
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΟΝ
ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

Γεωργακοπούλου Παρασκευή

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες
Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Πειραιάς, 2022

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΟΝ
ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

Γεωργακοπούλου Παρασκευή, Α.Μ.: ΜΚΚ 2004

Επιβλέπων: Ιωάννης Μανιάτης / Καθηγητής / Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων
του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες
Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Πειραιάς, 2022

**UNIVERSITY of
PIRAEUS**



**DEPARTMENT of
DIGITAL SYSTEMS**

**M.Sc. in Climate Crisis and Information and
Communication Technologies**

**APPLICATIONS OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE
FIELD OF HEALTH**

Georgakopoulou Paraskevi

Master Thesis submitted to the Department of Digital Systems
of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements
for the degree of M.Sc. in Climate Crisis and Information and Communication
Technologies

Piraeus, Greece, 2022

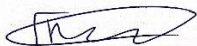
Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “Εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας”

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και οι πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Γεωργακοπούλου Παρασκευή, 2022, Πειραιάς

Υπογραφή:



Περίληψη

Η αλματώδης πρόοδος των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) έχει επηρεάσει πολλούς τομείς, ανάμεσα στους οποίους συγκαταλέγεται και ο τομέας της υγείας. Οι ΤΠΕ μπορούν να στηρίξουν τον μετασχηματισμό των συστημάτων υγείας και τη μετάβασή τους σε νέα μοντέλα που θα έχουν ως επίκεντρο τον άνθρωπο και τις ανάγκες του. Μπορούν, επίσης, να συμβάλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας, της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των συστημάτων υγείας.

Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να παρουσιάσει τις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο χώρος της υγείας με τα συστήματα υγείας να δέχονται σοβαρές δημοσιονομικές, κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις, έχοντας ταυτόχρονα να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της γήρανσης του πληθυσμού, στην αύξηση της πολυνοσηρότητας και των χρόνιων παθήσεων, στις αυξανόμενες απαιτήσεις και προσδοκίες των πολιτών, και στην άνιση πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται εκτενώς η ψηφιακή υγεία και οι τύποι της, οι οποίοι είναι η ηλεκτρονική υγεία, η κινητή υγεία, η τηλεϊατρική και ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας. Μέσω της ψηφιακής υγείας μπορεί να επιτευχθεί η παγκόσμια κάλυψη υγείας και να παρέχονται υπηρεσίες πρόληψης, διάγνωσης και θεραπείας των ασθενειών, αλλά και υπηρεσίες για την ευζωία των πολιτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι υπόλοιπες εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας, οι οποίες είναι η ιατρική ακριβείας, η τεχνητή νοημοσύνη, το blockchain και τα μεγάλα δεδομένα. Η ιατρική ακριβείας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της ρομποτικής, της γονιδιωματικής, της τρισδιάστατης εκτύπωσης, και της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας.

Τέλος, η παρούσα μελέτη παρουσιάζει στο τέταρτο κεφάλαιο τις μελλοντικές προκλήσεις που θα αντιμετωπίσει ο χώρος της υγείας και στο πέμπτο κεφάλαιο το βασικό συμπέρασμα ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός του χώρου μέσω των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών είναι αναγκαίος όσο ποτέ άλλοτε!

Λέξεις – Κλειδιά: ψηφιακός μετασχηματισμός υγείας, ψηφιακή υγεία, τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, κινητή υγεία, τηλεϊατρική, ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, ιατρική ακριβείας, τεχνητή νοημοσύνη, μεγάλα δεδομένα, blockchain

Abstract

The rapid progress of information and communication technologies (ICT) has affected many sectors, including the health sector. ICTs can support the transformation of health systems and their transition to new models that focus on people and their needs. They can also contribute to increasing the efficiency, sustainability and resilience of health systems.

This study attempts to present the applications of digital technologies in the field of health. The first chapter presents the challenges facing the health sector, with health systems facing severe fiscal, climate and environmental pressures, while having to respond to the challenges of an ageing population, increasing multi-morbidity and chronic diseases, rising demands and expectations of citizens, and unequal access to health services.

The second chapter discusses digital health and its types, which are electronic health, mobile health, telemedicine and electronic health record. Through digital health, global health coverage can be achieved and services for prevention, diagnosis and treatment of diseases, as well as services for the wellness of citizens can be provided.

The third chapter discusses the other applications of digital technologies in health, which are precision medicine, artificial intelligence, blockchain and big data. Precision medicine is achieved with the help of robotics, genomics, 3D printing, and virtual and augmented reality.

Finally, this study presents in chapter four the future challenges that the healthcare sector will face and in chapter five the main conclusion that the digital transformation of the sector through information and communication technologies is as necessary as ever!

Keywords: digital health transformation, digital health, Information and Communication Technologies, mobile health, telemedicine, electronic health record, precision medicine, artificial intelligence, big data, blockchain

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
2	Σημερινές προκλήσεις στον τομέα της υγείας.....	7
2.1	Προκλήσεις και ευκαιρίες στον τομέα της υγείας	7
2.2	Κλιματική αλλαγή και υγεία	9
3	Ψηφιακή Υγεία	17
3.1	Ψηφιακή Υγεία.....	17
3.2	Ηλεκτρονική Υγεία	21
3.3	«Κινητή» Υγεία.....	24
3.3.1	«Κινητή» Υγεία	24
3.3.2	Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων.....	36
3.4	Τηλεϊατρική.....	38
3.4.1	Η χρήση της τηλεϊατρικής από ιατρούς και ασθενείς.....	41
3.4.2	Επενδύσεις στην τηλεϊατρική	45
3.4.3	Παραδείγματα εφαρμογών της τηλεϊατρικής	46
3.4.4	Η εννοιολογική διαφορά μεταξύ Τηλεϊατρικής και Τηλε-υγείας	46
3.5	Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας.....	47
4	Άλλες εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας.....	53
4.1	Ιατρική ακριβείας.....	53
4.1.1	Γονιδιωματική.....	55
4.1.2	Ρομποτική	56
4.1.3	Τρισδιάστατη εκτύπωση	57
4.1.4	Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα	59
4.2	Τεχνητή Νοημοσύνη	62
4.2.1	Η συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της υγείας.....	62
4.2.2	Παραδείγματα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της υγείας	65
4.2.3	Επενδύσεις σε εταιρίες στον τομέα της υγείας που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη	68
4.3	Blockchain.....	70
4.4	Big Data.....	75
4.4.1	Δεδομένα υγείας	77
4.4.2	Η συμβολή των big data στον τομέα της υγείας.....	78
4.4.3	Προστασία των δεδομένων υγείας.....	79
5	Μελλοντικές προκλήσεις στον τομέα της υγείας	83
6	Συμπεράσματα.....	87

7	Βιβλιογραφία	91
---	--------------------	----

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Τα μέρη ενός συστήματος υγείας	4
Εικόνα 2: Η κλιματική αλλαγή και η υγεία.....	12
Εικόνα 3: Τι μπορούν να καταγράψουν οι κινητές και φορητές συσκευές / αισθητήρες σε διάφορες περιοχές του ανθρώπινου σώματος	27
Εικόνα 4: Η εφαρμογή Corrie Health	36
Εικόνα 5: Οι συνδεδεμένες συσκευές και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο ΙοMT	37
Εικόνα 6: Η εφαρμογή RelieVRx χρησιμοποιώντας την εικονική πραγματικότητα.....	60
Εικόνα 7: Εφαρμογή UMSkinCheck για τη διάγνωση καρκίνου του δέρματος.....	66
Εικόνα 8: Εργαλείο Peek Retina για τη διάγνωση παθήσεων των ματιών	67
Εικόνα 9: Εφαρμογή της εταιρίας SWORD Health.....	70
Εικόνα 10: Τα χαρακτηριστικά των Μεγάλων Δεδομένων	76
Εικόνα 11: Ο χάρτης των προσωπικών δεδομένων υγείας – personal health data	77

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1880 έως το 2020	10
Σχήμα 2: Οι χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της υγειονομικής περιθαλψης	14
Σχήμα 3: Οι επενδύσεις στο χώρο της ψηφιακής υγείας στις ΗΠΑ από το 2011 έως το πρώτο τρίμηνο του 2022	20
Σχήμα 4: Οι παγκόσμιες επενδύσεις στο χώρο της ψηφιακής υγείας από το 2015 έως το 2021	21
Σχήμα 5: Οι λήψεις εφαρμογών που σχετίζονται με την υγεία ανά κατηγορία στη Γερμανία για τα έτη 2018 με 2021	29
Σχήμα 6: Δαπάνες ευεξίας ανά κατηγορία	31
Σχήμα 7: Η αύξηση της ζήτησης για απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών σύμφωνα με τις αναφορές των ΜΜΕ από το 2017 έως το 2021	32
Σχήμα 8: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής στις ΗΠΑ για τα έτη 2020 και 2021 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19.....	42
Σχήμα 9: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής ανά ιατρική ειδικότητα στις ΗΠΑ για τα έτη 2020 και 2021 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19	43
Σχήμα 10: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής στη Γερμανία το 2020 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19	44
Σχήμα 11: Η υιοθέτηση της τηλεϊατρικής από τους καταναλωτές ανά ψηφιακό μέσο επικοινωνίας στις ΗΠΑ από το 2015 έως το 2021.....	45
Σχήμα 12: Οι παγκόσμιες επενδύσεις στο χώρο της τηλεϊατρικής από το 2017 έως το 2021.....	45
Σχήμα 13: Οι επενδύσεις σε εταιρίες στον τομέα της υγείας που χρησιμοποιούν ΑΙ για τα έτη 2015 με 2021	69

1 Εισαγωγή

Διαχρονικά για τη λέξη «υγεία» έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι ορισμοί. Πρώτη απόπειρα για επίτευξη ομοφωνίας επιχειρήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το 1946, όπου στο καταστατικό του η υγεία παύει να θεωρείται απλή απουσία της ασθένειας και ορίζεται ως *«η κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας του ατόμου και όχι μόνο η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας»*.

Αυτός ο ορισμός δέχτηκε έντονη κριτική στα χρόνια που ακολούθησαν, με την αιτιολογία ότι δέχεται την υγεία ως μία κατάσταση πληρότητας, η οποία χαρακτηρίζεται ως ουτοπική. Κριτική αναμενόμενη από τη στιγμή που η μεταπολεμική, κυρίως, τάση εμπορευματοποίησης και βιομηχανοποίησης της υγείας δεν «επέτρεπε» διαφορετική προσέγγιση και συνεπώς διαφορετικό μοντέλο ανάπτυξης από τους υπόλοιπους τομείς της οικονομίας.

Παρά ταύτα, υπό την πίεση και των κοινωνικών κινημάτων της εποχής, ο ορισμός αυτός συνέχισε να αναθεωρείται και να διορθώνεται στα χρόνια που ακολούθησαν. Έτσι, στην παγκόσμια συνδιάσκεψη για την Υγεία και την Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας που έγινε από τον Π.Ο.Υ. στην Alma-Ata τον Σεπτέμβριο του 1978, η υγεία ορίστηκε εκ νέου: *«.. η υγεία, που είναι μια κατάσταση ολικής, φυσικής, πνευματικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλώς η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας, είναι θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα και η επίτευξη του κατά το δυνατόν υψηλότερου επιπέδου υγείας είναι σημαντικότερη παγκόσμια επιδίωξη, η πραγμάτωση της οποίας απαιτεί τη δράση πολλών άλλων κοινωνικών και οικονομικών τομέων παράλληλα με τον τομέα της υγείας»* (WHO, 1978).

Αυτό σημαίνει ότι η κατάσταση και το επίπεδο υγείας ενός πληθυσμού αντανακλάται όχι μόνο στους κλασσικούς δείκτες αρνητικής υγείας, δηλαδή της θνησιμότητας και της νοσηρότητας, αλλά περιλαμβάνει και τους θετικούς δείκτες αυτοεκτίμησης της κατάστασης υγείας από τα ίδια τα άτομα.

Ο παραπάνω ορισμός αναγνωρίζει την υγεία ως μία διαρκώς εναλλασσόμενη και εξελισσόμενη διαδικασία, αναφέρεται στην «θετική» και «ολιστική» φύση της υγείας και είναι ανθρωποκεντρικός, δεδομένου ότι εστιάζει στους σωματικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που καθορίζουν την υγεία. Η «θετική» έννοια της υγείας αντανακλά στην κατάσταση κατά την οποία το άτομο καθίσταται ικανό να

αποκτήσει έλεγχο των παραγόντων που επηρεάζουν την υγεία και τη ζωή του. Η «ολιστική» αντίληψη για την υγεία προκύπτει από τη δυναμική ισορροπία που πρέπει να υπάρχει μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος προκειμένου το άτομο να ζει δημιουργικά σύμφωνα με τις πεποιθήσεις και τις επιδιώξεις του.

Συνοπτικά, και με βάση τις επίσημες θεωρητικές τοποθετήσεις, η σύγχρονη προσέγγιση της υγείας περικλείει τρεις συνιστώσες:

- α) τη βιοϊατρική, στην οποία η υγεία θεωρείται ως έλλειψη νόσου ή αναπηρίας,
- β) την ψυχολογική, στην οποία η υγεία θεωρείται ως η ικανότητα να εκπληρώνει κάποιος τους ρόλους που του αναλογούν, ή να προσαρμόζεται στις καταστάσεις της ζωής και,
- γ) την κοινωνιολογική, στην οποία ο πολιτισμός και το περιβάλλον εξετάζονται ως βασικοί συντελεστές επιρροής της υγείας.

Οι απόψεις για την υγεία και την αρρώστια οριοθέτησαν μία σειρά κατευθυντήριων δράσεων σχετικά με τη μέριμνα της υγείας. Οι δράσεις αυτές προσδιόρισαν ένα πλαίσιο κανόνων, θεωρητικά και πρακτικά ικανών να εξυπηρετήσουν τον ορισμό της υγείας. Ο όρος που χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει το σύνολο των δράσεων και των κανόνων που αναπτύχθηκαν για τη μέριμνα της υγείας είναι οι «υπηρεσίες υγείας».

Οι **υπηρεσίες υγείας** αφορούν στο σύνολο των παρεχόμενων ιατρικών φροντίδων, προληπτικών και θεραπευτικών υπηρεσιών που απολαμβάνει κάθε άτομο καθώς και του μηχανισμού παροχής και διανομής τους. Ο όρος «υπηρεσίες υγείας» περιλαμβάνει τόσο την έννοια της φροντίδας υγείας, όσο και αυτήν της περίθαλψης.

Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι η **φροντίδα υγείας** (health care) αποτελεί μια ευρεία έννοια και αναφέρεται στο σύνολο των πολιτικών, δραστηριοτήτων και παροχών που προσφέρονται σε πάσχοντες, αλλά και σε υγιή άτομα με σκοπό τη διατήρηση και βελτίωση της υγείας τους. Η φροντίδα υγείας περιλαμβάνει το σύνολο των υπηρεσιών και παροχών πρόληψης, προαγωγής της υγείας, καθώς επίσης θεραπείας και αποκατάστασης. Η φροντίδα υγείας εκφράζεται με την ασκούμενη πολιτική υγείας και γίνεται πράξη μέσω της νομοθεσίας που υιοθετείται τόσο για την πρόληψη της διάδοσης των κινδύνων για την υγεία, όσο και για την κάλυψη των αναγκών ασθένειας των πολιτών.

Η **περίθαλψη** (treatment) αναφέρεται σε υπηρεσίες υγείας που παρέχονται σε άτομα τα οποία έχουν εκδηλώσει υποκειμενικά ή αντικειμενικά συμπτώματα ενός προβλήματος υγείας. Σε όλα τα συστήματα υγείας μπορούμε να διακρίνουμε δύο μορφές περίθαλψης και τρία επίπεδα οργάνωσης. Επομένως, η περίθαλψη διακρίνεται

στην **εξωνοσοκομειακή ή ανοικτή** και στη **νοσοκομειακή ή κλειστή**. Η ανοικτή περίθαλψη περιλαμβάνει τις υπηρεσίες εκείνες, οι οποίες παρέχονται σε ασθενείς που δεν είναι απαραίτητο να εισαχθούν και να νοσηλευθούν στο νοσοκομείο προκειμένου να διαγνωστεί και να θεραπευτεί το πρόβλημα υγείας τους (Μωραϊτίης, 1996).

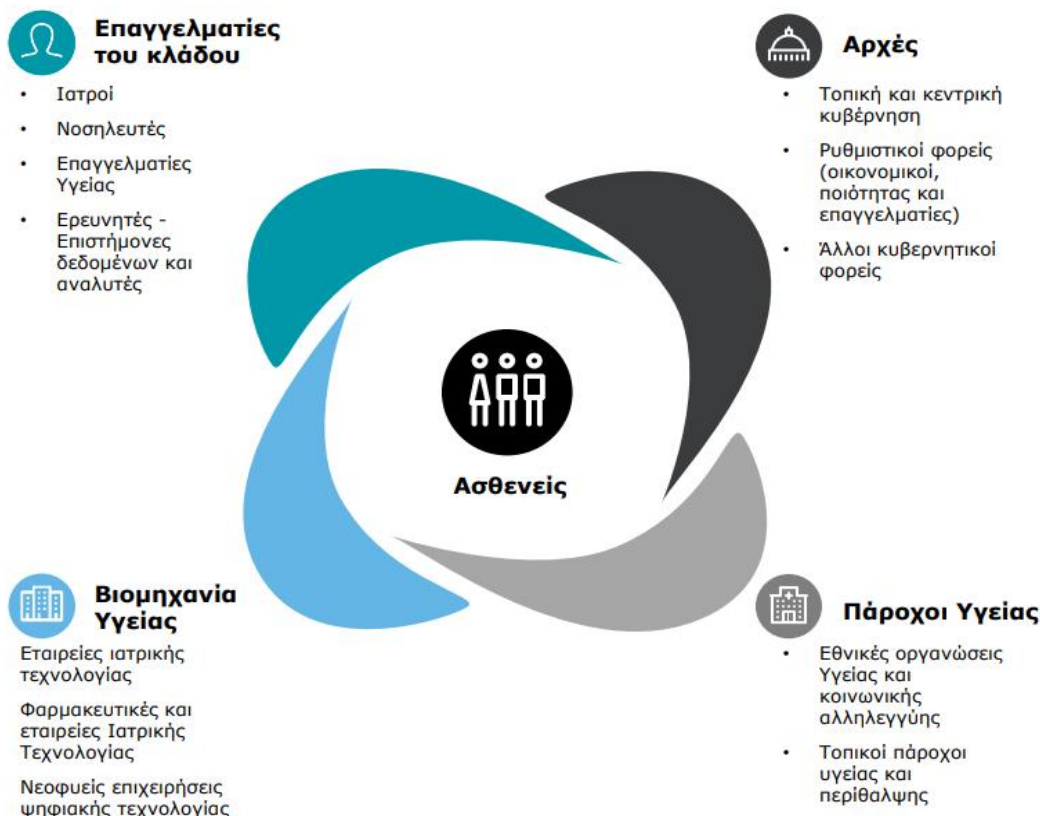
Οι υπηρεσίες της εξωνοσοκομειακής ή ανοικτής περίθαλψης συνθέτουν το **πρωτοβάθμιο επίπεδο περίθαλψης**. Ενώ, οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσα στα δημόσια ή ιδιωτικά νοσοκομεία από γιατρούς των βασικών ειδικοτήτων συνθέτουν το **δευτεροβάθμιο επίπεδο περίθαλψης**. Οι υπηρεσίες περίθαλψης που αφορούν στην αντιμετώπιση σύνθετων ή εξειδικευμένων προβλημάτων υγείας αποτελούν το **τριοβάθμιο επίπεδο περίθαλψης**. Τα τρία αυτά επίπεδα περίθαλψης συγκροτούν τη δομή και λειτουργία των σύγχρονων συστημάτων υγείας. Το κάθε επίπεδο αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο μέγεθος πληθυσμού και αποβλέπει στην προσφορά ορισμένων υπηρεσιών υγείας, οι οποίες καλύπτουν συγκεκριμένες υγειονομικές ανάγκες.

Συνεπώς, τα **συστήματα υγείας** είναι το σύνολο των υγειονομικών μονάδων, οι οποίες βρίσκονται σε συνεχή συνεργασία και λειτουργική αλληλεξάρτηση με σκοπό να προάγουν την υγεία του πληθυσμού, την πρόληψη ασθενειών και την παροχή περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή, η οποία ανταποκρίνεται στις ανάγκες του (Μ. Θεοδώρου et al, 2001).

Οι βασικές αρχές που θα πρέπει να διέπουν τα συστήματα υγείας είναι:

- ❖ Η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών υγείας
- ❖ Η προσβασιμότητα των υπηρεσιών υγείας
- ❖ Η συνέχεια στην προσφορά υπηρεσιών υγείας
- ❖ Η ισότητα ή ίσες ευκαιρίες στη χρήση των υπηρεσιών.

Τα συστήματα υγείας αποτελούνται από τα εξής μέρη: τους επαγγελματίες υγείας (ιατροί, νοσηλευτές), τις αρχές (τοπική και κεντρική κυβέρνηση, ρυθμιστικοί φορείς), τη βιομηχανία υγείας (φαρμακευτικές εταιρίες, νεοφυείς επιχειρήσεις ψηφιακής τεχνολογίας του χώρου του “Med Tech”), τους παρόχους υγείας (εθνικές οργανώσεις υγείας, νοσοκομεία, τοπικοί πάροχοι υγείας), και τους ασθενείς ως το επίκεντρο του συστήματος (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Τα μέρη ενός συστήματος υγείας (πηγή: Deloitte, 2020)

Προκειμένου τα συστήματα υγείας να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις προκλήσεις, αλλά και στις γενικές τάσεις του μέλλοντος, οφείλουν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες και οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, ενσωματώνοντας αυτές στο λειτουργικό τους μοντέλο.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να μελετηθούν εκτενώς οι εφαρμογές της ψηφιακής τεχνολογίας στον τομέα της υγείας, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο μπορούν να συμβάλουν **στη μεταρρύθμιση των συστημάτων υγείας** και στη μετάβασή τους σε νέα μοντέλα περίθαλψης **που θα έχουν ως επίκεντρο τον άνθρωπο-ασθενή και τις ανάγκες του, αλλά και τις προσδοκίες του.**

Θα εξεταστεί κατά πόσο ο ψηφιακός μετασχηματισμός στον τομέα της υγείας μπορεί να συμβάλει στην αλλαγή της παροχής των υπηρεσιών υγείας και περίθαλψης, στην αύξηση της ευημερίας των πολιτών, και στην αντικατάσταση των νοσοκομειοκεντρικών συστημάτων υγείας από δομές που βασίζονται περισσότερο στην κοινότητα και παρέχουν μια πιο ολοκληρωμένη φροντίδα με αυξημένη πρόσβαση και ποιότητα, και με χαμηλότερο κόστος. Η εξωνοσοκομειακή περίθαλψη θα πρέπει να

αποτελέσει το νέο τρόπο φροντίδας, με την εικονική και απομακρυσμένη περίθαλψη να διασφαλίζουν την καθολική πρόσβαση του πληθυσμού σε υπηρεσίες υγείας.

Η ψηφιακή υγεία μαζί με τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες, όπως είναι το διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων, οι φορητές συσκευές, οι αισθητήρες, τα μεγάλα δεδομένα, η τεχνητή νοημοσύνη, το blockchain, η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, η ρομποτική και η τρισδιάστατη εκτύπωση, θα μελετηθεί κατά πόσο μπορούν να καταστήσουν δυνατή αυτή τη στροφή των συστημάτων υγείας, αποφέροντας σημαντικά οφέλη στους ασθενείς. Επίσης, σημαντικά οφέλη μπορούν να προσφέρουν και στις μονάδες υγείας μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας, της παραγωγικότητας, της αποτελεσματικότητας και της προσβασιμότητας, καθώς και της αύξησης της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, και της μείωσης του κόστους λειτουργίας τους.

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού της υγείας και της περίθαλψης (digital transformation of health and care - DTHC), θα πρέπει να τεθούν τρεις βασικές προτεραιότητες, οι οποίες αφορούν: α) την ασφαλή πρόσβαση των πολιτών σε δεδομένα που αφορούν την υγεία και την κοινή χρήση των εν λόγω δεδομένων διασυνοριακά, β) την εξασφάλιση καλύτερων δεδομένων με σκοπό την προαγωγή της έρευνας, την πρόληψη ασθενειών και την εξατομικευμένη υγεία και περίθαλψη, και γ) τα ψηφιακά εργαλεία για την ισχυροποίηση των πολιτών και την παροχή περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή (ΕΕ, 2018).

2 Σημερινές προκλήσεις στον τομέα της υγείας

2.1 Προκλήσεις και ευκαιρίες στον τομέα της υγείας

Στις μέρες μας, ο τομέας της υγείας και της υγειονομικής περίθαλψης βρίσκεται αντιμέτωπος με σοβαρές προκλήσεις, αλλά και ευκαιρίες, οι οποίες είναι εν συντομία οι παρακάτω:

- ✓ Η *γήρανση του πληθυσμού και οι δημογραφικές αλλαγές*: Αυξάνεται το προσδόκιμο ζωής της ηλικιακής ομάδας άνω των 80 ετών, λόγω της βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης, της καλύτερης εκπαίδευσης και της ευκολότερης πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας. Τα δύο τρίτα των νεογνών που έχουν γεννηθεί σήμερα θα μπορούν να ζουν μέχρι τα 100 έτη. Επίσης, σήμερα ο παγκόσμιος πληθυσμός υπολογίζεται στα 7,9 δις και έως το 2050 αναμένεται να φθάσει στα 11 - 12 δις, εκ των οποίων το 20% θα είναι πάνω από 60 ετών (WEF, 2019). Συγκεκριμένα, στην Ευρώπη το ποσοστό των πολιτών ηλικίας άνω των 65 ετών θα διπλασιαστεί τα επόμενα 50 χρόνια και το ποσοστό των πολιτών ηλικίας άνω των 80 ετών σχεδόν θα τριπλασιαστεί. Στην Ασία έως το 2025 οι πολίτες άνω των 65 ετών θα απαριθμούν 456 εκατ., το οποίο θα αντιστοιχεί στο 10% του πληθυσμού της.
- ✓ Η *αύξηση της πολυνοσηρότητας (multimorbidity) και των χρόνιων μη μεταδοτικών ασθενειών (non communicable chronic diseases – NCDs)* οφείλεται στην προοδευτική γήρανση του πληθυσμού και σε παράγοντες κινδύνου όπως το κάπνισμα, το αλκοόλ και η παχυσαρκία. Επίσης, τροφοδοτείται από την αστικοποίηση, τον καθιστικό τρόπο ζωής, την επιδείνωση της διατροφής και την έλλειψη σωματικής άσκησης. Ήδη, τα χρόνια νοσήματα αντιπροσωπεύουν το 75% των υγειονομικών δαπανών και αποτελούν αιτία θανάτου για 40 εκατ. ανθρώπους ετησίως, αριθμός που ισοδυναμεί με το 70% των θανάτων σε παγκόσμιο επίπεδο (WEF, 2019).
- ✓ Η *κλιματική αλλαγή και η υγεία*: Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες της υγείας – όπως ο καθαρός αέρας, το ασφαλές πόσιμο νερό, η επαρκής τροφή και η κατοικία. Μεταξύ 2030 και 2050, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να προκαλέσει περίπου 250.000 επιπλέον θανάτους ετησίως από υποσιτισμό, ελονοσία, διάρροια και θερμικό

στρες. Οι άμεσες δαπάνες για την υγεία λόγω της κλιματικής αλλαγής εκτιμάται ότι θα είναι μεταξύ 2-4 δις δολάρια ανά έτος έως το 2030.

- ✓ Οι γενικότεροι περιορισμοί στις κυβερνητικές δαπάνες και το αυξανόμενο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης, το οποίο θα συμβάλει στην εκτιμώμενη συνολική άμεση και έμμεση απώλεια ύψους 47 τρις δολαρίων για το παγκόσμιο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) έως το 2030 (WEF, 2019). Σημειωτέων, το 2019 οι παγκόσμιες δαπάνες για την υγεία έφθασαν στα 8,5 τρις δολάρια (το 60% ήταν δημόσιες και το 40% ήταν ιδιωτικές δαπάνες), οι οποίες αντιστοιχούσαν περίπου στο 10% του παγκόσμιου ΑΕΠ, και ήταν περισσότερο από διπλάσιες (4,2 τρις δολάρια) συγκριτικά με το 2000 (WHO, 2021b).
- ✓ Η δυσκολία προσέλκυσης και διατήρησης κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού στο χώρο της υγείας για την παροχή υψηλής ποιότητας φροντίδα: Προβλέπεται ότι μέχρι το 2030 θα υπάρχει παγκόσμια έλλειψη 18 εκατ. εργαζομένων στον τομέα της υγείας.
- ✓ Η εσφαλμένη διάγνωση και τα ιατρικά λάθη γενικότερα: Η εσφαλμένη διάγνωση είναι ένα σοβαρό θέμα στην ιατρική επιστήμη, με μελέτες που αποκαλύπτουν ότι τουλάχιστον ένας ενήλικας ασθενής στους 20 υπόκειται σε εσφαλμένη διάγνωση κάθε χρόνο στις ΗΠΑ, με τα μισά από αυτά τα σφάλματα να είναι δυνητικά επιβλαβή και με αποτέλεσμα κάθε χρόνο να πεθαίνουν περίπου 400.000 ασθενείς από ιατρικά λάθη.
- ✓ Η άνιση πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας: τουλάχιστον το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού δεν μπορεί να λάβει τις βασικές υπηρεσίες υγείας.
- ✓ Οι αυξημένες απαιτήσεις των πολιτών: πλέον οι σημερινοί ασθενείς είναι πληροφορημένοι, ενήμεροι και συμπεριφέρονται σαν καταναλωτές. Έχοντας ευκολότερη πρόσβαση στην πληροφόρηση και την τεχνολογία, θέλουν να συμμετέχουν πιο ενεργά στη λήψη αποφάσεων που αφορούν την υγεία τους και να έχουν πρόσβαση σε μια πιο άνετη και οικονομικά προσιτή φροντίδα.
- ✓ Η επιτάχυνση της επιστήμης, η μείωση του κόστους της αλληλουχίας των γονιδιωμάτων (genomics), η συνθετική βιολογία (synthetic biology) και η νανοτεχνολογία (nanotechnology), συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη έρευνα και ανάπτυξη, και οδηγούν στην ιατρική ακριβείας και στη δημιουργία νέων θεραπειών και φαρμάκων.
- ✓ Η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας, η οποία επιταχύνει τον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου της υγείας, με το διαδίκτυο των ιατρικών

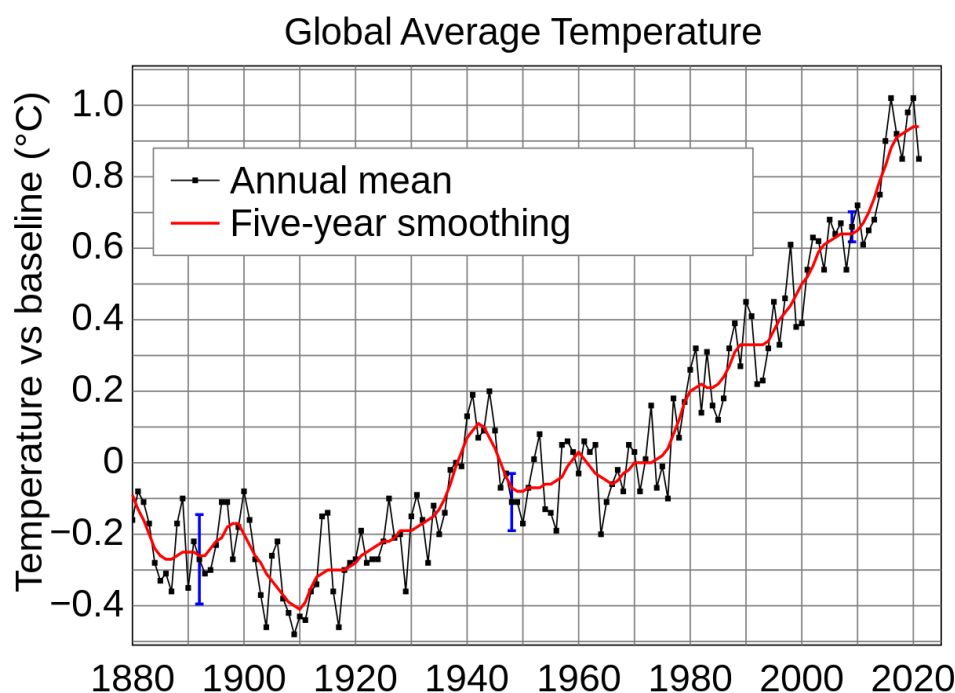
πραγμάτων (IoMT), τις κινητές και φορητές συσκευές (mobile and wearable devices), τους αισθητήρες (sensors), τα μεγάλα δεδομένα (big data), τη τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence), το block chain, την εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα (VR/AR), τη ρομποτική (robotics) και την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing), θα μεταμορφώσει ριζικά την κοινωνία, θα αυξήσει τη διασύνδεση και θα αλλάξει τις δομές των συστημάτων υγείας.

Ο αντίκτυπος των παραπάνω προκλήσεων είναι ήδη αισθητός σήμερα και απαιτούνται βαθιές διαρθρωτικές μεταρρυθμίσεις στον τομέα της υγείας, οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν μέσω της χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών και των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, με σκοπό τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των συστημάτων υγείας και, παράλληλα, την εξασφάλιση της πρόσβασης σε υπηρεσίες για όλους τους πολίτες.

2.2 Κλιματική αλλαγή και υγεία

Η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με μακροπρόθεσμα καιρικά φαινόμενα στη Γη, όπως η θερμοκρασία, η στάθμη της θάλασσας και ο υετός. Το κλίμα της γης έχει αλλάξει ριζικά πολλές φορές από τότε που σχηματίστηκε ο πλανήτης (πριν από 4,5 δις χρόνια). Διακυμάνθηκε μεταξύ θερμών περιόδων και περιόδων παγετώνων. Οι κύκλοι αυτοί διαρκούσαν κάθε φορά δεκάδες χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια.

Κατά τα τελευταία 150 έτη (τη λεγόμενη «βιομηχανική εποχή») η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξήθηκε κατά 1,1 βαθμούς Κελσίου, δηλαδή οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν ταχύτερα από ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη εποχή (Σχήμα 1). Η αύξηση αυτή οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες.



