



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: « ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ »**

**ΗΘΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ  
ΝΕΑΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

**Υποψήφιος Διδάκτορας.: Στυλιανού Ανδρέας**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Τάλιας Α. Μιχάλης**

**Λευκωσία, Κύπρος**

**2017**

©ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ

ISBN: 978-9963-695-61-4

# ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Υποψήφιος διδάκτωρ: Ανδρέας Στυλιανού

Τίτλος Διατριβής: Ηθικές και Κοινωνικές Πτυχές της Νέας Ιατρικής Τεχνολογίας

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος στο πρόγραμμα «Διοίκηση Μονάδων Υγείας» και εγκρίθηκε στις 26 Μαΐου 2017 από τα μέλη της εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή:

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Χριστίνα Χρίστου, Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος - Πρόεδρος Επιτροπής

Επίκουρος Καθηγητής Μιχάλης Τάλιας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος – Επιβλέπων

Επίκουρη Καθηγήτρια Jahna Otterbacher, Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος - Μέλος

Καθηγητής Γεώργιος Τσιότρας, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Ελλάδα- Μέλος

Αναπληρωτής Καθηγητής Δημήτρης Στασινόπουλος , Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος –Μέλος

.....

Μιχάλης Τάλιας- Επιβλέπων

Επίκουρος Καθηγητής στη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης,

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εστιάζει στις ηθικές και κοινωνικές πτυχές από τη χρήση της ιατρικής τεχνολογίας και ιδιαίτερα των ιατρικών laser. Η ανάπτυξη ιατρικών τεχνολογιών δημιουργεί μια σειρά από νέα δεδομένα τα οποία πρέπει να χειριστούν, να εκμεταλλευτούν ή να αντιμετωπίσουν οι Μονάδες Υγείας. Η παρούσα διδακτορική διατριβή έχει ως σκοπό να εντοπίσει και να ταυτοποιήσει τα κοινωνικά και ηθικά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ιατρικών τεχνολογιών και ειδικά των ιατρικών laser. Επιπρόσθετα, οι ιατρικές τεχνολογίες, όπως και τα laser, δημιουργούν μεγάλο όγκο δεδομένων με αποτέλεσμα τη συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή Μεγάλων Δεδομένων. Επομένως, σημαντικός επιμέρους σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των κοινωνικών και ηθικών πτυχών των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας. Επίσης, μια κοινωνική διάσταση των ιατρικών τεχνολογιών και των αντίστοιχων εφαρμογών τους είναι ο τρόπος με τον οποίο το ευρύ κοινό ενημερώνεται σχετικά με αυτές. Όλο και περισσότεροι πολίτες επιλέγουν να ενημερωθούν για θέματα υγείας μέσω του διαδικτύου και μέσω των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης. Επομένως, μέρος της μελέτης αποτελεί η διερεύνηση των χαρακτηριστικών και της ποιότητας της παρεχόμενης πληροφορίας από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως είναι το YouTube, τα οποία αποτελούν μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες πηγές πληροφόρησης σχετικά με συγκεκριμένες εφαρμογές των ιατρικών laser.

Η διατριβή χωρίστηκε σε πέντε κύρια κεφάλαια και ένα παράρτημα. Τα δύο πρώτα κεφάλαια αφορούν την εισαγωγή και την παρουσίαση της ερευνητικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, αντίστοιχα. Το πεδίο που διαπραγματεύεται το τρίτο κεφάλαιο πραγματεύεται την «*Ηθική των laser*». Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ότι τα ιατρικά laser είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία η οποία έχει συνεισφέρει σημαντικά σε διάφορους τομείς της ιατρικής. Ωστόσο τονίζεται ότι εγείρονται θέματα ηθικής και δεοντολογίας τα οποία παρουσιάζονται με λεπτομέρεια. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε ότι «ο *μύθος του μαγικού φωτός*» αποτελεί πηγή ηθικών προβλημάτων που εγείρονται. Επιπρόσθετα γίνεται ανάπτυξη μιας τρισδιάστατης μήτρας για ταυτοποίηση των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των εφαρμογών των laser, των επηρεαζόμενων ομάδων ανθρώπων και των ηθικών διλημάτων που μπορεί να προκύψουν. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται οι ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις σε δύο συγκεκριμένα παραδείγματα χρήσης ιατρικών laser, τη Lasik και την απομάκρυνση τατουάζ με laser. Στο επόμενο κεφάλαιο εξετάζεται το πεδίο των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας και

παρουσιάζεται η ανάπτυξη του πεδίου της «*Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων*» και εξηγείται η σημασία του πεδίου στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι ιατρικές τεχνολογίες, όπως και τα laser, δημιουργούν συνεχώς νέους μεγάλους όγκους από δεδομένα και επομένως προκειμένου να αναπτυχθεί το πεδίο της ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας πρέπει να αναγνωριστούν οι ηθικές και κοινωνικές πτυχές τους. Στο πέμπτο κεφάλαιο, αξιοποιούμε το YouTube προκειμένου να διερευνηθούν, μέσω στατιστικών τεχνικών, ποσοτικής ανάλυσης, τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα των βίντεο, τα οποία επιλέγει το ευρύ κοινό για να ενημερωθεί σχετικά με τη μέθοδο Lasik και την απομάκρυνση τατουάζ με laser, εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως παραδείγματα συζήτησης σχετικά με την ηθική των laser. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το περιεχόμενο των βίντεο ποικίλει από πολύ χρήσιμο έως παραπλανητικό. Έχει παρατηρηθεί ότι το κοινό έχει την τάση να παρακολουθεί σε μεγαλύτερο βαθμό βίντεο τα οποία προέρχονται από πολίτες και βίντεο με χαμηλή ή παραπλανητική πληροφορία σε σχέση με βίντεο από πιο αξιόπιστες πηγές ή βίντεο με καλύτερη παρεχόμενη πληροφορία. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συνάφεια με αρκετές δημοσιεύσεις σχετικά με την παρεχόμενη πληροφορία σε ιατρικά θέματα στο YouTube, ενώ για πρώτη φορά παρουσιάζεται κάτι ανάλογο όσον αφορά τα ιατρικά laser. Τέλος, στο παράρτημα παρουσιάζεται (μέσω μιας συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης) πως μια αναδυόμενη ιατρική τεχνική (THz imaging), η οποία αναπτύχθηκε χάρη στην ανάπτυξη των laser, μπορεί να βρει το δρόμο της για πραγματική ιατρική χρήση μέσω της βοήθειας της νανοτεχνολογίας, ενώ συζητούνται και οι αντίστοιχες ηθικές προεκτάσεις.

# **ABSTRACT**

This PhD dissertation focuses on ethical and social aspects from the use of medical technology and in particular the use of medical lasers. The development of medical technologies creates a series of new issues that Health organizations have to handle, exploit or deal with. This doctoral dissertation aims to identify the social and ethical problems arising from the use of medical technologies and especially of medical laser. Additionally, many medical technologies, like laser technology, generate large amounts of data resulting in the ever-increasing production of the so called Big Data. Therefore, an important part of the dissertation is to investigate the social and ethical aspects of Big Data in the field of Health. Also, a social dimension of medical technologies and their respective applications is the fact that more and more people are choosing to be informed about health issues through the Internet and through the Social Media Networks. Therefore, a part of this study is to investigate the characteristics and the quality of information provided by social media tools such as YouTube on specific applications of medical lasers.

The dissertation was divided into five main chapters and an annex. The first two chapters concern the introduction and the research methodology, respectively. The field negotiated in the third chapter could be called "Laser Ethics". In this chapter it is presented that medical laser is a widely used technology which has contributed significantly to various fields of medicine. However, many social and ethical issues are raised, which are presented in detail. In this chapter we discussed that a source of many ethical problems is the myth of "magic light" and a three-dimensional matrix is presented in order to identify the complex relationships between laser applications, the affected people and the ethical dilemmas that may arise. Furthermore, the chapter discusses the ethical and social issues of two specific examples of using medical laser, Lasik and laser tattoo removal. In the next chapter, we studied the field of Big Data in healthcare and we showed the development of the so-called "Big Data Ethics" field is of crucial importance. As has already been mentioned, medical technologies, like laser, are constantly creating new large volumes of data, and in order to develop the field of ethics of Big Data in Health, their ethical and social aspects must be recognized. In the fifth chapter, we used YouTube to investigate the characteristics and quality of the videos that the general public chooses to view in order to be informed concerning the Lasik method and the laser tattoo removal (applications that were used also in our laser ethics discussion). Our results have shown that the content of the videos varies from very useful to misleading. It has been shown that the public tends to watch mostly

videos uploaded by citizens and videos with low or misleading information. These results are relevant to several publications on issues concerning the medical information on YouTube, but this is the first time that something similar is presented for medical laser technology. Finally, in the appendix we present (through a systematic literature review) how nanotechnology can support THz imaging (an emerging medical technique that was evolved due to the development of the laser technology) to find its way into real everyday clinical use.

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της Διδακτορικής μου Διατριβής αισθάνομαι ότι είναι απαραίτητο να ευχαριστήσω όλους εκείνους οι οποίοι συνέβαλαν καθοριστικά, ο καθένας με τον τρόπο του και από τη θέση του, στην ολοκλήρωση της διατριβής.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Μιχάλη Τάλια για την ευκαιρία που μου έδωσε αναθέτοντας μου το θέμα της Διδακτορικής Διατριβής. Αισθάνομαι ιδιαίτερα ευγνώμων, για την προσπάθεια που κατέβαλε ώστε να μου παρέχει τα μέσα και τους πόρους για την υλοποίηση της έρευνας και για την επίμονη προσπάθειά του για την επιτυχή ολοκλήρωση της διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να εκφράσω στους φίλους μου που όλο αυτά τα χρόνια είναι δίπλα μου, ακόμα και όταν χιλιόμετρα μας χωρίζουν. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω αυτούς στους οποίους ένα μόνο ευχαριστώ, δεν αρκεί. Όλα τα μέλη της οικογένειάς μου, από τους γονείς μου και τον αδερφό μου, μέχρι τη μικρή Χρυσταλλία, τους γονείς και όλη την οικογένεια της Θεοδώρας, την οποία και θεωρώ πλέον οικογένεια μου. Όλοι, με τον τρόπο τους και από τη μεριά τους, προσέφεραν αμέριστη στήριξη, βοήθεια και φυσικά αγάπη. Ήταν δίπλα μου σε όλες τις ευχάριστες αλλά και δύσκολες στιγμές και μου έδιναν ώθηση να συνεχίσω τις σπουδές μου.

Το μεγαλύτερο ωστόσο ευχαριστώ ανήκει στη σύντροφο της ζωής μου, συνοδοιπόρο και συνταξιδιώτη της «Οδύσσειας» της ζωής, τη Θεοδώρα. Η εκπόνηση της διατριβής αυτής, αποτελεί μόνο ένα λιμάνι στο οποίο με τη βοήθεια της και τους κοινούς αγώνες και προσπάθειες μπορέσαμε να φθάσουμε. Την ευχαριστώ για την αμέριστη στήριξη που μου δίνει σε κάθε μου βήμα, την ξεχωριστή αξία που δίνει στα κοινά μας όνειρα και το ότι υπάρχει στη ζωή μου.

**“ΤΟ ΔΙΣ ΕΞΑΜΑΡΤΕΙΝ ΟΥΚ ΑΝΔΡΟΣ ΣΟΦΟΥ”**

*Στυλιανού Ανδρέας,*

*Κύπρος, Μάιος 2017*

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ</b>	<b>III</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VI</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>VIII</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>IX</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>XII</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	<b>XVI</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Νέα Ιατρική Τεχνολογία και Μονάδες Υγείας</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Ιατρικά Laser</b>	<b>4</b>
<i>1.2.1 Γενικά</i>	4
1.2.2 Ορισμός των laser (λέιζερ)	5
1.2.3 Ιστορική ανασκόπηση	5
1.2.4 Αρχή λειτουργίας των laser και Χαρακτηριστικά των laser	7
1.2.4 Εφαρμογές των laser στην ιατρική	8
<b>1.3 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)</b>	<b>12</b>
1.3.1 Γενικά	12
1.3.2 Ορισμός των Μεγάλων Δεδομένων	14
1.3.3 Μεγάλα Δεδομένα στο Χώρο της Υγείας	16
<b>1.4 Μέσα κοινωνικής δικτύωσης και Μονάδες Υγείας (Social Media and Healthcare)</b>	<b>20</b>
1.4.1 Γενικά	20
1.4.2 Ορισμός των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης	20
1.4.3 Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης και Πληροφορική στο Χώρο της Υγείας	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Περίληψη</b>	<b>26</b>

2.2	<i>Υπόβαθρο</i>	26
2.3	<i>Το ερευνητικό πρόβλημα</i>	29
2.4	<i>Ο ερευνητικός σκοπός</i>	30
2.5	<i>Επιμέρους στόχοι</i>	31
2.6	<i>Μεθοδολογία</i>	32
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΑΤΡΙΚΑ LASER</b>	<b>45</b>
3.1	<i>Περίληψη</i>	45
3.2	<i>Εισαγωγή</i>	45
3.3	<i>Ιατρικά Laser και Ηθικά διλήμματα</i>	47
3.3.1	<i>Πηγή του προβλήματος: Ο μύθος του «Μαγικού φωτός»</i>	49
3.3.2	<i>Μέσα ενημέρωσης, μάρκετινγκ και διαφημίσεις.</i>	54
3.3.3	<i>Διλήμματα που πηγάζουν λόγω οικονομικών αιτιών</i>	56
3.3.4	<i>Εκπαίδευση Χρήστη</i>	57
3.3.5	<i>Σχέση Χρήστη/Πελάτη</i>	57
3.3.6	<i>Άλλα θέματα</i>	59
3.4	<i>Παραδείγματα εφαρμογής</i>	59
3.4.1	<i>Χειρουργική επέμβαση ματιών με laser (Lasik)</i>	59
3.4.2	<i>Απομάκρυνση τατουάζ</i>	62
3.5	<i>Συμπεράσματα</i>	65
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>	<b>66</b>
4.1	<i>Περίληψη</i>	66
4.2	<i>Εισαγωγή- Το πρόβλημα των μεγάλων δεδομένων</i>	66
4.3	<i>Προκλήσεις και Ηθικά ζητήματα που εγείρονται από τα Μεγάλα Δεδομένα στο χώρο της Υγείας</i>	68
4.3.1	<i>Ποιότητα Δεδομένων</i>	71
4.3.2	<i>Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων</i>	72
4.3.3	<i>Εκπαίδευση Χρήση και Πληροφοριακά Συστήματα</i>	74
4.3.4	<i>Προσωπικά Δεδομένα και Συγκατάθεση</i>	76
4.3.5	<i>Οικονομικά Θέματα</i>	78
4.4	<i>Παράδειγμα εφαρμογής μοντέλου</i>	79

<i>4.5 Συζήτηση, Μελλοντικές Κατευθύνσεις και Συμπεράσματα</i>	84
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΟ YOUTUBE ΩΣ ΠΗΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ LASER</b>	<b>87</b>
<i>5.1 Περίληψη</i>	87
<i>5.2 Εισαγωγή</i>	87
<i>5.3 Αποτελέσματα</i>	91
<i>5.3.1 Lasik</i>	91
<i>5.3.2 Απομάκρυνση Τατουάζ με laser</i>	120
<i>5.3.3 Συζήτηση και Συμπεράσματα</i>	128
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΈΡΕΥΝΑ</b>	<b>133</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ &amp; ΤΗΖ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ</b>	<b>139</b>
<i>Μέρος Α: Εισαγωγή</i>	139
<i>Μέρος Β: THz imaging and Nanotechnology</i>	145
<b>ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ</b>	<b>167</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>168</b>

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1: Αλληλεπιδράσεις laser-ιστού σαν συνάρτηση της διάρκειας του παλμού και της ισχύς του laser. .... 10
- Εικόνα 2: Τα διάφορα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως εμφανίστηκαν στο πέρασμα του χρόνου [Προσαρμοσμένο από <https://technology-use-and-abuse.wikispaces.com/2.+Social+Media> ] ..... 21
- Εικόνα 3: *Το μοντέλο που χρησιμοποίησαν οι Dabrok και συν. για την έρευνα του πεδίου των «βιο-αντικειμένων» (τα βιο-αντικείμενα είναι «αντικείμενα» τα οποία έχουν απομονωθεί από το φυσιολογικό του περιβάλλον προκειμένου να χρησιμοποιηθούν εμπορικά και έχουν δεχθεί κάποιας μορφής επεξεργασία προκειμένου να αξιοποιηθούν κυρίως στο πεδίο της ιατρικής ή των βιοεπιστημών). Αυτό το μοντέλο απεικονίζει την πολύπλευρη διάσταση των βιο-αντικειμένων. Με αυτόν το μοντέλο οι διαφορετικές διαστάσεις του πεδίου (μικροοργανισμός, φυτό, ζώο και άνθρωπος), ο βαθμός πολυπλοκότητας (υπο-κυτταρικός, κυτταρικός, ιστός και οργανισμός) και τέλος το αντίστοιχο κοινωνικό πλαίσιο εφαρμογής (τρόφιμα, γεωργία, οικονομία ) αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους. Τα νεοεμφανιζόμενα «βιο- αντικείμενα» μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτή τη μήτρα (γκρίζο κυβοειδές) και αυτό το μοντέλο καθιστά δυνατή την παρατήρηση και ανίχνευση του μετασχηματισμού τέτοιων “βιο- αντικειμένων” [προσαρμοσμένο από (Dabrock, Braun et al. 2013)]. ..... 34*
- Εικόνα 4: *Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση των Laser. Το μοντέλο απεικονίζει τις πολλαπλές διαστάσεις των ηθικών ζητημάτων. Οι διαφορετικές διαστάσεις [Εφαρμογές (X-άξονας), Ηθικά Θέματα (Y-άξονας) και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν (Z - άξονα)] είναι αλληλένδετα. Το βέλος με τον αριθμό 1 υποδεικνύει έναν τομέα του πεδίου ως παράδειγμα για να τονίσει πως κάθε διάσταση σχετίζεται με την άλλη [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)]. ..... 35*
- Εικόνα 5: Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση των Big Data στο χώρο της υγείας [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)]. ..... 36
- Εικόνα 6: *Μεθοδολογία Συλλογής Δεδομένων από το YouTube. .... 37*
- Εικόνα 7: Το ενδιαφέρον με το πέρασμα του χρόνου για αναζήτηση στο YouTube των τριών λέξεων κλειδιών : Lasik, Laser in situ keratomileusis, laser eye surgery (πάνω) και Laser Tattoo Removal” και “Tattoo Removal” για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser (κάτω) όπως αυτό προκύπτει από το Google Trends. .... 38
- Εικόνα 8: Το πεδίο της ηθικής των laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)]. ..... 49
- Εικόνα 9: Πηγή του μύθου του Μαγικού Φωτός. Σύνδεση με τις θεραπευτικές ιδιότητες του ήλιου. .... 50
- Εικόνα 10: Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα σε αντιστοιχία μήκους κύματος-συχνότητας και με χαρακτηριστικά παραδείγματα του μεγέθους του μήκους κύματος. Ως φως (light) καλείται η

περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που καλύπτει τις περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας, του ορατού φωτός και της υπεριώδους ακτινοβολίας.....	51
<b>Εικόνα 11: Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τα laser. Αυτό το μοντέλο (A) απεικονίζει τις πολλαπλές διαστάσεις των ηθικών ζητημάτων. Οι διαφορετικές διαστάσεις [Εφαρμογές (X-άξονας), Ηθικά Θέματα (Y-άξονας) και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν (Z - άξονα)] είναι αλληλένδετα. Η εικόνα (B) παρουσιάζει ένα μέρος του μοντέλου το οποίο εστιάζει στις παρα-ιατρικές εφαρμογές των laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2017)]......</b>	<b>55</b>
<b>Εικόνα 12: Μοντέλο των ηθικών ζητημάτων Και προκλήσεις του Big Data στο Φροντίδα υγείας. Αυτό το μοντέλο παρουσιάζει Τα Ηθικά Θέματα (άξονας X) και το Τα επηρεαζόμενα άτομα (άξονας Y) στο Περίπτωση εφαρμογής του Big Δεδομένα στον τομέα της Υγείας [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2017)]......</b>	<b>70</b>
<b>Εικόνα 13: Οι τύποι των βίντεο ανάλογα με τη διαφορετική λέξη κλειδί που χρησιμοποιήθηκε.....</b>	<b>92</b>
<b>Εικόνα 14: Τύποι χρηστών που ανεβάζουν βίντεο ανάλογα με τη διαφορετική λέξη κλειδί που χρησιμοποιήσαμε.....</b>	<b>94</b>
<b>Εικόνα 15: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” .....</b>	<b>97</b>
<b>Εικόνα 16: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με λιγότερες από 50000 προβολές.....</b>	<b>98</b>
<b>Εικόνα 17: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με περισσότερες από 50000 προβολές. ....</b>	<b>99</b>
<b>Εικόνα 18: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με λιγότερα από 250 Likes. ....</b>	<b>100</b>
<b>Εικόνα 19: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με περισσότερα από 250 Likes.....</b>	<b>101</b>
<b>Εικόνα 20: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με λιγότερα από 20 Dislikes. ....</b>	<b>102</b>
<b>Εικόνα 21: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με περισσότερα από 20 Dislikes.....</b>	<b>103</b>
<b>Εικόνα 22: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”.....</b>	<b>105</b>
<b>Εικόνα 23: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με λιγότερες από 500 προβολές. ....</b>	<b>106</b>
<b>Εικόνα 24: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με περισσότερες από 500 προβολές.....</b>	<b>107</b>
<b>Εικόνα 25: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με λιγότερα από 10 Likes.....</b>	<b>108</b>

Εικόνα 26: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο με περισσότερα από 10 Likes. ....	109
Εικόνα 27: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο χωρίς Dislikes. ....	110
Εικόνα 28: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο με Dislikes. ....	111
Εικόνα 29: Αντιληπτικός Χάρτης (perceptual map) για ποιοτική παρουσίαση της σχέσης των προβολών ως προς τη χρησιμότητα των βίντεο. Ο χάρτης παρουσιάζει τη χρησιμότητα σε σχέση με τις προβολές για τα βίντεο σχετικά με τη Lasik. Το μέγεθος των φυσαλίδων αντιστοιχεί στο ποσοστό των βίντεο. Ο άξονας των X δείχνει τις Προβολές (Views) χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10) και ο άξονας των Y τη χρησιμότητα με βάση την αξιολόγηση της περιεχόμενης στα βίντεο πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων των βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10, το σημείο τομής των αξόνων αντιστοιχεί στο σημείο 5 της κλίμακας). ....	119
Εικόνα 30: Αντιληπτικός Χάρτης (perceptual map) για ποιοτική παρουσίαση της σχέσης των προβολών ως προς τη χρησιμότητα των βίντεο. Ο χάρτης παρουσιάζει τη χρησιμότητα σε σχέση με τις προβολές για τα βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser. Το μέγεθος των φυσαλίδων αντιστοιχεί στο ποσοστό των βίντεο. Ο άξονας των X δείχνει τις Προβολές (Views) χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10) και ο άξονας των Y τη χρησιμότητα με βάση την αξιολόγηση της περιεχόμενης στα βίντεο πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων των βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10, το σημείο τομής των αξόνων αντιστοιχεί στο σημείο 5 της κλίμακας). ....	127
Εικόνα 31: Σχέσεις της ακτίνας, της επιφάνειας και του όγκου σε μια κβαντική τελεία. Παρατηρείται ότι ο όγκος μειώνεται ταχύτερα από ότι η επιφάνεια για μία δεδομένη μείωση της ακτίνας. Ως εκ τούτου, το εμβαδό της επιφάνειας προς τον όγκο αυξάνει δραματικά για μια μικρότερη ακτίνα σε σύγκριση με την αναλογία για μεγαλύτερη ακτίνα. [Προσαρμοσμένο από Roszek and de Jong Geertsma, (2005) (Roszek and de Jong Geertsma 2005)]. ....	140
Εικόνα 32: Το φάσμα της ακτινοβολίας THz. Όπως φαίνεται από το φάσμα η ακτινοβολία αυτή καλύπτει το κενό μεταξύ της υπέρυθρης (infrared) ακτινοβολίας και των μικροκυμάτων (microwaves) [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)]. ....	142
Εικόνα 33: Απεικόνιση THz με τη χρήση τεχνικών νανοτεχνολογίας. Μέθοδοι νανοτεχνολογίας χρησιμοποιούνται σε όλα τα μέρη ενός συστήματος THz απεικόνισης ή σε όλες τις διαδικασίες: παράγοντες αντίθεσης, πηγές και ανιχνευτές (CNT: Carbon Nanotubes, QDs: Quantum Dots, NPs: Nanoparticles, NRs: nanorods, NGs: nanocages, WCNTs: multi-walled CNTs) [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)]. ....	154
Εικόνα 34: Το φαινόμενο της υπερθερμίας. a) Πρώτα, τα καρκινικά κύτταρα ανιχνεύονται με νανοσωματίδια (NPs) και στη συνέχεια ακτινοβολούνται με δέσμη laser στην περιοχή του εγγύς-υπερύθρου (NIR) b) Μετά την ακτινοβολία, δημιουργούνται επιφανειακά πλασμόνια πλάσματος (SPPs) και σαν αποτέλεσμα η θερμοκρασία του νερού στα καρκινικά κύτταρα	

αυξάνεται. Συνεπώς, τα καρκινικά κύτταρα μπορούν να ανιχνευτούν και να απεικονιστούν με την THz ακτινοβολία καθώς το σήμα THz είναι ευαίσθητο σε αλλαγές της θερμοκρασίας του νερού [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)]. ..... 155

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:Κριτήρια Χρησιμότητας για “Lasik” και “Απομάκρυνση τατουάζ με laser” .....	42
Πίνακας 2: Ερμηνεία των τιμών του δείκτη κάππα στις μελέτες που διερευνούν την αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών [Προσαρμοσμένο από (Γαλάνης 2013)]. .....	43
Πίνακας 3 Κατηγορίες laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)]. .....	64
Πίνακας 4: Τα ποσοστά για κάθε κατηγορία βίντεο για τις λέξεις κλειδιά “ Lasik ”και “laser in situ keratomileusis” .....	93
Πίνακας 5: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για όλα τα βίντεο από τη λέξη κλειδί “Lasik” .....	97
Πίνακας 6: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 50000 προβολές (λέξη κλειδί “Lasik”). .....	98
Πίνακας 7: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερες από 50000 προβολές (λέξη κλειδί “Lasik”). .....	99
Πίνακας 8: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 250 Likes (λέξη κλειδί “Lasik”). .....	100
Πίνακας 9: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 250 Likes (λέξη κλειδί “Lasik”). .....	101
Πίνακας 10: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 20 Dislikes (λέξη κλειδί “Lasik”). .....	102
Πίνακας 11: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 20 Dislikes(λέξη κλειδί “Lasik”). .....	103
Πίνακας 12: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	105
Πίνακας 13: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερες από 500 προβολές (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	106
Πίνακας 14: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερες από 500 προβολές (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	107
Πίνακας 15: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 10 Likes (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	108
Πίνακας 16: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 10 Likes (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	109
Πίνακας 17: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο χωρίς Dislikes(λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”). .....	110

Πίνακας 18: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με Dislikes(λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).	111
Πίνακας 19: Βίντεο που αποκλείστηκαν κατά την αναζήτηση για βίντεο σχετικά με τη Lasik.	112
Πίνακας 20: Δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος σύμφωνα με την χρησιμότητα τους.	114
Πίνακας 21: Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με τη Lasik.	115
Πίνακας 22: Δημογραφικά στοιχεία σύμφωνα με την πηγή.	117
Πίνακας 23: Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρηστών για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με τη Lasik.	118
Πίνακας 24: Μέση τιμή αξιολόγησης βίντεο ανά κατηγορία (κλίμακα 0-12) για τα βίντεο Lasik.	119
Πίνακας 25: Βίντεο που αποκλείστηκαν κατά την αναζήτηση για βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	120
Πίνακας 26: Δημογραφικά Στοιχεία ως προς τη χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	122
Πίνακας 27: Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	123
Πίνακας 28: Δημογραφικά στοιχεία ως προς την πηγή για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	125
Πίνακας 29: Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρηστών για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	126
Πίνακας 30: Μέση τιμή αξιολόγησης βίντεο (κλίμακα 0-12) ανά κατηγορία για τα βίντεο για την απομάκρυνση τατουάζ με laser.	127
Πίνακας 31: Χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας THz [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].	142
Πίνακας 32: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα/περιορισμοί της απεικόνισης THz [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].	150

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## **1.1. Νέα Ιατρική Τεχνολογία και Μονάδες Υγείας**

Οι μονάδες υγείας, και ιδιαίτερα τα νοσοκομεία, ως κεντρικά στοιχεία του συστήματος υγείας και σημαντικά πεδία εφαρμογής της πολιτικής υγείας, αποτελούν σήμερα έναν από τους σπουδαιότερους χώρους όπου εφαρμόζονται τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας. Οι νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στο χώρο των υπηρεσιών υγείας σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες, από το θεραπευτικό/διαγνωστικό επίπεδο μέχρι τη διοικητική/οργανωτική υποστήριξη (π.χ. πληροφορική υποστήριξη). Η αλματώδης εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και η εισαγωγή τους για τη βελτίωση της άσκησης της ιατρικής ή ακόμα για την προώθηση των παρεχόμενων υπηρεσιών από τις μονάδες υγείας, δημιουργεί νέα δεδομένα, παραμέτρους και προκλήσεις στις μονάδες υγείας.

Η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος ορίστηκε ως η «Νέα Ιατρική Τεχνολογία και Μονάδες Υγείας» (New/emerging Medical Technology and Health Care). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) (World Health Organization-WHO) ως «τεχνολογία υγείας» ορίζεται η «εφαρμογή οργανωμένων γνώσεων και δεξιοτήτων με τη μορφή ιατροτεχνολογικών προϊόντων, φαρμάκων, εμβολίων, διαδικασιών και συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί για την επίλυση ενός προβλήματος υγείας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής» (WHO 2011). Στον ορισμό αυτό παρατηρούμε ότι έγινε χρήση του όρου «ιατροφαρμακοτεχνολογικό προϊόν» το οποίο και πάλι σύμφωνα με το ΠΟΥ είναι «αντικείμενο, όργανο, συσκευή ή μηχανήμα που χρησιμοποιείται στην πρόληψη, διάγνωση ή θεραπεία νόσων ή ασθενειών, ή για την ανίχνευση, μέτρηση, αποκατάσταση, διόρθωση ή τροποποίηση της δομής ή λειτουργίας του σώματος για κάποιο ιατρικό σκοπό. Κατά κανόνα, ο στόχος ενός ιατροτεχνολογικού προϊόντος δεν επιτυγχάνεται με φαρμακολογικά, ανοσολογικά ή μεταβολικά μέσα» (WHO 2011). Είναι σαφές ότι η περιοχή της ιατρικής τεχνολογίας είναι πολύ ευρεία και υπάρχουν αρκετά ερευνητικά πεδία, μεταξύ των οποίων κάποια παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και παραμένουν ακόμα ελάχιστα διερευνημένα. Σημαντικά πεδία έρευνας στην περιοχή αυτή αποτελούν: i) η Επίδραση των Νέων Ιατρικών Τεχνολογιών (Influence and Impact of New Medical Technologies), ii) η Ηθική των Ιατρικών Τεχνολογιών (Medical Technologies Ethics), iii) η Αποδοχή Νέας Ιατρικής Τεχνολογίας (Adoption of New Technology) και iv) η Αξιολόγηση της Ιατρικής Τεχνολογίας (Evaluation of Medical Technology). Επίσης,

πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος Ιατρική Τεχνολογία περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα από τεχνολογίες. Γι' αυτό το λόγο αποφασίστηκε το πεδίο έρευνας να εστιαστεί σε νέες αναδυόμενες ιατρικές τεχνολογίες ή τεχνολογίες/εφαρμογές που μόλις τα τελευταία χρόνια βρίσκουν ευρεία αποδοχή στο χώρο της υγείας. Στα πλαίσια αυτά, μέρος της διδακτορικής διατριβής ασχολείται με τα ιατρικά lasers, τη χρήση και ανάλυση μεγάλων δεδομένων (πεδίο γνωστό ως Big Data) και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media και ειδικά το YouTube, καθώς και η νανοτεχνολογία στο Παράρτημα). Οι νέες αυτές τεχνολογίες προσπαθούν να διερευνηθούν υπό το πρίσμα των ερευνητικών πεδίων που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Γενικά οι τεχνολογίες υγείας αποτελούν ένα βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι ενός λειτουργικού συστήματος υγείας. Τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία των διάφορων ασθενειών/νόσων, καθώς και για την αποκατάσταση των ασθενών. Η Παγκόσμια Συνέλευση Υγείας αναγνωρίζοντας το σημαντικό ρόλο των τεχνολογιών υγείας υιοθέτησε το ψήφισμα WHA60.29 (Μάιος 2007) το οποίο αναφέρεται στα ζητήματα που προκύπτουν από την ακατάλληλη ανάπτυξη και χρήση των τεχνολογιών υγείας, αλλά και στην ανάγκη θέσπισης προτεραιοτήτων όσον αφορά την επιλογή και διαχείριση των τεχνολογιών υγείας (WHO 2011). Μέσω αυτού του ψηφίσματος όλα τα Κράτη-μέλη αναγνώρισαν τη σημασία των τεχνολογιών υγείας προκειμένου να επιτευχθούν σημαντικοί αναπτυξιακοί στόχοι στο χώρο υγείας και παράλληλα ζήτησαν την ανάληψη συγκεκριμένων δράσεων από τον ΠΟΥ για την υποστήριξη των Κρατών-μελών. Εκτός από τις αναμφίβολα πολλές ευεργετικές και θεαματικές υπηρεσίες και δυνατότητες τις οποίες μπορούν να προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες, τόσο στην άσκηση της ιατρικής όσο και στη διοίκηση των μονάδων υγείας, πολλά προβλήματα, ηθικά διλήμματα και νέες συνθήκες προκύπτουν. Επομένως, τα κριτήρια επιλογής των νέων τεχνολογιών είναι πολλά, σύνθετα και διαπλεκόμενα: ιατρικά, δεοντολογικά, τεχνικά και οικονομικά (Κουμπή and Πουρνάρα 1993). Οι εξελίξεις των νέων τεχνολογιών και η εισαγωγή τους στις μονάδες υγείας αποτελούν σήμερα το βασικότερο παράγοντα αύξησης των δαπανών υγείας και επομένως απαιτείται κατάλληλη αξιολόγηση κόστους/υγειονομικού οφέλους ώστε να λαμβάνονται σωστές αποφάσεις για την εισαγωγή τους (Μανιαδάκης 2007). Με την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών αναδύονται νέες σχέσεις εργασίας και ζητήματα συνεργασίας ή και συγκρούσεων, ενώ τίθενται ερωτήματα για το πώς οι διάφορες κοινωνικές ομάδες/φορείς θα μπορούσαν να προσαρμοστούν και να συμβάλουν στις ιδιότυπες απαιτήσεις των νέων τεχνολογιών (Μάινα and Κιενά 1996).

Σύμφωνα με το ΠΟΥ (WHO 2011) και το Διεθνές Δίκτυο Υπηρεσιών Αξιολόγησης Τεχνολογίας Υγείας και Αξιολόγησης Τεχνολογίας Υγείας (International Network of Agencies for Health Technology Assessment and Health Technology, <http://www.htaglossary.net/>) η αξιολόγηση τεχνολογιών υγείας είναι η συστηματική εκτίμηση των ιδιοτήτων, των αποτελεσμάτων ή/και των επιπτώσεων των τεχνολογιών υγείας οι οποίες μπορεί να έχουν άμεσες (εκούσιες) και έμμεσες (ακούσιες) συνέπειες. Βασικός σκοπός της αξιολόγησης των τεχνολογιών υγείας είναι η ενημέρωση της χάραξης πολιτικής που σχετίζεται με την τεχνολογία στον τομέα της υγειονομικής φροντίδας.

Υπάρχουν στοιχεία ότι το προσωπικό των μονάδων υγείας δεν δείχνει ιδιαίτερη επιθυμία να αποδεχτεί και να χρησιμοποιήσει νέες τεχνολογίες (Esmaeilzadeh, Sambasivan et al. 2010), ενώ παρά την επιθυμία του κοινού και των γιατρών για ενεργή συμμετοχή τους στη διαδικασία καθορισμού προτεραιοτήτων στην υγεία, η άποψη τους φαίνεται ότι δεν λαμβάνεται υπόψη (Θεοδώρου, Σαμάρα et al. 2008). Επιπλέον οι διάφοροι εξωγενείς παράγοντες επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα την εισαγωγή νέων τεχνολογιών και τις επακόλουθες επιπτώσεις τους. Για παράδειγμα, σήμερα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ζούμε σε μια περίοδο παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, η οποία δημιουργεί άμεσα ή έμμεσα προβλήματα στις Μονάδες Υγείας τόσο προς τη χρηματοδότηση της όσο και στην πρόσληψη ανθρώπινου δυναμικού (Κυριακόπουλος and Τσιάντου 2010).

Ως βιοϊατρική τεχνολογία θα μπορούσαμε να αποκαλέσουμε την τεχνολογία η οποία αναπτύχθηκε και συνεχίζει να αναπτύσσεται για βελτίωση της ιατρικής. Σε αυτή περιλαμβάνονται ιατρικά διαγνωστικά συστήματα ακτινοθεραπείας, ιατρικά laser, τεχνολογίες τηλεϊατρικής, συστήματα διαχείρισης και αποθήκευσης ιατρικής πληροφορίας (π.χ. ψηφιακός φάκελος ασθενή) κλπ. Οι περισσότερες εφαρμογές αυτών των τεχνολογιών, εκτός κάποιων εξαιρέσεων, μπορεί να μην εγείρουν θέματα ζωής-θανάτου, αλλά πολλά ηθικά προβλήματα μπορεί να προκύψουν, ενώ οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των τεχνολογιών των Μονάδων υγείας, των χρηστών, των πολιτών/ασθενών και της κοινωνίας γενικά είναι πολύπλοκες και αλληλένδετες.

Η διατριβή χωρίζεται σε τρία κύρια κεφάλαια. Στα δύο πρώτα γίνεται μια προσπάθεια να αναγνωριστούν, να προσδιοριστούν και να μελετηθούν οι σχέσεις και τα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη και εφαρμογή νέων ιατρικών τεχνολογιών στο χώρο της υγείας, μεταξύ των οποίων τα α) τα ιατρικά laser και β) τα μεγάλα δεδομένα (Big Data). Στο τρίτο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ένα από τα δημοφιλέστερα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, το YouTube, το οποίο αποτελεί μια πηγή μεγάλων δεδομένων, προκειμένου να διερευνηθούν οι σχέσεις και τα ηθικά προβλήματα που προκύπτουν όταν τα μέσα

κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούνται ως μια πηγή γνώσης για μια συγκεκριμένη ιατρική τεχνολογία-εφαρμογή, όπου στην περίπτωση μας έχει επιλεγεί η μέθοδος Lasik η οποία χρησιμοποιεί laser για τη διόρθωση διαθλαστικών προβλημάτων όρασης, όπως η μυωπία.

## **1.2 Ιατρικά Laser**

### ***1.2.1 Γενικά***

Τα laser, αυτή η σχετικά νέα (γενέθλιο έτος το 1961) και αποκλειστικά τεχνητή πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, έχουν εισβάλει επαναστατικά σε όλους τους τομείς της ζωής μας, ιδιαίτερα στη Βιολογία και στην Ιατρική, όπου ο κατάλογος των εφαρμογών τους εμπλουτίζεται καθημερινά. Τα lasers είναι **πηγές φωτός** οι οποίες παράγουν μια δέσμη σχεδόν μονοχρωματικού φωτός με υψηλό βαθμό συμφωνίας, ως αποτέλεσμα συντονισμένης εκπομπής από πολλά άτομα, ενώ χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη Βιοφωτονική και Βιοϊατρική. Η εφεύρεση των laser στηρίχθηκε στην κατασκευή των μείζερ (maser- Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) στη δεκαετία του 1950. Το πρώτο laser κατασκευάστηκε το 1960, από τότε όμως τα laser βρήκαν εφαρμογή στις θετικές επιστήμες, στη βιομηχανία, στην ιατρική, και στην ηλεκτρονική.

Η χρήση των laser είναι πια τόσο ευρεία που, είτε το ξέρουμε είτε όχι, πιθανώς τα χρησιμοποιούμε αρκετά συχνά. Έχουν ανακαλυφθεί εκατοντάδες διαφορετικά είδη, πολλά από τα οποία τυγχάνουν εμπορικής εκμετάλλευσης. Οι ιατρικές εφαρμογές τους συνεχώς αυξάνονται και συμπεριλαμβάνουν εξωτερικές και εσωτερικές εγχειρήσεις, οφθαλμολογικές χειρουργικές επεμβάσεις, καθώς και ποικίλες θεραπείες που σχετίζονται με την καταστροφή ή τη θέρμανση ιστών.

### 1.2.2 Ορισμός των laser (λείζερ)

Ο όρος **λείζερ** ή **λέηζερ** προέρχεται από το αγγλικό ακρωνύμιο **Laser**<sup>1</sup>: (**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation) που αποδίδεται στα ελληνικά ως *ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας* και καλύπτει τόσο τις συσκευές που την παράγουν όσο και την αντίστοιχη ακτινοβολία. Τα laser παράγουν συμφασικό, μονοχρωματικό φως (δηλαδή φως με συγκεκριμένο μήκος κύματος-χρώμα), το οποίο διαδίδεται σε μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, σχηματίζοντας στενές δέσμες. Αντίθετα, οι συνηθισμένες πηγές φωτός, όπως οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, παράγουν μη-σύμφωνο φως προς όλες τις διευθύνσεις και, επιπλέον, έχουν μεγάλο φασματικό εύρος. Η λειτουργία των laser ερμηνεύεται από τη θεωρία της κβαντικής μηχανικής και της θερμοδυναμικής. Πολλά υλικά με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για να αποτελέσουν ενεργό υλικό των laser έχουν βρεθεί, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών τύπων laser με διαφορετικά χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος εφαρμογών.

### 1.2.3 Ιστορική ανασκόπηση

Ο όρος laser καθιερώθηκε αρκετά αργότερα από την επίτευξη της πρώτης διάταξης εκπομπής ακτινοβολίας. Η ιστορία των ιατρικών laser είναι σχεδόν ταυτόσημη με την ιστορία των laser μετά την πρώτη πειραματική επιτυχία από τον Maiman το 1960 (Maiman 1960). Οι άνθρωποι πάντοτε έβλεπαν το φως με δέος και θεωρούσαν ότι έχει εξαιρετικές ιδιότητες αν όχι ακόμα και θαυματουργικές. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι για παράδειγμα, αποτελούν τους πρώτους φωτο-βιολόγους (Wheeland 1995). Όχι μόνο λάτρευαν το θεό του ήλιου, Amen-Ra, αλλά επίσης χρησιμοποιούσαν το φως του ήλιου σε μια τεχνική για να ενεργοποιήσουν φυσικά συστατικά, που βρίσκονται στο μαϊντανό, για να βοηθήσουν στη χρώση ασθενών που έπασχαν από λευκοδερμία (vitiligo). Ο Αριστοφάνης στην κωμωδία του «Οι Νεφέλες» το 423 π.Χ. περιγράφει για πρώτη φορά τη χρήση του φωτός για την επεξεργασία των υλικών, ενώ κατά το 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. πολλοί γιατροί χρησιμοποιούσαν το φως του ήλιου ή την ακτινοβολία από διάφορες τεχνητές πηγές φωτός για να γιατρέψουν ασθένειες όπως η φυματίωση και τα εκζέματα (Muller, Berlien et al.

---

<sup>1</sup> Επομένως καθώς ο όρος προέρχεται από ακρωνύμιο προτιμούμε στη συνέχεια του κειμένου να χρησιμοποιούμε τον ακριβή όρο laser αντί του αντίστοιχου ελληνικού λείζερ γιατί όπως θα φανεί και στη συζήτηση μας κάποιες γλωσσολογικές λεπτομέρειες που αφορούν αυτό το ακρωνύμιο διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη συζήτησή μας.

2006). Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της ανακάλυψης των laser αποτέλεσε η εγκαθίδρυση πολλών θεμελιωδών επιστημονικών αρχών, όπως οι οπτικοί συντονιστές, από τον Bohr το 19<sup>ο</sup> αιώνα και φυσικά η ανάπτυξη του θεωρητικού υποβάθρου και των αρχών της εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας από τον Einstein το 1917 ως κομμάτι της εργασίας του για την κβαντική θεωρία. Χρειάστηκε να περάσουν σχεδόν σαράντα χρόνια μετά από αυτή την εργασία, ώστε ο Townes και οι σπουδαστές του στο Πανεπιστήμιο Columbia να κατασκευάσουν την πρώτη διάταξη που εκμεταλλεύτηκε τα φαινόμενα που περιγραφόταν από τον Einstein (Carruth and Mc Kenze 1986). Η διάταξη τους είχε εκπομπή ακτινοβολίας στην περιοχή των μικροκυμάτων και γι' αυτό ονομάστηκε maser από το ακρωνύμιο 'Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation' δηλαδή ενίσχυση μικροκυμάτων μέσω της εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας. Περίπου την ίδια εποχή ο Mayer-Schwickerath ανέπτυξε μια συσκευή φωτοπηξίας την οποία και χρησιμοποίησε για τη δημιουργία κηλίδων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα με σκοπό τη θεραπεία απειλούμενης αποκόλλησης του αμφιβληστροειδή (Mayer-Schwickerath 1956). Το 1958 οι Towns και Schawlow δημοσιεύουν ένα ιστορικό άρθρο, στο οποίο προτείνουν την επέκταση της αρχής των maser στην υπέρυθρη και ορατή περιοχή του φάσματος (Schawlow and Townes 1958; Carruth and Mc Kenze 1986). Ο δρόμος ήταν πλέον ανοικτός για την ανάπτυξη της πρώτης διάταξης laser, η οποία και πραγματοποιήθηκε από τον Theodore Maiman το 1960, ο οποίος δουλεύοντας για την Hughes Corporation κατάφερε να παράγει εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας σε ορατό μήκος κύματος, στα 694 nm, χρησιμοποιώντας μια ράβδο ρουμπινιού ως ενεργό υλικό (Maiman 1960). Ωστόσο, παρά τη σημαντική αυτή ανακάλυψη ο Maiman δυσκολεύτηκε να δημοσιεύσει την εργασία του, καθώς πιθανότατα κανένας δεν αντιλαμβανόταν τη σημασία της. Αρχικά ο Maiman, τον Ιούνιο του 1960, έστειλε ένα σύντομο άρθρο με τίτλο 'Optical Maser Action in Ruby' προς τον Samuel Goudsmit, εκδότη του Physical Review Letters, ο οποίος και απέρριψε το άρθρο. Ο Maiman, στράφηκε τότε στο Αγγλικό περιοδικό Nature όπου και κατάφερε να δημοσιεύσει το ιστορικό πλέον άρθρο. Μόλις ένα χρόνο μετά την ανακάλυψη του laser, οι Zaret και συν. (Zaret, Breinin et al. 1961) το χρησιμοποίησαν στην οφθαλμολογία αξιοποιώντας την εργασία των Mayer-Schwickerath που είχε προηγηθεί, ενώ το 1964 εφαρμόστηκε στην οδοντιατρική από τους Goldman και συν. (Goldman, Hornby et al. 1964). Το ruby laser ήταν μια πηγή ακτινοβολίας μεγάλου επιστημονικού ενδιαφέροντος και πολύ σύντομα οδήγησε στην ανάπτυξη άλλων συστημάτων laser όπως το He-Ne (Javan, Bennett Jr et al. 1961), το Nd:YAG (Johnson 1963) και το laser αργού (Bennett Jr, Faust et al. 1962). Η ανάπτυξη των laser σχετίστηκε με την ιατρική, αφού όταν έγιναν πλέον γνωστές οι

μοναδικές τους ιδιότητες, οι γιατροί ζητούσαν συνεχώς βελτιωμένες διατάξεις laser που θα ξεπερνούσαν τις εκάστοτε αδυναμίες των laser, δίνοντας την απαραίτητη ώθηση για την συνεχή έρευνα στη νέα επιστημονική περιοχή των laser, που είχε δημιουργηθεί.

#### **1.2.4 Αρχή λειτουργίας των laser και Χαρακτηριστικά των laser**

Τα laser λειτουργούν αντλώντας ενέργεια στο ενεργό υλικό τους για να προκαλέσουν πληθυσμιακή αναστροφή σε μια μετασταθή κατάσταση. Τότε, η εξαναγκασμένη εκπομπή παράγει σύμφωνο φως laser σε μια κοιλότητα συντονισμού που ενισχύει την ένταση της δέσμης. Τα laser διακρίνονται σε συνεχούς κύματος και παλμικά και μπορούν να παράγουν μια πολύ λεπτή δέσμη που δύναται να εστιάσει περαιτέρω σε εξαιρετικά υψηλές εντάσεις μονοχρωματικού φωτός. Για τη δημιουργία ακτινοβολίας laser πρέπει να ικανοποιηθούν ορισμένες βασικές συνθήκες. Επιγραμματικά αναφέρεται ότι για τη δημιουργία laser πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει ένα οπτικό μέσο που να μπορεί να δώσει εκπομπή ακτινοβολίας στην οπτική περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Επομένως, όταν γίνεται αναφορά σε φως από μια πηγή laser το φως αυτό μπορεί να ανήκει στις περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας (3-1  $\mu\text{m}$ ), κοντινής υπέρυθρης, ορατής, κοντινής υπεριώδους (1  $\mu\text{m}$  έως 100 nm), υπεριώδους κενού (100 έως 10 nm). Επίσης, για τη δημιουργία της ακτινοβολίας laser πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας μιας κατάστασης, που είναι γνωστή σαν αντιστροφή πληθυσμών, μέσα από μια διαδικασία διέγερσης που αναφέρεται σαν άντληση. Τέλος, προκειμένου να δημιουργηθούν συνθήκες για ταλάντωση laser, πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει κάποιο οπτικό αντηχείο. Χωρίς αυτό τα laser θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνο σαν ενισχυτές φωτός και όχι σαν γεννήτριες μονοχρωματικής ακτινοβολίας.

Αυτό που έκανε τα laser μια από τις πιο σημαντικές ανακαλύψεις της επιστήμης με τόσες πολλές και ποικίλες εφαρμογές είναι οι μοναδικές ιδιότητες της ακτινοβολίας τους, οι οποίες είναι και η βάση για τις ιατρικές/βιολογικές εφαρμογές τους (Carroll and Humphreys 2006). Το φως του laser έχει αρκετές χαρακτηριστικές ιδιότητες (μονοχρωματικότητα, ένταση, κατευθυντικότητα και συμφωνία). Ίσως η πιο αξιοσημείωτη είναι το πολύ μικρό εύρος συχνοτήτων και μηκών κύματος που παρουσιάζει. Τα περισσότερα είδη έχουν εξαιρετικά καθαρό ή μονοχρωματικό φως. Επίσης, η δέσμη των laser χαρακτηρίζεται από μεγάλη κατευθυντικότητα, δηλαδή οι πηγές laser παράγουν μια στενή δέσμη φωτός η οποία μπορεί να εστιαστεί περαιτέρω σε μια λεπτή γραμμή φωτός.

Τα laser παράγουν ισχυρό φως, αντιπροσωπεύοντας ένα τεράστιο αριθμό σχεδόν πανομοιότυπων φωτονίων στη δέσμη. Είναι αδύνατον να έχουμε φωτόνια με τον ίδιο βαθμό καθαρότητας χρώματος, από οποιαδήποτε άλλη πηγή φωτός. Μια άλλη γενική και σημαντική ιδιότητα όλων των ειδών των laser είναι ότι το φως που παράγουν είναι σύμφωνο. Η δέσμη του έχει επίπεδο μέτωπο κύματος, με σταθερή φάση σε ολόκληρη τη διάμετρο της. Η ιδιότητα αυτή είναι σημαντική σε εφαρμογές όπως η φασματοσκοπία, αλλά ασήμαντη σε τομείς όπως η χειρουργική, όπου μόνο η ένταση και κατευθυντικότητα έχουν σημασία.

#### **1.2.4 Εφαρμογές των laser στην ιατρική**

Οι διατάξεις και συσκευές laser με την ανακάλυψη τους προσέφεραν ένα εξαιρετικό εργαλείο στις βιοεπιστήμες και όχι μόνο, χάρη στις μοναδικές ιδιότητες της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας (Carruth and Mc Kenze 1986; Γιόβα 1991; Svelto 2010; Γιόβα 2011). Εφαρμογές τους συναντώνται στην Ιατρική, ως χειρουργικό ή ανιχνευτικό εργαλείο, στις τηλεπικοινωνίες (π.χ. αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών), στη βιομηχανία και στις επιστήμες.

Τα laser από τη δεκαετία του 60 χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην ιατρική. Οι περισσότερες εφαρμογές τους στην ιατρική ανήκουν στην ονομαζόμενη κατηγορία των ‘ελάχιστα επεμβατικών εγχειρήσεων’ (Minimally Invasive Surgery), ένας όρος ο οποίος περιγράφει τις διαδικασίες εγχείρισης με laser, οι οποίες χαρακτηρίζονται από απουσία επαφής και αιμορραγίας (Niemz 2002). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει η χρήση της δέσμης laser στις ιατρικές εφαρμογές, και κυρίως η χρήση του ως χειρουργικό νυστέρι, συνοψίζονται στα εξής (Svelto 2010): i) Η τομή μπορεί να γίνει με μεγάλη ακρίβεια, ειδικά όταν η δέσμη κατευθύνεται μέσα από ένα κατάλληλο μικροσκόπιο (μικροχειρουργική με laser), ii) παρέχεται η δυνατότητα για την εγχείρηση και μη προσπελάσιμων περιοχών. Έτσι στην πράξη οποιαδήποτε περιοχή του σώματος που μπορεί να παρατηρηθεί με κάποιο κατάλληλο οπτικό σύστημα (π.χ. φακούς ή κάτοπτρα) μπορεί να χειρουργηθεί με laser. iii) Σημαντικός περιορισμός στην απώλεια αίματος λόγω καυτηριασμού των αιμοφόρων αγγείων από τη δέσμη laser και iii) Περιορισμένη καταστροφή των γειτονικών ιστών. Βέβαια υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα όπως το σημαντικό κόστος και το πολύπλοκο χειρουργικό σύστημα μιας χειρουργικής μονάδας

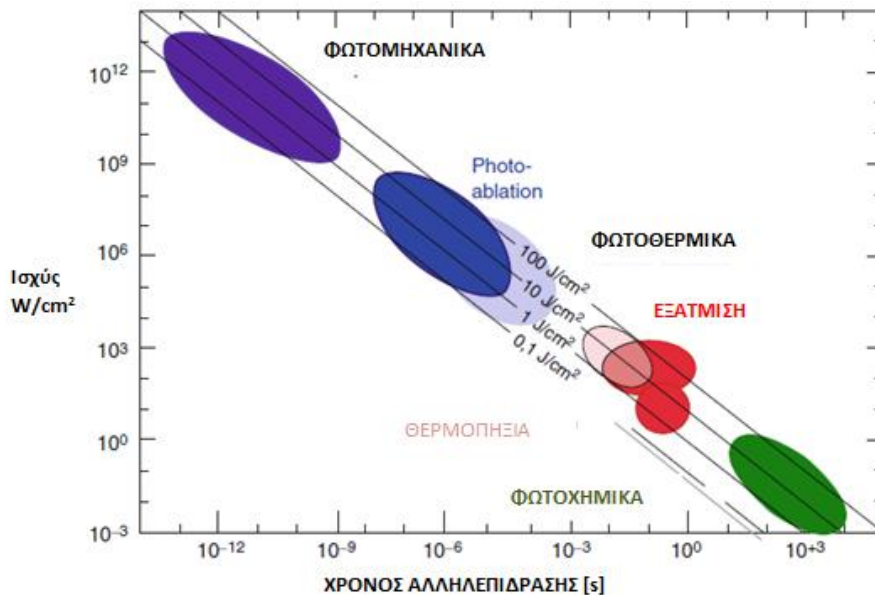
laser, τη μικρότερη ταχύτητα του νυστεριού laser και τα προβλήματα ασφάλειας και αξιοπιστίας που συνδέονται με το νυστέρι laser.

Οι βιοϊατρικές εφαρμογές των laser διακρίνονται σε δύο κύρια βασικά πεδία. Το ένα αφορά τις **διαγνωστικές εφαρμογές** (*in vivo*, πριν ή κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης και *in vitro*, σε μοριακό ή κυτταρικό επίπεδο). Το δεύτερο αφορά **θεραπευτικές εφαρμογές** (βιοδιέγερση, αφαίρεση ιστών – χειρουργικές τομές, φωτοδυναμική θεραπεία του καρκίνου, φυσικοθεραπεία κ.ά.).

Τα lasers χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα στην ιατρική. Οι εφαρμογές των ιατρικών lasers βασίζονται σε διεπιστημονικές έννοιες, με τους θεμελιώδεις μηχανισμούς να περιλαμβάνουν αρχές φυσικής, χημείας και βιολογίας. Μια θεμελιώδης γνώση του μηχανισμού αλληλεπίδρασης laser-ιστού είναι αναγκαία ώστε να γίνεται σωστή εκτίμηση των κινδύνων και των ωφελειών που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση των ιατρικών laser. Στη συνέχεια παρουσιάζονται πολύ σύντομα οι βασικές αρχές της αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας των laser με βιολογικό ιστό.

#### Επίδρασεις ακτινοβολίας laser σε βιολογικό ιστό:

Οι διαφορετικές εφαρμογές των laser εξαρτώνται τόσο από τα χαρακτηριστικά του laser που θα χρησιμοποιηθούν όσο και από τα χαρακτηριστικά της ύλης με τα οποία η δέσμη laser θα αλληλεπιδράσει. Όταν μία δέσμη laser προσπίπτει σε ένα ιστό ένα μικρό ποσοστό συνήθως 5% της κάθετα προσπίπτουσας δέσμης ανακλάται από την επιφάνεια (Carruth and Mc Kenze 1986; Γιόβα 1991). Αυτό οφείλεται στους διαφορετικούς δείκτες διάθλασης του αέρα και του ιστού. Το υπόλοιπο της δέσμης διαδίδεται μέσα στον ιστό, σκεδάζεται πολλαπλά και ένα μέρος απορροφάται. Ο συντελεστής σκέδασης και ο συντελεστής απορρόφησης είναι εξίσου σημαντικοί για να προσδιοριστεί το αποτέλεσμα της επίδρασης. Επίσης η ένταση της δέσμης, καθώς και η γεωμετρία της επηρεάζουν τη διεύθυνση της ακτινοβολίας. Η πολλαπλή σκέδαση όμως, είναι σημαντικός παράγοντας για την κατανομή του φωτός στον ιστό και τη δημιουργία της πηγής θερμότητας. Η επίδραση των laser με τους ιστούς μπορεί να χωριστεί σε i) Θερμικά αποτελέσματα (φωτοθερμικά), ii) Φωτοχημικά αποτελέσματα και iii) Φωτομηχανικά αποτελέσματα (βλ. **Εικόνα 1**). Η διάκριση αυτή δεν είναι απόλυτη καθώς αρκετοί ερευνητές αντί της τρίτης κατηγορίας των φωτομηχανικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιούν άλλη διάκριση και ονομασία όπως φαινόμενα ιονισμού (ionizing effects) ή φωτοπλασματικά φαινόμενα (photoplasmal), με τη βασική όμως ιδέα να παραμένει η ίδια.



**Εικόνα 1:** Αλληλεπιδράσεις laser-ιστού σαν συνάρτηση της διάρκειας του παλμού και της ισχύος του laser.

Η θερμική επίδραση με τους ιστούς προκύπτει από την σύνθεση τριών φυσικών φαινομένων μετατροπή του φωτός σε θερμότητα, διάδοση της θερμότητας και αντίδραση του ιστού. Η θερμότητα που εναποτίθεται από το laser μπορεί να προκαλέσει γενικά θερμική βλάβη στον ιστό ή/και αποξήρανση ή αφυδάτωση αυτού. Όταν μιλάμε για θεραπευτική θερμική δράση του laser σε ένα ιστό μπορεί να προκαλέσει *Υπερθερμία* (αύξηση ορισμένων βαθμών της θερμοκρασίας του ιστού και αντιστοιχεί γύρω στους 41 °C), *Θερμοπηξία* (αντιστοιχεί σε μη αντιστρεπτή νέκρωση) και *Εξάτμιση* (αντιστοιχεί στο χάσιμο της ουσίας). Τα διάφορα συστατικά του ιστού εξαχνώνονται σε θερμοκρασία κατώτερη των 100 °C σε σύντομο χρονικό διάστημα. Όταν ένα φωτόνιο απορροφάται από τον ιστό μπορούν να πραγματοποιηθούν διάφορες *φωτοχημικές αντιδράσεις* όπως Σπάσιμο μοριακών δεσμών (bond breaking), Χημικές συνδέσεις μεταξύ μορίων (cross-linking), Δημιουργία ριζών που οδηγεί σε οξειδωτική βλάβη (oxidative injury) και Φωτοαποδόμηση. Τα lasers μπορούν να επάγουν τάση (stress) πάνω στους ιστούς και αυτού του είδους οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης περιγράφονται ως *φωτομηχανικοί*. Κάτω από την επίδραση της τάσης, ο ιστός μπορεί να παραμορφωθεί τόσο αντιστρέψιμα όσο και μη αντιστρέψιμα. Εάν η τιμή της τάσεως είναι επαρκής ο ιστός μπορεί να σπάσει είτε μακροσκοπικά (π.χ. θρυμματισμός του ιστού) είτε μικροσκοπικά (π.χ. κυτταρική διάσπαση).

**Χειρουργική με Laser (γενικά):** Η χειρουργική με Laser μπορεί να εξασφαλίσει άριστα αποτελέσματα, αρκεί να τηρούνται όλες οι προϋποθέσεις για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία του laser για κάθε είδος επέμβαση. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα της

χειρουργικής με laser είναι τα στεγνά χειρουργικά πεδία, η δυνατότητα μετάδοσης διαμέσου οπτικών ινών, ο ελαττωμένος μετεγχειρητικός πόνος, η ενδεχόμενη ελάττωση διασποράς καρκινικών κυττάρων, η στειρότητα λόγω της μη επαφής με μηχανικά όργανα και η υψηλή ακρίβεια ( ακριβές χειρουργικό εργαλείο).

Εφαρμογές στη Δερματολογία: Μετά την πρώτη εμφάνιση των lasers πραγματοποιήθηκαν πολλές έρευνες σε πειραματόζωα και έγινε αντιληπτό ότι το δέρμα είναι κατάλληλο για τη δράση laser. Η ακρίβεια είναι αυτή που έχει αναδείξει το laser ως ενεργό εργαλείο στον τομέα της δερματολογίας. Όταν μια δέσμη laser κατευθύνεται στο δέρμα, απορροφάται από το νερό, από φυσικές χρωστικές ουσίες όπως η μελανίνη και η αιμογλοβίνη. Απορροφάται επίσης από τις τεχνητές χρωστικές ουσίες που εισάγονται στο δέρμα. Τα laser προκαλούν ακριβή καταστροφή ιστού στην περιοχή εστίασης, προκαλώντας τελικά την εξάτμιση του ιστού και αφήνοντας άθικτο τον περιβάλλοντα ιστό. Εν γένει τα lasers στη δερματολογία μπορεί να χρησιμοποιηθούν στη θεραπεία των ερυθροχρωματικών κηλίδων καθώς και άλλων αγγειακών ανωμαλιών του δέρματος, των αγγειακών αλλοιώσεων του δέρματος, των δερματικών αλλοιώσεων, των χρωστικών δερματικών αλλοιώσεων καθώς και στην απομάκρυνση των τατουάζ και για άλλους αισθητικούς σκοπούς.

Εφαρμογές στην Οφθαλμολογία: Τα lasers στον τομέα της Ιατρικής εφαρμόστηκαν καταρχήν στην οφθαλμολογία. Οι πρώτες επεμβάσεις στον τομέα της οφθαλμολογίας έγιναν κυρίως στον περιφερικό αμφιβληστροειδή (φωτοπηξία), με lasers αργού/κρυπτού. Η χρήση ισχυρής φωτεινής ακτινοβολίας, για να δημιουργηθεί ένα έγκαυμα λόγω φωτοπηξίας στον οφθαλμό, είναι μια σημαντική διαδικασία. (Είναι άλλωστε γνωστό εδώ και χιλιάδες χρόνια, ότι το ισχυρό φως του ηλίου μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον ανθρώπινο οφθαλμό). Τα laser παράγουν ακτινοβολία υψηλής εντάσεως, η οποία όταν απορροφηθεί από τους οφθαλμικούς ιστούς μετατρέπεται σε θερμότητα και προκαλεί θερμικό “έγκαυμα” (φωτοπηξία) στους οφθαλμικούς ιστούς. Το έγκαυμα αυτό ρυθμίζεται από : την ένταση των ακτινών laser, τη διάρκεια και το μέγεθος της ακτίνας που θα φθάσει στον οφθαλμικό ιστό. Η θεραπεία με laser μέσα στον οφθαλμό μπορεί να διαιρεθεί σε :α) Επεμβάσεις στον αμφιβληστροειδή, χοριοειδή και την ωχρά κηλίδα (όπως αμφιβληστροειδικές οπές, ρωγμές και αποκολλήσεις, διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, ερύθρωση ίριδας, ορώδης οχρωπάθεια και αγγειακές ανωμαλίες, και ενδοφθάλμιοι όγκοι) και β) Επεμβάσεις στο πρόσθιο ημιμόριο (όπως ιριδοτομία laser, γωνιοπλαστική laser, γωνιοφωτοπηξία laser, εκτομή σκληροκερατοειδικού ηθμού και σκληρού χιτώνα και κυκλοφωτοπηξία laser).

Δύο από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις των laser στην οφθαλμολογία είναι οι μέθοδοι διαθλαστικής χειρουργικής PRK και Lasik για τη διόρθωση μυωπίας, υπερμετροπίας και αστιγματισμού. Η PRK (Photo Refractive Keratectomy) είναι παλαιότερη μέθοδος και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που ο κερατοειδής είναι σχετικά λεπτός ή εμφανίζει ορισμένες ιδιομορφίες, π.χ. ουλές. Κατά την επέμβαση αυτή, αρχικά αφαιρείται το επιθήλιο του κερατοειδούς και μετά ακολουθείται ακτινοβολία με laser προκειμένου να ανασχηματιστεί ο κερατοειδής χιτώνας. Μετά την επέμβαση στον ασθενή τοποθετούνται ειδικοί φακοί μέχρι ο οργανισμός να αναπλάσει το επιθήλιο που αφαιρέθηκε. Από την άλλη μεριά η Lasik, (laser in situ keratomileusis) είναι η πιο δημοφιλής διαδικασία διόρθωσης της όρασης αφού συνδυάζει μικροχειρουργική με laser. Στη Lasik το επιθήλιο δεν αφαιρείται αλλά με τη χρήση ενός μικροκερατόμου δημιουργείται ένας μικρός κρημνός (μία φλοίδα πάρα πολύ λεπτή) η οποία ενώνεται με τον υπόλοιπο κερατοειδή με ένα μικρό μίσχο στην άκρη. Αφού δημιουργηθεί ο κρημνός, ο κρημνός ανασπάται προς τα πίσω αφήνοντας εκτεθειμένο το τμήμα (στρώμα) του κερατοειδούς το οποίο θα δεχθεί το laser. Μετά την ακτινοβολία με το laser και την κερατομίλωση, ο κρημνός επιστρέφει, επανατοποθετείται πίσω στη θέση του, μειώνοντας έτσι σημαντικά τη διαδικασία επούλωσης.

