9.5	19.4	24.6	19.2	26.6	35.1	22.8	37.5	45.0	48.5	49.7
Foot Pain	6.6	2.0	5.1	7.3	5.2	8.9	11.9	9.5	15.4	19.9	24.3	26.4
Headache	25.1	11.9	20.6	27.4	20.8	26.6	41.5	30.3	48.4	61.1	64.2	72.7
Heartburn	23.4	12.4	19.4	25.5	19.7	23.1	37.3	31.4	46.5	55.3	62.8	69.0
Incontinence	16.2	5.8	13.5	17.6	13.9	20.1	24.5	18.0	29.3	36.1	39.7	45.6
Mood: Happy	26.9	17.1	22.3	27.6	22.3	21.9	44.4	31.8	50.0	63.2	65.4	74.0
Mood: Normal	45.2	34.3	39.2	44.8	40.4	27.1	63.3	45.2	69.4	81.4	81.3	89.0
Mood: Scared	13.3	7.2	10.6	14.4	10.6	12.5	23.4	15.7	26.3	36.1	38.6	46.1
Mood: Stressed	15.2	8.1	11.9	16.5	12.1	14.4	26.7	19.2	32.1	42.9	47.1	57.3
Mood: Swings	25.2	15.7	20.7	27.1	21.1	20.4	40.5	29.4	46.4	58.7	61.3	70.3
Nausea	26.1	13.2	21.9	28.4	21.8	26.9	42.1	29.1	45.5	55.2	63.6	65.9
Neck Pain	25.6	12.5	21.5	27.9	21.4	27.2	41.5	31.1	49.0	60.6	64.7	72.9
Nutrition Deficiencies	44.9	28.6	40.5	48.9	41.7	41.1	57.0	43.8	64.9	71.8	76.4	82.0
Pelvic Pain	20.3	7.9	16.1	22.1	16.1	24.6	35.9	29.3	43.9	54.9	61.2	69.0
Sleeping Difficulty	30.1	13.4	25.1	32.9	25.1	34.0	49.1	39.8	56.5	68.5	72.0	79.4

A–N represent different data selection criteria, see Table 1. A represents the data selection criterion with the highest user count, but lowest mean reported symptoms per user. N is the data selection criteria with the lowest user count, but most active users. Symptom occurrences for data selection criterion N (in bold) are most meaningful and should be used for comparison with other works. Occurrences show high differences based on the data selection criteria applied. Flatulence and foot pain symptoms were added during the investigated period. Occurrences for flatulence and foot pain are unreliable and only indicate a lower bound.

Εικόνα 7: Εμφάνιση συμπτωμάτων ανά κριτήριο επιλογής δεδομένων σε ολόκληρη την εγκυμοσύνη

Πηγή: (Nissen et al., 2023)

Εγκυρότητα του Symptom Tracker

Αυτή η μελέτη αναφέρει δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο, τα οποία δημιουργήθηκαν μέσω ενός ανιχνευτή συμπτωμάτων tracker που χρησιμοποιείται ως μέτρο έκβασης που αναφέρεται από τον ασθενή. Στο Εικόνα 8 φαίνεται ο ανιχνευτής συμπτωμάτων που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη περίπτωσης.

Λόγω της έλλειψης πραγματικών γεγονότων, δεν μπορούν να εξαχθούν από την παρούσα λεπτομερή συμπεράσματα καθώς ορισμένοι χρήστες άρχισαν να παρακολουθούν τα συμπτώματα νωρίς. Για παράδειγμα πάνω από ~1000-3000 συμπτώματα που αναφέρθηκαν εβδομαδιαίως στις εβδομάδες κήσης από τους χρήστες. Τα δεδομένα αυτά ενδέχεται να είναι εσφαλμένα. Μία πιθανή εξήγηση είναι η εσφαλμένη εισαγωγή δεδομένων (π.χ. εισαγωγή λανθασμένων δεδομένων ωορρηξίας που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της εβδομάδας της εγκυμοσύνης). (Nissen

et al., 2023) Ωστόσο, τα δεδομένα μπορεί επίσης να είναι φυσικά και ορθής προέλευσης, αφού τα δεδομένα αυτά μπορεί να προέρχονται από γυναίκες που χρησιμοποιούν αναπαραγωγικές τεχνολογίες ή εκείνες που παρακολουθούν σημάδια εγκυμοσύνης χρησιμοποιώντας kit πρόβλεψης ωορρηξίας ή τεστ εγκυμοσύνης στο σπίτι. (Watson & Angelotta, 2022)



Εικόνα 8: Η εφαρμογή "Keleya" για την προσθήκη συμπτωμάτων των εγκύων γυναικών

Πηγή: (Nissen et al., 2023)

Μέθοδος περιπτωσιολογίας εφαρμογής εγκυμοσύνης "Keleya" :

Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη στο Google Play (Android) και στο Apple App Store (iOS). Ο ανιχνευτής χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες. Η κατηγορία της ανεπάρκειας δεν αναλύεται στην παρούσα. Μόνο η κόπωση (βλ. κουρασμένος) αναλύθηκε στην κατηγορία της διάθεσης.

Η ναυτία, ο μετεωρισμός (βλ. φούσκωμα), η δυσκοιλιότητα, η διάρροια και η καούρα εμφανίστηκαν ως μέρος της ομάδας πέψης. Η ομάδα του πόνου περιελάμβανε πόνο στην πλάτη, πόνο στα πόδια, πονοκέφαλο, ένταση στον αυχένα και πόνο στην περιοχή της πυέλου. Δύσπνοια, ακράτεια (βλ. αδυναμία στην ουροδόχο κύστη), δυσκολία στον ύπνο και κατακράτηση νερού περιλαμβάνονταν στην ομάδα παραπόνων. Ο κατασκευαστής της εφαρμογής δεν συμπεριέλαβε συμπτώματα που είναι πολύ πιθανό να υποδηλώνουν ανεπιθύμητες ενέργειες, δηλαδή οι χρήστες απλώς αναφέρουν το σύμπτωμα στην εφαρμογή αντί να συμβουλευτούν τον επιβλέποντα ιατρό τους. Επίσης, σε κανένα σύμπτωμα ελεύθερου κειμένου δεν είναι δυνατή η εισαγωγή συμπτωμάτων. Η παρακολούθηση των συμπτωμάτων αρκείται στις προπονήσεις και τις συνταγές που προτείνει η εφαρμογή, λ.χ. εάν παρακολουθείται η ναυτία ή η καούρα. Άλλη μία αναφορά παραδείγματος επί της εφαρμογής είναι ότι οι χρήστες που αναφέρουν πονοκεφάλους, απλώς δεν τους εμφανίζονται ασκήσεις που περιλαμβάνουν θέση "με το κεφάλι προς τα κάτω". (Nissen et al., 2023)

Εξαγωγή και επεξεργασία δεδομένων

Υπήρχε γραπτή συμφωνία ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των μερών για τη χρήση των δεδομένων. Κάθε αναφερόμενο σύμπτωμα αποθηκεύεται σε σχεσιακή βάση δεδομένων, με μία καταχώρηση ανά σύμπτωμα, συμπεριλαμβανομένης μίας "χρονοσφραγίδας". Εάν αναφερθούν πολλά συμπτώματα ταυτόχρονα (σε "μία αναφορά"), κάθε σύμπτωμα αποθηκεύεται στη δική του σειρά, με την ίδια ώρα σφραγίδα. Κατά συνέπεια, εάν τα συμπτώματα αξιολογούνται στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα, τα συμπτώματα θεωρούνται συνυπάρχοντα εάν δηλαδή οι χρονικές σφραγίδες τους ταιριάζουν μεταξύ τους.

Ανάλυση και στατιστική αξιολόγηση

Η εμφάνιση συμπτωμάτων υπολογίστηκε ως ο αριθμός των χρηστών που επηρεάστηκαν από ένα σύμπτωμα διαιρούμενο με το σύνολο των χρηστών που ανέφεραν ένα σύμπτωμα κατά την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Στην πραγματικότητα, εάν πέντε χρήστες ανέφεραν πόνο στην πλάτη την 10^η εβδομάδα της κύησης και 20 χρήστες ανέφεραν συμπτώματα συνολικά κατά την περίοδο

αυτή, η συχνότητα εμφάνισης είναι 25%. Η εμφάνιση συμπτωμάτων ανά εβδομάδα μπορεί να θεωρηθεί ως πείραμα Bernoulli. Οι χρήστες βιώνουν ή δεν βιώνουν σύμπτωμα.

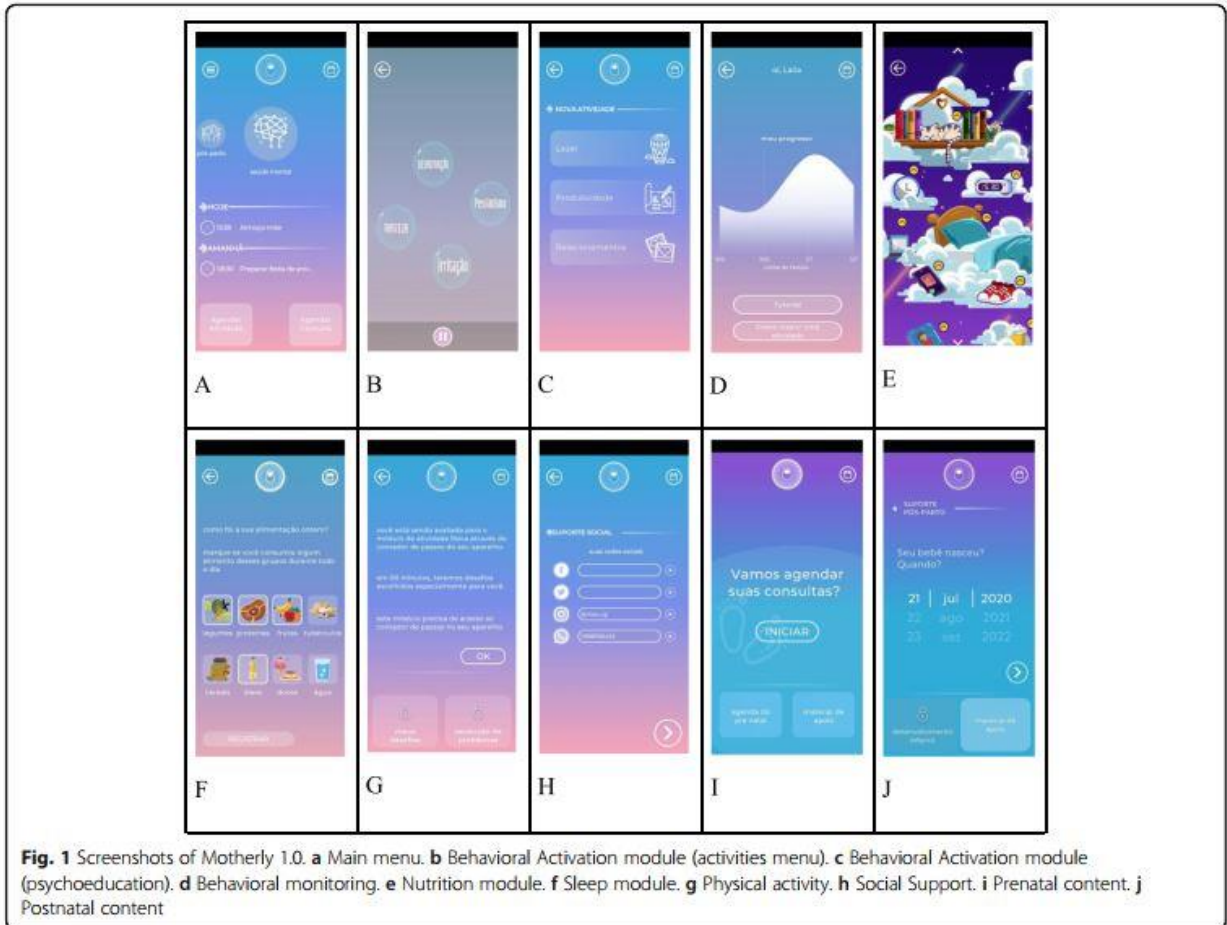
Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε το διάστημα Agresti-Coull για να εκτιμηθεί το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `proportion_confint` της του πακέτου `Statsmodels`. Το διάστημα Agresti-Coull προτάθηκε από προηγούμενες εργασίες για μεγάλα μεγέθη δειγμάτων. (Brown et al., 2001)

Μελέτη περίπτωσης 2: "Motherly"

Η εφαρμογή Motherly 1.0, είναι μία εφαρμογή για κινητά που έχει σχεδιαστεί για την προώθηση συνηθειών ζωής που έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τη σωματική και ψυχική υγεία των εγκύων γυναικών. Το Motherly 1.0 αναπτύχθηκε από μία ομάδα ψυχολόγων, διατροφολόγων και προγραμματιστών-εφαρμογών για να μεταφράσει τα στοιχεία της θεραπείας σε μια κινητή πλατφόρμα. Η εφαρμογή Motherly αναπτύχθηκε με τη χρήση της μηχανής Unity για να αξιοποιήσει τα βελτιωμένα γραφικά εφέ. Η εφαρμογή αποτελείται από ένα πακέτο συγκεκριμένων και προσαρμοσμένων παρεμβάσεων που ορίζονται από οκτώ διαφορετικές ενότητες: (1) ψυχική υγεία, (2) ύπνος, (3) διατροφή, (4) σωματική δραστηριότητα, (5) κοινωνική υποστήριξη, (6) προγεννητική υποστήριξη, (7) μεταγεννητική υποστήριξη και (8) βιβλιοθήκη προ- και μεταγεννητικού περιεχομένου.

Οι προαναφερθείσες ενότητες ενσωματώθηκαν σε μία ενιαία διασύνδεση (βλ. Εικ. 9) χρησιμοποιώντας τρεις βασικές έννοιες: ψυχοεκπαίδευση, παρακολούθηση της συμπεριφοράς και στοιχεία παιχνιδιοποίησης. Η ψυχοεκπαίδευση παρέχεται με τέσσερις τρόπους: (α) σεμινάρια που εξηγούν το σκεπτικό της παρέμβασης και δείχνουν πώς να χρησιμοποιείται κάθε ενότητα- (β) ψυχοεκπαιδευτικό περιεχόμενο σχετικά με την υγεία και την εγκυμοσύνη που παρέχεται ως σύντομες ειδοποιήσεις και είναι διαθέσιμο σε μια βιβλιοθήκη που μπορεί να διαβαστεί κατά την κρίση των χρηστών- (γ) σύντομα μηνύματα αντιμετώπισης προβλημάτων, τα οποία αποτελούν προτάσεις στρατηγικών για την αντιμετώπιση δυσκολιών στις δραστηριότητες της ΒΑ. Η παρακολούθηση της συμπεριφοράς προωθείται με τη χρήση χρονοδιαγραμμάτων, καταλόγων ελέγχου και ειδοποιήσεων, ώστε να βοηθηθούν οι συμμετέχοντες να παρακολουθούν τις επισκέψεις τους στην υγειονομική περίθαλψη και να προγραμματίζουν δραστηριότητες που έχουν

συσχετιστεί με την πρόληψη ή/και τη μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων. (Zuccolo et al., 2021) Τα στοιχεία παιχνιδιοποίησης βασίζονται στην ψυχολογία των κινήτρων, την ανάλυση συμπεριφοράς και τη θεωρία σχεδιασμού παιχνιδιών. (Edwards et al., 2016; Sardi et al., 2017)



Εικόνα 9: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Motherly"

Πηγή: (Zuccolo et al., 2021)

Συγκεκριμένα, η εφαρμογή Motherly 1.0 χρησιμοποιεί πόρους όπως αλλαγές στην εμφάνιση του φόντου και των εικονιδίων ώστε να αντικατοπτρίζουν την αξιολόγηση της διάθεσης των συμμετεχόντων και τις αξιολογήσεις των δραστηριοτήτων, καθώς και γραφικά και εύχρηστα ερωτηματολόγια για τη συλλογή πληροφοριών (διάθεση, διατροφικές συνήθειες). Τα στοιχεία

αυτά, μαζί με τα ψυχοεκπαιδευτικά μηνύματα και τις απαντήσεις του χρήστη, λειτουργούν ως ενίσχυση για τη χρήση της εφαρμογής.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικότερα 4 από τις πιο σημαντικές ενότητες της εφαρμογής:

Ψυχική υγεία

Αυτή η ενότητα είναι μια προσαρμοσμένη και αυτοματοποιημένη έκδοση της ΒΑ, μιας σύντομης και δομημένης ψυχολογικής θεραπείας που βασίζεται στις συμπεριφορικές θεωρίες της κατάθλιψης. (Ferster, 1973; Lewinsohn PM et al., 1985) Η ΒΑ υποθέτει ότι τα καταθλιπτικά συμπτώματα θα μπορούσαν να ανακουφιστούν με την εμπλοκή των ασθενών σε συμπεριφορές που τελικά θα θεωρούν παραγωγικές ή αξιοποιήσιμες ή που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την κατάσταση της ζωής τους παρέχοντας μεγαλύτερες ανταμοιβές. Ως εκ τούτου, η ΒΑ είναι προσανατολισμένη στη δράση και επικεντρώνεται στην επίλυση προβλημάτων, η οποία απαιτεί από τους ασθενείς να δοκιμάσουν νέους τρόπους συμπεριφοράς σε καθημερινές καταστάσεις και σε διάφορους τομείς της ζωής τους.

Συγκεκριμένα, η ΒΑ επικεντρώνεται στην προώθηση αλλαγής της συμπεριφοράς για τη μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων μέσω (α) της εμπλοκής των ασθενών σε θετικά ενισχυμένη συμπεριφορά (η οποία σε πολλές περιπτώσεις συνίσταται στη συμμετοχή σε δραστηριότητες που οδηγούν σε εμπειρίες κυριαρχίας ή/και ευχαρίστησης), (β) της μείωσης των συμπεριφορών αποφυγής/ διαφυγής που διατηρούν την κατάθλιψη και (γ) της βελτίωσης των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων προκειμένου να αυξηθεί η πρόσβαση στην ανταμοιβή και να προληφθούν τα καταθλιπτικά συμπτώματα. (Dimidjian S et al., 2011)

Σε μια πρόσφατη RCT, η ΒΑ ήταν αποτελεσματική στη μείωση της κατάθλιψης και των συμπτωμάτων, καθώς και του αντιληπτού στρες σε έγκυες γυναίκες. (Dimidjian et al., 2017)

Με βάση δύο εκδόσεις της ΒΑ, η ενότητα για την ψυχική υγεία σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους χρήστες να προγραμματίζουν και να συμμετέχουν και να παρακολουθούν τις δραστηριότητες σύμφωνα με ένα σχέδιο, ώστε να αποφεύγεται να ενεργούν αποκλειστικά ανάλογα με την ψυχική τους διάθεση. Αυτή η ενότητα αποτελείται από πέντε βασικά στοιχεία: (1) ψυχοεκπαίδευση, (2) δημιουργία δραστηριοτήτων, (3) παρακολούθηση της συμπεριφοράς και αξιολόγηση της διάθεσης, (4) επίλυση προβλημάτων, (5) ενίσχυση για τη χρήση της εφαρμογής. (Lejuez et al., 2011; Martell CR et al., 2013)

Ύπνος

Αυτή η ενότητα της εφαρμογής σχεδιάστηκε με βάση δύο τεχνικές που αποτελούν συχνά μέρος των πρωτοκόλλων CBT για την αϋπνία: την υγεία του ύπνου και τη χαλάρωση. (Perlis ML et al., 2010) Η υγεία του ύπνου (SH) είναι μια παρέμβαση με βάση την ψυχοεκπαίδευση στην οποία παρέχονται στους ασθενείς πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο ζωής (διατροφή, άσκηση, χρήση ουσιών), τους περιβαλλοντικούς (θερμοκρασία, θόρυβος, φως) και συμπεριφορικούς (π.χ. ο χρόνος που ξαπλώνεται στο κρεβάτι) παράγοντες που μπορεί να παρεμποδίζουν ή να προάγουν τον καλύτερο ύπνο. (Hauri, 2004; Perlis ML et al., 2010)

Οι τεχνικές χαλάρωσης που περιγράφονται στο Motherly βασίζονται στην προοδευτική μυϊκή χαλάρωση (PMR) και τη βαθιά αναπνοή, οι οποίες έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τον ύπνο σε πολυμερείς κλινικές δοκιμές με εγκύους και νεαρές μητέρες. (Stremmler et al., 2006, 2013)

Οι χρήστες του Motherly έχουν πρόσβαση σε διαδικασίες της υγείας του ύπνου καθώς και της χαλάρωσης που παρουσιάζονται με τη μορφή σύντομων ηχητικών εξηγήσεων μαζί με σύντομα κείμενα και οπτικά ερεθίσματα που καθοδηγούν τους χρήστες κατά τη διάρκεια κάθε τεχνικής. (Zuccolo et al., 2021)

Προγεννητική υποστήριξη

Το Motherly παρέχει ένα ημερολόγιο για να βοηθήσει τους χρήστες να προγραμματίσουν τις επισκέψεις από τους γιατρούς τους και τις προγεννητικές εξετάσεις σύμφωνα με τις τρέχουσες διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές. (WHO, 2016) Οι χρήστες λαμβάνουν ειδοποίηση για να ενημερώσουν το ημερολόγιό τους, καθώς και να καταγράψουν εάν έχουν διαγνωστεί - οποιεσδήποτε συνθήκες- υγείας, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα να λάβουν επαρκή προγεννητική φροντίδα.

Μεταγεννητική υποστήριξη

Μετά τη γέννηση του παιδιού, οι χρήστες λαμβάνουν ειδοποιήσεις που περιγράφουν τα οφέλη του θηλασμού για την ανάπτυξη του παιδιού και καλούνται να δηλώσουν εάν είναι σε θέση να θηλάσουν τα μωρά τους. Μπορούν να δηλώσουν αν αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο θηλασμό,

οπότε η εφαρμογή παρέχει έναν κατάλογο προτάσεων για την επίλυση πιθανών προβλημάτων. (Zuccolo et al., 2021)

Ανάλυση και στατιστική δεδομένων

Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης, οι συνεχείς μεταβλητές περιγράφονται με τη χρήση μέτρων κεντρικής τάσης και οι κατηγορικές μεταβλητές περιγράφονται με τη χρήση συχνοτήτων και διασταυρούμενων πινάκων. Χρησιμοποιήθηκε μια προσέγγιση πρόθεσης-προς-μεταχείριση (ITT), ενώ για να εκτελεστούν οι αναλύσεις ITT, χρησιμοποιήθηκε πολλαπλός υπολογισμός με αλυσιδωτές εξισώσεις για να συμπεριληφθεί ο κάθε συμμετέχοντας που τυχαιοποιήθηκε.

Οι επιδράσεις της παρέμβασης στη μητρική κατάθλιψη (πρωταρχικό αποτέλεσμα) και τα δευτερεύοντα αποτελέσματα ελέγχθηκαν με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων. Από τα μοντέλα αυτά εξήχθησαν εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για την περιγραφή των πρωτογενών και δευτερογενών αποτελεσμάτων της μελέτης και για τις δύο ομάδες. Οι οριακοί μέσοι όροι θα χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των δεδομένων. (Hayes AF, 2013)

Τα τυποποιημένα μεγέθη επίδρασης υπολογίστηκαν από τη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των ομάδων χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που περιγράφονται από τον Cohen. (Cumming G & Cohen'd, 2011) Οι δοκιμές θεωρήθηκαν σημαντικές σε $p < 0,05$ και αναφέθηκαν 95% διαστήματα εμπιστοσύνης για όλες τις παραμέτρους. Όλες οι αναλύσεις διεξήχθησαν με τη χρήση των STATA 16 και R. (Zuccolo et al., 2021)

Μελέτη περίπτωσης 3: "Mini PIERS " & "PIERS On the Move"

Έχει αναπτυχθεί ένα βοήθημα λήψης αποφάσεων για τη φροντίδα γυναικών με υπέρταση κατά την εγκυμοσύνη. Αυτό είναι: α) Mini PIERS (Pre-eclampsia Integrated Estimate of RiSk) -Προ εκλαμψία Ολοκληρωμένη εκτίμηση του Κινδύνου και β) PIERS (Pre-eclampsia Integrated Estimate of RiSk) - Προ εκλαμψία Ολοκληρωμένη εκτίμηση του Κινδύνου Εν κινήσει.

Το mini PIERS είναι ένα κλινικό μοντέλο πρόβλεψης κινδύνου που εντοπίζει τις υπερτασικές γυναίκες που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο μητρικών επιπλοκών. (Payne et al., 2014)

Λειτουργία εφαρμογής "PIERS On the Move (POM)":

Το μοντέλο mini PIERS συνδυάζει πληροφορίες σχετικά με δημογραφικά στοιχεία (ηλικία κύησης κατά την αξιολόγηση και ισοτιμία), συμπτώματα (θωρακικό άλγος ή/και δύσπνοια, πονοκέφαλος ή/και οπτικές διαταραχές και κολπική αιμορραγία με κοιλιακό άλγος) και σημεία (ΣΑΠ και πρωτεϊνουρία με δείκτη μέτρησης) για τον προσδιορισμό της πιθανότητας μιας μεμονωμένης εγκύου να έχει μια δυσμενή έκβαση για τη μητρική υγεία εντός των επόμενων 48 ωρών. (Payne et al., 2014) Το μοντέλο επικυρώθηκε εσωτερικά και εξωτερικά και διαπιστώθηκε ότι έχει καλή διακριτική ικανότητα (AUROC 0,731- 95% CI 0,698- 0.764). Χρησιμοποιώντας μια προβλεπόμενη πιθανότητα 25% για τον ορισμό μιας θετικής εξέτασης, το mini PIERS μπορεί να εντοπίσει με ακρίβεια το 85,5% των γυναικών που διατρέχουν τον υψηλότερο κίνδυνο.

Το μοντέλο mini PIERS περιλαμβάνει μόνο απλές μετρήσεις που μπορούν να εκτιμηθούν οπουδήποτε, συμπεριλαμβανομένου του σπιτιού της γυναίκας, με ελάχιστη εκπαίδευση ή εξοπλισμό. Ως εκ τούτου, το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή αποτελεσματικής φροντίδας σε έγκυες γυναίκες σε παραδοσιακά δυσπρόσιτες περιοχές. Ο ευρύτερος σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της πρόσβασης στη φροντίδα γυναικών σε περιβάλλοντα με χαμηλά μέσα που επηρεάζονται περισσότερο από τις υπερτασικές διαταραχές της εγκυμοσύνης, παρέχοντας μία τεκμηριωμένη μέθοδο για τη λήψη αποφάσεων διαλογής.

Το μοντέλο mini PIERS μετατράπηκε σε ένα απλό βοήθημα λήψης αποφάσεων μέσω κινητής υγείας (mHealth) για χρήση από κοινοτικούς επαγγελματίες υγείας σε περιβάλλοντα με χαμηλά μέσα, το οποίο ονομάζεται PIERS On the Move (POM). (Lim et al., 2015)

Η εφαρμογή καθοδηγεί έναν κοινοτικό επαγγελματία υγείας κατά τη διάρκεια μιας προγεννητικής ή μεταγεννητικής αξιολόγησης και παρέχει συστάσεις για οποιαδήποτε απαιτούμενη θεραπεία ή παραπομπή σε μονάδα, με βάση τα αποτελέσματα της εκτίμησης κινδύνου mini PIERS (βλ.εικ. 10). (Firoz et al., 2017)



Εικόνα 10: Η εφαρμογή "Piers On the Move (POM)"

Πηγή: (Firoz et al., 2017)

Σε όλη την εφαρμογή υπάρχουν εικονογραφικά βοηθήματα, τα οποία αναπτύχθηκαν για να υποστηρίξουν την επικοινωνία μεταξύ της εγκύου και του λειτουργού υγείας σχετικά με την κατάσταση κινδύνου της.

Ο χρήστης μπορεί να συλλέγει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της εγκυμοσύνης, τα μητρικά σημεία προεκλαμψίας, τα μητρικά συμπτώματα προεκλαμψίας και τον κορεσμό του οξυγόνου στο αίμα (με τη χρήση παλμικού οξύμετρου που τοποθετείται στο δάχτυλο και διαβάζεται από την κινητή συσκευή). Εν συνέχεια, ο χρήστης λαμβάνει συστάσεις σχετικά με τη θεραπεία σε κοινοτικό επίπεδο με αντιυπερτασική θεραπεία ή θειικό μαγνήσιο, καθώς και για το αν η γυναίκα πρέπει να επισκεφθεί το νοσοκομείο και με ποιο επείγοντα χαρακτήρα.

Τέλος, η εφαρμογή POM εφαρμόζεται στο πλαίσιο των ομαδικών τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών CLIP στη Μοζαμβίκη, το Πακιστάν και την Ινδία για να ενισχύσει τους κοινοτικούς λειτουργούς υγείας να φροντίζουν τις γυναίκες στις δικές τους κοινότητες, όπως φαίνεται στην Ινδία. (Von Dadelszen P et al., 2020)

3.2 Εφαρμογές IoT για ευκολότερη πρόσβαση στις υπηρεσίες μητρικής υγείας

Μια από τις πιο πρωτοποριακές εφαρμογές του Διαδικτύου της Ηλεκτρονικής Υγείας στην υγεία της μητέρας είναι η εξ αποστάσεως παρακολούθηση. Φορητές συσκευές εξοπλισμένες με αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν συνεχώς ζωτικά σημεία, κινήσεις του εμβρύου και άλλες σχετικές παραμέτρους. Αυτές οι ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο επιτρέπουν στους επαγγελματίες υγείας να παρακολουθούν τις εγκυμοσύνες από απόσταση, διευκολύνοντας την έγκαιρη ανίχνευση πιθανών επιπλοκών. Η έγκαιρη παρέμβαση είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως ο διαβήτης κύησης, η υπέρταση ή άλλες καταστάσεις υψηλού κινδύνου, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο δυσμενών αποτελεσμάτων.

Όμως, γεωγραφικά εμπόδια και περιορισμένη πρόσβαση σε εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης αποτελούν εδώ και καιρό προκλήσεις για τη μητρική υγεία, ιδίως σε αγροτικές ή υποβαθμισμένες περιοχές.

Το Διαδίκτυο της ηλεκτρονικής υγείας παρέχει μια λύση μέσω των διαβουλευσεων τηλεϊατρικής. Οι έγκυες γυναίκες μπορούν να συμμετέχουν σε εικονικές επισκέψεις με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, προωθώντας μια συνεπή και προσβάσιμη γραμμή επικοινωνίας. Αυτό όχι μόνο βελτιώνει την εμπέλεια των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, αλλά και ενθαρρύνει τον τακτικό έλεγχο, συμβάλλοντας στην έγκαιρη ανίχνευση και πρόληψη των επιπλοκών. (Awad et al., 2021)

Περιπτώσιολογία:

1) Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε οι έγκυες γυναίκες της υπαίθρου στις ΗΠΑ αλλά και σε άλλες πολιτείες, αντιμετωπίζουν συνήθως πολλές προκλήσεις και εμπόδια στην πρόσβαση σε ποιοτική προγεννητική φροντίδα. Για παράδειγμα, το 50% των νομών των ΗΠΑ δε διαθέτουν ούτε έναν μαιευτήρα-γυναικολόγο ή νοσοκομείο με περιγεννητικές υπηρεσίες. (Rayburn WF, 2017) Επιπλέον, μόνο το 49,8% των εγκύων γυναικών στην ύπαιθρο ζούσαν σε απόσταση 30 λεπτών με το αυτοκίνητο από το πλησιέστερο νοσοκομείο που παρείχε περιγεννητική φροντίδα, σε σύγκριση με το 93,4% των εγκύων γυναικών στις πόλεις το 2010.

