

---

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

---

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

**Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΩΣ ΟΧΗΜΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ**

**Γασπαράκης Νικόλαος**

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

Πειραιάς, 2022



---

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

---

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

**Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΩΣ ΟΧΗΜΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ**

**Γασπαράκης Νικόλαος, Α.Μ.: ΟΔΥ/2009**

Επιβλέπων: Πολέμης Μιχαήλ / Αναπληρωτής 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, 2022



---

**UNIVERSITY of PIRAEUS**



**DEPARTMENT of  
ECONOMICS**

---

**M.Sc. in Health Economics and Management**

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AS A TOOL OF  
ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION IN THE  
HEALTHCARE INDUSTRY**

**Gasparakis Nikolaos**

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, 2022



## **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.»





# Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Όχημα Επιχειρηματικότητας και Καινοτομίας στην Υγεία

**Σημαντικοί όροι:** Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), Μηχανική Μάθηση (MM), Ανάλυση Μεγάλων Αριθμών (AMA), Βαθιά Μάθηση (BM), Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (ΕΦΓ), Οπτική Αναγνώριση Χαρακτήρων (ΟΑΧ)

## Περίληψη

Η TN (Τεχνητή Νοημοσύνη)- AI (Artificial Intelligence) εξελίσσεται ταχέως ως μια σημαντική λύση για την απορρόφηση ενδεχόμενων προβλημάτων στον τομέα της υγειονομική περίθαλψης αλλά και ως μέσω βελτίωσής του. Στην παρούσα διπλωματική εργασία λαμβάνει μέρος μία εκτενής κριτική βιβλιογραφική επισκόπηση, αποσκοπώντας στη διερεύνηση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης AI στην Υγειονομική περίθαλψη μέσω της χρήσης αξιόπιστων δευτερογενών δεδομένων από βιβλία, άρθρα και ακαδημαϊκές πηγές. Επίσης, θα αναλυθούν έννοιες όπως η Μηχανική Μάθηση (MM), η Ανάλυση Μεγάλων Αριθμών (AMA), η Βαθιά Μάθηση (BM), η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (ΕΦΓ), η Οπτική Αναγνώριση Χαρακτήρων (ΟΑΧ) και θα εξεταστεί κατά πόσο αυτά τα σχετικά νέα εργαλεία μπορούν να συνεισφέρουν στην ποιοτικότερη και αποδοτικότερη παροχή υπηρεσιών υγείας. Επιπλέον θα εξεταστεί κατά πόσο η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) , αν χρησιμοποιηθεί σωστά, μπορεί να αναβαθμίσει ραγδαία όλα τα εθνικά συστήματα υγείας. Στην συνέχεια λαμβάνει χώρα η μελέτη περίπτωσης συγκριμένων εφαρμογών AI στην Υγειονομική περίθαλψη όπου υφίσταται η κριτική τους αξιολόγηση.



# **Artificial Intelligence (AI) as a Tool of Entrepreneurship and Innovation in the Healthcare Industry**

**Keywords:** Artificial Intelligent (AI), Machine Learning (ML), Big Data Analysis (BDA), Deep Learning (DL), NeuroLinguistic Programming (NPL), Optical Character Recognition (OCR)

## **Abstract**

AI (Artificial Intelligence) is rapidly emerging as an important solution to absorb potential problems in healthcare industry and also as a tool to improve it. In this paper, an extensive literature review takes place, aiming to explore the applications of AI in Healthcare using reliable secondary data from books, articles and academic sources. Also, concepts such as Artificial Intelligent (AI), Machine Learning (ML), Big Data Analysis (BDA), Deep Learning (DL), NeuroLinguistic Programming (NPL), Optical Character Recognition (OCR) will be analyzed and it will be examined how these relatively new tools can contribute to better quality and more efficient health services. In addition, it will be examined whether Artificial Intelligence (AI), if it will be used correctly, can rapidly upgrade all national health systems. Then the case study of comparative AI applications in healthcare takes place where they were critically evaluated.



# Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Τεχνητή νοημοσύνη</b> .....	<b>2</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>5</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Μεγάλα δεδομένα (Big Data)</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Χαρακτηριστικά .....	<b>5</b>
2.1.2 Τύποι .....	<b>6</b>
<b>2.2 Κλάδος υγειονομικής περίθαλψης</b> .....	<b>7</b>
2.2.1 Επαγγελματίες υγείας .....	<b>9</b>
2.2.2 Επαγγελματική Εξουθένωση .....	<b>9</b>
2.2.3 Φυσικοί κίνδυνοι .....	<b>10</b>
2.2.4 Κίνδυνοι από ακτινοβολίας .....	<b>10</b>
2.2.5 Χημικοί κίνδυνοι .....	<b>10</b>
2.2.6 Βιολογικοί κίνδυνοι .....	<b>11</b>
<b>2.3 Έρευνα και βιοηθική</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4 ΑΙ στον τομέα της Υγειονομικής Περίθαλψης</b> .....	<b>12</b>
2.4.1 Τεχνητή νοημοσύνη .....	<b>12</b>
2.4.2 Επεξεργασία πληροφοριών στη διαδικασία καινοτομίας .....	<b>14</b>
2.4.3 Πιθανοί τομείς εφαρμογής της TN στη διαδικασία καινοτομίας .....	<b>16</b>
2.4.4 Υπέρβαση των περιορισμών επεξεργασίας πληροφοριών με τεχνητή νοημοσύνη για την ανάπτυξη ιδεών .....	<b>16</b>
2.4.5 Μηχανική μάθηση .....	<b>17</b>
<b>2.5 ΑΙ στην υγειονομική περίθαλψη</b> .....	<b>19</b>
2.5.1 Οι δυνατότητες και η συμβολή του ΑΙ στην υγειονομική περίθαλψη .....	<b>20</b>
2.5.1.1 Διάγνωση .....	<b>21</b>
2.5.1.2 Μηχανική Μάθηση στη Διάγνωση .....	<b>21</b>
2.5.1.3 Ανάπτυξη φαρμάκων και σκευασμάτων .....	<b>22</b>

2.6 Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην ιδιωτικότητα των δεδομένων και οι ηθικές ανησυχίες.....	25
2.7 Ρυθμιστικές επιπτώσεις και περιορισμοί.....	26
2.7.1 Ελλάδα.....	28
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	29
<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	29
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	31
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ</b> .....	31
<b>Μελέτη περίπτωσης εφαρμογών ΑΙ στην Ιατρική Περίθαλψη</b> .....	31
4.1 Διάγνωση και απεικονιστικές μέθοδοι.....	31
4.2 Παθολογία.....	32
4.3 Οφθαλμολογία.....	33
4.4 Καρδιολογία.....	33
4.5 Τεχνητή νοημοσύνη στην ιατρική διάγνωση και τις παρεμβάσεις.....	34
4.6 ΑΙ στα ιατρικά μηχανήματα.....	37
4.7 ΑΙ στις Κλινικές μελέτες.....	40
4.8 Μελέτη περίπτωσης Watson for Oncology της IBM στην Ινδία στα νοσοκομεία Manipal.....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> .....	45
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	45
5.1 Συζήτηση.....	45
5.1.1 Αξιολόγηση του αντίκτυπου της Τεχνητής Νοημοσύνης στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης:.....	45
5.1.2 Προτεινόμενα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης για τις κλινική φροντίδα:.....	46
5.1.3 Μετασχηματισμός της ιατρικής περίθαλψης:.....	47
5.2 Συμπεράσματα.....	48
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	51

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα, όλες οι βιομηχανίες αντιμετωπίζουν διαρκώς μεταβαλλόμενες τεχνολογικές προόδους με αποτέλεσμα να αναδιαμορφώνονται οι διαδικασίες, τα προϊόντα και οι υπηρεσίες τους. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός αφορά την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στις υπάρχουσες δομές καθώς και την ενσωμάτωσή τους. Μία από αυτές τις τεχνολογίες είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), όπου χρησιμοποιείται για την υποστήριξη των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και μπορεί να απαλλάξει τους ανθρώπους από την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων εργασιών ή ακόμα και την λήψη αποφάσεων (Frick, Mirbabaie, Stieglitz & Salomon, 2021).

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχουν ως βασική αρμοδιότητα την φροντίδα της υγείας και είναι ζωτικής σημασίας για την ύπαρξη υγιών κοινωνιών και ατόμων. Ωστόσο, η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης και η εφαρμογή της στην υγειονομική περίθαλψη προβληματίζει την ακαδημαϊκή και επιστημονική κοινότητα, καθώς υπάρχουν διάφορες προκλήσεις σχετικά με την εφαρμογή της, συμπεριλαμβανομένων των μεροληψιών καθώς και των ηθικών αρχών σχετικά με την ασφάλεια των ασθενών (McCadden et al., 2020).

Η έρευνα για τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην υγειονομική περίθαλψη και στα νοσοκομειακά περιβάλλοντα είναι ένας κρίσιμος τομέας καινοτομίας. Η «έξυπνη» και τεχνολογικά επαυξημένη υγειονομική περίθαλψη με την υποστήριξη τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης, όπως η Μηχανική Μάθηση (ML), είναι απαραίτητη λόγω των ειδικών προκλήσεων στην παροχή ιατρικής υποστήριξης στις ευρωπαϊκές χώρες καθώς και στον υπόλοιπο κόσμο. Το ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19 πυροδότησε την ανάγκη για αλλαγή αλλά και παράλληλα αποκάλυψε τα τρέχοντα προβλήματα και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στα νοσοκομεία.

### 1.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης AI στην Υγειονομική περίθαλψη.

Με βάση τους Amishar, Malik, P., Pathania, M & Rathaur, VK. (2019) υπάρχουν πολλαπλά οφέλη στην πρακτική έρευνα και καινοτομία της υγειονομικής περίθαλψης με την χρήση της ΤΝ, επίσης με βάση τους Bell, SK., Delbanco, T & Walker, J. (2017), ή ΤΝ έχει έρθει και θα μετασχηματίσει τον τομέα υγειονομικής περίθαλψης. Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα.

Πώς έχει διαμορφωθεί ή Τεχνητή Νοημοσύνη με την πάροδο των ετών και την πρόοδο της τεχνολογίας;

Ποιες οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην υγειονομικής περίθαλψης;

## **1.2 Τεχνητή νοημοσύνη**

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένας από τους παλαιότερους κλάδους της επιστήμης των υπολογιστών που ξεκίνησε το 1956 στο Dartmouth College, Ανόβερο, ΝΗ, ΗΠΑ (Russel & Norvig, 2010) με κατεύθυνση που μιμείται την ανθρώπινη λογική και νοημοσύνη. Ο νέος κλάδος είχε πρώιμες επιτυχίες και η τεχνολογία έπιασε. Από τότε, ο τομέας έχει αναπτυχθεί τρομερά σε διάφορους τομείς και τεχνικές, πολλές από τις οποίες χρησιμοποιούμε καθημερινά. Πλέον το σύνολο του πληθυσμού χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη στην καθημερινή ζωή, μερικές φορές χωρίς καν να το γνωρίζουν (Amishar, Malik, P., Pathania, M & Rathaur, VK. (2019) , (Mike M. (2018)).

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI), ορίζεται ως η ικανότητα ενός ψηφιακού υπολογιστή ή ενός ρομπότ ελεγχόμενου από υπολογιστή να εκτελεί διεργασίες που συνήθως συνδέονται με νοήμονα όντα. Ο όρος χρησιμοποιείται συχνά αναφορικά με την ανάπτυξη συστημάτων προικισμένων με διεργασίες που χρήζουν συλλογιστικές δυνατότητες που είναι χαρακτηριστικές των ανθρώπων, όπως η ικανότητα να συλλογίζονται, να ανακαλύπτουν νόημα, να γενικεύουν ή να μαθαίνουν από την εμπειρία του παρελθόντος. Από την ανάπτυξη του ψηφιακού υπολογιστή στη δεκαετία του 1940, έχει αποδειχθεί ότι οι υπολογιστές μπορούν να προγραμματιστούν για να εκτελούν πολύ περίπλοκες εργασίες (McKinsey Global (2017)).

Ωστόσο, παρά τις συνεχιζόμενες προόδους στην ταχύτητα επεξεργασίας του υπολογιστή και τη χωρητικότητα μνήμης, δεν υπάρχουν ακόμη προγράμματα που να μπορούν να συναγωνιστούνε στο έπακρο με την ανθρώπινο συλλογισμό και ευελιξία σε ευρύτερους τομείς ή σε εργασίες που απαιτούν συναισθηματική νοημοσύνη, πάραυτα ορισμένα προγράμματα έχουν επιτύχει τα επίπεδα



απόδοσης των ειδικών και επαγγελματιών στην εκτέλεση ορισμένων ειδικών εργασιών, έτσι ώστε η τεχνητή νοημοσύνη να βρίσκεται σε τόσο διαφορετικές εφαρμογές όπως η ιατρική, οι μηχανές αναζήτησης και η αναγνώριση φωνής ή γραφής κ.α. (McKinsey Global (2017)).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

#### 2.1 Μεγάλα δεδομένα (Big Data)

Τα μεγάλα δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη έχουν μια αλληλένδετη σχέση. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων αξιοποιεί την ΤΝ για καλύτερη ανάλυση δεδομένων. Με τη σειρά της, η ΤΝ απαιτεί μια τεράστια κλίμακα δεδομένων για να “μάθει” και να βελτιώσει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) είναι μια συλλογή δεδομένων που είναι τεράστια σε όγκο, αλλά αυξάνονται εκθετικά με το χρόνο. Πρόκειται για δεδομένα με τόσο μεγάλο μέγεθος και πολυπλοκότητα που κανένα από τα παραδοσιακά εργαλεία διαχείρισης δεδομένων δεν μπορεί να τα αποθηκεύσει ή να τα επεξεργαστεί αποτελεσματικά (Greene, Adam H. (2020)).

##### 2.1.1 Χαρακτηριστικά

Τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να περιγραφούν με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Όγκος
- Ποικιλία
- Ταχύτητα
- Μεταβλητότητα

(i) Όγκος - Η ίδια η ονομασία Big Data σχετίζεται με ένα μέγεθος το οποίο είναι τεράστιο. Το μέγεθος των δεδομένων παίζει πολύ κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της αξίας των δεδομένων. Επίσης, το κατά πόσον ένα συγκεκριμένο σετ δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί πράγματι ως big data set ή όχι, εξαρτάται από τον όγκο του. Ως εκ τούτου, ο "όγκος" είναι ένα χαρακτηριστικό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ενασχόληση με λύσεις μεγάλων δεδομένων (Greene, Adam H. (2020)).

(ii) Ποικιλία - Η επόμενη πτυχή των μεγάλων δεδομένων είναι η ποικιλία τους.

Η ποικιλία αναφέρεται στις ετερογενείς πηγές και τη φύση των δεδομένων, τόσο των δομημένων όσο και των αδόμητων. Τις προηγούμενες ημέρες, τα λογιστικά φύλλα και οι βάσεις δεδομένων ήταν οι μόνες πηγές δεδομένων που λαμβάνονταν υπόψη από τις περισσότερες εφαρμογές. Σήμερα, δεδομένα με τη μορφή μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, φωτογραφιών, βίντεο, συσκευών παρακολούθησης, αρχείων PDF, ήχου κ.λπ. λαμβάνονται επίσης υπόψη στις εφαρμογές ανάλυσης. Αυτή η ποικιλία μη δομημένων δεδομένων δημιουργεί ορισμένα ζητήματα για την αποθήκευση, την εξόρυξη και την ανάλυση δεδομένων (McKinsey Global (2017)).

(iii) Ταχύτητα - Ο όρος "ταχύτητα" αναφέρεται στην ταχύτητα παραγωγής δεδομένων. Το πόσο γρήγορα παράγονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις, καθορίζει το πραγματικό δυναμικό των δεδομένων.

Η ταχύτητα των μεγάλων δεδομένων ασχολείται με την ταχύτητα με την οποία εισρέουν δεδομένα από πηγές όπως οι επιχειρηματικές διαδικασίες, τα αρχεία καταγραφής εφαρμογών, τα δίκτυα και οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης, οι αισθητήρες, οι κινητές συσκευές κ.λπ. Η ροή των δεδομένων είναι μαζική και συνεχής.

(iv) Μεταβλητότητα - Αναφέρεται στην ασυνέπεια που μπορεί να παρουσιάζουν τα δεδομένα κατά καιρούς, δυσχεραίνοντας έτσι τη διαδικασία να είναι σε θέση να χειριστούν και να διαχειριστούν αποτελεσματικά τα δεδομένα (Mike M. (2018)).

### 2.1.2 Τύποι

Ακολουθούν οι τύποι των μεγάλων δεδομένων:

- Δομημένα
- Μη δομημένα
- Ημιδομημένα

#### Δομημένα

Κάθε δεδομένο που μπορεί να αποθηκευτεί, να προσπελαστεί και να υποστεί επεξεργασία με τη μορφή σταθερής μορφής ονομάζεται "δομημένο" δεδομένο. Με την πάροδο του χρόνου, η επιστήμη των υπολογιστών σημείωσε μεγαλύτερη επιτυχία στην ανάπτυξη τεχνικών για την

εργασία με τέτοιου είδους δεδομένα. Ωστόσο, σήμερα, προβλέπουμε προβλήματα όταν το μέγεθος τέτοιων δεδομένων αυξάνεται σε τεράστιο βαθμό, με τυπικά μεγέθη που κυμαίνονται στα πολλαπλά zettabytes (Mike M. (2018)).

#### Μη δομημένα

Οποιαδήποτε δεδομένα με άγνωστη μορφή ή δομή χαρακτηρίζονται ως μη δομημένα δεδομένα. Εκτός από το τεράστιο μέγεθός τους, τα αδόμητα δεδομένα θέτουν πολλαπλές προκλήσεις όσον αφορά την επεξεργασία τους. Ένα τυπικό παράδειγμα μη δομημένων δεδομένων είναι μια ετερογενής πηγή δεδομένων που περιέχει ένα συνδυασμό απλών αρχείων κειμένου, εικόνων, βίντεο κ.λπ. Σήμερα οι οργανισμοί έχουν στη διάθεσή τους πληθώρα δεδομένων, αλλά δυστυχώς δεν γνωρίζουν πώς να αντλήσουν αποτελέσματα.

#### Ημιδομημένα

Τα ημιδομημένα δεδομένα μπορούν να περιέχουν και τις δύο μορφές δεδομένων. Παράδειγμα ημιδομημένων δεδομένων είναι τα δεδομένα που αναπαρίστανται σε ένα αρχείο XML.

## 2.2 Κλάδος υγειονομικής περίθαλψης

Η ιατρική περίθαλψη καθίσταται όλο και πιο περίπλοκη με την πάροδο του χρόνου, την αύξηση του μέσω όρου ηλικίας και την πρόοδο της τεχνολογίας. Λόγω της πολυπλοκότητας του κλάδου και των νέων απαιτήσεων και τεχνολογιών, όπου το ιατρικό προσωπικό εξειδικεύεται ολοένα και περισσότερο, δεν μπορεί να καλυφθεί πλήρως όλο το φάσμα και οι πλήρεις δυνατότητες της μοντέρνας υγειονομικής περίθαλψης από μικρότερα νοσοκομεία ή και απομονωμένες αγροτικές περιοχές. Σε αυτό προστίθεται η δημογραφική αλλαγή που εμφανίζεται ήδη στην Ευρώπη, π.χ., ο πληθυσμός των ατόμων άνω των 80 ετών στην ΕΕ αναμένεται διπλασιαστεί από 6,1% το 2020 σε 12,5% το 2060. Ως εκ τούτου, περισσότεροι ηλικιωμένοι ασθενείς με αναμενόμενα μεν αλλά πολλαπλά προβλήματα υγείας αποδυναμώνουν περαιτέρω το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης με αποτέλεσμα τον κορεσμό του (ειδικά με την παρούσα δομή), παράλληλα ο αριθμός του νέου

καλά εκπαιδευμένου ιατρικού προσωπικού μειώνεται επί του παρόντος με έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού, όπως γιατροί και νοσηλευτές, σε πολλά ευρωπαϊκά έθνη.

