
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ και ΔΙΟΙΚΗΣΗ της ΥΓΕΙΑΣ»**

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ:
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ
ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

Μανταλένα Χατζησταύρου

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης
του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα Οικονομικά και Διοίκηση της Υγείας.

Πειραιάς, 2024

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ και ΔΙΟΙΚΗΣΗ της ΥΓΕΙΑΣ»**

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ:
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ
ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

Μανταλένα Χατζησταύρου, Α.Μ.: ΟΔΥ/2145

Επιβλέπων: Πολλάλης Ιωάννης/ Καθηγητής / Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης
του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα Οικονομικά και Διοίκηση της Υγείας.

Πειραιάς, 2024

**UNIVERSITY OF
PIRAEUS**



**DEPARTMENT OF
ECONOMICS**

M.Sc. in Health Economics and Management

**THE ROLE OF DATA ANALYTICS IN HEALTHCARE:
IMPROVING CARE POLICY
AND HEALTH OUTCOMES**

Mantalena Chatzistavrou

Master Thesis submitted to the Department of Economics
of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements
for the degree of M.Sc. in Health Economics and Management
Piraeus, Greece, 2024

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι το έργο που εκπονήθηκε και παρουσιάζεται στην υποβαλλόμενη διπλωματική εργασία, έχει γραφτεί από εμένα αποκλειστικά στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης ότι αναφέρονται καταλλήλως στο σύνολό τους οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ονοματεπώνυμο

Μανταλένα Χατζησταύρου

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή



Στην οικογένειά μου

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους με στήριξαν και συνέβαλαν στην επιτυχία αυτού του εγχειρήματος.

Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στον Καθηγητή κ. Πολλάλη, που υπήρξε πολύτιμος σύμβουλος κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Η καθοδήγηση και η υποστήριξή του ήταν καθοριστικές για την ακαδημαϊκή και προσωπική μου ανάπτυξη.

Επιπλέον οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξη και την αγάπη τους. Η υπομονή και η κατανόησή τους κατά τη διάρκεια αυτής της απαιτητικής περιόδου μου έδωσαν τη δύναμη να συνεχίσω και να επιτύχω τους στόχους μου.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Σημαντικοί Όροι: Μεγάλα Δεδομένα, Ανάλυση Δεδομένων, Υγειονομική Περίθαλψη, Πολιτική υγείας, Προβλεπτική Ανάλυση, Αποτελεσματικότητα, Αποδοτικότητα, Προκλήσεις, Τεχνολογία

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει τον κρίσιμο ρόλο της ανάλυσης δεδομένων στον τομέα της υγείας και πώς αυτή μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της πολιτικής περίθαλψης και των αποτελεσμάτων υγείας. Η εκτενής χρήση των Μεγάλων Δεδομένων παρέχει νέες δυνατότητες για την αξιολόγηση των υπηρεσιών υγείας, τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και τη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και της αποτελεσματικότητας του συστήματος υγείας

Τα Big Data στην υγειονομική περίθαλψη προκύπτουν από την αλματώδη αύξηση στη συλλογή και επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων, όπως ιατρικά αρχεία, απεικονιστικές εξετάσεις και πληροφορίες από συσκευές παρακολούθησης υγείας. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων, μέσω προγνωστικών μοντέλων, επιτρέπει την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων και προσφέρει νέες δυνατότητες για την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, τη παροχή εξατομικευμένων θεραπειών, τη πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων υγείας και τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών.

Επιπλέον, η εργασία εστιάζει στη δυνατότητα που παρέχουν τα Big Data στη μείωση του κόστους της περίθαλψης, στον εξορθολογισμό των δαπανών, στη σωστή κατανομή των πόρων, στην αναγνώριση των πιο αποδοτικών ιατρικών πρακτικών και γενικότερα στη βελτιστοποίηση της υγειονομικής περίθαλψης. Παράλληλα, προσεγγίζονται και οι προκλήσεις που συνοδεύουν τη χρήση των Μεγάλων Δεδομένων, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η διαχείριση της πληροφορίας με τρόπο που να διασφαλίζει την ακρίβεια και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Παρά τα θέματα που προκύπτουν, τα Big Data αποτελούν έναν καταλύτη για την καινοτομία και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των υπηρεσιών υγείας, προσφέροντας τη δυνατότητα για πιο ενημερωμένες και αποτελεσματικές αποφάσεις. Ωστόσο, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός και επενδύσεις σε τεχνολογία για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους.

Η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη αποτελεί μια ανερχόμενη δύναμη που προωθεί τη διαμόρφωση καλύτερων πολιτικών υγείας και τη βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων, επιδρώντας θετικά τόσο στους ασθενείς όσο και στο σύστημα υγείας συνολικά.

THE ROLE OF DATA ANALYTICS IN HEALTHCARE: IMPROVING CARE POLICY AND HEALTH OUTCOMES

Keywords: Big Data, Data Analytics, Healthcare, Health Policy, Predictive Analysis, Effectiveness, Efficiency, Challenges, Technology.

Abstract

This study examines the critical role of data analytics in the healthcare sector and how it can contribute to improving healthcare policy and health outcomes. The extensive use of Big Data provides new opportunities for evaluating healthcare services, making evidence-based decisions, and enhancing both the quality of services provided and the overall effectiveness of the healthcare system.

Big Data in healthcare results from the exponential increase in the collection and processing of large volumes of data, such as medical records, imaging tests, and information from health monitoring devices. Analyzing this data through predictive models allows the extraction of valuable insights, offering new possibilities for supporting clinical decisions, providing personalized treatments, forecasting future health trends, and improving service quality.

Furthermore, the study focuses on the potential of Big Data to reduce healthcare costs, streamline expenditures, ensure proper resource allocation, identify the most effective medical practices, and optimize healthcare delivery overall. It also addresses the challenges associated with the use of Big Data, such as privacy protection and managing information in a way that ensures the accuracy and validity of results.

Despite the issues that may arise, Big Data serves as a catalyst for innovation and improvement in the efficiency of healthcare services, enabling more informed and effective decision-making. However, careful planning and investments in technology are necessary to fully realize their potential.

The analysis of Big Data in healthcare represents an emerging force that promotes the development of better health policies and enhances clinical outcomes, positively impacting both patients and the whole healthcare system.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	xiii
Abstract.....	xv
Κατάλογος Εικόνων	xviii
Κατάλογος Πινάκων	xxi
Συντομογραφίες.....	xxiii
Ορολογία & Συντομογραφίες.....	xxiii
Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ BIG DATA ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥΣ	2
1.1 Big Data.....	2
1.1.1 Τα Χαρακτηριστικά των Big Data	3
1.1 Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων	5
1.1.1 Ιστορική Ανασκόπηση: Παρελθόν και Παρόν.....	5
1.1.2 Ορισμός και Σημασία των Big Data Analytics	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: BIG DATA ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	8
2.1. Τα Μεγάλα δεδομένα στην υγεία – Big Data in Healthcare.....	8
2.2 Πηγές Big Data στον τομέα της υγείας	9
2.3 Η Ροή της διαδικασίας της ανάλυσης.....	12
2.4 Τύποι ανάλυσης δεδομένων και ο τομέας υγείας	14
2.4.1 Περιγραφική Ανάλυση (Descriptive analysis)	14
2.4.2 Διαγνωστική Ανάλυση (Diagnostic analysis).....	15
2.4.3 Προγνωστική Ανάλυση (Predictive analysis)	16
2.4.4 Καθοδηγητική Ανάλυση (Prescriptive analysis)	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ	
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗ	18
3.1 Αξιοποίηση των Big Data Analytics στην Υγεία.....	18
3.2 Στοιχεία δυνατοτήτων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων.....	19
Α. Γενικές κατηγορίες δυνατοτήτων.....	20
Β. Στοιχεία Συμπληρωματικών Οργανωτικών Πόρων.....	25
Γ. Στοιχεία Οργανωτικών Δυνατοτήτων.....	28
3.3 Ο Ρόλος της Ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων και τα Οφέλη στην Υγειονομική	
Περίθαλψη	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ BIG DATA ΣΤΗΝ	
ΥΓΕΙΑ	36
4.1. Εφαρμογή των Big Data στην Υγεία	36

4.1.1 Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας.....	36
4.1.2 Συστήματα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων	36
4.1.3 Συστήματα παρακολούθησης και συμμετοχή των ασθενών στη διαχείριση της υγείας τους	37
4.1.4 Προβλεπτική αναλυτική	38
4.1.5 Ο ρόλος της ανάλυσης δεδομένων υγείας στον εντοπισμό και την πρόληψη της απάτης.....	41
4.2 Παραδείγματα Ανάλυσης Big Data στην Υγεία	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΣΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	55
Επίλογος.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Τα Χαρακτηριστικά των Big Data ως ένα σύνολο από V's	3
Εικόνα 2: Πηγές Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία	9
Εικόνα 3: Ροή Διαδικασίας Ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων στην Υγειονομική Περίθαλψη	12
Εικόνα 4 : Κατηγορίες ανάλυσης δεδομένων	14
Εικόνα 5 : Έξυπνη συσκευή εισπνοής Asthmapolis.....	45
Εικόνα 6: Χάρτης παγκόσμιων εστιών ασθενειών.....	46
Εικόνα 7: Εφαρμογή Gosap για διαβητικούς.....	47
Εικόνα 8: Μεταβολικό σύνδρομο	48
Εικόνα 9: πρόγραμμα Cancer Moonshot	50
Εικόνα 10: Χρήση οπιοειδών	53

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σύνολο δεξιοτήτων για προσωπικό αναλυτών Big Data	24
Πίνακας 2: Επισκόπηση του Cancer Moonshot.....	51

Συντομογραφίες

- ΗΦΥ: Ηλεκτρονικοί Φάκελοι Υγείας
- ΧΑΠ: Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια
- ΗΚΓ: Ηλεκτροκαρδιογράφημα
- XML: Extensible Markup Language
- SaaS: Software as a Service
- GPS: Global Positioning System
- FNY: Flu Near You
- PDXNet: Patient-Derived Xenograft Network

Ορολογία & Συντομογραφίες

Μεγάλα Δεδομένα (Big Data) & Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων (Big Data Analysis - BDA):

- Όγκος (Volume)
- Ταχύτητα (Velocity)
- Ποικιλία (Variety): Δομημένα (structured), ημιδομημένα (semi-structured), μη δομημένα (unstructured)
- Εγκυρότητα / Αξιοπιστία (Veracity)
- Αξία (Value)
- Μεταβλητότητα (Variability)
- Οπτικοποίηση (Visualisation)
- Εξάπλωση (Virality)
- Εικονικό (Virtual)
- Πολυπλοκότητα (Complexity)

Υγειονομικά αρχεία & Διαγνωστικά εργαλεία:

- Ηλεκτρονικοί Φάκελοι Υγείας (Electronic Health Records - EHRs)
- Ηλεκτρονικά Ιατρικά Αρχεία (Electronic Medical Records - EMRs)
- Ακτινογραφίες (X-rays)
- Αξονικές τομογραφίες (Computed Tomography - CT)
- Μαγνητικές τομογραφίες (Magnetic Resonance Imaging - MRI)
- Υπερηχογραφήματα (ultrasound - u/s)
- Συσκευές εισπνοής (inhalers)
- «Καλή» χοληστερόλη (High-Density Lipoprotein - HDL)

Τύποι Ανάλυσης Δεδομένων:

- Περιγραφική (Descriptive)
- Διαγνωστική (Diagnostic)
- Προγνωστική (Predictive)
- Καθοδηγητική (Prescriptive)

Σημαντικές Έννοιες:

- Επιστήμη Δεδομένων (Data Science)
- Επιχειρηματική Νοημοσύνη (Business Intelligence - BI)
- Αποθήκευση στο διαδίκτυο: Cloud Storage
- Σιλό Δεδομένων (Data Silos)
- Έρευνα και Ανάπτυξη (Research & Development - R&D)
- Διακυβέρνηση Πληροφορικής (IT Governance)
- Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT)
- Διαχείριση Βασικών Δεδομένων (Master Data Management)
- Διαχείριση Κύκλου Ζωής Δεδομένων (Data Life Cycle Management)
- Διαχείριση Ασφάλειας και Ιδιωτικότητας Δεδομένων (Data Security and Privacy Management)
- Θεωρία Πόρων (Resource-Based Theory - RBT)
- Συστήματα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (Clinical Decision Support Systems - CDSS)
- Συστήματα Παρακολούθησης Υγείας (Health Monitoring Systems - HMSs)
- Πληροφορίες πραγματικού χρόνου (Real-Time Info)
- Ειδοποιήσεις πραγματικού χρόνου (Real-Time Warning/Alerting)
- Αντιστροφή μηχανική και προσομοίωση προς τα εμπρός (Reverse Engineering and Forward Simulation – REFS)
- Δείκτης Μέτρησης Απόδοσης (Compound Annual Growth Rate - CAGR)
- Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI)
- Τηλε-Υγεία (Telehealth)
- Γενετική Αναλυτική (Genomic Analytics)
- Τεχνολογία Blockchain: Καινοτόμος μορφή κατανεμημένης βάσης δεδομένων
- Δείκτης Απόδοσης Επένδυσης (Return on Investment - ROI)

Δίκτυα και Έρευνες:

- Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νόσων (Center for Disease Control and Prevention - CDC)
- Δίκτυο Ολοκληρωμένων Χαρτών Ανθρώπινων Όγκων (Human Tumor Atlas Network - HTAN)
- Δίκτυο Έρευνας Δεδομένων Καρκίνου (CIMAC-CIDC)

Κίνδυνοι και Ασφάλεια:

- Παράνομη εισβολή σε υπολογιστικό σύστημα: Hacking
- Παράνομη απόσπαση ηλεκτρονικών στοιχείων: Cyber robbery
- Ηλεκτρονική απάτη: phishing

Τάσεις στην Υγειονομική Φροντίδα:

- Έξυπνες φορητές συσκευές (wearables) - Έξυπνα τηλέφωνα (smartphone)
- Εικονική φροντίδα (virtual care)
- Απομακρυσμένη παρακολούθηση (remote monitoring)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κλάδος της υγείας αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα. Οι νέες εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ζωή μας. Αυτοί οι δύο κλάδοι καλούνται να «συνεργαστούν» στα πλαίσια της μετάβασης των συστημάτων υγείας προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την υιοθέτηση ενός καινοτόμου μοντέλου, με εστίαση στην αλλαγή με εστίαση στην αλλαγή των παραδοσιακών προσεγγίσεων. Ο στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η δημιουργία ενός νέου συστήματος υγείας, το οποίο θα είναι οικονομικά βιώσιμο, με σωστή κατανομή των περιορισμένων πόρων. Ένα σύστημα που θα επικεντρώνεται τόσο στην αντιμετώπιση των ασθενειών όσο και στην προώθηση της ευεξίας, όπου η υγεία θα ενσωματώνεται αρμονικά στην καθημερινή ζωή και η φροντίδα θα είναι εξατομικευμένη για κάθε άνθρωπο.

Στη νέα αυτή οικονομία της υγείας, οι ασθενείς θα έχουν ενεργό ρόλο, συμμετέχοντας στη διαχείριση της υγείας τους. Κάθε πληροφορία και κάθε δεδομένο που συλλέγεται θα προσφέρει αξία στο σύστημα υγείας. Ως εκ τούτου, η ανάλυση αυτών των δεδομένων θα είναι ο κινητήριος μοχλός για την αλλαγή προς το καλύτερο. Με τη χρήση της τεχνολογίας, τα συστήματα υγείας μπορούν να επιτύχουν βέλτιστα αποτελέσματα, παρέχοντας καλύτερη φροντίδα στους ασθενείς.

Πλέον, μπορούμε να εφαρμόσουμε ό,τι κάποτε θεωρούνταν αδύνατο. Από μία μόνο συσκευή μπορούν να συλλεχθούν πληροφορίες όπως οι στόχοι υγείας, το ιστορικό θερμίδων, οι αποστάσεις σε βήματα, οι προτιμήσεις στο φαγητό και ακόμη και η τοποθεσία του ασθενή. Μέσω της ανάλυσης αυτών των δεδομένων, καθώς και εκατομμυρίων άλλων πληροφοριών από διαφορετικές πηγές, μπορούμε να αποκτήσουμε ακριβείς πληροφορίες την κατάλληλη στιγμή.

Πόσο σημαντικό είναι στον τομέα υγείας να δίνεται συγκεντρωμένη όλη αυτή η γνώση την κατάλληλη στιγμή; Εάν ένας υγειονομικός μπορούσε να λαμβάνει εξατομικευμένες διαγνώσεις και προτεινόμενες παρεμβάσεις αυτόματα μέσα στους ιατρικούς φακέλους των ασθενών του, η θεραπεία και η φροντίδα θα έφτανε σε άλλο επίπεδο. Η ανάλυση θα μετέτρεπε απίστευτες ποσότητες δεδομένων, όπως οι σημειώσεις των γιατρών, οι εξετάσεις εργαστηρίου και η ιατρική απεικόνιση για εκατομμύρια άτομα, δημιουργώντας εξατομικευμένες και βέλτιστες προτάσεις.

Η ανάλυση δεδομένων δεν είναι μόνο ένα εργαλείο για την καλύτερη κατανόηση της κατάστασης υγείας των ασθενών, αλλά και ένα μέσο για τη διαμόρφωση πιο αποτελεσματικών πολιτικών υγείας. Μέσω της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, μπορούν να εντοπιστούν τα πιο πιεστικά προβλήματα στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και να προταθούν πολιτικές που στοχεύουν στη βελτίωση της κατανομής πόρων, την παροχή φροντίδας και τη μείωση των ανισοτήτων. Η εφαρμογή αυτών των δεδομένων στη χάραξη πολιτικής έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα υγείας, επιτρέποντας την εξατομίκευση της φροντίδας και την πρόληψη των ασθενειών σε μαζική κλίμακα.

Αυτές είναι μερικές από τις ιδέες για την υγεία της επόμενης γενιάς. Η διασταύρωση της υγείας, της τεχνολογίας και του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού είναι ένα μοναδικό σταυροδρόμι που πρέπει να εξερευνηθεί, ώστε να προχωρήσουμε προς την καινοτομία. Είτε πρόκειται για νέα προϊόντα υγείας, υπηρεσίες ή πολιτικές, αν επικεντρωθούμε στις ανάγκες των ατόμων, θα επιτύχουμε τον απόλυτο στόχο του συστήματος υγείας μας: τη διατήρηση υγιών ανθρώπων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ BIG DATA ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥΣ

1.1 Big Data

Ο όρος «Μεγάλα Δεδομένα» ή «Big Data» έχει γίνει συχνά χρησιμοποιούμενος στον τομέα της πληροφορικής εδώ και μερικά χρόνια. Έχει τραβήξει την προσοχή των ερευνητών, της βιομηχανίας και ακαδημαϊκών σε ολόκληρο τον κόσμο. Κορυφαίοι οργανισμοί έχουν αρχίσει να τον αναγνωρίζουν ως ένα στρατηγικό περιουσιακό στοιχείο (Al-Sai,Z.A., et al ,2017).

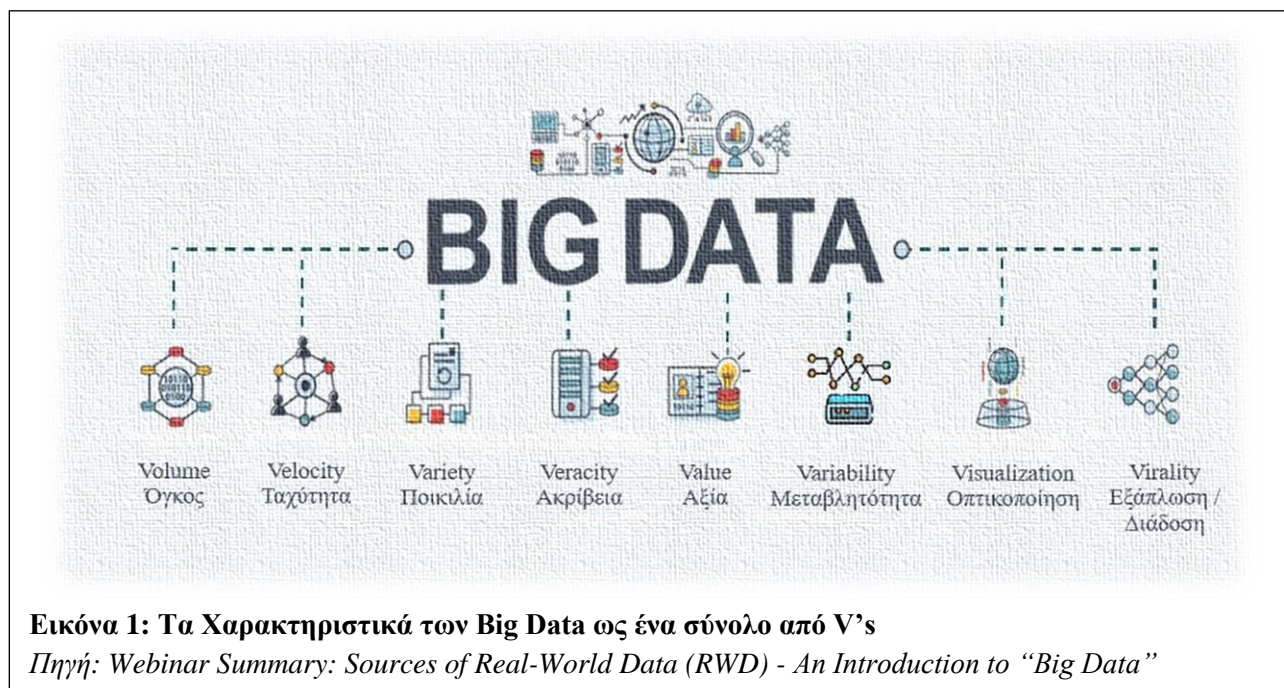
Ο ορισμός των Big Data θα μπορούσε να αποδοθεί με την εξής περιγραφή: ως οποιαδήποτε δεδομένα είναι τόσο μεγάλα, ανομοιογενή και σύνθετα που γίνεται δύσκολο να επεξεργαστούν με τις παραδοσιακές μεθόδους αποθήκευσης και επεξεργασίας. Αν και το μέγεθος αυτών δεν αποτελεί το σημαντικότερο χαρακτηριστικό τους καθώς αλλάζει εκθετικά συνεχώς, μπορεί να αναφερθεί ότι χονδρικά προσεγγίζουν σύνολα δεδομένων της τάξεως των petabytes (10^{15} bytes) ή ακόμα και exabytes (10^{18} bytes) (Bhosale, H.S., et al,2014).

Τα τελευταία χρόνια, η υπολογιστική ισχύς έχει αυξηθεί σημαντικά, ενώ οι δαπάνες αποθήκευσης έχουν μειωθεί σημαντικά, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να παράγουν και να αποθηκεύουν τεράστιο όγκο δεδομένων. Επίσης, η αυξανόμενη διείσδυση φορητών συσκευών και συσκευών που επιτρέπουν τη σύνδεση στο διαδίκτυο οδήγησε σε “έκρηξη” της δημιουργίας δεδομένων. Τα κοινωνικά μέσα είναι ενδεικτικά για αυτό το φαινόμενο (Shastri, et al, 2020).

Τέτοιοι τεράστιοι όγκοι δεδομένων δεν μπορούν να χειριστούν με τα υπάρχοντα πλαίσια, οι παραδοσιακές εργαλειοθήκες και τεχνικές δεν είναι σε θέση να αποθηκεύσουν, επεξεργαστούν και οπτικοποιήσουν αυτά τα δεδομένα εντός του καθορισμένου χρονικού πλαισίου και να αντλήσουν ανταγωνιστικές πληροφορίες. Επομένως απαιτούνται νέες και καινοτόμες τεχνικές για τη διαχείρισή τους. Οι εφαρμογές Big Data μπορούν να παρατηρηθούν παντού, από την επιστημονική κοινότητα, το μάρκετινγκ, την τραπεζική, τις τηλεπικοινωνίες έως την υγεία, τις δημόσιες υπηρεσίες και ούτω καθεξής. Αυτό έχει επιτρέψει σε οργανισμούς να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις βασιζόμενοι σε δεδομένα που προέρχονται και δημιουργούνται σε διάφορα σημεία (Shastri, et al, 2020).

1.1.1 Τα Χαρακτηριστικά των Big Data

Παρά την ύπαρξη πληθώρας ορισμών για τα Big Data, έχουν περιγραφεί από διάφορους ερευνητές ως ένα σύνολο από 3V, 4V, 5V και άνω, όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 1):



Εικόνα 1: Τα Χαρακτηριστικά των Big Data ως ένα σύνολο από V's

Πηγή: Webinar Summary: Sources of Real-World Data (RWD) - An Introduction to “Big Data”

Πιο αναλυτικά μπορούν να αναλυθούν τα παρακάτω κύρια βασικά στοιχεία ως εξής (Shastri, et al, 2020, Senthilkumar et al., 2018, Wang, Y, et al 2019):

- (i) **Volume - Όγκος:** Αν και ο όγκος για τα μεγάλα δεδομένα δεν έχει όριο μέτρησης, καθώς η μορφή του μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το χρόνο και τον τρόπο συλλογής τους, αναφέρεται στο μέγεθος, τη διάσταση ή το μέγεθος που μετράται σε terabytes ή petabytes. Η ποσότητα των δεδομένων που παράγεται έχει αυξηθεί εκθετικά τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται στο μέλλον λόγω της μείωσης των δαπανών αποθήκευσης. Η τεράστια κλίμακα των δεδομένων που παράγεται διαφοροποιείται ανάλογα με την δραστηριότητα και απαιτεί καινοτόμα υποδομή δεδομένων, τεχνικές διαχείρισης δεδομένων και επεξεργασίας.
- (ii) **Velocity – Ταχύτητα:** Ο πρωτοφανής, αδιάκοπος και γρήγορος ρυθμός ροής των δεδομένων μετριέται από την έννοια της ταχύτητας. Η ταχύτητα με την οποία γίνεται η δημιουργία δεδομένων, ολοκλήρωση, κοινή χρήση, επεξεργασία, αποθήκευση και ανάλυσή τους. Η υποδομή διαχείρισης δεδομένων που ακολουθεί υψηλές ταχύτητες ροής είναι ένα ζωτικό μέρος των Big Data. Διαδικασίες που απαιτούν χρονικά περιορισμένες λειτουργίες όπως οι τραπεζικές συναλλαγές ή τα δεδομένα streaming στα κοινωνικά μέσα είναι μερικά παραδείγματα όπου τα δεδομένα δημιουργούνται, επεξεργάζονται και αποθηκεύονται σε λίγα δευτερόλεπτα.

- (iii) **Variety – Ποικιλία:** Η ποικιλία περιγράφει τη δομική ετερογένεια σε ένα σύνολο δεδομένων, τα οποία μπορεί να είναι δομημένα, όπως όταν βρίσκονται σε μορφή φύλλων υπολογισμού ή σχεσιακών βάσεων δεδομένων, ή αδόμητα, όπως βίντεο, ήχοι, εικόνες, κείμενα ή πίνακες. Η φύση των διαφορετικών μορφών δεδομένων και η ποικιλία τους αναδεικνύει την ετερογένεια στους τύπους των δεδομένων και στις πηγές τους. Έτσι, τα δεδομένα μπορεί να κυμαίνονται από παραδοσιακά δομημένα (structured) και ημιδομημένα (semi-structured) έως μη δομημένα (unstructured). Υπάρχουν ατελείωτοι ανομοιογενείς τύποι δεδομένων και πηγές που πρέπει να αντιμετωπιστούν στο πλαίσιο των Big Data..
- (iv) **Veracity - Εγκυρότητα / Αξιοπιστία :** Είναι η ποιότητα που σχετίζεται με τα μεγάλα δεδομένα, αφορά την αξιοπιστία, την ακρίβεια, την αυθεντικότητα και την ορθότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για αναλύσεις. Η ακρίβεια περιλαμβάνει επίσης τη συνέπεια των δεδομένων (που ορίζεται από την στατιστική αξιοπιστία των δεδομένων) και την αξιοπιστία των δεδομένων (με βάση την προέλευση των δεδομένων, τις μεθόδους συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων και την υποδομή ασφάλειας). Αυτά τα ζητήματα ποιότητας δεδομένων, με τη σειρά τους, έχουν ιδιαίτερη σημασία καθώς επηρεάζουν την ακεραιότητα των δεδομένων και την ‘ευθύνη’ των δεδομένων. Ειδικά στην υγειονομική περίθαλψη, απαιτείται υψηλό επίπεδο αναλυτικής ικανότητας δεδομένων, καθώς επηρεάζονται αποφάσεις σχετικά με την ευημερία των ασθενών.
- (v) **Value - Αξία:** Είναι η ενσωματωμένη αξία που έχουν τα μεγάλα δεδομένα σε σχέση με το μέγεθός τους και η εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από την ανάλυσή τους. Εάν αναλυθούν μεγάλοι όγκοι ανακριβών δεδομένων, αποτελεί χαμηλή αξία, ενώ αν αναλυθούν μεγάλοι όγκοι δεδομένων ακριβείας, αποτελεί υψηλή αξία. Οι πληροφορίες που προκύπτουν είναι χρήσιμες για τη λήψη ορθών αποφάσεων, ενώ συνήθως η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν πραγματοποιούνται τόσο μέσω δεικτών, όσο και μέσω στατιστικών αναλύσεων.

Στη βιβλιογραφία γίνεται αναφορά μεταξύ άλλων και για τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- (vi) **Variability – Μεταβλητότητα:** αναφέρεται στις διακυμάνσεις – μεταβολές των δεδομένων κατά την διαχείριση και τον κύκλο ζωής τους. Η μεταβλητότητα είναι μεγάλη στις διάφορες πηγές των μεγάλων δεδομένων, οπότε η κατανόηση τους στο πλαίσιο της σύγκλισης αυτών των δεδομένων είναι πραγματικά κρίσιμη προκειμένου να είναι κατανοητά και αντιπροσωπευτικά τα αποτελέσματα. Η ανάπτυξη του εύρους (range) και μεταβλητότητας αυξάνει επίσης το ενδιαφέρον για τα μεγάλα δεδομένα και τη δυνατότητα παροχής πολύτιμων πληροφοριών (Senthilkumar et al., 2018).

- (vii) **Visualisation – Οπτικοποίηση:** Η οπτικοποίηση δεδομένων είναι η παρουσίαση των δεδομένων με μια εικονική ή γραφική μορφή, και ένα εργαλείο οπτικοποίησης δεδομένων είναι το λογισμικό που δημιουργεί αυτήν την παρουσίαση. Η οπτικοποίηση δεδομένων παρέχει στους χρήστες εύκολα μέσα για να εξερευνήσουν και να αναλύσουν δεδομένα διαδραστικά, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίσουν αποτελεσματικά ενδιαφέροντα μοτίβα, να εισάγουν συσχετίσεις και αιτιώδεις σχέσεις και να υποστηρίξουν δραστηριότητες κατανόησης. Στη σύγχρονη κοινωνία, η οπτική αναπαράσταση των δεδομένων συνδέεται συνήθως με τον τομέα της επιστήμης των υπολογιστών. Έχουν αναπτυχθεί πολλά λογισμικά ή εφαρμογές και η κύρια εργασία τους είναι η εξερεύνηση, οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων (Li Q, 2020).
- (viii) **Virality – Εξάπλωση:** Η λέξη "Virality" είναι μια νέα έννοια στο πλαίσιο των μεγάλων δεδομένων περιγράφει την ταχύτητα διάδοσης των δεδομένων και της πληροφορίας που απορρέει από αυτά σε δίκτυα από άτομο σε άτομο. Μετρά πόσο γρήγορα διαδίδεται και κοινοποιείται η πληροφορία σε κάθε μοναδικό κόμβο. Ο χρόνος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα μαζί με τον ρυθμό διάδοσης. Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι η συνεχής κοινοποίηση και μάθηση από αυτά τα δεδομένα θα είναι κρίσιμο μέρος της εξέλιξής τους (thehumancapitalhub, 2024).