Σχήμα 1: Μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1880 έως το 2020 (πηγή: <https://www.nasa.gov/>)

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα την σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου, και κατ' επέκταση τα συστήματα υγείας και τις δομές υγειονομικής περίθαλψης με πολλούς τρόπους. Μεταξύ άλλων οδηγεί σε τραυματισμούς, ασθένειες, πανδημίες και θανάτους. Πρόκειται για μια σημαντική επίδραση, η οποία συχνά δε λαμβάνεται υπόψη με την πρέπουσα προσοχή, αφού οι περισσότεροι θεωρούν ότι η προσωπική τους υγεία εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη συμπεριφορά τους (π.χ. διατροφικές συνήθειες, άσκηση), την κληρονομικότητα ή την ευκολία πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία λόγω της κλιματικής αλλαγής είναι α) οι μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες και τα συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως είναι οι τυφώνες, οι καύσωνες, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες, β) η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, γ) η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, δ) το μη κατάλληλο νερό προς χρήση, ε) η ποιότητα του εδάφους, και στ) η επάρκεια και η ποιότητα των τροφίμων (Εικόνα 2).

Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή υπονομεύει πολλούς από τους κοινωνικούς παράγοντες για την καλή υγεία, όπως είναι τα μέσα διαβίωσης, η υγιεινή διατροφή, το

ασφαλές καταφύγιο, η ισότητα και η πρόσβαση σε δομές υγειονομικής περίθαλψης και κοινωνικής υποστήριξης.

Οι παραπάνω παράγοντες γίνονται δυσανάλογα αισθητοί από τους πιο ευάλωτους και μειονεκτούντες, συμπεριλαμβανομένων των γυναικών, των παιδιών, των εθνοτικών μειονοτήτων, των φτωχών κοινοτήτων, των κατοίκων χωρών χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, των μεταναστών, των ηλικιωμένων πληθυσμών και εκείνων με υποκείμενες παθήσεις. Με άλλα λόγια, εκείνοι που συνεισφέρουν λιγότερο στην κλιματική αλλαγή, υποφέρουν περισσότερο από αυτήν και τις επιπτώσεις της, διότι δεν έχουν τους κατάλληλους πόρους για να προσαρμοστούν γρήγορα στις βίαιες αλλαγές.

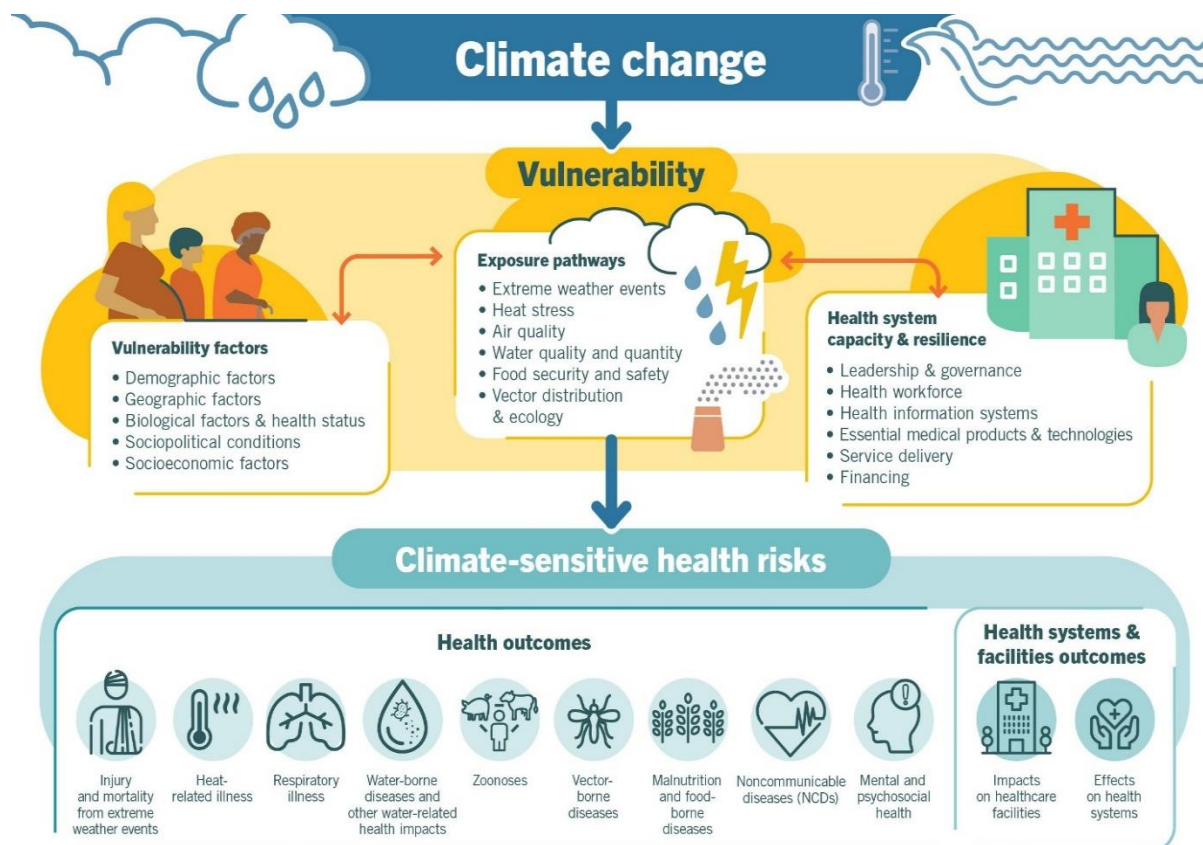
Η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να οδηγήσει περισσότερους από 100 εκ. ανθρώπους πίσω στην ακραία φτώχεια έως το 2030, με μεγάλο μέρος αυτής της αναστροφής να αποδίδεται σε αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία αναφέρονται στις παρακάτω κατηγορίες, αλφαβητικά, ανεξάρτητα από τη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα των επιδράσεων στην υγεία:

- Ασθένειες και λοιμώξεις που προκαλούνται από το νερό ή τα τρόφιμα, όπως είναι η χολέρα, η σαλμονέλα, η πολιομυελίτιδα και ο τύφος
- Ασθένειες και λοιμώξεις που προκαλούνται από φορείς-διαβιβαστές (π.χ. νυχτερίδες, κουνούπια και άλλα έντομα), όπως είναι η ελονοσία, η μαλάρια, ο ιός του Δυτικού Νείλου, ο Δάγκειος πυρετός και ο κίτρινος πυρετός
- Άσθμα, αναπνευστικές αλλεργίες και ασθένειες
- Διαταραχές ψυχικής υγείας και άγχος
- Επιπλοκές στην ανθρώπινη ανάπτυξη
- Καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και εμφράγματα
- Νεοπλάσματα
- Νευρολογικές ασθένειες και διαταραχές
- Νοσηρότητα και θνησιμότητα από ακραία καιρικά φαινόμενα
- Νοσηρότητα και θνησιμότητα από τη ζέστη

Σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ., το ένα τέταρτο των ασθενειών οφείλεται στην κλιματική αλλαγή και υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο περίπου 13,7 εκατ. άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους παγκοσμίως. Ειδικότερα, η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί 7 εκατ. θανάτους, που μπορούν να προληφθούν, ετησίως. Πάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού

εξακολουθεί να εκτίθεται σε μη κατάλληλο νερό προς χρήση και κακή υγιεινή, με αποτέλεσμα σε πάνω από 800.000 θανάτους, που μπορούν να προληφθούν, κάθε χρόνο. Περισσότεροι από ένα εκατομμύριο εργαζόμενοι πεθαίνουν κάθε χρόνο επειδή ο χώρος εργασίας τους δεν είναι ασφαλής, και περισσότεροι από ένα εκατομμύριο άνθρωποι πεθαίνουν από την έκθεσή τους σε χημικές ουσίες (WHO, 2020).



Εικόνα 2: Η κλιματική αλλαγή και η υγεία (πηγή: <https://www.who.int/>)

Η συχνότητα των επιδημιών των μολυσματικών ασθενειών (π.χ. SARS Covid 19, χολέρα) αυξάνει τις αρνητικές συνέπειες για τον άνθρωπο και ο ρόλος του τομέα υγείας στη διαχείριση των επιδημιών είναι καθοριστικός όσον αφορά την αντιμετώπιση τους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, σύμφωνα με εκτιμήσεις του Π.Ο.Υ. μεταξύ του 2020 και του 2021 πέθαναν περίπου 15 εκατ. άνθρωποι παγκοσμίως από τον ιό Covid 19. Αυτά τα αποθαρρυντικά δεδομένα όχι μόνο υποδεικνύουν τον αντίκτυπο της πανδημίας, αλλά και την ανάγκη για όλες τις χώρες να επενδύσουν σε πιο ανθεκτικά συστήματα υγείας, ώστε να μπορούν να διατηρούν βασικές υπηρεσίες υγείας κατά τη διάρκεια κρίσεων.

Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης σχετιζόμενων με το κλίμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (climate-informed early warning systems – EWS) έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την αποτελεσματικότητα ελέγχου εξάπλωσης της νόσου με παρέμβαση πριν ή στην αρχή της εμφάνισης της επιδημίας, αντί κατά τη διάρκεια της έξαρσής της, όπου ήδη έχει χαθεί πολύτιμος χρόνος. Επιπλέον, η πρόβλεψη εστιών των μολυσματικών ασθενειών με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) και την παρακολούθηση γεωχωρικών δεδομένων θα μπορούσε να είναι ακόμη πιο αποτελεσματική ώστε να αντιμετωπίζονται έγκαιρα οι επιδημίες σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο.

Συνεπώς, η δίκαιη προστασία της ανθρώπινης υγείας σε όλο τον κόσμο λόγω της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να είναι η κατευθυντήρια αρχή. Το δικαίωμα στην υγεία θα πρέπει να είναι καθολικό. Για να ανταποκριθούμε στις βασικές ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού θα πρέπει να ενσωματώσουμε την προοπτική της δημόσιας υγείας σε όλες τις περιβαλλοντικές δράσεις όλων των κρατών, προωθώντας ενεργά τη δημιουργία ανθεκτικών συστημάτων υγείας. Μόνο με την ανανέωση των στρατηγικών προσαρμογής θα μπορέσουμε να ανταποκριθούμε στη διαρκή παγκόσμια υγειονομική κρίση λόγω της κλιματικής αλλαγής. Το σύνθημα του Π.Ο.Υ.: «Η κλιματική κρίση είναι κρίση υγείας» (Climate crisis is a health crisis) τα λέει όλα!

Κλιματική αλλαγή και δομές υγειονομικής περίθαλψης

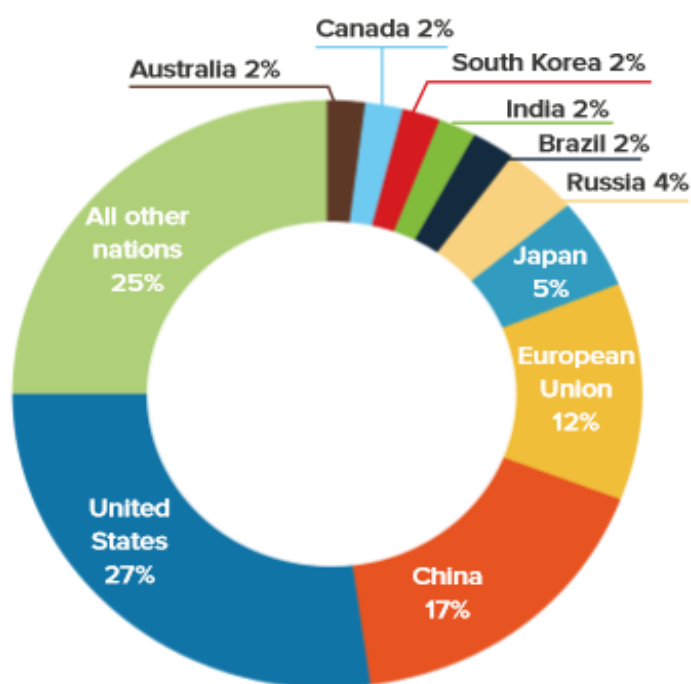
Με τη Συμφωνία των Παρισίων για το κλίμα (Paris Climate Agreement) το 2015 συμφωνήθηκε να συγκρατηθεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από τους 2°C και να συνεχιστούν οι προσπάθειες ώστε να περιοριστεί στον 1,5°C. Έπειτα, στη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (COP26) το 2021 στη Γλασκόβη, συμφωνήθηκε μεταξύ άλλων το πρόγραμμα υγείας (COP26 Health Programme) με πρωτοβουλίες που αφορούν στη **δημιουργία συστημάτων υγείας ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή και με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.**

Οι δομές υγειονομικής περίθαλψης, οι οποίες ποικίλουν από μικρές κλινικές έως μεγάλα νοσοκομεία, είναι ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή και σε άλλες περιβαλλοντικές πιέσεις, και μπορούν επίσης να έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον και κατά συνέπεια στην υγεία.

Επομένως, οι δομές, που είναι ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή και περιβαλλοντικά βιώσιμες, βρίσκονται σε καλύτερη θέση να προβλέψουν, να

ανταποκριθούν, να αντιμετωπίσουν, να ανακάμψουν και να προσαρμοστούν στους κραδασμούς και στις πιέσεις που σχετίζονται με το κλίμα, έτσι ώστε να προσφέρουν συνεχή υγειονομική περίθαλψη σε αυτούς που τη χρειάζονται παρά το ασταθές κλίμα (WHO, 2021a).

Εκτιμάται ότι η υγειονομική περίθαλψη ευθύνεται περίπου για το 4,4% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (το οποίο ισοδυναμεί σε 2.0Gt CO₂) μέσω της κατανάλωσης ενέργειας για την παροχή υπηρεσιών υγείας, της μεταφοράς, της παραγωγής, προμήθειας και χρήσης προϊόντων, και τη διάθεση απορριμμάτων (Karliner J et al, 2019). Οι ΗΠΑ, η Κίνα και οι χώρες της Ευρώπης αποτελούν το 56% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων στην υγειονομική περίθαλψη (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Οι χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης (πηγή: Karliner J et al, 2019)

Συγκεκριμένα, οι δομές υγειονομικής περίθαλψης συμβάλουν άμεσα κατά 17% στις παγκόσμιες εκπομπές ρύπων του τομέα μέσω της κατανάλωσης καυσίμων από τις ίδιες τις δομές και τα οχήματα που ανήκουν σε αυτές, ενώ, έμμεσα συμβάλουν μέσω της κατανάλωσης ενέργειας, όπως είναι από τον ηλεκτρισμό, την ψύξη και την θέρμανση. Η κατανάλωση ενέργειας ευθύνεται για το 12% των παγκόσμιων εκπομπών ρύπων του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης (Karliner J et al, 2019).

Επίσης, οι δομές συμβάλουν έμμεσα μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού της υγειονομικής περίθαλψης, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή, μεταφορά και διάθεση αγαθών και υπηρεσιών, όπως είναι φαρμακευτικών και άλλων χημικών προϊόντων, τροφίμων και γεωργικών προϊόντων (π.χ. το βαμβάκι), ιατρικών συσκευών, νοσοκομειακού εξοπλισμού, καθώς και οργάνων που έχουν αγοραστεί και χρησιμοποιηθεί από τις δομές. Η αλυσίδα εφοδιασμού ευθύνεται για το 71% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης (Karliner J et al, 2019).

Επομένως, οι δομές υγειονομικής περίθαλψης, που είναι ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή και περιβαλλοντικά βιώσιμες, μπορούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές και κλιματικές επιπτώσεις του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της αλλαγής του τρόπου σχεδιασμού και λειτουργίας των δομών για εξοικονόμηση ενέργειας, μιας και πρόκειται για εγκαταστάσεις που λειτουργούν συνεχώς, 24 ώρες το 24ωρο - 365 ημέρες. Βιοκλιματικά κτήρια με μόνωση και μεγάλη αυτοπαραγωγή καθαρής, ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να αποτελέσουν προτεραιότητα.

Επιπλέον, για τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος των δομών, και κατ' επέκταση των συστημάτων υγείας, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αποκέντρωσης αυτών με τη χρήση της τηλεϊατρικής, του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας και άλλων εφαρμογών της ψηφιακής τεχνολογίας για την εξ' αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών ή τη φροντίδα στο σπίτι. Αποτέλεσμα της χρήσης της ψηφιακής τεχνολογίας είναι η εξοικονόμηση πόρων, η μείωση των μεταφορών των ασθενών από και προς τις δομές, αλλά και η άμεση ανταπόκριση σε κρίσιμες καταστάσεις. Άλλωστε, κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid 19 είδαμε την επιτάχυνση της υιοθέτησης αυτών των τεχνολογιών, καθώς και την αποτελεσματικότητά τους σε εξαιρετικές περιστάσεις.

Σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ., όλες οι δομές και οι υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να είναι περιβαλλοντικά βιώσιμες, να χρησιμοποιούν ασφαλείς υπηρεσίες ύδρευσης, αποχέτευσης και καθαρή ενέργεια, να διαχειρίζονται βιώσιμα τα απορρίμματα τους και να προμηθεύονται αγαθά με βιώσιμο τρόπο, να είναι ανθεκτικές σε ακραία καιρικά φαινόμενα, και να είναι ικανές να προστατεύουν την υγεία και την ασφάλεια του υγειονομικού εργατικού δυναμικού τους (WHO, 2021a). Για τη μεταφορά των ασθενών μπορούν να χρησιμοποιούνται οχήματα με χαμηλές έως και μηδενικές εκπομπές ρύπων, όπως για παράδειγμα είναι τα ηλεκτρικά οχήματα.

Τα συστήματα υγείας που επικεντρώνονται όλο και περισσότερο στην πρόληψη αντί στη θεραπεία ασθενειών μπορούν να μειώσουν περαιτέρω την ανάγκη για δομές με υψηλό ανθρακικό αποτύπωμα, τη ζήτηση για παροχή υπηρεσιών υγείας, τη χρήση φαρμακευτικών προϊόντων με υψηλό ανθρακικό αποτύπωμα ως θεραπεία, και να γίνονται όλο και πιο βιώσιμα, κλιματικά «έξυπνα» (Climate-Smart Healthcare) και ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή (Bouley T et al, 2017).

Συμπερασματικά, οι στόχοι του τομέα υγείας για την προαγωγή της υγείας, την πρόληψη ασθενειών και την υγειονομική καθολική κάλυψη, και ο παγκόσμιος κλιματικός στόχος για μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να συμπορεύονται. Η προστασία της υγείας των ανθρώπων από την κλιματική αλλαγή απαιτεί δράση μετασχηματισμού σε πολλούς τομείς, όπως της ενέργειας, των μεταφορών και των οικονομικών.

3 Ψηφιακή Υγεία

3.1 Ψηφιακή Υγεία

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η **Ψηφιακή Υγεία (Digital Health)** αναφέρεται «σε εργαλεία και υπηρεσίες που βασίζονται σε τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Information and Communication Technologies - ICTs) για τη βελτίωση της πρόληψης, της διάγνωσης, της θεραπείας, της παρακολούθησης και της διαχείρισης των ζητημάτων που σχετίζονται με την υγεία, και για την παρακολούθηση και διαχείριση των συνηθειών του τρόπου ζωής που επηρεάζουν την υγεία. Η ψηφιακή υγεία είναι καινοτόμα και μπορεί να βελτιώσει την πρόσβαση στη φροντίδα και την ποιότητα αυτής, καθώς και μέσω αυτής να αυξηθεί η συνολική αποτελεσματικότητα του τομέα της υγείας.»

Σκοπός της ψηφιακής υγείας είναι η προαγωγή της υγείας, η πρόληψη και ο έλεγχος των ασθενειών, η ικανοποίηση των μη καλυπτόμενων αναγκών των ασθενών και η διευκόλυνση της ισότιμης πρόσβασης των πολιτών σε περίθαλψη υψηλής ποιότητας με ουσιαστική αξιοποίηση των ψηφιακών καινοτομιών. Επιπλέον, είναι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της βιωσιμότητας των συστημάτων υγείας και περίθαλψης (ΕΕ, 2018).

Οι βασικές αρχές που θα πρέπει να διέπουν την ψηφιακή υγεία είναι η διαφάνεια, η αξιοπιστία, η εγκυρότητα, η προσβασιμότητα, η καθολικότητα, η ισότητα, η διαλειτουργικότητα, η συνδεσιμότητα, η χρηστικότητα, η αποτελεσματικότητα, η ιδιωτικότητα, η ασφάλεια και η εμπιστευτικότητα.

Η ψηφιακή υγεία μπορεί να διασφαλίσει την επίτευξη των «στόχων των 3 δις» (the Triple Billion targets) του Π.Ο.Υ., οι οποίοι είναι μια φιλόδοξη πρωτοβουλία για τη βελτίωση της υγείας δισεκατομμυρίων ανθρώπων έως το 2023. Οι συγκεκριμένοι στόχοι αναφέρονται στο ότι 1 δις περισσότεροι άνθρωποι θα επωφελούνται από την καθολική κάλυψη υγείας, ότι 1 δις περισσότεροι άνθρωποι θα προστατεύονται καλύτερα από έκτακτες ανάγκες που σχετίζονται με την υγεία, και ότι 1 δις περισσότεροι άνθρωποι θα απολαμβάνουν καλύτερη υγεία και ευεξία έως το 2023 (WHO, 2021c).

Ο όρος «ψηφιακή υγεία» είναι ένας ευρύς όρος και περιλαμβάνει όλες τις εφαρμογές, τεχνολογίες και συστήματα που σχετίζονται με το χώρο της υγείας και την υγειονομική περίθαλψη. Οι κυριότεροι τύποι της ψηφιακής υγείας είναι οι εξής:

- ❖ Ηλεκτρονική υγεία (e-Health)
- ❖ «Κινητή» υγεία (m-Health)
- ❖ Τηλεϊατρική (telemedicine)
- ❖ Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας (EHR)
- ❖ Φορητοί αισθητήρες και συσκευές (wearable sensores and devices)
- ❖ Διαδίκτυο Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of medical things - IoMT)

Από τις ιατρικές εφαρμογές σε κινητά τηλέφωνα, που υποστηρίζουν τις ιατρικές αποφάσεις που λαμβάνουν οι γιατροί καθημερινά, έως την τεχνητή νοημοσύνη, το blockchain, την ρομποτική, την τριασδιάστατη εκτύπωση, την εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα και το διαδίκτυο ιατρικών πραγμάτων, η ψηφιακή τεχνολογία έχει επιφέρει επανάσταση στο χώρο της υγείας.

Τα ψηφιακά εργαλεία συνεισφέρουν στη βελτίωση της ακριβούς διάγνωσης και θεραπείας των ασθενειών, στην ενίσχυση της εξ'αποστάσεως παρακολουθήσεως και της φροντίδας των ασθενών στο σπίτι, και στην ενδυνάμωση της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας, ακόμα και σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, όπου οι πόροι και οι υποδομές είναι περιορισμένες.

Οι τεχνολογίες ψηφιακής υγείας χρησιμοποιούν πλατφόρμες υπολογιστών, λογισμικά, εργαλεία που επιτρέπουν την ανταλλαγή, την απομακρυσμένη λήψη και την αποθήκευση δεδομένων, και αισθητήρες για την υγειονομική περίθαλψη, αλλά και για άλλες σχετικές χρήσεις. Αυτές οι τεχνολογίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, δηλαδή καλύπτουν εφαρμογές γενικά για την ευεξία μέχρι για τη θεραπεία ασθενειών. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ή τη μελέτη ιατρικών προϊόντων.

Τα ψηφιακά εργαλεία δίνουν (α) στους παρόχους μια πιο ολιστική άποψη για την υγεία των ασθενών μέσω της πρόσβασής τους σε δεδομένα, και (β) στους ασθενείς περισσότερο έλεγχο της υγείας τους και της ευεξίας τους. Η ψηφιακή υγεία προσφέρει πραγματικές ευκαιρίες για τη βελτίωση των ιατρικών αποτελεσμάτων, την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας γενικότερα των συστημάτων υγείας, αλλά και τη μείωση των δαπανών τους. Εκτιμάται ότι χάρη στη ψηφιακή τεχνολογία μπορούν να εξοικονομηθούν μεταξύ 1,5 τρις και 3 τρις δολαρίων ετησίως έως το 2030.

Οι ψηφιακές και τεχνολογικές εξελίξεις έχουν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις προσδοκίες των πολιτών σε σχέση με την πρόληψη ασθενειών και την παροχή

περίθαλψης. Με τον άνθρωπο στο επίκεντρο είναι πλέον αναγκαία η παροχή ψηφιακών υπηρεσιών υγείας προς τους πολίτες, οι οποίες θα είναι εξατομικευμένες και προσαρμοσμένες στις ανάγκες τους.

Οι εργαζόμενοι στο χώρο της υγείας με τη χρήση των νέων τεχνολογιών μπορούν να διευκολύνουν σημαντικά την εργασία τους, αυξάνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας το χρόνο απασχόλησης ανά περιστατικό. Αυτό επιτυγχάνεται με την άμεση διάθεση των επιθυμητών πληροφοριών στο σημείο της ανάγκης. Έτσι, ουσιαστικά ενισχύεται η παραγωγικότητα στη μονάδα του χρόνου, εξυπηρετούνται οι ασθενείς καλύτερα, μειώνονται τα σφάλματα και ενισχύεται το αίσθημα ασφάλειας για τους ασθενείς και τους επαγγελματίες υγείας.

Οι πάροχοι και οι επαγγελματίες υγείας, αλλά και άλλοι εμπλεκόμενοι, χρησιμοποιούν τα ψηφιακά εργαλεία, έτσι ώστε να:

- Μειώσουν τις ανεπάρκειες,
- Αυξήσουν την πρόσβαση,
- Μειώσουν το κόστος και να καταναείμουν καλύτερα τους πόρους,
- Βελτιώσουν την ποιότητα και την «εμπειρία του καταναλωτή – ασθενή» (consumer experience), σύμφωνα με τις απαιτήσεις / προσδοκίες του,
- Βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα,
- Αυξήσουν την ανταποκρισιμότητα σε επείγοντα περιστατικά,
- Ενισχύσουν τον συντονισμό της φροντίδας,
- Κάνουν τα φάρμακα και τις θεραπείες πιο εξατομικευμένες για τους ασθενείς.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η χρήση των ψηφιακών εργαλείων για την υγεία εξαρτάται και από την κατάσταση των υποδομών των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών μιας τοπικής κοινωνίας ή μιας χώρας, συμπεριλαμβανομένου το εύρος ζώνης του Διαδικτύου (Internet bandwidth), το επίπεδο και την εξάπλωση της ευρυζωνικής κινητής τηλεφωνίας (mobile broadband), και την πρόσβαση σε δίκτυα κινητής τηλεφωνίας (mobile-cellular networks).

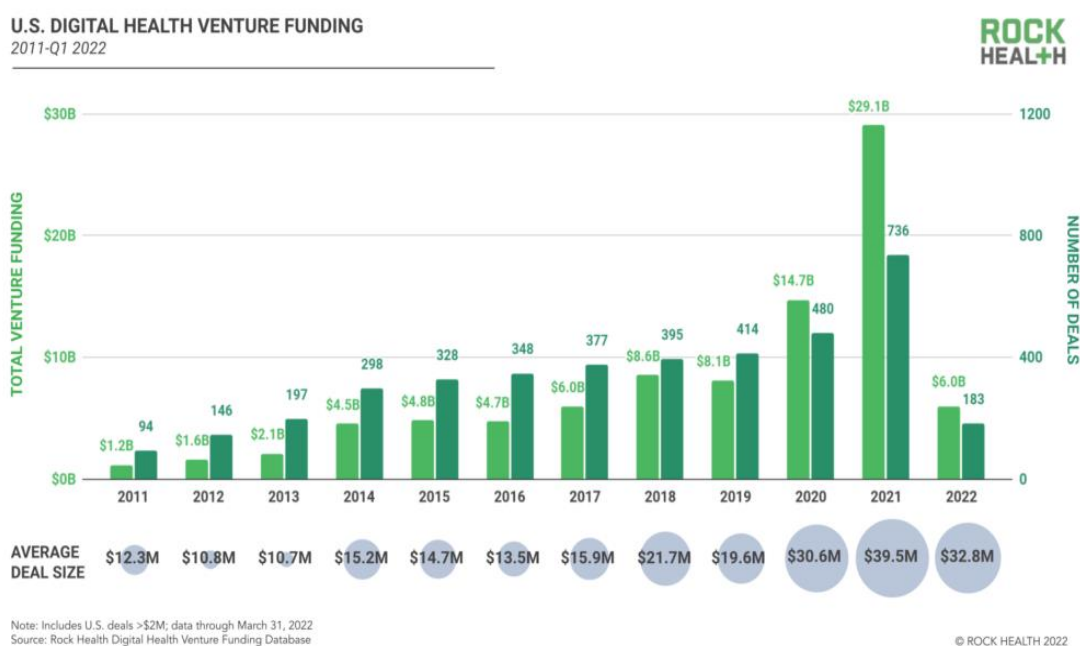
Επενδύσεις στην ψηφιακή υγεία

Η άνοδος της χρήσης της ψηφιακής υγείας φαίνεται και από την αύξηση των επενδύσεων σε εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο χώρο. Πιθανώς χάρη στον Covid 19 και τις επιπτώσεις που είχε στο χώρο της υγείας,

συμπεριλαμβανομένης της ανόδου της τηλεϊατρικής, της εικονικής φροντίδας και της ψηφιακής υγείας, ο χώρος γνώρισε μια έκρηξη χρηματοδότησης τα τελευταία δύο χρόνια.

Αξίζει να αναφερθεί ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) το 2021 οι επενδύσεις στην ψηφιακή υγεία έφθασαν το ρεκόρ των 29,1 δις δολαρίων (736 συμφωνίες), ενώ, το 2020 επενδύθηκαν 14,7 δις δολάρια (480 συμφωνίες) και το 2018 8,6 δις δολάρια (395 συμφωνίες). Το πρώτο τρίμηνο του 2022 έχουν ήδη επενδυθεί 6 δις δολάρια (Σχήμα 3) (Adriana Krasniansky et al, 2022).

Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι τα έσοδα που προέκυψαν από τις επενδύσεις στο χώρο της ψηφιακής υγείας για το 2021 ήταν αυξημένα κατά 2,5 δις δολάρια συγκριτικά με το προηγούμενο έτος και έφθασαν στα 5,5 δις δολάρια (Oleg Bestseny et al, 2021).

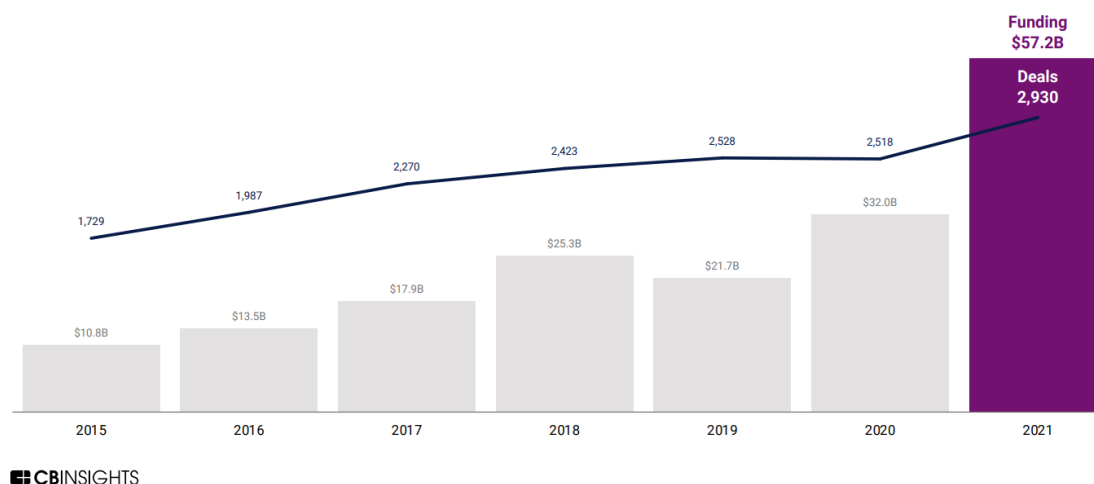


Σχήμα 3: Οι επενδύσεις στο χώρο της ψηφιακής υγείας στις ΗΠΑ από το 2011 έως το πρώτο τρίμηνο του 2022 (πηγή: Adriana Krasniansky et al, 2022)

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι επενδύσεις σε εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της ψηφιακής υγείας έφθασαν στα 57,2 δις δολάρια για το 2021, ενώ το 2020 ήταν στα 32 δις δολάρια (Σχήμα 4). Επομένως, οι επενδύσεις αυξήθηκαν κατά 79% μέσα σε ένα έτος με την αγορά των ΗΠΑ να είναι κυρίαρχη παγκοσμίως και έπειτα να ακολουθούν αυτές της Ασίας και της Ευρώπης. Όσο οι επενδύσεις σε εταιρίες στο χώρο της

ψηφιακής υγείας συνεχίζουν να αυξάνονται, τόσο θα αυξάνεται και η πίεση στις εταιρίες του χώρου να καινοτομούν και να βρίσκουν υπηρεσίες και εφαρμογές πιο βιώσιμες και ανταγωνιστικές για την εξυπηρέτηση των καταναλωτών και ασθενών.

Global digital health funding grows 79% YoY to reach \$57.2B



Σχήμα 4: Οι παγκόσμιες επενδύσεις στο χώρο της ψηφιακής υγείας από το 2015 έως το 2021 (πηγή: CB Insights, 2021a)

3.2 Ηλεκτρονική Υγεία

Οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) συμβάλουν σημαντικά τόσο στην ατομική, όσο και στη δημόσια υγεία. Από τοπικό μέχρι εθνικό επίπεδο, η ΤΠΕ συμβάλει στον τρόπο παροχής της υγειονομικής περίθαλψης, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο τα συστήματα υγείας ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πολιτών. Επίσης, η Τ.Π.Ε. υποστηρίζει κρίσιμες λειτουργίες βελτιώνοντας τη δυνατότητα συλλογής, ανάλυσης, διαχείρισης και ανταλλαγής πληροφοριών στον τομέα της υγείας.

Η **Ηλεκτρονική Υγεία (e-Health)** ορίζεται ως «η αποδοτική και ασφαλής χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) για την υποστήριξη της υγείας, αλλά και πεδίων που σχετίζονται με την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης, της παρακολούθησης και της αγωγής υγείας, της γνώσης και της έρευνας» (WHO, 2006).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η ηλεκτρονική υγεία αποτελείται από διαφορετικά ψηφιακά λειτουργικά υποσύνολα, τα οποία αναλύονται στις παρακάτω ενότητες και είναι τα εξής:

1. η «κινητή» υγεία,

2. η τηλεϊατρική,
3. ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η Ηλεκτρονική Υγεία ορίζεται ως «η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) για την κάλυψη των αναγκών των πολιτών, των ασθενών, των επαγγελματιών του τομέα της υγείας, των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής».