### ***1.3 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)***

#### **1.3.1 Γενικά**

Η εποχή μας έχει χαρακτηριστεί ως ηλεκτρονική εποχή και τα δεδομένα που δημιουργούνται αυξάνονται με εκθετικούς ρυθμούς. Ως εκ τούτου, όλο και περισσότεροι οργανισμοί αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων (Patel, Birla et al. 2012). Πολλές πηγές, όπως οι επιχειρηματικές διαδικασίες, οι συναλλαγές, οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης, δημιουργούν ένα μεγάλο όγκο δεδομένων, ένα "τσουνάμι" από δεδομένα, τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε δομημένη ή αδόμητη μορφή (structured or unstructured form) (Patel, Birla et al. 2012). Υπάρχει μια πληθώρα από λόγους για τη συλλογή και την ανάλυση του συνόλου αυτών των δεδομένων, όπως η τιμολόγηση, η απογραφή, η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών και πολλοί άλλοι λόγοι (McFarland 2012). Αυτός ο κατακλυσμός από δεδομένα γενικά αναφέρεται ως "Μεγάλα Δεδομένα" ("Big Data") και αποτελούν ένα μέρος από τα πιο

δύσκολα ζητήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι οργανισμοί (Mateosian 2013). Κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι βρισκόμαστε ένα βήμα πριν από μια επανάσταση των μεγάλων δεδομένων ("Big Data Revolution"), συγκρίσιμη με τη Βιομηχανική Επανάσταση, δεδομένου ότι θα μπορούσε να επηρεάσει όλα τα είδη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ., την ιατρική, την εκπαίδευση, την ψηφοφορία, την επιβολή του νόμου, την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο) (Richards and King 2014).

Οι διαδικασίες χειρισμού και ανάλυσης των γιγαντιαίων δεδομένων είναι ένα πολύ δύσκολο έργο (Patel, Birla et al. 2012). Πολλές μέθοδοι και τεχνολογίες έχουν ήδη αναπτυχθεί έτσι ώστε να επιτρέπουν τη διαχείριση και την ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων. Οι τεχνικές αυτές αντλούνται ή έχουν τη βάση τους σε διάφορους άλλους τομείς, συμπεριλαμβανομένων αυτών των μαθηματικών, της στατιστικής, της επιστήμης των υπολογιστών και της οικονομίας. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούν από έναν οργανισμό που προτίθεται να αναδείξει την αξία των Μεγάλων Δεδομένων να έχει μια πιο ευέλικτη και διεπιστημονική λειτουργία (Manyika, Chui et al. 2011; Patel, Birla et al. 2012). Ειδικοί από διαφορετικούς τομείς και με διαφορετικό υπόβαθρο επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στο τεράστιο αυτό όγκο από πληροφορίες, αναγνωρίζοντας όμως τόσο τα δυνητικά οφέλη, αλλά και το κόστος από την ανάλυσή τους (Boyd and Crawford 2012). Η επιρροή των Μεγάλων Δεδομένων είναι τόσο μεγάλη ώστε έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται και αναπτύσσεται η επιστήμη (Marx 2013). Η σημερινή τάση είναι να περάσουμε από *in vivo* σε *in silico* επιστήμη, δεδομένου ότι νέα και σημαντικά αποτελέσματα μπορεί να προκύψουν από την ανάλυση των υφιστάμενων αποθηκευμένων δεδομένων (Marx 2013). Επιπλέον, υπάρχει μια τεράστια ανάγκη συνδυασμού ή ακόμα και αντικατάσταση πειραματικών δεδομένων με δεδομένα που παράγονται επιτόπια, καθώς υπάρχει η δυνατότητα να προσφέρουν σημαντική γνώση κάτω από πραγματικές και όχι πειραματικές συνθήκες (Parker 2014).

Η σημασία και οι προοπτικές των Big Data είναι τεράστιες και πολλοί ερευνητές έχουν ήδη επικεντρωθεί σε σχετικά θέματα. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ανησυχίες και οι προβληματισμοί που σχετίζονται με την ηθική και τις προκλήσεις που προκύπτουν από τη χρήση των Big Data στο ευρύτερο πεδίο των Μονάδων Υγείας. Σε γενικές γραμμές, οι ερευνητές αναμένουν ότι η ψηφιακή επανάσταση θα βελτιώσει την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης, την ελαχιστοποίηση του κόστους και θα παρέχει στους γιατρούς και τους ερευνητές μοναδικά εργαλεία για την αξιοποίηση των τεράστιων αποθηκευμένων δεδομένων (Costa 2014). Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται μερικές από τις κύριες συζητήσεις γύρω από τις προκλήσεις και την ηθική των Μεγάλων Δεδομένων

στο πεδίο της Υγείας. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια συζήτηση σε θέματα που αφορούν κυρίως την επίδραση των Μεγάλων Δεδομένων σε σχέση με την κοινωνία, αν και η επιρροή σε μεμονωμένες ομάδες ανθρώπων επίσης παρουσιάζεται. Το επίκεντρο είναι κυρίως η επιρροή στην κοινωνία, το κοινό (πελάτες, πολίτες, ασθενείς) και τους χρήστες των Μεγάλων Δεδομένων (τόσο αυτών που παράγουν δεδομένα αλλά και αυτών που τα χρησιμοποιούν για την έρευνα). Η ενότητα αυτή δεν αποσκοπεί να κάνει μια συνολική αναθεώρηση της τελευταίας λέξης της τεχνολογίας των Μεγάλων Δεδομένων, αλλά περισσότερο στοχεύει στη συζήτηση για την ευαισθητοποίηση των σκέψεων που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες στον τομέα της υγείας. Στόχος είναι μια συνολική επισκόπηση των Μεγάλων Δεδομένων καθώς αναδύονται ως ένα ανεξάρτητο και σημαντικό πεδίο. Πρώτα απ' όλα, θα συζητηθεί ο περίπλοκος και συχνά προβληματικός ορισμός του τι είναι Μεγάλα Δεδομένα. Δεύτερον, περιγράφουμε τα ευρύτερα προβλήματα που προκύπτουν από τα Μεγάλα Δεδομένα. Τρίτον, παρουσιάζουμε το πλαίσιο των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας. Τέταρτον, προτείνουμε ένα τρισδιάστατο μοντέλο για την εκτίμηση των ανησυχιών και προβλημάτων που εγείρονται από τη χρήση των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό και τη συζήτηση των προκλήσεων και των ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν. Τέλος, γίνεται μια συζήτηση γύρω από μελλοντικές κατευθύνσεις και τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη συζήτηση που έχει προηγηθεί.

### **1.3.2 Ορισμός των Μεγάλων Δεδομένων**

Σε γενικές γραμμές, ως Μεγάλα Δεδομένα ορίζονται οι μεγάλοι όγκοι δεδομένων της τάξεως των πολλών terabytes και περιλαμβάνουν διάφορους τύπους δεδομένων (δομημένα, αδόμητα, ημι-δομημένα) τα οποία προέρχονται από διάφορες πηγές δεδομένων (Richards and King 2014). Η έκρηξη των νέων δεδομένων είναι τόσο μεγάλη ώστε οι ερευνητές κάνουν λόγο για  $2.5 \times 10^{18}$  bytes τα οποία παράγονται κάθε μέρα (Futitsu 2014). Στην πραγματικότητα, δεν μιλάμε μόνο για terabytes, αλλά για petabytes, exabytes, zettabytes ακόμα και petabytes (Futitsu 2014). Τα μεγάλα Δεδομένα αυξάνονται με τέτοιους ρυθμούς ώστε εκτιμάται ότι μέχρι το 2020 για κάθε ένα άνθρωπο θα αντιστοιχούν περίπου 5247 gigabytes και επομένως η αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι του κόσμου μας (Egan 2013).

Αν και ο όρος των Μεγάλων Δεδομένων (Big Data) επινοήθηκε πολύ πρόσφατα, ήδη χρησιμοποιείται πολύ ευρέως, αλλά σύμφωνα με τους Boyd και Crawford είναι από πολλές απόψεις ένας προβληματικός όρος (Boyd and Crawford 2012). Καθώς η ποσότητα και η ποικιλία των δεδομένων συνεχίζει συνεχώς να αλλάζει και να αυξάνεται, ο αυστηρός και κατάλληλος ορισμός γίνεται ιδιαίτερα προκλητικός και δύσκολος (Richards and King 2014). Οι πιο τεχνικοί ορισμοί των Μεγάλων Δεδομένων χαρακτηρίζουν τα Μεγάλα Δεδομένα ως «δεδομένα που υπερβαίνουν τις δυνατότητες επεξεργασίας των συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας των βάσεων δεδομένων» (Dumbill 2012; Richards and King 2014). Ο όρος "Μεγάλα Δεδομένα" επομένως χρησιμοποιείται κυρίως για μεγάλα σύνολα δεδομένων, τα οποία έχουν τέτοιο μέγεθος το οποίο είναι πέρα από τη δυνατότητα του χειρισμού και επεξεργασίας του από συμβατικά λογισμικά εργαλεία μέσα σε λογικό χρονικό διάστημα (Manyika, Chui et al. 2011) . Για κάθε ένα ενιαίο σύνολο Μεγάλων Δεδομένων μιλάμε για περίπου μερικά terabytes μέχρι πολλά petabytes δεδομένων (Patel, Birla et al. 2012). Κάποιοι ερευνητές χρησιμοποιούν τον όρο Μεγάλα Δεδομένα όταν αναφέρονται σε δεδομένα τα οποία απαιτούν τη χρήση supercomputers για τη διαχείρισή τους (Manovich 2012). Τα μεγάλα δεδομένα αφορούν τη δυνατότητα αναζήτησης, αποθήκευσης και παραπομπής σε μεγάλα σύνολα δεδομένων (Boyd and Crawford 2012). Σύμφωνα με μια έκθεση που παραδόθηκε στο Κογκρέσο των ΗΠΑ (Αύγουστος 2012), τα μεγάλα δεδομένα ορίζονται ως «δεδομένα μεγάλου όγκου, υψηλής ταχύτητας και πολυπλοκότητας τα οποία απαιτούν προηγμένες τεχνικές και τεχνολογίες προκειμένου να επιτευχθεί η συγκέντρωση, η αποθήκευση, η διανομή, η διαχείριση και η ανάλυση των πληροφοριών» (Transformation 2013; Raghupathi and Raghupathi 2014). Μερικοί ερευνητές χρησιμοποιούν τον ορισμό των "3-V" για τα Μεγάλα Δεδομένα: « τα μεγάλα δεδομένα είναι σύνολα δεδομένων, στοιχείων και πληροφοριών τα οποία χαρακτηρίζονται από το μεγάλο όγκο τους, την υψηλή ταχύτητα παραγωγή τους και τη μεγάλη ποικιλία τους και τα οποία απαιτούν αποδοτικές και καινοτόμες μορφές επεξεργασίας πληροφοριών για βελτίωση της συλλογής πληροφοριών και λήψης αποφάσεων» (Gartner 2013; Richards and King 2014). Ο Jacobs, έδωσε έναν μετα-ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο τα Μεγάλα Δεδομένα ορίζονται ως «δεδομένα των οποίων το μέγεθος μας ωθεί να κοιτάζουμε πέρα από τις μεθόδους που επικρατούν αυτή τη στιγμή» (Jacobs 2009). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα Μεγάλα Δεδομένα έχουν σηματοδοτήσει μια στροφή στην υπολογιστική σκέψη και έρευνα και ο όρος χρησιμοποιείται επίσης για αυτή τη κατάσταση και όχι μόνο για τα τεράστια σύνολα δεδομένων (Boyd and Crawford 2012). Οι Boyd και Crawford ορίζουν ως Μεγάλα Δεδομένα την πολιτιστική, τεχνολογική διαδικασία η οποία καλύπτεται επιστημονικά από την αλληλεπίδραση: (i) της Τεχνολογίας, (ii) της Ανάλυσης

και (ii) της Μυθολογίας (Boyd and Crawford 2012). Επιπλέον, ανέφεραν ότι η γνώση που πηγάζει από τα Μεγάλα Δεδομένα έχει αλλάξει τα αντικείμενα της γνώσης και έχει τη δύναμη να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τα ανθρώπινα δίκτυα και την κοινωνία (Boyd and Crawford 2012). Επίσης, καθώς η ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων γίνεται ρουτίνα, οι πιθανοί ορισμοί θα συνεχίσουν να μεταβάλλονται (Jacobs 2009). Ορισμένοι επιστήμονες προτιμούν να ορίζουν τα Μεγάλα Δεδομένα με κοινωνικούς όρους, παρά τεχνικούς, λαμβάνοντας υπόψη κυρίως το ευρύτερο κοινωνικό αντίκτυπο που θα έχουν τα Μεγάλα Δεδομένα (Richards and King 2014). Για παράδειγμα, τα Μεγάλα Δεδομένα ορίστηκαν ως *«τα πράγματα τα οποία μπορεί κανείς να κάνει σε μεγάλη κλίμακα και δεν μπορούν να γίνουν σε μια μικρότερη, προκειμένου να εξάγονται νέες ιδέες ή να δημιουργήσουν νέες μορφές αξίας, με τρόπους που αλλάζουν τις αγορές, τις οργανώσεις, τις σχέσεις μεταξύ των πολιτών και των κυβερνήσεων»*. Επιπλέον, ορισμένοι συγγραφείς εκφράζουν τις επιφυλάξεις τους σχετικά με τη χρήση του όρου "Μεγάλα Δεδομένα" γενικά. Ισχυρίζονται ότι ο όρος μπορεί να αποκλείσει σημαντικά μέρη του προβλήματος, όπως είναι οι αποφάσεις που λαμβάνονται για μικρά σύνολα δεδομένων, ή την εστίαση μας σχετικά με το μέγεθος των δεδομένων αντί της σημασίας των αποφάσεων που μπορεί να ληφθούν με βάση αυτά τα δεδομένα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα Μεγάλα Δεδομένα περιγράφουν επίσης μια νέα γενιά τεχνολογιών που είναι σχεδιασμένες για να αποκομίσουν αξία/πληροφορία από μεγάλους όγκους δεδομένων που χαρακτηρίζονται από μια ευρεία ποικιλία τύπων δεδομένων. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές όροι όπως «ανάλυση δεδομένων» ή «επιστήμη των δεδομένων» θα μπορούσε να είναι καλύτερη επιλογή αντί του γενικού όρου «Μεγάλα Δεδομένα» (Richards and King 2014).

### **1.3.3 Μεγάλα Δεδομένα στο Χώρο της Υγείας**

Από κλάδο σε κλάδο οι τύποι των δεδομένων που δημιουργούνται και αποθηκεύονται (π.χ., εικόνες και πληροφορίες κειμένου) διαφέρουν σημαντικά (Jacobs 2009; Jacobs 2009). Ιστορικά, οι επαγγελματίες υγείας έχουν δημιουργήσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, με διάφορους τρόπους, όπως η τήρηση αρχείων (Raghupathi and Raghupathi 2014). Αυτά τα Μεγάλα Δεδομένα παραδοσιακά αποθηκεύονται σε έντυπη μορφή, αλλά η τρέχουσα τάση είναι η ταχεία ψηφιοποίηση τους. Σύμφωνα με τους Raghupathi και Raghupathi, τα Μεγάλα Δεδομένα στην Υγεία ορίζονται ως «ηλεκτρονικά δεδομένα υγείας τα οποία είναι τόσο μεγάλα και πολύπλοκα και είναι δύσκολο (ή αδύνατο) να τα διαχειριστούν με παραδοσιακά λογισμικά ή/και εξαρτήματα/υλικά (hardware), και ούτε

μπορούν εύκολα να αντιμετωπιστούν με τα παραδοσιακά ή κοινά εργαλεία και μεθόδους» (Raghupathi and Raghupathi 2014). Τα επόμενα χρόνια οι παράγοντες που σχετίζονται με την υγεία θα έχουν πρόσβαση σε νέα και σημαντική γνώση, η οποία ήδη αποθηκεύεται με τη μορφή των Μεγάλων Δεδομένων, και η οποία χαρακτηρίζεται από τον όγκο, την πολυπλοκότητα και την πολυμορφία της (Groves, Kayyali et al. 2013).

Σε σύγκριση με άλλες βιομηχανίες, η υγειονομική περίθαλψη έχει πολύ μεγαλύτερα δεδομένα και αναμένεται να αυξηθούν δραματικά τα επόμενα χρόνια (Raghupathi and Raghupathi 2014). Τα στοιχεία αυτά σχετίζονται με τις παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους ασθενείς, κυρίως στις περισσότερο ανεπτυγμένες χώρες, και δημιουργούνται και αποθηκεύονται από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης (Srinivasan and Arunasalam 2013). Ο όρος «πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης» περιλαμβάνει γιατρούς, δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία και κλινικές, οι πάροχοι υπηρεσιών υποστήριξης (όπως οι τεχνικοί ακτινογραφίας), και των επαγγελματιών υγείας (όπως φυσιοθεραπευτές και οπτομέτρες). Εκτός από αυτούς, σημαντική ποσότητα δεδομένων περνά σε κυβερνητικές υπηρεσίες και σε ασφαλιστικές εταιρείες ή δημιουργείται από αυτές (Srinivasan and Arunasalam 2013).

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των δεδομένων υγείας είναι όχι μόνο ο μεγάλος όγκος τους, αλλά και η ταχύτητα με την οποία πρέπει να τα διαχειριστούμε, καθώς και οι μοναδικές μορφές που περιλαμβάνονται σε αυτά. Για παράδειγμα, η απεικόνιση θεωρείται ως μία από τις μεγαλύτερες πηγές των Μεγάλων Δεδομένων (Jacobs 2009), δεδομένου ότι για ένα μεμονωμένο ασθενή διάφορες ιατρικές εικόνες μπορεί να περιλαμβάνονται στο προσωπικό του/της Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας. Επιπλέον, τα βιολογικά και ιατρικά δεδομένα είναι η πιο ετερογενής μορφή πληροφοριών που υπάρχει αυτή την στιγμή (Costa 2014). Σε γενικές γραμμές, τα δεδομένα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- i) τα δομημένα: τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν εύκολα, να αναζητηθούν και να ανακληθούν, να αναλυθούν και γενικά να διαχειριστούν από ένα υπολογιστικό σύστημα/μηχάνημα
- ii) τα ημι-δομημένα: τα οποία είναι δεδομένα από ενδείξεις οργάνων και δεδομένα τα οποία δημιουργούνται από τη συνεχιζόμενη μετατροπή των έντυπων αρχείων σε ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία και
- iii) τα αδόμητα δεδομένα (Raghupathi and Raghupathi 2014).

Παραδοσιακά, η πλειοψηφία των δεδομένων Υγείας περιλαμβάνει στατικά αρχεία ή χειρόγραφα και γενικά αδόμητα δεδομένα. Η ποικιλία των διαφορετικών τύπων Μεγάλων Δεδομένων στον κλάδο της υγείας είναι τεράστια και περιλαμβάνει: Χειρόγραφοι

σημειώσεις από τους γιατρούς ή/και άλλο νοσηλευτικό προσωπικό, ιατρικά αρχεία, αρχεία εισαγωγής/εξαγωγής ασθενών σε νοσοκομεία, ιατρικές συνταγές, ακτινογραφίες και άλλες ιατρικές εικόνες (π.χ. μαγνητικής τομογραφίας και υπολογιστικής αξονικής τομογραφίας) (Raghupathi and Raghupathi 2014).

Στο τομέα της υγείας, εκτός από τα κλινικά δεδομένα, ένας αριθμός άλλων πηγών παράγουν σημαντικές ποσότητες δεδομένων. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν: (i) τις απαιτήσεις και τα στοιχεία για το κόστος (ii) δεδομένα από τη φαρμακευτική έρευνα και ανάπτυξη και (iii) δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά και συναισθήματα των ασθενών (Groves, Kayyali et al. 2013). Επιπλέον, οι πηγές των δεδομένων μπορεί να είναι *εσωτερικές* (π.χ., ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας, εγγραφές, κλινικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων) και *εξωτερικές πηγές* (π.χ., κυβερνητικές πηγές, εργαστήρια, φαρμακεία και ασφαλιστικές εταιρείες) (Raghupathi and Raghupathi 2014). Το πεδίο γίνεται ακόμη πιο περίπλοκο, αν λάβουμε υπόψη ότι τα δεδομένα προέρχονται από πολλαπλές θέσεις (π.χ. από διάφορους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης) και μπορεί να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικούς επαγγελματίες ή υπηρεσίες (Raghupathi and Raghupathi 2014).

Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης έχουν ως στόχο να παρέχουν στους πολίτες το ονομαζόμενο «τριπλό στόχο»: υψηλή ποιότητα περίθαλψης, βελτίωση της υγείας του πληθυσμού και μείωση του κόστους (Versel 2013). Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, τα Μεγάλα Δεδομένα έχουν τις δυνατότητες να προφέρουν σημαντικές πληροφορίες, ενώ παράλληλα μπορούν να επιτρέψουν τη μείωση του κόστους (Roski, Bo-Linn et al. 2014). Μια νέα πρόκληση για τους πάροχους υγειονομικής περίθαλψης προς αυτή την κατεύθυνση είναι η ενσωμάτωση των δεδομένων από ιατρικές συσκευές σε ηλεκτρονικά μητρώα υγείας (Versel 2013). Επίσης, η διαθεσιμότητα των Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία παρέχει μια ευκαιρία για το μέλλον για ανάπτυξη εξατομικευμένων προγραμμάτων υγείας, τα οποία θα βελτιώσουν σημαντικά τη φροντίδα των ασθενών (Costa 2014). Επιπλέον, τα Μεγάλα Δεδομένα υπόσχονται εξελίξεις, όπως η παρακολούθηση ασθενειών σε πραγματικό χρόνο, η πρόβλεψη εστιών της νόσου, και η ανάπτυξη της προσωποποιημένης/εξατομικευμένης υγειονομικής περίθαλψης (Heitmueller, Henderson et al. 2014). Επιπλέον, η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων μπορεί να συμβάλει στην τεκμηριωμένη ιατρική, στην εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών (τηλεϊατρική) και στην ανάλυση του ιατρικού προφίλ των ασθενών (Raghupathi and Raghupathi 2014). Η επιτάχυνση της υιοθέτησης των τεχνικών χειρισμού των Μεγάλων Δεδομένων έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την ποιότητα της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, υποστηρίζοντας ένα ευρύ φάσμα των λειτουργιών της υγείας

(π.χ., κλινική υποστήριξη λήψης αποφάσεων και διαχείριση της υγείας του πληθυσμού), προσφέροντας βοήθεια για τον εντοπισμό της αποτελεσματικότητας των διαφορετικών θεραπειών σε πραγματικό χρόνο και μεγιστοποίηση χρησιμότητας αυτών των δεδομένων με το ταίριασμα και σύγκριση τους με σύνολα δεδομένων πέρα από τα εθνικά σύνορα σε διεθνή επίπεδα (Bouhaddou, Bennett et al. 2011; Fernandes, O'Connor et al. 2012; Ioannidis 2013; Raghupathi and Raghupathi 2014). Η διεύρυνση της χρήσης των συστημάτων για τη διαχείριση/ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων, αναμένεται να: i) έχουν σημαντικές συνέπειες για την κλινική χρήση, ii) βοηθήσουν στη μείωση του κόστους, iii) έχουν εκτεταμένες συνέπειες για την έρευνα για τη δημόσια υγεία και iv) να οδηγήσουν σε αλλαγές στη δημόσια πολιτική, τα καταστατικά και τους κανονισμούς (Hoffman and Podgurski 2013; Raghupathi and Raghupathi 2014). Για παράδειγμα, η χρήση των συστημάτων ηλεκτρονικών φακέλων υγείας μπορεί να επιτρέψει την έγκαιρη αναφορά στοιχείων που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την επιτήρηση των λοιμωδών νοσημάτων, των κρουσμάτων της νόσου, και χρόνιες ασθένειες και θα μπορούσε να βοηθήσει τους ερευνητές να χρησιμοποιούν αυτές τις πλούσιες συλλογές δεδομένων για τη μελέτη της προόδου της νόσου, των ανισοτήτων υγείας, των κλινικών αποτελεσμάτων, την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στη δημόσια υγεία (Yang, Sun et al. 2011; Yang and Miao 2011; Hoffman and Podgurski 2013). Επιπλέον, μια σημαντική δυνατότητα αυτών των δεδομένων στον κλάδο της υγείας έγκειται στο συνδυασμό των παραδοσιακών στοιχείων με νέες μορφές δεδομένων (Raghupathi and Raghupathi 2014). Επίσης, οι ασθενείς έχουν αρχίσει να απαιτούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες Υγείας σε πραγματικό χρόνο ή να κρατούν το δικό τους αρχείο (Hamilton 2013). Προκειμένου να συγκεντρωθούν, να χειριστούν και να αναλυθούν τα Μεγάλα Δεδομένα στην Υγεία, ένα ευρύ φάσμα τεχνικών που έχουν την προέλευσή τους σε διάφορους τομείς (όπως η στατιστική, η επιστήμη των υπολογιστών, των εφαρμοσμένων μαθηματικών και της οικονομίας) έχουν εφαρμοστεί ή εκ νέου αναπτυχθεί (Raghupathi and Raghupathi 2014).

Αν και έχει δηλωθεί ότι «στο νοσοκομείο του μέλλοντος, τα Μεγάλα Δεδομένα θα είναι ένας από τους γιατρούς» (Leber 2013), όλες αυτές οι νέες μορφές και αλλαγές στην παραγωγή και την ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία δημιουργούν σημαντικές προκλήσεις για την αποθήκευση, τη μεταφορά και την ασφάλεια των πληροφοριών (Costa 2014). Οι δυνατότητες είναι μεγάλες, αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις που πρέπει να υπερβούμε (Hamilton 2013) και διάφορα ηθικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι ερευνητές και αναλυτές των Μεγάλων

Δεδομένων στο χώρο της Υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να προχωρήσουν με προσοχή και να κατανοήσουν τους πιθανούς περιορισμούς αυτού του είδους των δεδομένων.

## **1.4 Μέσα κοινωνικής δικτύωσης και Μονάδες Υγείας (Social Media and Healthcare)**

### **1.4.1 Γενικά**

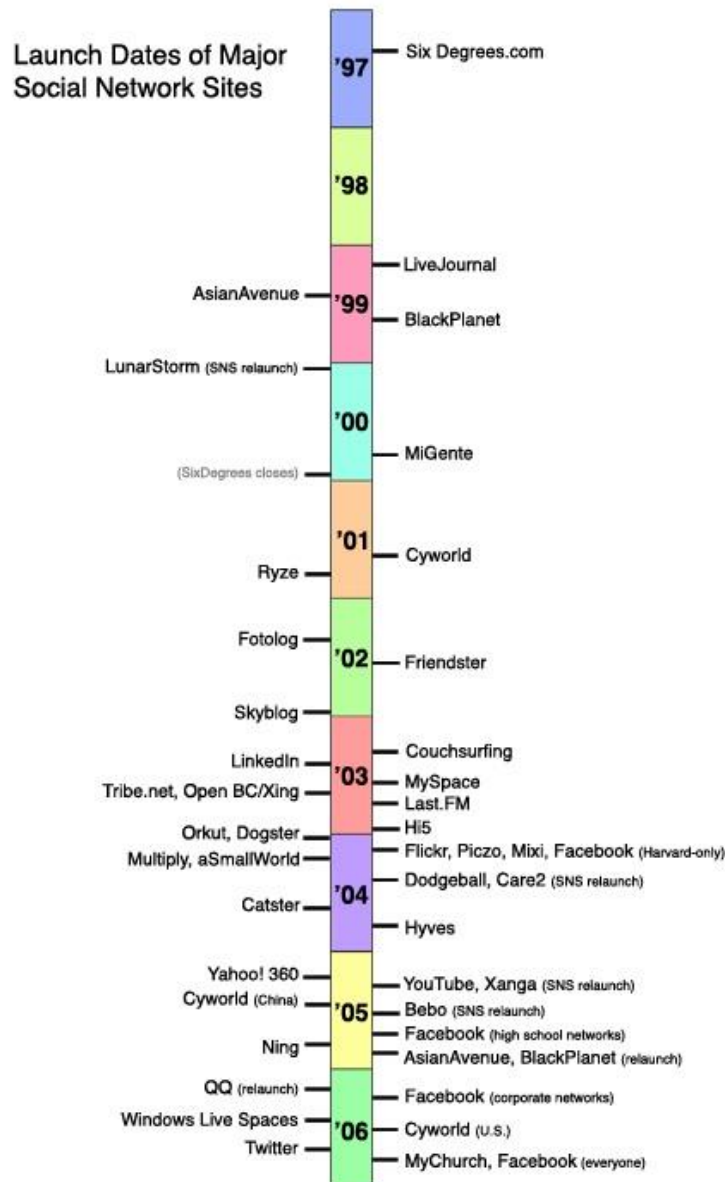
Στην καθημερινή μας ζωή πλέον ακούμε συνέχεια όρους Facebook, YouTube, Twitter, Wikipedia, LinkedIn. Οι όροι αυτοί κατακλύζουν όχι μόνο τους σχολικούς διαδρόμους αλλά και τους εργασιακούς μας χώρους, μεγάλες εταιρείες αλλά και ακαδημαϊκούς χώρους συζητήσεων. Ο λόγος για τα Social Media τα οποία όλο και εξελίσσονται τα τελευταία χρόνια και συνεχώς εμφανίζονται νέα (βλ. **Εικόνα 2**). Αν και αρχικά θεωρήθηκε ότι πρόκειται για μια πρόσκαιρη μόδα, κυρίως εφηβική, φαίνεται να εδραιώνουν τη θέση τους σαν ένα πολυπολιτισμικό φαινόμενο που πρόκειται να εξελιχθεί περαιτέρω, γεγονός που αποδεικνύεται από τα ολοένα και αυξανόμενα ποσοστά χρήσης τους σε παγκόσμια κλίμακα. Σύμφωνα με την έκθεση της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (ITU) οι χρήστες των Social Media παγκοσμίως ξεπέρασαν το 1 δισεκατομμύριο το 2011 (<http://techcrunch.com/2012/05/14/itu-there-are-now-over-1-billion-users-of-social-media-worldwide-most-on-mobile/>), ενώ στην Ελλάδα οι εντατικοί χρήστες των Social Media ανέρχονται στο 1,5 εκατομμύριο περίπου σύμφωνα με στοιχεία της ISNP για το 2011(Κουτσογιαννοπούλου 2013).

### **1.4.2 Ορισμός των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης**

Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης (Social Media) ονομάζονται τα εργαλεία διαμοιρασμού δεδομένων/ πληροφοριών και τα μέσα επικοινωνίας όπως για παράδειγμα οι Ιστοσελίδες Κοινωνικής Δικτύωσης (Social Networking Sites), ενώ ο όρος Κοινωνική Δικτύωση (Social Networking) αναφέρεται στη δημιουργία και την αξιοποίηση των διαδικτυακών κοινοτήτων με σκοπό τη διασύνδεση ανθρώπων με κοινά ενδιαφέροντα (Γιώτα 2015).

Χαρακτηριστικά των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης: Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης παρουσιάζουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά (Mayfield 2008; Κουτσογιαννοπούλου 2013): i) Συμμετοχή (Participation): τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ενθαρρύνουν την

συνεισφορά και τα σχόλια από τους ενδιαφερομένους. Η συμμετοχή των χρηστών θολώνει τα όρια μεταξύ των μέσων ενημέρωσης και του κοινού. ii) Διαφάνεια (Openness): οι περισσότερες υπηρεσίες των Social Media είναι ανοιχτές σε ανατροφοδότηση και συμμετοχή, ενώ σπάνια υπάρχουν εμπόδια στην πρόσβαση και στη χρήση του περιεχομένου. iii) Συνομιλία (Conversation): σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μέσα ενημέρωσης που αφορούν μόνο τη μετάδοση (broadcasting) ενός περιεχομένου σε ένα ακροατήριο, τα Social Media αποτελούν μια συνομιλία διπλής κατεύθυνσης.



**Εικόνα 2:** Τα διάφορα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως εμφανίστηκαν στο πέρασμα του χρόνου [Προσαρμοσμένο από <https://technology-use-and-abuse.wikispaces.com/2.+Social+Media> ]

iii) Κοινότητα (Community): τα Social Media επιτρέπουν την εύκολη και άμεση δημιουργία κοινοτήτων που μοιράζονται κοινά ενδιαφέροντα, όπως την αγάπη τους για τη φωτογραφία ή ένα τηλεοπτικό show. iv) Συνεκτικότητα (Connectedness): Τα περισσότερα είδη των μέσων κοινωνικής δικτύωσης αναπτύσσουν τη συνεκτικότητα τους κάνοντας χρήση συνδέσεων με άλλες ιστοσελίδες, πόρους και ανθρώπους.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης καθώς παρουσιάζουν ένα αριθμό από διαφορετικά χαρακτηριστικά δεν είναι εύκολο να ταξινομηθούν, λαμβάνοντας υπόψη ότι πρόκειται για ένα ακόμα πολύ νέο πεδίο. Καθώς η χρήση τους αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς, πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να τις κατηγοριοποιήσουν χρησιμοποιώντας διαφορετικές βάσεις και κριτήρια. Μια ευρέως διαδεδομένη κατηγοριοποίηση χρίζει τα Κοινωνικά Μέσα Δικτύωσης σε έξι βασικές κατηγορίες (Γιώτα 2015): **α) Κοινωνικά δίκτυα ή Ιστοσελίδες Κοινωνικής Δικτύωσης** (Social Networks), όπως το Facebook, MySpace, το Bebo, το Google+ και το LinkedIn. **β) Μέσα Κοινωνικής Σελιδοσήμανσης** (social bookmarking ή social tagging), όπως τα Digg, Delicious, CiteULike, Google Reader, StumbleUpon, **γ) Ιστοσελίδες συνεργατικής συγγραφής** (collaborative authoring): Wikipedia, Google Docs. **δ) Ιστοσελίδες ανταλλαγής πολυμέσων** (multimedia sharing) δημιουργούν κοινότητες στις οποίες οι χρήστες τους οργανώνουν και μοιράζονται συγκεκριμένα είδη περιεχομένου που μπορούν να είναι φωτογραφίες, βίντεο, μουσική ή και άλλων ειδών καλλιτεχνικά έργα, με πιο δημοφιλή τα YouTube, Flickr, deviantArt, Vimeo, Slideshare.net, Scribd, Spotify, SoundCloud, **ε) Ιστολόγια** (blogs, micro-blogging), είναι ατομικές ή ομαδικές ιστοσελίδες στις οποίες κανείς μπορεί να αναρτήσει περιεχόμενο που συνήθως εμφανίζεται σε αντίστροφη χρονολογική σειρά. Μπορούν να περιέχουν κείμενο, εικόνα, ήχο, βίντεο και να καλύπτουν ποικίλα θέματα, όπως προσωπικά, κοινωνικά, επιστημονικά και θέματα επικαιρότητας. Παραδείγματα αποτελούν τα Blogger, WordPress, LiveJournal, ExpressionEngine, Typad, καθώς και το ελληνικό Pathfinder Blogs. Το Twitter είναι το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα micro-blogging, ενώ micro-blogging χαρακτηριστικά έχουν και τα Tumblr, Foursquare, Posterous, Google Buzz και Jaiku και **στ) Διαδικτυακές τηλεδιασκέψεις** (Web conferencing), όπως τα WebEx, GoToMeeting, DimDim.

Τα δημοφιλέστερα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης: Το **Facebook**: Σήμερα πια το Facebook αποτελεί τη δημοφιλέστερη ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης παγκοσμίως με πάνω από 1 δισεκατομμύριο μέλη, ενώ κατέχει την 2η θέση δημοτικότητας ιστοσελίδων παγκοσμίως μετά τη μηχανή αναζήτησης Google. η λειτουργία του Facebook

δρομολογήθηκε το 2004 από τον πρώην φοιτητή του Harvard Mark Zuckerberg και ο αρχικός του προορισμός ήταν να συνδέσει όλους τους φοιτητές σε μια κοινότητα. Τρία χρόνια αργότερα, το 2007 γίνεται προσβάσιμο σε όλους προσφέροντας τη δυνατότητα σε όλους τους χρήστες να δημιουργούν προφίλ εισάγοντας προσωπικά στοιχεία, να επικοινωνούν με φίλους και να συγκροτούν ομάδες κοινού ενδιαφέροντος. Εκτός από τις παραδοσιακές υπηρεσίες που προσφέρει μια ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης όπως το mail, το διαμοιρασμό σχολίων και φωτογραφιών, μέσα από το Facebook παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να παίζουν online παιχνίδια, να δημιουργούν εικονικούς κόσμους, να κάνουν like, να γράφουν στον «τοίχο» των φίλων τους. Το **Twitter** αποτελεί το αμέσως πιο γνωστό κοινωνικό δίκτυο μετά το Facebook. Εμπίπτει στην κατηγορία των ιστοσελίδων δημιουργίας μικρό-ιστολογίων (micro-blogging) και επιτρέπει σε όσους διαθέτουν προφίλ να διαβάζουν και να στέλνουν μηνύματα που τους ενδιαφέρουν. Τα μηνύματα είναι μικρού μεγέθους, όσο και τα μηνύματα κινητής τηλεφωνίας και είναι γνωστά ως “tweets”. Τα μέλη μπορούν να ακολουθούν τα μηνύματα άλλων χρηστών καθώς και να απαντούν σε αυτά. Δημιουργήθηκε το 2006 από τον Jack Dorsey και από τότε αναπτύσσεται ταχέως. Στο τέλος του 2012 μετρήθηκαν πάνω από 465 εκατομμύρια ενεργοί λογαριασμοί χρηστών, ενώ κάθε ένα λεπτό δημιουργούνται 11 προφίλ και στέλνονται 100,000 tweets. Το Twitter είναι μια πολύ δημοφιλής ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης (για την ακρίβεια μικρο-ιστολόγιο), όπου οι άνθρωποι μπορούν να εκφράσουν τις απόψεις τους. Ένας χρήστης ακολουθεί άλλους χρήστες ώστε να βλέπουν τις ενημερώσεις τους. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρήστης, μπορεί να είναι είτε ένας άνθρωπος είτε μια εταιρεία ή ένας οργανισμός (π.χ. ένα νοσοκομείο, ή ένα πανεπιστήμιο). Μετά το Twitter σηματοδοτεί το ενδιαφέρον του χρήστη για τη ζωή και τις απόψεις των άλλων. Ένας τεράστιος αριθμός των επαφών ή των οπαδών αυξάνεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Το Twitter εκτός από μεμονωμένους χρήστες χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από οργανισμούς και εταιρείες προκειμένου να βελτιώσουν την ανάπτυξη τους, ενώ παράλληλη είναι και η ανάπτυξη της έρευνας και της μελέτης της πληροφορίας τους που συσσωρεύεται στους διαδικτυακούς χώρους του Twitter. Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν το Twitter εκτός των άλλων ενδιαφέρονται να μάθουν πόσο αντίκτυπο έχει η δραστηριοποίησή τους στο Twitter και αν αξίζει να επενδύουν σε κάτι τέτοιο.

Το **YouTube** αποτελεί έναν ισχυρό ιστοχώρο που προσφέρει νέους τρόπους κατανάλωσης, δημιουργίας και διαμοιρασμού βίντεο και μουσικής. Πρόκειται πιο συγκεκριμένα για μια ιστοσελίδα διαμοιρασμού αρχείων βίντεο, η οποία δημιουργήθηκε το Φεβρουάριο του 2005 από τρεις πρώην υπαλλήλους της Pay Pal, τους Chad Hurley, Steve Chen και Jawed

Karim. Τον Νοέμβριο του 2006 εξαγοράστηκε από την Google για 1.65 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι χρήστες εκτός από το να παρακολουθούν και να ανεβάζουν βίντεο στη σελίδα έχουν τη δυνατότητα να σχολιάσουν βίντεο και τραγούδια που ακούν και να δείξουν αν τους αρέσουν ή όχι, απλά πατώντας ένα κουμπί. Το YouTube εκμεταλλευόμενο τη δημοτικότητά του (οι μηνιαίες προβολές ξεπερνούν τις 92 δισεκατομμύρια) έχει αναπτύξει δράσεις μάρκετινγκ προσφέροντας τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να δημιουργούν το δικό τους κανάλι και να διαφημίζονται μέσα από αυτό. Συγκεκριμένα, το 94% των 100 κορυφαίων διαφημιστών, χρησιμοποιούν το YouTube για να προωθήσουν τις καμπάνιες τους

### **1.4.3 Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης και Πληροφορική στο Χώρο της Υγείας**

Η πληροφορική και τα εργαλεία της πληροφορικής αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι του χώρου της Υγείας και των Μονάδων Υγείας. Παρά την εκτεταμένη τους χρήση, το γεγονός ότι η φύση της πληροφορίας στο χώρο της υγείας γενικά είναι πολύπλοκη, δυσχεραίνει πολύ το τοπίο. Όταν περιγράφονται οι ιδιότητες και οι λειτουργίες των ζωντανών οργανισμών χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα πολύπλοκες περιγραφές. Η πολυπλοκότητα των Επιστημών Υγείας αποδεικνύεται από το γεγονός ότι στις περιγραφές των φυσιολογικών λειτουργιών του ανθρώπινου σώματος, χρησιμοποιούνται έννοιες άλλων επιστημών, όπως της Φυσικής και των Μαθηματικών. Μια ακόμη ιδιαιτερότητα των πληροφοριών υγείας είναι ότι εξάγονται και διακινούνται κατά τα τρία διακριτά στάδια της φροντίδας υγείας : την παρατήρηση, τη διάγνωση και τη θεραπεία. Με τον όρο Πληροφορική Υγείας, νοείται η επιστήμη και η τεχνολογία της επεξεργασίας πληροφοριών στον τομέα της υγείας (διοίκηση και διαχείριση νοσοκομείων και κέντρων υγείας, σχεδιασμός, προγραμματισμός, έλεγχος και αξιολόγηση συστημάτων υγείας κ.α.) (Καρύδη 2010). Οι εφαρμογές της Πληροφορικής Υγείας αποσκοπούν στην εισαγωγή πληροφοριακών μεθόδων και συστημάτων στη διοίκηση, το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των μονάδων- οργανισμών παραγωγής φροντίδων υγείας.

Τα Social Media έχουν τύχει ευρείας αποδοχής και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σε τομείς που θεμελιώνουν την κοινωνία μας αλλά και σε προσωπικούς τομείς της ζωής του κάθε ατόμου. Τα σύγχρονα μέσα κοινωνικής δικτύωσης εφαρμόζονται πια σε τομείς της επιστήμης, της εκπαίδευσης, της αγοράς εργασίας, σε επιχειρησιακούς τομείς, ακόμα και στις ιατρικές εφαρμογές.

Για παράδειγμα, στο πεδίο της υγείας το Twitter και η μελέτη της πληροφορίας που περιλαμβάνει έχει αρχίσει να εκμεταλλεύεται, σε αρχικά ακόμα στάδια, με διάφορες μορφές. Για παράδειγμα, το Twitter χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από τους πολίτες/ασθενείς για να εκφράσουν την άποψη τους σχετικά σε θέματα παροχής υπηρεσιών και να σχολιάσουν την εμπειρία τους σε θέματα παροχής υπηρεσιών υγείας. Αυτό μπορεί να δώσει πληροφορίες για την κατανόηση της ποιότητας των παροχών υγειονομικής περίθαλψης από διάφορες μονάδες υγείας και της βελτίωσης των προσφερόμενων υπηρεσιών (Greaves, Laverty et al. 2014). Επίσης, το Twitter μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τις απόψεις των χρηστών. Έτσι, σε μια πρόσφατη μελέτη έγινε προσπάθεια να αξιολογηθούν οι απόψεις και πληροφορίες στο Twitter σχετικά με τους κινδύνους που υπάρχουν από την ακτινοβολία κατά τη διάρκεια μιας εξέτασης με αξονικό τομογράφο (Prabhu and Rosenkrantz 2015). Σε μια άλλη έρευνα, το Twitter χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά των χρηστών των μέσων κοινωνικής δομής του νοσοκομείου (McCarroll, Armbruster et al. 2014).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ

## ΕΡΕΥΝΑΣ

### *2.1 Περίληψη*

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζουμε την ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να επιτευχθεί ο ερευνητικός σκοπός της διδακτορικής διατριβής. Αρχικά παρουσιάζουμε το θεωρητικό-ερευνητικό υπόβαθρο και ορίζουμε το ερευνητικό πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να απαντήσουμε μέσω της διδακτορικής διατριβής. Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τον ερευνητικό σκοπό και τους επιμέρους στόχους. Ακολούθως, αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, για την ποιοτική αναγνώριση, παρουσίαση, συζήτηση και ανάπτυξη των κοινωνικών και ηθικών πτυχών των ιατρικών τεχνολογιών και οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για άντληση πληροφοριών από το διαδίκτυο και την ποσοτική ανάλυση τους.

### *2.2 Υπόβαθρο*

Τα ιατρικά laser έχουν κατακλύσει όχι μόνο την καθημερινότητα μας αλλά και την άσκηση της ιατρικής σε καθημερινή βάση (Carruth and Mc Kenze 1986). Τα πολλά πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρουν σε επεμβατικές (αναίμακτες εγχειρήσεις, φωτοδυναμική θεραπεία καρκίνου, Lasik κ.α.) και διαγνωστικές μεθοδολογίες (Optical Coherence Tomography, Spectroscopic Techniques, Second Harmonic Generation κ.α.) τα έχουν κάνει ιδιαίτερα ελκυστικά και δημοφιλή.

Κατά την άποψη μας, ενώ η χρήση των ιατρικών laser αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ιατρικών και παρά-ιατρικών επαγγελματιών δεν έχει γίνει ιδιαίτερη συζήτηση γύρω από την ηθική τους χρήση. Δηλαδή το πεδίο το οποίο ονομάζουμε «ηθική των laser» βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο. Διάφορα ηθικά ερωτήματα μπορεί να προκύπτουν από την εισαγωγή και χρήση των ιατρικών laser. Επομένως, πρέπει ένας ερευνητής ή ένας ιατρός να προωθήσει ή αναπτύξει μια διάταξη ιατρικού laser για κάποια ιατρική εφαρμογή η οποία όμως δεν προσφέρει κάτι έναντι άλλων μεθόδων, αλλά θα στοιχίζει και περισσότερα χρήματα στον ασθενή; Επίσης, διάφορα ηθικά και κοινωνικά θέματα, προβλήματα και διλήματα μπορεί να προκύψουν από τις τεχνολογίες όπως τα laser και με άλλους τρόπους. Για παράδειγμα, *όλο και περισσότερες τεχνολογίες, όπως τα laser (Datta, Malhotra et al. 2015; Uervirojnangkoorn, Zeldin et al. 2015), δημιουργούν ένα*

*μεγάλο όγκο δεδομένων, τα ονομαζόμενα Μεγάλα Δεδομένα. Αυτά τα Μεγάλα Δεδομένα έχουν σημαντικές ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις οι οποίες δεν μπορούν να αγνοηθούν. Επίσης, μια κοινωνική διάσταση των ιατρικών τεχνολογιών και των αντίστοιχων εφαρμογών τους είναι ο τρόπος με τον οποίο το ευρύ κοινό ενημερώνεται σχετικά με αυτές. Στη σημερινή ψηφιακή εποχή στην οποία ζούμε είναι πλέον συχνό φαινόμενο όλο και περισσότεροι άνθρωποι να χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο σαν πηγή πληροφοριών σχετικά με ιατρικά θέματα και ιατρικές ή παραϊατρικές εφαρμογές των ιατρικών τεχνολογιών (Biggs, Bird et al. 2013). Από τις πιο διάσημες διαδικτυακές πηγές ιατρικής πληροφορίας αποτελούν πλέον στην εποχή μας τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, μεταξύ των οποίων είναι και το YouTube (Steinberg, Wason et al. 2010; Akgun, Karabay et al. 2014). Επομένως, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά (όπως ποιοι ανεβάζουν αντίστοιχα βίντεο, ποια επιλέγει ο κόσμος να δει περισσότερο κλπ) και η ποιότητα των βίντεο που σχετίζονται με ιατρικές εφαρμογές των laser.*

Το πεδίο της “*ηθική των laser*” πρέπει να αναπτυχθεί παράλληλα με την τεράστια χρήση των *laser*. Δυστυχώς όμως, η επιλογή τους και η εισαγωγή των laser συχνά δεν γίνεται για τους κατάλληλους λόγους, ενώ σε πολλές περιπτώσεις γίνεται και άσκοπη χρήση τους. Για παράδειγμα, Μονάδες Υγείας χρησιμοποιούν ή/και αγοράζουν αντίστοιχα βιοϊατρικά μηχανήματα/διατάξεις είτε για διαφημιστικούς λόγους (Packer 2004) είτε για ένδειξη κύρους έναντι των ανταγωνιστών τους, ενώ παράλληλα πιθανόν να υποχρεώνουν ασθενείς σε άσκοπες και πολυδάπανες χρήσεις για λόγους απόσβεσης της αγοράς του μηχανήματος (Raulin, Greve et al. 2001). Επομένως, τα προβλήματα που προκύπτουν σε αυτή τη περίπτωση είναι η διερεύνηση των συνθηκών κάτω από τις οποίες αγοράζονται και χρησιμοποιούνται ανάλογες διατάξεις, με ποια κριτήρια έχουν γίνει οι αγορές, αν έχουν δημιουργηθεί νέες θέσεις εργασίας και αν ναι από ποιους έχουν καταληφθεί και κάτω από ποιους κώδικες επαγγελματικής και ηθικής δεοντολογίας δρουν κ.α..

Ο αιώνας μας έχει χαρακτηριστεί ως η ηλεκτρονική εποχή και κάθε μέρα αναδύονται νέες τεχνολογίες ή εφαρμογές που παράγουν δεδομένα με εκθετικούς ρυθμούς. Για παράδειγμα, οι ιατρικές ή άλλες εφαρμογές των laser πλέον επιτρέπουν τη δημιουργία νέων Μεγάλων Δεδομένων τα οποία αναμένεται και να αναπτυχθούν ακόμα περισσότερο (Datta, Malhotra et al. 2015; Uervirojnangkoorn, Zeldin et al. 2015). Ως εκ τούτου, όλο και περισσότεροι οργανισμοί, εταιρείες και φορείς αντιμετωπίζουν προβλήματα με τη διαχείριση ή/και την ανάλυση αυτού του μεγάλου όγκου δεδομένων (Patel, Birla et al. 2012). Γενικά, η αποθήκευση, ανάλυση και επεξεργασία αυτού του μεγάλου όγκου πληροφορίας αναφέρεται ως Big Data (McFarland 2012; Mateosian 2013). Ο

πρωτοεμφανιζόμενος τομέας των Big Data δημιουργεί πολλές προκλήσεις για τις μονάδες υγείας (Jacobs 2009; Groves, Kayyali et al. 2013; Raghupathi and Raghupathi 2014), καθώς ο αποθηκευμένος (και ακόμα μη εκμεταλλεύσιμος) όγκος δεδομένων από τις μονάδες υγειονομικής περίθαλψης είναι τεράστιος ενώ αυξάνεται συνεχώς (Raghupathi and Raghupathi 2014). Στα πλαίσια αυτής της διατριβής θα παρουσιαστεί και μελετηθεί η αναδύομενη ερευνητική περιοχή των Big Data στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και θα εξεταστούν τα οφέλη, οι προκλήσεις και τα ηθικά διλήμματα τα οποία προκύπτουν στον τομέα. Η κριτική μελέτη των προκλήσεων και των ηθικών προβλημάτων που εγείρονται από τη χρήση των Big Data στις μονάδες υγείας πρέπει να αποτελέσει σημαντικό κομμάτι έρευνας και ενδιαφέρει τόσο τους ερευνητές του τομέα της υγείας, όσο τους επαγγελματίες υγείας και τους φορείς χάραξης πολιτικής για την υγεία. Για παράδειγμα, σημαντικό κομμάτι του ονομαζόμενου πεδίου της ηθικής των Big Data (Big Data Ethics) αποτελεί το ιατρικό απόρρητο. Άτομα που ασχολούνται με τη διαχείριση και ανάπτυξη βάσεων δεδομένων με πληροφορίες του ιατρικού φακέλου ασθενών, άτομα που βοηθούν στη λήψη διαγνωστικών εικόνων ή επεξεργασίας ή αποθήκευσης του μεγάλου όγκου της ιατρικής πληροφορίας μπορεί άθελα ή ηθελημένα να γίνουν γνώστες κάποιας πληροφορίας που αφορά έναν ασθενή. Έχουν το δικαίωμα να έχουν πρόσβαση σε τέτοια πληροφορία; Όταν μάθουν κάποια πληροφορία που αφορά έναν ασθενή πώς μπορούν να ενεργήσουν; Υπάρχει κάποιος κώδικας δεοντολογίας; Πώς οφείλει να δράσει και τι είναι ηθικό και τι όχι; Επίσης, ποιοι άλλοι έχουν δικαίωμα να έχουν πρόσβαση σε αυτή την πληροφορία; Για παράδειγμα, οι ασφαλιστικές εταιρείες έχουν δικαίωμα να έχουν πρόσβαση σε ανάλογη πληροφορία ; Αυτά είναι μόνο μερικά μόνο από τα ερωτήματα που εγείρονται από τη ανάπτυξη των Big Data στο πεδίο των μονάδων υγείας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στη σύγχρονη διαδικτυακή εποχή όλο και περισσότερος κόσμος επιλέγει να ενημερώνεται σε θέματα ιατρικής και θέματα εφαρμογής ιατρικών τεχνολογιών μέσω διαδικτύου και μέσω των κοινωνικών δικτύων (Keelan, Pavri-Garcia et al. 2007; Steinberg, Wason et al. 2010; Akgun, Karabay et al. 2014). Ο όρος μέσα κοινωνικής δικτύωσης (ή αλλιώς social media) αναφέρεται στα μέσα αλληλεπίδρασης ομάδων ανθρώπων μέσω διαδικτυακών κοινοτήτων. Πρόκειται για Διαδικτυακούς Τόπους που παρέχουν ως υπηρεσία την παραγωγή και δημοσίευση περιεχομένου από τους ίδιους τους χρήστες του Διαδικτύου και όχι από κάποια εταιρία. Οι περισσότερες υπηρεσίες αυτής της μορφής ενθαρρύνουν - επιδιώκουν τη συζήτηση, τα σχόλια, την αλληλεπίδραση και το διαμοιρασμό οποιασδήποτε πληροφορίας μεταξύ των χρηστών (Τζικόπουλος 2013). Τα social media εμφανίζονται σε διάφορες μορφές όπως για παράδειγμα τα κοινωνικά

δίκτυα (π.χ. Facebook, MySpace, LinkedIn), τα ιστολόγια (π.χ. Blogger, WordPress) και τα μικρο-ιστολόγια (microblogging) (π.χ. Twitter, Tumblr). Τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας και χρησιμοποιούνται από τους περισσότερους ανθρώπους σε όλο τον κόσμο για την έκφραση συναισθημάτων και απόψεων. Το γεγονός αυτό έχει κάνει πολλούς οργανισμούς ή εταιρείες να χρησιμοποιούν αυτά τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είτε για να προωθήσουν τα προϊόντα/υπηρεσίες τους είτε για να αντιληφθούν και να κατανοήσουν προτιμήσεις ή απόψεις του ευρύτερου κοινού. Αυτές οι τάσεις έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων τεχνικών και μεθόδων για τη μελέτη των δεδομένων (για την ακρίβεια πρόκειται για big data) που υπάρχουν αποθηκευμένα στα μέσα μαζικής δικτύωσης. Σε πολλούς κλάδους, οργανώσεις μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπηρεσίες όπως το Facebook και το Twitter προσφέρουν θαυμάσιες ευκαιρίες για να συνδεθούν οι εταιρείες με τους πιθανούς πελάτες. Βέβαια τα νοσοκομεία και οι διάφορες μονάδες υγείας έχουν αργήσει να εμπλακούν με online πλατφόρμες (Prabhu and Rosenkrantz 2015), αλλά πλέον αναπόφευκτα όλο και περισσότερες μονάδες υγείας εμπλέκονται στο πεδίο. Από την στιγμή που ο Keerlan και συν. δημοσίευσαν μια εργασία το 2007 σχετικά με την ποιότητα των βίντεο του YouTube (Keelan, Pavigi-Garcia et al. 2007), πολλοί ερευνητές έχουν αναλύσει βίντεο σε θέματα όπως η ρινοκολπίτιδα, τα εγκαύματα, ο καρκίνος του προστάτη, η αμυγδαλεκτομία, η νευρολογία, η χολολιθίαση και η καρδιοπνευμονική ανάνηψη. Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την ιατρική πληροφορία που περιέχεται σε διαδικτυακά βίντεο είχαν τόσο θετικά (Lim Fatet al. 2011) όσο και αρνητικά αποτελέσματα (Steinberg et al. 2010). Παρόλο που υπάρχουν κάποιες εργασίες που μελετούν την ιατρική πληροφορία που υπάρχει στα βίντεο του YouTube δεν υπάρχει ούτε μια που να διαπραγματεύεται τα βίντεο που σχετίζονται με τις ιατρικές/παραϊατρικές εφαρμογές των laser, όπως είναι η εγχείριση Lasik για διόρθωση διαθλαστικών προβλημάτων της όρασης (όπως η μυωπία) και η απομάκρυνση τατουάζ με laser.

### ***2.3 Το ερευνητικό πρόβλημα***

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η παρούσα διδακτορική διατριβή εστιάζει στις ηθικές και κοινωνικές πτυχές από τη χρήση της ιατρικής τεχνολογίας, και ιδιαίτερα των ιατρικών laser. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όπως είναι τα laser δημιουργεί μια σειρά από νέα δεδομένα τα οποία πρέπει να χειριστούν, να εκμεταλλευτούν ή να αντιμετωπίσουν οι Μονάδες Υγείας. Από τη μία πλευρά, κάθε νέα ιατρική τεχνολογία προσφέρει νέες

δυνατότητες είτε για την πρόληψη, διάγνωση ή θεραπεία μιας ασθένειας είτε για την καλύτερη διοίκηση των Μονάδων Υγείας. Στο διδακτορικό αυτό εστιάζουμε τη μελέτη μας στο κοινωνικό και ηθικό αντίκτυπο που έχει στη κοινωνία η ανάπτυξη των ιατρικών laser μέσα σε ένα σύγχρονο και συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Επίσης, οι ιατρικές τεχνολογίες, μεταξύ των οποίων και τα laser, και άλλες νέες τεχνολογίες δημιουργούν συνεχώς νέους μεγάλους όγκους από τα δεδομένα. Οι σύγχρονες Μονάδες Υγείας κάνουν όλο και περισσότερη χρήση νέας τεχνολογίας και ιδιαίτερα τεχνολογιών πληροφορικής. Επομένως, το πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να διερευνήσουμε θα αναλυθεί στο πλαίσιο της νέας πραγματικότητας όπου όλο και μεγαλύτερος όγκος από δεδομένα παράγονται ή χρησιμοποιούνται από τους σύγχρονους οργανισμούς, μεταξύ των οποίων και οι Μονάδες Υγείας. Συνεπώς, το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκο καθώς τα Μεγάλα αυτά Δεδομένα, έχουν τα ίδια να αντιμετωπίσουν τις δικές τους προκλήσεις και προβλήματα, τα οποία και επιθυμούμε να ταυτοποιήσουμε και να παρουσιάσουμε μέσω της διδακτορικής διατριβής. Επιπρόσθετα, ο σύγχρονος χώρος της Υγείας και ειδικά ο χώρος της ενημέρωσης των πολιτών σε θέματα υγείας δεν περιορίζεται σε παραδοσιακούς τρόπους και χώρους ενημέρωσης, όπως για παράδειγμα η επίσκεψη του ενδιαφερόμενου πολίτη σε μια Μονάδα Υγείας για ενημέρωση. Επίσης, μια κοινωνική διάσταση των ιατρικών τεχνολογιών και των αντίστοιχων εφαρμογών τους είναι ο τρόπος με τον οποίο το ευρύ κοινό ενημερώνεται σχετικά με αυτές. Όλο και περισσότεροι πολίτες επιλέγουν να ενημερωθούν για θέματα υγείας μέσω του διαδικτύου και μέσω της χρήσης των ολοένα και περισσότερο αναπτυσσόμενων Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης. Επομένως, μέρος της μελέτης αποτελεί και η διερεύνηση του είδους και της ποιότητας της πληροφόρησης που μπορεί να λάβει ο πολίτης σε θέματα σχετικά με την ιατρική/παραϊατρική εφαρμογή των laser μέσω των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης και ιδιαίτερα μέσω του YouTube, το οποίο αποτελεί τη δημοφιλέστερη διαδικτυακή πλατφόρμα ελεύθερης ανταλλαγής βίντεο οποιασδήποτε θεματολογίας.

#### ***2.40 ερευνητικός σκοπός***

Η παρούσα διδακτορική διατριβή έχει ως σκοπό να εντοπίσει και να ταυτοποιήσει τα κοινωνικά και ηθικά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ιατρικών τεχνολογιών και ειδικά των ιατρικών laser. Πολλές ιατρικές τεχνολογίες, όπως και τα laser δημιουργούν μεγάλο όγκο δεδομένων με αποτέλεσμα τη συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή Μεγάλων Δεδομένων από το χώρο της Υγείας. Επομένως, σημαντικός επιμέρους σκοπός

της εργασίας είναι η διερεύνηση των κοινωνικών και ηθικών πτυχών των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας. Επίσης, στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία κατάλληλων εργαλείων που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ενδιαφερόμενους (π.χ. διαχειριστές και διευθυντές των Μονάδων Υγείας) προκειμένου να εντοπίσουν και να αναγνωρίσουν τα διάφορα κοινωνικά ή ηθικά προβλήματα τα οποία μπορεί να προκύψουν από τη χρήση μιας νέας ιατρικής τεχνολογίας, όπως είναι τα laser, ή από την επιδίωξη τους για ανάπτυξη κατάλληλων τεχνικών ή πρακτικών προκειμένου να αποθηκεύσουν, αναλύσουν και να εκμεταλλευτούν τα Μεγάλα Δεδομένα τα οποία είτε έχουν ήδη στη διάθεση τους είτε θα συνεχίσουν να παράγουν μέσω του κανονικού κύκλου εργασίας τους. Τέλος, στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση των χαρακτηριστικών και της ποιότητας της παρεχόμενης πληροφορίας από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως είναι το YouTube, τα οποία αποτελούν μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες πηγές Μεγάλων Δεδομένων, σε θέματα που αφορούν την ιατρική τεχνολογία, και συγκεκριμένα την πληροφόρηση σχετικά με συγκεκριμένες εφαρμογές των ιατρικών laser στην ευρύτατα διαδεδομένη Lasik για διόρθωση παθολογικών καταστάσεων του ματιού (όπως η μυωπία και η υπερμετρωπία) και τη χρήση των laser για απομάκρυνση τατουάζ.

## **2.5 Επιμέρους στόχοι**

Οι επιμέρους ερευνητικοί στόχοι της παρούσας έρευνας είναι οι ακόλουθοι:

1. Έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα θέματα της ηθικής και των κοινωνικών επιπτώσεων των laser και ειδικά των ιατρικών laser.
2. Ανάπτυξη μεθοδολογίας και κατάλληλου μοντέλου το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση, εντοπισμό και ταυτοποίηση των ηθικών και κοινωνικών διαστάσεων από τη χρήση νέων τεχνολογιών.
3. Χρήση του μοντέλου για την αναγνώριση, εντοπισμό και ταυτοποίηση των ηθικών και κοινωνικών διαστάσεων από τη χρήση των ιατρικών laser.
4. Έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα θέματα της ηθικής και των κοινωνικών επιπτώσεων των Μεγάλων Δεδομένων.
5. Χρήση του μοντέλου για την αναγνώριση, εντοπισμό και ταυτοποίηση των ηθικών και κοινωνικών διαστάσεων από τη χρήση των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της Υγείας.
6. Αντληση δεδομένων από το YouTube, ενός δημοφιλούς μέσου κοινωνικής δικτύωσης το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή Μεγάλων Δεδομένων, σχετικά με

βίντεο που αφορούν δύο από τις δημοφιλέστερες ιατρικές/παραϊατρικές εφαρμογές των laser, τη Lasik και την απομάκρυνση τατουάζ με laser.

7. Διερεύνηση μέσω στατιστικών τεχνικών των σχέσεων μεταξύ της κατηγορίας των βίντεο, των χρηστών που ανεβάζουν τα βίντεο και της ποιότητας της παρεχόμενης γνώσης στο YouTube.

## **2.6 Μεθοδολογία**

### **Μεθοδολογία συστηματικής ανασκόπησης και αναζήτησης σχετικών άρθρων.**

Για την αναζήτηση σχετικής βιβλιογραφίας χρησιμοποιήθηκαν οι διαδικτυακές βάσεις Scopus (<https://www.scopus.com>) και PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>). Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε το Google και το Google Scholar για εύρεση επιπρόσθετου υλικού. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν αναφορές που βρέθηκαν στις δημοσιεύσεις που προέκυψαν από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων.

Για την αναζήτηση σχετικά με την ηθική των “laser ethics” χρησιμοποιήθηκαν οι λέξεις κλειδιά: laser ethics, laser considerations, laser and magic light and medical laser ethics και χρησιμοποιήθηκαν δημοσιεύσεις μέχρι και το Δεκέμβριο του 2014. Στην περίπτωση των ηθικών και κοινωνικών επιπτώσεων των Μεγάλων Δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες λέξεις κλειδιά: big data and healthcare, big data and hospitals/ health organizations, big data ethics, big data considerations.

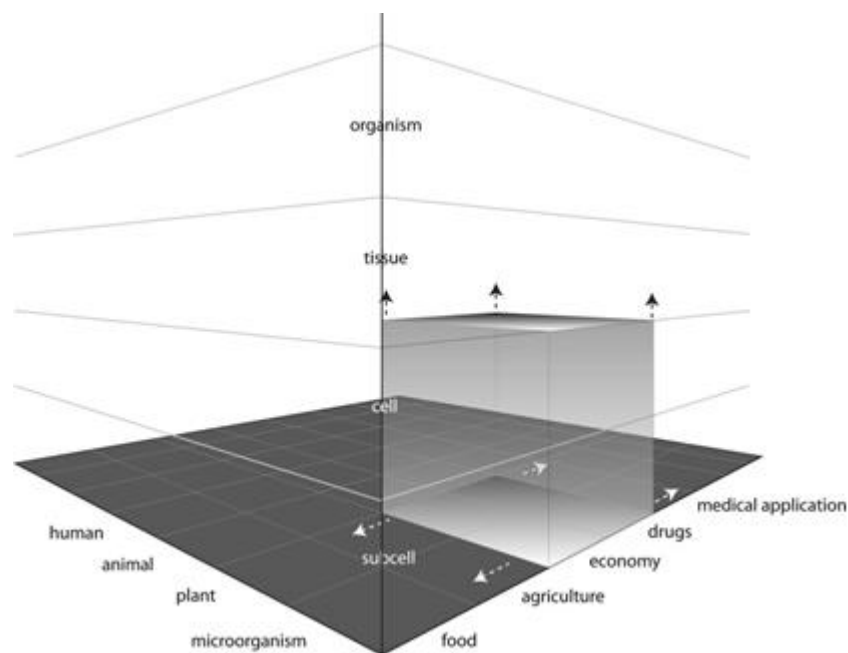
Τέλος για την συστηματική ανασκόπησης σχετικά με το πώς η νανοτεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την απεικόνιση THz έγινε χρήση των προαναφερθέντων ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων καθώς και του Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com/>) Για την αναζήτηση των σχετικών άρθρων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής λέξεις-κλειδιά και όροι ευρετηρίασης: THz/THz imaging and nanotechnology/nanoscience, nano contrast agents, THz nano-imaging, terahertz nanoscopy. Συμπεριλήφθηκαν μόνο άρθρα που υπάρχουν μεταξύ του Ιανουαρίου του 2000 και του Ιανουαρίου του 2012.

Περιορισμοί: Η αναζήτηση για σχετικό υλικό έχει αρκετούς περιορισμούς. Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν μόνο δημοσιεύσεις οι

οποίες δημοσιεύτηκαν στην Αγγλική γλώσσα, χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένες διαδικτυακές βάσεις δεδομένων και συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά. Μάλιστα, το πεδίο της «ηθικής των laser» δεν είναι ένα καλά ή αυστηρά ορισμένο πεδίο και επομένως οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν μπορεί να μην επέτρεψαν τον εντοπισμό όλων των σχετικών άρθρων. Επίσης, η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένη χρονική περίοδος, ενώ δεν πραγματοποιήθηκε παράλληλη αναζήτηση από άλλο ανεξάρτητο ερευνητή. Επιπλέον, η επιλογή των σχετικών δημοσιεύσεων δεν βασιζόταν σε αυστηρά κριτήρια επιλογής και κύριο κριτήριο ήταν εάν προσέφεραν πληροφορίες σχετικά με το αντίστοιχο θέμα προς διερεύνηση, τα οποία ήταν οι i) ηθικοί προβληματισμοί που προκύπτουν από τα ιατρικά laser, iii) οι ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της υγείας και iii) το πώς η νανοτεχνολογία μπορεί να επιτρέψει την ανάπτυξη και κλινική χρήση της αναδυόμενης απεικονιστικής τεχνικής THz.