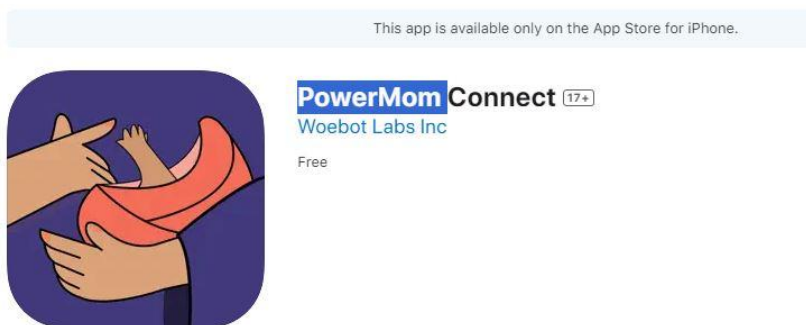
Η διαφορά αυτή γίνεται ακόμη πιο σημαντική για τις γυναίκες που ζουν σε απομονωμένες αγροτικές περιοχές, από τις οποίες μόνο το 28,8% ζουν σε απόσταση 30 λεπτών με το αυτοκίνητο από την πλησιέστερη μονάδα περιγεννητικής φροντίδας. (Rayburn WF et al., 2012)

Επιπλέον, οι έγκυες γυναίκες στην ύπαιθρο τείνουν να είναι υποασφαλισμένες ή ανασφάλιστες και κατά μέσο όρο έχουν χαμηλότερο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο σε σύγκριση με τις έγκυες γυναίκες στις πόλεις, (Chan L et al., 2006; Hart et al., 2005) γεγονός που μειώνει περαιτέρω την πρόσβασή τους σε περίθαλψη και μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο κακής έκβασης της υγείας τους. (Blumenshine P et al., 2010)

Οι παράγοντες αυτοί συμβάλλουν σε μεγάλες διαφορές στα ποσοστά βρεφικής και μητρικής θνησιμότητας μεταξύ αγροτικών και αστικών πληθυσμών. Στις ΗΠΑ, τα ποσοστά μητρικής θνησιμότητας το 2015 ήταν 18,2 ανά 100.000 γεννήσεις ζώντων σε μητροπολιτικές περιοχές έναντι 29,4 ανά 100.000 γεννήσεις ζώντων σε αγροτικές περιοχές (Maron DF, 2017) και το 2014 υπήρξαν 6,55 θάνατοι βρεφών ανά 1000 γεννήσεις ζώντων σε αγροτικούς πληθυσμούς έναντι 5,44 θανάτων βρεφών ανά 1000 γεννήσεις ζώντων σε μεγάλες αστικές επαρχίες. (Ely et al., 2014)

Για την παραπάνω έρευνα, κομβικό ρόλο έπαιξε η εφαρμογή "PowerMom" (βλ.εικ. 11)

Το POWERMOM είναι μια ψηφιακή **ερευνητική** μελέτη χωρίς τοποθεσίες που προσλαμβάνει, εγγράφει και λαμβάνει δεδομένα από έγκυες γυναίκες που ζουν οπουδήποτε στις ΗΠΑ μέσω μιας εφαρμογής iOS. Από τις 16 Μαρτίου 2017 έως τις 20 Σεπτεμβρίου 2019, η POWERMOM ενέγραψε 591 συμμετέχοντες (16,3% του συνόλου των συμμετεχόντων της POWERMOM) από αγροτικούς ταχυδρομικούς κώδικες σε όλες τις ΗΠΑ. (Radin et al., 2020)



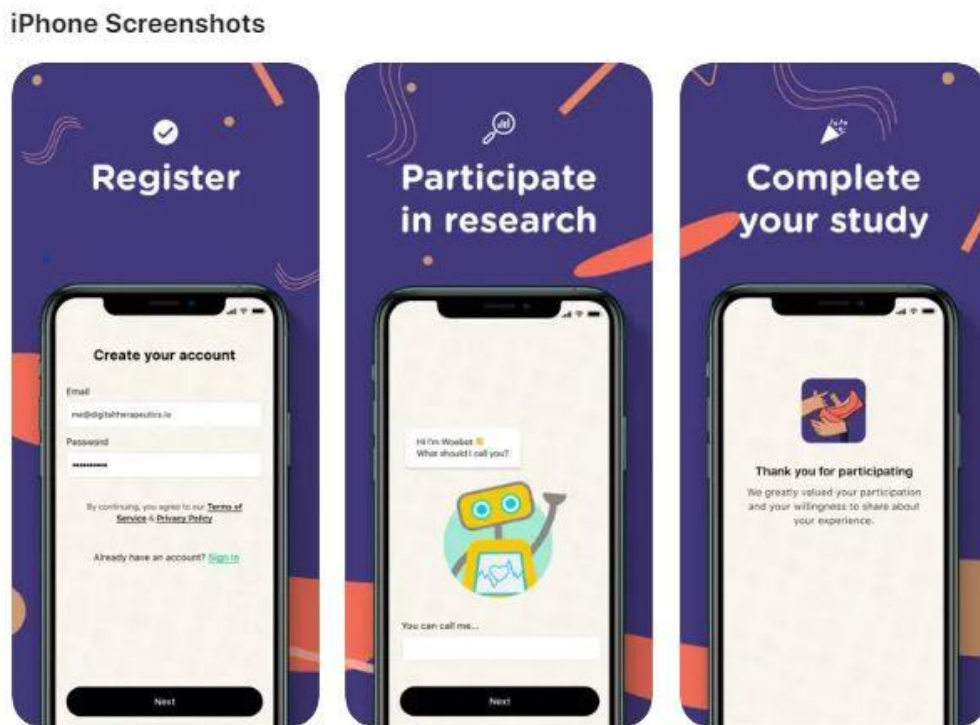
Εικόνα 11: Η εφαρμογή "PowerMom"

Πηγή: (Apple Inc., 2023)

Αναλυτικότερα, αυτή η εφαρμογή απευθύνεται σε άτομα που συμμετέχουν στη μελέτη Connect, μέρος του ερευνητικού προγράμματος PowerMom. Η μελέτη Connect είναι μια κλινική ερευνητική μελέτη για νέες μητέρες.

Η εφαρμογή PowerMom Connect στοχεύει στην υποστήριξη της ψυχικής υγείας των μητέρων μετά τον τοκετό μέσω ενός σχεσιακού παράγοντα που ονομάζεται Woebot. Το Woebot ξεκινάει με μια απλή ερώτηση: Πώς τα πας; Η απάντησή σας ξεκινά μια ιδιωτική συζήτηση με το Woebot. Είτε αισθάνεστε αγχωμένη, καταβεβλημένη, θυμωμένη ή απλά θέλετε να μιλήσετε, το Woebot προσαρμόζεται για να σας δώσει αυτό που χρειάζεστε ανάλογα με το πώς αισθάνεστε. Σας προσφέρονται συγκεκριμένα εργαλεία παρόμοια με αυτά που μπορεί να μάθετε στη θεραπεία με ένα άτομο - παρακολούθηση της διάθεσής σας, εξάσκηση νέων δεξιοτήτων ή ανασκόπηση της προόδου σας με την πάροδο του χρόνου. Ορισμένα εργαλεία είναι ειδικά για την εμπειρία της λοχείας και στοχεύουν στην **υποστήριξη της ψυχικής σας υγείας μετά τον τοκετό**. (Apple Inc., 2023)

Παρακάτω ακολουθούν στιγμιότυπα της εφαρμογής:



Εικόνα 12: Στιγμιότυπα της εφαρμογής "PowerMom"

Πηγή: (Apple Inc., 2023)

Το POWERMOM αναπτύχθηκε αρχικά χρησιμοποιώντας το πλαίσιο ResearchKit της Apple και ενσωματώθηκε στην εφαρμογή εγκυμοσύνης iOS του WebMD. (Jardine et al., 2015) Εκτός από την εφαρμογή ResearchKit, πρόσφατα αναπτύχθηκε μια αυτόνομη εφαρμογή με την ονομασία POWERMOM, η οποία περιλαμβάνει τις ίδιες εργασίες της μελέτης, αλλά καθιστά την εφαρμογή προσβάσιμη σε χρήστες Android και web (ωστόσο, το παρόν χειρόγραφο περιλαμβάνει μόνο δεδομένα που συλλέχθηκαν στην αρχική πλατφόρμα iOS).

Η αποστολή μηνυμάτων προσέλευσης έγινε στο μη μελετητικό τμήμα της εφαρμογής εγκυμοσύνης του WebMD, το οποίο προέτρεπε τους χρήστες να κάνουν κλικ στο τμήμα μελέτης της εφαρμογής, καθώς και σε μια διαφήμιση στο περιοδικό WebMD.

Για να είναι επιλέξιμες για το POWERMOM, οι συμμετέχουσες έπρεπε να είναι 18 ετών και άνω, να διαμένουν στις ΗΠΑ, να διαβάζουν και να γράφουν άνετα σε ένα iPhone στα αγγλικά και να είναι έγκυες κατά τη στιγμή της εγγραφής. Οι συμμετέχοντες που πέρασαν τις ερωτήσεις διαλογής κλήθηκαν στη συνέχεια να συμπληρώσουν τη διαδικασία ηλεκτρονικής συγκατάθεσης και εγγραφής, όπως και περιγράφηκε προηγουμένως. Η δεοντολογική εποπτεία της μελέτης ελήφθη από το Συμβούλιο Θεσμικής Επανεξέτασης του Scripps.

Δύο ημέρες μετά την εγγραφή στη μελέτη, ο συμμετέχων λαμβάνει μια έρευνα ιστορικού υγείας. Στην έρευνα αυτή, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να υποβάλουν πρόσθετες ερωτήσεις σχετικά με την εγκυμοσύνη τους, την προγεννητική φροντίδα και το συνολικό ιατρικό ιστορικό τους. Μετά από αυτή την αρχική έρευνα ιστορικού υγείας, οι συμμετέχουσες έλαβαν εβδομαδιαίες έρευνες καθ' όλη τη διάρκεια της εγκυμοσύνης τους. Οι εβδομαδιαίες έρευνες ρωτούσαν τις συμμετέχουσες αν ήταν ακόμη έγκυες ή αν είχαν αποβολή ή αν γέννησαν, το βάρος τους, την αρτηριακή τους πίεση, τους σφυγμούς τους, συμπτώματα όπως ναυτία και έμετος, νέα φάρμακα ή εμβόλια και πρόσθετες προγεννητικές επισκέψεις. Εάν μια συμμετέχουσα επέλεγε ότι γέννησε στην εβδομαδιαία έρευνα, αυτό ενεργοποιούσε μια έρευνα αποτελεσμάτων που φορτωνόταν στις δραστηριότητες της εφαρμογής.

Η έρευνα αποτελεσμάτων ρωτούσε πότε γεννήθηκε το μωρό, το βάρος και το μήκος του μωρού, το φύλο, αν έγινε πρόκληση τοκετού και αν χρησιμοποιήθηκε επισκληρίδιος αναισθησία, τον τύπο του τοκετού (κολπική ή καισαρική τομή) και τον τόπο του τοκετού. Στους χρήστες που δεν υπέβαλαν την έρευνα αποτελεσμάτων 4 εβδομάδες μετά την ημερομηνία τοκετού τους παρουσιάστηκε μήνυμα ειδοποίησης που τους υπενθύμιζε να απαντήσουν στις ερωτήσεις για να ολοκληρώσουν τη συμμετοχή τους στη μελέτη. (Radin et al., n.d.)

2) Μία άλλη έξυπνη ταξιδιωτική εφαρμογή λεγόμενη "**RoadMApp**" αποτέλεσε μελέτη σκοπιμότητας για τη βελτίωση της παροχής μητρικής υγείας σε ένα περιβάλλον χαμηλών πόρων στη Ζιμπάμπουε. (Nyati-Jokomo et al., 2020) Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η σκοπιμότητα της εφαρμογής ενός προσαρμοσμένου εργαλείου που βασίζεται σε κινητή τεχνολογία με γεωγραφικές δυνατότητες (RoadMApp) για την αντιμετώπιση των δυσμενών επιπτώσεων των μεγάλων χρόνων ταξιδιού για τη μητρική περίθαλψη στην περιοχή Kwekwe, Ζιμπάμπουε.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι ένας διερευνητικός σχεδιασμός μελέτης περίπτωσης με συμμετοχικές προσεγγίσεις μάθησης (PLA) με τους ενδιαφερόμενους (μέλη της κοινότητας) και συνεντεύξεις σε βάθος με βασικούς πληροφοριοδότες (πάροχοι υπηρεσιών υγείας, έγκυες γυναίκες, μεταφορείς). 193 συμμετέχοντες έλαβαν μέρος στη μελέτη. Διεξήχθησαν συζητήσεις σε ομάδες εστίασης με έγκυες γυναίκες, γυναίκες σε αναπαραγωγική ηλικία, άνδρες (επικεφαλές νοικοκυριών) και ηλικιωμένες γυναίκες. Οι ερωτήσεις της συζήτησης αφορούσαν το χρόνο ταξιδιού, τη διαθεσιμότητα των μέσων μεταφοράς, την κάλυψη του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και τις αντιλήψεις για την εφαρμογή RoadMApp. Τα δεδομένα αναλύθηκαν θεματικά με τη χρήση του Nvivo Pro 12.

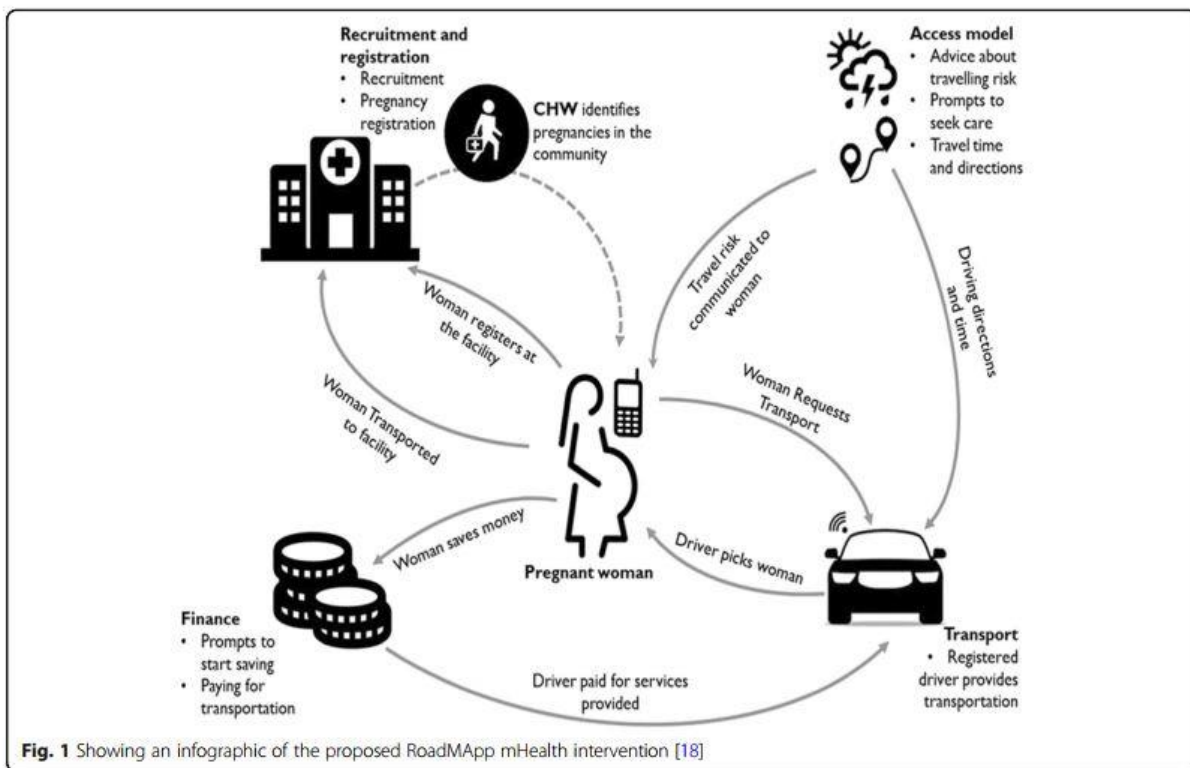
Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα περισσότερα μέρη της αγροτικής περιοχής Kwekwe απέχουν πολύ από τις εγκαταστάσεις υγείας και έχουν ανεπαρκές οδικό και τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Ως εκ τούτου, είναι δύσκολο να προβλεφθεί αν η εφαρμογή RoadMApp θα ενσωματωθεί στη ζωή της κοινότητας - ιδίως των αγροτικών περιοχών. Δεδομένου ότι τα θέματα αυτά αποτελούν πυλώνες του σχεδιασμού του RoadMApp mHealth, η εφαρμογή του θα αποτελέσει μάλλον πρόκληση λόγω των εμποδίων στην υγειονομική περίθαλψη της μητέρας, όπως το κακό οδικό δίκτυο, το ανεπαρκές τηλεφωνικό δίκτυο και το υψηλό κόστος μεταφοράς, παρότι οι κοινότητες στην περιοχή Kwekwe είναι πρόθυμες να αγκαλιάσουν την εφαρμογή. Υπάρχει ανάγκη να διερευνηθούν οι κοινωνικοί παράγοντες που καθορίζουν την πρόσβαση στις υπηρεσίες μητρότητας για να ενημερωθεί η εφαρμογή RoadMApp.

Αναλυτικότερα, η ομάδα PALs επινόησε μια εφαρμογή με την ονομασία theRoadMApp, η οποία ενσωματώνει την τεχνολογία έξυπνων ταξιδιών και κινητής υγείας. (NKOMO T et al., 2019) Η πρόθεση είναι να διευκολύνει τις προκλήσεις των γυναικών όσον αφορά τη μετακίνησή τους προς τις εγκαταστάσεις υγείας, συνδέοντάς τες με τοπικά διαθέσιμα μέσα μεταφοράς. Ένα infographic της προτεινόμενης εφαρμογής mHealth RoadMApp παρουσιάζεται στην Εικόνα 13.

Η εφαρμογή RoadMApp mHealth βασίζεται στις παραδοχές του υψηλού ποσοστού διείσδυσης κινητών τηλεφώνων στη Ζιμπάμπουε (BUSINESS WEEKLY, 2019), των διαθέσιμων επιλογών μεταφοράς, των μεγάλων χρόνων ταξιδιού για την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης της μητέρας, με αποτέλεσμα καθυστερήσεις στη μητρότητα και επιπλοκές κατά τη γέννηση. (Mhlanga et al., 2017)

Επομένως, η κατανόηση των υφιστάμενων στρατηγικών και προοπτικών για την κινητοποίηση των μεταφορικών και οικονομικών πόρων θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας παρέμβασης που θα βελτιώνει τα αποτελέσματα της μητρικής υγείας.

Η παρέμβαση RoadMApp mHealth θα περιλαμβάνει τέσσερις συνιστώσες, ήτοι: α) πρόσληψη και καταγραφή της εγκυμοσύνης, β) μοντελοποίηση της γεωγραφικής πρόσβασης στην περίθαλψη και γ) χρηματοδότηση (διευκόλυνση των αποταμιεύσεων για την πρόσβαση στην περίθαλψη) και κινητοποίηση των μεταφορικών μέσων για την αναζήτηση περίθαλψης.



Εικόνα 13: Η εφαρμογή "RoadMApp mHealth "

Πηγή: (Nyati-Jokomo et al., 2020)

Προκλήσεις

Το κόστος

Οι φθηνότεροι τρόποι μεταφοράς ήταν διαθέσιμοι στις αστικές περιοχές. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται τα επιδοτούμενα από την κυβέρνηση λεωφορεία της Zimbabwe Urban Passenger Corporation (ZUPCO). Ορισμένες έγκυες γυναίκες μοιράζονταν τις διαδρομές τους με οχήματα Honda Fit, τα οποία μετέφεραν 6-8 επιβάτες (αντί για την τυπική χωρητικότητα των 4), και με λεωφορεία μετακίνησης, τα οποία μετέφεραν 18 επιβάτες (αντί για 14). Οι γυναίκες προτιμούσαν αυτά τα επιβατικά και τα ταξί Honda Fit λόγω της διαθεσιμότητας και του μικρότερου χρόνου αναμονής. Τα φτηνότερα λεωφορεία είχαν επίσης προκλήσεις λόγω του μεγάλου χρόνου αναμονής και της υπερφόρτωσης.

Το δίκτυο μεταφορών

Οι αστικές περιοχές έχουν καθιερωμένο οδικό δίκτυο σε σύγκριση με το αγροτικό Kwekwe. Οι κύριοι δρόμοι στις αστικές και περιαστικές περιοχές είναι ασφαλτοστρωμένοι, ενώ οι δευτερεύοντες δρόμοι είναι σκουριασμένοι με χαλίκι και λακκούβες. Η πρόσβαση σε ορισμένα περιαστικά μέρη ήταν δύσκολη και οι περισσότεροι ιδιοκτήτες οχημάτων δίσταζαν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις διαδρομές λόγω πιθανής ζημίας στα οχήματά τους. Αυτές οι δυσπρόσιτες περιοχές επηρεάζουν αρνητικά το χρόνο αναμονής, οδηγώντας ενδεχομένως σε κατ' οίκον γεννήσεις ή γεννήσεις πριν από την άφιξη. Παρά τη διαθεσιμότητα των δημόσιων συγκοινωνιών στις αστικές περιοχές, οι περισσότερες έγκυες γυναίκες ανέφεραν την ασφάλεια και την οικονομική αδυναμία των δημόσιων συγκοινωνιών, ιδίως για τις συνήθεις επισκέψεις σε εγκαταστάσεις υγείας. Οι έγκυες γυναίκες που περπατούσαν με τα πόδια έφταναν στην κλινική/νοσοκομείο σε ακτίνα 5-10 χιλιομέτρων. Οι έγκυες γυναίκες που περπατούσαν με τα πόδια έφευγαν από το σπίτι τους γύρω στις 04.00 π.μ. για να προλάβουν την ουρά στην κλινική/νοσοκομείο (που άνοιγε στις 07.00 π.μ.). Στις αγροτικές περιοχές, το συνηθέστερο μέσο μεταφοράς είναι τα κάρα που οδηγούνται από ζώα (scotch carts), τα οποία είναι επιρρεπή σε ατυχήματα. Μερικές φορές, οι γυναίκες που γεννούν περπατούν μεγάλες αποστάσεις για να έχουν

πρόσβαση στο οδικό δίκτυο για να μεταφερθούν. Η κατάσταση είναι χειρότερη στις αγροτικές περιοχές, όπου οι έγκυες γυναίκες φέρονται να διανύουν περισσότερα από 20 χλμ.

Η ασφάλεια

Οι γυναίκες, τόσο στις πόλεις όσο και στην ύπαιθρο, δεν αισθάνονται ασφαλείς να επιβιβαστούν σε αυτοκίνητο με άγνωστο οδηγό, καθώς έχουν ακούσει για εγκληματίες που περιφέρονται στα περισσότερα μέρη εκμεταλλεόμενοι τη μη διαθεσιμότητα ή τον κακό φωτισμό.

Η εκμετάλλευση

Οι ιδιοκτήτες/οδηγοί οχημάτων ανέφεραν ότι χρέωναν υψηλές τιμές επειδή εκμεταλλεύονταν τους πελάτες που α) ήταν πανικόβλητοι, β) απελπισμένοι και γ) είχαν ανάγκη μεταφοράς, ιδίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το πιο απομακρυσμένο χωριό είχε το υψηλότερο κόστος ενοικίασης αυτοκινήτου κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης, με ορισμένες γυναίκες να καλούνται να πληρώσουν το ισοδύναμο των 100 δολαρίων ΗΠΑ (1000 Z\$) για μια απόσταση 20 χιλιομέτρων. Το ποσό που πλήρωσαν ήταν ισοδύναμο με ναύλους για αποστάσεις 230 χιλιομέτρων. Για να δικαιολογήσει τις υπερβολικές χρεώσεις, ένας πάροχος μεταφορών αποκάλυψε ότι η μεταφορά εγκύων γυναικών ήταν επικίνδυνη, καθώς οι οδηγοί δεν διέθεταν δεξιότητες χειρισμού έκτακτων περιστατικών που θα μπορούσαν να συμβούν κατά τη διαδρομή προς τις υγειονομικές εγκαταστάσεις. Τα ασθενοφόρα από την άλλη που είχαν έδρα τα περιφερειακά ή τα γενικά νοσοκομεία καλούνταν μόνο σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, ενώ η συνήθης χρέωση ήταν ισοδύναμη με 3 δολάρια ΗΠΑ, αυτά ήταν υπερφορτωμένα και συχνά καθυστερούσαν.

Η καθυστέρηση

Οι καθυστερήσεις επιδεινώνονταν περαιτέρω από την ανεξέλεγκτη έλλειψη καυσίμων στη χώρα. Οι οδηγοί ασθενοφόρων είπαν ότι ζητούσαν μόνο μετρητά για τις υπηρεσίες τους, αλλά τα μετρητά δεν ήταν εύκολα προσβάσιμα λόγω της οικονομικής κρίσης στη χώρα.

Τα καταλύματα

Η μη διαθεσιμότητα καταφυγίων για μητέρες σε ορισμένα αγροτικά ιατρεία/νοσοκομεία δημιούργησε την ανάγκη για άμεσα διαθέσιμα συστήματα μεταφοράς για την παραπομπή στο επόμενο επίπεδο περίθαλψης, το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις βρισκόταν σε αστικές περιοχές πολύ μακριά από τα σπίτια των γυναικών. Η διάρκεια της παραμονής επηρέασε τις γυναίκες καθώς δεν είχαν σύστημα κοινωνικής υποστήριξης. Ορισμένες γυναίκες διέφευγαν από τα παραπεμπτικά και επέλεξαν επικίνδυνους τοκετούς στο σπίτι.

Τηλεπικοινωνίες και υποδομές δικτύου

Οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών δικτύων προσπάθησαν να εξασφαλίσουν ότι οι περισσότερες περιοχές της Ζιμπάμπουε έχουν κάλυψη δικτύου. Η παρέμβαση RoadMApp θα στηριχθεί σε μεγάλο βαθμό στην προσβασιμότητα του δικτύου και ως εκ τούτου είναι σημαντικό να κατανοηθούν τα πρότυπα του δικτύου στις περιοχές μελέτης.

Οι αντιλήψεις της κοινότητας σχετικά με το RoadMApp:

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν την εισαγωγή της παρέμβασης RoadMApp ως στρατηγικό τρόπο για τη μείωση των προβλημάτων των εγκύων γυναικών λόγω των καθυστερήσεων στην πρόσβαση στις μεταφορές και στην πρόσβαση στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης στις απομακρυσμένες αγροτικές κοινότητες. Σε αντίθεση με τις αστικές περιοχές, οι περιοχές κάλυψης ορισμένων κλινικών ή νοσοκομείων στις αγροτικές περιοχές ήταν έως και 40 χιλιόμετρα λόγω της χωρικής κατανομής των οικισμών, των τοπίων και των ποταμών που βρίσκονται ανάμεσά τους. Υπήρχαν επίσης περιπτώσεις όπου έγκυες γυναίκες σε αστικές περιοχές είχαν πρόσβαση σε κέντρα υγείας μακριά από τα σπίτια τους λόγω διαφορετικών κοινωνικοπολιτιστικών και οικονομικών δεδομένων. Για παράδειγμα, παραπομπές για πρωτογενείς και πολύδυμες γυναίκες και μετακινήσεις για πρόσβαση σε σαρώσεις ή σε ειδικό για καισαρική τομή. Το κόστος αυτών των τακτικών ελέγχων ήταν δαπανηρό. Ως εκ τούτου, οι γυναίκες υποστήριζαν την από κοινού μετακίνηση, η οποία θα μείωνε το χρόνο αναμονής και θα παρείχε κοινωνική υποστήριξη. Η συνεκτίμηση των αναγκών της κοινότητας από το RoadMApp mHealth θα αύξανε τις πιθανότητες αποδοχής του.

Η φτωγή οικονομία

Η οικονομική ύφεση πλήττει τις εγκύους γυναίκες, καθώς οι περισσότερες από αυτές έχουν γίνει συντηρήτριες του νοικοκυριού. Οι σύζυγοι ήταν συχνά μεταναστευτικοί εργάτες, αφήνοντας τις έγκυες γυναίκες να φροντίζουν τις οικογένειές τους (με τη βοήθεια γειτόνων και συγγενών). Οι περισσότεροι σύζυγοι ήταν μεταλλωρύχοι από άλλες περιοχές ή μεταλλωρύχοι που εργάζονταν υπόγεια και ήταν απρόσιτοι σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Η κακή οδική υποδομή

Το κακό οδικό δίκτυο καθιστά τις περισσότερες αγροτικές περιοχές απρόσιτες. Οι γυναίκες που αντιμετωπίζουν συμπτώματα τοκετού ή επιπλοκών δεν μπορούν να φτάσουν εγκαίρως στις εγκαταστάσεις υγείας. Οι συζητήσεις κατά τη διάρκεια της συμμετοχής της κοινότητας έδειξαν ότι η πρωτοβουλία RoadMApp θα πρέπει επίσης να προϋπολογίσει την αποκατάσταση των δρόμων, ιδίως στις αγροτικές περιοχές.

Η περίοδος Covid-19

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, τα συστήματα υγείας επέκτειναν ταχέως τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής για επείγουσα και μη επείγουσα παροχή υγειονομικής περίθαλψης, ακόμη και σε αστικές περιοχές. Η τηλεϊατρική στη μαιευτική έχει περιγραφεί κυρίως στις αγροτικές περιοχές που έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε υποειδικότητες.

Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης για το σύστημα υγείας κατέδειξε ότι αυξήθηκε η χρήση τηλεϊατρικής σε >8000 επισκέψεις ημερησίως εντός 6 εβδομάδων από την έναρξη της πανδημίας, η οποία εφάρμοσε ταχύτερη επέκταση σε όλο το σύστημα των τηλεϊατρικών επισκέψεων με χρήση βίντεο. Ειδικότερα, πρόκειται για μια διατομεακή (διεξοδική) έρευνα σε ασθενείς που ολοκλήρωσαν τηλεϊατρικές επισκέψεις μέσω βίντεο μέσω του τμήματος μητρικής-εμβρυϊκής ιατρικής (MFM) στο NYU Langone Hospital-Long Island από 19 Μαρτίου 2020 έως 26 Μαΐου 2020. Το NYU Langone Health, ένα μεγάλο ακαδημαϊκό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης στη μητροπολιτική περιοχή της Νέας Υόρκης, επέκτεινε τις τηλεϊατρικές επισκέψεις με βίντεο σε όλα τα εξωτερικά ιατρεία στις 19 Μαρτίου

2020, στο επίκεντρο της πανδημίας του COVID-19 στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η μελέτη αυτή εγκρίθηκε από το Συμβούλιο Θεσμικής Επανεξέτασης του NYU. Υπάρχουν βέβαια περιορισμένες μελέτες που διερευνούν την ικανοποίηση των ασθενών και των παρόχων από τις επισκέψεις τηλεϊατρικής σε μαιευτικές ασθενείς κατά τη διάρκεια της επιδημίας COVID-19, ιδίως στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο να αξιολογήσει την ικανοποίηση τόσο των ασθενών όσο και των παρόχων από τη χορήγηση υπηρεσιών μητρικών-εμβρυϊκών φαρμάκων μέσω τηλεϊατρικής και να προσδιορίσει τους παράγοντες που οδηγούν στην επιθυμία των ασθενών για μελλοντικές υπηρεσίες μαιευτικής τηλεϊατρικής.