Επίσης, ορίζεται ως «η χρήση Τ.Π.Ε. σε προϊόντα, υπηρεσίες και διαδικασίες υγείας σε συνδυασμό με οργανωτικές αλλαγές στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης και νέες δεξιότητες, προκειμένου να βελτιωθεί η υγεία των πολιτών, η αποτελεσματικότητα και η παραγωγικότητα κατά την παροχή υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και η οικονομική και κοινωνική αξία της υγείας. Η ηλεκτρονική υγεία καλύπτει την αλληλεπίδραση μεταξύ ασθενών και παρόχων υγειονομικών υπηρεσιών, τη διαβίβαση δεδομένων μεταξύ ιδρυμάτων και την επικοινωνία μεταξύ ασθενών ή/και επαγγελματιών στον τομέα της υγείας.» (ΕΕ, 2012)

Με άλλα λόγια, η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα μέσο για να διασφαλιστεί ότι η σωστή πληροφορία σχετιζόμενη με την υγεία παρέχεται στο σωστό άνθρωπο, στο σωστό τόπο και χρόνο με ασφαλή και ηλεκτρονικό τρόπο με σκοπό τη βελτιστοποίηση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, έρευνας, εκπαίδευσης και γνώσης.

Η ηλεκτρονική υγεία συμβάλει στην παροχή ευκαιριών και λύσεων για τη βελτίωση της πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας από τους φτωχούς και ευάλωτους ανθρώπους που βρίσκονται σε απομακρυσμένες και μειονεκτούσες κοινότητες. Η υγειονομική περίθαλψη πλέον είναι διαθέσιμη στο σπίτι, στη δουλειά ή στο σχολείο, και όχι μόνο σε ένα νοσοκομείο ή μια κλινική.

Επομένως, η ηλεκτρονική υγεία καθιστά εφικτή την επικοινωνία μεταξύ ασθενών και παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, και επιτρέπει να γίνονται απομακρυσμένα ραντεβού. Με αυτό τον τρόπο, επιτρέπει στα άτομα να βελτιώνουν τον τρόπο ζωής τους και να διατηρούν την καλή τους υγεία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα με λιγότερες επισκέψεις στο γιατρό τους και χωρίς εμπόδια από τις γεωγραφικές αποστάσεις.

Επίσης, εφαρμόζεται σε όλο και περισσότερες χώρες του κόσμου και είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη της παγκόσμιας κάλυψης υγείας (universal health coverage - UHC) και την προώθηση της ισότητας και της αλληλεγγύης. Επομένως, για να βελτιωθεί η υγεία και να μειωθούν οι ανισότητες στον τομέα της υγείας, είναι

απαραίτητο να δημιουργηθεί αυστηρή αξιολόγηση της ηλεκτρονικής υγείας και να προωθηθεί η κατάλληλη ενσωμάτωση και χρήση των Τ.Π.Ε..

Η ηλεκτρονική υγεία μετατρέπει τα νοσοκομεία σε «εικονικά» (virtual) δίκτυα παρόχων, συνδέοντας όλα τα επίπεδα του συστήματος υγείας, και συμβάλλει στην αναβάθμιση των υπηρεσιών της πρωτοβάθμιας φροντίδας. Ελέγχεται καλύτερα η ποιότητα και η ασφάλεια των παρεχόμενων υπηρεσιών, βελτιώνονται οι διαδικασίες περίθαλψης, μειώνεται η πιθανότητα ιατρικών λαθών, η παραμονή των ασθενών στα νοσοκομεία και το κόστος της παροχής υγειονομικής περίθαλψης και για τα δύο μέρη (πάροχοι υγείας – ασθενείς).

Επιπλέον, διευκολύνει την συνεχή εκπαίδευση του υγειονομικού εργατικού δυναμικού μέσω της χρήσης της ηλεκτρονικής μάθησης (eLearning) και καθιστά την εκπαίδευση ευρύτερα προσβάσιμη, ιδιαίτερα για όσους είναι απομονωμένοι ή ζουν σε μέρη με ανεπαρκείς εκπαιδευτικές υποδομές. Επιτρέπει, επίσης, στους επαγγελματίες υγείας να ενημερώνουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους με τρόπο ευέλικτο, αποτελεσματικό και εξατομικευμένο, χωρίς να χρειάζεται να εγκαταλείψουν τον χώρο εργασίας τους και με χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με τη δια ζώσης εκπαίδευση.

Επιπρόσθετα, η ηλεκτρονική υγεία ενισχύει τη διάγνωση και τη θεραπεία των ασθενών παρέχοντας ακριβή και έγκαιρη ενημέρωση μέσω των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας. Με τον άνθρωπο στο επίκεντρο, επιτυγχάνεται η παροχή εξατομικευμένης πληροφορίας. Τέλος, μέσω της χρήσης των Τ.Π.Ε., η ηλεκτρονική υγεία βελτιώνει την λειτουργία, την οικονομική αποτελεσματικότητα, τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα των συστημάτων υγείας.

Παρά τα οφέλη που προκύπτουν, σοβαρά εμπόδια αποτελούν τροχοπέδη για την ευρύτερη αφομοίωση της ηλεκτρονικής υγείας, τα οποία είναι τα εξής (ΕΕ, 2012):

- ❖ η άγνοια ή η δυσπιστία σε λύσεις ηλεκτρονικής υγείας μεταξύ των ασθενών, των πολιτών και των επαγγελματιών υγείας,
- ❖ η έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ λύσεων της ηλεκτρονικής υγείας,
- ❖ η ελλιπής ευρύτερη τεκμηρίωση της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας των εργαλείων και υπηρεσιών της ηλεκτρονικής υγείας,
- ❖ η απουσία νομικής σαφήνειας για «κινητές» εφαρμογές υγείας και ευζωίας, και η έλλειψη διαφάνειας όσον αφορά τη χρήση δεδομένων που συλλέγουν οι εν λόγω εφαρμογές,

- ❖ τα ανεπαρκή ή αποσπασματικά νομικά πλαίσια, συμπεριλαμβανόμενης της έλλειψης καθεστώτων επιστροφής των εξόδων για υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας,
- ❖ το υψηλό κόστος εκκίνησης για τη δημιουργία συστημάτων ηλεκτρονικής υγείας,
- ❖ το ψηφιακό χάσμα, οι περιφερειακές διαφορές όσον αφορά την πρόσβαση σε υπηρεσίες Τ.Π.Ε. και η περιορισμένη πρόσβαση σε μειονεκτούσες περιοχές.

Πολλοί φραγμοί μπορούν να συμβάλουν στην καθυστέρηση ή την αποτυχία για τον ψηφιακό μετασχηματισμό του χώρου της υγείας, όπως είναι για παράδειγμα το σημαντικό θέμα της ανταλλαγής δεδομένων υγείας και το αποσπασματικό νομικό πλαίσιο, η έλλειψη νομικής σαφήνειας και η περιορισμένη διαλειτουργικότητα.

Με τη διαλειτουργικότητα δύο ή περισσότερες εφαρμογές ηλεκτρονικής υγείας μπορούν να ανταλλάσσουν, να κατανοούν και να ενεργούν βάσει πληροφοριών πολίτη/ασθενή και άλλων συναφών με την υγεία, και γνώσεων μεταξύ γλωσσικά και πολιτισμικά διαφορετικών κλινικών επιστημόνων, ασθενών και άλλων φορέων ή οργανισμών εντός και μεταξύ των διαφόρων συστημάτων υγείας, σε πλαίσιο συνεργασίας. Με την επίτευξη της επιθυμητής διαλειτουργικότητας, ανοίγει ο δρόμος για την απλοποίηση της «μετανάστευσης» δεδομένων από μια παρωχημένη τοπική εφαρμογή, στο cloud.

3.3 «Κινητή» Υγεία

3.3.1 «Κινητή» Υγεία

Με τη χρήση κινητών τεχνολογιών και εφαρμογών δίνεται η δυνατότητα στα συστήματα υγείας να μετασχηματιστούν ψηφιακά σε ολόκληρο τον κόσμο, λόγω της ευκολίας στη χρήση τους, της ευρείας εμβέλειας και αποδοχής τους. Υπάρχουν περισσότερες από 7 δις συνδρομές κινητής τηλεφωνίας παγκοσμίως, πάνω από το 70% των οποίων είναι σε χώρες χαμηλού ή μεσαίου εισοδήματος. Σε πολλά μέρη, οι άνθρωποι είναι πιο πιθανό να έχουν πρόσβαση σε ένα κινητό τηλέφωνο παρά σε καθαρό νερό, τραπεζικό λογαριασμό ή ηλεκτρικό ρεύμα.

Η «κινητή» υγεία (**mobile health or m-Health**) αποτελεί υποσύνολο της ηλεκτρονικής υγείας και σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ. ορίζεται ως «η πρακτική ιατρικής και δημόσιας υγείας που υποστηρίζεται από κινητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα,

tablets, προσωπικοί υπολογιστές, συσκευές παρακολούθησης ασθενών, προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (personal digital assistants - PDAs) και άλλες ασύρματες συσκευές» (WHO, 2011).

Επίσης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η «κινητή» υγεία «καλύπτει ιατρικές πρακτικές και πρακτικές δημόσιας υγείας που υποστηρίζονται από κινητές συσκευές. Περιλαμβάνει ειδικότερα τη χρήση κινητών συσκευών επικοινωνίας για σκοπούς παροχής υπηρεσιών και πληροφοριών σχετικά με την υγεία και την ευημερία, καθώς και εφαρμογές κινητής υγείας» (EC, 2014).

Η «κινητή» υγεία μπορεί να συμβάλει στον ψηφιακό μετασχηματισμό της υγειονομικής περίθαλψης και να βελτιώσει την ποιότητα και την αποτελεσματικότητά της (European mHealth HUB, 2021). Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει:

- ❖ κινητές εφαρμογές (m-Health apps), όπως για παράδειγμα για τον τρόπο ζωής και την ευζωία, οι οποίες συνδέονται με κινητές ή φορητές συσκευές/αισθητήρες (π.χ. έξυπνα βραχιόλια ή ρολόγια),
- ❖ συστήματα ατομικής ή ομαδικής παρότρυνσης και κινητοποίησης,
- ❖ συστήματα παρακολούθησης ασθενών, π.χ. με χρόνιες παθήσεις
- ❖ υπηρεσίες για διάγνωση ασθενειών,
- ❖ τηλεφωνικά κέντρα υγείας ή τηλεφωνικές γραμμές βοήθειας για θέματα υγείας,
- ❖ υπενθυμίσεις με πληροφορίες για την υγεία που αποστέλλονται μέσω γραπτών μηνυμάτων, π.χ. για φαρμακοληψία ή για τον προγραμματισμένο εμβολιασμό των παιδιών,
- ❖ υπηρεσίες τηλεϊατρικής που παρέχονται ασύρματα.

3.3.1.1 Οι κινητές εφαρμογές στην υγεία

Οι κινητές εφαρμογές στην υγεία (mobile health apps), ή αλλιώς εφαρμογές υγείας σε κινητές συσκευές, είναι ο βασικός κινητήριος μοχλός της αξιοποίησης της «κινητής» υγείας. Αυτό φαίνεται και από το μερίδιο εσόδων που έχει στην παγκόσμια αγορά, όπου για το 2021 ήταν 75,4%.

Υπάρχουν κινητές εφαρμογές, οι οποίες επικεντρώνονται (α) στην **πρόληψη** (prevention), όπως είναι από λοιμώδη νοσήματα ή κατά της χρήσης ναρκωτικών ή αλκοόλ μέσω αποστολής πληροφοριών, (β) στη **διάγνωση** (diagnostic) μέσω υπηρεσιών τηλεϊατρικής, και (γ) στη **φροντίδα** (therapeutic) μέσω υπενθυμίσεων για το πρόγραμμα θεραπείας ενός ασθενή.

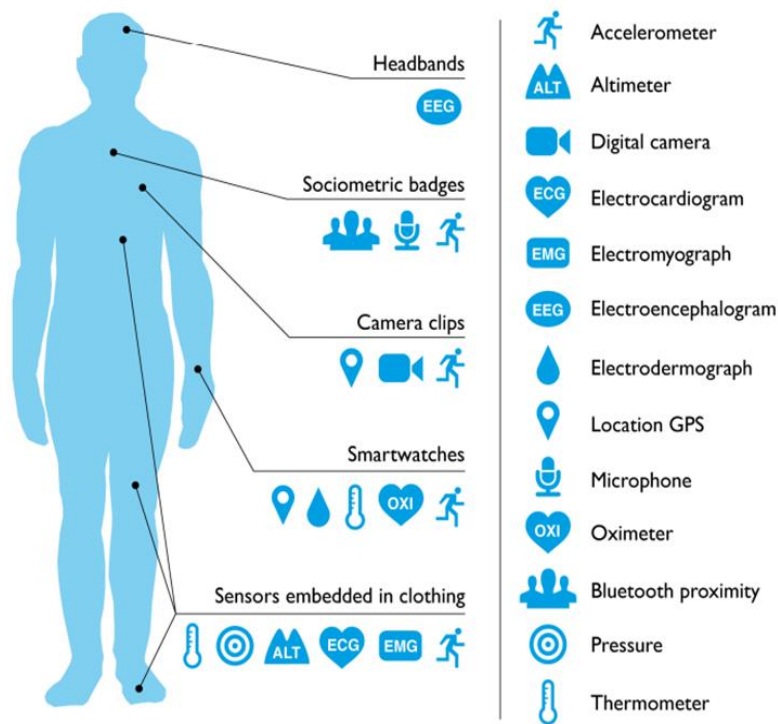
Άλλες εφαρμογές, οι οποίες κυριαρχούν στην αγορά, επικεντρώνονται (δ) στην εξ αποστάσεως **παρακολούθηση** (monitoring) ατόμων που πάσχουν από χρόνιες παθήσεις ή ανακτούν μετά από οξείες καταστάσεις, ή ηλικιωμένων ατόμων μέσω της καταγραφής σε πραγματικό χρόνο ζωτικών σημάτων (vital signs) ή σωματικής δραστηριότητας που έχουν σχέση με τις ιδιαιτερότητες του κάθε νοσήματος.

Επιπλέον, αρκετές εφαρμογές σχετίζονται με (ε) την **ευζωία** (wellness) και τον **τρόπο ζωής** (lifestyle), οι οποίες προσφέρουν πληροφορίες για τη διατήρηση ή βελτίωση υγιεινών συμπεριφορών και ποιότητας ζωής. Για παράδειγμα, υπάρχουν εφαρμογές που παρακολουθούν τις θερμίδες που καταναλώνει κάποιος καθημερινά, άλλες που παροτρύνουν για σωματική άθληση. Πολλές μελέτες αποκαλύπτουν ότι η τακτική σωματική δραστηριότητα συνδέεται με αύξηση του προσδόκιμου ζωής μεταξύ 0,4 και 6,9 ετών (M. Chui et al, 2021).

Επίσης, άλλα παραδείγματα εφαρμογών είναι αυτές που βοηθούν στο να κοιμηθεί κάποιος (η έλλειψη ύπνου συνδέεται με τη νόσο Alzheimer, το άγχος, την άνοια, την κατάθλιψη, την υπέρταση και τον διαβήτη τύπου 2) ή να χαλαρώσει μέσω διαλογισμού, και αυτές που βοηθούν τις γυναίκες να διαχειρίζονται την έμμηνου ρύση και τη γονιμότητα. Επομένως, όλες αυτές οι εφαρμογές είναι εργαλεία επικοινωνίας, πληροφόρησης και δημιουργίας κινήτρων.

Η «κινητή» υγεία συνδυάζει τη χρήση απλών τεχνολογιών, όπως είναι η μετάδοση της φωνής και η ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων (sms), με την εκμετάλλευση της τέταρτης και πέμπτης γενεάς τηλεπικοινωνιών (4G ή 5G), τη χρήση τεχνολογιών εντοπισμού θέσης (Global Positioning System – GPS), τις τεχνολογίες Bluetooth, κ.ά.

Οι κινητές συσκευές (**mobile devices**) και οι φορετές συσκευές και αισθητήρες (**wearable devices and sensors**) έχουν ενισχύσει τη χρήση των κινητών εφαρμογών, οι οποίες μεταξύ άλλων βοηθούν στην καταγραφή των βιοσημάτων ενός ατόμου, όπως είναι ο καρδιακός παλμός, η αρτηριακή πίεση, το επίπεδο γλυκόζης στο αίμα, ο κορεσμός οξυγόνου, η ποιότητα και οι ώρες ύπνου, η θερμοκρασία του σώματος και η εγκεφαλική δραστηριότητα (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Τι μπορούν να καταγράψουν οι κινητές και φορητές συσκευές / αισθητήρες σε διάφορες περιοχές του ανθρώπινου σώματος (πηγή: L. Piwek et al, 2016)

Η πιο δημοφιλής κινητή συσκευή παγκοσμίως είναι τα κινητά τηλέφωνα, τα οποία εκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών, από τα απλά τηλέφωνα χαμηλού κόστους και ισχύος, έως τα τελευταίας γενιάς έξυπνα τηλέφωνα (**smartphones**). Η διείσδυση των smartphones στη ζωή μας αποτιμάται στο 57% το 2017 και αναμένεται το 2025 να φθάσει στο 70% (GSMA, 2022). Τα έξυπνα κινητά αποτελούν λύση για τις υπηρεσίες διάγνωσης και εξ αποστάσεως παρακολούθησης, αφού έχουν μεγάλη χωρητικότητα και φωτογραφικό φακό υψηλής ευκρίνειας, είναι εύχρηστα, προσιτά και μεταφέρονται εύκολα.

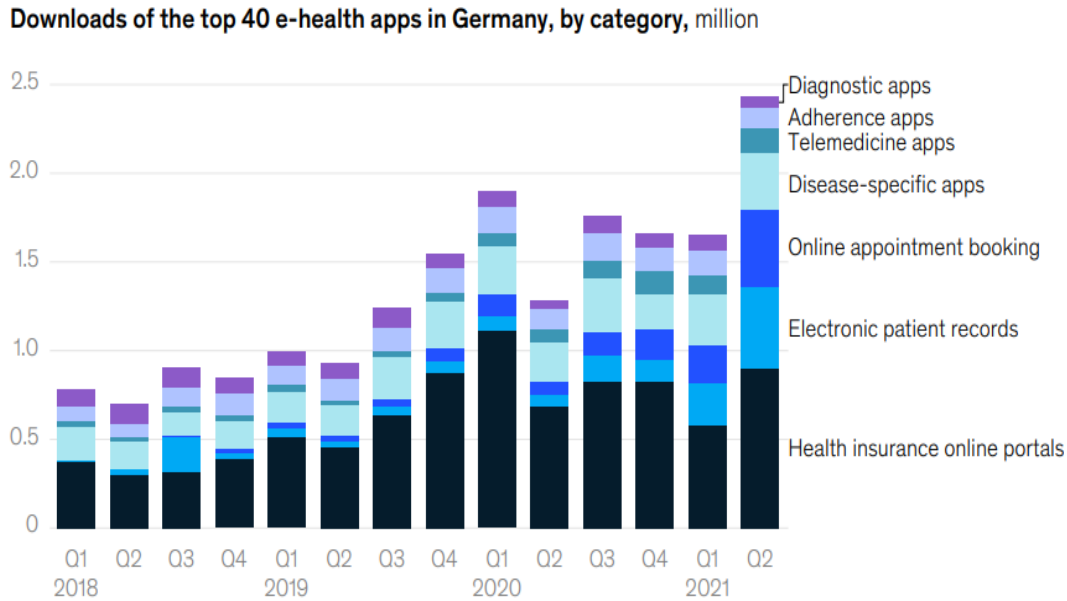
Η πιο δημοφιλής φορητή συσκευή είναι τα έξυπνα ρολόγια χειρός (**smart watches**), τα οποία εμφανίστηκαν στην αγορά περίπου το 2015, και έχουν ενισχύσει τη χρήση των κινητών εφαρμογών. Η αγορά των smart watches αυξήθηκε κατά 24% το 2021 συγκριτικά με το προηγούμενο έτος, με την Apple να παραμένει στην πρώτη θέση των πωλήσεων (με μερίδιο 28%) και να ακολουθεί η Samsung και η Huawei. Η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη είναι πρώτες σε πωλήσεις. Η Κίνα είναι η μεγαλύτερη αγορά για παιδικά έξυπνα ρολόγια και η Ινδία κατέγραψε εκρηκτική ανάπτυξη κατά τέσσερις φορές το 2021 (Sujeong Lim, 2022).

Επίσης, καθοριστικό παράγοντα για την αυξημένη ζήτηση στις κινητές εφαρμογές παίζουν τα **δίκτυα 4G και 5G**. Από τη στιγμή μάλιστα που το 5G είναι ικανό να πετύχει μέχρι και 100 φορές υψηλότερες ταχύτητες σε σχέση με το 4G και να διαχειριστεί μεγαλύτερο όγκο συνδέσεων και μεταφερόμενων δεδομένων στα δίκτυα με μεγαλύτερη αξιοπιστία και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (Ondrej Burkacky et al, 2020). Πλέον το δίκτυο 4G δίνει τη σκυτάλη στο 5G παγκοσμίως. Εκτιμάται ότι οι συνδρομές κινητής τηλεφωνίας με δίκτυο 5G θα ξεπεράσουν το 1 δις το 2022 και τα 2 δις το 2025 (GSMA, 2022).

Σύμφωνα με έρευνα, το 2017 υπήρχαν παγκοσμίως 325.000 διαθέσιμες εφαρμογές για έξυπνα κινητά, που σχετίζονται με την υγεία και την ευζωία, και πάνω από 80.000 εκδότες τέτοιων εφαρμογών. Εκτιμήθηκε ότι πραγματοποιήθηκαν 3,7 δις λήψεις εφαρμογών «κινητής» υγείας από χρήστες έξυπνων κινητών παγκοσμίως για το ίδιο έτος. Οι χρήστες αποτελούνται από τους επαγγελματίες υγείας, τους καταναλωτές και τους ασθενείς (Research2Guidance, 2017). Επίσης, σήμερα το μέσο κόστος για την ανάπτυξη και την κυκλοφορία μιας mHealth εφαρμογής είναι 425.000 δολάρια, ενώ το 2011 ήταν 40.000 δολάρια, και ο μέσος χρόνος που χρειάζεται για την ανάπτυξή της είναι 15 μήνες (Research2Guidance, 2018).

Στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στη Γερμανία οι κινητές εφαρμογές που σχετίζονται με την υγεία γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια. Μεταξύ του φθινοπώρου του 2019 και του καλοκαιριού του 2021, ο αριθμός λήψεων των 40 πιο γνωστών εφαρμογών διπλασιάστηκε και έφθασε στις 2,4 εκατ. (Σχήμα 5). Η πιο δημοφιλής κατηγορία από τις εφαρμογές ήταν για κράτηση διαδικτυακού ραντεβού, της οποίας η λήψη αυξήθηκε κατά 10 φορές από τα μέσα του 2019 έως τα μέσα του 2021 και έφθασε στις 400.000 φορές.

Η Γερμανία προσπαθεί να αξιολογήσει τις κινητές εφαρμογές και να τις εντάξει σε μια λίστα ψηφιακών εφαρμογών υγείας, την ονομαζόμενη DiGA (Digital Health Applications), η οποία επιβλέπεται από το γερμανικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Φαρμάκων και Ιατροτεχνολογικών Προϊόντων (Federal Institute for Drugs and Medicines Devices). Οι πρώτες εφαρμογές που εγκρίθηκαν για χρήση ήταν τον Οκτώβριο του 2020 και σήμερα στη λίστα DiGA περιέχονται 24 εφαρμογές. Οι πλειοψηφία αυτών των εφαρμογών έχουν δημιουργηθεί στη Γερμανία και οι υπόλοιπες είναι στις ΗΠΑ και τη Νέα Ζηλανδία.



Σχήμα 5: Οι λήψεις κινητών εφαρμογών που σχετίζονται με την υγεία ανά κατηγορία στη Γερμανία για τα έτη 2018 με 2021 (πηγή: Hilke Messal et al, 2022)

Η παγκόσμια αγορά της «κινητής» υγείας αποτιμήθηκε το 2021 στα 50,7 δις δολάρια, για το 2022 φαίνεται να αποτιμάται στα 56,8 δις δολάρια και προβλέπεται να φτάσει στα 357,2 δις δολάρια έως το 2027. Η άνοδος αυτή οφείλεται, όπως είπαμε και προηγουμένως, στην αυξανόμενη διείσδυση του διαδικτύου, των smartphones και των smart watches, στην αυξανόμενη παρουσία των χρόνιων παθήσεων (όπως είναι τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο καρκίνος, ο σακχαρώδης διαβήτης και οι παθήσεις του αναπνευστικού), και στην αυξανόμενη υιοθέτηση εφαρμογών της «κινητής» υγείας από τους επαγγελματίες υγείας και των ασθενών/ καταναλωτών.

3.3.1.2 Οφέλη από τη χρήση της «κινητής» υγείας

Η «κινητή» υγεία θα μπορούσε να αποτελέσει ένα από τα εργαλεία για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στο χώρο της υγείας συμβάλλοντας στη μεταρρύθμιση και τη βελτίωση των συστημάτων υγείας, ώστε να είναι εστιασμένα περισσότερο στον άνθρωπο και στην πρόληψη των ασθενειών. Παρέχει υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, υπερβαίνοντας τους γεωγραφικούς, τους χρονικούς και τους οργανωτικούς φραγμούς.

Επομένως, η «κινητή» υγεία μπορεί να συμβάλει:

- ❖ στην αποτελεσματικότητα της παρεχόμενης περίθαλψης των συστημάτων υγείας,

- ❖ στη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα των συστημάτων υγείας από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής,
- ❖ στην πρόληψη των ασθενειών,
- ❖ στη μείωση της πρόωρης θνησιμότητας από μη μεταδοτικές ασθένειες,
- ❖ στην επίτευξη της καθολικής κάλυψης υγείας (UHC),
- ❖ στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων, και
- ❖ στην ενθάρρυνση των ασθενών.

Επίσης, η «κινητή» υγεία μπορεί να βοηθήσει τους επαγγελματίες υγείας στη διαχείριση και την τεκμηρίωση των ιατρικών αρχείων, στη βελτίωση της παραγωγικότητας, στην αποφυγή αχρείαστων συναντήσεων με τους ασθενείς, στην ευκολότερη πρόσβαση σε ιατρικά δεδομένα και στη γρηγορότερη λήψη αποφάσεων (European mHealth HUB, 2021).

Τα εργαλεία της «κινητής» υγείας χρησιμοποιούν εξελιγμένα συστήματα ανάλυσης δεδομένων και τεχνολογίες κινητών συσκευών, και βοηθούν τους επαγγελματίες υγείας να επικοινωνούν τα ευρήματα και να μειώνονται τα ποσοστά σφάλματος. Επίσης, συμβάλουν στη μείωση των συνολικών δαπανών υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. εξετάσεις, φάρμακα, νοσηλεία σε νοσοκομείο), στη διευκόλυνση της διαδικασίας της θεραπείας, στην εφαρμογή εξατομικευμένης θεραπείας, στην αυτοματοποίηση των συστημάτων διοίκησης, στην καλύτερη φροντίδα και διαχείριση της «εμπειρίας των ασθενών».

Μέσω των αισθητήρων και των κινητών εφαρμογών, η «κινητή υγεία» επιτρέπει τη συλλογή σημαντικών ιατρικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, αλλά και δεδομένων που αφορούν τη φυσική κατάσταση, τον τρόπο ζωής και τις καθημερινές δραστηριότητες ενός ατόμου. Αυτά τα δεδομένα, εκτός από τις διαδικασίες περίθαλψης, θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν και ως βάση για έρευνα και ανάπτυξη.

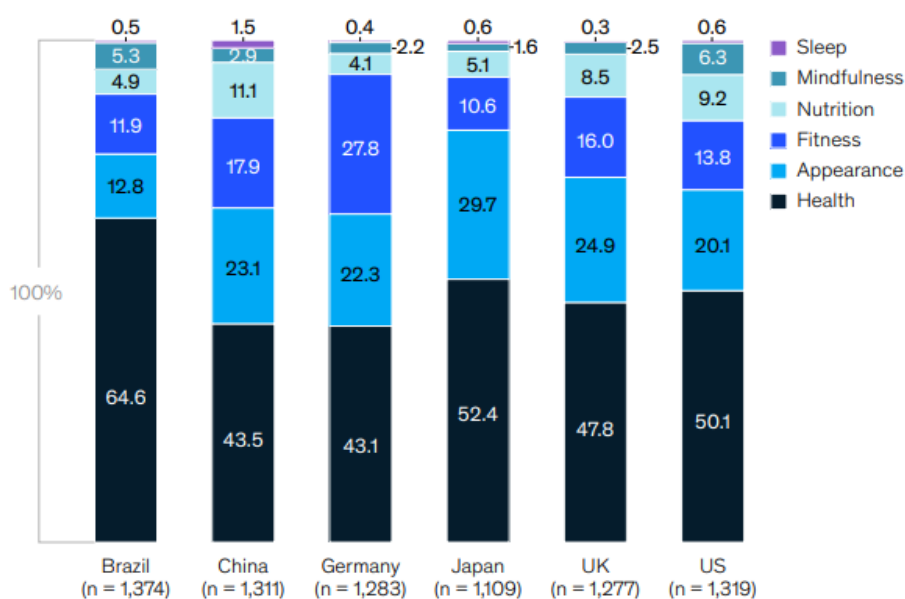
Οι λύσεις που βασίζονται σε υπολογιστικό νέφος (cloud computing) κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος, καθώς τα δεδομένα αποθηκεύονται στο cloud δίνοντας εύκολη πρόσβαση και αφαιρώντας την ανάγκη αποθήκευσης των δεδομένων σε τοπικό επίπεδο. Οι νέες εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας μπορούν να ενσωματώνουν τα δεδομένα των ασθενών και με πληροφορίες γεωγραφικής θέσης (geo-location).

Από την πλευρά των ασθενών ή γενικότερα των καταναλωτών, μπορούν να έχουν μέσω του κινητού τους τηλεφώνου πρόσβαση στο ιστορικό της υγείας τους, το οποίο περιλαμβάνει εργαστηριακά αποτελέσματα, ανοσοποιήσεις και φάρμακα, ανά πάσα ώρα και στιγμή, ακόμα κι αν τα δεδομένα προέρχονται από διαφορετικές δομές υγείας.

Επίσης, η έκρηξη των καταναλωτικών προϊόντων ευεξίας έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο πλέον βλέπουν οι άνθρωποι την υγειονομική περίθαλψη. Στο παρελθόν, οι άνθρωποι έβλεπαν την υγεία τους πολύ πιο παθητικά: αν αρρώσταινες, έβλεπες έναν γιατρό και τίποτε άλλο. Σήμερα, η υγεία θεωρείται ως κάτι που μπορεί κάποιος να τη διαχειριστεί πιο ενεργά μόνος του.

Σύμφωνα με έρευνα, βλέπουμε ότι η ευεξία είναι συνυφασμένη με την υγεία και οι καταναλωτές σε κάθε χώρα, όπως στη Βραζιλία, Κίνα, Γερμανία ή ΗΠΑ, ξοδεύουν τα περισσότερα χρήματα σε προϊόντα και υπηρεσίες που προάγουν την καλύτερη υγεία (Σχήμα 6). Οι καταναλωτές στην Κίνα έχουν το υψηλότερο ποσοστό δαπανών ευεξίας στο διαδίκτυο (π.χ. μέσω φορητών συσκευών), ακολουθούμενοι από εκείνους στην Ιαπωνία, την Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Βραζιλία.

Wellness spending by category,¹ % of annual spending on wellness products and services



¹Question: Approximately how much money have you spent on each of the following in the past 12 months? Figures may not sum to 100%, because of rounding. Source: McKinsey Future of Wellness Survey, August 2020

Σχήμα 6: Δαπάνες ευεξίας ανά κατηγορία (πηγή: Shaun Callaghan et al, 2021)

Οι εφαρμογές που επικεντρώνονται στην εξ αποστάσεως παρακολούθηση με την καταγραφή και την απευθείας μετάδοση των ιατρικών τους δεδομένων στους παρόχους υγείας, επίσης, μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους να συμμετέχουν πιο ενεργά στη διαχείριση της υγείας τους, να παίρνουν καλύτερες αποφάσεις για αυτήν και να υιοθετήσουν ένα πιο υγιεινό τρόπο ζωής. Επιπλέον, οι εφαρμογές μπορούν προληπτικά

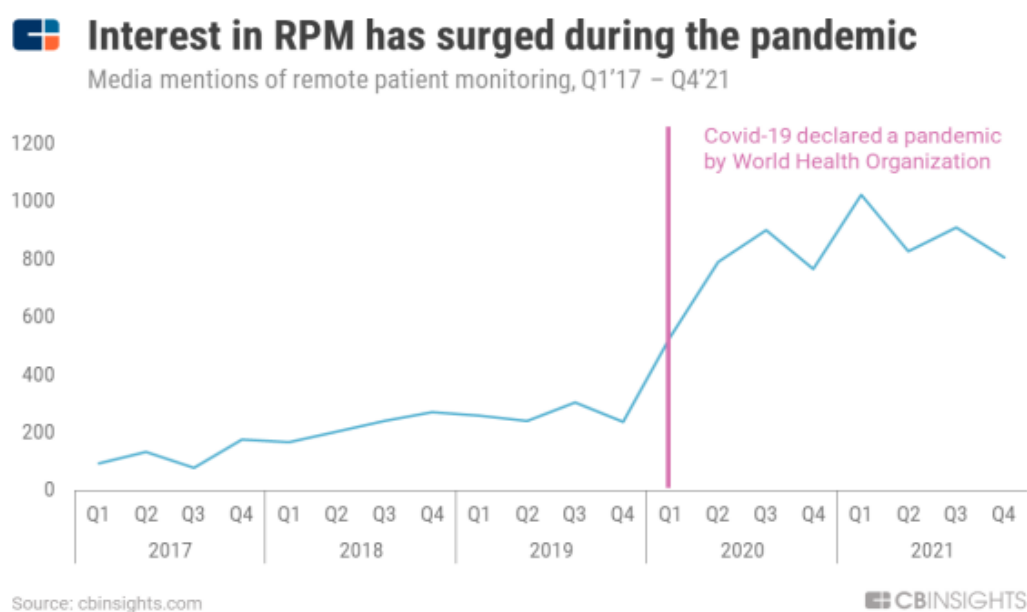
να ευαισθητοποιήσουν ή να εκπαιδεύσουν τους πολίτες σε θέματα υγείας μέσω εύχρηστων και κατανοήσιμων πληροφοριών (EC, 2014).

Συμπερασματικά, η «κινητή» υγεία δεν προορίζεται να αντικαταστήσει τους επαγγελματίες υγείας που είναι απαραίτητοι, αλλά θεωρείται ότι είναι ένα υποστηρικτικό ψηφιακό εργαλείο για τη διαχείριση και παροχή υγειονομικής περίθαλψης.

3.3.1.3 Εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών

Ενώ, η εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών (remote patient monitoring – RPM), η οποία συμβαδίζει με την τηλεϊατρική, έχει εμφανιστεί στο χώρο της υγείας εδώ και αρκετά χρόνια. Από το 2020 και μετά την έξαρση της πανδημίας Covid 19, με τις επαναλαμβανόμενες υποχρεωτικές καραντίνες και τα υπερφορτωμένα νοσοκομεία από ασθενείς, φαίνεται να αυξήθηκε η ζήτηση του RPM, σύμφωνα και με τις αναφορές των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης (Σχήμα 7).