### **Μεθοδολογία ποιοτικού προσδιορισμού των ηθικών/κοινωνικών σχέσεων που προκύπτουν από τις ιατρικές εφαρμογές της τεχνολογίας**

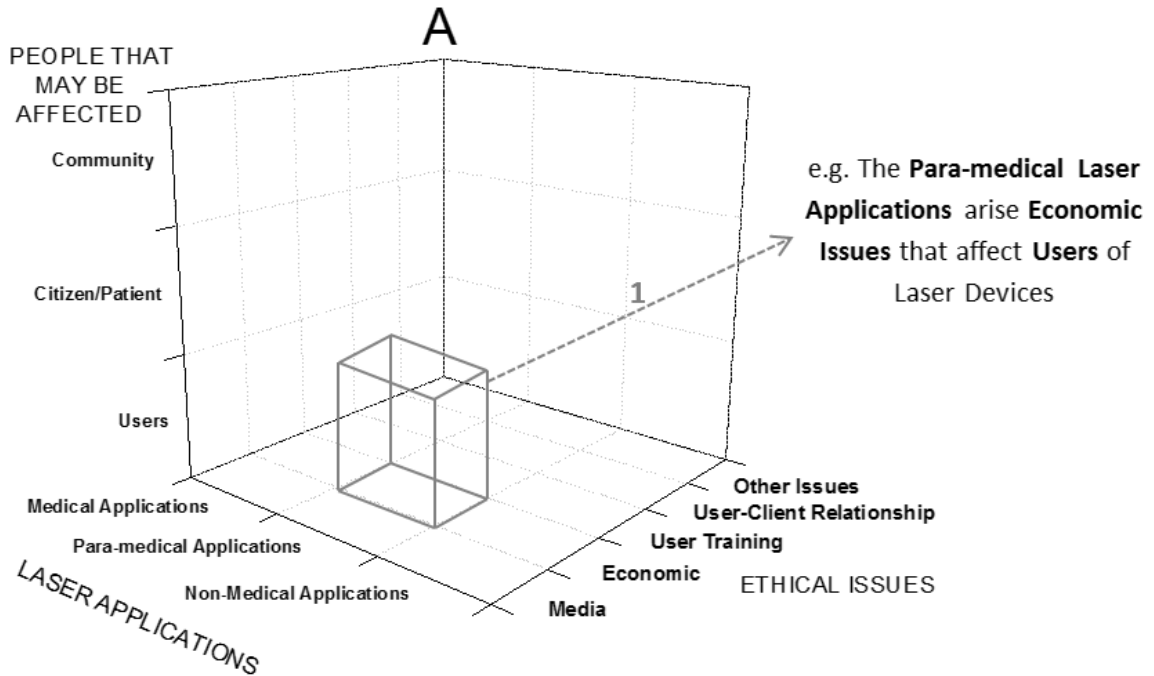
Προκειμένου να προσδιορίσουμε τις σύνθετες σχέσεις που προκύπτουν από τη χρήση και τις εφαρμογές των ιατρικών laser, των ηθικών διλημμάτων που εγείρονται και τους ανθρώπους που επηρεάζονται, προτείνουμε τη χρήση μιας τρισδιάστατης μήτρας (a three-dimensional matrix). Η μήτρα αυτή βασίζεται σε ένα μοντέλο/μήτρα που προτάθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη των νέων «βιο-αντικειμένων» ('bio-objects') που προκύπτουν από τις καινοτομίες της βιοτεχνολογίας και των επιστημών ζωής (Dabrock, Braun et al. 2013) (βλ. **Εικόνα 3**).



**Εικόνα 3:** Το μοντέλο που χρησιμοποίησαν οι Dabrock και συν. για την έρευνα του πεδίου των «βιο-αντικειμένων» (τα βιο-αντικείμενα είναι «αντικείμενα» τα οποία έχουν απομονωθεί από το φυσιολογικό του περιβάλλον προκειμένου να χρησιμοποιηθούν εμπορικά και έχουν δεχθεί κάποιας μορφής επεξεργασία προκειμένου να αξιοποιηθούν κυρίως στο πεδίο της ιατρικής ή των βιοεπιτημάτων). Αυτό το μοντέλο απεικονίζει την πολύπλευρη διάσταση των βιο-αντικειμένων. Με αυτόν το μοντέλο οι διαφορετικές διαστάσεις του πεδίου (μικροοργανισμός, φυτό, ζώο και άνθρωπος), ο βαθμός πολυπλοκότητας (υποκυτταρικός, κυτταρικός, ιστός και οργανισμός) και τέλος το αντίστοιχο κοινωνικό πλαίσιο εφαρμογής (τρόφιμα, γεωργία, οικονομία ) αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους. Τα νεοεμφανιζόμενα «βιο- αντικείμενα» μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτή τη μήτρα (γκρίζο κυβοειδές) και αυτό το μοντέλο καθιστά δυνατή την παρατήρηση και ανίχνευση του μετασχηματισμού τέτοιων “βιο- αντικειμένων” [προσαρμοσμένο από (Dabrock, Braun et al. 2013)].

Η προτεινόμενη μήτρα αποτελείται από τις εφαρμογές των laser κατά μήκος του άξονα X, τα ηθικά ζητήματα κατά μήκος του Y-άξονα και τις ομάδες ανθρώπου που μπορεί να επηρεαστούν κατά μήκος του άξονα Z (**Εικόνα 4**) . Ο άξονας X δείχνει τις εφαρμογές laser και διαιρείται σε τρεις γενικές ομάδες: τις ιατρικές, τις παρα-ιατρικές και τις μη ιατρικές εφαρμογές των laser. Στον Y-άξονα, κατηγοριοποιούνται τα πιθανά ηθικά ζητήματα σε πέντε κατηγορίες: μέσα ενημέρωσης, οικονομικά, εκπαίδευση χρηστών, σχέση χρήστη laser- πελάτη (όπου εδώ ο πελάτης είναι ο πολίτης που δέχεται κάποια ιατρική ή παρα-ιατρική εφαρμογή των laser) και άλλα πιθανά θέματα. Στο Z-άξονα,

έχουμε τα άτομα που μπορεί να επηρεαστούν από τη χρήση των laser, χωρίζονται σε τρεις γενικές ομάδες: οι χρήστες (όπως γιατροί, καλλιτέχνες τατουάζ), πολίτες / ασθενείς (οι άνθρωποι δηλαδή που κάνουν επίσκεψη σε έναν επαγγελματία προκειμένου να αποδεχθούν μια διαδικασία που βασίζεται σε laser) και η κοινωνία γενικά.

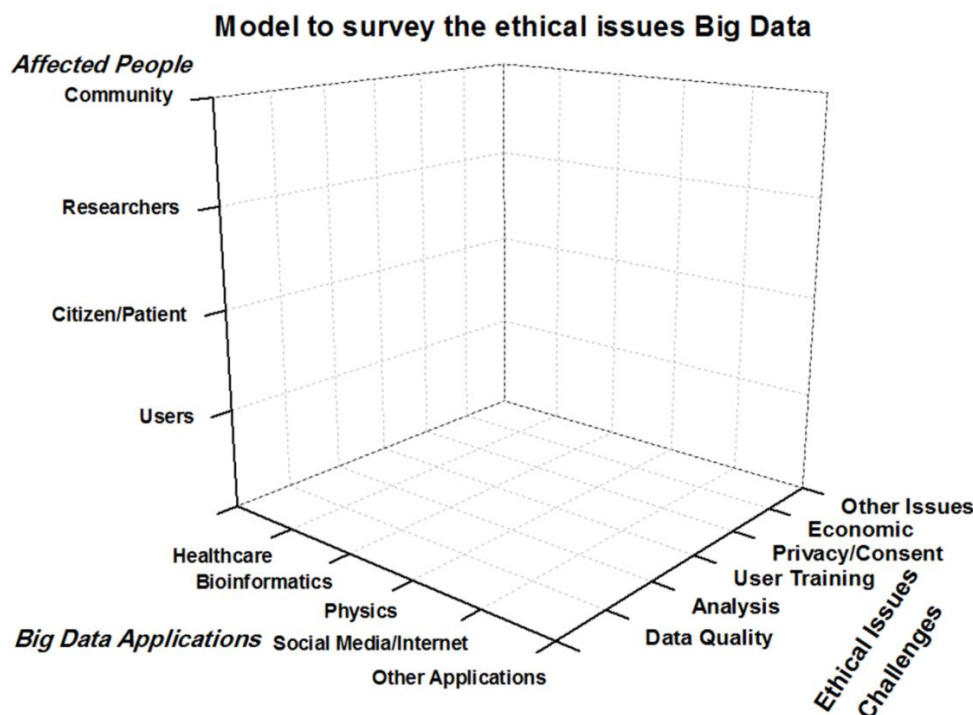


**Εικόνα 4:** Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση των Laser. Το μοντέλο απεικονίζει τις πολλαπλές διαστάσεις των ηθικών ζητημάτων. Οι διαφορετικές διαστάσεις [Εφαρμογές (X-άξονας), Ηθικά Θέματα (Y-άξονας) και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν (Z - άξονα)] είναι αλληλένδετα. Το βέλος με τον αριθμό 1 υποδεικνύει έναν τομέα του πεδίου ως παράδειγμα για να τονίσει πως κάθε διάσταση σχετίζεται με την άλλη [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)].

Η προτεινόμενη τρισδιάστατη μήτρα θα μας επιτρέψει να εντοπίσουμε, προσδιορίσουμε, παρατηρήσουμε και συζητήσουμε τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τα laser και θα παρέχει έναν προσανατολισμό σε αυτό το ανεξερεύνητο πεδίο. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εντοπίσουμε και να συζητήσουμε τα πιθανά ηθικά ζητήματα των παρα-ιατρικών εφαρμογών των laser (para-medical applications, άξονας X), θα πρέπει να δούμε ότι τα ζητήματα προκύπτουν από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (media, άξονας Y), τα οικονομικά αποτελέσματα, την κατάρτιση των χρηστών, σχέση ασθενούς / πελάτη και άλλα θέματα. Επιπλέον, για κάθε μέλος αυτής της ομάδας θα πρέπει να δούμε πώς τα ηθικά ζητήματα επηρεάζουν συγκεκριμένους ανθρώπους (άξονα Z), χρήστες, πολίτες / ασθενείς και την κοινότητα. Το βέλος που υποδεικνύεται με τον αριθμό 1 στην Εικόνα 4,

παρουσιάζει ότι «οι παρα-ιατρικές εφαρμογές δημιουργούν οικονομικά ζητήματα που επηρεάζουν τους χρήστες των συσκευών laser», που είναι μια υπο-περιοχή του πεδίου. Αυτό το παράδειγμα υπογραμμίζει τον τρόπο με τον οποίο κάθε διάσταση σχετίζεται με την άλλη.

Όπως και στην περίπτωση των laser, έτσι και στην περίπτωση των Μεγάλων Δεδομένων η χρήση μιας τρισδιάστατης μήτρας θα μας επιτρέψει να μελετήσουμε τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση των Big Data στο χώρο της υγείας (**Εικόνα 5**). Το μοντέλο αυτό απεικονίζει τον πολυδιάστατο χαρακτήρα των θεμάτων ηθικής και τις προκλήσεις των Big Data. Οι διαφορετικές διαστάσεις [Εφαρμογές Big Data (X-άξονας), Ηθικά Ζητήματα (Y-άξονας) και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν (Z - άξονα)] είναι αλληλένδετοι μεταξύ τους. Το μοντέλο αυτό θα χρησιμοποιηθεί για αναγνώριση, προσδιορισμό και μελέτη των ηθικών διλημάτων που εγείρονται από την αποθήκευση, ανάλυση/επεξεργασία και χειρισμό γενικά των Big Data από τις Μονάδες Υγείας.

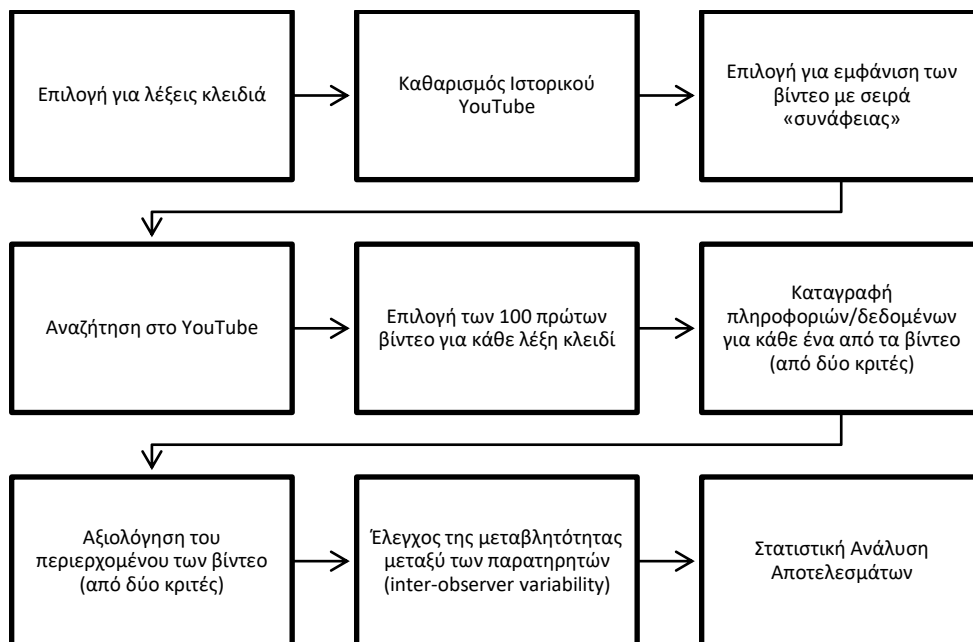


*Εικόνα 5: Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση των Big Data στο χώρο της υγείας [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)].*

### **Μεθοδολογία Συλλογής και Ανάλυσης Δεδομένων/Πληροφοριών από το YouTube**

Για τη συλλογή των δεδομένων/πληροφοριών χρησιμοποιήθηκε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αποτελείται από μια σειρά από βήματα, η οποία παρουσιάζεται στην **Εικόνα 6**. Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται στη μέθοδο που χρησιμοποιείται στη διεθνή

βιβλιογραφία για αξιολόγηση της πληροφορίας που υπάρχει σε βίντεο του YouTube σε θέματα ιατρικής (Steinberg, Wason et al. 2010; Strychowsky, Nayan et al. 2013; Akgun, Karabay et al. 2014; Lee, Seo et al. 2014). Στη συνέχεια παρουσιάζεται κάθε ένα από αυτά τα βήματα ξεχωριστά.

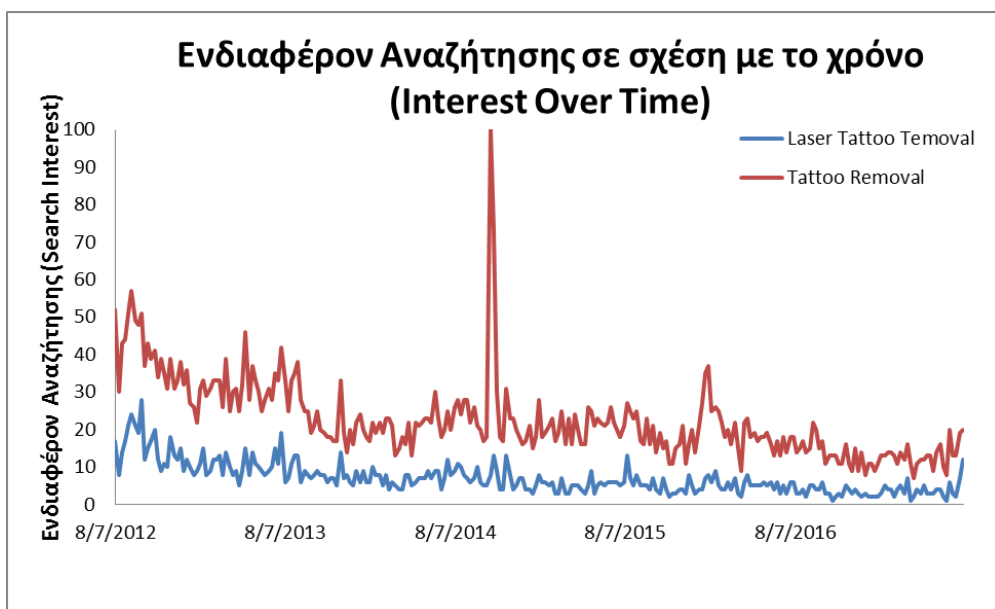
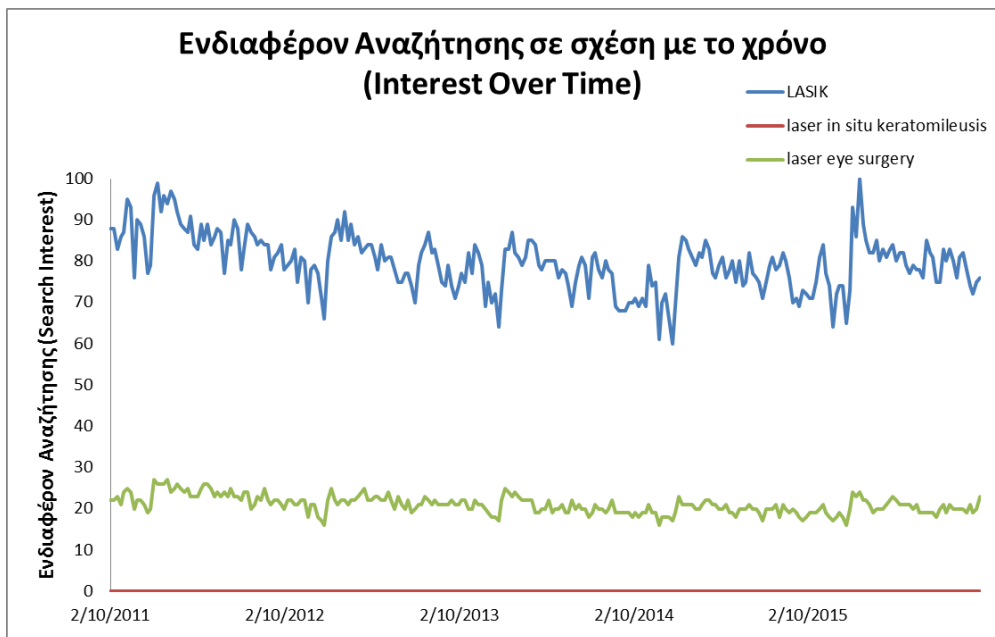


**Εικόνα 6:** Μεθοδολογία Συλλογής Δεδομένων από το YouTube.

- **Επιλογή λέξεων κλειδιών**

Για την κατάλληλη επιλογή των λέξεων κλειδιών για την αναζήτηση των σχετικών βίντεο στο YouTube χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό εργαλείο Google Trends (<https://trends.google.com/>), το οποίο και έχει χρησιμοποιηθεί για ανάλογη χρήση στη διεθνή βιβλιογραφία (Akgun et al. 2014). Το εργαλείο αυτό ταξινομεί τους όρους ανάλογα με το πόσο συχνά γίνεται αναζήτηση με αυτούς στη μηχανή αναζήτησης της Google ή στο YouTube. Επίσης, προτείνει σχετικές και ευρέως χρησιμοποιούμενες λέξεις κλειδιά που σχετίζονται με τη λέξη κλειδί που εισάγει στο εργαλείο ο χρήστης. Αναζητήσαμε πόσο συχνά χρησιμοποιούνται

- οι όροι: “LASIK”, “Laser in situ keratomileusis” και “Laser eye surgery” για τη διερεύνηση των σχετικών βίντεο για την Lasik (**Εικόνα 7**, πάνω) και
- οι όροι “Laser Tattoo Removal” και “Tattoo Removal” για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser (**Εικόνα 7**, κάτω).



**Εικόνα 7:** Το ενδιαφέρον με το πέρασμα του χρόνου για αναζήτηση στο YouTube των τριών λέξεων κλειδίων : Lasik, Laser in situ keratomileusis, laser eye surgery (πάνω) και Laser Tattoo Removal” και “Tattoo Removal” για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser (κάτω) όπως αυτό προκύπτει από το Google Trends<sup>2</sup>.

Όπως φαίνεται από την **Εικόνα 7 (πάνω)** ο πιο δημοφιλής από τους 3 όρους αναζήτησης είναι το “ Lasik ”, μετά το “laser eye surgery” και τέλος το “Laser in situ keratomileusis”. Μάλιστα η τελευταία λέξη κλειδί η οποία είναι και η πιο εξειδικευμένη και πιθανότητα ο χρήστης πρέπει να έχει και κάποια συγκεκριμένη γνώση προκειμένου να τη

<sup>2</sup> Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν το ενδιαφέρον αναζήτησης σε σχέση με το υψηλότερο σημείο στο διάγραμμα για τη δεδομένη χρονική περίοδο. Η τιμή 100 είναι η κορυφαία δημοτικότητα του όρου. Μια τιμή 50 σημαίνει ότι ο όρος είναι κατά το ήμισυ δημοφιλής σε σχέση με την κορυφή. Ομοίως, η τιμή 0 σημαίνει ότι ο όρος ήταν λιγότερο από 1% δημοφιλής σε σχέση με την κορυφή.

χρησιμοποιήσει για την αναζήτηση του, είναι λιγότερο από 1% δημοφιλής σε σχέση με τη λέξη “Lasik”. Από την άλλη μεριά, η λέξη κλειδί “laser eye surgery”, η οποία είναι και η πιο γενική από τις άλλες δύο, είναι περίπου 20% δημοφιλής σε σχέση με την κορυφή 100 της λέξης “Lasik”. Στη δεύτερη περίπτωση, η λέξη κλειδί “tattoo removal”, η οποία είναι και πιο γενική, είναι ~20% πιο δημοφιλής από τη λέξη κλειδί “laser tattoo removal” (Εικόνα 7, κάτω).

- **Καθαρισμός ιστορικού YouTube**

Πριν από την κάθε αναζήτηση στο YouTube, το ιστορικό αναζήτησης της καθαρίστηκε έτσι ώστε να είναι σίγουρο ότι τα αποτελέσματα της αναζήτησης και η δημιουργία του προς μελέτη δείγματος δεν θα επηρεαστούν από προηγούμενες αναζητήσεις (Brna, Dooley et al. 2013).

- **Καθορισμός αναζήτησης κατά σειρά “σχετικότητας”**

Πριν την έναρξη της αναζήτησης στο YouTube, έγινε επιλογή στα “Φίλτρα” (“Filter”) να γίνεται “Ταξινόμηση κατά” (“Sort by”) σειρά “Συνάφειας” (“Relevance”). Η επιλογή αυτή αποτελεί προεπιλογή του YouTube και επομένως θεωρούμε ότι οι περισσότεροι χρήστες δεν θα την αλλάξουν κατά την αναζήτηση τους ενώ έχει ήδη χρησιμοποιηθεί στη διεθνή βιβλιογραφία για αντίστοιχες έρευνες (Lee, Seo et al. 2014).

- **Αναζήτηση στο YouTube**

Η αναζήτηση στο YouTube πραγματοποιήθηκε σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία για κάθε ομάδα από λέξεις κλειδιά (Steinberg, Wason et al. 2010; Butler, Perry et al. 2013; Akgun, Karabay et al. 2014; Lee, Seo et al. 2014). Συγκεκριμένα στις 9 Σεπτεμβρίου το 2016, χρησιμοποιώντας τις λέξεις κλειδιά: “Lasik”, “Laser in Situ Keratomileusis” και “laser eye surgery” και στις 15 Απριλίου του 2017 για τις λέξεις κλειδιά “Laser tattoo removal” και “Tattoo Removal”.

- **Επιλογή των πρώτων 100 βίντεο για κάθε λέξη κλειδί**

Επιλέξαμε να μελετήσουμε τα 100 πρώτα βίντεο για την κάθε λέξη κλειδί θεωρώντας όταν ένας χρήσης δε θα πήγαινε να παρακολουθήσει βίντεο πέρα από τις 5 πρώτες σελίδες που του εμφανίζει το YouTube (σε κάθε σελίδα εμφανίζονται 20 βίντεο) (Lee et al. 2014).

- **Καταγραφή πληροφοριών δεδομένων**

Χαρακτηριστικά των βίντεο όπως όνομα του βίντεο, πηγή, μήκος, αριθμός προβολών, αριθμός Likes και Dislikes καταγράφηκαν για κάθε ένα από τα βίντεο ξεχωριστά. Τα χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν είναι αυτά τα οποία χρησιμοποιούνται σε ανάλογες έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία (Steinberg, Wason et al. 2010; Butler, Perry et al. 2013; Akgun, Karabay et al. 2014; Lee, Seo et al. 2014).

Η πηγή που ανέβαζε το κάθε βίντεο κατηγοριοποιήθηκε από δυο ανεξάρτητους αξιολογητές<sup>3</sup>:

- Πολίτης (Civilian) εάν το βίντεο το είχε ανεβάσει κάποιος πολίτης.
- Ιατρική Πηγή (Medical) εάν είχε ανέβει από γιατρούς ή κάποια δημόσια ή ιδιωτική Μονάδα Υγείας και ιατρικές ιστοσελίδες.
- Μέσα επικοινωνίας (Media): το βίντεο είχε ανέβει από κάποιο μέσο επικοινωνίας, όπως τηλεοπτικοί ή διαδικτυακοί σταθμοί τηλεόρασης.
- Ινστιτούτα τατουάζ ή αισθητικής/ομορφιάς (Tattoo Institute/Beauty Salon) όταν τα βίντεο είχαν ανέβει από ανάλογα ινστιτούτα.
- Άλλη Πηγή (Other), εάν η πηγή προέλευσης δεν έμπιπτε σε μια από τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Εδώ περιλαμβάνονταν διάφορες ιστοσελίδες, εταιρείες κατασκευής laser και διάφορες άλλες πηγές.

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφονται αντίστοιχες ομαδοποιήσεις των χρηστών. Για παράδειγμα, οι Lee et al. 2014 είχαν χωρίσει τους χρήστες σε: civilian, physician/hospital, Medical website/TV channel, Commercial website, ενώ οι Akgun et al. 2014 σε: university/hospital, medical organization, individual, health websites (Akgun, Karabay et al. 2014; Lee, Seo et al. 2014).

Βίντεο τα οποία δεν ήταν στην αγγλική γλώσσα, βίντεο χωρίς ήχο, βίντεο τα οποία είχαν ξεκάθαρα άσχετο με το θέμα περιεχόμενο και βίντεο που αναφέρονταν σε κάποια άλλη διαδικασία (π.χ. στη συλλογή του δείγματος για τη Lasik, υπήρχαν βίντεο για την PRK η οποία είναι μιας προηγούμενης γενιάς διαθλαστική χειρουργική επέμβαση στο μάτι) αφαιρέθηκαν (Steinberg, Wason et al. 2010; Butler, Perry et al. 2013; Akgun, Karabay et

---

<sup>3</sup> Ο πρώτος αξιολογητής ήταν ο συγγραφέας της διατριβής Ανδρέας Στυλιανού (PhD), ενώ ο δεύτερος ο Στέλιος Κοντομάρης (Phd). Οι δύο αξιολογητές είναι φυσικοί με ειδικότητα στη Βιοφυσική, ενώ είναι και οι δύο κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος από το Εργαστήριο Βιοϊατρικής Οπτικής και Εφαρμοσμένης Βιοφυσικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα, Ελλάδα .

al. 2014; Lee, Seo et al. 2014). Τα υπόλοιπα βίντεο χωρίστηκαν σε 3 μεγάλες κατηγορίες από τους δύο κριτές:

- Βίντεο τα οποία ήταν **εγχειρήσεις Lasik ή διαδικασία αφαίρεσης του τατουάζ (Procedure Video)**. Μετά από κάθε επέμβαση Lasik ο γιατρός δίνει στο άτομο το οποίο υποβλήθηκε σε Lasik ένα βίντεο στο οποίο είναι καταγεγραμμένη η διαδικασία της επέμβασης ενώ πολλές ομάδες ανθρώπων καταγράφουν τη διαδικασία αφαίρεσης του τατουάζ. Φαίνεται ότι αρέσκονται να ανεβάζουν αυτής της μορφής τα βίντεο στο YouTube. Επίσης, κάποιοι γιατροί, Μονάδες Υγείας, ινστιτούτα αισθητικής και καλλιτέχνες τατουάζ μοιράζονται δημόσια τέτοια βίντεο που πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις τους, προκειμένου να δείξουν τη διαδικασία, και ότι έχουν τις απαραίτητες υποδομές και τεχνογνωσία για να πραγματοποιήσουν τέτοιου είδους επεμβάσεις/διαδικασίες και επομένως να προωθήσουν τις υπηρεσίες τους.
- Βίντεο τα οποία περιγράφουν την **εμπειρία ενός ατόμου που υποβλήθηκε σε επέμβαση Lasik, μαρτυρίες ασθενών και πολιτών (Patient/Civilian Testimonials and Experience Video)**. Πολλά άτομα που υποβλήθηκαν σε διαδικασία Lasik ή αφαίρεσης τατουάζ αρέσκονται να μοιράζονται την εμπειρία τους στο διαδίκτυο και ιδιαίτερα μέσα από βίντεο στο YouTube. Αυτό μπορεί να το κάνουν μετά την επέμβαση, όπου και δημιουργούν ένα βίντεο στο οποίο περιγράφουν πως ήταν η εμπειρία τους, πως προετοιμάστηκαν, πώς ένιωσαν κατά τη διάρκεια της επέμβασης, πώς ήταν τα αποτελέσματα της επέμβασης κλπ. Επίσης, υπάρχουν και κάποια άτομα τα οποία καταγράφουν τον εαυτό τους ή ένα φίλο/γνωστό τους κατά τη διάρκεια της ημέρας της επέμβασης. Σε αυτά τα βίντεο καταγράφουν τα άτομα που θα υποβληθούν στη ιατρική/παραϊατρική διαδικασία με laser πριν και μετά την επέμβαση και σχολιάζουν πως νιώθουν σε κάθε στάδιο κυρίως της ημέρας που θα γίνει η επέμβαση ή μετά την επέμβαση.
- Τελευταία κατηγορία είναι αυτή που ονομάστηκε ως **Lasik Video ή Laser Tattoo Removal Video** ανάλογα με την αντίστοιχη ιατρική/παραϊατρική εφαρμογή των laser που διερευνάται. Σε αυτή τη κατηγορία, περιλαμβάνονταν όλα τα βίντεο που δεν εμπίπτουν στις δυο προηγούμενες κατηγορίες.

- **Αξιολόγηση του περιεχόμενου των βίντεο**

Η αξιολόγηση των βίντεο ως προς το πόσο χρήσιμη ήταν η πληροφορία που περιεχόταν σε αυτά πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας “βαθμολογίας χρησιμότητας” (“usefulness

score”) (Steinberg, Wason et al. 2010; Butler, Perry et al. 2013; Lee, Seo et al. 2014). Δύο κριτές είδαν ανεξάρτητα όλα τα βίντεο και τα βαθμολόγησαν ως προς τα κριτήρια που τέθηκαν. Τα κριτήρια που τέθηκαν για κάθε μία από τις δύο κατηγορίες βίντεο που διερευνήθηκαν (Lasik και απομάκρυνση τατουάζ με laser) παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 1**). Οι δυο κριτές βαθμολογούσαν με 0 αν το κριτήριο δεν αναφερόταν καθόλου, με 1 αν αναφερόταν εν συντομία και 2 αν αναφερόταν με λεπτομέρεια.

**Πίνακας 1:**Κριτήρια Χρησιμότητας για “Lasik” και “Απομάκρυνση τατουάζ με laser”

<b>Lasik</b>	<b>Απομάκρυνση τατουάζ με laser</b>
<b>Μηχανισμός</b>	<b>Μηχανισμός</b>
<b>Παθολογικές Καταστάσεις</b>	<b>Χρήση διαφορετικών μηκών κύματος</b>
<b>Επιλογή ασθενών/πολιτών</b>	<b>Αριθμός από συνεδρίες</b>
<b>Εναλλακτικές τεχνικές</b>	<b>Πλήρης ή μερική απομάκρυνση του τατουάζ</b>
<b>Μετεγχειρητικές Πληροφορίες</b>	<b>Μετεγχειρητικές Πληροφορίες</b>
<b>Κίνδυνοι</b>	<b>Κίνδυνοι</b>

Στη συνέχεια ο μέσος όρος της βαθμολογίας από τους δύο κριτές υπολογιζόταν ώστε να η ποιότητα της παρεχόμενης πληροφορίας να καταταχθεί σε 4 κατηγορίες (Lee, Seo et al. 2014):

- “Όχι χρήσιμη” (“Not Useful”) για βαθμολογία “0”
- “Ελαφρώς Χρήσιμη” (“Slightly useful”) για βαθμολογία “1-4
- “Χρήσιμη” (“Useful”) για βαθμολογία “4-8”
- “Πολύ Χρήσιμη” (“Very Useful”) για βαθμολογία “8-12”

Ανεξάρτητα από τη βαθμολογία χρησιμότητας, οι δύο κριτές κατηγοριοποίησαν τα βίντεο με παραπλανητικό περιεχόμενο ως “παραπλανητικά” (“Misleading”) (Akgun, Karabay et al. 2014; Lee, Seo et al. 2014). Σε περίπτωση διαφωνίας μεταξύ των δύο κριτών, ένας τρίτος κριτής (ο επιβλέπων της διατριβής) αξιολογούσε το βίντεο και οι τρεις κριτές μετά από συζήτηση κατέληγαν σε συμφωνία.

- Έλεγχος της μεταβλητότητας μεταξύ των παρατηρητών (**inter-observer variability**)

Η μεταβλητότητα/αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών/βαθμολογητών (interobserver variability/reliability) αξιολογήθηκε μέσω του υπολογισμού του δείκτη κάππα (kappa index) (Steinberg, Wason et al. 2010; Lee, Seo et al. 2014). Ο δείκτης κάππα ή αλλιώς συντελεστής κάππα (kappa coefficient) συνδέει το επίπεδο της παρατηρηθείσας συμφωνίας με το επίπεδο της τυχαίας συμφωνίας και εκτιμά τη μεταβλητότητα που υπάρχει σε κάθε παρατηρητή/βαθμολογητή και η οποία προκύπτει όταν ο ίδιος παρατηρητής/βαθμολογητής αξιολογεί διαφορετικά σε επανειλημμένες αξιολογήσεις το ίδιο μέγεθος (Γαλάνης 2013). Ο συντελεστής κάππα μπορεί να πάρει μέγιστη τιμή 1 και σε αυτή την περίπτωση δείχνει την πλήρη συμφωνία μεταξύ παρατηρητών. Η ελάχιστη τιμή του δείκτη κάππα είναι το 0 και αντιπροσωπεύει μόνο τυχαία συμφωνία μεταξύ των παρατηρητών. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ερμηνεία των τιμών του δείκτη κάππα για μελέτες που διερευνούν την αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (Γαλάνης 2013).

***Πίνακας 2:** Ερμηνεία των τιμών του δείκτη κάππα στις μελέτες που διερευνούν την αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών [Προσαρμοσμένο από (Γαλάνης 2013)].*

Τιμή του δείκτη κάππα	Βαθμός Αξιοπιστίας
0,00	Μηδενική
0,01-0,20	Ελάχιστη
0,21-0,40	Μικρή
0,41-0,60	Μέτρια
0,61-0,80	Σημαντική
≥0,80	Μέγιστη

- Στατιστική ανάλυση

Για τις ανάγκες της έρευνας της διατριβής χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό R Statistical Computing Environment (<http://www.r-project.org>), η Excel (Microsoft Office 2010) καθώς και μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήσαμε Πίνακες Συνάφειας (contingency tables). Οι γραμμές του πίνακα αποτελούνται από τις κατηγορίες της μιας μεταβλητής και οι στήλες από τις κατηγορίες της άλλης, ενώ στο εσωτερικό του πίνακα παρατίθενται οι συχνότητες που αντιστοιχούν σε όλους τους συνδυασμούς των κατηγοριών των δύο μεταβλητών. Η πιο απλή περίπτωση

ενός πίνακα συνάφειας είναι ο πίνακας 2x2 που προκύπτει από την ταξινόμηση των κατηγοριών δύο δίτιμων κατηγορικών μεταβλητών. Με τη χρήση διαφορετικών στατιστικών δοκιμασιών και μέτρων μπορούμε να αξιολογήσουμε τις σχέσεις ανάμεσα στις υπό μελέτη μεταβλητές. Για τις ανάγκες της εν λόγω εργασίας χρησιμοποιήσαμε τα στατιστικά τεστ Pearson's Chi-Square statistic και Fisher's exact test (ακριβές τεστ του Fisher). Το ακριβές τεστ του Fisher χρησιμοποιούμε για να κάνουμε τους ελέγχους συνάφειας στην περίπτωση που έχουμε έναν 2x2 πίνακα συνάφειας, ενώ το Chi-Square statistic μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερους πίνακες. Με τη χρήση τεστ Pearson's Chi-Square statistic ( $\chi^2$ ) κάναμε ελέγχους συνάφειας (με  $p < 0.05$ ) (Steinberg et al. 2010, Akgun et al. 2014). Οι έλεγχοι συνάφειας πραγματοποιήθηκαν σε σχέση με πόσες προβολές/Views, πόσα Like και πόσα Dislike είχαν τα βίντεο (Steinberg et al. 2010, Lee et al. 2014,) ανάλογα με την κάθε κατηγορία προς μελέτη σε κάθε περίπτωση. Επίσης οι μεταβλητές εκφράστηκαν και σε mean±standard deviation (Akgun et al. 2014), ενώ οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ομάδων πραγματοποιήθηκε με ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA, με  $p < 0.05$ ) (Lee, Seo et al. 2014).

*Περιορισμοί Μεθοδολογία Συλλογής και Ανάλυσης Δεδομένων/Πληροφοριών από το YouTube:* Η μεθοδολογία για συλλογή και ανάλυση των δεδομένων/πληροφοριών από το YouTube έχει κάποιους περιορισμούς. Πρώτα από όλα, τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί να αλλάξουν ανάλογα με το ποιες λέξεις κλειδιά χρησιμοποιούνται. Επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά, σύμφωνα και με το Google Trends, με την υπόθεση ότι είναι οι πιο πιθανές λέξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος ενδιαφερόμενος για την αναζήτηση σχετικών βίντεο με τις εν λόγω επέμβασεις/διαδικασίες. Επιπλέον, η πηγή προέλευσης των βίντεο βασίστηκε στο προσωπικό προφίλ του κάθε χρήστη, το οποίο όμως μπορεί να περιέχει και μη έγκυρα στοιχεία. Επίσης, οι δύο ανεξάρτητη παρατηρητές αξιολόγησαν μόνο τα πρώτα 100 πρώτα βίντεο από κάθε λέξη κλειδί, ενώ τα βίντεο ταξινομήθηκαν κατά την αναζήτηση σύμφωνα με την προεπιλογή του YouTube να παρουσιάζει τα βίντεο κατά τη “συνάφεια” τους με τη λέξη κλειδί. Επομένως, η αξιολόγηση από περισσότερους κριτές, μεγαλύτερου αριθμού βίντεο πέρα των 100 ή/και η ταξινόμηση τους σύμφωνα με κάποιο άλλο κριτήριο μπορεί να αλλάξει σημαντικά τα αποτελέσματα της έρευνας. Τέλος, οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν αποκρίνονται σε μια πολύ συγκεκριμένη χρονική στιγμή και τα αποτελέσματα μπορεί να επηρεάζονται ανάλογα με τη χρονική περίοδο κατά την οποία πραγματοποιείται η δημιουργία του προς μελέτη δείγματος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΑΤΡΙΚΑ LASER**

### ***3.1 Περίληψη***

Οι διάφορες καινοτομίες στην τεχνολογία και την επιστήμη δημιουργούν νέα πεδία τα οποία αν και είναι ευεργετικά για την κοινωνία, εισάγουν νέα θέματα βιοηθικής. Στη σχετικά πολύ σύντομη ιστορία τους, τα ιατρικά laser έχουν διαφοροποιήσει και επηρεάσει σημαντικά την καθημερινή ζωή μας, και ιδιαίτερα θέματα που αφορούν την υγεία και την ιατρική. Στο παρόν κεφάλαιο επικεντρωνόμαστε κυρίως σε θέματα ηθικής και βιοηθικής που σχετίζονται με τις ιατρικές και παρά-ιατρικές εφαρμογές τους ενώ συγχρόνως εξετάζουμε από πού πηγάζουν. Επίσης παρουσιάζουμε τις πολύπλοκες σχέσεις που αναπτύσσονται στο πεδίο της ηθικής των laser χρησιμοποιώντας ένα τρισδιάστατο μοντέλο που προτείνουμε. Επιπρόσθετα, παρουσιάζουμε ότι ο όρος «laser» και ο μύθος του «μαγικού φωτός» μπορούν να αναγνωριστούν ως ορόσημα για τα θέματα που αφορούν τα ιατρικά laser. Τα ηθικά θέματα χωρίζονται σε πέντε σημαντικές κατηγορίες: (1) μέσα μαζικής ενημέρωσης, μάρκετινγκ και διαφήμιση (2) οικονομικά αποτελέσματα (3) εκπαίδευση των χρηστών (4) σχέση χρήστη/ πελάτη-ασθενών και (5) άλλα θέματα. Τέλος, εστιάζουμε στη μελέτη ηθικών θεμάτων που εγείρονται από τις δύο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες εφαρμογές των laser, τη χειρουργική επέμβαση ματιών με laser και την αφαίρεση τατουάζ (δερματοστιξία) με laser. Ο γενικότερος στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιαστεί ότι η ιατρική και παρα-ιατρική χρήση των laser έχει τόσο πολύ επηρεάσει τις ζωές μας ώστε απαιτείται η επιστημονική κοινότητα να ξεκινήσει μια συζήτηση σε θέματα δεοντολογίας των ιατρικών και παρα-ιατρικών laser.

ο

### ***3.2 Εισαγωγή***

Τον περασμένο αιώνα, η τεχνολογία έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων ιατρικών διαδικασιών, σκευασμάτων, μηχανημάτων και προϊόντων ιατρικής φροντίδας (Kagadis, Kloukinas et al. 2013). Η επανάσταση στην τεχνολογία και την επιστήμη δημιούργησε νέους διεπιστημονικούς και πολυεπιστημονικούς τομείς, στους οποίους ειδικοί με διαφορετικά υπόβαθρα και με διαφορετικούς στόχους συνεργάζονται για την ανάπτυξη νέων καινοτόμων τεχνολογικών θαυμάτων (Shen and Prasad 2002; Parr

2006; Rogalewicz, Verkerke et al. 2011; Fregonara, Curto et al. 2013). Σε πολλές περιπτώσεις, οι νέες και αναδύμενες τεχνολογίες έχουν διεπιστημονικές εφαρμογές. Τα θέματα ηθικής που προκύπτουν από αυτές τις τεχνολογίες γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα καθώς σε κάθε περίπτωση η χρήση της κάθε τεχνολογίας πρέπει να μελετηθεί (Iserson and Chiasson 2002; Moor 2005; Bostrom 2007).

Στις περιπτώσεις όπου η επιστήμη και η τεχνολογία χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς, το πεδίο της ηθικής που αφορά τη χρήση τους, γίνεται ιδιαίτερα πολύπλοκο. Πολλές από τις τεχνολογίες αιχμής μπορεί να χαρακτηρισθούν ως τεχνολογίες διπλής-χρήσης (dual-use), καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για ευεργετικούς όσο και για επιζήμιους σκοπούς (Pustovit and Williams 2010). Οι νέες τεχνολογίες όπως η ψηφιακή τεχνολογία ή τα έξυπνα τηλέφωνα (Kunde, McMeniman et al. 2013), το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) (Kagadis, Kloukinas et al. 2013), οι τεχνολογίες αναγέννησης και ενίσχυσης του ανθρώπινου σώματος (Frize 2013), η βιοτεχνολογία και η συνθετική βιολογία (Dabrock, Braun et al. 2013) είναι μερικά μόνο παραδείγματα από τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς, οι οποίες όμως απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή σε θέματα ηθικής και βιοηθικής. Επιπρόσθετα, τεχνολογίες οι οποίες σχετίζονται με ιατρικές ή παρα-ιατρικές διαδικασίες έχουν σημαντικό ηθικό, κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο και δεν μπορούν να αγνοηθούν.

Μια καινοτόμος τεχνολογία η οποία εγείρει θέματα βιοηθικής είναι η τεχνολογία των laser, ιδιαίτερα οι εφαρμογές και οι χρήσεις τους. Τα lasers χρησιμοποιούνται ευρέως στην επιστήμη, τη βιομηχανία και την ιατρική σε ένα μεγάλο εύρος από εφαρμογές, και έχουν γίνει μοναδικό εργαλείο σε πολλά πεδία. Υπολογίζεται ότι σε όλο τον κόσμο η αγορά των laser άξιζε περισσότερο από £4 δισεκατομμύρια (Science&Technology-Facilities-Council 2010). Η ανακάλυψη και η εξέλιξη των laser σχετίζεται άμεσα με το πεδίο της ιατρικής, καθώς μόλις οι γιατροί αντιλήφθηκαν τις μοναδικές τους ιδιότητες, άρχισαν να αναζητούν βελτιώσεις στα υπάρχοντα συστήματα, δίνοντας έτσι την απαραίτητη ώθηση για συνεχή έρευνα στο πεδίο των laser.

Η κυριότερη ιδιαιτερότητα των laser είναι το γεγονός ότι πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, για φως δηλαδή. Αυτό το κάνει πολύ πιο οικείο στους ανθρώπους, παρόλο που σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να αναφερόμαστε σε υπεριώδη ή υπέρυθη ακτινοβολία η οποία δεν είναι ορατή και η πλειοψηφία των ασθενών δεν γνωρίζει τι τις διαφοροποιεί από την ορατή ακτινοβολία. Εκείνο όμως που μετράει είναι ότι ο κόσμος όταν ακούει 'φως' (light) το θεωρεί ως μη κάτι μη βλαβερό. Από την αρχαιότητα οι άνθρωποι συνέδεαν τις ευεργετικές ιδιότητες των ήλιου με αντίστοιχες θεότητες ενώ

χρησιμοποιούσαν την ηλιακή ακτινοβολία με θεραπεία ασθενειών (π.χ. ηλιοθεραπεία η οποία ενώ έχει φανεί να είναι ιδιαίτερα επιβλαβής ακόμα δεν θεωρείται τόσο επικίνδυνη). Δεν είναι το ίδιο για κάποιον ασθενή να ακούσει και να δεχθεί θεραπεία με ακτίνες X από ότι ακτινοβολία laser. Είναι γεγονός ότι η ακτινοβολία των laser είναι μη ionίζουσα ακτινοβολία, είναι εν γένει πιο ασφαλές και έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι άλλων ιατρικών ακτινοβολιών (π.χ. ακτίνες X, ακτίνες γ κλπ). Αυτό όμως δεν το κάνει ‘μαγικό φως’ το οποίο είναι κατάλληλο για όλες τις περιπτώσεις και απόλυτα ασφαλές. Ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζουν τα ιατρικά laser είναι τόσο ιδιαίτερος, ώστε να έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο ασθενείς να ζητάνε τη χρήση laser σε περιπτώσεις όπου δεν χρειάζεται ή δεν είναι η καταλληλότερη μέθοδος. Ή ακόμα οι ασθενείς να ζητάνε θεραπεία με laser ή αισθητική επέμβαση με laser και όχι αυτή κάθε αυτή τη θεραπεία. Δηλαδή η χρήση laser να είναι ο σκοπός και όχι το μέσο για τη θεραπεία. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το φαινόμενο, που μπορεί κι εμείς να έχουμε συναντήσει, όταν ένα άτομο το οποίο έχει κάνει τατουάζ και επικρίνεται για αυτό από κάποιο άτομο του περιβάλλοντος του να απαντάει ότι αν δεν το επιθυμεί θα το αφαιρέσει με laser. Γεγονός που πιθανόν να του το έχει προτείνει ο επαγγελματίας που σχεδίασε το τατουάζ. Αυτό όμως που δεν συμβαίνει συνήθως είναι το ίδιο άτομο να μην έχει πληροφορηθεί για το πόσες επισκέψεις, πόσο χρόνο, πόσα λεφτά και πόσο επώδυνο είναι να αφαιρέσεις ένα τέτοιο τατουάζ. Μπορεί αυτοί οι παράγοντες να μην είναι αποτρεπτικοί, δηλαδή να μην είναι πολύ επώδυνο ή πολύ ακριβό, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι το laser είναι μια εύκολη και χωρίς επιπτώσεις επιλογή. Πόσο μάλλον όταν για κάποιες περιπτώσεις ακόμα και με χρήση laser το σβήσιμο ενός τατουάζ μπορεί να μην είναι εφικτή.

### ***3.3 Ιατρικά Laser και Ηθικά διλλήματα***

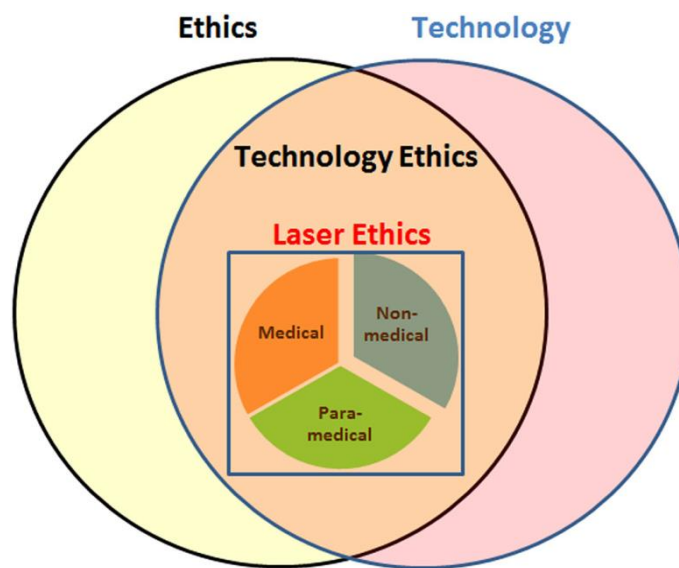
Σήμερα, η χρήση των laser στην ιατρική (γενικά πεδίο γνωστό ως «ιατρικά laser») είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη ώστε θα μπορούσαμε να κάνουμε λόγο ακόμα και για μια επανάσταση την οποία έφεραν στο πεδίο της ιατρικής πρακτικής (Pollack 1991; Parr 2006; Peng, Juzeniene et al. 2008). Τα ιατρικά lasers περιλαμβάνουν εφαρμογές όπως οι αισθητικές επεμβάσεις (αφαίρεση τριχών, ιατρικές ή δερματικές επεμβάσεις κ.α.), βιοψίες, εγχειρήσεις, απεικονιστικές μέθοδοι (όπως η τομογραφία οπτικής συνεχής- Optical Coherence Tomography), και διαγνωστικές μέθοδοι (Massey, Marrero et al. 2001; Durrani 2003; Peng, Juzeniene et al. 2008; Fedorov and Tuchin 2013). Αναμφίβολα, μια τεχνολογία με ένα τέτοιο εύρος από εφαρμογές (ιατρικές, παρα-ιατρικές και μη ιατρικές

εφαρμογές) επηρεάζει άμεσα την κοινωνία, ιδιαίτερα το πεδίο της άσκησης της ιατρικής, και αδιαμφισβήτητα εγείρεται ένας μεγάλος αριθμός από σημαντικά ζητήματα (Slusher 1999; Azizkhan 2003; Deguchi 2004; Denney 2004; Lippert 2004; Senda, Ito et al. 2004; Sulieman 2005; Zeitels and Burns 2006; Wang, Yang et al. 2007; Peng, Juzeniene et al. 2008; Ebert, Settersten et al. 2009; Stratakis, Ranella et al. 2009; Samm, Hustedt et al. 2010; Spyropoulos 2011; Adelman, Tsai et al. 2013; Makarov 2013; Ozulken, Cabot et al. 2013; Werle and D'Amato 2013). Παρόλο που διάφοροι ερευνητές από διαφορετικά πεδία και με διαφορετικά υπόβαθρα έχουν εντοπίσει κάποια από τα ζητήματα που εγείρονται από τη χρήση των laser (Anderson, Pratt et al. 1998; Raulin, Greve et al. 2001; Koch 2003; Arshinoff 2004; Packer 2004; Choudhary, Elsaie et al. 2010; Kluger 2010; Torres, Desai et al. 2011), μια εκτεταμένη και πλήρης συζήτηση στα ηθικά κυρίως θέματα, δεν έχει ακόμα πραγματοποιηθεί.

Κατά την ανάπτυξη της τεχνολογίας των laser και των εφαρμογών τους (και ιδιαίτερα των ιατρικών και παρα-ιατρικών εφαρμογών) η ανάπτυξη κανονισμών ασφαλείας ήταν και είναι απαραίτητη (Youker and Ammirati 2001; Jones-Bey 2005; Pal'tsev, Kravchenko et al. 2007; DeWayne Holcomb 2013). Παρόλο που τα συστήματα laser χρησιμοποιούν μη-ιονίζουσα ακτινοβολία, κίνδυνοι υπάρχουν καθώς κατά την αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας laser με τον ιστό εμπλέκονται διάφοροι πολύπλοκοι μηχανισμοί (Carruth and Mc Kenze 1986; Niemz 2002; Carroll and Humphreys 2006; Smalley 2011). Ένας αριθμός από εθνικούς και διεθνείς φορείς, οργανισμούς, ενώσεις και κοινότητες εμπλέκονται στη θέσπιση οδηγιών ασφαλείας σε σχέση με την αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας των laser και άλλων μη-ιοντιζουσών ακτινοβολιών με τον ανθρώπινο ιστό (π.χ. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection- [www.icnirp.de/what.html](http://www.icnirp.de/what.html) , The Laser Institute of America- [www.lia.org/index.php](http://www.lia.org/index.php), The Laser Product Safety- <http://www.laserproductsafety.com/lpsr.htm> , The Greek Atomic Energy Commission- NonIonizing Radiation Office [www.eeae.gr/en/index.php?fvar=html/ni/\\_metriseis\\_pedion](http://www.eeae.gr/en/index.php?fvar=html/ni/_metriseis_pedion) ). Παρόλο που οι κανονισμοί ασφαλείας και οι επιτρεπόμενες δόσεις που αφορούν τις διαφορετικές εφαρμογές έχουν μελετηθεί εκτεταμένα, τα ηθικά ζητήματα που εγείρονται δεν έχουν ακόμα αποτελέσει σημαντικό κομμάτι της εν λόγω έρευνας και συζήτησης. Αυτό πιθανώς να είναι μια συνέπεια από το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις τα ηθικά ζητήματα επισκιάζονται από τις κατευθυντήριες γραμμές ασφαλείας. Επιπλέον, στην περίπτωση των laser τα ηθικά/βιοηθικά ζητήματα δεν είναι τόσο προφανή όσο σε άλλες τεχνολογίες όπως αυτές που αφορούν το DNA, τη γενετική, τη μοριακή βιολογία, τη

ναοϊατρική και τα βλαστοκύτταρα (Sobel 1999; Smith 2003; Ebbesen and Jensen 2006; Habets, Van Delden et al. 2014; West, Murray et al. 2014).

Σε αυτό το κεφάλαιο εστιάζουμε κυρίως σε θέματα ηθικής που αφορούν τα ιατρικά και παραϊατρικά laser. Χρησιμοποιούμε τον όρο «ηθική των laser» σαν ένα πεδίο της ηθικής της τεχνολογίας το οποίο ασχολείται με θέματα, ερωτήματα και διαμάχες που σχετίζονται με την ανάπτυξη, εφαρμογές καθώς και τη χρήση της τεχνολογίας των Laser. Μπορούμε να χωρίσουμε τις εφαρμογές των Laser σε ιατρικές, παρα-ιατρικές και μη-ιατρικές εφαρμογές και επομένως η ηθική των laser ασχολείται και με τις 3 αυτές υποκατηγορίες (**Εικόνα 8**).

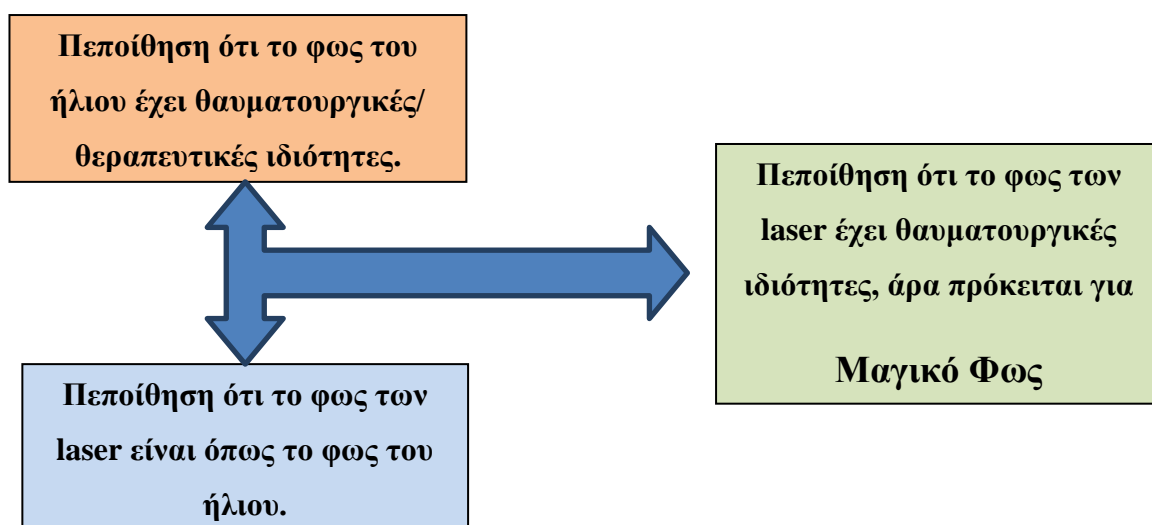


*Εικόνα 8: Το πεδίο της ηθικής των laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)].*

### **3.3.1 Πηγή του προβλήματος: Ο μύθος του «Μαγικού φωτός»**

Προκειμένου να ξεκινήσουμε τη συζήτηση μας θα προσπαθήσουμε να αναγνωρίσουμε σύμφωνα με την κυριότερη πηγή των ηθικών διλημάτων και προβλημάτων που προκύπτουν από τη χρήση των laser και ειδικά των ιατρικών laser. Κατά την άποψη μας ένα σημαντικό ορόσημο και ένας από του κυριότερους λόγους της δημιουργίας αυτών των ηθικών διλημάτων είναι η επικρατούσα άποψη ότι το φως από τα laser είναι αβλαβές/άκακο λες και έχει κάποιες μορφής μαγικές δυνάμεις. Αποκαλούμε αυτή την πεποίθηση ως «**μύθο του μαγικού φωτός**». Παρόλο που αυτός ο όρος δεν έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, η λανθασμένη αυτή πεποίθηση έχει αναγνωστεί και στο

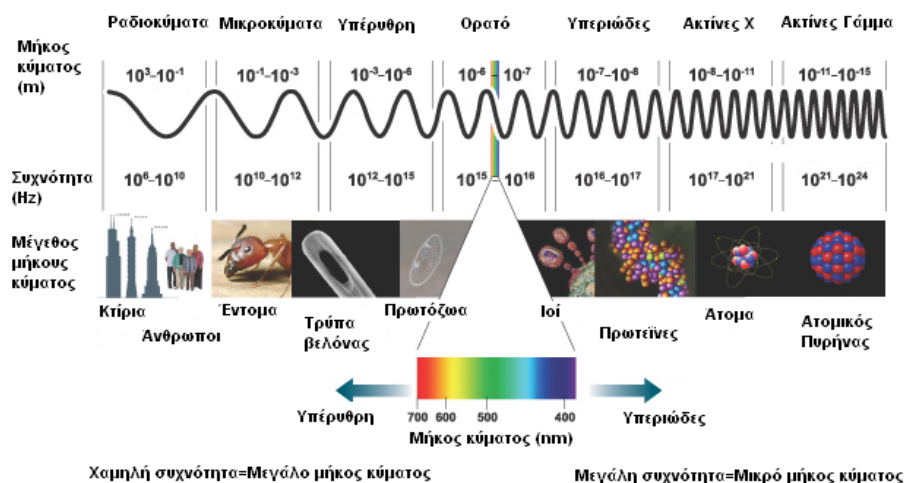
παρελθόν. Για παράδειγμα οι Raulin και συν. δήλωνα το 2001 «Παρόλο που οι ασθενείς συνήθως αποκρίνονται αρκετά κριτικά στην ιδέα των ακτίνων X, η ακτινοβολία των laser φαίνεται σε αυτούς να είναι τελείως αβλαβές, λες και να τα lasers να έχουν μαγικές δυνάμεις »(Raulin, Greve et al. 2001). Πιστεύουμε ότι αυτός ο μύθος πηγάζει από το γεγονός ότι χρησιμοποιούμε τη λέξη “laser” και τη σχέση της με το ορατό φως και το φως του ήλιου. Επίσης, οι άνθρωποι από αρχαιοτάτων χρόνων θεωρούσαν το φως του ήλιου ως θαυματουργό και το συσχετιζαν με διάφορες θεραπευτικές ιδιότητες. Επομένως, η σύνδεση του φωτός/ακτινοβολίας των laser με το φως του ήλιου οδηγεί στην σύνδεση του φωτός των laser με τις «θαυματουργικές» ιδιότητες του ήλιου (βλ. **Εικόνα 9**).



**Εικόνα 9:** Πηγή του μύθου του Μαγικού Φωτός. Σύνδεση με τις θεραπευτικές ιδιότητες του ήλιου.

Πιστεύουμε ότι η χρήση του όρου “laser” έχει διαδραματίσει ένα κρίσιμο ρόλο στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε τα laser, στον τρόπο με τον οποίο οι διατάξεις laser έχουν επηρεάσει την κοινωνία και στο πώς ο «μύθος του μαγικού φωτός» αναπαράγεται. Το όνομα “laser” είναι ακρωνύμιο από τα αρχικά γράμματα των λέξεων «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» (το οποίο στα Ελληνικά θα μπορούσε να αποδοθεί ως «Ενίσχυση Φωτός με Εξαναγκασμένη Εκπομπή Ακτινοβολίας») και το οποίο καθιερώθηκε αρκετά χρόνια μετά την πρώτη επίδειξη λειτουργίας μιας διάταξης laser (Hänsch 2010). Παρόλο που ο περισσότερος κόσμος εκτός του πεδίου δεν γνωρίζουν τι σημαίνει το ακρωνύμιο laser (μάλιστα δε γνωρίζουν ούτε ότι πρόκειται για τα αρχικά της ονομασίας της τεχνολογίας), είναι ευρέως γνωστό ότι τα laser εκπέμπουν «φως». Οι διαθέσιμες πηγές laser αυτή τη στιγμή καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής

ακτινοβολίας, από την υπεριώδη ακτινοβολία στην ορατή και την υπέρυθη ( βλ. **Εικόνα 10**). Αυτό σημαίνει ότι το «φως» των Laser δεν είναι αποκλειστικά ορατό φως, το φωσ-ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία,, την οποία μπορεί να δει το ανθρώπινο μάτι. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα μήκη κύματος που αποκρίνονται σε αυτή την περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος γενικά αποκαλούνται φως, και όροι όπως «ακτίνες», «κύματα» ή «ακτινοβολία» δεν χρησιμοποιούνται τόσο ευρέως όπως γίνεται στις περιπτώσεις των «ακτίνων-X», των «ακτίνων-γ» ή των «μικροκυμάτων». Βέβαια, στην επιστημονική και ερευνητική κοινότητα παρόμοιοι όροι χρησιμοποιούνται και το φως από τα laser θεωρείται σαν μια μη-ιονίζουσα ακτινοβολία, αλλά αυτό δε συμβαίνει με το ευρύτερο κοινό. Αυτή η γλωσσολογική λεπτομέρεια πιστεύουμε ότι ενισχύει την πεποίθηση ότι το «φως» είναι αβλαβές και κάτι το τελείως διαφορετικό από τις επικίνδυνες και επιβλαβείς ακτίνες.



**Εικόνα 10:** Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα σε αντιστοιχία μήκους κύματος-συχνότητας και με χαρακτηριστικά παραδείγματα του μεγέθους του μήκους κύματος. Ως φως (light) καλείται η περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που καλύπτει τις περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας, του ορατού φωτός και της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Επιπρόσθετα, τα laser έχουν κάποια πολύ συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία τα κάνουν πολύ διαφορετικά από άλλες πηγές (βλ. ενότητα **1.2 Ιατρικά Laser**), όπως οι κλασσικοί λαμπτήρες (Carruth and Mc Kenze 1986). Αυτό μπορεί να μην είναι ευρέως γνωστό και σε πολλές περιπτώσεις το φως από τα laser συσχετίζεται με το φως του ήλιου το οποίο επίσης θεωρείται πολλές φορές ως αβλαβές. Βέβαια, αυτό δεν είναι πραγματικότητα καθώς το φως του ήλιου είναι πιθανή αιτία για φωτο-καταστροφή,

γήρανση του δέρματος και άλλες παθολογικές καταστάσεις όπως ο καρκίνος του δέρματος (De Gruijl 1999).

Ο κόσμος πάντοτε έβλεπε το φως με δέος, παραδεχόμενος τις μοναδικές του ιδιότητες και πολλές φορές το θεωρούσε σαν κάτι θαυματουργό. Για παράδειγμα, οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, , ήταν οι πρώτοι φωτο-βιολόγοι (Wheeland 1995). Όχι μόνο λάτρευαν το θεό του ήλιου, Amen-Ra, αλλά επίσης χρησιμοποιούσαν το φως του ήλιου σε μια τεχνική για να διεγείρουν / τονώσουν τα φυσικά συστατικά που βρίσκονται στο μαϊντανό, για τη θεραπεία των ασθενών που πάσχουν από λεύκη. Βέβαια, οι Αιγύπτιοι δεν ήταν ο μόνος πολιτισμός που χρησιμοποιούσε το φως. Το 423 π.Χ., ο Αριστοφάνης στην κωμωδία του «Νεφέλες», περιγράφει για πρώτη φορά τη χρήση φωτός για την επεξεργασία υλικών, ενώ στο δέκατο όγδοο έως το δέκατο ένατο αιώνα πολλοί γιατροί χρησιμοποιούσαν το φως του ήλιου ή φως από διάφορες τεχνικές πηγές προκειμένου να θεραπεύσουν διάφορες ασθένειες όπως την φυματίωση και το έκζεμα (Muller, Berlien et al. 2006).