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 253 ασθενείς σε 433 επισκέψεις τηλεϊατρικής και 165 ασθενείς συμπλήρωσαν την έρευνα, με αποτέλεσμα ποσοστό ανταπόκρισης 65%. Γενικώς, υπήρξαν υψηλά ποσοστά ικανοποίησης των ασθενών σε όλους τους αξιολογούμενους τομείς από την εφαρμογή της τηλεϊατρικής κατά τη διάρκεια του αρχικού κύματος της πανδημίας COVID-19 και η πλειονότητά τους επιθυμεί την τηλεϊατρική ως επιλογή για μελλοντικές επισκέψεις.

Η επιθυμία των ασθενών για μελλοντικές επισκέψεις τηλεϊατρικής επηρεάστηκε σημαντικά από την ψηφιακή τους εμπειρία, την αντίληψη της έλλειψης ανάγκης για φυσική επαφή, την αντιληπτή εξοικονόμηση χρόνου από τα ταξίδια και την πρόσβαση σε παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Τα συστήματα υγείας πρέπει να συνεχίσουν να βελτιώνουν την παροχή υγειονομικής περίθαλψης και να επενδύουν σε καινοτόμες λύσεις για τη διενέργεια φυσικών εξετάσεων από απόσταση. (Tozour et al., 2021)

Άλλη μία ενδιαφέρουσα μελέτη περίπτωσης που διεξήχθη με οιονεί πειραματικό σχεδιασμό στην πόλη "Semarang City" της Ινδονησίας, κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, κατέδειξε σημαντική βελτίωση της συμπεριφοράς της γυναίκας μετά τον τοκετό με τη χρήση διαδραστικού μηνύματος Mobile-Health. Ειδικότερα, αυτή αποσκοπούσε στον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας του διαδραστικού μηνύματος υγείας μέσω κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά των μητέρων και των συζύγων τους όσον αφορά τη φροντίδα μετά τον τοκετό, αφού ήδη από το 2018, η μητρική θνησιμότητα συνέβη κυρίως (75%) κατά τη διάρκεια της μεταγεννητικής περιόδου.

Τα υποκείμενα της έρευνας επιλέχθηκαν με την τεχνική της σκόπιμης δειγματοληψίας και περιελάμβαναν την ομάδα θεραπείας και την ομάδα ελέγχου, στην οποία κάθε ομάδα αποτελούνταν από 46 ζεύγη εγκύων γυναικών στο τρίτο τρίμηνο και τους συζύγους τους. Συγκεκριμένα, η

παρέμβαση πραγματοποιήθηκε καθημερινά, 5 ώρες/ημέρα, για 14 ημέρες, ακολουθούμενη από τυχαία φυλλάδια από τον τοκετό έως 42 ημέρες μετά τον τοκετό. Επομένως, η συνολική περίοδος παρέμβασης ήταν 14 εβδομάδες. Η ομάδα θεραπείας χωρίστηκε σε 5 ομάδες WhatsApp, κάθε ομάδα αποτελούμενη από 9-10 ζευγάρια μητέρων και των συντρόφων τους και από έναν ειδικό υπάλληλο για την επιτήρηση της υγείας της μητέρας και του παιδιού (δηλαδή τον συντονιστή της ομάδας και τον σύντροφο για τη διαβούλευση). Οι μάρτυρες δεν συμπεριλήφθηκαν στην ομάδα WhatsApp και έλαβαν τακτική συμβουλευτική από το τοπικό κέντρο κοινοτικής υγείας. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω συνεντεύξεων και παρατηρήσεων. Από την άλλη, η παρέμβαση m-health συστάθηκε με τη μορφή μηνυμάτων κειμένου, εικόνων, βίντεο και διαδραστικής καθοδήγησης, ενώ η τελευταία εφαρμόστηκε μέσω ομαδικής ανταλλαγής μηνυμάτων με την χρήση της εφαρμογής WhatsApp για την ομάδα θεραπείας. Εν τω μεταξύ, η ομάδα ελέγχου λάμβανε τακτική συμβουλευτική από το τοπικό κοινοτικό κέντρο υγείας. Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων διενεργήθηκε με τη δοκιμασία Mann-Whitney, το unpaired T-Test, το ChiSquare Test dan Fisher Exact Test.

Τα αποτελέσματα αυτής κατέδειξαν πως η παρέμβαση αυτή α) για 2,5 μήνες αύξησε τις γνώσεις των μητέρων και των συζύγων, β) για 3,5 μήνες βελτίωσε τη στάση της μητέρας, αλλά όχι τη στάση του συζύγου, γ) βελτίωσε τις πρακτικές των μητέρων που σχετίζονται με τις επισκέψεις μετά τον τοκετό, όπως η έγκαιρη έναρξη του θηλασμού, τα αιτήματα βοήθειας από τους επαγγελματίες υγείας, τα δισκία σιδήρου και η κατανάλωση θρεπτικών τροφίμων, η προσωπική υγιεινή, η παρακολούθηση των σημείων κινδύνου μετά τον τοκετό και η πρακτική του συζύγου να συνοδεύει τις μητέρες κατά τις επισκέψεις μετά τον τοκετό. (Wulandari et al., 2022)

3.3 Εφαρμογές IoT για διακομιστές στην υγεία των νεογέννητων

Στο ταχέως εξελισσόμενο τοπίο της τεχνολογίας της υγειονομικής περίθαλψης, η ενσωμάτωση εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) έχει αναδειχθεί σε μετασχηματιστική δύναμη, ιδίως όσον αφορά την αντιμετώπιση των κρίσιμων αναγκών των νεογέννητων σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης. Στην αιχμή αυτής της καινοτομίας βρίσκονται οι πρωτοποριακές εφαρμογές IoT που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την παρακολούθηση και τη διαχείριση

διακομιστών αφιερωμένων στην υγεία των νεογέννητων. Αυτό το επαναστατικό σύστημα που χρησιμοποιούν, συνδυάζει τεχνολογίες αισθητήρων τελευταίας τεχνολογίας με προηγμένη ανάλυση δεδομένων, δημιουργώντας μια ολοκληρωμένη λύση προσαρμοσμένη στις μοναδικές απαιτήσεις της νεογνικής περίθαλψης.

Οι εφαρμογές IoT δίνει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης να έχουν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για τους διακομιστές που υποστηρίζουν την υγεία των νεογνών, εξασφαλίζοντας βέλτιστη απόδοση και αξιοπιστία. Αξιοποιώντας ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών, επιτρέπει την απρόσκοπτη επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων, επιτρέποντας στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να παρακολουθούν ζωτικές παραμέτρους του διακομιστή, να εντοπίζουν άμεσα ανωμαλίες και να αντιμετωπίζουν προληπτικά πιθανά προβλήματα. Αυτό όχι μόνο ενισχύει την αποτελεσματικότητα της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, αλλά συμβάλλει επίσης σε ένα υψηλότερο επίπεδο φροντίδας για τα πιο ευάλωτα μέλη της κοινωνίας μας - τα νεογέννητα.

Ως ένα από τα εμπόδια για την παροχή υπηρεσιών υγείας αποτελεί ο διαθέσιμος χρόνος των ιατρών και των ασθενών, ο οποίος είναι πάντα ασύγχρονος. Τα υποσχόμενα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων προηγμένων υπηρεσιών, διευκολύνοντας την ανάπτυξη υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στον τομέα της ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης. Χάρη στην κινητή τεχνολογία, οι άνθρωποι μπορούν να λαμβάνουν υπηρεσίες υγείας ανά πάσα στιγμή και από οποιαδήποτε τοποθεσία. (Zhang H. & Xiao, 2014)

Με δέσμευση για την προώθηση της υγειονομικής περίθαλψης μέσω της τεχνολογικής καινοτομίας, οι εφαρμογές IoT για διακομιστές υγείας νεογνών αποτελεί απόδειξη των μετασχηματιστικών δυνατοτήτων των έξυπνων λύσεων για τη διασφάλιση της ευημερίας των πιο μικροσκοπικών ανθρώπινων όντων ανάμεσά μας.

Εφαρμογές IoT

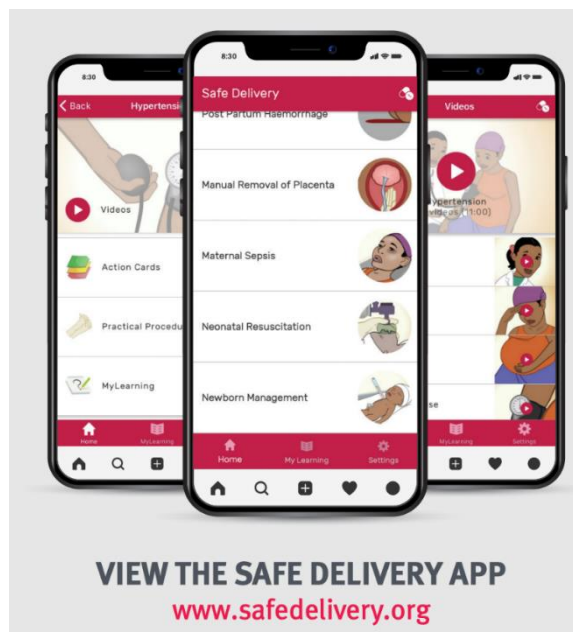
Μελέτη Περίπτωσης 1:

Μία έξυπνη εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι η λεγόμενη **SAFEDE** (Safe Delivery application) για τη διευκόλυνση της ασφαλούς παράδοσης, η οποία αυξάνει τις γνώσεις και την αυτοπεποίθηση

της μαιευτικής και νεογνικής φροντίδας μεταξύ των εργαζομένων πρώτης γραμμής στον τομέα της υγείας στην Ινδία. (Sarin et al., 2022)

Η εφαρμογή Safe Delivery App είναι μια δωρεάν εφαρμογή για smartphone που παρέχει στους επαγγελματίες υγείας άμεση πρόσβαση σε σωτήριες, τεκμηριωμένες κατευθυντήριες γραμμές για τον τρόπο χειρισμού του τοκετού και τις πιο συχνές επιπλοκές που σχετίζονται με τον τοκετό και την εγκυμοσύνη. Δημιουργήθηκε με άλλα λόγια για την υποστήριξη των επαγγελματιών υγείας και την εξασφάλιση ασφαλέστερων γεννήσεων.

Αφού "ληφθεί", η Εφαρμογή (εικόνα 14) λειτουργεί και εκτός σύνδεσης, καθιστώντας δυνατή τη χρήση της από τους επαγγελματίες υγείας παντού! Είναι διαθέσιμη σε πολλές γλώσσες και εκδόσεις ανά χώρα. Η εφαρμογή Safe Delivery App περιέχει απλά, κινούμενα βίντεο οδηγιών, περιγραφές πρακτικών διαδικασιών, κάρτες δράσης και λίστες φαρμάκων. Όλο το περιεχόμενο είναι τεκμηριωμένο και πάντα ενημερωμένο. Οι μαίες και οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, στον ελεύθερο χρόνο τους ή στο πλαίσιο της κατάρτισης, της εκπαίδευσης ή της συνεχούς επαγγελματικής τους ανάπτυξης. Επιπλέον, μέσω της πλατφόρμας "MyLearning", η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να εξασκούνται και να ελέγχουν τις δεξιότητες και τις γνώσεις τους. Οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν επίσημη πιστοποίηση και να γίνουν πρωταθλητές της εφαρμογής Safe Delivery App. (KOBENHAVNS UNIVERSITET et al., n.d.)



Εικόνα 14: Η εφαρμογή Safe Delivery

Πηγή:(Maternity Foundation (MF), 2023)

Τα εργαλεία, που αναπτύχθηκαν αρχικά από το Ίδρυμα Μητρότητας, προσαρμόστηκαν ώστε να περιλαμβάνουν τα ινδικά πρότυπα. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε επτά ερωτήσεις σε τρεις τομείς: ενεργός διαχείριση του τρίτου σταδίου του τοκετού (AMTSL), αναζωογόνηση νεογνών και διαχείριση μητρικών επιπλοκών. Χρησιμοποιήθηκε επιπλέον μια κλίμακα εμπιστοσύνης σε κάθε τομέα. Στο τέλος της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα εργαλείο ικανοποίησης των χρηστών στην ομάδα παρέμβασης, καθώς και ένας ποιοτικός οδηγός σχετικά με τη χρησιμότητα της εφαρμογής και τη διευκόλυνση. Τα εργαλεία έχουν δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί σε άλλα περιβάλλοντα.

Τα ευρήματα της μελέτης είναι σημαντικά στο πλαίσιο της μεγαλύτερης εστίασης στην ποιοτικά εξειδικευμένη ενδομήτρια φροντίδα στις εγκαταστάσεις πρωτοβάθμιας υγειονομικής περίθαλψης. Η SDA αυξάνει τις γνώσεις και τις δεξιότητες μεταξύ των πρωτοβάθμιων ΥΥ στις δημόσιες υγειονομικές εγκαταστάσεις στις περιφέρειες που ιστορικά έχουν βιώσει έλλειψη ποιοτικής μαιευτικής φροντίδας. Τα ευρήματα της μελέτης προσθέτουν στην κατάσταση των γνώσεων σχετικά με την υιοθέτηση εφαρμογών υγείας μεταξύ των εργαζομένων στον τομέα της υγείας, ενώ παράλληλα υπογραμμίζουν το ρόλο της τεχνικής υποστήριξης στην κατάλληλη χρήση των ψηφιακών εφαρμογών. (Sarin et al., 2022)

Μελέτη Περίπτωσης 2:

Παρακάτω, θα αναλυθεί μια συμπεριφορική παρέμβαση με τη βοήθεια κινητής υγείας για τους εργαζόμενους σε κοινότητες υγείας που βελτιώνει τον αποκλειστικό θηλασμό και την πρόωμη διάγνωση του HIV σε βρέφη στην Ινδία.

Το 2013 ο εθνικός οργανισμός ελέγχου του AIDS της Ινδίας εφάρμοσε τις κατευθυντήριες γραμμές του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για την πρόληψη της μετάδοσης του HIV από τη μητέρα στο παιδί. Ωστόσο, απαιτούνται κλιμακούμενες στρατηγικές για τη βελτίωση της υιοθέτησης των νέων κατευθυντήριων γραμμών της πρόληψης μετάδοσης του HIV από τη μητέρα στο παιδί για τη μείωση των ποσοστών νέων λοιμώξεων. Η παρούσα μελέτη αξιολόγησε τον αντίκτυπο της κινητής παρέμβασης συμπεριφοράς με τη βοήθεια της υγείας στην πρόσληψη των υπηρεσιών μετάδοσης του HIV από τη μητέρα στο παιδί.

Σε τέσσερις περιφέρειες της Μαχαράστρα, Ινδία, διεξήχθη μια ομαδοποιημένη τυχαιοποιημένη δοκιμή μιας παρέμβασης συμπεριφορικής εκπαίδευσης με την υποστήριξη της κινητής υγείας (mHealth), η οποία απευθυνόταν σε εργαζομένους εκστρατείας. Οι ομάδες (ένα ολοκληρωμένο συμβουλευτικό και εξεταστικό κέντρο (ICTC, n=119), όλοι οι συνεργαζόμενοι ORW (n=116) και οι οροθετικοί έγκυες/μεταγεννητικοί πελάτες τους (n=1191)) τυχαιοποιήθηκαν σε τυπική εκπαίδευση των εργαζομένων εκστρατείας έναντι της παρέμβασης COMmunity home Based INDia (COMBIND) - εξειδικευμένη εκπαίδευση συμπεριφοράς και μια εφαρμογή mHealth σε tablet των εργαζομένων εκστρατείας -ασθενούς και της εμπλοκής των ασθενών στη φροντίδα για τον HIV.

Η επίπτωση στη λήψη μητρικής αντιρετροϊκής θεραπείας κατά τον τοκετό, στον αποκλειστικό μητρικό θηλασμό κατά τους έξι μήνες, στην προφύλαξη με νεβιραπίνη και στην πρώιμη διάγνωση του βρέφους κατά τους έξι μήνες εκτιμήθηκε με τη χρήση πολυεπίπεδων μοντέλων λογαριθμικής παλινδρόμησης με τυχαία αποτελέσματα. Αυτά έδειξαν ότι από τις 1191 οροθετικές έγκυες/μετεγχειρητικές γυναίκες, οι 884 ήταν επιλέξιμες για την αξιολόγηση της πρωτογενούς έκβασης- οι 487 εντάχθηκαν στην ομάδα COMBIND. Οι πολυμεταβλητές αναλύσεις δεν εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε οποιαδήποτε πρωτογενή έκβαση ανά σκέλος της μελέτης.

Το COMBIND συσχετίστηκε με υψηλότερη υιοθέτηση αποκλειστικού θηλασμού στους δύο μήνες (adjusted Odds Ratio (aOR), 2,10; 95% CI 1,06 έως 4,15) και πρώιμη διάγνωση του βρέφους στις έξι εβδομάδες (aOR, 2,19; 95% CI 1,05 έως 3,98) σε σχέση με τα πρότυπα περίθαλψης.

Η παρέμβαση COMBIND ενσωματώθηκε εύκολα στο υφιστάμενο πρόγραμμα πρόληψης της μετάδοσης του HIV από τη μητέρα στο παιδί της Ινδίας και βελτίωσε την πρώιμη λήψη δύο συνιστωσών που απαιτούν αυτοκινούμενη συμπεριφορά αναζήτησης υγείας, παρέχοντας έτσι προκαταρκτικά στοιχεία για την υποστήριξη της COMBIND ως δυνητικά επεκτάσιμης στρατηγικής πρόληψης της μετάδοσης του HIV από τη μητέρα στο παιδί. (Suryavanshi et al., 2020)

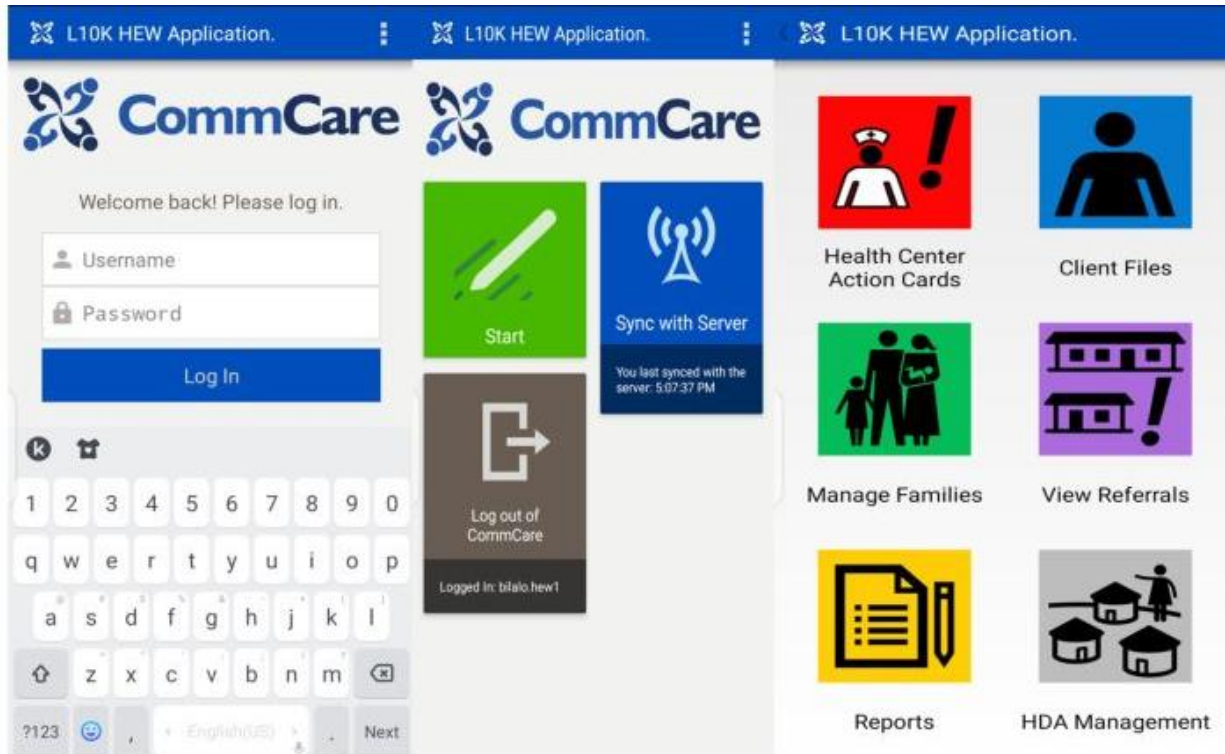
Μελέτη Περίπτωσης 3:

Η ηλεκτρονική πλατφόρμα που επιλέχθηκε να αναλυθεί είναι το "**CommCare**", η οποία συνίσταται διαλειτουργική με την πλατφόρμα του περιφερειακού λογισμικού πληροφοριών για την υγεία (DHIS2) στην οποία βασίζεται το HMIS της Αιθιοπίας και συμμορφώνεται με μια σειρά από αναγνωρισμένα πρότυπα του κλάδου. Με βάση τα ευρήματα της αξιολόγησης του τοπίου και την προηγούμενη χρήση της τεχνολογίας στη χώρα της Αιθιοπίας, το CommCare χαρακτηρίστηκε ως κατάλληλη πλατφόρμα για την αξιοποίηση των υφιστάμενων εθνικών προσπαθειών, όπως το IVR και η υποδομή του ηλεκτρονικού συστήματος πληροφοριών υγείας.

Δεδομένου ότι η πρωτοβουλία υλοποιήθηκε στις 4 μεγαλύτερες περιφέρειες της χώρας, η διασύνδεση αναπτύχθηκε σε διάφορες τοπικές γλώσσες, συμπεριλαμβανομένων των Αμχαρικών, Affan Oromo και Tigrigna.

Σε κάθε εργαζόμενο σε υπηρεσίες επέκτασης της υγείας δόθηκε ένα smartphone με την εφαρμογή them Health για την εγγραφή νέων πελατών και την παρακολούθηση των υφιστάμενων πελατών σε όλη τη συνέχεια της φροντίδας (βλ. εικόνα 15).

Μόλις "συνδεθεί", ο εργαζόμενος σε υπηρεσίες επέκτασης της υγείας επιλέγει τη σχετική υπηρεσία ή βλέπει τον κατάλογο των πελατών με εκκρεμή ραντεβού. Εάν ένας πελάτης δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο, ο εργαζόμενος ξεκινά μια νέα εγγραφή για τον πελάτη. Εάν ένας πελάτης παρακάμπτει τους υγειονομικούς σταθμούς και πηγαίνει στο κέντρο υγείας για υπηρεσίες, οι μαίες ή οι υγειονομικοί υπάλληλοι της μονάδας υγείας μητέρας και παιδιού εγγράφουν τον πελάτη χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή που βασίζεται σε tablet, η οποία στέλνει αυτόματα μια ειδοποίηση στους επαγγελματίες επέκτασης της υγείας στους υγειονομικούς σταθμούς με τις απαραίτητες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των τύπων των παρεχόμενων υπηρεσιών, της ημερομηνίας και του τόπου του επόμενου ραντεβού.



Εικόνα 15: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής mHealth με βάση το CommCare

Πηγή: (Nigussie et al., n.d.)

Αφού σχεδιάστηκε η πρωτοβουλία mHealth σύμφωνα με το όραμα, τις πολιτικές και τις στρατηγικές του MOH, το L10K 2020 σχεδίασε χώρους εκκόλαψης για τη δοκιμή της πρωτοβουλίας στο πεδίο στην Mirab Azernet woreda της περιοχής Southern Nations, Nationalities, and People's Region (SNNPR), ακολουθούμενη από επέκταση σε άλλες 3 αγροτικές περιφέρειες: Dembecha (Amhara), ShebeSombo (Oromia), και Weraï Leke (Tigray). (Nigussie et al., n.d.)

Η περίοδος Covid-19:

Παρά την επιτάχυνση της εξ αποστάσεως παροχής συμβουλών καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, πολλοί επαγγελματίες υγείας ασκούν το επάγγελμα χωρίς να έχουν εκπαιδευτεί ώστε να προσφέρουν τηλε-συμβουλές στους ασθενείς τους. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση σε χώρες με φτωχούς πόρους, όπου το τηλέφωνο δεν έχει χρησιμοποιηθεί προηγουμένως ευρέως για την υγειονομική περίθαλψη.

Καθώς άρχισε η πανδημία COVID-19, οι Downie κ.α. (2022) σχεδίασαν ένα σπονδυλωτό διαδικτυακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα για το REremote Consulting in primary Health care (REaCH). Χρησιμοποιήθηκε μια προσέγγιση εκπαίδευσης των εκπαιδευτών, εκπαιδύοντας τους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας (βαθμίδα 1) προκειμένου να μεταδώσουν την εκπαίδευση σε άλλους (βαθμίδα 2) στην περιοχή τους αλλά και να βελτιστοποιήσουν την αναβάθμιση των γνώσεων και των δεξιοτήτων.

Στόχος ήταν να προσδιοριστεί κατά πόσο η εκπαίδευση REaCH ήταν αποδεκτή και εφικτή από τους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας στην αγροτική Τανζανία για να υποστηρίξουν την παροχή υγειονομικής περίθαλψης κατά τη διάρκεια της πανδημίας.

Αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε λοιπόν το πρόγραμμα κατάρτισης REaCH τον Ιούλιο του 2020 και δημιουργήθηκαν 8 βασικές ενότητες. Το πρόγραμμα διδάχθηκε στη συνέχεια εξ αποστάσεως μέσω Moodle και WhatsApp (πλατφόρμες Meta) σε 12 εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 και διαδοχικά σε 63 εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 2 που εργάζονται στην αγροτική περιφέρεια Ulanga της Τανζανίας (Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2020), ενώ δε αξιολογήθηκε το πρόγραμμα χρησιμοποιώντας μια έρευνα (με βάση το μοντέλο αξιολόγησης του Kirkpatrick) για να καταγραφεί η ικανοποίηση των εκπαιδευομένων από το REaCH, η αποκτηθείσα γνώση και η αντιλαμβανόμενη αλλαγή συμπεριφοράς. Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές συνεντεύξεις για να διερευνηθούν οι εμπειρίες κατάρτισης και οι απόψεις για την εξ αποστάσεως συμβουλευτική και ανάλυση εγγράφων των μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, των κειμένων WhatsApp και των εκθέσεων κατάρτισης που δημιουργήθηκαν μέσω του προγράμματος.

Τα ποσοτικά δεδομένα αναλύθηκαν με τη χρήση περιγραφικών στατιστικών. Τα ποιοτικά δεδομένα αναλύθηκαν θεματικά. Τα ευρήματα τριγωνοποιήθηκαν και ενσωματώθηκαν κατά την ερμηνεία.

Το πρόγραμμα περιελάμβανε δραστηριότητες και εργασίες, οι οποίες ενθάρρυναν τους εκπαιδευόμενους να εφαρμόσουν αυτά που μαθαίνουν στο τοπικό τους πλαίσιο. Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν στην αγγλική γλώσσα, το οποίο μπορούσε να μεταφορτωθεί ως αρχείο PDF όπου η

πρόσβαση στο δίκτυο είναι δύσκολη. Ένας διαμεσολαβητής παρουσίαζε στους εκπαιδευόμενους το μάθημα των 8 ενοτήτων και αλληλοεπιδρούσε μαζί τους μέσω μιας πλατφόρμας κοινωνικής δικτύωσης για να συζητήσουν τη μάθηση και τις εργασίες. Κάθε ενότητα σχεδιάστηκε να διαρκεί 1-3 ώρες.

Ο διαμεσολαβητής υποστήριζε αυτούς τους εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 να μεταδώσουν τη μάθησή τους στους επαγγελματίες υγείας της τοπικής τους ομάδας (εκπαιδευόμενοι της βαθμίδας 2) χρησιμοποιώντας την προσέγγιση "εκπαιδέστε τον εκπαιδευτή". Οι εκπαιδευόμενοι της βαθμίδας 1 αποφάσιζαν κατά την κρίση τους ποια μάθηση θα μεταδώσουν στους εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 2. Οι εκπαιδευόμενοι της βαθμίδας 2 θα έπρεπε να διαθέτουν ένα τηλέφωνο με χαρακτηριστικά (δηλαδή, χωρίς internet ή με δυνατότητα έως 2G). Στην πιλοτική αυτή εφαρμογή, η διαδοχική μάθηση ολοκληρώθηκε στην τοπική γλώσσα, Σουαχίλι. Επιπλέον, ένας υπεύθυνος για την τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) παρείχε τηλεφωνική υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους όταν αντιμετώπιζαν δυσκολίες με το Moodle και πρότεινε λύσεις όταν η πρόσβαση στο διαδίκτυο ήταν δύσκολη (π.χ. ταξίδι σε ένα τοπικό χωριό για τη λήψη του υλικού). Από τους 12 εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 που συμμετείχαν στο πρόγραμμα, όλοι ολοκλήρωσαν την εκπαίδευση- ωστόσο, 2 (17%) αντιμετώπισαν δυσκολίες στο διαδίκτυο και δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν την αξιολόγηση. Επιπρόσθετα, 1 (8%) εγκατέλειψε τη διαδικασία κλιμάκωσης. Από τους 63 εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 2, οι 61 (97%) ολοκλήρωσαν την κλιμακωτή κατάρτιση. Από τους 10 (83%) εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 που συμπλήρωσαν την έρευνα, 9 (90%) θα συνιστούσαν το πρόγραμμα σε άλλους, ανέφεραν ότι έλαβαν σχετικές δεξιότητες και εφάρμοσαν τη μάθησή τους στην καθημερινή τους εργασία, επιδεικνύοντας ικανοποίηση, μάθηση και αντιληπτή αλλαγή συμπεριφοράς.