Σε αντίθεση με άλλες μεθόδους της τηλεϊατρικής, οι υπηρεσίες RPM δεν απαιτούν διαδραστικές επισκέψεις ήχου-βίντεο και εικονικές επισκέψεις, ούτε οι ασθενείς πρέπει να βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές. Απαιτούν απλώς τεχνολογία που συλλέγει και ερμηνεύει ιατρικά δεδομένα. Η παγκόσμια αγορά των συστημάτων RPM εκτιμάται ότι θα αξίζει πάνω από 1,7 δις έως το 2027.



Σχήμα 7: Η αύξηση της ζήτησης για απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών σύμφωνα με τις αναφορές των ΜΜΕ από το 2017 έως το 2021 (πηγή: CB Insights, 2022a).

Η «κινητή» υγεία παρέχει μια πιο αποτελεσματική μέθοδο διαχείρισης των ασθενών με χρόνιες παθήσεις μέσω της συνεχόμενης εξ αποστάσεως παρακολούθησης και καθοδήγησης, επιτρέποντας τους να παραμείνουν στην άνεση του σπιτιού τους και να λαμβάνουν την απαιτούμενη φροντίδα (care at home or hospital at home), και δίνοντας τους τη δυνατότητα αυτοδιαχείρισης της νόσου, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η «εμπειρία» τους.

Μέσω της φροντίδας στο σπίτι, μειώνονται οι περιττές ιατρικές επισκέψεις ή η παραμονή των ασθενών στο νοσοκομείο και αυτό συνεπάγεται μείωση του κόστους για τους ασθενείς, αλλά και για τα συστήματα υγείας, καθότι η διαχείριση των ασθενών με χρόνιες παθήσεις είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο και πιο δαπανηρό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν σήμερα.

Συνήθη παραδείγματα είναι (α) οι συσκευές παρακολούθησης της γλυκόζης που υπενθυμίζουν στους διαβητικούς ασθενείς να λαμβάνουν την ινσουλίνη τους, ενώ επιτρέπουν στον γιατρό τους να παρακολουθεί την ασθένεια, και (β) οι ψηφιακές συσκευές παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης που επιτρέπουν στους ασθενείς να στέλνουν εξ αποστάσεως στους γιατρούς τα επίπεδα αρτηριακής πίεσης και οξυγόνου στο αίμα τους.

Επίσης, η «κινητή» υγεία παρέχει εξ αποστάσεως παρακολούθηση και στους ηλικιωμένους ανθρώπους (ηλικίας 70 ετών και άνω) από την άνεση του σπιτιού τους μέσω, για παράδειγμα, του έξυπνου ρολογιού για τη μέτρηση του καρδιακού παλμού και την ανίχνευση τυχόν αρρυθμιών. Οι ηλικιωμένοι πλέον είναι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, αφού βλέπουμε ότι στις ΗΠΑ για παράδειγμα, το 72% έχουν έξυπνο κινητό, το 56% έχουν tablet και το 21% φορούν φορητή συσκευή, την οποία την χρησιμοποιούν καθημερινά (Brittne Kakulla, 2021).

Το ενδιαφέρον από τους κατασκευαστές των εφαρμογών «κινητής» υγείας για τους ηλικιωμένους ανθρώπους είναι μεγάλο. Πολλές ψηφιακές εφαρμογές, όπως είναι ο εικονικός οικιακός βοηθός (virtual home assistant), επιτρέπουν τώρα στους ηλικιωμένους να ζουν μόνοι τους και αυτόνομα, και να παραμένουν συνδεδεμένοι με την οικογένειά τους ή το γιατρό τους μέσω φωνής και βίντεο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι ηλικιωμένοι αντιμετωπίζουν έως και 15 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο πρόωρου θανάτου λόγω παραμέλησης σε σχέση με άλλες ηλικιακές ομάδες (M. Chui et al, 2021).

Οι εικονικοί οικιακοί βοηθοί μπορούν να βοηθήσουν με την φαρμακευτική αγωγή των ηλικιωμένων, με το να τους υπενθυμίζουν πότε πρέπει να την πάρουν, και να τους

παρέχουν ένα σταθερό σύνδεσμο με τους εξ αποστάσεως παρόχους υγείας ή τα μέλη της οικογένειας και τους οικείους τους. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, το 35% των ηλικιωμένων ατόμων (ηλικίας 70 ετών και άνω) στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν εικονικό οικιακό βοηθό (Brittne Kakulla, 2021).

3.3.1.4 Παραδείγματα εφαρμογής της «κινητής» υγείας

✓ **Be He@lthy, Be Mobile (BHBM)**

Ένα παράδειγμα δίνεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, ο οποίος σε συνεργασία με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – ITU), ανέλαβε την πρωτοβουλία το 2012 να δημιουργήσει το πρόγραμμα **Be He@lthy, Be**



Mobile (BHBM), το οποίο λειτουργεί έως και σήμερα, με στόχο την πρόληψη και τον έλεγχο των χρόνιων μη μεταδοτικών ασθενειών, αφού υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους περίπου 41 εκατ. άνθρωποι παγκοσμίως. Ο Π.Ο.Υ. θεωρεί ότι η πρόληψη των ασθενειών είναι ο πιο βιώσιμος τρόπος για την βελτίωση της υγείας του πληθυσμού.

Το πρόγραμμα BHBM συνεργάζεται με τις χώρες και τις εκάστοτε κυβερνήσεις προκειμένου να πραγματοποιούνται στοχευμένες αποστολές μηνυμάτων μέσω των κινητών τηλεφώνων σε καταναλωτές σχετικά με τις χρόνιες μη μεταδοτικές ασθένειες και τους κινδύνους που υπάρχουν, όπως είναι η υπέρταση, ο διαβήτης, το κάπνισμα, και το άσθμα. Έχουν προσεγγιστεί εκατομμύρια άνθρωποι μέσω αυτού του προγράμματος και φαίνεται να επηρεάζουν θετικά την υγεία τους.

✓ **Εικονικοί οικιακοί βοηθοί**

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο εικονικός μπάτλερ **ALFRED** (Personal Interactive Assistant for Independent Living and Active Ageing), ένας κινητός προσωποποιημένος βοηθός, ο οποίος είναι πλήρως ελεγχόμενος



φωνητικά, για την υποστήριξη της αυτόνομης και ενεργούς διαβίωσης των ηλικιωμένων ανθρώπων. Η συγκεκριμένη ερευνητική προσπάθεια χρηματοδοτήθηκε

από την Ευρωπαϊκή Ένωση και συμμετείχαν έντεκα εταίροι από πέντε διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες.

Η εφαρμογή αποτελείται από τέσσερις πυλώνες:

- Βοηθός που καθοδηγείται με αλληλεπίδραση από το χρήστη: οι χρήστες μπορούν να «μιλήσουν» με τον ALFRED και να κάνουν ερωτήσεις ή να του δώσουν εντολές για να επιλύσουν καθημερινά προβλήματα.
- Εξατομικευμένη κοινωνική ένταξη: ενθάρρυνση της ενεργού συμμετοχής στην κοινωνία για τους ηλικιωμένους, προτείνοντας κοινωνικές εκδηλώσεις και λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιαφέροντά τους και το κοινωνικό τους περιβάλλον.
- Αποτελεσματική και Εξατομικευμένη φροντίδα: βελτίωση της παροχής φροντίδας μέσω της άμεσης πρόσβασης στα ζωτικά σήματα από τους επαγγελματίες υγείας. Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται από φορετούς αισθητήρες (wearable sensors).
- Πρόληψη σωματικών και γνωστικών δυσλειτουργιών: πρόληψη με την ενσωμάτωση σοβαρών παιχνιδιών (serious games) και αποστολών για την βελτίωση της σωματικής και γνωστικής τους κατάστασης.

✓ **Corrie Health**

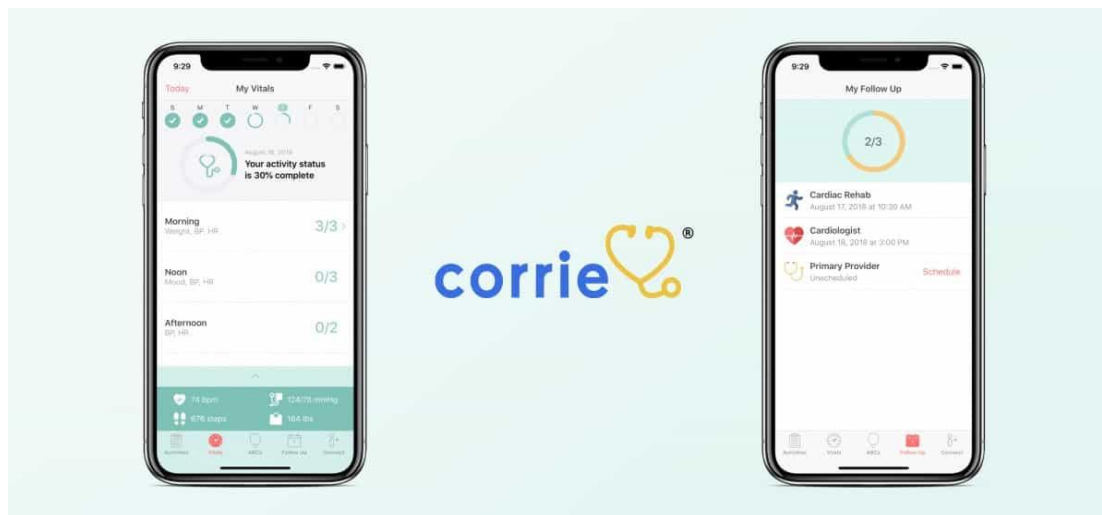
Το 2015 η ευρέως γνωστή εταιρία **Apple** εισήγαγε για πρώτη φορά το έξυπνο ρολόι (Apple Watch) προκειμένου ο χρήστης να παρακολουθεί εύκολα τη φυσική του κατάσταση, όπως είναι μέσω του απλού ανιχνευτή βημάτων. Το έξυπνο ρολόι της Apple έχει αναπτυχθεί τόσο πολύ από τότε που, σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου Στάνφορντ, είναι κατάλληλο για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των καρδιοπαθών.



Όπως παραδείγματος χάρη μέσω της κινητής εφαρμογής **Corrie Health**, η οποία δημιουργήθηκε από μια ομάδα μηχανικών και καρδιολόγων του Πανεπιστημίου Johns Hopkins στην Βαλτιμόρη των ΗΠΑ, σε συνεργασία με την Apple. Η εφαρμογή αυτή βοηθά τον ασθενή να έχει ενεργό ρόλο στην κατάσταση της υγείας του και συγκεκριμένα κατά την ανάρρωσή του μετά από έμφραγμα (Εικόνα 4).

Η εφαρμογή ενημερώνει τον ασθενή πότε πρέπει να πάρει τα φάρμακά του και εντοπίζει την φυσική δραστηριότητα και τις ώρες ύπνου, καθώς επίσης καταγράφει

ζωτικά δεδομένα κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως είναι ο καρδιακός παλμός και η αρτηριακή πίεση. Τα δεδομένα στέλνονται απευθείας στην θεράπουσα ομάδα για να την βοηθήσει στην επιτυχής ανάρρωση του ασθενή.



Εικόνα 4: Η εφαρμογή Corrie Health (πηγή: <https://www.corriehealth.com/>)

3.3.2 Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων

Η πλειονότητα των σημερινών εφαρμογών της «κινητής» υγείας θα ήταν άχρηστη χωρίς συσκευές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του **Διαδικτύου των Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of Medical Things - IoMT)**, και το αντίστροφο – η πλειονότητα της φορητής τεχνολογίας απαιτεί ενοποίηση με κάποιο είδος εφαρμογής της «κινητής» υγείας.

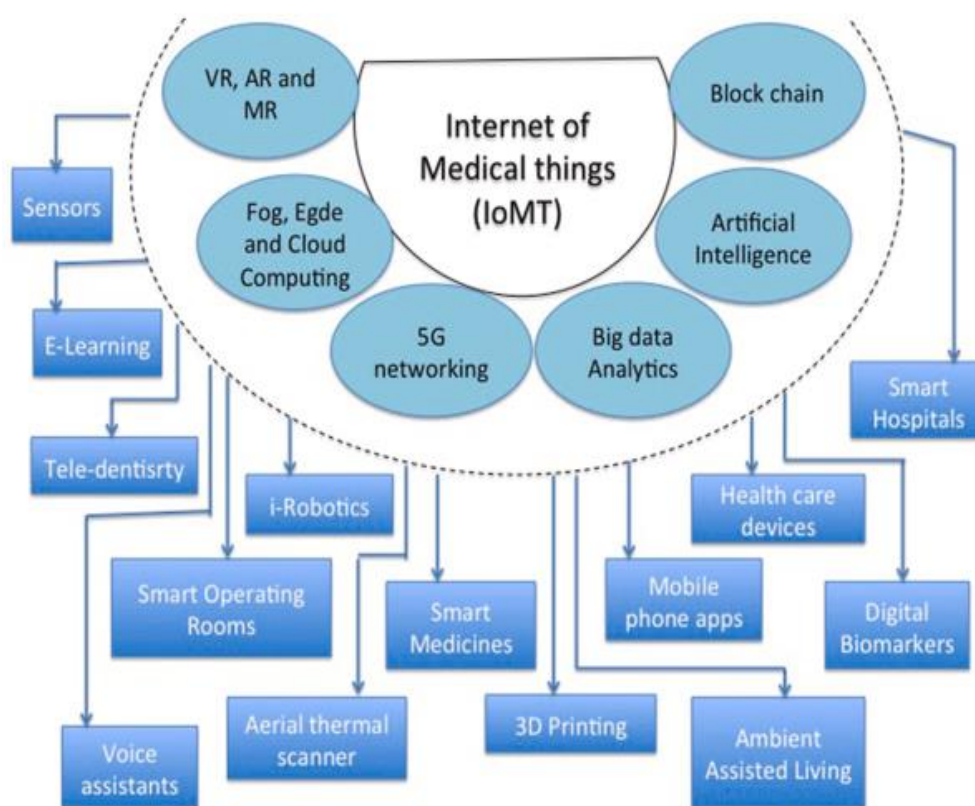
Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (IoMT) είναι μια τεχνολογία στο χώρο της υγείας, η οποία χρησιμοποιεί την τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) και περιλαμβάνει ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών/ αισθητήρων/ συστημάτων, μέσα στο οποίο συλλέγονται και ανταλλάσσονται δεδομένα και έπειτα διαμοιράζονται στους ενδιαφερόμενους μέσω του διαδικτύου.

Η τεχνολογία αυτή έχει αναπτυχθεί μέσω της νανοτεχνολογίας και της μικρογραφίας (Miniaturization), της τεχνητής νοημοσύνης, του blockchain, της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, του δικτύου 5G και της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων (Εικόνα 5).

Είναι πλέον δυνατόν να συνδέονται μεταξύ τους οι προσωπικές ψηφιακές συσκευές, οι συνδεδεμένες ιατρικές συσκευές, οι εφαρμογές της «κινητής» υγείας, οι συσκευές παρακολούθησης ασθενών, τα εμφυτεύματα, τα ρομπότ, τα συστήματα εντοπισμού

θέσης (GPS) και άλλοι έξυπνοι αισθητήρες (Εικόνα 5), έτσι ώστε τα δεδομένα να συλλέγονται, να αποθηκεύονται, να επεξεργάζονται, να αναλύονται, να διαμοιράζονται και παράλληλα να ενημερώνονται οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας.

Η συνδεσιμότητα των συσκευών/αισθητήρων μπορεί να επιτευχθεί είτε από τοπικά, είτε από κεντρικά δίκτυα μέσω διαφόρων συχνοτήτων είτε μικρής εμβέλειας, όπως είναι το Bluetooth, το Ethernet ή το Wi-Fi, είτε μεγάλης εμβέλειας, όπως είναι το υπολογιστικό νέφος ή το block chain. Τα μεταδιδόμενα δεδομένα μπορούν να αποθηκεύονται τοπικά/αποκεντρωμένα ή κεντρικά σε υπολογιστικό νέφος (Dwivedi R et al, 2022).



Εικόνα 5: Οι συνδεδεμένες συσκευές και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο IoMT (πηγή: Dwivedi R et al, 2022)

Το IoMT έχει ένα καθιερωμένο ρόλο σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην υγειονομική περίθαλψη για τη στήριξη κλινικών αποφάσεων, τη μείωση εσφαλμένων διαγνώσεων, τη μείωση των υγειονομικών δαπανών, τη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, τη διαχείριση των χρόνιων ασθενειών, την παρακολούθηση των νοσηλεύομενων ασθενών, και τη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα των συστημάτων υγείας.

Πολλές από τις συνδεδεμένες συσκευές εξακολουθούν να απαιτούν περαιτέρω αλληλεπίδραση με έναν επαγγελματία υγείας, αλλά υπάρχει η ευκαιρία για εξυπνότερες συσκευές να προσφέρουν περισσότερα πολύτιμα δεδομένα, μειώνοντας την ανάγκη για άμεση αλληλεπίδραση ασθενούς-γιατρού.

Στα τέλη του 2020, υπολογίζεται ότι υπήρχαν 450 εκατ. συνδεδεμένες ιατρικές συσκευές που χρησιμοποιούνταν σε όλο τον κόσμο για τη βελτίωση της υγείας και της ευζωίας. Αυτό αναμένεται να αυξηθεί 10% κατά έτος και το 2025 να φθάσουν στις 700 εκατ. (M. Chui et al, 2021).

Η παγκόσμια αγορά του IoMT αναμένεται να αυξηθεί με ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 30,8%, από 41,2 δισ. δολάρια το 2017 σε 158,1 δισ. δολάρια μέχρι το 2022. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην ταχεία ψηφιοποίηση των συστημάτων υγείας για την αποτελεσματικότερη φροντίδα των ασθενών, στην αύξηση της ζήτησης των κινητών εφαρμογών, στην αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων ιατρικών συσκευών και στην αύξηση της ζήτησης υπηρεσιών υγείας από το γηρασκόμο πληθυσμό και τα άτομα που πάσχουν από χρόνιες ασθένειες (Deloitte, 2020).

Τέλος, η διαλειτουργικότητα (interoperability) των διαφόρων ετερογενών συνδεδεμένων συσκευών, αισθητήρων και συστημάτων είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για την τεχνολογία IoMT. Η διαλειτουργικότητα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων ή συσκευών (πιθανώς διαφορετικού είδους, μοντέλου ή κατασκευαστή), να επικοινωνούν χωρίς φραγμούς ή περιορισμούς και να ανταλλάσσουν κοινώς κατανοητή πληροφορία ώστε να τη χρησιμοποιούν. Επιπλέον παράμετροι για την διαλειτουργικότητα των συσκευών IoMT είναι τα γεωγραφικά όρια, οι διαφορετικές εθνικές γλώσσες, καθώς και τα διαφορετικά επίπεδα περίθαλψης των συστημάτων υγείας.

Συνεπώς, ο σκοπός της τεχνολογίας IoMT είναι οι συσκευές, οι αισθητήρες, τα συστήματα να μπορούν να λειτουργούν, να ανταλλάσσουν δεδομένα αποτελεσματικά και με ασφάλεια, και οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες να μπορούν να χρησιμοποιούν τις πληροφορίες προς όφελός τους.

3.4 Τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική - κυριολεκτικά σημαίνει «θεραπεία εξ αποστάσεως» - έχει μακρά ιστορία, αλλά ήταν η άφιξη των ψηφιακών επικοινωνιών και των υπολογιστών χαμηλού κόστους στα τέλη της δεκαετίας του 1980, που κατέστησαν πιο εφικτή την

επέκτασή της και την εύκολη χρήση της. Είναι ένα υποσύνολο της ηλεκτρονικής υγείας, και αναφέρεται στη διαδικασία μέσω της οποίας παρέχονται εξ αποστάσεως υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης σε ασθενείς, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών.

Με βάση τον Π.Ο.Υ., η **τηλεϊατρική (telemedicine)** ορίζεται ως «η παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, όπου η απόσταση είναι κρίσιμος παράγοντας, από όλους τους επαγγελματίες υγείας που χρησιμοποιούν τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών για την ανταλλαγή έγκυρων πληροφοριών για διάγνωση, θεραπεία και πρόληψη ασθενειών και τραυματισμών, όλα προς το συμφέρον της προαγωγής της υγείας των ατόμων και των κοινοτήτων τους.» (WHO, 1998).

Συνεπώς, τέσσερα βασικά στοιχεία σχετίζονται με την τηλεϊατρική (WHO, 2010):

1. Ο σκοπός της είναι η παροχή κλινικής υποστήριξης.
2. Αποσκοπεί στην υπέρβαση των γεωγραφικών φραγμών, συνδέοντας χρήστες που δεν βρίσκονται στην ίδια φυσική τοποθεσία.
3. Περιλαμβάνει τη χρήση διαφόρων τύπων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνίας.
4. Ο στόχος της είναι η βελτίωση των αποτελεσμάτων υγείας.

Στην αρχή, η τηλεϊατρική στόχευε σε ασθενείς που βρίσκονταν σε απομακρυσμένες περιοχές ή περιοχές με έλλειψη πόρων, επαγγελματιών υγείας, εξειδικευμένων γιατρών ή δομών υγείας. Σήμερα, όμως χρησιμοποιείται και για άλλους λόγους, όπως για να βελτιώνεται η άνεση του ασθενούς αφού δεν χρειάζεται να φύγει από το σπίτι του, και για να μειώνεται (α) ο χρόνος αναμονής για να κλείσουν ραντεβού με έναν γιατρό ή αφού κλείσουν το ραντεβού ο χρόνος στους χώρους αναμονής των ιατρείων, (β) τα έξοδα επίσκεψης σε έναν γιατρό, και (γ) τα έξοδα μετακίνησης. Επίσης, χρησιμοποιείται για να παρέχεται άμεση φροντίδα για μικρά, αλλά επείγοντα περιστατικά που δεν χρήζουν νοσηλείας σε νοσοκομείο.

Επομένως, η τηλεϊατρική αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη της παγκόσμιας κάλυψης υγείας και την καταπολέμηση των ανισοτήτων. Είναι ιδιαίτερα πολύτιμη για όσους βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, για τις ευάλωτες ομάδες πληθυσμού, τους πάσχοντες από χρόνιες μη μεταδοτικές ασθένειες, τους ηλικιωμένους ανθρώπους και τα άτομα με ειδικές κινητικές ικανότητες.

Η *τηλεϊατρική παρέχεται με τους τρεις εξής τρόπους* (ανάλογα με το χρονοδιάγραμμα των πληροφοριών που μεταδίδονται και την αλληλεπίδραση μεταξύ των εμπλεκόμενων ατόμων) (WHO, 2010):

1. **μέσω της επικοινωνίας ιατρού - ασθενή σε πραγματικό χρόνο** με τηλεφωνική ή βίντεο κλήση. Αυτός ο τρόπος ονομάζεται σύγχρονη (synchronous) τηλεϊατρική.
2. **μέσω της απομακρυσμένης παρακολούθησης του ασθενούς** (remote patient monitoring), η οποία επιτρέπει στον ιατρό την παρατήρηση ζωτικών πληροφοριών του ασθενούς για μεγάλο χρονικό διάστημα, λαμβάνοντας δεδομένα από κινητές συσκευές (κυρίως για ασθενείς με χρόνιες παθήσεις),
3. **μέσω της επικοινωνίας ιατρού - ασθενή ή ιατρού – ιατρού σε μη πραγματικό χρόνο με αποθήκευση και προώθηση ιατρικών δεδομένων** (π.χ. φωτογραφιών, βίντεο, εργαστηριακών εξετάσεων), τα οποία αποστέλλονται από τον ένα ενδιαφερόμενο στον άλλον για να εκτιμηθούν και να προταθεί η κατάλληλη θεραπεία. Αυτός ο τρόπος ονομάζεται ασύγχρονη (asynchronous) τηλεϊατρική ή αποθήκευση και προώθηση (Store-and-forward).

Η *τηλεϊατρική βρίσκει εφαρμογή σε ποικίλα πεδία*, όπως είναι η **τηλεακτινολογία** με τη διαβίβαση ψηφιακών ακτινολογικών εικόνων, και η **τηλεκαρδιολογία** με την αυτόματη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης στο σπίτι και την τηλε-μετάδοση των μετρήσεων, τη διάγνωση και θεραπεία των αρρυθμιών, και την τηλε-παρακολούθηση των ασθενών με εμφυτευμένες συσκευές (βηματοδότες – απινιδωτές) ή με εμφυτευμένες συσκευές αιμοδυναμικής παρακολούθησης.

Επίσης, η τηλεϊατρική βρίσκει εφαρμογή στην **τηλεπαθολογία** με τη διαβίβαση ψηφιοποιημένων παθολογικών αποτελεσμάτων, στην **τηλεδερματολογία** με τη διαβίβαση φωτογραφιών ή ιατρικών πληροφοριών που σχετίζονται με δερματολογικές παθήσεις, στην **τηλεοφθαλμολογία**, στην **τηλεχειρουργική**, στην **τηλεψυχιατρική** με ψυχιατρικές εκτιμήσεις ή διαγνώσεις μέσω βίντεο ή τηλεφώνου, καθώς και στην υποστήριξη διακομιστικών σταθμών για επείγοντα περιστατικά.

Οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών πλέον έχουν εφαρμογή και στην παροχή εξ αποστάσεως οδοντιατρικών υπηρεσιών (**τηλεοδοντιατρική**) με την αποστολή κλινικών πληροφοριών και εικόνων από τον ασθενή προς τον οδοντίατρο ώστε να ανιχνεύσει από απόσταση τυχόν οδοντική τερηδόνα ή άλλες στοματικές παθήσεις και να προτείνει τη σχετική θεραπεία. Επίσης, οι Τ.Π.Ε. προσφέρονται και για την εκπαίδευση των ατόμων σε θέματα πρόληψης και στοματικής υγείας.

Για την εφαρμογή της τηλεϊατρικής χρησιμοποιούνται καινοτόμες, ιατρικές και μη, κινητές συσκευές, όπως είναι κινητά τηλέφωνα, tablets, φορητοί υπολογιστές, έξυπνα ρολόγια χειρός ή άλλα ψηφιακά εργαλεία, που επιτρέπουν στους ασθενείς να

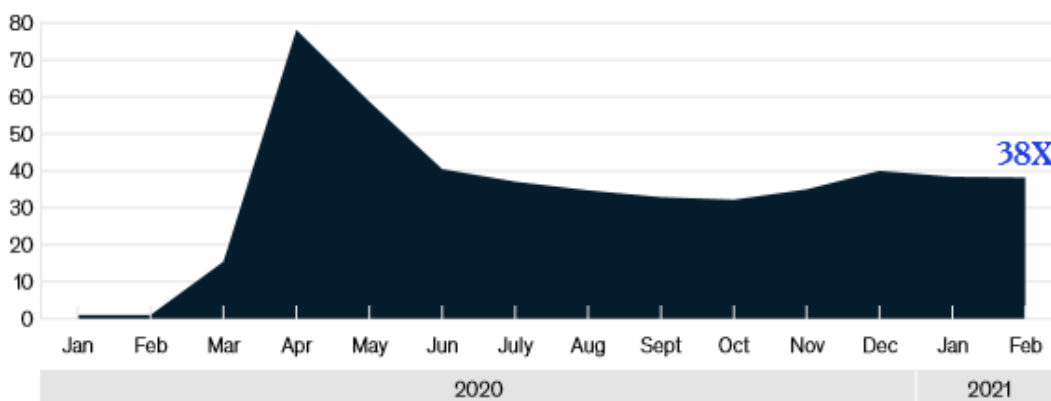
συλλέγουν ιατρικά δεδομένα και να τα κοινοποιούν στους παρόχους μέσω των τηλεπικοινωνιακών γραμμών ή να επικοινωνούν μαζί τους σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι συσκευές μπορούν για παράδειγμα να μετρήσουν την αρτηριακή πίεση, να παρακολουθήσουν τα επίπεδα της γλυκόζης και να στείλουν τα αποτελέσματα απευθείας στους επαγγελματίες υγείας.

3.4.1 Η χρήση της τηλεϊατρικής από ιατρούς και ασθενείς

Ενώ, η τηλεϊατρική και άλλα ψηφιακά εργαλεία ήταν διαθέσιμα πριν από την εμφάνιση του COVID 19, η πανδημία ώθησε τους υγειονομικούς παρόχους και τους ασθενείς να υιοθετήσουν αυτά τα εργαλεία πιο γρήγορα. Επομένως, τα τελευταία δύο χρόνια βλέπουμε να προτιμούν την τηλεϊατρική κυρίως για λόγους προστασίας από τον ιό και δυσκολίας στις μετακινήσεις τους λόγω των επαναλαμβανόμενων γενικών περιορισμών (καραντίνες).

Έτσι, ενδεικτικά μπορούμε να δούμε ότι στις ΗΠΑ τον Απρίλιο του 2020 η χρήση της τηλεϊατρικής για επισκέψεις σε ιατρεία και εξωνοσοκομειακή περίθαλψη ήταν 78 φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με τον Φεβρουάριο του 2020, δηλαδή την περίοδο πριν την πανδημία, κατά την οποία μόνο το 11% των πολιτών χρησιμοποιούσαν την τηλεϊατρική (Σχήμα 8). Έπειτα, τους επόμενους μήνες βλέπουμε τη χρήση της τηλεϊατρικής να σταθεροποιείται περίπου στις 38 φορές υψηλότερα συγκριτικά με την περίοδο πριν την πανδημία (Oleg Bestsenyuy et al, 2021). Παρόμοια μοτίβα έχουν παρατηρηθεί σε όλη την Ευρώπη και την Ασία τα τελευταία δύο χρόνια.

Telehealth claims volumes, compared to pre-Covid-19 levels (February 2020 = 1)¹



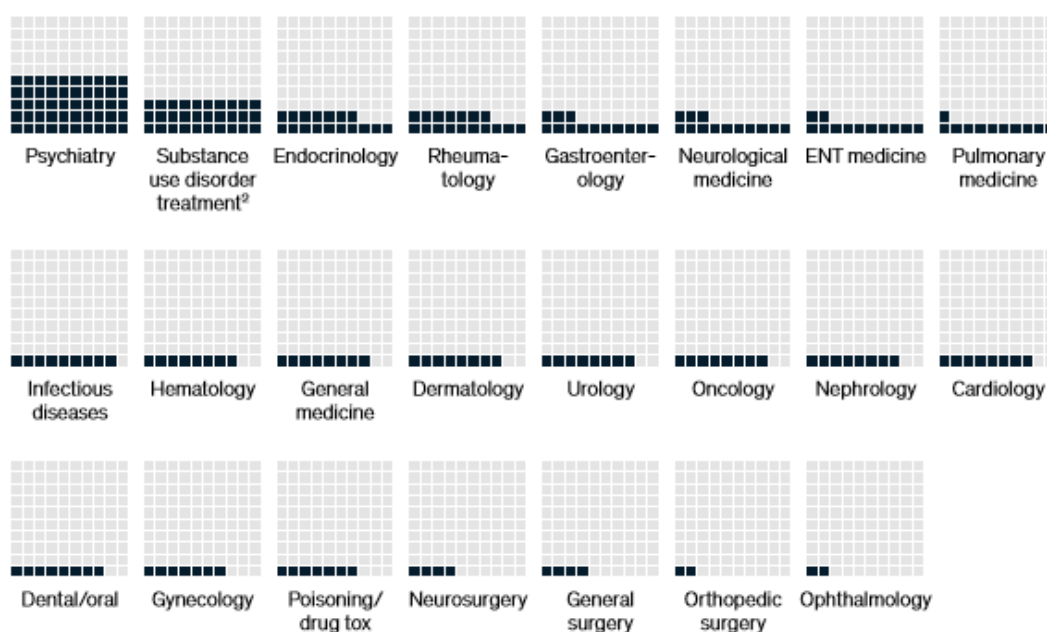
¹Includes cardiology, dental/oral, dermatology, endocrinology, ENT medicine, gastroenterology, general medicine, general surgery, gynecology, hematology, infectious diseases, neonatal, nephrology, neurological medicine, neurosurgery, oncology, ophthalmology, orthopedic surgery, poisoning/drug tox./comp. of TX, psychiatry, pulmonary medicine, rheumatology, substance use disorder treatment, urology. Also includes only evaluation and management visits; excludes emergency department, hospital inpatient, and psychiatry inpatient claims; excludes certain low-volume specialties.
Source: Compile database; McKinsey analysis

Σχήμα 8: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής στις ΗΠΑ για τα έτη 2020 και 2021 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19 (πηγή: Oleg Bestsenny et al, 2021)

Η τηλεϊατρική πριν από την πανδημία χρησιμοποιήθηκε κυρίως για επείγοντα περιστατικά χαμηλής πολυπλοκότητας - βήχας, κρυολόγημα, εξανθήματα. Αλλά σήμερα, χρησιμοποιείται για την ολοκληρωμένη διαχείριση χρόνιων ασθενειών ή τη συνεχή θεραπεία ψυχολογικών παθήσεων, όπου οι άνθρωποι δεν χρειάζεται να επιβαρύνονται από το συνεχές ταξίδι προς και από τα ιατρεία.

Συγκεκριμένα, οι ειδικότητες των ιατρών για τις οποίες αυξήθηκε η χρήση της τηλεϊατρικής για ιατρικές επισκέψεις και εξωνοσοκομειακή περίθαλψη στις ΗΠΑ είναι αυτή της ψυχιατρικής κατά 50%, της ενδοκρινολογίας και της ρευματολογίας κατά 17%, και της γαστρεντερολογίας και της νευρολογίας κατά 13% (Σχήμα 9).

Share of telehealth of outpatient and office visit claims by specialty (February 2021), %



¹ Includes only evaluation and management claims; excludes emergency department, hospital inpatient, and psychiatry inpatient claims; excludes certain low-volume specialties.

² Also includes addiction medicine and addiction treatment.