Οι προκλήσεις της ταυτόχρονης αύξησης των ηλικιωμένων και πολυνοσηρών ασθενών με σύνθετες ασθένειες και η έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού παράλληλά με τους αυξανόμενους οικονομικούς περιορισμούς από τα ασφαλιστικά ταμεία και τα νοσοκομεία, δημιουργούν επιπλέον φορτίο στο σύστημα. Προκειμένου να μην τεθεί σε κίνδυνο το βιοτικό επίπεδο και το επίπεδο υγείας, θα χρειαστεί να αναπτυχθούν εφαρμοσμένες λύσεις τεχνητής νοημοσύνης για την ανακούφιση του αυξημένου φόρτου εργασίας, καθώς αποτελούν καθοριστικής σημασίας λύσεις για την παροχή αποτελεσματικής και υψηλής ποιότητας υγειονομικής περίθαλψης.

Η προσαρμοστικότητα και η ευελιξία στα νοσοκομεία είναι βασικές προϋποθέσεις σε αυτό το πλαίσιο και οι περιορισμοί των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης λόγω της παρούσας τεχνολογίας και περιορισμών βελτιστοποίηση δεν επιτρέπει τη τεχνητή νοημοσύνη να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο έπακρο. Αποσφραγίζοντας ένα ευρύτερο φάσμα δυνατοτήτων και επιλογών, από την εξατομικευμένη ιατρική διάγνωση και θεραπεία έως επιλογές σε τομείς περίθαλψης, προμήθειας και εφοδιαστικής αλυσίδας, οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης θα παρέχουν σημαντικές οδούς υποστήριξης βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητας. Επιπλέον, πολλαπλά οφέλη αναδύονται σχετικά με τη συνεχιζόμενη πανδημία COVID-19 όπου οι εφαρμογές AI μπορούν επίσης να διερευνηθούν περαιτέρω, ειδικά όσον αφορά την ανάλυση δεδομένων και την πρόληψη σχετικά με την περιττή επαφή μεταξύ ασθενών και προσωπικού υγειονομικής περίθαλψης στα νοσοκομεία ως κέντρα καταπολέμησης της ιογενούς νόσου.

Υπό αυτή την έννοια, οι περισσότερες εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης κατευθύνονται στην ανέπαφη ανάλυση, διάγνωση και θεραπεία (π.χ. αυτοθεραπεία και πρόληψη), μειώνοντας τον αριθμό των προσωπικών επαφών και επισκέψεων στο νοσοκομείο, μειώνοντας επομένως την πιθανή εξάπλωση του COVID-19 ή και άλλων υικών ασθενειών ή πανδημιών. Η τεχνητή νοημοσύνη ειδικότερα προσφέρει μεγάλες δυνατότητες για τη βελτίωση της ιατρικής περίθαλψης και την υποστήριξη του ιατρικού προσωπικού. Το σημερινό επίπεδο της τεχνητής νοημοσύνης και οι εφαρμογές της στο σύστημα υγείας και στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης περιγράφονται στα παρακάτω κεφάλαια.

### 2.2.1 Επαγγελματίες υγείας

Οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης παρέχουν φροντίδα και υπηρεσίες σε ασθενείς είτε άμεσα ως γιατροί και νοσηλευτές είτε έμμεσα ως βοηθοί, τεχνικοί, και βοηθοί ή χειριστές ιατρικών μηχανημάτων. Πολλοί τομείς έχουν μελετηθεί και αναλυθεί σχετικά με την ευημερία και την ποιότητα της περίθαλψης των ασθενών και έχουν γίνει μεγάλα βήματα στην αξιολόγηση της υγειονομικής περίθαλψης των ασθενών. Ελάχιστο όμως είναι το ποσοστό της βιογραφίας που έχει επικεντρωθεί στην ευημερία των εργαζόμενων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Ο Έλληνας γιατρός Γαληνός (130-200 μ.Χ.) είχε πει: «Ο γιατρός δεν μπορεί να είναι αποτελεσματικός στην θεραπεία των ασθενών του αν παραμελήσει την Υγεία του». Στην πραγματικότητα, πολλοί γιατροί και εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης τοποθετούν σε ελάχιστον προτεραιότητα την προσωπική τους υγεία και ευημερία, ενώ αντιμετωπίζουν το άγχος του αυξημένου φόρτου εργασίας, της ταχέως διευρυνόμενης βάσης γνώσεων, της αύξησης των κυβερνητικών κανονισμών, και του τρόπου με τον οποίο ισορροπούν την προσωπική και επαγγελματική τους ζωή (Asidi, S. (2019).

### 2.2.2 Επαγγελματική Εξουθένωση

Η επαγγελματική εξουθένωση είναι ένα πρόβλημα που δεν αναγνωρίζεται και αναφέρεται ελάχιστα, το οποίο χαρακτηρίζεται από μια κατάσταση ψυχικής εξάντλησης, αποπροσωποποίησης και μειωμένης αίσθησης προσωπικής ολοκλήρωσης επηρεάζοντας περισσότερο από το 60% των επαγγελματιών εγίρας σε κάποια περίοδο της ζωής τους (Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018). Σε περίπτωση μη αναγνώρισής της, το κόστος για τον γιατρό και το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να είναι τεράστιο επειδή η επαγγελματική εξουθένωση σχετίζεται με αυξημένα ποσοστά κατάθλιψης, κατάχρησης αλκοόλ και ναρκωτικών, διαζυγίων, αυτοκτονιών, ιατρικών λαθών και φθοράς. Εάν διαγνωστεί έγκαιρα, υπάρχουν διαθέσιμες μεθοδολογίες αντιμετώπισης αλλά και θεραπείες. Μέχρι πρόσφατα, οι περισσότερες πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση της εξουθένωσης των επαγγελματιών υγείας επικεντρώνονταν στη βελτίωση της ανθεκτικότητας των μεμονωμένων ατόμων που αφάνιζαν συμπτώματα, παρά στην ολιστική αντιμετώπιση του φαινομένου, με αποτέλεσμα τα μεμονωμένα μέτρα είναι απαραίτητα αλλά ανεπαρκή. Είναι πλέον αναγνωρισμένο ότι οι οργανισμοί διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην

πρόκληση, την πρόληψη και τον μετριασμό της επαγγελματικής εξουθένωσης των επαγγελματιών υγείας, όπου πρέπει να αντιμετωπίζεται με οργανωτική αλλαγή (Bush J. (2018).

### 2.2.3 Φυσικοί κίνδυνοι

Οι σωματικοί τραυματισμοί σε εργαζόμενους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης αποτελούνται κυρίως από μυοσκελετικές διαταραχές που παρατηρούνται κατά κόρων σε νοσηλευτές και σε φροντιστές, λόγω χειρισμού ασθενών, τοποθέτησης, ανύψωσης, στρώσης κρεβατιού σε εξαιρετικά άβολες στάσεις, και μεταφοράς ασθενών και εξοπλισμού για διαγνωστικές εξετάσεις καθώς και για θεραπεία. Αυτά τα προβλήματα επιδεινώνονται από τον αυξανόμενο αριθμό παχύσαρκων ασθενών. Η Διοίκηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (OSHA) αναφέρει ότι το 20% των νοσηλευτών εγκαταλείπει τις θέσεις φροντίδας ασθενών λόγω τέτοιων κινδύνων (Asidi, S. (2019).

### 2.2.4 Κίνδυνοι από ακτινοβολίας

Η ιονίζουσα ακτινοβολία από μηχανήματα ακτινών X, ακτινοσκόπια και αξονική τομογραφία που χρησιμοποιούνται για διαγνωστικές και θεραπευτικές διαδικασίες αποτελούν επίσης κινδύνους για το ιατρικό προσωπικό. Η μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει λιγότερη ενέργεια και, ως εκ τούτου, δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να προκαλέσει ιονισμό (ή απομάκρυνση ηλεκτρονίων) των μορίων (Amishar, Malik, P., Pathania, M & Rathaur, VK. (2019).

### 2.2.5 Χημικοί κίνδυνοι

Επιπρόσθετα οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι εκτεθειμένοι σε διάφορους χημικούς κινδύνους, συμπεριλαμβανομένων των καθαριστικών που χρησιμοποιούνται για την καθαριότητα σε όλο το νοσοκομείο και τους χώρους αναμονής. Οι κύριες οδοί έκθεσης σε καθαριστικά μέσα είναι η εισπνοή σταγονιδίων, ατμών και η έκθεση στο δέρμα. Μερικές από αυτές τις χημικές ουσίες είναι το οξείδιο του αιθυλενίου, η φορμαλδεΰδη, η γλουτεραλδεΰδη, ο μεθακρυλικός μεθυλεστέρας, τα αέρια υποπροϊόντα, το λατέξ και ο υδράργυρος. Όλες αυτές οι



χημικές ουσίες οδηγούν σε ερεθισμό των ματιών, των αναπνευστικών οδών (προκαλώντας πονόλαιμο, βήχα και ρινικό ερεθισμό) και η παρατεταμένη έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε πνευμονίτιδα, υπερευαισθησία και άσθμα. Η άμεση επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει επίσης ανεπιθύμητες παρενέργειες. Ο χειρισμός πολλών φαρμάκων, συμπεριλαμβανομένων των αντινεοπλασματικών και άλλων φαρμάκων, είναι επικίνδυνος καθώς μπορεί να προκαλέσει δερματικά εξανθήματα και καρκίνο.

### 2.2.6 Βιολογικοί κίνδυνοι

Οι κύριες οδοί προσβολής είναι η άμεση επαφή, τα σταγονίδια και η αερομεταφερόμενοι ιοί. Οι ιοί της γρίπης, της ιλαράς, του ρινοϊού, της ανεμευλογιάς και του SARS μπορούν όλοι να μεταδοθούν σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης μέσω της αερομεταφερόμενης οδού. Τα Κέντρα Ελέγχου Νοσημάτων αναφέρουν ότι περισσότερο από το 40% των NSI πάσχουν από νοσηλευτικό προσωπικό ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν προσβληθεί από ιούς στο εργασιακό τους περιβάλλον. Οι περισσότεροι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης χειρίζονται πιθανά μολυσμένο ιατρικό εξοπλισμό, όπου οι πιο υπάρχουν ενδεχόμενοι κίνδυνοι μεταδιδούσης στο αίμα ή μόλυνσης από HBV, HCV και HIV. Ο ΠΟΥ εκτιμά ότι περίπου 16.000 λοιμώξεις από HCV, 66.000 λοιμώξεις από HBV και 1.000 λοιμώξεις από HIV εμφανίζονται σε υγειονομικό προσωπικό παγκοσμίως ετησίως (Greene, Adam H. (2020)).

### 2.3 Έρευνα και βιοηθική

Η «ηθική» αναφέρεται στον εντοπισμό, τη μελέτη και την επίλυση ή τον μετριασμό των συγκρούσεων μεταξύ ανταγωνιστικών αξιών ή στόχων. Το ηθικό ερώτημα είναι, «Τι πρέπει να κάνουμε, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα δεδομένα;». Η βιοηθική αναφέρεται στις ηθικές επιπτώσεις και τις εφαρμογές των βιοεπιστημών που σχετίζονται με την υγεία.

Μόλις οι θεραπείες ή τα φάρμακα βρίσκονται σε κλινικές δοκιμές με ανθρώπινα υποκείμενα, προκύπτει μια νέα σειρά προκλήσεων, από τη διασφάλιση της ενημερωμένης συναίνεσης έως την προστασία των ευάλωτων συμμετεχόντων στην έρευνα για να διασφαλιστεί ότι η συμμετοχή τους είναι εθελοντική και ενημερωμένη. Τελικά, ορισμένες από αυτές τις νέες προσεγγίσεις απέχουν από τον γενικό κανόνα και εφαρμόζονται στην πράξη, όπου οι πάροχοι, οι ασθενείς και οι

οικογένειες αγωνίζονται για το πώς να διαχειριστούν καλύτερα τους κινδύνους και τα οφέλη της θεραπείας ευθυγραμμίζοντας παράλληλα το συμφέρον και τους στόχους του ασθενούς.

Το κόστος της διερεύνησης των νέων θεραπειών αναπόφευκτα επηρεάζεται από τους διαθέσιμους πόρους, αναγκάζοντας παράλληλα την λήψη ηθικών επιλογών σχετικά με το πώς να εξυπηρετηθούν δίκαια οι ανάγκες όλων. Οι συζητήσεις για τις βιοηθικής προκλήσεις πραγματοποιούνται στα μέσα ενημέρωσης από του ακαδημαϊκούς και τους ερευνητές και δεν αφορούν μόνο γιατρούς και ασθενείς αλλά και το ευρύ κοινό (Asidi, S. (2019).

Η πολιτική υγείας αφορά τις κυβερνητικές προσπάθειες για τη διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης ως δημόσιο αγαθό. Η κυβέρνηση πρέπει να διασφαλίσει την πρόσβαση στην απαραίτητη υγειονομική περίθαλψη για όλους, να δώσει κίνητρα για θεραπευτική έρευνα, να προστατεύσει την ποιότητα της υγείας και να ελέγξει το κόστος υγειονομικής περίθαλψης. Η δικαιοσύνη είναι η ηθική αξία που σχετίζεται περισσότερο με την πολιτική υγείας, δεδομένων των μεγάλων δημόσιων επενδύσεων για τη δημιουργία και διατήρηση του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης. Κατά συνέπεια, οι βιοηθικοί αναρωτιούνται εάν η πρόσβαση ενός ατόμου στην απαραίτητη, δαπανηρή και αποτελεσματική φροντίδα πρέπει να εξαρτάται από το δικαίωμα και την προθυμία ενός νομοθέτη της πολιτείας να χρηματοδοτήσει επαρκώς το πρόγραμμα ή και να επιτρέπει και να προαγάγει την έρευνα.

## **2.4 ΑΙ στον τομέα της Υγειονομικής Περίθαλψης**

Η τεχνητή νοημοσύνη (ΑΙ) βρίσκεται πλέον όπως προαναφέρθηκε σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην καθημερινότητάς μας και έχει αντίκτυπο σε όλες τις πτυχές της ζωής μας. Ωστόσο, τα προηγούμενα χρόνια τολμηρών διακηρύξεων είχαν ως αποτέλεσμα η τεχνητή νοημοσύνη να εμφανιστεί στα media με μία λανθασμένη μορφή όπου συχνά στην πραγματικότητα υπολείπεται των υποσχέσεων και των προσδοκιών.

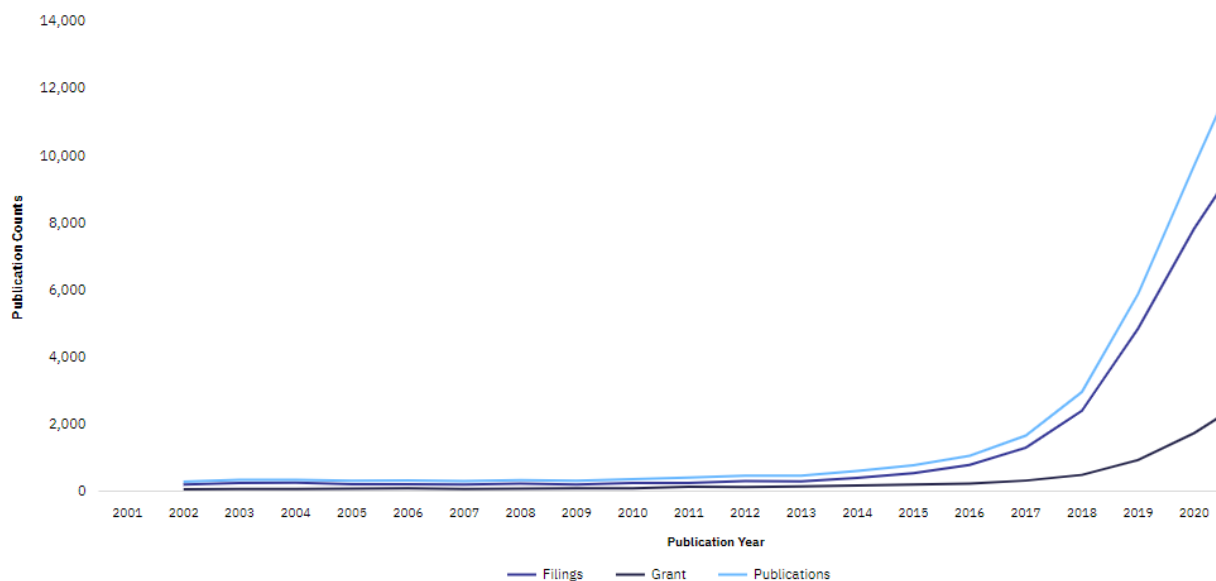
### **2.4.1 Τεχνητή νοημοσύνη**

Τα επόμενα χρόνια θα εμφανιστούν όλο και περισσότερο οι πρακτικές χρήσεις και εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς οι επιχειρήσεις διασφαλίζουν και αξιοποιούν τους πόρους τους για

την έρευνα και δημιουργία νέων και καινοτόμων μεθοδολογιών στον κλάδο (Bresnick, Jennifer. (2020).

Το πρόγραμμα παρακολούθησης συμφωνιών τεχνητής νοημοσύνης του Δικτύου Ιατρικών Συσκευών στον ιατρικό τομέα παρακολουθεί συμφωνίες που έχουν δημιουργηθεί για την διερεύνηση και την δημιουργία προγραμμάτων τεχνητής νοημοσύνης ή παρόμοιες τεχνολογίες τα τελευταία εννέα τρίμηνα, και με βάση τα αποτελέσματα, όπως εμφανίζεται στο γράφημα παρακάτω, υπάρχει ραγδαία αύξηση στην ευρεσιτεχνία και στην εφαρμογή των εν λόγω τεχνολογιών (Asidi, S. (2019).

Εικόνα 1



Πηγή: Asidi, S. (2019)

Το επόμενο μεγάλο άλμα για την επιστήμη της ιατρικής είναι προ των πυλών, δεν αργεί η ώρα που ένας υπολογιστής με ειδικά προγράμματα-λογισμικά θα είναι σε θέση να ‘εξετάσει’ έναν ασθενή προτού αναλάβει ο γιατρός το έργο του. Μέσω της προόδου στην τεχνητή νοημοσύνη (AI), φαίνεται πιθανό να μειωθούν οι λανθασμένες διαγνώσεις και να βελτιωθούν οι μέθοδοι θεραπείας των συμπτωμάτων της εκάστοτε νόσου ή πάθησης.