Σε ποιοτικές συνεντεύξεις, οι εκπαιδευόμενοι των βαθμίδων 1 και 2 εντόπισαν διάφορα εμπόδια στην εφαρμογή της εξ αποστάσεως συμβουλευτικής, συμπεριλαμβανομένης της έλλειψης ψηφιακής υποδομής, των λίγων πόρων, των άκαμπτων συστημάτων τιμολόγησης και τήρησης αρχείων και της περιορισμένης ευαισθητοποίησης της κοινότητας. Χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο TRAIN (ταλέντο, πόροι, ευθυγράμμιση, εφαρμογή και καλλιέργεια) για να βελτιστοποιηθεί η προσέγγιση της εκπαίδευσης του εκπαιδευτή. (Jack et al., 2020) Οι διευκολυντές που παρέδωσαν την εκπαίδευση της βαθμίδας 1 και οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι της βαθμίδας 1 ήταν επαγγελματίες υγείας που ήθελαν και μπορούσαν να εκπαιδεύσουν άλλους (με ταλέντο). Οι παροχές ήταν χρόνος ομιλίας και διαδίκτυο για τους συντονιστές και κάθε εκπαιδευόμενος της βαθμίδας 1 έλαβε 60

λίρες Αγγλίας (74,30 δολάρια ΗΠΑ) για χρόνο ομιλίας και διαδίκτυο (πόρος), ενώ στους εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 δόθηκε πιστοποιητικό ολοκλήρωσης των μαθημάτων, ώστε να το προσθέσουν στο χαρτοφυλάκιο εκπαίδευσής τους (ευθυγράμμιση). Ενσωματωμένη στην κατάρτιση REaCH ήταν η διδασκαλία και οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την εφαρμογή της εξ αποστάσεως συμβουλευτικής και τον τρόπο διαδοχικής μάθησης (εφαρμογή). Υπήρχε η δυνατότητα για τους εκπαιδευόμενους της βαθμίδας 1 να διατηρήσουν επαφή στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης μετά το μάθημα για υποστήριξη από ομοτίμους (nurturing). Το κόστος των δεδομένων ή του χρόνου ομιλίας αναδείχθηκε ως το μεγαλύτερο άμεσο εμπόδιο για την υποστήριξη της επέκτασης της εκπαίδευσης REaCH και στη συνέχεια της παροχής ασφαλούς και αξιόπιστης εξ αποστάσεως υγειονομικής περίθαλψης. (Downie et al., 2022)

3.4 Εφαρμογές IoT για γονείς

Στην ψηφιακή εποχή, η γονική μέριμνα έχει αποκτήσει μια νέα διάσταση, συνδυάζοντας την πανάρχαια σοφία με την τεχνολογία αιχμής. Καθώς οι γονείς αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις της ανατροφής των παιδιών στον 21ο αιώνα, η ζήτηση για διαισθητικά και καινοτόμα εργαλεία δεν ήταν ποτέ μεγαλύτερη. Ας εισέλθουν στη σφαίρα του IoT οι έξυπνες συσκευές, όπου η συνδεσιμότητα συναντά τη γονική ψυχική ηρεμία.

Οι εφαρμογές IoT έχουν δημιουργηθεί ειδικά για τις δυναμικές ανάγκες των σύγχρονων γονέων, παρέχοντας μια απρόσκοπτη γέφυρα μεταξύ του εικονικού και του πραγματικού κόσμου της ανατροφής των παιδιών.

Στο "ταξίδι" αυτό, η τεχνολογία ενισχύει την τέχνη της γονικής μέριμνας, κάνοντάς την πιο έξυπνη, ασφαλέστερη και πιο συνδεδεμένη από ποτέ αφού μέσω των έξυπνων συσκευών, η ευημερία των παιδιών είναι μόνο ένα κλικ μακριά.

Μελέτη περίπτωσης 1: Η εφαρμογή "KhunLook"

Η εφαρμογή "**KhunLook**" δημιουργήθηκε για την υποστήριξη **των γονέων και των φροντιστών** της Ταϊλάνδης για την εποπτεία της υγείας των παιδιών.

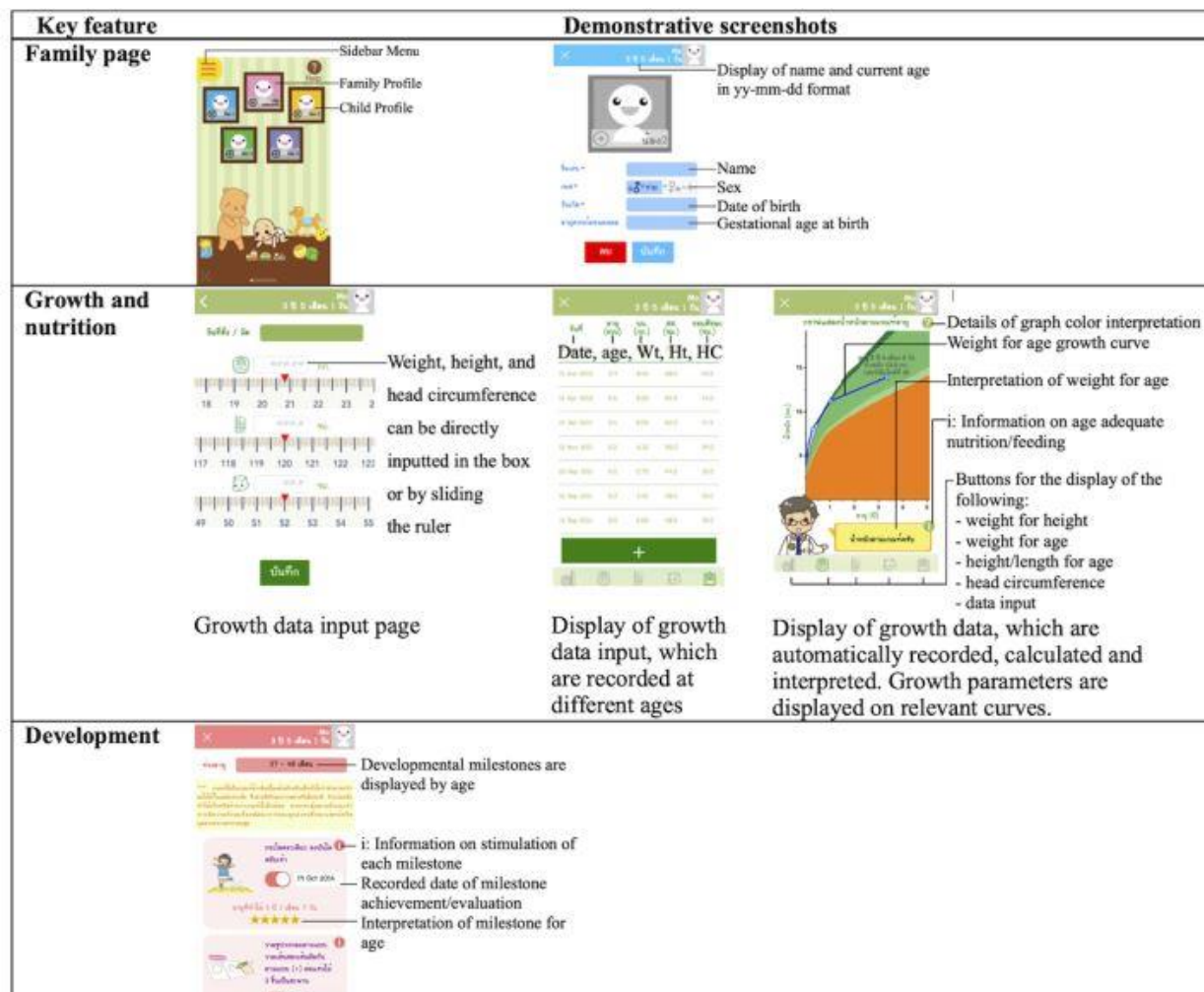
Η παρούσα μελέτη περιγράφει τις απαιτήσεις των χρηστών και την ανάπτυξη της εφαρμογής "**KhunLook**" για κινητά, την εγκυρότητα των αξιολογήσεων της ανάπτυξης των γονέων και την αξιολόγηση της σκοπιμότητας και της αποδοχής της εφαρμογής από τους γονείς.

Το "**KhunLook**" αποτελεί μια ταϊλανδέζικη εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα για την παρακολούθηση της υγείας των παιδιών, αναπτύχθηκε δε και επικυρώθηκε για αξιολογήσεις της ανάπτυξης και έγινε αποδεκτό από τους γονείς λόγω της ευκολίας χρήσης του (βλ. εικ.16).

Το **KhunLook** βοηθά τους γονείς να διασκεδάζουν παρακολουθώντας την ανάπτυξη, τους αναπτυξιακούς στόχους και τους εμβολιασμούς των παιδιών τους. Αυτό είναι πλήρως εξοπλισμένο, ενσωματωμένο με εγκεκριμένες από τους γιατρούς συστάσεις για το πώς να φροντίζεται η υγεία των παιδιών, αποθηκεύοντας τις αναμνήσεις τους στο **KhunLook**. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας το **KhunLook**, οι γονείς μπορούν να παρακολουθούν και να αξιολογούν τα παιδιά τους σε όλες τους τις εκφάνσεις. (Areemit et al., 2020)

Μετά την εγκατάσταση, η εφαρμογή λειτουργεί πλήρως χωρίς να απαιτεί σύνδεση στο διαδίκτυο, καθώς η χρήση του κινητού ευρυζωνικού διαδικτύου δεν ήταν διαδεδομένη στην Ταϊλάνδη όταν η εφαρμογή ξεκίνησε για πρώτη φορά. Τα δεδομένα που εισήγαγαν οι χρήστες αποθηκεύτηκαν τοπικά στο κινητό τηλέφωνο για να διασφαλιστεί η ιδιωτικότητα των χρηστών.

Ο συνολικός σχεδιασμός της εφαρμογής είναι πολύχρωμος και παιχνιδιάρικος για να προσελκύσει την ομάδα-στόχο των χρηστών. Η σύνδεση στο διαδίκτυο απαιτείται μόνο για τις ενημερώσεις της εφαρμογής και την προαιρετική δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων. (Areemit et al., 2020)



Εικόνα 16: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής "KhunLook App"

Πηγή: (Areemit et al., 2020)

Τα πρότυπα ανάπτυξης βασίστηκαν στην εθνική αναπτυξιακή αναφορά της Ταϊλάνδης και οι παράμετροι ανάπτυξης αξιολογήθηκαν σε σχέση με το φύλο και τη χρονολογική ηλικία για τα πρόωρα βρέφη (που γεννήθηκαν σε ηλικία κύησης ≥ 37 εβδομάδων) και σε σχέση με τη διορθωμένη ηλικία (μέχρι την ηλικία κύησης των 40 εβδομάδων) έως την ηλικία των 2 ετών για τα πρόωρα βρέφη που γεννήθηκαν σε ηλικία κύησης < 37 εβδομάδων. (Ah et al., 2016)

Η αξιολόγηση της ανάπτυξης βασίστηκε στην αναφορά του Βασιλικού Κολεγίου Παιδιάτρων της Ταϊλάνδης για τα αναπτυξιακά ορόσημα του παιδιού. Η κατάσταση ανοσοποίησης αξιολογήθηκε με βάση το πρότυπο πρόγραμμα ανοσοποίησης του Υπουργείου Δημόσιας Υγείας και της Εταιρείας Παιδιατρικών Λοιμωδών Νοσημάτων της Ταϊλάνδης. Οι συμβουλές υγείας βασίστηκαν

στις κατευθυντήριες γραμμές του Υπουργείου Δημόσιας Υγείας και του Βασιλικού Κολλεγίου Παιδιάτρων της Ταϊλάνδης για την επίβλεψη της υγείας των παιδιών. (Areemit et al., 2020)

Μελέτη περίπτωσης 2: Η εφαρμογή " ImmunizeCA "

Το 2014, αναπτύχθηκε το "**ImmunizeCA**" ως μια δωρεάν, πανκαναδική εφαρμογή εμβολιασμού τόσο για iOS όσο και για Android, η οποία παρέιχε στους Καναδούς ένα εργαλείο για τη διαχείριση των εμβολιασμών τους και της οικογένειάς τους στην κινητή τους συσκευή. (Atkinson et al., 2016; ImmunizeCA App, 2018)

Η εφαρμογή (βλ. εικ. 17) επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν ένα προφίλ για κάθε μέλος της οικογένειας, το οποίο δημιουργεί ένα προσαρμοσμένο πρόγραμμα εμβολιασμού με βάση την ηλικία, το φύλο και τη δικαιοδοσία τους.



Εικόνα 17: Η εφαρμογή "ImmunizeCA"

Πηγή: (ImmunizeCA App, 2018)

Οι ειδοποιήσεις υπενθύμισης/ανάκλησης ειδοποιούν τους χρήστες για επερχόμενους ή καθυστερημένους εμβολιασμούς μέσω του ημερολογίου του λειτουργικού συστήματος της συσκευής.

Το "ImmunizeCA" διαθέτει επίσης έναν ενσωματωμένο χάρτη επιδημιών VPD, που βασίζεται στο HealthMap του Χάρβαρντ, ο οποίος ειδοποιεί τους χρήστες για επιδημίες VPD στην περιοχή τους και τους ειδοποιεί εάν κάποιο από τα άτομα των οποίων τα προφίλ βρίσκονται στην εφαρμογή κινδυνεύει.

Οι εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τη συμπεριφορά εμβολιασμού, συμπεριλαμβανομένου του έγκαιρου εμβολιασμού. Επιδιώχθηκε να προσδιοριστεί αν η χρήση μιας εφαρμογής εμβολιασμού για κινητά τηλέφωνα σχετίζεται με την πιθανότητα αναφοράς έγκαιρου εμβολιασμού σε μια ομάδα 50 γυναικών σε αναπαραγωγική ηλικία. Σε αυτή την πιλοτική μελέτη, περιγράφεται η χρήση της εφαρμογής που ανέφεραν οι συμμετέχουσες, τις γνώσεις, τις στάσεις ή τις πεποιθήσεις σχετικά με τον παιδιατρικό εμβολιασμό και τις βαθμολογίες του δείκτη τεχνολογικής ετοιμότητας (TRI).

Για να διερευνηθεί εάν η χρήση της εφαρμογής σχετίζεται με αλλαγή στις στάσεις, τις πεποιθήσεις ή τη συμπεριφορά, οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να συμπληρώσουν μια βασική έρευνα κατά την πρόσληψη και στη συνέχεια να κατεβάσουν την εφαρμογή. Ακολούθησε μια έρευνα παρακολούθησης 6 μήνες αργότερα, επανεξετάζοντας τις έννοιες από την πρώτη έρευνα καθώς και συλλέγοντας τις βαθμολογίες TRI των συμμετεχόντων. Οι αλλαγές στις βαθμολογίες Likert μεταξύ των ερωτήσεων πριν και μετά την έρευνα συγκρίθηκαν και χρησιμοποιήθηκε πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση για να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ της βαθμολογίας TRI και επιλεγμένων απαντήσεων της έρευνας. Το 32% των συμμετεχόντων θεώρησαν ότι η εφαρμογή τους έκανε πιο πιθανό να εμβολιάσουν εγκαίρως. Διαπιστώθηκε ότι η στάση ορισμένων ατόμων απέναντι στα εμβόλια βελτιώθηκε, ορισμένοι όμως έγιναν λιγότερο υποστηρικτικοί και σε άλλους δεν υπήρξε καμία αλλαγή.

Η μέση βαθμολογία TRI των συμμετεχόντων ήταν 3,25 (IQR 0,78) από μια μέγιστη βαθμολογία 5, υποδεικνύοντας ένα μέτριο επίπεδο τεχνολογικής υιοθέτησης μεταξύ του πληθυσμού της ομάδας μελέτης. Παρόλο που η εφαρμογή έτυχε καλής υποδοχής, αυτά τα προκαταρκτικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η στάση των συμμετεχόντων απέναντι στον εμβολιασμό κινήθηκε διχοτομικά. Τα εμπόδια στην υιοθέτηση παραμένουν τόσο στη χρηστικότητα όσο και στην

προσβασιμότητα των κινητών λύσεων, οι οποίες εξαρτώνται εν μέρει από τα εγγενή χαρακτηριστικά του χρήστη, όπως η τεχνολογική ετοιμότητα. (Atkinson et al., 2016)

Μελέτη περίπτωσης 3: Η εφαρμογή-φορητή συσκευή "Owlet Baby Care - Owlet Smart Sock"

Η Owlet Smart Sock είναι μια φορητή συσκευή παρακολούθησης μωρών που καταγράφει τον καρδιακό ρυθμό και τα επίπεδα οξυγόνου του μωρού ενώ κοιμάται (βλ.εικ. 18). Η συνοδευτική εφαρμογή Owlet επιτρέπει στους γονείς να παρακολουθούν τα ζωτικά σημεία του μωρού τους σε πραγματικό χρόνο, να λαμβάνουν ειδοποιήσεις εάν εντοπιστούν τυχόν ανωμαλίες και να παρακολουθούν τα μοτίβα ύπνου με την πάροδο του χρόνου.

Ειδικότερα, η εφαρμογή χρησιμοποιεί προηγμένους αισθητήρες για την παρακολούθηση του ρυθμού παλμών του μωρού, του επιπέδου κορεσμού οξυγόνου και των προτύπων ύπνου και στέλνει αυτά τα δεδομένα σε μια συνδεδεμένη εφαρμογή για ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει δε την παρακολούθηση του ύπνου του από οποιαδήποτε τοποθεσία με σύνδεση στο διαδίκτυο. Η Dream Sock περιλαμβάνει δύο μεγέθη υφασμάτων καλτσών για να εξασφαλίσει μια άνετη και ασφαλή εφαρμογή. (Workman K & Monroe J, 2012)

Στις 9 Νοεμβρίου 2023, στο LEHI, Γιούτα--(BUSINESS WIRE)-- Η Owlet, Inc. (NYSE: OWLT) (η "Εταιρεία" ή "Owlet"), πρωτοπόρος στην έξυπνη παρακολούθηση βρεφών, ανακοινώνει την έγκριση De Novo από την Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων ("FDA") για το Dream Sock, την πρώτη και μοναδική λύση ιατρικής παλμικής οξυμετρίας χωρίς ιατρική συνταγή για βρέφη.

Η Owlet πρωτοστατεί σε νέα πρότυπα για καταναλωτικές και ιατρικές λύσεις, επιτρέποντας στους φροντιστές να παρέχουν καλύτερη φροντίδα στο σπίτι για τα μωρά τους μέσω της πρόσβασης σε προηγμένες ψηφιακές τεχνολογίες υγείας.



Εικόνα 18: Η εφαρμογή με την φορητή συσκευή "Owlet Baby Care - Owlet Smart Sock"

Πηγή: (Workman K & Monroe J, 2012)

Η εγκεκριμένη από τον FDA Dream Sock παρακολουθεί και εμφανίζει τις ζωντανές ενδείξεις υγείας του μωρού, συμπεριλαμβανομένου του ρυθμού παλμών και του επιπέδου κορεσμού οξυγόνου, και παρέχει ειδοποιήσεις υγείας, οι οποίες ειδοποιούν τους φροντιστές με φώτα και ήχους συναγερμού εάν οι ενδείξεις του βρέφους τους πέσουν εκτός των προκαθορισμένων ορίων. Η Owlet σχεδιάζει να διαθέσει αυτές τις νέες λειτουργίες ιατρικού επιπέδου σε όλους τους υπάρχοντες και νέους χρήστες της Dream Sock κατά την κυκλοφορία της, η οποία θα ανακοινωθεί σύντομα. Αυτά τα εκκαθαρισμένα χαρακτηριστικά είναι για χρήση με υγιή βρέφη μεταξύ 1-18 μηνών και 6 λιβρών έως 30 λιβρών.

Η εκκαθάριση De Novo σημαίνει ότι η Owlet Dream Sock δοκιμάστηκε κλινικά τόσο σε οικιακό όσο και σε νοσοκομειακό περιβάλλον και αποδείχθηκε ότι είναι εξίσου ακριβής με την ιατρική τεχνολογία παρακολούθησης μωρών και συμμορφώνεται με όλα τα σχετικά πρότυπα απόδοσης και ασφάλειας από ανεξάρτητα εργαστήρια. Αυτή η νέα τεχνολογία θα εξοπλίσει τους φροντιστές με τις σωστές πληροφορίες τη σωστή στιγμή και θα τους παρέχει αυτοπεποίθηση και σαφήνεια σχετικά με την ευημερία του μωρού τους.

Η Owlet ιδρύθηκε από μια ομάδα γονέων το 2012. Η αποστολή της Owlet είναι να ενδυναμώσει τους γονείς με τις σωστές πληροφορίες τη σωστή στιγμή, για να τους δώσει μεγαλύτερη ψυχική ηρεμία και να τους βοηθήσει να βρουν περισσότερη χαρά στο ταξίδι της γονεϊκότητας. Η ψηφιακή πλατφόρμα γονέων της Owlet έχει ως στόχο να παρέχει στους γονείς δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, ώστε να βοηθήσει τους γονείς να αισθάνονται πιο ήρεμοι και με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση. Η Owlet πιστεύει ότι κάθε γονιός αξίζει να έχει το κεφάλι του ήσυχο και την ευκαιρία να νιώθει ξεκούραστος με τον καλύτερο τρόπο. Η Owlet πιστεύει επίσης ότι κάθε παιδί αξίζει να ζήσει μια μακρά, ευτυχισμένη και υγιή ζωή και εργάζεται για την ανάπτυξη προϊόντων που θα βοηθήσουν στην προώθηση αυτής της πεποίθησης. (Workman K & Monroe J, 2012)

3.5 Μελέτες εφαρμογών IoT για μητρικά θέματα

Στο υπό εξέλιξη τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας έχει καταστεί καθοριστική για την αντιμετώπιση διαφόρων πτυχών της μητρικής ευημερίας. Μεταξύ των καινοτόμων βημάτων, η διερεύνηση των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) για μητρικά θέματα ξεχωρίζει ως μια πολλά υποσχόμενη οδός για την επανάσταση στην προγεννητική και μεταγεννητική φροντίδα. Αυτός ο αναπτυσσόμενος τομέας επιδιώκει να αξιοποιήσει τη δύναμη των διασυνδεδεμένων συσκευών για να βελτιώσει τη συνολική εμπειρία της εγκυμοσύνης, του τοκετού και της περιόδου μετά τον τοκετό.

Οι μελέτες των εφαρμογών IoT για μητρικά θέματα εμβαθύνουν σε ένα φάσμα εφαρμογών που ανταποκρίνονται στις μοναδικές ανάγκες και ανησυχίες των μέλλουσες και νέες μητέρες. Οι εφαρμογές αυτές αξιοποιούν έξυπνες συσκευές, φορητές συσκευές και αισθητήρες για την παρακολούθηση κρίσιμων δεικτών υγείας της μητέρας, όπως η ανάπτυξη του εμβρύου, τα ζωτικά σημεία της μητέρας και η αποθεραπεία μετά τον τοκετό. Παρέχοντας δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, αυτές οι λύσεις IoT δίνουν τη δυνατότητα τόσο στους επαγγελματίες υγείας όσο και στις μητέρες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, προωθώντας μια προληπτική και εξατομικευμένη προσέγγιση της μητρικής φροντίδας.

Τα πιθανά οφέλη εκτείνονται πέρα από την απλή παρακολούθηση, περιλαμβάνοντας λειτουργίες όπως υπενθυμίσεις φαρμάκων, παρακολούθηση διατροφής, ακόμη και υποστήριξη ψυχικής

υγείας. Με γνώμονα την πρόληψη, την έγκαιρη ανίχνευση επιπλοκών και τη βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και των εγκύων, οι μελέτες των εφαρμογών IoT για μητρικά θέματα υπόσχονται να εγκαινιάσουν μια νέα εποχή μητρικής υγειονομικής περίθαλψης που δεν θα είναι μόνο τεχνολογικά προηγμένη αλλά και πιο προσιτή και ανθρωποκεντρική. Αυτή η διερεύνηση εκτυλίσσεται στο πλαίσιο ενός κόσμου που εξαρτάται όλο και περισσότερο από τις διασυνδεδεμένες συσκευές, παρουσιάζοντας συναρπαστικές ευκαιρίες για την ανύψωση του προτύπου περίθαλψης τόσο για τις μητέρες όσο και για τα βρέφη.

Μελέτες περίπτωσης:

Το έξυπνο βραχιολάκι (smart watch)

Μία μελέτη σκοπιμότητας προοπτικής παρατήρησης πραγματοποιήθηκε κατόπιν συνεχούς 7-μηνος παρακολούθησης των παραμέτρων υγείας των εγκύων και επιλόχειων γυναικών μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα ευκολίας από 20 γυναίκες χωρίς λοχεία από την νοσοκομειακή περιφέρεια της νοτιοδυτικής Φινλανδίας και υλοποιήθηκε συνεχής παρακολούθηση της σωματικής δραστηριότητας/μετρήσεων βημάτων, του ύπνου και του καρδιακού ρυθμού με ένα έξυπνο βραχιολάκι για 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα επί 7 μήνες (6 μήνες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και 1 μήνα μετά τον τοκετό).

Το έξυπνο βραχιολάκι ήταν συνδεδεμένο με έναν διακομιστή cloud. Ο συνολικός αριθμός των πιθανών ημερών παρακολούθησης κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης από την 13η έως την 42η εβδομάδα ήταν 203 ημέρες και 28 ημέρες κατά την περίοδο μετά τον τοκετό.

Η μελέτη αυτή διεξήχθη ως προοπτική μελέτη παρατήρησης σε γυναίκες με μητρότητα που παρακολουθούσαν δύο κλινικές μαιευτηρίου στη Νότια Φινλανδία μεταξύ Μαΐου 2016 και Ιουνίου 2017. Τα δεδομένα σωματικής δραστηριότητας, ύπνου και καρδιακών παλμών συλλέχθηκαν με ένα έξυπνο βραχιόλι που ενσωματώνει έναν βιοαισθητήρα φωτοπληθυσμογραφίας για τη μέτρηση των καρδιακών παλμών (Andriekutė et al., 2023) και μια μονάδα αδρανειακής μέτρησης για την παρακολούθηση της δραστηριότητας και του ύπνου. (Snyder et al., 2015)

Η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τον Κώδικα Δεοντολογίας της Παγκόσμιας Ιατρικής Ένωσης (Διακήρυξη του Ελσίνκι) και εγκρίθηκε από την Κοινή Επιτροπή Δεοντολογίας της Νοσοκομειακής Περιφέρειας της Νοτιοδυτικής Φινλανδίας (35/1801/2016) και το πανεπιστημιακό νοσοκομείο. Η άδεια χρήσης των έξυπνων βραχιολιών Garmin Vivosmart (HR, Garmin) σε αυτή τη μελέτη ελήφθη από τον κατασκευαστή.

Έγκυρα δεδομένα σωματικής δραστηριότητας ήταν διαθέσιμα για διάμεση διάρκεια 144 (εύρος 13-188) ημερών (75% των πιθανών ημερών παρακολούθησης) και έγκυρα δεδομένα ύπνου ήταν διαθέσιμα για διάμεση διάρκεια 137 (εύρος 0-184) ημερών (72% των πιθανών ημερών παρακολούθησης) ανά συμμετέχουσα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου μετά τον τοκετό, ήταν διαθέσιμες διάρκειες 15 (εύρος 0-25) ημέρες (54% των πιθανών ημερών παρακολούθησης) έγκυρων δεδομένων σωματικής δραστηριότητας και 16 (εύρος 0-27) ημέρες (57% των πιθανών ημερών παρακολούθησης) έγκυρων δεδομένων ύπνου. Η σωματική δραστηριότητα μειώθηκε από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο κατά μέσο όρο 1793 (95% CI 1039-2548) βήματα ανά ημέρα ($P < .001$) Η μείωση συνεχίστηκε κατά μέσο όρο 1339 (95% CI 474-2205) βήματα στην περίοδο μετά τον τοκετό ($P = .004$). Ο ύπνος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μειώθηκε επίσης από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο κατά μέσο όρο 20 λεπτά (95% CI -0,7 έως 42 λεπτά, $P = .06$) και ο χρόνος ύπνου μειώθηκε επιπλέον 1 ώρα (95% CI 39 λεπτά έως 1,5 ώρες) μετά τον τοκετό ($P < .001$). Ο μέσος καρδιακός ρυθμός ηρεμίας αυξήθηκε προς το τρίτο τρίμηνο και επέστρεψε στα επίπεδα της πρώιμης εγκυμοσύνης κατά τη διάρκεια της περιόδου μετά τον τοκετό.

Τα συμπεράσματα της μελέτης κατέδειξαν πως το έξυπνο βραχιολάκι με τεχνολογία IoT ήταν ένα εφικτό σύστημα για τη συλλογή αντιπροσωπευτικών δεδομένων σχετικά με συνεχείς μεταβλητές παραμέτρων υγείας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Η συνεχής παρακολούθηση παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των προγραμματισμένων ραντεβού και μπορεί έτσι να βοηθήσει στη στόχευση και την προσαρμογή της παρακολούθησης της εγκυμοσύνης. (Saarikko et al., 2020)

Η εφαρμογή "PreMom II"

Ο σχεδιασμός της μελέτης Pregnancy REmoteMOnitoring II (PREMOM II) αποτελεί μία πολυκεντρική, τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή απομακρυσμένης παρακολούθησης για υπερτασικές διαταραχές κύησης.

Δεδομένα παρατήρησης από την αναδρομική, μη τυχαιοποιημένη μελέτη Pregnancy REmote MOnitoring I (PREMOM I) έδειξαν ότι η απομακρυσμένη παρακολούθηση (RM) μπορεί να είναι επωφελής για την προγεννητική παρακολούθηση γυναικών που διατρέχουν κίνδυνο για υπερτασικές διαταραχές κύησης (ΥΚΚ) όσον αφορά τα κλινικά αποτελέσματα, τα οικονομικά της υγείας και τις αντιλήψεις των ενδιαφερομένων. Η PREMOM II (βλ.εικ.19) είναι μια προοπτική, τυχαιοποιημένη, πολυκεντρική μελέτη παρακολούθησης που διεξήχθη για τη διερεύνηση αυτών των υποσχόμενων αποτελεσμάτων.



Εικόνα 19: Η εφαρμογή "Premom"

Πηγή: (premom.com, n.d.)

Μετά την παροχή γραπτής συγκατάθεσης, 3922 έγκυες γυναίκες ηλικίας ≥ 18 ετών που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης GHD τυχαιοποιήθηκαν (αναλογία 1:1:1) σε (α) συμβατική φροντίδα (ομάδα ελέγχου), (β) ομάδα αυτοελέγχου ασθενών και (γ) ομάδα PM με τη βοήθεια μαίας. Οι γυναίκες σε κάθε ομάδα χωρίστηκαν περαιτέρω (αναλογία 1:1) για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της στοχευμένης ή μη στοχευμένης (συμβατικής) αντιυπερτασικής φαρμακευτικής αγωγής. Οι γυναίκες προσλήφθηκαν σε πέντε νοσοκομεία στη Φλάνδρα του Βελγίου: Ziekenhuis Oost-Limburg, Universitaire Ziekenhuis Antwerpen, Universitaire

ZiekenhuisLeuven, AZ Sint Jan Brugge-Oostende και AZ Sint Lucas Brugge. Τα κύρια αποτελέσματα είναι: (1) αριθμοί και τύποι προγεννητικών επισκέψεων, (2) μητρικές εκβάσεις, (3) νεογνικές εκβάσεις, (4) η εφαρμοσιμότητα και η απόδοση του RM και (5) η συμμόρφωση με το RM και τον αυτοέλεγχο. Οι δευτερεύουσες εκβάσεις είναι: (2) ερωτηματολόγια για τις εμπειρίες των συμμετεχόντων που αναφέρονται από τους ασθενείς (PROMS)- και (3) οι μητρικές και περιγεννητικές εκβάσεις ανάλογα με τον τύπο της αντιυπερτασικής φαρμακευτικής αγωγής. Τα δημογραφικά και μητρικά και νεογνικά αποτελέσματα συλλέγονται από τους ηλεκτρονικούς φακέλους των ασθενών. Η αρτηριακή πίεση και το ποσοστό συμμόρφωσης θα ληφθούν από μια ηλεκτρονική ψηφιακή πλατφόρμα συντονισμού για τον εξ αποστάσεως χειρισμό των δεδομένων. Με τη χρήση του εργαλείου FMF θα γίνει εκτίμηση του κινδύνου για την ανάπτυξη πρώιμης ΠΕ, στην οποία λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι: (1) χαρακτηριστικά της μητέρας- (2) ιατρικό ιστορικό- (3) μαιευτικό ιστορικό- (4) πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα εγκυμοσύνη- (5) βιοφυσικές μετρήσεις. Οι γυναίκες αποκλείονται εάν διαπιστωθεί συγγενής δυσπλασία ή εάν δεν έχουν smartphone. (Lanssens et al., 2020) Παρακάτω διαφαίνεται η εφαρμογή μέσω στιγμιότυπων (βλ.εικ.20)



Εικόνα 20: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Premom"

Πηγή: (premom.com, n.d.)