Το επόμενο "ν" που θα μπορούσε να προστεθεί, όπως και πολλά άλλα σε αυτή τη λίστα στο άμεσο μέλλον είναι το Virtual – εικονικό, καθώς έχουμε έναν ολόκληρο κόσμο τον οποίο θα αντιμετωπίζουμε και αλληλεπιδρούμε με πολλούς διαφορετικούς τρόπους αλλά περισσότερο μέσω της εικονικής πραγματικότητας.

Τέλος, μια άλλη σημαντική πτυχή των μεγάλων δεδομένων είναι η πολυπλοκότητα (complexity). Προκύπτει από το γεγονός ότι τα μεγάλα δεδομένα παράγονται συχνά μέσω διαφορετικών πηγών, που σημαίνει ότι, για την εκτέλεση πολλών λειτουργιών περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό σχέσεων, τον καθαρισμό και τον μετασχηματισμό δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές προελεύσεις.

1.1 Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων

1.1.1 Ιστορική Ανασκόπηση: Παρελθόν και Παρόν

Η ιστορία της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (big data analytics) συνδέεται αναπόσπαστα με την ιστορία της επιστήμης δεδομένων (data science). Ο όρος "μεγάλα δεδομένα" ("big data") χρησιμοποιείται από τη δεκαετία του 1990, χάρη στον John Mashey για τη διάδοση του, και για πρώτη φορά το 1997 από τους Michael Cox και David Ellsworth σε μια εργασία που παρουσιάστηκε σε συνέδριο για να εξηγήσει την οπτικοποίηση δεδομένων και τις προκλήσεις που αντιμετώπιζαν τα υπολογιστικά συστήματα (Cox & Ellsworth, 1997, Nargundkar et. al, 2020). Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '90, οι γρήγορες καινοτομίες στην τεχνολογία πληροφορικής είχαν επιτρέψει τη δημιουργία μεγάλου όγκου δεδομένων αλλά ελάχιστων χρήσιμων

πληροφοριών σε σύγκριση με αυτόν τον όγκο. Έννοιες όπως η επιχειρηματική νοημοσύνη (business intelligence - BI) δημιουργήθηκαν για να τονίσουν τη σημασία της συλλογής, της ενσωμάτωσης, της ανάλυσης και της ερμηνείας των επιχειρηματικών πληροφοριών και πώς αυτό το σύνολο διαδικασιών μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να λαμβάνουν πιο κατάλληλες αποφάσεις και να αποκτούν μια καλύτερη κατανόηση των συμπεριφορών και των τάσεων της αγοράς (Wang, Y., et al., 2018).

Η περίοδος από το 2001 έως το 2008 ήταν το εξελικτικό στάδιο για την ανάπτυξη των μεγάλων δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα ορίστηκαν πρώτα με βάση τον όγκο (volume), την ταχύτητα (velocity) και την ποικιλία (variety) τους (3Vs), μετά τα οποία έγινε δυνατή η ανάπτυξη πιο εξειδικευμένου λογισμικού για την αντιμετώπιση της «έκρηξης» πληροφοριών. Η ανάπτυξη λογισμικού και εφαρμογών όπως οι υπηρεσίες διαδικτύου Extensible Markup Language (XML), τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και το Apache Hadoop πρόσθεσαν αναλυτικά ενότητες και λειτουργίες στις βασικές ενότητες που επικεντρώθηκαν στη βελτίωση της ευκολίας χρήσης για τους τελικούς χρήστες και επέτρεψαν την επεξεργασία τεράστιων όγκων δεδομένων διασυνδεδεμένα και εντός των οργανισμών συνεργατικά και σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, οι οργανισμοί υγείας άρχισαν να ψηφιοποιούν τα ιατρικά τους αρχεία και να συγκεντρώνουν κλινικά δεδομένα σε τεράστιες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων. Αυτή η εξέλιξη έκανε τα δεδομένα υγείας να είναι αποθηκευμένα, χρήσιμα, αναζητήσιμα και βοήθησε τους παρόχους υγείας να εφαρμόζουν πιο αποτελεσματικά την ιατρική πρακτική (Wang, Y., et al., 2018).

Στις αρχές του 2009, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων ξεκίνησε τον επαναστατικό της στάδιο (Bryant et al., 2008). Όχι μόνο η υπολογιστική επεξεργασία μεγάλων δεδομένων είχε γίνει μια καινοτόμος ανακάλυψη για την επιχειρηματική νοημοσύνη, αλλά επίσης οι ερευνητές προέβλεπαν ότι η διαχείριση δεδομένων και οι τεχνικές της επρόκειτο να μεταβούν από τα μη δομημένα δεδομένα στα δομημένα δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο από ένα στατικό περιβάλλον περνάνε τα δεδομένα σε ένα οικουμενικό περιβάλλον βασισμένο στην δυνατότητα αποθήκευσης της πληροφορίας στο διαδίκτυο που προσφέρει πρόσβαση άμεσα στο χρήστη, το αποκαλούμενο 'cloud'. Κλάδοι πρωτοπόροι στην υπολογιστική ανάλυση μεγάλων δεδομένων, όπως οι τράπεζες και οι ηλεκτρονικές εμπορικές επιχειρήσεις, άρχισαν να έχουν αντίκτυπο στη βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών και της αποτελεσματικότητας του εργατικού δυναμικού, μείωσης των επιχειρησιακών δαπανών και της προσέλκυσης νέων πελατών. Σχετικά με τη βιομηχανία της υγείας, μέχρι το 2011, τα αποθηκευμένα δεδομένα υγείας είχαν φτάσει τα 150 exabytes (1 EB = 10^{18} bytes) παγκοσμίως, κυρίως στη μορφή ηλεκτρονικών φακέλων υγείας. Ωστόσο, η πλειονότητα της δυνητικής δημιουργίας αξίας είναι ακόμη στα πρώτα της στάδια, επειδή οι τεχνικές προγνωστικής, μοντελοποίησης και προσομοίωσης για την ανάλυση των δεδομένων υγείας συνολικά δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί επαρκώς (Wang, Y., et al., 2018).

Η πιο πρόσφατη τάση της τεχνολογίας ανάλυσης μεγάλων δεδομένων κατευθύνεται προς τη χρήση του cloud σε συνδυασμό με τα δεδομένα (data). Οι επιχειρήσεις έχουν

υιοθετήσει ολοένα και περισσότερο τη λύση "μεγάλα δεδομένα στο cloud" όπως το λογισμικό-ως-υπηρεσία (software-as-a-service SaaS), που προσφέρει μια ελκυστική εναλλακτική με χαμηλότερο κόστος. Σύμφωνα με τις προβλέψεις για τις τάσεις στην πληροφορική, η εκμετάλλευση των υπηρεσιών υπολογιστικού cloud για συστήματα ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που υποστηρίζουν δυνατότητες πραγματικού χρόνου και οικονομικής αποθήκευσης θα γίνει προτιμώμενη λύση στην πληροφορική.

Η κύρια τάση στη βιομηχανία της υγείας είναι μια μετάβαση του τύπου των δεδομένων από δομημένα σε ημι-δομημένα (π.χ. παρακολούθηση στο σπίτι, τηλεϊατρική, αισθητήρες βασιζόμενοι σε ασύρματες συσκευές) και σε μη δομημένα δεδομένα (π.χ. μεταγεγραμμένες σημειώσεις, εικόνες και βίντεο). Η αυξανόμενη χρήση αισθητήρων και απομακρυσμένων παρακολουθητών είναι ένας βασικός παράγοντας που υποστηρίζει την αύξηση των υπηρεσιών οικιακής υγείας, πράγμα που σημαίνει ότι η ποσότητα των δεδομένων που παράγονται από τους αισθητήρες θα συνεχίσει να αυξάνεται σημαντικά. Αυτό θα βελτιώσει την ποιότητα των υπηρεσιών υγείας μέσω πιο ακριβούς ανάλυσης και πρόβλεψης (Wang, Y., et al., 2018).

1.1.2 Ορισμός και Σημασία των Big Data Analytics

Τα Big Data Analytics ή Αναλυτική Μεγάλων Δεδομένων είναι μια διαδικασία εξέτασης, διερεύνησης και μετασχηματισμού πρωτογενών δεδομένων σε πληροφορία μέσω της εφαρμογής προηγμένων μεθόδων ανάλυσης (στατιστικές, προγνωστικές αναλύσεις κλπ.). Ο όρος αυτός επί της ουσίας περιγράφει την ανάγκη να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα και προβλέψεις από τα δεδομένα, αποσκοπώντας αφενός στην υποβοήθηση της λήψης αποφάσεων και αφετέρου στη βελτίωση των διαδικασιών των επιμέρους οργανισμών για την καλύτερη λειτουργία της διοίκησης κατά κύριο λόγο (Senthilkumar, 2018). Προκειμένου να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων, τα Big Data Analytics επιχειρούν να εντοπίσουν άγνωστες έως τώρα συσχετίσεις, να κατανοήσουν και να προβλέψουν τις τάσεις και να αντλήσουν άλλες χρήσιμες πληροφορίες (Sonnati, 2011).

Ο όρος της αναλυτικής μεγάλων δεδομένων τυγχάνει ευρείας χρήσης σήμερα και σύμφωνα με την ερευνητική έκθεση που δημοσιεύτηκε από το Market Research Future, η Παγκόσμια Αγορά των Data Analytics προβλέπεται να αναπτυχθεί με ρυθμό 27,60% μεταξύ 2023 και 2030. Το μέγεθος της αγοράς αναμένεται να φτάσει περίπου τα 303,4 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το τέλος του 2030 (<https://finance.yahoo.com/>).

Όσον αφορά τον τομέα υγείας, σύμφωνα με έκθεση της Research and Markets, η παγκόσμια αγορά της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων υγείας αναμένεται να αναπτυχθεί με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 27,3% από το 2024 έως το 2028. Αυτή η ανάπτυξη υποδηλώνει την αυξανόμενη αναγνώριση της αξίας που θα προσφέρει στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, μετατρέποντάς τον σε μια βιομηχανία βασισμένη στα δεδομένα. Συνεπώς, οι αναλύσεις δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου (MoldStud, 2024).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

BIG DATA ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

2.1. Τα Μεγάλα δεδομένα στην υγεία – Big Data in Healthcare

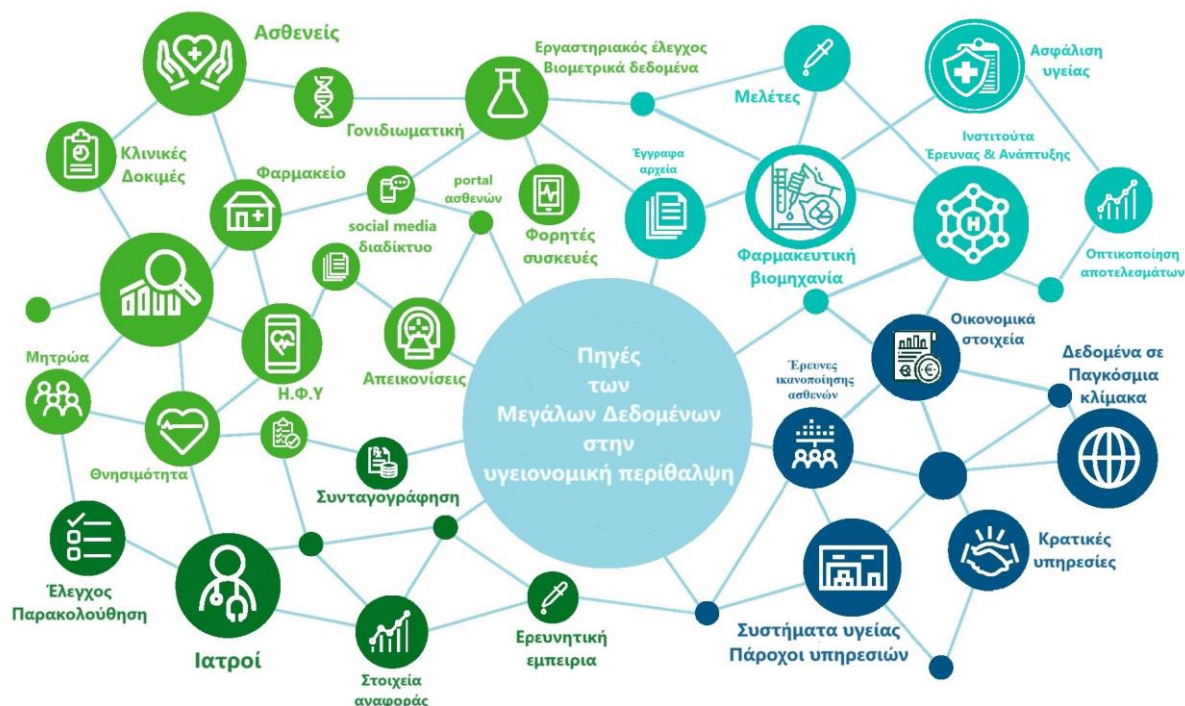
Ο κλάδος της υγείας είναι ένας από τους μεγαλύτερους και ευρύτερους κλάδους στον κόσμο. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων η διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως αλλάζει από το επίκεντρο της νόσου σε ένα μοντέλο με επίκεντρο τον ασθενή. Για την παροχή αποτελεσματικής φροντίδας είναι απαραίτητο να διαχειρίζονται και να αναλύονται τεράστια δεδομένα υγείας. Τα απαραίτητα εργαλεία διαχείρισης δεδομένων δεν επαρκούν αρκετά για την ανάλυση, καθώς η ποικιλία και ο όγκος των πηγών δεδομένων έχουν αυξηθεί (Al-Jarrah, et al. 2015).

Τα μεγάλα δεδομένα στην υγεία αναφέρονται στα εργαστηριακά αποτελέσματα των ασθενών, τις απεικονιστικές εξετάσεις, το ιστορικό των περιστατικών, τις αναφορές των γιατρών και νοσηλευτών, τους καταλόγους των φαρμάκων, πληροφορίες από τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας κ.λπ. και χωρίζονται ευρέως σε δομημένα και μη δομημένα δεδομένα. Ο τομέας της υγείας χρησιμοποιεί τη βοήθεια της τεχνολογίας των κέντρων νέφους και των μεγάλων δεδομένων για να αποκτήσει αυτού του είδους τις πληροφορίες σχετικά με τους ασθενείς και να παρέχει καλύτερα αποτελέσματα και μια μεγάλη ευκαιρία σε επιδημιολόγους, γιατρούς και ειδικούς σε θέματα πολιτικής υγείας να λάβουν αποφάσεις βάσει δεδομένων που θα αναπτύξουν τελικά τη φροντίδα των ασθενών (Kumar, et al., 2020) (Sessler, 2014).

Από την βιβλιογραφία φαίνεται ότι παρά τον τεράστιο όγκο και την ποικιλομορφία τους, τα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης τροφοδοτούνται με μεγάλη ταχύτητα. Ως αποτέλεσμα, οι προσεγγίσεις μεγάλων δεδομένων προσφέρουν τεράστιες ευκαιρίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης. Βοηθούν στην προσθήκη αξίας και τη βελτίωση της ποιότητας της υγείας μέσω καινοτόμων αναλύσεων καθώς και τη βελτίωση της φροντίδας του ασθενούς (El Aboudi et al., 2018).

Το οικοσύστημα των Μεγάλων Δεδομένων για την Υγεία είναι μια τεράστια τεχνολογία που περιλαμβάνει μηχανισμούς και εργαλεία για τη διαχείριση πολλών αριθμητικά γεγονότων και πληροφοριών. Ο κύριος στόχος είναι να μεταφέρει πληροφορίες από διάφορους τομείς, να τις αποθηκεύσει σε ένα σύστημα κατανομημένων αρχείων, να διαχειρίζεται και να χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να «παράγει» σημαντικά αποτελέσματα (Kumar, et al., 2020).

2.2 Πηγές Big Data στον τομέα της υγείας



Εικόνα 2: Πηγές Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία

Πηγή: <https://www.iqvia.com/locations/united-states/blogs/2020/09/secondary-first-a-better-approach-to-rwe>

Τα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη προέρχονται από διαφορετικές πηγές και έχουν διαφορετικές δομές και μορφές. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να προέρχονται από εσωτερικές πηγές (ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων κ.λπ.) καθώς και εξωτερικές (κρατικές υπηρεσίες, εργαστήρια, φαρμακεία, ασφαλιστικές εταιρείες κ.λπ.). Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι σε πολλαπλές μορφές (επίπεδα αρχεία, σχεσιακοί πίνακες, απλά κείμενα κ.λπ.) και τοποθεσίες (τόσο με την έννοια της γεωγραφικής τοποθεσίας αλλά και σε ιστότοπους διαφορετικών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης). Παράλληλα τηρούνται σε διάφορες εφαρμογές (εφαρμογές επεξεργασίας συναλλαγών, βάσεις δεδομένων κ.λπ.) (Popli, Sheena et al, 2021).

Τα ιατρικά δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν μέσω πολλών ετερογενών πηγών για τη δημιουργία ολοκληρωμένης κατανόησης του ασθενούς. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές από αυτές τις πηγές (Patel et al, 2016) (Batko K, et al, 2022):

- Ηλεκτρονικά Αρχεία Υγείας (Electronic Health Records - EHRs): καταγράφουν λεπτομερείς πληροφορίες για την υγεία των ασθενών, όπως το ιστορικό ασθενειών, διαγνώσεις, θεραπείες και φαρμακευτική αγωγή. Περιλαμβάνουν επίσης δεδομένα που δημιουργούνται από το ιατρικό προσωπικό, όπως τα Ηλεκτρονικά Ιατρικά Αρχεία (Electronic Medical Records - EMRs), σημειώσεις και εντολές ιατρών, καθώς και άλλα έντυπα έγγραφα. Αυτά τα δεδομένα παρέχουν

μια ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας των ασθενών και υποστηρίζουν την αποτελεσματική διαχείριση και συντονισμό της φροντίδας.

- Βιομετρικά δεδομένα / Ιατρικές Σαρώσεις: περιλαμβάνουν δεδομένα από διάφορες απεικονιστικές εξετάσεις, όπως ακτινογραφίες (x-rays), αξονικές τομογραφίες (Computed Tomography - CT), μαγνητικές τομογραφίες (Magnetic Resonance Imaging - MRI) και υπερηχογραφήματα (ultrasound - u/s), καθώς και άλλα τεχνικά δεδομένα όπως δακτυλικά αποτυπώματα, σαρώσεις αμφιβληστροειδούς, αρτηριακή πίεση, ηλεκτροκαρδιογράφηματα (ΗΚΓ), και γενετικά δεδομένα όπως DNA. Τα γονιδιωματικά προφίλ, ειδικότερα, επικεντρώνονται στην ανάλυση του DNA και του γονιδιώματος για την κατανόηση των γενετικών προδιαθέσεων και την εξατομίκευση θεραπειών. Η συνδυασμένη ανάλυση αυτών των δεδομένων επιτρέπει την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της υγείας των ασθενών και την ανάπτυξη προσαρμοσμένων θεραπευτικών στρατηγικών.
- Φορητές Συσκευές: Περιλαμβάνουν δεδομένα από συσκευές που φορούν οι ασθενείς, όπως έξυπνα ρολόγια και άλλες συσκευές παρακολούθησης της φυσικής κατάστασης και της υγείας. Αυτές οι συσκευές συλλέγουν διάφορα δεδομένα, όπως τα βήματα και η απόσταση που διανύθηκε, ο χρόνος ύπνου, η καρδιακή δραστηριότητα, η απώλεια θερμίδων κ.α. Συνδυασμένα με δεδομένα από εφαρμογές υγείας που διαθέτουν τα 'έξυπνα' κινητά τηλέφωνα (smartphone), παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της φυσικής κατάστασης των χρηστών. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση της υγείας, τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και την πρόληψη ασθενειών μέσω της εξατομικευμένης καθοδήγησης και παρακολούθησης.
- Δεδομένα που παρέχονται από ασθενείς: περιλαμβάνουν περιγραφές των προτιμήσεων τους, το επίπεδο ικανοποίησης τους από τη φροντίδα, καθώς και πληροφορίες από συστήματα αυτοελέγχου της δραστηριότητάς τους. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν την καταγραφή ασκήσεων, ύπνου, και γευμάτων που καταναλώθηκαν, καθώς και άλλες προσωπικές συνήθειες που σχετίζονται με την υγεία τους. Η ανάλυση αυτών των πληροφοριών μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για την προσαρμογή των θεραπευτικών προσεγγίσεων και τη βελτίωση της συνολικής υγειονομικής φροντίδας.
- Ιατρικά Εμφυτεύματα: Συλλέγουν δεδομένα από εμφυτεύσιμες συσκευές όπως βηματοδότες, απινιδωτές, εγκεφαλικά εμφυτεύματα. Αυτές οι συσκευές καταγράφουν κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία της καρδιάς, τη δραστηριότητα του εγκεφάλου και άλλες σημαντικές βιολογικές παραμέτρους. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων παρέχει πολύτιμες γνώσεις για τη διαχείριση και την παρακολούθηση της υγείας των ασθενών, διευκολύνοντας τη διάγνωση, τη θεραπεία και την προσαρμογή των θεραπειών.
- Δεδομένα από Φαρμακεία: περιλαμβάνουν πληροφορίες συνταγογράφησης, ιστορικό αγοράς φαρμάκων, αλληλεπιδράσεις φαρμάκων, δεδομένα αποθεμάτων, πωλήσεων και ασφαλιστικών καλύψεων. Αυτά τα δεδομένα βοηθούν στην

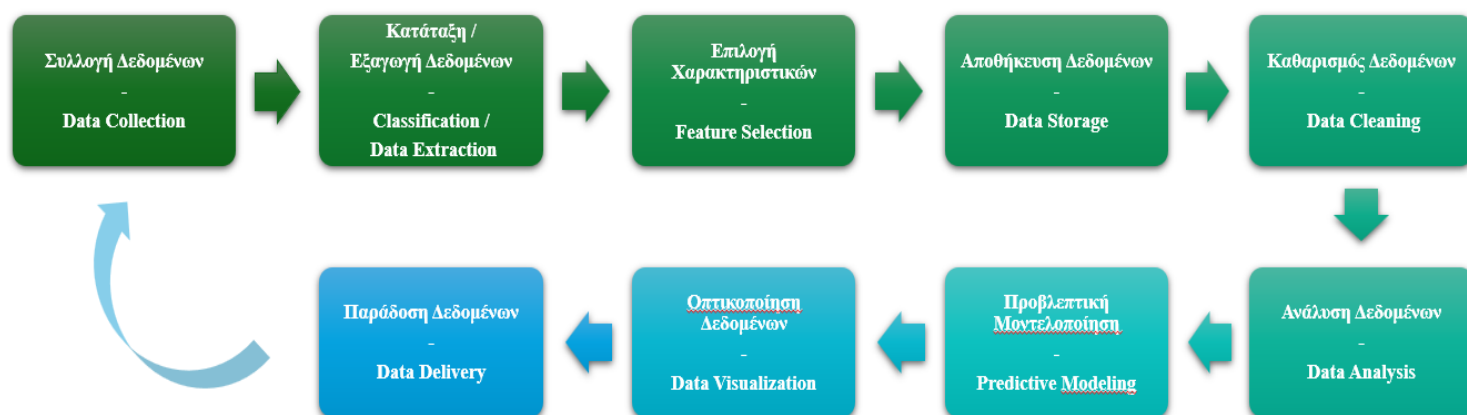
κατανόηση των προτύπων χρήσης φαρμάκων, την παρακολούθηση της συμμόρφωσης των ασθενών με τις θεραπείες, την ανίχνευση αλληλεπιδράσεων φαρμάκων και τη βελτίωση της διαχείρισης των φαρμακευτικών πόρων.

- Δεδομένα από επιστημονικές ερευνητικές δραστηριότητες: περιλαμβάνουν αποτελέσματα έρευνας για την ανάπτυξη φαρμάκων, τον σχεδιασμό ιατροτεχνολογικών προϊόντων και την εξέλιξη νέων μεθόδων θεραπείας. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν κλινικές μελέτες και δοκιμές που αξιολογούν την αποτελεσματικότητα και τις παρενέργειες των φαρμάκων. Μέσω της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων από κλινικές δοκιμές και τη πραγματική χρήση των φαρμάκων, αναγνωρίζονται οι θεραπευτικές δυνατότητες και οι πιθανές παρενέργειες. Η ενοποίηση αυτών των πληροφοριών ενισχύει την ανάπτυξη καινοτόμων θεραπευτικών προσεγγίσεων και ιατροτεχνολογικών προϊόντων, βελτιώνοντας την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης.
- Δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες πηγές στο διαδίκτυο: μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ιατρικές ιστοσελίδες, ιστολόγια και άλλες διαδικτυακές πλατφόρμες, περιλαμβάνουν πληροφορίες για τις εμπειρίες και τις απόψεις των ασθενών, τάσεις υγείας, συζητήσεις για φάρμακα και θεραπείες, καθώς και σχόλια και αξιολογήσεις γιατρών και ιατρικών υπηρεσιών. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να προσφέρουν πολύτιμες γνώσεις για την αντίληψη των ασθενών, την αποτελεσματικότητα των θεραπειών και την αναγνώριση νέων ζητημάτων υγείας.
- Οικονομικά δεδομένα: στην υγειονομική περίθαλψη αποτελούν πλήρες αρχείο οικονομικών πράξεων που αντικατοπτρίζουν τη διεξαγόμενη δραστηριότητα. Αυτά περιλαμβάνουν τις χρεώσεις για ιατρικές υπηρεσίες και φάρμακα, τις πληρωμές από τους ασθενείς και τους ασφαλιστικούς φορείς, τις αποζημιώσεις, καθώς και τα κόστη και τα έσοδα των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων συμβάλλει στην κατανόηση των οικονομικών ροών και στη βελτίωση της διαχείρισης των οικονομικών πόρων στον τομέα της υγείας.

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης ανέκαθεν παρήγαγε τεράστιο όγκο δεδομένων που προέρχονται από ποικιλία πηγών όπως αναφέρθηκαν και ανωτέρω. Η συλλογή και ανάλυση αυτών των δεδομένων προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας των ασθενών, διευκολύνοντας την εξατομικευμένη ιατρική φροντίδα και την βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών. Η ολοκληρωμένη αξιοποίηση των τεχνολογιών Big Data στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης ανοίγει νέες δυνατότητες για την ανάπτυξη καινοτόμων θεραπειών, την αποτελεσματική διαχείριση πόρων και την ενίσχυση της συνολικής φροντίδας των ασθενών, δημιουργώντας έτσι ένα πιο ευέλικτο και αποδοτικό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

2.3 Η Ροή της διαδικασίας της ανάλυσης

Η Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων αποτελείται από ένα σύνολο δραστηριοτήτων που συζητούνται περιληπτικά παρακάτω αποτυπώνοντας έτσι τον κύκλο ζωής τους (Fatt QK, Ramadas A, 2018), (Zikoropoulos, et al., 2011) (Al-Jarrah, et al. 2015):



Εικόνα 3: Ροή Διαδικασίας Ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων στην Υγειονομική Περίθαλψη

Πηγή: Nargundkar, Aniket & Kulkarni, Anand. (2020)

Συλλογή Δεδομένων: Στο αρχικό αυτό στάδιο τα δεδομένα πρέπει να συλλεγούν από οποιαδήποτε μορφή, όπως ιατρικές εικόνες, αισθητήρες κλπ. Για παράδειγμα σε διάφορες ασθένειες για την αξιολόγηση της υγείας γίνεται αρχικά συλλογή δεδομένων από μετρήσεις όπως ο παλμός, η αρτηριακή πίεση από το ηλεκτροκαρδιογράφημα, το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα κ.λπ. Υπάρχουν πολλοί προμηθευτές στην αγορά που παρέχουν αισθητήρες σώματος. Τα σήματα υγείας μεταδίδονται συνεχώς από αισθητήρες που βρίσκονται είτε πάνω στο σώμα είτε μέσα στο σώμα και, επομένως, δίνουν την πληροφορία – δεδομένα στη φορητή συσκευή.

Κατάταξη - Εξαγωγή Δεδομένων: Τα μεγάλα δεδομένα που συγκεντρώνονται στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να είναι σε μορφή δομημένη, ημι-δομημένη ή μη δομημένη και μπορεί να αποκτηθούν από πρωτογενείς πηγές (π.χ. ηλεκτρονικά αρχεία υγείας κ.λπ.) και δευτερογενείς πηγές (εργαστήρια, ασφαλιστικές εταιρείες, κυβερνητικές πηγές, φαρμακεία κ.λπ.). Απαιτείται επομένως το φιλτράρισμά τους ώστε να μπορεί να επεξεργαστούν προκειμένου να εξαχθούν από τα χαρακτηριστικά τους σχετικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, τα μεγάλα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στον ιατρικό τομέα περιλαμβάνουν τα περισσότερα δεδομένα που προέρχονται σε μη δομημένη μορφή, όπως σημειώσεις που έχουν καταγραφεί χειρόγραφα.

Επιλογή Χαρακτηριστικών: Τα δεδομένα που λαμβάνουμε μετά την εξαγωγή πληροφοριών επιλέγονται σε υποσύνολα σχετικών χαρακτηριστικών με την υγεία.

Αποθήκευση δεδομένων: Η αποθήκευση παίζει ζωτικό ρόλο στα μεγάλα δεδομένα. Καθώς το μέγεθος των δεδομένων στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης αυξάνεται, απαιτείται μια αποτελεσματική και μεγάλη πλατφόρμα αποθήκευσης. Το cloud είναι η πιο πολλά υποσχόμενη τεχνολογία αποθήκευσης στο διαδίκτυο. Το cloud computing είναι μια ισχυρή και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την αποθήκευση τεράστιας κλίμακας δεδομένων και την εκτέλεση πολύπλοκων υπολογισμών που εξαλείφει την ανάγκη διατήρησης δαπανηρού υπολογιστικού υλικού, λογισμικού και αποκλειστικού χώρου.

Καθαρισμός Δεδομένων: Η διαδικασία, όπου τα μη χρήσιμα δεδομένα ή τα ανεπιθύμητα πρέπει να διαγραφούν ή να ελεγχθεί εάν υπάρχει ανάγκη διαγραφής.

Ανάλυση δεδομένων: είναι μια διαδικασία μετατροπής των ακατέργαστων δεδομένων σε πληροφορίες και ταξινομείται σε τέσσερις τύπους: Περιγραφική (Descriptive), Διαγνωστική (Diagnostic), Προγνωστική (Predictive) και Καθοδηγητική (Prescriptive) ανάλυση. Όλοι οι τύποι μπορούν να εφαρμοστούν στην υγειονομική περίθαλψη. Ωστόσο, η κατανόηση του καθενός και η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που να τα περιλαμβάνει όλα είναι απαραίτητη προτού τα συστήματα υγείας μπορέσουν να αναλύσουν αποτελεσματικά και αποκτήσουν γνώσεις από τα δεδομένα τους.

Προβλεπτική Μοντελοποίηση: Χρησιμοποιούνται εργαλεία εξόρυξης δεδομένων που βοηθούν στην πρόβλεψη των τάσεων και των μοτίβων. Με τον όρο μοντελοποίηση δεδομένων νοείται η ανάλυση που πρέπει να πραγματοποιηθεί σε επιλεγμένα εμπιστευτικά δεδομένα. Για παράδειγμα, εάν απαιτείται λίστα με παιδιά με ανεπαρκή βάρος από κάποια συγκεκριμένη περιοχή, τότε για αυτήν την περίπτωση απαιτείται η υγειονομική τους έκθεση και υπάρχει ανάγκη για έλεγχο πληροφοριών σχετικά με οικογένειες που ανήκουν στη φτώχεια.