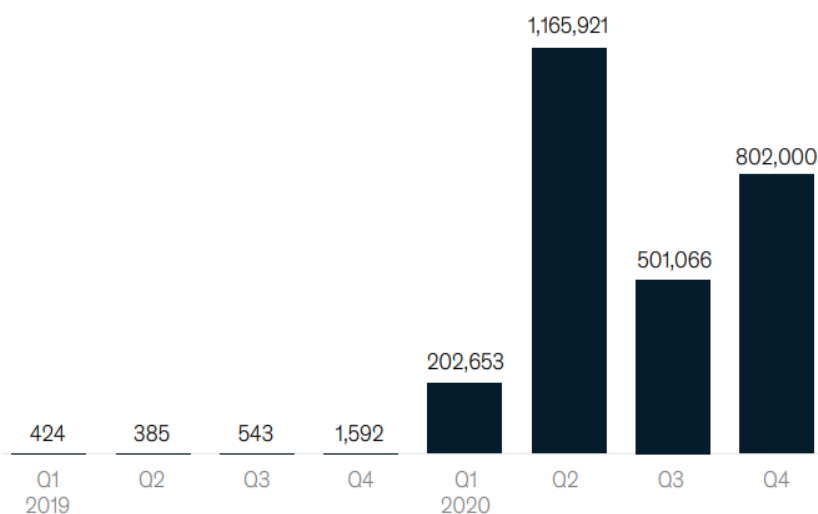
Source: Compile database; "Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality?" May 2020, McKinsey.com; McKinsey analysis

Σχήμα 9: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής ανά ιατρική ειδικότητα στις ΗΠΑ για τα έτη 2020 και 2021 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19 (πηγή: Oleg Bestsennyg et al, 2021)

Επίσης, η χρήση της τηλεϊατρικής για ιατρικές επισκέψεις αυξήθηκε σημαντικά και στην Ευρώπη τα τρία τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά, στο παρακάτω Σχήμα 10 βλέπουμε ότι στη Γερμανία αυξήθηκαν κατά 900 φορές και συγκεκριμένα από τις 3.000 το 2019 έφθασαν στις 2,7 εκατ. για το 2020. Από τον Απρίλιο έως τον Ιούνιο του 2020 με την εμφάνιση της πανδημίας Covid 19 και την επιβολή της υποχρεωτικής καραντίνας στους πολίτες της χώρας οι ιατρικές επισκέψεις μέσω ψηφιακών μέσων εκτοξεύθηκαν στις 1,2 εκατ.

Telemedicine consultations in Germany increased significantly with the onset of the COVID-19 pandemic, from fewer than 3,000 in 2019 to 2.7 million in 2020.

Number of online consultations reimbursed by statutory health insurance

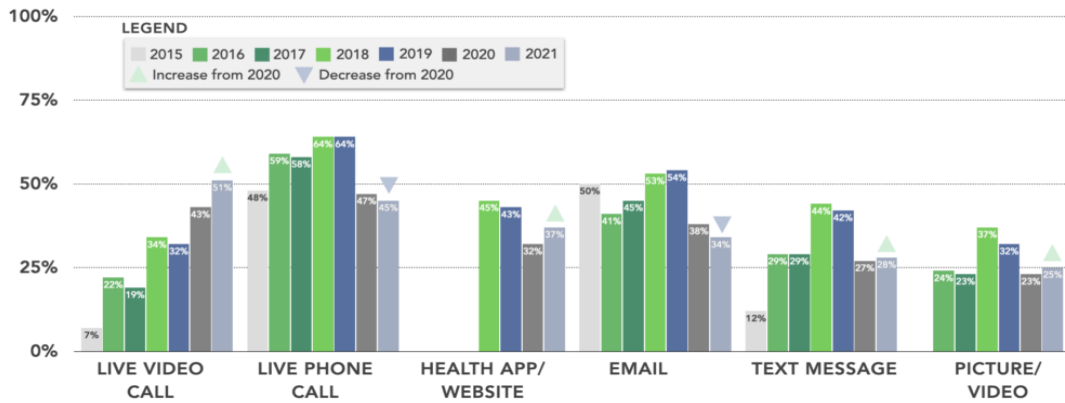


Σχήμα 10: Η αύξηση της χρήσης της τηλεϊατρικής στη Γερμανία το 2020 συγκριτικά με τα επίπεδα πριν την πανδημία Covid 19 (πηγή: Hilke Messal et al, 2022)

Τέλος, σύμφωνα με έρευνα που έγινε στις ΗΠΑ από την εταιρία Rock Health Capital σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ σχετικά με την υιοθέτηση της τηλεϊατρικής από τους καταναλωτές, προέκυψε ότι το 2021 ήταν η πρώτη χρονιά που το 50% των ερωτηθέντων προτίμησε, η λήψη υγειονομικής περίθαλψης από απόσταση, να γίνει μέσω ζωντανής βίντεο κλήσης και ήταν αρκετά ικανοποιημένοι με αυτόν τον τρόπο συγκριτικά με τη δια ζώσης επίσκεψη σε ένα ιατρείο (Σχήμα 11).

Η ραγδαία αύξηση της υιοθέτησης των ζωντανών βίντεο-κλήσεων από τους καταναλωτές βασίζεται κυρίως στην προσφορά από τους γιατρούς. Συγκεκριμένα, περισσότεροι γιατροί πλέον προσφέρουν εξ αποστάσεως υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης μέσω βίντεο λόγω κυρίως της πανδημίας του Covid 19 συγκριτικά με την περίοδο πριν την πανδημία (Jasmine DeSilva et al, 2021).

TELEMEDICINE ADOPTION, BY MODALITY
2015-2021

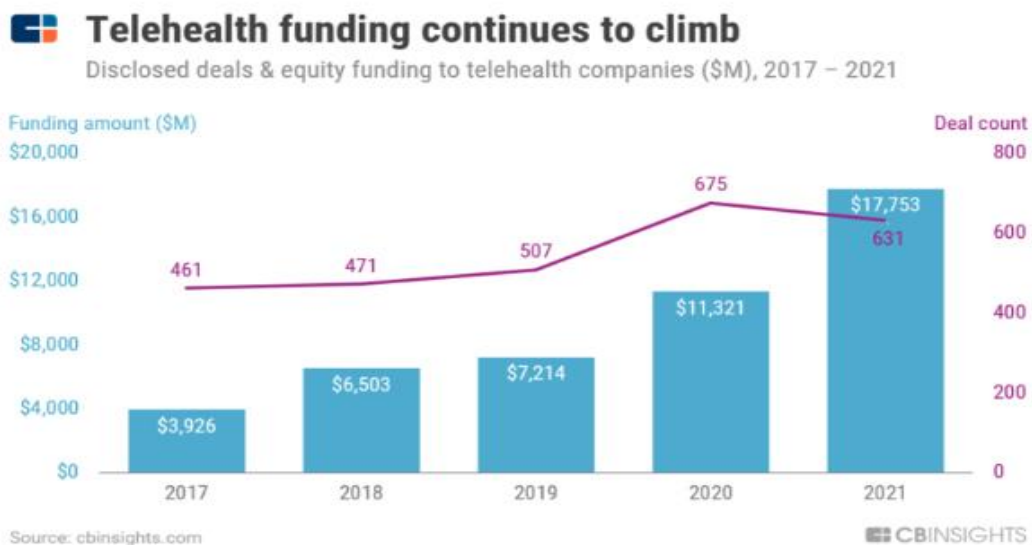


Source: Rock Health Digital Health Consumer Adoption Survey (n₂₀₁₅ = 7980; n₂₀₁₆ = 7980; n₂₀₁₇ = 4,000; n₂₀₁₈ = 4,000; n₂₀₁₉ = 3,997; n₂₀₂₀ = 4,015; n₂₀₂₁ = 4,017)

Σχήμα 11: Η υιοθέτηση της τηλεϊατρικής από τους καταναλωτές ανά ψηφιακό μέσο επικοινωνίας στις ΗΠΑ από το 2015 έως το 2021. (πηγή: Jasmine DeSilva et al, 2021)

3.4.2 Επενδύσεις στην τηλεϊατρική

Η αύξηση της υιοθέτησης της τηλεϊατρικής από τους παρόχους υγείας και τους ασθενείς τα δύο τελευταία χρόνια λόγω του Covid 19 φαίνεται και από την αύξηση των επενδύσεων σε εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο αυτό παγκοσμίως. Η αύξηση από το 2020 στο 2021 έφθασε στο 57%. Συγκεκριμένα, οι επενδύσεις έφθασαν περίπου στα 18 δις δολάρια (631 συμφωνίες) για το 2021, ενώ το 2020 ήταν στα 11 δις δολάρια (675 συμφωνίες) και το 2019 ήταν στα 7 δις δολάρια (507 συμφωνίες) (Σχήμα 12). Εκτιμάται ότι θα επενδυθούν ακόμη περισσότερα στο μέλλον.



Σχήμα 12: Οι παγκόσμιες επενδύσεις στο χώρο της τηλεϊατρικής από το 2017 έως το 2021. (πηγή: CB Insights, 2022b)

3.4.3 Παραδείγματα εφαρμογών της τηλεϊατρικής

Η **Teladoc Health** είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα μέσα από την οποία παρέχονται υπηρεσίες τηλεϊατρικής και εικονικής υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως. Η έδρα της εταιρίας είναι στις ΗΠΑ και έχει το μεγαλύτερο μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς στο συγκεκριμένο κλάδο.

Η ζήτηση από τους πελάτες για τέτοιου είδους πλατφόρμες είναι επίμονη και αυξανόμενη και αυτό φαίνεται από τα παρακάτω στοιχεία: το 2020 ο αριθμός των εικονικών ιατρικών επισκέψεων αυξήθηκε κατά 156% και τα έσοδα της εταιρίας εκτοξεύθηκαν κατά 107%.

Πρόσφατα ανακοίνωσε τη συνεργασία της με την Amazon με σκοπό να προσφέρεται μη επείγουσα γενική ιατρική περίθαλψη όλο το εικοσιτετράωρο μέσω έξυπνων ηχείων και συγκεκριμένα μέσω της γνωστής Alexa της εταιρίας Amazon. Με άλλα λόγια, οι πελάτες θα δίνουν φωνητική εντολή στο έξυπνο ηχείο, όπως για παράδειγμα «Alexa θέλω να μιλήσω με έναν γιατρό» και αυτόματα θα συνδέονται με το τηλεφωνικό κέντρο των εικονικών επισκέψεων της Teladoc, προσφέροντας πιο εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη.



3.4.4 Η εννοιολογική διαφορά μεταξύ Τηλεϊατρικής και Τηλε-υγείας

Συχνά συγχέεται η έννοια της τηλεϊατρικής με αυτή της τηλε-υγείας (telehealth) και χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Επομένως, είναι σκόπιμο να διευκρινιστεί ότι η τηλεϊατρική είναι ένα υποσύνολο της τηλε-υγείας και η τηλε-υγεία είναι ένας νεότερος και ευρύτερος όρος που περιλαμβάνει όλες τις υπηρεσίες υγείας που παρέχονται με τη χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνίας, ενώ η τηλεϊατρική αναφέρεται συγκεκριμένα σε κλινικές υπηρεσίες.

Η τηλε-υγεία αναφέρεται στην παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης από όλους τους επαγγελματίες υγείας, όπου η απόσταση είναι ένας κρίσιμος παράγοντας, μέσω της χρήσης των Τ.Π.Ε. για την παροχή κλινικών και μη κλινικών υπηρεσιών – προληπτικές και θεραπευτικές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, έρευνα και

ανάπτυξη, διοικητικές υπηρεσίες υγείας και συνεχή εξ αποστάσεως εκπαίδευση των παρόχων υγείας (eLearning).

Τέλος, η τηλε-υγεία αναφέρεται στην απομακρυσμένη υγειονομική περίθαλψη, συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών που παρέχονται με τη χρήση τηλεϊατρικής, καθώς και στην αλληλεπίδραση με αυτοματοποιημένα συστήματα ή πηγές πληροφόρησης. Με άλλα λόγια, η τηλε-υγεία μπορεί να περιλαμβάνει γενικότερες υπηρεσίες υγείας, όπως οι υπηρεσίες δημόσιας υγείας, ενώ η τηλεϊατρική είναι ένα συγκεκριμένο είδος τηλε-υγείας που περιλαμβάνει έναν ιατρό που παρέχει κάποιου είδους ιατρικές υπηρεσίες.

3.5 Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας

Η διαχείριση μεγάλου όγκου ιατρικών δεδομένων για κάθε άτομο/ασθενή σε χειρόγραφη μορφή, οδήγησε στην ανάγκη ψηφιοποίησης των δεδομένων και συγκεκριμένα του ατομικού φακέλου υγείας του.

Ο **Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας (ΗΦΥ) (Electronic Health Record - EHR)** αποτελεί υποσύνολο της ηλεκτρονικής υγείας και είναι η συστηματοποιημένη συλλογή πληροφοριών υγείας των ατόμων και γενικά του πληθυσμού, οι οποίες αποθηκεύονται ηλεκτρονικά σε ψηφιακή μορφή.

Αυτοί οι φάκελοι παρέχουν ολοκληρωμένες και κατανοητές πληροφορίες άμεσα και με ασφάλεια για κάθε άτομο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, και δεν υπόκεινται σε γεωγραφικούς περιορισμούς. Οι πληροφορίες προέρχονται από το σύνολο των αλληλεπιδράσεων του ατόμου με όλους τους παρόχους και τις δομές υγείας, από ιδιώτες και νοσοκομειακούς ιατρούς μέχρι διαγνωστικά εργαστήρια και φαρμακεία, αλλά και από εφαρμογές της ψηφιακής υγείας για τη συλλογή δεδομένων. Το περιεχόμενο του ηλεκτρονικού φακέλου θα πρέπει να τηρείται ισοβίως και να είναι ενιαίο και υποχρεωτικό σε εθνικό ή και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ο Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας περιλαμβάνει πληροφορίες για το άτομο όπως:

- Δημογραφικά στοιχεία
- Ατομικό και οικογενειακό ιατρικό ιστορικό
- Κοινωνικό ιστορικό που σχετίζεται με τον τρόπο ζωής του ατόμου (άσκηση, διατροφή, κάπνισμα, αλκοόλ κλπ.)
- Τυχόν αλλεργίες, όπως σε φάρμακα ή τρόφιμα
- Κατάσταση ανοσοποίησης

- Αποτελέσματα εργαστηριακών και ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων
- Ζωτικές μετρήσεις
- Προσωπικά στατιστικά στοιχεία, όπως η ηλικία και το βάρος
- Σημειώσεις προόδου και λεπτομέρειες προβλήματος υγείας
- Ηλεκτρονική συνταγογράφηση που έχει εκδοθεί για το άτομο
- Τυχόν νοσηλείες σε μονάδες υγείας
- Επισκέψεις στον οικογενειακό ιατρό του ατόμου ή σε ιδιώτες ιατρούς

Υπάρχουν διάφοροι άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τύπους καταγραφής δεδομένων υγείας σε ηλεκτρονική μορφή, όπως είναι ενδεικτικά ο ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς και ο προσωπικός φάκελος υγείας. Στην παρούσα εργασία γίνεται μια απλή αναφορά σε αυτούς και δεν θα χρησιμοποιηθούν περαιτέρω.

Ο **Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος (Electronic medical record – EMR)** είναι ένας όρος που συχνά χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας, αλλά υπάρχουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους. Το EMR αναφέρεται συγκεκριμένα στην ψηφιοποιημένη έκδοση των παραδοσιακών χάρτινων διαγραμμάτων σε ιατρεία, κλινικές και νοσοκομεία. Το EMR περιέχει σημειώσεις και πληροφορίες που συλλέγονται από και για τους κλινικούς ιατρούς σε αυτό το συγκεκριμένο γραφείο, κλινική ή νοσοκομείο και χρησιμοποιούνται κυρίως από παρόχους για διάγνωση και θεραπεία. Οι πληροφορίες στο EMR είναι συνήθως μέρος του φακέλου του ασθενούς.

Ο όρος **Προσωπικός Φάκελος Υγείας (ΠΦΥ) (Personal Health Record - PHR)** αναφέρεται σε ηλεκτρονικά συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για να δημιουργούνται, να προσεγγίζονται, να διαχειρίζονται και να ελέγχονται από τα ίδια τα άτομα σε ένα ιδιωτικό, ασφαλές και εμπιστευτικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, περιέχουν πληροφορίες από πολλές και διαφορετικές πηγές, όπως είναι τα διαγνωστικά κέντρα, οι αισθητήρες και οι συσκευές απομακρυσμένης παρακολούθησης, οι οποίες μπορούν να αποσταλούν στους παρόχους υγείας. Χαρακτηριστικό των ΠΦΥ αποτελεί το ότι περιλαμβάνουν και μη κλινική πληροφορία, όπως είναι οι αθλητικές δραστηριότητες και οι διατροφικές συνήθειες.

Τα οφέλη των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας (Deloitte, 2020) για τους Ασθενείς είναι:

- ❖ Η διασφάλιση προσβασιμότητας σε πληροφορίες χωρίς περιορισμούς χρόνου και τόπου.

- ❖ Η ευκολία διαμοιρασμού και κοινοποίησης σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη.
- ❖ Η μείωση περιττών και δαπανηρών εξετάσεων υγείας, και χρήσης μη απαραίτητων φαρμάκων.
- ❖ Η αναβαθμισμένη διάγνωση.
- ❖ Η πιο αποτελεσματική και εξατομικευμένη θεραπεία.

για τους Παρόχους Υγείας είναι:

- ❖ Η δυνατότητα εύκολης και άμεσης λήψης δεδομένων/ φακέλων μεταξύ παρόχων, η αυξημένη διαλειτουργικότητα.
- ❖ Η εξοικονόμηση πόρων/ χρόνου ιατρικού και διοικητικού προσωπικού.
- ❖ Η μείωση διπλοτύπων, ο βελτιωμένος συντονισμός και η ενημερωμένη λήψη αποφάσεων.
- ❖ Η αξιοποίηση δεδομένων για τη διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών.

και για την Πολιτεία είναι:

- ❖ Η ταχύτερη αποζημίωση των ασθενών από τα ασφαλιστικά ταμεία.
- ❖ Η αυξημένη αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των συστημάτων υγείας.
- ❖ Η βιωσιμότητα και η ανθεκτικότητα των συστημάτων υγείας σε κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις.
- ❖ Η δυνατότητα αξιοποίησης στατιστικών για την κατάσταση υγείας του πληθυσμού.

Επίσης, είναι σημαντικά εργαλεία για την επίτευξη της παγκόσμιας κάλυψης υγείας και οφείλουν να διασφαλίζουν την προστασία των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων υγείας του ατόμου μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού τηρώντας υψηλές προδιαγραφές τεχνικών και οργανωτικών μέτρων σε όλα τα στάδια της διαδικασίας. Τέλος, για την αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων διαφορετικών οργανισμών υγείας, θα πρέπει να διασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας.

Στις μέρες μας, με την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας, χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας που βασίζονται σε υπολογιστικό νέφος (**cloud-based electronic health record**), οι οποίοι διασφαλίζουν την εύκολη και ταχύτατη κοινή χρήση αρχείων και δεδομένων μεταξύ ασθενών και επαγγελματιών υγείας, και τον έλεγχο της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης, με μειωμένο κόστος συντήρησης και αυξημένη πρόσβαση και ασφάλεια.

Η cloud πλατφόρμα συλλέγει αυτόματα πληροφορίες, όπως είναι οι ιατρικές γνωμοδοτήσεις, οι ιατρικές απεικονίσεις και τα εργαστηριακά αποτελέσματα. Οι

πληροφορίες αυτές ενσωματώνεται στον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας του ατόμου, οι οποίες είναι διαθέσιμες μέσω φορητών συσκευών ανά πάσα ώρα και στιγμή στον ίδιο, αλλά και στους παρόχους και τις δομές υγείας.

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρονικών φακέλων υγείας αποτιμήθηκε σε 20,55 δις δολάρια το 2016 και αναμένεται να φτάσει τα 33,41 δις δολάρια έως το 2025. Μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες τεχνολογίας, όπως η Google και η Apple, συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό σε αυτήν την ανάπτυξη, καθώς συνεχίζουν να εισχωρούν στην αγορά.

Παραδείγματα εφαρμογών ΗΦΥ σε εθνικό και διασυνοριακό επίπεδο

❖ Η περίπτωση της Εσθονίας

Η Εσθονία έχει ως στόχο την ψηφιοποίηση του συστήματος υγείας, εκτός των άλλων τομέων, για τη βελτίωση της δημόσιας υγείας, τη μείωση του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών και την υποστήριξη της ιατρικής έρευνας. Το σύστημα ψηφιακής υγείας στη χώρα περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στοιχεία:

1. Το ηλεκτρονικό μητρώο υγείας, το οποίο παρέχει πρόσβαση τόσο σε ασθενείς όσο και σε παρόχους. Οι πάροχοι καταγράφουν τα δεδομένα των ασθενών, σε μία κεντρική βάση δεδομένων με τη βοήθεια του blockchain, η οποία επιτρέπει σε όλους τους παρόχους της χώρας να έχουν πρόσβαση σε αυτά. Πλέον, περίπου το 95% των ιατρικών αρχείων των ασθενών είναι ψηφιακά.
2. Τις ψηφιακές υπηρεσίες καταχώρησης, ώστε να υποστηρίζεται ο προγραμματισμός των ραντεβού των ασθενών ηλεκτρονικά.
3. Το πρόγραμμα ψηφιακής εικόνας, το οποίο μέσω της κατάλληλης τεχνολογίας επιτρέπει τη συλλογή, αποθήκευση και ανταλλαγή ιατρικών εικόνων.
4. Την ψηφιακή συνταγογράφηση, μέσω της οποίας οι πάροχοι υγείας και τα φαρμακεία μπορούν να εκδίδουν και να διαχειρίζονται την συνταγογράφηση των ασθενών.

Για την επιτήρηση και την υποστήριξη των παραπάνω στοιχείων, αναπτύχθηκαν το κατάλληλο νομικό πλαίσιο καθώς και δράσεις, συμπεριλαμβανομένων της υποχρεωτικής χρήσης του ηλεκτρονικού μητρώου υγείας από τους παρόχους, υποχρεωτικών ιατρικών ταυτοτήτων για τους πολίτες, υποχρεωτική ηλεκτρονική συνταγογράφηση και διατάξεις για την προστασία των δεδομένων και τις απαιτήσεις για την πρόσβαση στα συστήματα.

❖ **European Health Data Space**

Είναι σημαντικό επίσης, να αναφερθεί η δημιουργία του πρώτου Ευρωπαϊκού χώρου δεδομένων υγείας (European Health Data Space – EHDS), ο οποίος ανακοινώθηκε στις 3 Μαΐου 2022, και θα παρέχει ένα αξιόπιστο περιβάλλον για ασφαλή πρόσβαση και επεξεργασία ενός ευρέος φάσματος δεδομένων υγείας. Το EHDS θα αποτελεί ένα ζωτικό εργαλείο για τη διαμόρφωση βιώσιμων και ανθεκτικών συστημάτων υγείας στις χώρες της Ευρώπης.

Τα δεδομένα, που θα περιέχονται στο EHDS, είναι το ιστορικό των ασθενών, οι ηλεκτρονικές συνταγές, οι εικόνες και οι διαγνώσεις αυτών, τα εργαστηριακά αποτελέσματα και οι εκδόσεις εξιτηρίου. Το εργαλείο EHDS (α) θα δίνει τη δυνατότητα στα άτομα να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα υγείας τους στη χώρα τους, αλλά και διασυνοριακά εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και (β) θα βελτιώνει τη χρήση των δεδομένων υγείας για έρευνα, καινοτομία και χάραξη πολιτικής, ώστε να βελτιωθεί η παροχή υγειονομικής περίθαλψης.

Τα άτομα θα έχουν άμεση και εύκολη πρόσβαση στα ιατρικά τους δεδομένα, τα οποία θα παρέχονται σε ηλεκτρονική μορφή. Θα μπορούν εύκολα να μοιραστούν αυτά τα δεδομένα με επαγγελματίες υγείας είτε εντός της χώρας όπου διαβιών, είτε με ιατρικούς επιστήμονες ανά την επικράτεια των κρατών μελών της Ε.Ε. Κάθε χρόνο καταγράφονται πάνω από δύο εκατ. περιπτώσεις, όπου ένας πολίτης που διαμένει σε κράτος μέλος αναζητεί ιατρική περίθαλψη σε άλλο κράτος μέλος (ΕΕ, 2019).

Οι πολίτες θα έχουν τον πλήρη έλεγχο των δεδομένων τους και θα μπορούν να προσθέτουν πληροφορίες, να διορθώνουν λανθασμένα δεδομένα, να περιορίζουν την πρόσβαση σε άλλους και να λαμβάνουν πληροφορίες για το πώς γίνεται χρήση των δεδομένων τους και για ποιο σκοπό.

Επίσης, το εργαλείο θα διευκολύνει τη χρήση των δεδομένων υγείας για την έρευνα, την καινοτομία και τη λήψη αποφάσεων. Το EHDS θα δημιουργήσει ένα σαφέστερο και πιο συνεκτικό σύστημα, το οποίο θα διευκολύνει τους ερευνητές, οι οποίοι επιθυμούν να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα από πολλές χώρες.

Τέλος, έχει εκτιμηθεί ότι με την καλύτερη πρόσβαση και ανταλλαγή των δεδομένων υγείας θα εξοικονομηθούν 5,5 δις ευρώ για την υγειονομική περίθαλψη και με την καλύτερη χρήση των δεδομένων θα εξοικονομηθούν 5,4 δις ευρώ για έρευνα, καινοτομία και χάραξη πολιτικής τα επόμενα 10 χρόνια στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

4 Άλλες εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας

4.1 Ιατρική ακριβείας

Πολλά φάρμακα και ιατρικές θεραπείες έχουν αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας την προσέγγιση «ένα μέγεθος ταιριάζει για όλους» (“one size fits all”), η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αναποτελεσματικές θεραπείες για συγκεκριμένα άτομα ή πληθυσμούς. Αυτή την προσέγγιση έρχεται να ανατρέψει η ιατρική ακριβείας.

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ, η **ιατρική ακριβείας (Precision medicine)** είναι η προσαρμοσμένη θεραπεία μιας νόσου σε ένα συγκεκριμένο άτομο, λαμβάνοντας υπόψη το γενετικό και βιολογικό υλικό του, το περιβάλλον στο οποίο ζει και γενικότερα τον τρόπο ζωής του (WEF, 2019).

Η ιατρική ακριβείας δίνει την υπόσχεση ότι κάθε άτομο θα είναι σε θέση να λάβει τη σωστή θεραπεία για τη συγκεκριμένη ιατρική του ανάγκη, την κατάλληλη στιγμή και με την κατάλληλη δόση, λαμβάνοντας υπόψη τη φυσιολογία και το σωματότυπο του ατόμου. Οι ψηφιακές τεχνολογίες, μαζί με την μεγάλη ποσότητα γενετικών και βιολογικών δεδομένων που υπάρχουν, μπορούν να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση.

Η ιατρική ακριβείας είναι μια αναδυόμενη προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα που παράγονται από νέες τεχνολογίες με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των ατομικών χαρακτηριστικών και την παροχή της κατάλληλης περίθαλψης στο κατάλληλο άτομο την κατάλληλη στιγμή. Οι νέες τεχνολογίες καθιστούν εφικτή την ευρύτερη χρήση γονιδιωμάτων και άλλων στοιχείων (όπως μοριακός χαρακτηρισμός, διαγνωστική απεικόνιση, δεδομένα σχετικά με το περιβάλλον και τον τρόπο ζωής) και, ως εκ τούτου, βοηθούν τους επαγγελματίες υγείας να κατανοήσουν καλύτερα τις ασθένειες και τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να βελτιώσουν την πρόβλεψη, την πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία (EE, 2018).

Μέσω της ιατρικής ακριβείας, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης θα είναι σε θέση να προσφέρουν καλύτερη στοχευμένη θεραπεία, αποφεύγοντας τα ιατρικά σφάλματα και μειώνοντας τις ανεπιθύμητες ενέργειες των φαρμάκων. Συγκεκριμένα, με τη μείωση των παρενεργειών των φαρμάκων περιορίζονται σημαντικά τα κόστη για την καταπολέμηση τους, όπως είναι οι νοσηλείες και οι εργαστηριακές εξετάσεις, ενώ αποφεύγονται και άλλα, έμμεσα κόστη, όπως είναι οι επισκέψεις συγγενών στα

νοσοκομειακά ιδρύματα και τα διεκδικούμενα ημερομίσθια λόγω απώλειας εργασίας του ασθενούς.

Η ιατρική ακριβείας μπορεί να αποφέρει απτά οφέλη για τους πολίτες και για τα συστήματα υγείας, καθιστώντας δυνατή την αντιμετώπιση σημαντικών προκλήσεων για την υγεία, όπως ο καρκίνος ή οι εγκεφαλικές παθήσεις, οι επιδημίες λοιμωδών νόσων ή οι σπάνιες νόσοι (για τις οποίες το ήμισυ των νέων κρουσμάτων παρατηρούνται σε παιδιά) (ΕΕ, 2018).

Προς το παρόν χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της ογκολογίας για τη θεραπεία της ασθένειας του καρκίνου, όπως για παράδειγμα για τον καρκίνο του πνεύμονα ή του μαστού, το μελάνωμα και τη λευχαιμία, αλλά δυστυχώς ακόμα είναι αρκετά ακριβή μέθοδος. Όμως με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας εκτιμάται ότι το κόστος θα μειωθεί αισθητά.

Είναι επιτακτική η ανάγκη για την εφαρμογή της ιατρικής ακριβείας στον ευρύτερο πληθυσμό, γιατί σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ. και το Παγκόσμιο Παρατηρητήριο Καρκίνου, για το 2020 καταγράφηκαν περίπου 20 εκατ. νέα περιστατικά καρκίνου παγκοσμίως, με τα μισά από αυτά να εκδηλώνονται στην Ασία σε χώρες χαμηλού βιοτικού επιπέδου. Επίσης, λόγω της ασθένειας του καρκίνου καταγράφηκαν 10 εκατ. θάνατοι παγκοσμίως. Οι πιο συχνοί καρκίνοι είναι ο καρκίνος του μαστού, του πνεύμονα, του παχέος εντέρου και του ορθού, και του προστάτη.

Η Ευρωπαϊκή Συμμαχία για Εξατομικευμένη Ιατρική (European Alliance for Personalized Medicine), η οποία ιδρύθηκε το 2012, δεν επικεντρώνεται μόνο στην παροχή της σωστής θεραπείας στον κατάλληλο ασθενή τη σωστή στιγμή, αλλά πηγαίνει ακόμη παραπέρα και περιλαμβάνει την εξατομικευμένη πρόληψη, η οποία επιδιώκει να εντοπίσει ομάδες ασθενών με συγκεκριμένα μοριακά χαρακτηριστικά ή άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες για να προβλέψει και να απαντήσει με μια αξιόπιστη και βιώσιμη θεραπεία.



Στην ιατρική ακριβείας μπορούν να συμβάλουν οι παρακάτω ψηφιακές τεχνολογίες και εργαλεία, όπως είναι ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, τα ρομπότ ιατρικών εφαρμογών, η γονιδιωματική, η τρισδιάστατη εκτύπωση, και η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα.

4.1.1 Γονιδιωματική

Η **Γονιδιωματική (genomics)** είναι ο επιστημονικός κλάδος που περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών και στρατηγικών χαρτογράφησης και αλληλούχισης, καθώς και υπολογιστικών μεθόδων με σκοπό την ανάλυση του γονιδιώματος του ανθρώπου, δηλαδή όλου του γενετικού υλικού, το οποίο αποτελείται από το DNA.

Οι δυνατότητες της γονιδιωματικής, που κάποτε αποτελούσαν όνειρο, πλέον αποτελούν επιστημονική και οικονομική πραγματικότητα για δύο βασικούς λόγους:

- i. λόγω της πιο άμεσης, γρήγορης και παράλληλης αλληλούχισης πολλών διαφορετικών τμημάτων του γονιδιώματος, την ονομαζόμενη μέθοδος αλληλούχισης επόμενης ή δεύτερης γενιάς (2nd or Next-Generation Sequencing, NGS), και
- ii. λόγω της εκθετικής μείωσης του κόστους για τον προσδιορισμό της γονιδιωματικής ακολουθίας. Το 2001, η επεξεργασία ενός ανθρώπινου γονιδιώματος κόστιζε 1 δις δολάρια. Σήμερα κοστίζει λιγότερα από 1.000 δολάρια και πλέον ιδιωτικές εταιρείες στέλνουν σε εκατομμύρια σπίτια τεστ DNA, που ξεκλειδώνουν στοιχεία για την υγεία και το παρελθόν του ατόμου.

Η γονιδιωματική συμβάλει σε σημαντικό βαθμό στον τομέα της ιατρικής (Γονιδιωματική Ιατρική) και έχει ήδη σημαντικό αντίκτυπο στην αντιμετώπιση του καρκίνου, των σπάνιων, περίπλοκων, μη διαγνωσμένων ή μολυσματικών ασθενειών, και στην κατανόηση της γενετικής προδιάθεσης για κάποιες ασθένειες. Σήμερα, περισσότεροι από 30 εκατ. Ευρωπαίοι πάσχουν από σπάνιες ασθένειες, εκ των οποίων πάνω από το 80% έχουν γενετική προέλευση (EC, 2020). Η γνώση της γενετικής δομής ενός ατόμου μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη των ασθενειών, στη βελτιστοποίηση της κλινικής φροντίδας μέσω της διαγνωστικής ή θεραπευτικής λήψης αποφάσεων, αλλά και στην ιατρική ακριβείας.

Επίσης, η γονιδιωματική μπορεί να συμβάλει και στην φαρμακολογία (Φαρμακογονιδιωματική), όπου μελετάται ο τρόπος με τον οποίο τα γονίδια επηρεάζουν την απόκριση ενός ατόμου σε συγκεκριμένα φάρμακα, συνήθως μέσω της

απορρόφησης, της κατανομής, του μεταβολισμού ή της απόρριψής τους. Κατά αυτό τον τρόπο, η γονιδιωματική μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό των ατόμων που ανταποκρίνονται ή όχι σε ένα φάρμακο, στην αποφυγή ανεπιθύμητων ενεργειών και στη βελτιστοποίηση της δόσης του φαρμάκου.

Η ευρωπαϊκή πρωτοβουλία «1+ εκατομμύριο γονιδιώματα» ('1+ Million Genomes') έχει ως στόχο να επιτρέψει την ασφαλή πρόσβαση σε τουλάχιστον 1 εκατ. αλληλουχημένα γονιδιώματα (sequenced genomes) σε ολόκληρη την Ευρώπη έως το 2022, για καλύτερη έρευνα, εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη και χάραξη πολιτικής για την υγεία (EC, 2020).

4.1.2 Ρομποτική

Τις τελευταίες δεκαετίες, η **ρομποτική (robotics)** χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση πολύπλοκων χειρουργικών επεμβάσεων με την ελάχιστη παρέμβαση στο σώμα του ασθενούς. Για να κατασκευαστεί ένα ρομπότ χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης ώστε να προγραμματιστεί, να εκπαιδευτεί και να ενεργεί ανάλογα με τις εντολές που θα λαμβάνει από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης.

Το 1995, το ρομποτικό χειρουργικό σύστημα Da Vinci έφερε επανάσταση στον τομέα. Σήμερα, χρησιμοποιείται μια αρκετά βελτιωμένη έκδοση 4^{ης} γενιάς για επεμβάσεις του παχέος εντέρου, της κεφαλής, της γενικής χειρουργικής, της γυναικολογίας, της καρδιοχειρουργικής, της θωρακοχειρουργικής και της ουρολογίας.