1. Η εφαρμογή "MomConnect "

Το MomConnect είναι μια εθνική πρωτοβουλία που συντονίζεται από το Εθνικό Υπουργείο Υγείας της Νότιας Αφρικής και στέλνει δωρεάν μηνύματα μέσω κινητού τηλεφώνου με βάση το κείμενο σε έγκυες γυναίκες που εγγράφονται εθελοντικά σε οποιαδήποτε δημόσια υγειονομική μονάδα στη Νότια Αφρική.

Περιγράφεται ο σχεδιασμός του συστήματος και η αρχιτεκτονική της τεχνικής πλατφόρμας MomConnect, η οποία σχεδιάστηκε ως μια εθνική πρωτοβουλία με δυνατότητα κλιμάκωσης και επέκτασης. Χρησιμοποιεί ένα σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών υγείας που μπορεί να συνδέσει οποιαδήποτε συμβατή με τα πρότυπα ηλεκτρονική εφαρμογή με οποιαδήποτε συμβατή με τα πρότυπα ηλεκτρονική βάση δεδομένων. (Seebregts et al., 2018)

Η εφαρμογή της τεχνικής πλατφόρμας MomConnect (βλ.εικ. 21), με τη σειρά της, είναι μια εθνική εφαρμογή αναφοράς για την ηλεκτρονική διαλειτουργικότητα σύμφωνα με το Εθνικό Πλαίσιο Προτύπων Υγείας της Νότιας Αφρικής. (KwaZulu-Natal Department of Health, 2001)



Εικόνα 21: Η εφαρμογή "MomConnect"

Οι στόχοι περιλαμβάνουν την καταγραφή των κυήσεων στο δημόσιο τομέα, την αποστολή στοχευμένων, σταδιακών μηνυμάτων προαγωγής της υγείας και την παροχή μηχανισμών για διαδραστική ανατροφοδότηση σχετικά με τις υπηρεσίες.

Το 2014, τα βασικά κίνητρα του αρχικού προγράμματος περιλάμβαναν τη χρήση της υποδομής κινητής τηλεφωνίας στη Νότια Αφρική, τη χρήση συστημάτων ανοικτού κώδικα για την τεχνική πλατφόρμα του MomConnect και τη χρήση τοπικών ικανοτήτων για την κατασκευή και τη συντήρηση του συστήματος και τη διατήρηση του κόστους του συστήματος σε όσο το δυνατόν χαμηλότερα επίπεδα. Στις 3 Σεπτεμβρίου 2017, υπήρχαν 1.770.988 μοναδικοί αριθμοί κινητής τηλεφωνίας εγγεγραμμένοι στο MomConnect.

Η χρήση ανοικτών προτύπων περιεχομένου και ανταλλαγής μηνυμάτων επιτρέπει στην αρχιτεκτονική να περιλαμβάνει οποιαδήποτε εφαρμογή που τηρεί τα επιλεγμένα πρότυπα. Η εθνική εφαρμογή της σε κλίμακα αποδεικνύει τόσο τη χρήση αυτής της τεχνολογίας όσο και έναν βασικό στόχο των παγκόσμιων πληροφοριακών συστημάτων υγείας, που είναι η επίτευξη κλίμακας εφαρμογής. Οι περιορισμένες κλινικές πληροφορίες του συστήματος, αρχικά, επέτρεψαν στην αρχιτεκτονική να επικεντρωθεί στα βασικά πρότυπα και προφίλ για τη διαλειτουργικότητα σε ένα περιβάλλον με περιορισμένους πόρους, με περιορισμένη συνδεσιμότητα και ικανότητα υποδομών.

Οι μελλοντικές προσπάθειες αποσκοπούν στη χρήση των τυποποιημένων διεπαφών για την ενσωμάτωση δεδομένων από πρόσθετες εφαρμογές, καθώς και στην επέκταση και διασύνδεση του πλαισίου με άλλα συστήματα πληροφοριών δημόσιας υγείας στη Νότια Αφρική. Η ανάπτυξη αυτής της πλατφόρμας έδειξε επίσης τα οφέλη της διαλειτουργικότητας τόσο σε οργανωτικό όσο και σε τεχνικό επίπεδο στη Νότια Αφρική. (Seebregts et al., 2018)

2. Η εφαρμογή "Shield 01"

Η Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) έθεσε ως στόχο την εξάλειψη της μετάδοσης από τη μητέρα στο παιδί (MTCT) του ιού της ηπατίτιδας Β (HBV) έως το 2030. Για να αξιολογηθεί η δυνατότητα υλοποίησης αυτού του στόχου στην Κίνα, πραγματοποιήθηκε μία επιδημιολογική μελέτη για να διερευνηθεί η κατάσταση της MTKT σε

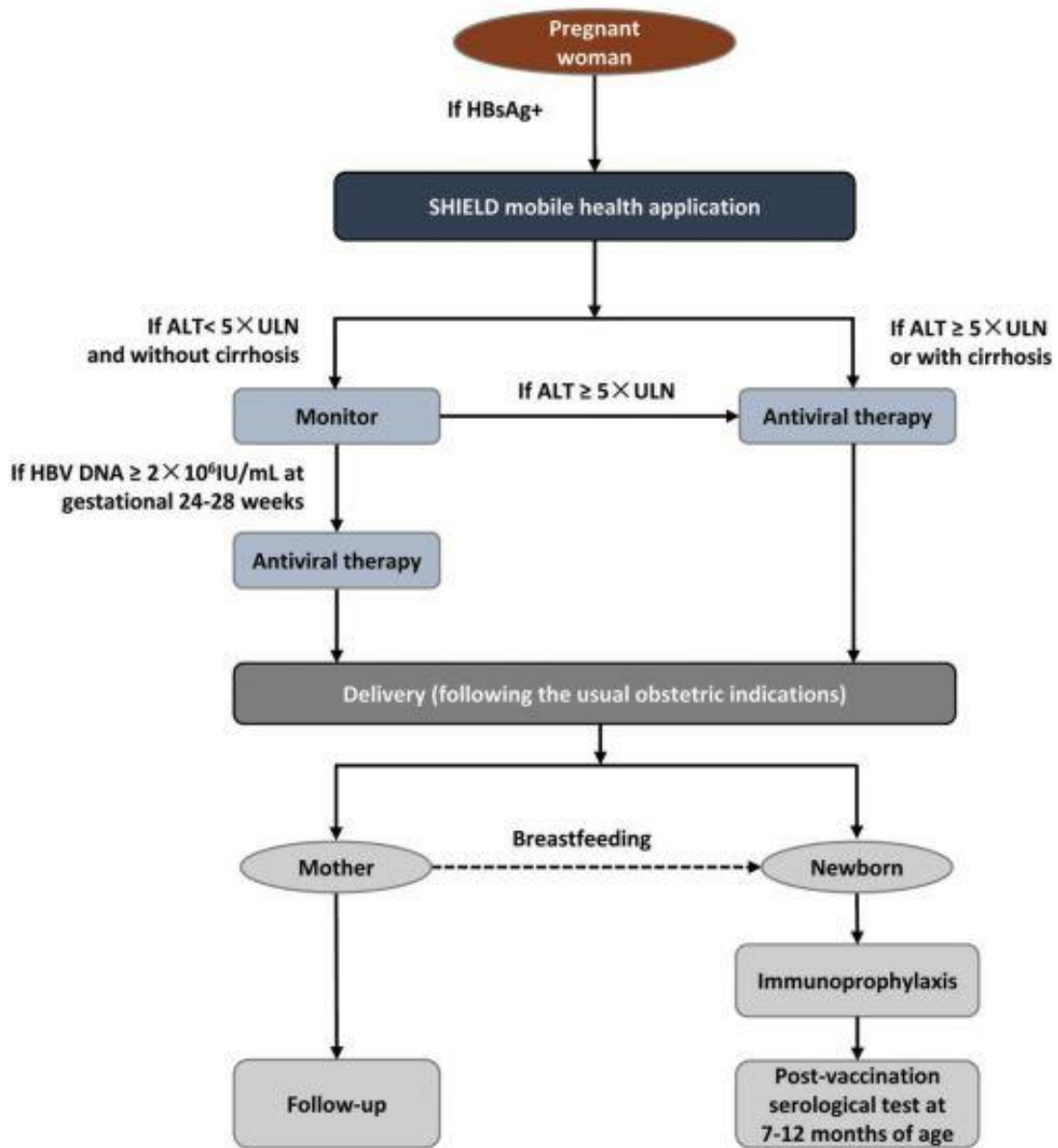
πραγματικό περιβάλλον. 1.008 έγκυες γυναίκες, θετικές στο επιφανειακό αντιγόνο της ηπατίτιδας B, εγγράφηκαν σε 10 νοσοκομεία. Στα βρέφη χορηγήθηκε ανοσοπροφύλαξη. (Yin et al., 2020) Επιπλέον, οι μητέρες με επίπεδο DNA HBV >2.000.000 IU/mL συμβουλευτήκαν να ξεκινήσουν αντιική θεραπεία κατά τη διάρκεια της προχωρημένης εγκυμοσύνης. Για τη διαχείριση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε μια εφαρμογή υγείας με την ονομασία "**SHIELD**".

Η χρήση της εφαρμογής υγείας για κινητά "SHIELD"

Αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη μια εφαρμογή κινητής υγείας με την ονομασία "SHIELD" για τη συλλογή δεδομένων και την υποστήριξη της επικοινωνίας μεταξύ των μητέρων και των γιατρών τους. Όλες οι εκθέσεις εργαστηριακών εξετάσεων, τα ερωτηματολόγια και άλλες σχετικές πληροφορίες φορτώθηκαν στο SHIELD και τέθηκαν στη διάθεση των μητέρων και των γιατρών. Οι μητέρες μπορούσαν να συμβουλευονται τους γιατρούς τους μέσω του SHIELD κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης (βλ. σχήμα 8).

Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν πως 905 από τις εγγεγραμμένες μητέρες, με 924 βρέφη, ολοκλήρωσαν την παρακολούθηση. Το 99,7% και το 99,7% των βρεφών έλαβαν το εμβόλιο ηπατίτιδας B και την ανοσοσφαιρίνη ηπατίτιδας B, αντίστοιχα, εντός 24 ωρών μετά τη γέννηση. Υπήρξαν 446 μητέρες που έλαβαν αντιική θεραπεία, εκ των οποίων το 72,3% των μητέρων με επίπεδο HBV DNA >2.000.000 IU/mL και το 21,0% των μητέρων με επίπεδο HBV DNA <2.000.000IU/mL. Οκτώ βρέφη μολύνθηκαν με HBV. Το συνολικό ποσοστό MTCT ήταν 0,9%. Οι γενετικές ανωμαλίες ήταν σπάνιες (0,5% μεταξύ των βρεφών με μητρική αντιική έκθεση έναντι 0,7% μεταξύ των βρεφών χωρίς έκθεση- p=1,00).

Επομένως, το ποσοστό MTCT ήταν χαμηλότερο από τον στόχο εξάλειψης του MTCT της περιοχής Δυτικού Ειρηνικού του ΠΟΥ σε αυτή την πραγματική μελέτη, υποδεικνύοντας ότι μια ολοκληρωμένη διαχείριση που αποτελείται από ανοσοπροφύλαξη στα βρέφη και αντιική προφύλαξη στις μητέρες μπορεί να είναι μια εφικτή στρατηγική για την επίτευξη του στόχου εξάλειψης του ΠΟΥ για το 2030. (Yin et al., 2020)



Σχήμα 8: Η λειτουργία της εφαρμογής "SHIELD"

Πηγή: (Yin et al., 2020)

3. Το μοντέλο μηχανικής IoT για την καταμέτρηση ποιότητας του μητρικού ύπνου

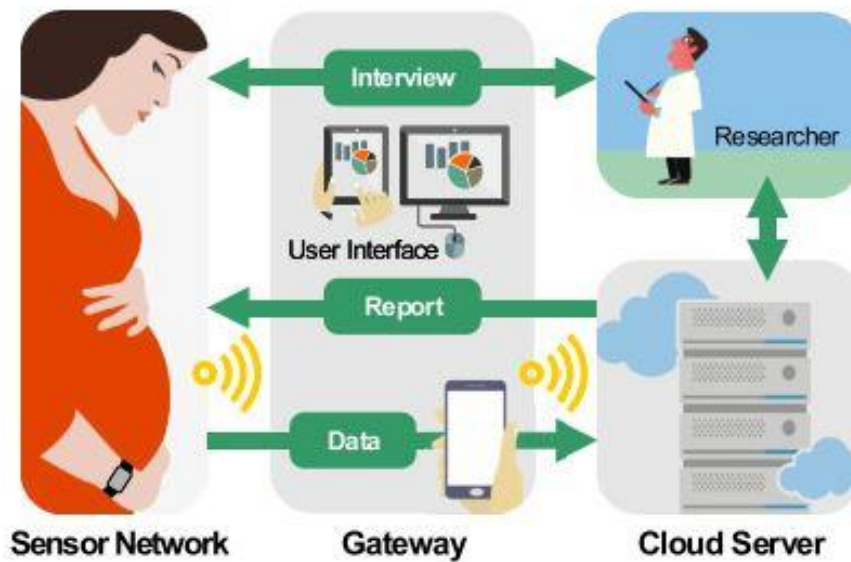
Σύστημα παρακολούθησης με βάση το IoT:

Παρουσιάζεται ένα σύστημα βασισμένο στο IoT για τη συνεχή παρακολούθηση των εγκύων γυναικών καθώς και για την αντικειμενική αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου τους. Όπως φαίνεται στο σχήμα 9, η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος χωρίζεται σε τρεις κύριες βαθμίδες. Πρώτον, το δίκτυο αισθητήρων εκτελεί τη συλλογή δεδομένων σε συστήματα βασισμένα στο IoT, που βρίσκονται κοντά στους τελικούς χρήστες. Συλλέγει συνεχώς δεδομένα σχετικά με την εγκυμοσύνη και τον ύπνο από τους τελικούς χρήστες. Χάρη στην πρόοδο των ενσωματωμένων και φορητών τεχνολογιών, διάφορες ελαφριές ενεργειακά αποδοτικές φορητές συσκευές, όπως έξυπνα ρολόγια, συσκευές παρακολούθησης φυσικής κατάστασης και ολογράφοι Holter-monitors, είναι σήμερα διαθέσιμες για αυτό το επίπεδο.

Η πύλη, ως δεύτερη βαθμίδα, είναι μια γέφυρα μεταξύ του δικτύου αισθητήρων και του Διαδικτύου (δηλαδή των διακομιστών νέφους). Η πύλη είναι υπεύθυνη για τη μετάδοση δεδομένων και τη μετατροπή πρωτοκόλλου. Σε αυτό το επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν smartphones και tablets ως ευρέως διαδεδομένες κινητές υπολογιστικές συσκευές. Παρέχουν μετάδοση δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις, μεταφέροντας τα συλλεγμένα δεδομένα υγείας στους διακομιστές νέφους, καθώς και στέλνοντας αναφορές και ανατροφοδότηση στον τελικό χρήστη. Επιπλέον, μπορούν να διεξαχθούν υποκειμενικές μετρήσεις, συμπεριλαμβανομένων συνεντεύξεων και ερευνών μέσω του Διαδικτύου.

Ο διακομιστής νέφους, ως τρίτη βαθμίδα, περιλαμβάνει μια υπολογιστική υποδομή υψηλών επιδόσεων. Είναι υπεύθυνος για την ανάλυση της ποιότητας του ύπνου (π.χ. αφαίρεση δεδομένων και μοντελοποίηση). Η ημειπιβλεπόμενη προσέγγιση μηχανικής μάθησης τοποθετείται πλήρως σε αυτό το επίπεδο.

Τέλος, ο διακομιστής νέφους διαχειρίζεται, διασφαλίζει και αποθηκεύει τα δεδομένα εξ αποστάσεως και είναι σε θέση να παρέχει έναν πίνακα ελέγχου για την οπτικοποίηση των δεδομένων. Τα επεξεργασμένα δεδομένα κοινοποιούνται στους εμπειρογνώμονες (π.χ. ερευνητές) για περαιτέρω ανάλυση.



Σχήμα 9: Το σύστημα που βασίζεται στο IoT για την παρακολούθηση της μητρικής υγείας

Πηγή: (Azimi et al., 2019)

Στην παρούσα έρευνα διεξάχθηκε διαχρονική παρακολούθηση, όπου 20 έγκυες μητέρες παρακολουθούνταν εξ αποστάσεως για έξι μήνες εγκυμοσύνης και ένα μήνα μετά τον τοκετό. Για την αξιολόγηση των προσαρμογών της ποιότητας του ύπνου: 1) εξήχθησαν διάφορα χαρακτηριστικά του ύπνου και μελετήθηκαν οι μεταβολές τους κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης και 2) προτάθηκε μια προσέγγιση μηχανικής μάθησης με την μέθοδο μερικής επίβλεψης για τη δημιουργία ενός εξατομικευμένου μοντέλου ύπνου για κάθε υποκείμενο.

Η παρακολούθηση πραγματοποιήθηκε σε πρωτότοκες έγκυες γυναίκες που προσέρχονταν σε μία από τις δύο επιλεγμένες εξωτερικές κλινικές μητρότητας στη Νότια Φινλανδία μεταξύ Μαΐου 2016 και Ιουνίου 2017. Πρακτικά, όλες οι έγκυες γυναίκες στη Φινλανδία επισκέπτονταν τακτικά μια νοσηλεύτρια δημόσιας υγείας σε ένα ιατρείο μητρικής υγείας και μπορούσαν επίσης να συμμετάσχουν σε δωρεάν υπερηχογραφική εξέταση στο τέλος του πρώτου τριμήνου.

Οι συμμετέχουσες της παρούσας μελέτης προσλήφθηκαν σε αυτή την εξέταση ικανοποιώντας ορισμένα κριτήρια: α) η συμμετέχουσα θα έπρεπε να είναι τουλάχιστον 18 ετών, β) θα έπρεπε να αναμένει το πρώτο της παιδί, γ) η εγκυμοσύνη θα έπρεπε να είναι μονογενής, δ) η ηλικία κύησης

θα έπρεπε είναι μικρότερη από 15 εβδομάδες, ε) θα έπρεπε να καταλαβαίνει φινλανδικά ή αγγλικά, στ) θα έπρεπε να έχει στην κατοχή της smartphone, tablet ή προσωπικό υπολογιστή.

Είκοσι δύο έγκυες (22) γυναίκες που πληρούσαν τα κριτήρια ενημερώθηκαν μετά την υπερηχογραφική εξέταση. Με βάση αυτό το αρχικό ενδιαφέρον, η διαδικασία και ο σκοπός της μελέτης παρέχονταν στις γυναίκες με τηλεφωνήματα. Είκοσι γυναίκες συμφώνησαν να συμμετάσχουν στη μελέτη. Σε προσωπικές συναντήσεις, οι ερευνητές συνέλεξαν πληροφορίες για το ιστορικό των συμμετεχουσών. Στη συνέχεια, οι φορητές συσκευές και οι οδηγίες παραδόθηκαν στις συμμετέχουσες.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως η ποιότητα του ύπνου της μητέρας μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και μετά τον τοκετό λόγω των προσαρμογών του μητρικού σώματος. Συγκεκριμένα, οι ανωμαλίες του ύπνου αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης (2,87 φορές) και μετά τον τοκετό (5,62 φορές) σε σύγκριση με τα μέσα του δεύτερου τριμήνου. Οι μεταβολές αυτές στον ύπνο πρέπει να παρακολουθούνται στενά, καθώς η κακή ποιότητα του ύπνου μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες επιπλοκές της εγκυμοσύνης. Οι συμβατικές μελέτες είναι ανεπαρκείς για το θέμα αυτό, καθώς περιορίζονται σε περιορισμένες προσεγγίσεις συλλογής δεδομένων. (Azimi et al., 2019)

4. Μελέτη περίπτωσης: η εφαρμογή " HealthyMoms "

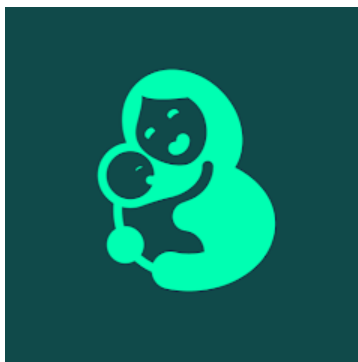
Οι περισσότεροι άνθρωποι που πάσχουν από κατάθλιψη και άλλες κοινές ψυχικές διαταραχές δεν λαμβάνουν θεραπεία. Συχνά επειδή δεν μπορούν. Σε πολλές κοινότητες, υπάρχουν λίγοι (αν υπάρχουν) πάροχοι για να πληρώσουν, ακόμη και αν θα μπορούσαν να πληρώσουν το λογαριασμό. Περισσότεροι από 3 δισεκατομμύρια από εμάς ζουν σε μια χώρα όπου υπάρχει μόνο 1 ψυχίατρος για κάθε 200.000 ανθρώπους. Οι ψυχολόγοι βρίσκονται σε ακόμη μικρότερη διαθεσιμότητα. (Duke University et al., 2019)

Στην παρούσα έρευνα, θα αναφερθούν τα αποτελέσματα της δοκιμής της εφαρμογής "HealthyMoms" για τα βρέφη. (Henriksson et al., 2019)

Συγκεκριμένα, στόχος ήταν να διερευνηθούν οι επιδράσεις μιας παρέμβασης διάρκειας 6 μηνών (μέσω της εφαρμογής HealthyMoms) στη σύσταση σώματος σε υγιή νεογνά 1-2 εβδομάδες μετά τον τοκετό και οι πιθανές επιδράσεις της παρέμβασης στη σύσταση σώματος του βρέφους όπου διαμεσολαβείται μέσω της μητρικής αύξησης βάρους κατά την κύηση. Πρόκειται για

δευτερεύουσα ανάλυση αποτελεσμάτων της τυχαιοποιημένης και ελεγχόμενης δοκιμής HealthyMoms. (Sandborg et al., 2022)

Το Healthy Moms είναι μία δωρεάν εφαρμογή στο κινητό (βλ. εικ.22) που υποστηρίζει έγκυες γυναίκες και νέες μητέρες στα "σκαμπανεβάσματα" της γέννησης ενός μωρού, την οποία μπορεί να κατεβάσει ο ενδιαφερόμενος χρήστης από το Google Play. (Duke University et al., 2019)



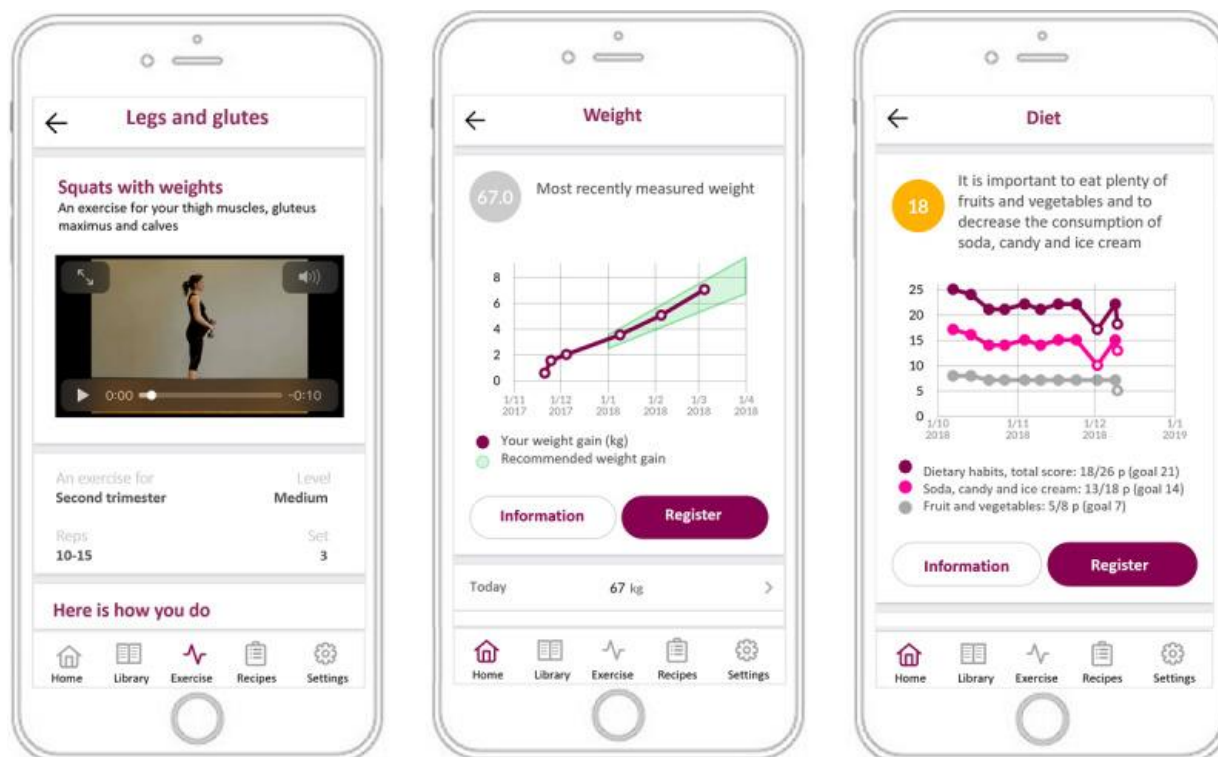
Εικόνα 22: Η εφαρμογή "HealthyMoms"

Πηγή: (Duke University et al., 2019)

Χρησιμοποιήθηκε η πνευματογραφία μετατόπισης αέρα για τη μέτρηση της σύστασης του σώματος σε 305 υγιή νεογνά.

Η δοκιμή διεξήχθη μεταξύ Οκτωβρίου 2017 και Νοεμβρίου 2020 και οι συμμετέχουσες προσλήφθηκαν στην αρχή της εγκυμοσύνης σε μαιευτήρια στο Östergötland της Σουηδίας. Δικαίωμα συμμετοχής είχαν γυναίκες ηλικίας ≥ 18 ετών, έγκυες με μονογενές έμβρυο, χωρίς διαγνωσμένη διατροφική διαταραχή ή ιατρικές καταστάσεις που μπορεί να επηρεάσουν το σωματικό βάρος και με ικανότητα επαρκούς ανάγνωσης της σουηδικής γλώσσας ώστε να κατανοούν το περιεχόμενο της εφαρμογής. Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν κατά την έναρξη (εβδομάδα κύησης 14) και κατά την παρακολούθηση (εβδομάδα κύησης 37 και 1-2 εβδομάδες μετά τον τοκετό) στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Linköping. Η τελευταία μέτρηση περιελάμβανε την αξιολόγηση του μεγέθους και της σύνθεσης του σώματος του βρέφους. Οι γυναίκες συμπλήρωσαν επίσης ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με την ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, τη χώρα γέννησης, την ισοτιμία και το βάρος πριν από την εγκυμοσύνη, και τα αντικειμενικά

δεδομένα σχετικά με την τήρηση της εφαρμογής (δηλ. τη χρήση των λειτουργιών καταχώρισης για τη διατροφή, το βάρος και τη σωματική δραστηριότητα στην εφαρμογή HealthyMoms), τα οποία ανακτήθηκαν αυτόματα από την εφαρμογή μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης.



Εικόνα 23: Στιγμιότυπα εφαρμογής "HealthyMoms"

Πηγή: (Duke University et al., 2019)

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση στο βάρος του βρέφους ($\beta = 0,004$, $p = 0,94$), στο μήκος ($\beta = 0,19$, $p = 0,46$), στο ποσοστό σωματικού λίπους ($\beta = 0,17$, $p = 0,72$) ή σε οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή της σύστασης του σώματος στα μοντέλα πολλαπλής παλινδρόμησης (όλα $p \geq 0,27$): Τα ευρήματά υποστήριξαν ότι το HealthyMoms μπορεί να εφαρμοστεί στην υγειονομική περίθαλψη για την προώθηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής στις έγκυες γυναίκες χωρίς να διακυβεύεται η ανάπτυξη των απογόνων. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διευκρινιστεί εάν οι παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής κατά την εγκυμοσύνη μπορούν επίσης να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στη σύνθεση του σώματος του

βρέφους και να επηρεάσουν τον μελλοντικό κίνδυνο παχυσαρκίας. Η δοκιμή HealthyMoms εγκρίθηκε από το Περιφερειακό Συμβούλιο Ελέγχου Δεοντολογίας στο Linköping της Σουηδίας (αρ. αναφοράς: 2017/112-31 και 2018/262-32). (Sandborg et al., 2022)

5. Μελέτη περίπτωσης: η εφαρμογή "Health-e Babies"

Μέσω της εφαρμογής "Health-e Babies" πραγματοποιήθηκε μία έρευνα από τους Ντάλτον Τζ. κ.α. (2018) , η οποία παρείχε πληροφορίες σχετικά με την ανάπτυξη του εμβρύου, τις σωματικές αλλαγές της μητέρας, εξηγήσεις για τις εξετάσεις και τις διαδικασίες στις οποίες μπορεί να υποβληθούν και για τα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσουν κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης τους, με συμβουλές για το τι πρέπει να κάνουν και πού να αναζητήσουν βοήθεια για όποτε χρειαστεί.

Αυτή η αναδρομική ανασκόπηση των ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά την έναρξη της δοκιμής της εφαρμογής Health-e Babies App, αφορούσε τη χρήση της τεχνολογίας επικοινωνίας από τους συμμετέχοντες, την εμπιστοσύνη στο να γνωρίζουν πού μπορούν να ζητήσουν βοήθεια και την κατάσταση της ψυχικής υγείας, την προσκόλληση μητέρας-εμβρύου και την εμπιστοσύνη των γονέων.

Η δέσμευση, η χρήση της εφαρμογής Health-e Babies App, η κατάσταση της ψυχικής υγείας, η αυτοπεποίθηση και η αυτοαποτελεσματικότητα μετρήθηκαν με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου σχετικά με την εφαρμογή και τη λήψη δεδομένων από τα τηλέφωνα των συμμετεχόντων. Η εφαρμογή (βλ.εικ.24), προωθούσε την υγιεινή διατροφή, την άσκηση και τη χαλάρωση κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης με επιστημονικά τεκμηριωμένες πληροφορίες με ιδιαίτερη έμφαση στην ανακούφιση από το άγχος και την κατάθλιψη. Στόχος του ήταν επίσης να επιτρέψει την εύκολη πρόσβαση σε νοσοκομειακές και κοινοτικές υπηρεσίες υγείας, ομάδες υποστήριξης και ερευνητικούς δικτυακούς τόπους, σε περίπτωση που η συμμετέχουσα χρειαζόταν περαιτέρω εμπειριστατωμένες πληροφορίες ή βοήθεια.



Εικόνα 24: Στιγμιότυπα εφαρμογής "Health-e Babies"

Πηγή: (Dalton et al., 2018)

Η αρχική ανάπτυξη της εφαρμογής περιελάμβανε τη συμμετοχή των καταναλωτών με ομάδες εστίασης από έγκυες γυναίκες σε 3 σημαντικά στάδια της ανάπτυξης της εφαρμογής, ώστε να διασφαλιστεί ότι οι ανάγκες τους ικανοποιούνται όσον αφορά το σχεδιασμό, τον αλφαριθμητισμό, το περιεχόμενο και τη χρηστικότητα. Το επόμενο στάδιο της έρευνας ήταν η δοκιμή της εφαρμογής σε μια ομάδα εγκύων γυναικών και το παρόν έγγραφο θα αναφέρει τα συμπεράσματα από αυτό το στάδιο του έργου. Ειδικότερα, έγινε εστίαση στα χαρακτηριστικά των γυναικών που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή σε σχέση με εκείνες που δεν χρησιμοποίησαν.