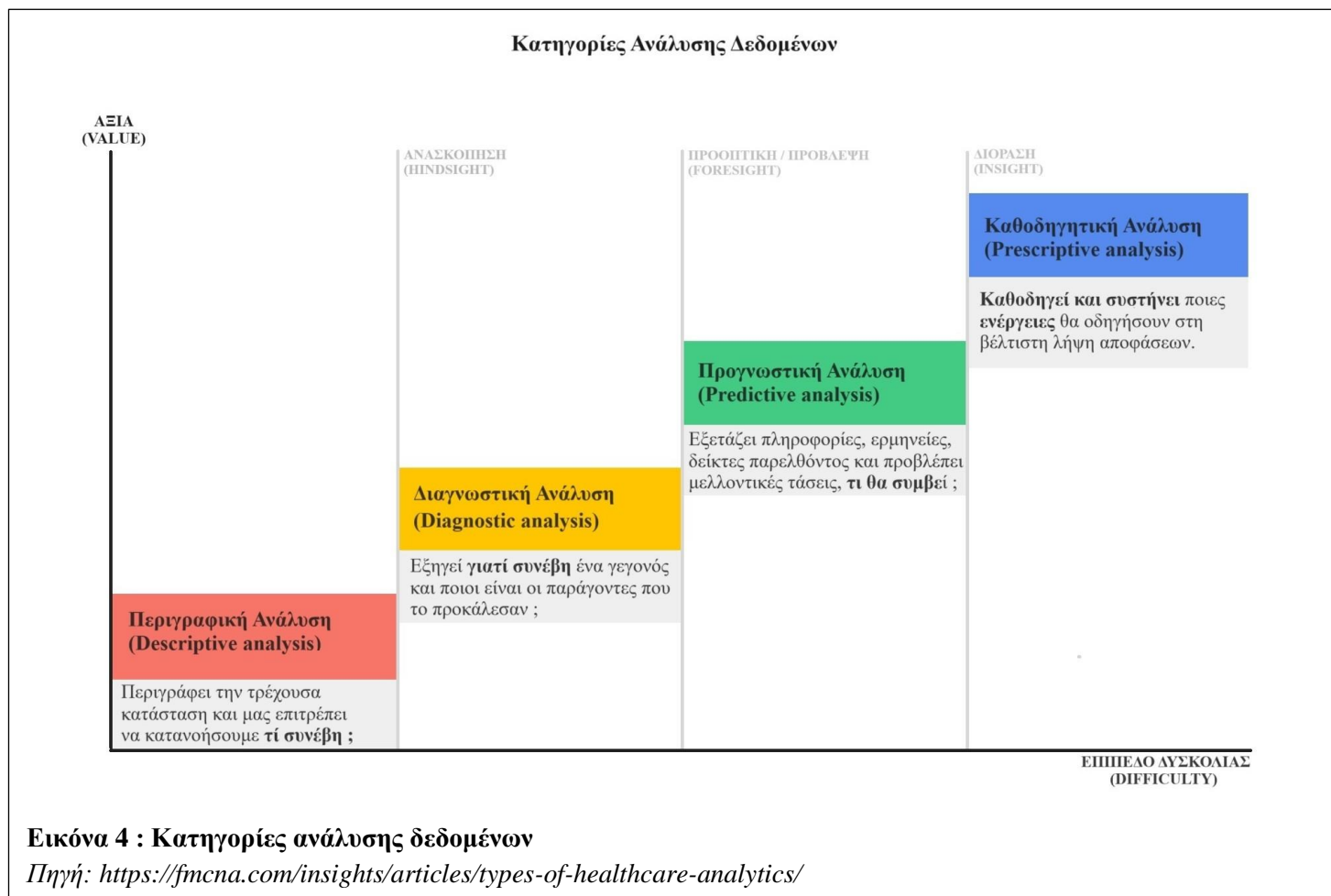
Οπτικοποίηση Δεδομένων: Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την προβλεπτική ανάλυση μεγάλων δεδομένων 'κερδίζει' την προσοχή των ενδιαφερόμενων μέσα από τις οπτικοποιήσεις, όπως γραφήματα, που είναι πολύτιμα για τη λήψη αποφάσεων από τους παρόχους υγείας.

Παράδοση Δεδομένων: Μετά την ανάλυση των δεδομένων, δημιουργείται ένα αναφερόμενο στα δεδομένα.

Συνολικά, σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των μεγάλων δεδομένων, απαιτείται αποθήκευση δεδομένων, διατήρηση ακεραιότητας και έλεγχος πρόσβασης. Έτσι, όλες οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων έχουν τη δική τους σημασία για τη διατήρηση και την επεξεργασία δεδομένων, ώστε να παρουσιαστούν με σαφήνεια τα αποτελέσματα των ερευνών και των μεγάλων συνόλων αριθμών.

2.4 Τύποι ανάλυσης δεδομένων και ο τομέας υγείας

Η ανάλυση των μεγάλων και διαφοροποιημένων δεδομένων υγείας μετά την συλλογή τους είναι απαραίτητη προκειμένου να λάβουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα που θα βοηθήσει στην λήψη αποφάσεων. Γενικά η αναλύσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις τύπους, οι οποίοι υλοποιούνται σταδιακά με αυξανόμενη δυσκολία και αλληλοσυνδέονται (Dash, S., et al, 2019, El Aboudi et.al 2018, Batko K et.al 2022):



2.4.1 Περιγραφική Ανάλυση (Descriptive analysis)

Η περιγραφική ανάλυση αποτελεί το πιο απλό, εύκολο και βασικό επίπεδο ανάλυσης δεδομένων. Στην υγειονομική περίθαλψη, χρησιμοποιείται για την κατανόηση προηγούμενων και τρεχουσών καταστάσεων, μετατρέποντας τα δεδομένα σε πολύτιμες πληροφορίες που βοηθούν στην ανάλυση της απόδοσης, της ποιότητας και των αποτελεσμάτων καθώς και για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Λειτουργεί περιγράφοντας, κατηγοριοποιώντας, συγκεντρώνοντας και ταξινομώντας δεδομένα, χωρίς περαιτέρω ανάλυση ή διερεύνηση των συσχετισμών μεταξύ τους. Αυτός ο τύπος ανάλυσης χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αναφορών, (όπως η απόδοση ιατρών, η διαχείριση χρήσης πόρων, ή η παρακολούθηση εισαγωγών ασθενών σε νοσοκομεία κ.ά.), οπτικοποιήσεων, αναλυτικών πινάκων.

Στην πράξη, μέσω της περιγραφικής ανάλυσης, οι οργανισμοί μπορούν να κατανοήσουν τι συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο ή τι συνέβη ιστορικά. Για παράδειγμα, μπορεί να προσδιορίσουν πόσο μεταδοτικός είναι ένας ιός, αναλύοντας τον αριθμό των θετικών τεστ σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Επίσης, μπορούν να δουν πότε ένα νοσοκομείο είναι πιο απασχολημένο, χρησιμοποιώντας δεδομένα προηγούμενων εισαγωγών για να βελτιώσουν τη διαχείριση του προσωπικού τους σε ώρες αιχμής.

Η περιγραφική ανάλυση απαντά σε ερωτήματα όπως: πόσοι ασθενείς νοσηλεύτηκαν την περασμένη εβδομάδα; Ποιες είναι οι μέσες εργαστηριακές τιμές ενός συγκεκριμένου πληθυσμού ασθενών; Ποιο ποσοστό των ασθενών διέκοψε τη θεραπεία στο σπίτι τον τελευταίο μήνα; Αυτά τα ερωτήματα και πολλά ακόμη απαντώνται χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα και απλές στατιστικές μεθόδους, όπως μέσοι όροι, τυπική απόκλιση και ποσοστά. Συνολικά, η περιγραφική ανάλυση επιτρέπει στους οργανισμούς να παρακολουθούν την επίτευξη των στόχων τους και να κάνουν προσαρμογές όταν χρειάζεται, εάν μια πρακτική δεν επιτυγχάνει τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

2.4.2 Διαγνωστική Ανάλυση (Diagnostic analysis)

Η διαγνωστική ανάλυση επικεντρώνεται στην κατανόηση των αιτίων πίσω από γεγονότα του παρελθόντος, εξετάζοντας πώς, τι και γιατί συνέβησαν. Σκοπός της είναι να εντοπίσει κρυφά μοτίβα στα δεδομένα και να αναγνωρίσει τις βασικές αιτίες αυτών των γεγονότων καθώς και τους παράγοντες που τις επηρεάζουν. Αυτό επιτρέπει τη συσχέτιση των τρεχόντων μοτίβων δεδομένων με τα παρελθόντα, προσφέροντας μια βαθύτερη κατανόηση των προβλημάτων και των λόγων εμφάνισής τους. Σε αντίθεση με την περιγραφική ανάλυση, η διαγνωστική ανάλυση εξηγεί τα αίτια και τους παράγοντες πίσω από τα συμβάντα, επιτρέποντας στους γιατρούς, νοσηλευτές και το διοικητικό προσωπικό να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις.

Στην πράξη, η ανάλυση αυτή βοηθά στην επιλογή θεραπευτικής στρατηγικής για έναν ασθενή, χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως τα δέντρα ομαδοποίησης και αποφάσεων. Μπορεί επίσης να ταξινομήσει συμπτώματα, να εντοπίσει ομοιότητες και να επιταχύνει τη διάγνωση των ασθενών ή μπορεί να αποκαλύψει τον κύριο λόγο κάποιου προβλήματος, όπως νέα συμπτώματα, λανθασμένη συνταγογράφηση φαρμάκων ή ανθρώπινο λάθος στη θεραπεία.

Μέσω της διαγνωστικής ανάλυσης, μπορούμε να κατανοήσουμε γιατί συνέβη ένα γεγονός και να απαντήσουμε σε ερωτήματα όπως: γιατί οι ασθενείς πήγαν στο νοσοκομείο την περασμένη εβδομάδα; γιατί οι ασθενείς εγκατέλειψαν τη θεραπεία στο σπίτι; Αυτού του είδους οι ερωτήσεις μας επιτρέπουν να εμβαθύνουμε περισσότερο στα δεδομένα για να εξηγήσουμε τα ευρήματα της περιγραφικής ανάλυσης. Για παράδειγμα, αν προσπαθούμε να αναπτύξουμε ένα πρόγραμμα θεραπείας στο σπίτι και ανακαλύψουμε από την περιγραφική ανάλυση ότι το ένα ποσοστό των ασθενών το εγκαταλείπει κάθε μήνα, το επόμενο βήμα είναι να

διερευνήσουμε γιατί συμβαίνει αυτό. Στη διαγνωστική ανάλυση, εξετάζουμε τους λόγους, χρησιμοποιώντας στατιστικές τεχνικές για να κατανοήσουμε καλύτερα τις αιτίες αυτών των γεγονότων. Όπως και η περιγραφική ανάλυση, η διαγνωστική ανάλυση περιλαμβάνει τη μελέτη ιστορικών δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

2.4.3 Προγνωστική Ανάλυση (Predictive analysis)

Η προγνωστική ανάλυση χρησιμοποιεί προηγούμενα πρότυπα δεδομένων για να παρέχει προβλέψεις και λύσεις για τρέχουσες καταστάσεις, εστιάζοντας στον προσδιορισμό μελλοντικών αποτελεσμάτων με βάση τάσεις και πιθανότητες. Αυτή η μέθοδος συσχετίζει δεδομένα του παρόντος και του παρελθόντος για μελλοντικές ιδέες, με πιθανότητες έκβασης και εφαρμόζεται πιο συχνά στα δεδομένα διαχείρισης σχέσεων ασθενών.

Αναλύοντας ιστορικά δεδομένα, η προγνωστική ανάλυση ανιχνεύει μοτίβα σχέσεων όπως π.χ. την ανταπόκριση ασθενών σε θεραπείες (φάρμακα, δοσολογίες, αντιδράσεις), τον κίνδυνο επιπλοκών που μπορούν να προβλέψουν το μέλλον. Βρίσκει σχέσεις στα δεδομένα υγείας και να ανιχνεύει κρυφά μοτίβα. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατή η πρόβλεψη της εξάπλωσης επιδημιών, η πρόβλεψη για παροχή συμβάσεων υπηρεσιών υγείας, ο σχεδιασμός πόρων υγειονομικής περίθαλψης και η λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, όπως η επιλογή – χορήγηση κατάλληλων θεραπειών σε ασθενείς που πάσχουν από ορισμένες ασθένειες.

Μέσω της προγνωστικής ανάλυσης, κατανοούμε τις μελλοντικές τάσεις και τί θα συμβεί και βοηθά να απαντήσουμε σε ερωτήματα όπως: ποιοι ασθενείς θα έχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο νοσηλείας την επόμενη εβδομάδα; ποιοι ασθενείς είναι πιθανό να διακόψουν την κατ' οίκον θεραπεία τον επόμενο μήνα;

Άλλες πιθανές περιπτώσεις χρήσης προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων είναι: υπολογισμός της πιθανότητας συγκεκριμένων επιπλοκών, εκχώρηση βαθμολογιών κινδύνου για μια δεδομένη πάθηση σε συγκεκριμένες ομάδες ασθενών, προσδιορισμός της πιθανότητας νοσηλείας, πρόβλεψη του αριθμού των ασθενών που θα προτιμήσουν την κατ' οίκον θεραπεία από την κλινική παραμονή, πρόβλεψη των μέσων εσόδων ανά επίσκεψη ασθενούς για ένα επιθυμητό χρονικό διάστημα, προγραμματισμός του επιπρόσθετου προσωπικού που απαιτείται για τη χειμερινή περίοδο κ.ά.

Οι προγνωστικές αναλύσεις υγειονομικής περίθαλψης απαιτούν πιο προηγμένα εργαλεία, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για την τεχνητή νοημοσύνη. Οι επιστήμονες δεδομένων λοιπόν χρησιμοποιούν προηγμένες υπολογιστικές τεχνικές όπως η εξόρυξη δεδομένων, η στατιστική μοντελοποίηση και η μηχανική μάθηση για να δημιουργήσουν προγνωστικά μοντέλα, τα οποία αναγνωρίζουν μοτίβα στα δεδομένα των ασθενών και υπολογίζουν πιθανούς κινδύνους. Αν και αυτά τα μοντέλα είναι αποτελεσματικά στην πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων, δεν υποδεικνύουν τον τρόπο πρόληψης ανεπιθύμητων συμβάντων.

2.4.4 Καθοδηγητική Ανάλυση (Prescriptive analysis)

Η καθοδηγητική ανάλυση αποκαλύπτει τις απαραίτητες ενέργειες και τις μελλοντικές κατευθύνσεις που πρέπει να ληφθούν. Στόχος είναι να προτείνει απαντήσεις στις καταστάσεις με εστιασμένο τρόπο και γενικότερα κατάλληλες ενέργειες που οδηγούν βέλτιστη λήψη αποφάσεων. Σε αντίθεση με την προγνωστική ανάλυση, η καθοδηγητική ανάλυση όχι μόνο προβλέπει τα πιθανά αποτελέσματα αλλά προτείνει συγκεκριμένες λύσεις για την επίτευξή τους. Για παράδειγμα, μπορεί να συστήσει την απόρριψη μιας θεραπείας λόγω πιθανών επιβλαβών παρενεργειών. Μέθοδοι όπως τα δέντρα αποφάσεων και η προσομοίωση Monte Carlo είναι παραδείγματα εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση αυτών των αναλύσεων.

Η ανάλυση αυτό του τύπου μας επιτρέπει να κατανοήσουμε ποιες ενέργειες πρέπει να αναλάβουμε για να αλλάξουμε την πρόβλεψη ενός γεγονότος, όπως: μια επιπλέον θεραπεία μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της προβλεπόμενης εισαγωγής ασθενή, μια επίσκεψη στο σπίτι από έναν κοινωνικό λειτουργό μπορεί να αποτρέψει την ανάγκη διακοπής της κατ' οίκον θεραπείας. Σε ένα νοσοκομείο, οι αναλύσεις αυτές μπορούν να προτείνουν τις καλύτερες θεραπείες για τους ασθενείς με βάση στοιχεία του παρελθόντος. Δύναται επίσης να προτείνει βέλτιστα επίπεδα στελέχωσης, να συμβουλεύει έγκαιρα προηγμένα μέτρα υγιεινής για εποχικά κρούσματα, να προτείνει τότε η θεραπεία στο σπίτι μπορεί να είναι καλύτερη από την εισαγωγή στο νοσοκομείο και πολλά άλλα.

Με την εμβάθυνση στα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία, μπορούμε να εντοπίσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τα μοντέλα πρόβλεψης και να καθορίσουμε ποιες ενέργειες μπορούν να βελτιώσουν τα αποτελέσματα. Η καθοδηγητική ανάλυση είναι η πιο εξελιγμένη μορφή ανάλυσης στην υγειονομική περίθαλψη, καθώς επιτρέπει την παροχή συγκεκριμένων συστάσεων για τις παρεμβάσεις που θα οδηγήσουν σε καλύτερα αποτελέσματα για τους ασθενείς.

Παρόλο που η καθοδηγητική ανάλυση μπορεί να φαίνεται ότι αναθέτει ιατρικές αποφάσεις σε μηχανές, στην πραγματικότητα συνδυάζει τις γνώσεις των επαγγελματιών υγείας με δεδομένα και πληροφορίες για να βελτιώσει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της φροντίδας. Μελέτες δείχνουν ότι ο συνδυασμός ανθρώπου και τεχνολογίας λειτουργεί καλύτερα από οποιονδήποτε από τους δύο ξεχωριστά.

Η καθοδηγητική ανάλυση εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης, όπως οι συνταγές φαρμάκων και οι εναλλακτικές θεραπείες. Η εξατομικευμένη ιατρική και η ιατρική βασισμένη σε οδηγίες υποστηρίζονται από αυτές τις αναλύσεις, παρέχοντας συστάσεις για τη βέλτιστη φροντίδα των ασθενών.

Τόσο η προγνωστική όσο και η καθοδηγητική ανάλυση στοιχείων ξεκλειδώνουν τη δύναμη των δεδομένων τόσο σε επίπεδο οργανισμού όσο και συστήματος υγείας, οδηγώντας σε ένα μέλλον ακριβείας, αποτελεσματικότητας και φροντίδας με επίκεντρο τον ασθενή. Ωστόσο, οι αναλυτές δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης επικεντρώνονται συνήθως στην περιγραφική και διαγνωστική ανάλυση δεδομένων, καθώς δεν απαιτούν προηγμένα τεχνικά εργαλεία.

Συνοπτικά, η ανάλυση των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την απάντηση σε κρίσιμα ερωτήματα σχετικά με την υγεία των ασθενών. Η ενσωμάτωση της επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων σε αυτόν τον τομέα μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση των συστημάτων υγείας και να υποστηρίξει την εξατομικευμένη ιατρική, προσδιορίζοντας βέλτιστες θεραπείες και εξοικονομώντας πόρους. Ωστόσο, για να επιτευχθούν αυτά τα οφέλη, απαιτείται η ανάπτυξη σύνθετων στρατηγικών και η δημιουργία αρχιτεκτονικών βέλτιστων πρακτικών. Παρά τις διαφορές στα εργαλεία και τα μοντέλα ανάλυσης, οι σύγχρονες εφαρμογές συχνά συνδυάζουν πολλούς τύπους αναλύσεων για να παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις.

Επιπλέον, οι προηγμένες τεχνικές εξόρυξης δεδομένων και η ανάλυση σε πραγματικό χρόνο επιτρέπουν έγκαιρες παρεμβάσεις που μειώνουν τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα. Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να επωφεληθούν από αυτά τα εργαλεία για να βελτιώσουν τη διάγνωση, τη φροντίδα και την ποιότητας ζωής των ασθενών ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνουν εξοικονόμηση κόστους και βελτιστοποίηση πόρων, όπως της αλυσίδας εφοδιασμού και του ανθρώπινου δυναμικού, οδηγώντας τελικά σε αυξημένη επιχειρησιακή αποδοτικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗ

3.1 Αξιοποίηση των Big Data Analytics στην Υγεία

Η ανάγκη για βελτίωση της διαχείρισης δεδομένων είναι επιτακτική σε πολλούς τομείς, αλλά γίνεται ιδιαίτερα κρίσιμη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπου η ευημερία των ασθενών είναι πρωταρχικής σημασίας, σε αντίθεση με άλλες βιομηχανίες όπου η κερδοφορία συχνά προέχει. Η σωστή διαχείριση δεδομένων μπορεί να διευκολύνει την ακριβή πρόβλεψη της συμπεριφοράς των ασθενών, τη δημιουργία ιατρικής γνώσης και τη βελτίωση των κλινικών πρακτικών. Ωστόσο, πολλές υγειονομικές οργανώσεις αντιμετωπίζουν προκλήσεις όπως η έλλειψη προτύπων και ενοποίησης δεδομένων, η υπερφόρτωση δεδομένων και δυσκολίες στη συλλογή ποιοτικών δεδομένων, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε λάθη χρέωσης, ιατρικά σφάλματα και περιττά έξοδα (Wang, Y, et al 2019).

Η ποιότητα των δεδομένων εξαρτάται τόσο από τα χαρακτηριστικά τους όσο και από το επιχειρησιακό περιβάλλον που τα χρησιμοποιεί, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών και των χρηστών. Μόνο τα δεδομένα που ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις μπορούν να θεωρηθούν ως καλής ποιότητας. Σε αυτό το πλαίσιο, οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics) αναδύονται ως ένα σημαντικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Παρά την αυξανόμενη υιοθέτηση τους, η κατανόηση της πρακτικής εφαρμογής και της επίδρασής τους στην οργανωτική απόδοση παραμένει περιορισμένη (Wang, Y, et al 2019).

Μελετητές έχουν αναγνωρίσει την εφαρμογή των αναλύσεων μεγάλων δεδομένων ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την απόκτηση και αξιοποίηση γνώσης, που επιτρέπει στις οργανώσεις να ενισχύσουν την ευελιξία τους και να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ωστόσο, δεν έχει να αποσαφηνιστεί πλήρως η πολυπλοκότητα των εφαρμογών τους ούτε το πώς και υπό ποιες συνθήκες μπορεί να συμβάλλουν στην οργανωτική απόδοση από μια συνολική προοπτική στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

Σύμφωνα με θεωρίες, η απόδοση των οργανισμών εξαρτάται από την ικανότητά τους να επεξεργάζονται πληροφορίες. Σε αυτό το πλαίσιο, υποστηρίζεται ότι η εφαρμογή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων βρίσκεται στην καρδιά της διαδικασίας επεξεργασίας πληροφοριών, καθώς ενισχύει την ικανότητα των οργανισμών να συλλέγουν, να διανέμουν, να αποθηκεύουν, να αναλύουν και να προβάλλουν πληροφορίες. Για να διευκολυνθεί η ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών, οι οργανισμοί πρέπει να σχεδιάσουν τη δομή, τον μηχανισμό και τις επιχειρηματικές τους διαδικασίες σε συνδυασμό με τις διαδικασίες ανάλυσης δεδομένων, μειώνοντας έτσι την περιβαλλοντική αβεβαιότητα και τα πιθανά προβλήματα (Srinivasan & Swink, 2018).

3.2 Στοιχεία δυνατοτήτων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων

Η ικανότητα ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (Big Data Analysis - BDA) συνίσταται στην ικανότητα απόκτησης, αποθήκευσης, επεξεργασίας και ανάλυσης μεγάλων ποσοτήτων και διαφόρων μορφών δεδομένων υγείας για την ανακάλυψη επιχειρηματικών αξιών και την παροχή χρήσιμων πληροφοριών σε έγκαιρο χρόνο (Wang & Hajli, 2017). Η βιβλιογραφία αναγνωρίζει τις εξής βασικές διαστάσεις της ικανότητας BDA στην υγειονομική περίθαλψη:

A) Γενικές κατηγορίες δυνατοτήτων: ενσωμάτωση δεδομένων, ανάλυση, πρόβλεψη, ερμηνεία δεδομένων, και οι τεχνικές και επιχειρηματικές δεξιότητες του ανθρωπίνου δυναμικού (αναλυτές)

B) Συμπληρωματικοί οργανωσιακοί πόροι: κουλτούρα λήψης αποφάσεων με βάση τα δεδομένα και διακυβέρνηση δεδομένων

Γ) Οργανωσιακές ικανότητες ενσωματωμένες στη διαδικασία της επιχείρησης: προγραμματισμένες δυναμικές και αυτοσχεδιαστικές ικανότητες.

Αυτά τα στοιχεία μπορούν να συνδυαστούν σε διάφορες πιθανές διαμορφώσεις για να καθορίσουν ποιες επιλογές οδηγούν σε βελτιωμένη απόδοση στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους αντιπροσωπεύουν μια ολιστική συνένωση που θα συμβάλει μετέπειτα στη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας στην υγειονομική περίθαλψη. Τα δέκα στοιχεία που αναφέρθηκαν περιγράφονται παρακάτω πιο αναλυτικά:

A. Γενικές κατηγορίες δυνατοτήτων

▪ Ικανότητα ενσωμάτωσης δεδομένων

Ορισμός: Η ικανότητα μετατροπής διαφορετικών τύπων δεδομένων σε μορφή που μπορεί να αναγνωστεί και να αναλυθεί από πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων (Wang & Byrd, 2017).

Λειτουργίες ενσωμάτωσης: Μέσω της απόκτησης, μετασχηματισμού και αποθήκευσης, επιτυγχάνεται η συνέπεια, η ορατότητα, η ευκολία πρόσβασης και η διαλειτουργικότητα για ανάλυση (Raghupathi, 2014).

Σημασία: Ένα υψηλό επίπεδο ενσωμάτωσης δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης τη συλλογή και συνδυασμό κλινικών δεδομένων, δεδομένων συμπεριφοράς ασθενών, δεδομένων χρέωσης/ασφάλισης και δεδομένων φαρμακευτικής έρευνας και ανάπτυξης (Research & Development - R&D) κ.α, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εικόνα (Wang, Y, et al 2019).

Παράδειγμα: Ένα σύστημα ηλεκτρονικών ιατρικών αρχείων σε ένα νοσοκομείο που ενοποιεί δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως τα ιατρικά αρχεία των ασθενών, τα δεδομένα των εργαστηριακών εξετάσεων, και τις καταγραφές φαρμακευτικής αγωγής. Η ενοποίηση αυτών των δεδομένων επιτρέπει στους γιατρούς να έχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας του ασθενούς, διευκολύνοντας τη διάγνωση και την παρακολούθηση της πορείας της θεραπείας.

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να αποθηκεύουν τα δεδομένα τους σε κεντρικές ψηφιακές βάσεις, οι οποίες θα συνδυάζουν και θα ενοποιούν όλα τα διαφορετικά τμήματα δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί ξεχωριστά ("σιλό" δεδομένων – data silos). Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση επιτρέπει στους χρήστες την παρακολούθηση και συλλογή δεδομένων από φορητές συσκευές ασθενών σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας την ανάλυση πληροφοριών τοποθεσίας, γεγονότων και φυσιολογικών μετρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των χρονικών σημάνσεων. Η ικανότητα συνδυασμού δεδομένων από διάφορες πηγές ενισχύει σημαντικά τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, προσφέροντας προστιθέμενη αξία και καθιστώντας την ενσωμάτωσή τους μία από τις θεμελιώδεις ικανότητες των BDA στον τομέα (Hsu & Griese, 2018).

- **Αναλυτική ικανότητα**

Ορισμός: Η ικανότητα λήψης αποφάσεων και δράσεων μέσω της εκτεταμένης χρήσης δεδομένων και διαφορετικών αναλυτικών τεχνικών με βάση τους συγκεκριμένους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση, καλύπτοντας έτσι τις διάφορες ανάγκες των χρηστών και άλλων ενδιαφερόμενων μερών (Ghosh & Scott, 2011).

Λειτουργίες ανάλυσης: Περιλαμβάνει τον εντοπισμό μοτίβων και συσχετίσεων και την ερμηνεία δεδομένων από τεράστιες συλλογές αρχείων υγειονομικής περίθαλψης υποστηρίζοντας έτσι τις κλινικές αποφάσεις και ενισχύοντας την ποιότητα της περίθαλψης (Raghupathi, 2014).

Σημασία: Η αναλυτική ικανότητα επιτρέπει στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να εντοπίζουν προηγούμενως απαρατήρητα μοτίβα σε δεδομένα ασθενών (π.χ., μοτίβα που σχετίζονται με επανεισαγωγές σε ένα νοσοκομείο), να βελτιώνουν την ισορροπία μεταξύ αποτελεσματικότητας και κόστους, και να ενισχύουν την τεκμηριωμένη κλινική πρακτική.

Παράδειγμα: Ένα νοσοκομείο χρησιμοποιεί αναλυτικά εργαλεία για να παρακολουθεί δεδομένα ασθενών και να αναλύει τις επανεισαγωγές τους. Με την εφαρμογή προηγμένων τεχνικών ανάλυσης, ανακαλύπτει ότι οι ασθενείς με συγκεκριμένα ιατρικά ιστορικά ή με καθυστερημένη υποβολή σε προγραμματισμένες εξετάσεις έχουν αυξημένη πιθανότητα επανεισαγωγής. Αυτή η ανάλυση επιτρέπει στο νοσοκομείο να εντοπίσει τις αιτίες πίσω από τις επανεισαγωγές και να προσαρμόσει τις στρατηγικές πρόληψης, μειώνοντας τις νοσηλείες και βελτιώνοντας την ποιότητα της φροντίδας.

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να χρησιμοποιούν αναλυτικά εργαλεία που επιτρέπουν την εις βάθος ανάλυση των δεδομένων ασθενών, όπως η περιγραφική ανάλυση, για την κατανόηση των συμπεριφορών των ασθενών και των επιπτώσεών τους (δηλ. πώς αυτές οι συμπεριφορές μπορεί να επηρεάσουν τα αποτελέσματα). Το πιο σημαντικό είναι ότι η ικανότητα ανάλυσης των προτιμήσεων των ασθενών βοηθά τα νοσοκομεία να αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της συμμετοχής σε κλινικές δοκιμές, καθώς και να εντοπίζουν νέες ευκαιρίες και πιθανές αγορές. Αυτή η προσέγγιση ενισχύει την αποδοτικότητα της παροχής φροντίδας και ενδυναμώνει την ικανότητα των BDA να βελτιώνουν την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης, καθιστώντας την αναλυτική ικανότητα μία από τις βασικές διαστάσεις της BDA στον τομέα (Ghosh & Scott, 2011) (Watson, 2014).

- **Ικανότητα πρόβλεψης**

Ορισμός: Η ικανότητα πρόβλεψης αφορά τη χρήση ενός συνόλου εξελιγμένων εργαλείων για την ανάπτυξη μοντέλων και εκτιμήσεων σχετικά με τα μελλοντικά γεγονότα, αξιοποιώντας στατιστικές μεθόδους ανάλυσης, μοντελοποίησης, μηχανική μάθησης και εξόρυξης δεδομένων τόσο σε δομημένα όσο και σε μη δομημένα δεδομένα (Wessler, 2013).

Λειτουργίες: Η προβλεπτική ανάλυση επιτρέπει τη συνδυαστική αξιοποίηση τρεχόντων και ιστορικών δεδομένων για τη δημιουργία συστάσεων με επίγνωση του πλαισίου, επιτρέποντας έτσι την ακριβέστερη πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων και γεγονότων. Η διαδικασία αυτή βασίζεται σε μηχανές προβλεπτικής ανάλυσης που ενσωματώνουν αποθήκες δεδομένων, πλατφόρμες προβλεπτικής ανάλυσης με αλγορίθμους (π.χ. δέντρα αποφάσεων, λογιστική παλινδρόμηση) καθώς και διεπαφές που παρέχουν ανατροφοδότηση και συστάσεις στους χρήστες (Raghupathi, 2014).

Σημασία: Η ικανότητα πρόβλεψης μειώνει την αβεβαιότητα και επιτρέπει στους διαχειριστές να λαμβάνουν καλύτερες και ταχύτερες αποφάσεις, ενισχύοντας την προληπτική φροντίδα και την ποιότητά της, ενώ παράλληλα μειώνει τους κινδύνους.

Παράδειγμα: Στην περίπτωση του Texas Health Harris Methodist Hospital Alliance, χρησιμοποιείται η προβλεπτική ανάλυση και αναλύονται πληροφορίες από ιατρικούς αισθητήρες για να παρακολουθούνται οι ασθενείς καθ' όλη τη διάρκεια της παραμονής τους στο νοσοκομείο. Με αυτό τον τρόπο παρέχονται οι απαραίτητες υπηρεσίες πιο αποτελεσματικά και παράλληλα μειώνεται ο ιατρικός κίνδυνος. Σε άλλη περίπτωση, συνδυάστηκε η προβλεπτική ανάλυση με τη βελτιστοποίηση για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της υπερακύρωσης ραντεβού, δεδομένων των προβλέψεων της συμπεριφοράς μη εμφάνισης των ασθενών (Samorani & LaGanga, 2015).