Οι διατάξεις laser είναι πολύ χρήσιμες σε ένα ευρύ φάσμα ιατρικών ή κοσμητικών εφαρμογών, ωστόσο, δεν είναι απαλλαγμένες από ρίσκα για την ανθρώπινη υγεία. Σε αυτές τις εφαρμογές, πολύ συχνά το φως από τις διατάξεις laser θεωρείται μαγικό, κατάλληλο για διάφορες εφαρμογές και χωρίς ενδεχόμενους κινδύνους. Αυτός είναι ένας μύθος που συνοδεύει τις ιατρικές εφαρμογές των laser. Δυστυχώς, αυτός ο μύθος που σχετίζεται με την τεχνολογία των laser αποτελεί ένα σημαντικό «πρόβλημα» στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Όπως αναφέρει ο Hofmann, η μυθολογία έχει επανέρθει στο πεδίο της ιατρικής περίθαλψης και παρουσιάζει ένα ηθικό θέμα το οποίο πρέπει να μελετηθεί και να μας απασχολήσει σοβαρά (Hofmann 2002). Επιπλέον, περισσότερα από 50 χρόνια μετά την ανακάλυψη των laser, μπορεί να είμαστε αυτή τη στιγμή στην δυσάρεστη θέση να συζητάμε για “μανία των laser” (Anderson, Pratt et al. 1998; Rosen 2000). Ένας μεγάλος αριθμός από πολίτες ζητούν ή «απαιτούν» θεραπείες με laser ή προβαίνουν σε άλλες ιατρικές ή κοσμητικές διαδικασίες, όπως είναι τα τατουάζ, επειδή τους είχε υποσχεθεί ότι τα laser θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν αργότερα εάν μετάνιωσαν για την απόφασή τους (Varma and Lanigan 1999). Αυτά τα γεγονότα και οι καταστάσεις προωθούν μια σειρά ηθικών διλημμάτων για τους γιατρούς, τους ασθενείς και το κοινό. Τα ηθικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν από μια τεχνολογία και την εφαρμογή της είναι πολλά και περίπλοκα. Έχει προταθεί ότι οι τεχνολογίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε σχέση με τον αντίκτυπό τους στα άτομα και στην κοινωνία (Frize 2013). Το επίκεντρο της συζήτησης σε αυτό το κεφάλαιο είναι κυρίως οι επιπτώσεις στα άτομα, αν και ο γενικός αντίκτυπος στην κοινωνία συζητείται επίσης. Η συζήτησή μας

καλύπτει ηθικούς προβληματισμούς που είναι κρίσιμοι τόσο για το κοινό (πελάτες, πολίτες, ασθενείς) όσο και για επαγγελματίες που σχετίζονται με laser, όπως οι γιατροί και οι καλλιτέχνες τατουάζ. Τα βασικά θέματα της «ηθικής των laser» χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες: (1) μέσα μαζικής ενημέρωσης, μάρκετινγκ, διαφήμιση, (2) οικονομικά αποτελέσματα, (3) κατάρτιση χρηστών, (4) σχέση χρήστη / πελάτη και (5) άλλα θέματα. Οι τέσσερις πρώτες κατηγορίες βασίζονται στις ομάδες που είχαν παρουσιαστεί σε προηγούμενη πολύ σύντομη δημοσίευση όπου γινόταν συζήτηση σχετικά με τα laser στην ιατρική (Raulin, Greve et al. 2001) και στο ακρωνύμιο 'ETHICAL' ("*Economics, Training, Heart to heart discussion between physician and patient, Interests, Contraindications, Advertising, and Libel versus letting authorities know of misconduct*") το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε μια άλλη δημοσίευση για να προσδιοριστούν οι κύριες περιοχές που πρέπει να προσέξουν οι γιατροί (Torres, Desai et al. 2011). Φυσικά, ο αντίκτυπος των laser στην κοινωνία δεν περιορίζεται στην ιατρική και παρα-ιατρική εφαρμογή τους, όπως παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο, καθώς τα laser προσφέρουν ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα εφαρμογών. Οι μη ιατρικές εφαρμογές των laser, αφορούν κυρίως άλλες επιστήμες ή βιομηχανικές εφαρμογές οι οποίες επίσης έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνία (Denney 2004; Baer and Schlacter 2010; Samm, Hustedt et al. 2010; Werle and D'Amato 2013; Nasim and Jamil 2014) αλλά δε συζητούνται εδώ καθώς είναι πέρα από το σκοπό του κεφαλαίου.

Όπως έχει παρουσιαστεί στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ** για τις ανάγκες του κεφαλαίου θα χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο μιας τρισδιάστατης μήτρας (**Εικόνα 11, Α**). Η προτεινόμενη τρισδιάστατη μήτρα θα μας επιτρέψει να εντοπίσουμε, προσδιορίσουμε, παρατηρήσουμε και να συζητήσουμε τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τα laser και θα παρέχει έναν προσανατολισμό σε αυτό το ανεξερεύνητο πεδίο. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εντοπίσουμε και να συζητήσουμε τα πιθανά ηθικά ζητήματα των παραμετρικών εφαρμογών laser (άξονας X), θα πρέπει να δούμε ότι τα ζητήματα προκύπτουν από τα μέσα (άξονας Y), τα οικονομικά αποτελέσματα, την κατάρτιση των χρηστών, - σχέση ασθενούς / πελάτη και άλλα θέματα. Επιπλέον, για κάθε μέλος αυτής της ομάδας θα πρέπει να δούμε πώς τα ηθικά ζητήματα επηρεάζουν συγκεκριμένους ανθρώπους (άξονα Z), χρήστες, πολίτες / ασθενείς και την κοινότητα. Ο άξονας x της μήτρας μπορεί να επεκταθεί σε συγκεκριμένες εφαρμογές των laser. Για τους σκοπούς του παρόντος κεφαλαίου, δημιουργήσαμε ένα υπο-σύνολο της προηγούμενης μήτρας, η οποία περιλαμβάνει στον άξονα X τη χειρουργική επέμβαση ματιών laser και την αφαίρεση

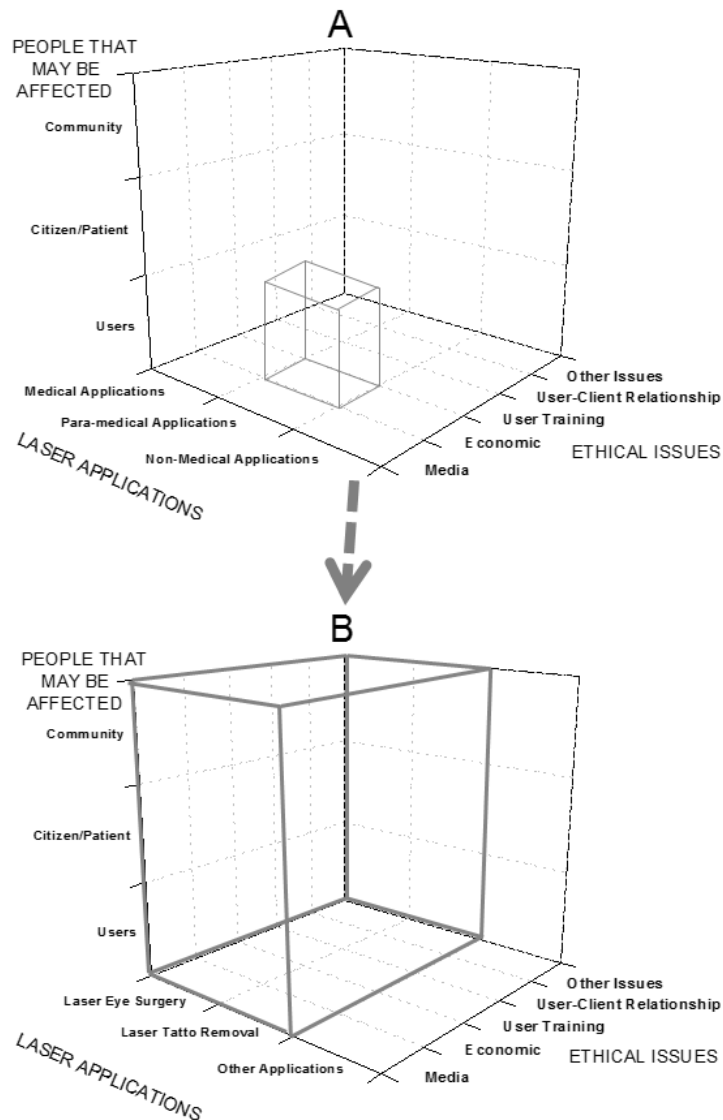
τατουάζ με laser (**Εικόνα 11, Β**) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της πολυ-διάστατων ηθικών/δεοντολογικών ζητημάτων που προκύπτουν από αυτές τις δύο εφαρμογές των laser, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως παραδείγματα στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου. Στην περίπτωση αυτή, ο άξονας Χ αντιπροσωπεύει τις ιατρικές εφαρμογές των laser, όπως η χειρουργική επέμβαση ματιών με laser (π.χ. Lasik) και η αφαίρεση δερματοστιξιών (τατουάζ) με laser, οι οποίες και θα συζητηθούν συζητούνται στην επόμενη ενότητα. Αυτό το μοντέλο/μήτρα μπορεί να επεκταθεί στις διαστάσεις του, διότι νέες ανεξερεύνητες περιοχές προκύπτουν καθημερινά με την ανάπτυξη νέων συσκευών laser και αναδυόμενων εφαρμογών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πιστεύουμε ότι η επιστημονική κοινότητα πρέπει να καταβάλει προσπάθεια να ξεκινήσει μια πραγματική συζήτηση σχετικά με την ηθική και τη δεοντολογία των ιατρικών laser και ότι σε αυτή τη συζήτηση πρέπει να συμμετάσχουν επαγγελματίες από διαφορετικά επιστημονικά πεδία.

### ***3.3.2 Μέσα ενημέρωσης, μάρκετινγκ και διαφημίσεις.***

Ξεκινάμε τη συζήτηση μας, εξετάζοντας το ρόλο των μέσων μαζικής ενημέρωσης, του μάρκετινγκ και των διαφημίσεων που χρησιμοποιούν οι γιατροί, οι κλινικές και τα κέντρα ομορφιάς και τατουάζ για να προωθήσουν / πουλήσουν τις υπηρεσίες τους (Raulin, Greve et al. 2001; Torres, Desai et al. 2011). Η κατηγορία αυτή επηρεάζεται έντονα από κοινές παρανοήσεις σχετικά με τα laser, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Συχνά, το φως των laser θεωρείται ένα «μαγικό φως» που δεν είναι καθόλου επιβλαβές και μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους ασθενείς και σε όλες τις καταστάσεις. Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, οι σύμβουλοι μάρκετινγκ και οι διαφημιζόμενοι, μεταξύ άλλων, εκμεταλλεύονται αυτήν την εσφαλμένη πεποίθηση προκειμένου να προωθήσουν / πουλήσουν «υπηρεσίες» και «προϊόντα». Στις περιπτώσεις που μπορεί να επηρεαστεί η δημόσια υγεία, τέτοιου είδους συμπεριφορές και στρατηγικές μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες. Επίσης, στην ιατρική βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά ότι αξιόπιστα στοιχεία που βασίζονται στην έρευνα ανταγωνίζονται τις τακτικές πωλήσεων και μάρκετινγκ των κατασκευαστών ιατρικών συσκευών και φαρμάκων (Anderson 2013).

Επιπλέον, οι γιατροί ή άλλοι χρήστες συσκευών laser πρέπει να παραμείνουν ενήμεροι ότι δεν είναι απαραίτητα όλες οι χρήσεις ενός προϊόντος ασφαλείς, αποτελεσματικές ή δεοντολογικές, ακόμη και αν ο κατασκευαστής έχει νόμιμη άδεια να διαθέσει το προϊόν στην αγορά. Αυτό οφείλεται συχνά σε αδύναμους κανονισμούς της Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA), οι οποίοι οφείλονται σε πολλούς λόγους, όπως έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων ή η πίεση από εταιρείες φαρμάκων και συσκευών (Anderson

2013; Fargen, Frei et al. 2013; Johnson 2013). Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι οι καινοτομίες που βασίζονται σε laser, όπως η χρήση τους σε διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις, συχνά δεν ελέγχονται συστηματικά και αυστηρά στον ίδιο βαθμό με άλλους φαρμακολογικούς παράγοντες. Κατά συνέπεια, οι εγκρίσεις του FDA δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως ηθικός καθοδηγητικός παράγοντας. Οι νέοι χρήστες συσκευών ή τεχνολογίας είναι υπεύθυνοι για τον καθορισμό των δικών τους δεοντολογικών προτύπων στην πρακτική τους.



**Εικόνα 11:** Μοντέλο για να ερευνηθούν τα ηθικά ζητήματα που αφορούν τα laser. Αυτό το μοντέλο (A) απεικονίζει τις πολλαπλές διαστάσεις των ηθικών ζητημάτων. Οι διαφορετικές διαστάσεις [Εφαρμογές (X-άξονας), Ηθικά Θέματα (Y-άξονας) και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν (Z - άξονας)] είναι αλληλένδετα. Η εικόνα (B) παρουσιάζει ένα μέρος του μοντέλου το οποίο εστιάζει στις παρα-ιατρικές εφαρμογές των laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2017)].

### *3.3.3 Διλήμματα που πηγάζουν λόγω οικονομικών αιτιών*

Πολλά ηθικά ζητήματα προκύπτουν από την εμπορική εκμετάλλευση και τα οικονομικά αποτέλεσμα της χρήσης των laser. Μία παράμετρος είναι η ανήθικη ή ακατάλληλη διαφήμιση που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της χρήσης των laser. Ένα ακόμη κατακριτέο ζήτημα προκύπτει όταν κλινικές, νοσοκομεία και γιατροί προωθούν τη χρήση laser ακόμα και σε περιπτώσεις που η χρήση τους δεν ενδείκνυται ή δεν είναι η πιο κατάλληλη, προκειμένου να αυξήσουν τα έσοδα τους ή να αποσβέσουν την αξία αγοράς της εν λόγω διάταξης ιατρικού laser (Raulin, Greve et al. 2001). Σε αυτές τις περιπτώσεις, η υγεία και γενικά το καλό του πελάτη/ασθενή δεν είναι η προτεραιότητα, και είναι προφανές ότι σε αυτές τις περιπτώσεις οι εμπλεκόμενοι γιατροί έχουν παραβιάσει τις γενικές ηθικές αρχές που πρέπει να ακολουθούν οι γιατροί ή ακόμα και τον ίδιο τον όρκο του Ιπποκράτη. Η συμπεριφορά των γιατρών πρέπει να καθοδηγείται από τις γενικές ηθικές αρχές της αυτονομίας των ασθενών, της μη πρόκλησης βλάβης, της ευεργεσίας και της δικαιοσύνης (Anderson 2013). Δεδομένου ότι είναι ο γιατρός ο οποίος αποφασίζει ή τουλάχιστον προτείνει ότι ένας ασθενής χρειάζεται να υποβληθεί σε μια διαδικασία που βασίζεται σε laser, μπορεί να υποστηριχθεί ότι ορισμένες διαδικασίες laser περιλαμβάνουν από τη φύση τους μια έμφυτη σύγκρουση ενδιαφέροντος, καθώς η θεραπεία είναι προς το οικονομικό συμφέρον του ιατρού. Επομένως, θα πρέπει να αναπτυχθεί μια καλή και ηθική σχέση χρήστη-πελάτη (βλ. επόμενες ενότητες). Οι γιατροί συχνά πιέζονται από τις εταιρείες να χρησιμοποιούν μια νέα ιατρική συσκευή, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι ο στόχος του αντιπροσώπου πωλήσεων των εταιρειών είναι να πωλεί προϊόντα, όχι να βελτιώνει την ποιότητα φροντίδας του ασθενούς. Επιπλέον, οι κλινικές και τα ιδρύματα μεταπωλούν μερικές φορές συσκευές laser χωρίς καμία ρύθμιση και ως αποτέλεσμα άτομα με έλλειψη εμπειρογνωμοσύνης μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις διατάξεις laser με επιβλαβή τρόπο (Torres, Desai et al. 2011). Ομοίως, πολλές εταιρείες που παράγουν laser δεν απαιτούν από τον αγοραστή να έχει οποιαδήποτε εμπειρία ή πιστοποίηση στη χρήση των laser ή προχωρούν στην εύρεση μεθόδων για την παράκαμψη διάφορων νομικών ζητημάτων (Kluger 2010; Fusade and Mordon 2011). Κατά συνέπεια, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη αυστηρότερων κανονισμών και ο σχηματισμός αρμόδιων αρχών που θα έχουν την εξουσία να εποπτεύουν τη χρήση των laser.

### **3.3.4 Εκπαίδευση Χρήστη**

Όσον αφορά την κατάρτιση των χρηστών laser, έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει σημαντικό νομικό κενό για τις απαιτήσεις που απαιτούνται από τους πιθανούς χρήστες, όπως είναι οι γιατροί και οι καλλιτέχνες τατουάζ (Raulin, Greve et al. 2001). Σε περιπτώσεις όπου οι μη γιατροί χρησιμοποιούν laser για ιατρικές ή παρα-ιατρικές εφαρμογές (υπό την επίβλεψη ενός ιατρού ή χωρίς εποπτεία) η αυξημένη πιθανότητα των ατυχημάτων και η απουσία βασικών ιατρικών γνώσεων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή βλάβη (Karsai, Krieger et al. 2010; Fusade and Mordon 2011; Jalian, Jalian et al. 2013). Φυσικά, ηθικά ζητήματα προκύπτουν και στην περίπτωση που γιατροί είναι οι χρήστες των laser. Ακόμα και όταν δεν υπάρχουν νομικά ζητήματα για γιατρούς που δεν έχουν πιστοποιημένη ικανότητα για χρήση ιατρικών laser, οι γιατροί πρέπει να θέτουν ως προτεραιότητα την ευημερία του ασθενούς και οφείλουν να αποκαλύπτουν αν είναι πιστοποιημένοι για να εκτελέσουν μια τέτοια διαδικασία ή δεν έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση (Anderson, Pratt et al. 1998). Φυσικά, για κάθε νέα διαδικασία ή ιατρικό εξοπλισμό απαιτείται επιπλέον και κατάλληλη εκπαίδευση των γιατρών για την αποφυγή πρόκλησης βλάβης. Οι γιατροί ή οποιοδήποτε άλλοι χρήστες ιατρικών laser, ακόμη και όταν έχουν εκπαίδευση και πιστοποίηση για τη χρήση των laser, πρέπει να συνεχίζουν να ενημερώνονται σε σχέση με τα νέα δεδομένα που συνεχώς προκύπτουν σχετικά με τη χρήση των ιατρικών laser, καθώς και οποιεσδήποτε προειδοποιήσεις ή ανακλήσεις προϊόντων ανακοινώνει το FDA (Anderson 2013).

### **3.3.5 Σχέση Χρήστη/Πελάτη**

Η επόμενη κατηγορία, αυτής της σχέση μεταξύ χρήστη<sup>4</sup> και πελάτη<sup>5</sup> είναι παρόμοια με αυτή της προηγούμενης κατηγορίας. Ως επαγγελματίες, οι επαγγελματίες παροχής υπηρεσιών υγείας έχουν ιδιαίτερη υποχρέωση απέναντι στους πελάτες/ασθενείς τους (Anderson 2013). Καθώς οι «πελάτες» τους είναι ασθενείς ή άνθρωποι οι οποίοι χρειάζονται κάποια μορφή ιατρικής βοήθειας, η σχέση χρήστη/πελάτη πρέπει να βασίζεται στην εμπιστοσύνη, εχεμύθεια, απόρρητο, και η ενίσχυση της κοινωνικής πρόνοιας του

---

<sup>4</sup> Εδώ με τον όρο χρήστη εννοούμε αυτόν που χρησιμοποιεί μια διάταξη laser για να κάνει μια διαδικασία με laser. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να είναι κάποιος γιατρός ή κάποιος καλλιτέχνης τατουάζ που χρησιμοποιούν laser για να απομακρύνουν κάποιο ανεπιθύμητο τατουάζ.

<sup>5</sup> Όπου πελάτης μπορεί να είναι ασθενής ή απλά κάποιος πελάτης που δέχεται κάποια διαδικασία με laser.

ασθενούς θα πρέπει να είναι ο πρωταρχικός στόχος για όλες τις αποφάσεις. Στην περίπτωση της σχέσης γιατρού και ασθενή, ο ασθενής έχει δικαιώματα, τόσο αρνητικά (να μην σκοτωθεί ή τραυματιστεί σκόπιμα ή κατά λάθος, και να μην εξαπατηθεί) αλλά και θετικά (να ενημερωθεί κατάλληλα, να τον αναλάβει κατάλληλος/αρμόδιος γιατρός και να έχει τον τελικό λόγο για τη λήψη των αποφάσεων) (Anderson 2013).

Οι άνθρωποι που υποβάλλονται σε θεραπεία με οποιοδήποτε είδος laser πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τα προσόντα χρήστη, τους πιθανούς κινδύνους, τις αντενδείξεις, τις πιθανές εναλλακτικές διαδικασίες, και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Επιπλέον, στις περιπτώσεις των νέων διαδικασιών, οι ασθενείς θα πρέπει να ενημερώνονται με ακρίβεια σχετικά με την καινοτομία της διαδικασίας στην οποία πρόκειται να υποβληθούν, τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και το γεγονός ότι υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία σχετικά με τα αναμενόμενα αποτελέσματα της εν λόγω διαδικασίας. Οι ασθενείς θα πρέπει να ενημερώνονται πλήρως για όλους τους κινδύνους για οποιαδήποτε χειρουργική ή μη επέμβαση. Στην περίπτωση των καινοτόμων χειρουργικών επεμβάσεων, μια συζήτηση σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους πρέπει να περιλαμβάνει και τα σχετικά ρίσκα που παίρνει ο ασθενής καθώς και την αβεβαιότητα που υπάρχουν σε σχέση με αυτά (Anderson 2013). Επίσης, οι ασθενείς πρέπει να ενημερώνονται για οποιοδήποτε πιθανές σχετικές προειδοποιήσεις του FDA. Οι ασθενείς και οι πελάτες θα πρέπει να έχουν στη διάθεση τους όλες τις πληροφορίες οι οποίες είναι απαραίτητες για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν την υγεία τους, προστατεύοντας έτσι την αυτονομία τους. Επιπλέον, οι ασθενείς / πελάτες πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσουν τα θέματα που σχετίζονται με τη διαδικασία που πρόκειται να δεχθούν και να κάνουν μια εθελοντική απόφαση. Προκειμένου να προστατευθούν τα δικαιώματα των ασθενών, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι γιατροί και όχι οποιοδήποτε άλλο μέλος του λοιπού προσωπικού κλινικής υποστήριξης, θα παρέχει την αναγκαία πληροφόρηση για την απόκτηση της απαραίτητης γραπτής συγκατάθεσης από τον ασθενή. Φυσικά, οι γιατροί δεν θα πρέπει να θέσουν τη συνολική ευθύνη για τον ασθενή. Απαιτείται η λήψη μιας ισορροπημένης απόφασης από κοινού από τον ιατρό και τον ασθενή. Σε περίπτωση των ιατρικών laser, έχει επισημανθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις, το βασικό κριτήριο της χρήσης laser δεν είναι θεραπευτική επιτυχία, αλλά το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα (Raulin, Greve et al. 2001). Αυτό το ζήτημα μπορεί να θεωρηθεί ως μια υποκατηγορία της σχέσης με το χρήστη- πελάτη/ασθενή. Ειδικά οι γιατροί θα έπρεπε να χρησιμοποιούν laser (όπως και οποιαδήποτε άλλη ιατρική τεχνολογία) μόνο όταν είναι αναγκαίο και σκόπιμο. Αν και σημαντικό, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα να

είναι το κύριο κριτήριο της χρήσης laser. Η ευημερία, ασφάλεια και υγεία του ασθενή/πελάτη πρέπει να είναι το πρώτο και κύριο κριτήριο. Ο χρήστης θα πρέπει να είναι ειλικρινής με τους πελάτες / ασθενείς και όχι να τους καθοδηγεί με κριτήριο το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα, που θα μπορούσε να είναι παραπλανητικό.

### **3.3.6 Άλλα θέματα**

Τα laser είναι αναμφισβήτητα ένα πολύτιμο εργαλείο για διεπιστημονική έρευνα σε πολλά πεδία, ειδικά εκείνα που αφορούν την ιατρική και τη βιολογία. Μάλιστα μερικά από τα πρόσφατα βραβεία Νομπέλ στη φυσική είχαν ως βάση τους τα laser (Nobel-Media-AB 2013). Αναπόφευκτα, η έρευνα για εφαρμογές που βασίζονται στα laser ακόμα και για ιατρικούς σκοπούς, μπορούν πολύ συχνά να οδηγήσουν σε επικίνδυνα μονοπάτια τα οποία αποτελούν απειλή για την ανθρωπότητα. Για παράδειγμα, τα laser μπορεί να χρησιμοποιηθούν για το διαχωρισμό ισοτόπων που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, αλλά δυστυχώς η τεχνική αυτή μπορεί επίσης να εφαρμοστεί για τη δημιουργία πυρηνικού καυσίμου καθώς επίσης και να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη πυρηνικών όπλων (Brumfiel 2012).

## **3.4 Παραδείγματα εφαρμογής**

Αυτή η ενότητα ασχολείται με δύο συγκεκριμένες εφαρμογές των ιατρικών και παρα-ιατρικών laser, τη χειρουργική επέμβαση ματιών και την αφαίρεση τατουάζ με laser. Τα παραδείγματα αυτά θα μας βοηθήσουν να παρουσιάσουμε πώς προκύπτουν τα προαναφερθέντα ηθικά ζητήματα στη πραγματική ζωή και στις πρακτικές εφαρμογές.

### **3.4.1 Χειρουργική επέμβαση ματιών με laser (Lasik)**

Η εξέλιξη της χειρουργικής πρακτικής απαιτεί κατ 'ανάγκη την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών καινοτομιών (Anderson 2013) και κανένας δεν μπορεί να αρνηθεί το γεγονός ότι η ανάπτυξη των laser έχει αλλάξει σημαντικά την ιατρική πρακτική και ιδιαίτερα το πεδίο της οφθαλμολογίας (Pollack 1991; Xie and Chen 2005; Yu, Wang et al.

2006; Misiuk-Hojło, Krzyzanowska-Berkowska et al. 2007; Kullman and Pineda Ii 2010; Bastawrous, Silvester et al. 2011; Xing, Tang et al. 2013) . Στο Ηνωμένο Βασίλειο, κάθε χρόνο πραγματοποιούνται περισσότερες από 100.000 επεμβάσεις με laser στα μάτια (Science&Technology-Facilities-Council 2010), ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες εκτιμάται ότι η βιομηχανία αυτών των επεμβάσεων είναι της τάξης των 2 δισεκατομμυρίων δολαρίων (Baer and Schlacter 2010). Τα ιατρικά laser έχουν βρει ένα ευρύ φάσμα από εφαρμογές στο πεδίο, από την απεικόνιση διαφορετικών παθολογικών καταστάσεων μέχρι και για θεραπευτικούς σκοπούς. Προκείμενου να εστιάσουμε τη συζήτηση μας στα ηθικά θέματα και διλήμματα που προκύπτουν, θα επικεντρωθούμε στην Lasik (Laser in Situ Keratomileusis) η οποία είναι η πιο διαδεδομένη επέμβαση διόρθωσης διαθλαστικών προβλημάτων των ματιών (όπως η μυωπία) με laser και αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 (Pallikaris, Papatzanaki et al. 1990). Η Lasik είναι μια διαθλαστική εγχείρηση η οποία σμιλεύει και ανασχηματίζει με τη χρήση laser τον κερατοειδή χιτώνα του ματιού έτσι ώστε να επιτρέψει στο μάτι να κάνει σωστή εστίαση (όπως σε περιπτώσεις μυωπίας, υπερμετροπίας και αστιγματισμού). Αυτός ο τύπος χειρουργικής επέμβασης είναι τόσο διαδεδομένος ώστε αναφερόμαστε σε αυτόν ως «χειρουργική ματιών με laser». Καθώς οι επεμβάσεις αυτές είναι πολύ διαδεδομένες, διάφορες στρατηγικές μάρκετινγκ και διαφήμισης χρησιμοποιούνται προκειμένου να αυξήσουν τον όγκο των επεμβάσεων ανά γιατρό ή ανά κλινική, οδηγώντας όμως σε πολλά ηθικά θέματα. Σύμφωνα με τον Koch, η χειρουργική Lasik μπορεί να είναι νόμιμη και ηθική ή παράνομη, εάν δεν εφαρμόζονται συγκεκριμένοι κανονισμοί που προτείνονται από τις αντίστοιχες επιτροπές κάθε χώρας (π.χ. U.S. Federal Trade Commission) (Koch 2003). Οι ασθενείς μπορεί να εξαπατηθούν με διάφορους τρόπους (για παράδειγμα με τις χειρουργικές συνοδείες που δεν αναφέρονται εκ των προτέρων), καταλληλόλητα των ασθενών για επέμβαση (δεν είναι όλοι οι ασθενείς κατάλληλοι για να δεχθούν αυτή την επέμβαση), αποτέλεσμα της επέμβασης (οι διαφημίσεις αναφέρονται για μία πλήρη και μόνιμη θεραπεία, το οποίο δεν ισχύει πάντοτε) και ο φόβος (καθώς οι άλλες επεμβάσεις παρουσιάζονται ως πιο επεμβατικές και επώδυνες). Οι επιπτώσεις στο κοινό από τέτοιες διαφημίσεις είναι τόσο μεγάλες ώστε οι διαφημίσεις για Lasik έχουν οδηγήσει στη δημιουργία ενός νέου τύπου ασθενών: αυτών οι οποίοι απαιτούν να υποβληθούν σε μια συγκεκριμένη ιατρική επέμβαση την οποία οι ίδιοι πιστεύουν ότι είναι κατάλληλοι για αυτούς (Arshinoff 2004). Αυτή η κατηγορία ασθενών απαιτούν να δεχθούν την ιατρική αυτή επέμβαση με laser και δεν ενδιαφέρονται για οποιαδήποτε άλλη ιατρική επέμβαση την οποία μπορεί να προτείνουν οι γιατροί τους. Σύμφωνα με τον Arshinoff, αυτοί οι ασθενείς παρουσιάζονται να αναζητούν και να απαιτούν μια συγκεκριμένη ιατρική αγωγή παρά να παραπονιούνται

για κάποιο ιατρικό τους πρόβλημα και να αναζητούν τη συνιστώμενη λύση από το γιατρό σε αυτό το πρόβλημα τους (Arshinoff 2004). Αυτό το φαινόμενο είναι ένα αποτέλεσμα της επίδρασης που έχει η διαφήμιση και της «μανίας για laser» που αναφέραμε και προηγουμένως. Επίσης, υπάρχουν περιπτώσεις αυτού που ονομάζεται «τουρισμός Lasik», όπου οι πολίτες/ασθενείς προτιμούν να ταξιδέψουν στο εξωτερικό προκειμένου να δεχθούν εγχείριση Lasik. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτοί οι ασθενείς βάζουν την υγεία τους καθώς δεν έχουν ενημερωθεί για τα ενδεχόμενα ρίσκα, πολλές φορές δεν γνωρίζουν το γιατρό τους και επίσης αγνοούν και την ανάγκη για μετεγχειρητική φροντίδα που είναι αναγκαία θα χρειαστεί (Lockington, Johnson et al. 2013).

Οι επαγγελματίες διαδραματίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην ελαχιστοποίηση της εξαπάτησης των ασθενών, όχι μόνο μέσα από τη χρήση ηθικών και νόμιμων μεθόδων, αλλά επίσης και μέσω της προσπάθειας τους για καταπολέμηση των συναδέρφων τους που χρησιμοποιούν ανορθόδοξες μεθόδους ή διαφημίσεις (Packer 2004). Επιπρόσθετα, οι γιατροί πρέπει να ενημερώνουν τους ασθενείς τους διεξοδικά και να δρουν κατάλληλα όταν μπορούν να προστατέψουν τόσο το κοινό όσο και το ίδιο τους το επάγγελμα από παραπλανητικές και δυσφημιστικές διαφημίσεις (Koch 2003). Η «κακή» διαφήμιση μπορεί να αντιμετωπιστεί με την «καλή διαφήμιση». Διαφημιστικές καμπάνιες από κατάλληλες κοινότητες πρέπει να διεξάγονται, προκειμένου να αντιταχθούν σε κακές διαφημίσεις (Arshinoff 2004) ή προκειμένου να παρέχουν κατάλληλη και σωστή πληροφόρηση στο κοινό σχετικά με θέματα που αφορούν θεραπείες με χρήση laser και να μειώσουν τους μύθους, παραπλανήσεις και παρεξηγήσεις. Πρέπει να καταστεί σαφές στο κοινό ότι η Lasik δεν είναι κατάλληλη για όλους τους ασθενείς. Το U S Food and Drug Administration (FDA) έχει εγκρίνει τη διαδικασία σε άτομα πάνω από 18 χρονών και συγκεκριμένα κριτήρια έχουν θεσπιστεί τα οποία περιλαμβάνουν το ιατρικό ιστορικό των ασθενών, την εγκυμοσύνη και τη φυσιολογία του ματιού η οποία είναι κρίσιμος παράγοντα στο κατά πόσο οι ασθενείς μπορούν να δεχθούν αυτή την επέμβαση (Weinberg and Insler 2010). Η Lasik είναι μια ασφαλής εγχείριση, αλλά όπως η πλειοψηφία των επεμβατικών ιατρικών διαδικασιών περιλαμβάνει έναν αριθμό από πιθανές αρνητικές επιπτώσεις, επιπλοκές ή παρενέργειες τις οποίες ο ασθενής πρέπει να ενημερωθεί πριν αποφασίσει να κάνει την εν λόγω εγχείριση (O'Reilly 2002).

### 3.4.2 Απομάκρυνση τατουάζ

Η απομάκρυνση τατουάζ με laser παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς πρόκειται για μια παρα-ιατρική διαδικασία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τατουάζ, μεταξύ των οποίων τα ερασιτεχνικά-διακοσμητικά, τα επαγγελματικά-διακοσμητικά, τα κοσμητικά, τα τραυματικά και τα ιατρικά (Πίνακας 1). Κατά την απομάκρυνση των τατουάζ, ή ακόμα και κατά τη δημιουργία τους, διάφοροι επαγγελματίες από διάφορους χώρους, μπορεί να εμπλακούν, μεταξύ των οποίων γιατροί (χειρουργοί, δερματολόγοι) και καλλιτέχνες τατουάζ. Παρόλο που είναι πλέον ευρέως αποδεκτό ότι οι επαγγελματίες υγείας πρέπει να διδαχθούν θέματα ηθικής κατά τη διάρκεια των σπουδών τους (Godbold and Lees 2013), δεν ισχύει το ίδιο για όλα τα άτομα που μπορεί να εμπλακούν στην απομάκρυνση ενός τατουάζ.

Παρά το γεγονός ότι η απομάκρυνση των τατουάζ βασίζεται στην αρχή της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, η αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας του laser με το τατουάζ δεν είναι πλήρως κατανοητή και δεν έχει αποσαφηνιστεί (Choudhary, Elsaie et al. 2010). Παρά τις θεωρητικές αυτές ελλείψεις στο πεδίο, η πιθανότητα χρήση των laser για απομάκρυνση τατουάζ (Goldman, Blaney et al. 1963; Goldman, Wilson et al. 1965) και στην εποχή μας είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για απομάκρυνση τατουάζ και θεωρείται ως η καθιερωμένη μέθοδος πρότυπο (gold-standard treatment) (Luebberding and Alexiades-Armenakas 2014). Για την απομάκρυνση τατουάζ άλλες ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές είναι: η εκτομή /αφαίρεση, κρυοθεραπεία, δερμοαπόξεση (dermabrasion), ο καυτηριασμός, και η χρήση υπέρυθρων ακτινών (infrared coagulation) (Setlur 2007; Barikbin, Hejazi et al. 2010; Greenbaum and Greenbaum 2013; Kirby, Chen et al. 2013). Παρόλο που οι τεχνικές αυτές προκαλούν το ενδιαφέρον, είναι πέρα από το σκοπό αυτό του κεφαλαίου και δεν θα συζητηθούν περισσότερο.

Κατά τη γνώμη μας, τα μεγάλα ηθικά ζητήματα που αφορούν την αφαίρεση τατουάζ με laser ξεκινούν ακόμη και πριν οι άνθρωποι αποφασίζουν να αποκτήσουν ένα τατουάζ (αναφερόμαστε βέβαια στην περίπτωση των διακοσμητικών και κοσμητικών τατουάζ, όπου οι άνθρωποι έχουν την επιλογή να τα κάνουν). Οι διάφορες διαφημίσεις από διάφορους επαγγελματίες του χώρου παρουσιάζουν ότι αν αλλάξεις γνώμη μπορείς να απομακρύνεις πλήρως το ανεπιθύμητο τατουάζ με ένα εύκολο και ανώδυνο τρόπο μέσω της χρήσης των laser. Δυστυχώς όμως, αυτό δεν ισχύει πάντοτε και θέματα όπως οι απαιτούμενες συνεδρίες, η «μετεγχειρητική φροντίδα» και οι πιθανές επιπλοκές δεν αναφέρονται (Setlur 2007; Klein, Rittmann et al. 2014). Για ακόμα μια φορά, η

ακτινοβολία των laser παρουσιάζεται ως «μαγικό φως», το οποίο μπορεί να απαλλάξει τους ανθρώπους από ανεπιθύμητα τατουάζ. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος το οποίο να είναι κατάλληλο για όλες τις περιπτώσεις (Jow, Brown et al. 2010; Sarnoff 2014). Σε πολλές περιπτώσεις ένας συνδυασμός από πολλά μήκη κύματος χρειάζεται, γεγονός που υπαγορεύει και τη χρήση ενός συνδυασμού από συσκευές laser έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα (Suchin and Greenbaum 2004; Choudhary, Elsaie et al. 2010). Καθώς κάθε ασθενής είναι διαφορετικός και κάθε τατουάζ είναι μοναδικό, ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί έτσι ώστε να επιλεγθεί το κατάλληλο laser για να γίνει κατορθωτή η αφαίρεση του τατουάζ. Για παράδειγμα, το σημείο στο σώμα που βρίσκεται το τατουάζ, η ηλικία και ο τύπος του δέρματος του ανθρώπου, είναι μόνο μερικές από τις παραμέτρους που μπορεί να επηρεάσουν την απομάκρυνση ενός τατουάζ, ενώ η συμμόρφωση του ασθενή στις σχετικές οδηγίες μπορεί επίσης να επηρεάσει την αφαίρεση (Jow, Brown et al. 2010). Επιπλέον, οι πελάτες πρέπει να πληροφορηθούν από την πρώτη κιόλας επίσκεψη στα ινστιτούτα τατουάζ ότι αν αποφασίσουν να αφαιρέσουν το τατουάζ τους, στο μέλλον υπάρχει πάντα η πιθανότητα να μην γίνει κατορθωτή η πλήρης αφαίρεση του. Επιπρόσθετα, η αφαίρεση του τατουάζ απαιτεί ένα σημαντικό αριθμό από συνεδρίες και όχι μόνο μία (Kirby, Chen et al. 2013), που προφανώς αυτό σημαίνει σημαντικές απαιτήσεις σε χρήμα και χρόνο. Ακόμα, ειδική μετεγχειρητική φροντίδα απαιτείται κατά τη διάρκεια και μετά από αυτές τις συνεδρίες (π.χ. χρήση αντιβιοτικών/αντιφλεγμονωδών, προστασία από τον ήλιο, για τα οποία συχνά ο ασθενής δεν ενημερώνεται έγκαιρα. Αυτή η μετεγχειρητική φροντίδα που απαιτείται μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα ζωής του ασθενή και να πρέπει ο ασθενής να αλλάξει τις καθημερινές του συνήθειες και τρόπο ζωής. Επιπλέον, αν και η απομάκρυνση των τατουάζ με laser θεωρείται ασφαλής διαδικασία, οι πιθανότητες για επιπλοκές δεν απουσιάζουν (Aurangabadkar and Mysore 2009; Choudhary, Elsaie et al. 2010) και δεν μπορεί να αγνοηθούν. Ο πελάτης πρέπει να ενημερωθεί για όλες αυτές τις πιθανές επιπλοκές πριν πάρει την τελική του απόφαση να κάνει τατουάζ.

**Πίνακας 3** Κατηγορίες laser [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2014)].

Class	Description	Removal
Amateur-decorative	Placed by individuals using a variety of methods Made of carbon-based ink, blue-black in colour	Few sessions, since they are usually light
Professional-decorative	Performed by professionals and intended to last. Large quantities of ink which contains both inorganic (iron, titanium, cobalt, cinnabar, cadmium, mercury, copper, chlorine, bromine, aluminium, carbon) and organic (azo or non-azo dyes and polycyclic compounds). Multi-coloured	Large number of sittings. May not clear completely, and a ghost image of the design may remain
Cosmetic	Performed by both medical professionals and tattoo artists. Inks with a mixture of components, including ferric oxide and titanium dioxide	Pigment darkening may occur after laser treatment
Traumatic	Tattoos that are the result of an accident rather than intentional	Laser therapy might become dangerous due to reactions with the responsible pigment
Iatrogenic/ Medicinal	Performed by medical professionals either for reconstruction purposes or as markers for medical purposes	As professional tattoos (since they are performed by medical professionals for reconstruction purposes their removal is rare)

Ένα άλλο σημαντικό θέμα σε σχέση με την αφαίρεση τατουάζ με laser είναι η ειδική γνώση που απαιτείται να έχουν οι επαγγελματίες που χειρίζονται τις πηγές laser. Παρόλο που οι γιατροί είναι η καλύτερη επιλογή, δεν έχουν όλοι οι γιατροί πιστοποιητικά να χειρίζονται διατάξεις laser. Ειδικά μεταπτυχιακά μαθήματα ή μετε-εκπαιδεύσεις από εξουσιοδοτημένα κέντρα laser απαιτούνται προκειμένου ένας ιατρός (κυρίως δερματολόγοι) να αποκτήσει την απαραίτητη γνώση για χρήση των ιατρικών laser. Επιπρόσθετα, πολλοί επαγγελματίες εκτός από ιατρούς, όπως οι καλλιτέχνες τατουάζ, πραγματοποιούν αφαιρέσεις τατουάζ με laser (Setlur 2007; Karsai, Krieger et al. 2010; Fusade and Mordon 2011). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε πολλές χώρες και είναι αποτέλεσμα της απουσίας κατάλληλων και πρόσφατων νομικών πλαισίων που δεν μπορούν να διέπουν τη χρήση των laser (Fusade and Mordon 2011). Ακόμα, πολλές εταιρείες κατασκευής ιατρικών laser βαφτίζουν τα προϊόντα τους ως συσκευές που προορίζονται για κοσμητική, έτσι ώστε να αποφύγουν διάφορες διατάξεις των νόμων που διέπουν τα ιατρικά μηχανήματα σε διάφορες χώρες (Fusade and Mordon 2011). Επιπλέον, μπορεί να μην ζητούν αποδείξεις της ικανότητας ή του διπλώματος του αγοραστή για χρήση τέτοιων συσκευών, πρακτική η οποία θα μείωνε την ανεξέλεγκτη χρήση ιατρικών laser (Kluger 2010). Προκειμένου να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί και οι πιθανοί κίνδυνοι από τη χρήση των laser για αφαίρεση τατουάζ, απαιτείται η θέσπιση

αυστηρότερων κανονισμών και νομοθεσιών που να διέπουν τη χρήση των ιατρικών laser, και αυτό γίνεται όλο και πιο απαραίτητο καθώς οι απαιτήσεις για χρήση laser και οι εφαρμογές τους συνεχώς αυξάνονται.

### **3.5 Συμπεράσματα**

Η ιατρική τεχνολογία, έχει την ικανότητα να κάνει θαύματα και έχει δραματικά αλλάξει το πεδίο της ιατρικής περίθαλψης. Τα ιατρικά laser είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία η οποία έχει συνεισφέρει σημαντικά σε διάφορους τομείς της ιατρικής. Ωστόσο, εγείρονται πολλά θέματα ηθικής και για αυτό το λόγο απαιτείται να δοθεί ιδιαίτερη σημασία από όλους τους εμπλεκόμενους. Σε αυτό το κεφάλαιο τονίσαμε ότι πολλοί ηθικοί προβληματισμοί εγείρονται από τη χρήση των ιατρικών και παρα-ιατρικών laser και η πηγή πολλών από αυτών είναι ο μύθος σχετικά με το «μαγικό φως» από τις πηγές laser. Αυτά τα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν είναι πολύπλοκα και θα συνεχίσουν να αυξάνονται όσο αναπτύσσονται οι εφαρμογές των laser. Οι πέντε κατηγορίες ηθικών ζητημάτων και οι συνέπειες τους δεν μπορούν να αγνοηθούν: (1) μέσα μαζικής ενημέρωσης, μάρκετινγκ και διαφήμιση (2) οικονομικά αποτελέσματα (3) εκπαίδευση των χρηστών (4) σχέση χρήστη/ πελάτη-ασθενών και (5) άλλα θέματα. Στο κεφάλαιο αυτό τα ηθικά ζητήματα παρουσιάστηκαν σε σχέση με το αντίκτυπο που έχουν στα άτομα (χρήστες, ασθενείς) και στην κοινωνία, ενώ ένα μοντέλο των πολύπλοκων τους σχέσεων παρουσιάστηκε.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ένα σημαντικός αριθμός από άρθρα στη διεθνή βιβλιογραφία που συζητούν τα θέματα ηθικής σε σχέση με τα ιατρικά laser δημοσιεύτηκαν με τη μορφή σύντομων γραμμμάτων (short letters) ή σημειώσεων (notes) σε επιστημονικά περιοδικά, και όχι ως κανονικά άρθρα. Κατά την άποψη μας αυτό δείχνει ότι παρόλο που αρκετοί ερευνητές κατανοούν και αντιλαμβάνονται τα πολυάριθμα ηθικά θέματα που προκύπτουν, μια εκτεταμένη και πραγματική συζήτηση γύρω από αυτά τα θέματα δεν έχει ακόμα ξεκινήσει να γίνεται. Πιστεύουμε ότι υπάρχει αρκετός χώρος για πραγματική συζήτηση σε θέματα ηθικής και ειδικοί από διάφορα πεδία και με διαφορετικά υπόβαθρα μπορούν εποικοδομητικά να συνεισφέρουν στο πεδίο της ηθικής των laser. Αυτή η συζήτηση θα γίνεται όλο και πιο σημαντική και επίκαιρη αν λάβουμε υπόψη μας ότι τα laser θα συνεχίσουν όλο και περισσότερο να καταλαμβάνουν σημαντικό μέρος της ζωής μας και ειδικά σε θέματα υγείας.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

## ***4.1 Περίληψη***

Ο αιώνας μας έχει περιγραφεί ως η ηλεκτρονική εποχή και κάθε μέρα αναδύονται νέες τεχνολογίες ή εφαρμογές οι οποίες παράγουν δεδομένα με εκθετικούς ρυθμούς. Ως εκ τούτου, όλοι οι οργανισμοί και εταιρείες, όλο και περισσότερο, αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων. Γενικώς, η διαχείριση, αποθήκευση και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων αναφέρεται ως Μεγάλα Δεδομένα, Big Data. Ο αναδύομενος τομέας των Μεγάλων Δεδομένων δημιουργεί πολλές προκλήσεις για τις μονάδες Υγείας καθώς τα δεδομένα από πηγές υγειονομικής περίθαλψης αυξάνονται συνεχώς. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το αναδύομενο πεδίο των Μεγάλων Δεδομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα οφέλη, στις προκλήσεις και στην ηθική τους. Παρέχεται μια ευρεία επισκόπηση της υγειονομικής περίθαλψης για τους ερευνητές, τους επαγγελματίες και τους φορείς χάραξης πολιτικής για την υγεία. Επιπλέον, προτείνεται ένα τρισδιάστατο μοντέλο για την εκτίμηση των μεγάλων ανησυχιών, προκλήσεων και ηθικών ζητημάτων που εγείρονται από τα Μεγάλα Δεδομένα στο πλαίσιο των μονάδων υγείας. Η ενότητα αυτή επίσης στοχεύει στην ευαισθητοποίηση σε θέματα ηθικών διλημμάτων τα οποία μπορεί να αντιμετωπίσουν στο εγγύς μέλλον οι επαγγελματίες υγείας.

## ***4.2 Εισαγωγή- Το πρόβλημα των μεγάλων δεδομένων***

Το μέγεθος των βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιείται στις σημερινές επιχειρήσεις αυξάνεται καθημερινά με εκθετικούς ρυθμούς (Patel, Birla et al. 2012). Ωστόσο, προκειμένου να αποκομιστεί κάποιο κέρδος από αυτά τα δεδομένα, οι διαθέσιμες πληροφορίες θα πρέπει να είναι προσβάσιμες και χρήσιμες (Fuller, Khoueir et al. 2013). Η ανάγκη για επεξεργασία και ανάλυση μεγάλων όγκων δεδομένων έχει επίσης αυξηθεί και αυτή τη στιγμή σχεδόν το 95% των δεδομένων από τις επιχειρήσεις παραμένει αναξιοποίητο (Futitsu 2014). Η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων περιλαμβάνει μια ποικιλία λειτουργιών όπως η σήμανση (tagging), η επισήμανση (highlighting), η ευρετηρίαση (indexing), η αναζήτηση και πολλές άλλες λειτουργίες (Patel, Birla et al.

2012). Δυστυχώς, τα σημερινά υπολογιστικά εργαλεία παρουσιάζουν σοβαρούς περιορισμούς στη διαχείριση αυτών των πληροφοριών (Shaer, Mazalek et al. 2013). Οι προκλήσεις περιλαμβάνουν θέματα όπως η κλιμάκωση, τα αδόμητα δεδομένα, η προσβασιμότητα, οι αναλύσεις σε πραγματικό χρόνο, η ανοχή σφάλματος και πολλά άλλα (Patel, Birla et al. 2012). Τα εμπόδια στη χρήση των υπολογιστικών μοντέλων περιλαμβάνουν έλλειψη των τυποποιημένων μορφών, των κοινών διεπαφών με τα δεδομένα, της ασυνέπειας σε αναγνωριστικά στοιχεία για βιολογικές οντότητες και την ανεπαρκή υποστήριξη στα πλαίσια ανταλλαγής δεδομένων (Fuller, Khoueiry et al. 2013). Επίσης, μεμονωμένα μηχανήματα δεν μπορούν να αποθηκεύσουν ή/και να επεξεργαστούν μεγάλα δεδομένα σε μια πεπερασμένη χρονική περίοδο (Patel, Birla et al. 2012). Όλοι αυτοί οι περιορισμοί και εμπόδια έχουν συμβάλει στη δημιουργία του αποκαλούμενου «Προβλήματος των Μεγάλων Δεδομένων», το οποίο γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό καθώς τα δεδομένα γίνονται όλο και περισσότερο αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας. Εκτός από τις ίδιες τις δυσκολίες διαχείρισης αυτών των δεδομένων, οι αποτυχίες στη διαχείριση των δεδομένων ενδέχεται να αντιπροσωπεύουν σημαντικές οικονομικές απώλειες ή απώλεια μεριδίου αγοράς και έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη φήμη μιας επιχείρησης (Parker 2014).

Επιπλέον, πολλά ζητήματα ηθικής προέλευσης προκύπτουν από τη χρήση τέτοιων μεγάλων δεδομένων. Για παράδειγμα, οι Kord και Doug δήλωσαν ότι τα μεγάλα δεδομένα θέτουν μια λειτουργία εξαναγκασμού που μας ωθεί να εξετάσουμε σοβαρά ηθικά ζητήματα, συμπεριλαμβανομένου του κατά πόσο ορισμένες χρήσεις των μεγάλων δεδομένων παραβιάζουν θεμελιώδη πολιτικά, κοινωνικά και νόμιμα δικαιώματα (Kord and Doug 2012). Επιπρόσθετα, μια σημαντική ανησυχία αποτελεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των προσωπικών δεδομένων (Costa 2014). Σύμφωνα με το Gostin, η ιδιωτικότητα είναι πολύ στενά συνδεδεμένη με την ελευθερία και αντιπροσωπεύει τις εντάσεις μεταξύ του ατομικού καλού και του συλλογικού καλού (Gostin 2009). Επιπλέον, οι Boyd και Crawford αναφέρουν ότι τα Μεγάλα Δεδομένα είναι ένα κοινωνικοτεχνικό φαινόμενο το οποίο προκαλεί τόσο ουτοπική όσο και δυστοπική ρητορική (Boyd and Crawford 2012). Ενώ ο χειρισμός των Μεγάλων Δεδομένων θα μπορούσε να είναι πολύτιμο εργαλείο σε τομείς όπως η έρευνα για τον καρκίνο και η αλλαγή του κλίματος, θα μπορούσε παράλληλα να προκαλέσει εισβολή στην ιδιωτική ζωή και να μειωθεί η αστική ελευθερία. Το πρόβλημα είναι τόσο σημαντικό ώστε ζητήθηκε από το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας των ΗΠΑ το 2013 και αποτελεί την πρωταρχική περιοχή ενδιαφέροντος

της Data-Enabled Life Science Alliance (DELSA, <http://www.delsaglobal.org/> ) (Trifonova, P'in et al. 2013).

### **4.3 Προκλήσεις και Ηθικά ζητήματα που εγείρονται από τα Μεγάλα Δεδομένα στο χώρο της Υγείας**

Η πλειοψηφία των νέων και αναδυόμενων τεχνολογιών αιχμής συχνά αποκαλούνται ως «τεχνολογίες διπλής χρήσης» (“*dual-use technologies*”), δεδομένου ότι η χρήση/εφαρμογή τους θα μπορούσε να είναι τόσο επωφελής όσο και επιβλαβής ή επικίνδυνη (Pustovit and Williams 2010). Σύμφωνα με τους Boyd και Crawford, η τεχνολογία δεν είναι «ούτε καλή ούτε κακή, ούτε ουδέτερη » (Boyd and Crawford 2012), αλλά η αλληλεπίδραση με την κοινωνία είναι αυτή που μπορεί να οδηγήσει σε περιβαλλοντικές, κοινωνικές και ανθρώπινες αρνητικές συνέπειες. Στον τομέα της Υγείας, η χρήση της επιστήμης και της τεχνολογίας δημιουργεί μεγάλες προκλήσεις και το τοπίο των ηθικών προκλήσεων γίνεται πολύ περίπλοκο.

Οι κανόνες δεοντολογίας και τα ηθικά ζητήματα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αφορούν τα Μεγάλα Δεδομένα, βρίσκεται στον πυρήνα όλων των οργανισμών και των επιχειρήσεων (Rossies 2014). Παρόλο που αυτά καθαυτά τα Μεγάλα Δεδομένα δεν είναι μια συγκεκριμένη τεχνολογία, απαιτούνται προηγμένες τεχνολογίες αιχμής για τη διαχείριση και την ανάλυση τους. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές τα Μεγάλα Δεδομένα είναι “*ηθικά ουδέτερα*”, αλλά ηθικά ζητήματα προκύπτουν από την προσπάθεια για την ευθυγράμμιση των δράσεων των οργανισμών με τις κοινωνικές αξίες (Kord and Doug 2012; Mateosian 2013). Η έρευνα για τις προκλήσεις που προκύπτουν και τα ηθικά ζητήματα είναι ζωτικής σημασίας, αλλά δυστυχώς οι ηθικές επιπτώσεις είναι περίπλοκες και δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητές (Boyd and Crawford 2012). Αν και ορισμένα από τα ζητήματα ισχύουν που προκύπτουν επίσης για τα δεδομένα έντυπης μορφής, στον τομέα των ηλεκτρονικών Μεγάλων Δεδομένων είναι ακόμη πιο προβληματικά και κρίσιμα, δεδομένου ότι ο όγκος των ηλεκτρονικών δεδομένων που υφίσταται επεξεργασία είναι τεράστιος (Hoffman and Podgurski 2013).

Σε αυτή την εργασία, προτείνουμε τη χρήση ενός τρισδιάστατου μοντέλου (βλ. ενότητα, **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**), προκειμένου να προσδιοριστούν οι σχέσεις μεταξύ i) της χρήσης των Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία, ii) των ηθικών ζητημάτων και τις προκλήσεις και iii) τα επηρεαζόμενα άτομα. Ένα παρόμοιο μοντέλο

χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Dabrock και συν. για τη μελέτη «βιο-αντικειμένων» (“bio-objects”) που προκύπτουν από τις καινοτομίες (Dabrock, Braun et al. 2013). Επίσης, έχουμε χρησιμοποιήσει ένα παρόμοιο μοντέλο για να διερευνήσουμε τα ηθικά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ιατρικών laser (δες **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΑΤΡΙΚΑ LASER**) (Stylianou and Talias 2014). Αυτό το μοντέλο είναι ένα τρισδιάστατο πλέγμα και έχει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά:

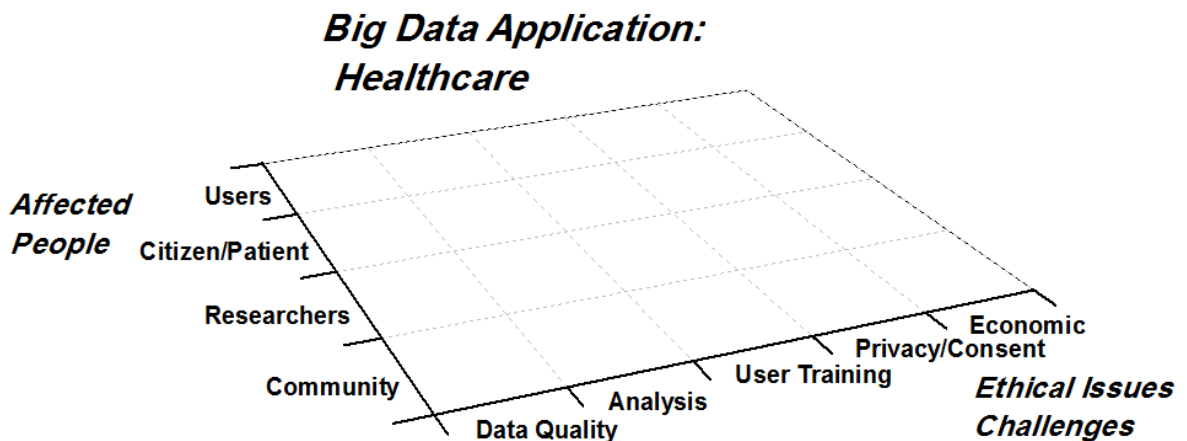
- Κατά μήκος του άξονα X παρουσιάζονται οι εφαρμογές/χρήσεις των Μεγάλων Δεδομένων.
- Στους άξονες Y και Z παρουσιάζονται τα ηθικά ζητήματα / προκλήσεις και οι άνθρωποι που μπορούν να επηρεαστούν, αντίστοιχα.

Η προτεινόμενη μήτρα είναι ένα μοναδικό εργαλείο που μας δίνει τη δυνατότητα να εντοπίσουμε και να συζητήσουμε τα ηθικά ζητήματα και τις προκλήσεις που αφορούν τα Μεγάλα Δεδομένα. Για παράδειγμα, προκειμένου να μελετήσουμε τις “ηθικές παραμέτρους” των Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία (X-άξονας), η μήτρα μας καθοδηγεί για να ερευνήσουμε όλα τα συναφή ζητήματα που αφορούν “οικονομικά θέματα”, “την κατάρτιση των χρηστών” (“η εκπαίδευση των χρηστών”), “τη συγκατάθεση των ασθενών”, “την ποιότητα των στοιχείων” (τα ονομαζόμενα “κακά δεδομένα”) και “άλλα θέματα” (Y-άξονας). Ο όρος “άλλα θέματα” αναφέρεται σε κάθε άλλη πιθανή επίπτωση που μπορεί να έχουν τα Μεγάλα Δεδομένα, ενώ αναμένουμε ότι με την εμφάνιση νέων τεχνολογικών εξελίξεων νέα θέματα θα προκύψουν. Επιπλέον, για κάθε μία από αυτές τις υπο-ομάδες στον άξονα-Y (π.χ., «η εκπαίδευση των χρηστών»), η επιρροή και οι επιπτώσεις σε ορισμένες ξεχωριστές ομάδες ανθρώπων, που παρουσιάζονται στην Z-άξονα (π.χ., «Ερευνητές»), θα πρέπει να ερευνηθούν ξεχωριστά.

Σε γενικές γραμμές, έχει υποστηριχθεί ότι οι τεχνολογίες μπορούν να ομαδοποιηθούν ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στους ανθρώπους και την κοινωνία (Frize 2013). Τρεις ομάδες ανθρώπων, οι οποίες επηρεάζονται από Μεγάλα Δεδομένα, έχουν ταυτοποιηθεί, αυτοί οι οποίοι i) δημιουργούν, ii) συλλέγουν και iii) αναλύουν αυτά τα δεδομένα (Manovich 2012). Επίσης, μπορούμε να προσδιορίσουμε μία ακόμη κατηγορία, εκείνη την οποία περιλαμβάνει τους ανθρώπους που μπορούν να επωφεληθούν από την ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων. Εδώ, στην περίπτωση της υγειονομικής περίθαλψης, τα άτομα ομαδοποιούνται σε “χρήστες”, “πολίτες/ασθενείς” και “ερευνητές” (ή “αναλυτές”). Οι χρήστες μπορεί να είναι το προσωπικό των οργανισμών ιατρικής περίθαλψης, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία ή τη συντήρηση των εν λόγω δεδομένων, ενώ ερευνητές είναι εκείνοι που αναλύουν/επεξεργάζονται τα δεδομένα αυτά. Με τον όρο κοινότητα,

αναφερόμαστε στο ευρύ κοινό που ενδέχεται να επηρεάζεται έμμεσα από τα δεδομένα που προκύπτουν από το χώρο της Υγείας.

Προκειμένου να παρουσιάσουμε το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η μήτρα, αρχικά ξεκινάμε από τον άξονα x, και επιλέγουμε την προς μελέτη εφαρμογή/χρήση των Μεγάλων Δεδομένων (για παράδειγμα, στην περίπτωσή μας, η υγειονομική περίθαλψη). Τώρα η 3-διάστατη (3D) μήτρα τροποποιείται σε ένα δυσδιάστατο (2D) γράφημα (**Εικόνα 12**). Στη συνέχεια προσδιορίζουμε όλα τα αντίστοιχα ηθικά ζητήματα και προκλήσεις. Με τον τρόπο αυτό μας δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε και να συζητήσουμε κάθε μία από αυτές τις προκλήσεις αυτές. Για παράδειγμα για την “ποιότητα των δεδομένων” θα πρέπει να εντοπιστούν οι αντίστοιχες συνέπειες που θα έχουν τα πιθανώς κακά δεδομένα σε διαφορετικές ομάδες ανθρώπων, όπως η κοινότητα, οι ερευνητές, οι πολίτες/ασθενείς και οι χρήστες. Κατά συνέπεια, το μοντέλο αυτό μας βοηθά να μελετήσουμε όλα τα σχετικά θέματα για όλες τις δυνατές ομάδες από επηρεαζόμενα άτομα.



**Εικόνα 12:** Μοντέλο των ηθικών ζητημάτων Και προκλήσεις του Big Data στο Φροντίδα υγείας. Αυτό το μοντέλο παρουσιάζει Τα Ηθικά Θέματα (άξονας X) και το Τα επηρεαζόμενα άτομα (άξονας Y) στο Περίπτωση εφαρμογής του Big Δεδομένα στον τομέα της Υγείας [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2017)].

..

### 4.3.1 Ποιότητα Δεδομένων

Ένα από τα πρώτα ζητήματα που πρέπει να εξετάσουμε είναι η ποιότητα των δεδομένων (Data Quality, πρώτο θέμα στο Χ-άξονα, **Εικόνα 12**), δεδομένου ότι ο μεγαλύτερος όγκος δεδομένων δεν σημαίνει απαραίτητα και καλύτερα δεδομένα (Boyd and Crawford 2012). Σε πολλές περιπτώσεις, ένας μεγάλος όγκος δεδομένων, ο οποίος θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «κακά δεδομένα», μπορεί παρά την κακή ποιότητα να παρέχει πληροφορίες για περαιτέρω ανάλυση. Μερικά από τα υπάρχοντα Μεγάλα Δεδομένα δεν συλλέχθηκαν για οποιαδήποτε περαιτέρω ανάλυση ή έρευνα (Ioannidis 2013). Οι μονάδες υγείας συλλέγουν ή/και παράγουν δεδομένα για διαφορετικούς σκοπούς (π.χ. για λόγους χρέωσης), αλλά σε πολλές περιπτώσεις η παρεχόμενη πληροφορία δεν είναι κατάλληλη για την έρευνα στον τομέα της δημόσιας υγείας (Hoffman and Podgurski 2013). Επιπλέον, μία πολύ μεγάλη πρόκληση είναι να ληφθεί η απόφαση ποια από τα υπάρχοντα δεδομένα πρέπει να απορρίπτονται, να αρχειοθετούνται ή/και να πάνε για περαιτέρω ανάλυση (Fuller, Khoury et al. 2013). Επιπλέον, πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι πολλά από τα δεδομένα περιέχουν έναν αριθμό από σφάλματα ή λάθη. Για παράδειγμα, όπως αναφέρουν οι Botsis και συν. στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας, «πολύασχολοι κλινικοί γιατροί μερικές φορές πληκτρολογούν γρήγορα και αναποδογυρίζουν τους αριθμούς, τοποθετούν τις πληροφορίες στο αρχείο του λάθος ασθενή, κάνουν κλικ σε ανακριβή στοιχεία του μενού, ή αντιγραφούν και επικολλούν παρατηρήσεις/περιγραφές από προηγούμενες επισκέψεις χωρίς προσεκτική επεξεργασία και επικαιροποίησή του» (Botsis, Hartvigsen et al. 2010). Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις οι Ηλεκτρονικοί Φάκελος Υγείας είναι ελλιπείς, υπάρχει απουσία ανατροφοδοτήσεων (π.χ., η έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την πορεία των ασθενών μετά τη λήψη της προτεινόμενης ιατροφαρμακευτικής αγωγής) και ορισμένα αρχεία είναι κατακερματισμένα (Hoffman and Podgurski 2013). Επιπρόσθετα, τα δεδομένα από τον τομέα της υγείας είναι συχνά αποσπασματικά κατακερματισμένα (Hamilton 2013). Επιπλέον, ορισμένα δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν ως «κακά» όταν δεν κωδικοποιούνται κατάλληλα. Πολλοί από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης δεν χρησιμοποιούν τη Διεθνή Ταξινόμηση των Νόσων (International Classification of Diseases, ICD-10), ενώ πολλά από τα συστήματα πληροφοριών δεν παρέχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης των παρεχόμενων δεδομένων από συστήματα από διαφορετικούς κατασκευαστές/προμηθευτές (Groves, Kayyali et al. 2013; Hoffman and Podgurski 2013). Ως εκ τούτου, η ανταλλαγή πληροφοριών για περαιτέρω ανάλυση σε μερικές περιπτώσεις είναι αδύνατη. Επομένως, τα Μεγάλα

Δεδομένα και οι υπηρεσίες ή/και εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση τους πρέπει να μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν (Marx 2013). Επιπλέον, ένα γραφειοκρατικό μοντέλο επεξεργασίας των δεδομένων εξακολουθεί να εφαρμόζεται σε πολλές ψηφιακές υπηρεσίες (Keen 2014). Για να ξεπεραστεί αυτό το παλιό μοντέλο, νέες τεχνολογικές εξελίξεις προκύπτουν, όπως είναι τα ανοιχτά/ελεύθερα δεδομένα (open data) και η τηλε-υγεία (tele-health), προκειμένου να συγκεντρωθούν τα δεδομένα και να αλληλοσυνδεθούν. Με τις στρατηγικές ανοικτών/ελεύθερων δεδομένων, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης έχουν αρχίσει τη δημοσίευση δεδομένων που δεν ήταν διαθέσιμα για ανάλυση από εξωτερικούς φορείς (όπως είναι πανεπιστήμια και φαρμακευτικές εταιρείες), οι οποίοι επιθυμούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα για σκοπούς έρευνας και ανάπτυξης (Keen 2014).

#### **4.3.2 Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων**

Στον τομέα της υγείας το πρόβλημα της διαχείρισης των δεδομένων δεν είναι ένα νέο πρόβλημα. Σύμφωνα με τον Leber, υπήρχε πάντοτε μια αρκετά απλή ανάγκη: να παράγουμε τα αρχεία υγείας να τα ψηφιοποιήσουμε και να τα κρατήσουμε ιδιωτικά, αλλά να τα θέσουμε στη διάθεση μεμονωμένων ιατρών, ασφαλιστικών εταιρειών, υπηρεσιών τιμολόγησης και ασθενών όταν τα χρειάζονται (Leber 2013). Δυστυχώς όμως, το πρόβλημα δεν περιορίζεται στο στόχο: να κρατήσουμε απλά ιδιωτικά τα δεδομένα. Λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων των Μεγάλων Δεδομένων, η ανάλυσή τους είναι ένα πολύ δύσκολο έργο (Analysis, δεύτερη θέμα στον Χ-άξονα, **Εικόνα 12**,). Ακολουθώντας τα χαρακτηριστικά των Μεγάλων Δεδομένων, η «Ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων» μπορεί επίσης να χαρακτηρίζεται από τα λεγόμενη 4 "V", Volume- Όγκος Velocity- Ταχύτητα, Variety- Ποικιλία και Veracity («data assurance»)-Φιλαλήθεια (ή «διασφάλιση των δεδομένων») (Raghupathi and Raghupathi 2014). Αλλά ακόμα κι αν τα Μεγάλα Δεδομένα είναι άψογα, η ανάλυσή τους είναι ένα πολύ δύσκολο έργο (Hoffman and Podgurski 2013). Σύμφωνα με τον Jacobs τα μείζονα ζητήματα (ή «παθολογίες», όπως ο συγγραφέας τους τα αποκάλεσε) που προκύπτουν από τον τομέα των Μεγάλων Δεδομένων, είναι κυρίως αυτά της ανάλυσης του συνόλου των Μεγάλων Δεδομένων (Jacobs 2009). Από την ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων μπορεί να προκύψουν αρκετά κρίσιμα ερωτήματα, όπως: "Τι σημαίνουν όλα αυτά τα στοιχεία;", "Ποιες αναλυτικές μέθοδοι πρέπει να χρησιμοποιηθούν;», «Πώς πρέπει να απεικονιστούν/παρουσιαστούν τα αποτελέσματα;", "Πώς μπορεί να αποκαλυφθεί το νόημα των δεδομένων;", "Ποιος θα έχει

*πρόσβαση και σε ποια δεδομένα;», " Πώς αναπτύσσεται η ανάλυση των δεδομένων και πότε τελειώνει;», « Πώς μπορούμε να διαχειριστούμε αυτά τα μεγάλα σύνολα δεδομένων;», " Υπάρχουν μεροληψίες στην ανάλυση αυτών των δεδομένων; »και ούτω καθεξής (Boyd and Crawford 2012; Futitsu 2014).*

Οι εργασίες ανάλυσης των Μεγάλων Δεδομένων μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες:

- i) όταν τα δεδομένα αποκτούνται σε πραγματικό χρόνο και θα πρέπει να αναλύονται αμέσως και
- ii) όταν υπάρχει ένα τεράστιο ποσό συσσωρευμένων δεδομένων που απαιτούν ανάλυση (Trifonova, P'in et al. 2013).