Το σύστημα Da Vinci επιτρέπει στους χειρουργούς να λειτουργούν με βελτιωμένη όραση μέσω των τρισδιάστατων και μεγεθυμένων εικόνων, περισσότερη ακρίβεια, αποτελεσματικότητα και έλεγχο. Τα βασικά οφέλη για τον ασθενή είναι οι λιγότερες μεταγγίσεις αίματος, οι μειωμένες μετεγχειρητικές επιπλοκές, ο μικρότερος χρόνος νοσηλείας, η ταχύτερη επιστροφή στις καθημερινές δραστηριότητες, οι μικρές τομές και το καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα.

Επίσης, τα ρομπότ συνιστούν μια ελκυστική τεχνολογία για την παροχή νοσηλευτικής φροντίδας σε ένα νοσοκομείο, όπως για παράδειγμα στους ηλικιωμένους ασθενείς για τον έλεγχο της κατάστασης της υγείας και των ζωτικών σημάτων τους, για απολυμάνσεις των δωματίων τους, ή για τη διανομή του φαγητού ή των φαρμάκων τους. Εκτιμάται ότι αυτοί οι νέοι «επαγγελματίες υγείας» θα αναλάβουν στο κοντινό μέλλον ρόλους σε νοσοκομεία, φαρμακεία, ακόμα και στην κλινική του πλησιέστερου ιδιωτικού ιατρείου.



Ήδη, στα τέλη του 2021 η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέδωσε 305 ρομπότ απολύμανσης της δανέζικης εταιρίας UVD Robots, τα οποία μπορούν να απολυμαίνουν ένα τυπικό δωμάτιο ασθενούς σε λιγότερο από 15 λεπτά. Ο σκοπός της παράδοσης των ρομπότ ήταν για να μειωθεί η πίεση στο προσωπικό των νοσοκομείων σε όλη την ΕΕ και να προσφερθεί στους ασθενείς μεγαλύτερη προστασία έναντι της μόλυνσης από παθογόνους παράγοντες. Η παράδοση αυτή αποτέλεσε μέρος των δράσεων που ελήφθησαν λόγω της πανδημίας COVID 19.

Ένα άλλο παράδειγμα χρήσης ρομπότ στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης είναι το **ρομπότ «NAO»**, το οποίο κατασκευάστηκε από τη γαλλική εταιρία SoftBank Robotics. Το ρομπότ αυτό είναι σε θέση να αλληλεπιδρά με τους ασθενείς μετά την ανάλυση των ιατρικών τους δεδομένων και να τους καθοδηγεί σχετικά με την κατάσταση των ζωτικών σημείων του σώματός τους. Επίσης, προβλέπει τον μελλοντικό κίνδυνο καρδιακών παθήσεων και μπορεί να προτείνει τις απαραίτητες αλλαγές στον τρόπο ζωής του ατόμου για την αποφυγή σχετικών επιπλοκών.



Συνεπώς, τα ρομπότ στο χώρο της υγείας μπορούν να ενισχύσουν τις ανθρώπινες προσπάθειες για τη βελτίωση της ποιότητας και της διαθεσιμότητας των υπηρεσιών υγείας. Επίσης, μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα επιτρέποντας στους επαγγελματίες υγείας να εκτελούν πιο σύνθετες εργασίες, βελτιώνοντας την εμπειρία των ασθενών και μειώνοντας το κόστος για τους ίδιους και το σύστημα υγείας.

4.1.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση

Η **τριδιάστατη εκτύπωση (Additive manufacturing or 3D-printing)** είναι μια μέθοδος προσθετικής κατασκευής, στην οποία κατασκευάζονται αντικείμενα μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων υλικού. Η τρισδιάστατη εκτύπωση εφευρέθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80 από τον Chuck Hull. Εξαλείφει πολλούς από τους περιορισμούς που παρατηρούνται στις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής εξαρτημάτων και συσκευών και προσφέρει νέες δυνατότητες στη μαζική παραγωγή,

με εμπορικά βιώσιμο κόστος, κάτι το οποίο ήταν έως τώρα ανέφικτο (M. Higgins et al, 2022).

Ο τομέας της υγείας έχει επωφεληθεί σε μεγάλο βαθμό από την υιοθέτηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης με την κατασκευή εξατομικευμένων ιατρικών συσκευών και χειρουργικών εργαλείων, ιατρικών και οδοντικών εμφυτευμάτων, μοσχευμάτων, οστών, προσθετικών μελών που μπορούν να προσαρμοστούν ειδικά για τις ανάγκες του τελικού χρήστη.

Χάρη στους 3D εκτυπωτές, όποιο μέρος της ανατομίας ενός ανθρώπου φαίνεται σε μια ιατρική απεικόνιση (π.χ. αξονική ή μαγνητική τομογραφία) μπορεί να αντιγραφεί και να εκτυπωθεί. Το υλικό της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα πρέπει να είναι βιοσυμβατό, ώστε να μην απορριφθεί από τον οργανισμό, να μην προκαλέσει μολύνσεις ή τραυματισμούς. Έτσι, για την εκτύπωση χρησιμοποιούνται από ειδικά είδη πλαστικού, σιλικόνη και κεραμικά έως κράματα τιτανίου ή κοβαλτίου-χρωμίου, αλλά και υδροτζέλ (από ζελατίνη ή κολλαγόνο) με βλαστοκύτταρα (M. Higgins et al, 2022).

Πρόσφατα ανακοινώθηκε ότι η αμερικάνικη εταιρία 3DBio Therapeutics «βιοεκτύπωσε» (bioprint) τρισδιάστατα ένα αυτί από τα κύτταρα του ασθενούς και έπειτα του το τοποθέτησαν στο Ινστιτούτο Μικροτία - Συγγενής παραμόρφωση αυτιού (Microtia - Congenital Ear Deformity Institute) στο Τέξας. Ο ασθενής έπασχε από μικροτία, μια σπάνια συγγενής παραμόρφωση, όπου το ένα ή και τα δύο εξωτερικά αυτιά απουσιάζουν ή είναι μη ανεπτυγμένα. Το υλικό κατασκευής του αυτιού προέκυψε από τη μείξη των ανθρώπινων κυττάρων με κολλαγόνο.



Είναι η πρώτη επιτυχής προσπάθεια όπου μια εταιρεία καταφέρνει να εκτυπώσει ένα ολόκληρο ζωντανό μηχανικό κατασκεύασμα και να το εμφυτεύσει σε έναν ασθενή, για να αντικαταστήσει ένα μέρος του σώματος, που είτε γεννήθηκε χωρίς αυτό, είτε χάθηκε λόγω τραύματος ή ασθένειας. Επομένως, με την βιοεκτύπωση (bioprinting) ζωντανών ανθρώπινων οργάνων ή ιστών μπορεί να λυθεί το πρόβλημα της ανεπαρκούς προσφοράς δοτών για μεταμόσχευση στο μέλλον.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι πολύτιμο εργαλείο για τον προ εγχειρητικό έλεγχο και τον θεραπευτικό σχεδιασμό. Σε μια επανορθωτική επέμβαση, όπως για παράδειγμα

ένα συντριπτικό κατάγμα, οι γιατροί μελετώντας το ανατομικό αντίγραφο του ασθενούς γνωρίζουν ακριβώς τι πρέπει να κάνουν, πριν καν επέμβουν χειρουργικά. Έτσι, κερδίζουν χρόνο στο χειρουργείο, μειώνουν την ταλαιπωρία του ασθενούς, αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της επέμβασης και ελαττώνουν τον κίνδυνο επιπλοκών.

Οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις οργάνων έχουν μεγάλη εκπαιδευτική αξία. Φοιτητές και ειδικευόμενοι γιατροί μπορούν χάρη σ' αυτές να εξοικειωθούν με ασφάλεια και χωρίς στρες με την ανατομία του ανθρώπινου σώματος, πριν αναλάβουν έναν ασθενή.

Τέλος, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται για την παρασκευή εξατομικευμένων φαρμάκων σε συγκεκριμένη δοσολογία, μέγεθος ή μορφή ανάλογα με τις ανάγκες των ασθενών, όπως είναι τα παιδιά (Abdul Aleem Mohammed et al, 2021).

4.1.4 Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα

Η **εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR)** είναι μια τεχνητή, παραγόμενη από ηλεκτρονικό υπολογιστή προσομοίωση ή δημιουργία ενός περιβάλλοντος πραγματικής ζωής ή κατάστασης.

Σύμφωνα με έρευνα, η ζήτηση της εικονικής πραγματικότητας στην παγκόσμια αγορά υγειονομικής περίθαλψης αναμένεται να φθάσει σε 40,98 δις δολάρια μέχρι το 2026 από 2,7 δις δολάρια που ήταν το 2020, με ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 35% κατά την περίοδο πρόβλεψης 2021 έως 2026 (Facts and Factors, 2021).

Η **επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR)** είναι η σε πραγματικό χρόνο άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται από στοιχεία αναπαραγόμενα από ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπως ήχος, βίντεο, γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας

Οι χρήστες της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας τοποθετούν μια συσκευή απεικόνισης προσαρμοσμένη στο κεφάλι τους (head-mounted display - HMD), η οποία διαθέτει ένα μικρό οπτικό σύστημα απεικόνισης μπροστά από το ένα μάτι (μονόφθαλμη HMD) ή από κάθε μάτι (διόφθαλμη HMD) και παρέχει μια αίσθηση «μεταφερόμενη σε τρισδιάστατο κόσμο που μοιάζει με ζωή».

Οι εφαρμογές της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 1) Κλινικές/θεραπευτικές, 2), Ψυχαγωγία, 3) Επιχειρήσεις/βιομηχανία, και 4) Εκπαίδευση/κατάρτιση.

Και οι δύο πρακτικές έχουν μεγάλες δυνατότητες στην αλλαγή του ιατρικού τοπίου, όπως για παράδειγμα, για τη θεραπεία προβλημάτων ψυχικής υγείας (άγχος, φοβίες, μετατραυματικά σοκ), την προσομοίωση χειρουργικών επεμβάσεων, τον έλεγχο της όρασης, την αποκατάσταση νοητικών βλαβών ή για τη διδασκαλία ανατομίας σε φοιτητές ιατρικής. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται ήδη για την ανάλυση μαγνητικών και αξονικών τομογραφιών.

Οι τεχνολογίες VR/ AR αποτελούν βοηθητικό εργαλείο για την ανακούφιση από τον σωματικό πόνο, π.χ. κατά τη διάρκεια του τοκετού, και την παρακολούθηση της θεραπείας σε ασθενείς, π.χ. με καρκίνο, επηρεάζοντας τις ψυχολογικές και φυσιολογικές λειτουργίες τους. Έχει αποδειχθεί ότι περιορίζουν τα ψυχολογικά συμπτώματα που σχετίζονται με τον καρκίνο και έτσι διευκολύνουν τη συναισθηματική ευεξία του ασθενούς.

Για παράδειγμα, η εταιρία AppliedVR παρέχει την εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας RelieVRx για τη θεραπεία του χρόνιου πόνου στη μέση ενός ατόμου. Η RelieVRx είναι ένα καινοτόμο συμπληρωματικό πρόγραμμα διαχείρισης του πόνου, το οποίο καθοδηγεί τους ασθενείς μέσα από παιχνίδια, μαθήματα και ασκήσεις, που υποστηρίζονται από τη γνωσιακή συμπεριφορική θεραπεία και άλλες πρακτικές, για να βοηθήσουν στην ανακούφιση του χρόνιου πόνου τους σε μικρής διάρκειας ατομικές συνεδρίες για διάστημα οκτώ εβδομάδων (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Η εφαρμογή RelieVRx χρησιμοποιώντας την εικονική πραγματικότητα (πηγή: <https://www.relievr.com/>)

Οι νέες καινοτόμες εφαρμογές μπορούν να βοηθήσουν τους χειρουργούς να ενισχύσουν την ικανότητα διάγνωσης, θεραπείας και χειρουργικής επέμβασης στους ασθενείς τους. Η χειρουργική πρακτική, με τη χρήση της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, περιλαμβάνει την εξατομικευμένη προσομοίωση, το προεπεμβατικό σχεδιασμό και την 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 προεγχειρητικό περιβάλλον επιτρέπει την πραγματική ροή μιας επέμβασης στις χειρουργικές αίθουσες, όπου οι διαδικασίες δοκιμάζονται και τροποποιούνται από πριν ανάλογα με την περίπτωση του κάθε ασθενούς, και επίσης εγκλιματίζει τη χειρουργική ομάδα για την πραγματική επέμβαση. Για παράδειγμα, μια προεγχειρητική χαρτογράφηση των ορίων του καρκινικού όγκου με τη χρήση αξονικής ή/και μαγνητικής τομογραφίας, η οποία συνδυάζεται με τον εικονικό σχεδιασμό της χειρουργικής επέμβασης, βοηθά στην διεγχειρητική πλοήγηση κατά τη διάρκεια της πραγματικής επέμβασης για την αφαίρεση των όγκων.

Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, η επαυξημένη και η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει σε έναν χειρουργό να την παρακολουθεί εξ αποστάσεως και να χρησιμοποιεί τα χέρια του για να επιδεικνύει πράγματα στον χειρουργό που διεξάγει την επέμβαση, ο οποίος βλέπει τον απομακρυσμένο χειρουργό σε μια οθόνη. Στόχος είναι να δημιουργηθούν «χειρουργικές αίθουσες χωρίς σύνορα» και να επιτραπεί η πρόσβαση σε πιο σύγχρονες και εξειδικευμένες γνώσεις σχετικά με τη χειρουργική πρακτική, βοηθώντας τους χειρουργούς να συμβουλευτούν ο ένας τον άλλον από διαφορετικά μέρη του κόσμου.

Τέλος, οι δύο τεχνολογίες μπορούν να προσθέσουν σημαντική αξία στην εκπαίδευση και στην άσκηση της ιατρικής και της νοσηλευτικής, επιτρέποντας στους σπουδαστές και τους ασκούμενους ιατρούς/ νοσηλευτές να αντιληφθούν καλύτερα τα περιστατικά υγείας και τα σενάρια που θα αντιμετωπίσουν στο μέλλον. Η τεχνολογία VR / AR μπορεί να μεταφέρει πολύπλοκες οδηγίες στη διαδραστική εκπαίδευση, να αποτρέψει πραγματική ζημιά στον εξοπλισμό ή την υγεία των ασθενών σε περίπτωση σφαλμάτων και να γίνονται επαναλαμβανόμενες ενέργειες σε μορφή εκπαίδευσης.

4.2 Τεχνητή Νοημοσύνη

Η **τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI)** είναι ένας τομέας της πληροφορικής που δίνει έμφαση στην προσομοίωση διαδικασιών ανθρώπινης νοημοσύνης από μηχανές που λειτουργούν και αντιδρούν σαν ανθρώπινα όντα. Με άλλα λόγια, η τεχνητή νοημοσύνη ορίζεται ως η επιστημονική κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν τη σκέψη και την ευφυή συμπεριφορά και την ενσωμάτωσή τους σε μηχανές (EC, 2021).

Οι βασικές τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης είναι η μηχανική εκμάθηση (Machine Learning - ML) και η βαθιά εκμάθηση (Deep Learning - DL). Με τη μηχανική εκμάθηση οι μηχανές είναι σε θέση να εξάγουν συμπεράσματα και να επιλύουν προβλήματα από πληροφορίες που λαμβάνουν και έχουν τη δυνατότητα να μαθαίνουν από τα πρότυπα δεδομένων που επεξεργάζονται, αλληλεπιδρώντας με τον άνθρωπο με φυσικό τρόπο (Arjun Panesar et al, 2020). Η βαθιά εκμάθηση επιτρέπει σε μια μηχανή να αναγνωρίζει ανεξάρτητα πολύπλοκες έννοιες από πολύπλοκα σύνολα δεδομένων, όπως στοιχεία σε εικόνες (EC, 2021).

4.2.1 Η συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της υγείας

Η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να φέρει επανάσταση σε πολλούς τομείς της ζωής μας: ένας από αυτούς είναι ο τομέας της υγείας. Με την αυξανόμενη διαθεσιμότητα δεδομένων που σχετίζονται με την υγεία, την υγειονομική περίθαλψη και τη συμπεριφορά, όπως είναι τα κλινικά, εργαστηριακά και δημογραφικά δεδομένα, βελτιώνεται σημαντικά η συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα αυτό, όπως αναλύεται παρακάτω:

- 1) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να **συμβάλει στην «προ-προτοβάθμια φροντίδα υγείας»**, δηλαδή μέσω της δημιουργίας συστημάτων ή εργαλείων, τα οποία μπορούν να είναι η αρχική στάση πριν συναντήσουν ένα γιατρό. Λέγοντας σε ένα τέτοιο εργαλείο πως αισθάνεσαι και το εργαλείο διασταυρώνοντας τα δεδομένα σου με όλη τη βάση των ιατρικών δεδομένων που διαθέτει, θα μπορούσε αναμφισβήτητα να κάνει μια προκαταρκτική διάγνωση, όπως ένας γιατρός που δεν γνωρίζει τίποτα για εσένα.
- 2) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να **προβλέπει κλινικά αποτελέσματα**. Για παράδειγμα, μπορεί να προβλέπει αν και πότε κάποιος μπορεί να βιώσει καρδιακό επεισόδιο. Σύμφωνα με τους ερευνητές του

Πανεπιστημίου Johns Hopkins, ανέπτυξαν έναν αλγόριθμο που μπορεί να προσδιορίσει ποιος κινδυνεύει από καρδιακό θάνατο και πότε θα συμβεί, επιτρέποντας στους γιατρούς να αποφασίσουν ακριβώς τι πρέπει να γίνει.

Σκοπός του αλγορίθμου είναι να αυξηθούν οι πιθανότητες επιβίωσης από αιφνίδιες και θανατηφόρες καρδιακές αρρυθμίες, οι οποίες ευθύνονται για το 20% όλων των θανάτων παγκοσμίως. Ο αλγόριθμος λέγεται Μελέτη Επιβίωσης από τον Κίνδυνο Καρδιακής Αρρυθμίας (Survival Study of Cardiac Arrhythmia Risk) και για να δημιουργηθεί βασίστηκε σε εικόνες άρρωστων καρδιών από μαγνητικό τομογράφο και σε στοιχεία από το ιστορικό των ασθενών αυτών (Dan M. Popescu et al, 2022).

- 3) Η τεχνητή νοημοσύνη **προσφέρει δυνατότητες στην αυτοματοποίηση των διοικητικών διαδικασιών** που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη, συμπεριλαμβανομένων την οργάνωση και διαχείριση των ιατρικών αρχείων και δεδομένων, την αναγνώριση και αντιμετώπιση λαθών στις επιχειρησιακές ροές εργασίας και εσφαλμένα λάθη τιμολόγησης. Ενδεικτικά να αναφερθεί ότι οι γιατροί καταναλώνουν έως και το 49% του εργασιακού τους χρόνου σε διοικητικές διαδικασίες, πολλές από τις οποίες μπορούν να αυτοματοποιηθούν.
- 4) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί **να βοηθήσει τους επαγγελματίες υγείας στο να πάρουν πολύπλοκες αποφάσεις για τη θεραπεία των ασθενών**, όπως είναι στο τομέα της ογκολογίας. Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (decision support systems) ενσωματώνοντας την τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να «μάθουν» από πολύ μεγάλες βάσεις δεδομένων, όπως είναι αυτές με το ιστορικό ασθενών, τα αποτελέσματα από ιατρικές εξετάσεις, τις δημογραφικές πληροφορίες και τα γενετικά προφίλ ασθενών.
- 5) Όμοια με τους επαγγελματίες υγείας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί **να βοηθήσει έναν ασθενή να παίρνει αποφάσεις για την υγεία του** καθημερινά, ειδικότερα έναν με χρόνια πάθηση, αφού οι ανάγκες του αλλάζουν στο πέρασμα του χρόνου, και η έκβαση της υγείας του εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την συμπεριφορά του. Επομένως, το ψηφιακό εργαλείο, που βοηθάει τους συγκεκριμένους ασθενείς, βασίζεται στο AI και έχει δημιουργηθεί από ιατρικά δεδομένα, και δεδομένα συμπεριφοράς.

Τα δεδομένα συμπεριφοράς (behavioral data) προκύπτουν από τον συνδυασμό τεχνικών από τις επιστήμες συμπεριφοράς (την ψυχολογία, τα οικονομικά και την κοινωνιολογία) με υπολογιστικές προσεγγίσεις από την επιστήμη των

υπολογιστών, τη στατιστική, τη μηχανική με επίκεντρο τα δεδομένα, την έρευνα συστημάτων πληροφοριών και τα μαθηματικά. Ο συνδυασμός αυτός γίνεται με σκοπό την καλύτερη μοντελοποίηση, κατανόηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς ενός ατόμου.

Για παράδειγμα, ένα άτομο με σακχαρώδη διαβήτη Τύπου 1 χρειάζεται να παίρνει καθημερινά κατά μέσο όρο 180 αποφάσεις σχετικές με την σωματική του κατάσταση, τη φαρμακευτική αγωγή και τη διατροφή του. Ένα ψηφιακό εργαλείο, που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη, μπορεί να διαθέτει δεδομένα και προτάσεις σε πραγματικό χρόνο με βάση τις καθημερινές εμπειρίες του ατόμου στην οθόνη του κινητού του τηλεφώνου όποτε το χρειάζεται, έτσι ώστε να του απλοποιεί τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και να του διώχνει εικασίες ή προβληματισμούς. Επομένως, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μειώσει το καθημερινό φορτίο που προκύπτει από τη διαχείριση μιας χρόνιας πάθησης.

- 6) Μία πιο εμφανής ένδειξη χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην βιομηχανία της υγειονομικής περίθαλψης σήμερα είναι τα **chatbots** (Arjun Panesar et al, 2020). Το chatbot είναι μια εφαρμογή λογισμικού που χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή μιας διαδικτυακής συνομιλίας μέσω κειμένου ή κειμένου σε ομιλία (text-to-speech), αντί για την άμεση επαφή με έναν άνθρωπο. Τα chatbots χρησιμοποιούνται για την παροχή εικονικών συμβουλών, το κλείσιμο ενός ραντεβού, την εύρεση κοντινών κλινικών και την πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με φάρμακα, τον έλεγχο συμπτωμάτων και για άλλες ιατρικές εργασίες.
- 7) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την **επεξεργασία απεικονιστικών εικόνων**, αφού μπορεί να ελέγξει και να διαλέξει χιλιάδες εικόνες ανά ώρα και να ανιχνεύσει εγκεφαλικά επεισόδια, καρκίνο όπως του πνεύμονα, του δέρματος ή του μαστού, κατάγματα οστών και νευρολογικές παθήσεις. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται ο φόρτος εργασίας ενός ακτινολόγου και του δίνεται περισσότερος εργασιακός χρόνος ώστε να επικεντρωθεί στη φροντίδα των ασθενών και να αποφευχθεί η εξουθένωσή του (burn out), όπως παρατηρήθηκε τα δύο τελευταία χρόνια γενικότερα στους επαγγελματίες υγείας λόγω του Covid 19.
- 8) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να **εξορύξει δεδομένα από τους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας** για την παροχή καλύτερων και ταχύτερων υπηρεσιών υγείας.

- 9) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία των πληροφοριακών συστημάτων των δομών υγειονομικής περίθαλψης και για την ανίχνευση και την αντιμετώπιση κυβερνοαπειλών.
- 10) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προβλέψει τη ροή των ασθενών και τη διαθεσιμότητα των κλινών στα νοσοκομεία, από την εισαγωγή των ασθενών μέχρι να πάρουν εξιτήριο.
- 11) Η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αναλύσει δεδομένα που προέρχονται από μια μεγάλη ποικιλία πηγών, όπως είναι οι κλινικές δοκιμές, τα αρχεία ασθενών και τα γενετικά αρχεία, και μπορεί να προβλέψει πως ένα φάρμακο επηρεάζει τα κύτταρα και τους ιστούς ενός ανθρώπου, οδηγώντας σε καλύτερες δοκιμές, στην ιατρική ακριβείας και στη δημιουργία καινοτόμων και πιο αποτελεσματικών φαρμάκων (Arjun Panesar et al, 2020).
- 12) Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών ρύπων των δομών υγειονομικής περίθαλψης.

Επομένως, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη μείωση του υγειονομικού κόστους, στη σωστή πρόληψη και διάγνωση των ασθενειών, στη μείωση των ιατρικών λαθών και στην εφαρμογή εξατομικευμένης θεραπείας.

4.2.2 Παραδείγματα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της υγείας

❖ Για τον εντοπισμό καρκίνου του δέρματος

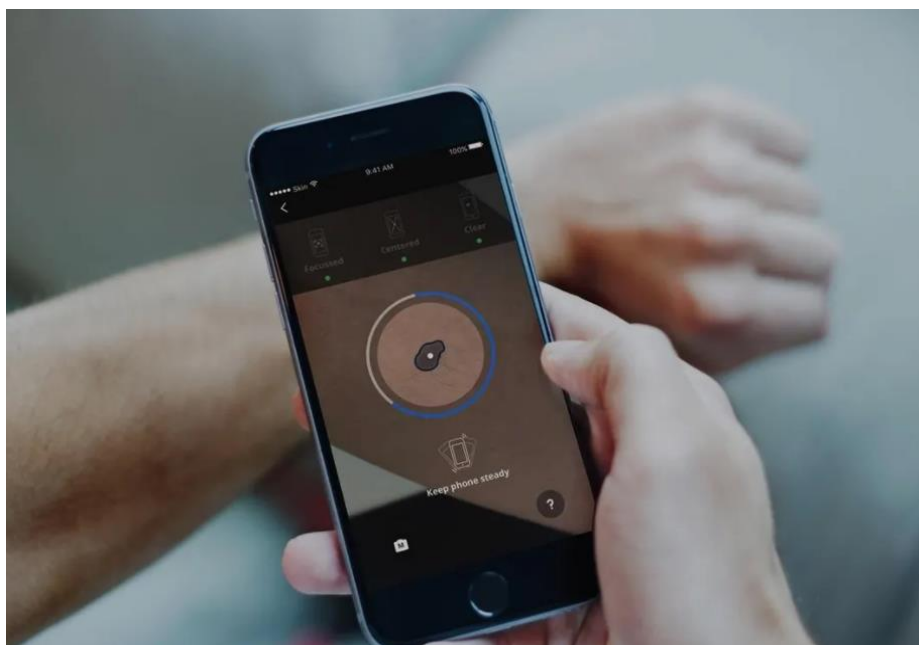
Το μελάνωμα είναι ο πιο θανατηφόρος τύπος καρκίνου του δέρματος και υπολογίζεται ότι στην Αμερική πεθαίνουν περίπου 10.000 άνθρωποι κάθε χρόνο. Δεν είναι εύκολα ανιχνεύσιμο από ανεκπαίδευτα μάτια. Μέσω εφαρμογής στο κινητό τηλέφωνο, αξιοποιώντας τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης, πλέον μπορεί να διαγνωσθεί ο καρκίνος του δέρματος με την ίδια ακρίβεια όπως από έναν εξειδικευμένο δερματολόγο. Η εφαρμογή αυτή έχει «εκπαιδευτεί» χρησιμοποιώντας εικόνες από τα διάφορα στάδια του καρκίνου του δέρματος και των αντίστοιχων διαγνώσεων και προσφέρει μια γρήγορη και εύκολη διάγνωση παγκοσμίως.

Η ομάδα ερευνητών του Πανεπιστημίου του Στάνφορντ υπήρξε από τις πρώτες που ανέπτυξε το 2017 έναν αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για τη διάγνωση του καρκίνου του δέρματος χρησιμοποιώντας φωτογραφίες τραβηγμένες από κινητό τηλέφωνο (Andre Esteva et al, 2017).

Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί αρκετές εφαρμογές στο κινητό τηλέφωνο με τις οποίες μπορεί κάποιος να τραβήξει φωτογραφίες από ύποπτες κρεατοελιές ή σημάδια και να

τις παρακολουθήσει μόνος τους για τυχόν αλλαγές ή να τις στείλει στο δερματολόγο του για εκτίμηση.

Για παράδειγμα, το Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν έχει δημιουργήσει την εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα με την ονομασία **UMSkinCheck**. Η εφαρμογή αυτή προορίζεται για αυτοεξέταση και επιτήρηση του καρκίνου του δέρματος, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να συμπληρώσουν και να αποθηκεύσουν μια βιβλιοθήκη φωτογραφιών ολόκληρου του σώματος, να παρακολουθήσουν ανιχνευμένες κρεατοελιές για τυχόν δερματικές αλλαγές στο πέρασμα του χρόνου, να κατεβάσουν ενημερωτικά βίντεο και βιβλιογραφία, και να εντοπίσουν έναν ειδικό δερματολόγο για τον καρκίνο του δέρματος (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Εφαρμογή UMSkinCheck για τη διάγνωση καρκίνου του δέρματος (πηγή: <https://www.uofmhealth.org/patient%20and%20visitor%20guide/my-skin-check-app>)

❖ Για τη διάγνωση παθήσεων των ματιών

Εντοπίζοντας προβλήματα στα μάτια νωρίς μπορεί να μειωθεί σημαντικά η πιθανότητα απώλειας της όρασης. Αρκετές εφαρμογές εξετάζουν πώς να συνδυαστούν υφιστάμενες ιατρικές γνώσεις για τα μάτια μας με εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης, όπως για παράδειγμα, η διάγνωση της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας και ο εκφυλισμός της ωχράς κηλίδας που σχετίζεται με την ηλικία.

Για παράδειγμα, η Peek Vision, ένα ίδρυμα που αναπτύσσει εφαρμογές σε smartphone και εργαλεία δημόσιας υγείας για τη διάγνωση παθήσεων των ματιών και

δραστηριοποιείται σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, έχει αναπτύξει ένα εργαλείο, το οποίο ονομάζεται **Peek Retina**.

Το εργαλείο αυτό προσαρμόζεται στο smartphone και επιτρέπει σε οποιαδήποτε χρήστη, ανεξαρτήτως ειδικότητας οφθαλμιάτρου, να μετατρέπει τη συσκευή του σε ψηφιακό οφθαλμοσκόπιο και να καταγράφει εικόνες του αμφιβληστροειδούς στο τηλέφωνό του από ασθενείς με διεσταλμένες κόρες. Έπειτα, με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης το εργαλείο αυτό μπορεί να εντοπίζει παθήσεις των ματιών, όπως είναι το γλαύκωμα και ο καταρράκτης (Εικόνα 8). Οι εικόνες που καταγράφονται μπορούν να στέλνονται μέσω email ή sms στον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενούς ή σε υγειονομικούς παρόχους που βρίσκονται μακριά.



Εικόνα 8: Εργαλείο Peek Retina για τη διάγνωση παθήσεων των ματιών (πηγή: <https://peekvision.org/>)

Επομένως, βλέπουμε ότι τα smartphones με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν σημαντικά την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη των ματιών σε απομακρυσμένες και αγροτικές περιοχές, όπου οι εξειδικευμένοι ιατροί είναι σπάνιοι.

❖ Για τη διάγνωση και τη θεραπεία της κατάθλιψης

Η εταιρία **MindStrong**, με έδρα την Καλιφόρνια των ΗΠΑ, δημοσίευσε πρόσφατα μια μελέτη που δείχνει ότι η τεχνολογία, που έχει αναπτύξει η εταιρία με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης, θα μπορούσε να εντοπίσει σημάδια κατάθλιψης και άλλες

ψυχικές διαταραχές, αναλύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα smartphone τους, με σκοπό να τις θεραπεύσουν.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της κινητής εφαρμογής της εταιρίας (Mindstrong app), η οποία συλλέγει μετρήσεις της γνωστικής και συναισθηματικής υγείας των ανθρώπων, όπως υποδεικνύεται από τον τρόπο που χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα τους. Το μόνο που χρειάζεται είναι ο ασθενής να εγκαταστήσει την εφαρμογή στο κινητό του και τότε αυτή παρακολουθεί πράγματα, όπως τον τρόπο με τον οποίο το άτομο πληκτρολογεί, αγγίζει και κάνει κύλιση (scroll) στην οθόνη του, ενώ χρησιμοποιεί άλλες εφαρμογές. Αυτά τα δεδομένα κρυπτογραφούνται και αναλύονται εξ αποστάσεως, χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη, και τα αποτελέσματα κοινοποιούνται στον ασθενή και στον ιατρό του, προκειμένου να διαλέξει την κατάλληλη θεραπεία.

Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην ανακούφιση των συμπτωμάτων της κατάθλιψης ή του άγχους. Μια δοκιμή με το **Woebot**, ένα chatbot που έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις αρχές της γνωσιακής συμπεριφορικής θεραπείας (cognitive behavioural therapy - CBT), έδειξε ότι ήταν αποτελεσματικό στη θεραπεία της διαταραχής. Στη δοκιμή, οι συμμετέχοντες, μεταξύ 18 και 28 ετών, έλαβαν πάνω από 20 συνεδρίες για δύο εβδομάδες με το Woebot, μια εφαρμογή λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή διαδικτυακών συνομιλιών μέσω κειμένου. Για όσους έλαβαν τις παραπάνω συνεδρίες αποδείχτηκε ότι τα συμπτώματα κατάθλιψης μειώθηκαν σημαντικά κατά την περίοδο της μελέτης (KK Fitzpatrick et al, 2017).

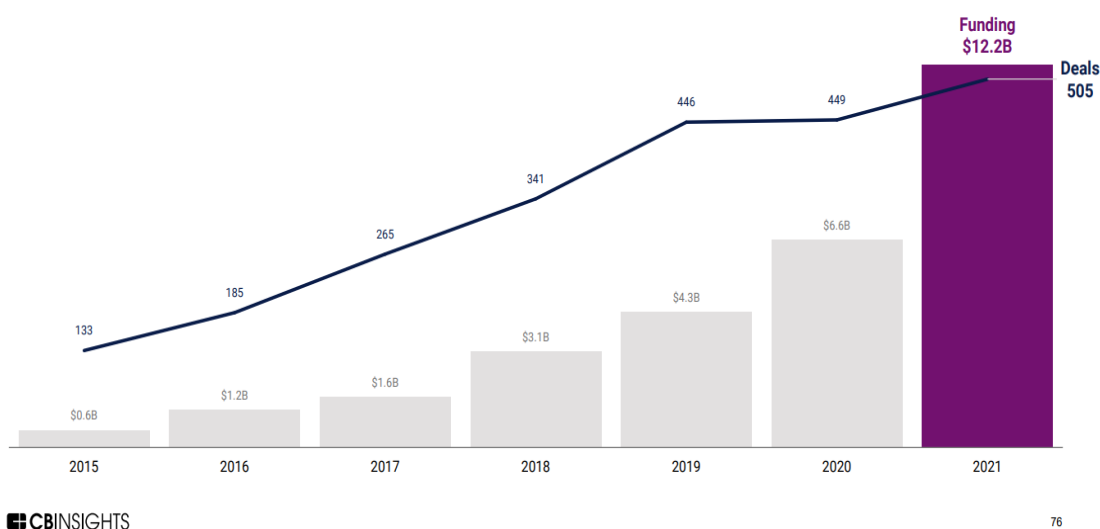
Τέλος, το **Wysa** είναι ένα chatbot, που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη και κάνει τα άτομα να νιώθουν ότι τους ακούνε. Η εφαρμογή Wysa παρέχει ψυχολογική υποστήριξη, μέσω θεραπειών γνωσιακής συμπεροφοράς (CBT), σε άτομα που πάσχουν από χρόνιους μυσκελετικούς πόνους και σχετική κατάθλιψη και άγχος. Σκοπός της εφαρμογής είναι να μειωθούν τα συμπτώματα της κατάθλιψης και του άγχους, να μειωθεί η παρεμβολή του πόνου και να βελτιωθεί η σωματική λειτουργία του ατόμου. Οι θεραπείες γίνονται μέσω ανταλλαγής μηνυμάτων σε smartphone και έχει αποδειχθεί ότι η Wysa είναι πιο αποτελεσματική από την τυπική ορθοπεδική φροντίδα και την προσωπική ψυχολογική συμβουλευτική (Becky Inkster et al, 2018).