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να υιοθετήσουν ανώτερες δυνατότητες πρόβλεψης μέσω τεχνολογιών μεγάλων δεδομένων, προκειμένου να δημιουργούν προβλεπτικές αναφορές που θα βελτιώσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα βελτιστοποιούν τις υπάρχουσες λειτουργίες και θα προσφέρουν υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης υψηλής ποιότητας. Η ενσωμάτωση αυτών των πρακτικών καθιστά την προβλεπτική ικανότητα μία από τις βασικές διαστάσεις της BDA στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

▪ **Ικανότητα ερμηνείας δεδομένων**

Ορισμός: Η ικανότητα ερμηνείας δεδομένων επικεντρώνεται στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων (δημιουργία μια μήτρας υγειονομικής περίθαλψης), με στόχο τη δημιουργία αναφορών που αξιολογούν την ποιότητα της παρεχόμενης φροντίδας των ασθενών και εντοπίζουν περιοχές που χρειάζονται βελτίωση (Ghosh & Scott, 2011).

Λειτουργίες: Τα εργαλεία ερμηνείας δεδομένων, όπως οι πίνακες ελέγχου και οι διεπαφές αναφοράς, παρέχουν ιστορικές αναφορές, εκτελεστικές περιλήψεις, στατιστικές αναλύσεις και συγκρίσεις χρονοσειρών. Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν την απεικόνιση δεδομένων σε διάφορες μορφές, όπως διαδραστικούς πίνακες και διαγράμματα, υποστηρίζοντας την καθημερινή εργασία των ιατρών και των επαγγελματιών υγείας, βοηθώντας τους να λαμβάνουν ταχύτερες και πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις (Roski, Bo-Linn & Andrews, 2014).

Σημασία: Η ερμηνεία δεδομένων προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της φροντίδας των ασθενών, υποστηρίζοντας την εφαρμογή τεκμηριωμένης ιατρικής, την πρόληψη

μέσω πρώιμων προειδοποιήσεων για ασθένειες και την ανάπτυξη εξατομικευμένων προσεγγίσεων στη φροντίδα (Ghosh & Scott, 2011).

Παράδειγμα: Ένας ολλανδικός φορέας μακροχρόνιας φροντίδας απεικόνισε τον αριθμό των περιστατικών, τις τοποθεσίες όπου έλαβαν χώρα και τον τύπο φυσικής ζημιάς που προέκυψε, αναλύοντας μια συλλογή 5.692 περιστατικών που συνέβησαν σε διάστημα τεσσάρων ετών. Η χρήση οπτικών πινάκων ελέγχου για την απεικόνιση αυτών των δεδομένων επέτρεψε στον φορέα να βελτιώσει την ασφάλεια των ασθενών (Sprui, Vroon & Batenburg, 2014).

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να ενσωματώσουν προηγμένα εργαλεία ερμηνείας δεδομένων, ώστε να βελτιώσουν την ποιότητα των υπηρεσιών τους μέσω της ταχύτερης και ακριβέστερης λήψης αποφάσεων, ενισχύοντας παράλληλα την ασφάλεια των ασθενών και την αποτελεσματικότητα της φροντίδας. Επομένως, η ερμηνεία των δεδομένων είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό των συστημάτων BDA.

▪ Τεχνικές και επιχειρηματικές δεξιότητες των αναλυτών δεδομένων

Ορισμός: Οι Αναλυτές δεδομένων είναι τα μέλη ενός οργανισμού που διαθέτουν αναλυτική νοοτροπία και βοηθούν στην απόκτηση αξίας από την ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Davenport, Harris & Morison, 2010). Αυτή η ομάδα επαγγελματιών, διαδραματίζει έναν υβριδικό ρόλο που απαιτεί συνδυασμό τεχνικών και διαπροσωπικών δεξιοτήτων, καθώς και πολυεπιστημονική γνώση.

Δεξιότητες και Κατηγορίες αναλυτών: Οι δεξιότητες που απαιτούνται για ένα καλά καταρτισμένο αναλυτικό προσωπικό έχουν μελετηθεί εκτενώς από ερευνητές και συνοψίζονται κατωτέρω (Πίνακας 1).

Ανάλογα με το επίπεδο εξειδίκευσης, το ανθρώπινο δυναμικό κατηγοριοποιείται ως εξής (Wilder & Ozgur, 2015) (Davenport & Patil, 2012) (Lee et al., 2014):

- Επιστήμονες Δεδομένων (Data scientists): Εξειδικεύονται στην εξαγωγή απαντήσεων σε κρίσιμα ερωτήματα από τον τεράστιο όγκο των μη δομημένων πληροφοριών που έχουν στη διάθεσή τους.
- Ειδικοί Δεδομένων (Data specialists): Διαθέτουν γνώσεις στη επιστήμη των υπολογιστών, μαθηματικά και διαχείριση δεδομένων, και έχουν την ικανότητα να διαχειρίζονται δεδομένα αποτελεσματικά.
- Αναλυτές μεγάλων δεδομένων / Επιχειρηματικοί Αναλυτές (Big data analysts / Business analysts): Συχνά κατέχουν υψηλόβαθμους τίτλους όπως Chief Data Officer και είναι οι βασικοί ηγέτες ενός οργανισμού και υπεύθυνοι για τη διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων, μέσω κατάλληλης διακυβέρνησης, καθώς και για τη χρήση δεδομένων για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, την αναγνώριση επιχειρηματικών ευκαιριών και την αντιμετώπιση προβλημάτων.

Πίνακας 1: Σύνολο δεξιοτήτων για προσωπικό αναλυτών Big Data

Τεχνικές δεξιότητες	Επιχειρηματικές δεξιότητες
<ul style="list-style-type: none">▪ Προχωρημένες Αναλυτικές δεξιότητες (π.χ. εξόρυξη δεδομένων και κειμένου, ανάλυση αποκλίσεων και ανίχνευση ανωμαλιών και χρονική ανάλυση)▪ Δεξιότητες πληροφορικής (π.χ. σχεσιακές βάσεις δεδομένων, αποθήκευση δεδομένων, Hadoop, MapReduce, διαχείριση μη δομημένων δεδομένων)▪ Δεξιότητες SQL και Query▪ Δεξιότητες αναφοράς (OLAP)▪ Τεχνικές δεξιότητες χρήσης αναλυτικού λογισμικού▪ Προγραμματισμός, Μαθηματικά▪ Εφαρμοσμένη στατιστική▪ Διαχείριση & Ενοποίηση δεδομένων▪ Μέθοδοι έρευνας▪ Ικανότητα χρήσης εργαλείων οπτικοποίησης δεδομένων / γραφικών για ερμηνεία	<ul style="list-style-type: none">▪ Επιχειρηματική γνώση▪ Δεξιότητες επικοινωνίας▪ Κατανόηση απαιτήσεων επιχειρήσεων▪ Κατανόηση αναδυόμενων θεμάτων▪ Επικοινωνία και παρουσίαση▪ Ομαδική εργασία▪ Οργανωτικές δεξιότητες▪ Γνώση συγκεκριμένου κλάδου▪ Συνεχής μάθηση▪ Εντοπισμός και εκμετάλλευση επιχειρηματικών ευκαιριών▪ Διαμόρφωση επιχειρηματικών προβλημάτων και ερμηνεία των αποτελεσμάτων▪ Ικανότητα ενσωμάτωσης αναλύσεων από πολλαπλές πηγές σε μια επιχειρηματική λύση

Πηγή: Wang, Y, et al 2019

Σημασία: Το ανθρώπινο δυναμικό με σχετικές επαγγελματικές αναλυτικές ικανότητες (τεχνικές και επιχειρηματικές δεξιότητες) αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την επιτυχία της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων. Λανθασμένες ερμηνείες αναφορών μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρά λάθη κρίσης και αμφισβητήσιμες αποφάσεις. Η ικανότητα αυτού του εξειδικευμένου προσωπικού να κατανοεί το επιχειρηματικό περιβάλλον και το συγκεκριμένο οργανωτικό πλαίσιο των δεδομένων με τα οποία εργάζεται είναι αποφασιστική για την επιτυχία των BDA.

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Οι οργανισμοί θα πρέπει να επενδύσουν στην εκπαίδευση και ανάπτυξη των αναλυτών τους, εστιάζοντας στην απόκτηση και βελτίωση τεχνικών και διαπροσωπικών δεξιοτήτων. Αυτό θα ενισχύσει την ικανότητα του προσωπικού να εξάγει πολύτιμα συμπεράσματα από τα δεδομένα, συμβάλλοντας στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και στην επιτυχία των αναλύσεων μεγάλων δεδομένων.

Τα έξι στοιχεία των δυνατοτήτων των BDA που αναφέρθηκαν ανωτέρω, αν και σχετίζονται μεταξύ τους, είναι διακριτά και δεν επαρκούν από μόνα τους για την πλήρη κατανόηση της επίδρασής τους στην απόδοση της υγειονομικής περίθαλψης. Η πραγματική επιχειρηματική αξία των BDA προκύπτει από τις αλληλεπιδράσεις και τους συνδυασμούς αυτών των στοιχείων με άλλα οργανωτικά στοιχεία, όπως οι συμπληρωματικοί πόροι και οι οργανωτικές ικανότητες. Συνεπώς, στη συνέχεια εξετάζουμε αυτά τα επιπρόσθετα οργανωτικά στοιχεία και τον ρόλο τους στη βελτίωση της απόδοσης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες BDA (El Sawy et al., 2010) (Melville, Kraemer & Gurbaxani, 2004).

B. Στοιχεία Συμπληρωματικών Οργανωτικών Πόρων

Για την επιτυχή εφαρμογή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (BDA) και τη δημιουργία επιχειρηματικής αξίας, οι οργανισμοί πρέπει να προσαρμόσουν τις καθημερινές τους λειτουργίες, τις πολιτικές δεδομένων και την οργανωτική τους κουλτούρα (Davenport, Harris & Morison, 2010) (LaValle et al., 2011). Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, κύριοι συμπληρωματικοί οργανωτικοί πόροι, όπως μια καθολική κουλτούρα προσανατολισμένη στην ανάλυση και μια κουλτούρα λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων, είναι κρίσιμοι για την αποτελεσματικότητα της BDA (Watson, 2014) (Seddon, Constantinidis & Dod, 2012).

Αυτοί οι πόροι βοηθούν τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να αντιμετωπίσουν προκλήσεις που σχετίζονται με την ενοποίηση διαφορετικών τύπων δεδομένων και συστημάτων (Shah & Pathak, 2014). Η κουλτούρα λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων και η διακυβέρνηση δεδομένων θεωρούνται κεντρικοί παράγοντες για την οργανωτική απόδοση και θα εξεταστούν αναλυτικότερα στη συνέχεια.

▪ Κουλτούρα Λήψης Αποφάσεων Βάσει Στοιχείων

Ορισμός: Η οργανωσιακή κουλτούρα περιγράφεται ως το σύνολο αξιών, πεποιθήσεων, κανόνων και αρχών που καθοδηγούν τη συμπεριφορά ενός οργανισμού σε διάφορες καταστάσεις (Ravasi & Schultz, 2006). Σημαντικό είναι ότι η κουλτούρα μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην υιοθέτηση της λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων (LaValle et al., 2011). Η μετάβαση από τη διαισθητική σκέψη και την ατομική εμπειρία προς τη λήψη αποφάσεων που βασίζεται σε γεγονότα, όπως η ανάλυση μεγάλων δεδομένων, είναι μια πρόκληση για πολλές οργανώσεις (Watson, 2014). Η οργανωσιακή κουλτούρα είναι καθοριστική για την ικανότητα μιας οργάνωσης να δημιουργήσει επιχειρηματική αξία μέσω της ανάλυσης δεδομένων (Kiron & Shockley, 2011).

Λειτουργίες: Μια κουλτούρα λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων ορίζεται ως μια κουλτούρα που αγκαλιάζει τη διαχείριση των δεδομένων και ενσωματώνει τη λήψη αποφάσεων βάσει αυτών στις βασικές αξίες και διαδικασίες ενός οργανισμού (Davenport, Harris & Morison, 2010). Αυτή η κουλτούρα δημιουργεί ένα περιβάλλον όπου οι αποφάσεις βασίζονται σε δεδομένα και πληροφορίες. Ορίζεται ως «ένα μοτίβο συμπεριφορών και πρακτικών από μια ομάδα ανθρώπων που μοιράζονται την πεποίθηση ότι η κατοχή, η κατανόηση και η χρήση ορισμένων τύπων δεδομένων και πληροφοριών παίζουν κρίσιμο ρόλο στην επιτυχία της οργάνωσής τους». Η προσαρμογή στις βασικές διαδικασίες της επιχείρησης, η μέτρηση, η δοκιμή και η ποσοτική αξιολόγηση στοιχείων είναι κρίσιμα στοιχεία για την επιτυχία της ανάλυσης δεδομένων (Davenport, 2006) (Kiron, Prentice & Ferguson, 2013).

Σημασία: Η δημιουργία μιας κουλτούρας λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων επιτρέπει στις οργανώσεις να αξιοποιούν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας την ακρίβεια των διαγνώσεων, την ποιότητα των αποφάσεων θεραπείας και τη φροντίδα των ασθενών. Οι οργανώσεις με αναλυτική κουλτούρα μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα των πληροφοριών που παρέχονται από τα συστήματα επιχειρηματικής

ευφυΐας (Poronić et al., 2012). Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να διασφαλιστεί ότι όλοι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων έχουν πρόσβαση σε ενιαίες μετρήσεις απόδοσης, να παρέχονται σε όλα τα επίπεδα σχεδόν άμεσες ανατροφοδοτήσεις, η κουλτούρα να εκφράζει τους επιχειρηματικούς κανόνες, οι οποίοι θα ανανεώνονται με νέα στοιχεία κατά ανάγκη και να παρέχει υψηλής ποιότητας καθοδήγηση στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων σε τακτική βάση (Ross, Beath & Quaadgras, 2013).

Παράδειγμα εφαρμογής: Η εφαρμογή μιας κουλτούρας λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων μπορεί να ενισχύσει την ακρίβεια της διάγνωσης και την ποιότητα της θεραπείας, βελτιώνοντας τελικά την αποτελεσματικότητα της φροντίδας ασθενών και την συνολική επιχειρηματική απόδοση.

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Για να αξιοποιήσουν πλήρως την κουλτούρα λήψης αποφάσεων βάσει στοιχείων, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να ενσωματώσουν συστηματικά τις διαδικασίες ανάλυσης δεδομένων στις καθημερινές τους λειτουργίες. Αυτό περιλαμβάνει την προώθηση της εκπαίδευσης του προσωπικού στη χρήση εργαλείων ανάλυσης, την ανάπτυξη πολιτικών που ενθαρρύνουν τη συλλογή και χρήση δεδομένων, και τη δημιουργία υποδομών που υποστηρίζουν τη συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων και των διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Εφαρμόζοντας αυτές τις στρατηγικές, οι οργανισμοί μπορούν να διασφαλίσουν την ενσωμάτωσή της κουλτούρας βάσει στοιχείων στις βασικές τους πρακτικές, οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα και υψηλότερη αποδοτικότητα.

▪ Διακυβέρνηση Δεδομένων

Ορισμός: Η διακυβέρνηση δεδομένων αναφέρεται στο σύνολο των διαδικασιών, πολιτικών, προτύπων και οργανωτικών δομών που καθοδηγούν τη συλλογή, αποθήκευση, χρήση, προστασία και διαχείριση των δεδομένων σε μια οργάνωση. Ο κύριος στόχος της διακυβέρνησης δεδομένων είναι να διασφαλίσει την ποιότητα, την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και την αξία των δεδομένων, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει τη συμμόρφωση με ρυθμιστικούς κανονισμούς και εσωτερικές πολιτικές (Khatri & Brown, 2010).

Σημασία για την Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων: Η διακυβέρνηση δεδομένων είναι κρίσιμη για την επιτυχημένη εφαρμογή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων. Εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα που συλλέγονται και αποθηκεύονται είναι αξιόπιστα και προστατευμένα, επιτρέποντας την αποτελεσματική ανάλυση και αξιοποίηση τους. Βασίζεται στη διακυβέρνηση της πληροφορικής (IT governance) και εστιάζει στη διαμόρφωση και εφαρμογή κανόνων και πολιτικών, που παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές για την ιδιωτικότητα, την ασφάλεια και τον κύκλο ζωής των δεδομένων, ευθυγραμμίζοντας τους στόχους διαφόρων λειτουργιών και διασφαλίζοντας τη συνολική επιτυχία της BDA (Koopers, Maes & Lindgreen, 2011) (LaValle et al., 2011).

Λειτουργίες: Ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο διακυβέρνησης δεδομένων περιλαμβάνει:

- Διαχείριση Βασικών Δεδομένων (master data management): Αυτή η λειτουργία περιλαμβάνει τις διαδικασίες, πολιτικές, πρότυπα και εργαλεία για τη συλλογή, ενοποίηση, αντιστοίχιση, διασφάλιση ποιότητας, διατήρηση και διανομή δεδομένων σε όλη την οργάνωση. Σκοπός της είναι να διασφαλίσει ότι τα δεδομένα είναι τυποποιημένα και ενσωματωμένα, παρέχοντας ακριβείς και πλήρεις πληροφορίες για την ανάλυση και τη λήψη αποφάσεων, ενισχύοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της BDA (Loshin, 2010).
- Διαχείριση Κύκλου Ζωής Δεδομένων (data life cycle management): Αυτή η διαδικασία αφορά τη συνολική διαχείριση των επιχειρηματικών πληροφοριών από την αρχική τους αρχειοθέτηση, την συντήρηση αποθηκών δεδομένων, τις δοκιμές και την παράδοση διαφορετικών εφαρμογών συστημάτων, έως την τελική διαγραφή και αποδοχή των δεδομένων. Έτσι εξασφαλίζεται ότι τα δεδομένα παρακολουθούνται και διαχειρίζονται αποτελεσματικά καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, διασφαλίζοντας την αξιοπιστία και την αποδοτική χρήση τους, στοιχεία κρίσιμα για την επιτυχία της BDA (Jagadish et al., 2014).
- Διαχείριση Ασφάλειας και Ιδιωτικότητας Δεδομένων (data security and privacy management): Αυτή η λειτουργία περιλαμβάνει την προστασία των δεδομένων μέσω ενός συνόλου διαδικασιών που περιλαμβάνει τη διαδικασία ανακάλυψης, εκτίμησης, παρακολούθησης, επιθεώρησης και προστασίας των δεδομένων σε επίπεδο επιχείρησης. Το ιεραρχικό πλαίσιο περιλαμβάνει πέντε κρίσιμους και αλληλένδετους τομείς αποφάσεων: αρχές δεδομένων, ποιότητα δεδομένων, μεταδεδομένα, πρόσβαση σε δεδομένα και διαχείριση κύκλου ζωής δεδομένων. Αυτοί οι τομείς συμβάλλουν στην αξιολόγηση και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διακυβέρνησης δεδομένων κατά την εφαρμογή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων σε έναν οργανισμό (Khatri & Brown, 2010).

Σημασία: Η επιτυχής διακυβέρνηση δεδομένων εξαρτάται από τις οργανωτικές πρακτικές και την εμπλοκή του ανθρώπινου δυναμικού. Μια καλά σχεδιασμένη στρατηγική διακυβέρνησης δεδομένων μπορεί να βελτιστοποιήσει την αξία των πληροφοριών και να διευκολύνει τις δραστηριότητες ανάλυσης δεδομένων, υποστηρίζοντας έτσι τις αποφάσεις της διοίκησης και των υπευθύνων λήψης αποφάσεων (Kooپر, Maes & Lindgreen, 2011) (Cao, Duan & Li, 2015).

Παράδειγμα: Στα νοσοκομεία, η καθιέρωση αυστηρών πολιτικών δεδομένων και μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης σε εξαιρετικά ευαίσθητα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να προλάβει παραβιάσεις ασφαλείας και να προστατεύσει την ιδιωτικότητα των ασθενών. Αυτό ενισχύει όχι μόνο την ασφάλεια, αλλά και την εμπιστοσύνη των ασθενών προς το σύστημα υγείας (Wang, Kung & Byrd, 2018).

Πρόταση καλύτερης αξιοποίησης: Για την αποτελεσματική εφαρμογή της διακυβέρνησης δεδομένων, οι οργανισμοί θα πρέπει να αναπτύξουν σαφείς πολιτικές και διαδικασίες που διασφαλίζουν την ακεραιότητα και την προστασία των δεδομένων.

Επίσης, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η εκπαίδευση του προσωπικού και να δημιουργηθούν υποδομές που υποστηρίζουν τη συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση των πρακτικών διακυβέρνησης. Με αυτές τις στρατηγικές, οι οργανισμοί μπορούν να διασφαλίσουν την αποδοτική ενσωμάτωσή τους στις βασικές τους πρακτικές, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της χρήσης δεδομένων. Η καθιέρωση ισχυρής διακυβέρνησης δεδομένων είναι το πρώτο βήμα στην εφαρμογή της BDA και αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την επίτευξη των στόχων απόδοσης υγειονομικής περίθαλψης.

Γ. Στοιχεία Οργανωτικών Δυνατοτήτων

Για την πλήρη αξιοποίηση της δύναμης της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων (BDA), όλα τα τμήματα μέσα σε μια εταιρεία θα πρέπει επίσης να προσαρμοστούν. Έτσι χρειάζεται εκτός από τα τεχνικά ζητήματα, την διαχείριση σε διοικητικό και στρατηγικό επίπεδο. (Davenport, Harris & Morison, 2010) (McAfee & Brynjolfsson, 2012) Επομένως, η οργανωτική ικανότητα παίζει ουσιαστικό ρόλο στην επίτευξη επιχειρηματικής αξίας μέσω της BDA (Wamba et al., 2017, Wang και Byrd, 2017). Γενικά, ορίζεται ως η ικανότητα προσαρμογής στις συνεχείς αλλαγές στις επιχειρησιακές διαδικασίες και τη λειτουργία της επιχείρησης και σύμφωνα με τη θεωρία των πόρων (resource-based theory - RBT), ως η «ικανότητα δημιουργίας αξίας μέσω μοναδικής αξιοποίησης των πόρων» (Luo, Fan & Zhang, 2012).

Από την προοπτική των δυναμικών ικανοτήτων, αναγνωρίζονται δύο βασικές οργανωτικές ικανότητες – η προγραμματισμένη δυναμική ικανότητα και η ικανότητα αυτοσχεδιασμού – οι οποίες ενισχύουν την επιχειρηματική αξία. Παράλληλα υπογραμμίζεται ο ρόλος των συστημάτων πληροφορικής στην ανάπτυξη αυτών των ικανοτήτων και στη δημιουργία στρατηγικού πλεονεκτήματος εντός των ψηφιακών οικοσυστημάτων (Pavlou και El Sawy, 2010).

- **Προγραμματισμένη δυναμική ικανότητα**

Ορισμός: αναφέρεται στην υψηλού επιπέδου οργανωτική ικανότητα μιας επιχείρησης να ενσωματώνει, να ανασυνθέτει, να αποκτά και να ανανεώνει πόρους για να ανταποκριθεί σε ταχέως μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Περιλαμβάνει στρατηγικές προσαρμογές και αναδιάρθρωση των επιχειρησιακών πόρων (Easterby-Smith, Lyles & Peteraf, 2009) (Eisenhardt & Martin, 2000) (Teece, Pisano & Shuen, 1997).

Σημασία: Η προγραμματισμένη δυναμική ικανότητα ενισχύει την ευελιξία και την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης. Επιτρέπει την αναγνώριση των απειλών και αξιοποίηση ευκαιριών της αγοράς, την ανάπτυξη νέων στρατηγικών και την προσαρμογή σε αλλαγές του περιβάλλοντος, βελτιώνοντας την απόδοση και τη βιωσιμότητα της επιχείρησης (Roberts & Grover, 2012) (Corte-Real, Oliveira & Ruivo, 2017).

Παράδειγμα: Μια υγειονομική επιχείρηση που επενδύει σε νέα τεχνολογία ιατρικών συσκευών και αναβαθμίζει συνεχώς τα διαγνωστικά της εργαλεία για να παραμείνει

ανταγωνιστική πρωτοπορώντας στην ιατρική τεχνολογία. Επίσης, προσαρμόζει στρατηγικά τις επιχειρησιακές της διαδικασίες για να ενσωματώσει τις τελευταίες έρευνες και πρακτικές στην υγειονομική περίθαλψη.

Πρόταση Καλύτερης Αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να αναπτύξουν στρατηγικές που περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των εξελίξεων στην ιατρική τεχνολογία και τις θεραπευτικές πρακτικές, την επένδυση σε καινοτόμες ιατρικές τεχνολογίες και τη δημιουργία ευέλικτων διαδικασιών. Η ενσωμάτωσή τους θα ενισχύσει την ικανότητα της επιχείρησης να προσφέρει σύγχρονες και αποτελεσματικές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης και να ανταγωνίζεται αποτελεσματικά στον τομέα.

- **Ικανότητα αυτοσχεδιασμού**

Ορισμός: αναφέρεται στην ικανότητα μιας οργάνωσης να αντιδρά γρήγορα σε απροσδόκητες περιβαλλοντικές αλλαγές και αναταραχές, δημιουργώντας και εφαρμόζοντας καινοτόμες λύσεις με την ανασύνθεση των διαθέσιμων πόρων (El Sawy & Pavlou, 2008).

Σημασία: Αυτή η ικανότητα είναι ουσιώδης για την αποτελεσματική διαχείριση ακραίων ανταγωνιστικών συνθηκών, την προσαρμογή σε ταχέως μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς και την επιδίωξη πιθανών επιχειρηματικών ευκαιριών. Επιτρέπει στον οργανισμό να ανταποκριθεί άμεσα σε κρίσεις και αλλαγές, παρέχοντας ευελιξία και προσαρμοστικότητα (Bergh & Lim, 2008) (Hadida & Tarvainen, 2014).

Παράδειγμα: Μια κλινική που, σε περίπτωση ξαφνικής αύξησης της ανάγκης για ειδικές ιατρικές υπηρεσίες λόγω επιδημίας, γρήγορα ανασυντάσσει τις στρατηγικές της, προσλαμβάνει πρόσθετο προσωπικό και εφαρμόζει νέες διαδικασίες για την καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών. Η ικανότητά της να αντιδρά άμεσα και αποτελεσματικά είναι χαρακτηριστικό της ικανότητας αυτοσχεδιασμού.

Πρόταση Καλύτερης Αξιοποίησης: Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να προωθήσουν την ανάπτυξη ευέλικτων οργανωτικών δομών και να ενθαρρύνουν μια κουλτούρα καινοτομίας και γρήγορης αντίδρασης. Η εγκαθίδρυση μηχανισμών για την ταχεία ανάλυση και την άμεση λήψη αποφάσεων θα βελτιώσει την ικανότητα τους να διαχειρίζονται αποτελεσματικά κρίσεις και αλλαγές στον τομέα της υγείας.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι οργανωτικές δυνατότητες, όπως η προγραμματισμένη δυναμική ικανότητα και η ικανότητα αυτοσχεδιασμού, συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη υψηλής απόδοσης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μέσω της χρήσης BDA.

3.3 Ο Ρόλος της Ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων και τα Οφέλη στην Υγειονομική Περίθαλψη

Ο ρόλος της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη είναι καθοριστικός για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών, της πολιτικής περίθαλψης και των αποτελεσμάτων υγείας. Δεδομένης της πολυπλοκότητας του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης και της συνεχούς προσπάθειας για αποδοτικότητα κόστους, η ανάλυση δεδομένων επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των αναγκών των ασθενών, τη βελτίωση των διαδικασιών και της αποδοτικότητας. Η χρήση των μεγάλων δεδομένων συντελεί στη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας και στην επίτευξη καλύτερων κλινικών αποτελεσμάτων, ενώ συμβάλλει επίσης στην εξοικονόμηση πόρων και στη μείωση του κόστους. Αξιοποιώντας την εξειδίκευση των αναλυτών δεδομένων υγείας, ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να επωφεληθεί με διάφορους τρόπους, με ορισμένους από αυτούς να αναλύονται παρακάτω (Sun, et al. 2013), (Sarwar, et al. 2017) (Raghupathi, et al., 2014) (Kakandikar, et al., 2019):

- **Διαχείριση υγείας πληθυσμού:** Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ανάλυση δεδομένων και για τη διαχείριση της υγείας του πληθυσμού. Όταν έχουν δεδομένα σχετικά με τις παθήσεις των ασθενών, τα φάρμακα και το προσωπικό ιστορικό, τα αναλυτικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εύρεση παρόμοιων ασθενών σε μια κοόρτη πληθυσμού. Μπορεί επίσης να βοηθήσει στον εντοπισμό κοορτών που εκτίθενται σε πιθανή εστία ασθένειας. Σε ένα τέτοιο σενάριο, οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να αρχίσουν να αναζητούν θεραπείες αμέσως, γεγονός που βελτιώνει τις πιθανότητες επιβίωσης των ανθρώπων.
- **Πρόβλεψη, Πρόληψη και Ανίχνευση Διασποράς Ασθενειών:** Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων αναδεικνύεται ως ένα ισχυρό εργαλείο για την πρόβλεψη και πρόληψη ασθενειών, καθώς και για την ανίχνευση της διασποράς τους. Εφαρμόζοντας το αξίωμα ότι η πρόληψη είναι καλύτερη από τη θεραπεία, τα μεγάλα δεδομένα συμβάλλουν στην αποτροπή της εμφάνισης ασθενειών, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση προειδοποιητικών σημαδιών. Τα πληροφοριακά συστήματα υγείας που αξιοποιούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων μπορούν να αναλύσουν τάσεις και μοτίβα στην εξάπλωση ασθενειών και επιδημιών, προσφέροντας πολύτιμες προγνώσεις για τη λήψη προληπτικών μέτρων. Χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα αναλυτικά εργαλεία και τεχνικές εξόρυξης δεδομένων, είναι εφικτό να αναγνωριστούν ομάδες πληθυσμού με αυξημένο κίνδυνο εκπομπής και να αναπτυχθούν στρατηγικές πρόληψης. Παράλληλα, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων διευκολύνει την ακριβή ανίχνευση της διασποράς ασθενειών σε τοπικό και ευρύτερο επίπεδο. Μέσω ζωντανών ερευνών και της αξιολόγησης κοινοτικών καταγραφών ασθενών, οι ειδικοί υγείας μπορούν να εκτιμήσουν την εξάπλωση ιογενών ασθενειών πριν από τη διάδοσή τους. Αυτή η ολοκληρωμένη εικόνα ενισχύει την ικανότητα των συστημάτων υγείας να αναλαμβάνουν προληπτικά μέτρα και να εφαρμόζουν στρατηγικές ελέγχου, συμβάλλοντας στη μείωση της επίπτωσης και διάδοσης των ασθενειών.