Ο σχεδιασμός της εφαρμογής παρείχε ηχογραφημένους διαλογισμούς χαλάρωσης και συμβουλές για τη μείωση του άγχους, αλλά χωρίς απομακρυσμένη πρόσβαση στη χρήση των δεδομένων ήταν αδύνατο να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα αυτού του εργαλείου. Οι ειδοποιήσεις

ενσωματώθηκαν επίσης στην εφαρμογή για να υπενθυμίζουν στους συμμετέχοντες τα ραντεβού και επίσης, εάν δεν είχαν χρησιμοποιήσει την εφαρμογή για μερικές εβδομάδες, θα τους πρότεινε να ασχοληθούν με αυτήν.

Οι συμμετέχουσες στις ομάδες εστίασης προέρχονταν από την ίδια κοινωνικοοικονομική περιοχή και φοιτούσαν στο ίδιο νοσοκομείο με τις συμμετέχουσες που συμμετείχαν στη δοκιμή της εφαρμογής, ωστόσο οι συμμετέχουσες στις ομάδες εστίασης δεν συμπεριλήφθηκαν στη δοκιμή.

Η έρευνα κατέδειξε πως όλες οι γυναίκες ήταν παρόμοιες όσον αφορά την ηλικία, τη φυλή, την οικογενειακή κατάσταση και το επίπεδο εκπαίδευσης. Από τις 94 γυναίκες (76%) που δεν ολοκλήρωσαν τη δοκιμή, ήταν σημαντικά πιο αγχώδεις, όπως έδειξε το State Trait Anxiety Inventory ($p = 0,001$ Student T-test) και πιο πιθανό να είναι άνεργες (50% έναντι 31%, $p = 0,012$ Student T-Test). (Dalton et al., 2018)

3.6 Η αποδοχή της χρήσης εφαρμογών IoT

Σε μια εποχή που ορίζεται από τις τεχνολογικές εξελίξεις, η ενσωμάτωση των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) έχει ξεπεράσει τα συμβατικά όρια, βρίσκοντας μια θερμή αγκαλιά μεταξύ μιας δημογραφικής ομάδας που είναι γνωστή για τις απαιτητικές επιλογές της - τις μητέρες. Η αποδοχή των εφαρμογών IoT από τις μητέρες αντικατοπτρίζει μια αλλαγή παραδείγματος στον τρόπο με τον οποίο περιηγούνται στο πολύπλευρο τοπίο της γονεϊκότητας. Αυτά τα ψηφιακά εργαλεία, που είναι άσφογα συνυφασμένα με τον ιστό της καθημερινής ζωής, έχουν αναδειχθεί σε απαραίτητους συμμάχους στην προσπάθεια για αποτελεσματική, ενημερωμένη και συνδεδεμένη μητρότητα.

Οι μητέρες, που κάποτε ήταν δέσμιες των παραδοσιακών μεθόδων, βρίσκουν τώρα παρηγοριά και ενδυνάμωση στις εκατοντάδες εφαρμογές IoT που έχουν σχεδιαστεί για να απλοποιήσουν το ρόλο τους. Από τις έξυπνες οθόνες παρακολούθησης μωρών που προσφέρουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για την ευημερία του παιδιού τους έως τις διαισθητικές εφαρμογές προγραμματισμού γευμάτων που ανταποκρίνονται στις διατροφικές προτιμήσεις, η εμπειρία της μητρότητας με τεχνολογικές γνώσεις εξελίσσεται. Αυτές οι εφαρμογές όχι μόνο απλοποιούν τις καθημερινές εργασίες, αλλά παρέχουν επίσης μια αίσθηση καθησυχασμού, επιτρέποντας στις

μητέρες να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται διάφορες πτυχές της ζωής των παιδιών τους με πρωτοφανή ευκολία.

Η αποδοχή των εφαρμογών IoT από τις μητέρες αποτελεί απόδειξη της προσαρμοστικότητας και του έντονου ενδιαφέροντος τους για την αξιοποίηση της τεχνολογίας προς όφελος της οικογένειάς τους. Καθώς οι εφαρμογές αυτές συνεχίζουν να εξελίσσονται, οι μητέρες βρίσκονται στην πρώτη γραμμή μιας ψηφιακής επανάστασης που αναδιαμορφώνει το περίγραμμα της γονικής μέριμνας, προωθώντας ένα αρμονικό μείγμα παράδοσης και καινοτομίας. Αγκαλιάζοντας το IoT, οι μητέρες αποτελούν παράδειγμα βαθιάς κατανόησης της δυναμικής συνέργειας μεταξύ του εκσυγχρονισμού και των μητρικών ενστίκτων, προωθώντας μια γενιά όπου η συνδεσιμότητα συνυφαίνεται άψογα με τη φροντίδα.

Ωστόσο, εν μέσω της έξαρσης της τεχνολογικής ενσωμάτωσης, ορισμένες μητέρες παραμένουν επιφυλακτικές σχετικά με τη διαδεδομένη χρήση των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στο γονικό τους καθημερινό πρόγραμμα. Για τα άτομα αυτά, οι ανησυχίες συχνά περιστρέφονται γύρω από την ιδιωτικότητα, την ασφάλεια των δεδομένων και την πιθανή διάβρωση της πρακτικής, διαισθητικής προσέγγισης της γονικής μέριμνας που έχει περάσει από γενιά σε γενιά.

Ο τεράστιος όγκος των πληροφοριών που παράγονται από τις εφαρμογές IoT μπορεί να είναι συντριπτικός, εγείροντας ερωτήματα σχετικά με την ακρίβεια της ερμηνείας των δεδομένων και τις επιπτώσεις της στήριξης αποκλειστικά σε αλγοριθμικές γνώσεις. Επιπλέον, η εξάρτηση από τα ψηφιακά εργαλεία μπορεί να προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με την απώλεια των γνήσιων, προσωπικών αλληλεπιδράσεων με τα παιδιά. Ο σκεπτικισμός παραμένει, καθώς οι μητέρες παλεύουν με την ισορροπία μεταξύ της αξιοποίησης της τεχνολογίας για ευκολία και της διατήρησης της προσωπικής επαφής που από καιρό συνδέεται με την ανατροφή.

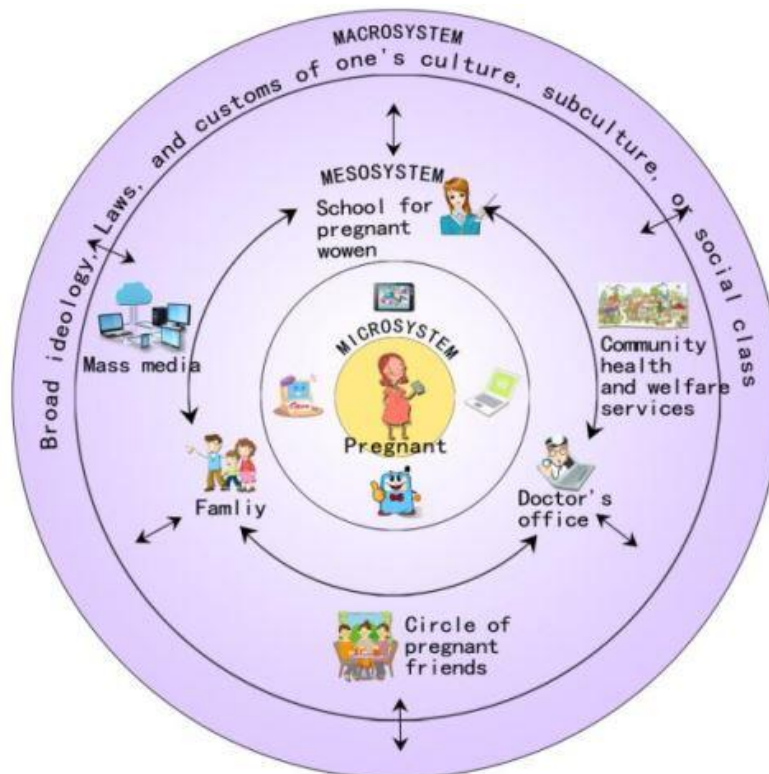
Η διαφοροποιημένη σχέση μεταξύ των μητέρων και των εφαρμογών IoT αντανακλά έναν συνεχή διάλογο σχετικά με τα όρια της τεχνολογικής εμπλοκής στη γονική μέριμνα και τη διατήρηση μιας πιο οργανικής, ανθρώπινης σύνδεσης στο πλαίσιο της οικογενειακής δυναμικότητας.

Παρακάτω θα αναλυθεί η αποδοχή ή/και μη των μητέρων ως προς την χρησιμοποίηση έξυπνων συσκευών (IoT) μέσω παραδειγμάτων-μελετών περίπτωσης-ερευνών.

1) Το μικροσύστημα δίπλα στο σύστημα εργαλείων είναι ένα πεδίο στο οποίο ο εκπαιδευόμενος μπορεί να αποκτήσει εμπειρία με άμεση συμμετοχή. Το πεδίο αυτό περιλαμβάνει το σχολείο, την οικογένεια και το νοσοκομείο της εγκύου. Οι έγκυες γυναίκες μπορούν να αποκτήσουν γονεϊκή γνώση μέσω της άμεσης αλληλεπίδρασης με την οικογένειά τους, τους δασκάλους και τους γιατρούς. Η τυπική και σκόπιμη μάθηση συμβαίνει συχνά σε αυτές τις καταστάσεις.

Το μεσοσύστημα περιλαμβάνει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων πλαισίων στα οποία δραστηριοποιείται ο μαθητής. Για παράδειγμα, οι έγκυες μαθήτριες μπορούν να λάβουν χρήσιμες πληροφορίες από την τηλεόραση, τους δικτυακούς τόπους ή τα ηλεκτρονικά ιστολόγια (microblogs). Μπορούν να επικοινωνούν με άλλους μαθητές και να ανταλλάσσουν εμπειρίες σε διαδικτυακές κοινότητες. Επιπλέον, η κοινότητα μπορεί επίσης να παρέχει υπηρεσίες υγείας και πρόνοιας. Αυτές οι διαδικτυακές και μη διαδικτυακές δραστηριότητες χρησιμοποιούν τους τρόπους της άτυπης μάθησης για να συνδέσουν τη μάθηση, τη ζωή και την εργασία των εγκύων γυναικών.

Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 10, η έγκυος γυναίκα και οι συνδεδεμένοι μαθητές (όπως ο πατέρας και άλλα μέλη της οικογένειας) βρίσκονται στο κέντρο της ένθετης δομής. Χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως smartphones, iPads, φορητούς και μη υπολογιστές, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον μέσω διαμεσολαβημένων δραστηριοτήτων. Τα εργαλεία μπορούν να χωριστούν σε λογισμικό (software) και σε εξοπλισμό (hardware). (Zhang & Xiao, 2014)



Οι πόροι κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης κατανέμονται στην προετοιμασία, τον έλεγχο εγκυμοσύνης, τον τοκετό, το φαρμακείο, τη διατροφή και ούτω καθεξής. Στην αρχή, ο πατέρας και η μητέρα είναι όλοι οι νεοεισερχόμενοι που πρέπει να μάθουν από το μηδέν. Δεν έχουν ιδέα για το πώς να κάνουν μπάνιο το μωρό, να αλλάζουν πάνες, να κάνουν μασάζ στο μωρό, ή ακόμη και πώς να το κρατούν στην αγκαλιά τους. Και φυσικά δεν ξέρουν πώς να φροντίζουν το μωρό όταν είναι άρρωστο.

Τα περισσότερα παραδοσιακά σεμινάρια γονέων είναι γραμμικά κείμενα, ενώ τα σεμινάρια βίντεο που βασίζονται στο σύστημα κάνουν τη διαδικασία εκμάθησης πολύ πιο εύκολη και πιο γραφική. Οι γονείς αρχίζουν να επικεντρώνονται στη σωματική αγωγή του παιδιού από την πρώιμη παιδική ηλικία και κάθε παιδί έχει τα δικά του μοναδικά χαρακτηριστικά και τις δικές του ειδικές ανάγκες. Εκτός από την παροχή γονεϊκής γνώσης, το σύστημα αυτό σχεδιάζει μια πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης για την υποστήριξη των γονέων που μοιράζονται τις εμπειρίες και τα συναισθήματά τους.

Επιπλέον, το σύστημα υποστηρίζει επίσης την πρόσβαση από τερματικό στη βιβλιοθήκη του συστήματος. Οι χρήστες μπορούν όχι μόνο να αναζητήσουν, να αποθηκεύσουν και να κατεβάσουν δεδομένα, αλλά και να συμβουλευτούν τους έξυπνους ιατρικούς εμπειρογνώμονες μέσω φόρουμ, σχολίων κ.λπ. (Zhang & Xiao, 2014)

2) Η προγεννητική περίοδος είναι μια περίοδος αυξημένων απαιτήσεων μάθησης και αλλαγής της συμπεριφοράς υγείας, ειδικά μεταξύ των γυναικών με σακχαρώδη διαβήτη κύησης (GDM) ή σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (T2DM). 1-3 Μελέτες έχουν επισημάνει κενά γνώσεων μεταξύ των εγκύων γυναικών, τα οποία μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την έκβαση της εγκυμοσύνης, 4-9 καθιστώντας την προγεννητική εκπαίδευση και υποστήριξη ένα σημαντικό στοιχείο της προγεννητικής φροντίδας. (Ferguson S et al., 2013; Shimpuku et al., 2019)

Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ανισότητες στην πρόσβαση στην προγεννητική φροντίδα, πιο συγκεκριμένα στην ποιοτική προγεννητική φροντίδα και εκπαίδευση μεταξύ των μειονοτήτων και των εγκύων γυναικών με χαμηλό εισόδημα. (Novick, 2009)

Η εφαρμογή ως αναφορά για "φυσιολογική" εγκυμοσύνη...

...καθοδηγεί τις προσδοκίες της μητέρας για την εξέλιξη της εγκυμοσύνης για να μειώσει την αβεβαιότητα. Όταν ερωτήθηκαν σχετικά με τα αγαπημένα τους χαρακτηριστικά των εφαρμογών εγκυμοσύνης, πολλοί συμμετέχοντες ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν την εφαρμογή ως αναφορά για μια τυπική εγκυμοσύνη. Οι συμμετέχουσες εξέφρασαν αβεβαιότητα σχετικά με τις προσδοκίες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και βρήκαν τις εφαρμογές χρήσιμες πηγές. Όπως είπε μια συμμετέχουσα, "Απλά μπαίνω εκεί μέσα και κοιτάζω μέχρι τις 32 εβδομάδες και μετά είναι σαν να αρχίζεις να αισθάνεσαι πόνο στην πλάτη και όλα αυτά, οπότε είναι μια πραγματικά χρήσιμη εφαρμογή". Οι εφαρμογές καθιστούσαν τους χρήστες σχετικά με τις σωματικές αλλαγές και τις συναισθηματικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και παρείχαν πηγές πληροφόρησης σε άτομα με μειωμένη πρόσβαση στη φροντίδα και σε άλλα συστήματα υποστήριξης.

Οι γυναίκες προτιμούν εφαρμογές με την χρήση γραφικών για την εξατομίκευση της εμπειρίας. Συγκεκριμένα, οι προτιμήσεις των συμμετεχόντων για εξατομίκευση ήταν διαφορετικές. Πολλοί επιθυμούσαν τη δυνατότητα να προσθέτουν εικόνες του εαυτού τους ή τις εικόνες των υπερήχων τους στις εφαρμογές εγκυμοσύνης- άλλοι επιθυμούσαν τη δυνατότητα αναδιοργάνωσης των τμημάτων και των μενού των εφαρμογών. Η πολιτιστική αναπαράσταση στα εικονίδια των εφαρμογών εγκυμοσύνης αποτέλεσε προβληματισμό. Μια συμμετέχουσα περιέγραψε τα συναισθήματά της για ένα εικονίδιο εφαρμογής: "Εννοώ ότι είναι μια χλωμή γυναίκα με καστανά μαλλιά. Δεν είμαι χλωμή και δεν έχω καστανά μαλλιά, οπότε είναι σαν να μην είμαι καθόλου εγώ. Νομίζω ότι είναι πάντα δύσκολο όταν διαλέγεις μια εικόνα μιας γυναίκας, επειδή είμαστε όλες τόσο διαφορετικές. ...αν το έβλεπα αυτό... .στο appstore, όπως αυτό το μικρό εικονίδιο, μάλλον δεν θα το διάλεγα".

Τα διαδραστικά χαρακτηριστικά των εφαρμογών προάγουν την εμπλοκή των συμμετεχόντων. Ειδικότερα, τα οπτικά ενδιαφέροντα γραφικά και τα διαδραστικά χαρακτηριστικά προτιμήθηκαν από την ομάδα και περιγράφηκαν ως παράγοντες εμπλοκής με τις εφαρμογές. Οι συμμετέχοντες

ανέφεραν ενδιαφέρον για φωτεινά χρώματα με γραφικά υψηλής ποιότητας, περιγράφοντας αυτά τα χαρακτηριστικά ως αυτά που κάνουν τις εφαρμογές "πιο προσωπικές" και "λιγότερο αποστειρωμένες". Το περιεχόμενο βίντεο, σε αντίθεση με το κείμενο, προτιμήθηκε συχνά και θεωρήθηκε "ευκολότερο στην απορρόφηση". Οι συμμετέχοντες απολάμβαναν χαρακτηριστικά όπως η ομαδική ψηφοφορία, οι πίνακες ερωτήσεων και τα μίνι κουίζ. Επιπλέον, σε πολλές γυναίκες που χρησιμοποιούσαν εφαρμογές για την εγκυμοσύνη άρεσε η γραφική απεικόνιση της ανάπτυξης του εμβρύου σε σύγκριση με κοινά αντικείμενα, αναφέροντας ότι αυτές οι εικόνες ήταν συχνά ο λόγος για τον οποίο έλεγαν καθημερινά την εφαρμογή εγκυμοσύνης τους. (Leziak et al., 2021)

3) Η διάδοση των κινητών τηλεφώνων στις χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος πραγματοποιήθηκε ταχύτερα από οποιαδήποτε άλλη ανάπτυξη υποδομών.

Η "**Mobile Midwife**", μια εφαρμογή κινητού τηλεφώνου που εφαρμόστηκε στη Γκάνα το 2010, στέλνει έγκαιρα μηνύματα στις τοπικές γλώσσες σε εγγεγραμμένες μέλλουσες μητέρες και νέους γονείς. Ο τομέας της κινητής υγείας (mHealth) δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς, ωστόσο μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση για τη βελτίωση των συστημάτων υγείας και των τρόπων παροχής υπηρεσιών υγείας.

Στόχος αποτέλεσε να διερευνηθεί ο ρόλος που διαδραμάτισε η τεχνολογία της κινητής μαίας (Mobile Midwife) στη ζωή των εγκύων και θηλαζουσών μητέρων στην περιοχή Awutu Senya της Γκάνας.

Διεξήχθησαν λοιπόν συνολικά τρεις συζητήσεις σε ομάδες εστίασης και 19 ατομικές συνεντεύξεις. Οι συζητήσεις και οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν, μεταγράφηκαν αυτολεξεί από την τοπική γλώσσα στα αγγλικά και αναλύθηκαν με ποιοτική ανάλυση περιεχομένου σε προφανές και λανθάνον επίπεδο.

Τα κύρια συμπεράσματα έδειξαν ότι, ενώ οι γυναίκες ταλαντεύονταν μεταξύ σύγχρονων και παραδοσιακών πρακτικών, απέκτησαν σταδιακά εμπιστοσύνη στις συμβουλές της "κινητής μαίας" και προσπάθησαν να ισορροπήσουν μεταξύ μύθων και πραγματικότητας όσον αφορά τη διατροφή κατά την εγκυμοσύνη. Επιπλέον, οι αποφάσεις τους να αναζητήσουν βασική μαιευτική φροντίδα ενισχύθηκαν από τις συμβουλές της "Κινητής Μαίας". Οι γυναίκες αισθάνθηκαν επίσης ότι ενισχύθηκε η κατανόηση της σημασίας της αναζήτησης επαγγελματικής φροντίδας κατά τη

διάρκεια της εγκυμοσύνης και του τοκετού, καθώς και της αναγνώρισης σημείων κακής υγείας στο νεογέννητο.

Τέλος, τα ευρήματα κατέδειξαν ότι η "κινητή μαία" θα μπορούσε να αποτελέσει ένα εξαιρετικό εργαλείο για τη βελτίωση της μητρικής υγείας. Το "Mobile Midwife" προσδοκείται ότι θα συμβάλει στη σταδιακή επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης που επεκτείνονται από τους αναπτυξιακούς στόχους της χιλιετίας, οι οποίοι λήγουν στο τέλος του 2015. Χρειάζεται ισχυρή πολιτική βούληση από τους βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς, για να ξεκινήσει ο τομέας της mHealth ως συμπληρωματικό μέσο για την ενίσχυση των συστημάτων υγείας. (Entsieh et al., 2015)

4) Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε (με μεικτές μεθόδους προαναπτυξιακής διαμορφωτικής έρευνας), εξετάστηκε η αποδοχή από τη μητέρα και το παιδί μιας προτεινόμενης εφαρμογής καθοδηγούμενης απεικόνισης-θεραπείας μέσω κινητού τηλεφώνου που έχει σχεδιαστεί για τη θεραπεία λειτουργικών διαταραχών κοιλιακού πόνου στα παιδιά.

Οι λειτουργικές διαταραχές του κοιλιακού πόνου είναι χρόνιες καταστάσεις κοιλιακού πόνου, οι οποίες επηρεάζουν έως και το 20% των παιδιών παγκοσμίως. Από τις διάφορες μεθόδους θεραπείας των λειτουργικών διαταραχών κοιλιακού πόνου, οι ψυχολογικές θεραπείες, όπως η θεραπεία με καθοδηγούμενη εικόνα, φαίνονται πιο αποτελεσματικές. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικά εμπόδια στη λήψη ψυχολογικών θεραπειών, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης σε εκπαιδευμένους θεραπευτές.

Εναλλακτικά, οι ψυχολογικές θεραπείες που παρέχονται εξ αποστάσεως για τις λειτουργικές διαταραχές κοιλιακού πόνου έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές.

Στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η αποδοχή μιας προτεινόμενης εφαρμογής θεραπείας με καθοδηγούμενη απεικόνιση που έχει σχεδιαστεί για τη θεραπεία λειτουργικών διαταραχών κοιλιακού πόνου μέσω απομακρυσμένης παράδοσης προηχογραφημένων ηχητικών συνεδριών και να αξιολογηθούν οι προτιμήσεις των χρηστών για τη χρήση μιας τέτοιας εφαρμογής.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η συμπλήρωση ενός τροποποιημένου ερωτηματολόγιου του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM) από τους γονείς, το οποίο ποσοτικοποίησε την πρόθεση συμπεριφοράς και τους σχετικούς παράγοντες για τη χρήση μιας εφαρμογής θεραπείας με καθοδηγούμενη απεικόνιση. Τα ζεύγη συμμετείχαν σε ξεχωριστές ημιδομημένες συνεντεύξεις διά ζώσης για να αξιολογήσουν τις στάσεις τους και τις προτιμήσεις τους για μια εφαρμογή θεραπείας

με καθοδηγούμενη απεικόνιση. Τα ευρήματα του ερωτηματολογίου και της συνέντευξης συλλέχθηκαν ταυτόχρονα, αναλύθηκαν χωριστά και στη συνέχεια ενσωματώθηκαν μέσω τριγωνοποίησης των μεθόδων.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως μεταξύ των 15 συμμετεχόντων ζευγαριών γονέων-παιδιών, 5 (33%) παιδιά ήταν ισπανόφωνα και 11 (73%) είχαν σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου. Αυτοί προέρχονταν από διαφορετική κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Όλοι οι συμμετέχοντες γονείς ήταν μητέρες. Το ερωτηματολόγιο TAM έδειξε ότι οι μητέρες σημείωσαν θετική βαθμολογία όσον αφορά τη συμπεριφορική πρόθεση να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή θεραπείας με καθοδηγούμενη απεικόνιση (μέση βαθμολογία 12,0, SD 2,6, πιθανό εύρος 3-15). Οι βαθμολογίες για τους παράγοντες TAM αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, κίνητρα για ηδονική παρακίνηση, συμβατότητα και συνήθεια ήταν επίσης ευνοϊκές. Οι συνεντεύξεις των μητέρων επιβεβαίωσαν τη θετική στάση απέναντι στην προτεινόμενη εφαρμογή. Υποστήριξαν ένα οπτικό στοιχείο για να κρατήσουν την προσοχή του παιδιού τους κατά τη διάρκεια των συνεδριών θεραπείας με καθοδηγούμενη απεικόνιση, συνέστησαν την ενσωμάτωση ήχων φόντου στις συνεδρίες, προτιμούσαν τις ειδοποιήσεις υπενθύμισης συνεδριών από την εφαρμογή και πίστευαν ότι η καλύτερη ώρα για να ακούσει το παιδί τους τις συνεδρίες θα ήταν το βράδυ ή πριν τον ύπνο.

Οι συνεντεύξεις των παιδιών επιβεβαίωσαν επίσης τη θετική στάση τους απέναντι στην προτεινόμενη εφαρμογή. Πρότειναν θέματα συνεδριών θεραπείας με καθοδηγούμενη απεικόνιση, όπως αθλήματα και περιπέτειες, ακρόαση των συνεδριών στο υπνοδωμάτιό τους και την ανάγκη γονικής επίβλεψης για την εγκατάσταση της εφαρμογής στην κινητή συσκευή τους. Η ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων των ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων συμπλήρωσε το ένα το άλλο όσον αφορά την αποδοχή. Η ευνοϊκή βαθμολογία της πρόθεσης συμπεριφοράς TAM ευθυγραμμίστηκε καλά με την εκφρασμένη θετική στάση της μητέρας και του παιδιού απέναντι στην εφαρμογή και μπορεί να εξηγηθεί από την επιθυμία αποφυγής φαρμάκων. Το ερωτηματολόγιο και οι συνεντεύξεις επιβεβαίωσαν επίσης το θεραπευτικό όφελος ως εγγενές κίνητρο για την προώθηση της συνήθους χρήσης.

Τέλος, τα ευρήματα κατέδειξαν ότι η εφαρμογή καθοδηγούμενης απεικονιστικής θεραπείας σχεδιασμένη για τη θεραπεία παιδιατρικών ασθενών με λειτουργικές διαταραχές κοιλιακού πόνου φαίνεται να είναι αποδεκτή τόσο από τις μητέρες όσο και από τα παιδιά. Η ενσωμάτωση των προτιμήσεων των γονέων και των παιδιών σε μια εφαρμογή καθοδηγούμενης απεικονιστικής

θεραπείας θα μπορούσε να προωθήσει τη θεραπευτική συμμόρφωση και να αυξήσει την πρόσβαση στη βέλτιστη φροντίδα. (Hollier et al., 2018)

5) Μία άλλη έρευνα συντελέστηκε για να παρακολουθήσει από τη σκοπιά των ασθενών και των παρόχων υγείας κατά πόσο η χρήση φορητών αισθητήρων για την παρακολούθηση της υγείας και του περιβάλλοντος της εγκυμοσύνης είναι ευνοϊκή.

Οι φορητοί αισθητήρες και άλλες έξυπνες τεχνολογίες μπορεί να είναι ιδιαίτερα επωφελείς για την εξ αποστάσεως παρακολούθηση των υποκλινικών αλλαγών στην κατάσταση της υγείας της εγκυμοσύνης. Ωστόσο, περιορισμένη έρευνα έχει εξετάσει τις αντιλήψεις των εγκύων ασθενών και των παρόχων υπηρεσιών για την ενσωμάτωση της έξυπνης τεχνολογίας στην καθημερινή ρουτίνα και την κλινική πρακτική τους.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τις αντιλήψεις των εγκύων γυναικών και των παρόχων τους σε μια αγροτική κλινική υγείας σχετικά με τη χρήση φορητής τεχνολογίας για την παρακολούθηση της υγείας και των περιβαλλοντικών εκθέσεων κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν μέσω μίας ανώνυμης ηλεκτρονική έρευνας 21 στοιχείων που χορηγήθηκε σε παρόχους οικογενειακής ιατρικής ή μαιευτικής και γυναικολογίας (n/428) σε μια αγροτική κλινική υγείας, ενώ μια έντυπη έρευνα 21 στοιχείων χορηγήθηκε σε έγκυες γυναίκες (n/4103) που παρακολουθούσαν την κλινική για προγεννητική φροντίδα.

Τα αποτελέσματα αυτής κατέδειξαν πως η χρήση smartphone και ψηφιακής τεχνολογίας ήταν υψηλή μεταξύ των ασθενών και των παρόχων υγείας. Οι ασθενείς εξέτασαν το ενδεχόμενο να φορούν έναν αισθητήρα κινητού κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, χωρίς να αναφέρουν ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και αισθάνονταν άνετα να μοιράζονται πληροφορίες από τις συσκευές αυτές με τον γιατρό τους. Περίπου επτά στις 10 γυναίκες εξέφρασαν την προθυμία να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ως απάντηση στη λήψη εξατομικευμένων συστάσεων από ένα smartphone. Ενώ οι περισσότεροι πάροχοι υγείας δεν χρησιμοποιούσαν επί του παρόντος έξυπνες τεχνολογίες στην ιατρική πρακτική τους, περίπου οι μισοί πίστευαν ότι θα χρησιμοποιούνται συχνότερα στο μέλλον για τη διάγνωση και την εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών. Οι ασθενείς κατέταξαν τον καρδιακό ρυθμό του εμβρύου και την αρτηριακή πίεση ως την κορυφαία προτίμησή τους για την παρακολούθηση της υγείας σε σύγκριση με τους γιατρούς που κατέταξαν την αρτηριακή πίεση

και τη γλυκόζη αίματος. Οι ασθενείς και οι πάροχοι επέδειξαν παρόμοιες προτιμήσεις για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος, αλλά οι ασθενείς στο σύνολό τους εξέφρασαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών μέτρων σε σύγκριση με τους παρόχους τους.

Τέλος, οι ασθενείς και οι πάροχοι ανταποκρίθηκαν θετικά στη χρήση της τεχνολογίας φορητών αισθητήρων στην προγεννητική φροντίδα. Χρειάζεται όμως περισσότερη έρευνα για να κατανοηθούν ποιοι παράγοντες θα μπορούσαν να παρακινήσουν τους παρόχους υγείας να χρησιμοποιούν και να εφαρμόζουν τη φορητή τεχνολογία για τη βελτίωση της παροχής προγεννητικής φροντίδας. (Runkle et al., 2019)

Συμπεράσματα ενότητας:

Η mHealth και η τηλεϊατρική για τις έγκυες γυναίκες, ιδίως κατά τη διάρκεια της πανδημίας, είναι πολύ απαραίτητες. Η φροντίδα της εγκυμοσύνης με τη χρήση mHealth διαφέρει από τη φροντίδα της εγκυμοσύνης με τη χρήση παραδοσιακών συστημάτων. Η παραδοσιακή φροντίδα εγκυμοσύνης είναι η συνήθης/κανονική φροντίδα εγκυμοσύνης που πραγματοποιείται χωρίς προηγμένη τεχνολογία, όπως συμβουλευτικές υπηρεσίες με τη χρήση smartphones, chatbots, ψηφιακές επικοινωνίες, βιντεοσυμβουλές με smartphones, τηλεδιασκέψεις και βιντεοεκπαίδευση σε smartphones σχετικά με την εγκυμοσύνη, τη γέννηση και τη φροντίδα του μωρού. Επιπλέον, απαιτούνται και άλλες πληροφορίες κατά την περιγεννητική περίοδο.