Στην πρώτη περίπτωση, η ανάλυση σε πραγματικό χρόνο των Μεγάλων Δεδομένων στον τομέα της υγείας ανοίγει νέους ορίζοντες. Η δυνατότητα διαδραστικής ανάλυσης των ιατρικών δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε μια προκαταρκτική διάγνωση μόνο σε λίγα λεπτά από την στιγμή που συλλέχθηκαν από τον ασθενή (Trifonova, P'in et al. 2013). Επιπλέον, η ανάλυση σε πραγματικό χρόνο των Μεγάλων Δεδομένων στα νοσοκομεία ανοίγει το δρόμο για νέες ανακαλύψεις για το πώς μπορεί να γίνεται καλύτερη διάγνωση, θεραπεία και πρόληψη ασθενειών σε ευρύτερη κλίμακα της δημόσιας υγείας (Leber 2013). Παρά το γεγονός ότι, η ανάγκη αυτή είναι ζωτικής σημασίας, σύμφωνα με τον Leber, δεν υπάρχει ακόμη ούτε μια μηχανή αναζήτησης για όλα τα δεδομένα ενός νοσοκομείου (Leber 2013). Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι, αν και υπάρχουν πολλές μέθοδοι και τεχνολογίες για την ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων, δεν εφαρμόζονται με ένα εκτεταμένο τρόπο προκειμένου να αναλυθούν δεδομένα από το χώρο της υγειονομικής περίθαλψης (Leber 2013). Είναι σπάνιο να βρεθεί ένα νοσοκομείο το οποίο να έχει τόσο την απαραίτητη υποδομή (όπως υπερυπολογιστή), όσο και τα κατάλληλα άτομα που να μπορούν να χειριστούν τέτοια τεχνολογία ή/και τέτοια τεράστια δεδομένα (Leber 2013).

Από την άλλη πλευρά, έχουμε ένα τεράστιο όγκο δεδομένων ο οποίος έχει ήδη συλλεχτεί στο παρελθόν και “περιμένει” να αναλυθεί. Δυστυχώς, η αρχική μορφή των δεδομένων αυτών είναι συνήθως μικρής αξίας (Futitsu 2014). Για παράδειγμα, τα δεδομένα που βρίσκονται σε Ηλεκτρονικούς Φακέλους Υγείας δεν είναι αποτέλεσμα των πειραμάτων και είναι κυρίως πληροφορίες παρατήρησης. Ως εκ τούτου, μπορεί να περιλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό από συστηματικές προκαταλήψεις ή σφάλματα (Hoffman and Podgurski 2013). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα ήδη διαθέσιμα δεδομένα (όπως αυτά που είναι συσσωρευμένα σε μεγάλες βάσεις δεδομένων) πρέπει να μετατραπούν πρώτα σε μια μορφή που να επιτρέπει περαιτέρω ανάλυση, ώστε να καταστεί δυνατό να διερευνηθεί

τελικά η πραγματική τους αξία (Futitsu 2014). Κατά συνέπεια, υπάρχει μεγάλη πίεση από ορισμένες αναδύμενες μελέτες που χρησιμοποιούν Μεγάλα Δεδομένα που δεν συλλέχθηκαν αρχικά για ερευνητικούς σκοπούς (Ioannidis 2013). Τα αποτελέσματα από τις μελέτες αυτές μπορεί να επηρεαστούν από την επιλογή των δεδομένων, την ύπαρξη ή όχι συγκατάθεση και τα σφάλματα ή προκαταλήψεις που πιθανώς να περιλαμβάνονται στα δεδομένα. Ως εκ τούτου τα τελικά συμπεράσματα σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι κατάλληλα για τη χάραξη πολιτικής για την υγεία (Boyd and Crawford 2012; Hoffman and Podgurski 2013; Ioannidis 2013).

Όσον αφορά την τεχνολογία που απαιτείται για το χειρισμό των Μεγάλων Δεδομένων, υπάρχει μια μεγάλη ανάγκη για την ανάπτυξη εργαλείων τα οποία χαρακτηρίζονται από σταθερότητα και μακροζωία, αφού πάρα πολλά εργαλεία λογισμικού δεν είναι πολύ συχνά σταθερά, ειδικά όταν επεξεργάζονται Μεγάλα Δεδομένα (Marx 2013). Επίσης, η γονιδιακή έρευνα (genomics research) έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στην κλινική ιατρική (Haase, Michie et al. 2015) και ήδη μεγάλης κλίμακας μελέτες γονιδιακής έρευνας έφεραν στο προσκήνιο την ανάγκη για νέα υπολογιστικά εργαλεία που διευκολύνουν την ουσιαστική ανάλυση των γονιδιακών δεδομένων (Shaer, Mazalek et al. 2013). Επιπλέον, οι αναλυτές Μεγάλων Δεδομένων απαιτούν νέους αναλυτικούς αλγορίθμους οι οποίοι να επιτρέπουν την εξαγωγή και ερμηνεία διαφορετικών μορφών πληροφορίας από μεγάλες βάσεις δεδομένων. Επίσης, η πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης (π.χ., επεξεργασία φυσικής γλώσσας και εκμάθηση της μηχανής) αναμένει να συμβάλει σημαντικά στον τομέα της δημιουργίας εργαλείων για τη διαχείριση των ασθενειών (Costa 2014). Η ανάγκη αποθήκευσης των δεδομένων που παράγονται από μεγάλα έργα, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μοναδικών υπολογιστικών λύσεων, όπως οι τεχνικές υπολογιστικού νέφους (cloud-based computing) (Costa 2014). Παρά το γεγονός ότι έχουν χρησιμοποιηθεί λύσεις υπολογιστικού νέφους από διαφορετικές εταιρείες, παραμένουν αρκετές προκλήσεις, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με την ασφάλεια και το απόρρητο των προσωπικών δεδομένων.

#### **4.3.3 Εκπαίδευση Χρήση και Πληροφοριακά Συστήματα**

Σε συνέχεια με τις προηγούμενες ενότητες, ένα σοβαρό ζήτημα είναι η εκπαίδευση των χρηστών (User Training, τρίτο θέμα του Χ-άξονα, **Εικόνα 12**). Αρχικά, η κατάλληλη εκπαίδευση των χρηστών του συστήματος πληροφοριών θα βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση των κακών δεδομένων. Σύμφωνα με τους Wang και συν. (Wang, Kung et

al. 2016) οι διευθυντές και οι εργαζόμενοι θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με σχετικές επαγγελματικές ικανότητες (π.χ. κριτική σκέψη) έτσι ώστε να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν και να αξιολογούν αποτελεσματικά τις πληροφορίες από τα Μεγάλα Δεδομένα (Wang, Kung et al. 2016). Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να προσφέρουν αναλυτικά μαθήματα κατάρτισης σε συναφείς τομείς (π.χ. στατιστικά στοιχεία, εξόρυξη δεδομένων) σε εκείνους τους βασικούς υπαλλήλους που θα έχουν κρίσιμης σημασίας ρόλο στο νέο περιβάλλον εργασίας που βασίζεται σε πληροφορίες παρεχόμενες από Μεγάλα Δεδομένα καθώς η λάθος ερμηνεία των μεγάλων αναλυτικών στοιχείων θα μπορούσε να οδηγήσει σε σοβαρά σφάλματα και επιβλαβείς αποφάσεις. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη ένωση Μάνατζμεντ- American Management Association η ύπαρξη συμβούλων/ μεντόρων, η διεπιστημονική εκπαίδευση ομάδων και η αυτοδιδασκαλία είναι μερικές μόνο από τις ωφέλιμες προσεγγίσεις κατάρτισης που μπορεί να βοηθήσουν τους υπαλλήλους να αναπτύξουν τις δεξιότητες ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που μπορεί να χρειαστούν (Wang, Kung et al. 2016). Επιπλέον, τα συστήματα θα πρέπει να είναι φιλικά προς το χρήστη και, για παράδειγμα, τα δεδομένα θα πρέπει να μπορούν να φορτωθούν από τους πάροχους υγειονομικής περίθαλψης, χωρίς την ανάγκη να είναι καταρτισμένοι με ακραίες και ειδικευμένες δεξιότητες στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή την ανάγκη για μεσολάβηση προσωπικού ειδικευμένου στην πληροφορική (Marx 2013). Πολύ συχνά η ανάλυση μεγάλων δεδομένων βασίζεται σε μεθοδολογίες και εργαλεία στα οποία δεν είναι εκπαιδευμένοι αρκετοί ερευνητές (π.χ. μοντέλα πρόβλεψης, επεξεργασία γλωσσών προγραμματισμού)(Müller, Junglas et al. 2016). Επομένως, απαιτείται απαραίτητη εκπαίδευση για τους χρήστες των πληροφορικών συστημάτων, ενώ τα συστήματα πρέπει να είναι φιλικά προς το χρήστη.

Δύο από τους βασικούς λόγους για τους οποίους η πλειοψηφία των συστημάτων διαχείρισης των δεδομένων αποτυγχάνει μέχρι στιγμής, είναι ότι αυτά τα συστήματα απαιτούν είτε οι γεννήτριες δεδομένων να αλλάξουν τη μορφή των δεδομένων είτε να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται τα δεδομένα (Boyle 2013). Τα συστήματα είναι αυτά που θα πρέπει να είναι ευέλικτα και όχι οι άνθρωποι, δεδομένου ότι οι άνθρωποι δεν πρόκειται να αλλάξουν εύκολα σε αντίθεση με τα δεδομένα (Boyle 2013). Επιπλέον, οι σχετικοί επαγγελματίες και όχι μόνο ειδικοί στους υπολογιστές θα πρέπει να εμπλέκονται κατά την ανάπτυξη των συστημάτων.

#### 4.3.4 Προσωπικά Δεδομένα και Συγκατάθεση

Στην εποχή μας, η τεράστια ποσότητα των δεδομένων υγείας είναι μια πραγματικότητα καθώς πολλές χώρες έχουν ένα τεράστιο όγκο αποθηκευμένων προσωπικών πληροφοριών υγείας σε εθνικό επίπεδο (Egan 2013). Η χρήση, ο χειρισμός, η αποθήκευση και η ανάλυση τεράστιων συνόλων από δεδομένα εγείρουν σημαντικές πιθανές προκλήσεις που αφορούν θέματα της ιδιωτικής ζωής και της συναίνεσης (Privacy/Consent, τέταρτο θέμα στο Χ-άξονα, **Εικόνα 12**) (Kord and Doug 2012; Egan 2013; Hamilton 2013; Marx 2013; Mateosian 2013; Futitsu 2014; Rossies 2014). Η αναγνώριση των ανεκτίμητων ωφελημάτων που μπορούν να προσφέρουν τα Μεγάλα Δεδομένα από το χώρο της υγειονομικής περίθαλψης, έχει ως αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι χρήστες να χρειάζονται άμεση πρόσβαση στα δεδομένα αυτά, είτε από το γραφείο τους είτε από άλλες απομακρυσμένες περιοχές μέσω της χρήσης έξυπνων συσκευών (Futitsu 2014; Martínez-Pérez, de la Torre-Díez et al. 2014). Από τη μία πλευρά, έχουμε τους ίδιους τους ασθενείς, οι οποίοι απαιτούν να έχουν πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο στα δεδομένα της υγείας τους. Από την άλλη πλευρά, έχουμε έμμεσους ενδιαφερόμενους/χρήστες που χρειάζονται τέτοιες πληροφορίες, όπως οι ερευνητές, οι φορείς χάραξης πολιτικής για την υγεία, οι γιατροί, οι ασφαλιστικές εταιρείες κλπ .. Ως εκ τούτου εγείρονται σημαντικές ανησυχίες όσον αφορά την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα των δεδομένων και την προστασία των προσωπικών δεδομένων: "*Ποιος αποκτά πρόσβαση στα δεδομένα;*", "*Για ποιο σκοπό;*", "*Σε τι πλαίσια;*», «*Με τι περιορισμούς;* » κλπ. (Boyd and Crawford 2012). Οι έννοιες της ταυτότητας, της ιδιωτικής ζωής, της ιδιοκτησίας και της φήμης είναι ο πυρήνας σε πολλές ηθικές συζητήσεις σχετικές με αυτά τα θέματα (Kord and Doug 2012; Mateosian 2013).

Τα ερωτήματα αυτά οδηγούν σε αρκετούς περιορισμούς και σε ηθικά ζητήματα. Για παράδειγμα, οι πολίτες δεν θέλουν να κάνουν γνωστές προσωπικές πληροφορίες, λόγω ακριβώς αυτών των ανησυχιών για την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Hamilton 2013). Ως αποτέλεσμα, οι ερευνητές και οι φορείς χάραξης πολιτικής δεν μπορούν να έχουν μια σαφή εικόνα της συγκεκριμένης ομάδας-στόχου, εάν ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού-στόχου αρνείται να δώσει πρόσβαση στα προσωπικά τους δεδομένα. Κατά συνέπεια, πρέπει να παρέχονται κατάλληλες εγγυήσεις σχετικά με την ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικής ζωής προκειμένου να προστατευτούν οι πολίτες (Hamilton 2013). Επίσης, σημαντικές προκλήσεις εγείρονται όταν τα Μεγάλα Δεδομένα αφορούν τα δικαιώματα μεμονωμένων ατόμων και μειονοτικών ομάδων και πως αυτά τα προσωπικά δεδομένα συνδέονται με χειρότερα αποτελέσματα υγείας ή υψηλότερο κόστος περίθαλψης

(Egan 2013). Επιπλέον, η περιορισμένη πρόσβαση σε συγκεκριμένα σύνολα δεδομένων δημιουργεί ένα νέο ψηφιακό χάσμα (Boyd and Crawford 2012). Δυστυχώς, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί στην πρόσβαση των Μεγάλα Δεδομένα από τα νοσοκομεία, δεδομένου ότι σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν αυστηροί νόμοι οι οποίοι διέπουν το απόρρητο του ασθενούς και κατά συνέπεια οι γιατροί αποφεύγουν ή απεχθάνονται να χρησιμοποιούν τα δεδομένα (Leber 2013). Από την άλλη πλευρά, τα ζητήματα προστασίας των προσωπικών δεδομένων είναι επίσης πολύ σημαντικό θέμα στις περιπτώσεις όπου έχουμε πρόσβαση σε Μεγάλα Δεδομένα. Όταν η πρόσβαση είναι εφικτή δεν σημαίνει απαραίτητα ότι δεν περιλαμβάνει ηθικά προβλήματα (Boyd and Crawford 2012).

Μια από τις πιο αμφιλεγόμενες πηγές προέλευσης των θεμάτων που αφορούν την προστασία των προσωπικών δεδομένων στο χώρο της Υγείας απορρέει από τους Ηλεκτρονικούς Φάκελους Υγείας (Lee and Gostin 2009; Hoffman and Podgurski 2013). Η συστηματική ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων που περιλαμβάνονται στους Ηλεκτρονικούς Φάκελους Υγείας αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη της ανάπτυξης εξατομικευμένων θεραπειών και στην προώθηση στοχευόμενων θεραπειών. Αν και τα πιθανά οφέλη είναι ανεκτίμητα, ένα ευρύ φάσμα ηθικών, νομικών και τεχνικών θεμάτων και εμποδίων αποθαρρύνουν ή/και αποτρέπουν την εκτενή ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων από τους Ηλεκτρονικούς Φάκελους Υγείας (Costa 2014). Πολλοί πολίτες χρησιμοποιούν τον προσωπικό τους ηλεκτρονικό υπολογιστή ή άλλες φορητές συσκευές (π.χ. κινητά) προκειμένου να έχουν πρόσβαση ή να αποθηκεύουν τα προσωπικά τους δεδομένα. Δυστυχώς όμως σε αυτές τις τακτικές υπάρχουν πολλές προκλήσεις δεδομένου ότι το Διαδίκτυο είναι θεμελιωδώς μη ασφαλές και είναι πολλοί οι κίνδυνοι που εμπλέκονται (Levy and Strombeck 2002; Hamilton 2013). Ωστόσο, υπάρχει μια σημαντική τάση στο διαδίκτυο από τους ασθενείς να μοιράζονται λεπτομερείς πληροφορίες για την υγεία μέσω διάφορων διαδικτυακών πόρων (π.χ., PatientsLikeMe) (Costa 2014). Αυτά τα δεδομένα μπορεί να αποτελέσουν νέες και καινοτόμες πηγές Μεγάλων Δεδομένων τα οποία μπορεί να αναλυθούν χωρίς να τίθενται σοβαρά προβλήματα προστασίας των προσωπικών δεδομένων (δεδομένου ότι οι ασθενείς από μόνοι τους κάνουν δημόσια διαθέσιμες αυτές τις προσωπικές πληροφορίες). Όμως, οι ερευνητές για μία ακόμη φορά θα αντιμετωπίσουν τα θέματα που αφορούν την ποιότητα των δεδομένων, δεδομένου ότι τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να χαρακτηρίζονται από ένα σημαντικό αριθμό από λάθη, ασάφειες και προκαταλήψεις. Παραδοσιακά, ο "Γνωστοποιών" ("discloser"), αυτός δηλαδή που επιτρέπει τη διάθεση της συγκεκριμένης πληροφορίας, είχε την ευθύνη για την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Rossies 2014). Οι πολίτες/ασθενείς, αποφασίζουν

εάν θέλουν οι προσωπικές τους πληροφορίες να εκτεθούν, ενώ εάν δεν θέλουν να δημοσιεύσουν συγκεκριμένα προσωπικά τους στοιχεία δεν αποκαλύπτουν τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες (Rossies 2014). Στην εποχή της πληροφορίας, οι ανησυχίες για θέματα προσωπικών δεδομένων είναι πολύ περίπλοκες. Η εστίαση μέχρι τώρα επικεντρώθηκε στη διαχείριση των προσωπικών δεδομένων, αλλά αυτό δεν είναι αρκετό, αφού δευτερεύοντες χρήστες των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα μπορούν να παραβιάσουν πληροφορίες που αφορούν την ιδιωτική ζωή, την εμπιστευτικότητα, και την ταυτότητα των πολιτών (Costa 2014; Richards and King 2014). Οι σύγχρονες ανησυχίες προστασίας των προσωπικών δεδομένων, απαιτούν νέες τεχνολογίες σε θέματα κρυπτογράφησης και ασφαλούς μετάδοσης δεδομένων για να καλυφθούν θέματα ασφάλειας σε πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες είτε σε τοπικά υλικά είτε σε υπολογιστικά νέφη (cloud computing) (Marx 2013). Προηγμένοι αλγόριθμοι κρυπτογράφησης, όπως αυτοί που έχουν αναπτυχθεί για την ασφάλεια στο χρηματοπιστωτικό τομέα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και στο πεδίο των Μεγάλων Δεδομένων και να προσφέρουν μοναδικές λύσεις (Costa 2014). Επιπλέον, σημαντικές βελτιώσεις θα μπορούσαν να προσφερθούν μέσω της εισαγωγής νέας γενιάς εντύπων *συγκατάθεσης*, τα οποία θα μπορούν να καλύψουν ορισμένα από τα υφιστάμενα κενά (Vayena, Mastroianni et al. 2013). Σε πολλές χώρες, οι κυβερνήσεις και οι κυβερνητικές υπηρεσίες έχουν αρχίσει να εξετάζουν τα πιθανά προβλήματα της ανάλυσης των Μεγάλων Δεδομένων και ως αποτέλεσμα έχουν ήδη εφαρμοστεί ορισμένες διατάξεις που σχετίζονται με ζητήματα που αφορούν θέματα ηθικής και προστασίας των προσωπικών δεδομένων (Fuller, Khoueiry et al. 2013).

#### **4.3.5 Οικονομικά Θέματα**

Όλα τα ανωτέρω θέματα, θα έχουν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στην αγορά εργασίας και στις ασφαλιστικές εταιρείες (Economic, το πέμπτο θέμα στο Χ-άξονα, **Εικόνα 12**) (Fuller, Khoueiry et al. 2013). Επιπλέον, η αποτυχία του κλάδου της υγείας να πάρει και να χρησιμοποιήσει τα διαθέσιμα εργαλεία για να χειριστεί κατάλληλα τα τεράστια δεδομένα θα οδηγήσει τους εμπλεκόμενους οργανισμούς (π.χ. Μονάδες Υγείας) να χάσουν σημαντικά ποσά από τα κέρδη και τα έσοδα τους (Raghupathi and Raghupathi 2014). Καθώς οι απαιτήσεις αυξάνονται, οι Μονάδες Υγείας απαιτούν νέες τεχνικές για την διαχείριση των περιορισμένων πόρων υγειονομικής περίθαλψης (Cornelissen, Mitton et al. 2014), και τα Μεγάλα Δεδομένα θα μπορούσαν να είναι μια λύση προς αυτή την

κατεύθυνση. Για να μιλήσουμε με αριθμούς, έχει υπολογιστεί ότι η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων μπορεί να επιτρέψει στους πάροχους υγειονομικής περίθαλψης στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής να εξοικονομήσουν περισσότερα από \$300 δισεκατομμύρια ετησίως (Raghupathi and Raghupathi 2014). Το κλειδί για τους φορείς της υγείας είναι η βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας που παρέχουν στους ασθενείς και η επίτευξη καλύτερων θεραπευτικών αποτελεσμάτων, μειώνοντας παράλληλα το κόστος (Costa 2014). Κατά συνέπεια, για τους χρηματοδότες της υγειονομικής περίθαλψης είναι απαραίτητο να υπάρχουν εξελιγμένα συστήματα τα οποία θα τους επιτρέπουν να εντοπίσουν που γίνονται οι υπερβάσεις/σπατάλες σε θέματα κόστους, που ενδέχεται να είναι αποτέλεσμα απάτης, κατάχρησης ή/και λαθών, έτσι ώστε να μπορούν να παρέχουν ένα σύνολο ενιαίων συγκριτικών μέτρων για τον καθορισμό της ποιότητας της παρεχόμενης φροντίδας (Srinivasan and Arunasalam 2013). Η χρήση των κατάλληλων και σύγχρονων λογισμικών μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική λύση για τις Μονάδες Υγείας, ούτως ώστε να αντιμετωπίσουν τις τεράστιες οικονομικές πιέσεις που αντιμετωπίζουν (Charles 2014). Οι πιέσεις για μείωση του κόστους αυξάνονται κάθε χρόνο και οι απαιτούμενες επενδύσεις στις τεχνολογίες αυτές είναι ζωτικής σημασίας. Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης με την κατάλληλη στρατηγική μπορούν να μειώσουν τις περιττές επανεισδοχές και επιστροφές (readmissions and reimbursement) (Charles 2014).

#### ***4.4 Παράδειγμα εφαρμογής μοντέλου***

Προκειμένου να επεξηγηθεί πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το προτεινόμενο μοντέλο θα χρησιμοποιήσουμε ως κατευθυντήριο παράδειγμα την πρόταση για εφαρμογή ανάλυσης των Μεγάλων Δεδομένων σε έναν συγκεκριμένο οργανισμό υγειονομικής περίθαλψης, στο Maharaja Yeshwantrao Hospita (M.Y.H.) που βρίσκεται στην Ινδία (Indore, Madhya Pradesh)], η οποία περιγράφεται σε μια πολύ πρόσφατη δημοσίευση (Ojha and Mathur 2016). Στην συγκεκριμένη εργασία οι συγγραφείς πρότειναν και παρουσίασαν σύντομα πώς θα μπορούσαν να αποθηκευτούν τα δεδομένα σε Ηλεκτρονικούς Φακέλους Υγείας και πώς αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή χρήσιμων πληροφοριών μέσω της χρήσης τεχνικών ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων. Μέσα από τη συζήτησή τους οι συγγραφείς κατέδειξαν ότι ο συνδυασμός των Ηλεκτρονικών Φακέλων Υγείας και των τεχνικών ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων μπορεί να βοηθήσει σημαντικά το M.Y.H. και τις δημόσιες

υπηρεσίες. Οι συγγραφείς, Ojha και Mathur, πιστεύουν ότι η χρήση των Ηλεκτρονικών Φακέλων Υγείας και των τεχνικών ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων μπορούν να τους βοηθήσουν να βελτιώσουν την ποιότητα της φροντίδας, να μειώσουν το κόστος στο νοσοκομείο και θα τους επιτρέψει να αποκτήσουν πολύτιμες πληροφορίες από την ανάλυση των δεδομένων. Επίσης πιστεύουν ότι η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων μπορεί να τους προσφέρει τα εργαλεία για να βρουν τη “κρυφή γνώση” και να κατανοήσουν τα πρότυπα και τις τάσεις για τη βελτίωση συγκεκριμένων θεραπειών και την έγκαιρη διάγνωση τους. Ο μελλοντικός τους στόχος είναι να βελτιώσουν τις εγκαταστάσεις τους με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, μια «υπηρεσία με ένα άγγιγμα» (“one touch facility”), μέσω της οποίας ένας ασθενής θα έχει πρόσβαση σε όλα τα δικά του ιατρικά αρχεία. Μέσα από την ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων στοχεύουν να βοηθήσουν τομείς όπως η κλινική θεραπεία, η πολιτική της υγείας, η κλινική έρευνα / ανάπτυξη, η παρακολούθηση της δημόσιας υγείας, η ασφάλεια και η ανίχνευση πιθανών απατών. Προκειμένου να αναλύσουν τα Μεγάλα Δεδομένα του νοσοκομείου τους, οι συγγραφείς πρότειναν τη χρήση εργαλείων Hadoop και HDFs (σύστημα αρχείων Hadoop). Το Hadoop είναι ένα ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό για αποθήκευση δεδομένων, το οποίο επιτρέπει και την εφαρμογή διάφορων εφαρμογών (SAS 2016). Επιπλέον, οι συγγραφείς πρότειναν ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλα εργαλεία όπως νεφελώδες βάσεις δεδομένων μεγάλων εταιρειών (όπως η Intel και η IBM) χρησιμοποιώντας το *saas-software* ως μια παρεχόμενη υπηρεσία και το *OpenRefine*, το οποίο είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την εργασία με μαζικά δεδομένα, τα οποία θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν να καθαρίσουν και να μετατρέψουν κατάλληλα τα δεδομένα τους.

Μπορούμε να δούμε ότι οι συγγραφείς έχουν προσεκτικά παρουσιάσει τη σημασία της ψηφιοποίησης των δεδομένων του νοσοκομείου M.Y.H. και έδειξαν πώς η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων θα μπορούσε να τους βοηθήσει. Παρά το γεγονός ότι η παρουσίαση και η συζήτηση είναι πολύ καλά οργανωμένες και παρουσιασμένες, οι πιθανές προκλήσεις και θέματα δεοντολογίας δεν συζητούνται. Σε αυτή την περίπτωση το μοντέλο μας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό πιθανών ζητημάτων που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση τεχνικών ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων. Χρησιμοποιώντας το προτεινόμενο διάγραμμα-μοντέλο, το οποίο παρουσιάζεται στην **Εικόνα 12**, μπορούμε να προσδιορίσουμε από την αρχή τα πιθανά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν.

Εν συντομία, οι διευθυντές της Μονάδας Υγείας που στοχεύουν να κάνουν αυτή την ανάπτυξη θα πρέπει πρώτα να εξετάσουν το θέμα της *Ποιότητας των Δεδομένων* (βλ. προηγούμενη ενότητα σχετικά με «κακά δεδομένα»- (“Bad Data”) ) και στη συνέχεια να

δουν πώς μπορεί η ποιότητα των δεδομένων να επηρεάσει τους πολίτες / ασθενείς, τους ερευνητές και την κοινωνία. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το νοσοκομείο τους κάθε μέρα παράγει ένα μεγάλο όγκο ετερογενών δεδομένων. Οι διαχειριστές και διευθυντές του νοσοκομείου πρέπει να εξετάσουν ποια συγκεκριμένα δεδομένα από το σύνολο των δεδομένων πρέπει να απορριφθούν, ποια πρέπει να αρχειοθετηθούν και ποια πρέπει να προχωρήσουν για περαιτέρω ανάλυση. Οι συγγραφείς πρότειναν τη χρήση του OpenRefine για τον καθαρισμό των δεδομένων τους. Έτσι, οι διαχειριστές θα πρέπει επίσης να ερευνήσουν εάν αυτό το εργαλείο είναι αρκετά καλό και κατάλληλο για να καθαρίσει τα δεδομένα τους. Επιπλέον, αυτοί θα πρέπει να εξετάσουν και να λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις (π.χ., κατάλληλη κωδικοποίηση) έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι στο μέλλον τα δεδομένα του M.Y.H. θα είναι αρκετά καλής ποιότητας για την επίτευξη καλύτερης ανάλυσης. Όσον αφορά τα δεδομένα του παρελθόντος, αυτά που έχουν ήδη παραχθεί και αποθηκευτεί από το νοσοκομείο, τα οποία δεν δημιουργήθηκαν για ανάλυση, το ερώτημα εξακολουθεί να τίθεται κατά πόσον πρέπει να χρησιμοποιούνται για ανάλυση ή όχι καθώς το αποτέλεσμα της έρευνας μπορεί να είναι σημαντικό για διάφορες ομάδες ανθρώπων.

Στη συνέχεια, οι διευθυντές πρέπει να συνεχίσουν με τα θέματα που μπορεί να προκύψουν από την ανάλυση των Μεγάλων δεδομένων. Πρέπει να εξετάσουν πώς θα αναλύσουν τα δεδομένα τους και κατά πόσο θα αναλύσουν προηγούμενα δεδομένα, ή μόνο μελλοντικά δεδομένα, καθώς και αν θέλουν να κάνουν ανάλυση σε πραγματικό χρόνο. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να απαντήσουν σημαντικά ερωτήματα όπως: “Ποιες αναλυτικές μεθόδους θέλουν να χρησιμοποιήσουν;”, “Πώς θα ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα τους;” κλπ.. Η ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων δεν είναι εύκολη υπόθεση. Οι ερευνητικοί στόχοι πρέπει να είναι σαφείς διότι εάν το πεδίο έρευνας δεν είναι πολύ καλά σχεδιασμένο διατρέχουν τον κίνδυνο να χάσουν πολύτιμο χρόνο, ώρες εργασίας και προσπάθεια χωρίς σημαντικά αποτελέσματα. Όλα αυτά τα ζητήματα πρέπει να διερευνηθούν ώστε οι αποφάσεις των διευθυντών να μην έχουν αρνητικά αποτελέσματα προς τις επηρεαζόμενες ομάδες ανθρώπων.

Μετά από αυτό, οι διαχειριστές πρέπει να λάβουν υπόψη τους τα θέματα που αφορούν “Την εκπαίδευση και τα πληροφοριακά συστήματα”. Οι συγγραφείς της δημοσίευσης πρότειναν ορισμένα συγκεκριμένα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι διαχειριστές. Πρώτον, οι διαχειριστές θα πρέπει να ελέγξουν αν αυτά τα εργαλεία είναι κατάλληλα για τις μοναδικές ανάγκες τους. Θα πρέπει επίσης να εξετάσουν ποιοι θα εκπαιδεύσουν τους χρήστες τους στα επιλεγμένα εργαλεία. Επιπλέον, πρέπει να

αποφασίσουν ποιος θα είναι ο χρήστης των εργαλείων διαχείρισης των Μεγάλων Δεδομένων και να διερευνήσουν κατά πόσο το νοσοκομείο διαθέτει το κατάλληλο προσωπικό ή νέο προσωπικό θα χρειαστεί. Επιπλέον, θα πρέπει να εξετάσουν κατάλληλους τρόπους προκειμένου να προσφέρουν στο προσωπικό τους κατάρτιση σε τομείς σχετικά με την ανάλυση και διαχείριση των Μεγάλων Δεδομένων. Αυτά τα θέματα είναι ζωτικής σημασίας καθώς η “κακή” και μη κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού θα έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ανάλυση και στα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τα Μεγάλα Δεδομένα. Οι διαχειριστές θα πρέπει να έχουν πάντα κατά νου το πώς οι αποφάσεις τους μπορεί να επηρεάσουν διαφορετικές ομάδες ανθρώπων. Για παράδειγμα, μπορεί μια απόφαση να βοηθήσει τους “χρήστες”, αλλά παράλληλα να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα για τους “ερευνητές/αναλυτές”.

Το επόμενο βήμα είναι να εξετάσουν τα θέματα “*Προσωπικών Δεδομένων/ Ιδιωτικότητας / Συγκατάθεσης*”. Αν και οι συγγραφείς της δημοσίευσης τόνισαν ότι είναι σημαντικό να ψηφιοποιηθούν τα δεδομένα τους και ότι έχουν ως στόχο τους να αναπτύξουν μια καινοτόμο εφαρμογή για πρόσβαση από τους πολίτες στα ιατρικά τους δεδομένα, δεν συζητούν καθόλου πώς προγραμματίζουν να χειριστούν τα ζητήματα ιδιωτικού απορρήτου. Για παράδειγμα, το M.I.Y. θα πρέπει να βρει λύσεις για το πώς θα μπορούν να προβούν σε ψηφιοποίηση των παλαιών συνόλων δεδομένων, αφού για αυτά τα δεδομένα δεν έχουν την άδεια και συγκατάθεση των ασθενών. Επιπλέον, το νοσοκομείο θα πρέπει να σχεδιάσει κατάλληλα τις υπηρεσίες του έτσι ώστε να γνωρίζει εάν οι πολίτες/ασθενείς επιθυμούν ή όχι τα προσωπικά τους δεδομένα να είναι σε ψηφιακή μορφή και να αναλύονται. Δυστυχώς όμως, τα πιθανά προβλήματα είναι ακόμα πιο περίπλοκα. Για παράδειγμα, εάν οι ασθενείς δεν επιθυμούν να δώσουν μια τέτοια άδεια το ερώτημα παραμένει εάν θα συνεχίσουν να έχουν αντίγραφα των δεδομένων τους σε μη-ψηφιακή μορφή. Επίσης, οι υπεύθυνοι του νοσοκομείου πρέπει να αναρωτηθούν πώς θα εξασφαλιστεί η ορθότητα των αποτελεσμάτων της ανάλυσης εάν ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού δεν παρέχει άδεια για ψηφιακά δεδομένα και για περαιτέρω ανάλυση τους. Επιπλέον, οι διαχειριστές πρέπει να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως το ποιος θα έχει πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα, για ποιους σκοπούς και αν υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί. Εδώ έρχεται και πάλι το προηγούμενο κομμάτι της συζήτησης μας για τα θέματα “*Εκπαίδευσης και Πληροφορικών Συστημάτων* ” όπου οι διαχειριστές πρέπει να σχεδιάσουν κατάλληλα τα συστήματά τους και να εκπαιδεύσουν τους χρήστες, ώστε να προστατεύεται το προσωπικό απόρρητο. Μπορούμε να δούμε ότι τόσο οι χρήστες όσο και οι ασθενείς επηρεάζονται σημαντικά από τα θέματα προστασίας των προσωπικών

δεδομένων. Επίσης επηρεάζονται και οι ερευνητές/αναλυτές, δεδομένου ότι θα έχουν πρόσβαση σε ιδιωτικά δεδομένα και τα προσωπικά δεδομένα πρέπει να είναι και πάλι προστατευμένα. Φυσικά, όλα αυτά τα θέματα και τα αποτελέσματα της ανάλυσης από τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να επηρεάσουν ολόκληρη την κοινότητα ή κοινωνία και οι διαχειριστές πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί στο σχεδιασμό και τις αποφάσεις τους.

Το πέμπτο βήμα είναι οι “οικονομικές” προκλήσεις. Το M.I.Y. όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, πρέπει να αποφασίσει ποιο προσωπικό θα χειριστεί την αποθήκευση και ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων τους. Είναι σαφές ότι αυτές οι νέες πολιτικές ενδέχεται να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες απασχόλησης, ενώ επίσης κάποιος από το παλιό προσωπικό μπορεί να χάσει τη δουλειά του. Επιπλέον, για το σχεδιασμό των νέων στρατηγικών, νέος εξοπλισμός (π.χ. υπολογιστές και υπολογιστικά συστήματα) θα χρειαστεί, ενώ και οι παλιές προμήθειες μπορεί να μειωθούν (π.χ. μορφές που βασίζονται σε χαρτί). Μακροπρόθεσμα, οι αποφάσεις των διαχειριστών θα μπορούσαν να επηρεάσουν ολόκληρη την κοινότητα και την αγορά εργασίας. Σε περίπτωση κατά την οποία το M.I.Y. μέσω του νέου σχεδιασμού επιτύχει να μειώσει το κόστος του, οι διαχειριστές πρέπει να εξετάσουν τον τρόπο με τον οποίο θα προγραμματίσουν την επανεπένδυση των χρημάτων του νοσοκομείου. Για παράδειγμα, έχουν σχεδιάσει να αναπτύξουν νέες εγκαταστάσεις για το νοσοκομείο έτσι ώστε να βοηθήσουν τους πολίτες να έχουν την καλύτερη δυνατή ιατρική περίθαλψη μέσω της εξοικονόμησης χρημάτων;

Τέλος, οι διευθυντές του νοσοκομείου πρέπει να εξετάσουν οποιοδήποτε άλλο θέμα ή πιθανό κίνδυνο ή πρόκληση που μπορεί να αντιμετωπίσουν κατά το σχεδιασμό τους για ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων του νοσοκομείου.

Σε αυτό το σύντομο παράδειγμα, προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε εν συντομία τη χρήση του προτεινόμενου μοντέλου. Η συζήτησή μας δεν επεκτάθηκε προκειμένου να αποφευχθεί μια κουραστική επανάληψη των προηγούμενων εννοιών που παρουσιάστηκαν σε αυτή την ενότητα. Σε αυτό το παράδειγμα δεν συζητούνται πλήρως όλα τα πιθανά ζητήματα και προκλήσεις ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αναγνώστες προκειμένου να κατανοήσουν πώς οι έννοιες που παρουσιάζονται στην **Εικόνα 12** μπορεί να εφαρμοστούν σε μια πραγματική κατάσταση.

#### **4.5 Συζήτηση, Μελλοντικές Κατευθύνσεις και Συμπεράσματα**

Στην εποχή των Μεγάλων Δεδομένων, οι επιστήμες ζωής και η υγειονομική περίθαλψη έχουν πλημμυρήσει από πληροφορίες και σύνολα δεδομένων. Η περιοχή είναι γεμάτη από απόψεις που σχετίζονται με την ανασφάλεια και τις σχετικές προκλήσεις, αλλά διάφορες αλλαγές σε πολλούς τομείς κάνουν την εμφάνιση τους προκειμένου να ασχοληθούν με αυτά τα θέματα. Όπως τονίζει ο Mateosian, το πεδίο των Μεγάλων Δεδομένων έρχεται κατά πάνω μας σαν ένα εκτροχιασμένο τραίνο (Mateosian 2013). Κατά συνέπεια, τα αναδυόμενα ηθικά και κοινωνικά θέματα που προκύπτουν από τα Μεγάλα Δεδομένα, δεν μπορεί να αγνοηθούν και πρέπει να εξεταστούν μεθοδικά, ενώ πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προς διάφορες κατευθύνσεις. Ένα σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί η προσπάθεια προκειμένου να ξεπεραστεί η διαλειτουργικότητα των σχετικών συστημάτων διαχείρισης Μεγάλων Δεδομένων. Επιπλέον, πρέπει να ληφθούν μέτρα για τη βελτίωση της συλλογής και αποθήκευσης των δεδομένων. Εμπειρογνώμονες πληροφοριών υγείας θα πρέπει να αναπτύξουν κατάλληλα λογισμικά, τα οποία θα μπορούν να διαχειριστούν πληροφορίες από Ηλεκτρονικούς Φακέλους Υγείας. Επιπλέον, οι ειδικοί θα πρέπει να εκτιμήσουν τα ποσοστά σφάλματος και να χαρακτηρίσουν την αβεβαιότητα σχετικά με την ακρίβεια των δεδομένων.

Τα επικίνδυνα σημεία των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης είναι πολλά και δεν περιορίζονται στα θέματα που συζητήθηκαν στις προηγούμενες υποενότητες. Μερικές από τις προκλήσεις που σχετίζονται ιδιαίτερα με τα Μεγάλα Δεδομένα από τις Μονάδες Υγείας περιλαμβάνουν θέματα ακρίβειας (τα σύνολα των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης είναι γεμάτα προκαταλήψεις), θέματα συνέπειας (πρέπει να αναπτυχθούν πρότυπα) και θέματα εγκατάστασης (θα πρέπει να αναπτυχθούν τεχνολογίες που επιτρέπουν στους ασθενείς να προσθέτουν στοιχεία με ακρίβεια) (Hamilton 2013). Επίσης, πολύ σημαντικό είναι ότι η ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων, δυστυχώς, μπορεί επίσης να εφαρμοστεί με αμφιλεγόμενη χρήση, όπως για παράδειγμα η άρνηση της ασφάλισης υγείας σε κάποιον που ταιριάζει με το πρότυπο ενός άτομου με «υψηλό κίνδυνο» να παρουσιάσει κάποια παθολογική κατάσταση (McFarland 2012). Σύμφωνα με τους Roski και συν. προκειμένου να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη από τα Μεγάλα Δεδομένα, οι πολιτικές υγείας θα πρέπει να αλλάξουν, έτσι ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των δυνητικών κοινωνικών ωφελημάτων και της προστασίας του απορρήτου των ασθενών (Roski, Bo-Linn et al. 2014). Ο Gosting ισχυρίστηκε ότι η τεχνολογία της πληροφορικής (και, κατά συνέπεια, τα

Μεγάλα Δεδομένα, ως μέρος της τεχνολογίας της πληροφορικής) θα αποτύχει αν το προσωπικό απόρρητο δεν είναι εξασφαλισμένο (Gostin 2009). Οι Heitmueller και συν. δήλωσαν ότι οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να θέσουν σαφείς στόχους, να παρέχουν παραδείγματα και να συζητήσουν τα εμπόδια που βασίζονται στις πρόσφατες πολιτικές (Heitmueller, Henderson et al. 2014). Επίσης ο Karlan σημείωσε ότι καθώς τα δεδομένα υγείας δεν χρησιμοποιούνται σωστά μέχρι τώρα, τα κοινωνικά πρότυπα και το σχετικό δίκαιο θα πρέπει να εξελιχθεί ηθικά (Karlan 2015).

Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να αφιερώσουν χρόνο και πόρους για να χειριστούν τα Μεγάλα Δεδομένα, προκειμένου να ωφεληθούν από αυτά (Hamilton 2013). Επίσης, συνιστάται οι μονάδες υγείας να αναπτύξουν ειδικά κέντρα στο χώρο τους με έμφαση στα Μεγάλα Δεδομένα και την υπολογιστική νοημοσύνη και να υιοθετήσουν μια στρατηγική σύμφωνα με τους στόχους τους και την τεχνολογική τους ωριμότητα. Θα πρέπει επίσης να συνεργαστούν με κατάλληλους συνεργάτες έτσι ώστε να αναπτύξουν και να φιλοξενήσουν κατάλληλες ηλεκτρονικές πλατφόρμες και εφαρμογές, καθώς και να αντιμετωπίσουν σημαντικά ζήτμημα ασφάλειας (Hamilton 2013).

Είναι προσωπική μας πεποίθηση ότι, αναπόφευκτα η επανάσταση των Μεγάλων Δεδομένων θα πρέπει να ακολουθηθεί ταυτόχρονα με την ανάπτυξη του λεγόμενου πεδίου της «Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων». Οι Richards και King υποστήριξαν ότι για την ανάπτυξη του πεδίου της Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων είναι σημαντικές τέσσερις αρχές και πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι: i) η «ιδιωτική ζωή», πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους κανόνες των πληροφοριών, ii) κατά την ανταλλαγή και χρήση πληροφοριών οι προσωπικές πληροφορίες μπορούν να παραμείνουν «εμπιστευτικές», iii) τα Μεγάλα Δεδομένα απαιτούν διαφάνεια και iv) τα Μεγάλα Δεδομένα μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ταυτότητα/προσωπικότητα (Richards and King 2014). Επίσης, πρότειναν ότι για την υλοποίηση της Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων εντός της κοινωνίας, οι νόμοι έχουν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο, αλλά επίσης πρέπει να υιοθετηθούν ηθικές αρχές στην κοινωνία, ούτως ώστε να καθοδηγήσουν τους επαγγελματίες της πληροφόρησης, τους κυβερνητικούς φορείς, τους φορείς χάραξης πολιτικής, τους επιχειρηματικούς φορείς και τους απλούς πολίτες (Richards and King 2014). Ένα από τα βασικά επιχειρήματά μας, σύμφωνα με όλες τις προηγούμενες συζητήσεις, είναι ότι η σημασία και ανάγκη της ανάπτυξης του λεγόμενου πεδίου της Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλο τομέα. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των Μεγάλων Δεδομένων στο πεδίο της ιατρικής και της βιολογίας, το πρόβλημα είναι σημαντικό δεδομένου ότι ένας τεράστιος όγκος δεδομένων έχει

συσσωρευτεί από την εποχή ακόμα της φυσικής φιλοσοφίας (Trifonova, Il'in et al. 2013). Επιπλέον, τα δυνητικά οφέλη της διακίνησης των Μεγάλων Δεδομένων στον τομέα της ιατρικής, όπως έχουμε συζητήσει σε προηγούμενες ενότητες, είναι κεφαλαιώδους σημασίας, καθώς η ανάλυσή τους θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη επιτυχημένων στρατηγικών εξατομικευμένης ιατρικής, που θα βελτιώσουν σημαντικά την φροντίδα των ασθενών (Costa 2014). Προκειμένου να επωφεληθούμε από τα Μεγάλα Δεδομένα, το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να αλλάξει σημαντικά (Groves, Kayyali et al. 2013). Οι παραδοσιακές δομές διαχείρισης της ιατρικής και πληρωμής των παρεχόμενων υπηρεσιών είναι από τις πρώτες περιοχές που οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να αλλάξουν ή να αντικατασταθούν με νέες, έτσι ώστε να επωφεληθούν οι Μονάδες Υγείας από τα Μεγάλα Δεδομένα (Groves, Kayyali et al. 2013). Παρά το γεγονός ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθούν πολλές αλλαγές, θα πρέπει να βρεθεί η κατάλληλη ισορροπία μεταξύ της χρήσης των Μεγάλων Δεδομένων και της προστασίας των κρίσιμων ανθρώπινων αξιών. Όπως χαρακτηριστικά δήλωσαν οι Richards και King, οι ανεκτίμητες αξίες, όπως είναι η ελεύθερη επιλογή, η ιδιωτική ζωή και η ταυτότητα/προσωπικότητα των πολιτών, πολλές φορές διακινδύνευσαν και θυσιάστηκαν για χάρη της καινοτομίας (Richards and King 2014). Θα πρέπει να τεθούν εγγυήσεις και δικλίδες ασφάλειας, προκειμένου να προστατευτούν οι οργανισμοί, τα προσωπικά δεδομένα, τα ανθρώπινα δικαιώματα και η προσωπική ζωή των ασθενών/πολιτών (Groves, Kayyali et al. 2013). Εάν γίνει σωστή διαχείριση των Μεγάλων Δεδομένων, η δημόσια υγεία θα έχει σημαντικά οφέλη. Ωστόσο, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι σχετικές αρχές θα πρέπει να εντοπίσουν τις αδυναμίες και τους πιθανούς κινδύνους από τις τρέχουσες διαδικασίες διαχείρισης των Μεγάλων Δεδομένων. Η εποχή των Μεγάλων Δεδομένων έχει μόλις ξεκινήσει, αλλά τα πιθανά οφέλη για το ευρύ κοινό συνοδεύονται από αρκετές προκλήσεις και ηθικά ζητήματα. Όλοι οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να εργαστούν από κοινού, ώστε να επιτευχθεί η *ανάπτυξη της περιοχής της Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων* και η κοινωνία μας να ευεργετηθεί από όλα τα πιθανά οφέλη που μπορεί να προσφέρουν τα Μεγάλα Δεδομένα στο χώρο της Υγείας.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΟ YouTube ΩΣ ΠΗΓΗ**

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ**

### **ΙΑΤΡΙΚΩΝ LASER**

#### ***5.1 Περίληψη***

Στη σημερινή ψηφιακή εποχή στην οποία ζούμε είναι πλέον συχνό φαινόμενο όλο και περισσότεροι άνθρωποι να χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο σαν πηγή πληροφοριών σχετικά με ιατρικά θέματα (Steinberg, Wason et al. 2010). Μια από τις πιο διάσημες πηγές ιατρικής πληροφορίας είναι και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως το YouTube, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν μια από τις σημαντικότερες πηγές Μεγάλων Δεδομένων (Kumar, Suganya et al. 2016; Mayer, Fernández-Luque et al. 2016; Ushapreethi and Lakshmiriya 2017). Σε αντίθεση προς τις μηχανές αναζήτησης οι οποίες χρησιμοποιούν λέξεις κλειδιά για να βρουν ιστοσελίδες ή/και εικόνες, τα αποτελέσματα της αναζήτησης στο YouTube είναι μόνο βίντεο. Όπως σε πολλές διαδικτυακές πηγές, έτσι και στο YouTube η περιεχόμενη πληροφορία δεν αξιολογείται από κάποιο σύστημα κριτών και για αυτό οι πιθανές μεροληψίες ή οι καταφανώς λανθασμένες πληροφορίες είναι πολύ εύκολο να αποτελούν σημαντικό μέρος από το περιεχόμενό τους (Hellowell, Turner et al. 2000; Steinberg, Wason et al. 2010). Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η διερεύνηση των βίντεο-πληροφορίας που υπάρχει στο YouTube σε θέματα που αφορούν κάποιες από τις πιο διάσημες ιατρικές/παραϊατρικές εφαρμογές των laser, την επέμβαση Lasik (μικροχειρουργική επέμβαση για διόρθωση διαθλαστικών παθολογικών καταστάσεων της όρασης, όπως είναι η μυωπία, η υπερμετροπία και ο αστιγματισμός) και την αφαίρεση τατουάζ με laser. Μέσω της έρευνας επιδιώκουμε να μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά των σχετικών βίντεο, ποιες είναι οι κύριες πηγές που τα ανεβάζουν σχετικά βίντεο, ποια είναι η ποιότητα του περιεχόμενό τους και τελικά οι χρήστες ποια βίντεο επιλέγουν να δουν.

#### ***5.2 Εισαγωγή***

Στο παρελθόν, οι περισσότεροι άνθρωποι αναζητούσαν ιατρικές πληροφορίες ζητώντας πληροφορίες από επαγγελματίες από το χώρο της υγείας. Ωστόσο στην εποχή μας εξαιτίας της ραγδαίας εξάπλωσης του Διαδικτύου πολλοί άνθρωποι χρησιμοποιούν διαδικτυακές πηγές για να έχουν πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες (Biggs, Bird et al. 2013). Πλέον, το

Διαδίκτυο είναι μια από τις πιο συχνές πηγές πληροφόρησης σε θέματα υγείας. Για παράδειγμα, κάθε μήνα περίπου 50 εκατομμύρια αμερικανών πολιτών αναζητούν πληροφορίες που σχετίζονται με την υγεία στο διαδίκτυο και ιστοσελίδες όπως το WebMD δέχονται περίπου 20 εκατομμύρια επισκέπτες κάθε μήνα (Steinberg, Wason et al. 2010). Σύμφωνα με τους Butler και συν. το 80% των χρηστών του διαδικτύου ψάχνουν διαδικτυακά για πληροφορίες που σχετίζονται με την υγεία (Butler, Perry et al. 2013) και το διαδίκτυο έχει γίνει μια εύκολα διαθέσιμη πηγή ιατρικής πληροφορίας (Vance, Howe et al. 2009; Pandey, Patni et al. 2010; Akgun, Karabay et al. 2014).

Μια από τις πιο διάσημες διαδικτυακές πηγές ιατρικής πληροφορίας είναι το YouTube ([www.youtube.com](http://www.youtube.com)) (Lee, Seo et al. 2014). Το YouTube περιέχει περίπου το 60% όλων των διαδικτυακά διαθέσιμων βίντεο (Steinberg, Wason et al. 2010). Ημερησίως, 100 εκατομμύρια βίντεο παρακολουθούνται στο YouTube, ενώ 65 000 νέα βίντεο προστίθενται (Steinberg, Wason et al. 2010). Μάλιστα πιστεύεται ότι καθημερινά νέα ανεβαίνουν βίντεο με περιεχόμενο περίπου 48 ώρες (Butler, Perry et al. 2013). Από το 2005, τα βίντεο που ανεβαίνουν στη σελίδα του YouTube παρουσιάζουν μια τεράστια αύξηση, ενώ πολλά από αυτά περιέχουν ιατρική πληροφορία (Rössler, Lahner et al. 2012; Akgun, Karabay et al. 2014). Οι μη εγγεγραμμένοι/ μη καταχωρημένοι χρήστες μπορούν να παρακολουθήσουν τα βίντεο, ενώ οι εγγεγραμμένοι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν απεριόριστο αριθμό από βίντεο. Ο μόνος περιορισμός αφορά βίντεο τα οποία μπορεί να θεωρηθούν προσβλητικά/ακατάλληλα και τα οποία είναι διαθέσιμα μόνο για εγγεγραμμένους χρήστες οι οποίοι είναι μεγαλύτεροι από 18 χρονών. Επομένως, το YouTube μπορεί να θεωρηθεί ως μια σημαντική πλατφόρμα για την ανταλλαγή πληροφοριών, με όγκο δεδομένων της τάξης των Μεγάλων Δεδομένων που συζητήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρόλο που υπάρχει μια πολυάριθμη βιβλιογραφία (βιβλία, δημοσιεύσεις) πάνω σε θέματα υγείας, το Διαδίκτυο έχει γίνει η μεγαλύτερη και πιο ενημερωμένη πηγή ιατρικών πληροφοριών (Choules 2007; Akgun, Karabay et al. 2014). Ένας αυξανόμενος αριθμός μαθητών/φοιτητών χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ως την κύρια τους πηγή πληροφορίας για μάθηση. Για αυτό το λόγο το YouTube παρουσιάζει μεγάλες ευκαιρίες και δυνατότητες για εκπαιδευτική χρήση (Logan 2012; Akgun, Karabay et al. 2014). Το YouTube έχει γίνει μια χρήσιμη πηγή γνώσης και χρησιμοποιείται ευρέως από φοιτητές ιατρικής ή και ειδικευόμενους γιατρούς ως μια διαδικτυακή πηγή πληροφόρησης (Akgun, Karabay et al. 2014) καθώς έχει χαρακτηριστικά τα οποία του επιτρέπουν να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Camm, Sunderland et al. 2013; Akgun, Karabay et al. 2014).

Παρόλο που κάποιες πηγές και ιστοσελίδες στο διαδίκτυο μπορεί να περιέχουν ακριβείς και σωστές πληροφορίες, οι περισσότερες διαδικτυακές πηγές δεν αποκαλύπτουν τις πηγές των δεδομένων που παρουσιάζουν και δεν χρησιμοποιούν βιβλιογραφικές αναφορές (Black and Penson 2006; Steinberg, Wason et al. 2010). Επίσης, τα περισσότερα άρθρα ή πληροφορίες που ανεβαίνουν στο διαδίκτυο δεν αξιολογούνται από κάποιο ειδικό και δεν περνούν από κάποιο σύστημα κρίσης (Hellawell, Turner et al. 2000). Όπως στις περισσότερες διαδικτυακές σελίδες, έτσι και στο YouTube, το περιεχόμενο του δεν αξιολογείται από κάποιον και επομένως οι εγγεγραμμένοι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν βίντεο με ότι περιεχόμενο επιθυμούν (Steinberg, Wason et al. 2010). Αυτό το εύρος από πηγές και η απουσία μιας διαδικασίας στο YouTube έχει ωθήσει την ανάρτηση μη έγκυρων ή παραπλανητικών ιατρικών πληροφοριών στο YouTube (Strychowsky, Nayan et al. 2013). Οι χρήστες που ανεβάζουν τα βίντεο δε χρειάζεται να αναφέρουν τις πηγές τους, από πού προήλθαν τα βίντεο ή πότε ανανεώθηκαν ή γυρίστηκαν. Επομένως, οι πηγές που παρέχουν πληροφορίες σε σχέση με την υγεία δεν υπόκεινται σε κάποια μορφή αξιολόγησης από κριτές και επομένως η ποιότητα της περιεχόμενης πληροφορίας ποικίλει και πολλές φορές είναι αμφιλεγόμενη (Butler, Perry et al. 2013). Η απουσία κάποιου συστήματος κριτών έχει ως αποτέλεσμα πιθανές μεροληψίες ή/και καταφανώς λανθασμένες πληροφορίες να είναι πολύ εύκολο να αποτελούν σημαντικό μέρος από το περιεχόμενο των βίντεο του YouTube (Steinberg, Wason et al. 2010). Επίσης, τα περισσότερα βίντεο στο YouTube βασίζονται σε προσωπικές εμπειρίες, παρόλο που υπάρχουν διαθέσιμα και μερικά βίντεο που προέρχονται από επαγγελματικές πηγές, όπως κάποια ινστιτούτα, πανεπιστήμια ή Μονάδες Υγείας (Akgun, Karabay et al. 2014). Επιπρόσθετα, έχει παρουσιαστεί από κάποιους ερευνητές ότι το YouTube περιέχει κυρίως βίντεο με ανεπαρκή εκπαιδευτική αξία (Camm, Sunderland et al. 2013).

Δεδομένου του κύματος των διαδικτυακών “καταναλωτών”/ πολιτών που κατακλύζουν το διαδίκτυο αναζητώντας ιατρικές πληροφορίες, παράλληλα με τον εκτεταμένο όγκο πληροφοριών και βίντεο (Μεγάλα Δεδομένα) τα οποία βρίσκονται διαθέσιμα στο YouTube, είναι πολύ ενδιαφέρον να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα της πληροφορίας που περιέχεται στα βίντεο. Ωστόσο, η ποιότητα και η ακρίβεια της ιατρικής πληροφορίας που υπάρχει στο διαδίκτυο χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια (Akgun, Karabay et al. 2014). Τα περισσότερα από τα βίντεο στο διαδίκτυο βασίζονται σε προσωπικές εμπειρίες, παρόλο που μερικά βίντεο προέρχονται από επαγγελματικές πηγές, όπως είναι πανεπιστήμια ή μονάδες υγείας (Akgun, Karabay et al. 2014). Πρόσφατες εργασίες έχουν αξιολογήσει το YouTube ως μια πηγή ιατρικής πληροφορίας σε

διαφορετικές ασθένειες και διαδικασίες (Azer 2012; Camm, Sunderland et al. 2013; Strychowsky, Nayan et al. 2013).

Από την στιγμή που ο Keerlan και συν. δημοσίευσαν μια εργασία το 2007 σχετικά με την ποιότητα των βίντεο του YouTube (Keelan, Pavri-Garcia et al. 2007), πολλοί ερευνητές έχουν αναλύσει βίντεο σε θέματα όπως η ρινοκολπίτιδα (Biggs, Bird et al. 2013), τα εγκαύματα (Butler, Perry et al. 2013), ο καρκίνος του προστάτη (Steinberg, Wason et al. 2010), η αμυγδαλεκτομία (Strychowsky, Nayan et al. 2013), η νευρολογία (Brna, Dooley et al. 2013), η χολολιθίαση (Lee, Seo et al. 2014) και η καρδιοπνευμονική ανάνηψη (Liu, Haukoos et al. 2014). Καθώς όλο και περισσότεροι επαγγελματίες αναγνωρίζουν τη σημασία και αξία του YouTube σαν πηγή ιατρικών πληροφοριών για το ευρύ κοινό, ο αριθμός των εργασιών που αξιολογούν την ποιότητα των πληροφοριών που υπάρχουν στο YouTube αυξάνεται (Sampson, Cumber et al. 2013). Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την ιατρική πληροφορία που περιέχεται σε διαδικτυακά βίντεο είχαν τόσο θετικά (Lim Fat, Doja et al. 2011; Sood, Sarangi et al. 2011) όσο και αρνητικά αποτελέσματα (Steinberg, Wason et al. 2010; Murugiah, Vallakati et al. 2011; Rössler, Lahner et al. 2012).

Παρόλο που υπάρχουν κάποιες εργασίες που μελετούν την ιατρική πληροφορία που υπάρχει στα βίντεο του YouTube (Azer 2012; Rössler, Lahner et al. 2012; Camm, Sunderland et al. 2013), δεν υπάρχει ούτε μια που να διαπραγματεύεται τα βίντεο που σχετίζονται με ιατρικά laser και σχετικές εφαρμογές τους, όπως η Lasik και η αφαίρεση τατουάζ με laser. Το κενό αυτό έρχεται να καλύψει η δική μας εργασία σε αυτό το πεδίο. Χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**) αντλήσαμε δεδομένα από βίντεο στο YouTube σχετικά με τη Lasik και την αφαίρεση τατουάζ με laser.. Τα δεδομένα που συλλέχτηκαν χρησιμοποιήθηκαν για να διερευνηθεί τα χαρακτηριστικά, η ποιότητα και οι πηγές που αναρτούν ανάλογα.

### **5.3 Αποτελέσματα**

#### **5.3.1 Lasik**

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που παρουσιάζεται στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ** για την αναζήτηση βίντεο και συλλογή δεδομένων από το YouTube αναζητήσαμε τα σχετικά βίντεο και αντλήσαμε τις πληροφορίες που επιθυμούσαμε. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Η μεταβλητότητα/αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών/βαθμολογητών (interobserver variability/reliability) αξιολογήθηκε μέσω του υπολογισμού του δείκτη κάππα (kappa index), ο οποίος για τα βίντεο Lasik ήταν **0.80**.

#### **A. Το δείγμα: Περιγραφή των βίντεο που προέκυψαν από την αναζήτηση στο YouTube ανάλογα με τη διαφορετική λέξη κλειδί**

##### Κατηγορίες βίντεο

Αρχικός στόχος μας ήταν θελήσαμε να διερευνήσουμε τον τύπο των βίντεο που προκύπτουν σύμφωνα με τη κάθε λέξη κλειδί.

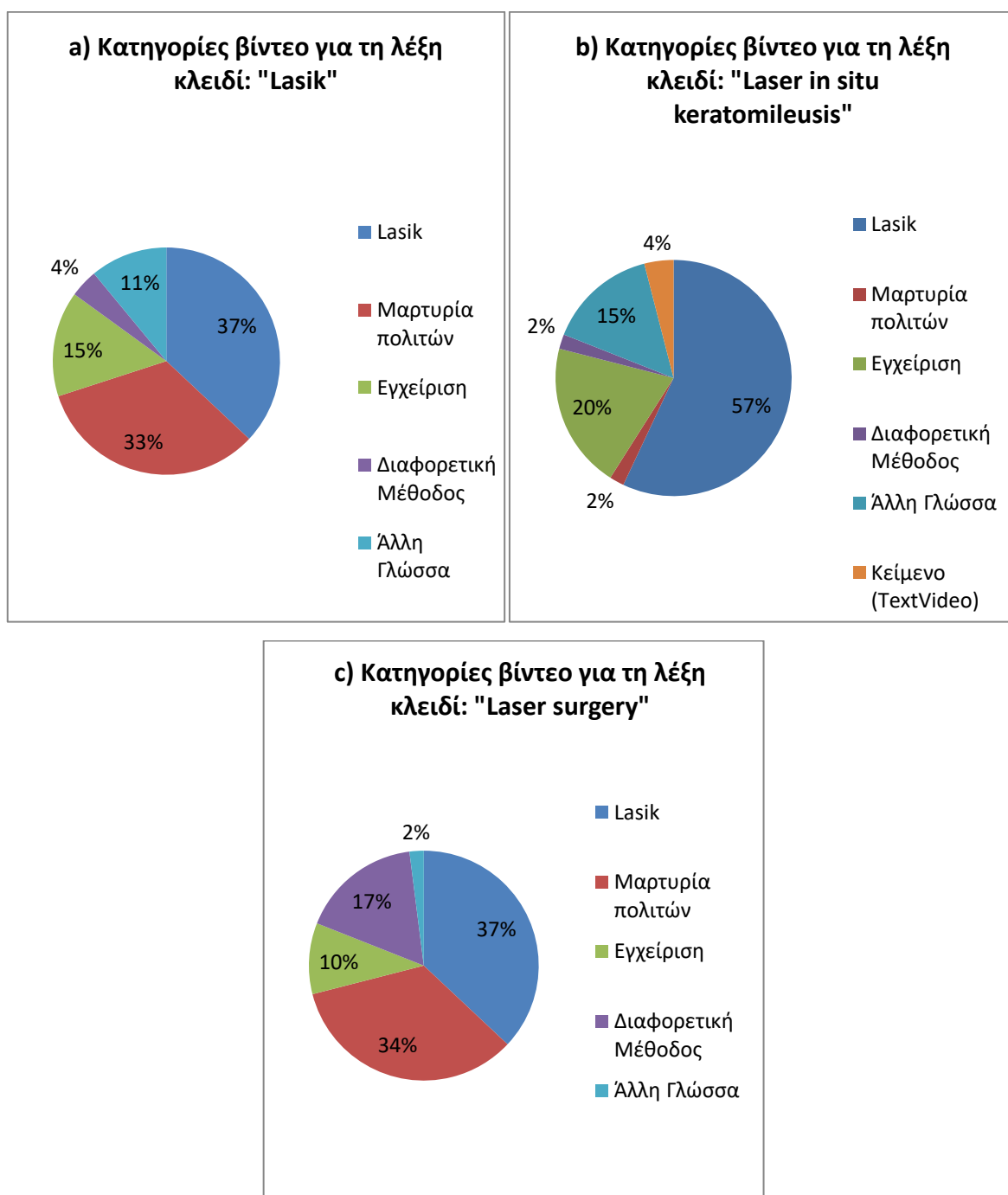
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για τη λέξη κλειδί “ Lasik ” (**Εικόνα 13a**) το 37% ήταν βίντεο Lasik, 33% ήταν βίντεο που περιέγραφαν την εμπειρία της εγχείρησης, ενώ το 15% ήταν βίντεο εγχείρησης. Τα υπόλοιπα ήταν βίντεο που παρουσίαζαν κάποια διαφορετική μέθοδο (4%) και βίντεο που δεν ήταν στα αγγλικά (11%).

Από την άλλη πλευρά για τη λέξη “laser in situ keratomileusis” (**Εικόνα 13b**) το 58% ήταν βίντεο Lasik, το 1% ήταν εμπειρία εγχείρησης, ενώ το 20% ήταν βίντεο εγχείρησης. Το υπόλοιπο 23% αφορούσε διαφορετικές μεθόδους (2%), βίντεο σε μη αγγλικά (15%) και βίντεο που είχαν μόνο κείμενο και όχι βίντεο (text video) (4%).

Τέλος, η αναζήτηση για τη λέξη κλειδί “laser eye surgery” (**Εικόνα 13c**) το 37% ήταν βίντεο Lasik, το 34% ήταν βίντεο που περιέγραφαν την εμπειρία της εγχείρησης, ενώ το 10% ήταν βίντεο εγχείρησης. Τα υπόλοιπα ήταν βίντεο που παρουσίαζαν κάποια διαφορετική μέθοδο (17%) και βίντεο που δεν ήταν στα αγγλικά (2%).