Ο τεράστιος όγκος δεδομένων που καθημερινά συσσωρεύεται στα νοσοκομεία και στα ερευνητικά κέντρα, όπως ηλεκτρονικοί φάκελοι ασθενών, απεικονιστικές εξετάσεις, ιατρικές διαγνώσεις κ.α. έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη εφαρμογών TN που βασίζονται στην διαχείριση του τεράστιου αυτού όγκου δεδομένων. Οι εφαρμογές αυτές έχουν τροποποιήσει θεμελιωδώς τον τρόπο που

δουλεύει η ιατρική σήμερα και θα συνεχίσουν να το κάνουν με τέτοιον τρόπο που τόσο οι γιατροί όσο και οι ερευνητές προσεγγίζουν την επίλυση κλινικών προβλημάτων (Asidi, S. (2019).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι ναι μεν ορισμένοι αλγόριθμοι μπορούν να ανταγωνίζονται επάξια και μερικές φορές και να ξεπερνούν τους κλινικούς γιατρούς σε διαφορετικές κοινές τους διενέργειες, όμως αυτή η επαναστατική τεχνολογία είναι σε αρκετά πρώιμο στάδιο και δεν είναι σε θέση ούτε να αντικαταστήσει τους ιατρούς αλλά ούτε και να ενσωματωθεί πλήρως στην ιατρική καθημερινότητα. Για τον λόγο ότι παρόλο που αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να επηρεάσουν ουσιαστικά την ιατρική και να ενισχύσουν τη αποτελεσματικότητα των ιατρικών παρεμβάσεων, υπάρχουν πολυάριθμες ρυθμιστικές ανησυχίες που πρέπει πρώτα να αντιμετωπιστούν.

Σύμφωνα με αναφορές, η τεχνητή νοημοσύνη στην παγκόσμια αξία της αγοράς υγειονομικής περίθαλψης προβλέπεται να αυξηθεί από 3,14 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2019 σε 23,85 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2025 και αναμένεται να αναπτυχθεί με CAGR (Compound Annual Growth Rate) 40,15% κατά την περίοδο πρόβλεψης από το 2020 έως το 2025.

#### 2.4.2 Επεξεργασία πληροφοριών στη διαδικασία καινοτομίας

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο η ΤΝ ενισχύει την καινοτομία, πρέπει να εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες επεξεργάζονται. Η διαδικασία της καινοτομίας η οποία βρίσκεται στο επίκεντρο της προσοχής της διαχείρισης της καινοτομίας γίνεται συνήθως αντιληπτό ότι περιλαμβάνει μια σειρά από στάδια που περιλαμβάνουν (1) την αναγνώριση, ανακάλυψη, δημιουργία και παραγωγή καινοτόμων ιδεών, ευκαιριών και λύσεων, (2) την ανάπτυξη ή εκμετάλλευση διαφόρων ιδεών, ευκαιριών και λύσεων και, τέλος, (3) την αξιολόγηση και επιλογή μιας ή περισσότερων από τις πιο υποσχόμενες ιδέες, ευκαιρίες και λύσεις (π.χ. Kijkuit and van den Ende, 2007). Μπορεί να υποστηριχθεί ότι ιδίως τα δύο πρώτα στάδια απαιτούν σημαντικά επίπεδα δημιουργικότητας και εξωστρεφούς σκέψης (Martin and Wilson, 2016- Shane, 2003)<sup>1</sup>. Δεδομένου ότι μας ενδιαφέρει να προσδιορίσουμε πού και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ΤΝ για να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων στη διαδικασία της καινοτομίας, θα επικεντρωθούμε στα δύο πρώτα στάδια της διαδικασίας - δηλαδή στη δημιουργία ιδεών και στην ανάπτυξη ιδεών.

Πιστεύουμε ότι η αυξημένη εφαρμογή ηλεκτρονικών υπηρεσιών και αυτοματοποίησης σε συνδυασμό με τον γενικότερο μετασχηματισμό σε ψηφιοποιημένους οργανισμούς θα αλλάξει τον ρόλο της διαχείρισης της καινοτομίας. Όπως και στο παρελθόν, όταν οι διαχειριστές καινοτομίας προσπαθούν να αναγνωρίσουν ή να αναπτύξουν νέες ευκαιρίες και ιδέες, αντιμετωπίζουν δύο συγκεκριμένα εμπόδια (Eggers και Kaplan, 2009). Πρώτον, πρέπει να ξεπεράσουν τους περιορισμούς επεξεργασίας πληροφοριών (Nelson και Winter, 1982- Williams και Mitchell, 2004) που περιορίζουν την ποσότητα των πληροφοριών είτε για τις νέες ευκαιρίες είτε για τις πιθανές λύσεις που μπορεί να ακολουθήσει η επιχείρηση. Αυτοί οι περιορισμοί επεξεργασίας πληροφοριών είναι συχνά αποτέλεσμα των γνωστικών περιορισμών των στελεχών δηλαδή, οι ανθρώπινες νοητικές ικανότητες απορρόφησης ή επεξεργασίας πληροφοριών είναι βιολογικά περιορισμένες.

Το δεύτερο εμπόδιο που αντιμετωπίζουν οι μάνατζερ ως αποτέλεσμα αναποτελεσματικών πρακτικών (Gavetti and Levinthal, 2000- Katila and Ahuja, 2002). Αυτό το εμπόδιο διευκρινίζει ότι οι μάνατζερ αναζητούν γενικά λύσεις σε γνωστικούς τομείς που σχετίζονται με την επιχείρηση και τη δική τους υπάρχουσα βάση γνώσεων (Posen et al., 2018). Αυτό υποδηλώνει ότι οι περισσότερες λύσεις θα είναι συγκριτικά αυξητικές ως προς την καινοτόμα αντιμετώπιση τους, δεδομένου ότι βασίζονται πολύ στενά στην υπάρχουσα γνώση ή και ικανότητες. Ωστόσο, για να δημιουργήσουν μια πιο δημιουργική και καινοτόμο ιδέα ή ευκαιρία, τα στελέχη θα πρέπει να επεκτείνουν την αναζήτηση πέρα από τους υπάρχοντες τομείς γνώσης σε νέα πεδία που έχουν περισσότερο διερευνητικό χαρακτήρα.

Επομένως, παρόλο που η πρόσβαση μπορεί να είναι πιο περιορισμένη στους ολόενα και περισσότερο ψηφιοποιημένους οργανισμούς, όσο περισσότερο τα στελέχη είναι σε θέση να επεξεργάζονται μεγάλο όγκο πληροφοριών σχετικά με πιθανές προσεγγίσεις λύσεων και ευκαιρίες, τόσο περισσότερο θα πρέπει να είναι σε θέση να περιορίζουν το σύνολο των πιθανών λύσεων στις πιο υποσχόμενες και να αναγνωρίζουν πραγματικά συναρπαστικές ευκαιρίες.

Επιπλέον, εφόσον οι μάνατζερ είναι σε θέση να υπερβούν την τρέχουσα βάση γνώσεών τους με τη βοήθεια της TN, θα πρέπει να είναι σε θέση να αναπτύξουν πιο καινοτόμες λύσεις και να αναγνωρίζουν πιο δημιουργικές ευκαιρίες (Amabile, 2019- von Krogh, 2018). Ωστόσο, οι λύσεις TN που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν δεν είναι απλές και μπορεί να είναι πρόκληση η εμπλοκή της TN στη διαδικασία καινοτομίας. Θα είναι επίσης δύσκολο να αντικαταστήσει την

ανθρώπινη συμμετοχή. Οποιοδήποτε σύστημα βασισμένο στην τεχνητή νοημοσύνη που επιδιώκει να υποστηρίξει τη διοίκηση σε αυτές τις προσπάθειες πρέπει να είναι ικανό να ξεπεράσει τα ίδια εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι μάνατζερ στη διαδικασία καινοτομίας.

Η παραπάνω συζήτηση αναπτύσσει τη θεμελιώδη προοπτική που χρησιμοποιείται για ένα πλαίσιο εξέτασης των διοικητικών προκλήσεων που συνδέονται με την προώθηση της καινοτομίας μέσω της TN.

#### 2.4.3 Πιθανοί τομείς εφαρμογής της TN στη διαδικασία καινοτομίας

Συνδυάζοντας τα εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν τόσο από τους ανθρώπους όσο και από τα συστήματα TN στη διαδικασία καινοτομίας με τις βασικές δραστηριότητες παραγωγής και ανάπτυξης ιδεών που πρέπει να διεξαχθούν, μπορούμε να εξάγουμε ένα πλαίσιο δυνητικά δημιουργικών τομέων εφαρμογής της TN στη διαδικασία καινοτομίας. Για να κατανοήσουμε τις δυνατότητες της TN, πρέπει να οριοθετήσουμε πού η TN μπορεί να βοηθήσει και ενδεχομένως να αντικαταστήσει την ανθρώπινη λήψη αποφάσεων στη διαχείριση της καινοτομίας. Συγκεκριμένα, υπάρχουν τέσσερις πιθανοί τομείς στους οποίους θα μπορούσε θεωρητικά να υποστηριχθεί η λήψη ανθρώπινων αποφάσεων: (1) ανάπτυξη ιδεών με την υπέρβαση των περιορισμών επεξεργασίας πληροφοριών- (2) παραγωγή ιδεών με την υπέρβαση των περιορισμών επεξεργασίας πληροφοριών- (3) ανάπτυξη ιδεών με την υπέρβαση των τοπικών ρουτινών αναζήτησης- και (4) παραγωγή ιδεών με την υπέρβαση των τοπικών ρουτινών αναζήτησης. Αυτοί οι τέσσερις τομείς απεικονίζονται στο Σχήμα 1 μαζί με μια σύντομη περιγραφή του τι θα έπρεπε να μπορεί να κάνει η TN σε κάθε τεταρτημόριο.

#### 2.4.4 Υπέρβαση των περιορισμών επεξεργασίας πληροφοριών με τεχνητή νοημοσύνη για την ανάπτυξη ιδεών

Τα σημερινά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης υπερέχουν στο να ξεπερνούν τους περιορισμούς επεξεργασίας πληροφοριών του ανθρώπου στον τομέα της ανάπτυξης ιδεών και ευκαιριών. Επί του παρόντος, τα συστήματα TN βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε βαθιά νευρωνικά δίκτυα που απαιτούν και είναι σε θέση να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων (big data) (Ng,

2017). Με αυτό το χαρακτηριστικό, βλέπουμε μια πραγματική πληθώρα συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που είναι σε θέση να υποστηρίξουν τους ανθρώπους στην ανάπτυξη ιδεών, ευκαιριών και προσεγγίσεων λύσεων, επεξεργάζοντας πολύ μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών από ό,τι είναι ανθρωπίνως δυνατό και αναδεικνύοντας ενδιαφέρουσες περιοχές προς διερεύνηση.

Πράγματι, οι τεχνολογίες αυτές δημιουργούν ήδη σημαντική οικονομική αξία για τις επιχειρήσεις (Roose, 2019). Η εξέλιξη αυτή συνδέεται στενά με τη βελτίωση των συνθηκών για την καινοτομία. Υπάρχουν, ενδιαφέρουσες εφαρμογές TN και στη φαρμακευτική έρευνα και ανάπτυξη (π.χ. Mamoshina et al., 2016- Schuhmacher et al., Inpress). Εδώ, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν χρήσεις που επιταχύνουν τις διαδικασίες (Yang et al., 2019), και είναι καθοριστικές για την ανακάλυψη τεχνολογικών, και επιστημονικών και ιατρικών εφαρμογών. Ο λόγος για τον οποίο οι μέθοδοι που βασίζονται στη μηχανική μάθηση ενδιαφέρουν τους ερευνητές σε αυτόν τον τομέα είναι ότι ο χώρος αναζήτησης πιθανών διεργασιών, μεθόδων και σκευασμάτων είναι πολύ μεγάλος για να αναζητηθεί εξαντλητικά με τις υπάρχουσες μεθόδους (Yang et al., 2019). Επιπλέον, οι εφαρμογές TN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό θεραπειών για ασθένειες - για παράδειγμα, νευρωνικά δίκτυα βαθιάς προσαρμογής σε τομείς έχουν εκπαιδευτεί σε σύνολα δεδομένων γονιδιωματικής RNA ενός κυττάρου για να αναπτυχθούν τελικά θεραπείες που θα σταματήσουν τη μετάδοση της ελονοσίας (Johansen and Quon, 2018). Τέλος, υπάρχουν πολλοί τομείς στους οποίους τα συστήματα TN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία καινοτομιών διαδικασιών σε οργανισμούς. Για παράδειγμα, η Celonis χρησιμοποιεί εξόρυξη διαδικασιών για να εντοπίσει οργανωτικές διαδικασίες που είναι κατάλληλες για ρομποτική αυτοματοποίηση διαδικασιών (Geyer-Klingenberg et al., 2018- Veit et al., 2017). Έτσι, η Celonis χρησιμοποιεί εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης που επιτρέπουν στους οργανισμούς να εφαρμόζουν σημαντικές διοικητικές καινοτομίες.

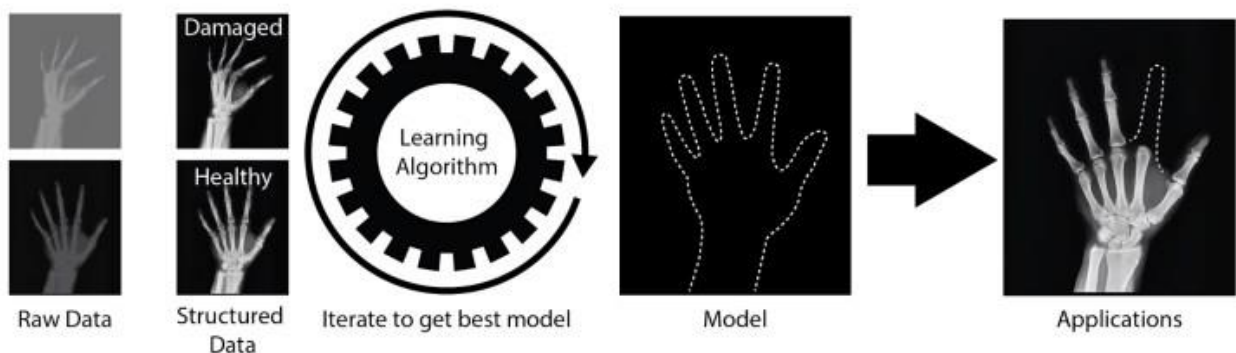
#### 2.4.5 Μηχανική μάθηση

Όπως ένας μαθητής ιατρικής επιστήμης μαθαίνει από τα λάθη που κάνει, τα διορθώνει και την επόμενη φορά πραγματοποιεί ορθά την 'άσκηση', έτσι και ένας αλγόριθμος ΑΙ πρέπει να μαθαίνει από τα λάθη του. Αυτή η μέθοδος διόρθωσης στην γλώσσα των υπολογιστών ονομάζεται Μηχανική Μάθηση (Deep Learning). Σε γενικές γραμμές, οι ενέργειες όπου μπορούν να εκτελέσουν οι αλγόριθμοι ΑΙ είναι ενέργειες που προϋποθέτουν ανθρώπινη νοημοσύνη για να

καταφέρουν να υλοποιηθούν ορθά, κάποια παραδείγματα είναι η αναγνώριση προτύπων και ομιλίας όπως και η ανάλυση εικόνας και λήψη αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι αλγόριθμοι ΤΝ είναι οι πλέον κατάλληλοι για την αυτοματοποίηση επίπονων και επαναλαμβανόμενων διεργασιών και μερικές φορές είναι ικανοί να ξεπερνούν τους ανθρώπους στις εργασίες που έχουν εκπαιδευτεί να υλοποιούν.

Για να δημιουργηθεί και να εφαρμοστεί αποτελεσματικά ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος ΤΝ, τα συστήματα υπολογιστών αρχικά τροφοδοτούνται τον αλγόριθμο με δεδομένα τα οποία ονομάζονται «τυπικά», γεγονός που σημαίνει ότι κάθε κατηγορία δεδομένων έχει μια αναγνωριστική ταμπέλα ή κάποιου είδους διακριτικό που είναι αναγνωρίσιμο στον αλγόριθμο. Αφού ο αλγόριθμος εκτεθεί σε αρκετά σύνολα δεδομένων και τα αναγνωριστικά τους, η απόδοση αναλύεται για να διασφαλιστεί η ακρίβεια, όπως ακριβώς οι εξετάσεις στους μαθητές με την μορφή δοκιμών. Οι «δοκιμές» αλγορίθμων εμπεριέχουν την εισαγωγή δεδομένων δοκιμής στα οποία οι προγραμματιστές ξέρουν ήδη τις απαντήσεις, επιτρέποντάς τους να αξιολογήσουν την ικανότητα των αλγορίθμων να προσδιορίσουν τη σωστή απάντηση. Με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών, ο αλγόριθμος μπορεί να τροποποιηθεί, η να τροφοδοτηθεί με περισσότερα δεδομένα ή να αναπτυχθεί για να βοηθήσει στη λήψη ορθότερων αποφάσεων.

Εικόνα 2



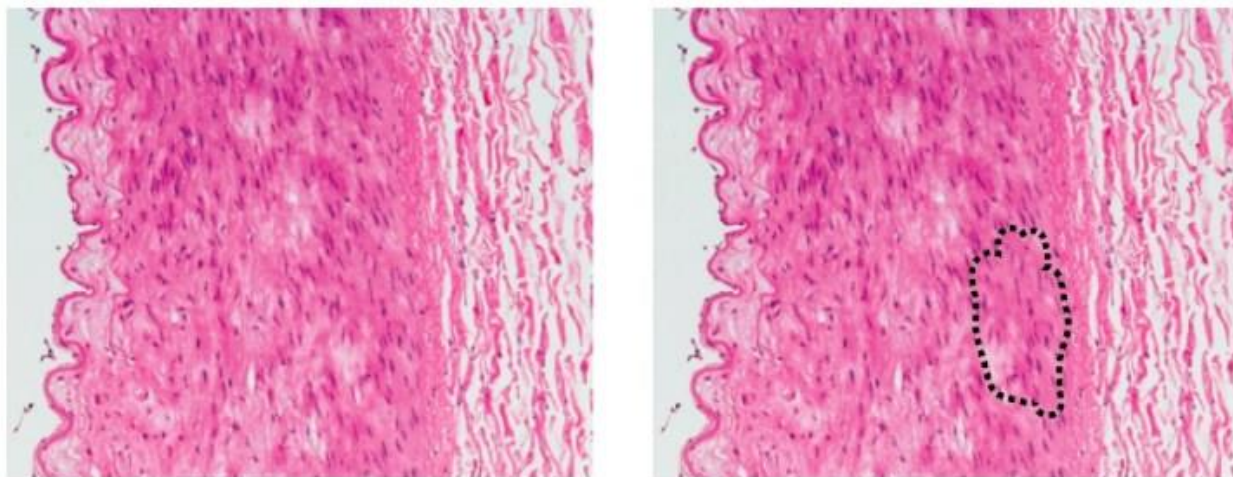


## 2.5 ΑΙ στην υγειονομική περίθαλψη

Η πρόοδος στην υπολογιστική ισχύ σε συνδυασμό με τεράστιες ποσότητες δεδομένων που παράγονται στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης καθιστούν πολλά κλινικά προβλήματα ώριμα για εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Ακολουθούν δύο πρόσφατες εφαρμογές σχετικών αλγορίθμων που μπορούν να ωφελήσουν τόσο τους ασθενείς όσο και τους γιατρούς κάνοντας τη διάγνωση πιο απλή.