4.2.3 Επενδύσεις σε εταιρίες στον τομέα της υγείας που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη

Οι επενδύσεις σε εταιρίες, που δραστηριοποιούνται στον τομέα της υγείας και αξιοποιούν τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης, διπλασιάστηκαν συγκριτικά με

την προηγούμενη χρονιά (6,6 δις δολάρια για το 2020) και έφθασαν στα 12,2 δις δολάρια για το 2021, ποσό το οποίο αντιστοιχεί στο 18% των συνολικών επενδύσεων στην τεχνητή νοημοσύνη παγκοσμίως (Σχήμα 13). Επομένως, οι επενδύσεις αυξήθηκαν κατά 50% μέσα σε ένα έτος με την αγορά των ΗΠΑ να είναι κυρίαρχη παγκοσμίως και έπειτα να ακολουθεί της Ασίας και της Ευρώπης.

Healthcare AI funding nearly doubles to hit \$12.2B – 18% of AI’s 2021 total

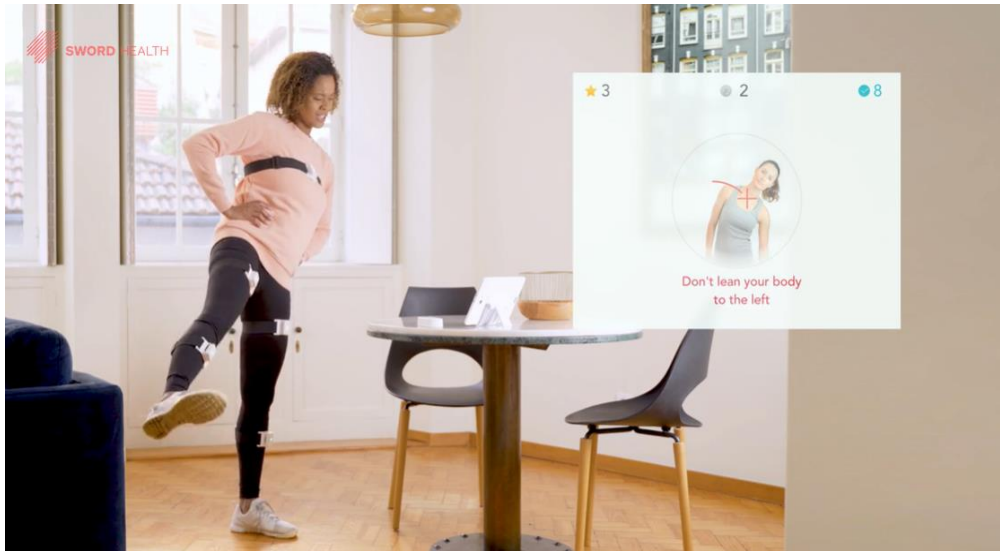


Σχήμα 13: Οι επενδύσεις σε εταιρίες στον τομέα της υγείας που χρησιμοποιούν AI για τα έτη 2015 με 2021 (πηγή: CB Insights, 2021b)

Μία από τις εταιρίες στην οποία επενδύθηκαν χρήματα το 2021 είναι η γαλλική εταιρία **Dental Monitoring**. Η επένδυση ανήλθε στα 163 εκ. δολάρια και η εταιρία το 2021 έφθασε να αποτιμάται στο 1 δις δολάρια. Η Dental Monitoring επιτρέπει στους ορθοδοντικούς και τους οδοντιάτρους να παρακολουθούν εξ αποστάσεως τη θεραπεία των ασθενών τους μέσω της τεχνητής νοημοσύνης και μιας συσκευής στοματικής σάρωσης συνδεδεμένη με ένα smartphone. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να παρακολουθούνται εξ αποστάσεως πάνω από 130 στοματικές παθήσεις, μιλώντας επί της ουσίας για καθιέρωση της τηλεοδοντιατρικής .

Ομοίως, στην αμερικάνικη εταιρία **SWORD Health** επενδύθηκαν 150 εκ. δολάρια για το 2021 και η αποτίμησή της έφθασε στα 2 δις δολάρια. Η SWORD Health ασχολείται με την εξ αποστάσεως παρακολούθηση και θεραπεία μυοσκελετικών παθήσεων και την παροχή ψυχολογικής υποστήριξης, σύμφωνα με τις αρχές του CBT,

χρησιμοποιώντας μόνο ένα έξυπνο κινητό και αισθητήρες, οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στο σώμα του ατόμου για να ελέγχουν τις κινήσεις του κατά τη διάρκεια της θεραπείας (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Εφαρμογή της εταιρίας SWORD Health (πηγή: SWORD Health)

4.3 Blockchain

Η **τεχνολογία αλυσίδας συστοιχιών (Blockchain)** είναι σχετικά μια πρόσφατη χρονολογικά ανακάλυψη, καθώς δημιουργήθηκε μόλις το 2008 και αποτελεί εύρημα ενός ανώνυμου ατόμου ή ομάδας ατόμων, γνωστών με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto.

Το blockchain είναι ένας κατακεντρωμένος, αποκεντρωμένος ψηφιακός κατάλογος (ledger) δεδομένων, αλλά μπορεί απλά να περιγραφεί ως κοινή βάση δεδομένων, που χρησιμοποιείται για την καταγραφή γεγονότων/συναλλαγών. Στην ουσία, περιέχει μια σειρά καταχωρήσεων/ εγγραφών. Κάθε καινούρια ομάδα εγγραφής (ένα «block») συνδέεται με τα προηγούμενα χρονικά ή/και γεωχωρικά, δημιουργώντας μία «αλυσίδα» εγγραφών, δηλαδή ένα «blockchain».

Οι εγγραφές συνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας για προστασία μια κρυπτογραφική μέθοδο. Κάθε εγγραφή περιέχει ένα κρυπτογραφικό κατακερματισμό της προηγούμενης εγγραφής, για να συνδέσει τις εγγραφές μεταξύ τους και να τις καταστήσει αμετάβλητες και ανθεκτικές σε τροποποιήσεις (Dwivedi R et al, 2022).

Για επιπλέον επίπεδα προστασίας, η βάση δεδομένων είναι κατακεντρωμένη σε απεριόριστους χρήστες μέσα σε ένα δίκτυο και αποκεντρωμένη, δηλαδή δεν ανήκει σε

κανέναν, ελέγχεται από τους χρήστες και δεν διοικείται από κανένα κεντρικό ρυθμιστικό όργανο. Η κατανομή και η αποκέντρωση οδηγούν στη μη μεταβλητότητα και επιτρέπουν την αντίσταση στην αποτυχία, τις επιθέσεις, τη χειραγώγηση του συστήματος και τη συμπαιγνία των συμμετεχόντων (Kamel Boulos, 2018).

Με απλά λόγια, η τεχνολογία blockchain επιτρέπει τη δημιουργία ψηφιακών αρχείων και την κοινή χρήση και διαχείριση τους με ασφάλεια σε ένα δίκτυο. Ο κάθε συμμετέχων έχει ένα ίδιο αντίγραφο της βάσης δεδομένων, το οποίο ενημερώνεται όσο οι αλλαγές συμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο.

Επομένως, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του blockchain είναι: α) η αποκέντρωση (decentralisation), β) η κατανομή (distribution), γ) το αμετάβλητο (Immutability), δ) η κρυπτογραφική ασφάλεια (cryptographic security), και ε) η διαφάνεια (transparency).

Ιστορικά, η πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας του blockchain πραγματοποιήθηκε στον οικονομικό τομέα και συγκεκριμένα στον τομέα των ψηφιακών νομισμάτων με την περίπτωση του κρυπτονομίσματος Bitcoin. Η τεχνολογία αυτή ωστόσο εφαρμόζεται και σε πλήθος άλλων περιοχών της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως είναι η υγεία, καθώς μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Σύμφωνα με την έρευνα της BIS Research, η παγκόσμια αγορά του blockchain στην υγεία αναμένεται να αυξηθεί κατά 63,85% από το 2018 έως το 2025, για να φτάσει σε αξία 5,61 δις δολαρίων μέχρι το 2025. Η χρήση του blockchain για την ανταλλαγή δεδομένων υγείας θα συνεισφέρει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου πρόβλεψης, φτάνοντας σε αξία 1,89 δις. δολαρίων έως το 2025 (BIS Research, 2018).

Η τεχνολογία blockchain μπορεί να εφαρμοστεί στο χώρο της υγείας για πολλούς λόγους, όπως είναι η ικανότητά του να δημιουργεί ψηφιακές ταυτότητες, η ικανότητά του να παρακολουθεί φυσικά αντικείμενα, και η ικανότητά του να υποστηρίζει την ανταλλαγή δεδομένων, ενώ διαφυλάσσεται η ασφάλεια, η ακεραιότητα, η προέλευση, η διαφάνεια και ο έλεγχος των δεδομένων από τον ιδιοκτήτη του. Παρακάτω παρατίθενται πιο αναλυτικά οι λόγοι:

- 1) Λόγω της ικανότητάς του να δημιουργεί ψηφιακές ταυτότητες, το blockchain συμβάλει **στην ασφαλή διαχείριση, πρόσβαση, αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων και ηλεκτρονικών φακέλων υγείας**, επιτρέποντας τη διατήρηση της ανωνυμίας και της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις π.χ. του GDPR. Το blockchain μπορεί να ορίσει συγκεκριμένη άδεια (permission) για την πρόσβαση σε δεδομένα που είναι αποθηκευμένα και έτσι, για παράδειγμα, οι πάροχοι

- υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να έχουν πρόσβαση μόνο σε εκείνους τους ηλεκτρονικούς φακέλους ασθενών, για τους οποίους τους έχει επιτραπεί (OECD, 2020).
- 2) Η ικανότητά του να καταγράφει ψηφιακά γεγονότα, να επιτρέπει την κοινή χρήση μεταξύ μερών και να ανταλλάσσει σύνθετα δεδομένα/ πληροφορίες υγείας μεταξύ ασθενών, παρόχων, πληρωτών και άλλων πηγών θα μπορούσε **πιθανώς να ξεπεράσει τις προκλήσεις της διαλειτουργικότητας των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας στα συστήματα υγείας**. Κι αυτό διότι, στα συστήματα υγείας ο μεγάλος όγκος δεδομένων που διαμοιράζεται είναι απαραίτητος μεταξύ των ιατρικών συσκευών και των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό συχνά οδηγεί σε κατακερματισμό των δεδομένων, ο οποίος μπορεί να δημιουργήσει ένα κενό στις μεταδιδόμενες πληροφορίες, οδηγώντας σε ανεπαρκείς πληροφορίες που αποκρυπτογραφούνται και εμποδίζοντας έτσι τη θεραπευτική διαδικασία.
 - 3) Μέσω της ικανότητάς του να χρησιμοποιεί αρχείο καταγραφής της αλυσίδας εφοδιασμού, να παρακολουθεί τα φυσικά αντικείμενα και με τη χρήση της κρυπτογραφικής μεθόδου, να δημιουργεί αποδείξεις ιδιοκτησίας κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, το blockchain μπορεί **να διαφυλάξει την ακεραιότητα της αλυσίδας εφοδιασμού των φαρμάκων (Drug supply chain)** και να ελαχιστοποιήσει την ύπαρξη παραποιημένων ή αλλοιωμένων φαρμάκων. Όμοια, μπορεί **να διαφυλάξει την ασφάλεια της αλυσίδας εφοδιασμού των ιατρικών συσκευών (medical devices supply chain)** και να αποτρέπει την απώλειά τους, την κλοπή τους ή οποιοδήποτε άλλου είδους κακόβουλης επέμβασης (Liam Bell et al, 2018).
 - 4) Το Blockchain θα μπορούσε να παίζει σημαντικό ρόλο στη **διαχείριση της ιατρικής τιμολόγησης μέσω αυτοματοποίησης των διαδικασιών**. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών με τη χρήση blockchain θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτρέψει τις απάτες, να ελαχιστοποιήσει τις απώλειες και να καταργήσει τη δυσπιστία που γεννάται μεταξύ των ενδιαφερόμενων. Οι απάτες που σχετίζονται με την ιατρική χρέωση έχουν εκτιμηθεί ότι ανέρχονται σε 3% - 10% των συνολικών δαπανών για υγειονομική περίθαλψη στις ΗΠΑ.
 - 5) Επίσης η τεχνολογική εφαρμογή Blockchain **συμβάλει στις φαρμακευτικές κλινικές δοκιμές και στην ιατρική έρευνα για την υγεία του πληθυσμού**, μέσω συστημάτων που αντιμετωπίζουν ζητήματα όπως είναι η εναλλαγή

αποτελεσμάτων, η κατασκοπεία δεδομένων και η επιλεκτική αναφορά, μειώνοντας έτσι τη συχνότητα εμφάνισης απάτης και λάθους στα αρχεία των κλινικών δοκιμών, και αυξάνοντας τη διαφάνεια, τη δυνατότητα ελέγχου και τη λογοδοσία των ιατρών και των ερευνητών. Επίσης, συμβάλει στην ασφάλεια των γονιδιωματικών δεδομένων που συμμετέχουν στην ιατρική έρευνα και τις κλινικές δοκιμές (Liam Bell et al, 2018).

- 6) Το Blockchain στο χώρο της υγείας χρησιμοποιείται για να γίνονται καλύτερες διαγνώσεις, να παρέχεται βέλτιστη θεραπεία με βιώσιμο κόστος και **να μειωθεί ο αριθμός των ιατρικών σφαλμάτων** που ενδέχεται να γίνουν κατά την ανάλυση των δεδομένων ενός ασθενούς από τον ιατρικό του φάκελο.

Παραδείγματα ιδιωτικών εταιριών στον τομέα της υγείας που χρησιμοποιούν την τεχνολογία Blockchain

Guardtime



Η Guardtime, μια εταιρεία ασφάλειας δεδομένων με έδρα την Ολλανδία, συνεργάστηκε το 2011 με την κυβέρνηση της Εσθονίας για τη δημιουργία μιας πλατφόρμας, βασισμένης στην τεχνολογία του blockchain, για την επικύρωση της ταυτότητας των ασθενών. (Suveen Angraal et al, 2017)

Σε όλους τους πολίτες της Εσθονίας εκδόθηκε μια έξυπνη κάρτα, η οποία συνδέει τα δεδομένα των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας τους με την ταυτότητά τους που βασίζεται στο blockchain. Οποιαδήποτε ενημέρωση στον Η.Φ.Υ. κατακερματίζεται (hashed) και καταχωρείται στο blockchain. Αυτή η προσέγγιση διασφαλίζει ότι τα δεδομένα εντός του Η.Φ.Υ. περιέχουν μια αμετάβλητη διαδρομή ελέγχου και ότι οι εγγραφές δεν μπορούν να τροποποιηθούν με κακόβουλο τρόπο.

Τα αμετάβλητα αρχεία καταγραφής δεδομένων μπορούν επίσης να αρχειοθετήσουν την κατάσταση των πληροφοριών από τις υφιστάμενες βάσεις δεδομένων υγείας. Σε κάθε ενημέρωση στη βάση δεδομένων υγείας, όπως ο προγραμματισμός ραντεβού, δίνεται μια χρονική σφραγίδα και υπογράφεται κρυπτογραφικά σε ένα μπλοκ.

Η εφαρμογή αυτή του blockchain οδήγησε μέχρι το 2016 στην αποθήκευση ενός (1) εκατ. ιατρικών αρχείων Εσθονών πολιτών, επιτρέποντάς τους να ελέγχουν την πρόσβαση στα δεδομένα τους. Η πλατφόρμα της Guardtime θεωρείται ως η μεγαλύτερη blockchain πλατφόρμα στον κόσμο. Πρόσφατα υπέγραψε συμφωνία με

έναν ιδιωτικό πάροχο υγειονομικής περίθαλψης στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα για την ενσωμάτωση του blockchain στα συστήματα απορρήτου των δεδομένων της.

Akiri



Η εταιρία Akiri εδρεύει στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ και παρέχει υπηρεσίες στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, συμβάλλοντας στην προστασία των δεδομένων υγείας των ασθενών κατά τη μεταφορά τους. Το σύστημα Akiri δεν αποθηκεύει δεδομένα οποιουδήποτε είδους, λειτουργεί τόσο ως δίκτυο, όσο και ως πρωτόκολλο για τον καθορισμό πολιτικών και τη διαμόρφωση επιπέδων δεδομένων, ενώ παράλληλα επαληθεύει τις πηγές και τους προορισμούς των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Συνεπώς, το σύστημα Akiri διασφαλίζει ότι τα δεδομένα υγείας παραμένουν ασφαλή και μπορούν να διαμοιράζονται μόνο με τα μέρη που έχουν εξουσιοδοτηθεί για πρόσβαση τις στιγμές που τα χρειάζονται.

Blockpharma



Η εταιρία Blockpharma εδρεύει στο Παρίσι, Γαλλία και προσφέρει λύση για την ιχνηλασιμότητα των φαρμάκων και την παραποίησή τους με τη χρήση της τεχνολογίας blockchain. Με τη σάρωση της αλυσίδας εφοδιασμού των φαρμάκων και την επαλήθευση όλων των σημείων αποστολής, η εφαρμογή της εταιρείας επιτρέπει στους ασθενείς να γνωρίζουν εάν λαμβάνουν πλαστά φάρμακα. Με τη βοήθεια ενός συστήματος, που βασίζεται σε blockchain, η Blockpharma εξαλείφει το 15% όλων των φαρμάκων στον κόσμο που είναι πλαστά.

Nebula Genomics



Η εταιρία Nebula Genomics εδρεύει στη Βοστώνη των ΗΠΑ και χρησιμοποιεί την τεχνολογία blockchain για να εξαλείψει τις περιττές δαπάνες και τους μεσάζοντες στη διαδικασία γενετικής μελέτης. Οι φαρμακευτικές και βιοτεχνολογικές εταιρείες δαπανούν δισεκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο για την απόκτηση γενετικών δεδομένων από τρίτους. Η Nebula Genomics συμβάλλει στη δημιουργία μιας γιγαντιαίας γενετικής βάσης δεδομένων, εξαλείφοντας τους ακριβούς μεσάζοντες και

δίνοντας κίνητρα στους χρήστες να πωλούν με ασφάλεια τα κρυπτογραφημένα γενετικά τους δεδομένα.

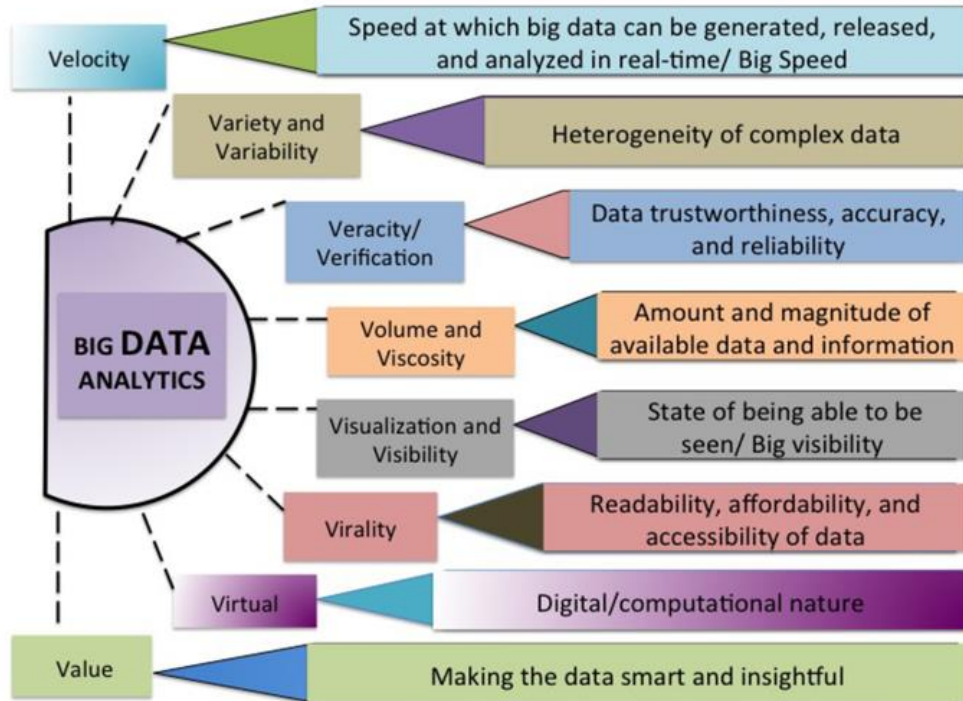
4.4 Big Data

Τα **Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)** μπορούν να περιγραφούν ως δεδομένα που αυξάνονται με τέτοιο ρυθμό ώστε να ξεπερνούν την επεξεργαστική ισχύ των συμβατικών συστημάτων των βάσεων δεδομένων και δεν ταιριάζουν στις δομές των συμβατικών αρχιτεκτονικών των βάσεων δεδομένων (Nilanjan Dey et al, 2019).

Ο όγκος των δεδομένων που παράγεται παγκοσμίως αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και από 33 zettabytes το 2018 αναμένεται να ανέλθει σε 175 zettabytes το 2025 (ΕΕ, 2020). Επομένως, έχουν αναπτυχθεί νέες προσεγγίσεις προκειμένου τα δεδομένα με μεγάλο όγκο να αναλυθούν και να κατανοηθούν σε πραγματικό χρόνο.

Τα Μεγάλα Δεδομένα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά (Εικόνα 10):

- *όγκο – volume* (το μέγεθος των δεδομένων σε terabytes, petabytes ή zettabytes),
- *ταχύτητα - velocity* (η ταχεία ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό ή σχεδόν σε πραγματικό χρόνο),
- *ποικιλία - variety* (οι διαφορετικές μορφές δεδομένων, συχνά από διαφορετικές πηγές),
- *ακρίβεια - veracity* (η διασφάλιση της ποιότητας για την επαλήθευση των δεδομένων και των αναλυτικών αποτελεσμάτων),
- *ορατότητα – visibility* (η κατάσταση των δεδομένων ώστε να είναι ορατά)
- *εικονικός – virtual* (τα δεδομένα σε ψηφιακή μορφή)
- *αξία – value* (κατά πόσο αξίζουν και προσθέτουν γνώση τα δεδομένα)



Εικόνα 10: Τα χαρακτηριστικά των Μεγάλων Δεδομένων (πηγή: Dwivedi R et al, 2022)

Τα δεδομένα υπάρχουν σε διάφορες μορφές, όπως είναι τα *δομημένα* (structured), τα *αδόμητα* (unstructured) ή τα *ημιδομημένα* (semistructured). Τα δομημένα δεδομένα είναι εκείνα τα δεδομένα που μπορούν να συλλεχθούν και να αποθηκευτούν ως διακριτές κωδικοποιημένες τιμές. Τα αδόμητα δεδομένα γενικά συλλέγονται και αποθηκεύονται ως ελεύθερο κείμενο. Τα ημιδομημένα δεδομένα μπορούν να οριστούν ως ένα μείγμα δομημένων και αδόμητων δεδομένων. Για παράδειγμα, τα δομημένα δεδομένα είναι οργανωμένα σε πίνακες και τα αδόμητα δεδομένα λαμβάνονται από μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, άρθρα ή βίντεο συνεχούς ροής και ήχου (Nilanjan Dey et al, 2019).

Η αλυσίδα αξίας (value chain) των μεγάλων δεδομένων αποτελείται από τη δημιουργία και τη συλλογή δεδομένων, την αποθήκευση και την επεξεργασία και, τέλος, τη διανομή και την ανάλυση των σχετικών δεδομένων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (big data analytics) και η εξόρυξη γνώσης (knowledge mining) από τα δεδομένα είναι δύο έννοιες που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα μεγάλα δεδομένα.

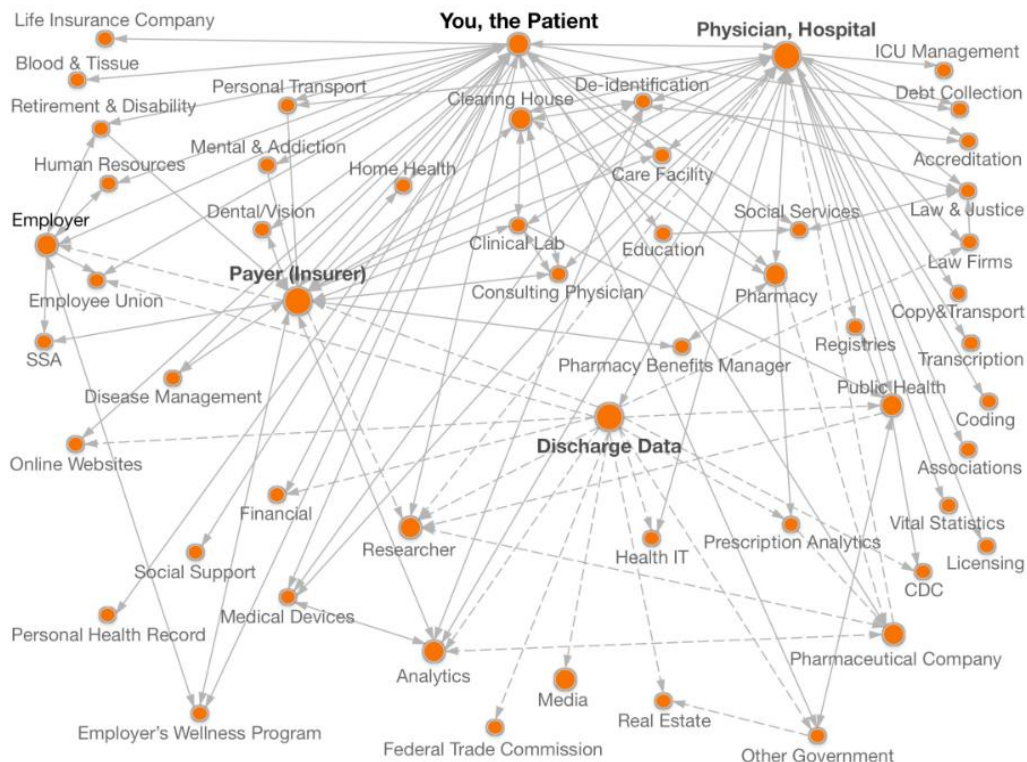
Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αποθήκευση, επεξεργασία, και γενικότερα στη διαχείριση που απαιτείται, της μεγάλης ποσότητας δεδομένων, εξασφαλίζοντας την προσβασιμότητα οποιαδήποτε στιγμή και από οπουδήποτε μέσω του διαδικτύου.

4.4.1 Δεδομένα υγείας

Τα δεδομένα που παράγονται στο χώρο της υγείας και της υγειονομικής περίθαλψης ονομάζονται **δεδομένα υγείας (health data)** και αποτελούν περίπου το 30% των δεδομένων που παράγονται παγκοσμίως.

Τα δεδομένα υγείας διακρίνονται σε δομημένα, αδόμητα και ημιδομημένα. Τα δομημένα δεδομένα συνήθως είναι αυτά που προκύπτουν από εργαστηριακές εξετάσεις ή συνταγογραφήσεις και τα αδόμητα δεδομένα είναι αυτά από σημειώσεις ή γνωματεύσεις ιατρών (Nilanjan Dey et al, 2019).

Οι πηγές των δεδομένων υγείας είναι οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας, τα αρχεία γενετικού υλικού (genetic records), οι κινητές και οι φορητές συσκευές, οι αισθητήρες, οι ιατρικές συσκευές, τα δεδομένα συμπεριφοράς, τα γενικευμένα δεδομένα, όπως από αναζητήσεις στο διαδίκτυο ή αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τα προσωπικά δεδομένα, όπως από χρήση κινητού τηλεφώνου ή συναλλαγές πιστωτικών καρτών, και τα δεδομένα από διάφορους ασφαλιστικούς ή οικονομικούς οργανισμούς (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Ο χάρτης των προσωπικών δεδομένων υγείας – *personal health data* (πηγή: <https://thedatamap.org/>)

4.4.2 Η συμβολή των big data στον τομέα της υγείας

Τα μεγάλα δεδομένα στον τομέα της υγείας αποτελούν νευραλγικό στοιχείο για την εφαρμογή και την εξέλιξη όλων των παραπάνω ψηφιακών τεχνολογιών που αναλύθηκαν, και δύνανται να βελτιώσουν την ευημερία των πολιτών, να αντιμετωπίσουν αναποτελεσματικές πρακτικές στα συστήματα υγείας, και να αλλάξουν τον τρόπο και την ποιότητα παροχής των υπηρεσιών υγείας και περίθαλψης.

Συγκεκριμένα, τα οφέλη από την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων στον τομέα της υγείας είναι (EC, 2016; Deloitte, 2020):

- η διεύρυνση των δυνατοτήτων με τον εντοπισμό των παραγόντων κινδύνου για ασθένειες σε επίπεδο πληθυσμού και ατόμου,
- η παγκόσμια ανίχνευση και επιτήρηση μολυσματικών ασθενειών μέσω εξελισσόμενων χαρτών κινδύνου και η καλύτερη κατανόηση των δημογραφικών προκλήσεων και τάσεων, καθώς και των μονοπατιών μετάδοσης ασθενειών, π.χ. ιός Covid 19,
- η βελτίωση της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη και η ευρύτερη κάλυψη του πληθυσμού,
- η καλύτερη κατανόηση μοτίβων και τάσεων των χρόνιων ασθενειών, προκειμένου να αναλαμβάνεται δράση με βάση τις πραγματικές ανάγκες του πληθυσμού που πάσχει από αυτές.
- ο περιορισμός και η καλύτερη διαχείριση των χρόνιων ασθενειών,
- η ταυτοποίηση ατόμων υψηλού κινδύνου,
- η βελτίωση λήψης αποφάσεων τόσο σε κλινικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο πολιτικών υγείας,
- η βαθύτερη κατανόηση της ασθένειας και ο προσδιορισμός των αιτιών,
- η βελτίωση της ποιότητας της περίθαλψης, με ταχύτερη και έγκαιρη διάγνωση,
- η μείωση των σφαλμάτων φαρμακευτικής αγωγής και της πιθανότητας ανεπιθύμητων αντιδράσεων στα φάρμακα,
- η πρόσβαση σε καλύτερη πληροφόρηση για την ασθένεια από την οποία πάσχει ο ασθενής,
- η ενίσχυση της ιατρικής ακριβείας μέσω ολοκληρωμένων προφίλ ασθενών,
- η μείωση των ιατρικών σφαλμάτων,
- η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια της θεραπείας μιας νόσου,

- η παρατήρηση των πραγματικών αποτελεσμάτων των ασθενών και της αποτελεσματικότητας της ακολουθούμενης θεραπείας,
- ο αποτελεσματικός εντοπισμός στόχων για νέες θεραπείες και φάρμακα,
- ο σχεδιασμός κλινικών δοκιμών για πληθυσμούς-στόχους και η μείωση του χρόνου διάθεσης στην αγορά νέων θεραπειών, φαρμάκων και ιατροτεχνολογικών προϊόντων.

Η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων στο χώρο της υγείας συνεισφέρει στη διάδοση της γνώσης, ώστε οι επαγγελματίες υγείας να παραμένουν ενήμεροι με τα πιο πρόσφατα στοιχεία που καθοδηγούν την κλινική πρακτική. Επίσης, συμβάλει στη βέλτιστη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων για ιατρική περίθαλψη και στη μείωση της αναποτελεσματικότητας και της σπατάλης μέσω του περιορισμού περιττών διαδικασιών και άσκοπης επανάληψης εξετάσεων.

Τέλος, η διάθεση περισσότερων δεδομένων και η βελτίωση του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα δεδομένα έχει θεμελιώδη σημασία για την αντιμετώπιση προκλήσεων που σχετίζονται με την κοινωνία, το κλίμα και το περιβάλλον, καθώς και για τη διαμόρφωση υγιέστερων, πιο ευημερουσών και πιο βιώσιμων κοινωνιών (ΕΕ, 2020).

4.4.3 Προστασία των δεδομένων υγείας

Η ψηφιοποίηση της υγείας, τα δεδομένα των ασθενών και η εντατική εστίαση στην ολοκληρωμένη και υψηλής ποιότητας φροντίδα έχουν οδηγήσει στην αυξημένη αποθήκευση και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των ασθενών, των παρόχων και των δομών υγειονομικής περίθαλψης. Ωστόσο, η ψηφιακή τεχνολογία δεν είναι τέλεια, έχει τρωτά σημεία ως προς την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα, την ιδιοκτησία, την προστασία και την προσβασιμότητα των δεδομένων υγείας. Παράλληλα, τα τελευταία δύο χρόνια η συγκυρία της πανδημίας Covid 19 ανέδειξε από τη μία τις λύσεις εφαρμογής των ψηφιακών τεχνολογιών για την παρακολούθηση, ανίχνευση και πρόληψη του ιού, αλλά από την άλλη ανέδειξε θέματα ασφάλειας των δεδομένων και της ιδιωτικότητας των πολιτών.

Είναι δικαίωμα του κάθε πολίτη να διατηρεί τον πλήρη έλεγχο των δεδομένων υγείας του, τα οποία θεωρούνται ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, να έχει ο ίδιος πρόσβαση σε αυτά και να παρέχει με ασφάλεια τη συγκατάθεσή του σε ό,τι αφορά την

πρόσβαση σε αυτά από εξουσιοδοτημένους χρήστες ή να έχει τη δυνατότητα να τα κοινοποιεί ο ίδιος με ασφαλή τρόπο. Διότι, υπάρχουν εύλογες ανησυχίες για την ασφάλεια των δεδομένων κατά τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας, καθώς τα προσωπικά τους δεδομένα θα μπορούσαν να εκτεθούν κατά λάθος ή να διαρρεύσουν εύκολα σε μη εξουσιοδοτημένους τρίτους.