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τα περισσότερα βίντεο που αφορούσαν τα Lasik βίντεο τα έχει η αναζήτηση με τη λέξη κλειδί “laser in situ keratomileusis” με ποσοστό 58%, το οποίο είναι το μεγαλύτερο ποσοστό για οποιαδήποτε άλλη κατηγορία για όλες τις λέξεις κλειδιά. Οι άλλες δύο λέξεις, “ Lasik ” και “laser eye surgery” είχαν ποσοστά 37% για την κατηγορία Lasik βίντεο. Επιπρόσθετα, η αναζήτηση με τη λέξη κλειδί “laser in situ

keratomileusis” έδωσε το μικρότερο ποσοστό για βίντεο εμπειρίας εγχείρησης με μόλις 1%, ενώ οι άλλες δυο λέξεις για την ίδια κατηγορία βίντεο είχαν ποσοστά της τάξης 33 και 34% αντίστοιχα. Για τα βίντεο που παρουσιάζουν εγχειρήσεις οι 3 λέξεις κλειδιά έδωσαν αποτελέσματα, 15, 20 και 10% για κάθε μια από αυτές. Ενώ, τα υπόλοιπα βίντεο (εκτός των τριών βασικών κατηγοριών) κάλυπταν ένα ποσοστό της τάξης του 17% για τη λέξη κλειδί “ Lasik ”, 23% για τη λέξη “laser in situ keratomileusis” και 27% για λέξη κλειδί “laser eye surgery”.



**Εικόνα 13:** Οι τύποι των βίντεο ανάλογα με τη διαφορετική λέξη κλειδί που χρησιμοποιήθηκε.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η πολύ εξειδικευμένη αναζήτηση laser in situ keratomileusis δίνει καλύτερα αποτελέσματα ως προς το είδος του βίντεο, αν θεωρήσουμε ότι στην κατηγορία Lasik βίντεο ο επισκέπτης μπορεί να βρει βίντεο με καλύτερης ποιότητας πληροφορία (το οποίο και θα εξετάσουμε σε επόμενη ενότητα) σε σχέση με τα βίντεο που παρουσιάζουν απλά την εμπειρία της επέμβασης, η οποία και είναι μια καθαρά υποκειμενική παρουσίαση του πώς αισθάνθηκε πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την επέμβαση ο πρωταγωνιστής του κάθε βίντεο. Επίσης, είναι πολύ σημαντικό ότι στην τρίτη λέξη κλειδί “laser eye surgery” το 17% αφορούσε κάποια άλλη μέθοδο. Αυτό μπορεί να μας οδηγήσει να αναλογιστούμε ότι ένας μη έμπειρος και ειδικευμένος χρήστης, ο οποίος δε θα μπορούσε εύκολα να διακρίνει τη διαφορά μεταξύ της Lasik και μιας άλλης μεθόδου όπως η PRK, θα είχε μεγάλες πιθανότητες να παρακολουθήσει κάποιο βίντεο που θα αφορούσε κάποια άλλη τεχνική.

Αφαιρώντας τα μη επιθυμητά βίντεο (τα βίντεο που δεν ήταν σε αγγλική γλώσσα, σε βίντεο που παρουσίαζαν μόνο κείμενο κλπ) ταξινομήσαμε τα βίντεο σε 3 μεγάλες καθαρά ευδιάκριτες κατηγορίες για τις δυο πρώτες λέξεις κλειδί (οι οποίες στην πραγματικότητα σημαίνουν και ακριβώς το ίδιο πράγμα): i) Lasik, ii) Μαρτυρίες Πολιτών/Ασθενών (Εμπειρία Εγχείρισης) / Surgery experience και iii) Εγχείρηση / Surgery, για τις δύο λέξεις κλειδιά “laser in situ keratomileusis” και “ Lasik ” για να συνεχίσουμε τη συζήτηση μας (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4:** Τα ποσοστά για κάθε κατηγορία βίντεο για τις λέξεις κλειδιά “ Lasik ” και “laser in situ keratomileusis”

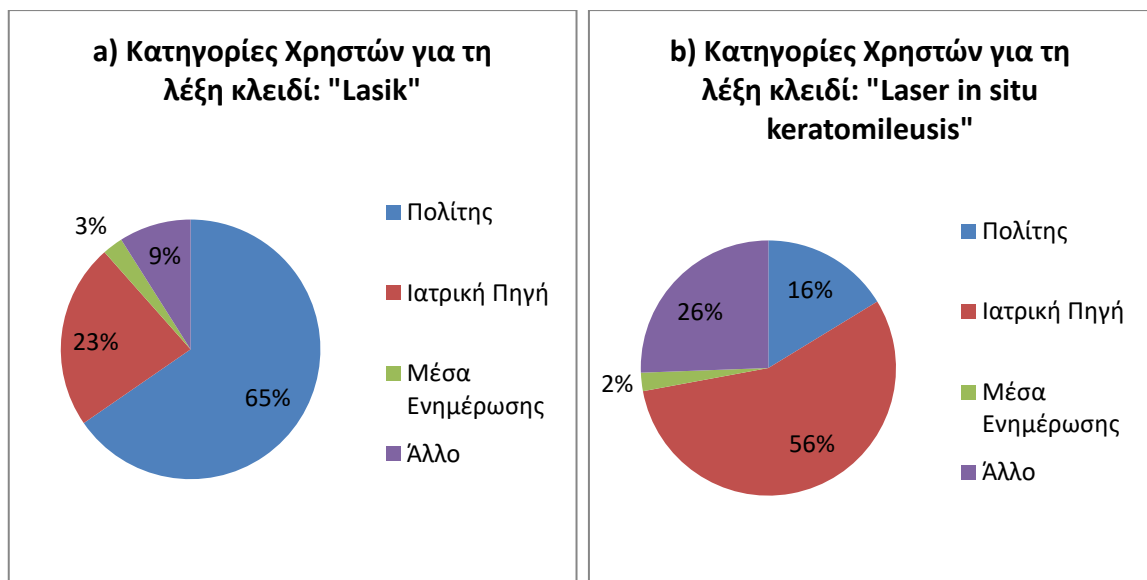
Λέξη Κλειδί	Κατηγορία βίντεο		
	Lasik	Εμπειρία Εγχείρισης	Εγχείρηση
Lasik	37%	33%	15%
Laser in situ keratomileusis	57%	2%	20%

#### Κατηγορίες χρηστών

Στη συνέχεια μελετήσαμε τους χρήστες οι οποίοι ανεβάζουν σχετικά βίντεο (Εικόνα 14). Για τη λέξη “ Lasik ” τα αποτελέσματα της αναζήτησης έδειξαν ότι σχετικά βίντεο ανεβάζουν περισσότεροι πολίτες με ένα ποσοστό 65%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τη δεύτερη λέξη κλειδί ήταν μόλις 16%. Αντίστοιχα, οι χρήστες που σχετίζονται με το χώρο της υγείας (όπως γιατροί, ιατρικά κέντρα, ιατρικά κανάλια, ιατρικές ιστοσελίδες κλπ) για

την πρώτη λέξη κλειδί κάλυπταν ένα ποσοστό της τάξεως 23%, ενώ για τη δεύτερη ένα ποσοστό 56%.

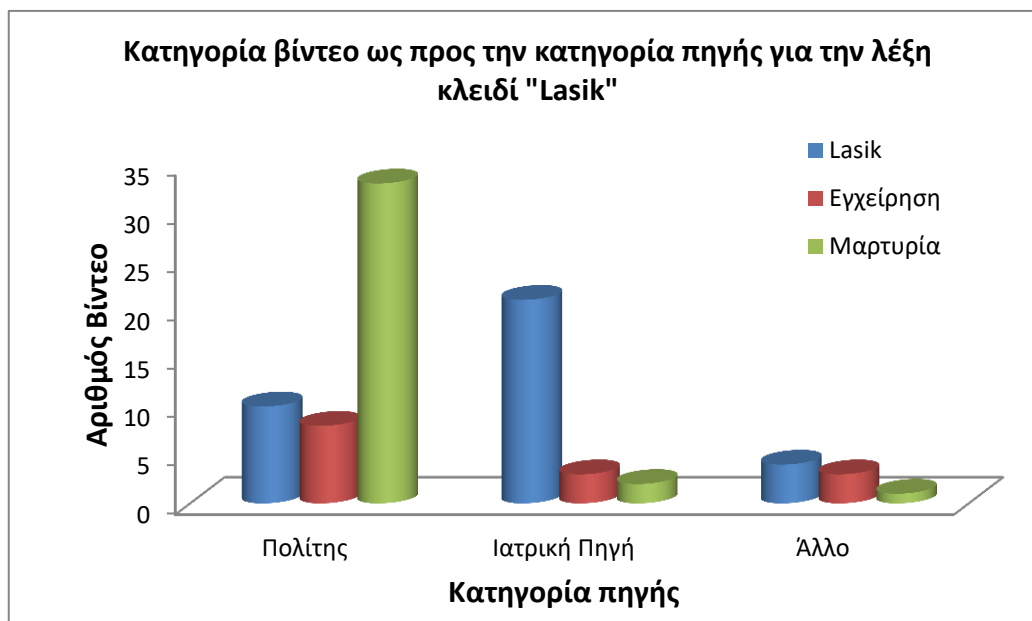
Είναι επομένως προφανές από τα πιο πάνω αποτελέσματα ότι η λέξη κλειδί που χρησιμοποιεί ο χρήστης παίζει καθοριστικό παράγοντα στην πηγή των βίντεο, δηλαδή στο ποιοι χρήστες ανεβάζουν τα ανάλογα βίντεο. Η πολύ ειδικευμένη λέξη κλειδί "laser in situ keratomileusis" παρουσιάζει κυρίως βίντεο από ιατρικές πηγές, ενώ η ευρέως διαδεδομένη λέξη Lasik (ανεξάρτητα αν το κοινό γνωρίζει ότι πρόκειται για ακρωνύμιο το οποίο στην πραγματικότητα είναι το LASer In situ Keratomileusis) βίντεο τα οποία προέρχονται κυρίως από πολίτες. Το γεγονός αυτό μπορεί να μας καθοδηγήσει ότι στην περίπτωση τουλάχιστον της επέμβασης Lasik οι χρήστες οι οποίοι επιθυμούν να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με αυτή την επέμβαση είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούν ειδικευμένες λέξεις κλειδιά, όπως ολόκληρη η περιγραφή της επεμβατικής αυτής διαδικασίας παρά το ακρωνύμιο της.



**Εικόνα 14:** Τύποι χρηστών που ανεβάζουν βίντεο ανάλογα με τη διαφορετική λέξη κλειδί που χρησιμοποιήσαμε.

### Αποτελέσματα ανάλυσης για τη λέξη κλειδί: "Lasik"

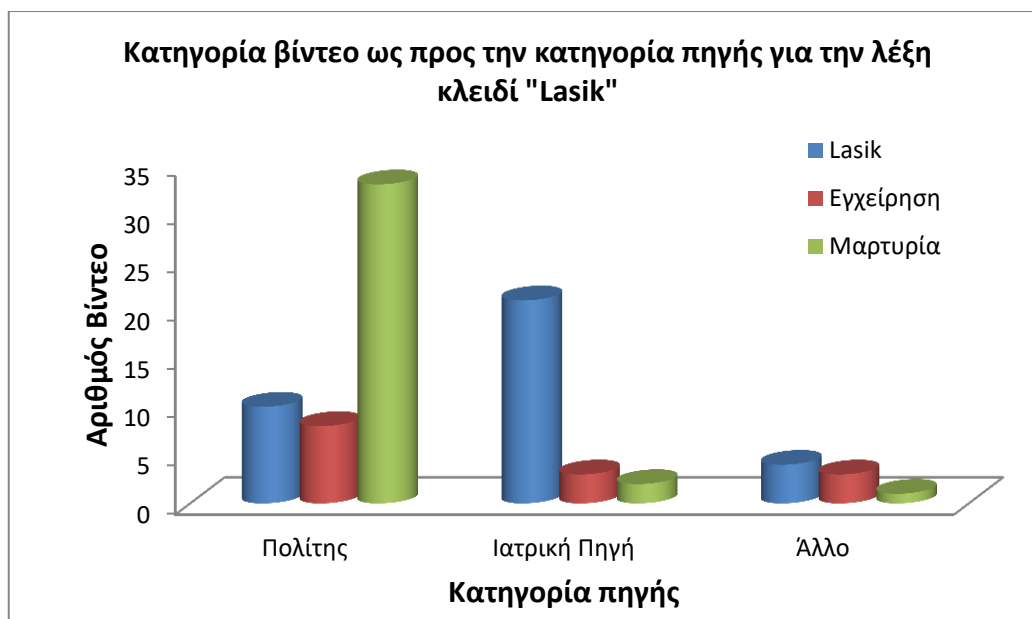
Στη συνέχεια διερευνήσαμε τις σχέσεις ανάμεσα στους χρήστες/ πηγές των βίντεο και την κατηγορία των βίντεο για τη λέξη Lasik. Όπως φαίνεται από την



**Εικόνα 15** τα περισσότερα βίντεο προέρχονται από πολίτες και αφορούν εμπειρία εγχείρησης. Οι πολίτες επίσης αναρτούν στο YouTube βίντεο με εγχειρήσεις και με εμπειρίες εγχείρησης. Από την άλλη μεριά οι ιατρικές πηγές ανεβάζουν σημαντικά περισσότερα βίντεο Lasik, αλλά και αυτά είναι λιγότερα από ό,τι τα βίντεο με εμπειρία εγχείρησης που ανεβάζουν οι πολίτες. Επίσης, είναι σημαντικά εμφανές (όπως θα φανεί και στα επόμενα αποτελέσματα) ότι από ιατρικές πηγές τα βίντεο που περιέχουν εμπειρία εγχείρησης είναι σχεδόν ανύπαρκτα. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς ο τρόπος με τον οποίο ορίσαμε την κατηγορία αυτή περιλαμβάνει βίντεο τα οποία προέρχονται από κάποιο άτομο το οποίο θέλει να μοιραστεί με το ευρύ κοινό την εμπειρία του για το πώς ένιωσε κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας μιας συγκεκριμένης ιατρικής επέμβασης. Για αυτό το λόγο, στους πίνακες συνάφειας, όπου τα βίντεο ήταν μηδενικά για βίντεο με εμπειρία εγχείρησης η κατηγορία αυτή παραλειπόταν από την ανάλυση μας. Στην περίπτωση τώρα όλων των βίντεο τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση με τη λέξη κλειδί "Lasik", όπως φαίνεται και στον σχετικό πίνακα συνάφειας (**Πίνακας 5**) οι κατηγορίες των βίντεο που αναρτώνται στο διαδίκτυο είναι εξαρτώμενες από το ποιος χρήστης τις ανεβάζει.

Στη συνέχεια διερευνήσαμε το αντίκτυπο που έχουν τα βίντεο, μέσω των προβολών, των Like και των Dislike που έχει το κάθε βίντεο. Για τις προβολές, χωρίσαμε τα βίντεο σε δύο μεγάλες κατηγορίες βίντεο, αυτές που είχαν λιγότερες από 50000 προβολές και αυτά που είχαν λιγότερες από 50000 προβολές. Για τα βίντεο με λιγότερες από 50000 προβολές

φαίνεται ότι σε αυτή την κατηγορία προέρχονται κυρίως βίντεο από πολίτες τα οποία παρουσιάζουν εμπειρία εγχείρησης, κατηγορία βίντεο η οποία όμως απουσιάζει από τις άλλες κατηγορίες χρηστών (**Εικόνα 16**). Σε αυτή την κατηγορία προβολών, οι ιατρικές πηγές ανεβάζουν κυρίως βίντεο Lasik, ενώ το chi-square test δείχνει ότι η κατηγορία βίντεο που ανεβαίνει εξαρτάται από τους χρήστες (**Πίνακας 6**). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και για τα βίντεο με περισσότερες από 50000 προβολές (**Εικόνα 17, Πίνακας 7**). Στη συνέχεια κατηγοριοποιήσαμε τα βίντεο ως προς τα Like ανάλογα με αν έχουν περισσότερα ή λιγότερα από 250 Likes. Τα περισσότερα βίντεο που έχουν λιγότερα από 250 Likes προέρχονται είτε από πολίτες και είναι βίντεο με εμπειρία εγχείρησης, είτε από ιατρικές πηγές και είναι βίντεο Lasik (**Εικόνα 18**). Ο πίνακας συνάφειας σε αυτή την περίπτωση μας δείχνει ότι η κατηγορία των βίντεο είναι ανεξάρτητη από την πηγή (**Πίνακας 8**). Στην περίπτωση όμως των βίντεο με περισσότερα από 250 Likes, τα περισσότερα βίντεο είναι από πολίτες και το chi-square test μας δείχνει ότι οι η κατηγορία των βίντεο εξαρτάται από τις κατηγορίες των χρηστών. Ακολουθώντας, κατηγοριοποιήσαμε τα βίντεο ανάλογα με εάν έχουν λιγότερα (**Εικόνα 20**) ή περισσότερα (**Εικόνα 21**) από 20 dislikes. Σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ανεξάρτητα από το πόσα Dislikes έχουν τα βίντεο, η κατηγορία των βίντεο είναι ανεξάρτητη από την πηγή (**Πίνακας 10, Πίνακας 11**).

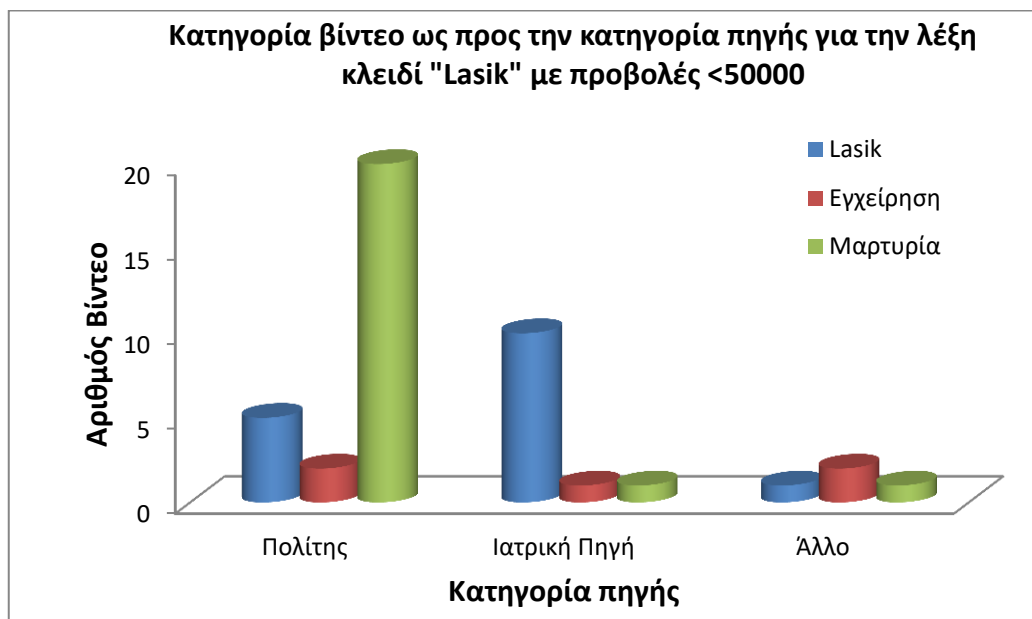


*Εικόνα 15: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί "Lasik"*

*Πίνακας 5: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για όλα τα βίντεο από τη λέξη κλειδί "Lasik"*

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	10	21	4	35
Εγχείριση	8	3	3	14
Μαρτυρία	33	2	1	36
Σύνολο	51	26	8	85
Chi-square: 33.4375	p value: 0.00001		Εξαρτώμενες	

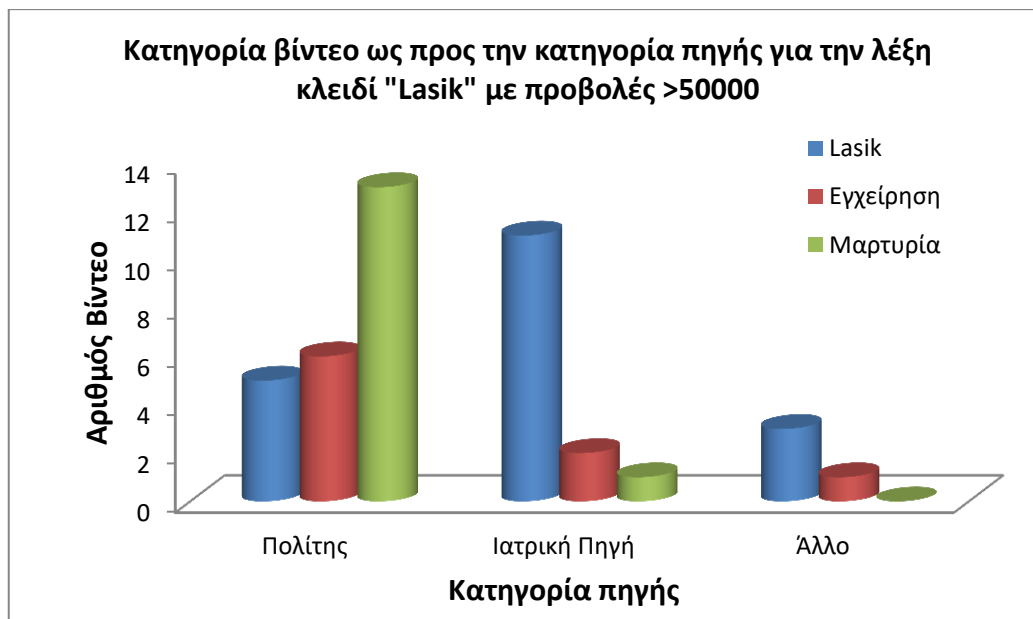
Προβολές (Views):



**Εικόνα 16:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί "Lasik" για βίντεο με λιγότερες από 50000 προβολές.

**Πίνακας 6:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 50000 προβολές (λέξη κλειδί "Lasik").

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	5	10	1	16
Εγχείριση	2	1	2	5
Μαρτυρία	20	1	1	22
Σύνολο	27	12	4	43
Chi-square: 22.7546	p value: 0.000142		Εξαρτώμενες	

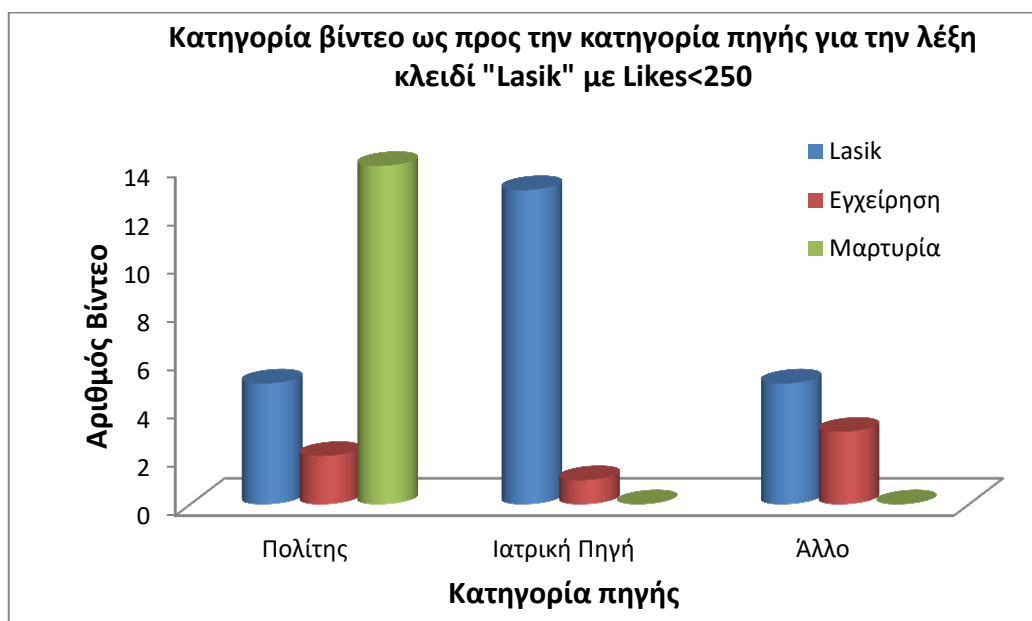


*Εικόνα 17: Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί "Lasik" για βίντεο με περισσότερες από 50000 προβολές.*

*Πίνακας 7: Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερες από 50000 προβολές (λέξη κλειδί "Lasik").*

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	5	11	3	19
Εγχείριση	6	2	1	9
Μαρτυρία	13	1	1	15
Σύνολο	24	14	5	43
Chi-square: 13.4428	p value: 0.0093		Εξαρτώμενες	

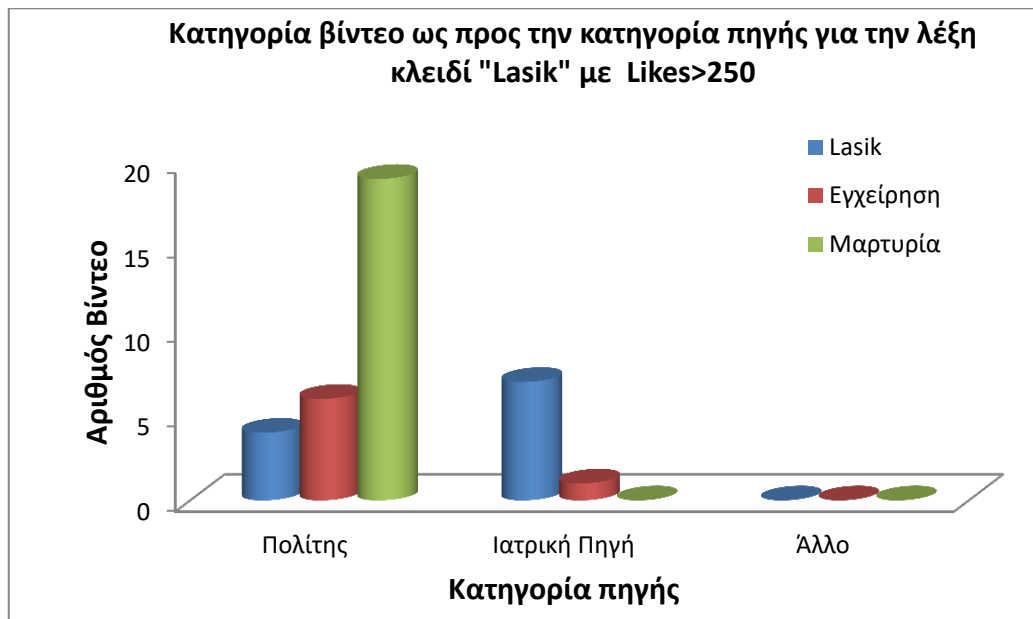
Likes:



**Εικόνα 18:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με λιγότερα από 250 Likes.

**Πίνακας 8:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 250 Likes (λέξη κλειδί “Lasik”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	5	13	5	23
Εγχείριση	2	1	3	6
Σύνολο	7	14	8	29
Chi-square: 3.2085		p value: 0.201		Ανεξάρτητες

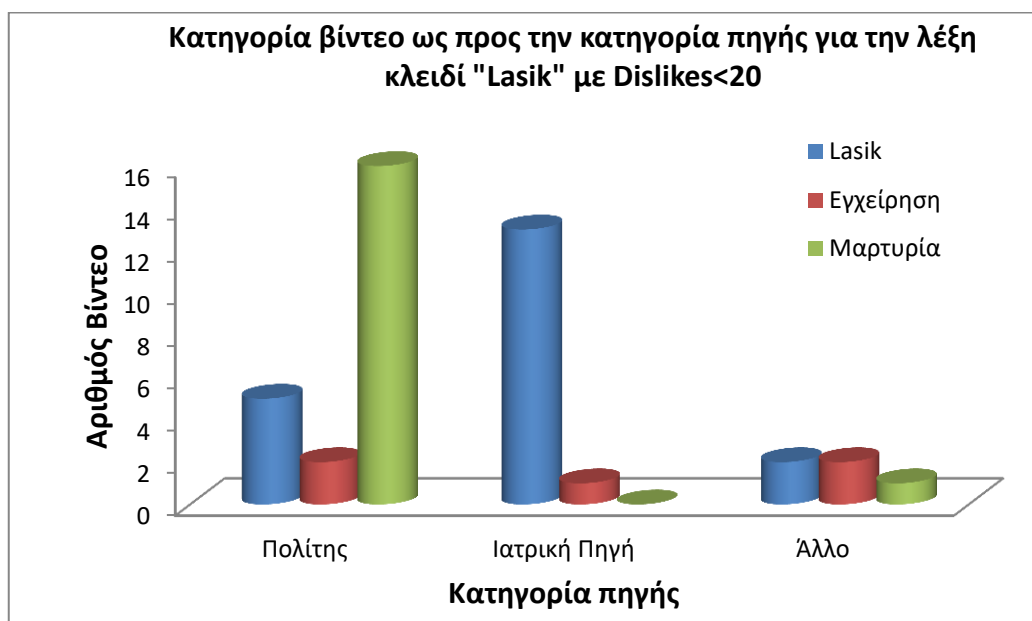


**Εικόνα 19:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με περισσότερα από 250 Likes.

**Πίνακας 9:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 250 Likes (λέξη κλειδί “Lasik”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Σύνολο
Lasik	4	7	11
Εγχείρηση	6	1	7
Σύνολο	10	8	18
Chi-square: 4.2195		p value: 0.03996	Εξαρτώμενες

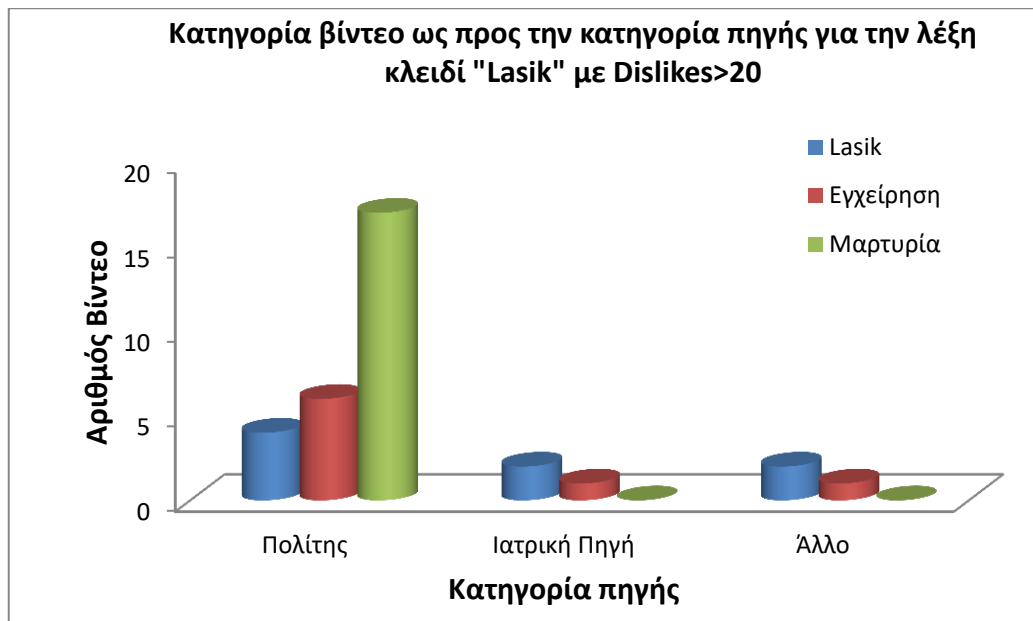
Dislikes:



**Εικόνα 20:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί "Lasik" για βίντεο με λιγότερα από 20 Dislikes.

**Πίνακας 10:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 20 Dislikes (λέξη κλειδί "Lasik").

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	5	13	2	20
Εγχείρηση	2	1	2	5
Σύνολο	7	14	4	25
Chi-square: 4.0179	p value: 0.13		Ανεξάρτητες	



**Εικόνα 21:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “Lasik” για βίντεο με περισσότερα από 20 Dislikes.

**Πίνακας 11:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 20 Dislikes(λέξη κλειδί “Lasik”).

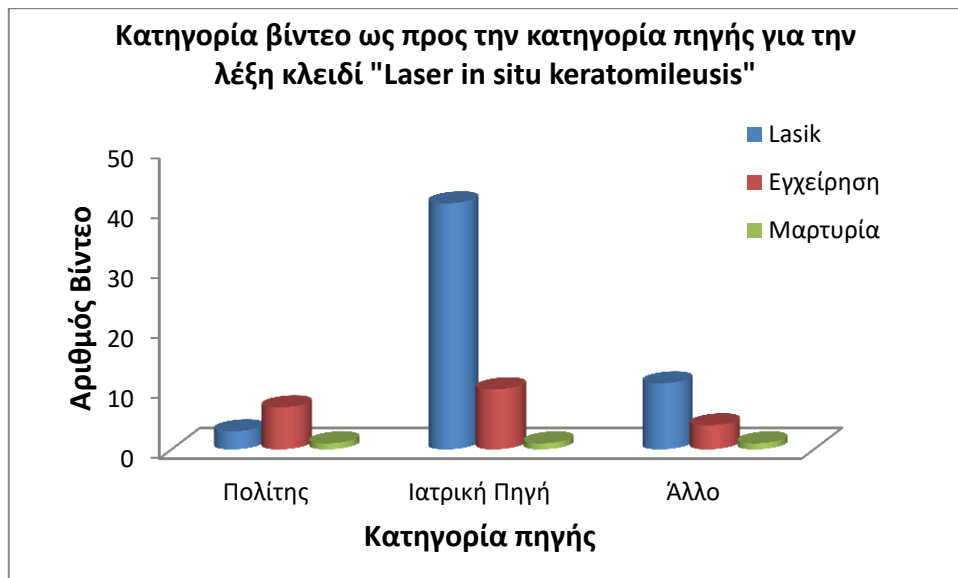
	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	4	2	2	8
Εγχείρηση				8
Σύνολο	10	3	3	16
Chi-square: 1.0667		p value: 0.589		Ανεξάρτητες

Αποτελέσματα ανάλυσης για τη λέξη κλειδί: “Laser in Situ Keratomileusis”

Αντίστοιχα με την προηγούμενη ενότητα διερευνήσαμε τις σχέσεις μεταξύ των κατηγοριών βίντεο και των χρηστών για τη λέξη κλειδί “ Laser in Situ Keratomileusis”. Τα αποτελέσματα εδώ μας έδειξαν ότι τα περισσότερα βίντεο προέρχονται από ιατρικές πηγές και είναι κυρίως βίντεο Lasik (**Εικόνα 22**). Το ίδιο ή παρόμοιο πρότυπο παρατηρήσαμε και όταν κατηγοριοποιήσαμε τα βίντεο ως προς το εάν είχαν λίγες (**Εικόνα 23**) ή πολλές προβολές (**Εικόνα 24**), λίγα (**Εικόνα 25**) ή πολλά (**Εικόνα 26**) Likes και λίγα (**Εικόνα 27**) ή πολλά (**Εικόνα 28**) Dislike. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στη μόνη περίπτωση που είχαμε πολλά βίντεο και από άλλες πηγές/χρήστες, ήταν η περίπτωση με τα σχετικά πολλά Likes (**Εικόνα 26**). Φαίνεται επομένως και εδώ η τάση οι ανεξάρτητοι πολίτες/ιδιώτες να συλλέγουν περισσότερα Likes. Ας μην ξεχνάμε εξάλλου ότι ζούμε σε μια εποχή όπου υπάρχουν πολίτες οι οποίοι αποκαλούν τους εαυτούς τους «YouTubers», με την έννοια ότι ασχολούνται σοβαρά (επαγγελματικά ή ημι-επαγγελματικά) με το να ανεβάζουν βίντεο στο YouTube.

Τα chi-square test μας έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά για τη λέξη “Lasik”. Για το σύνολο των βίντεο που προέκυψαν από τη λέξη κλειδί “ Laser in Situ Keratomileusis” τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κατηγορίες των βίντεο εξαρτώνται από την κατηγορία του χρήστη που αναρτά τα βίντεο (**Πίνακας 12**). Αντίστοιχη, εξάρτηση παρουσιάζεται για τα βίντεο που συγκεντρώνουν μεγάλο αριθμό προβολών (**Πίνακας 14**) και μεγάλο αριθμό Likes (**Πίνακας 16**).

Στην περίπτωση όμως των βίντεο με λίγες προβολές (**Πίνακας 13**), λίγα Likes (**Πίνακας 15**) και λίγα ή πολλά Dislike (**Πίνακας 17**, **Πίνακας 18**) η κατηγορία των βίντεο που αναβαίνουν στο YouTube είναι ανεξάρτητη από το ποιος χρήστης ανεβάζει τα σχετικά βίντεο.



***Εικόνα 22:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”.*

***Πίνακας 12:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).*

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	3	41	11	55
Εγχείριση	7	10	4	21
Μαρτυρία	1	1	1	3
Σύνολο	11	52	16	79
Chi-square: 11.771		p value: 0.019138		Εξαρτώμενες

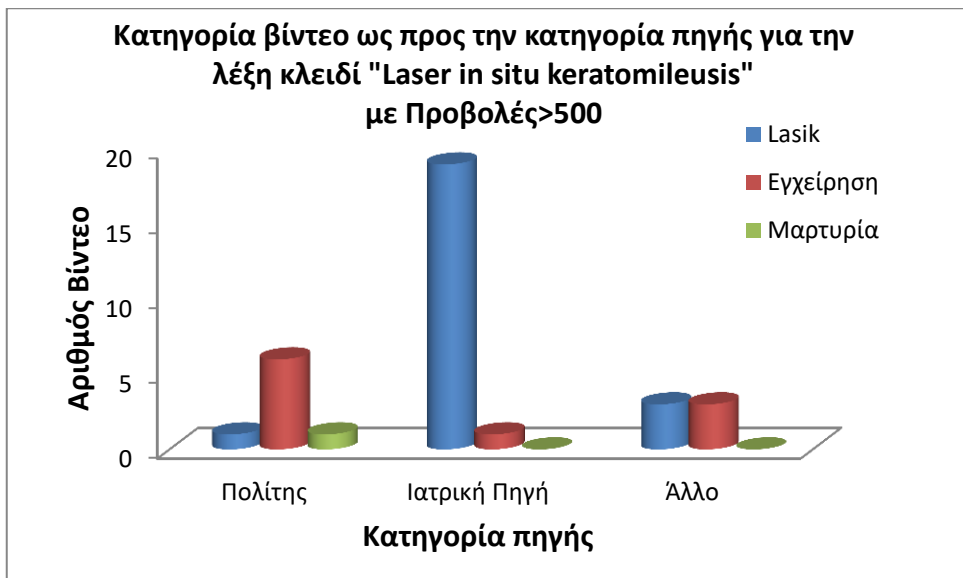
Προβολές (Views):



**Εικόνα 23:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με λιγότερες από 500 προβολές.

**Πίνακας 13:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερες από 500 προβολές (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	2	22	8	32
Εγχείριση	1	9	1	11
Σύνολο	3	31	9	43
Chi-square: 1.2785		p value:0.527865		Ανεξάρτητες

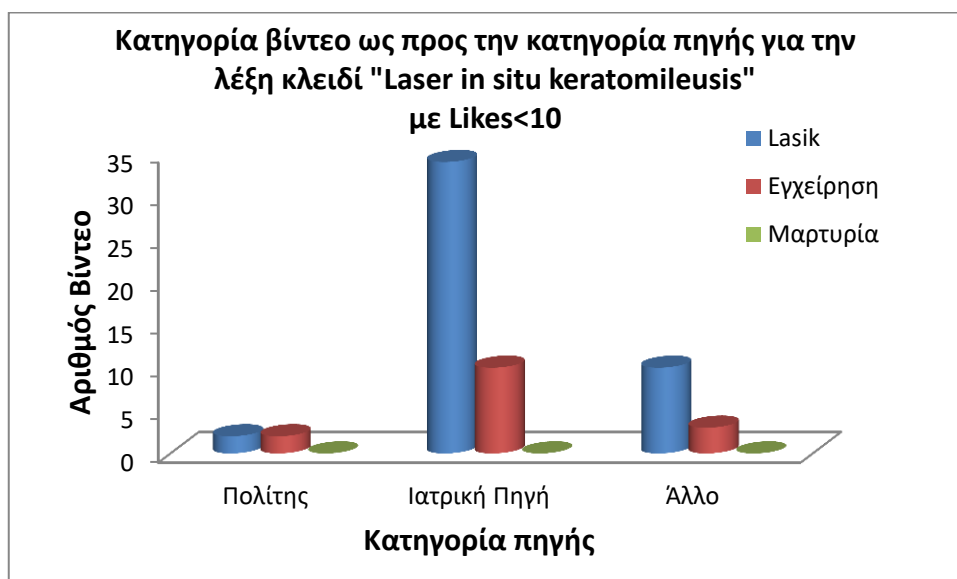


**Εικόνα 24:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με περισσότερες από 500 προβολές.

**Πίνακας 14:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερες από 500 προβολές (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	1	10	3	14
Εγχείριση	6	1	3	10
Σύνολο	7	11	6	24
Chi-square: 10.5618	p value: 0.005088		Εξαρτώμενες	

Likes:



**Εικόνα 25:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ” για βίντεο με λιγότερα από 10 Likes.

**Πίνακας 15:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με λιγότερα από 10 Likes (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	2	34	10	46
Εγχείριση	2	10	3	15
Σύνολο	4	14	13	61
Chi-square: 1.4912		p value: 0.4744		Ανεξάρτητες

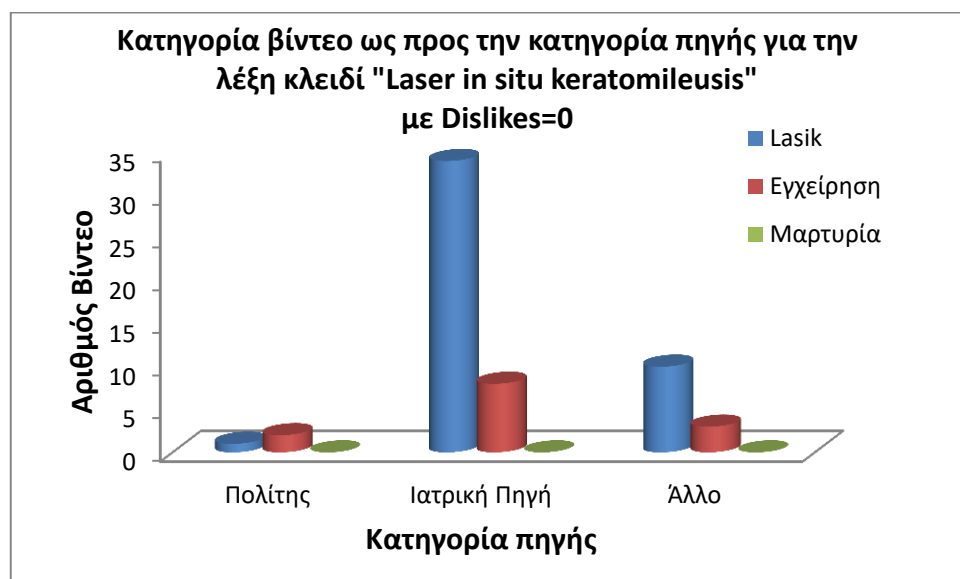


**Εικόνα 26:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο με περισσότερα από 10 Likes.

**Πίνακας 16:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με περισσότερα από 10 Likes (λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	1	7	1	9
Εγχείριση	5	1	1	7
Σύνολο	6	8	3	16
Chi-square: 7.0265		p value: 0.029801		Εξαρτώμενες

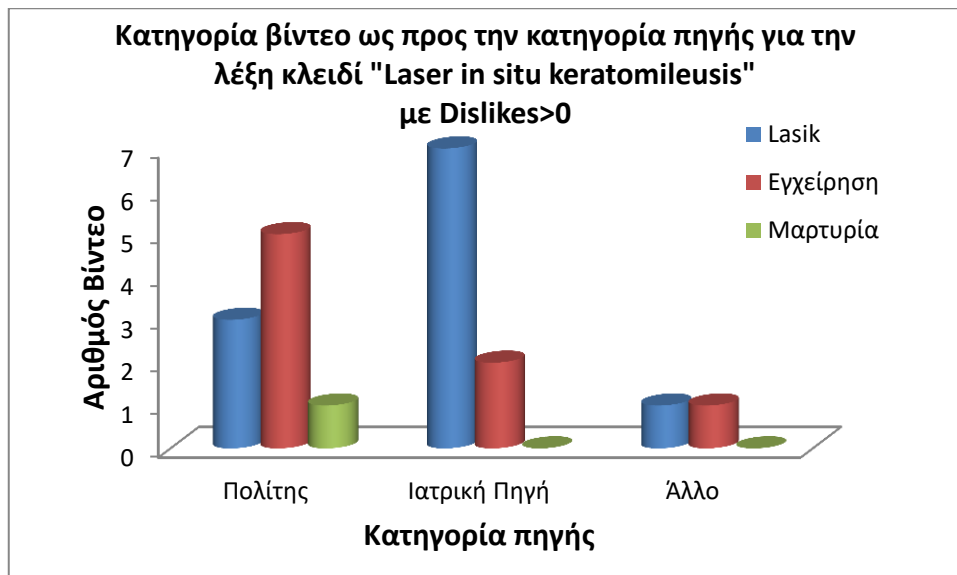
Dislikes:



**Εικόνα 27:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο χωρίς Dislikes.

**Πίνακας 17:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο χωρίς Dislikes(λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	1	34	10	45
Εγχείρηση	2	8	3	13
Σύνολο	3	42	13	58
Chi-square: 3.6553	p value: 0.160791		Ανεξάρτητες	



**Εικόνα 28:** Κατηγορίες βίντεο ανάλογα με το χρήστη/πηγή για τη λέξη κλειδί “ Laser in situ keratomileusis ”για βίντεο με Dislikes.

**Πίνακας 18:** Πίνακας συνάφειας για κατηγορίες βίντεο σε σχέση με τις κατηγορίες πηγών για βίντεο με Dislikes(λέξη κλειδί “Laser in situ keratomileusis”).

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Άλλο	Σύνολο
Lasik	3	7	1	11
Εγχείριση	5	2	1	8
Σύνολο	8	9	3	19
Chi-square: 2.8758		p value: 0.2374		Ανεξάρτητες

...

## **B. Αποτελέσματα ανάλυσης για όλα τα βίντεο σχετικά με τη Lasik**

Στη συνέχεια, θέλοντας να μελετήσουμε τη συνολική εικόνα, συγκεντρώσαμε όλα τα βίντεο και για τις τρεις λέξεις κλειδιά, αφαιρώντας όσα βίντεο παρουσιάζονταν περισσότερες από δύο φορές, όσα παρουσίαζαν διαφορετική μέθοδο, όσα δεν ήταν στην αγγλική γλώσσα, όσα δεν είχαν ήχο, όσα ήταν ταινίες ή μέρος από ταινίες και όσα δεν μπορούσε ο χρήστης να έχει πλέον πρόσβαση (not available). Επίσης, τα βίντεο τα οποία ήταν μαρτυρίες ασθενών/πολιτών (patient testimonials)(Steinberg, Wason et al. 2010) και όσα βίντεο ήταν βίντεο από εγχειρίσεις (surgical videos) (Lee, Seo et al. 2014) αφαιρέθηκαν. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι κατηγορίες αποκλεισμού των βίντεο και πόσα βίντεο αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία (**Πίνακας 19**).

*Πίνακας 19: Βίντεο που αποκλείστηκαν κατά την αναζήτηση για βίντεο σχετικά με τη Lasik.*

<b>Λόγος Αποκλεισμού</b>	<b>Αριθμός Βίντεο</b>
<b>Διπλά Βίντεο</b>	46
<b>Διαφορετική Μέθοδο</b>	23
<b>Άλλη γλώσσα (εκτός των Αγγλικών)</b>	27
<b>Βίντεο χωρίς ήχο (text video)</b>	4
<b>Ταινίες</b>	3
<b>Μη διαθέσιμα (Not available)</b>	2
<b>Εγχειρίσεις (surgical video)</b>	43
<b>Μαρτυρίες ασθενών/πολιτών (patient testimonials)</b>	66

Τα υπόλοιπα βίντεο (N=86) αναλύθηκαν επίσης και ως προς την ποιότητα των χαρακτηριστικών τους. Ο **Πίνακας 20** παρουσιάζει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, ενώ ο **Πίνακας 21** συγκεντρώνει τη σύγκριση με ANOVA μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών χρησιμότητας. Περισσότερα από τα μισά βίντεο αξιολογήθηκαν ως Ελαφρώς χρήσιμα, Όχι χρήσιμα και Παραπλανητικά (με ποσοστά 46,51%, 6,9% και 13,95% αντίστοιχα), ενώ 19,76% αξιολογήθηκαν ως Χρήσιμα και μόνο 12,79 ως Πολύ Χρήσιμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα 11 από τα 12 βίντεο που αξιολογήθηκαν ως παραπλανητικά είχαν επίσης αξιολογηθεί και ως Μη Χρήσιμα, ενώ μόνο σε ένα βίντεο η πληροφορία που περιείχε θεωρήθηκε ως Ελαφρώς Χρήσιμη. Στη συνέχεια, τα βίντεο τα οποία αξιολογήθηκαν ως Παραπλανητικά, αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστή κατηγορία.

Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον το γεγονός ότι τα βίντεο με τις περισσότερες προβολές, Likes, Dislikes και Σχόλια είναι αυτά τα οποία αξιολογήθηκαν και ως Παραπλανητικά. Μάλιστα, η μέση τιμή του μήκους των βίντεο, των προβολών, των Likes, των Dislikes και των σχολίων είναι στατιστικά σημαντική ( $p < 0.005$ ) μεταξύ των Παραπλανητικών και των Ελαφρώς Χρήσιμων Βίντεο (τα οποία ήταν και τα περισσότερα βίντεο). Επίσης, η μέση τιμή του μήκους των βίντεο, των Likes και Dislike μεταξύ των Παραπλανητικών και των Χρήσιμων βίντεο ήταν στατικά σημαντική. Επίσης, η μέση τιμή του μήκους των βίντεο μεταξύ των Παραπλανητικών και των Πολύ χρήσιμων βίντεο ήταν στατιστικά σημαντική. Εκτός, από την περίπτωση των βίντεο με παραπλανητική πληροφορία, φαίνεται η τάση τα βίντεο με πιο χρήσιμη πληροφορία να έχουν μεγαλύτερο μήκος. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Παραπλανητικών βίντεο και των άλλων κατηγοριών των βίντεο. Τα περισσότερα από τα παραπλανητικά βίντεο (7) προέρχονταν από Πολίτες, οι ιατρικές πηγές και τα μέσα ενημέρωσης είχαν από 1, ενώ 3 βίντεο προέρχονται από τις υπόλοιπες πηγές. Από την άλλη μεριά, κανένα Πολύ χρήσιμο βίντεο δεν προερχόταν από Πολίτες. Οι ιατρικές πηγές και τα μέσα ενημέρωσης είχαν από 3 βίντεο, ενώ οι υπόλοιπες πηγές είχαν ακόμα 3 βίντεο με πολύ χρήσιμο περιεχόμενο. Επίσης, οι ιατρικές πηγές είχαν 23 και 11 βίντεο με ελαφρώς χρήσιμο και χρήσιμο περιεχόμενο.

**Πίνακας 20:** Δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος σύμφωνα με την χρησιμότητα τους.

	Όχι Χρήσιμη			Ελαφρώς Χρήσιμη			Χρήσιμη			Πολύ Χρήσιμη			Παραπλανητικά		
	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%
<b>Βίντεο</b>	6		6,9	40		46,51	17		19,76	11		12,79	12		13,95
<b>Συνολικό Μήκος (min)</b>	3,63			77,17			54,3			87,75			104,79		
<b>Μέσο Μήκος</b>	0,60	0,58		1,92	3,29		3,19	3,3		7,93	4,8		8,73	9,62	
<b>Συνολικά Likes</b>	0			2435			2096			3937			106489		
<b>Μέση τιμή από Likes</b>	0	0		60,87	202,89		123,29	231,66		357,90	472,57		8874,08	22460,38	
<b>Συνολικά Dislikes</b>	0			131			174			774			2837		
<b>Μέση τιμή από Dislikes</b>	0	0		3,27	8,46		10,23	18,59		70,36364	96,73394		236,4167	603,563	
<b>Συνολικές Προβολές</b>	2975			937171			1043669			1244038			8801084		
<b>Μέση τιμή από Προβολές</b>	495,83	816,91		23429,28	68913,55		61392,29	105755,217		113094,4	128965,2		733423,7	2112387	
<b>Συνολικά Σχόλια</b>	0			753			1480			1583			23997		
<b>Σχόλια</b>	0	0		18,82	55,29		87,05	260,14		158,3	215,94		1999,75	5881,6	
<b>Πηγή</b>	Πολίτης	0	0	3	3	3,48	0	0		0	0		0	7	
	Ιατρική	4	4,65	23	26,74		11	12,79		4	4,65		1	8,13	
	MME	0	0	8	9,30		4	4,65		4	4,65		1	1,16	
	Άλλο	2	2,325581	6	6,976744		2	2,325581		3	3,488372		3	1,16	

**Πίνακας 21:** Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με τη Lasik.

	P Value			
	Παραπλανητικά vs Πολύ χρήσιμα	Παραπλανητικά vs Χρήσιμα	Παραπλανητικά vs Ελαφρώς χρήσιμα	Παραπλανητικά vs Όχι χρήσιμα
<b>Μήκος</b>	0,003839585	4,73672E-06	0,00835011	0,184046728
<b>Likes</b>	0,343795586	0,001583152	0,039540599	0,194100621
<b>Dislikes</b>	0,678074813	1,60846E-05	0,04327739	0,217467528
<b>Προβολές</b>	0,496870977	0,001438152	0,078615773	0,301496542
<b>Σχόλια</b>	0,467135049	0,000181196	0,0743547	0,280481133

Τα δημογραφικά στοιχεία ανάλογα με την πηγή, δηλαδή το χρήστη που ανεβάζει τα βίντεο παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (**Πίνακας 22**). Τα περισσότερα βίντεο ανέβηκαν από ιατρικές πηγές (~51%), ενώ οι πολίτες μόλις ~10,5%. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί, όπως φάνηκε σε προηγούμενες ενότητες ότι οι πολίτες έχουν την τάση να ανεβάζουν περισσότερο βίντεο τα οποία είτε είναι εγχειρίσεις είτε είναι μαρτυρίες τους από την εμπειρία την οποία βίωσαν. Αυτά τα βίντεο όμως αφαιρέθηκαν από την ανάλυση μας και για αυτό το λόγο έχουμε μικρό αριθμό από βίντεο πολιτών. Παρόλο, όμως που τα βίντεο των πολιτών είναι περιορισμένα, συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο αριθμό από τις συνολικές Προβολές, Likes, Dislikes και Σχόλια. Αντίστοιχα, και οι μέσες τιμές αυτών των παραμέτρων ήταν μεγαλύτερες για τα βίντεο από πολίτες.

Ο **Πίνακας 23** παρουσιάζει τη σύγκριση με ANOVA μεταξύ κατηγοριών χρηστών για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με τη Lasik. Είναι αξιοσημείωτο ότι μεταξύ των Πολιτών και της Ιατρικής Πηγής για όλες τις παραμέτρους μήκος βίντεο, Likes, Dislikes, Προβολές και Σχόλια η ανάλυση δείχνει ότι οι κατηγορίες είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές ( $p < 0.05$ ). Το ίδιο συμβαίνει μεταξύ Ιατρικής Πηγής και Μέσων Ενημέρωσης. Επίσης, οι προβολές, τα Likes και τα Dislikes στατιστικά σημαντικά μεταξύ Ιατρικής πηγής και των άλλων πηγών, ενώ στατιστικά σημαντικά είναι το μήκος των βίντεο και τα σχόλια μεταξύ Μέσων ενημέρωσης και Άλλων Πηγών. Τέλος, στατιστικά σημαντικό ήταν και το μήκος των βίντεο μεταξύ Πολιτών και Άλλων πηγών.

**Πίνακας 22:** Δημογραφικά στοιχεία σύμφωνα με την πηγή.

	Πολίτης			Ιατρικ ή Πηγή			Μέσα Ενημέρωση			Άλλο		
	n	STDE V	%	n	STDE V	%	n	STDE V	%	n	STDE V	%
<b>Βίντεο</b>	9		10,4651 2	44		51,16 3	17		19,7 7	16		18,6
<b>Συνολικό Μήκος (min)</b>	88,62			89,65			112,57			36,8		
<b>Μέσο Μήκος</b>	9,8467	10,882		2,0375	2,3318		6,6218	6,4263		2,3	2,1432	
<b>Συνολικά Likes</b>	96417			970			16203			1367		
<b>Μέση τιμή από Likes</b>	10713	25897		22,0455	55,009		953,12	2321,4		85,44	158,87	
<b>Συνολικά Dislikes</b>	2434			71			1100			311		
<b>Μέση τιμή από Dislikes</b>	270,44	703,33		1,61364	4,3467		64,706	85,7		19,44	40,96	
<b>Συνολικές Προβολές</b>	8E+06			603310			2E+06			1E+0 6		
<b>Μέση τιμή από Προβολές</b>	908228	2E+06		13711,6	37344		134651	144323		64166	119275	
<b>Συνολικά Σχόλια</b>	22461			240			4715			397		
<b>Σχόλια</b>	2495,7	6807,2		5,5814	16,659		277,35	386		24,81	58,506	
<b>Χρησιμότητα</b>												
Όχι χρήσιμα	0		0	4		4,651 2	0		0	2		2,32 6
Ελαφρώς Χρήσιμα	2		2,32558	24		27,90 7	8		9,30 2	6		6,97 7
Χρήσιμα	0		0	11		12,79 1	4		4,65 1	2		2,32 6
Πολύ Χρήσιμα	0		0	4		4,651 2	4		4,65 1	3		3,48 8
Παραπλανητικά	7		8,64197	1		1,234	1		1,16	3		3,48

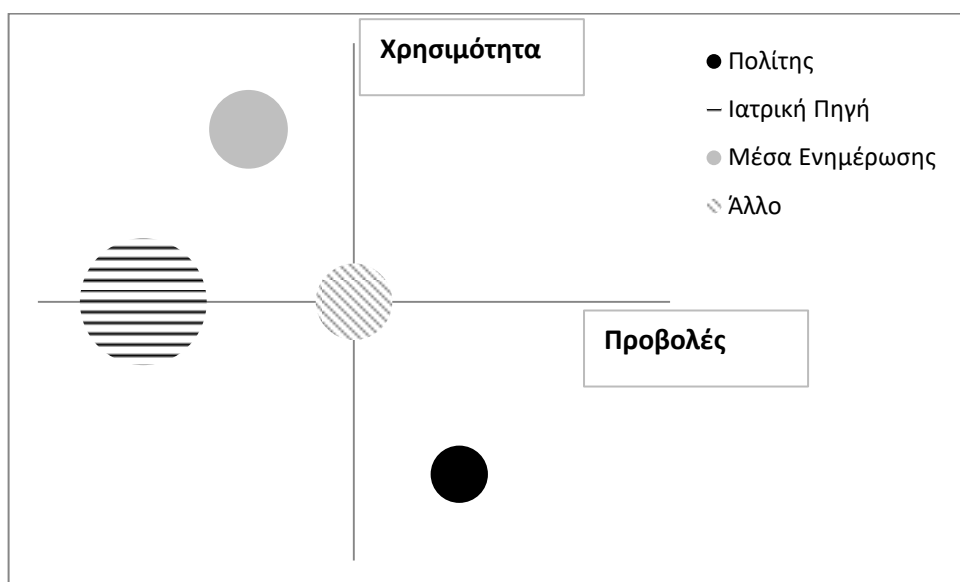
**Πίνακας 23:** Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρηστών για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με τη Lasik.

P Value						
	Πολίτης vs Ιατρική Πηγή	Πολίτης vs Μέσα Ενημέρωσης	Πολίτης vs Άλλο	Ιατρική Πηγή vs Μέσα Ενημέρωσης	Ιατρική Πηγή vs Άλλο	Μέσα Ενημέρωσης vs Άλλο
<b>Μήκος</b>	4,91483E-05	0,348753863	0,012080653	0,000118748	0,695323432	0,015655656
<b>Likes</b>	0,006308678	0,129300425	0,129300425	0,009153853	0,023961632	0,114062947
<b>Dislikes</b>	0,011038364	0,23760352	0,161193591	6,93749E-06	0,00548918	0,064667524
<b>Προβολές</b>	0,014857095	0,198075605	0,172683086	2,74237E-06	0,021523685	0,114062947
<b>Σχόλια</b>	0,015952211	0,184965139	0,153241884	1,84582E-05	0,053081756	0,014604866

Ακολουθώς υπολογίσαμε τη μέση τιμή της αξιολόγησης των βίντεο για το σύνολο της κάθε κατηγορίας χρήστη (Steinberg, Wason et al. 2010). Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (standard error) (Πίνακας 24). Χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές για τη χρησιμότητα και τις τιμές για τις προβολές και το ποσοστό για τα βίντεο ανά κατηγορία, όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο πίνακα (Πίνακας 22) δημιουργήσαμε ένα αντιληπτικό χάρτη (perceptual map) (Εικόνα 29). Όπως φαίνεται και από το χάρτη, τα βίντεο από πολίτες τα οποία είναι λίγα (βλ. μέγεθος φυσαλίδας), συγκεντρώνουν τις περισσότερες προβολές αλλά η μέση τιμή της χρησιμότητας τους είναι ελάχιστη. Από την άλλη μεριά βίντεο από ιατρικές πηγές και μέσα ενημέρωσης, όπου η μέση τιμή χρησιμότητας τους είναι υψηλή, έχουν λίγες προβολές παρόλο που είναι και περισσότερα στον αριθμό.

**Πίνακας 24:** Μέση τιμή αξιολόγησης βίντεο ανά κατηγορία (κλίμακα 0-12) για τα βίντεο Lasik.

	Πολίτης	Ιατρική Πηγή	Μέσα Ενημέρωσης	Άλλο
<b>Μέση Τιμή</b>	0,666666667	3,625	5,441176471	3,5
<b>STDVE</b>	1,322875656	2,889686955	3,682230782	3,979112129
<b>Τυπικό Σφάλμα</b>	0,440958552	0,4356367	0,893072144	0,994778032



**Εικόνα 29:** Αντιληπτικός Χάρτης (perceptual map) για ποιοτική παρουσίαση της σχέσης των προβολών ως προς τη χρησιμότητα των βίντεο. Ο χάρτης παρουσιάζει τη χρησιμότητα σε σχέση με τις προβολές για τα βίντεο σχετικά με τη Lasik. Το μέγεθος των φυσαλίδων αντιστοιχεί στο ποσοστό των βίντεο. Ο άξονας των X δείχνει τις Προβολές (Views) χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10) και ο άξονας των Y τη χρησιμότητα με βάση την αξιολόγηση της περιεχόμενης στα βίντεο πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων των βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10, το σημείο τομής των αξόνων αντιστοιχεί στο σημείο 5 της κλίμακας).

### 5.3.2 Απομάκρυνση Τατουάζ με laser

Στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά των βίντεο τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση για βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**). Για τη διαδικασία απομάκρυνσης τατουάζ χρησιμοποιήθηκαν δυο λέξεις κλειδιά (“laser tattoo removal” και “tattoo removal”) και επομένως αρχικά από την αναζήτηση μας προέκυψαν 200 βίντεο. Τα χαρακτηριστικά των βίντεο καθώς και η ποιότητα της περιεχόμενης πληροφορίας καταγράφηκε και αξιολογήθηκε από τους δύο ανεξάρτητους παρατηρητές. Η μεταβλητότητα/αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών/βαθμολογητών (interobserver variability/reliability) αξιολογήθηκε μέσω του υπολογισμού του δείκτη κάππα (kappa index), ο οποίος για τα βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser ήταν **0.85**.

Στη συνέχεια, αφαιρέσαμε όσα βίντεο παρουσιάζονταν περισσότερες από δύο φορές, όσα παρουσίαζαν διαφορετική μέθοδο, όσα δεν ήταν στην αγγλική γλώσσα, όσα δεν είχαν ήχο, όσα ήταν ταινίες ή μέρος από ταινίες και όσα δεν μπορούσε ο χρήστης να έχει πλέον πρόσβαση (not available). Επίσης, τα βίντεο τα οποία ήταν μαρτυρίες ασθενών/πολιτών (patient testimonials)(Steinberg, Wason et al. 2010) και όσα βίντεο παρουσίαζαν απλά τη διαδικασία αφαίρεσης του τατουάζ (procedure video) αφαιρέθηκαν. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι κατηγορίες αποκλεισμού των βίντεο και πόσα βίντεο αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία (Πίνακας 25).

**Πίνακας 25:** Βίντεο που αποκλείστηκαν κατά την αναζήτηση για βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.

Λόγος Αποκλεισμού	Αριθμός Βίντεο
Διπλά Βίντεο	47
Διαφορετική Μέθοδο	2
Άλλη γλώσσα (εκτός των Αγγλικών)	6
Βίντεο χωρίς ήχο (text video)	4
Μη διαθέσιμα (Not available)	3
Βίντεο μόνο με τη διαδικασία αφαίρεσης (procedure video)	21
Μαρτυρίες ασθενών/πολιτών (patient testimonials)	31

Τα υπόλοιπα βίντεο (N=64) αναλύθηκαν επίσης και ως προς την ποιότητα των χαρακτηριστικών τους. Ο **Πίνακας 26** παρουσιάζει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, ενώ ο **Πίνακας 27** συγκεντρώνει τη σύγκριση με ANOVA μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών χρησιμότητας. Από το δείγμα, η περιεχόμενη πληροφορία στα βίντεο αξιολογήθηκε ως Όχι Χρήσιμη σε 9 βίντεο (15%), ως Ελαφρώς Χρήσιμη σε 15 βίντεο (~23,4%), ως Χρήσιμη σε 20 βίντεο (~33,33%) και ως Πολύ Χρήσιμη σε 16 βίντεο (25%). Επίσης 4 βίντεο (~6,6%) από τα βίντεο χαρακτηρίστηκαν και ως παραπλανητικά (ή και επικίνδυνα) βίντεο. Η περιεχόμενη πληροφορία σε αυτά τα 4 βίντεο αξιολογήθηκε και από τους δύο κριτές ως Όχι Χρήσιμη. Στη συνέχεια γίνεται διάκριση μεταξύ των βίντεο που χαρακτηρίστηκαν ως επικίνδυνα, και της κατηγορίας των βίντεο με Όχι χρήσιμη πληροφορία.

Τα αποτελέσματα στην περίπτωση των βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser έδειξαν ότι τα βίντεο με πληροφορία η οποία αξιολογήθηκε ως Πολύ χρήσιμη συγκέντρωσαν τη μεγαλύτερη μέση τιμή σε προβολές, Dislikes και σχόλια. Από την άλλη πλευρά, πολύ υψηλές μέσες τιμές σε Προβολές, Likes, Dislikes και σχόλια παρουσίασαν και τα βίντεο των οποίων η πληροφορία αξιολογήθηκε ως Όχι Χρήσιμη. Όμως, η ανάλυση με ANOVA (**Πίνακας 27**) έδειξε ότι οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Διαφορές οι οποίες ήταν στατιστικά σημαντικές παρουσίασαν μόνο τα βίντεο με Ελαφρώς Χρήσιμη πληροφορία προς τα βίντεο με Χρήσιμη Πληροφορία και τα βίντεο με Πολύ Χρήσιμη Πληροφορία ως προς το μήκος των βίντεο. Τα βίντεο με Πολύ Χρήσιμη πληροφορία τείνουν να έχουν μεγαλύτερο μήκος σε σχέση με αυτά με Ελαφρώς Χρήσιμη πληροφορία. Επίσης, η μέση τιμή στα σχόλια μεταξύ των βίντεο με Ελαφρώς Χρήσιμη πληροφοριών και αυτών με Παραπλανητική Πληροφορία βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική με τα βίντεο με Παραπλανητική Πληροφορία να συγκεντρώνουν λιγότερα σχόλια.

Τα περισσότερα από τα βίντεο με πληροφορία που αξιολογήθηκε ως Όχι Χρήσιμη (5) ή Παραπλανητική (3) προέρχονταν από Πολίτες. Επίσης, τα Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς είχαν βίντεο με παραπλανητική ή όχι χρήσιμη πληροφορία. Πολύ Χρήσιμη πληροφορία είχαν κυρίως βίντεο τα οποία προερχόταν από ιατρικές πηγές και πολίτες. Επίσης, βίντεο με Χρήσιμη πληροφορία φάνηκε να ανεβάζουν όλες οι πηγές, με τα περισσότερα βίντεο με ανάλογη πληροφορία να προέρχονται κυρίως από Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς.