- Παρακολούθηση και Ψηφιοποίηση Υγείας:** Η ψηφιοποίηση των υπηρεσιών υγείας αλλάζει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι ασθενείς και οι επαγγελματίες υγείας αλληλεπιδρούν και διαχειρίζονται την υγεία τους. Σήμερα, είναι δυνατόν να συνδεθούν συσκευές στο ανθρώπινο σώμα, επιτρέποντας την παρακολούθηση της υγείας και της φυσικής κατάστασης σε πραγματικό χρόνο μέσω ενός κινητού τηλεφώνου. Αυτή η τεχνολογία παρέχει τη δυνατότητα στους ασθενείς να ελέγχουν κρίσιμες παραμέτρους, όπως τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα, χωρίς επεμβατικές μεθόδους όπως τα τσιμπήματα στα δάχτυλα, βελτιώνοντας την άνεση και την ποιότητα ζωής τους. Από την πλευρά των γιατρών, η ψηφιοποίηση αυτή επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση των ασθενών εξ αποστάσεως. Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα υγείας των ασθενών τους, να εντοπίζουν έγκαιρα ανησυχητικές τάσεις και να παρέχουν οδηγίες ή να προσαρμόζουν τις θεραπείες σε πραγματικό χρόνο. Αυτός ο διαρκής έλεγχος μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη σοβαρών επιπλοκών, να μειώσει την ανάγκη για επείγουσες νοσηλείες και να βελτιώσει τη συνολική φροντίδα των ασθενών, καθιστώντας την πιο εξατομικευμένη και αποτελεσματική.
- Προσδιορισμός ασθενών σε κίνδυνο:** Οι προγνωστικές αναλύσεις στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να προβλέψουν ποιοι ασθενείς διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο νόσησης και να ξεκινήσουν πρόωμη αντιμετώπισή τους, ώστε να μπορούν να αποφευχθούν βαθύτερα προβλήματα. Για παράδειγμα, μπορεί να εντοπίσει ασθενείς με καρδιαγγειακή νόσο με την υψηλότερη πιθανότητα νοσηλείας με βάση τις χρόνιες ασθένειες που συνυπάρχουν με την ηλικία και την τήρηση της φαρμακευτικής αγωγής. Οι προβλέψεις σχετικά με την πιθανότητα ασθένειας και χρόνιων ασθενειών μπορούν να βοηθήσουν τους γιατρούς και τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να παρέχουν προληπτικά φροντίδα αντί να περιμένουν τους ασθενείς που βρίσκονται σε κίνδυνο να έρθουν για τακτικό έλεγχο. Σημειώνεται επίσης ότι εκτός από τους χρόνια πάσχοντες ασθενείς, υπάρχουν και άλλες ομάδες κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των ηλικιωμένων και των ασθενών που έλαβαν πρόσφατα εξιτήριο από το νοσοκομείο μετά από επέμβαση κ.α.
- Αντιμετώπιση χρόνιων παθήσεων:** Οι χρόνιες ασθένειες είναι συνήθως οι κύριες αιτίες θανάτου και αναπηρίας καθώς και οι κύριοι μοχλοί του ετήσιου κόστους υγείας μιας χώρας. Πέντε χρόνιες ασθένειες αντιπροσωπεύουν το 75% των δαπανών για την υγεία στις ΗΠΑ (CDC, 2024): καρκίνος, καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτης, παχυσαρκία και νεφρική νόσος. Η διαχείριση της χρόνιας νόσου εξαρτάται από την ικανότητα των επαγγελματιών υγείας να αποτρέψουν την ανάπτυξη αυτών των ασθενειών και να τις ελέγξουν. Η πρόληψη χρόνιων παθήσεων, ωστόσο, είναι μια πρόκληση. Οι προγνωστικές αναλύσεις μπορούν να βοηθήσουν τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να λαμβάνουν έγκαιρες και βασισμένες σε γεγονότα τεκμηριωμένες αποφάσεις για να παρέχουν πιο αποτελεσματικές θεραπείες μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος αυτής της φροντίδας στους ασθενείς.

- Βελτίωση της Φροντίδας & Διαχείρισης του ασθενούς:** Ένα από τα πιο σημαντικά οφέλη της ανάλυσης δεδομένων στον κλάδο της υγείας είναι η δυνατότητα πρόσβασης σε ποικιλία δεδομένων, όπως ιατρικό ιστορικό, δημογραφικά στοιχεία, συν-νοσηρότητες και οικονομικά στοιχεία. Η πληθώρα δεδομένων ασθενών επιτρέπει μια καλύτερη κατανόηση της εμπειρίας του ασθενούς και της φροντίδας που λαμβάνει. Με τη χρήση αυτών των δεδομένων, βελτιώνεται η ποιότητα της φροντίδας και η ποιότητα ζωής των ασθενών, ενισχύεται η πρόληψη, αυξάνονται οι δράσεις προστασίας από πρόωρους θανάτους. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης, ιατροί και άλλοι επαγγελματίες υγείας μπορούν να αποκτήσουν πολύτιμες πληροφορίες για τα αποτελέσματα των ασθενών, την αποτελεσματικότητα των θεραπειών και τα πρότυπα των ασθενειών. Αυτό οδηγεί σε καλύτερα ενημερωμένες αποφάσεις, διευκολύνει την ολοκληρωμένη διαχείριση των ασθενών και βελτιώνει συνολικά την παρεχόμενη φροντίδα.
- Ανάπτυξη τεχνολογιών εικονικής φροντίδας:** Η τεχνολογία, σε συνδυασμό με την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, επαναστατεί στην υγειονομική φροντίδα μέσω της ανάπτυξης και υλοποίησης εικονικών πρωτοβουλιών φροντίδας. Τα μεγάλα δεδομένα επιτρέπουν την ανάλυση εκτενών πληροφοριών για την υγεία των ασθενών, τις τάσεις των ασθενειών και την απόδοση θεραπειών. Αυτή η ανάλυση ενισχύει τη δημιουργία και βελτίωση των εικονικών πλατφορμών, προσφέροντας εξειδικευμένες και ποιοτικές υπηρεσίες. Η ανάλυση των δεδομένων συμβάλλει στην κατανόηση των αναγκών των ασθενών και την εξατομίκευση της φροντίδας που παρέχεται μέσω των εικονικών συνεδριών. Βοηθά τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να εντοπίσουν τις καλύτερες θεραπείες και να αναπτύξουν στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες των ασθενών. Αυτό διευκολύνει την πρόσβαση σε ειδικούς και ποιοτικές υπηρεσίες ανεξαρτήτως τοπικής διαθεσιμότητας, μειώνοντας τις γεωγραφικές ανισότητες και βελτιώνοντας τη πρόσβαση στη φροντίδα και την αποτελεσματικότητα της εικονικής θεραπευτικής εμπειρίας του ασθενούς.
- Ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπειών & Παροχή σημαντικών οδηγιών στους ασθενείς:** Παραδοσιακά, οι ιατρικές θεραπείες και φάρμακα συνταγογραφούνταν με βάση περιορισμένα δεδομένα από στατιστικά στοιχεία ευρέων πληθυσμών, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ατομικές ιδιαιτερότητες των ασθενών. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων επαναστατεί σε αυτό το μοντέλο, παρέχοντας έναν πλούτο πληροφοριών που περιλαμβάνουν γενετικά δεδομένα, κλινικές πληροφορίες και άλλα σχετικά στοιχεία. Αυτή η πληθώρα δεδομένων επιτρέπει την ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπειών, όπου οι φαρμακευτικές αγωγές και οι θεραπευτικές προσεγγίσεις προσαρμόζονται στις μοναδικές ανάγκες του κάθε ασθενούς. Η ανάλυση δεδομένων δεν περιορίζεται μόνο στη δημιουργία εξατομικευμένων θεραπειών αλλά και στη βελτίωση της παροχής οδηγιών στους ασθενείς. Μέσω της επεξεργασίας λεπτομερών ιατρικών δεδομένων, οι πάροχοι υγειονομικής

περίθαλψης μπορούν να προσφέρουν ακριβείς και στοχευμένες συμβουλές για τη χορήγηση φαρμάκων, την αναγνώριση πρώιμων συμπτωμάτων και την αποτελεσματική διαχείριση θεραπειών. Αυτό διευκολύνει την προσαρμογή των θεραπειών στις ατομικές ανάγκες των ασθενών, μειώνοντας την ανάγκη για δόσεις αναλγητικών, ελαχιστοποιώντας τις παρενέργειες και μειώνοντας τις επανεισαγωγές και σοβαρά περιστατικά στις μονάδες υγείας. Ως αποτέλεσμα, η ανάλυση δεδομένων ενισχύει την ποιότητα της φροντίδας και την αποτελεσματικότητα των θεραπειών, βελτιώνοντας σημαντικά τη συνολική εμπειρία και τα αποτελέσματα υγείας των ασθενών.

- **Παρακολούθηση της ποιότητας των δομών υγείας:** Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων παίζει κρίσιμο ρόλο στην παρακολούθηση και αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών σε διάφορες δομές υγειονομικής περίθαλψης, περιλαμβάνοντας νοσοκομεία, κλινικές, ιατρικά κέντρα και άλλες μονάδες υγειονομικής φροντίδας. Χρησιμοποιώντας μεγάλες ποσότητες δεδομένων, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να ελέγχουν τη συμμόρφωση με τα καθορισμένα πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων επιτρέπει την παρακολούθηση κρίσιμων δεικτών, όπως η απόδοση κλινικών διαδικασιών, οι χρόνοι αναμονής, η ικανοποίηση των ασθενών και οι δείκτες επιπλοκών. Η συνεχής και ακριβής παρακολούθηση των δεδομένων επιτρέπει στη διοίκηση των υγειονομικών μονάδων να αναγνωρίσει περιοχές που χρειάζονται βελτίωση και να προχωρήσει σε στοχευμένες παρεμβάσεις. Εάν παρατηρηθούν αποκλίσεις ή αδυναμίες στην ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, οι υπεύθυνοι μπορούν να λάβουν άμεσα μέτρα για τη βελτίωση της κατάστασης. Σε ακραίες περιπτώσεις όπου δεν πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις ποιότητας, μπορεί να εφαρμοστούν περιοριστικά μέτρα, όπως η προσωρινή ή οριστική αναστολή της λειτουργίας τους. Η χρήση των μεγάλων δεδομένων ενισχύει τη διασφάλιση της υψηλής ποιότητας φροντίδας σε όλο το φάσμα των υγειονομικών υπηρεσιών, προστατεύει τους ασθενείς από ανεπαρκείς ή 'επικίνδυνες' υπηρεσίες και συμβάλλει στη συνολική βελτίωση του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης.
- **Εξοικονόμηση κόστους:** Η αξιοποίηση των μεγάλων δεδομένων αποτελεί κλειδί για την εξοικονόμηση κόστους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων, όχι μόνο μειώνεται σημαντικά το κόστος αντιμετώπισης ασθενειών, αλλά οι οργανισμοί υγείας μπορούν επίσης να εντοπίζουν περιπτώσεις κατάχρησης, σπατάλης και αναποτελεσματικότητας. Αυτό οδηγεί στη μείωση των περιττών δαπανών και στη βέλτιστη κατανομή των πόρων. Παράλληλα, οι προγνωστικές αναλύσεις διευκολύνουν την ανεύρεση κατάλληλων θεραπευτικών σχεδίων και την έγκαιρη αναγνώριση πιθανών προβλημάτων υγείας, μειώνοντας έτσι την περιττή νοσηλεία και ελέγχοντας τα έξοδα φαρμάκων και προμηθειών. Συνολικά, η προσέγγιση αυτή προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους παρόχους υγείας, συμβάλλοντας στη μείωση του συνολικού κόστους υγειονομικής περίθαλψης και στην πρόβλεψη των αναγκών σε προσωπικό στις μονάδες υγείας.

- Πρόβλεψη αναγκών συντήρησης και αντικατάστασης εξοπλισμού:** Η προγνωστική ανάλυση, η οποία έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική σε κλάδους όπως η κατασκευή και οι τηλεπικοινωνίες για τον εντοπισμό των αναγκών συντήρησης/αντικατάστασης εξοπλισμού, μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη και στην υγειονομική περίθαλψη. Ορισμένα εξαρτήματα μηχανών φθείρονται ή υποβαθμίζονται. Για παράδειγμα, αναλύοντας τα δεδομένα από αισθητήρες σε ένα μηχάνημα μαγνητικής τομογραφίας, τα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία μπορούν να προβλέψουν βλάβες και τότε ένα εξάρτημα θα πρέπει να αντικατασταθεί. Γνωρίζοντας αυτό, τα νοσοκομεία μπορούν να προγραμματίσουν τη συντήρηση σε περιόδους μη χρήσης του εξοπλισμού, ελαχιστοποιώντας έτσι τις διακοπές στη ροή εργασίας που εμποδίζει τόσο τις ομάδες φροντίδας όσο και τους ασθενείς.
- Ουσιαστική πληροφόρηση σε κλινικό και ερευνητικό επίπεδο:** Καθώς η κύρια λειτουργία των μεγάλων δεδομένων είναι να παρέχουν μεγάλη ποσότητα πληροφοριών, είναι επωφελής τόσο για την κλινική ιατρική όσο και για την επιδημιολογική έρευνα. Επίσης, χρησιμοποιούνται σε προγνωστικές έρευνες για την αναγνώριση και την αντιμετώπιση ιατρικών θεμάτων πριν αυτά γίνουν άλυτα. Οι ειδικοί στην υγεία μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο και να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα με τα στοιχεία που προέρχονται από τα μεγάλα δεδομένα. Με βάσει τα παραπάνω η πληροφόρηση που προκύπτει από την ανάλυσή τους επηρεάζει την υγεία των ασθενών, τους ερευνητές, τους ειδικούς – υγειονομικούς και έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορες οργανώσεις / εταιρείες για τη δημιουργία στρατηγικών, προγραμμάτων, επεμβάσεων ή ιατρικών θεραπειών όπως η ανάπτυξη φαρμάκων. Έτσι, ιδίως στον τομέα της υγείας κατέχουν πολύ σημαντικό ρόλο.
- Βελτιωμένη έρευνα:** Τα μεγάλα δεδομένα παρέχουν στους ιατρικούς ερευνητές άνευ προηγουμένου πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων και μεθόδους συλλογής δεδομένων. Με τη σειρά τους, αυτά τα δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές ιατρικές ανακαλύψεις που σώζουν ζωές.
- Βελτιωμένη λήψη ιατρικών αποφάσεων:** Οι πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα και παρέχονται από τους αναλυτές δεδομένων υγείας επιτρέπουν στους οργανισμούς να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις βασισμένες σε ποσοτικοποιήσιμα στοιχεία και όχι στη διαίσθηση. Τα μεγάλα δεδομένα βοηθούν στη μείωση της προκατάληψης που μπορεί να προκύψει από πρόσφατες μετρήσεις, οι οποίες συχνά υπερτονίζονται εις βάρος παλαιότερων δεδομένων. Αυτό μειώνει τον κίνδυνο λανθασμένων αποφάσεων, καθώς παρέχεται μια πιο ολοκληρωμένη και αντικειμενική εικόνα της κατάστασης. Επιπλέον, τα μεγάλα δεδομένα διασφαλίζουν ότι οι ασθενείς είναι συνεχώς ενημερωμένοι, επιτρέποντάς τους να κάνουν τις καλύτερες επιλογές για την υγειονομική τους περίθαλψη και να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις θεραπείες που τους αφορούν. Με αυτόν τον τρόπο, η ανάλυση δεδομένων ενισχύει τη συμμετοχή των ασθενών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και βελτιώνει την ποιότητα της φροντίδας που λαμβάνουν.

- Άμεση αναγνώριση και επίλυση προβλημάτων:** Ο συνδυασμός πληροφοριών πραγματικού χρόνου (real time info) και μεγάλων δεδομένων μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη, επιτρέποντας την άμεση αναγνώριση και αποτροπή λαθών ή προβλημάτων λειτουργίας σε έναν οργανισμό. Στην υγειονομική περίθαλψη, τα ανθρώπινα λάθη μπορούν να έχουν θανατηφόρες συνέπειες. Ωστόσο, οι ακριβείς πληροφορίες που παρέχονται για την καθοδήγηση των επαγγελματιών υγείας και η ανάλυση δεδομένων μπορούν να επισημάνουν πιθανά σφάλματα και να προλάβουν σοβαρά λάθη. Αυτή η άμεση αντιμετώπιση οδηγεί σε εξοικονόμηση χρόνου και κόστους, βελτιώνοντας παράλληλα την απόδοση των υπηρεσιών, οι οποίες αναβαθμίζονται μέσα από την παροχή ενημερωμένων δεδομένων για συγκεκριμένα θέματα.
- Ανίχνευση και Πρόληψη Απάτης:** Είναι γεγονός ότι η απάτη στην υγειονομική περίθαλψη είναι ένα κοινό πρόβλημα που εμφανίζεται με διάφορες μορφές, όπως η απόκτηση συνταγογραφούμενων φαρμάκων χωρίς πραγματική ανάγκη και η πώλησή τους στη μαύρη αγορά, η λανθασμένη τιμολόγηση υπηρεσιών, η τροποποίηση ιατρικών αρχείων, η εσκεμμένη αναφορά ψευδών διαγνώσεων ή διαδικασιών για αυξημένες πληρωμές, η συνταγογράφηση περιττών θεραπειών κ.ά. Η ανάλυση δεδομένων υγείας διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ανίχνευση και πρόληψη τέτοιων απατηλών δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, με τη χρήση μεγάλων δεδομένων, είναι εφικτός ο εντοπισμός ψεύτικων και δόλιων αξιώσεων, γεγονός που βοηθά τις ασφαλιστικές εταιρείες να αποφύγουν σημαντικές οικονομικές απώλειες. Γενικά, αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τον εντοπισμό ανωμαλιών που επισημαίνουν δόλιες ενέργειες, εξοικονομώντας δισεκατομμύρια κάθε χρόνο στον κλάδο και βελτιώνοντας τη διαφάνεια και την αξιοπιστία του συστήματος υγείας.
- Έρευνα και φαρμακοβιομηχανία:** Οι πληροφορίες για τις παραγωγές φαρμάκων αξιολογούνται για την αποτελεσματικότητά τους από ασθενείς, φροντιστές, τα φαρμακεία και τα ερευνητικά κέντρα. Οι πληροφορίες που θα αντληθούν μπορούν να διευκολύνουν τις φαρμακευτικές εταιρείες να αναγνωρίσουν νέες προοπτικές και εκείνα τα φάρμακα που χρειάζονται ώστε να τα φέρουν στους καταναλωτές το συντομότερο δυνατόν. Η ανάλυση των δεδομένων συντελεί στην ταχεία αναγνώριση δυνητικών φαρμάκων και την καινοτόμα έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ BIG DATA ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

4.1. Εφαρμογή των Big Data στην Υγεία

4.1.1 Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας

Ίσως η πιο κοινή πηγή μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη είναι τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας (electronic health records - EHRs), τα οποία συνήθως περιέχουν το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς, δημογραφικές πληροφορίες, φαρμακευτικά και θεραπευτικά σχήματα, εμβολιασμούς, αποτελέσματα εξετάσεων και σημειώσεις προόδου. Ενώ στο παρελθόν αυτές οι πληροφορίες καταχωρούνταν σε χειρόγραφα αρχεία που μεταφράζονταν εύκολα λανθασμένα, ήταν δύσκολα κοινοποιήσιμα και περιστασιακά δυσανάγνωστα, σήμερα οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας (ΗΦΥ) επιτρέπουν στους επαγγελματίες υγείας να έχουν εύκολη πρόσβαση στις σχετικές ιατρικές πληροφορίες ενός ασθενούς και να παρέχουν την καλύτερη δυνατή φροντίδα (Coursera, 2023).

Θεωρείται το πιο εκτενές λογισμικό των Big Data στον τομέα της ιατρικής. Όλοι οι ασθενείς έχουν τα δεδομένα τους αποθηκευμένα στους ΗΦΥ. Όλο το ιστορικό προβάλλεται μέσω ασφαλών συστημάτων πληροφοριών και είναι προσβάσιμο για παρόχους από τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα. Η αύξηση της ανάπτυξης και εφαρμογής των Ηλεκτρονικών Ιατρικών Φακέλων ανοίγει νέους ορίζοντες στον τομέα της υγείας. Με τη δυνατότητα συλλογής τεράστιων ποσοτήτων κλινικών δεδομένων, προσφέρουν πολλαπλά οφέλη, όπως η βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας των ασθενών και η ενίσχυση της ιατρικής έρευνας. Ωστόσο, η ανάπτυξη αυτών των συστημάτων συνδέεται με σημαντικές προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια και το απόρρητο των δεδομένων. Οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης και τα μέτρα ασφαλείας αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη διασφάλιση της προστασίας των ευαίσθητων πληροφοριών των ασθενών. Επιπλέον, η εξέλιξη προς ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα υγείας περιλαμβάνει τον συνδυασμό δεδομένων από διάφορες πηγές, από τους ΗΦΥ μέχρι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και τις περιβαλλοντικές πληροφορίες, προκειμένου να προσφέρει πιο ολοκληρωμένες και εξατομικευμένες υπηρεσίες υγείας (Ross MK, *et al.*, 2014).

4.1.2 Συστήματα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων

Ακόμα ένα σημαντικό εργαλείο στον τομέα της υγείας αποτελούν τα συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων (clinical decision support systems - CDSS), τα οποία είναι σχεδιασμένα να βελτιώνουν την παροχή υπηρεσιών υγείας μέσω της ενίσχυσης των ιατρικών αποφάσεων με στοχευμένες κλινικές γνώσεις, πληροφορίες για τον ασθενή και άλλες υγειονομικές πληροφορίες. Αυτά τα συστήματα αναπτύσσονται για να παρέχουν άμεση υποστήριξη στην κλινική λήψη αποφάσεων, όπου τα χαρακτηριστικά ενός ατόμου προσαρμόζονται σε μια υπολογιστική κλινική

γνωστική βάση δεδομένων και στη συνέχεια παρουσιάζονται με ειδοποιήσεις πραγματικού χρόνου (real-time warning/alerting) στους κλινικούς, με συνεχή παρακολούθηση των συνθηκών, ώστε να μπορούν να καταλήξουν σε ακριβείς αποφάσεις. Επιπλέον, μπορούν να προσφέρουν υποστήριξη σε διάφορες λειτουργίες, όπως η ασφάλεια του ασθενούς μέσω της αντιμετώπισης σφαλμάτων φαρμακευτικής αγωγής, κλινική διαχείριση μέσω της συμμόρφωσης προς κλινικές οδηγίες, και διοικητική υποστήριξη μέσω της κωδικοποίησης και της παραπομπής εξετάσεων. Με τη δυνατότητά τους να ενσωματώνουν γνώσεις και δεδομένα υγείας, παρέχουν μια πολύτιμη εργαλειοθήκη για τη βελτίωση της ποιότητας και της ασφάλειας της περίθαλψης ασθενών. Επιπλέον, η ανάπτυξη και υιοθέτηση τέτοιων συστημάτων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της περίθαλψης υγείας και γενικότερα τη λήψη αποφάσεων στην υγεία (Sutton, *et al.*, 2020).

4.1.3 Συστήματα παρακολούθησης και συμμετοχή των ασθενών στη διαχείριση της υγείας τους

Πολλοί ασθενείς ενδιαφέρονται για υψηλής τεχνολογίας στρατηγικές που μετρούν και καταγράφουν κάθε φάση που ακολουθούν. Φάσεις όπως οι παλμοί της καρδιάς, ο τρόπος ύπνου καταγράφονται σε καθημερινή βάση με τη χρήση της ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων. Όλα αυτά τα δυναμικά δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν με άλλα ιατρικά έγγραφα που καταγράφουν αναφορές για την υγεία, προκειμένου να ελεγχθούν πιθανοί κίνδυνοι στο μέλλον. Οι ασθενείς παρακολουθούνται συνεχώς για την υγεία τους, και τα ασφαλιστικά ταμεία υγείας μπορούν να τους ενθαρρύνουν να έχουν μια υγιή και ενεργή ζωή (Sawesi S, *et al.*, 2016).

Τα συστήματα παρακολούθησης υγείας (Health monitoring systems - HMSs) παρακολουθούν και αναλύουν τις ανθρώπινες φυσιολογικές και παθολογικές πληροφορίες. Ο πρωταρχικός ρόλος ανάλυσης δεδομένων αυτών των συστημάτων είναι η απόκτηση δεδομένων βιοαισθητήρα χαμηλού επιπέδου και η μετατροπή των δεδομένων σε ουσιαστική γνώση υψηλού επιπέδου. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν αισθητήρες για τη συνεχή λήψη παραμέτρων ανθρώπινης υγείας, επιτρέποντας την ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης υγείας ενός ατόμου στο διαδίκτυο και σε πραγματικό χρόνο. Ως εκ τούτου, ένα από τα κύρια οφέλη τους έναντι των παραδοσιακών λύσεων υγειονομικής περίθαλψης είναι η έγκαιρη ανίχνευση επειγόντων συμπτωμάτων και η πρόβλεψη ασθενειών που μπορεί να διευκολύνει σημαντικά τη θεραπεία της νόσου και να παρέχει ταχύτερη ανίχνευση έκτακτων περιστατικών. Για παράδειγμα, ασθενείς με μακροχρόνιες παθήσεις, όπως χρόνιες ασθένειες και ηλικιωμένοι που ζουν μόνοι μακριά από εγκαταστάσεις ιατρικής περίθαλψης, μπορούν να βοηθηθούν και να παρακολουθούνται από τέτοια συστήματα, μειώνοντας τις επισκέψεις στο νοσοκομείο και τις περιττές μετακινήσεις (Paganelli *et al.*, 2022).

Επίσης η παρακολούθηση των ζωτικών σημείων είναι βασική προϋπόθεση για την πρόβλεψη ασθενειών όπως οι καρδιακές και αναπνευστικές παθήσεις, το σοκ και η

σήψη. Η οξεία επιδείνωση της κατάστασης της υγείας συνοδεύεται πρώτα από αλλαγές στους φυσιολογικούς δείκτες και μπορεί να προβλέψει την ανίχνευση προβλημάτων υγείας. Για παράδειγμα, σύμφωνα με την Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία, το 90% των ασθενών δεν μπορούν να αναγνωρίσουν ότι βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο πριν από μια καρδιακή προσβολή. Σε πολλά περιστατικά του πληθυσμού αυτού, η διάσωση θα πρέπει να φτάσει λίγα λεπτά μετά τον εντοπισμό μη φυσιολογικών ζωτικών σημείων της καρδιάς. Επομένως σε μια τέτοια περίπτωση, ένα έξυπνο σύστημα παρακολούθησης θα ενεργοποιήσει συναγερμούς σε πραγματικό χρόνο όταν εντοπίζονται ανωμαλίες (Paganelli et al., 2022).

Το λειτουργικό μοντέλο των συστημάτων αυτών αποτελείται από τέσσερα επίπεδα: λήψη φυσικών μετρήσεων (αίσθηση), εξαγωγή χαρακτηριστικών (αντίληψη), ανάλυση δεδομένων (συλλογισμός) και ενεργοποίηση συναγερμών (ενεργοποίηση). Η διαδικασία ανάλυσης δεδομένων εκτελείται κυρίως στη 3^η βαθμίδα, όπου τα δεδομένα χαμηλού επιπέδου από τους αισθητήρες μετατρέπονται σε γνώση υψηλού επιπέδου για ανίχνευση, διάγνωση και πρόβλεψη. Γενικά ένα τέτοιο μοντέλο ανιχνεύει αυτόματα ενδιαφέροντα γεγονότα, λαμβάνει αποφάσεις και αναλαμβάνει άμεσα ενέργειες (Paganelli et al., 2022).

4.1.4 Προβλεπτική αναλυτική

Οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων είναι πλέον πολύ δημοφιλείς και χρήσιμες για κάθε τομέα. Στο συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο της υγειονομικής περίθαλψης, η σφαίρα των προγνωστικών αναλύσεων έχει αναδειχθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο που αναδιαμορφώνει τον κλάδο, προσφέροντας ιδέες και λύσεις που κάποτε ήταν αδιανόητες για τους παρόχους, τους διαχειριστές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής.

Σύμφωνα με το UnivDatos Market Insights (2023), η αγορά προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων υγειονομικής περίθαλψης αποτιμήθηκε σε 8,7 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το έτος 2022 και αναμένεται να αυξηθεί με ισχυρό Δείκτη Μέτρησης Απόδοσης (Compound Annual Growth Rate - CAGR), περίπου 24,6% κατά την περίοδο πρόβλεψης λόγω της στροφής προς στρατηγικές διαχείρισης με βάση την αξία, τη φροντίδα και την υγεία του πληθυσμού.

Προβλεπτική ανάλυση και ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας

Η προγνωστική ανάλυση που χρησιμοποιεί δεδομένα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας έχει προχωρήσει γρήγορα την τελευταία δεκαετία. Ενώ οι μετρήσεις απόδοσης του μοντέλου έχουν βελτιωθεί σημαντικά, οι βέλτιστες πρακτικές για την εφαρμογή προγνωστικών μοντέλων σε κλινικές ρυθμίσεις για τη διαστρωμάτωση κινδύνου στο σημείο της φροντίδας εξακολουθούν να εξελίσσονται (Lee TC et.al., 2020).

Με την ευρεία υιοθέτηση του ΗΦΥ, είναι διαθέσιμες τεράστιες ποσότητες κλινικών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων σε ένα ευρύ φάσμα κλινικών εφαρμογών, όπως η πρόβλεψη μεγάλων μετεγχειρητικών επιπλοκών, η σηψαιμία, η καρδιακή ανεπάρκεια ακόμα και ο θάνατος.

Οι πιο συνηθισμένοι κλινικοί τομείς των εφαρμοσμένων προγνωστικών μοντέλων σχετίζονται βάσει βιβλιογραφίας σε θρομβωτικές διαταραχές/αντιπηκτικότητα (25%) και σήψη (16%). Οι υπολογιστικές εξελίξεις έχουν επιτρέψει στις τεχνικές μηχανικής μάθησης να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά δεδομένα των φακέλων υγείας για ιατρική διάγνωση. Η υπόσχεση αυτών των προγνωστικών μοντέλων είναι η βελτίωση της αναγνώρισης και της διαστρωμάτωσης του κινδύνου των ασθενών, διευκολύνοντας έτσι στοχευμένες παρεμβάσεις για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών. Η ενσωμάτωση αυτών των μοντέλων σε συστήματα ΗΦΥ και σε συνδυασμό με τα συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων μπορεί να επιτρέψει την πρόβλεψη κινδύνου σε πραγματικό χρόνο. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, αυτή η «τεχνολογία πρόβλεψης» είναι ο πυρήνας των αναμενόμενων εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence - AI) για τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης (Agrawal et al, 2019) (Lee TC et.al., 2020).

Η δύναμη της προγνωστικής ανάλυσης στην υγειονομική περίθαλψη:

Τα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία υγειονομικής περίθαλψης είναι η χρήση προηγμένων στατιστικών αλγορίθμων και τεχνικών μηχανικής μάθησης για την ανάλυση ιστορικών δεδομένων και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας τη δυνατότητα στους επαγγελματίες υγείας να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να προβλέψουν μελλοντικά γεγονότα και να βελτιστοποιήσουν τη φροντίδα των ασθενών. Βοηθά τους ενδιαφερόμενους φορείς με πρακτικές ιδέες, οδηγώντας τελικά σε βελτιωμένα αποτελέσματα για τους ασθενείς και λειτουργική αποτελεσματικότητα (Solfa, F., & Simonato, F. R. 2023).

Η σημασία της προγνωστικής ανάλυσης στην υγεία:

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης κατακλύζεται από τεράστιες ποσότητες δεδομένων, που κυμαίνονται από αρχεία ασθενών και ιστορικά θεραπείας έως λειτουργικά και οικονομικά δεδομένα. Η αξιοποίηση της δύναμης αυτών των δεδομένων είναι εκεί που 'λάμπει' η προγνωστική ανάλυση και προσφέρει πολλά βασικά οφέλη - κάποια εκ των οποίων αναφέρονται και σε προηγούμενη ενότητα πιο αναλυτικά - όπως (Liu *et al.*, 2019):

i. Βελτιωμένη φροντίδα ασθενών

Οι προγνωστικές αναλύσεις μπορούν να προβλέψουν κρούσματα ασθενειών, επανεισαγωγές ασθενών και πιθανές επιπλοκές στην υγεία. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να παρεμβαίνουν έγκαιρα, με πιο αποτελεσματικές θεραπείες και μειωμένα ποσοστά θνησιμότητας.

ii. Βελτιωμένη λειτουργική αποτελεσματικότητα

Οι εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων, να εξορθολογίσουν τις ροές εργασίας και να μειώσουν το κόστος μέσω προγνωστικών αναλύσεων. Αυτό οδηγεί σε μικρότερους χρόνους αναμονής, καλύτερη χρήση των πόρων και βελτιωμένες εμπειρίες ασθενών.

iii. Ανίχνευση και Πρόληψη Απάτης

Η προγνωστική ανάλυση είναι ένα ισχυρό εργαλείο που χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα για την αναγνώριση μοτίβων και την πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, παίζει κρίσιμο ρόλο στην ανίχνευση και την πρόληψη της απάτης. Αναλύοντας δεδομένα από αξιώσεις και τιμολόγια, οι προηγμένοι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να εντοπίσουν πιθανές δόλιες δραστηριότητες. Αυτό επιτρέπει στους οργανισμούς να προβλέψουν και να αποτρέψουν απάτες, προστατεύοντας το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης από οικονομικές απώλειες και διασφαλίζοντας την ακεραιότητά του.

iv. Εξατομικευμένη Ιατρική

Η προσαρμογή των θεραπειών που βασίζονται σε δεδομένα μεμονωμένων ασθενών επιτρέπει πιο αποτελεσματική και αποδοτική φροντίδα. Η προγνωστική ανάλυση μπορεί να εντοπίσει τα καταλληλότερα σχέδια θεραπείας, ελαχιστοποιώντας τις ανεπιθύμητες ενέργειες και βελτιστοποιώντας την ανάκαμψη του ασθενή.