Η παραδοσιακή/κανονική φροντίδα μητρότητας είναι χωρίς τη χρήση μέσων ενημέρωσης και βασίζεται σε προσωπικές συναντήσεις για διαβούλευση και παρακολούθηση.

Ο τομέας της μαιευτικής περίθαλψης πρέπει να αναπτύξει ένα σύστημα υπηρεσιών για τις εγκύους που να ελαχιστοποιεί την έκθεση των εγκύων σε άρρωστα άτομα.

Προκειμένου να μειωθεί ο δυνητικός κίνδυνος των προσωπικών προγεννητικών επισκέψεων, απαιτείται τηλεϊατρική νοημοσύνη για να βοηθήσει στη διατήρηση της συνέχειας της φροντίδας της εγκυμοσύνης.

Η mHealth βελτιώνει επίσης την απόδοση των εγκύων γυναικών σε παράδοση με βέλτιστα αποτελέσματα υγείας για τις μητέρες και τα μωρά- σε αυτή την περίπτωση, οι έγκυες γυναίκες και

τα μωρά γίνονται οι στόχοι για βέλτιστα αποτελέσματα υπηρεσιών, οπότε ελπίζεται ότι θα αναπτυχθεί μια έξυπνη γενιά.

Εκτός από την παροχή των πληροφοριών που χρειάζονται οι έγκυες γυναίκες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης τους, οι εφαρμογές mHealth μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη μεταγεννητική φροντίδα για τις μητέρες και τα μωρά τους, έτσι ώστε ο αντίκτυπος των εφαρμογών mHealth να μην είναι μόνο για τις μητέρες με τη μορφή αλλαγών στις γνώσεις, αλλά να είναι και κομμάτι που τελικά να μπορεί να επηρεάζει αλλαγές στη συμπεριφορά τους.

Τέλος, η mHealth μπορεί να παρέχει μία υπηρεσία υπενθύμισης που να επηρεάζει την αύξηση της κανονικότητας των εγκύων γυναικών όσον αφορά τον έλεγχο της εγκυμοσύνης τους και την εφαρμογή της συνέχειας της φροντίδας στο πλαίσιο της φροντίδας της εγκυμοσύνης τους. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω της υψηλής έντασης των αλληλεπιδράσεων της mHealth με τις μητέρες με τη μορφή υπενθυμίσεων, διευκολύνοντας έτσι τις μητέρες να κάνουν πράγματα σύμφωνα με τις ανάγκες τους κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. (Kusyanti et al., 2022)

4. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην εποχή της ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης και της αυξανόμενης ανάγκης για αποτελεσματική υγειονομική περίθαλψη, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT με την ηλεκτρονική υγεία αναδεικνύει ένα νέο τοπίο με δυνατότητες και προοπτικές που προσφέρουν ευκαιρίες για τη μετασχηματιστική αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας. Οι νέες δυνατότητες που προσφέρονται από τη σύγκλιση αυτών των τεχνολογιών έχουν το δυναμικό να βελτιώσουν την πρόσβαση στην περίθαλψη, να ενισχύσουν την παρακολούθηση της υγείας και να προωθήσουν προληπτικές πρακτικές.

Παρά τις ελπίδες και τις δυνατότητες που προσφέρει η ηλεκτρονική υγεία, αντιμετωπίζονται προκλήσεις όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η ασφάλεια των δεδομένων, τις οποίες πρέπει να αντιμετωπίσουμε για να εκμεταλλευτούμε πλήρως το δυναμικό της. Ωστόσο, με την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και την αξιοποίηση των ευκαιριών που προσφέρει η συνδεδεμένη τεχνολογία, μπορούμε να διαμορφώσουμε ένα μέλλον υγειονομικής περίθαλψης που είναι προσβάσιμο, αποδοτικό και εναρμονισμένο με τις ατομικές ανάγκες.

Τέλος, η συνεχής εξέλιξη και η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας IoT στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας υποδηλώνει μια υποσχόμενη προοπτική για τη μελλοντική παροχή υγειονομικών υπηρεσιών, ενισχύοντας την ανθρώπινη υγεία και την προστασία του δημόσιου υγειονομικού συστήματος. Με την ανάληψη συνεκτικών προσπαθειών για την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων, μπορούμε να προωθήσουμε ένα μέλλον υγείας που είναι βιώσιμο και προσαρμοσμένο στις ανάγκες του ατόμου.

4.1 Σύνοψη & συμπεράσματα

Η χρήση της τεχνολογίας e-Health στον τομέα της υγείας αποτελεί μια σημαντική εξέλιξη που διαθέτει το δυναμικό να μετασχηματίσει το τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης. Το ερώτημα που ανακύπτει είναι πώς ακριβώς η e-Health μπορεί να επιφέρει αυτήν τη μεταμόρφωση, επικεντρώνοντας στην πρόσβαση, τη βελτίωση των αποτελεσμάτων και τη μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης.

Καταρχάς, όσον αφορά την πρόσβαση, η e-Health διευκολύνει την εύκολη πρόσβαση των ατόμων σε ιατρικές υπηρεσίες και πληροφορίες μέσω διαδικτύου και φορητών συσκευών. Αυτό εξαλείφει τα εμπόδια που παρουσιάζονται λόγω γεωγραφικής απόστασης ή περιορισμένων πόρων στην πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας.

Επιπλέον, η e-Health συμβάλλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της υγείας μέσω της παρακολούθησης του υγειονομικού ιστορικού του ατόμου και της παροχής εξατομικευμένης θεραπείας. Η επιστημονική και συστηματική παρακολούθηση των δεδομένων υγείας επιτρέπει την ανίχνευση προβλημάτων και τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων πρόληψης.

Από την άλλη, η χρήση των εφαρμογών IoT στον τομέα της υγείας μπορεί να οδηγήσει στη μείωση του κόστους της περίθαλψης. Με τη βοήθεια της e-Health, μπορούν να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα με λιγότερους πόρους, μειώνοντας τις ανάγκες για επανεισαγωγές στα νοσοκομεία και βελτιώνοντας τη διαχείριση των πόρων του συστήματος υγείας.

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, οι συσκευές βασισμένες στο διαδίκτυο των πραγμάτων ανέλαβαν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της κρίσης. Χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση συμπτωμάτων, την επικοινωνία ασθενών με γιατρούς και την απομακρυσμένη

παροχή υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό βοήθησε στην αντιμετώπιση της κρίσης με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ασφάλεια.

Ωστόσο, η προστασία της ιδιωτικότητας και η ασφάλεια των δεδομένων των ασθενών παραμένουν ένα σημαντικό ζήτημα στις πρωτοβουλίες e-Health. Απαιτούνται αυστηροί κανονισμοί και πρακτικές προστασίας δεδομένων για να διασφαλιστεί η εμπιστευτικότητα και ακεραιότητα των πληροφοριών των ασθενών.

Η τεχνολογία IoT παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη μητρική υγεία, καθώς μπορεί να παρακολουθήσει την εγκυμοσύνη και τη μητρότητα. Οι εφαρμογές που ειδικεύονται στην μητρική υγεία βοηθάνε τις γυναίκες αλλά και τα νεογνά από τη στιγμή της επιβεβαίωσης μίας εγκυμοσύνης έως την μέτρηση όλων των παραμέτρων υγείας τους τόσο κατά τη διάρκεια αυτής όσο και μετά το πέρας της. Αυτό βοηθά στην πρόληψη επιπλοκών και τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της εγκυμοσύνης και της μητρότητας.

Τέλος, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT με την e-Health με ειδικευση στην M-Health προσφέρει μεγάλες δυνατότητες για το μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης. Εντούτοις, απαιτείται η αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η ασφάλεια δεδομένων και η συνεργασία μεταξύ των φορέων για να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία αυτή για μια υγεία που είναι προσβάσιμη, αποδοτική και εξατομικευμένη.

4.2 Περιορισμοί & Μελλοντικές επεκτάσεις

Η μαζική υιοθέτηση της Τεχνολογίας των "Πραγμάτων" (IoMT) στον τομέα της υγείας αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις και περιορισμούς. Από την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια των δεδομένων μέχρι τη διαχείριση των πληροφοριών και την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων, τα συστήματα IoMT αντιμετωπίζουν πολλές έμπρακτες δυσκολίες. Είναι σημαντικό να επιλυθούν αυτά τα θέματα προτού γίνει η μαζική υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής, προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια των συστημάτων υγείας.

- Ασφάλεια των δεδομένων:

Η προστασία των δεδομένων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην υιοθέτηση του IoT στην υγεία. Οι κυβερνοεπιθέσεις και οι παραβιάσεις της ιδιωτικότητας μπορούν να έχουν σοβαρές συνέπειες,

όπως η διαρροή ευαίσθητων ιατρικών πληροφοριών ή η αλλοίωση των δεδομένων που επηρεάζουν την παροχή υπηρεσιών υγείας.

- Διαχείριση δεδομένων:

Η ανάλυση και η επεξεργασία του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται από τις συσκευές IoT απαιτεί σύγχρονες τεχνολογίες αποθήκευσης και ανάλυσης. Η αποτελεσματική διαχείριση αυτών των δεδομένων είναι απαραίτητη για την παροχή ακριβών και έγκαιρων υπηρεσιών υγείας.

- Διαλειτουργικότητα:

Η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων IoT είναι σημαντική για την ανταλλαγή δεδομένων και την ομαλή λειτουργία τους. Η έλλειψη κοινών προτύπων και πρωτοκόλλων μπορεί να δημιουργήσει εμπόδια στην αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών συσκευών και συστημάτων.

- Ενεργειακή απόδοση:

Οι συσκευές IoT συχνά λειτουργούν με περιορισμένους πόρους ενέργειας. Η συνεχή λειτουργία τους με υψηλή ενεργειακή απόδοση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Επομένως, η ανάπτυξη τεχνολογιών με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας είναι ουσιώδης για τη βιωσιμότητα και τη μακροζωία των συστημάτων IoMT.

- Κόστος:

Το υψηλό κόστος ανάπτυξης, εγκατάστασης και συντήρησης των συστημάτων IoMT μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για πολλές υγειονομικές εγκαταστάσεις και παρόχους υπηρεσιών υγείας, ιδίως σε περιοχές με περιορισμένους πόρους. Η ανάπτυξη οικονομικών και βιώσιμων λύσεων είναι απαραίτητη για την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας IoMT στον τομέα της υγείας.

5. Βιβλιογραφία

- Abdulameer, T., Ibrahim, A., & Mohammed, A. (2020). *Design of Health Care Monitoring System Based on Internet of Thing (IOT)* . <https://ieeexplore.ieee.org/document/9254291>.
- Abdulrazaq Alshekhly, M. N., Aslamiah Istiqomah, N., Salman Al-Zubaidi Al-Khwarizmi, S., ABDUL Karim, S., Mohammed, M. N., Aslamiah Hazairin, N., Al-Zubaidi, S., Mustapha, S., & Yusuf, E. (2020). TOWARD A NOVEL DESIGN FOR CORONAVIRUS DETECTION AND DIAGNOSIS SYSTEM USING IOT BASED DRONE TECHNOLOGY. *Article in International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24, 2020. <https://doi.org/10.37200/IJPR/V24I7/PR270220>
- Accenture. (2020). *How can leaders make recent digital health gains last?* Digital Health. <https://www.accenture.com/us-en/insights/health/leaders-make-recent-digital-health-gains-last>
- Agarwal, S., Perry, H., & et al. (2015). *Evidence on feasibility and effective use of mHealth strategies by frontline health workers in developing countries: systematic review* . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25881735/>.
- Ah, S., Phd, H., Mongkolchati Phd, A., Chompikul Phd, J., Mo-Suwan, L., & Choprapawon, C. (2016). Comparison of Prevalence of Nutritional Status of Thai Children in the First 2 Years of Life Using National and International Growth Charts. In *J Med Assoc Thai* (Vol. 99, Issue 1).
- Ahmed, S., Creanga, A. A., Gillespie, D. G., & Tsui, A. O. (2010). Economic status, education and empowerment: Implications for maternal health service utilization in developing countries. *PLoS ONE*, 5(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011190>
- Akhbarifar, S., Haj, H., Javadi, S., Amir, &, Rahmani, M., & Hosseinzadeh, M. (n.d.). *A secure remote health monitoring model for early disease diagnosis in cloud-based IoT environment*. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01475-3/Published>
- Alemdar, H., & Ersoy, C. (2010). *Wireless sensor networks for healthcare: A survey*. .

- Alsamhi, S. H., & Lee, B. (2021). Blockchain-Empowered Multi-Robot Collaboration to Fight COVID-19 and Future Pandemics. *IEEE Access*, 9, 44173–44197. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032450>
- Amazon Staff. (2020, June 1). *Alexa and Amazon Devices COVID-19 resources*. Amazon . <https://www.aboutamazon.com/news/devices/alexa-and-amazon-devices-covid-19-resources>
- Aminian, M., & Naji, HR. (2013). *A Hospital Healthcare Monitoring System Using Wireless Sensor Networks*. *J Health Med Inform* 4: 121. DOI: 10.4172/2157-7420.100012 .
- Andriekutė, S., Bagdonaitė, K., Savickas, M., & Ziuteliene, K. (2023). Photoplethysmography technology use in smart devices for early diagnosis of arterial hypertension: a systematic review. *Arterial Hypertension*. <https://doi.org/10.5603/ah.94874>
- Anliker, U., Ward, JA., & et al. (2004). *AMON: a wearable multi-parameter medical monitoring and alert system*.
- Apple. (2020, March 27). *Apple releases new COVID-19 app and website based on CDC guidance*. Apple. <https://www.apple.com/newsroom/2020/03/apple-releases-new-covid-19-app-and-website-based-on-CDC-guidance/>
- Apple Inc. (2023). *PowerMom Connect*. App Store Preview. <https://apps.apple.com/us/app/powermom-connect/id6443830400>
- Areemit, R., Lumbiganon, P., Suphakunpinyo, C., Jetsrisuparb, A., Sutra, S., & Sripanidkulchai, K. (2020). A mobile app, KhunLook, to support Thai parents and caregivers with child health supervision: Development, validation, and acceptability study. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(10). <https://doi.org/10.2196/15116>
- Atkinson, K. M., Westeinde, J., Ducharme, R., Wilson, S. E., Deeks, S. L., Crowcroft, N., Hawken, S., & Wilson, K. (2016). Can mobile technologies improve on-time vaccination? A study piloting maternal use of ImmunizeCA, a Pan-Canadian immunization app. *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, 12(10), 2654–2661. <https://doi.org/10.1080/21645515.2016.1194146>
- Awad, A., Trenfield, S. J., Pollard, T. D., Ong, J. J., Elbadawi, M., McCoubrey, L. E., Goyanes, A., Gaisford, S., & Basit, A. W. (2021). Connected healthcare: Improving patient care using digital health technologies. In *Advanced Drug Delivery Reviews* (Vol. 178). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.113958>

- AWS. (2019). *What is Block Decentralization*. AWS.
- Azimi, I., Oti, O., Labbaf, S., Niela-Vilen, H., Axelin, A., Dutt, N., Liljeberg, P., & Rahmani, A. M. (2019). Personalized maternal sleep quality assessment: An objective iot-based longitudinal study. *IEEE Access*, 7, 93433–93447. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2927781>
- Benjamin Herold. (2015). *Obama Announces Legislation Protecting Personal Data, Student Digital Privacy*. Education Week. <https://www.edweek.org/technology/obama-calls-for-stronger-protections-on-student-data-privacy/2015/01>
- Bharathan R, Aggarwal R, & Darzi A. (2013). Operating room of the future. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 311–322. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23266083/>
- Bibi, N., Sikandar, M., Din, I. U., Almogren, A., & Ali, S. (2020). IOMT-based automated detection and classification of leukemia using deep learning. *Journal of Healthcare Engineering, 2020*. <https://doi.org/10.1155/2020/6648574>
- Blumenshine P, Egerter S, Barclay CJ, Cubbin C, & Braveman PA. (2010). Socioeconomic disparities in adverse birth outcomes: a systematic review. *Am J Prev Med.*, 39(3), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.05.012>
- Brown, L. D., Cai, T. T., & Dasgupta, A. (2001). Interval Estimation for a Binomial Proportion. In *Statistical Science* (Vol. 16, Issue 2).
- BUSINESS WEEKLY. (2019). *Zim records drop in mobile phone users in Q1, 2019 – Potraz*. . BUSINESS WEEKLY. <https://www.businessweekly.co.zw/zim-records-drop-in-mobile-phone-users-in-q1-2019-potraz/>
- Chamola, V., Hassija, V., Gupta, V., & Guizani, M. (2020). A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact. *IEEE Access*, 8, 90225–90265. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992341>
- Chan L, Hart LG, & Goodman DC. (2006). Geographic access to health care for rural Medicare beneficiaries. *J Rural Health*, 22(2), 140–146.
- Chia-Yen Lee, Guan-Lin Chen, Zhong-Xuan Zhang, Yi-Hong Chou, & Chih-Chung Hsu. (2018). Is Intensity Inhomogeneity Correction Useful for Classification of Breast Cancer in Sonograms Using Deep Neural Network? *J Healthc Eng*, doi: 10.1155/2018/8413403, 8413403.

- Cho, G., & Yoo, S.K. (2009). Wearable ECG Monitoring System Using Conductive Fabrics and Active Electrodes. *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction*.
- Chuquimarca L., Roca D, Torres W, Amaya L, Orozco J, & Sánchez D. (2020). Mobile IoT device for BPM monitoring people with heart problems. In IEEE (Ed.), *International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE)* (pp. 1–5). <https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179293>
- Cobelli, C., Renard, E., & Kovatchev, B. (2014). The artificial pancreas: A digital-age treatment for diabetes. In *The Lancet Diabetes and Endocrinology* (Vol. 2, Issue 9, pp. 679–681). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70126-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70126-3)
- Cohen, R., Fernie, G., & Fekr, A. R. (2021). Fluid intake monitoring systems for the elderly: A review of the literature. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu13062092>
- Cumming G, & Cohen's d. (2011). *Understanding The New Statistics Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis*. N.Y: Routledge.
- D Lee J, Lee K, Kim D, & Kim K. (2006). Development of smart toothbrush monitoring system for ubiquitous healthcare. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. Doi: [10.1109/IEMBS.2006.259232](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17945966/), 6422–6425. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17945966/>
- Dalton, J. A., Rodger, D., Wilmore, M., Humphreys, S., Skuse, A., Roberts, C. T., & Clifton, V. L. (2018). The Health-e Babies App for antenatal education: Feasibility for socially disadvantaged women. *PLoS ONE*, *13*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194337>
- Darwish, A., & Hassanien, AE. (2012). *Wearable and Implantable Wireless Sensor Network Solutions for Healthcare Monitoring*.
- Darwish A, Hassanien AE, Elhoseny M, Sangaiah AK, & Muhammad K. (2017). The impact of the hybrid platform of internet of things and cloud computing on healthcare systems: opportunities, challenges, and open problems. *J Ambient Intell Human Comput*, *10*(10), 4151–4166.
- Dean J Miller, John V Capodilupo, Michele Lastella, Charli Sargent, Gregory D Roach, Victoria H Lee, & Emily R Capodilupo. (2020). Analyzing changes in respiratory rate to predict the risk of COVID-19 infection. *PLoS One*. Doi: [10.1371/Journal.Pone.0243693](https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0243693). *ECollection 2020*.

- Dhawan, S. (2020). Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5–22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- Dhruv R Seshadri, Evan V Davies, Ethan R Harlow, Jeffrey J Hsu, Shanina C Knighton, Timothy A Walker, James E Voos, & Colin K Drummond. (2020). Wearable Sensors for COVID-19: A Call to Action to Harness Our Digital Infrastructure for Remote Patient Monitoring and Virtual Assessments. *Front Digit Health*. Doi: 10.3389/Fdgth.2020.00008. *ECollection 2020*.
- Dimidjian S, Barrera M Jr, Martell C, Muñoz RF, & Lewinsohn PM. (2011). The origins and current status of behavioral activation treatments for depression. *Annu Rev Clin Psychol*, 7(1), 1–38. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032210-104535>
- Dimidjian, S., Goodman, S. H., Sherwood, N. E., Simon, G. E., Ludman, E., Gallop, R., Welch, S. S., Boggs, J. M., Metcalf, C. A., Hubley, S., Powers, J. D., & Beck, A. (2017). A Pragmatic Randomized Clinical Trial of Behavioral Activation for Depressed Pregnant Women. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 85(1), 26–36. <https://doi.org/10.1037/ccp0000151>
- Do HM, Pham M, Sheng W, Yang D, & Liu M. (2018). RiSH: A robot-integrated smart home for elderly care. *Robotics and Autonomous Systems*, 101, 74–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.12.008>
- Doryab A, Villalba DK, Chikersal P, Dutcher JM, Tumminia M, Liu X, Cohen S, Creswell K, Mankoff J, Creswell JD, & Dey AK. (2019). Identifying Behavioral Phenotypes of Loneliness and Social Isolation with Passive Sensing: Statistical Analysis, Data Mining and Machine Learning of Smartphone and Fitbit Data. *JMIR Mhealth Uhealth* 2019;7(7):E13209 Doi: 10.2196/13209, 7.
- Downie, A., Mashanya, T., Chipwaza, B., Griffiths, F., Harris, B., Kalolo, A., Ndegese, S., Sturt, J., De Valliere, N., & Pemba, S. (2022). Remote Consulting in Primary Health Care in Low-And Middle-Income Countries: Feasibility Study of an Online Training Program to Support Care Delivery during the COVID-19 Pandemic. *JMIR Formative Research*, 6(6). <https://doi.org/10.2196/32964>
- Duke University, AI experts at X2AI, Jacaranda Health, & the Africa Mental Health Research and Training Foundation. (2019). *Healthy Moms: A chatbot for perinatal depression*. Healthymoms.App. <https://healthymoms.app/>

- Dwivedi, R., Mehrotra, D., & Chandra, S. (2022). Potential of Internet of Medical Things (IoMT) applications in building a smart healthcare system: A systematic review. . . *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*.
- Edwards, E. A., Lumsden, J., Rivas, C., Steed, L., Edwards, L. A., Thiagarajan, A., Sohanpal, R., Caton, H., Griffiths, C. J., Munafò, M. R., Taylor, S., & Walton, R. T. (2016). Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open*, 6(10). <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2016-012447>
- Ely, D. M., Driscoll, A. K., & Mathews, T. J. (2014). *Infant Mortality Rates in Rural and Urban Areas in the United States, 2014 Key findings Data from the National Vital Statistics System*. https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db285_table.pdf#1.
- Entsieh, A. A., Emmelin, M., & Pettersson, K. O. (2015). Learning the ABCs of pregnancy and newborn care through mobile technology. *Global Health Action*, 8. <https://doi.org/10.3402/gha.v8.29340>
- Fahim, M., Fatima I., & et al. (2012). Daily life activity tracking application for smart homes using android smartphone. . *Proceedings of 14th International Conference on Advances Communication Technology (ICACT)*.
- Fatemeh Sarhaddi, Iman Azimi, Sina Labbaf, Hannakaisa Niela-Vilén, Nikil Dutt, Anna Axelin, Pasi Liljeberg, & Amir M Rahmani. (2021). Long-Term IoT-Based Maternal Monitoring: System Design and Evaluation. *Sensors (Basel)*, 21(7)(2281).
- Ferguson S, Davis D, & Browne J. (2013). Does antenatal education affect labour and birth? A structured review of the literature. *Women Birth*. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2012.09.003>
- Ferraiolo, DF., & Kuhn DR. (2009). *Role-based access controls*.
- Ferster, C. B. (1973). *A Functional Analysis of Depression*. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-functional-analysis-of-depression.-Ferster/bce3c1adc9ddbfc24a30030a18a7f8d1041842f>
- Firoz, T., Makanga, P. T., Nathan, H. L., Payne, B., & Magee, L. A. (2017). Reverse innovation in maternal health. *Obstetric Medicine*, 10(3), 113–119. <https://doi.org/10.1177/1753495X17700515>

- Fu, Y., & Liu, J. (2015). System Design for Wearable Blood Oxygen Saturation and Pulse Measurement Device. *Procedia Manufacturing*, 3, 1187–1194. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.197>
- Gai K, Qiu M, Sun X, & Zhao H. (2016). Security and Privacy Issues: A Survey on FinTech. *International Conference on Smart Computing and Communication*, 236–247.
- Garg, A., & Middleton, B. (2009). Privacy and security in health information technology. . *Annual Review of Medicine*, 49–60.
- Ghosh, A., Halder, D., & Hossain, A. SK. (2016). Remote Health Monitoring System through IoT. *5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV)*.
- Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., Venugopalan, S., Widner, K., Madams, T., Cuadros, J., Kim, R., Raman, R., Nelson, P. C., Mega, J. L., & Webster, D. R. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 316(22), 2402–2410. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.17216>
- Guo, J., Chen, S., Tian, S., Liu, K., Ni, J., Zhao, M., Kang, Y., Ma, X., & Guo, J. (2021). 5G-enabled ultra-sensitive fluorescence sensor for proactive prognosis of COVID-19. *Biosensors and Bioelectronics*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2021.113160>
- Haik Kalantarian, Nabil Alshurafa, Tuan Le, & Majid Sarrafzadeh. (2015). Monitoring eating habits using a piezoelectric sensor-based necklace. *Comput Biol Med* . Doi: 10.1016/j.Combiomed.2015.01.005. Epub 2015 Jan 9., 46–55.
- Hamid Mukhtar, Saeed Rubaiee, Moez Krichen, & Roobaea Alroobaea. (2021). An IoT Framework for Screening of COVID-19 Using Real-Time Data from Wearable Sensors. *Int J Environ Res Public Health*. Doi: 10.3390/Ijerph18084022.
- Haron N, Zain RB, Ramanathan A, Abraham MT, Liew CS, Ng KG, Cheng LC, Husin RB, Chong SMY, Thangavalu LA, Mat A, Ismail HB, Mahalingam SA, & Cheong SC. (2020). m-Health for Early Detection of Oral Cancer in Low- and Middle-Income Countries. *Telemed J E Health*, 278–285. <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0285>
- Hart, | L Gary, Larson, E. H., & Lishner, D. M. (2005). *American Journal of Public Health Hart et al. | Peer Reviewed | Critical Concepts for Reaching Populations at Risk | 1149*. 95(7). <https://doi.org/10.2105/AJPH>
- Hauri, P. (2004). *The Sleep Disorders*.

- Hayes AF. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis, first edition: a regression-based approach (methodology in the social sciences)*. First edition: The Guilford Press.
- He S Yang, Yu Hou, Ljiljana V Vasovic, Peter A D Steel, Amy Chadburn, Sabrina E Racine-Brzostek, Priya Velu, Melissa M Cushing, Massimo Loda, Rainu Kaushal, Zhen Zhao, & Fei Wang. (2020). Routine laboratory blood tests predict SARSCoV-2 infection using machine learning. *Clin Chem* . 2020 Nov 1;66(11):1396-1404. Doi: 10.1093/Clinchem/Hvaa200, 1396–1404.
- Henriksson, P., Sandborg, J., Blomberg, M., Alexandrou, C., Maddison, R., Silfvernagel, K., Henriksson, H., Leppänen, M. H., Migueles, J. H., Widman, L., Thomas, K., Lagerros, Y. T., & Löf, M. (2019). A smartphone app to promote healthy weight gain, diet, and physical activity during pregnancy (HealthyMoms): Protocol for a randomized controlled trial. *JMIR Research Protocols*, 8(3). <https://doi.org/10.2196/13011>
- Hollier, J. M., Vaughan, A. O., Liu, Y., AL van Tilburg, M., Shulman, R. J., & Thompson, D. I. (2018). Maternal and child acceptability of a proposed guided imagery therapy mobile app designed to treat functional abdominal pain disorders in children: Mixed-methods predevelopment formative research. *JMIR Pediatrics and Parenting*, 1(1). <https://doi.org/10.2196/pediatrics.8535>
- Hui Li, Xiaoyi Li, Murali Ramanathan, & Aidong Zhang. (2014). Identifying informative risk factors and predicting bone disease progression via deep belief networks. *Methods*, 69(3), 257–265.
- Hung-Yuan Chung, Yao-Liang Chung, & Chih-Yen Liang. (2019). Design and Implementation of a Novel System for Correcting Posture Through the Use of a Wearable Necklace Sensor. *JMIR Mhealth Uhealth*. Doi: 10.2196/12293.
- ImmunizeCA App. (2018). *Immunize Canada*. ImmunizeCA App. <https://immunize.ca/keep-record>
- Iskanderani, A. I., Mehedi, I. M., Aljohani, A. J., Shorfuzzaman, M., Akther, F., Palaniswamy, T., Latif, S. A., Latif, A., & Alam, A. (2021). Artificial Intelligence and Medical Internet of Things Framework for Diagnosis of Coronavirus Suspected Cases. *Journal of Healthcare Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2021/3277988>

- Jack, H. E., Merritt, C., Medhin, G., Musesengwa, R., Mafuta, C., Gibson, L. J., Hanlon, C., Sorsdahl, K., Chibanda, D., & Abas, M. (2020). Developing sustainable capacity-building in mental health research: implementation outcomes of training of trainers in systematic reviewing. *Global Health Action*, *13*(1). <https://doi.org/10.1080/16549716.2020.1715325>
- Jampani, N. D., Nutalapati, R., Dontula, B. S. K., & Boyapati, R. (2011). Applications of teledentistry: A literature review and update. In *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* (Vol. 1, Issue 2, pp. 37–44). Wolters Kluwer (UK) Ltd. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.97695>
- Jara, A. J., Belchi, F. J., Alcolea, A. F., Santa, J., Zamora-Izquierdo, M. A., & Gómez-Skarmeta, A. F. (2010). A pharmaceutical intelligent information system to detect allergies and adverse drugs reactions based on internet of things. *2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PERCOM Workshops 2010*, 809–812. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2010.5470547>
- Jardine, J., Fisher, J., & Carrick, B. (2015). Apple’s ResearchKit: smart data collection for the smartphone era? In *Journal of the Royal Society of Medicine* (Vol. 108, Issue 8, pp. 294–296). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/0141076815600673>
- Joshi A, & Kim KH. (2020). Recent advances in nanomaterial-based electrochemical detection of antibiotics: Challenges and future perspectives. *Biosensors and Bioelectronics*, *153*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956566320300439>
- Kaiser Family Foundation. (2005). *e-Health and the Elderly: How Seniors Use the Internet for Health Information*. <https://www.kff.org/wp-content/uploads/2013/01/e-health-and-the-elderly-how-seniors-use-the-internet-for-health-information-key-findings-from-a-national-survey-of-older-americans-survey-report.pdf>
- Karlyn, A., Odindo, S., Onyango, R., Mbindyo, C., Mberi, T., Too, G., Dalley, J., Holeman, I., & Wasunna, B. (2020). Testing mHealth solutions at the last mile: insights from a study of technology-assisted community health referrals in rural Kenya. *MHealth*, *6*. <https://doi.org/10.21037/mhealth-19-261>
- Karmore, S., Bodhe, R., Al-Turjman, F., Kumar, R. L., & Pillai, S. K. (2022). IoT-Based Humanoid Software for Identification and Diagnosis of Covid-19 Suspects. *IEEE Sensors Journal*, *22*(18), 17490–17496. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3030905>

- Karnaushenko, D. D., Karnaushenko, D., Makarov, D., & Schmidt, O. G. (2015). Compact helical antenna for smart implant applications. *NPG Asia Materials*, 7(6). <https://doi.org/10.1038/am.2015.53>
- Kathy O'Reilly, & Pieter de Meer. (2020, May 26). *Philips launches next generation wearable biosensor for early patient deterioration detection, including clinical surveillance for COVID-19.* <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2020/20200526-Philips-Launches-next-Generation-Wearable-Biosensor-for-Early-patient-Deterioration-Detection-Including-Clinical-surveillance-for-Covid-19.html>.
- Keith-Hynes, P., Mize, B., Robert, A., & Place, J. (2014). The diabetes assistant: A smartphone-based system for real-time control of blood glucose. *Electronics (Switzerland)*, 3(4), 609–623. <https://doi.org/10.3390/electronics3040609>
- Khoja, S., Greenes, R., & Arora, N. (2008). Telemedicine in the management of chronic diseases: A systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 10(1), e1.
- Khunt, A., & Prabu, P. (2018). An Empirical Analysis of Android Permission System Based on User Activities. *Journal of Computer Science*, 14, 324–333.
- KOBENHAVNS UNIVERSITET, SYDDANSK UNIVERSITET, & MATERNITY FOUNDATION. (n.d.). *Safe Delivery App*. 2022. Retrieved November 20, 2023, from <https://www.maternity.dk/safe-delivery-app/>
- Kodai Sakamoto, Chie Tsujioka, Megumi Sasaki, Toshinori Miyashita, Masashi Kitano, & Shintarou Kudo. (2021). Validity and reproducibility of foot motion analysis using a stretch strain sensor. *Gait Posture*. *Doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.03.007*. Epub 2021 Mar 6., 86, 180–185.
- Kohara, E. K., Abdala, C. G., Novaes, T. F., Braga, M. M., Haddad, A. E., & Mendes, F. M. (2018). Is it feasible to use smartphone images to perform teleradiology of different stages of occlusal caries lesions? *PLoS ONE*, 13(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202116>
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
- Kupper A Wintergerst, Dorothee Deiss, Bruce Buckingham, Martin Cantwell, Saraswati Kache, Swati Agarwal, Darrell M Wilson, & Garry Steil. (2007, June 9). *Glucose control in pediatric*

intensive care unit patients using an insulin-glucose algorithm.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17561791/>.