**Πίνακας 26:** Δημογραφικά Στοιχεία ως προς τη χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.

	Όχι Χρήσιμη			Ελαφρώς Χρήσιμη			Χρήσιμη			Πολύ Χρήσιμη			Παραπλανητική		
	n	STDE V	%	n	STDE V	%	n	STD EV	%	n	STDE V	%	n	STDE V	%
<b>Βίντεο</b>	9		15	15		23,43 75	20		33, 33	16		25	4		6,6 6
<b>Συνολικό Μήκος (min)</b>	44,17			27,39			81,33			87,52			17,9 2,7		
<b>Μέσο Μήκος</b>	4,9	3,65		1,826	1,4046		4,0665			5,47	2,7294		4,47	2,7	
<b>Συνολικά Likes</b>	32267			8200			11641 2			42014			664		
<b>Μέση τιμή Likes</b>	200,22	499,06		546,66	1757,4		5820,6			2625,8	5190,9		166	130,07	
<b>Συνολικά Dislikes</b>	1802			752			2906			5601			126		
<b>Μέση τιμή Dislikes</b>	200,22	499,06		50,13	149,86		145,3			350,06	787,86		31,5	21,17	
<b>Συνολικές Προβολές</b>	46165 04			26589 02			11722 695			12683 626			28022 3		
<b>Μέση τιμή από Προβολές</b>	51294	86224		17726	52084		58613			79272	18004		70055, 75	43106, 51	
<b>Συνολικά Σχόλια</b>	4376			691			4333			4813			263		
<b>Μέση Τιμή από Σχόλια</b>	486,22	1141,5 0		46,066 67	139,53 42		3,8057 89			300,81 25	788,68 58		66,75	38,35	
<b>Πηγή</b>	Πολίτης			5 7,8 1			2 3,125			5 7,8			5 7,8 1 1		
	Ιατρική			0 0			2 3,125			2 3,1			5 7,8 1 1		
	Μέσα Ενημέρωσης			0 0			3 4,68			3 4,7			1 1,5 6 6		
	Ινστιτούτα Τατουάζ			2 3,1 2 2			6 9,375			9 14, 06 8			3 4,6 1 1,5 6 6		
	Άλλο			2 3,1			2 3,125			1 1,5			2 3,1		

**Πίνακας 27:** Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρησιμότητας για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser

	Όχι Χρήσιμη vs Ελαφρώς Χρήσιμη	Όχι Χρήσιμη vs Χρήσιμη	Όχι Χρήσιμη vs Πολύ Χρήσιμη	Όχι Χρήσιμη vs Παραπλανητική	Ελαφρώς Χρήσιμη vs Χρήσιμη	Ελαφρώς Χρήσιμη vs Πολύ Χρήσιμη	Ελαφρώς Χρήσιμη vs Παραπλανητική	Χρήσιμη vs Πολύ Χρήσιμη	Χρήσιμη vs Παραπλανητική	Πολύ Χρήσιμη vs Παραπλανητική
<b>Μήκος</b>	0,148908	0,419064	0,635814	0,337957	0,028587	7,18E-05	0,787367	0,204068	0,606827	0,522047
<b>Likes</b>	0,250121	0,792554	0,750754	0,512031	0,406688	0,151561	0,676947	0,607853	0,650219	0,365408
<b>Dislikes</b>	0,283538	0,76072	0,61286	0,523155	0,409041	0,158191	0,810952	0,324157	0,599775	0,438517
<b>Views</b>	0,244436	0,915141	0,66695	0,487733	0,434199	0,212871	0,692144	0,745307	0,64489	0,491795
<b>Σχόλια</b>	0,007267	0,565291	0,665589	0,837096	0,315281	0,227931	0,013527	0,72468	0,831921	0,56653

Ο Πίνακας 26 παρουσιάζει τα δημογραφικά στοιχεία ανάλογα με την πηγή, δηλαδή το χρήστη που ανεβάζει τα βίντεο. Τα περισσότερα βίντεο ανέβηκαν από Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς (~32,8%) και Πολίτες (~31,3%). Όπως και στην περίπτωση της Lasik, έτσι και εδώ τις περισσότερες προβολές, Likes, Dislikes και Σχόλια τα συγκεντρώνουν τα βίντεο από πολίτες, παρόλο όμως που οι διαφορές σε αυτή την περίπτωση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 27).

Το μήκος των βίντεο που ανεβάζουν οι πολίτες φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντικά πιο μεγάλο από το μήκος που έχουν τα βίντεο σε όλες τις άλλες κατηγορίες. Επομένως, έμμεσα θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα μεγάλα βίντεο από πολίτες συγκεντρώνουν την μεγαλύτερη προσοχή, μέσω προβολών, Likes, Dislikes και σχόλια από το ευρύ κοινό. Στατιστικά σημαντικά όμως, ήταν μόνο τα Dislikes των πολιτών σε σχέση με τις άλλες πηγές, και των σχολίων από πολίτες σε σχέση με τα Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς.

Ως προς την ποιότητα της πληροφορίας, οι Πολίτες φαίνεται να ανεβάζουν βίντεο όλων των κατηγοριών χρησιμότητας, ενώ οι Ιατρικές πηγές όπως ήταν αναμενόμενο ανεβάζουν κυρίως βίντεο με χρήσιμη πληροφορία. Τα Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς επίσης φαίνεται να έχουν την τάση να ανεβάζουν μέτριας πληροφορίας βίντεο, ενώ τα μέσα ενημέρωσης και οι άλλες πηγές αναρτούν βίντεο με πληροφορία η οποία κυμαίνεται από πολύ χρήσιμη έως όχι χρήσιμη.

**Πίνακας 28:** Δημογραφικά στοιχεία ως προς την πηγή για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser.

	Πολίτης			Ιατρική Πηγή			Μέσα Ενημέρωσης			Ινστιτούτα Τατουάζ			Άλλο		
	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%	n	STDEV	%
<b>Βίντεο</b>	20		31,25	9		14,0625	7		10,9375	21		32,8125	7		10,9375
<b>Συνολικό Μήκος (min)</b>	136,52			29,8			18,49			52,54			20,96		
<b>Μέσο Μήκος</b>	6,826	3,327		3,31	2,33		2,64	1,0		2,50	2,13		2,99	2,69	
<b>Συνολικά Likes</b>	180004			8647			7979			2856			71		
<b>Μέση τιμή από Likes</b>	9000,2	24603		960,77	2393,92		1139,85	2548,47		136	300,376		10,14	12,15	
<b>Συνολικά Dislikes</b>	8400			1641			732			410			4		
<b>Μέση τιμή από Dislikes</b>	420	778,2		182,3	501,2		104,5	217,7		19,52	43,83		0,571	1,133	
<b>Συνολικές Προβολές</b>	19529661			6854959			2573430			2848846			155054		
<b>Μέση τιμή από Προβολές</b>	976483	2138674		761662,1	1990509		367632,9	748515,8		141888,9	339595,3		22150,57	38893,42	
<b>Συνολικά Σχόλια</b>	11676			946			816			1003			35		
<b>Μέση τιμή από σχόλια</b>	583,8	1129,32		105,11	1990509		116,5714	206,8		47,76	121,38		5	10,81	
<b>Χρησιμότητα</b>	Όχι Χρήσιμη	5	7,8	0	0	0	0	0	0	3	4,6875	2	3,125		
	Ελαφρώς Χρήσιμη	2	3,125	2	3,125	3	4,6875	6	9,375	2	3,125				
	Χρήσιμη	5	7,8125	2	3,125	3	4,6875	9	14,0625	1	1,5625				
	Πολύ Χρήσιμη	5	7,8125	5	7,8125	1	1,5625	3	4,6875	2	3,125				
	Παραπλανητικό	3	4,68	0	0	0	0	1	1,56	0	0				

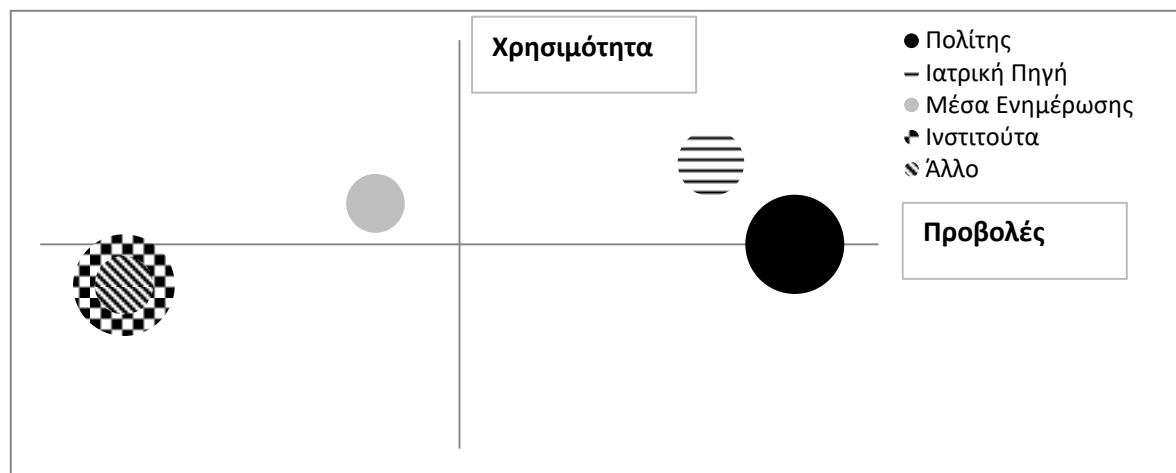
**Πίνακας 29:** Σύγκριση μεταξύ κατηγοριών χρηστών για την αναζήτηση βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser

	P Value									
	Πολίτης vs Ιατρική Πηγή	Πολίτης vs Μέσα Ενημέρωσης	Πολίτης vs Ινστιτούτο Τατουάζ	Πολίτης vs Άλλο	Ιατρική Πηγή vs Μέσα Ενημέρωσης	Ιατρική Πηγή vs Ινστιτούτο Τατουάζ	Ιατρική Πηγή vs Άλλο	Μέσα Ενημέρωσης vs Ινστιτούτο Τατουάζ	Μέσα Ενημέρωσης vs Άλλο	Ινστιτούτο Τατουάζ vs Άλλο
<b>Μήκος</b>	0,008149	0,003381	1,33E-05	0,011217	0,491329	0,361485	0,804448	0,869716	0,750832	0,623715
<b>Likes</b>	0,341375	0,412681	0,106569	0,348999	0,887264	0,123767	0,314899	0,077704	0,263623	0,283837
<b>Dislikes</b>	0,410055	0,305685	0,023618	0,023618	0,708797	0,092215	0,357266	0,092215	0,230446	0,268997
<b>Προβολές</b>	0,800381	0,472401	0,082813	0,254822	0,628905	0,164381	0,346061	0,261241	0,246075	0,381231
<b>Σχόλια</b>	0,192719	0,292653	0,036697	0,192719	1	0,097251	0,134996	0,28896	0,179682	0,366435

Στη συνέχεια υπολογίσαμε τη μέση τιμή της αξιολόγησης των βίντεο για το σύνολο της κάθε κατηγορίας χρήστη (**Πίνακας 30**) όπως κάναμε και για τα βίντεο lasik και όπως παρουσιάζεται και στη βιβλιογραφία (Steinberg, Wason et al. 2010). Χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές για τη χρησιμότητα και τις τιμές για τις προβολές και το ποσοστό για τα βίντεο ανά κατηγορία, όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο πίνακα (**Πίνακας 28**) δημιουργήσαμε ένα αντιληπτικό χάρτη (perceptual map) (**Εικόνα 30**). Ο χάρτης και σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζει ότι τα βίντεο από πολίτες έχουν μεγάλο ποσοστό από προβολές, παρόλο που το περιεχόμενό τους δεν κρίθηκε πολύ χρήσιμο. Σε αυτή την περίπτωση όμως, τα βίντεο από ιατρικές πηγές τα οποία έχουν την υψηλότερη μέση χρησιμότητα παρουσιάζουν μεγάλο ποσοστό από προβολές. Επίσης, τα βίντεο από Ινστιτούτα τατουάζ/ομορφιάς και άλλες πηγές τα οποία είχαν και τη χαμηλότερη μέση χρησιμότητα, είχαν πολύ περιορισμένο αριθμό από προβολές.

**Πίνακας 30:** Μέση τιμή αξιολόγησης βίντεο (κλίμακα 0-12) ανά κατηγορία για τα βίντεο για την απομάκρυνση τατουάζ με laser.

	Πολίτη	Ιατρική Πηγή	Μέσα Ενημέρωσης	Ινστιτούτα Τατουάζ	Άλλο
<b>Μέση Τιμή</b>	4,75	7	5,5	4,285714	4,428571
<b>STDVE</b>	4,643898	3,326034	2,198484	3,476965	4,71194
<b>Τυπικό Σφάλμα</b>	1,03840	1,108678	0,830949	0,758736	1,78094



**Εικόνα 30:** Αντιληπτικός Χάρτης (perceptual map) για ποιοτική παρουσίαση της σχέσης των προβολών ως προς τη χρησιμότητα των βίντεο. Ο χάρτης παρουσιάζει τη χρησιμότητα σε σχέση με τις προβολές για τα βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser. Το μέγεθος των φυσαλίδων αντιστοιχεί στο ποσοστό των βίντεο. Ο άξονας των X δείχνει τις Προβολές (Views) χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10) και ο άξονας των Y τη χρησιμότητα με βάση την αξιολόγηση της περιεχόμενης στα βίντεο πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή όλων των βίντεο ανά κατηγορία (σε μια κλίμακα από 0-10, το σημείο τομής των αξόνων αντιστοιχεί στο σημείο 5 της κλίμακας).

### 5.3.3 Συζήτηση και Συμπεράσματα

Τα αρχικά αποτελέσματα σχετικά με τις διαφορετικές λέξεις κλειδί έδειξαν ότι η λέξη κλειδί παίζει δραματικό ρόλο στο ποια βίντεο θα παρουσιαστούν στην αναζήτηση του χρήστη. Η χρήση της πιο ευρέως διαδεδομένη λέξης κλειδί “Lasik” δίνει κυρίως βίντεο από πολίτες. Τα βίντεο αυτά είναι κυρίως βίντεο τα οποία παρουσιάζουν είτε μια εγχείρηση είτε ο χρήστης μοιράζεται μέσω ενός βίντεο, που δημιουργεί συνήθως ο ίδιος, την εμπειρία του από τη διαδικασία επέμβασης Lasik. Από την άλλη μεριά, ο πιο εξειδικευμένος όρος “laser in situ keratomileusis” δίνει κυρίως βίντεο Lasik από ιατρικές πηγές. Επίσης, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η κατηγορία των βίντεο εξαρτάται ισχυρά από την πηγή προέλευσης της. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές κυρίως όταν τα βίντεο έχουν μεγάλο αριθμό από Προβολές και Likes. Στην περίπτωση των Dislikes αυτό δεν ισχύει τόσο έντονα. Αντίθετα όταν τα βίντεο έχουν μικρό αριθμό από προβολές και Likes φαίνεται να είναι ανεξάρτητη η κατηγορία των βίντεο από την πηγή των χρηστών που έχει αναρτήσει τα βίντεο. Επομένως, τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι ο τρόπος με τον οποίο θα αναζητήσει ο χρήστης πληροφορία μέσω του YouTube σε θέματα σε σχέση με τη μικροχειρουργική επέμβαση Lasik θα επηρεάσει σημαντικά την πληροφορία που θα αντλήσει. Φαίνεται ότι ο κόσμος έχει την τάση να βλέπει και να κάνει Like σε βίντεο τα οποία προέρχονται από πολίτες. Η έρευνα μας έδειξε ότι τα βίντεο από πολίτες είναι κυρίως εγχειρήσεις ή εμπειρίες εγχείρησης.

Τα αποτελέσματα σχετικά με τα βίντεο που αφορούν τη Lasik έδειξαν ότι περισσότερα από τα μισά βίντεο (~67%) άνηκαν σε κατηγορίες με χαμηλή αξιολόγηση ως προς την περιεχόμενη σε αυτά πληροφορία, δηλαδή στις κατηγορίες Ελαφρώς Χρήσιμα, Όχι Χρήσιμα και Παραπλανητικά. Ενώ τα περισσότερα Likes, Dislikes και Σχόλια τα συγκέντρωναν τα Παραπλανητικά βίντεο, των οποίων η πληροφορία που περιείχαν είχε αξιολογηθεί και ως Όχι Χρήσιμη. Εκτός από τα βίντεο στην κατηγορία με παραπλανητική πληροφορία, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι υπάρχει η τάση τα βίντεο τα οποία περιέχουν πιο χρήσιμη πληροφορία να έχουν μεγαλύτερο μήκος. Τα περισσότερα από τα βίντεο τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν ως παραπλανητικά προέρχονται από πολίτες, ενώ κανένα βίντεο με Πολύ Χρήσιμη πληροφορία δεν προερχόταν από πολίτες. Στο σύνολο των βίντεο που επιλέχθηκαν για αξιολόγηση, τα περισσότερα βίντεο προερχόταν από ιατρικές πηγές (~51%), ενώ από πολίτες μόλις το 10,5%. Παρόλο όμως τον περιορισμένο αριθμό βίντεο από πολίτες, τα βίντεο αυτά συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο αριθμό από Προβολές, Likes, Dislikes και Σχόλια, ενώ παράλληλα τα βίντεο αυτά έχουν και τη

χαμηλότερη μέση τιμή χρησιμότητας. Από την άλλη μεριά, βίντεο από Ιατρικές πηγές και Μέσα Ενημέρωσης, όπου η μέση τιμή της χρησιμότητας της περιεχόμενη πληροφορίας ήταν υψηλή έχουν λίγες Προβολές. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τιμές για όλες τις παραμέτρους που συλλέχτηκαν και μελετήθηκαν (μήκος βίντεο, Likes, Dislikes, Προβολές και Σχόλια) στις κατηγορίες Πολιτών και Ιατρικών πηγών είναι στατιστικά διαφορετικές μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών.

Στην περίπτωση των βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser τα αποτελέσματα μας έδειξαν και εδώ, όπως και στα βίντεο σχετικά με τη Lasik, ότι σε ένα μεγάλο ποσοστό από βίντεο (~45%) η πληροφορία που περιείχαν αξιολογήθηκε ως Όχι Χρήσιμη, Ελαφρώς Χρήσιμη ή Παραπλανητική. Σε αντίθεση με τα βίντεο Lasik, τα βίντεο εδώ με Πολύ Χρήσιμη πληροφορία συγκέντρωναν τη μεγαλύτερη μέση τιμή σε Προβολές, Dislikes και Σχόλια. Όμως και πάλι τα βίντεο με Μη Χρήσιμη πληροφορία είχαν υψηλές μέσες τιμές σε Προβολές, Likes, Dislikes και Σχόλια. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών αυτών των παραμέτρων μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών χρησιμότητας. Επίσης, όπως και στα Lasik βίντεο έτσι και εδώ, τα βίντεο με Πολύ Χρήσιμη πληροφορία τείνουν να έχουν μεγαλύτερο μήκος σε σχέση με τα βίντεο μικρότερης χρησιμότητας και τα περισσότερα βίντεο με Όχι Χρήσιμη ή Παραπλανητική πληροφορία προέρχονται από Πολίτες. Σε αντίθεση με τη Lasik, τα περισσότερα βίντεο σχετικά με απομάκρυνση τατουάζ με laser δεν προέρχονται από Ιατρικές Πηγές, αλλά από Πολίτες και Ινστιτούτα Τατουάζ. Όμως και πάλι τα περισσότερα Likes, Dislikes, Προβολές και Σχόλια τα συγκέντρωναν τα βίντεο από Πολίτες, παρόλο που η μέση τιμή της χρησιμότητας της πληροφορία που περιείχαν δεν ήταν υψηλή. Θετικό όμως είναι το γεγονός ότι τα βίντεο από Ιατρικές Πηγές, τα οποία και είχαν και υψηλή μέση τιμή ως προς τη χρησιμότητα της πληροφορίας που περιείχαν, είχαν υψηλή μέση τιμή από προβολές.

Έχοντας αυτά υπόψη, τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι ο κόσμος έχει την τάση να βλέπει βίντεο με χαμηλή ή παραπλανητική πληροφορία περισσότερο από ότι αξιόπιστα βίντεο, όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλες εργασίες (Butler, Perry et al. 2013; Lee, Seo et al. 2014). Πιο συγκεκριμένα οι Lee και συν. παρουσιάζουν την πρώτη αναφορά για αξιολόγηση των βίντεο του YouTube σε θέματα της χολολιθίασης (δηλαδή της ασθένειας που σχετίζεται με τις πέτρες στη χολή) και τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι περισσότερα από τα μισά βίντεο ήταν παραπλανητικά. Οι Butler και συν. αξιολόγησαν την κλινική ακρίβεια και την περιεχόμενη πληροφορία σχετικά με τις πρώτες βοήθειες όσον αφορά τα

εγκαύματα που περιέχονται σε βίντεο στο YouTube (Butler, Perry et al. 2013) και η έρευνα τους έδειξε μικρή συσχέτιση μεταξύ της βαθμολογίας που δόθηκε από δύο ανεξάρτητους αξιολογητές και του αριθμού των προβολών τα οποία έπαιρναν ανά μήνα. Σύμφωνα με τους συγγραφείς τα επίπεδα της πληροφορίας που περιέχονται σε βίντεο στο YouTube που αφορούν τις πρώτες βοήθειες για εγκαύματα είναι πολύ χαμηλά. Επιπρόσθετα, οι θεατές δεν φαίνεται να προσελκύνονται από βίντεο καλύτερης ποιότητας.

Οι Biggs και συν. εισηγήθηκαν ότι η τάση να βλέπει το γενικό κοινό παραπλανητικά ή χαμηλής ποιότητας βίντεο οφείλεται στο γεγονός ότι τα χρήσιμα βίντεο τείνουν να είναι μεγαλύτερα σε χρονική διάρκεια από ότι τα παραπλανητικά βίντεο (Biggs, Bird et al. 2013). Η συσχέτιση αυτή μεταξύ του μήκους των βίντεο και της χρησιμότητας των βίντεο παρουσιάστηκε και στα δικά μας αποτελέσματα και κυρίως στα βίντεο σχετικά με τη Lasik. Επίσης, οι Steinberg και συν. ανάλυσαν ως προς το περιεχόμενο και τις πιθανές μεροληψίες βίντεο με θέμα τον καρκίνο του προστάτη και τα αποτελέσματα της έρευνας τους έδειξαν ότι βίντεο με μεγαλύτερο μήκος τείνουν να έχουν περισσότερη πληροφορία, ενώ το περιεχόμενο των βίντεο δεν σχετιζόταν με τον αριθμό των προβολών ανά βίντεο ή της βαθμολογίας την οποία είχε πάρει από τους θεατές του YouTube (Steinberg, Wason et al. 2010). Στην εργασία όμως των Lee και συν. όλα τα βίντεο είχαν περίπου το ίδιο μήκος, αλλά και πάλι τα βίντεο που αξιολογήθηκαν ως πολύ χρήσιμα είχαν σημαντικά λιγότερες προβολές και προτιμήσεις (Likes) από ότι τα βίντεο τα οποία θεωρήθηκαν παραπλανητικά (Lee, Seo et al. 2014). Οι Lee και συν. δεν μπόρεσαν να ανιχνεύσουν κάποια συσχέτιση μεταξύ χρησιμότητας των βίντεο και του αριθμού των προβολών ή του αριθμού των προτιμήσεων /Likes (Lee, Seo et al. 2014).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι ο κόσμος έχει την τάση να βλέπει περισσότερο βίντεο τα οποία προέρχονται από πολίτες, ενώ βίντεο από Ιατρικές πηγές τα οποία έχουν πιο χρήσιμη πληροφορία συγκεντρώνουν λιγότερες προβολές. Οι Akgun και συν. μελετώντας τα βίντεο που σχετίζονται με το ηλεκτροκαρδιογράφημα έδειξαν ότι τα περισσότερα βίντεο αναρτώνται από ιδιώτες/πολίτες, ενώ μόνο το 8.4 % των σχετικών βίντεο προήλθαν από πανεπιστήμια ή νοσοκομεία (Akgun, Karabay et al. 2014). Η αξιολόγηση που έγινε στα βίντεο έδειξε ότι ήταν υψηλότερη όταν η πηγή ήταν τα πανεπιστήμια ή νοσοκομεία. Επίσης, η εργασία τους έδειξε ότι παρόλο που το YouTube έχει μια πληθώρα από βίντεο που σχετίζονται με το ηλεκτροκαρδιογράφημα, το περιεχόμενο τους ποικίλει από πολύ χρήσιμο μέχρι παραπλανητικό. Βρέθηκε ότι το 13,4% των βίντεο περιείχαν παραπλανητική πληροφορία.

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι στο YouTube υπάρχουν πολλά βίντεο σχετικά με τη Lasik και την απομάκρυνση τατουάζ με laser, το περιεχόμενο των οποίων όμως ποικίλει από πολύ χρήσιμο έως παραπλανητικό. Μάλιστα, είναι αρκετά τα βίντεο με πολύ χρήσιμη πληροφορία, τα οποία και στην περίπτωση των βίντεο σχετικά με την απομάκρυνση τατουάζ με laser συγκέντρωναν και αρκετές προβολές. Παρόμοια οι *Steinberg και συν.* έδειξαν ότι παρόλο που μερικά βίντεο είναι κατάλληλες πηγές για σωστή πληροφόρηση, δεδομένου της μέτριας ποιότητας και μη ισορροπημένης πληροφορίας που περιείχαν η πλειοψηφία από τα βίντεο καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το YouTube είναι ακατάλληλη πηγή πληροφορίας για θέματα που αφορούν την υγεία των ασθενών σε σχέση με το καρκίνο του προστάτη. (*Steinberg, Wason et al. 2010*). Δεδομένου ότι μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι τα βίντεο στο YouTube τα οποία σχετίζονται με τον παιδικό εμβολιασμό είναι προκαλυμμένα προς συγκεκριμένες πρακτικές (*Keelan, Pavri-Garcia et al. 2007*), οι *Steinberg και συν.* σχολιάζουν ότι είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το γεγονός ότι στην περίπτωση στην περίπτωση του καρκίνου του προστάτη δεν παρατήρησαν παρόμοιες τάσεις υπέρ συγκεκριμένων πρακτικών απεικόνισης ή θεραπείας του καρκίνου του προστάτη. *Akgun και συν.* έδειξαν ότι το YouTube περιέχει ένα σημαντικό όγκο από βίντεο σχετικά με το ηλεκτροκαρδιογράφημα το περιεχόμενο των οποίων όμως ποικίλει από πολύ χρήσιμο έως παραπλανητικό (*Akgun, Karabay et al. 2014*). Σύμφωνα με τους *Akgun και συν.* η απουσία ποιοτικού περιεχομένου σχετικά με το ηλεκτροκαρδιογράφημα στο YouTube κάνει απαραίτητη την προσεκτική, επιλεκτική και κατάλληλη επιλογή για προβολή των διαθέσιμων βίντεο στο YouTube.

Οι *Lee και συν.* πιστεύουν ότι υπάρχει ανάγκη για ανέβασμα αξιόλογων βίντεο από επαγγελματίες του χώρου υγείας, ενώ φαίνεται να είναι επιτακτική η ανάγκη για ανάπτυξη διαδικασιών φιλτράρισματος (*Lee, Seo et al. 2014*). Οι γιατροί πρέπει να προτρέπουν τους ασθενείς τους να αναζητούν πληροφορίες σε πιο έγκυρες πηγές, ενώ όσοι γιατροί ή οργανισμοί υγείας ανεβάζουν βίντεο στο διαδίκτυο ή άλλης μορφής πληροφορία οφείλουν να παραθέτουν τις πηγές τους, και το περιεχόμενό τους να είναι έγκυρο και αμερόληπτο (*Steinberg, Wason et al. 2010*). Οργανισμοί που σχετίζονται με την παροχή υπηρεσιών υγείας πρέπει να ενθαρρυνθούν στο να παράγουν βίντεο τα οποία να έχουν υψηλής ποιότητας πληροφορία και να τα κάνουν ελεύθερα διαθέσιμα μέσω του YouTube (*Butler, Perry et al. 2013*).

Εξαιτίας της σημερινής τάσης των νέων, όπως οι μαθητές και οι φοιτητές, να αποτείνονται στο διαδίκτυο για άντληση πληροφοριών, οι διαδικτυακές πηγές που επιτρέπουν την ανταλλαγή βίντεο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Τα

εκπαιδευτικά ινστιτούτα, πανεπιστήμια και οι μονάδες υγείας πρέπει να συμμετέχουν στην υπάρχουσα τάση για εκπαίδευση μέσω του διαδικτύου και του YouTube (Akgun, Karabay et al. 2014). Επιπλέον, είναι σημαντικό οι επαγγελματίες υγείας, οι φοιτητές και μαθητές να ανατρέχουν σε διαθέσιμες διαδικτυακές πληροφορίες που προέρχονται από έγκυρες πηγές όπως είναι επιστημονικά και εκπαιδευτικά ινστιτούτα. Με τη συμμετοχή των ινστιτούτων και των Μονάδων Υγείας, το YouTube μπορεί να γίνει ένα αποτελεσματικό και πολύ δημοφιλές εργαλείο για διαδικτυακή εκπαίδευση.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα αποτελέσματα της εργασίας μας έρχονται σε συνάφεια με τα αποτελέσματα από προηγούμενες μελέτες σε άλλα ιατρικά θέματα. Στο YouTube υπάρχουν βίντεο με πολύ καλή ποιότητα και οι δυνατότητες που προσφέρει το YouTube ως οπτικοακουστικό μέσο θα μπορούσαν να ήταν πολύ χρήσιμα για την άντληση σημαντικών πληροφοριών σε ιατρικά θέματα ή ακόμα και για την εκπαίδευση συγκεκριμένων ομάδων ανθρώπων (π.χ. φοιτητές). Δυστυχώς όμως, η πληροφορία που προσφέρουν τα βίντεο στο YouTube ποικίλει από πολύ χρήσιμη έως παραπλανητική. Ο κόσμος σε πολλές περιπτώσεις φαίνεται να έχει την τάση να παρακολουθεί και να κάνει Like σε βίντεο χαμηλής ποιότητας κυρίως από πολίτες. Η έρευνα μας έδειξε ότι παρόμοια φαινόμενα παρατηρούνται και στην περίπτωση της αναζήτησης πληροφορίας σε θέματα Lasik και απομάκρυνσης τατουάζ με laser στο YouTube. Ο χρήστης προκειμένου να αντλήσει χρήσιμη πληροφορία πρέπει να επιλέξει προσεκτικά τις λέξεις κλειδιά που θα χρησιμοποιήσει και θα πρέπει να αναζητήσει βίντεο από αξιόπιστες πηγές. Μονάδες υγείας, γιατροί και εξειδικευμένο ιατρικό ή παραϊατρικό προσωπικό πρέπει να ενθαρρυνθούν στο να παράγουν βίντεο τα οποία να έχουν υψηλής ποιότητας πληροφορία και να τα κάνουν ελεύθερα διαθέσιμα μέσω του YouTube ώστε το ευρύ κοινό να έχει πρόσβαση σε όσο το δυνατόν περισσότερα αξιόπιστα βίντεο υψηλής ποιότητας.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ,**

## **ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΚΑΙ**

### **ΈΡΕΥΝΑ**

Τους τελευταίους δυο αιώνες η τεχνολογία έχει κάνει αλματώδη εξέλιξη και τα επιτεύγματα της έχουν αλλάξει ολοκληρωτικά την ποιότητα της ζωής μας. Ένας από τους σπουδαιότερους χώρους όπου εφαρμόζονται τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι οι μονάδες υγείας και ιδιαίτερα τα νοσοκομεία. Οι νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στο χώρο των υπηρεσιών υγείας σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες, από το θεραπευτικό/διαγνωστικό επίπεδο μέχρι τη διοικητική/οργανωτική υποστήριξη. Οι μονάδες υγείας ως κεντρικά στοιχεία του συστήματος υγείας αποτελούν πεδία εφαρμογής της πολιτικής υγείας, και οι νέες τεχνολογίες που μπορεί να αποφασιστεί να εισαχθούν ή να μην εισαχθούν μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό ολόκληρη την κοινωνία. Η αλματώδης εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και η εισαγωγή τους για τη βελτίωση της άσκησης της ιατρικής ή ακόμα για την προώθηση των παρεχόμενων υπηρεσιών από τις μονάδες υγείας, δημιουργεί νέα δεδομένα, παραμέτρους και προκλήσεις στις μονάδες υγείας αλλά και σε όλες τις επηρεαζόμενες ομάδες ανθρώπων.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εστιάζει στις ηθικές και κοινωνικές πτυχές από τη χρήση της ιατρικής τεχνολογίας, και ιδιαίτερα των ιατρικών laser. Η ανάπτυξη ιατρικών τεχνολογιών όπως είναι τα laser δημιουργεί μια σειρά από νέα δεδομένα τα οποία πρέπει να χειριστούν, να εκμεταλλευτούν ή να αντιμετωπίσουν οι Μονάδες Υγείας. Στο διδακτορικό αυτό εστιάζουμε τη μελέτη μας στο κοινωνικό και ηθικό αντίκτυπο που έχει στη κοινωνία η ανάπτυξη των ιατρικών laser μέσα σε ένα σύγχρονο και συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Οι ιατρικές τεχνολογίες, μεταξύ των οποίων και τα laser, και άλλες νέες τεχνολογίες δημιουργούν συνεχώς νέους μεγάλους όγκους από τα δεδομένα (Μεγάλα Δεδομένα) και επομένως το πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να διερευνήσουμε θα αναλυθεί στο πλαίσιο της νέας πραγματικότητας όπου όλο και μεγαλύτερος όγκος από δεδομένα παράγονται ή χρησιμοποιούνται από τους σύγχρονους οργανισμούς, μεταξύ των οποίων και οι Μονάδες Υγείας. Επίσης, μια κοινωνική διάσταση των ιατρικών τεχνολογιών και των αντίστοιχων εφαρμογών τους είναι ο τρόπος με τον οποίο το ευρύ κοινό ενημερώνεται σχετικά με αυτές. Όλο και περισσότεροι πολίτες επιλέγουν να ενημερωθούν για θέματα υγείας μέσω του διαδικτύου και μέσω της χρήσης των ολοένα και περισσότερο αναπτυσσόμενων Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης. Επομένως, μέρος της

μελέτης αποτελεί και η διερεύνηση του είδους και της ποιότητας της πληροφόρησης που μπορεί να λάβει ο πολίτης σε θέματα σχετικά με την ιατρική/παραϊατρική εφαρμογή των laser μέσω των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης και ιδιαίτερα μέσω του YouTube.

Η διατριβή χωρίστηκε σε πέντε κύρια κεφάλαια. Τα δύο πρώτα κεφάλαια αφορούν την εισαγωγή και την παρουσίαση της ερευνητικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, αντίστοιχα. Στα δύο επόμενα κεφάλαια, αναγνωρίζονται, προσδιορίζονται και μελετούνται οι σχέσεις και τα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη και εφαρμογή των ιατρικών laser και των Μεγάλων Δεδομένων, αντίστοιχα. Στο τρίτο κεφάλαιο, αξιοποιήσαμε ένα από τα δημοφιλέστερα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, το YouTube, το οποίο αποτελεί μια πηγή μεγάλων δεδομένων και μια από τις δημοφιλείς διαδικτυακές πηγές ιατρικής ενημέρωσης, προκειμένου να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα των βίντεο τα οποία επιλέγει το ευρύ κοινό να παρακολουθήσει για να ενημερωθεί σχετικά με τις ιατρικές εφαρμογές των laser, όπως η μέθοδος Lasik η οποία χρησιμοποιεί laser για τη διόρθωση διαθλαστικών προβλημάτων όρασης, όπως η μυωπία, και η απομάκρυνση τατουάζ με laser.

Στο τρίτο κεφάλαιο όπου συζητήσαμε τα laser, παρουσιάσαμε ότι τα ιατρικά laser είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία η οποία έχει συνεισφέρει σημαντικά σε διάφορους τομείς της ιατρικής. Δυστυχώς όμως εγείρονται πολλά θέματα ηθικής και δεοντολογίας, και για αυτό το λόγο απαιτείται να δοθεί ιδιαίτερη σημασία από όλους τους εμπλεκόμενους. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε ότι πηγή πολλών ηθικών προβλημάτων που εγείρονται αποτελεί «το μύθο του μαγικού φωτός». Σύμφωνα με αυτό, το φως από τις διατάξεις laser έχει ταυτιστεί με τη λανθασμένη αντίληψη ότι πρόκειται για ορατό φως, όπως είναι το φως του ήλιου, το οποίο επίσης εσφαλμένα θεωρείται «θαυματουργό» και «αβλαβές», ενώ στο παρελθόν είχαμε φθάσει ακόμα και στο σημείο της θεοποίησης του. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναγνωρίζοντας ότι τα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν είναι πολύπλοκα και θα συνεχίσουν να αυξάνονται όσο αναπτύσσονται οι εφαρμογές των νέων τεχνολογιών, όπως είναι τα laser, προτείνουμε τη χρήση ενός μοντέλου τρισδιάστατης μήτρας το οποίο θα επιτρέπει στον κάθε ενδιαφερόμενο να μπορέσει να αναγνωρίζει πως η κάθε εφαρμογή της νέας τεχνολογίας επηρεάζει διαφορετικές ομάδες ατόμων και ποια ηθικά προβλήματα εγείρονται. Στην περίπτωση των ιατρικών και παρα – ιατρικών laser αναγνωρίστηκαν πέντε κατηγορίες ηθικών ζητημάτων (1) μέσα μαζικής ενημέρωσης, μάρκετινγκ και διαφήμιση (2) οικονομικά αποτελέσματα (3) εκπαίδευση των χρηστών (4) σχέση χρήστη/ πελάτη-ασθενών και (5) άλλα θέματα, ενώ οι επηρεαζόμενες ομάδες ανθρώπων χωρίστηκαν σε χρήστες, πολίτες/ασθενείς και την

ευρύτερη κοινωνία. Στο κεφάλαιο αυτό τα ηθικά ζητήματα παρουσιάστηκαν σε σχέση με τον αντίκτυπο που έχουν στα άτομα (χρήστες, ασθενείς) και στην κοινωνία, ενώ παρουσιάστηκε ένα μοντέλο των πολύπλοκων τους σχέσεων. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό δύο συγκεκριμένες ιατρικές/παραϊατρικές εφαρμογές των laser η Lasik και η απομάκρυνση τατουάζ με laser χρησιμοποιήθηκαν ως συγκεκριμένα παραδείγματα για τις ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης των ιατρικών laser. Το πεδίο που διαπραγματεύεται το κεφάλαιο αυτό θα μπορούσαμε να το αποκαλέσουμε «*Ηθική των laser*». Παρόλο που ο όρος αυτός δεν είναι ευρέως χρησιμοποιούμενος, ένας σημαντικός αριθμός από άρθρα στη διεθνή βιβλιογραφία συζητούν τα θέματα ηθικής σε σχέση με τα ιατρικά laser. Όμως, είναι αξιοσημείωτο ότι οι περισσότερες από αυτές τις εργασίες δημοσιεύτηκαν με τη μορφή σύντομων γραμμάτων (short letters) ή σημειώσεων (notes) σε επιστημονικά περιοδικά, και όχι ως κανονικά άρθρα. Κατά την άποψη μας αυτό δείχνει ότι παρόλο που αρκετοί ερευνητές κατανοούν και αντιλαμβάνονται τα πολυάριθμα ηθικά θέματα που προκύπτουν, δεν έχει γίνει ποτέ μια εκτεταμένη και πραγματική συζήτηση γύρω από αυτά τα θέματα. Πιστεύουμε ότι υπάρχει αρκετός χώρος για πραγματική συζήτηση σε θέματα ηθικής και ειδικά από διάφορα πεδία και με διαφορετικά υπόβαθρα μπορούν εποικοδομητικά να συνεισφέρουν στο πεδίο της ηθικής των laser. Προβλέπουμε ότι αυτή η συζήτηση θα γίνεται όλο και πιο σημαντική και επίκαιρη αν λάβουμε υπόψη μας ότι τα laser θα συνεχίσουν όλο και περισσότερο να καταλαμβάνουν σημαντικό μέρος της ζωής μας σε σχέση με θέματα υγείας. Σε αυτό το πλαίσιο τα αποτελέσματα της διδακτορικής διατριβής περιλαμβανομένου του προτεινόμενου μοντέλου για τη μελέτη των σχετικών θεμάτων, η θεωρία μας για την πηγή μέρους τουλάχιστον των σχετικών ηθικών προβληματισμών και η συζήτηση μας από τα θέματα που εγείρονται πιστεύουμε ότι αποτελούν σημαντική συνεισφορά στο πεδίο της «*Ηθικής των laser*». Επιπρόσθετα, το προτεινόμενο μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλες τεχνολογίες, όπως παρουσιάστηκε και στο κεφάλαιο που διαπραγματεύομαστε τα Μεγάλα Δεδομένα, και μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για διάφορους ενδιαφερόμενους, όπως είναι οι διευθυντές Μονάδων Υγείας και οι εμπλεκόμενοι στη χάραξη πολιτικής της υγείας.

Στο επόμενο κεφάλαιο μελετήσαμε το πεδίο των Μεγάλων Δεδομένων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι ιατρικές τεχνολογίες, όπως και τα laser, συνεχώς δημιουργούν νέους μεγάλους όγκους από δεδομένα. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι ζούμε στην εποχή των Μεγάλων Δεδομένων, καθώς πολλοί κλάδοι, μεταξύ των οποίων οι επιστήμες ζωής και η υγειονομική περίθαλψη έχουν πλημμυρίσει από τεράστιους όγκους από δεδομένα και πληροφορίες. Κατά συνέπεια, τα αναδυόμενα ηθικά και κοινωνικά θέματα που

προκύπτουν από τα Μεγάλα Δεδομένα, δεν μπορεί να αγνοηθούν, ενώ πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προς διάφορες κατευθύνσεις. Προκειμένου να μελετήσουμε και να συζητήσουμε τα σχετικά θέματα τροποποιήσαμε το μοντέλο της τρισδιάστατης μήτρας που είχαμε προτείνει για τη μελέτη των laser. Στο πεδίο εφαρμογής των Μεγάλων Δεδομένων στο χώρο της υγείας αναγνωρίστηκαν ότι οι ηθικές προκλήσεις μπορεί να σχετίζονται με i) την ποιότητα των δεδομένων, ii) την ανάλυση των δεδομένων, iii) την εκπαίδευση των χρηστών, iv) τα προσωπικά δεδομένα, v) τα οικονομικά και vi) άλλα θέματα, ενώ οι επηρεαζόμενες ομάδες χωρίστηκαν στους i) χρήστες, ii) τους πολίτες/ασθενείς, iii) τους ερευνητές (π.χ. αναλυτές των δεδομένων) και iv) την ευρύτερη κοινωνία. Μέσα από τη συζήτηση μας παρουσιάζεται ότι οι ηθικοί προβληματισμοί είναι πολύπλοκοι και πρέπει να καταβληθεί σημαντική προσπάθεια τόσο για να αναγνωριστούν τα πιθανά ηθικά ή δεοντολογικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν όσο και να βρεθούν τρόποι να αντιμετωπιστούν, ειδικά όταν πρόκειται για το χώρο της υγείας. Επίσης, τα πιθανά οφέλη από τα Μεγάλα Δεδομένα είναι τεράστια (π.χ. ανάπτυξης εξατομικευμένης ιατρικής περίθαλψης), αλλά οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να αφιερώσουν χρόνο και πόρους για να χειριστούν τα Μεγάλα Δεδομένα, προκειμένου να ωφεληθούν από αυτά. Ένα σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί η προσπάθεια προκειμένου να ξεπεραστούν οι περιορισμένες δυνατότητες των σχετικών συστημάτων διαχείρισης Μεγάλων Δεδομένων σε όλους τους οργανισμούς, καθώς και να καταστεί δυνατή η δια-λειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων. Επιπλέον, πρέπει να ληφθούν μέτρα για τη βελτίωση της συλλογής και αποθήκευσης των δεδομένων, ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα των δεδομένων. Αντίστοιχα κατάλληλα εργαλεία πρέπει να αναπτυχθούν ή να προσαρμοστούν πολλά από τα ήδη διαθέσιμα ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της ποιότητας του τεράστιου όγκου δεδομένων που υπάρχει ήδη αποθηκευμένος. Σημαντικό βήμα επίσης στο τομέα της υγείας θα αποτελέσει και η προσπάθεια από κατάλληλους εμπειρογνώμονες πληροφοριών υγείας για ανάπτυξη κατάλληλων λογισμικών που θα μπορούν να διαχειριστούν πληροφορίες από Ηλεκτρονικούς Φακέλους Υγείας. Παράλληλα, οι ειδικοί θα πρέπει να εκτιμήσουν τα ποσοστά σφάλματος και να χαρακτηρίσουν την αβεβαιότητα σχετικά με την ακρίβεια των δεδομένων. Προσωπικά πιστεύουμε ότι, αναπόφευκτα η επανάσταση των Μεγάλων Δεδομένων θα πρέπει να ακολουθηθεί ταυτόχρονα με την ανάπτυξη του πεδίου της «Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων». Προκειμένου να αναπτυχθεί το πεδίο αυτό πρέπει να αναγνωριστεί: i) η «ιδιωτική ζωή», πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους κανόνες των πληροφοριών, ii) κατά την ανταλλαγή και χρήση πληροφοριών οι προσωπικές πληροφορίες πρέπει να παραμείνουν «εμπιστευτικές», iii) τα Μεγάλα Δεδομένα απαιτούν

διαφάνεια και iv) τα Μεγάλα Δεδομένα μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ταυτότητα/προσωπικότητα. Η συζήτηση μας σε αυτό το κεφάλαιο παρουσίασε ότι η σημασία και ανάγκη της ανάπτυξης του πεδίου της «*Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων*» στο χώρο της υγειονομικής περιθαλψης είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλο τομέα. Στο πεδίο της ιατρικής και της βιολογίας, το πρόβλημα είναι σημαντικό δεδομένου ότι ένας τεράστιος όγκος δεδομένων έχει ήδη συσσωρευτεί, ενώ παράλληλα τα πιθανά οφέλη από την αξιοποίηση των Μεγάλων Δεδομένων στον τομέα της ιατρικής είναι τεράστιας σημασίας, καθώς η ανάλυσή τους θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη επιτυχημένων στρατηγικών εξατομικευμένης ιατρικής. Στο πλαίσιο αυτό, στο αντίστοιχο κεφάλαιο, χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα από ένα συγκεκριμένο παράδειγμα στη διεθνή βιβλιογραφία προκειμένου να συζητήσουμε και να παρουσιάσουμε πως το προτεινόμενο μοντέλο-μήτρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους διαχειριστές Μονάδων Υγείας, ώστε να εντοπίζουν ηθικά και δεοντολογικά προβλήματα τα οποία μπορεί να προκύψουν από την ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών ανάλυσης των Μεγάλων Δεδομένων. Ζούμε στην εποχή των Μεγάλων Δεδομένων, η οποία έχει μόλις ξεκινήσει. Τα πιθανά οφέλη για την κοινωνία μας συνοδεύονται από αρκετές προκλήσεις και ηθικά ζητήματα και όλοι οι εμπλεκόμενοι (εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής κλπ) θα πρέπει να εργαστούν από κοινού, ώστε να επιτευχθεί η *ανάπτυξη της περιοχής της Ηθικής των Μεγάλων Δεδομένων* έτσι ώστε η κοινωνία μας να ευεργετηθεί από όλα τα πιθανά οφέλη της ορθολογικής χρήσης των δεδομένων.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, χρησιμοποιούμε το YouTube, ένα δημοφιλές μέσο κοινωνικής δικτύωσης, για να μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά των βίντεο που αφορούν τη μέθοδο Lasik και την απομάκρυνση τατουάζ με laser. Το YouTube και γενικά το διαδίκτυο είναι πηγές Μεγάλων Δεδομένων και στην εποχή μας όλο και περισσότερος κόσμος τα χρησιμοποιεί για να αντλήσει εύκολα και γρήγορα ιατρική πληροφορία. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και τα αποτελέσματά μας, ένα σημαντικό μέρος από τα βίντεο στο διαδίκτυο προέρχονται από πολίτες και βασίζονται σε προσωπικές εμπειρίες, παρόλο που μερικά βίντεο προέρχονται από επαγγελματικές πηγές, όπως είναι πανεπιστήμια ή μονάδες υγείας. Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την ιατρική πληροφορία που περιέχεται σε διαδικτυακά βίντεο είχαν τόσο θετικά όσο και αρνητικά αποτελέσματα. Δυστυχώς, σε αρκετές προηγούμενες εργασίες, όπως και στη δική μας, παρουσιάζεται ότι ο γενικός πληθυσμός έχει την τάση να βλέπει κυρίως βίντεο από πολίτες και βίντεο με χαμηλή χρησιμότητα η παραπλανητική ως προς τη περιεχόμενη πληροφορία. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα χρήσιμα βίντεο έχουν μεγάλο μήκος και πολλοί χρήστες προτιμούν να βλέπουν πιο σύντομα βίντεο. Κατά την άποψη μας επίσης σημαντικό ρόλο

παίζει και το γεγονός ότι πολλοί χρήστες προτιμούν να παρακολουθούν βίντεο τα οποία έχουν μεγάλο αριθμό από προβολές ή Likes. Η εργασία μας έδειξε ότι στην περίπτωση των βίντεο για Lasik ή της απομάκρυνση τατουάζ με laser αυτό δεν είναι καλή επιλογή αφού αυτή η επιλογή οδηγεί κυρίως σε βίντεο από πολίτες και όχι από ιατρικές πηγές. Η εργασία μας έδειξε ότι η κατηγορία των βίντεο εξαρτάται σημαντικά από το χρήστη που αναρτά στο διαδίκτυο το αντίστοιχο βίντεο. Πολλοί ερευνητές τείνουν στο συμπέρασμα παρόλο που μερικά βίντεο είναι κατάλληλες πηγές για σωστή πληροφόρηση, δεδομένου της μέτριας χρησιμότητας της πληροφορίας που περιέχουν η πλειοψηφία από τα βίντεο καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το YouTube είναι ακατάλληλη πηγή πληροφορίας. Σε παρόμοιο αποτέλεσμα τείνουν και τα δικά μας αποτελέσματα. Επίσης, όπως ήταν αναμενόμενο παρουσιάσαμε ότι η λέξη κλειδί που χρησιμοποιεί ο χρήστης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο ποια βίντεο θα έχει πρόσβαση. Επομένως, οι χρήστες πρέπει να επιλέγουν προσεκτικά τις λέξεις κλειδιά τις οποίες επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν. Επίσης, ο συνδυασμός περισσότερων από μια λέξεις κλειδιά μπορεί να τους βοηθήσει να συλλέξουν περισσότερα βίντεο με χρήσιμη πληροφορία. Ακολούθως, πολύ σημαντικό είναι οι χρήστες να επιλέγουν προσεκτικά την πηγή προέλευσης των βίντεο τα οποία επιθυμούν να παρακολουθήσουν. Η πηγή των βίντεο καθορίζει σημαντικά την κατηγορία των βίντεο και επομένως και την ποιότητα τους. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι στη βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης μπορούν να συμβάλουν οι Μονάδες Υγείας, οι γιατροί και άλλοι σχετιζόμενοι με την υγεία φορείς. Δεδομένου ότι ο κόσμος θα συνεχίσει να αναζητεί ιατρική πληροφορία στο διαδίκτυο και ιδιαίτερα στο YouTube έχουν την ευθύνη να εμπλακούν ενεργά στο πεδίο και να αναρτούν χρήσιμα και εκπαιδευτικά βίντεο στο YouTube. Το YouTube μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο τόσο για ενημέρωση του ευρέως κοινού σε θέματα υγείας όσο και στην προώθηση των ιατρικών υπηρεσιών του κάθε φορέα. Αντίθετα, αν αγνοήσουν την ανάγκη του κοινού για ενημέρωση για ιατρικά μέσω του YouTube και άλλων μέσων κοινωνικής δικτύωσης, τα μέσα αυτά μπορεί τελικά να οδηγηθούν στο να αποτελούν σημαντικές πηγές παραπληροφόρησης με σημαντικές ηθικές και κοινωνικές συνέπειες για ολόκληρη την κοινωνία.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & THz

## ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

### *Μέρος Α: Εισαγωγή*

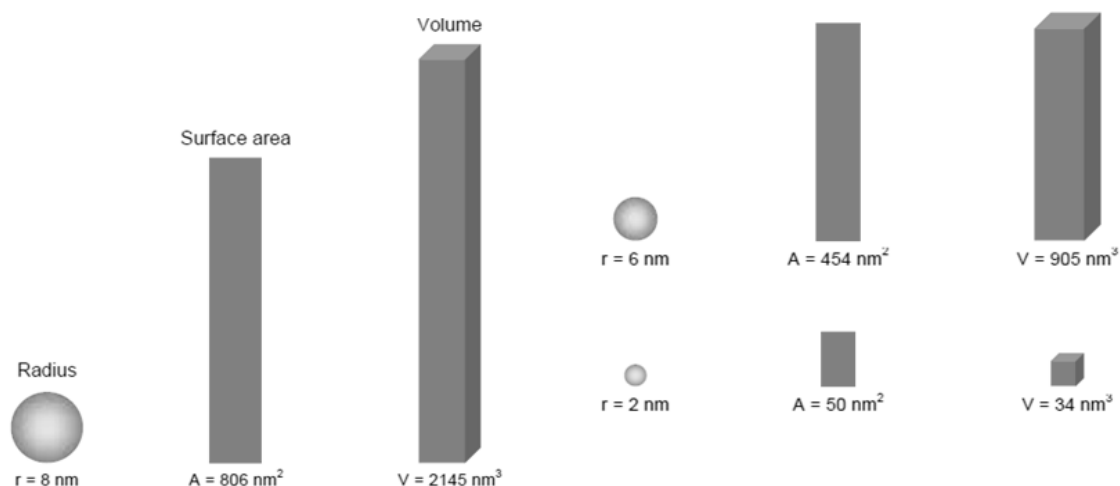
#### *A.1 Νανοτεχνολογία*

Η νανοτεχνολογία είναι ένας από τους νεότερους τομείς της τεχνολογίας και της επιστήμης, που έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, καθώς πιστεύεται ότι έχει τη δυνατότητα να αλλάξει εντελώς την καθημερινή μας ζωή όπως την ξέρουμε μέχρι σήμερα. Παρόλο που είναι αρκετά περίπλοκο να εντοπιστεί η προέλευση της νανοτεχνολογίας, κανείς δεν μπορεί να αρνηθεί το γεγονός ότι η εμπνευσμένη ομιλία του R. Feynman (29, Δεκεμβρίου, 1959) «Υπάρχει αρκετός χώρος στο κάτω μέρος» είναι ο ακρογωνιαίος λίθος στον τομέα της νανοτεχνολογίας (Faynman 1960). Αυτή η ομιλία ήταν τόσο καταπληκτική για την εποχή της ώστε πολλοί πιστεύουν ότι εκπροσωπεί τη γέννηση του νέου επιστημονικού πεδίου της νανοτεχνολογίας.

Δυστυχώς, δεν είναι μόνο η προέλευση της νανοτεχνολογίας περίπλοκη. Ακόμα και ο ορισμός του όρου «νανοτεχνολογία» δεν είναι τόσο απλός όσο ακούγεται καθώς το πεδίο είναι πολύ πρόσφατο και υπάρχουν πολλές αντικρουόμενες απόψεις. Το πρώτο συνθετικό μέρος των όρων «νανοτεχνολογία» και «νανοεπιστήμη», είναι η λέξη «νάνο», η οποία προέρχεται από την ελληνική λέξη «νάνος», που σημαίνει ένας πολύ κοντός άνθρωπος (Allhoff 2009) και δείχνει ότι μιλάμε για την τεχνολογία και την επιστήμη που ασχολείται με τα φυσικά φαινόμενα/τεχνολογία στη νανοκλίμακα. Σε γενικές γραμμές, καλούμε τη νανοτεχνολογία, τη χειραγώγηση και τη μελέτη των ιδιοτήτων των αντικειμένων που βρίσκονται σε διαστάσεις (σε τουλάχιστον μία από τις διαστάσεις τους) μικρότερες από 100 nm.

Η σημασία και η ιδιαιτερότητα της νανοτεχνολογίας οφείλεται στο γεγονός ότι στη νανομετρική κλίμακα το μέγεθος και οι διαστάσεις των υλικών χαρακτηρίζουν τις ιδιότητές τους (Dupas, Houdy et al. 2004). Σε τέτοιες διαστάσεις, τα υλικά διαθέτουν νέες φυσικές ιδιότητες ή χαρακτηρίζονται από νέα φυσικά φαινόμενα. Σε τέτοιες μικρές διαστάσεις, οι ιδιότητες της ύλης είναι εντελώς διαφορετικές από αυτές που έχουμε διδαχθεί μέχρι σήμερα και παρατηρούνται νέες ασυνήθιστες ιδιότητες (Pifer and

Kenwright 2010). Οι νέες ιδιότητες προκύπτουν από το γεγονός ότι σε αυτές τις διαστάσεις ο λόγος του εμβαδού επιφάνειας προς τον όγκο αυξάνεται και οι ιδιότητες του υλικού έπονται από τους κανόνες της κβαντομηχανικής και όχι από αυτούς της κλασικής φυσικής που χαρακτηρίζει τη μακροσκοπική κλίμακα (**Εικόνα 31**) (Roszek and de Jong Geertsma 2005). Ως εκ τούτου, η νανοτεχνολογία δεν έχει να κάνει μόνο με μικρές διαστάσεις, αλλά επίσης με νέες μοναδικές φυσικές ιδιότητες (Allhoff 2009).



**Εικόνα 31:** Σχέσεις της ακτίνας, της επιφάνειας και του όγκου σε μια κβαντική τελεία. Παρατηρείται ότι ο όγκος μειώνεται ταχύτερα από ότι η επιφάνεια για μία δεδομένη μείωση της ακτίνας. Ως εκ τούτου, το εμβαδό της επιφάνειας προς τον όγκο αυξάνει δραματικά για μια μικρότερη ακτίνα σε σύγκριση με την αναλογία για μεγαλύτερη ακτίνα. [Προσαρμοσμένο από Roszek and de Jong Geertsma, (2005) (Roszek and de Jong Geertsma 2005)].

#### A.2 Νανοτεχνολογία στο Χώρο της Υγείας

Οι νέες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας είναι τόσο υποσχόμενες ώστε πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τον κόσμο όπως τον ξέρουμε μέχρι σήμερα. Μάλιστα, κάποιιοι από αυτούς δεν διστάζουν να κάνουν ακόμα λόγο για μια «νανο-βιομηχανική επανάσταση» (Shah 2004) (Dempster 2006). Ένας τομέας ο οποίος είναι πολλά υποσχόμενος είναι η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην ιατρική (Roszek and de Jong Geertsma 2005), το λεγόμενο πεδίο της νανοϊατρικής. Μέσα από την ανάπτυξη του τομέα της νανοϊατρικής, η νανοτεχνολογία και η ιατρική ενώνονται και αλληλοσυμπληρώνονται ώστε οι υπάρχουσες θεραπείες και ιατρικές τεχνικές να βελτιωθούν (Boulaiz, Alvarez et al. 2011). Λόγω της σημασίας της για τον άνθρωπο, η

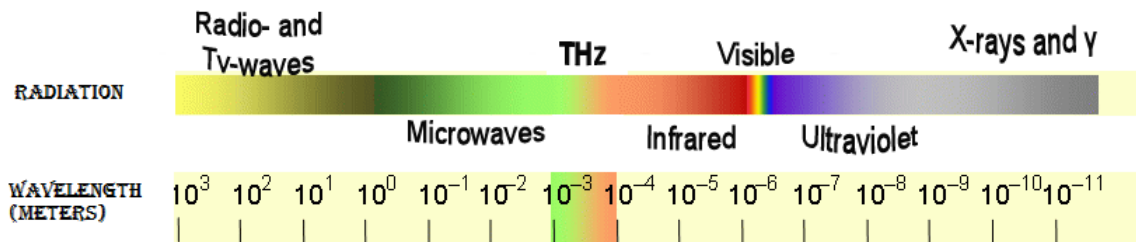
ναοϊατρική έχει γίνει ένας από τους πιο κρίσιμους κλάδους των ναοεπιστημών. Μάλιστα, θεωρείται ότι είναι η μεγάλη πρόκληση της ιατρικής του 21ου αιώνα, κυρίως σε τρεις βασικούς τομείς: τη διάγνωση, τη θεραπεία και την αναγεννητική ιατρική (Jordá 2009).

Μια επιστημονική και τεχνολογική περιοχή με τόσες προσδοκίες αναπόφευκτα θα επηρεάσει επίσης θετικά τον τομέα της ιατρικής απεικόνισης και ακτινολογίας. Το πεδίο της ιατρικής απεικόνισης είναι ένα πολύ ευρύ πεδίο και μετά την ανακάλυψη των ακτινών Χ, ένας σημαντικός αριθμός από μη-επεμβατικές απεικονιστικές μεθόδους έχουν εφευρεθεί και αναπτυχθεί. Κάθε μια από αυτές τις απεικονιστικές τεχνικές χαρακτηρίζεται από τις ιδιαιτερότητες και τα πλεονεκτήματα της, ενώ όλες έχουν τα εγγενή όρια και περιορισμούς τους σχετικά με την ιονίζουσα ή μη ιονίζουσα ακτινοβολία που χρησιμοποιούν, την ευαισθησία, την ανάλυση, την πολυπλοκότητα, την ώρα λήψης των δεδομένων, τις φυσικές αρχές, τις προϋποθέσεις αποδοτικότητας τους, τις προσφερόμενες πληροφορίες και, φυσικά, το οικονομικό τους κόστος. Παρά το γεγονός ότι το πεδίο της ιατρικής απεικόνισης έχει μια πολύ μακρά ιστορία, νέες καινοτόμες μέθοδοι απεικόνισης προκύπτουν συνεχώς, προκειμένου να μειωθούν οι περιορισμοί των υφιστάμενων τεχνικών και να επεκτείνουν τις δυνατότητες τους (Wolbarst and Hendee 2006). Δυστυχώς, η «τέλεια και ιδανική» μέθοδος απεικόνισης δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί και οι υπάρχουσες τεχνικές χαρακτηρίζονται από διαφορετικούς περιορισμούς. Σύμφωνα με τους Boulaiz και συν. (Boulaiz, Alvarez et al. 2011), ένα ιδανικό απεικονιστικό σύστημα πρέπει να χαρακτηρίζεται από τη χρήση μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών, να μην περιλαμβάνει κάποια μορφή επεμβατικής διαδικασίας, να έχει υψηλή ευαισθησία και την ικανότητα να παρέχει μορφολογικές και λειτουργικές πληροφορίες.

Μια περιοχή που προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών είναι η χρήση μη επεμβατικών και μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών για σκοπούς ιατρικής-απεικόνισης. Μάλιστα, γίνεται λόγος ότι υπάρχει μια επανάσταση στις μη επεμβατικές μεθόδους απεικόνισης (Humphreys, Loughran et al. 2004) και στις τεχνικές απεικόνισης που δεν χρησιμοποιούν ιονίζουσα ακτινοβολία καθώς ελαχιστοποιούν τους κινδύνους των ασθενών, επιτρέπει την επαναληψιμότητα της απεικόνισης και μειώνουν την ταλαιπωρία του ασθενούς. Σύμφωνα με τους Wallace και συν. (Wallace, Pickwell-MacPherson et al. 2010) υπάρχει ένα χάσμα μεταξύ μικροσκοπίας και ιατρικής απεικόνισης και συνεπώς οι τρέχουσες προσπάθειες επικεντρώνονται στην ανάπτυξη τεχνικών και διατάξεων που χρησιμοποιούν μη ιονίζουσες ακτινοβολίες ώστε να καλυφθεί αυτό το κενό. Μία από τις πιο πρόσφατες και

ελκυστικές τεχνικές που ικανοποιούν αυτές τις απαιτήσεις είναι η Terahertz (THz) απεικόνιση (Arnone, Ciesla et al. 2000; Tonouchi 2007).

Η THz ακτινοβολία, η οποία ονομάζεται επίσης «ακτινοβολία υπο-χιλιοστόμετρου» (sub-millimetre radiation) ή «T-ακτίνες» (T-rays), ορίζεται γενικά ως η περιοχή των συχνοτήτων από 100 GHz έως 10 THz (Davies, Linfield et al. 2002) και είναι στην πραγματικότητα το διάκενο μεταξύ της υπέρυθρης ακτινοβολίας και των μικροκυμάτων (Tonouchi 2007) (**Εικόνα 32**).



**Εικόνα 32:** Το φάσμα της ακτινοβολίας THz. Όπως φαίνεται από το φάσμα η ακτινοβολία αυτή καλύπτει το κενό μεταξύ της υπέρυθρης (infrared) ακτινοβολίας και των μικροκυμάτων (microwaves) [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].

Αυτή η περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος παρέμεινε ανεξερεύνητη για πολλά χρόνια καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμες κατάλληλες πηγές (ηλεκτρονικές ή οπτικές) (Jansen, Wietzke et al. 2010) παρόλο που τα χαρακτηριστικά αυτής της ακτινοβολίας είναι μοναδικά (**Πίνακας 3**) και υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός πιθανών εφαρμογών. Η ανάπτυξη των υπερ-βραχέων παλμών laser και η ανάπτυξη των τεχνικών μικροκατασκευής ημιαγωγών ωθεί την ανάπτυξη της τεχνολογίας της THz ακτινοβολίας (Sakai 2010).

**Πίνακας 31:** Χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας THz [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].

Χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας στο 1 THz	
Περίοδος	1 ps
Μήκος κύματος	300 $\mu\text{m}$
Κυματαριθμός	33 $\text{cm}^{-1}$
Ενέργεια φωτονίων	4.1 meV

Το κεφάλαιο αυτό έχει ως στόχο να διερευνήσει κατά πόσον η νανοτεχνολογία μπορεί να δώσει ώθηση στις τεχνικές απεικόνισης THz έτσι ώστε να ξεπεραστούν πολλοί από τους περιορισμούς τους. Γενικά, πιστεύεται ότι η νανοτεχνολογία έχει τη δυνατότητα να αλλάξει την ιατρική, και να την τροποποιήσει έτσι ώστε να ενισχυθούν τεχνικές θεραπείας και ιατρικής απεικόνισης. Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εξεταστούν οι πιθανές υλοποιήσιμες εφαρμογές (που δεν κυμαίνονται στο φάσμα της επιστημονικής φαντασίας) της νανοτεχνολογίας και μπορούν να υποστηρίξουν την απεικόνιση THz. Η απεικόνιση THz χρησιμοποιεί μη επεμβατική ακτινοβολία και παρόλο που είναι μια από τις πιο ελκυστικές αναδυόμενες απεικονιστικές μεθόδους, δεν έχει ακόμη καταφέρει να καθιερωθεί. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, πρώτα γίνεται μια προσπάθεια για εντοπισμό όλων των περιορισμών και μειονεκτημάτων των σύγχρονων απεικονιστικών διατάξεων THz. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι τεχνικές με βάση τη νανοτεχνολογία οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη βελτίωση της απεικόνισης THz σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. Επιπλέον, γίνεται συζήτηση σχετικά με το πώς η απεικόνιση THz μπορεί να βοηθήσει την ανάπτυξη του τομέα της νανοτεχνολογίας, καθώς και τα εγυρόμενα ηθικά ζητήματα ή ζητήματα κινδύνου. Εστιάζουμε κυρίως στο πώς μπορούν να βελτιωθούν τα υπάρχοντα απεικονιστικά συστήματα (ανιχνευτές, πηγές εκπομπής, κλπ) και πώς μπορούν να ενισχυθούν οι υπάρχουσες τεχνικές με τη χρήση παραγόντων αντίθεσης με βάση τη νανοτεχνολογία (νανο-σωματίδια, νανο-ράβδοι, κ.λπ.).