Ο πρώτος από αυτούς τους αλγόριθμους είναι ένα από τα πολλαπλά υπάρχοντα παραδείγματα αλγορίθμου που ξεπερνά τους γιατρούς στις εργασίες ταξινόμησης εικόνων. Το φθινόπωρο του 2018, ερευνητές στο Seoul National University Hospital and College of Medicine ανέπτυξαν έναν αλγόριθμο ΑΙ που ονομάζεται DLAD (Deep Learning based Automatic Detection) για να αναλύει ακτινογραφίες θώρακος και να ανιχνεύει ανώμαλη κυτταρική ανάπτυξη, όπως πιθανούς καρκίνους (Εικόνα παρακάτω). Η απόδοση του αλγορίθμου συγκρίθηκε με τις ικανότητες ανίχνευσης πολλαπλών γιατρών στις ίδιες εικόνες και ξεπέρασε σε ακρίβεια διάγνωσης τους 17 από τους 18 γιατρούς.

*Εικόνα 3*



Πηγή: Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018)

Ο δεύτερος από αυτούς τους αλγόριθμους προέρχεται από ερευνητές της Google AI Healthcare, όπου επίσης το φθινόπωρο του 2018, οι οποίοι δημιούργησαν έναν αλγόριθμο εκμάθησης, τον LYNA (Lymph Node Assistant), ο οποίος ανέλυε ιστολογικές διαφάνειες με χρωματισμένα δείγματα ιστού) για να εντοπίσει μεταστατικούς όγκους καρκίνου του μαστού από τους

λεμφαδένες μέσω δείγματος βιοψίας. Αυτή δεν είναι η πρώτη εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης που επιχειρεί ιστολογική ανάλυση, αλλά είναι ενδιαφέρον ότι αυτός ο αλγόριθμος θα μπορούσε να εντοπίσει ύποπτες περιοχές που δεν διακρίνονται από το ανθρώπινο μάτι στα δείγματα βιοψίας. Ο LYNA δοκιμάστηκε σε δύο σύνολα δεδομένων και αποδείχθηκε ότι ταξινομεί με ακρίβεια ένα δείγμα ως καρκινικό ή μη καρκινικό σωστά σε ποσοστό 99% των περιπτώσεων. Επιπλέον, όταν δόθηκε σε γιατρούς για χρήση σε συνδυασμό με την τυπική τους ανάλυση δειγμάτων ιστών, μειώθηκε κατά το ήμισυ ο χρόνος της αξιολόγησης.

Νέες έρευνες έδειξαν ότι υπάρχουν και άλλοι αλγόριθμοι TN που έχουν ως βάση την απεικόνιση που είναι σε θέση να βελτιώσουν δραστικά την ακρίβεια διάγνωσης του γιατρού. Βραχυπρόθεσμα, αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους γιατρούς για να βοηθήσουν στον διπλότυπο έλεγχο των διαγνώσεων τους και στην ταχύτερη ερμηνεία των δεδομένων των ασθενών χωρίς να θυσιάζεται η ακρίβεια. Μακροπρόθεσμα, ωστόσο, οι αλγόριθμοι εγκεκριμένοι από την κυβέρνηση θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα στην κλινική, επιτρέποντας στους γιατρούς να επικεντρωθούν σε περιπτώσεις που μόνο με την παρέμβαση τους θα μπορούσαν να θεραπευτούν ή και αξιολογηθούν, όπου με τον τρόπο αυτόν θα μπορούσε να αποσυμφωριθεί το σύστημα υγείας. Οι LYNA και DLAD είναι δυο κλασσικές περιπτώσεις απεικονιστικών αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται ως εργαλεία αξιολόγησης των γιατρών για υγιή και μη περιστατικά, αναλύοντας και επισημαίνοντας στους γιατρούς εικόνες που πρέπει να εξεταστούν εκτενέστερα. Αυτά τα έργα αποτελούν παράδειγμα των πιθανών πλεονεκτημάτων των αλγορίθμων στην ιατρική, οπότε τι τους εμποδίζει από την κλινική χρήση (Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018);

### 2.5.1 Οι δυνατότητες και η συμβολή του ΑΙ στην υγειονομική περίθαλψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη πρόκειται να διαδραματίσει εξέχοντα ρόλο στην ιατρική και την υγειονομική περίθαλψη, στους παρακάτω κυρίαρχους τομείς:

### 2.5.1.1 Διάγνωση

Ο καθορισμός της σωστής διάγνωσης είναι ένα κρίσιμο μέρος για την επίτευξη των στόχων της υγειονομικής περίθαλψης. Η διάγνωση βασίζεται σε μια σύνθεση πληροφοριών από και σχετικά με τον ασθενή, η οποία ερμηνεύεται από έναν φροντιστή. Στη συνέχεια μπορεί να επιλεγεί μια συγκεκριμένη θεραπεία με βάση τη διάγνωση που έχει τεθεί (NE, n.d).

Με βάση την έρευνα του Andersson, (2020) σε μερικές περιπτώσεις έως και το 20% των σοβαρών τραυματισμών στην υγειονομική περίθαλψη έχουν ως αιτία μια λανθασμένη, καθυστερημένη ή απροσδιόριστη διάγνωση. Τα διαγνωστικά σφάλματα είναι πιο διαδεδομένα στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, ένα εργασιακό περιβάλλον που προσδιορίζεται ως στρεσογόνο (Andersson, 2020). Η υψηλή ροή ασθενών και η αυξημένη διάρκεια παραμονής συνδέονται με αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη ασφάλεια ασθενών, αυξημένο αριθμό λανθασμένων διαγνώσεων, αυξημένο κίνδυνο επιπλοκών και δυσαρέσκεια στους ασθενείς (Cheng, 2016).

Η σωστή διάγνωση είναι το κλειδί για μια επιτυχημένη θεραπεία. Σε περίπτωση λανθασμένης διάγνωσης, οι συνέπειες μπορεί να έχουν καταστροφικές για την υγεία του ασθενούς.

Η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διάγνωση της υγειονομικής περίθαλψης παρέχει πολλά οφέλη στην ιατρική βιομηχανία.

Το λογισμικό που βασίζεται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αξιολογήσει εάν ένας ασθενής έχει μια συγκεκριμένη ασθένεια ακόμη και πριν εμφανιστούν πολλά εμφανή συμπτώματα καθώς στην πλειονότητα των περιπτώσεων, αυτές οι προβλέψεις είναι ακριβείς, και παράλληλα η τεχνητή νοημοσύνη φέρει την δυνατότητα να κάνει τη διάγνωση οικονομικότερη και πιο προσιτή (Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018).

### 2.5.1.2 Μηχανική Μάθηση στη Διάγνωση

Οι αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) μαθαίνουν να βλέπουν μοτίβα παρόμοια με τον τρόπο που τα βλέπουν οι γιατροί. Μια σημαντική διαφορά εδώ είναι ότι οι αλγόριθμοι χρειάζονται πολλά συγκεκριμένα παραδείγματα για να μάθουν. Και αυτά τα παραδείγματα ψηφιοποιούνται επειδή οι μηχανές δεν μπορούν να διδαχθούν άμεσα αλλά αποκλείουν πιθανότητες μέσω των επαναλαμβανόμενων δοκίμων.

Έτσι, η Μηχανική Μάθηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε τομείς όπου οι διαγνωστικές πληροφορίες που εξετάζει ένας γιατρός είναι ήδη ψηφιοποιημένες. Για παράδειγμα, εικόνες από μηχανήματα μαγνητικής τομογραφίας, αξονικούς τομογράφους και ακτινογραφίες περιέχουν μεγάλες ποσότητες πολύπλοκων δεδομένων που είναι δύσκολο και χρονοβόρο να αξιολογηθούν από τον άνθρωπο (Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018).

Η μηχανική μάθηση μπορεί να είναι χρήσιμη σε:

- Ανίχνευση όγκου εγκεφάλου ή καρκίνου του πνεύμονα με βάση αξονικές τομογραφίες
- Εκτίμηση του κινδύνου αιφνίδιας καρδιακής ανακοπής ή άλλων καρδιακών παθήσεων με βάση εικόνες ΗΚΓ και MRI καρδιάς
- Ταξινόμηση δερματικών βλαβών σε εικόνες δέρματος
- Εύρεση ιχνών διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας σε εικόνες ματιών

Υπάρχουν πολλά χρήσιμα δεδομένα (CT, MRI, γονιδιωματική, αρχεία ασθενών και χειρόγραφα αρχεία) διαθέσιμα στις περιπτώσεις που αναφέρονται παραπάνω. Και με όλα αυτά τα δεδομένα, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης γίνονται εξίσου αποτελεσματικοί διαγνωστικά όσο και ένας ειδικός. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης ξεχωρίζουν επειδή είναι σε θέση να εξάγουν συμπεράσματα πολύ πιο γρήγορα και τα μοντέλα μπορούν να αναπαραχθούν με χαμηλό κόστος και χωρίς φυσική παρουσία σε όλο τον κόσμο (Shimabukuro D, Barton CW, Feldman MD, Mataraso SJ, Das R. (2017).

### 2.5.1.3 Ανάπτυξη φαρμάκων και σκευασμάτων

Η ανάπτυξη ενός φαρμάκου είναι μια ολοένα πιο ανταγωνιστική και δαπανηρή ιατρική διεργασία. Ακόμη και με την τεχνολογική πρόοδο, το κόστος δημιουργίας ενός νέου φαρμάκου αυξάνεται συνεχώς και στην προκειμένη περίπτωση το AI μπορεί να διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο . Οι κορυφαίες ιατρικές και φαρμακευτικές εταιρείες χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για να μειώσουν το κόστος R&D και να αποφύγουν δαπανηρά λάθη (Shimabukuro D, Barton CW, Feldman MD, Mataraso SJ, Das R. (2017).

Πολλές από τις διαδικασίες στην ανάπτυξη φαρμάκων μπορούν να γίνουν πιο αποτελεσματικές με τη Μηχανική Μάθηση μειώνοντας δραματικά το κόστος και τον χρόνο της εν λόγω διαδικασίας.

Μέχρι το 2026, οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης για την υγεία μπορούν ενδεχομένως να δημιουργήσουν ετήσιες εξοικονομήσεις 150 δισεκατομμυρίων δολαρίων για την οικονομία της υγειονομικής περίθαλψης των Ηνωμένων Πολιτειών.

Η ανάπτυξη του φαρμάκου χωρίζεται σε τέσσερα στάδια:

- Στάδιο 1 – Προσδιορισμός στόχου για παρέμβαση
- Στάδιο 2 – Ανακάλυψη των υποψηφίων φαρμάκων
- Στάδιο 3 – Επιτάχυνση κλινικών δοκιμών
- Στάδιο 4 – Εύρεση βιοδεικτών για τη διάγνωση της νόσου

### **Στάδιο 1 – Προσδιορισμός στόχου**

Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός φαρμάκου θα πρέπει να είναι η κατανόηση της βιολογικής προέλευσης μιας ασθένειας και των μηχανισμών αντίστασής της. Τότε πρέπει να προσδιοριστούν οι κατάλληλοι στόχοι για τη θεραπεία της νόσου.

Αν και με τεχνικές υψηλής απόδοσης, όπως η διαλογή RNA (shRNA) και η βαθιά αλληλουχία, διατίθενται τεράστια δεδομένα για την ανακάλυψη πιθανών οδών στόχων.

Αλλά με τις παραδοσιακές μεθόδους, εξακολουθεί να είναι δύσκολο να ενσωματωθεί ο μεγάλος αριθμός δεδομένων και η ποικιλία των πηγών δεδομένων και στη συνέχεια να λάβει μέρος η αναζήτηση των σχετικών μοτίβων.

Οι αλγόριθμοι μηχανικής εκμάθησης αναλύουν γρήγορα όλα τα διαθέσιμα δεδομένα και μαθαίνουν να εντοπίζουν αυτόματα τους εκάστοτε στόχους.

### **Στάδιο 2 – Ανακάλυψη των υποψηφίων φαρμάκων**

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει την εύρεση μιας ένωσης που μπορεί να αλληλοεπιδράσει με το προσδιορισμένο μόριο στόχο με τον απαιτούμενο τρόπο. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο ενός τεράστιου αριθμού πιθανών ενώσεων για την επίδρασή τους στον στόχο (συγγένεια). Αυτές οι ενώσεις θα μπορούσαν να είναι είτε φυσικές, είτε συνθετικές ή βιομηχανικές.

Ωστόσο, το τρέχον σύστημα μπορεί να δημιουργήσει ανακριβείς και ανεπαρκείς προτάσεις. Έτσι, στην πραγματικότητα, χρειάζεται πολύς χρόνος για να οριστικοποιηθούν τα καλύτερα υποψήφια φάρμακα.

Οι αλγόριθμοι Machine Learning βοηθούν στην εν λόγω περίπτωση, μαθαίνουν να προβλέπουν την καταλληλότητα ενός μορίου με βάση δομικά δακτυλικά αποτυπώματα και μοριακούς περιγραφείς. Στη συνέχεια, περνούν από εκατομμύρια πιθανά μόρια και τα φιλτράρουν όλα στις καλύτερες επιλογές ανιχνεύοντας παράλληλα και εκείνα με τις ελάχιστες παρενέργειες με αποτέλεσμα να εξοικονομείται πολύς χρόνος στον σχεδιασμό του φαρμάκου.

### **Στάδιο 3 – Επιτάχυνση κλινικών δοκιμών**

Δεν είναι εύκολο να βρεθούν κατάλληλοι υποψήφιοι για κλινικές δοκιμές, παράλληλα η λάθος επιλογή υποψηφίων, θα παρατείνει τη δοκιμή με κόστος σε πόρους και χρόνο. Η μηχανική μάθηση μπορεί να επιταχύνει τη διαδικασία των κλινικών δοκιμών εντοπίζοντας τους κατάλληλους υποψηφίους και διασφαλίζοντας ότι υπάρχει σωστή κατανομή για ομάδες συμμετεχόντων στη δοκιμή. Ο αλγόριθμος μπορεί να εκπαιδευτεί ώστε να διαχωρίζει τους κατάλληλους υποψηφίους. Τα κυριότερα προτερήματα της τεχνολογίας ΑΙ για τη διαδικασία κλινικών δοκιμών, είναι η ταχύτητα, αξιοπιστία και ασφάλεια.

Μπορούν επίσης να ειδοποιήσουν έγκαιρα δίνοντας μια έγκαιρη προειδοποίηση για μια κλινική δοκιμή που δεν παράγει οριστικά αποτελέσματα επιτρέποντας έτσι στους ερευνητές να επέμβουν νωρίτερα στην ανάπτυξη του φαρμάκου.

### **Στάδιο 4 – Εύρεση βιοδεικτών για τη διάγνωση της νόσου**

Η θεραπεία ασθενούς για μια ασθένεια είναι δυνατή μόνο όταν είστε σίγουροι για τη διάγνωση. Οι βιοδείκτες είναι μόρια που βρίσκονται σε σωματικά υγρά όπως το ανθρώπινο αίμα και καταλήγουν στο συμπέρασμα εάν ένας ασθενής έχει ασθένεια ή όχι. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου. Δεν πρέπει να ξεχνάμε όμως ότι η ανακάλυψη κατάλληλων βιοδεικτών για μια ασθένεια δεν είναι εύκολη υπόθεση. Είναι μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία που περιλαμβάνει τον έλεγχο χιλιάδων πιθανών υποψηφίων μορίων. Το ΑΙ αυτοματοποιεί ένα μεγάλο μέρος της εν λόγω διεργασίας και, με τη σειρά του, επιταχύνει τη διαδικασία. Οι αλγόριθμοι μπορούν να ταξινομήσουν τα μόρια σε κατάλληλα και μη – κάτι που βοηθά τους ειδικούς να αναλύσουν μόνο τις καταλληλότερες προοπτικές.

Οι βιοδείκτες χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση:

- Της παρουσία της νόσου στον πρώιμο – διαγνωστικό βιοδείκτη

- Τον κίνδυνο να αναπτύξει ένας ασθενής μια ασθένεια – βιοδείκτης κινδύνου
- Την πιθανή εξέλιξη μιας νόσου – προγνωστικός βιοδείκτης
- Εάν ο ασθενής θα ανταποκριθεί σε ένα φάρμακο ή όχι - προγνωστικός βιοδείκτης

Για παράδειγμα, το 2017, η AstraZeneca με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο συνεργάστηκε με την εταιρεία βιοφαρμακευτικής Berg και χρησιμοποίησε την τεχνητή νοημοσύνη για να βρει βιοδείκτες και φάρμακα για νευρολογικές παθήσεις.

## **2.6 Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην ιδιωτικότητα των δεδομένων και οι ηθικές ανησυχίες**

Με βάση τα προαναφερθέντα θα ήταν παράλειψη να μην αξιολογηθεί ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην προστασία της ιδιωτικότητας των ιατρικών δεδομένων και των δεδομένων των ασθενών. Καθώς αυξάνεται η χρήση της TN στην ιατρική, αυξάνονται αντίστοιχα και οι νέες απειλές για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη (Redmore, 2019). Μια νέα μελέτη από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϊ υποδηλώνει ότι η πρόοδος στην TN έχει δημιουργήσει σοβαρά ζητήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής που ορίζονται από το GDPR (General Data Protection Regulation ) ή τον νόμο περί φορητότητας και ευθύνης της ασφάλισης υγείας του 1996 (HIPAA) (Na et al., 2018). Επισημαίνει ότι η αφαίρεση των πληροφοριών ταυτοποίησης από τα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης δεν εγγυάται τη συμμόρφωση με τους κανόνες των προσωπικών δικαιωμάτων περί των προσωπικών δεδομένων και αυτό αποτελεί θέμα ανησυχίας. Το σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι τα πρότυπα προστασίας της ιδιωτικής ζωής που σχετίζονται με τη νομοθεσία πρέπει να επανεξεταστούν και να επανασχεδιαστούν έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη οι εξελίξεις της τεχνητής νοημοσύνης και ο αντίκτυπός της στην προστασία της ιδιωτικής ζωής σε γενικό πλαίσιο αλλά και όσον αφορά την υγειονομική περίθαλψη (Redmore, 2019; Na et al., 2018).

Είναι λογικό να σκεφτεί κανείς ότι καθώς η TN διευκολύνει τις εταιρείες να αποκτήσουν πρόσβαση σε δεδομένα υγείας, αυξάνεται και η πιθανότητα οι εταιρείες να τα χρησιμοποιούν με ανήθικους τρόπους. Ένα πιθανό παράδειγμα που αναφέρεται από τον (Redmore, 2019) περιλαμβάνει εταιρείες γενετικής όπου πωλούν δεδομένα πελατών σε φαρμακευτικές και

βιοτεχνολογικές εταιρείες. Η νομοθετική υπόσταση που επιτρέπει το φαινόμενο αυτό, είναι ότι η υπηρεσία που παρέχουν οι εταιρείες για την παροχή πληροφοριών που σχετίζονται με την καταγωγή από το DNA δεν λογίζεται νομικά ως υπηρεσία υγειονομικής περίθαλψης και έτσι δεν εφαρμόζονται οι κανόνες προστασίας της ιδιωτικής ζωής με βάση το GDPR (General Data Protection Regulation ) ή το HIPAA (Redmore, 2019). Οι εταιρείες τεχνολογίας πρέπει να ενημερώνουν τους χρήστες για τον ακριβή τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα τους και, εάν οι χρήστες το επιθυμούν, πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αρνηθούν τη συγκατάθεσή τους για την εν λόγω χρήση των δεδομένων τους (Redmore, 2019). Επιπλέον, οι εταιρείες τεχνολογίας πρέπει να ενσωματώσουν τεχνικές διασφαλίσεις στις λύσεις τεχνητής νοημοσύνης τους για την υγειονομική περίθαλψη, ώστε να μειωθεί η πιθανότητα κακής χρήσης και πρέπει να υπάρχει τρόπος να λογοδοτούν οι εταιρείες αυτές σε περίπτωση που δεν το πράξουν (Redmore, 2019). Η κυβέρνηση πρέπει να αναβαθμίσει τα νομικά πλαίσια, όπως το HIPAA, ή/και να δημιουργήσει νέα, όπως απαιτείται (Redmore, 2019).