Εφαρμογές των Προγνωστικών αναλύσεων στη Υγεία

Οι εφαρμογές των προγνωστικών αναλύσεων για την υγεία είναι τεράστιες και συνεχώς επεκτείνονται. Ακολουθούν ορισμένοι βασικοί τομείς στους οποίους έχει ουσιαστικό αντίκτυπο (Gaine solutions, 2023):

i. Πρόβλεψη και πρόληψη ασθενειών

Οι προγνωστικές αναλύσεις μπορούν να εντοπίσουν άτομα με υψηλό κίνδυνο να αναπτύξουν ορισμένες ασθένειες, επιτρέποντας προληπτικές παρεμβάσεις, όπως αλλαγές στον τρόπο ζωής ή πρώιμους προληπτικούς ελέγχους.

ii. Κατανομή πόρων

Τα νοσοκομεία μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα χρονοδιαγράμματα του προσωπικού, να διαχειριστούν τη διαθεσιμότητα κρεβατιών και να διαθέσουν πόρους με βάση την προβλεπόμενη εισροή ασθενών, μειώνοντας τον συνωστισμό και διασφαλίζοντας την έγκαιρη φροντίδα.

iii. Συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή

Η ανάλυση μπορεί να προβλέψει τη συμμόρφωση των ασθενών στα φαρμακευτικά σχήματα, επιτρέποντας στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να παρεμβαίνουν και να εκπαιδεύουν τους ασθενείς όταν είναι απαραίτητο, βελτιώνοντας τα συνολικά αποτελέσματα υγείας.

iv. Διαχείριση Υγείας Πληθυσμού

Αναλύοντας μεγάλα σύνολα δεδομένων, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να εντοπίσουν τάσεις και παράγοντες κινδύνου σε συγκεκριμένους πληθυσμούς, διευκολύνοντας στοχευμένες πρωτοβουλίες δημόσιας υγείας και προληπτικά μέτρα.

v. Χρηματοοικονομική Πρόβλεψη

Τα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να χρησιμοποιούν προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία για να προβλέψουν τις ροές εσόδων, να σχεδιάζουν τον προϋπολογισμό αποτελεσματικά και να λάβουν οικονομικές αποφάσεις βάσει δεδομένων, διασφαλίζοντας μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα.

Το μέλλον της Προβλεπτικής ανάλυσης στο χώρο της Υγείας

Λόγω της τεχνολογικής προόδου, το μέλλον των αναλύσεων πρόβλεψης στην υγειονομική περίθαλψη είναι απίστευτα υποσχόμενο. Ακολουθούν ορισμένες αναφορές των εξελίξεων (UnivDatos Market Insights, 2023):

- i. Ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης: Η τεχνητή νοημοσύνη θα διαδραματίσει ακόμη πιο σημαντικό ρόλο στην προγνωστική ανάλυση, ενισχύοντας την ακρίβεια και επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.
- ii. Βελτιστοποίηση Τηλεϊατρικής: Οι προγνωστικές αναλύσεις θα βοηθήσουν στη βελτίωση των υπηρεσιών τηλε-υγείας (Telehealth), διασφαλίζοντας αποτελεσματική εικονική παροχή φροντίδας και ικανοποίηση των ασθενών.
- iii. Γενετική Αναλυτική (Genomic Analytics): Ο συνδυασμός γενετικών δεδομένων με την προγνωστική ανάλυση στοιχείων θα φέρει επανάσταση στην εξατομικευμένη ιατρική, οδηγώντας σε εξαιρετικά προσαρμοσμένα σχέδια θεραπείας.
- iv. Προληπτική Φροντίδα: Τα συστήματα θα στραφούν προς την προληπτική φροντίδα και με την βοήθεια των προβλέψεων θα εντοπίζονται οι κίνδυνοι πριν εκδηλωθούν.
- v. Παγκόσμιες πρωτοβουλίες για την υγεία: Οι προγνωστικές αναλύσεις θα βοηθήσουν στη άμεση αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων υγείας, όπως οι πανδημίες, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση και την ταχεία ανταπόκριση.

Συμπερασματικά, η προγνωστική ανάλυση της υγειονομικής περίθαλψης δεν είναι απλώς μια λέξη-κλειδί, είναι μια μεταμορφωτική δύναμη που αναδιαμορφώνει την παροχή υγειονομικής περίθαλψης. Η ικανότητά του να προβλέπει, να αποτρέπει και να βελτιστοποιεί έχει τη δυνατότητα να σώσει ζωές, να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης. Καθώς ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης συνεχίζει να εξελίσσεται, η υιοθέτηση προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων θα είναι ζωτικής σημασίας για να παραμείνουν οι πάροχοι υγείας ανταγωνιστικοί και να παρέχουν βέλτιστη φροντίδα στους ασθενείς.

4.1.5 Ο ρόλος της ανάλυσης δεδομένων υγείας στον εντοπισμό και την πρόληψη της απάτης

Η απάτη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνει διάφορες παράνομες δραστηριότητες, όπως απάτες τιμολόγησης, κλοπή στοιχείων (ταυτότητας, ευαίσθητων δεδομένων υγείας, ιατρικών και ασφαλιστικών αρχείων) περιττές ιατρικές διαδικασίες, απάτη με συνταγογραφούμενα φάρμακα κ.ά.. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η απάτη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης κοστίζει μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες

περίπου 68 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, γεγονός που προκαλεί την ανησυχία των ασφαλιστών, των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και των ασθενών (Bauder, Khoshgoftaar & Seliya, 2017).

Για την αποτελεσματική καταπολέμηση αυτού του ζητήματος και ενίσχυση της ασφάλειας, οι οργανισμοί αξιοποιούν τη δύναμη της ανάλυσης δεδομένων και των τεχνολογικών προόδων για να εντοπίσουν και να αποτρέψουν τις δόλιες δραστηριότητες προτού προκαλέσουν σημαντική βλάβη. Ακολουθούν ορισμένοι τρόποι με τους οποίους η ανάλυση δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης φέρνει την επανάσταση (Bauder, et al, 2017) (Raghupathi & Raghupathi, 2014) (Davenport & Kalakota, 2019):

i. Ανίχνευση – Πρόληψη απάτης

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ανάλυσης δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης είναι η ικανότητά της να εντοπίζει ανωμαλίες σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης που μπορεί να υποδηλώνουν δόλιες δραστηριότητες. Αξιοποιώντας προηγμένα εργαλεία και μεθόδους ανάλυσης, μπορεί να αναγνωριστούν μοτίβα στα δεδομένα χρέωσης που εγείρουν υποψίες. Οι αλγόριθμοι μπορούν να εντοπίσουν ακραίες τιμές και πιθανές περιπτώσεις απάτης που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν από τον άνθρωπο. Η ανάλυση δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο καθώς βοηθά τους οργανισμούς υγείας να διερευνήσουν προληπτικά ύποπτες δραστηριότητες και προστατεύει τους ασφαλιστικούς φορείς και τους ασθενείς από οικονομική απώλεια.

ii. Προσδιορισμός κατάχρησης και σπατάλης - Εξοικονόμηση κόστους

Με τις αναλύσεις στοιχείων μπορούν να ανακαλυφθούν περιπτώσεις κατάχρησης, σπατάλης και αναποτελεσματικότητας εντός του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να εντοπιστούν περιττές θεραπείες, διπλές χρεώσεις ή διογκωμένα κόστη, βοηθώντας τους οργανισμούς να μειώσουν τις αναποτελεσματικές πρακτικές και να μειώσουν το κόστος. Ο εντοπισμός των ανωτέρω βοηθά τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να μειώσουν τα περιττά έξοδα και να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων.

iii. Ανάλυση Δικτύου - τάσεων

Η απάτη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης συχνά περιλαμβάνει πολύπλοκα δίκτυα ατόμων ή οργανισμών που συνεργάζονται για να εξαπατήσουν το σύστημα. Με την παρακολούθηση των δεδομένων με την πάροδο του χρόνου, καταγράφονται οι αναδυόμενες τάσεις και μοτίβα που μπορεί να υποδηλώνουν πιθανές δόλιες δραστηριότητες. Για παράδειγμα, ξαφνικές αιχμές σε μια συγκεκριμένη διαδικασία ή θεραπεία μπορεί να υποδηλώνουν απάτη ή κατάχρηση. Οι τεχνικές ανάλυσης δεδομένων μπορούν να αποκαλύψουν αυτά τα περίπλοκα δίκτυα αναλύοντας τις σχέσεις και τις συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών σημείων δεδομένων. Κατανοώντας τη δομή του δικτύου, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να εντοπίσουν

πιθανά κυκλώματα απάτης και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για να διαταράξουν τις λειτουργίες τους.

iv. Παρακολούθηση συμμόρφωσης σε πραγματικό χρόνο

Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο είναι ζωτικής σημασίας για τον εντοπισμό και την πρόληψη της απάτης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Αναλύοντας συνεχώς δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης σε πραγματικό χρόνο, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίσουν παράνομες δραστηριότητες καθώς συμβαίνουν και να λάβουν άμεσα μέτρα. Ακόμη δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθούνται στενά τα ρυθμιστικά πρότυπα και να διασφαλίζεται ότι οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης τα τηρούν. Ο εντοπισμός τυχόν κενών συμμόρφωσης, μπορεί να βοηθήσει στην αποτροπή δόλιων πρακτικών.

Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, η ανάλυση δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης αναμένεται να γίνει ακόμη πιο περίπλοκη. Είναι αναγκαίο επομένως να υιοθετηθούν οι παρακάτω βασικές τάσεις:

1. Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση: Καθώς οι τεχνολογίες προχωρούν, οι αναλυτές δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να αξιοποιήσουν αυτά τα εργαλεία για τον εντοπισμό απάτης σε πραγματικό χρόνο, τη βελτίωση της ακρίβειας και την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών.
2. Προγνωστική ανάλυση: Αναλύοντας ιστορικά δεδομένα, οι αναλυτές έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν προγνωστικά μοντέλα για να προβλέψουν πιθανές δόλιες συμπεριφορές, επιτρέποντας προληπτικά μέτρα για τον μετριασμό των κινδύνων.
3. Τεχνολογία Blockchain¹: Η αποκεντρωμένη φύση της τεχνολογίας blockchain υπόσχεται ασφαλή και διαφανή διαχείριση δεδομένων, καθιστώντας πιο δύσκολο για

¹ Η τεχνολογία blockchain είναι μια καινοτόμος μορφή κατακεντρωμένης βάσης δεδομένων που συνδέεται συχνά με τα κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin. Πρόκειται για ένα αποκεντρωμένο σύστημα αποθήκευσης και επιβεβαίωσης συναλλαγών, το οποίο δεν ελέγχεται από μία κεντρική αρχή, αλλά από ένα δίκτυο υπολογιστών παγκοσμίως. Αντί για έναν κεντρικό διαχειριστή, όπως μια τράπεζα, η επίβλεψη και η επιβεβαίωση των εγγραφών γίνονται από την κοινότητα των χρηστών του δικτύου.

Μία από τις βασικές καινοτομίες της τεχνολογίας blockchain είναι ότι κάθε νέα συναλλαγή συνδέεται με τις προηγούμενες, σχηματίζοντας μια αλυσίδα από δεδομένα, την οποία αποκαλούμε αλυσίδα μπλοκ ή blockchain. Κάθε φορά που πραγματοποιείται μια νέα συναλλαγή, αυτή ελέγχεται από αλγορίθμους και, μόλις επιβεβαιωθεί, προστίθεται στην αλυσίδα, διατηρώντας έτσι ένα ασφαλές και αδιάβλητο αρχείο όλων των συναλλαγών.

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του blockchain είναι η αποκεντρωμένη φύση του. Σε αντίθεση με τις κεντροποιημένες βάσεις δεδομένων που βρίσκονται σε έναν μεμονωμένο διακομιστή, το blockchain κατανέμεται στους χρήστες του δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι καμία οντότητα δεν μπορεί να έχει πλήρη έλεγχο του δικτύου ή να τροποποιήσει τις συναλλαγές χωρίς τη συναίνεση του δικτύου.

Τέλος, το blockchain δεν χρησιμοποιείται μόνο για συναλλαγές, αλλά μπορεί να λειτουργήσει και ως μητρώο και κατάλογος περιουσιακών στοιχείων, προσφέροντας δυνατότητες για ασφαλή καταγραφή και επιβεβαίωση οποιασδήποτε μορφής δεδομένων ή περιουσιακών στοιχείων σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο. Sarmah, S.S., (2018).

τους απατεώνες να χειραγωγήσουν ή να παραβιάσουν τα αρχεία υγειονομικής περίθαλψης.

Συμπερασματικά, οι αναλυτές δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης με την βοήθεια της τεχνολογίας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προστασία του κλάδου από την απάτη. Αναλύοντας τεράστιες ποσότητες δεδομένων, εντοπίζοντας πρότυπα και ανιχνεύοντας ανωμαλίες, αυτοί οι ειδικοί συμβάλλουν στην πρόληψη της απάτης, στην εξοικονόμηση κόστους και στη βελτιωμένη φροντίδα των ασθενών.

Όσο η απάτη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης συνεχίζει να εξελίσσεται, τόσο αυξάνεται η ανάγκη για βελτιωμένες τεχνολογίες και τεχνικές για την καταπολέμησή της. Η ανάλυση δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης θα προσφέρει μεγαλύτερες ευκαιρίες στον εντοπισμό απάτης στο μέλλον παρέχοντας στους οργανισμούς τις γνώσεις και τα εργαλεία που χρειάζονται για να παραμείνουν μπροστά από τους εγκληματίες. Αγκαλιάζοντας αυτές τις εξελίξεις και εφαρμόζοντας ισχυρές στρατηγικές ανάλυσης δεδομένων, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να προστατεύσουν τους οικονομικούς τους πόρους, να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και να παρέχουν ποιοτική φροντίδα στους ασθενείς τους.

4.2 Παραδείγματα Ανάλυσης Big Data στην Υγεία

Υπάρχουν πολλές πρωτοβουλίες που εκμεταλλεύονται την δύναμη της ανάλυσης της πληροφορίας των Big Data στον τομέα της υγείας. Κάποια από τα παραδείγματα αναφέρονται παρακάτω:

- Propeller Health (ή Asthmapolis), για ασθενείς με άσθμα και χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις (Kumar, et al., 2020), (Propeller Health, 2020):



Εικόνα 5 : Έξυπνη συσκευή εισπνοής Asthmapolis

Πηγή: <https://www.mobihealthnews.com/25255/asthmapolis-now-propeller-moves-beyond-asthma>

Η Asthmapolis, είναι μια εταιρεία έξυπνων συσκευών εισπνοής με έδρα το Μάντισον-Ουισκόνσιν. Ξεκίνησε με την θεραπεία άσθματος και τη χαρτογράφηση GPS. Στο άμεσο μέλλον αναφέρεται ότι θα συμπεριλάβει και τη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), μια πάθηση των πνευμόνων παρόμοια με το άσθμα, που είναι πιο πιθανό να πλήξει έναν ηλικιωμένο πληθυσμό.

Για τη θεραπεία του άσθματος, η εταιρεία δημιούργησε έναν καταγραφέα τοποθεσίας με "global positioning system" (GPS) που παρακολουθεί τη χρήση της συσκευής εισπνοής "inhaler" από τους ασθενείς. Ένα μικρό καπάκι τοποθετείται στο πάνω μέρος της συσκευής και λειτουργεί ως αισθητήρας, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες. Ο ασθενής όταν πάσχει από κρίση άσθματος και χρησιμοποιεί την συσκευή, καταγράφονται η ώρα και η θέση του και οι πληροφορίες μεταφέρονται σε ένα συγκεκριμένο ιστότοπο. Αυτά τα δεδομένα είναι στη συνέχεια διαθέσιμα στο Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νόσων (Center for Disease Control - CDC). Το CDC στη συνέχεια διεξάγει έρευνα για τον λόγο και ποια αλλεργιογόνος πηγή προκάλεσε την κρίση άσθματος στον ασθενή. Έτσι, όλα τα σχετικά δεδομένα συγκεντρώνονται μέσω της συσκευής. Το όφελος για τον χρήστη αυτής της συσκευής είναι ότι μπορεί να δημιουργήσει μια αναφορά για τις κρίσεις του και θα είναι ενήμερος για τον πηγαίο παράγοντα που την προκαλεί. Έτσι, ο ασθενής θα είναι έτοιμος για να αντιμετωπίσει μια επόμενη κρίση με όλα τα προληπτικά μέτρα για το άσθμα. Παράλληλα οι θεράποντες ιατροί μπορούν να έχουν γνώση των πραγματικών αναφορών των ασθενών τους, να τους παρακολουθούν τακτά και να τους παρέχουν καλύτερη διάγνωση – θεραπεία.

- Καταπολέμηση γρίπης, πανδημιών, ασθενειών (Belle, et al., 2015) (Smolinski MS, et al , 2015) (Ending pandemics,2024):



Εικόνα 6: Χάρτης παγκόσμιων εστιών ασθενειών

Πηγή: <https://endingpandemics.org/>

Το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νόσων (CDC) έχει γίνει ισχυρός πυλώνας στον τομέα των μεγάλων δεδομένων για τη γρίπη. Κάθε εβδομάδα, λαμβάνει χιλιάδες αναφορές για τη γρίπη.

Όλες αυτές οι αναφορές περιλαμβάνουν τον λόγο ασθένειας, ποιες είναι οι θεραπείες του προσφέρονται και εάν είναι

αποτελεσματικές. Οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες προς το κοινό. Οι γιατροί επωφελούνται από αυτό, αποκτώντας μια πιο σαφή εικόνα για το πώς και γιατί εξαπλώνεται μια ασθένεια σε παγκόσμια κλίμακα. Βοηθά τους φροντιστές να λάβουν πληροφορίες σχετικά με τα διαθέσιμα εμβόλια και άλλα αντιϊκά φάρμακα που μπορούν να δοθούν στους ασθενείς για την ταχύτερη ανάρρωσή τους. Αυτή η εφαρμογή των μεγάλων δεδομένων δεν περιορίζεται μόνο στη χρήση των γιατρών, αλλά και ο ίδιος ο ασθενής μπορεί να βοηθηθεί για καλύτερη ανάρρωση.

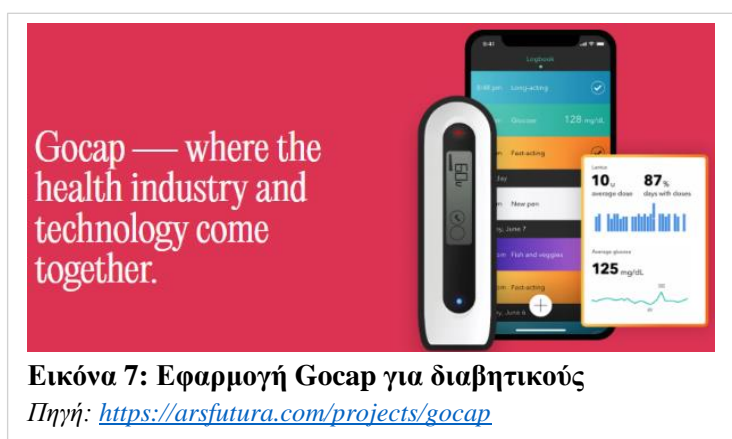
Στην Αυστραλία, ένα παρόμοιο σύστημα, το FluTracking, ξεκίνησε το 2006 και επεκτάθηκε σε εθνικό επίπεδο το 2007, συλλέγοντας πληροφορίες για συμπτώματα του ILI και την κατάσταση εμβολιασμού. Το FluTracking χρησίμευσε ως εργαλείο για την παρακολούθηση της γρίπης κατά την πανδημία H1N1 του 2009 και αποτέλεσε ένα μέτρο για την αποτελεσματικότητα του εμβολίου σε μελέτη που ακολούθησε τα έτη 2007 έως 2009. Άλλα παρόμοια συστήματα όπως το Reporta στο Μεξικό και Dengue na Web στη Βραζιλία για το δάγκειο πυρετό ή άλλων ασθενειών είναι εξαιρετικά παραδείγματα του πώς η τεχνολογία μπορεί να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση της παρακολούθησης και της αντίδρασης στη δημόσια υγεία.

Ένα ακόμα παράδειγμα ανάλυσης μεγάλων δεδομένων είναι η εφαρμογή Flu Near You (FNY), η οποία αναπτύχθηκε από το Skoll Global Threats Fund και την American Public Health Association. Το FNY κινητοποιεί τους χρήστες να καταχωρούν τα συμπτώματά τους προτού αισθανθούν πλήρως άρρωστοι, έτσι ώστε να επιτρέπει τη σωστή διάγνωση σε πολύ πρώιμο στάδιο. Το σύστημα παρέχει εβδομαδιαίες αναφορές συμπτωμάτων και συγκρίνει τα δεδομένα με πληροφορίες από το CDC και το Google Flu Trends μέσω χαρτών και γραφημάτων. Μια από τις αδυναμίες της εφαρμογής είναι ότι, αν ορισμένοι χρήστες εισάγουν λανθασμένες ή εσφαλμένες πληροφορίες, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες διαγνώσεις, επηρεάζοντας αρνητικά και άλλους χρήστες. Παρά την πιθανότητα εσφαλμένων δεδομένων, η εφαρμογή επωφελείται από τη χρήση κοινωνικών μέσων και βοηθά

στην ταχεία ανάρρωση από την ασθένεια, ενώ ενισχύει τη δημόσια υγεία με την παροχή ελεύθερων, ανοιχτών και έγκαιρων δεδομένων για την δραστηριότητα της γρίπη.

Κάθε σύστημα έχει αποδείξει την ικανότητά του να παρέχει τόσο στο γενικό κοινό όσο και στις υγειονομικές αρχές έγκαιρες πληροφορίες για τις τάσεις των ασθενειών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, επιπλέον δεδομένα για την κάλυψη εμβολιασμού και τους παράγοντες κινδύνου για τις ασθένειες.

- Διαβήτη και μεγάλα δεδομένα (Bahri, S., et al 2019) (R. Nambiar, et al, 2013):



Στην επανάσταση των μεγάλων δεδομένων, οι ασθενείς με διαβήτη έχουν επίσης επωφεληθεί σημαντικά.

Η εταιρεία Common Sensing έχει αναπτύξει την εφαρμογή GoCap, η οποία αποτελεί καινοτόμο λύση για την παρακολούθηση της θεραπείας

διαβητικών ασθενών. Το GoCap είναι ένα ανταλλακτικό καπάκι που τοποθετείται σε προγεμισμένες συσκευές τύπου πέννας ινσουλίνης και είναι ικανό να καταγράφει όχι μόνο τη δόση ινσουλίνης που λαμβάνεται καθημερινά, αλλά και την ακριβή ώρα χορήγησής της. Η τεχνολογία Bluetooth χρησιμοποιείται για τη μετάδοση αυτών των δεδομένων σε κινητές συσκευές ή συνδεδεμένα γλυκόμετρα. Τα δεδομένα που συλλέγονται επιτρέπουν στον ασθενή και στα άλλα μέλη της ομάδας φροντίδας να έχουν πρόσβαση σε αυτά. Αυτή η προσβασιμότητα των δεδομένων επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να εντοπίζουν πιθανά προβλήματα και να καθορίζουν την κατάλληλη διάγνωση. Επιπλέον, τα δεδομένα ροής ενδέχεται να μεταφερθούν στους παρόχους φροντίδας, που θα είναι σε θέση να ανιχνεύσουν τυχόν ζητήματα υγειονομικής περίθαλψης και να προχωρήσουν σε ενέργειες, όπως η διακοπή της θεραπείας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Με αυτόν τον τρόπο, το GoCap ενσωματώνει τεχνολογίες δεδομένων για τη βελτίωση της παρακολούθησης της θεραπείας, καθιστώντας τα δεδομένα πιο προσβάσιμα και αξιοποιήσιμα για την αποτελεσματική διαχείριση του διαβήτη.

Μια άλλη τεχνολογία που έχει προκύψει με τον συνδυασμό του διαβήτη και των Μεγάλων Δεδομένων υποστηρίζεται από την Allazo Health, μια εταιρεία που επικεντρώνεται στην παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης και τεχνολογίας για τη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των ανθρώπων. Η εταιρεία αναπτύσσει ψηφιακές λύσεις που βοηθούν στη διαχείριση χρόνιων παθήσεων, όπως ο διαβήτης, μέσω της χρήσης προβλεπτικής ανάλυσης, εφαρμογών και άλλων εργαλείων.

- Aetna² και GNS Healthcare³ για την πρόβλεψη ασθενών με κίνδυνο για μεταβολικό σύνδρομο (Fierce Pharma , 2012), (Dhamdhere, P., et al, 2016):



Η GNS Healthcare ανακοίνωσε το 2012 ένα πρόγραμμα με την Aetna που στοχεύει στη θεραπεία και την πρόληψη του μεταβολικού συνδρόμου, το οποίο αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιακών παθήσεων, εγκεφαλικού και διαβήτη.

Η GNS ανέπτυξε μια τεχνολογία που ονομάζεται "Reverse Engineering and Forward Simulation" (REFS), δηλαδή μια τεχνολογική διαδικασία που περιλαμβάνει την ανάλυση ενός συστήματος ή μιας δομής για την αντίληψη της λειτουργίας της και στη συνέχεια την ανασύσταση (αντιστροφή μηχανική) ή την προσομοίωση των πιθανών εξελίξεών της στο μέλλον (προσομοίωση προς τα εμπρός) και χρησιμοποιείται για την κατανόηση ή τη βελτιστοποίηση συστημάτων, διερεύνηση πιθανών σεναρίων και λήψη αποφάσεων. Η πλατφόρμα REFS βοηθά στον εντοπισμό των μελών που κινδυνεύουν από κάποια διαταραχή νωρίτερα, αξιολογεί τα μέλη που έχουν ήδη το σύνδρομο και εντοπίζει την κατάλληλη θεραπεία για κάθε άτομο.

Η Aetna, ως διαχειριστική εταιρεία υγειονομικής περίθαλψης, ενδιαφέρεται για εξατομικευμένες παρεμβάσεις που μπορούν να μειώσουν το κόστος και τους κινδύνους που σχετίζονται με το μεταβολικό σύνδρομο. Συγκεκριμένα, τα εργαστήρια καινοτομίας της Aetna συνεργάστηκαν με την GNS για τη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων βασισμένων σε αναλύσεις «Big Data» από 37.000 μέλη ενός πελάτη της Aetna. Οι πληροφορίες περιλάμβαναν ιατρικές και φαρμακευτικές απαιτήσεις, δημογραφικά στοιχεία, εργαστηριακές εξετάσεις και αποτελέσματα βιομετρικών

² Η Aetna Inc. είναι αμερικανική εταιρεία διαχείρισης υγειονομικής περίθαλψης που προσφέρει ασφάλιση υγείας και σχετικές υπηρεσίες, όπως ιατρικές, φαρμακευτικές, οδοντιατρικές, συμπεριφορικής υγείας, μακροχρόνιας φροντίδας και αναπηρίας, κυρίως μέσω ασφαλιστικών και προγραμμάτων επιδόματος που πληρώνονται από τον εργοδότη (πλήρως ή εν μέρει) και μέσω του προγράμματος Medicare (Fierce Pharma , 2012).

³ Η Gene Network Sciences (GNS) ιδρύθηκε το 2000 με εστίαση στη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων γονιδίων και πρωτεϊνών, κυρίως για την ανακάλυψη θεραπειών κατά του καρκίνου. Το 2010, ιδρύθηκε η θυγατρική GNS Healthcare για να εφαρμόσει τις μεθόδους ανάλυσης δεδομένων που ανέπτυξε η GNS σε βιομηχανίες όπως η υγειονομική περίθαλψη, η ασφάλιση υγείας, η διαχείριση φαρμακευτικών παροχών και η πληροφορική υγείας. Η GNS Healthcare χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση και στατιστικά μοντέλα για να προβλέπει αποτελέσματα σεναρίων «τι θα γινόταν αν», βοηθώντας στον καθορισμό της βέλτιστης θεραπείας τόσο για μεμονωμένους ασθενείς όσο και για το σύστημα υγείας (Fierce Pharma , 2012) , (Dhamdhere, P., et al, 2016).

ελέγχων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για να προβλεφθεί ο κίνδυνος μεταβολικού συνδρόμου σε ατομικό και πληθυσμιακό επίπεδο.

Χρησιμοποιώντας πληροφορίες υγείας από την Aetna, το REFS δημιουργεί μοντέλα τα οποία θα καθορίσουν τον κίνδυνο ενός ατόμου να αναπτύξει μεταβολικό σύνδρομο. Έχει βρεθεί ότι ένα άτομο κατατάσσεται στους πάσχοντες από το σύνδρομο εάν έχει τρεις ή περισσότερες από τις ακόλουθες πέντε καταστάσεις:

- μεγάλη περίμετρος μέσης
- υψηλή πίεση του αίματος
- υψηλά τριγλυκερίδια
- χαμηλή HDL (High-density lipoprotein) ή αλλιώς «καλή» χοληστερόλη
- υψηλό σάκχαρο στο αίμα

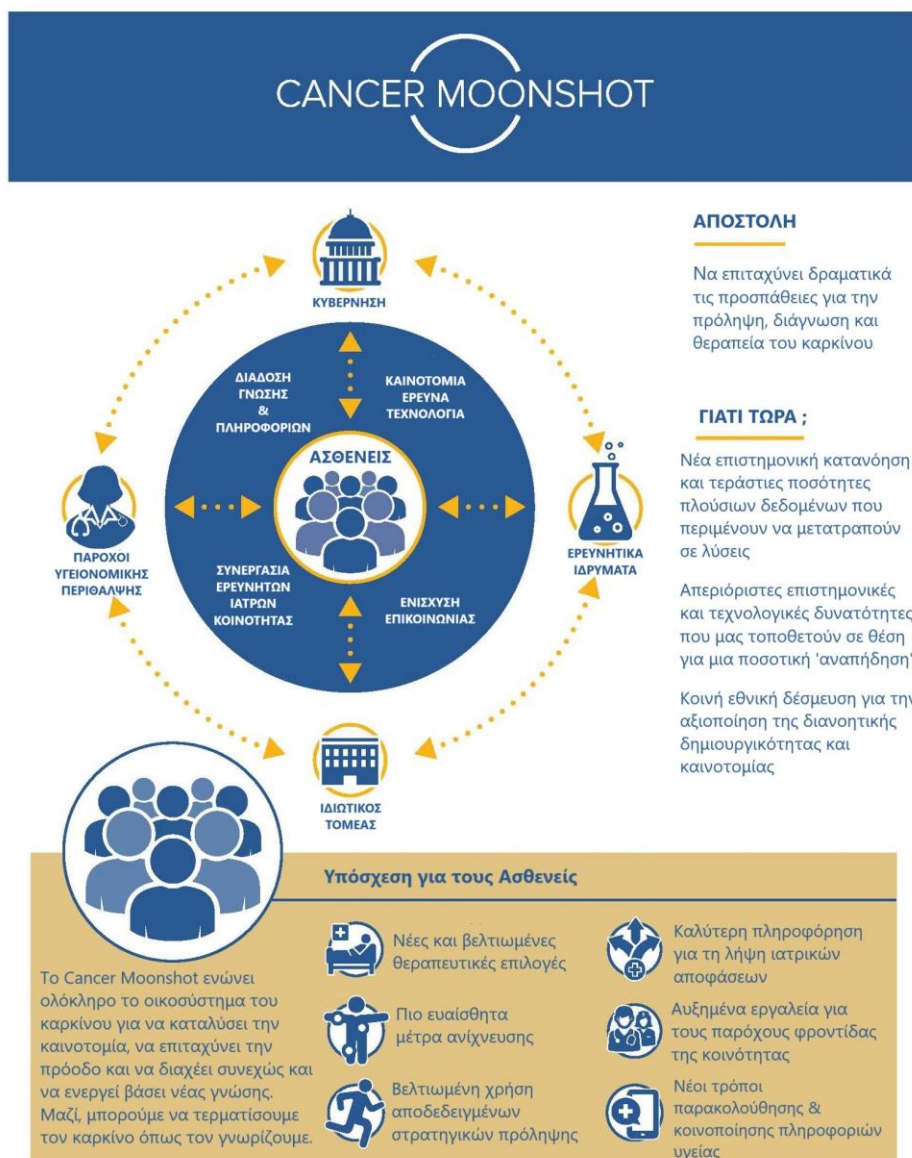
Σύμφωνα με τις προβλέψεις του REFS, άτομα που εμφανίζουν έναν ή δύο από αυτούς τους παράγοντες βρίσκονται σε κίνδυνο και το μοντέλο μπορεί να προβλέψει ποια πάθηση πιθανότατα θα αναπτύξουν στη συνέχεια και πόσο γρήγορα, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση. Για παράδειγμα, το μοντέλο μπορεί να εντοπίσει ότι κάποιος με υψηλά τριγλυκερίδια και χαμηλή HDL πιθανότατα θα εμφανίσει υψηλή αρτηριακή πίεση εντός 12 μηνών, χωρίς παρέμβαση. Για τη βελτίωση ή την εξάλειψη των παραγόντων κινδύνου, το μοντέλο αντιστοιχίζει στη συνέχεια κάθε μέλος με συγκεκριμένες παρεμβάσεις που είναι πιο αποτελεσματικές για τη συγκεκριμένη πάθηση. Το REFS μοντέλο όχι μόνο προσδιορίζει τη συσχέτιση δεδομένων, αλλά επισημαίνει επίσης τις υποκείμενες αιτιώδεις σχέσεις. Οι μέθοδοι επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων μπορούν να προσδιορίσουν τα άτομα που βρίσκονται σε κίνδυνο και να εντοπίσουν την πιο αποτελεσματική παρέμβαση για κάθε ένα από αυτά. Η Aetna προσφέρει πολλά προγράμματα για να βοηθήσει τα μέλη της να κατανοήσουν τους κινδύνους και να λάβουν μέτρα για τη βελτίωση της υγείας τους. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, θα υπάρχει γνώση πολύ γρήγορα για το ποια από αυτές τις στρατηγικές λειτουργεί καλύτερα για συγκεκριμένα μέλη και θα γνωρίζει η εταιρεία πού μπορεί να κάνει βελτιώσεις ή να δημιουργήσει νέα προγράμματα για να βοηθήσει τα μέλη της.