Πιθανή αποκάλυψή τους ενέχει σημαντικούς ηθικούς κινδύνους για το άτομο. Οι ρατσιστικές επιθέσεις, ο κοινωνικός αποκλεισμός, ο στιγματισμός και η απώλεια εργασίας δεν είναι καθόλου σπάνια φαινόμενα, ακόμα και στη χώρα μας, ενώ η άρνηση ασφάλισης ή η ασφάλιση με αυξημένο κόστος από ιδιωτικές εταιρίες σε άτομα με συγκεκριμένες ασθένειες ή αναπηρίες έρχονται να συμπληρώσουν τις επιβλαβείς για το άτομο συνέπειες. Σε κάθε περίπτωση, οι ασθενείς πρέπει να νιώθουν ότι τα δεδομένα τους είναι ασφαλή. Διαφορετικά, ενδέχεται να αποκρύψουν σημαντικές πληροφορίες ή να αποφύγουν την ιατρική περίθαλψη φοβούμενοι όλα τα παραπάνω.

Οι αρχές της *ιδιωτικότητας, της εμπιστευτικότητας, της ασφάλειας και της ακεραιότητας των δεδομένων* θα πρέπει να διασφαλίζονται. Δεδομένου του ευαίσθητου χαρακτήρα των δεδομένων υγείας, οι ψηφιακές λύσεις θα πρέπει να περιέχουν συγκεκριμένα και κατάλληλα μέτρα ασφαλείας, όπως είναι η α) τεχνική κρυπτογράφησης των δεδομένων του ασθενούς, β) οι κατάλληλοι μηχανισμοί ελέγχου της ταυτότητας των εξουσιοδοτημένων χρηστών για τον περιορισμό των κινδύνων, γ) τα τείχη προστασίας (firewalls), δ) τα λογισμικά προστασίας από ιούς (antivirus softwares) και ε) τα λογισμικά ανίχνευσης εισβολών (intrusion detection softwares).

Η πρόσβαση του καθενός θα πρέπει να είναι προκαθορισμένη και ανάλογη των δικαιωμάτων που έχει, καθώς μπορεί να προσπελάσει μόνο τα δεδομένα που χρειάζεται για να εκπληρώσει τα δικά του καθήκοντα, ώστε να αποφεύγεται η παράνομη πρόσβαση από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες (hacking), η οποία συνήθως στοχεύει στην παραποίηση, την καταστροφή ή την υποκλοπή δεδομένων. Για παράδειγμα, τα καθήκοντα και οι ευθύνες του ιατρικού και του διοικητικού προσωπικού είναι διαφορετικά. Επομένως διαφορετικές θα είναι και οι πληροφορίες στις οποίες έχουν πρόσβαση.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στην προσπάθειά της να προστατέψει περαιτέρω τα προσωπικά δεδομένα των πολιτών, το 2018 έθεσε σε εφαρμογή τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία των Δεδομένων (General Data Protection Regulation - GDPR), ο οποίος εισάγαγε αρκετές αλλαγές στο προηγούμενο νομικό καθεστώς (ΕΚ, 2016).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό GDPR, όλοι οι πολίτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν δικαίωμα πρόσβασης και διαμοιρασμού των προσωπικών τους δεδομένων με ασφάλεια, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων υγείας. Επίσης, θέσπισε αυξημένες υποχρεώσεις για οποιονδήποτε οργανισμό επεξεργάζεται προσωπικά δεδομένα

Επομένως, ο Κανονισμός GDPR δίνει στους πολίτες το δικαίωμα ελέγχου της χρήσης των προσωπικών τους δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου του δικαιώματος ενημέρωσης, πρόσβασης, κοινοποίησης, διόρθωσης, διαγραφής, αυτοματοποιημένης λήψης αποφάσεων και δημιουργίας προφίλ, περιορισμού της επεξεργασίας, μεταφοράς των δεδομένων, αντίρρησης, και διαφάνειας.

Τέλος, σύμφωνα με την παγκόσμια ψηφιακή στρατηγική του που, υπογραμμίζεται ότι τα δεδομένα υγείας θα πρέπει να θεωρούνται ως ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, τα οποία απαιτούν υψηλά πρότυπα ασφάλειας και προστασίας. Ως εκ τούτου, υπογραμμίζεται η ανάγκη για μια ισχυρή νομική και κανονιστική βάση για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας των δεδομένων και της επεξεργασίας των προσωπικών δεδομένων υγείας, καθώς και για την αντιμετώπιση της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, την οικοδόμηση εμπιστοσύνης, τη λογοδοσία και τη διακυβέρνηση, τη δεοντολογία, την ισότητα, την ανάπτυξη ικανοτήτων και τον αλφαριθμητισμό (WHO, 2021c).

5 Μελλοντικές προκλήσεις στον τομέα της υγείας

Στο μέλλον θα παρουσιαστούν ευκαιρίες και προκλήσεις για τις οποίες θα πρέπει να παρθούν πολιτικές αποφάσεις και να αντιμετωπιστούν, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι δυνατότητες των ψηφιακών εργαλείων που αναλύθηκαν παραπάνω και αφορούν τον τομέα της υγείας. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι εξής μελλοντικές ευκαιρίες και προκλήσεις στον τομέα της υγείας:

- ✓ Η πρόσβαση στις νέες ψηφιακές τεχνολογίες και στις κατάλληλες τηλεπικοινωνιακές υποδομές από όλους: τα άτομα με χαμηλότερη κοινωνική και οικονομική θέση είναι περισσότερο ευάλωτοι απέναντι σε ασθένειες και αντιμετωπίζουν περισσότερα εμπόδια στην πρόσβαση και τη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως είναι το τηλέφωνο, η τηλεόραση, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και το διαδίκτυο.
- ✓ Η ψηφιακή παιδεία ή ο ψηφιακός γραμματισμός των πολιτών: οι δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές διαφορές, και τα διαφορετικά επίπεδα εκπαίδευσης και δεξιοτήτων μπορούν να οδηγήσουν σε «ψηφιακά χάσματα» (digital divide) που μειώνουν την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, αλλά και τη δίκαιη χρήση τους.
- ✓ Ένα ζήτημα που εγείρεται είναι το κατά πόσο δύνανται να ενοποιηθούν οι υπηρεσίες ψηφιακής υγείας που παρέχονται από διαφορετικούς παρόχους και πληροφοριακά συστήματα. Η διασφάλιση της διαλειτουργικότητας των συστημάτων υγείας και της συνδεσιμότητας των συσκευών για την ανταλλαγή και την επεξεργασία δεδομένων υγείας από διαφορετικές πηγές είναι κρίσιμη σε σημασιολογικό, τεχνικό, οργανωτικό και νομικό επίπεδο, λειτουργώντας με εθνικά και διεθνή κριτήρια.
- ✓ Η ετοιμότητα και η ικανότητα των συστημάτων υγείας να προσαρμοστούν και να εφαρμόσουν τις ψηφιακές τεχνολογικές ανακαλύψεις στο χώρο της υγείας.
- ✓ Οι επιπτώσεις στον επαγγελματικό χώρο της υγείας: θα πρέπει να εξελιχθεί η εκπαίδευση για όσους εισέρχονται στο εργατικό δυναμικό, καθώς και να επανεκπαιδευτεί το υπάρχον εργατικό δυναμικό, ώστε να συμβαδίσει με τις εξελισσόμενες τεχνολογίες και τις τάσεις της εργασίας. Επίσης, στο χώρο της υγείας θα χρειαστεί να προστεθούν και άλλες ειδικότητες, όπως είναι οι επιστήμονες δεδομένων (data scientists) και οι σχεδιαστές ηλεκτρονικών συστημάτων (system architects).

- ✓ Θα πρέπει να εκσυγχρονιστεί το πλαίσιο διακυβέρνησης, ώστε να ενθαρρύνεται η κατάλληλη χρήση των νέων τεχνολογιών στον τομέα της υγείας, εξισορροπώντας την ανάγκη προστασίας των ασθενών και την κατανομή των πόρων με σύνεση, και να συνεχίζεται να προωθείται η καινοτομία.
- ✓ Η *κλιματική αλλαγή και η υγεία*: προκειμένου τα συστήματα υγείας να είναι ανθεκτικά και βιώσιμα απέναντι στις κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις που δέχονται συνεχώς θα πρέπει να παρθούν άμεσα μέτρα. Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο χώρο της υγείας μέσω της αλλαγής του τρόπου σχεδιασμού και λειτουργίας των δομών υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. χρήση πράσινης ενέργειας και μεταφορικών οχημάτων με χαμηλές ή μηδενικές εκπομπές ρύπων) μπορεί να οδηγήσει στην ανθεκτικότητα των συστημάτων υγείας και στη συνεχή προσφορά υπηρεσιών υγείας ακόμα και σε κρίσιμες καταστάσεις.

Επιπλέον μέτρα που μπορεί να παρθούν είναι α) τα συστήματα επιτήρησης δεικτών υγείας σχετιζόμενων με την κλιματική αλλαγή, β) η παρακολούθηση μέσω του GIS και των γεωχωρικών δεδομένων, και τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για την εξάπλωση μολυσματικών ασθενειών που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή, γ) τα συστήματα προειδοποίησης, π.χ. μέσω αποστολής sms στα κινητά τηλέφωνα των πολιτών, για επερχόμενα ακραία καιρικά φαινόμενα και για πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

- ✓ Τα *μοντέλα τιμολόγησης και πληρωμής των επαγγελματιών υγείας, αλλά και της αποζημίωσης των ασθενών από τα ασφαλιστικά ταμεία* θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν την αναμενόμενη συμβολή των νέων ψηφιακών τεχνολογιών στα αποτελέσματα της υγείας και να είναι ανταποκρινόμενα στις συνεχιζόμενες ενδείξεις του πραγματικού αντίκτυπου.
- ✓ Οι *κοινωνικές και ηθικές ανησυχίες για την εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας*: Οι στρατηγικές υγείας θα πρέπει να σχεδιάζονται και οι πολιτικές αποφάσεις θα πρέπει να παίρνονται λαμβάνοντας υπόψη τα ηθικά και κοινωνικά ζητήματα που εγείρονται γύρω από τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες και να εξετάζεται αν χρειάζεται η επιβολή ηθικών αρχών και κανόνων κοινωνικής συμπεριφοράς.
- ✓ Η *ιδιοκτησία, η προσβασιμότητα και η ανταλλαγή των δεδομένων με ασφάλεια*: χρειάζεται η θεσμοθέτηση επιπλέον κανονισμών, νόμων και πρωτοκόλλων για

την προστασία των δεδομένων υγείας και των δικαιωμάτων των ασθενών. Οι θεσμικές αρχές θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι η νομοθεσία περί απορρήτου, ιδιωτικότητας, εμπιστευτικότητας και ασφάλειας, οι κατευθυντήριες γραμμές και οι θεσμικές ρυθμίσεις αναπτύσσονται συνεχώς, ότι τα συστήματα υγείας ενημερώνονται, και ότι υπάρχουν μέτρα ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων υγείας. Επίσης, θα πρέπει να διασφαλίζεται η ποιότητα, η ακεραιότητα, η γνησιότητα, η εμπιστευτικότητα, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων, που αποθηκεύονται και ανταλλάσσονται.

- ✓ *Η ασφαλέστερη χρήση του διαδικτύου για όλους, η ανθεκτικότητα έναντι της παραπληροφόρησης και των ψεύτικων ειδήσεων:* Οι σύγχρονες τεχνολογίες και τα μέσα ενημέρωσης μας δίνουν άνευ προηγουμένου πρόσβαση σε πληροφορίες. Ωστόσο, πρέπει να διασφαλίσουμε ότι προάγουμε την ασφαλέστερη χρήση του διαδικτύου για όλους, ιδιαίτερα για τη νεότερη γενιά, και να ενισχύσουμε τις απαιτούμενες δεξιότητες για να «περιορίσουμε τον θόρυβο» και να καταπολεμήσουμε την παραπληροφόρηση και τις παραπλανητικές εμπορικές πρακτικές, που θα μπορούσαν τελικά να έχουν επιζήμιες επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Οι Τ.Π.Ε. προσφέρουν τα εργαλεία, αλλά θα πρέπει κανείς να γνωρίζει να τις χειρίζεται κατάλληλα για να απολαμβάνει τα οφέλη και να αποφεύγει τις κακοτοπιές.
- ✓ *Η κυβερνοασφάλεια (cybersecurity):* Ο τομέας της υγείας υφίσταται τις περισσότερες παραβιάσεις δεδομένων παγκοσμίως από οποιονδήποτε άλλο τομέα. Τα συστήματα υγείας, με την ψηφιοποίησή τους και τους τεράστιους όγκους δεδομένων που αποθηκεύονται και διαμοιράζονται διαδικτυακά, γίνονται στόχοι για κυβερνοεπιθέσεις (cyberattacks) και για επιθέσεις με απώτερο σκοπό την πώληση των δεδομένων ή να ζητήσουν λύτρα για αυτά (ransomware attacks). Οι παραβιάσεις στα δεδομένα υγείας θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την ιδιωτική ζωή των ατόμων λόγω των ευαίσθητων πληροφοριών, ή θα μπορούσαν να θέσουν σε άμεσο κίνδυνο τους ασθενείς και να οδηγηθούν ακόμα και στο θάνατο. Εάν δεν βελτιωθεί σημαντικά η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο με αυστηρά μέτρα, ο κίνδυνος θα αυξάνεται παράλληλα με τον ψηφιακό μετασχηματισμό του τομέα της υγείας.

6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν εκτενώς οι εφαρμογές της ψηφιακής τεχνολογίας στον τομέα της υγείας, όπως είναι η ηλεκτρονική υγεία, η κινητή υγεία, η τηλεϊατρική, ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, το διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων, η ρομποτική, η τρισδιάστατη εκτύπωση, η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, η τεχνητή νοημοσύνη, τα μεγάλα δεδομένα και το block chain, με στόχο να γίνει κατανοητός ο ρόλος τους στο ευρύτερο πλαίσιο της ψηφιακής υγείας.

Τα συστήματα υγείας δέχονται σοβαρές δημοσιονομικές, κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις, έχοντας ταυτόχρονα να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της γήρανσης του πληθυσμού, στην αύξηση της πολυνοσηρότητας και των χρόνιων παθήσεων, στις αυξανόμενες απαιτήσεις και προσδοκίες των πολιτών, και στην άνιση πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας.

Λόγω των παραπάνω προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο τομέας της υγείας, η ηλεκτρονική υγεία, μέσω των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη της παγκόσμιας κάλυψης υγείας. Η κινητή υγεία παρέχει υπηρεσίες και πληροφορίες για την υγεία και την ευζωία των πολιτών μέσω κινητών και φορητών συσκευών. Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων περιλαμβάνει ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών/ αισθητήρων/ συστημάτων, μέσα στο οποίο συλλέγονται και ανταλλάσσονται δεδομένα και έπειτα διαμοιράζονται στους ενδιαφερόμενους μέσω του διαδικτύου.

Η τηλεϊατρική παρέχει εξ αποστάσεως υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης σε ασθενείς. Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας συμβάλει στη συστηματοποιημένη συλλογή των δεδομένων υγείας των ατόμων, στη διασφάλιση της προσβασιμότητας σε αυτά χωρίς περιορισμούς χρόνου και τόπου, και στην ευκολία διαμοιρασμού και κοινοποίησης σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη.

Η ιατρική ακριβείας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της ρομποτικής, της γονιδιωματικής, της τρισδιάστατης εκτύπωσης, και της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει την πρόληψη και τη διάγνωση ασθενειών με πιο αποτελεσματικό και εξατομικευμένο τρόπο. Το blockchain συμβάλει στην ασφαλή διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων υγείας, στην ακεραιότητα των αλυσίδων εφοδιασμού στο χώρο της υγείας, και στην παροχή ψηφιακών ταυτοτήτων.

Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων καθίσταται κρίσιμης σημασίας στο ταχέως μεταβαλλόμενο σύστημα υγείας, όπου οι εξελίξεις στην ιατρική και η ανάγκη

κατανόησης των τάσεων στην υγεία είναι πιο εμφανείς από ποτέ, διασφαλίζοντας την τήρηση των αρχών της ιδιωτικότητας, της εμπιστευτικότητας, της ασφάλειας και της ακεραιότητας των δεδομένων.

Για την ομαλή και αποτελεσματική εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας θα πρέπει να βελτιωθούν οι λειτουργικές και διαχειριστικές ικανότητες των πολιτών (ψηφιακός γραμματισμός) για τα ψηφιακά μέσα, η πρόσβαση και η ασφαλής χρήση του διαδικτύου από όλους, η κυβερνοασφάλεια, η προστασία των δεδομένων και των δικαιωμάτων των πολιτών/ασθενών, η εμπιστοσύνη των πολιτών απέναντι στις νέες τεχνολογίες, και η εκπαίδευση και η προετοιμασία των επαγγελματιών υγείας απέναντι στις νέες συνθήκες εργασίας. Επίσης, θα πρέπει να διασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα των συστημάτων υγείας και η συνδεσιμότητα των συσκευών για την ανταλλαγή δεδομένων, και θα πρέπει να παρθούν άμεσα μέτρα για την προσαρμογή των συστημάτων υγείας απέναντι στις κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις που ήδη δέχονται και πρόκειται να αντιμετωπίσουν μελλοντικά.

Ο συνδυασμός των επιτευγμάτων στην κλινική επιστήμη, στην επιστήμη των δεδομένων και στην τεχνολογία, και η σύγκλισή τους μέσα από την Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση θα συντελέσουν στην αναβάθμιση της παροχής υγειονομικής φροντίδας κάνοντάς την πιο συνδεδεμένη, αποτελεσματική, ποιοτική, προληπτική, ακριβής, εξατομικευμένη, εκδημοκρατισμένη και προσιτή. Θα μειωθούν οι ανισότητες μεταξύ γεωγραφικών περιοχών, ενώ θα ενισχυθεί η απασχόληση και η οικονομία.

Επομένως, οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην προαγωγή της υγείας, στην πρόληψη και στην πρόωπη παρέμβαση των ασθενειών. Μπορούν να στηρίζουν τη **μεταρρύθμιση των νοσοκομειακό-κεντρικής φύσης συστημάτων υγείας** και τη μετάβασή τους σε νέα μοντέλα περίθαλψης που θα έχουν ως επίκεντρο τον άνθρωπο-ασθενή και τις ανάγκες του, αλλά και τις προσδοκίες του, ο οποίος θα απαιτεί αναβαθμισμένες εμπειρίες με κύρια χαρακτηριστικά την εξατομίκευση, την άνεση, την ταχύτητα και την αμεσότητα στην παροχή υπηρεσιών υγείας.

Σημαντικό ρόλο στη μεταρρύθμιση των συστημάτων υγείας παίζει η «κινητή» υγεία και οι εφαρμογές της σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα, λαμβάνοντας υπόψιν την αυξημένη επενδυτική δραστηριότητα στο συγκεκριμένο χώρο και ότι οι πολίτες είναι πιο πιθανό να έχουν πρόσβαση σε ένα κινητό τηλέφωνο παρά σε καθαρό νερό. Μέσω της «κινητής» υγείας οι πολίτες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε κατευθυντήριες

γραμμές πρόληψης, σε μεγάλο πλήθος ιατρικών πληροφοριών και σε συμβουλές που αφορούν έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής. Με αυτό τον τρόπο, οι πολίτες θα έχουν μεγαλύτερο ρόλο στη διαχείριση της υγείας τους και της ευζωίας τους, θα μπορούν να διατηρούν την καλή κατάσταση της υγείας τους και, κατ' επέκταση, δεν θα γίνονται στο μέλλον ασθενείς.

Επίσης, μέσω της «κινητής» υγείας και της εξ αποστάσεως παρακολούθησης αποφεύγονται οι επισκέψεις σε ιατρούς και νοσοκομεία, γίνεται πιο εύκολη η διαχείριση των ασθενών (κυρίως ασθενών με χρόνιες παθήσεις) και η ανατροφοδότηση πληροφοριών στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Βασικός παράγοντας είναι όλες οι πληροφορίες να αποθηκεύονται στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας του ασθενούς και να διασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα και η συνδεσιμότητα των ιατρικών συσκευών και των αισθητήρων για την ανταλλαγή και την επεξεργασία δεδομένων υγείας από διαφορετικές πηγές.

Γενικότερα, η ενσωμάτωση των παραπάνω ψηφιακών εφαρμογών στα συστήματα υγείας συμβάλει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, ελέγχοντας καλύτερα το κόστος και διατηρώντας την καινοτομία στο επίκεντρο του τομέα υγείας. Οι ψηφιακές τεχνολογίες θα πρέπει να θεωρούνται αναπόσπαστο μέρος της υγείας και της περίθαλψης και να προσανατολίζονται στους ευρύτερους στόχους των συστημάτων υγείας για τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητά τους, καθώς, εκτός των άλλων, δέχονται συνεχώς κλιματικές και περιβαλλοντικές πιέσεις.

Οι καινοτόμες ψηφιακές λύσεις μπορούν να βελτιώσουν την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα ζωής και να προσφέρουν αποδοτικότερους τρόπους οργάνωσης και παροχής υπηρεσιών υγείας και περίθαλψης. Για να το επιτύχουν αυτό, οι εφαρμογές θα πρέπει να είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιον τρόπο ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των πολιτών και των συστημάτων υγείας. Επίσης, υποστηρίζουν τη συλλογή, την επεξεργασία, την ανάλυση και την αποθήκευση όλων των ειδών των δεδομένων επιτρέποντας παράλληλα την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών επαγγελματιών και οργανισμών υγείας, και τη μετάδοση της γνώσης.

Τα ψηφιακά εργαλεία έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη χρήση των δεδομένων που αφορούν την υγεία στους τομείς της έρευνας και της καινοτομίας, να στηρίξουν την εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη, και να βελτιώσουν την εκπαίδευση και την απόδοση των επαγγελματιών υγείας. Επιπλέον, η ψηφιοποίηση μπορεί να καταπολεμήσει τη γραφειοκρατία στον τομέα της υγείας, τις άσκοπες μετακινήσεις των

ασθενών και τη μεταφορά χειρόγραφων εξετάσεων, ενώ προάγει τη διαφάνεια και καταπολεμά τη διαφθορά.

Καταλήγοντας, η ψηφιακή υγεία έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύτιμη για την αντιμετώπιση των κενών ώστε να επιτευχθεί η παγκόσμια κάλυψη υγείας, για την προετοιμασία και την ανταπόκριση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης για την υγεία και για τη δημιουργία υγιέστερων πληθυσμών. Επομένως, ο ψηφιακός μετασχηματισμός του τομέα υγείας μέσω των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών είναι αναγκαίος όσο ποτέ!

7 Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

1. Abdul Aleem Mohammed, Mohammed S. Algahtania, Mohammad Zaki Ahmada, Javed Ahmada, Sabna Kotta (2021). 3D Printing in medicine: Technology overview and drug delivery applications. *Annals of 3D Printed Medicine*, vol 4, 100037
2. Adriana Krasniansky, Pavan Shah (2022). Q1 2022 digital health funding: Staying the course in choppy waters. *Rock Health Capital* (<https://rockhealth.com/insights/q1-2022-digital-health-funding-staying-the-course-in-choppy-waters/>)
3. Andre Esteva, Brett Kuprel, Roberto A. Novoa, Justin Ko, Susan M. Swetter, Helen M. Blau & Sebastian Thrun (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, Volume 542, Pages 115–118
4. Arjun Panesar and Harkrishan Panesar (2020). Artificial Intelligence and Machine Learning in Global Healthcare. *Handbook of Global Health*
5. Becky Inkster, Shubhankar Sarda, Vinod Subramanian (2018). An Empathy-Driven, Conversational Artificial Intelligence Agent (Wysa) for Digital Mental Well-Being: Real-World Data Evaluation Mixed-Methods Study. *JMIR Publications*, Vol 2, No 11
6. BIS Research (2018). *Global Blockchain in Healthcare Market Focus on Industry Analysis and Opportunity Matrix - Analysis and Forecast, 2018-2025*
7. Bo Chen, Axel Baur, Marek Stepniak, and Jin Wang (2019). *Finding the future of care provision: the role of smart hospitals*. McKinsey and Company
8. Bouley T, Roschnik S, Karliner J, Wilburn S, Slotterback S, Guenther R, et al (2017). *Climate smart healthcare: low-carbon and resilience strategies for the health sector*. Washington DC: World Bank
9. Brittne Kakulla (2021). *2022 Tech Trends and the 50-Plus*. AARP Research, December 2021
10. CB Insights (2021a). *State of Digital Health, GLOBAL 2021: Global data and analysis on dealmaking, funding, and exits by private market digital health companies*

11. CB Insights (2021b). State of AI, GLOBAL 2021: Global data and analysis on dealmaking, funding, and exits by private market AI companies
12. CB Insights (2022a). 12 Tech Trends to Watch Closely in 2022
13. CB Insights (2022b). Funding to the telehealth space is at an all-time high - here's what's driving the boom
14. Dan M. Popescu, Julie K. Shade, Changxin Lai, Konstantinos N. Aronis, David Ouyang, M. Vinayaga Moorthy, Nancy R. Cook, Daniel C. Lee, Alan Kadish, Christine M. Albert, Katherine C. Wu, Mauro Maggioni & Natalia A. Trayanova (2022). Arrhythmic sudden death survival prediction using deep learning analysis of scarring in the heart. *Nature Cardiovascular Research*, Volume 1, Pages 334–343
15. 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*, 12(2): 302–318
16. European Commission (EC), (2014). GREEN PAPER on mobile Health ("mHealth"). COM (2014) 219 final, Brussels
17. European Commission (EC), (2016). Study on Big Data in Public Health, Telemedicine and Healthcare. Directorate-General for Health and Food Safety, European Commission, Brussels
18. European Commission (EC) (2020). 1+Million Genomes, Roadmap 2020-2022. Brussels
19. European Commission (EC) (2021). Study on Health Data, Digital Health and Artificial Intelligence in Healthcare. Directorate-General for Health and Food Safety, Brussels
20. European mHealth HUB (2021). Knowledge Tool 3: integration of mHealth in health systems.
21. Facts and Factors (2021). Virtual Reality in Healthcare Market by Applications, By Components, and by Regions - Global Industry Comprehensive Analysis, and Forecast Report, 2021 – 2026.
22. GSMA (2022). The Mobile Economy Report 2022 (<https://www.gsma.com/mobileeconomy/>)
23. Hilke Messal, Thomas Müller, Laura Richter, and Tobias Silberzahn (2022). Germany's e-health transformation makes uneven progress. *Life Sciences Practice*, McKinsey and Company

24. Jasmine DeSilva, Gabrielle Dell' Aquilo, Megan Zweig (2021). Consumer adoption of telemedicine in 2021. Rock Health Capital (<https://rockhealth.com/insights/consumer-adoption-of-telemedicine-in-2021/>)
25. Jonathan Woetzel, Dickon Pinner, Hamid Samandari, Hauke Engel, Mekala Krishnan, Brodie Boland, and Carter Powis (2020). Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts. McKinsey Global Institute
26. Kamel Boulos, James T. Wilson and Kevin A. Clauson (2018). Geospatial blockchain: promises, challenges, and scenarios in health and healthcare. *International Journal of Health Geographics*, 17:25
27. Karliner J, Slotterback S, Boyd R, Ashby B, Steele K. (2019). Health care's climate footprint: how the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action. *Health Care Without Harm*, Arup.
28. KK Fitzpatrick, A. Darcy, M. Vierhile (2017). Delivering Cognitive Behavior Therapy to Young Adults With Symptoms of Depression and Anxiety Using a Fully Automated Conversational Agent (Woebot): A Randomized Controlled Trial. *JMIR Mental Health*, vol. 4, no. 2.
29. Liam Bell, William J Buchanan, Jonathan Cameron, Owen Lo (2018). Applications of Blockchain Within Healthcare. *Blockchain in Healthcare today*, Volume 1, 2018
30. L. Piwek, D. A. Ellis, S. Andrews, and A. Joinson (2016). The rise of consumer health wearables: promises and barriers. *PLoS Med*, vol. 13(2), e1001953
31. M. Chui, M. Collins, M. Patel (2021). The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity. McKinsey and Company
32. Monica Higgins, Steve Leung, Norbert Radacsi (2022). 3D printing surgical phantoms and their role in the visualization of medical procedures. *Annals of 3D Printed Medicine*, vol 6, 100057
33. Nilanjan Dey, Himansu Das, Bighnaraj Naik, Himansu Sekhar Behera (2019). Big Data Analytics for Intelligent Healthcare Management. *Advances in Ubiquitous Sensing Applications for Healthcare*, Volume 3, Elsevier
34. OECD (2020). Opportunities and Challenges of Blockchain Technologies in Health Care. *Blockchain policy series*, OECD
35. Oleg Bestsenny, Greg Gilbert, Alex Harris, and Jennifer Rost (2021). Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality? McKinsey & Company, July 2021

36. Ondrej Burkacky, Alexander Hoffmann, Stephanie Lingemann, and Markus Simon (2020). The 5G era: New horizons for advanced-electronics and industrial companies. McKinsey & Company, February 2020
37. Research2Guidance (2017). mHealth App Economics 2017/2018: Current Status and Future Trends in Mobile Health. Germany, November 2017
38. Research2Guidance (2018). mHealth Developer Economics: How mHealth app publishers are monetizing their apps. Germany, March 2018
39. Shaun Callaghan, Martin Lösch, Anna Pione, and Warren Teichner (2021). Feeling good: The future of the \$1.5 trillion wellness market. Consumer Packaged Goods Practice, McKinsey & Company, April 2021
40. Sujeong Lim (2022). Smartwatch Market Grows 24% YoY in 2021, Records Highest Ever Quarterly Shipments in Q4. Counterpoint Technology Market Research (<https://www.counterpointresearch.com/global-smartwatch-market-2021/>)
41. Suveen Angraal, Harlan M. Krumholz and Wade L. Schulz (2017). Blockchain Technology: Applications in Health Care. Cardiovascular Quality and Outcomes, Volume 10, Issue 9
42. World Economic Forum (2019). Health and Healthcare in the Fourth Industrial Revolution, Global Future Council on the Future of Health and Healthcare 2016-2018
43. World Health Organization (1978). Declaration of Alma-Ata. International Conference on Primary Health Care. Alma-Ata.
44. World Health Organization (1998). A health telematics policy in support of WHO's Health-For-All strategy for global health development: report of the WHO group consultation on health telematics, 11–16 December, Geneva.
45. World Health Organization (2006). Building foundations for eHealth: progress of member states: report of the Global Observatory for eHealth. Geneva
46. World Health Organization (2010). Telemedicine - Opportunities and developments in Member States: Report on the second global survey on eHealth: Global Observatory for eHealth series - Volume 2. Geneva
47. World Health Organization (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies: Based on the findings of the second global survey on eHealth: Global Observatory for eHealth series - Volume 3. Geneva

48. World Health Organization (2020). WHO Global Strategy on Health, Environment and Climate Change: The transformation needed to improve lives and wellbeing sustainably through healthy environments. Geneva
49. World Health Organization (2021a). 2021 WHO health and climate change global survey report. Geneva.
50. World Health Organization (2021b). Global expenditure on health: public spending on the rise? Geneva.
51. World Health Organization (2021c). Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva

Ελληνική

1. Deloitte Business Solutions S.A. (2020). Ψηφιακός Μετασχηματισμός του Κλάδου Υγείας, Παρατηρητήριο Ψηφιακού Μετασχηματισμού ΣΕΒ, Ιανουάριος 2020
2. Μωραΐτης, Ευάγγελος (1996). Μια ρεαλιστική πρόταση για τη δημιουργία ενός σύγχρονου συστήματος Πρωτοβάθμιας Ιατρικής Φροντίδας στην Ελλάδα, στο Κυριόπουλος, Γ. και Φιλαλήθης, Τ. (1996). Η Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας στην Ελλάδα, εκδόσεις Θεμέλιο/Κοινωνία και Υγεία, Αθήνα
3. ΕΚΠΑΑ (2020). Περιβάλλον και Υγεία 2019, Αθήνα
4. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ), (2012). Ανακοίνωση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο σχετικά με το σχέδιο δράσης 2012-2020 για την ηλεκτρονική υγεία – καινοτομική υγειονομική περίθαλψη για τον 21ο αιώνα. SWD(2012) 413 final, Βρυξέλλες
5. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ), (2018). Ανακοίνωση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο σχετικά με τη διευκόλυνση του ψηφιακού μετασχηματισμού του τομέα της υγείας και της περίθαλψης στην ψηφιακή ενιαία αγορά, την ισχυροποίηση των πολιτών και την ανάπτυξη μιας υγιέστερης κοινωνίας. SWD (2018) 126 final, Βρυξέλλες
6. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ), (2019). Σύσταση της Επιτροπής σχετικά με έναν ευρωπαϊκό μορφότυπο ανταλλαγής ηλεκτρονικών μητρώων υγείας. SWD (2019) 243, Βρυξέλλες

7. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ), (2020). Ανακοίνωση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο σχετικά με την Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τα δεδομένα. COM (2020) 66 final, Βρυξέλλες
8. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (ΕΚ), 2016. Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ (Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων). SWD (2016) 679, Βρυξέλλες
9. Μ. Θεοδώρου, Μ. Σαρρής, Σ. Σούλης (2001). Συστήματα Υγείας. Εκδόσεις Παπαζήσης, Αθήνα

Διαδικτυακές πηγές

1. Το πρόγραμμα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας Be He@lthy, Be Mobile (BHBM): <https://www.who.int/activities/Addressing-mobile-health>
2. Η εταιρία Akiri: <https://akiri.com/>
3. Η εταιρία AppliedVR: <https://www.relievr.com/>
4. Η εταιρία Blockpharma: <https://www.blockpharma.com/>
5. Η εταιρία 3DBio Therapeutics: <https://3dbiocrp.com/>
6. Η εταιρία Dental Monitoring: <https://dental-monitoring.com/>
7. Η εταιρία Guardtime: <https://guardtime.com/>
8. Η εταιρία MindStrong: <https://mindstrong.com/>
9. Η εταιρία Nebula Genomics: <https://nebula.org/whole-genome-sequencing-dna-test/>
10. Η εταιρία Peek Vision: <https://peekvision.org/>
11. Η εταιρία UVD Robots: <https://uvd.blue-ocean-robotics.com/>
12. Η εταιρία SWORD Health: <https://swordhealth.com/>
13. Η εταιρία Teladoc Health: <https://www.teladochealth.com/>
14. Η εταιρία Wysa: <https://www.wysa.io/>
15. Ο εικονικός μπάτλερ ALFRED: <https://alfred.eu/index.html>
16. Ο κατάλογος DiGA: https://www.bfarm.de/EN/Medical-devices/Tasks/Digital-Health-Applications/_node.html

17. Το Παγκόσμιο Παρατηρητήριο Καρκίνου (Global Cancer Observatory):
<https://gco.iarc.fr/>
18. Το ρομπότ ΝΑΟ: <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao>
19. Corrie Health app of Johns Hopkins University: <https://www.corriehealth.com/>
20. European Alliance for Personalized Medicine: <https://www.euapm.eu/>
21. European Health Data Space: https://ec.europa.eu/health/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space_en