## **2.7 Ρυθμιστικές επιπτώσεις και περιορισμοί**

Μέχρι στιγμής, οι αλγόριθμοι στην ιατρική έχουν δείξει πολλά πιθανά οφέλη τόσο για τους γιατρούς όσο και για τους ασθενείς. Ωστόσο, η νομική ρύθμιση χρήσης αυτών των αλγορίθμων είναι προβληματική με την υπάρχον νομοθεσία. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) έχει εγκρίνει ορισμένους βοηθητικούς αλγόριθμους, αλλά δεν υπάρχουν επί του παρόντος καθολικές οδηγίες έγκρισης. Επιπλέον, οι ερευνητές που δημιουργούν αλγόριθμους για χρήση στην κλινική έρευνα δεν είναι πάντα οι γιατροί που θεραπεύουν ασθενείς, επομένως σε ορισμένες περιπτώσεις, οι υπολογιστές μπορεί να χρειαστεί να μάθουν περισσότερα για την ιατρική, ενώ οι κλινικοί γιατροί μπορεί να χρειαστεί να «μάθουν» την χρήση των αλγορίθμων και την διαδικασία της μηχανικής μάθησης (Shimabukuro D, Barton CW, Feldman MD, Mataraso SJ, Das R. (2017).

Από την μία η TN είναι σε θέση να αποτελέσει ένα πανίσχυρο εργαλείο στα χέρια των γιατρών και γενικότερα της ιατρικής επιστήμης βοηθώντας τόσο σε θέματα διάγνωσης όσο και σε βασικές κλινικές ενέργειες αυτοματοποιώντας ποικίλες διαδικασίες και αναλύοντας τεράστιες βάσεις δεδομένων. Είναι όμως σχεδόν ακατόρθωτο -τουλάχιστον με τα σημερινά δεδομένα- να δούμε να υλοποιούνται αυτοματοποιημένες χειρουργικές επεμβάσεις καθώς η φύση της επεμβατικής



χειρουργικής τις περισσότερες φορές απαιτεί αλλαγή προσέγγισης και αναπροσαρμογή κάτι που στην παρούσα φάση δεν είναι εφικτό. Με αυτόν τον τρόπο, οι δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική υπερβαίνουν επί του παρόντος τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης για τη φροντίδα των ασθενών. Ωστόσο, οι οδηγίες από του νομοθέτες και τους αντίστοιχους οργανισμούς θα μπορούσαν να βοηθήσουν στον καθορισμό των απαιτήσεων για αλγόριθμους και θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση των κλινικά αναπτυγμένων αλγορίθμων. Επιπλέον, ο FDA και οι Ευρωπαϊκές αρχές πρέπει να έχουν αυστηρά κριτήρια αποδοχής για κλινικές δοκιμές, που απαιτούν εξαιρετική διαφάνεια σχετικά με τις επιστημονικές μεθόδους. Πολλοί αλγόριθμοι βασίζονται σε πολύ περίπλοκα μαθηματικά μοντέλα, που δεν είναι απαραίτητα κατανοητά αναφορικά με την λειτουργία τους από τους νομοθέτες ή ακόμα και από τους ιατρούς. Η αδυναμία αποκωδικοποίησης και αποσαφήνισης των εσωτερικών λειτουργιών ενός αλγορίθμου θα επηρεάσει την πιθανότητα των εκλεκτικών μηχανισμών ή και των νομοθετών να εγκρίνει μια δοκιμή που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη;

Οι ερευνητές, οι εταιρείες και οι επιχειρηματίες μπορεί να διστάζουν να εκθέσουν τις ιδιόκτητες μεθόδους τους στο κοινό, με κίνδυνο να χάσουν χρήματα από την υποκλοπή των ιδεών τους λόγω της υπάρχουσας νομοθεσίας. Εάν οι νόμοι για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας αλλάξουν από την τρέχουσα κατάστασή τους, όπου ένας αλγόριθμος μπορεί τεχνικά να κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μόνο εάν είναι μέρος μιας φυσικής μηχανής, η ασάφεια που περιβάλλει τις λεπτομέρειες του αλγορίθμου θα μπορούσε να μειωθεί. Υπό το πρίσμα αυτό η βραχυπρόθεσμη αύξηση της διαφάνειας είναι απαραίτητη, ώστε τα δεδομένα των ασθενών να μην τυγχάνουν κακής διαχείρισης ή ακατάλληλης ταξινόμησης, και έτσι θα μπορούσε να είναι ευκολότερο να προσδιοριστεί εάν ένας αλγόριθμος θα είναι επαρκώς ακριβής στην κλινική αξιολόγηση.

Εκτός από τα εμπόδια για την έγκριση, οι αλγόριθμοι TN μπορεί επίσης να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην επίτευξη της εμπιστοσύνης και της έγκρισης των ασθενών. Δίχως όμως την ορθή και κατανοητή λειτουργία ενός τέτοιου αλγορίθμου από τις αρμόδιες επιτροπές-αρχές που εγκρίνουν και επικυρώνουν την χρήση αυτού, οι ασθενείς θα δηλώσουν απροθυμία για την χρησιμοποίηση μιας τέτοιας τεχνολογίας απάνω τους. Θα προτιμούσαν να λάβουν λανθασμένη διάγνωση από έναν άνθρωπο ή έναν αλγόριθμο, εάν ο αλγόριθμος γενικά υπερτερεί των γιατρών; Αυτή είναι μια δύσκολη ερώτηση για πολλούς, αλλά πιθανώς συνοψίζεται στην αίσθηση ασφάλειας από το οικείο σε σύγκριση με την λήψη αποφάσεων από έναν αλγόριθμο (Shimabukuro D, Barton CW, Feldman MD, Mataraso SJ, Das R. (2017).

### 2.7.1 Ελλάδα

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που το συνοδεύουν. Δηλαδή, οργανωτικές, τεχνολογικές, πολιτικές, ηθικές και κοινωνικές. Για να το επιτύχουν αυτό, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να προσανατολίσουν τις προσπάθειές τους και να δράσουν προς την επίτευξη τεσσάρων στόχων:

- Επιτάχυνση της ψηφιακής εναλλαγής της Ελλάδας.
- Να προετοιμάσουν την επόμενη γενιά για ένα μέλλον με τεχνητή νοημοσύνη.
- Να υποστηρίξουν έναν κώδικα δεοντολογίας για την τεχνητή νοημοσύνη.
- Αντιμέτωπιση των επιπτώσεων της αναδιανομής και διασφάλιση της ένταξης.

Ομοίως με τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, οι Έλληνες νομοθέτες και παράλληλα οι "leaders" της βιομηχανίας θα πρέπει να προβούν στην ενεργή αντιμετώπιση των ευκαιριών που προκύπτουν από τη συστηματική εφαρμογή των τεχνολογιών ΤΝ στους οργανισμούς τους. Για να αποκομίσουν τα οφέλη από την ανάπτυξη της ΤΝ, οι ηγέτες των επιχειρήσεων πρέπει να αρχίσουν να επενδύουν τώρα, προκειμένου να επιτρέψουν σε αυτό το σύνολο τεχνολογιών να ωριμάσει και να εξελιχθεί συγχρονισμένα με τον επιταχυνόμενο ρυθμό αλλαγής. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει:

- Να προχωρήσουν πέρα από την αυτοματοποίηση προς την καινοτομία και την πραγματική ανάπτυξη.
- Να πειραματιστούν και να μάθουν οργανωτικά.
- Να βγάλουν τα δεδομένα "από τον πάγκο" και να τα βάλουν στο παιχνίδι.
- Να επαναπροσδιορίσουν την εργασία και να περάσουν από τον προγραμματισμό του εργατικού δυναμικού στον προγραμματισμό της εργασίας.
- Να αποκτήσουν νέες δεξιότητες για να συνεργαστούν με τις ευφυείς μηχανές.

Ομοίως με το ελληνικό κοινό, τα ελληνικά στελέχη αναγνωρίζουν όντως τη στρατηγική σημασία της ΤΝ και την αναγνωρίζουν ως κρίσιμο κεντρικό στοιχείο για να προχωρήσουμε μπροστά. Τη βλέπουν ως "παράγοντα αλλαγής", ωστόσο, εμφανίζονται απρόθυμοι να επενδύσουν ενεργά σε αυτήν. Διάφορες προκλήσεις θεωρούνται ότι επιβραδύνουν τις προσπάθειές τους για την ΤΝ: περιορισμένες δεξιότητες για την εφαρμογή και τη χρήση της ΤΝ, υποδομές ΤΠ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Στην παρούσα εργασία λαμβάνει μέρος μία εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση, αποσκοπώντας την διερεύνηση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης ΑΙ στην Υγειονομική περίθαλψη μέσω της χρήσης αξιόπιστων δευτερογενή δεδομένων από βιβλία, άρθρα, κ.α. ακαδημαϊκές πηγές. Στην συνέχεια λαμβάνει μέρος η μελέτη περίπτωσης συγκριμένων εφαρμογών ΑΙ στην Υγειονομική περίθαλψη, όπου θα γίνει η κριτική τους αξιολόγηση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΝΑΛΥΣΗ

#### Μελέτη περίπτωσης εφαρμογών ΑΙ στην Ιατρική Περίθαλψη

##### 4.1 Διάγνωση και απεικονιστικές μέθοδοι

Η δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης, και συγκεκριμένα της ML, να αναλύει μεγάλα σύνολα δεδομένων και να εξάγει σημαντικές πληροφορίες αποδεικνύεται χρήσιμη τόσο στην ακτινολογία όσο και στην παθολογία. Μηχανήματα όπως τα MRIs , CTs και ακτινολογικά απεικονιστικά ακτινών X τροφοδοτούν τεράστιες ποσότητες ποικίλων δεδομένων τα οποία είναι τρομερά δύσκολο και χρονοβόρο να επεξεργαστούν και να αξιολογηθούν ορθά και αποτελεσματικά. (Kent, 2018). Η τεχνολογία AI/DL και η εφαρμογή της στην καθημερινή κλινική απεικόνιση είναι έτοιμη να μεταμορφώσει την πρακτική της ακτινολογίας (Liew, 2018). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει υποστήριξη κλινικών αποφάσεων στους ακτινολόγους και να βελτιώσει την παροχή φροντίδας στους ασθενείς. Όσον αφορά την επεξεργασία εικόνων, οι αλγόριθμοι DL μπορούν να βοηθήσουν στην επιλογή και την εξαγωγή χαρακτηριστικών από ιατρικές εικόνες, καθώς και στη δημιουργία νέων χαρακτηριστικών. Όσον αφορά την ερμηνεία των εικόνων, οι αλγόριθμοι DL μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό και την ταξινόμηση μοτίβων ασθενειών από εικόνες και να βοηθήσουν τον ακτινολόγο να προτείνει κατάλληλες οδούς φροντίδας για έναν ασθενή σε συνεννόηση με άλλους ιατρούς που εμπλέκονται στη φροντίδα του ασθενούς.

Μια μελέτη των Lakhani & Sundaram (2017) χρησιμοποίησε αλγορίθμους DL στη διάγνωση της φυματίωσης (TB) σε εικόνες ακτινογραφίας θώρακος και πέτυχε υψηλά επίπεδα ακρίβειας. Οι ερευνητές έλαβαν 1.007 ακτινογραφίες ασθενών με και χωρίς ενεργό φυματίωση. Οι περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση δύο διαφορετικών μοντέλων βαθιών συνεπτυγμένων νευρωνικών δικτύων (DCNN) - του AlexNet και του GoogLeNet - τα οποία μάθαιναν από ακτινογραφίες με θετική και αρνητική φυματίωση (Lakhani & Sundaram, 2017).

Η ακρίβεια των μοντέλων δοκιμάστηκε σε 150 περιπτώσεις που αποκλείστηκαν από τα σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης και επικύρωσης. Το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης με τις καλύτερες επιδόσεις, ένας συνδυασμός του AlexNet και του GoogLeNet, πέτυχε ακρίβεια 96 %, η οποία

είναι συγκρίσιμη με τους ανθρώπινους ακτινολόγους. Είναι πιθανό ότι αυτό μπορεί να βελτιωθεί με πρόσθετες περιπτώσεις εκπαίδευσης και πιο προηγμένα μοντέλα βαθιάς μάθησης (Lakhaní & Sundaram, 2017).

## 4.2 Παθολογία

Η ειδικότητα του παθολόγου έχει σχέση με την γνωμάτευση του εκάστοτε παθολόγου-γιατρού που την έχει λάβει βασισμένος σε μία σειρά βιολογικών δειγμάτων. (Dyche, 2018). Το έργο ενός παθολόγου γίνεται διαρκώς και πιο απαιτητικό καθώς καλείται να διαχειριστεί μία πληθώρα από δεδομένα βιοδεικτών που να βγάλει μια έγκυρη διάγνωση. Το πόσο δύσκολη είναι η συγκεκριμένη ειδικότητα έρχεται να αποδείξει η έρευνα ότι όλο και μικρότερο είναι το ποσοστό των φοιτητών ιατρικής που αποφοιτούν και συνεχίζουν επιλέγοντας την ειδικότητα της παθολογίας (Dyche, 2018). Σε αυτό το σημείο έρχεται να βοηθήσει η TN με το DL, πιο συγκεκριμένα ερευνητές της Google εκπαίδευσαν ένα CNN με βάση το DL για την ανίχνευση μεταστατικού καρκίνου του μαστού σε λεμφαδενικό ιστό σε εικόνες δειγμάτων με ακρίβεια συγκρίσιμη με εκείνη που επιτυγχάνουν οι ανθρώπινοι παθολόγοι (Hsieh, 2017). Ένα από τα ευάλωτα σημεία ενός ιατρού-όπως και κάθε ανθρώπου- είναι η κόπωση. Είναι εξαντλητικό για έναν παθολόγο να διερευνήσει πολλές και μικροσκοπικές εναποθέσεις καρκίνου σε μια αντικειμενοφόρο πλάκα και η κούραση μπορεί να οδηγήσει σε λάθος διάγνωση, κάτι τέτοιο δεν ισχύει όμως με έναν αλγόριθμο TN ο οποίος όχι μόνο μπορεί να επεξεργάζεται τεράστιο όγκο δεδομένων αλλά και να τα αναλύει ασταμάτητα χωρίς να «κουράζεται». Επιπλέον, ο μεγάλος όγκος δεδομένων και πληροφοριών σε ένα τέτοιο απαιτητικό ιατρικό περιβάλλον καθιστά ακατόρθωτο για τον παθολόγο να παραμένει διαρκώς ενήμερος δίχως την βοήθεια της τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα δίχως την βοήθεια της ML. (Dyche, 2018). Για παράδειγμα, μια ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Βοστώνης χρησιμοποίησε νεφρικές βιοψίες για να εκπαιδεύσει το CNN που βασίζεται σε DL για να προβλέψει τη νεφρική λειτουργία. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι αλγόριθμοι CNN "ήταν πιο ακριβείς από τα παραδοσιακά συστήματα βαθμολόγησης που εκτιμούν οι παθολόγοι κατά τον υπολογισμό της νεφρικής παρακμής" (Bresnick, 2018a).

### 4.3 Οφθαλμολογία

Πολλές οφθαλμολογικές πρακτικές συμπεριλαμβάνουν ήδη το ML και το DL φέρνοντας επανάσταση στη οφθαλμολογία. Μια συσκευή βασισμένη στην τεχνητή νοημοσύνη έχει ήδη εγκριθεί από τον FDA για την ανίχνευση της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας (FDA News Release, 2018). Οι Schlegl κ.ά. (2018) ανέπτυξαν ένα σύστημα βασισμένο στη βαθιά μάθηση για την "αυτόματη ανίχνευση και ποσοτικοποίηση του ενδοαμφιβληστροειδικού κυστοειδούς υγρού (IRC) και του υποαμφιβληστροειδικού υγρού (SRF). Αυτό το σύστημα χαρακτήρισε με ακρίβεια το μοτίβο του ενδοαμφιβληστροειδικού υγρού σε ασθενείς με γρήγη AMD ή απόφραξη φλέβας αμφιβληστροειδούς (RVO) και διέκρινε μεταξύ ενδοαμφιβληστροειδικών κύστεων και υποαμφιβληστροειδικού υγρού" (Schlegl et al., 2018). Οι ερευνητές κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η DL ως εργαλείο στη επεξεργασία και ανάλυση εικόνων αμφιβληστροειδούς είναι ικανό να βοηθήσει αποτελεσματικά στην διαφορική ανίχνευση τύπων αμφιβληστροειδικού υγρού στις πιο διαδεδομένες εξιδρωματικές παθήσεις της ωχράς κηλίδας και στις συσκευές OCT" (Schlegl et al., 2018).

"Συστήματα TN αναπτύσσονται και αξιολογούνται για τη διάγνωση και τη διαβάθμιση του καταρράκτη σε ασθενείς με βάση την ανάλυση εικόνων σχισμοειδούς λυχνίας (Liu et al., 2017), τη διάγνωση γλαυκώματος με βάση τη μέτρηση του πάχους της στιβάδας των νευρικών ινών του αμφιβληστροειδούς (RNFL) και του οπτικού πεδίου (VF) (Kim, Cho & Oh, 2017) και τη διάγνωση του κερατόκωνου με βάση την τονομετρία Scheimpflug" (Ruiz et al., 2017).

### 4.4 Καρδιολογία

Μια μελέτη στο Ηνωμένο Βασίλειο έδειξε ότι η ML μπορεί να βελτιώσει την πρόβλεψη του καρδιαγγειακού κινδύνου συσχετίζοντας πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ παραγόντων κινδύνου (Weng et al., 2017). Οι ερευνητές παρείχαν δεδομένα για 295.000 ασθενείς σε τέσσερις αλγόριθμους ML για σκοπούς εκπαίδευσης για τη συσχέτιση του ιατρικού ιστορικού με τα ποσοστά καρδιακής προσβολής. Στη συνέχεια, οι αλγόριθμοι έγιναν για να προβλέψουν ποιοι από τους επιπλέον 82.000 ασθενείς θα πάθαιναν καρδιακή προσβολή με βάση το ιστορικό τους (Hsieh, 2017; Weng et al., 2017). Ο αλγόριθμος ML με τις αποτελεσματικότερες επιδόσεις προέβλεψε με ακρίβεια 7,6% περισσότερα συμβάντα από τη μέθοδο του Αμερικανικού Κολλεγίου

Καρδιολογίας/Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρείας (ACC/AHA) με 1,6% λιγότερους ψευδείς συναγερούς (Hsieh, 2017a). Για το συγκεκριμένο μέγεθος δείγματος δοκιμής των περίπου 83.000 εγγραφών, αυτό αντιστοιχεί σε 355 περισσότερους ασθενείς των οποίων οι ζωές θα μπορούσαν να είχαν σωθεί (Hsieh, 2017a). Οι ερευνητές αξιολόγησαν ότι η ML οδήγησε δραστικά στην καλύτερη και πιο έγκυρη πρόβλεψη του καρδιαγγειακού κινδύνου, από την μία μεγαλώνοντας και εντοπίζοντας έτσι τον αριθμό των ασθενών που θα ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά την θεραπεία πρόληψης και από την άλλη εξαιρώντας από την θεραπεία αυτή εκείνους που θα ήτα περιττό να την πάρουν καθώς θα ήταν αναποτελεσματική για εκείνους. (Weng et al., 2017).