- Kusyanti, T., Wirakusumah, F. F., Rinawan, F. R., Muhith, A., Purbasari, A., Mawardi, F., Puspitasari, I. W., Faza, A., & Stellata, A. G. (2022). Technology-Based (Mhealth) and Standard/Traditional Maternal Care for Pregnant Woman: A Systematic Literature Review. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071287>
- KwaZulu-Natal Department of Health. (2001). MomConnect. *KwaZulu-Natal Department of Health*. <https://www.kznhealth.gov.za/momconnect.htm>
- Lacey, G. J., & Rodriguez-Losada, D. (2008). The evolution of guido. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 15(4), 75–83. <https://doi.org/10.1109/MRA.2008.929924>
- Lai, CC., Lee, RG., & et al. (2009). A H-QoS-demand personalized home physiological monitoring system over a wireless multi-hop relay network for mobile home healthcare applications. *Journal of Network and Computer Applications* , 32, 1229–1241.
- Lanny Agustine, Ivan Muljono, Peter Rhatodirdjo Angka, Albert Gunadhi, Diana Lestariningsih, & Widya Andyardja Weliamto. (2018). Heart Rate Monitoring Device for Arrhythmia Using Pulse Oximeter Sensor Based on Android. *International Conference on Computer Engineering, Network and Intelligent Multimedia (CENIM)*.
- Lanssens, D., Thijs, I. M., Gyselaers, W., Lanssens, D., De Jonge, E. T., Van Holsbeke, C., Mesens, T., Jacquemyn, Y., Mannaerts, D., Devlieger, R., Van Calsteren, K., Logghe, H., & Lebbe, B. (2020). Design of the Pregnancy REmote MONitoring II study (PREMOM II): a multicenter, randomized controlled trial of remote monitoring for gestational hypertensive disorders. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12884-020-03291-2>
- Lanzola, G., Losiouk, E., Del Favero, S., Facchinetti, A., Galderisi, A., Quaglini, S., Magni, L., & Cobelli, C. (2016). Remote blood glucose monitoring in mHealth scenarios: A review. *Sensors (Switzerland)*, 16(12), 2–16. <https://doi.org/10.3390/s16121983>
- Laverack, G. (2006). *Improving health outcomes through community empowerment: A review of the literature*. <https://www.researchgate.net/publication/6988708>
- Lee, C. Y., Chen, G. L., Zhang, Z. X., Chou, Y. H., & Hsu, C. C. (2018). Is Intensity Inhomogeneity Correction Useful for Classification of Breast Cancer in Sonograms Using

- Deep Neural Network? *Journal of Healthcare Engineering*, 2018.
<https://doi.org/10.1155/2018/8413403>
- Lee KH, Lee JW, Kim KS, Kim DJ, Kim K, Yang KH, Jeong K, & Lee B. (2007). Tooth brushing Pattern Classification using Three-Axis Accelerometer and Magnetic Sensor for Smart Toothbrush. *29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*.
https://www.researchgate.net/publication/5843923_Tooth_brushing_Pattern_Classification_using_Three-Axis_Accelerometer_and_Magnetic_Sensor_for_Smart_Toothbrush
- Lejuez, C. W., Hopko, D. R., Acierno, R., Daughters, S. B., & Pagoto, S. L. (2011). Ten year revision of the brief behavioral activation treatment for depression: Revised treatment manual. *Behavior Modification*, 35(2), 111–161. <https://doi.org/10.1177/0145445510390929>
- Lewinsohn PM, Hoberman H, Teri L, & Hautzinger M. (1985). *An integrative theory of depression* (Reiss S & Bootzin RR, Eds.). Theoretical Issues in Behavior Therapy: Academic Press.
- Leziak, K., Birch, E., Jackson, J., Strohbach, A., Niznik, C., & Yee, L. M. (2021). Identifying Mobile Health Technology Experiences and Preferences of Low-Income Pregnant Women with Diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 15(5), 1018–1026.
<https://doi.org/10.1177/1932296821993175>
- Li S, Xu LD, & Zhao S. (2018). 5G internet of things: a survey. *J Ind Inf Integration*. *J Ind Inf Integration*, 10, 1–9.
- Lim, J., Cloete, G., Dunsmuir, D. T., Payne, B. A., Scheffer, C., Dadelszen, P. Von, Dumont, G. A., & Ansermino, J. M. (2015). Usability and Feasibility of PIERS on the Move: An mHealth App for Pre-Eclampsia Triage. *JMIR MHealth and UHealth*, 3(2).
<https://doi.org/10.2196/mhealth.3942>
- Lin, T. W., Hsu, C. L., Le, T. V., Lu, C. F., & Huang, B. Y. (2021). A smartcard-based user-controlled single sign-on for privacy preservation in 5g-iot telemedicine systems. *Sensors*, 21(8). <https://doi.org/10.3390/s21082880>
- Lin YH. (2019). Novel smart home system architecture facilitated with distributed and embedded flexible edge analytics in demand-side management. *Int Trans Electr. Energy Syst.* , e12014(DOI: 10.1002/2050-7038.12014), 29.

- Loureiro RC, & Smith TA. (2011a). Design of the ROBIN system: whole-arm multi-model sensorimotor environment for the Rehabilitation Of Brain INjuries while sitting or standing. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2011.5975511>
- Loureiro RC, & Smith TA. (2011b). Design of the ROBIN system: whole-arm multi-model sensorimotor environment for the Rehabilitation Of Brain INjuries while sitting or standing. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2011.5975511>
- M. S. Sharif, & M. H. Alsibai. (2017). Medical data analysis based on Nao robot: An automated approach towards robotic real-time interaction with human body. *7th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, 91–96. <https://doi.org/10.1109/ICCSCE.2017.8284386>
- Maron DF. (2017). *Maternal Health Care Is Disappearing in Rural America*. Scientific American . <https://www.scientificamerican.com/article/maternal-health-care-is-disappearing-in-rural-america/>
- Martell CR, Dimidjian S, & Herman-Dunn R. (2013). *Behavioral activation for depression: a clinician's guide*. Guilford Press.
- Maternity Foundation (MF). (2023). *Safe Delivery*. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=dk.maternity.safedelivery&hl=en>
- Mcfadden, T., & Indulska, J. (2004). Context-aware environments for independent living. *In Proceedings of the 3rd National Conference of Emerging Researchers in Ageing*.
- Mehmet R. Yuce. (2010). Implementation of Wireless Body Area Networks For Healthcare Systems. *Sensors and Actuators A Physical*. DOI: 10.1016/j.Sna.2010.06.004, 162(1), 116–129.
- Mert Bal, & Reza Abrishambaf. (2017). A system for monitoring hand hygiene compliance based-on Internet-of-Things. *In: Ieee International Conference on Industrial Technology (Icit.)*, 1348–1353.
- Mhlanga, M., M, Z., L, G., & Pedersen, B. S. (2017). Factors Associated with Maternal and Child Health Services Uptake and Their Association with Health Outcomes in Mashonaland East, Zimbabwe. *Clinics in Mother and Child Health*, 14(3). <https://doi.org/10.4172/2090-7214.1000272>

- MICHIGAN MEDICINE - UNIVERSITY OF MICHIGAN. (2022). *Health apps could help older adults with anything from sleep to diabetes, but most don't use them*. AAAS and EurekAlert. <https://www.eurekalert.org/news-releases/942670>
- Minh Dang, L., Piran, M. J., Han, D., Min, K., & Moon, H. (2019). A survey on internet of things and cloud computing for healthcare. *Electronics (Switzerland)*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/electronics8070768>
- Miseikis, J., Caroni, P., Duchamp, P., Gasser, A., Marko, R., Miseikiene, N., Zwilling, F., De Castelbajac, C., Eicher, L., Fruh, M., & Fruh, H. (2020). Lio-A Personal Robot Assistant for Human-Robot Interaction and Care Applications. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(4), 5339–5346. <https://doi.org/10.1109/LRA.2020.3007462>
- Modani, B., Sagar, & Cyril C Pr. (2021). IoT based Voice Controlled Smart Health Sensor System. . *Proceedings of the Fifth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC) IEEE Xplore Part Number: CFP21OSV-ART; ISBN: 978-1-6654-2642-8*.
- Nakhla Z, Nakhla Z, & Ferchichi A. (2018). Prescription Adverse Drug Events System (PrescADE) Based on Ontology and Internet of Things. *The Computer Journal* . <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxy076>
- National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD). (2022, October 26). *Symptoms of COVID-19*. CDC. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>
- Nigussie, Z. Y., Zemicheal, N. F., Tiruneh, G. T., Bayou, Y. T., Teklu, G. A., Kibret, E. S., Eifler, K., Hodsdon, S. E., Altaye, D. E., Rosenblum, L., Getu, Y. A., Nebi, Z., Lemango, E. T., Kebede, E., Betemariam, W. A., & Findings, K. (n.d.). *Using mHealth to Improve Timeliness and Quality of Maternal and Newborn Health in the Primary Health Care System in Ethiopia*. www.ghspjournal.org
- Nikhil A Sangave, Timothy D Aungst, & Dhiren K Patel. (2019). Smart Connected Insulin Pens, Caps, and Attachments: A Review of the Future of Diabetes Technology. *Diabetes Spectr*. *Doi: 10.2337/Ds18-0069.*, 32(4), 378–384.
- Nissen, M., Barrios Campo, N., Flaucher, M., Jaeger, K. M., Titzmann, A., Blunck, D., Fasching, P. A., Engelhardt, V., Eskofier, B. M., & Leutheuser, H. (2023). Prevalence and course of

- pregnancy symptoms using self-reported pregnancy app symptom tracker data. *Npj Digital Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00935-3>
- NKOMO T, NYAPWERE N, DUBE YP, & LIBERTY M. (2019). *Place Alert Labs*. RoadMApp. <https://ww5.msu.ac.zw/pals/research/roadmapp/>
- Novick, G. (2009). Women's Experience of Prenatal Care: An Integrative Review. *Journal of Midwifery and Women's Health*, 54(3), 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.jmwh.2009.02.003>
- Nyati-Jokomo, Z., Dabengwa, I. M., Makacha, L., Nyapwere, N., Dube, Y. P., Chikoko, L., Vidler, M., & Makanga, P. T. (2020). RoadMApp: A feasibility study for a smart travel application to improve maternal health delivery in a low resource setting in Zimbabwe. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12884-020-03200-7>
- Ogiwara T, Goto T, Fujii Y, Nakamura T, Suzuki Y, Hanaoka Y, Ito K, Horiuchi T, & Hongo K. (2021). Endoscopic Endonasal Approach in the Smart Cyber Operating Theater (SCOT): Preliminary Clinical Application. *World Neurosurg* ., 533–537. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.12.114>
- Okamoto J, Masamune K, Iseki H, & Muragaki Y. (2018). Development concepts of a Smart Cyber Operating Theater (SCOT) using ORiN technology. *Biomed Tech (Berl)*, 31–37.
- Pallavi Sethi, & Smruti R. Sarangi. (2017). Internet of things: architectures, protocols, and applications. . *J Electric Comput Eng.* , 1–25.
- Pavon-Pulido, N., López-Riquelme, J., & Feliú-Batlle, J. (2020). IoT Architecture for Smart Control of an Exoskeleton Robot in Rehabilitation by Using a Natural User Interface Based on Gestures. *Journal of Medical Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01602-w>/Published
- Payne, B. A., Hutcheon, J. A., Ansermino, J. M., Hall, D. R., Bhutta, Z. A., Bhutta, S. Z., Biryabarema, C., Grobman, W. A., Groen, H., Haniff, F., Li, J., Magee, L. A., Merialdi, M., Nakimuli, A., Qu, Z., Sikandar, R., Sass, N., Sawchuck, D., Steyn, D. W., ... Donnay, F. (2014). A Risk Prediction Model for the Assessment and Triage of Women with Hypertensive Disorders of Pregnancy in Low-Resourced Settings: The miniPIERS (Pre-eclampsia Integrated Estimate of RiSk) Multi-country Prospective Cohort Study. *PLoS Medicine*, 11(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001589>

- Perlis ML, Aloia M, & Kuhn B. (2010). *Behavioral treatments for sleep disorders: a comprehensive primer of behavioral sleep medicine interventions (practical resources for the mental health professional)* (1st ed.). Academic Press;
- Plowman RS, Peters-Strickland T, & Savage GM. (2018). Digital medicines: clinical review on the safety of tablets with sensors. *Expert Opin Drug Saf*, 849–852. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30073875/>
- Pradhan B, Bhattacharyya S, & Pal K. (2021). IoMT-based applications in healthcare devices. *J Healthc Eng.*, 6632599(<https://doi.org/10.1155/2021/6632599>).
- premom.com. (n.d.). *Ovulation Tracker App - Premom*. 2017. Retrieved November 21, 2023, from <https://premom.com/pages/about-us>
- Priyanka Kakria, N K Tripathi, & Peerapong Kitipawang. (2015). A real-time health monitoring system for remote cardiac patients using smartphone and wearable sensors. *Int J Telemed Appl*. Doi: 10.1155/2015/373474.
- PwC's Health Research Institute. (2021). Consumer health behavior and the Covid-19 pandemic: What we've learned Survey insights from PwC's Health Research Institute. PwC. <https://www.pwc.com/us/en/industries/health-industries/library/assets/hri-2021-consumer-survey-Insight-chartpack.pdf>
- Radin, J. M., Peters, S., Ariniello, L., Wongvibulsin, S., Galarnyk, M., Waalen, J., & Steinhubl, S. R. (2020). Pregnancy health in POWERMOM participants living in rural versus urban zip codes. *Journal of Clinical and Translational Science*, 4(5), 457–462. <https://doi.org/10.1017/cts.2020.33>
- Radin, J. M., Steinhubl, S. R., Su, A. I., Bhargava, H., Greenberg, B., Bot, B. M., Doerr, M., & Topol, E. J. (n.d.). *The Healthy Pregnancy Research Program: Transforming Pregnancy Research Through a ResearchKit App*. <https://doi.org/10.1101/289371>
- Rajan Merchant, Stanley J Szeffler, Bruce G Bender, Michael Tuffli, Meredith A Barrett, Rahul Gondalia, Leanne Kaye, David Van Sickle, & David A Stempel. (2018). Impact of a digital health intervention on asthma resource utilization. *World Allergy Organ J* .2018 Dec 3;11(1):28. Doi: 10.1186/S40413-018-0209-0. ECollection 2018.
- Rayburn WF. (2017). The obstetrician-gynecologist workforce in the United States : facts, figures, and implications, 2017. *American Congress of Obstetricians and Gynecologists*.

<https://search.worldcat.org/title/obstetriciangynecologist-workforce-in-the-united-states-facts-figures-and-implications-2011/oclc/1019874212?referer=di&ht=edition>

- Rayburn WF, Richards ME, & Elwell EC. (2012). *Drive times to hospitals with perinatal care in the United States*. *Obstet Gynecol* . <https://doi.org/10.1097/AOG.0b013e318242b4cb>
- Richard M Bergenstal, Robyn L Anderson, Dawn M Bina, Mary L Johnson, Janet L Davidson, Brenda Solarz-Johnson, & David M Kendall. (2005). *Impact of modem-transferred blood glucose data on clinician work efficiency and patient glycemic control*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15857225/>.
- Runkle, J., Sugg, M., Boase, D., Galvin, S. L., & C. Coulson, C. (2019). Use of wearable sensors for pregnancy health and environmental monitoring: Descriptive findings from the perspective of patients and providers. *Digital Health*, 5. <https://doi.org/10.1177/2055207619828220>
- Saarikko, J., Niela-Vilen, H., Ekholm, E., Hamari, L., Azimi, I., Liljeberg, P., Rahmani, A. M., Löyttyniemi, E., & Axelin, A. (2020). Continuous 7-month internet of things-based monitoring of health parameters of pregnant and postpartum women: prospective observational feasibility study. In *JMIR Formative Research* (Vol. 4, Issue 7). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/12417>
- Sahi A, Lai D, & Li Y (Member, I. (2021). *A Review of the State of the Art in Privacy and Security in the eHealth Cloud*. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9492097> .
- Sandborg, J., Henriksson, P., Söderström, E., Migueles, J. H., Bendtsen, M., Blomberg, M., & Löf, M. (2022). The effects of a lifestyle intervention (the HealthyMoms app) during pregnancy on infant body composition: Secondary outcome analysis from a randomized controlled trial. *Pediatric Obesity*, 17(6). <https://doi.org/10.1111/ijpo.12894>
- Sandeepa, C., Moremada, C., Dissanayaka, N., Gamage, T., & Liyanage, M. (2020, June 1). An emergency situation detection system for ambient assisted living. *2020 IEEE International Conference on Communications Workshops, ICC Workshops 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICCWorkshops49005.2020.9145053>
- Sardi, L., Idri, A., & Fernández-Alemán, J. L. (2017). A systematic review of gamification in e-Health. In *Journal of Biomedical Informatics* (Vol. 71, pp. 31–48). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.05.011>

- Sarin, E., Dastidar, S., Bisht, N., Bajpayee, D., Patel, R., Sodha, T., Bhandari, A., Mohanty, J., Dey, S., Chandra, S., Agrawal, R., Saboth, P., & Kumar, H. (2022). Safe Delivery application with facilitation increases knowledge and confidence of obstetric and neonatal care among frontline health workers in India. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(6), 2695. https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_1531_21
- Satu, M. S., Ahammed, K., Abedin, M. Z., Rahman, M. A., Islam, M. S., Azad, A., Alyami, S. A., & Moni, M. A. (2020). Convolutional Neural Network Model to Detect COVID-19 Patients Utilizing Chest X-ray Images. *Doi: Hhttps://Doi.Org/10.1101/2020.06.07.20124594*. <https://doi.org/10.1101/2020.06.07.20124594>
- Seebregts, C., Dane, P., Parsons, A. N., Fogwill, T., Rogers, D., Bekker, M., Shaw, V., & Barron, P. (2018). Designing for scale: Optimising the health information system architecture for mobile maternal health messaging in South Africa (MomConnect). *BMJ Global Health*, 3. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000563>
- Sezgin, E., Huang, Y., Ramtekkar, U., & Lin, S. (2020). Readiness for voice assistants to support healthcare delivery during a health crisis and pandemic. In *npj Digital Medicine* (Vol. 3, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00332-0>
- Shahamabadi, M. S., Ali, B. B. M., Varahram, P., & Jara, A. J. (2013). A network mobility solution based on 6LoWPAN hospital wireless sensor network (NEMO-HWSN). *Proceedings - 7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, IMIS 2013*, 433–438. <https://doi.org/10.1109/IMIS.2013.157>
- Sharma N. (2023). *Best Elderly Care Apps in 2024*. Nimble AppGenie. <https://www.nimbleappgenie.com/blogs/elder-care-apps/>
- Sherin M Mathews, Chandra Kambhamettu, & Kenneth E Barner. (2018). A novel application of deep learning for single-lead ECG classification. *Comput Biol Med*, 1(99), 53–62.
- Shimpuku, Y., Madeni, F. E., Horiuchi, S., Kubota, K., & Leshabari, S. C. (2019). A family-oriented antenatal education program to improve birth preparedness and maternal-infant birth outcomes: A cross sectional evaluation study. *Reproductive Health*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12978-019-0776-8>
- Shnayder, V., Chen, B., & et al. (2005). Sensor Networks for Medical Care. *Proceedings of the 3rd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems*.

- Sijobert, B., Azevedo, C., Pontier, J., Graf, S., & Fattal, C. (2021). A sensor-based multichannel system to control knee joint and reduce stance phase asymmetry in post-stroke gait. *Sensors*, *21*(6), 1–13. <https://doi.org/10.3390/s21062134>
- Silva BN, Khan M, & Han K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670717311125>, *38*, 697–713.
- Simoens, P., Dragone, M., & Saffiotti, A. (2018). The Internet of Robotic Things: A review of concept, added value and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, *15*(1). <https://doi.org/10.1177/1729881418759424>
- Singh, S., Sanwar Hosen, A. S. M., & Yoon, B. (2021). Blockchain Security Attacks, Challenges, and Solutions for the Future Distributed IoT Network. *IEEE Access*, *9*, 13938–13959. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3051602>
- Skandarajah, A., Sunny, S. P., Gurpur, P., Reber, C. D., D'Ambrosio, M. V., Raghavan, N., James, B. L., Ramanjinappa, R. D., Suresh, A., Kandasarma, U., Birur, P., Kumar, V. V., Galmeanu, H. C., Itu, A. M., Modiga-Arsu, M., Rausch, S., Sramek, M., Kollegal, M., Paladini, G., ... Fletcher, D. (2017). Mobile microscopy as a screening tool for oral cancer in India: A pilot study. *PLoS ONE*, *12*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188440>
- Snyder, J. C., Rochelle, L. K., Marion, S., Lyerly, H. K., Barak, L. S., & Caron, M. G. (2015). Lgr4 and Lgr5 drive the formation of long actin-rich cytoneme-like membrane protrusions. *Journal of Cell Science*, *128*(6), 1230–1240. <https://doi.org/10.1242/jcs.166322>
- Stanford, V. (2002). *Using pervasive computing to deliver elder care*.
- Stremmler, R., Hodnett, E., Kenton, L., Lee, K., Weiss, S., Weston, J., & Willan, A. (2013). Effect of behavioural-educational intervention on sleep for primiparous women and their infants in early postpartum: Multisite randomised controlled trial. *BMJ (Online)*, *346*(7904). <https://doi.org/10.1136/bmj.f1164>
- Stremmler, R., Hodnett, E., Lee, K., MacMillan, S., Mill, C., Ongcangco, L., & Willan, A. (2006). A behavioral-educational intervention to promote maternal and infant sleep: A pilot randomized, controlled trial. *Sleep*, *29*(12), 1609–1615. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.12.1609>

- Suk, H. Il, Lee, S. W., & Shen, D. (2014). Hierarchical feature representation and multimodal fusion with deep learning for AD/MCI diagnosis. *NeuroImage*, *101*, 569–582. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.077>
- Suryavanshi, N., Kadam, A., Gupte, N., Hegde, A., Kanade, S., Sivalenka, S., Sampath Kumar, V., Gupta, A., Bollinger, R. C., Shankar, A., McKenzie-White, J., & Mave, V. (2020). *A mobile health-facilitated behavioural intervention for community health workers improves exclusive breastfeeding and early infant HIV diagnosis in India: a cluster randomized trial*. <https://doi.org/10.1002/jia2.25555/full>
- Tarsitano A, Ricotta F, Baldino G, Badiali G, Pizzigallo A, Ramieri V, Cascone P, & Marchetti C. (2017). Navigation-guided resection of maxillary tumours: The accuracy of computer-assisted surgery in terms of control of resection margins - A feasibility study. *Craniomaxillofac Surg.* , 2109–2114. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.09.023>.
- Thilakanathan, D., Chen S., & et al. (2014). *A platform for secure monitoring and sharing of generic health data in the Cloud*.
- Ting, D. S. W., Carin, L., Dzau, V., & Wong, T. Y. (2020). Digital technology and COVID-19. In *Nature Medicine* (Vol. 26, Issue 4, pp. 459–461). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0824-5>
- Tozour, J. N., Bandremer, S., Patberg, E., Zavala, J., Akerman, M., Chavez, M., Mann, D. M., Testa, P. A., Vintzileos, A. M., & Heo, H. J. (2021). Application of telemedicine video visits in a maternal-fetal medicine practice at the epicenter of the COVID-19 pandemic. *American Journal of Obstetrics and Gynecology MFM*, *3*(6). <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2021.100469>
- Ushimaru Y, Takahashi T, Souma Y, Yanagimoto Y, Nagase H, Tanaka K, Miyazaki Y, Makino T, Kurokawa Y, Yamasaki M, Mori M, Doki Y, & Nakajima K. (2019). Innovation in surgery/operating room driven by Internet of Things on medical devices. *Surg Endosc*, 3469–3477. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30671666/>
- Van Der Putte, D., Boumans, R., Neerinx, M., Rikkert, M. O., & De Mul, M. (2019). A Social Robot for Autonomous Health Data Acquisition Among Hospitalized Patients: An Exploratory Field Study. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2019-March*, 658–659. <https://doi.org/10.1109/HRI.2019.8673280>

- von Dadelszen, P., Bhutta, Z. A., Sharma, S., Bone, J., Singer, J., Wong, H., Bellad, M. B., Goudar, S. S., Lee, T., Li, J., Mallapur, A. A., Munguambe, K., Payne, B. A., Qureshi, R. N., Sacoor, C., Sevene, E., Vidler, M., Magee, L. A., Macete, E., ... Sotunsa, J. O. (2020). The Community-Level Interventions for Pre-eclampsia (CLIP) cluster randomised trials in Mozambique, Pakistan, and India: an individual participant-level meta-analysis. *The Lancet*, 396(10250), 553–563. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31128-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31128-4)
- Watson, K., & Angelotta, C. (2022). The frequency of pregnancy recognition across the gestational spectrum and its consequences in the United States. *Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 54(2), 32–37. <https://doi.org/10.1363/psrh.12192>
- Wessels F, Schmitt M, Krieghoff-Henning E, Jutzi T, Worst TS, Waldbillig F, Neuberger M, Maron RC, Steeg M, Gaiser T, Hekler A, Utikal JS, von Kalle C, Fröhling S, Michel MS, Nuhn P, & Brinker TJ. (2021). Deep learning approach to predict lymph node metastasis directly from primary tumour histology in prostate cancer. *BJU Int.* , 352–360. <https://doi.org/10.1111/bju.15386>
- Westgard, C. M., Rivadeneyra, N., & Mechael, P. (2019). MHealth tool to improve community health agent performance for child development: Study protocol for a cluster-randomised controlled trial in Peru. *BMJ Open*, 9(11). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028361>
- Wetzel, B., Pryss, R., Baumeister, H., Edler, J. S., Gonçalves, A. S. O., & Cohrdes, C. (2021). “How Come You Don’t Call Me?” Smartphone Communication App Usage as an Indicator of Loneliness and Social Well-Being across the Adult Lifespan during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126212>
- Whitelaw S., Mamas, M., & et al. (2021). *Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response.* . [TheLancet.Com/Digital-Health](https://www.thelancet.com/Digital-Health) .
- WHO. (2016). *WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience.*
- WHO. (2020, March 20). *WHO Health Alert brings COVID-19 facts to billions via WhatsApp.* WHO. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-health-alert-brings-covid-19-facts-to-billions-via-whatsapp>
- Workman K, & Monroe J. (2012). *Owlet Baby Care - Owlet Smart Sock* . Owlet. <https://owletcare.com/products/owlet-dream-sock>
- World Health Organization. (2011). *eHealth in support of universal health coverage.*

- Wulandari, R., Suwandono, A., Irene Kartasurya, M., & Achadi Nugraheni, S. (2022). Pandemic in Indonesia Using Mobile-Health Interactive Message. *Ethiop J Health Sci*, 32(2), 243. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v3>
- Yin, X., Han, G., Zhang, H., Wang, M., Zhang, W., Gao, Y., Zhong, M., Wang, X., Zhong, X., Shen, G., Yang, C., Liu, H., Liu, Z., Chan, P. L., Bulterys, M., Cui, F., Zhuang, H., Liu, Z., & Hou, J. (2020). A real-world prospective study of mother-to-child transmission of hbv in china using a mobile health application (Shield 01). *Journal of Clinical and Translational Hepatology*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.14218/JCTH.2019.00057>
- Zhang, H., & Xiao, R. (2014). Helping Moms Learn Online: Leveraging Mobile Technology and Cloud Computing for Maternal Health. *EAI Endorsed Transactions on Future Intelligent Educational Environments*, 1(1), e3. <https://doi.org/10.4108/fiee.1.1.e3>
- Zhang, S., Zhao, Y., Nguyen, D. T., Xu, R., Sen, S., Hester, J., & Alshurafa, N. (2020). NeckSense: A Multi-Sensor Necklace for Detecting Eating Activities in Free-Living Conditions. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 4(2). <https://doi.org/10.1145/3397313>
- Zhang, T., Liu, M., Yuan, T., & Al-Nabhan, N. (2021). Emotion-Aware and Intelligent Internet of Medical Things Toward Emotion Recognition during COVID-19 Pandemic. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(21), 16002–16013. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3038631>
- Zuccolo, P. F., Xavier, M. O., Matijasevich, A., Polanczyk, G., & Fatori, D. (2021). A smartphone-assisted brief online cognitive-behavioral intervention for pregnant women with depression: a study protocol of a randomized controlled trial. *Trials*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05179-8>
- Zyskind, G., Nathan, O., & Pentland, A. S. (2015). Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data. *Proceedings - 2015 IEEE Security and Privacy Workshops, SPW 2015*, 180–184. <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>
- Ανδρεαδάκης Ν, & Βάμβουκας Μ. (2011). *Οδηγός για την εκπόνηση και τη σύνταξη γραπτής ερευνητικής εργασίας, σεμιναριακής, πτυχιακής, διπλωματικής* (Διάδραση, Ed.).