Η πλατφόρμα MAX της GNS Healthcare, με τη δυνατότητα να ενσωματώνει μεγάλα και διαφορετικά σύνολα δεδομένων, όπως ιατρικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία, χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εξατομικευμένων παρεμβάσεων, όπως προγράμματα άσκησης και διαχείρισης βάρους, που στοχεύουν στη μείωση του κινδύνου. Αυτές οι παρεμβάσεις επιδιώκουν όχι μόνο τη βελτίωση της υγείας των μελών, αλλά και τη μεγιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης επένδυσης (Return on Investment - ROI), βελτιώνοντας ταυτόχρονα τα κλινικά αποτελέσματα. Συνολικά, οι πληροφορίες και τα μοντέλα της GNS χρησιμοποιούνται για να προβλεφθούν τα κλινικά αποτελέσματα των παρεμβάσεων και να εντοπιστούν οι πιο αποδοτικές στρατηγικές πρόληψης και θεραπείας του μεταβολικού συνδρόμου, συμβάλλοντας τόσο στη βελτίωση της υγείας των ατόμων όσο και στη μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης.

Τέλος σημειώνεται ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα μοντέλα είναι ασφαλή και συμμορφώνονται με την ισχύουσα νομοθεσία περί απορρήτου.

- Το πρόγραμμα Cancer Moonshot για τη θεραπεία του καρκίνου (Hsu, 2017), (Sharpless, et al., 2021):

Το πρόγραμμα Cancer Moonshot είναι ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της ανάλυσης Big Data. Μια πρωτοβουλία που ξεκίνησε στις ΗΠΑ το 2016 με στόχο την επιτάχυνση της επιστημονικής ανακάλυψης στον τομέα του καρκίνου, την προώθηση μεγαλύτερης συνεργασίας και τη βελτίωση της ανταλλαγής δεδομένων. Επόμενος στόχος του είναι η μείωση του ποσοστού θνησιμότητας από καρκίνο κατά τουλάχιστον 50% τα επόμενα 25 χρόνια και η βελτίωση της εμπειρίας των ανθρώπων και των οικογενειών τους που ζουν και επιβιώνουν από καρκίνο.



Εικόνα 9: πρόγραμμα Cancer Moonshot

Πηγή: <https://www.jhscipolgroup.org/blog-1/2017/8/29/a-researchers-guide-to-the-cancer-moonshot>

Πίνακας 2: Επισκόπηση του Cancer Moonshot
3 στόχοι: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Επιτάχυνση της επιστημονικής ανακάλυψης στον καρκίνο ▪ Προώθηση μεγαλύτερης συνεργασίας ▪ Βελτίωση της ανταλλαγής δεδομένων
4 διατομικές δυνατότητες: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ενισχυμένη ανταλλαγή δεδομένων ▪ Αντιμετώπιση των ανισοτήτων στην υγεία του καρκίνου ▪ Δημοσιεύσεις ανοιχτής πρόσβασης ▪ Συνεργασία και δίκτυα
12 προτεραιότητες: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Δημιουργία δικτύου για άμεση εμπλοκή ασθενών ▪ Δημιουργία δικτύου ανοσοθεραπείας για ενήλικες ▪ Δημιουργία δικτύου ανακάλυψης και ανάπτυξης ανοσοθεραπείας για παιδιά ▪ Ανάπτυξη μεθόδων για την υπέρβαση της αντίστασης του καρκίνου στη θεραπεία ▪ Δημιουργία ενός εθνικού οικοσυστήματος δεδομένων καρκίνου ▪ Ενίσχυση της έρευνας στους κύριους παράγοντες των καρκίνων της παιδικής ηλικίας ▪ Ελαχιστοποίηση των εξουθενωτικών παρενεργειών της θεραπείας του καρκίνου ▪ Πρόληψη και πρόωμη ανίχνευση κληρονομικών καρκίνων ▪ Επέκταση της χρήσης αποδεδειγμένων στρατηγικών πρόληψης και πρόωμης ανίχνευσης του καρκίνου ▪ Αναδρομική ανάλυση δεδομένων ασθενών και βιοδειγμάτων ▪ Δημιουργία ανθρωπίνων τοπογραφιών όγκων ▪ Ανάπτυξη νέων ενισχυτικών τεχνολογιών καρκίνου
Πηγή: https://www.jhscipolgroup.org/blog-1/2017/8/29/a-researchers-guide-to-the-cancer-moonshot

Το πρόγραμμα αυτό αποσκοπεί στο να μετατρέψει το σύστημα φροντίδας του καρκίνου σε σύστημα μάθησης μέσα από τις εμπειρίες των περισσότερων ασθενών, εκμεταλλευόμενοι τη δύναμη των πραγματικών δεδομένων για την επιτάχυνση του ρυθμού των νέων θεραπειών, τη βελτίωση της ποιότητας υγειονομικής περίθαλψης και των αποτελεσμάτων των ασθενών. Οι ποικίλες προσωπικές εμπειρίες των νοσούντων αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικά δεδομένα που μπορούν να βοηθήσουν μελλοντικούς ασθενείς.

Αυτή η προσέγγιση έχει οδηγήσει στη δημιουργία καινοτόμων πρωτοβουλιών, όπως το δίκτυο ολοκληρωμένων και λεπτομερών χαρτών των ανθρωπίνων όγκων (Human Tumor Atlas Network - HTAN)⁴ και το Δίκτυο Έρευνας Δεδομένων Καρκίνου (Cancer

⁴ Το HTAN είναι ένα ερευνητικό δίκτυο που επικεντρώνεται στη δημιουργία λεπτομερών "άτλαντων" για όγκους καρκίνου. Ο άτλαντας περιλαμβάνει πολλαπλές μορφές δεδομένων, όπως μοριακά, γενετικά και κυτταρικά χαρακτηριστικά, με σκοπό την κατανόηση της αλληλεπίδρασης των όγκων με το μικροπεριβάλλον τους. Στόχοι του HTAN: 1) Χαρτογράφηση της προόδου των όγκων από την αρχική φάση μέχρι την προχωρημένη νόσο 2) Καταγραφή των μικροπεριβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων που επηρεάζουν την ανάπτυξη και εξάπλωση του καρκίνου, 3) Δημιουργία ανοιχτής βάσης δεδομένων που θα βοηθήσει την επιστημονική κοινότητα να αναπτύξει νέες στρατηγικές για τον καρκίνο (Sharpless, et al., 2021).

Immune Monitoring and Analysis Center-Cancer Immunologic Data Commons - CIMAC-CIDC)⁵, που εστιάζουν στην κατανόηση της βιολογίας του καρκίνου και στην ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπειών. Επιπλέον, πρωτοβουλίες όπως το Patient-Derived Xenograft Network (PDXNet)⁶ παρέχουν πρότυπες και αξιόπιστες προσομοιώσεις καρκινικών μοντέλων, διευκολύνοντας την έρευνα και την κλινική εφαρμογή.

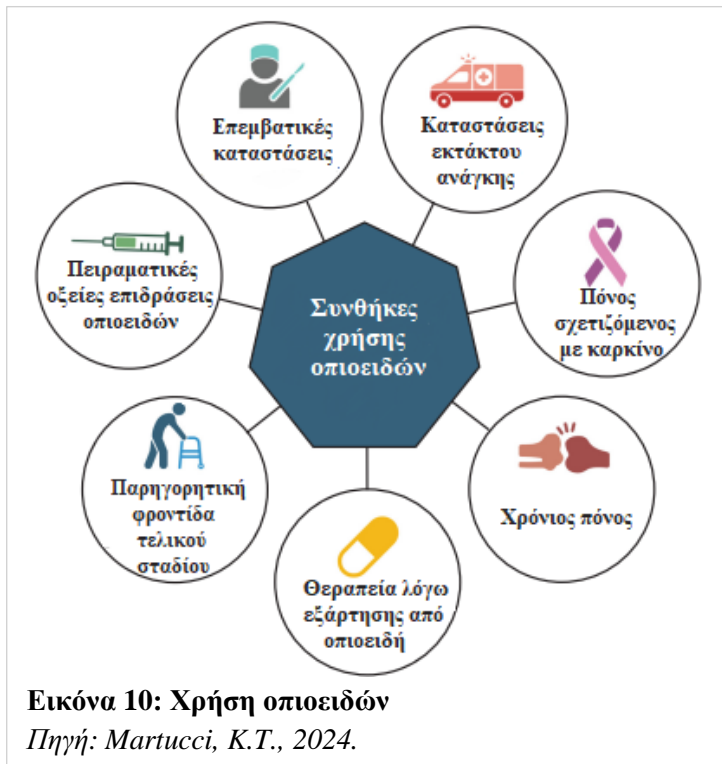
Το Cancer Moonshot επίσης εστιάζει στη μείωση των ανισοτήτων στη φροντίδα υγείας, υποστηρίζοντας υποεκπροσωπούμενες πληθυσμιακές ομάδες και αναπτύσσοντας στρατηγικές για τη διαχείριση των συμπτωμάτων κατά τη διάρκεια και μετά τη θεραπεία. Μέσω της συνεργασίας με την κοινότητα και των εκστρατειών ευαισθητοποίησης, το πρόγραμμα στοχεύει στη βελτίωση της πρόσβασης στη φροντίδα και των δυνατοτήτων πρόληψης του καρκίνου. Αυτή η εφαρμογή δημιουργήθηκε κυρίως για τη θεραπεία ατόμων που πάσχουν από καρκίνο. Χρησιμοποιώντας την, ο καρκίνος μπορεί να θεραπευτεί στο μισό του πραγματικού χρόνου. Οι γιατροί χρησιμοποιούν μεγάλο και αποτελεσματικό όγκο πληροφοριών για να πετύχουν αποτελέσματα 100%. Οι ιατρικοί ερευνητές μπορούν να παρακολουθούν δεδομένα σε μεγάλες ποσότητες για τακτικές θεραπείας και το επίπεδο εξέλιξης των ασθενών με καρκίνο για να εντοπίσουν τάσεις και θεραπείες που μπορούν να εγγυηθούν την επιτυχία.

Συνολικά, το Cancer Moonshot προάγει μια ολιστική προσέγγιση στην έρευνα του καρκίνου, ενθαρρύνοντας τη συνεργασία μεταξύ ερευνητών, κλινικών γιατρών και ασθενών, προκειμένου να βελτιωθούν οι θεραπευτικές επιλογές και να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα για τους ασθενείς.

⁵ Το CIMAC-CIDC είναι ένα δίκτυο κέντρων που ασχολούνται με την παρακολούθηση και ανάλυση της ανοσολογικής απόκρισης σε θεραπείες καρκίνου. Στόχοι του CIMAC-CIDC: 1) Παρακολούθηση της ανοσολογικής απόκρισης σε ασθενείς που λαμβάνουν ανοσοθεραπείες, 2) Ανάπτυξη βιοδεικτών που προβλέπουν ποιοι ασθενείς θα ανταποκριθούν καλύτερα στις θεραπείες, 3) Δημιουργία κοινών πόρων δεδομένων για τους ερευνητές, ώστε να διευκολυνθεί η κατανόηση της ανοσολογικής απόκρισης στον καρκίνο (Sharpless, et al., 2021).

⁶ Το Patient-Derived Xenograft Network (PDXNet) είναι μια πρωτοβουλία που συνδέεται με την έρευνα για τον καρκίνο και βασίζεται στη χρήση μοντέλων ξενομοσχευμάτων που προέρχονται από ασθενείς (PDX models). Τα μοντέλα αυτά δημιουργούνται με την εμφύτευση καρκινικών κυττάρων από ασθενείς σε ανοσοκατεσταλμένα ποντίκια. Το PDXNet είναι ένα ερευνητικό δίκτυο που προωθεί τη συνεργασία μεταξύ ερευνητών και ιατρών ώστε να μελετήσουν την ανάπτυξη του καρκίνου και να δοκιμάσουν νέες θεραπείες. Στόχοι και Ρόλος του PDXNet: 1) Μελέτη του καρκίνου: Χρησιμοποιεί δείγματα όγκων από ασθενείς για την ανάπτυξη μοντέλων ξενομοσχευμάτων, που αναπαράγουν πιστά την εξέλιξη της νόσου στον άνθρωπο. 2) Εξατομικευμένη Ιατρική: Τα PDX μοντέλα επιτρέπουν στους επιστήμονες να δοκιμάζουν διαφορετικές θεραπευτικές επιλογές σε μοντέλα που βασίζονται στα κύτταρα του όγκου κάθε ασθενούς, με στόχο τη βελτιστοποίηση της θεραπείας, 3) Δημιουργία δεδομένων: Το PDXNet συλλέγει και μοιράζεται δεδομένα από αυτά τα μοντέλα για να διευκολύνει τη διασταυρούμενη έρευνα και την ανακάλυψη καινοτόμων θεραπειών, 4) Αντίσταση σε θεραπείες: Βοηθά στην κατανόηση της ανάπτυξης αντίστασης στις αντικαρκινικές θεραπείες μέσω της παρατήρησης πώς προσαρμόζονται οι όγκοι σε νέα φάρμακα (Sharpless, et al., 2021).

- Αντιμετώπιση του προβλήματος κατάχρησης οπιοειδών (R. Ahrensbrak, , *et al.*, 2017) (Sun, *et al.*, 2013) (Evans *et al.*, 2020), (The Lancet Digital Health, 2021) Bharat, C., *et al.* (2021):.



Το πρόβλημα περιλαμβάνει το τραγικό θάνατο χιλιάδων ανθρώπων λόγω υπερβολικής κατανάλωσης οπιοειδών στις ΗΠΑ. Ένα πρόγραμμα μεγάλων δεδομένων μπορεί να είναι η απάντηση που όλοι περιμένουν. Ειδική ανάλυση στην Fuzzy Logic συνεργάστηκε για την αντιμετώπιση του ζητήματος. Με χρόνια εμπειρίας και φαρμακευτικά έγγραφα, οι αναλυτές της Fuzzy Logic είναι τώρα σε θέση να κατηγοριοποιήσουν 742 επικίνδυνα προβλήματα που εκτιμούν με υψηλό βαθμό ακρίβειας εάν κάποιος βρίσκεται σε κίνδυνο κατάχρησης οπιοειδών.

Η αντιμετώπιση της επιδημίας οπιοειδών απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση βασισμένη σε δεδομένα που αγγίζει όλες τις πτυχές του συστήματος υγείας, από την πρόληψη έως τη θεραπεία και την ανάρρωση. Τα μεγάλα δεδομένα και η ανάλυσή τους είναι το κλειδί που θα βοηθήσουν το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης να μειώσει τους κινδύνους για την υγεία και να σταματήσει την απάτη, τη σπατάλη και την κατάχρηση. Η σωστή διαχείριση και ανάλυση δεδομένων μπορεί να προσφέρει ένα ευρύ φάσμα ολοκληρωμένων λύσεων, από τη βοήθεια στην ανάπτυξη καλύτερων πρωτοκόλλων θεραπείας, τη δυνατότητα στα φαρμακεία να εντοπίζουν ανωμαλίες χορήγησης και επιτρέποντας στα μεγάλα νοσοκομειακά συστήματα και στους φορείς δημόσιας υγείας να αναλύουν καλύτερα τα πιθανά αποτελέσματα.

Η χρήση των μεγάλων δεδομένων μπορεί να επιτρέψει την αποτελεσματικότερη παρακολούθηση και πρόληψη της κατάχρησης οπιοειδών μέσω της ανίχνευσης πρόσφατων τάσεων και μοτίβων χρήσης. Οι αναλύσεις μπορούν να βελτιώσουν τις προσεγγίσεις παρακολούθησης, διευκολύνοντας την ταχύτερη ανασκόπηση δεδομένων και εντοπίζοντας πληροφορίες που δεν έχουν συστηματικά συλλεχθεί.

Για να είναι αποτελεσματική οποιαδήποτε λύση, διαφορετικές ομάδες πρέπει να συνεργαστούν μοιράζοντας δεδομένα και δημιουργώντας μια ροή πληροφοριών. Μέσω της ανταλλαγής δεδομένων, οι γιατροί και οι ασθενείς τους, οι υπεύθυνοι χάραξης ιατρικής πολιτικής και τα συμβούλια αδειοδότησης, οι φαρμακευτικές εταιρείες και τα φαρμακεία που συνεργάζονται μπορούν να ανακόψουν την επιδημία

οπιοειδών και να επιτύχουν τους θεμελιώδεις στόχους της μείωσης του εθισμού και των θανάτων.

Ένα παράδειγμα που μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη κρυφών συνδέσεων που οδηγούν τον εκτεταμένο πολλαπλασιασμό των οπιοειδών μέσω δόλιας δραστηριότητας είναι η χαρτογράφηση σχέσεων της LexisNexis. Αυτό το εργαλείο συγκεντρώνει, αναλύει και συνδέει δεδομένα από τεράστιες πηγές – συμπεριλαμβανομένων αξιώσεων πελατών, δεδομένων παρόχων και κοινωνικοοικονομικών δεδομένων – και παρέχει μια άποψη για σημαντικές σχέσεις μεταξύ ατόμων, επιχειρήσεων, περιουσιακών στοιχείων κλπ. που δικαιολογούν περαιτέρω έρευνα.

Μερικά από τα βασικά οφέλη της τεχνολογίας χαρτογράφησης σχέσεων περιλαμβάνουν την:

- αποκάλυψη ακατάλληλων ή ύποπτων σχέσεων μεταξύ ασθενών, παρόχων, προμηθευτών και συνεργατών,
- ανίχνευση ασυνήθιστων συνταγογραφήσεων, ανώμαλων μοτίβων χορήγησης και συμπεριφοράς αναζήτησης φαρμάκων.

Τα δεδομένα και η ανάλυσή τους παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στη θεραπεία των ασθενών εξετάζοντας μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα ενός ατόμου, καθώς οι επαγγελματίες του ιατρικού κλάδου μπορούν να αναπτύξουν κλινικά προγράμματα και να χρησιμοποιήσουν πρόσθετους πόρους, όπως προγράμματα κοινωνικών υπηρεσιών, με βάση αυτές τις κοινωνικοοικονομικές ανάγκες (Lexis Nexis in the News on Opioids, 2017).

Η συνεχής αξιολόγηση των υπηρεσιών και της ικανότητας των συστημάτων υγείας να επεκταθούν για να καλύψουν τις ανάγκες των ατόμων με διαταραχή χρήσης οπιοειδών είναι κρίσιμη για τη μείωση των επιπτώσεων που σχετίζονται με τη χρήση οπιοειδών και για τη διευκόλυνση της αξιολόγησης και εφαρμογής νέων μοντέλων φροντίδας.

➤ Optum Labs (Wallace PJ, et al, 2014):

Τα Optum Labs εμφανίστηκαν στις αρχές του 2013 από την Mayo Clinic και την Optum, έναν οργανισμό που ανήκει στον Όμιλο UnitedHealth και ειδικεύεται στη διαχείριση εμπορικών δεδομένων, υπηρεσιών υποδομής και φροντίδας.

Η αλλαγή στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης (κυρίως με αναφορά στο σύστημα των ΗΠΑ) οφείλεται στην ταχεία υιοθέτηση της τεχνολογίας πληροφοριών υγείας καθώς και σε εθνικές επενδύσεις που προωθούν ερευνητικά δίκτυα πολλών ιδρυμάτων, περιλαμβάνοντας ακαδημαϊκά κέντρα και συστήματα παροχής υγειονομικής περίθαλψης και άλλα στοιχεία του συστήματος υγείας.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της εξελισσόμενης πραγματικότητας είναι τα Optum Labs, ένας καινοτόμος «κόμβος» που συγκεντρώνει συνεργάτες, δεδομένα και αναλυτικές τεχνικές. Η αποστολή τους είναι να εφαρμόσουν τα ερευνητικά ευρήματα στην καθημερινή πρακτική της υγειονομικής περίθαλψης.

Αυτή τη στιγμή, τα Optum Labs διαθέτουν μια εκτενή βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία για περισσότερα από 150 εκατομμύρια άτομα με διάφορες ασθένειες. Αυτή η συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων, σε συνδυασμό με τις συνεργασίες που έχουν αναπτύξει, επιτρέπει τη δημιουργία ενός καταλόγου πληροφοριών ασθενών και παρόχων που, μέσω εργαλείων προβλεπτικής ανάλυσης, στοχεύουν στη βελτίωση της παροχής θεραπείας.

Η αναλυτική αυτή προσέγγιση συμβάλλει στην αποκάλυψη νέων ιδεών σχετικά με ασθένειες, θεραπείες και τη συμπεριφορά των ασθενών, με σκοπό την καθοδήγηση αλλαγών στην πρακτική φροντίδας. Ένας από τους κύριους στόχους της εμπορικής νοημοσύνης στον τομέα της υγείας είναι η ενίσχυση της λήψης αποφάσεων από τους ιατρούς, οι οποίοι μπορούν να βασίζονται σε αξιόπιστα δεδομένα για να βελτιώσουν την ποιότητα της θεραπείας που παρέχουν.

Η συμμετοχή των ιατρών στην εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών, καθώς και η μετάφραση των ερευνητικών ευρημάτων σε κλινικές καινοτομίες, επιταχύνει τη διαδικασία ενσωμάτωσης των νέων γνώσεων στην καθημερινή κλινική πρακτική. Η χρήση αναλυτικών εργαλείων επιτρέπει την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών θεραπειών και παρεμβάσεων, με στόχο την εξατομίκευση της φροντίδας.

Επιπλέον, οι βρόχοι ανατροφοδότησης που αναπτύσσονται μέσω των Optum Labs διευκολύνουν την επαναξιολόγηση των επιτυχιών και την άμεση ανταπόκριση στις προκλήσεις που προκύπτουν. Αυτή η δυναμική προσέγγιση είναι κρίσιμη για τη συνεχή βελτίωση της υγειονομικής περιθάλψης και τη μείωση του κόστους, επιτρέποντας στους παρόχους υγειονομικών υπηρεσιών να παρέχουν καλύτερη φροντίδα με πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Η διαρκής έρευνα και καινοτομία που προάγουν τα Optum Labs δεν εξυπηρετούν μόνο την ακαδημαϊκή κοινότητα αλλά και την ευρύτερη κοινωνία, ενισχύοντας τη δημόσια υγεία και τη ποιότητα ζωής των ασθενών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΣΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα μεγάλα δεδομένα είναι μια πολύ χρήσιμη και δημοφιλής τεχνική που περιλαμβάνει πληροφορίες σε διάφορες μορφές. Υπάρχουν τόσα πολλά πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής στον τομέα της υγείας και όχι μόνο. Ωστόσο, παράλληλα με αυτά, υπάρχουν επίσης διάφορα θέματα που προκύπτουν από τα μεγάλα δεδομένα. Υπάρχουν τεράστιες προκλήσεις όσον αφορά την εμπιστευτικότητα, την ασφάλεια, την αξιοπιστία, τη συλλογή, τη διανομή και αποθήκευση των πληροφοριών που πρέπει να αντιμετωπιστούν καθώς η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων μέσω της χρήσης εξελιγμένων δεξιοτήτων έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει τους αποθηκευτικούς χώρους πληροφοριών και να δημιουργήσει ενημερωμένα συμπεράσματα.

Ορισμένα από τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν με τα μεγάλα δεδομένα παρουσιάζονται λεπτομερώς παρακάτω (Raghupathi, et al, 2014), (Bates, et al., 2014), (Dates, et al. 2019), (Belle, et al., 2015):

➤ **Ασφάλεια:** Τα μεγάλα δεδομένα περιλαμβάνουν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα των υποκειμένων και το ιστορικό της υγείας τους, η δημοσιοποίηση των οποίων μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για τους ασθενείς. Επομένως, υπάρχει ανάγκη να προστατευθεί η ιδιωτικότητα και κατ' επέκταση οι βάσεις δεδομένων από:

- παράνομη εισβολή ή παρεμβολή σε έναν υπολογιστικό σύστημα με σκοπό την απόκτηση μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, τροποποίησης δεδομένων ή καταστροφής πληροφοριών «hacking»,
- παράνομη απόσπαση - κλοπή ηλεκτρονικών στοιχείων, χρησιμοποιώντας μέσα της κυβερνοχώρας «cyber robbery»,
- ηλεκτρονική απάτη όπου κακόβουλοι χρήστες προσποιούνται ότι είναι αξιόπιστοι για να αποκτήσουν ευαίσθητες πληροφορίες από άλλους χρήστες «phishing».

Η βάση δεδομένων περιέχει όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με τον τομέα της υγείας. Οι εισβολείς χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες προς πώληση και με υψηλό οικονομικό αντάλλαγμα. Αυτό είναι ένα από τα μείζονα προβλήματα που έχουν προκύψει. Η χρήση των μεγάλων δεδομένων είναι ωφέλιμη μόνο όταν υπάρχει κατάλληλη ασφάλεια και προστασία των αποθηκευμένων πληροφοριών. Η διαθεσιμότητα των ιατρικών εγγράφων πρέπει να εξετάζεται και να ελέγχεται αξιόπιστα.

➤ **Κατηγοριοποίηση Δεδομένων:** Τα μεγάλα δεδομένα είναι τεράστια σε όγκο, λιγότερο οργανωμένα και ποικίλα. Υπάρχει ανάγκη να αναγνωρίσουμε και να κατηγοριοποιήσουμε τις πληροφορίες έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά, διαφορετικά είναι δύσκολο να αναζητηθεί ένα συγκεκριμένο έγγραφο-στοιχείο στα μεγάλα δεδομένα. Επίσης, είναι απαραίτητο να είναι περιγραφικά ή συνδεδεμένα μεταξύ τους, έτσι ώστε να γίνουν πιο κατανοητά σε συγκεκριμένα άτομα ή μέλη μιας ομάδας.

➤ **Αποθήκευση στο διαδικτυακό χώρο (cloud storage):** Το "cloud" αναφέρεται στη χρήση απομακρυσμένων υπολογιστικών πόρων και υπηρεσιών μέσω του Διαδικτύου. Στον τομέα της αποθήκευσης δεδομένων, η έννοια του "cloud storage" σημαίνει την αποθήκευση και διαχείριση αρχείων και δεδομένων σε απομακρυσμένους διακομιστές, συχνά εκτός του χώρου ενός χρήστη. Οι υπηρεσίες cloud storage παρέχουν ευελιξία, ασφάλεια και τη δυνατότητα κοινής χρήσης αρχείων, καθιστώντας την αποθήκευση και την ανταλλαγή δεδομένων πιο εύκολη για το χρήστη και προσβάσιμη από διάφορες συσκευές.

Για τη μεταφορά πληροφοριών ή την εκτέλεση ολόκληρου του σχεδίου στο σύστημα νέφους, η αποθήκευση είναι πάντα απαραίτητη. Επομένως, για αυτόν τον σκοπό πρέπει να υπάρχει πάντα αρκετή μνήμη και ταυτόχρονα απαιτείται υψηλή

ταχύτητα για τη μεταφορά των πληροφοριών. Για την αποθήκευση γραφικών κατηγοριών, όπως ακτινογραφιών, CT, MRI, εγγράφων λέξεων, πρέπει να είναι διαθέσιμη μια περιοχή αποθήκευσης. Θα είναι χρήσιμο μόνο για τους κλινικούς εάν υπάρχουν πάντα γραφικές παρουσιάσεις από τις δοσμένες πληροφορίες, προκειμένου να παρακολουθούν και να κατανοούν εύκολα, με αποτέλεσμα τη λήψη αποφάσεων.

- **Μοντελοποίηση Δεδομένων:** Παρόλο που τα Big Data είναι εξαιρετικά για επίδειξη και προσομοίωση, υπάρχει επίσης η Μοντελοποίηση Δεδομένων ανάγκη να αναγνωριστεί η δομή και να συγκεντρώνονται τα σωστά σχετικά έγγραφα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό των προβλημάτων, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία. Χωρίς τα κατάλληλα οργανωμένα δεδομένα, είναι δύσκολο να εξεταστεί και να προβλεφθεί η αποτελεσματικότητα και να ανακτηθούν συγκεκριμένα δεδομένα.
- **Κενό Επικοινωνίας:** Ένα άλλο πρόβλημα των μεγάλων δεδομένων ονομάζεται "κενό επικοινωνίας". Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει κατανόηση των πληροφοριών που δημιουργούνται από τους ειδικούς δεδομένων. Από έρευνα προέκυψε ότι υπάρχει έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ των ειδικών και των χρηστών. Τα μεγάλα δεδομένα πρέπει να οργανώνονται έτσι ώστε, όταν υπάρχει οποιαδήποτε ανάγκη να ανακτηθούν πληροφορίες, να γίνεται γρήγορα, είτε πρόκειται για τον τομέα της ιατρικής είτε για άλλον τομέα. Προς το παρόν δεν είναι δυνατή μια τέτοια εφαρμογή. Επομένως, αυτό αποτελεί σπατάλη χρόνου, δεδομένου ότι ο ειδικός θα χρειαστεί δεδομένα από την αρχή, για να ανακτήσει το ιστορικό του ασθενούς. Παράλληλα, τα μεγάλα δεδομένα έχουν τη δυνατότητα να προβλέπουν μελλοντικές ιατρικές διαφωνίες, πράγμα που αποτελεί μια προοδευτική προοπτική.
- **Διαχείριση Δεδομένων:** Απαιτείται ένα μοναδικό βασικό σύστημα μεγάλων δεδομένων για την οργάνωση των πληροφοριών. Πρέπει, επομένως, να είναι συμβατικό και βασικό. Ο κύριος σκοπός είναι όλοι οι χρήστες να λαμβάνουν πάντα τα δεδομένα τους εύκολα και χωρίς σύγχυση και δυσκολίες σε αυτήν τη διαδικασία. Είναι μια πολύπλοκη εργασία το να ληφθεί κάθε εφαρμόσιμη δομή για να συνδεθεί με όλους. Υπάρχει μια αίσθηση διχασμού εντός κάθε ομάδας, όπου ορισμένοι μπορεί να χειρίζονται τις πληροφορίες για τις δικές τους ανάγκες παρά για το σύνολο του οργανισμού.
- **Ενσωμάτωση Τεχνολογίας:** Ένα από τα κύρια προβλήματα είναι η έλλειψη δεδομένων που υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων, το σχηματισμό στρατηγικής ή τους κανόνες στα μεγάλα δεδομένα. Η διαδικασία επαναπροσδιορισμού και ένταξης της τεχνικής δεν είναι γρήγορη και αυτό μπορεί να επηρεάσει την παροχή υγείας, τη διανομή φροντίδας και την ερευνητική μελέτη. Χωρίς την ύπαρξη της τεχνολογίας, τα μεγάλα δεδομένα δεν μπορούν να δημιουργήσουν και να διανείμουν πληροφορίες.