#### **4.5 Τεχνητή νοημοσύνη στην ιατρική διάγνωση και τις παρεμβάσεις**

Η διαρκής και ταχεία ανάπτυξη της ιατρικής σε συνδυασμό με την ραγδαία αύξηση της ιατρικής τεχνολογίας και της πληροφορίας έχει καταστήσει το έργο του σύγχρονου ιατρού να παραμένει διαρκώς ενημερωμένος σε θέματα εκτός ειδικότητας εξαιρετικά δύσκολο. Ο Campbell ισχυρίζεται ότι αυτό συμβαίνει επειδή η γνώση αποτελείται από μια "συνεχή διάταξη συγγενών ειδικοτήτων, και περιττή συσσώρευση εξαιρετικά όμοιων ειδικοτήτων που αφήνει 'διεπιστημονικά κενά' (Campbell 1980).

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1970 έγινε σαφές ότι τα συμβατικά εργαλεία, όπως τα διαγράμματα ροής, η αντιστοίχιση προτύπων και το θεώρημα του Bayes, δεν ήταν σε θέση να αντιμετωπίσουν πιο σύνθετα κλινικά προβλήματα (Gorry 1973). Έτσι, οι ερευνητές άρχισαν να μελετούν τον εμπειρογνώμονα ιατρό προκειμένου να αποκτήσουν λεπτομερείς γνώσεις σχετικά με τη φύση της επίλυσης κλινικών προβλημάτων (Kassirer και Gorry 1973- Swanson et al, 1977). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τέτοιου είδους μελέτες αποτέλεσαν στη συνέχεια τη βάση για υπολογιστικά μοντέλα των γνωστικών φαινομένων και τα μοντέλα αυτά μετατράπηκαν περαιτέρω σε προγράμματα της λεγόμενης τεχνητής νοημοσύνης (Weiss et al, 1978).

Πολλές από τις πρώτες προσπάθειες εφαρμογής μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης σε πραγματικά προβλήματα, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής συλλογιστικής, χρησιμοποίησαν κυρίως συστήματα βασισμένα σε κανόνες (Duda και Shortcliffe 263). Τέτοια προγράμματα είναι συνήθως εύκολο να δημιουργηθούν, δεδομένου ότι η γνώση τους καταγράφεται με τη μορφή κανόνων σε



αλυσίδες συμπερασμάτων που καταλήγουν σε ένα τελικό συμπέρασμα. Ωστόσο, τα περισσότερα σοβαρά κλινικά προβλήματα είναι ευρεία και πολύπλοκα, έτσι ώστε οι απλές προσπάθειες για την αλυσιδωτή σύνδεση μεγαλύτερων συνόλων κανόνων συχνά συναντούν μεγάλες δυσκολίες. Τα προβλήματα προκύπτουν κυρίως από το γεγονός ότι τα προγράμματα που βασίζονται σε κανόνες δεν ενσωματώνουν ένα μοντέλο ασθένειας ή κλινικής συλλογιστικής (Duda και Shortcliffe 263). Δεδομένων των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν τα συστήματα που βασίζονται σε κανόνες, οι πιο πρόσφατες προσπάθειες για τη χρήση της ΤΝ στην ιατρική έχουν επικεντρωθεί σε προγράμματα οργανωμένα γύρω από μοντέλα ασθενειών. Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη τέτοιων προγραμμάτων έχουν οδηγήσει σε σημαντική πρόοδο στη μετατροπή διαφόρων μοντέλων σε πολλά υποσχόμενα πειραματικά προγράμματα.

Όποια προσπάθεια σχεδιασμού προγραμμάτων τα οποία προορίζονται για βοηθητική-συμβουλευτική χρήση από τους εκάστοτε ιατρούς οφείλει να έχει κάποια βασικά χαρακτηριστικά όπως η παροχή αποθεμάτων ιατρικής γνώσης εκφρασμένο ως περιγραφή πιθανών ασθενειών καθώς ένας πιθανός αριθμός υποθέσεων στην βάση δεδομένων θα κινείται από κάποιες εκατοντάδες ως και χιλιάδες. Στην απλούστερη νοητή αναπαράσταση αυτής της γνώσης, κάθε υπόθεση ασθένειας προσδιορίζει όλα τα χαρακτηριστικά που μπορούν να εμφανιστούν σε μια συγκεκριμένη διαταραχή. Επιπλέον, το πρόγραμμα πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζεται με ό,τι είναι γνωστό για τον ασθενή όσο αναφορά την διάγνωση του (Dilsizian και Siegel ).

Ιατρικά διαγνωστικά προγράμματα παρομοίως, θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως χρήσιμα εργαλεία στο σημερινό υπερφορτωμένο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Για παράδειγμα, το Watson της IBM - γνωστό για τις αξιοσημείωτες επιδόσεις του στο Jeopardy! - χρησιμοποιείται τώρα σε εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης. Παρέχει πολλές μοναδικές και μετασχηματιστικές δυνατότητες για την επίλυση των προκλήσεων που σχετίζονται με την ιατρική διάγνωση και θεραπεία. Μπορεί να επεξεργαστεί 500 gigabytes δεδομένων ανά δευτερόλεπτο, που ισοδυναμούν με ένα εκατομμύριο βιβλία (Pearson, 2011).

Τέτοιες ιατρικές εφαρμογές μπορούν να βοηθήσουν τους γιατρούς να περιηγηθούν σε ένα πολύπλοκο σύνολο συμπτωμάτων του ασθενούς, εργαστηριακών δεδομένων και αποτελεσμάτων απεικόνισης, ώστε να καταλήξουν σε ένα σύνολο "πιθανότερων" κλινικών διαγνώσεων και θεραπευτικών επιλογών. Λογισμικό αυτού του είδους μπορεί τελικά να βελτιώσει τα αποτελέσματα των ασθενών και να μειώσει το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης (Dilsizian and Siegel ).

Η IBM χρησιμοποίησε αρχικά τον οδηγό μελέτης αυτοαξιολόγησης ιατρικών γνώσεων του Αμερικανικού Κολλεγίου Ιατρών και στη συνέχεια βελτίωσε την απόδοσή του προσθέτοντας εγχειρίδια, όπως το εγχειρίδιο Merck Manual of Diagnosis and Therapy, και πρόσθετα ιατρικά περιοδικά που περιλαμβάνονταν στην αρχική βάση δεδομένων. Στη συνέχεια, οι προγραμματιστές βελτίωσαν περαιτέρω τις επιδόσεις για τις ιατρικές εφαρμογές με τη λεπτομερή ρύθμιση της στάθμισης που σχετίζεται με τους διάφορους αλγορίθμους που χρησιμοποιεί η εφαρμογή για αυτές τις ερωτήσεις του ιατρικού τομέα. Η ομάδα δημιούργησε επίσης μια επίδειξη στην οποία εισάγονται τα συμπτώματα που παρουσιάζει ένας ασθενής στο λογισμικό και τίθενται μια σειρά προοδευτικών ερωτήσεων από έναν εργαζόμενο στον τομέα της υγείας για την εξατομίκευση των διαγνωστικών και θεραπευτικών συστάσεων που γίνονται από το λογισμικό (Pearson, 2011). Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά του πρωτότυπου λογισμικού ήταν η δυνατότητα παροχής πολλαπλών πιθανών διαγνώσεων και θεραπευτικών επιλογών με σχετικά επίπεδα εμπιστοσύνης, καθώς και η δυνατότητα ανίχνευσης των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται για τη σύσταση οδηγιών (Dilsizian and Siegel 444).

Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται επίσης στον τομέα της καρδιολογίας, συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού του καταλληλότερου τύπου απεικονιστικής μελέτης για ένα συγκεκριμένο σύνολο συμπτωμάτων (Fornell 35). Για παράδειγμα, η βελτίωση της ποιότητας Imaging in FOCUS (Formation of Optimal Cardiovascular Utilization Strategies), μια πρωτοβουλία του Αμερικανικού Κολλεγίου Καρδιολογίας, εισήχθη πρόσφατα έτσι ώστε να διοχετευθεί η χρήση της διαγνωστικής απεικόνισης μέσω της διευθέτησης της TN που παρακολουθεί τα κριτήρια κατάλληλης χρήσης (Saifi et al, 823). Πενήντα πέντε συμμετέχουσες τοποθεσίες ολοκλήρωσαν εθελοντικά την ενότητα βελτίωσης της απόδοσης της απεικόνισης με ραδιονουκλίδια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό των ακατάλληλων περιπτώσεων μειώθηκε από 10% σε 5%. Αυτά τα προκαταρκτικά δεδομένα υποδηλώνουν ότι η χρήση αυτοκατευθυνόμενου λογισμικού βελτίωσης της ποιότητας και μιας διαδραστικής κοινότητας μπορεί να επιτρέψει στους γιατρούς να μειώσουν σημαντικά το ποσοστό των εξετάσεων που δεν πληρούν τα κριτήρια κατάλληλης χρήσης (Saifi et al, 825).

Μετά την απόκτηση των εικόνων, πρόσθετα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν τους γιατρούς να παρέχουν ακριβή ερμηνεία των καρδιακών απεικονιστικών μελετών (De Puey et al, 1165). Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούν έτσι εξαιρετικό παράδειγμα τρόπων με τους οποίους τα σημερινά συστήματα TN που μιμούνται την ανθρώπινη λήψη

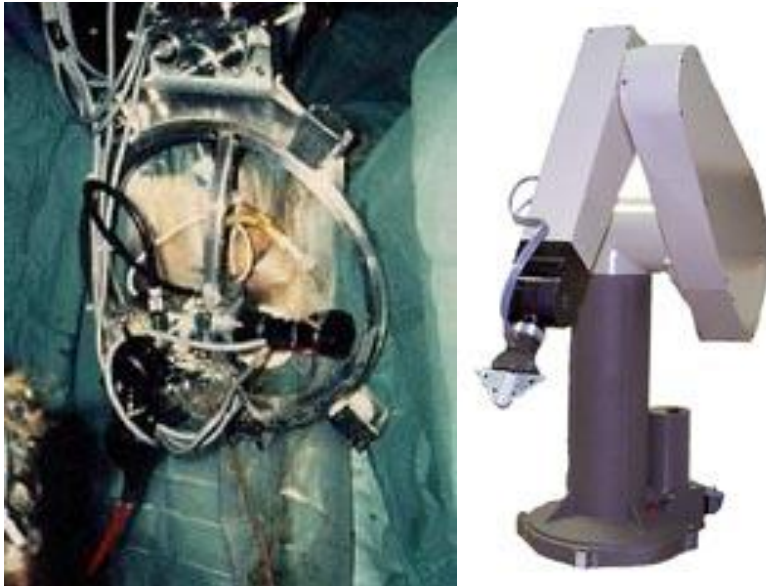
αποφάσεων μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία στην καρδιακή απεικόνιση (Itchharoria et al, 517). Τα δίκτυα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί στη διάγνωση και θεραπεία της στεφανιαίας νόσου και του εμφράγματος του μυοκαρδίου, στην ερμηνεία ηλεκτροκαρδιογραφικών μελετών και στην ανίχνευση καρδιακών αρρυθμιών, όπως η κοιλιακή μαρμαρυγή (Clayton et al, 219).

Αυτά τα συστήματα εμπειρογνομένων είναι δαπανηρά, δύσκολα στην ανάπτυξη και τη συντήρηση και απαιτούν τέλεια ταύτιση μεταξύ των δεδομένων εισόδου και των υφιστάμενων μορφών κανόνων. Λογισμικό όπως αυτό που χρησιμοποιεί ο Watson, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιεί επεξεργασία φυσικής γλώσσας και διάφορες τεχνικές αναζήτησης για τη δημιουργία υποθέσεων, καθιστώντας το πιο ευέλικτο, κλιμακούμενο, εύκολο στη συντήρηση και οικονομικά αποδοτικό. Αυτή η νέα προσέγγιση καθιστά πολύ πιο εύκολη την παρακολούθηση των συνεχώς μεταβαλλόμενων πληροφοριών στον τομέα της απεικόνισης, της ιατρικής και της χειρουργικής. Σε ένα μελλοντικό σενάριο ερμηνείας κλινικών εικόνων που χρησιμοποιεί τεχνολογία TN, μια αιτούμενη μελέτη θα αξιολογείται πρώτα ως προς την καταλληλότητά της με βάση το ιστορικό του ασθενούς και την προηγούμενη εξέταση. Η εξέταση, εάν κριθεί κατάλληλη, θα "πρωτοκολλείται" στη συνέχεια όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να εκτελεστεί.

#### **4.6 ΑΙ στα ιατρικά μηχανήματα**

Η τεχνολογία φέρνει επίσης επανάσταση στον ιατρικό τομέα μέσω της δημιουργίας ρομποτικών συσκευών και σύνθετης απεικόνισης. Η ρομποτική χειρουργική, η χειρουργική με τη βοήθεια υπολογιστή και η χειρουργική με τη βοήθεια ρομπότ είναι όροι για τις τεχνολογικές εξελίξεις που χρησιμοποιούν ένα ρομποτικό σύστημα για να βοηθήσουν στις χειρουργικές επεμβάσεις. Η ρομποτικά υποβοηθούμενη χειρουργική αναπτύχθηκε για να ξεπεράσει τους περιορισμούς των προϋπαρχουσών ελάχιστα επεμβατικών χειρουργικών διαδικασιών και να βελτιώσει τις δυνατότητες των χειρουργών που εκτελούν ανοικτές χειρουργικές επεμβάσεις.

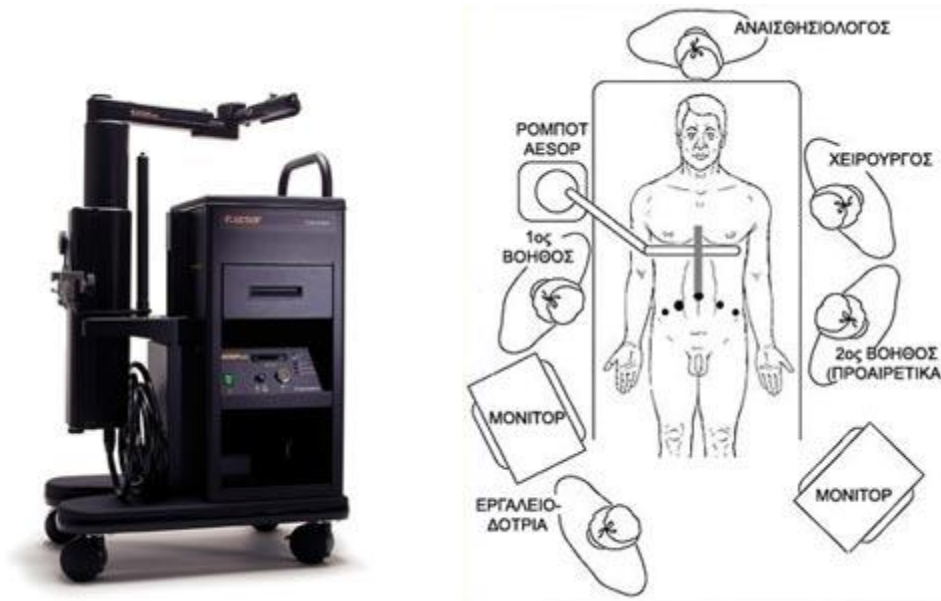
Εικόνα 4



Πηγή: Kwoh et al

Η πρώτη ρομποτική χειρουργική επέμβαση έγινε με την βοήθεια του ρομποτικού βραχίονα PUMA 560 το 1985 και αφορούσε μια ανοιχτή επέμβαση για την λήψη βιοψίας. (Kwoh et al, 155). Η χρήση ρομποτικού βραχίονα θεωρήθηκε πολύ αποτελεσματική κυρίως σε ελαφρώς επεμβατικές χειρουργικές πράξεις και για αυτόν τον λόγο το 1987 πραγματοποιήθηκε η πρώτη λαπαροσκοπική χειρουργική πράξη χολοκυστεκτομής. (Jones and Jones 120). Το επόμενο έτος, το ίδιο σύστημα PUMA χρησιμοποιήθηκε για τη διενέργεια ρομποτικής χειρουργικής διαουρηθρικής εκτομής του προστάτη. Το 1990, το σύστημα AESOP που παρήγαγε η Computer Motion έγινε το πρώτο σύστημα που εγκρίθηκε από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για ενδοσκοπικές επεμβάσεις (AESOP 123).

Εικόνα 5



**Πηγή:** Jones & Jones (2012)

Στην περίπτωση αυτή τα ρομποτικά μέσα στοχεύουν στην εκτέλεση υποβοηθούμενης ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής, όπου αντί να κινεί απευθείας τα εργαλεία, ο χειρουργός χρησιμοποιεί μία από τις δύο μεθόδους για τον έλεγχο των εργαλείων: είτε έναν άμεσο τηλεχειριστή είτε μέσω ελέγχου από υπολογιστή. Ο τηλεχειριστής είναι ένας απομακρυσμένος χειριστής που επιτρέπει στον χειρουργό να εκτελεί τις συνήθεις κινήσεις που σχετίζονται με τη χειρουργική επέμβαση, ενώ οι ρομποτικοί βραχίονες μιμούνται τις ίδιες κινήσεις για να χειρουργήσουν τον ασθενή. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης της μηχανογραφημένης μεθόδου είναι ότι ο χειρουργός δεν χρειάζεται να είναι παρών, με τη δυνατότητα απομακρυσμένης χειρουργικής επέμβασης.

Μια ελάχιστα επεμβατική επιλογή είναι το χειρουργικό σύστημα da Vinci, το οποίο έχει επιφέρει την ελάχιστα επεμβατική χειρουργική μέθοδο σε περισσότερους από τρία εκατομμύρια ασθενείς παγκοσμίως (Samadi). Το 2000, το σύστημα da Vinci άνοιξε νέους δρόμους, καθώς έγινε το πρώτο ρομποτικό χειρουργικό σύστημα που εγκρίθηκε από τον FDA για γενική λαπαροσκοπική χειρουργική (Samadi). Αυτή ήταν η πρώτη φορά που ο FDA ενέκρινε ένα ολοκληρωμένο σύστημα χειρουργικών εργαλείων και εργαλείων με κάμερα-σκόπιο. Οι 3D κονσόλες δίνουν την δυνατότητα στο χειριστή-χειρουργό να βλέπει την περιοχή που εξετάζει με τρομερή , για τα σημερινά δεδομένα, ανάλυση εικόνας. Οι χειρουργικοί βραχίονες διαμέτρου ενός εκατοστού αποτελούν σημαντική πρόοδο στη ρομποτική χειρουργική σε σχέση με τα πρώτα συστήματα με

μεγάλους βραχίονες, όπως το PUMA 560 (Samadi). Η τεχνική αυτή δίνει την δυνατότητα ελάχιστης επαφής ανάμεσα σε ρομποτικό βραχίονα και τον ιστό του ασθενούς, γεγονός που περιορίζει δραματικά τις ενδονοσοκομειακές μολύνσεις την ώρα της επέμβασης. Τα χαρακτηριστικά "Endo-Wrist" των χειρουργικών βραχιόνων αναπαράγουν με ακρίβεια τις επιδέξιες κινήσεις του χειρουργού στα χειριστήρια, βελτιώνοντας την ακρίβεια σε μικρούς χειρουργικούς χώρους (Samadi).

Η ρομποτική χειρουργική βρίσκεται στην αιχμή της ακρίβειας και της σμίκρυνσης στον τομέα της χειρουργικής, επομένως οι πιθανές εφαρμογές είναι τόσο εκτεταμένες όσο και οι χρήσεις της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής. Η ρομποτική χειρουργική έχει ήδη γίνει μια επιτυχημένη επιλογή στη νευρολογική, γυναικολογική, θωρακοχειρουργική καθώς και σε πολλές γενικές χειρουργικές επεμβάσεις (Samadi).

Η ρομποτική χειρουργική και τα πλεονεκτήματα που προσφέρει στην ιατρική ενδέχεται να αλλάξουν τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε την επεμβατική χειρουργική. Η σταδιακή αντικατάσταση του 'ανθρώπινου χεριού' με ρομποτικούς βραχίονες-ρομποτικά συστήματα κατά την διάρκεια μιας εγχείρησης είναι ικανά να δημιουργήσουν μια 'απόσταση ασφαλείας'.

Αυτό θα επιτρέψει τη διεξαγωγή ρομποτικής χειρουργικής με ασθενείς σε κοντινό "καθαρό δωμάτιο", μειώνοντας τον κίνδυνο διεγχειρητικής μόλυνσης. Σημαντικά βήματα γίνονται επίσης στη δημιουργία ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων που είναι περισσότερο ικανά να αναπαράγουν την αίσθηση αφής και την αίσθηση που βιώνει ένας χειρουργός κατά τη διάρκεια πιο επεμβατικών παραδοσιακών διαδικασιών, επιτρέποντας στον χειριστή την ακρίβεια και τα πλεονεκτήματα των ελάχιστα επεμβατικών διαδικασιών χωρίς να χάνει τις αισθητηριακές πληροφορίες που είναι τόσο χρήσιμες για τη λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια της ρομποτικής χειρουργικής.

#### **4.7 ΑΙ στις Κλινικές μελέτες**

Για τη φαρμακοβιομηχανία, η Τεχνητή Νοημοσύνη καθίσταται ένα ευέλικτο εργαλείο, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης φαρμάκων, όπως ο εντοπισμός και η επικύρωση φαρμακευτικών στόχων, ο σχεδιασμός νέων σκευασμάτων και φαρμάκων, η επαναχρησιμοποίηση παλαιών φαρμάκων, η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διεξαγωγής κλινικών δοκιμών και η φαρμακοεπαγρύπνηση (ΦΕ).

Η ΤΝ έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της αναζήτησης συσχέτισης μεταξύ ενδείξεων και βιοδεικτών και έχει βοηθήσει στην επιλογή κύριων ενώσεων που θα μπορούσαν να έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας κατά τη διάρκεια της κλινικής ανάπτυξης.

Η τεχνητή νοημοσύνη υπόσχεται να μετασχηματίσει κρίσιμα στάδια της διεξαγωγής κλινικών δοκιμών αναφορικά με τον σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και την συνολική εκτέλεση και διεξαγωγή της μελέτη. ΟΙ ML, DL, NLP και OCR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση μεγάλων και διαφορετικών συνόλων δεδομένων, όπως ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία (EMR), δημοσιευμένη ιατρική βιβλιογραφία και βάσεις δεδομένων κλινικών δοκιμών, για τη βελτίωση της πρόσληψης με την αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών των ασθενών με κριτήρια επιλογής.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της επιλογής ασθενών με τους παρακάτω τρόπους:

- 1) Επιλογή πληθυσμού. Μέσω της χρήσης προσομοίωσης κλινικών δοκιμών αναφορικά με την μοντελοποίηση του φαρμάκου, της νόσου και της εξέλιξης της νόσου.
- 2) Μείωση της ετερογένειας του πληθυσμού. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με την εναρμόνιση μεγάλων δεδομένων EMR από διαφορετικές μορφές και διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας και με την αξιοποίηση της ηλεκτρονικής φαινοτυποποίησης.
- 3) Με τον εμπλουτισμό των προγνωστικών – μέσω της επιλογής ασθενών που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να έχουν ένα μετρήσιμο κλινικό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα για τον εμπλουτισμό των προγνωστικών με τεχνικές ML, οι οποίες χρησιμοποιούν βασικούς βιοδείκτες της νόσου του Alzheimer (AD).

Οι τεχνολογίες ML, οι οποίες έχουν εγκριθεί για την ανίχνευση ιατρικών εικόνων, θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση τελικών σημείων βασισμένα στις απεικονιστικές μεθόδους. Για παράδειγμα το AiCure, μια εφαρμογή για κινητά με βάση την ΤΝ για τη μέτρηση της συμμόρφωσης στη φαρμακευτική αγωγή, αύξησε τη συμμόρφωση κατά 25% σε μια δοκιμή Φάσης II για τη σχιζοφρένεια, σε σύγκριση με τη συμβατική τροποποιημένη θεραπεία άμεσης παρατήρησης με επιτυχία.

Πρόσφατα έχουν δοκιμαστεί συστήματα παρακολούθησης ασθενών με τεχνητή νοημοσύνη, τα οποία χρησιμοποιούν εικόνες και βίντεο από φορητούς αισθητήρες. Φορητή συσκευή είναι μια συσκευή η οποία μπορεί να εκτελέσει μια δραστηριότητα μέτρησης ή επεξεργασίας δεδομένων και η οποία είναι πλήρως λειτουργική ενώ συνδέεται με το ανθρώπινο σώμα άμεσα ή έμμεσα μέσω της ένδυσης, αλλά δεν έχει ενσύρματη σύνδεση με οποιαδήποτε άλλη μη φορητή συσκευή.

Παρά λοιπόν την ταχεία πρόοδο των τεχνολογιών TN για την ανάπτυξη φαρμάκων, η εφαρμογή της TN αντιμετωπίζει ποικίλες προκλήσεις. Η εναρμόνιση, η διαλειτουργικότητα διαφορετικών μορφών και η τυποποίηση είναι κοινά ζητήματα για όλες τις τεχνολογίες, όπως το EMR και οι φορητές συσκευές. Επιπλέον, κάποιες ακόμη προκλήσεις είναι η εξόρυξη μεγάλων συνόλων δεδομένων όπως γονιδιωματικών δεδομένων, παρελθουσών κλινικών μελετών, άρθρων σε περιοδικά και σχετικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου, που ενδεχομένως κατανέμονται σε πολλαπλά ιδρύματα και γεωγραφικές περιοχές.

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) θεωρεί το λογισμικό που βασίζεται σε TN/ML ως ιατρική συσκευή. Ο FDA θα προσέμενε από τους καινοτόμους φορείς με συστήματα TN να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις κλινικής, αναλυτικής και τεχνικής επικύρωσης, τα συστήματα ποιότητας, την ορθή πρακτική μηχανικής μάθησης, την διασφάλιση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας, καθώς και της διαφάνεια και παρακολούθηση της απόδοσης Οποιαδήποτε νέα τεχνολογία TN, η οποία προτείνει να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού και της διεξαγωγής κλινικών δοκιμών, θα πρέπει να επικυρώνεται με δοκιμές παράλληλα με την υπάρχουσα τεχνολογία την οποία ισχυρίζεται ότι συμπληρώνει ή αντικαθιστά.

Η TN ίσως θεωρηθεί ως το φάρμακό που θα λύσει τα χέρια των φαρμακευτικών εταιριών στην διαδικασία για την αποτελεσματικότερη και εξαιρετικά δαπανηρή διεξαγωγή των κλινικών δοκιμών, κάτι τέτοιο όμως δεν φαίνεται να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες που έχουν δημιουργηθεί. Η TN είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο που η βοήθειά της ενδέχεται να προβεί εξαιρετική, όμως μέχρι να φτάσουμε σε αυτό το σημείο θα χρειαστεί χρόνος και χρήμα.

#### **4.8 Μελέτη περίπτωσης Watson for Oncology της IBM στην Ινδία στα νοσοκομεία Manipal**

Το Watson for Oncology της IBM που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη, μια πλατφόρμα γνωστικού υπολογισμού που εκπαιδεύτηκε από το Memorial Sloan-Kettering Cancer Center και αναλύει δεδομένα για να εντοπίζει θεραπευτικές επιλογές βασισμένες σε στοιχεία, έχει υιοθετηθεί από τις εταιρικές και διδακτικές εγκαταστάσεις των νοσοκομείων Manipal στην Ινδία (IBM, 2015). Ο Watson έχει την ικανότητα να διαβάζει και να κατανοεί τη φυσική γλώσσα. Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2015, το Watson for Oncology είχε απορροφήσει σχεδόν 15 εκατομμύρια σελίδες ιατρικού περιεχομένου, συμπεριλαμβανομένων περισσότερων από 200 ιατρικών εγχειριδίων και 300 ιατρικών περιοδικών (IBM, 2015). Κάθε μήνα το Watson απορροφά περίπου 10.000 νέα



επιστημονικά άρθρα και δεδομένα για 100 νέες κλινικές δοκιμές, ώστε να ενημερώνεται για τα νέα ευρήματα (Cavallo, 2017). Οι θεραπευτικές συστάσεις του Watson for Oncology δεν βασίζονται στις δικές του γνώσεις από αυτά τα δεδομένα. Αντίθετα, βασίζονται στην εκπαίδευση των ιατρών του νοσοκομείου Memorial Sloan Kettering, οι οποίοι τροφοδοτούν το Watson με πληροφορίες σχετικά με το πώς πρέπει να αντιμετωπίζονται οι ασθενείς με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (Ross & Swetlitz, 2017). Ως εκ τούτου, η ακρίβεια και η συνολική του αξία μπορεί να περιορίζεται από διαφορετικές ιατρικές πρακτικές και οικονομικές συνθήκες (Ross & Swetlitz, 2017). Ίσως είναι δίκαιο να πούμε ότι το Watson for Oncology, αν και αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς, βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης (Mearian, 2018).

Από το 2015 υπήρχαν 1 εκατομμύριο νέες περιπτώσεις καρκίνου που διαγιγνώσκονταν κάθε χρόνο στην Ινδία και το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί (IBM, 2015). Επιπλέον, η Ινδία αντιμετωπίζει έλλειψη ογκολόγων, χειρουργικών ογκολόγων και ακτινοθεραπευτών. Δεδομένου του αυξανόμενου αριθμού ασθενών με καρκίνο στην Ινδία, των λιγότερων ογκολόγων για την αντιμετώπισή τους, της ευρείας γεωγραφικής εξάπλωσης και της ταχείας αύξησης των επιστημονικών και κλινικών γνώσεων σχετικά με τη φροντίδα, οι γιατροί στην Ινδία αντιμετωπίζουν μια δύσκολη εποχή όσον αφορά την ενημέρωση σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές στη θεραπεία και τη διαχείριση της φροντίδας. Σε αυτό το σενάριο, υπήρχε η ελπίδα ότι το IBM Watson θα μπορούσε να βοηθήσει τους γιατρούς στα νοσοκομεία Manipal να παρέχουν την πιο προηγμένη, αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική θεραπεία στους καρκινοπαθείς τους.

Σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύθηκε από τα νοσοκομεία Manipal το 2018, το Watson for Oncology συμφωνούσε με το διεπιστημονικό συμβούλιο όγκων του νοσοκομείου στο 93% των αποφάσεων για τη θεραπεία του καρκίνου του μαστού (Somashekhhar et al., 2018). Ωστόσο, η επίδειξη ότι το Watson συμφωνεί με τους γιατρούς δείχνει μόνο ότι είναι ικανό να εφαρμόζει τις υπάρχουσες μεθόδους περίθαλψης, όχι ότι μπορεί να τις βελτιώσει.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 5.1 Συζήτηση

5.1.1 Αξιολόγηση του αντίκτυπου της Τεχνητής Νοημοσύνης στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης:

Όσον αφορά την ανάλυση και την αναγνώριση εικόνων, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί σύντομα να γίνει πιο αποτελεσματική από τους γιατρούς, οι οποίοι δεν μπορούν να χειριστούν τον απαιτούμενο όγκο δεδομένων σε εύλογο χρονικό διάστημα. Αυτό έχει οδηγήσει σε ορισμένες ανησυχίες ότι τα συστήματα που βασίζονται στην TN θα αντικαταστήσουν τους γιατρούς, ιδίως τους ακτινολόγους. Υπό ένα πρίσμα υποστηρίζεται ότι η TN θα ερμηνεύει ακόμη και τις πιο σύνθετες κλινικές εικόνες με την ίδια ακρίβεια όπως οι πιο έμπειροι ακτινολόγοι και τελικά θα αντικαταστήσει τους ακτινολόγους (Pearson, 2017). Η αντίθετη άποψη είναι ότι αυτό δεν θα συμβεί- μάλλον η τεχνητή νοημοσύνη θα επαυξήσει τους ακτινολόγους αλλά δεν θα τους αντικαταστήσει (Pearson, 2017). Αν και είναι δύσκολο να προβλεφθεί ο αντίκτυπος της TN στους ακτινολόγους στο μέλλον, οι Recht et al. παρέχουν μια αποχρωματισμένη άποψη στο (Recht & Bryan, 2017a) ότι "η TN θα γίνει ένα συνηθισμένο μέρος της καθημερινής ζωής των ακτινολόγων, καθιστώντας την εργασία τους πιο αποτελεσματική, ακριβή και πολύτιμη". Η εφαρμογή της TN στην ακτινολογία ουσιαστικά θα λειτουργεί ως 'βοηθός' του ακτινολόγου καθώς θα είναι σε θέση να εκτελεί τον μεγάλο όγκο των απεικονιστικών εξετάσεων MRIs, CTs και X rays, θα τις χωρίζει σε κατηγορίες και θα ασχολείται με την 'καθημερινή ρουτίνα'. Αυτό θα απελευθερώσει πρακτικά τον εκάστοτε ακτινολόγο και θα τον οδηγήσει στο να ασχολείται και να καταναλώνει ενέργεια στα πιο δύσκολα περιστατικά. (Recht & Bryan, 2017a).

Ανοίγοντας την οπτική πέρα αποκλειστικά από τους ακτινολόγους και κοιτάζοντας όλο το φάσμα των επαγγελματιών υγείας, μια λογική άποψη που συζητιέται στον δημόσιο ιατρικό διάλογο είναι ότι η TN όχι μόνο δεν θα μειώσει τον ρόλο και τον αριθμό των ιατρών αλλά αντιθέτως θα τον αυξήσει. Ο Krittanawong (2018) επισημαίνει ότι η TN "δεν μπορεί να συμμετάσχει σε υψηλού επιπέδου συνομιλία ή αλληλεπίδραση με τους ασθενείς για να κερδίσει την εμπιστοσύνη τους, να τους καθησυχάσει ή να εκφράσει ενσυναίσθηση, όλα σημαντικά μέρη της σχέσης γιατρού-

ασθενούς". Αν και θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι το θέμα της ιατρικής συζήτησης και της επικοινωνίας μπορεί να αλλάξει κάποια στιγμή στο μέλλον με την ΤΝ. Για παράδειγμα, η Google παρουσίασε μια τηλεφωνική κλήση του βοηθού της ΑΙ στο συνέδριο Google I/O 2018.

Εν κατακλείδι οι γιατροί εξακολουθούν να είναι απαραίτητοι για τις εξετάσεις, ιδίως σε τομείς όπως η νευρολογία, οι οποίοι απαιτούν υψηλού επιπέδου αλληλεπίδραση μεταξύ ασθενούς και γιατρού και κριτική σκέψη (Krittanawong, 2018). Τέλος, ακόμη και αν η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να φτάσει στο σημείο να μπορεί να διεξάγει σε πραγματικό χρόνο αξονικές τομογραφίες ή άλλες φυσικές εξετάσεις, οι γιατροί θα εξακολουθούν να χρειάζονται για την ερμηνεία σε διαφορούμενες και δύσκολες περιπτώσεις. Τα συστήματα που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη μπορεί ακόμα να υπολειτουργούν σε νέες ή ασυνήθιστες περιπτώσεις όπως παρενεργειών φαρμάκων ή αντίστασης στη θεραπεία, όπου δεν υπάρχει προηγούμενο παράδειγμα για να βασιστούν. Για τους λόγους αυτούς μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι τα συστήματα που βασίζονται στην ΤΝ θα υποστηρίξουν τις δεξιότητες των ιατρών και είναι απίθανο να αντικαταστήσουν την παραδοσιακή σχέση ιατρού-ασθενούς επί της παρούσης.

#### 5.1.2 Προτεινόμενα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης για τις κλινική φροντίδα:

Τα προτεινόμενα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης για τις ομάδες κλινικής φροντίδας τοποθετούνται σε τέσσερις κατηγορίες η πρώτη είναι η διάγνωση, η πρόβλεψη και τα διαγνωστικά εργαλεία, η δεύτερη οι χειρουργικές διαδικασίες, η τρίτη είναι η ιατρική ακριβείας και η τέταρτη η ασφάλεια των ασθενών. Επί του παρόντος, τα ιατρικά σφάλματα κηλιδώνουν το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και εμποδίζουν την ενδεχόμενη επιτυχία των ιατρικών πράξεων, με "τους περισσότερους ασθενείς να βιώνουν τουλάχιστον ένα σφάλμα στη διάρκεια της ζωής τους". Σε πολλές περιπτώσεις είναι εξαιρετικά δύσκολο να ισχυριστεί κανείς ότι έγινε ένα ιατρικό σφάλμα, λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων και αξιοπιστίας των δεδομένων. Ωστόσο, υπάρχει ευρεία συμφωνία ότι ο αριθμός των σφαλμάτων είναι πολύ σημαντικός για να αγνοηθεί. Από την "πρώτη έκθεση του Ινστιτούτου Ιατρικής το 1999 που εκτίμησε ότι 44.000 έως 98.000 θάνατοι έλαβαν μέρος σε ετησία βάση από ιατρικά σφάλματα έως [μια ανάλυση της British Medical Journal] που υποδηλώνει 250.000 θανάτους ετησίως".

Δεδομένης της συνεχιζόμενης συχνότητας τέτοιων σφαλμάτων, υπάρχουν προφανώς αδυναμίες στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης που απαιτούν άμεση προσοχή. Οι ατέλειες αυτές

προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τις παράλογες δαιδαλώδεις προσδοκίες των ασθενών και του συστήματος. Παρά το γεγονός ότι η αυτονομία και η αυτάρκεια εμφανίζουν πρόοδο σε ορισμένες περιπτώσεις, η πολυπλοκότητα της σύγχρονης ιατρικής και οι εξελισσόμενες γνώσεις μας για τον ανθρώπινο εγκέφαλο και το σώμα δείχνουν ότι η φροντίδα των ασθενών δεν μπορεί πάντα να επιτευχθεί βασισμένη στην δομή του παρόν συστήματος.