- **Χαρακτηριστικά των Δεδομένων:** Ο συνδυασμός των πληροφοριών δεν περιορίζεται μόνο στα αρχεία εντός του οργανισμού υγείας, αλλά ενέχει επίσης πληροφορίες προς τα έξω. Παρόλο που προσφέρει δυνητικά οφέλη, αντιμετωπίζει παράλληλα προκλήσεις όπως θέματα εμπιστευτικότητας, ασφάλειας και νομικών ζητημάτων. Οι πληροφορίες υγείας περιλαμβάνουν συνήθως ασθενείς που αναζητούν θεραπεία σε νοσοκομεία ή ιδιωτικές κλινικές, αλλά δεν αντικατοπτρίζουν πληροφορίες για υγιείς ανθρώπους. Με την παρουσία ενεργών ατόμων στη βάση δεδομένων, είναι δυνατή η παροχή βελτιωμένης κατανόησης της φύσης της νόσου και των προτεινόμενων θεραπευτικών προσεγγίσεων. Καθώς οι πληροφορίες είναι πλέον πιο προσβάσιμες, είναι ζωτικής σημασίας να διαβιβάζονται άμεσα στους καταναλωτές για ιατρικές αποφάσεις και για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων υγείας.

Για να αποφευχθούν όλα αυτά τα θέματα, υπάρχουν τρία κύρια στοιχεία που έχουν σημαντική σημασία στα μεγάλα δεδομένα:

- Διασφάλιση ότι τα δεδομένα είναι απόλυτα ακριβή
- Έλεγχος ορθότητας δεδομένων και των πηγών τους
- Διασφάλιση ότι τα δεδομένα δεν παραμορφώνονται

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της υγειονομικής περίθαλψης αποτελεί βασικό παράγοντα ενίσχυσης των συστημάτων υγείας παγκοσμίως. Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, όπως η εικονική φροντίδα (virtual care), οι έξυπνες φορητές συσκευές (wearables), η απομακρυσμένη παρακολούθηση (remote monitoring), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of things - IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence - AI), η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics), η τεχνολογία blockchain, καθώς και οι πλατφόρμες, και εργαλεία που επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων - αποθήκευση σχετικών πληροφοριών σε όλο το οικοσύστημα υγείας, σχηματίζουν το μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης (WHO, 2021). Οι τεχνολογίες αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης περίθαλψης, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών και προσφέροντας περισσότερες ευκαιρίες για πρόληψη, βελτιωμένη διάγνωση, εξατομικευμένες θεραπείες. Επίσης, προωθούν την επιτάχυνση της ανάπτυξης νέων φαρμάκων και τη βελτίωση της κλινικής έρευνας, ενώ παρέχουν στους ασθενείς δυνατότητες αυτοδιαχείρισης της υγείας τους, εξασφαλίζοντας προσβάσιμες, ποιοτικές υπηρεσίες και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των ασθενών. Επιπλέον, ενισχύουν την ανταλλαγή δεδομένων και τη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων υγείας, καθιστώντας το σύστημα υγείας πιο αποτελεσματικό και βιώσιμο.

Η στρατηγική αξιοποίηση της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics) διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση των τεράστιων όγκων δεδομένων που παράγονται στον τομέα της υγείας. Η χρήση αυτών των δεδομένων επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των ιατρικών πληροφοριών, βοηθά στην ανάπτυξη πιο ακριβών και στοχευμένων θεραπειών, ενώ παράλληλα επιτρέπει στους φορείς υγείας να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις, προσφέροντας ευκαιρίες για βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Παρά τις προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση των μη δομημένων δεδομένων και την προστασία της ιδιωτικότητας, η ανάπτυξη νέων εργαλείων για την αξιοποίηση των δεδομένων και των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης ενισχύει τις δυνατότητες για περαιτέρω έρευνα και καινοτομία. Η ηγεσία, τόσο σε επίπεδο τεχνολογιών όσο και σε επίπεδο πολιτικών, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς απαιτείται στρατηγική καθοδήγηση για τη διαμόρφωση πλαισίων που να διασφαλίζουν την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση των δεδομένων.

Η ψηφιακή υγεία εκτιμάται ότι θα υιοθετηθεί ευρέως, εφόσον οι τεχνολογίες βελτιώνουν ταυτόχρονα την αποτελεσματικότητα και τη βιωσιμότητα των συστημάτων υγείας. Η παγκόσμια συνεργασία και ο μακροπρόθεσμος στρατηγικός σχεδιασμός στον τομέα της υγείας είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών όπως τα Big data analytics. Η συνεργασία αυτή θα πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία κοινών προτύπων και πρακτικών, που θα εξασφαλίζουν τη συνεπή, ασφαλή και αποτελεσματική χρήση των δεδομένων και εφαρμογή των τεχνολογιών σε διαφορετικά συστήματα υγείας. Ο διαμοιρασμός των δεδομένων και η ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ κρατών και οργανισμών ενισχύουν την ικανότητα αξιοποίησης των τεχνολογιών αυτών με το βέλτιστο δυνατό τρόπο, για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων υγείας και την προώθηση βιώσιμων συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης.

Συμπερασματικά, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και οι σχετικές τεχνολογίες βρίσκονται στο επίκεντρο των εξελίξεων και αποτελούν τα πιο προηγμένα εργαλεία για το μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο στην ιατρική πρακτική όσο και στη διαχείριση των συστημάτων υγείας. Παρά τις προκλήσεις που ανακύπτουν, οι προοπτικές για περαιτέρω καινοτομία είναι τεράστιες, υποσχόμενες τον εκσυγχρονισμό της υγειονομικής περίθαλψης. Προς αυτή την κατεύθυνση η στρατηγική ηγεσία και η διεθνής συνεργασία είναι απαραίτητα στοιχεία για να αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών, οι οποίες θα λειτουργούν ως καταλύτης για την προαγωγή της υγείας, διασφαλίζοντας την παροχή ποιοτικών, προσβάσιμων και οικονομικά βιώσιμων υπηρεσιών υγείας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Agrawal, S., Vaidya, V., Chandrashekaraiyah, P., Kulkarni, H., Chen, L., Rudeen, K., Narayanan, B., Inbar, O. and Hyde, B., (2019). Development of an artificial intelligence model to predict survival at specific time intervals for lung cancer patients. *Journal of Clinical Oncology*, 37, p.6556.
2. Al-Sai, Z.A. and Abualigah, L.M., (2017). Big data and e-government: A review. In: *2017 8th International Conference on Information Technology (ICIT)*, IEEE, pp.580–587.
3. Al-Jarrah, O.Y., Yoo, P.D., Muhaidat, S., Karagiannidis, G.K. and Taha, K., (2015). Efficient machine learning for big data: a review. *Big Data Research*, 2, pp.87–93. <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2015.04.001>.
4. Archena, R., Saritha, A. and Abraham, A., (2015). A survey of big data analytics in healthcare and government. *Procedia Computer Science*, 50, pp.408–413.
5. Ahrnsbrak, R., Bose, J., Hedden, S.L., Lipari, R.N. and Park-Lee, E. (2017) 'Key substance use and mental health indicators in the United States: Results from the 2016 National Survey on Drug Use and Health', *Center for Behavioral Health Statistics and Quality, Substance Abuse and Mental Health Services Administration*.
6. Bahri, S., Zoghalmi, N., Abed, M. and Tavares, J.M.R.S., 2019. BIG DATA for Healthcare: A Survey. *IEEE Access*, 7, pp. 7397-7408. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2889180](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2889180)
7. Batko, K. and Ślęzak, A., (2022). The use of big data analytics in healthcare. *Journal of Big Data*, 9(1), p.3. DOI: [10.1186/s40537-021-00553-4](https://doi.org/10.1186/s40537-021-00553-4).
8. Bauder, R., Khoshgoftaar, T. M. & Seliya, N., (2017). A survey on the state of healthcare upcoding fraud analysis and detection. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 17(1), pp.31-55.
9. Belle, A., Thiagarajan, R., Soroushmehr, S.M., Navidi, F., Beard, D.A. and Najarian, K., (2015). Big data analytics in healthcare. *BioMed Research International*. DOI: [10.1155/Application_of_big_data_in_healthcare_management:challenges_and_solutions2015/370194](https://doi.org/10.1155/Application_of_big_data_in_healthcare_management:challenges_and_solutions2015/370194).
10. Bergh, D. D. and Lim, E. N. K. (2008). 'Learning how to restructure: absorptive capacity and improvisational views of restructuring actions and performance', *Strategic Management Journal*, 29, pp. 593–61.
11. Bharat, C., Hickman, M., Barbieri, S. & Degenhardt, L. (2021). Big data and predictive modelling for the opioid crisis: existing research and future potential. *Lancet Digital Health*, 3, pp. e397–407.
12. Bhosale, H.S. and Gadekar, D.P., (2014). A review paper on big data and Hadoop. *International Journal of Scientific Research Publications*, 4(10), pp.1–7.
13. Bryant, R.E., Katz, R.H. and Lazowska, E.D., (2008). Big-data computing: Creating revolutionary breakthroughs in commerce, science, and society. Computing Research Association. Available at: http://www.cra.org/crc/files/docs/init/Big_Data.pdf.
14. El Aboudi, N. and Benhlila, L., (2018). Big data management for healthcare systems: Architecture, requirements, and implementation. *Advances in Bioinformatics*, pp.1-14. DOI: [10.1155/2018/4059018](https://doi.org/10.1155/2018/4059018).
15. Evans, E.A., Delorme, E., Cyr, K. and Goldstein, D.M., (2020). A qualitative study of big data and the opioid epidemic: Recommendations for data governance. *BMC Medical Ethics*, 21(1), p.101. DOI: [10.1186/s12910-020-00544-9](https://doi.org/10.1186/s12910-020-00544-9).
16. Cao, G., Duan, Y. and Li, G. (2015). 'Linking business analytics to decision making effectiveness: a path model analysis', *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62, pp. 384–395.

17. Cox, M. and Ellsworth, D., (1997). Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. In: *Proceedings of the IEEE Visualization '97*, Phoenix, AZ, USA, pp.235-244. DOI:[10.1109/VISUAL.1997.663888](https://doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663888).
18. Davenport, T. H. (2006). 'Competing on analytics', *Harvard Business Review*, 84, pp. 98–107.
19. Davenport, T. H. and Patil, D. J. (2012). 'Data scientist: the sexiest job of the 21st century', *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century> (Accessed: 30 August 2024).
20. Davenport, T. H., Harris, J. G. and Morison, R. (2010). *Analytics at Work: Smarter Decisions, Better Results*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
21. Davenport, T. H. & Kalakota, R., (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), pp.94-98.
22. Dash, S., Shakyawar, S.K., Sharma, M. and Kaushik, S., (2019). Big data in healthcare: Management, analysis, and future prospects. *Journal of Big Data*, 6, p.54. doi: [10.1186/s40537-019-0217-0](https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0).
23. Easterby-Smith, M., Lyles, M. A. and Peteraf, M. A. (2009). 'Dynamic capabilities: current debates and future directions', *British Journal of Management*, 20, pp. S1–S8.
24. Eisenhardt, K. M. and Martin, J. A. (2000). 'Dynamic capabilities: what are they?', *Strategic Management Journal*, 21, pp. 1105–1121.
25. El Sawy, O. A. and Pavlou, P. A. (2008). 'IT-enabled business capabilities for turbulent environments', *MIS Quarterly Executive*, 7, pp. 139–150.
26. Fatt, Q.K. and Ramadas, A., (2018). The usefulness and challenges of big data in healthcare. *Journal of Healthcare Communications*, 3(21), p.131.DOI:[10.4172/2472-1654.100131](https://doi.org/10.4172/2472-1654.100131).
27. Ghosh, B. and Scott, J. E. (2011). 'Antecedents and catalysts for developing a healthcare analytic capability', *Communications of the Association for Information Systems*, 29, pp. 395–409.
28. Hadida, A. L. and Tarvainen, W. (2014). 'Organisational improvisation: a consolidating review and framework', *International Journal of Management Reviews*, 17, pp. 437–459.
29. Huesch, M.D. and Mosher, T.J., (2017). Using it or losing it? The case for data scientists inside healthcare. *Healthcare*.
30. Hsu, E.R., Klemm, J.D., Kerlavage, A.R., Kusnezov, D. and Kibbe, W.A., (2017). Cancer Moonshot Data and Technology Team: Enabling a national learning healthcare system for cancer to unleash the power of data. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 101(5), pp.613-615. DOI: [10.1002/cpt.636](https://doi.org/10.1002/cpt.636).
31. Hus, B. S. and Griesse, E. (2018). 'Making better use of health care data', *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2018/03/making-better-use-of-health-care-data> (Accessed: 30 August 2024).
32. Jagadish, H. V. et al. (2014). 'Big data and its technical challenges', *Communications of the ACM*, 57, pp. 86–94.
33. Kakandikar, G.M. and Nandedkar, V.M., (2019). Big data in healthcare: Technical challenges and opportunities. *Studies in Big Data*.
34. Khatri, V. and Brown, C. V. (2010). 'Designing data governance', *Communications of the ACM*, 53, pp. 148–152.
35. Kiron, D. and Shockley, R. (2011). 'Creating business value with analytics', *MIT Sloan Management Review*, 53, pp. 57–63.
36. Kiron, D., Ferguson, R. B. and Prentice, P. K. (2013). 'From value to vision: reimagining the possible with data analytics', *MIT Sloan Management Review*, 54, pp. 1–19.

37. Kooper, M. N., Maes, R. and Lindgreen, E. R. (2011). 'On the governance of information: Introducing a new concept of governance to support the management of information', *International Journal of Information Management*, 31, pp. 195–200.
38. Kumar, Y., Sood, K., Kaul, S. and Vasuja, R., (2020). Big data analytics and its benefits in healthcare. In: *Big Data Analytics in Healthcare*. DOI:[10.1007/978-3-030-31672-3_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31672-3_1).
39. LaValle, S. et al. (2011). 'Big data, analytics and the path from insights to value', *MIT Sloan Management Review*, 52, pp. 21–31.
40. Lee, Y., Madnick, S., Wang, R., Wang, F. and Zhang, H. (2014) 'A cubic framework for the chief data officer: succeeding in a world of big data', *MIS Quarterly Executive*, 13, pp. 1-13.
41. Lee, T.C., Shah, N.U., Haack, A. and Baxter, S.L., (2020). Clinical implementation of predictive models embedded within electronic health record systems: A systematic review. *Informatics*, 7(3), p.25. DOI: [10.3390/informatics7030025](https://doi.org/10.3390/informatics7030025).
42. Li, Q., (2020). Overview of data visualization. In: *Embodying Data*, pp.17–47. DOI:[10.1007/978-981-15-5069-0_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5069-0_2).
43. Liu, V.X., Bates, D.W., Wiens, J. and Shah, N.H., (2019). The number needed to benefit: Estimating the value of predictive analytics in healthcare. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(12), pp.1655–1659. DOI: [10.1093/jamia/ocz088](https://doi.org/10.1093/jamia/ocz088).
44. Loshin, D. (2010). *Master Data Management*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
45. Luo, J., Fan, M. and Zhang, H. (2012). 'Information technology and organisational capabilities: a longitudinal study of the apparel industry', *Decision Support Systems*, 53, pp. 186–194.
46. Martucci, K.T., 2024. Neuroimaging of opioid effects in humans across conditions of acute administration, chronic pain therapy, and opioid use disorder. *Trends in Neurosciences*, 47(6), pp.418-431. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2024.04.005>.
47. McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2012). 'Big data: the management revolution', *Harvard Business Review*, 90, pp. 59–68.
48. Melville, N., Kraemer, K. and Gurbaxani, V. (2004). 'Review – Information technology and organisational performance: an integrative model of IT business value', *MIS Quarterly*, 28, pp. 283–322.
49. R. Nambiar, R. Bhardwaj, A. Sethi and R. Vargheese, (2013) "A look at challenges and opportunities of Big Data analytics in healthcare," *IEEE International Conference on Big Data*, Silicon Valley, CA, USA, pp. 17-22, DOI: [10.1109/BigData.2013.6691753](https://doi.org/10.1109/BigData.2013.6691753)
50. Nargundkar, A. and Kulkarni, A., (2020). Big data in supply chain management and medicinal domain. In: *Big Data Analytics in Healthcare* , Springer. DOI:[10.1007/978-3-030-31672-3_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31672-3_3).
51. Paganelli, A.I., Mondéjar, A.G., da Silva, A.C., Silva-Calpa, G., Teixeira, M.F. and Carvalho, F., (2022). Real-time data analysis in health monitoring systems: A comprehensive systematic literature review. *Journal of Biomedical Informatics*. DOI: [10.1016/j.jbi.2022.104009](https://doi.org/10.1016/j.jbi.2022.104009).
52. Patel, S. and Patel, A., (2016). A big data revolution in health care sector: Opportunities, challenges, and technological advancements. *International Journal of Information Science and Technology*, 6(2), pp.155–162. DOI:[10.5121/ijist.2016.6216](https://doi.org/10.5121/ijist.2016.6216).
53. Popović, A., Hackney, R., Coelho, P.S. and Jaklič, J. (2012) 'Towards business intelligence systems success: effects of maturity and culture on analytical decision making', *Decision Support Systems*, 54, pp. 729-739.
54. Popli, S., Mahore, T. and Karale, N., (2021). A survey on big data in healthcare.

55. Reddy, A.R. and Kumar, P.S., (2016). Predictive big data analytics in healthcare. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology*, pp.623-626. [doi: 10.1109/CICT.2016.129](https://doi.org/10.1109/CICT.2016.129).
56. Raghupathi, W. and Raghupathi, V., (2014). Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Information Science and Systems*.
57. Ravasi, D. and Schultz, M. (2006). 'Responding to organisational identity threats: exploring the role of organisational culture', *Academy of Management Journal*, 49, pp. 433–458.
58. Roberts, N. and Grover, V. (2012). 'Leveraging information technology infrastructure to facilitate a firm's customer agility and competitive activity: an empirical investigation', *Journal of Management Information Systems*, 28, pp. 231–270.
59. Ross, J.W., Beath, C.M. and Quaadgras, A. (2013). 'You may not need big data after all', *Harvard Business Review*, 91, pp. 90–98.
60. Ross, M.K., Wei, W. and Ohno-Machado, L., (2014). Big data and the electronic health record. *Yearbook of Medical Informatics*, 9(1), pp.97–104. DOI: [10.15265/IY-2014-0003](https://doi.org/10.15265/IY-2014-0003).
61. Samorani, M. and LaGanga, L. R. (2015). 'Outpatient appointment scheduling given individual day-dependent no-show predictions', *European Journal of Operational Research*, 240, pp. 245–257.
62. Sarmah, S.S., 2018. Understanding Blockchain Technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), pp.23-29. DOI:[10.5923/j.computer.20180802.02](https://doi.org/10.5923/j.computer.20180802.02)
63. Sarwar, A. and Imran, M., (2017). A survey of big data analytics in healthcare. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 8(6), pp.355–359.
64. Sawesi, S., Rashrash, M., Phalakornkule, K., Carpenter, J.S. and Jones, J.F., (2016). The impact of information technology on patient engagement and health behavior change: A systematic review of the literature. *JMIR Medical Informatics*, 4(1). DOI: [10.2196/medinform.4514](https://doi.org/10.2196/medinform.4514).
65. Seddon, P. B., Constantinidis, D. and Dod, H. (2012). 'How does business analytics contribute to business value?', *Proceeding of the 33rd International Conference on Information Systems*, Orlando, FL.
66. Senthilkumar, S.A., Manikandan, M., Ramya, P. and Devi, N.P., (2018). Big data in healthcare management: A review of literature. *American Journal of Theoretical and Applied Business*, 4(2), pp.57-69. DOI:[10.11648/j.ajtab.20180402.14](https://doi.org/10.11648/j.ajtab.20180402.14).
67. Sessler, D.I., (2014). Big data and its contributions to peri-operative medicine. *Anaesthesia*, 69, pp.100–105.
68. Shah, N. D. and Pathak, J. (2014). 'Why health care may finally be ready for Big Data'. Available at: <https://hbr.org/2014/12/why-health-care-may-finally-be-ready-for-big-data> (Accessed: 30 August 2024)
69. Sharpless, N.E. and Singer, D.S. (2021) 'Progress and potential: The Cancer Moonshot', *Cancer Cell*, 39(5), pp. 593-596. DOI: [10.1016/j.ccell.2021.04.015](https://doi.org/10.1016/j.ccell.2021.04.015)
70. Shastri, A. and Deshpande, M., (2020). A review of big data and its applications in healthcare and public sector. In: *Big Data Analytics and Its Impact on Healthcare and Public Sector*, Springer, pp.1–23.
71. Solfa Del Giorgio, F. and Simonato, F.R., (2023). Big data analytics in healthcare: Exploring the role of machine learning in predicting patient outcomes and improving healthcare delivery. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*, 3(1), pp.1–9. DOI:[10.54489/ictim.v3i1.235](https://doi.org/10.54489/ictim.v3i1.235).
72. Smolinski, M.S., Crawley, A.W., Baltrusaitis, K., Chunara, R., Olsen, J.M., Wójcik, O., Santillana, M., Nguyen, A. & Brownstein, J.S., (2015). Flu Near You: Crowdsourced Symptom Reporting Spanning 2 Influenza Seasons. *American Journal of Public Health*, 105(10). doi: [10.2105/AJPH.2015.302696](https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302696).
73. Sonnati, R. (2017) 'Improving healthcare using big data analytics', *International Journal of Scientific & Technology Research*, 6(03), pp. 142-146.

74. Spruit, M., Vroon, R. and Batenburg, R. (2014). 'Towards healthcare business intelligence in long-term care: an explorative case study in the Netherlands', *Computers in Human Behavior*, 30, pp. 698–707.
75. Srinivasan, R. and Swink, M. (2018) 'An investigation of visibility and flexibility as complements to supply chain analytics: an organisational information processing theory perspective', *International Journal of Production Research*.
76. Sun, J. and Reddy, C.K., (2013). Big data analytics for healthcare. *Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, ACM, pp.1525–1526.
77. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI., (2020) 'An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success', *NPJ Digit Med*. 2020 Feb 6;3:17. DOI: [10.1038/s41746-020-0221-y](https://doi.org/10.1038/s41746-020-0221-y).
78. Teece, D., Pisano, G. and Shuen, A. (1997). 'Dynamic capabilities and strategic management', *Strategic Management Journal*, 18, pp. 509–533.
79. The Lancet Digital Health (2021) 'Big data, artificial intelligence, and the opioid crisis', *The Lancet Digital Health*, 3(6), e330. DOI: [10.1016/S2589-7500\(21\)00087-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00087-X).
80. Wallace, P.J., Shah, N.D., Dennen, T., Bleicher, P.A. and Crown, W.H. (2014) 'Optum Labs: building a novel node in the learning health care system', *Health Affairs*, 33(7), pp. 1187-1194. DOI: [10.1377/hlthaff.2014.0038](https://doi.org/10.1377/hlthaff.2014.0038).
81. Wamba, S.F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G. and Gnanzou, D. (2017) 'Big data analytics and firm performance: effects of dynamic capabilities', *Journal of Business Research*, 70, pp. 356-365.
82. Wang, Y. and Byrd, T. A. (2017). 'Business analytics-enabled decision-making effectiveness through knowledge absorptive capacity in health', *Technological Forecasting and Social Change*, 126, pp. 3–13.
83. Wang, Y. and Hajli, N. (2017). 'Exploring the path to big data analytics success in healthcare', *Journal of Business Research*, 70, pp. 287–299.
84. Wang, Y., Kung, L.A. and Byrd, T.A. (2018) 'Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations', *Technological Forecasting and Social Change*, 126, pp. 3-13. DOI:[10.1016/j.techfore.2015.12.019](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.019).
85. Wang, Y., Kung, L., Gupta, S. and Ozdemir, S. (2019) 'Leveraging big data analytics to improve quality of care in healthcare organizations: A configurational perspective', *British Journal of Management*, 30(2), pp. 362-388. DOI:[10.1111/1467-8551.12332](https://doi.org/10.1111/1467-8551.12332).
86. Watson, H. J. (2014). 'Tutorial: Big data analytics: concepts, technologies, and applications', *Communications of the Association for Information Systems*, 34, pp. 1247–1268.
87. Wessler, M. (2013). *Big Data Analytics for Dummies*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
88. Wilder, C. R. and Ozgur, C. O. (2015). 'Business analytics curriculum for undergraduate majors', *INFORMS Transactions on Education*, 15, pp. 180–187.
89. WHO (2021) *Global strategy on digital health 2020-2025*, WHO Team: Digital Health and Innovation (DHI). ISBN: 9789240020924.
90. Zikopoulos, P. et al. (2011) *Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data*, McGraw-Hill Osborne Media.

Διαδικτυακές πηγές:

1. AnalyticsWeek (2024) *Big data facts*. Διαθέσιμο στο: <https://analyticsweek.com/content/big-data-facts/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
2. Zdnet (2024) *Volume, velocity, and variety: Understanding the three Vs of big data*. Διαθέσιμο στο: <https://www.zdnet.com/article/volume-velocity-and-variety-understanding-the-three-vs-of-big-data/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
3. TCG Digital (2024) *Big data and advanced analytics*. Διαθέσιμο στο: <https://www.tcgdigital.com/big-data-advanced-analytics/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
4. Yahoo Finance (2024) *Data analytics market worth USD*. Διαθέσιμο στο: <https://finance.yahoo.com/news/data-analytics-market-worth-usd-123000614.html> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
5. YouTube (2024) *Big data in healthcare*. Διαθέσιμο στο: <https://youtu.be/YreoA9YSSnQ> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
6. National Health Council (2024) *Webinar summary: Sources of real-world data (RWD): An introduction to big data*. Διαθέσιμο στο: <https://nationalhealthcouncil.org/blog/webinar-summary-sources-of-real-world-data-rwd-an-introduction-to-big-data/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
7. The Human Capital Hub (2024) *Big data: Everything you need to know*. Διαθέσιμο στο: <https://www.thehumancapitalhub.com/articles/Big-Data-Everything-You-Need-To-Know> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
8. Propeller Health (2024) *Propeller Health: Innovative health solutions*. Διαθέσιμο στο: <https://propellerhealth.com/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
9. Ending Pandemics (2024) *Ending Pandemics: Big data applications*. Διαθέσιμο στο: <https://endingpandemics.org/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
10. AppAdvice (2024) *Gocap application*. Διαθέσιμο στο: <https://appadvice.com/app/gocap/1098462708> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
11. LexisNexis (2024) *The role of data in helping to fight the opioid epidemic*. Διαθέσιμο στο: <https://risk.lexisnexis.com/insights-resources/article/role-of-data-in-helping-to-fight-the-opioid-epidemic> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
12. FiercePharma (2024) *GNS Healthcare and Aetna: Using big data analytics to help prevent heart and metabolic diseases*. Διαθέσιμο στο: <https://www.fiercepharma.com/pharma/gns-healthcare-and-aetna-using-big-data-analytics-to-help-prevent-heart-and-metabolic> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
13. Proxet (2024) *Using patient data for healthcare strategic planning*. Διαθέσιμο στο: <https://www.proxet.com/blog/using-patient-data-for-healthcare-strategic-planning> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
14. UChicago Medicine (2024) *Heart Month: 3 steps to a healthier heart right now*. Διαθέσιμο στο: <https://www.uchicagomedicine.org/forefront/heart-and-vascular-articles/heart-month-3-steps-to-a-healthier-heart-right-now> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
15. UnivDatos (2024) *Healthcare predictive analytics market*. Διαθέσιμο στο: <https://univdatos.com/report/healthcare-predictive-analytics-market/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
16. Coursera (2024) *Big data in healthcare*. Διαθέσιμο στο: <https://www.coursera.org/articles/big-data-in-healthcare> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).

17. Gaine (2024) *5 applications of predictive analytics in healthcare*. Διαθέσιμο στο: <https://gaine.com/blog/health/5-applications-of-predictive-analytics-in-healthcare-in-2022/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
18. MoldStud (2024) *The role of healthcare data analysts in fraud detection and prevention*. Διαθέσιμο στο: <https://moldstud.com/articles/p-the-role-of-healthcare-data-analysts-in-fraud-detection-and-prevention> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
19. Dice (2024) *Optum Labs will leverage clinical big data for patient care*. Διαθέσιμο στο: <https://www.dice.com/career-advice/optum-labs-will-leverage-clinical-big-data-for-patient-care> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
20. FMCNA (2024) *Types of healthcare analytics*. Διαθέσιμο στο: <https://fmcna.com/insights/articles/types-of-healthcare-analytics> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
21. Tech Stack (2024) *Prescriptive analytics: What's the best course of action?*. Διαθέσιμο στο: <https://tech-stack.com/blog/healthcare-data-analytics/#4-prescriptive-analytics-what-s-the-best-course-of-action> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
22. RevealBI (2024) *Predictive analytics in healthcare*. Διαθέσιμο στο: <https://www.revealbi.io/blog/predictive-analytics-in-healthcare> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
23. CDC (2024) *Chronic disease facts and stats*. Διαθέσιμο στο: <https://www.cdc.gov/chronic-disease/data-research/facts-stats/> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
24. IQVIA (2024) *Secondary first: A better approach to RWE*. Διαθέσιμο στο: <https://www.iqvia.com/locations/united-states/blogs/2020/09/secondary-first-a-better-approach-to-rwe> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
25. Propeller Health, (2020) 'Smart inhalers and asthma management', *Propeller Health*. Available at: <https://www.propellerhealth.com> (Πρόσβαση στις: 19 Σεπτεμβρίου 2024).
26. Ending pandemics, <https://endingpandemics.org/publications/> (Accessed: 19 September 2024).
27. ARS Futura *GO-CAP*. [online] Available at: <https://arsfutura.com/projects/gocap> (Πρόσβαση στις: 17 Σεπτεμβρίου 2024).
28. Fierce Pharma (2012) 'GNS Healthcare and Aetna using big data analytics to help prevent heart and metabolic diseases', *Fierce Pharma*, 27 September. Available at: <https://www.fiercepharma.com/pharma/gns-healthcare-and-aetna-using-big-data-analytics-to-help-prevent-heart-and-metabolic> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).
29. Dhamdhere, P., Harmsen, J., Hebbar, R., Mandalapu, S., Mehra, A. and Rajan, S. (2016) 'Big Data for Healthcare', *Q ELPP 2016*. Available at: <http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/Big-Data-for-Healthcare-Report-ELPP-2016.pdf> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).
30. <https://www.shutterstock.com/search/metabolic-syndrome> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).
31. <https://www.jhscipolgroup.org/blog-1/2017/8/29/a-researchers-guide-to-the-cancer-moonshot> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).
32. <https://www.mobihealthnews.com/25255/asthmapolis-now-propeller-moves-beyond-asthma> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).
33. <https://arsfutura.com/projects/gocap> (Πρόσβαση στις: 20 Σεπτεμβρίου 2024).