### 5.1.3 Μετασχηματισμός της ιατρικής περίθαλψης:

Με βάση τα προηγούμενα κεφάλαια η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην ελαχιστοποίηση ή και εξάλειψη των ιατρικών σφαλμάτων, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των ιατρών, στην αύξηση της διαγνωστικής ακρίβειας και στην εξατομίκευση της θεραπείας.

Σε συνδυασμό με τον εκάστοτε κλινικό γιατρό, οι μέθοδοι και τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να προαγάγουν την ποιότητα της παροχής υγειονομικής περίθαλψης. Αναφορικά με την περίπτωση της ιατρικής ακριβείας και την παράλληλη μείωση των σφαλμάτων η τεχνητή νοημοσύνη έχει επιδώσει την προσαρμογή της ιατρικής θεραπείας στα ατομικά χαρακτηριστικά ενός ασθενούς, έχει δώσει την δυνατότητα μετασχηματισμού της παροχής ιατρικής φροντίδας επιτρέποντας στους γιατρούς να προσδιορίζουν τις ιδανικές δόσεις φαρμάκων, να καθορίζουν τις γενετικές μεταλλάξεις, τις πιθανές ασθένειες και νοσηρότητες κ.α..

Τα συστήματα που βασίζονται στην ΤΝ είναι έτοιμα να αυξήσουν τη διαγνωστική αποτελεσματικότητα και σε άλλους τομείς της ιατρικής. Σύμφωνα με τον Pearl (2018), τέτοια συστήματα βασισμένα στην ΤΝ θα έχουν θετικό αντίκτυπο σε διάφορους διαγνωστικούς τομείς, όπως "η ακτινολογία (ερμηνεία αξονικών τομογραφιών, μαγνητικών τομογραφιών και μαστογραφιών), η παθολογία (μικροσκοπικές και κυτταρολογικές διαγνώσεις), η δερματολογία (αξιολόγηση βλαβών για πιθανό μελάνωμα) και η οφθαλμολογία (εξέταση αγγείων αμφιβληστροειδούς για την πρόβλεψη του κινδύνου διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας και καρδιαγγειακής νόσου)". Σύμφωνα με την Αμερικανική Αντικαρκινική Εταιρεία, περίπου οι μισές γυναίκες που κάνουν ετήσια μαστογραφία σε διάστημα 10 ετών θα έχουν ψευδώς θετικό εύρημα (American Cancer Society, 2017). Το κόστος μιας λανθασμένης διάγνωσης είναι μεγάλο αν αναλογιστεί κανείς ότι για παράδειγμα μια εσφαλμένη διάγνωση σε μία μαστογραφία οδηγεί σε περαιτέρω εξετάσεις όπως MRIs, υπέρηχους, αιματολογικές, βιοψίες αλλά εκτός των πόρων που

καταναλώνονται , η ψυχολογική ταλαιπωρία για τον ασθενή που θα μπει άδικα σε μια τέτοια διαδικασία είναι εξίσου μεγάλη.(Griffiths, 2016).

Ένας άλλος τομέας στον οποίο τα συστήματα που βασίζονται στην TN αναμένεται να έχουν αντίκτυπο είναι η ρομποτική χειρουργική. Η ρομποτική χειρουργική μπορεί να βοηθήσει τους χειρουργούς στη θεραπεία των ασθενών με ακρίβεια, μειωμένη απώλεια αίματος και λιγότερο πόνο (Kakar, 2017). Μειώνει την πιθανότητα τραυματισμού των ιστών επειδή το ρομποτικό σύστημα μειώνει τις δυνάμεις σύλληψης λόγω της απτικής ανατροφοδότησης και παρέχει στον χειρουργό τη δυνατότητα για χειρουργική επέμβαση από απόσταση (Kakar, 2017; Wottawa et al., 2016).

Οι φορητές συσκευές υγειονομικής περίθαλψης (συλλογικά αναφερόμενες ως Healthcare Internet of Things), από fitness trackers έως φορητές συσκευές παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης και της ινσουλίνης, θα επιτρέψουν την εξ αποστάσεως διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης με την άμεση τροφοδότηση δεδομένων όχι μόνο σε ατομικά σχέδια θεραπείας και EMR, αλλά και σε μεγαλύτερα συστήματα ανάλυσης με υποστήριξη TN (Singh, 2018). Αυτό θα επιτρέψει την κατ' οίκον διαχείριση και παρακολούθηση των οξέων καταστάσεων, επιτρέποντας στους γιατρούς να λαμβάνουν καλύτερες θεραπευτικές αποφάσεις (Singh, 2018).

## **5.2 Συμπεράσματα**

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN), που εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1955, χαρακτηρίστηκε ως η επιστήμη και η μηχανική της κατασκευής ευφυών προγραμμάτων υπολογιστών. Η TN μπορεί να περιγράφεται ως "μια οντότητα (ή ένα συλλογικό σύνολο συνεργαζόμενων οντοτήτων), ικανή να λαμβάνει εισροές από το περιβάλλον, να ερμηνεύει και να μαθαίνει από αυτές τις εισροές και να επιδεικνύει συναφείς και ευέλικτες συμπεριφορές και ενέργειες που βοηθούν την οντότητα να επιτύχει έναν συγκεκριμένο στόχο ή σκοπό για μια χρονική περίοδο". Ο απώτερος στόχος της TN είναι να χρησιμοποιήσει τη μηχανική προσομοίωση των διαδικασιών ανθρώπινης νοημοσύνης, όπως η μάθηση, η συλλογιστική και η αυτοδιόρθωση, για να μιμηθεί την ανθρώπινη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η TN είναι μία από τις πλέον πιο αναδυόμενες τεχνολογίες καθώς η εφαρμογή της έχει αρχίσει να λαμβάνει χώρα σε όλο και περισσότερους κλάδους. Αυτήν την ευκαιρία είδε και ο κλάδος της υγείας ο οποίος βλέπει μία τεράστια προοπτική εξέλιξης και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός

ότι οι παγκόσμιες δαπάνες για την τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να αυξηθούν σε 52,2 δισεκατομμύρια δολάρια το 2022. Η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει μια ποικιλία τεχνικών: μηχανική μάθηση (ML), βαθιά μάθηση (DL), επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) και οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR).

Η ML, που χρησιμοποιείται ευρέως στη φαρμακοβιομηχανία, δημιουργεί αλγορίθμους ανάλυσης δεδομένων και μαθηματικά μοντέλα για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από δεδομένα, με στόχο τη λήψη προβλέψεων ή αποφάσεων. Το ML διακρίνεται σε (1) μάθηση χωρίς επίβλεψη που εφαρμόζεται για την εξαγωγή δεδομένων και (2) μάθηση με επίβλεψη που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση προβλέψεων. Η DL είναι μια κατηγορία μεθόδων ML που βασίζονται σε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία χρησιμοποιούν πολλαπλά κρυφά στρώματα για την προοδευτική εξαγωγή και τον χειρισμό σύνθετων δεδομένων από ακατέργαστη είσοδο. Η NLP, ένας άλλος τομέας που εφαρμόζεται στην ανάπτυξη φαρμάκων, χρησιμοποιείται για την εξαγωγή νοήματος από πληροφορίες κειμένου ή δεδομένα φυσικής γλώσσας. Η OCR χρησιμοποιεί την αναγνώριση προτύπων, και την υπολογιστική όραση, με στόχο την ηλεκτρονική μετατροπή εικόνων δακτυλογραφημένου, χειρόγραφου ή τυπωμένου κειμένου σε κείμενο κωδικοποιημένο από μηχανήματα.

Αναγνωρίζοντας αυτή τη σημαντική τάση της σύγχρονης ιατρικής, οι ιατρικές σχολές ενισχύουν τα προγράμματα σπουδών αναδυόμενης τεχνολογίας. Οι ιατρικές σχολές προσφέρουν νέα μαθήματα στις τεχνολογικές υποδομές, το ML, το DL και τη διαχείριση δεδομένων παράλληλα με τα μαθήματα βιολογίας (Dyche, 2018).

Η τεχνητή νοημοσύνη θα υποστηρίξει τις μελλοντικές ανάγκες της ιατρικής αναλύοντας τον τεράστιο όγκο δεδομένων και τις διάφορες μορφές δεδομένων που καταγράφονται κάθε στιγμή από ασθενείς και ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι πιθανό να υποστηρίξει και να ενισχύσει το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, αφαιρώντας τα τμήματα ρουτίνας της εργασίας τους, επιτρέποντας στους γιατρούς να αφιερώνουν περισσότερο ουσιαστικό χρόνο με τους ασθενείς τους βελτιώνοντας την ανθρώπινη επαφή αλλά παράλληλα ενισχύοντας την έρευνα και την ανάπτυξη νέων θεωριών τεχνικών και μεθοδολογιών για την βελτίωση των παροχών.

Παρόλο που η τεχνητή νοημοσύνη είναι απίθανο να αντικαταστήσει τους γιατρούς στο ορατό μέλλον, οι επαγγελματίες του ιατρικού κλάδου οφείλουν να μάθουν τόσο τις βασικές αρχές της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης όσο και τον τρόπο με τον οποίο οι λύσεις που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να τους βοηθήσουν στην εργασία τους με γνώμονα την ποιοτικότερη παροχή υπηρεσιών υγείας.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενογλώσση

Mike M. (2018) “Use Your Words! Sorting through the Confusing Terminology of Artificial Intelligence.” Healthcare IT News, 6 Nov. 2018, [www.healthcareitnews.com/news/use-your-words-sorting-through-confusing-terminology-artificial-](http://www.healthcareitnews.com/news/use-your-words-sorting-through-confusing-terminology-artificial-intelligence#:~:text=If%20AI%20is%20the%20umbrella,phraseology%20that%20often%20cause%20confusion.&text=Cognitive%20computing%2C%20meanwhile%2C%20refers%20to,the%20ught%20processing%2C%22%20he%20explai)

[intelligence#:~:text=If%20AI%20is%20the%20umbrella,phraseology%20that%20often%20cause%20confusion.&text=Cognitive%20computing%2C%20meanwhile%2C%20refers%20to,the%20ught%20processing%2C%22%20he%20explai](https://www.healthcareitnews.com/news/use-your-words-sorting-through-confusing-terminology-artificial-intelligence#:~:text=If%20AI%20is%20the%20umbrella,phraseology%20that%20often%20cause%20confusion.&text=Cognitive%20computing%2C%20meanwhile%2C%20refers%20to,the%20ught%20processing%2C%22%20he%20explai)

Amishar, Malik, P., Pathania, M & Rathaur, VK. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 8):2328-2331 []. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6691444/>

Asidi, S. (2019) “An Integrated SEM-Neural Network Approach for Predicting Determinants of Adoption of Wearable Healthcare Devices.” *Mobile Information Systems*, Hindawi, 14 Feb. 2019, [www.hindawi.com/journals/misy/2019/8026042/](http://www.hindawi.com/journals/misy/2019/8026042/)

Bell, SK., Delbanco, T & Walker, J. (2017). Open notes: How the power of knowing can change health care. *NEJM Catalyst* []. Available at: <https://catalyst.nejm.org/opennotes-knowing-change-health-care/>

Bresnick, Jennifer. (2020) “Top 12 Ways Artificial Intelligence Will Impact Healthcare.” *HealthITAnalytics*, HealthITAnalytics, 25 Aug., [healthitanalytics.com/news/top-12-ways-artificial-intelligence-will-impact-healthcare](http://healthitanalytics.com/news/top-12-ways-artificial-intelligence-will-impact-healthcare).

Bush J. (2018) How AI is taking the scut work out of health care. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2018/03/how-ai-is-taking-the-scut-work-out-of-health-care>. [Google Scholar]

Char DS, Shah NH, Magnus D. (2018) Implementing machine learning in health care – addressing ethical challenges. *N Engl J Med*;378:981–3. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Clayton, R; Murray, A; Campbell, (1994) RWF. “Recognition of Ventricular Fibrillation using Neural Networks.” *Medical and Biology Engineering and Computing*. 32217-220.

Davis, N. (2019) “AI Equal with Human Experts in Medical Diagnosis, Study Finds.” *The Guardian*, *Guardian News and Media*, 24 Sept., [www.theguardian.com/technology/2019/sep/24/ai-equal-with-human-experts-in-medical-diagnosis-study-finds](http://www.theguardian.com/technology/2019/sep/24/ai-equal-with-human-experts-in-medical-diagnosis-study-finds).

Gorman T, Dropkin J, Kamen J, Nimbalkar S, Zuckerman N, Lowe T, et al. (2013) Controlling health hazards to hospital workers. *New Solut*;23:1–167. [PubMed] [Google Scholar]

Haenssle, H., Fink, C., Schneiderbauer, R., Toberer, F., Buhl, T., & Blum, A. et al. (2018). Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Annals Of Oncology*, 29(8), 1836-1842. doi: 10.1093/annonc/mdy166

Kustrin, S. and Beresford, R. (2000). Basic concepts of artificial neural network (ANN) modeling and its application in pharmaceutical research. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 22(5), pp.717-727.

Lakkaraju, Himabindu, et al. (2016) “Interpretable Decision Sets: A Joint Framework for Description and Prediction.” *KDD : Proceedings. International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, U.S. National Library of Medicine, Aug., [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5108651](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5108651)

Lalmi, F., & Adala, L. (2021). *The Fourth Industrial Revolution: Implementation of Artificial Intelligence for Growing Business Success*. *Studies In Computational Intelligence*. doi: 10.1007/978-3-030-62796-6

Mead, L. (2018). Global Summit Focuses on The Role of Artificial Intelligence in Advancing SDGs. SDG knowledge hub. Available at: <http://sdg.iisd.org/news/global-summit-focuses-on-the-role-of-artificial-intelligence-inadvancing-sdgs/>

Nwosu, AC., Sturgeon, B., McGlinchey, T., Goodwin, CD., Behera, A., Mason, S., Stanley, S & Payne, TR. (2019). Robotic technology for palliative and supportive care: Strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Journal of Palliative Medicine*. 33(8): 1106-1113 [accessed 23 November 2019] Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/suppl/10.1177/0269216319857628>

OECD (2017) Tacking Wasteful Spending on Health Highlights revised. Report. OECD []. Available at: <https://www.oecd.org/els/health-systems/Tackling-Wasteful-Spending-on-HealthHighlights-revised.pdf>

Pearson, T. (2011) “IBM Watson. How To Build Your Own Watson Jr In Your Basement.” *IBM Developer Works Blog*. 2011. February. Available at: <https://www.ibm.com/developerworks/mydeveloperworks/blogs> Accessed: 15 January 2016.

Ramachandran A, Snehalatha C, Yamuna A, Murugesan N. (2008) High prevalence of cardiometabolic risk factors among young physicians in India. *J Assoc Physicians India*. ;56:17–20. [PubMed] [Google Scholar]

Reisman, M. (2017)“EHRs: The Challenge of Making Electronic Data Usable and Interoperable.” P & T : a Peer-Reviewed Journal for Formulary Management, MediMedia USA, Inc., Sept., [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5565131/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5565131/)

Ross C, Swetlitz I. (2010) IBM pitched its Watson supercomputer as a revolution in cancer care. It's nowhere close. *Stat* 2017. [www.statnews.com/2017/09/05/watson-ibm-cancer](http://www.statnews.com/2017/09/05/watson-ibm-cancer). [Google Scholar]

Russell, Stuart J. and Norvig, Peter. *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. USA: Prentice Hall.

Saifi, S; Taylor, A.J; Allen, H; Hendel, R. “The Use of a Learning Community and Online Evaluation of Utilization for SPECT myocardial perfusion imaging.” *Journal American College of Cardiology Imaging*. 6 (2013): 823-829.

Scientific American. 2015. World Changing Ideas 2015. Scientific American []. Available at: <https://www.scientificamerican.com/article/worldchanging-ideas-2015/>

Shimabukuro D, Barton CW, Feldman MD, Mataraso SJ, Das R. (2017) Effect of a machine learning-based severe sepsis prediction algorithm on patient survival and hospital length of stay: a randomised clinical trial. *BMJ Open Respir Res*;4:e000234. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Stimpfel, AW. Sloane, DM & Aiken LH. (2012). The longer the shifts for hospital nurses, the higher the levers of burnout and patient dissatisfaction. *Health Affairs*. 31(11) []. Available at at: <https://www.healthaffairs.org/doi/full/10.1377/hlthaff.2011.1377>

Swanson, D.B; Feltovich, P.J; Johnson, (1977) P.E. “Psychological Analysis of Physician Expertise: Implications for Design of Decision Support Systems.” In Shires, Wolf H. (ed.). *Proceedings of the Second World Conference on Medical Informatics*. New York: North Holland. 161-174.

Vial A, Stirling D, Field M, et al. (2018) The role of deep learning and radiomic feature extraction in cancer-specific predictive modelling: a review. *Transl Cancer Res* ;7:803–16. [Google Scholar]

Volpp K, Mohta S. (2016) *Improved engagement leads to better outcomes, but better tools are needed*. *Insights Report*. NEJM Catalyst, 2016, <https://catalyst.nejm.org/patient-engagement-report-improved-engagement-leads-better-outcomes-better-tools-needed>. [Google Scholar]

Weis, S.M; Kulikowski, C.A; Amarel, S; Safir, A. (1978) “A model –based method for computer-aided medical decision making.” *Artificial Intelligence*. 11: 145 -172.

WHO. (2014). "Ageing well" must be a global priority. WHO []. available at: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/lancet-aging-series/e>

WHO. (2019). Patient Safety. WHO Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>

Huang HL, Pan CC, Wang SM, Kung PT, Chou WY, Tsai WC. The incidence risk of type 2 diabetes mellitus in female nurses: A nationwide matched cohort study. *BMC Public Health*. 2016;16:443. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Martin M. (2018) Physician well-being: Organizational strategies for physician burnout. *FP Essent*. 2018;71:11–5. [PubMed] [Google Scholar]

### Διαδικτυακές Πηγές

McKinsey Global (2017) Institute *A future that works: automation, employment, and productivity*. McKinsey Global Institute, . [www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx](http://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx). [Google Scholar]

“Machine Learning Misconceptions.” Health Catalyst, 7 June 2017, [www.healthcatalyst.com/webinar/machine-learning-misconceptions/](http://www.healthcatalyst.com/webinar/machine-learning-misconceptions/).

Watson, K. (2019) “Predictive Analytics in Health Care.” Deloitte Insights, [www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/analytics/predictive-analytics-health-care-value-risks.html#endnote-sup-2](http://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/analytics/predictive-analytics-health-care-value-risks.html#endnote-sup-2)

Greene, Adam H. (2020) “More Data Please! The Challenges of Applying Health Information Privacy Laws to the Development of Artificial Intelligence: Davis Wright Tremaine.” *Artificial Intelligence Law Advisor* | Davis Wright Tremaine, 26 Feb., [www.dwt.com/blogs/artificial-intelligence-law-advisor/2020/02/ai-healthcare-privacy-laws](http://www.dwt.com/blogs/artificial-intelligence-law-advisor/2020/02/ai-healthcare-privacy-laws)