### *A.3 Ερευνητικό πρόβλημα παραρτήματος*

Η νανοτεχνολογία αποτελεί αιχμή του δόρατος της ερευνητικής κοινότητας με ένα μεγάλο εύρος πιθανών εφαρμογών (Dupas, Houdy et al. 2004), μεταξύ των οποίων η ιατρική (Denkbaş and Vaseashta 2008). Τα αναμενόμενα αποτελέσματα και προσδοκίες είναι τόσα ώστε να γίνεται λόγος ακόμα και για μια νέα νανο-βιομηχανική επανάσταση (Allhoff 2009) και ότι η νανοτεχνολογία έχει τις δυνατότητες να αλλάξει εντελώς την άσκηση της ιατρικής όπως την γνωρίζαμε μέχρι τώρα (Roszek and de Jong Geertsma 2005). Παράλληλα όμως τα νέα προβλήματα και ηθικά διλήμματα που αναδύονται είναι τόσο σημαντικά ώστε νέοι κλάδοι έρευνας, όπως η νανοηθική, να αναπτύσσονται ραγδαία (Spagnolo and Daloso 2009). Είναι από τις λίγες φορές που μια τεχνολογική καινοτομία έχει τόσο αντίκτυπο και έχει αρχίσει η ερευνητική κοινότητα να ασχολείται με τις πιθανές επιδράσεις τις πριν είναι πολύ αργά (Johnson 2007) Αναπόφευκτα οι πρώτες κλινικές

εφαρμογές της νανοτεχνολογίας θα εφαρμοστούν σε Μονάδες Υγείας και νέα προβλήματα προκύπτουν: είναι έτοιμες οι μονάδες να δεχτούν τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές; θα απαιτηθεί η δημιουργία νέων ειδικευμένων θέσεων εργασίας; το νέο αυτό προσωπικό κάτω από επαγγελματικό αλλά και ηθικό κώδικα δεοντολογίας θα εργάζεται; τι κόστος θα έχει στις μονάδες υγείας; πως θα επηρεαστούν οι εργαζόμενοι από την νέα αυτή τεχνολογία; μήπως οι φόβοι και οι ανησυχίες είναι αβάσιμες κ.α.. Επίσης, η νανοτεχνολογία μπορεί να βοηθήσει νέες αναδυόμενες ιατρικές τεχνολογίες, όπως, να βρουν το δρόμο τους προς πραγματική κλινική εφαρμογή.

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η διερεύνηση του πώς η νανοτεχνολογία μπορεί να επιτρέψει σε μια νέα καινοτόμα απεικονιστική τεχνική, την ιατρική απεικόνιση THz (η οποία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε χρήση ιατρικών Laser), να ξεπεράσει ένα μεγάλο και σημαντικό αριθμό από τους περιορισμούς και τα μειονεκτήματα που την χαρακτηρίζουν μέχρι τώρα έτσι ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στην κλινική ιατρική.

## ***Μέρος B: THz imaging and Nanotechnology***

### ***B.1 Περίληψη***

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, τα επιτεύγματα και η πρόοδος στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης έχουν ενισχύσει σημαντικά την έγκαιρη διάγνωση και τη θεραπεία πολλών παθολογικών καταστάσεων. Η ανάπτυξη νέων μεθόδων απεικόνισης, ιδιαίτερα αυτών που χρησιμοποιούν μη ιονίζουσα ακτινοβολία γιατί πραγματικά θα βελτιώσει την πρόγνωση διάφορων παθολογικών καταστάσεων είναι ζωτικής σημασίας. Μια σειρά από νέες απεικονιστικές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια αλλά είναι ακόμα στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης τους και ως αποτέλεσμα σοβαρά μειονεκτήματα εμποδίζουν την πλήρη κλινική εφαρμογή τους. Στον 21ο αιώνα, πιστεύεται ότι η νανοτεχνολογία θα επηρεάσει πολύ την καθημερινή μας ζωή και θα αλλάξει δραματικά τον κόσμο της ιατρικής, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής απεικόνισης. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε και συζητάμε για το πώς η νανοτεχνολογία, η οποία βρίσκεται ακόμη σε νηπιακό στάδιο, μπορεί να βελτιώσει την απεικονιστική τεχνική Terahertz (THz), μια αναδυόμενη μορφή απεικόνισης, και πώς μπορεί να τη βοηθήσει ώστε να βρει το δρόμο της σε πραγματικές κλινικές εφαρμογές. Η απεικόνιση THz χαρακτηρίζεται από τη χρήση μη-ιονίζουσας ακτινοβολίας και παρόλο που έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς βιοϊατρικούς τομείς, παραμένει ακόμα στο στάδιο της βασικής έρευνας. Μια εκτενής ανασκόπηση της πρόσφατης διαθέσιμης διεθνούς βιβλιογραφίας δείχνει πώς η τρέχουσα κατάσταση αυτής της αναδυόμενης απεικονιστικής τεχνικής μπορεί να μεταμορφωθεί από τη νανοτεχνολογία. Επίσης παρουσιάζονται οι καινοτόμες επιστημονικές τεχνικές με βάση τη νανοτεχνολογία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να ξεπεραστούν ορισμένα από τα «εμπόδια» τα οποία περιορίζουν την ευρεία χρήση της απεικόνισης THz. Στο κεφάλαιο, εξετάζουμε έναν αριθμό μειονεκτημάτων (όπως είναι η χαμηλή αντίθεση, η κακή απόδοση των THz πηγών, τα ογκώδη συστήματα THz και η περιορισμένη ευαισθησία ανίχνευσης και ανάλυσης) που χαρακτηρίζουν στο παρόν στάδιο το πεδίο της THz ιατρικής απεικόνισης. Επίσης, παραθέτουμε προτάσεις, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες επιτρέπουν να ξεπεραστούν οι περιορισμοί αυτοί μέσω της νανοτεχνολογίας.

## B.2 Υπόβαθρο

### B.2.1 Γενικά:

Οι εφαρμογές της ακτινοβολίας THz αναπτύσσονται τόσο ραγδαία με αποτέλεσμα να έχουν μια εξαιρετική δυναμική και σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις (Balocco, Kasjoo et al. 2010). Οι εφαρμογές αυτές εκτείνονται από τις ιατρικές, επιστημονικές και φαρμακευτικές εφαρμογές μέχρι το μη καταστροφικό έλεγχο υλικών και τη χρήση της THz ακτινοβολίας για σκοπούς ασφάλειας και ελέγχου. Βέβαια, υπάρχει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις βιοϊατρικές εφαρμογές, όπως είναι η χρήση της ακτινοβολίας THz ως μεθόδου απεικόνισης και οι μελέτες φασματοσκοπίας (Pickwell and Wallace 2006), οι οποίες έχουν τη δυνατότητα για σημαντικές κλινικές εφαρμογές (Humphreys, Loughran et al. 2004). Η πρώτη βιοϊατρική απεικόνιση THz παρουσιάστηκε το 1995 (Hu and Nuss 1995) και από τότε μια νέα γενιά μη επεμβατικής απεικόνισης έχει προκύψει.

Καθώς η ακτινοβολία THz έχει μεγάλο μήκος κύματος μπορεί να διεισδύσει σε πολλά υλικά (Jepsen, Cooke et al. 2011). Επιπλέον, τα πολικά μόρια είναι ευαίσθητα σε κύματα THz και, κατά συνέπεια, η ανίχνευση διαφορετικών επιπέδων ενυδάτωσης από ιστούς μπορεί να επιτευχθεί (Tonouchi 2007). Οι βιοϊατρικές εφαρμογές των κυμάτων THz είναι συνέπεια του γεγονότος ότι η ακτινοβολία THz είναι ευαίσθητη στο νερό και επιπρόσθετα οι χαρακτηριστικές ενέργειες των βιολογικών μορίων απαντώνται στην περιοχή THz (Lee, Kim et al. 2011). Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς το νερό είναι ένα από τα κύρια συστατικά του ιστού (Berry, Walker et al. 2003). Στην πραγματικότητα, τα μόρια του νερού και όλα τα πολικά υγρά απορροφούν όλες τις συχνότητες στη ζώνη THz. Κατά συνέπεια, τα κύματα THz δεν μπορούν να διεισδύσουν σε βιολογικό υγρό, γεγονός που επιτρέπει την ανάπτυξη των απεικονιστικών διατάξεων σε γεωμετρία διάδοσης (για *in vitro* μελέτες) και σε γεωμετρία ανάκλασης (για *in vitro* και *in vivo* απεικόνιση) (Humphreys, Loughran et al. 2004). Η ακτινοβολία THz χαρακτηρίζεται από την ικανότητά της να διεισδύει σε οργανικά υλικά χωρίς ιονισμό και να διακρίνει διαφορετικά υλικά ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νερό (Mueller 2003).

Στην περίπτωση της ιατρικής THz απεικόνισης, ο μηχανισμός αντίθεσης προκύπτει από το γεγονός ότι διαφορετικά φάσματα απορρόφησης και δείκτες διάθλασης χαρακτηρίζουν

τους διαφορετικούς βιολογικούς ιστούς, όταν αυτοί αλληλεπιδρούν με τα κύματα στην περιοχή THz (Davies, Linfield et al. 2002). Κατά συνέπεια, μπορούν να ληφθούν εικόνες και πληροφορίες τόσο από φυσιολογικούς όσο και από παθολογικούς ιστούς (ιστούς με ανωμαλίες). Από την πρώτη κιόλας επίδειξη απεικόνισης από τους Hu και Nuss (Hu and Nuss 1995), δείχθηκε σε δυο διαφορετικούς ιστούς (μυς και λίπος χοίρου) ότι ο μηχανισμός αντίθεσης ήταν η διαφορετική περιεκτικότητα σε νερό (Wallace, Pickwell-MacPherson et al. 2010). Οι αρχικές μελέτες έχουν δείξει ότι τα βιοχημικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του ιστού παρέχουν αντίθεση σε εικόνες που σχηματίζονται με παλμούς THz (Mueller 2003).

Το κύριο χαρακτηριστικό το οποίο επιτρέπει τη χρήση της ακτινοβολίας THz για φασματοσκοπία, είναι το γεγονός ότι οι ενέργειες των δονητικών και των περιστροφικών μορίων (όπως οι πρωτεΐνες και το DNA) αντιστοιχούν σε εκείνες των THz φωτονίων (Mueller 2003). Η THz φασματοσκοπία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διερευνηθεί μια σειρά από φαινόμενα μεγάλης σημασίας για τους επιστήμονες και τους μηχανικούς (Baxter and Guglietta 2011). Μια ενδιαφέρουσα βιοϊατρική εφαρμογή είναι η χρήση της THz φασματοσκοπίας για την ανίχνευση μεταλλάξεων και αλλαγές σε βιομόρια (Humphreys, Loughran et al. 2004). Επίσης, η διάγνωση και η απεικόνιση του καρκίνου είναι μια πολύ υποσχόμενη εφαρμογή της τεχνολογίας THz (Woodward, Cole et al. 2002; Wallace, Fitzgerald et al. 2004; Wallace, Fitzgerald et al. 2006; Ashworth, Pickwell-MacPherson et al. 2009). Αυτό είναι συνέπεια του γεγονότος ότι υπάρχει διαφορά στην περιεκτικότητα σε νερό μεταξύ υγιών ιστών και καρκινικών όγκων και, επιπλέον, υπάρχουν διαφορές οι οποίες οφείλονται σε κυτταρικές αλλαγές και σε μη φυσιολογική μεταβολή της πυκνότητας των πρωτεϊνών που έχουν σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη απορρόφηση της ακτινοβολίας THz και μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης (Seung, Maeng et al. 2008; Lee, Kim et al. 2011). Αν και υπάρχουν πολλές προσδοκίες για την τεχνική αυτή, οι μελέτες μέχρι τώρα δεν φαίνεται να υποστηρίζουν οποιαδήποτε κλινική εφαρμογή, η οποία να μπορεί να επιτύχει υψηλό ποσοστό ανίχνευσης του καρκίνου (Lee, Kim et al. 2011).

### *B.2.2 Απεικονιστικά συστήματα THz*

Παρά το γεγονός ότι το πεδίο της ιατρικής απεικόνισης κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει δει μεγάλη βελτίωση και έχει συμβάλει σημαντικά στην καλύτερη ιατρική πρακτική, τόσο για τη διάγνωση και όσο και τη θεραπεία, η τεχνολογία THz εξακολουθεί να αναπτύσσεται

σε όλες τις συνιστώσες της τόσο στις διατάξεις της όσο στις πιθανές εφαρμογές. Οι αλληλεπιδράσεις της THz ακτινοβολίας με τα υλικά/ιστό και οι φυσικοί/βιολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται δεν έχουν ακόμη πλήρως αποσαφηνιστεί και απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Η έλλειψη κατάλληλων πομπών και ανιχνευτών, με χαμηλό βάρος και συμπαγές μέγεθος ήταν η αιτία που το φάσμα των THz ακτίνων παράμεινε ανεξερεύνητο και δεν χρησιμοποιείτο για πολλά χρόνια. Αρχικά, αναπτύχθηκαν ακατάλληλες διατάξεις με ακριβές και ογκώδη πηγές (π.χ. laser ελεύθερων ηλεκτρονίων, θερμικές πηγές), ενώ οι αρχικοί ανιχνευτές χαρακτηρίζονταν από κακή απόδοση (όπως bolometers υγρού ψυχρού ηλίου) (Humphreys, Loughran et al. 2004). Τις τελευταίες δεκαετίες, ένας αριθμός νέων τεχνικών (όπως ο γρήγορος οπτικός διακόπτης, η μη γραμμική μέθοδος και σύγχρονα κβαντικά laser) πρόσφεραν σημαντικές καινοτομίες στο πεδίο της THz οπτοηλεκτρονικής (Sakai 2010). Τα συστήματα απεικόνισης THz μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες: Τα παθητικά (επίσης ονομάζεται Μη σύμφωνα) και τα παλμικά ή συνεχή ενεργά (ονομάζεται επίσης σύμφωνα) (Bogue 2009; Abril, Nova et al. 2010). Στο κεφάλαιο αυτό, θα επικεντρωθούμε στις διατάξεις της ενεργούς κατηγορίας, δεδομένου ότι αυτά είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα για σκοπούς ιατρικής απεικόνισης, ενώ οι παθητικές διατάξεις χρησιμοποιούνται ευρύτατα για σκοπούς ασφάλειας σε αεροδρόμια και για την ανίχνευση όπλων (Duncan, Schwall et al. 2008; Stanko, Nötel et al. 2008). Τόσο τα παλμικά όσο και τα συνεχή απεικονιστικά THz συστήματα είναι ακόμη σε εξέλιξη, αλλά τα παλμικά συστήματα είναι πιο διαδεδομένα (Lee, Kim et al. 2011).

Επί του παρόντος υπάρχουν πολλές ανταγωνιστικές τεχνικές για την παραγωγή κυμάτων THz (συνεχή ή παλμικά). Οι διαφορετικές πηγές THz μπορούν να χωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: τις ηλεκτρονικές πηγές, τις φωτονικές πηγές και τα κβαντικά laser. Υπάρχουν και κάποιες άλλες μικρότερες κατηγορίες που είτε είναι αναδυόμενες είτε δεν είναι πολύ δημοφιλείς και διαδεδομένες (Bründermann, Chamberlin et al. 2000; Bergner, Heugen et al. 2005; Hübers, Pavlov et al. 2005; Ito, Nakajima et al. 2005; Tonouchi 2007), οι οποίοι όμως δεν θα συζητηθούν σε αυτό το κεφάλαιο καθώς δεν αποτελούν το επίκεντρο της συζήτησης μας.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την ανίχνευση της ακτινοβολίας THz. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα τα οποία εξηγούν και παρουσιάζουν το φάσμα των υφιστάμενων ανιχνευτών και τις νέες αρχές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των T-ακτίνων (Sizon and Rogalski 2010). Μπορούν να διαχωριστούν σε ανιχνευτές άμεσης ανίχνευσης και στους ετεροδύνους (heterodyne)

ανιχνευτές (Nagatsuma 2011). Οι άμεσοι και ετερόδυννοι ανιχνευτές αναφέρονται επίσης και ως ασύμφωνοι και σύμφωνοι ανιχνευτές, αντίστοιχα (Chattopadhyay 2011). Το ποια μέθοδος ανίχνευσης θα εφαρμοστεί τελικά καθορίζεται κυρίως από τον τύπο της πηγής THz που χρησιμοποιείται στην ίδια διάταξη (Mueller 2003) ή/και στα ποια είναι τα χαρακτηριστικά των κυμάτων THz που πρόκειται να ανιχνευτούν.

Τα συστήματα απεικόνισης THz σε γενικές γραμμές μπορούν να διαχωριστούν με το αν χρησιμοποιεί συνεχή κύματα (continuous waves, CWS) ή παλμούς. Τα συνεχή CW THz συστήματα χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για την αστρονομία (όπως η μελέτη της ακτινοβολίας από το Big Bang), για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος και τη διάγνωση του πλάσματος. Μια χαρακτηριστική πηγή συνεχών κυμάτων THz είναι τα THz λέιζερ οπτικής άντλησης (Mueller 2003). Για τους σκοπούς ιατρικής απεικόνισης οι πηγές παλμών THz είναι πιο ελκυστικές και έχουν κάνει την THz απεικόνιση, μια πολλά υποσχόμενη τεχνική για το πεδίο της ιατρικής απεικόνισης.

Ο όρος «χρονική φασματοσκοπία THz» (THz time-domain spectroscopy, THz-TDS) αναφέρεται στην τεχνική όπου οι μέθοδοι παλμών THz χρησιμοποιούνται για μελέτες φασματοσκοπίας (Sakai 2010). Το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το σχηματισμό δυσδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) εικόνων. Η τεχνική απεικόνισης με παλμούς THz είναι μια αρκετά απλή μεθοδολογία όπου χρησιμοποιείται μια δέσμη άντλησης και μια δέσμη ανίχνευσης. Η δέσμη άντλησης αλληλεπιδρά με το δείγμα, και η ανίχνευση του σύμφωνου σήματος λαμβάνεται με το συνδυασμό της δέσμης laser ανίχνευσης με την ακτινοβολία THz (Berry, Walker et al. 2003). Η εικόνα του δείγματος μπορεί να δημιουργηθεί μέσω της επιλεκτικής απορρόφησης της ακτινοβολίας THz (Mueller 2003). Ως αποτέλεσμα, ο ανιχνευτής δέχεται τα σήματα με καθυστέρηση (Mueller 2003) και μέσω της σάρωσης του δείγματος μια εικόνα μπορεί να σχηματιστεί με κάθε εικονοστοιχείο (pixel) και αντιπροσωπεύει τις διαφορετικές χρονοσειρές, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά απορρόφησης (Berry, Walker et al. 2003). Τα ληφθέντα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε επεξεργασία με γρήγορο μετασχηματισμό Fourier έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μεταφραστούν από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο των συχνοτήτων (Mueller 2003).

Επίσης, τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας THz και των συστημάτων/διατάξεων που έχουν ήδη αναπτυχθεί επιτρέπουν τη χρήση αυτής της τεχνικής ως μια ενδοσκοπική διαδικασία (Ji, Lee et al. 2009). Προσωπικά πιστεύουμε ότι αν κάποιος περιορισμός θα μπορούσαν να ξεπεραστούν (όπως και το γεγονός ότι το νερό και τα πλευρικά τοιχώματα των οργάνων έχουν παρόμοιο δείκτη διάθλασης και παρόμοια απορρόφηση), τα THz

ενδοσκόπια θα είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την ανίχνευση των μεταβολών στον ιστό μέσα στο ανθρώπινο σώμα (Ji, Lee et al. 2009).

### B.2.3 Μειονεκτήματα και περιορισμοί της απεικόνισης της THz απεικόνισης

Δυστυχώς, τα υπάρχοντα THz απεικονιστικά συστήματα εξακολουθούν να χαρακτηρίζονται από έναν αριθμό από σημαντικούς περιορισμούς και μειονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα, η ακτινοβολία THz παρέμεινε ανεξερεύνητη για πολλά χρόνια λόγω του γεγονότος ότι οι ανιχνευτές των κυμάτων THz χαρακτηρίζονταν από κακή αναλογία σήματος-προς-θόρυβο και αργή επεξεργασία. Ένας δεύτερος περιορισμός ήταν ότι οι πηγές T-ακτινών ήταν σε θέση να παράγουν μόνο ασύμφωνη και χαμηλής φωτεινότητας ακτινοβολία (Berry, Walker et al. 2003), ενώ μερικές πηγές απαιτούσαν κρυογονική θερμοκρασία λειτουργίας (Balocco, Kasjoo et al. 2010). Η ανάπτυξη τόσο των ηλεκτρονικών όσο και των οπτικών πηγών που εκπέμπουν στο φάσμα THz είναι δύσκολο να εφαρμοστεί, αλλά θεωρείται πολύ ευεργετική (Davies, Linfield et al. 2002). Μερικά από τα αρχικά προβλήματα που είχε να αντιμετωπίσει η THz τεχνολογία έχουν ήδη βρει κάποιες λύσεις, αλλά υπάρχει επίσης μια σειρά από σημαντικά μειονεκτήματα τα οποία εξακολουθούν να παραμένουν (Πίνακας 32) (Zhang and Xu 2010; Jepsen, Cooke et al. 2011).

**Πίνακας 32:** Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα/περιορισμοί της απεικόνισης THz [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα/ Περιορισμοί
Μη ιονίζουσα ακτινοβολία η οποία θεωρείται ασφαλής για σκοπούς βιολογικής απεικόνισης.	Περιορισμένο βάθος διείσδυσης. Τα κύματα THz δεν μπορούν να διεισδύσουν στο ανθρώπινο σώμα λόγω της υψηλής σύστασης σε νερό.
Ευαισθησία στη σύσταση του υπό μελέτη δείγματος σε νερό. Οι χαρακτηριστικές ενέργειες (περιστροφικές και δονητικές ενέργειες) των βιολογικών μορίων εκτείνονται στο φάσμα των THz.	Δυσκολίες στην ανάπτυξη κατάλληλων πηγών THz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι ταχύτητες μέτρησης και σάρωσης χρειάζονται βελτίωση.</li> <li>• Τα συστήματα είναι ογκώδη κυρίως λόγω των διάφορων μερών τους, όπως η χρήση των fs laser ως πηγές.</li> <li>• Το κόστος των συστημάτων είναι σχετικά υψηλό (κυρίως λόγω της χρήσης των fs laser).</li> <li>• Προβλήματα στη μεταφορά των</li> </ul>
Μπορεί να πραγματοποιήσει μη καταστροφικό έλεγχο και απεικόνιση χωρίς να έρθει σε επαφή με το δείγμα.	
Σε σύγκριση με τα μικροκύματα, τα κύματα THz διαθέτουν βραχύτερο μήκος κύματος και σαν συνέπεια μπορούν να	

προσφέρουν μεγαλύτερη χωρική ανάλυση.	<b>THz κυμάτων και δυσκολίες στην επίτευξη μετρήσεων σε απόσταση μερικών μέτρων στον αέρα.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανάγκη για βελτίωση των συστημάτων με μεγάλο λόγο σήματος-προς-θόρυβο.</li> <li>• Ορισμένες πηγές THz δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασία δωματίου.</li> </ul>
Το σχετικά μεγάλο μήκος κύματος των φωτονίων THz επιτρέπει στην ακτινοβολία THz να διεισδύσει σε πολλά υλικά.	
Η ακτινοβολία THz δεν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη σκέδαση Rayleigh.	Περιορισμένη ανάλυση απεικόνισης λόγω του μεγάλου μήκους κύματος.
Γεμίζει το «κενό» μεταξύ της υπέρυθρης ακτινοβολίας και των μικροκυμάτων στις τεχνικές για ιατρική απεικόνιση.	Οι περισσότερες εφαρμογές βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο.
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φασματοσκοπία. Επιπλέον, η ιατρική απεικόνιση μπορεί να συνδυαστεί με πληροφορίες που παρέχονται μέσω φασματοσκοπίας, όπως βιοχημικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων.	Χαμηλή αντίθεση μεταξύ υγιών και παθολογικών ιστών.

Το πρώτο μειονέκτημα της απεικόνισης THz είναι μια συνέπεια της φύσης των κυμάτων THz. Το μεγάλο μήκος κύματος τους έχει ως αποτελέσματά την περιορισμένη ανάλυση στην απεικόνιση σε σύγκριση με άλλες τεχνικές απεικόνισης που χρησιμοποιούν μικρότερα μήκη κύματος (Johnston 2007). Λόγω του σχετικά μεγάλου μήκους κύματος, οι τεχνικές απεικόνισης THz μπορούν να απεικονίσουν χαρακτηριστικά στο εύρος 1-3 mm, το οποίο δεν είναι αρκετό για βιοϊατρικές εφαρμογές (Humphreys, Loughran et al. 2004). Το περιορισμένο βάθος διείσδυσης λόγω της υψηλής σύστασης του ανθρώπινου σώματος σε νερό έχει σαν αποτέλεσμα μέχρι σήμερα να είναι πολύ περιορισμένες οι εφαρμογές και οι μελέτες της THz απεικόνισης σε επιφανειακούς ιστούς όπως το δέρμα (Joseph, Yaroslavsky et al. 2011; Taylor, Singh et al. 2011), τα δόντια (Hailu, Ehtezazi et al. 2010) και ο κερατοειδής (Bennett, Taylor et al. 2011). Η χρήση της συχνότητας 0,5 THz δίνει την υψηλότερη αντίθεση μεταξύ φυσιολογικών και καρκινικών ιστών, αλλά αυτό ελαχιστοποιεί τη χωρική ανάλυση της απεικόνισης THz (Seung, Maeng et al. 2008). Επιπλέον, η αντίθεση μεταξύ υγιών και παθολογικών ιστών είναι πολύ χαμηλή και υπάρχει ανάγκη για χρήση παραγόντων αντίθεσης (Seung, Maeng et al. 2008). Επίσης, οι Humphreys και συν. (Humphreys, Loughran et al. 2004) τόνισαν την ανάγκη για ανάπτυξη καλά ενημερωμένων και κατάλληλα οργανωμένων βάσεων δεδομένων, οι οποίες θα περιλαμβάνουν τις διαφορετικές αποκρίσεις διαφορετικών ιστών στην ακτινοβολία THz.

Όπως έχει φανεί στην προηγούμενη ενότητα, η χρήση των femtosecond (fs) laser είναι μια κοινή μέθοδος για παραγωγή ακτινοβολίας THz. Η χρήση αυτών των πηγών κάνουν την εμπορευματοποίηση των απεικονιστικών συστημάτων THz δύσκολη, λόγω του υψηλού κόστους καθώς και λόγω των ογκωδών διαστάσεων των fs laser (Davies, Linfield et al. 2002). Αυτός είναι ο λόγος που τα κβαντικά laser (laser που χρησιμοποιούν το φαινόμενο της κβαντικής χιονοστιβάδας/καταρράκτη) είναι πολύ ελκυστικά σε αυτόν τον τομέα, δεδομένου ότι αναμένεται να είναι φθηνότερα και με πιο κατάλληλο μέγεθος. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι αν και οι δυνατότητες είναι μεγάλες, το βάθος διείσδυσης της ακτινοβολίας THz είναι περιορισμένη. Ως εκ τούτου, η μέχρι τώρα έρευνα έχει επικεντρωθεί στη χρήση των T-ακτινών για σκοπούς επούλωσης πληγών και για διάγνωση δερματολογίας και οδοντιατρικής, όπου δεν απαιτείται υψηλό βάθος διείσδυσης ή χρήση κυματοδηγών (Berry, Walker et al. 2003; Humphreys, Loughran et al. 2004). Επιπλέον, η πλειοψηφία των εφαρμογών THz είναι ακόμα στο στάδιο της έρευνας, εκτός από μερικά παραδείγματα της εταιρείας «TeraView Company» (Cambridge, UK), η οποία έχει αναπτύξει συστήματα και τεχνικές για την ανίχνευση καρκινικών κυττάρων (Mueller 2003). Επί του παρόντος, υπάρχουν αρκετές εταιρείες που παράγουν THz τεχνολογία όπως οι «Picometrix Inc.» (Michigan, USA), «Zomega Terahertz Corporation» (New York, USA), «Nikon Corporation» (Tokyo, Japan), «Toptica Photonics» (Munich, Germany), «Hamamatsu Photonics» (Tokyo, Japan) και «T-Ray Science Inc.» (Vancouver, Canada).

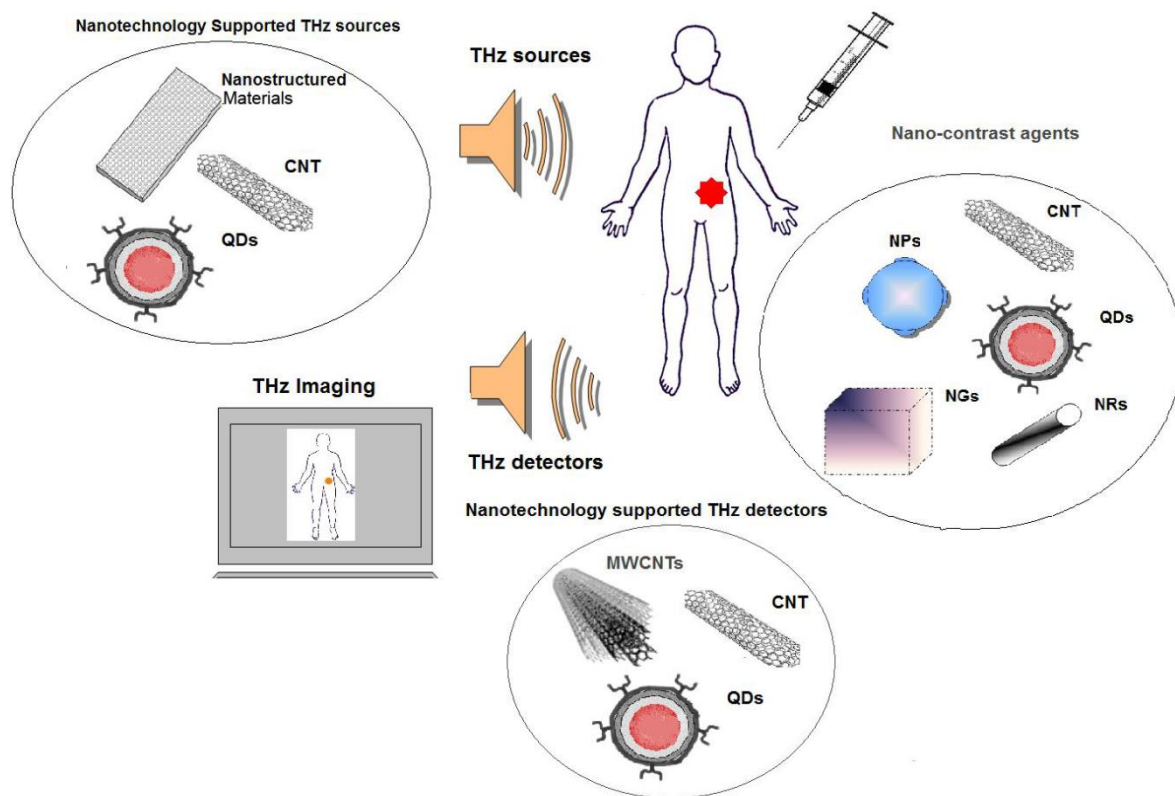
### *B.3 Νανοτεχνολογία για THz απεικόνιση*

Όπως όλες οι αναδυόμενες απεικονιστικές μέθοδοι, έτσι και η THz παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα που δεν της επιτρέπουν να βρει τη θέση της για πραγματικές κλινικές εφαρμογές και καθημερινή ιατρική χρήση. Όπως παρουσιάστηκε, οι περιορισμοί αυτοί καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα από παράγοντες, από τη χαμηλή απόδοση των πηγών εκπομπής πηγών μέχρι τη χαμηλή ευαισθησία ή επιλεκτικότητα σε παθολογικούς ιστούς. Για να ξεπεραστούν αυτά τα μειονεκτήματα οι ερευνητές έχουν επεκτείνει τις προσπάθειες προς πολλές και διαφορετικές κατευθύνσεις. Οι τεχνικές και μέθοδοι με βάση τη νανοτεχνολογία φαίνεται να είναι ένα σημαντικό βασικό εργαλείο στις προσπάθειες των ερευνητών για τη βελτίωση των μεθόδων THz απεικόνισης. Πιστεύουμε ότι η νανοτεχνολογία έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την απόδοση των μεθόδων THz απεικόνισης. Οι επόμενες ενότητες έχουν ως στόχο να συζητήσουμε και να

παρουσιάσουμε το πώς οι τρέχουσες τεχνικές νανοτεχνολογίας μπορούν να βελτιώσουν άμεσα τις τεχνικές THz ιατρικής απεικόνισης. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, η νανοτεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει τα συστήματα απεικόνισης THz με διάφορους τρόπους, από τη χρήση νανοσωματιδίων σαν παράγοντες αντίθεσης μέχρι και την ανάπτυξη νέων πηγών THz ή/και ανιχνευτών (**Εικόνα 33**).

### *B.3.1 Νάνο-παράγοντες αντίθεσης για απεικόνιση THz*

Ένας τομέας στην απεικόνιση THz όπου η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να καινοτομήσει είναι η χρήση των παραγόντων αντίθεσης (contrast agents), οι οποίοι ονομάζονται επίσης μέσα αντίθεσης (contrast media) ή ανιχνευτές (probes). Γενικά, οι παράγοντες αντίθεσης χρησιμοποιούνται προκειμένου να αυξηθεί η αντίθεση σε εικόνες από υγιείς και παθολογικούς ιστούς. Πολλοί παράγοντες αντίθεσης έχουν προταθεί και χρησιμοποιούνται για τις υπάρχουσες μεθόδους απεικόνισης (π.χ. παράγοντες αντίθεσης για τη μαγνητική τομογραφία-MRI) (Pan, Caruthers et al. 2011; Rümenapp, Gleich et al. 2012; Shan, Chopra et al. 2012), αλλά στην περίπτωση της απεικόνισης THz πολύ λίγες μελέτες έχουν δημοσιευθεί. Παρά το γεγονός ότι αυτή η περιοχή βρίσκεται ακόμα σε πολύ αρχικά στάδια, τα αποτελέσματα είναι πολύ θετικά και προβλέπεται ότι έχει τις δυνατότητες να ανοίξει νέους ορίζοντες για την κλινική εφαρμογή της ιατρικής απεικόνισης THz. Με τη χρήση παραγόντων αντίθεσης, θα είναι δυνατόν να ενισχυθεί η ευαισθησία στη διάγνωση του καρκίνου μέσω και της χρήσης υψηλότερων συχνοτήτων THz, οι οποίες θα επιτρέψουν και καλύτερη ανάλυση εικόνας (Seung, Maeng et al. 2008).

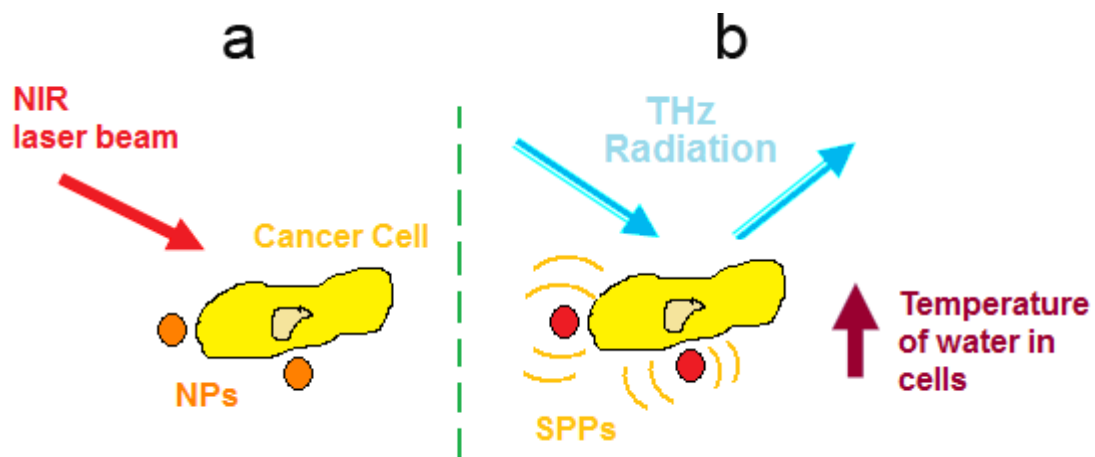


**Εικόνα 33:** Απεικόνιση THz με τη χρήση τεχνικών νανοτεχνολογίας. Μέθοδοι νανοτεχνολογίας χρησιμοποιούνται σε όλα τα μέρη ενός συστήματος THz απεικόνισης ή σε όλες τις διαδικασίες: παράγοντες αντίθεσης, πηγές και ανιχνευτές (CNT: Carbon Nanotubes, QDs: Quantum Dots, NPs: Nanoparticles, NRs: nanorods, NGs: nanocages, WCNTs: multi-walled CNTs) [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].

Σε αυτή την κατεύθυνση η νανοτεχνολογία μπορεί να καινοτομήσει και να βοηθήσει την απεικόνιση THz μέσω της χρήσης νανοσωματιδίων σαν παράγοντες αντίθεσης. Με τον όρο «νανοσωματίδια», υπονοείται ένα ευρύ φάσμα σωματιδίων με διαστάσεις σε νανοκλίμακα, όπως σφαιρικά σωματίδια, νανοσωλήνες άνθρακα (carbon nanotubes-CNT), φουλλερένια, κβαντικές τελείες (quantum dots-QDs), νανοράβδοι (nanorods-NRS), νανοκελύφη, νανο-κλουβιά (nanocages-NGS), νανοςύρματα και διάφορα άλλα νανοσωματίδια. Τα νανοσωματίδια που χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να παράγουν επιφανειακά πλασμόνια (plasmons), τα λεγόμενα νανοσωματίδια πλασμονίων, είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απεικονιστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς (Sirotkina, Shirmanova et al. 2011). Ο χρυσός (Au) είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέταλλο για την κατασκευή νανοσωματιδίων για βιοϊατρικές εφαρμογές λόγω της βιο-συμβατότητας του, της ισχυρής

του σκέδασης σε μήκη κύματος στην περιοχή του συντονισμού των επιφανειακών τοπικών πλασμονίων (local surface plasmon-LSP) και της ικανότητας του να δεχθεί τη διαδικασία βιο-συνδυασμού (bio-conjunction process) (Tseng, Lee et al. 2010).

Επιπλέον, οι τεχνικές που χρησιμοποιούν παράγοντες αντίθεσης νανοσωματιδίων μπορούν να επωφεληθούν από ένα φυσικό φαινόμενο γνωστό ως «φαινόμενο υπερθερμίας» το οποίο εμφανίζεται λόγω των επιφανειακών πλασμονίων πλάσματος (surface plasma polaritons- SPPs) όταν εγγύς υπέρυθρη (near-infrared-NIR) δέσμη laser ακτινοβολήσει νανοσωματίδια. Ως συνέπεια αυτού του φαινομένου, η θερμοκρασία του νερού σε καρκινικά κύτταρα (τα οποία ανιχνεύονται με νανοσωματίδια) αυξάνεται και δεδομένου ότι το σήμα THz είναι ευαίσθητο σε μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού (Son 2009), τα καρκινικά κύτταρα μπορούν να ανιχνευθούν και να απεικονιστούν (**Εικόνα 34**).



**Εικόνα 34:** Το φαινόμενο της υπερθερμίας. a) Πρώτα, τα καρκινικά κύτταρα ανιχνεύονται με νανοσωματίδια (NPs) και στη συνέχεια ακτινοβολούνται με δέσμη laser στην περιοχή του εγγύς-υπερύθρου (NIR) b) Μετά την ακτινοβολήση, δημιουργούνται επιφανειακά πλασμόνια πλάσματος (SPPs) και σαν αποτέλεσμα η θερμοκρασία του νερού στα καρκινικά κύτταρα αυξάνεται. Συνεπώς, τα καρκινικά κύτταρα μπορούν να ανιχνευτούν και να απεικονιστούν με την THz ακτινοβολία καθώς το σήμα THz είναι ευαίσθητο σε αλλαγές της θερμοκρασίας του νερού [προσαρμοσμένο από (Stylianou and Talias 2013)].

Μια σημαντική δουλειά προς αυτή την κατεύθυνση δημοσιεύτηκε από τους Oh, Son και συν. σε μια σειρά από τέσσερις πρόσφατες εργασίες (Seung, Maeng et al. 2008; Oh, Kang et al. 2009; Oh, Choi et al. 2010; Oh, Choi et al. 2011). Η νέα μεθοδολογία ονομάζεται THz απεικόνιση μέσω παραγόντων αντίθεσης νανοσωματιδίων (nanoparticle-contrast-

agent-enabled terahertz imaging) (Oh, Kang et al. 2009). Αρχικά, μελετήθηκαν χρυσοί νανο-σωλήνες nanorods (GNRs) και δείχθηκε ότι οι παράγοντες αντίθεσης μπορούν να ενισχύσουν την ευαισθησία σε σήματα THz και μπορούν να προσδεθούν σε καρκινικά κύτταρα έτσι ώστε να γίνει κατορθωτή η στόχευση καρκινικών όγκων (Seung, Maeng et al. 2008). Τα επόμενα *in vitro* πειράματα τους πραγματοποιήθηκαν σε καρκινικά κύτταρα με και χωρίς GNRs (Oh, Kang et al. 2009). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι αν και δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στις εικόνες ανάκλαση THz, η ενίσχυση ήταν υψηλή υπό ακτινοβολία IR και έγινε κατορθωτή η διάγνωση καρκίνου. Απέδειξαν επίσης ότι οι όγκοι θα μπορούσαν να προσδιοριστούν με παρακολούθηση του σήματος σε ένα σημείο χωρίς την ανάγκη απεικόνισης.

Οι Oh και συν. επέκτειναν τη μελέτη τους σε *in vivo* πειράματά τους λαμβάνοντας THz εικόνες σε όγκους ποντικών 24 ώρες μετά τη χορήγηση τους με GNRs μέσω ένεσης (Oh, Choi et al. 2010). Τα αποτελέσματα τους έδειξαν την υψηλή ευαισθησία της τεχνικής και σε *in vivo* πειράματα. Τέλος, σε μια πρόσφατη δημοσίευση μοριακής απεικόνισης THz (Terahertz Molecular Imaging-TMI) καταδείχθηκε ότι η τεχνική είναι επαρκώς ευαίσθητη για την ανίχνευση 15 mM των νανοσωματιδίων *in vivo* (Oh, Choi et al. 2011). Για τα πειράματα τους, οι Oh και συν. χρησιμοποίησαν μια διάταξη με μέθοδο αντανάκλασης συνοδευόμενη από ένα laser στην περιοχή του IR για την επαγωγή των επιφανειακών πλάσμων πλάσματος (Oh, Choi et al. 2010).

Άλλες ερευνητικές ομάδες οι οποίες εργάζονται επίσης στο πεδίο, όπως οι Lee και συν. μελέτησαν τη δυνατότητα χρήσης νανοσωματιδίων οξειδίου του γαδολίνιου (Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ως παράγοντες αντίθεσης για σκοπούς THz απεικόνισης (Lee, Kim et al. 2011). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι αυτού του είδους τα σωματίδια είναι κατάλληλα για ιατρική απεικόνιση THz αφού η αλληλεπίδραση τους με τα κύματα THz είναι πολύ ισχυρή (Lee, Kim et al. 2011). Επιπλέον, καθώς τα Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> νανοσωματίδια χρησιμοποιούνται ήδη ως παράγοντες αντίθεσης για MRI, η χρήση τους για τις μελέτες THz μπορεί να επιτρέψει τον συνδυασμό των δύο μορφών απεικόνισης (MRI-THz) και ως συνέπεια το συνδυασμό και τη βελτίωση της προσφερόμενης πληροφορίας.

Εκτός από τα προηγουμένως αναφερθέντα πλεονεκτήματα της χρήσης των νανοσωματιδίων ως παραγόντων αντίθεσης, πιστεύεται ότι μπορούν να προσφέρουν περαιτέρω δυνατότητες. Η ταυτόχρονη χρήση των νανοσωματιδίων ως θεραπευτικών παράγοντες υπερθερμίας και ως παραγόντων αντίθεσης για απεικόνιση THz, μπορούν να επιτύχουν τόσο διάγνωση στα αρχικά στάδια του καρκίνου όσο και θεραπεία (Oh, Choi et al. 2010). Επιπλέον, οι τεχνικές απεικόνισης THz μπορούν να εφαρμοστούν για

παρακολούθηση διαδικασιών παροχής φαρμάκου (Oh, Choi et al. 2010; Oh, Choi et al. 2011) και, τέλος, η χρήση των υπέρυθρων δεσμών laser για απεικόνιση με συστήματα THz ανοίγει τους ορίζοντες για την πραγματική πρακτική THz ενδοσκόπηση (Oh, Kang et al. 2009).

### *B.3.2 Πηγές THz που βασίζονται σε νανοτεχνολογία*

Μια από τις πιο κατάλληλες τεχνικές για την ανάπτυξη συμπαγών πηγών THz είναι τα συστήματα κβαντικής τελείας (quantum dot-QD), αν και η εκπομπή στην περιοχή THz δεν έχει ακόμη επιτευχθεί. Οι κβαντικές τελείες έχουν διαστάσεις μεταξύ μερικών νανόμετρων έως μερικά μικρόμετρα και χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι περιέχουν ένα μικροσκοπικό «σταγονίδιο» από ελεύθερα ηλεκτρόνια. Το μέγεθος, το σχήμα και ο αριθμός των ηλεκτρονίων μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια ανάλογα με τις πιθανές εφαρμογές τους. Οι κβαντικές τελείες είναι πολύ ελκυστικές, λόγω των εγγενών διακριτών επιπέδων της ενέργειας τους. Μετά την επιβεβαίωση των μεγάλων χρόνων χαλάρωσης και την ικανότητα να ελεγχθούν αυτοί οι χρόνοι, ο δρόμος για τη ανάπτυξη οπτοηλεκτρονικών συσκευών THz με βάση τις κβαντικές τελείες άνοιξε (Zibik, Grange et al. 2009). Οι Takatori και συν. (Takatori, Minh et al. 2010) απέδειξαν ότι κβαντικές τελείες από InAc/GaAs (μονοαρσενικό ίνδιο/αρσενικούχο γάλλιο) έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ως πηγές THz και πρόσφατα επιτεύχθηκε η παραγωγή THz ακτινοβολίας από κβαντικές φωτο-αγώγιμες κεραίες Inac/GaAs (Daghestani, Cataluna et al. 2011). Επιπλέον, έχει παρουσιαστεί μία νέα μεθοδολογία για τη μεταβολή των παραμέτρων ανάπτυξης των κβαντικών κηλίδων για το χειρισμό του διακένου ζώνης στην περιοχή εκπομπής THz (Ngo, Yoon et al. 2011).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο η νανοτεχνολογία μπορεί να προσφέρει καινοτόμες λύσεις είναι η χρήση νανο-δομημένων υλικών για την κατασκευή καινοτόμων πηγών για την παραγωγή παλμικών THz ακτινών. Μια ερευνητική ομάδα από τη Γλασκώβη του Ηνωμένου Βασιλείου, έδειξε ότι οι κατάλληλες νανο-επιφάνειες μπορούν να ενισχύσουν την ακτινοβολία THz μέσω επιφανειακών πλασμονίων (surface plasmons-SPS) μετά την ακτινοβολήση με femtosecond laser (Welsh, Hunt et al. 2007). Αρχικά, η εκπομπή του σήματος terahertz λόγω SPs είχε επιβεβαιωθεί από διάφορα νανοσωματίδια ή νανο-δομημένες επιφάνειες μετάλλων (κυρίως ψευδάργυρου) (Welsh, Hunt et al. 2007; Wu, Chen et al. 2007; He, Chen et al. 2008), ενώ οι μελέτες επεκτάθηκαν σε διαφορετικούς

τύπους μεταλλικών επιφανειών (κυρίως χρυσού), όπως νανοσωματίδια, δακτύλιοι και σωματίδια σε σχήμα πυραμίδας (Gao, Chen et al. 2009). Όταν το φως αλληλεπιδρά με μεταλλικές νανο-επιφάνειες, τα μη-γραμμικά οπτικά φαινόμενα ενισχύονται λόγω των ισχυρών αλληλεπιδράσεων και των υψηλών εντάσεων των πεδίων που παράγονται (Welsh, Hunt et al. 2007). Αυτά τα φαινόμενα επιτρέπουν την παραγωγή ενός παλμού terahertz που οφείλεται σε μια νέα διαδικασία ανόρθωσης (rectification) της ακτινοβολίας. Ο Gao και συν. ανέφεραν ότι το φαινόμενο αυτό είναι μια συνέπεια της επιτάχυνσης των ηλεκτρονίων, το οποίο είναι ένα αποτέλεσμα της διέγερσης επιφανειακών πλασμονίων και πιστεύεται ότι ο μηχανισμός σχετίζεται με το πολυφωτονικό φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (Gao, Chen et al. 2009). Στην περίπτωση των νανοσωματιδίων, ο μηχανισμός εκπομπής THz μπορεί να περιγραφεί μέσω του φαινομένου του προσανατολισμού δίπολου (Wu, Chen et al. 2007).

Εκτός από τις κβαντικές κηλίδες και τα νανο-δομημένα υλικά, οι νανοσωλήνες, και ιδιαίτερα οι νανοσωλήνες άνθρακα (CNTs), είναι μια άλλη καινοτόμος περιοχή της νανοτεχνολογίας που αναμένεται να επηρεάσει τις τεχνολογίες εκπομπής και ανίχνευσης (βλέπε επόμενη ενότητα) της THz ακτινοβολίας. Οι CNTs είναι μοριακής κλίμακας σωλήνες από γραφίτη και εφευρέθηκαν το 1991 από τον Iijima στο Nec Fundametnal Research Laboratories (Tsukuba Science City, Ιαπωνία) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους και σε διάφορες εφαρμογές (Iijima 1991). Μελέτες προσομοίωσης έχουν δείξει ότι οι ιδιότητες και η συμπεριφορά των CNT ως κεραίες μπορεί να βελτιωθούν με τον έλεγχο του μήκους, της απόστασης μεταξύ των σωλήνων και του αριθμού των νανοσωλήνων έτσι ώστε να επιτευχθεί καλύτερη σχεδίαση πηγών και ανιχνευτών για μελέτες THz (Wang, Wu et al. 2008). Πρόσφατα, σύνθετοι νανοσωλήνες (CNT με επικάλυψη από πιεζοηλεκτρικό οξείδιο του ψευδαργύρου-ZnO) μελετήθηκαν και δείχθηκε ότι το υλικό αυτό το οποίο είναι βιο-ασφαλές και βιοσυμβατό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή THz ακτινών (Wang and Adhikari 2011). Επιπλέον, το σωληνοειδές σχήμα των CNTs προσφέρει αιχμηρές άκρες που είναι κατάλληλες για εκπομπή πεδίου, και, κατά συνέπεια, με την ανακάλυψη των CNTs μία νέα κατηγορία πομπών πεδίου έχει δημιουργηθεί (Manohara, Toda et al. 2009). CNTs έχουν κατασκευαστεί με τη μορφή δεσμίδων/συστοιχιών και έχουν χρησιμοποιηθεί σε καθόδους με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Manohara, Toda et al. 2009). Οι συστοιχίες CNTs αποδείχθηκε ότι είναι κατάλληλες για χρήση σε κρύες καθόδους και επιπλέον ότι είναι σε θέση να λειτουργούν σε χαμηλές τάσεις. Επιπλέον, στην εργασία τους οι Manohara και συν. (Manohara, Toda et al. 2009) έδειξαν ότι μια εξαιρετικά συμπαγής πηγή μπορεί να

κατασκευαστεί με τη χρήση πολλαπλών ηλεκτροδίων. Αυτή η τεχνική επιτρέπει την διαμόρφωση δέσμης ηλεκτρονίων και μία νέα πηγή ηλεκτρονίων μπορεί να κατασκευαστεί. Σε μια παλαιότερη μελέτη, οι Manohara και οι συνεργάτες παρουσίασαν το «Nanoclystron», η οποία είναι μία νέα πηγή THz με μικρο-σωλήνα (Manohara, Siegel et al. 2004). Σε κύκλωμα τους, η εκπομπή THz επιτυγχάνεται με CNTs, οι οποίοι λειτουργούν ως πομποί ηλεκτρονίων (Manohara, Siegel et al. 2004).

Οι Gamziha και συν. (2011) εργάζονται προς την κατεύθυνση πολύ συμπαγών ηλεκτρονικών συσκευών κενού οι οποίες θα είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν ως πηγές THz υψηλής ισχύος (Gamzina, Barchfeld et al. 2011). Μία από τις μεθόδους που έχουν προτείνει είναι το ονομαζόμενο «nanomaching», το οποίο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ταχεία προτυποποίηση του κάθε κυκλώματος. Πρόσφατες εργασίες τους για την ανάπτυξη ενός κυκλώματος 0,22 THz με χρήση ενός νανο-υπολογιστή «nanocomputer» ψηφιακού ελέγχου παρουσιάζουν πολύ ελπιδοφόρα αποτελέσματα. Επίσης, οι Shin και συν. (Shin, Zhao et al. 2010) χρησιμοποίησαν τον συνδυασμό «nanocomputer» με λιθογραφία υπεριώδους ακτινοβολίας προκειμένου να αναπτυχθεί ένα κύκλωμα με σωλήνα οδεύοντος κύματος, για παραγωγή υψηλής ισχύς THz. Το κύκλωμα κατασκευάστηκε με επιφανειακή τραχύτητα της τάξεως των ~ 50 nm, γεγονός που ανοίγει το δρόμο για τη μελλοντική ανάπτυξη μιας νέας γενιάς terahertz ακτινοβολίας.

### *B.3.3 Ανιχνευτές THz που βασίζονται σε νανοτεχνολογία*

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, φάνηκε ότι οι κβαντικές κηλίδες είναι πολύ ελκυστικές για τη δημιουργία νέων πηγών THz. Οι κβαντικές κηλίδες θα μπορούσαν επίσης να βοηθήσουν στην ανάπτυξη καινοτόμων αισθητήρων για την ανίχνευση της ακτινοβολίας terahertz. Οι κβαντικές κηλίδες έχει αποδειχθεί ότι είναι σε θέση να ανιχνεύσουν μεμονωμένα THz φωτόνια με ή χωρίς τη βοήθεια ενός μαγνητικού πεδίου (Komiyama, Astafiev et al. 2002). Επιπλέον, κβαντικές κηλίδες από νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη εξαιρετικά ευαίσθητων ανιχνευτών, οι οποίοι μπορεί να έχουν ρυθμιζόμενη συχνότητα στην περιοχή των THz (Kawano, Fuse et al. 2008; Kawano, Fuse et al. 2008). Επίσης, σε μια πολύ πρόσφατη δημοσίευση, χρησιμοποιήθηκε ένα νανο-υλικό από άνθρακα για την κατασκευή μιας ρυθμιζόμενης συσκευής ανίχνευσης με κβαντική κηλίδα (Mahjoub, Motooka et al. 2011). Επιπλέον, οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούν κβαντικές

κηλίδες μπορούν να επεκτείνουν την απόδοση των ανιχνευτών THz σε θερμοκρασίες όπου οι μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενοι ανιχνευτές THz έχουν περιορισμένη ευαισθησία (Kleinschmidt, Giblin et al. 2007). Ένας καινοτόμος αισθητήρας ο οποίος αποτελείται από κβαντική κηλίδα (GaAs/AlGaAs κβαντική κηλίδα), μία δεξαμενή ηλεκτρονίων και ένα υπεραγώγιο τρανζίστορ μονού ηλεκτρονίου παρουσιάστηκε με εξαιρετική απόδοση, επιτυγχάνοντας να λειτουργήσει σε θερμοκρασίες κάτω από το 1 K, ανιχνεύοντας ακόμα και 1 THz φωτόνιο αιχμής (Hashiba, Antonov et al. 2010).

Όπως και στην περίπτωση των κβαντικών κηλίδων, έτσι και οι νανοσωλήνες ή/και νανοσωλήνες άνθρακα (CNTs) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς ανίχνευσης με διάφορους τρόπους όπως νανο-αντένες (nanoantenna) (Wang, Kempa et al. 2004; Wang, Wu et al. 2008), βολόμετρα (bolometers) (Yngvesson, Fu et al. 2008), ακόμη και με τη χρήση των μηχανικών ιδιοτήτων τους (Stebunov, Leiman et al. 2011). Επιπλέον, οι CNTs μπορούν να είναι επικαλυμμένοι με βιο-ασφαλή και βιοσυμβατά υλικά, (όπως το πιεζοηλεκτρικό οξειδίο του ψευδαργύρου-ZnO), και να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια ως ηλεκτρομηχανικοί νανο-ανιχνευτές/νανο-συντονιστές (nano resonators) THz ακτινοβολίας (Wang and Adhikari 2011). Τα ιδιαίτερα και μοναδικά χαρακτηριστικά των νανοσωλήνων άνθρακα, όπως η υψηλή κινητικότητα των ηλεκτρονίων, τους κάνουν πιο ελκυστικούς στη χρήση από ότι άλλα στοιχεία στερεάς κατάστασης (Sizon and Rogalski 2010). Οι νανοσωλήνες άνθρακα και ιδιαίτερα οι νανοσωλήνες άνθρακα πολλαπλών τοιχωμάτων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κεραίες σε ανιχνευτές THz, δεδομένου ότι έχει δειχθεί ότι οι νανοσωλήνες άνθρακα αλληλεπιδρούν με το φως με τον ίδιο τρόπο όπως οι απλές διπολικές ράδιο- κεραίες (Wang, Kempa et al. 2004). Επιπλέον, προσομοιώσεις έδειξαν ότι συστοιχίες κεραιών από νανοσωλήνες άνθρακα έχουν καλύτερη απόδοση από ότι μεμονωμένοι νανοσωλήνες άνθρακα. Πολύ πρόσφατα παρουσιάστηκε ένας THz ανιχνευτής συντονισμού ο οποίος βασιζόταν σε μηχανικά πλωτούς νανοσωλήνες άνθρακα (Stebunov, Leiman et al. 2011). Ο ανιχνευτής αποτελείται από δύο ηλεκτρικά συζευγμένους νανοσωλήνες άνθρακα μονού τοιχώματος, οι οποίοι βρίσκονταν παράλληλα πάνω σε ένα μονωτή. Οι νανοσωλήνες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως βολόμετρα (bolometers). Φυσικά, η ανάγκη για νέους ανιχνευτές με καλύτερες επιδόσεις δεν ωθείται ή/και οδηγείται μόνο από το χώρο της THz ιατρικής απεικόνισης. Οι αστροφυσικοί που μελετούν τις ακτινοβολίες του σύμπαντος σε συχνότητες THz, απαιτούν επίσης τη βελτίωση της ευαισθησίας των χρησιμοποιούμενων βολόμετρων (Karasik, Pereverzev et al. 2008). Για την επίτευξη αυτού του στόχου, τα βολόμετρα πρέπει να απομονώνονται θερμικά από το περιβάλλον και να έχουν πολύ μικρή δυναμικότητα

(capacity) (Wei, Olaya et al. 2008). Η ανάπτυξη των νανο-βολόμετρων (nanobolometers) θα παρέχει όλα τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά και θα επιτρέψει την απαιτούμενη υψηλή ευαισθησία (ακόμη και μεμονωμένων THz φωτονίων) (Karasik, Sergeev et al. 2011). Η ανάπτυξη αυτού του είδους των ανιχνευτών με βάση τη νανοτεχνολογία ωθεί την τρέχουσα έρευνα στα όριά της, ενώ θα μπορούσαν να βρεθούν και μελλοντικές εφαρμογές των καινοτόμων ανιχνευτών και σε περιοχές εκτός από εκείνες της αστρονομίας.

Για ορισμένους ερευνητές, η ανάπτυξη νέων καινοτόμων ηλεκτρονικών και ημιαγωγικών συσκευών μπορεί να βελτιώσει ή και να βοηθήσει να ξεπεραστούν πολλά από τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν την τρέχουσα THz τεχνολογία. Στην κατεύθυνση αυτή, οι Balocco και συν. απέδειξαν ότι καινοτόμοι επίπεδοι νανο-διόδοι (nanodiodes) είναι ικανοί να λειτουργήσουν τόσο ως πομποί όσο και ως ανιχνευτές ακτινοβολίας THz σε θερμοκρασία δωματίου (Balocco, Kasjoo et al. 2010). Επιπλέον, οι αρχές της φυσικής για νανοδομές καθώς και μια προσέγγιση για κεραίες χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή ενός συμπαγούς ανιχνευτή THz με πολύ καλές επιδόσεις σε θερμοκρασία δωματίου (Seliuta, Kašalynas et al. 2006). Οι ερευνητές πίστευαν ότι αυτές οι δομές θα μπορούσαν να συμβάλουν στην ανάπτυξη συμπαγών και αποδοτικών σε θερμοκρασίας δωματίου πομπών και ανιχνευτών THz ακτινοβολίας. Ένας άλλο σημαντικός περιορισμός των σημερινών συστημάτων THz είναι ότι ο ανιχνευτής (detector) και ο καθετήρας (probe) δεν βρίσκονται αρκετά κοντά. Κατά συνέπεια, υπάρχει μια σημαντική επίπτωση στην ευαισθησία. Νέες ευκαιρίες για υψηλής ευκρίνειας απεικόνιση μπορεί να επιτευχθούν με την ενσωμάτωση όλων των εξαρτημάτων ανιχνεύσεως πάνω σε ένα ημιαγώγιμο τσιπ (Kawano and Ishibashi 2008). Στο μέλλον, η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να διευκολύνει προς αυτή την κατεύθυνση, παρέχοντας τα εργαλεία για την ελαχιστοποίηση των διαστάσεων όλων των απαιτούμενων εξαρτημάτων για την ανάπτυξη συστημάτων THz απεικόνισης. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν πολλές προοπτικές για τη νανοτεχνολογία σχετικά με την THz ηλεκτρονική και πολλά νέα ηλεκτρονικά στοιχεία αναμένεται να αναπτυχθούν (Cha, Choi et al. 2011).

#### *B.3.4 Νανοτεχνολογία για γενικούς σκοπούς ανάπτυξης της τεχνολογίας THz*

Στην ενότητα αυτή, θα συζητηθεί σε συντομία το πώς η νανοτεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη διατάξεων για THz απεικόνιση σε περιοχές που δεν

αντιστοιχούν άμεσα σε μια από τις προηγούμενες ενότητες (πηγές THz, ανιχνευτές και παράγοντες αντίθεσης) που έχουν ήδη συζητηθεί.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ακτινοβολία terahertz παρέμεινε για πολλά χρόνια ανεξερεύνητη και, κατά συνέπεια, ο πλήρης χαρακτηρισμός των ιδιοτήτων της, των φυσικών χαρακτηριστικών της και των σχετιζόμενων φαινομένων της δεν έχουν ακόμη πλήρως αποσαφηνιστεί. Μια περιοχή που επηρεάστηκε από την απουσία των πηγών THz υψηλής ισχύος είναι η μελέτη των THz μη-γραμμικών φαινομένων. Σε αυτή την κατεύθυνση, νέες πηγές που χρησιμοποιούν νανοτεχνολογία θα αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους ερευνητές στον τομέα αυτό. Επιπλέον, άλλες τεχνικές που βασίζονται στη νανοτεχνολογία θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη μελέτη των μη-γραμμικών THz φαινομένων και αρχών. Για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκαν νανοδομές για να ενισχυθεί το ηλεκτρικό πεδίο και επεκτάθηκαν τα πειράματα στην μη-γραμμική περιοχή. THz μέσα στο μη-γραμμικό καθεστώς (Merbol, Bitze et al. 2011). Η κατανόηση των μη γραμμικών φαινομένων που σχετίζονται με την THz ακτινοβολία μπορεί να επιτρέψει τη χρήση τους για εφαρμογές σε περιοχές όπως η ιατρική απεικόνιση ή για άλλους βιοϊατρικούς σκοπούς όπως συμβαίνει και με άλλα μη-γραμμικά οπτικά φαινόμενα.

Ένας σημαντικός περιορισμός των τεχνικών απεικόνισης THz είναι η περιορισμένη ανάλυση της εικόνας (Johnston 2007). Ένας τρόπος με τον οποίο η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση αυτού του μειονεκτήματος είναι μέσω της καθοδήγησης και εστίασης της ακτινοβολίας THz με τη χρήση κατάλληλων συρμάτων κυματοδηγών (Maier, Andrews et al. 2006). Επιπλέον, η διάδοση της THz ακτινοβολίας σε σύρματα, αποτελεί ένα από τους βασικούς τομείς για την ανάπτυξη κατάλληλων ανιχνευτών για βιολογικές έρευνες. Έχει αποδειχθεί ότι η διάδοση σε σύρματα με μέγεθος της τάξης του ενός νανόμετρου μπορεί να επιτευχθεί (Treizebré and Bocquet 2007). Το μικρό μέγεθος του σύρματος ανοίγει το δρόμο για την ανάπτυξη των ΜικροΗλεκτροΜηχανικών Συστημάτων (MicroElectroMechanical Systems) με υπο-μικρομετρική χωρική ανάλυση (Treizebré and Bocquet 2007). Τα συστήματα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν για τη φασματοσκοπία THz των βιομορίων σε βιολογικά δείγματα. Επίσης, μπορούν να εφαρμοστούν και άλλες τεχνικές νανοτεχνολογίας στην ίδια κατεύθυνση για τη συλλογή των THz φασματοσκοπικών υπογραφών από επιμέρους βιολογικά μόρια. Για παράδειγμα, μια πηγή μεμονωμένων ηλεκτρονίων και ένας συμπαγής ανιχνευτής THz ακτινοβολίας μπορούν να συνθέσουν μια συζευγμένη δομή τριπλής κβαντικής κηλίδας η οποία μπορεί να εφαρμοστεί για μελέτες φασματοσκοπίας μεμονωμένων μορίων (single-molecule spectroscopy) (Woolard and Zhao 2007). Αυτές οι

νέες τεχνικές THz φασματοσκοπίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα στο μέλλον με μεθόδους απεικόνισης THz.

### *B.3.5 THz απεικόνιση για σκοπούς ανάπτυξης της νανοτεχνολογίας*

Η σχέση μεταξύ της νανοτεχνολογίας και THz είναι αμφίδρομη, με την έννοια ότι οι ταυτόχρονες επιστημονικές εξελίξεις μπορούν να συμβάλουν και για τις δύο τεχνολογίες. Τα συστήματα THz έχουν βοηθήσει την επέκταση της νανοτεχνολογίας. Για παράδειγμα, τα τελευταία χρόνια η THz ακτινοβολία έχει συμβάλει σημαντικά στη μελέτη των ημιαγώγιμων νανοκρυστάλλων και των κβαντικών κηλίδων (Jepsen, Cooke et al. 2011). Επίσης, πιστεύεται ότι η THz-νανοσκοπία (THz-nanoscopy) θα προωθήσει την ανάπτυξη νέων καινοτόμων νανοδομών, δεδομένου ότι ξεπερνά την περιορισμένη χωρική ανάλυση λόγω των ορίων περίθλασης των παραδοσιακών τεχνικών οπτικής μικροσκοπίας (Huber, Keilmann et al. 2008). Η THz-νανοσκοπία θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ανάπτυξη νέων ανιχνευτών για οπτική μικροσκοπία σκέδασης THz εγγύς-πεδίου (THz-scattering near-field optical microscopy-THz-SNOM). Η ίδια τεχνική έχει επίσης εφαρμοστεί στην υπέρυθρη περιοχή με πολύ ελπιδοφόρα αποτελέσματα (Huber, Ziegler et al. 2009). Στη τεχνική SNOM, δημιουργούνται οπτικές εικόνες και εικόνες διαφοράς φάσης με ανάλυση στην νανοκλίμακα. Στην τεχνική αυτή, ακίδες μικροσκοπίου ατομικής δύναμης φωτίζονται με laser και το φως από την ελαστική σκέδαση καταγράφεται με συμβολομετρία (Hillenbrand 2010). Επιπλέον, πρόσφατα επιτεύχθηκε μια ανάλυση καλύτερη από 40 nm μέσω της χρήσης φωτισμού IR και THz (Huber, Keilmann et al. 2008), δεδομένου ότι η ανάλυση εξαρτάται από το πόσο αιχμηρή είναι η ακίδα και όχι από το μήκος κύματος. Σε σύγκριση με άλλες τεχνικές απεικόνισης, έχει το πλεονέκτημα της πλούσιας φασματικής αντίθεσης και, κατά συνέπεια, μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη χημική σύνθεση, δομική κατάσταση και την αγωγιμότητα των δειγμάτων (Keilmann 2009). Οι πιθανές εφαρμογές της τεχνικής είναι πολλές και πολλά υποσχόμενες. Πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτική χαρτογράφηση της τοπικής συγκέντρωσης του υλικού στην κλίμακα του νανομέτρου (Wittborn, Weiland et al. 2011). Τέλος, ένα πολύ ενδιαφέρον πεδίο σχετικά με τη νανοτεχνολογία είναι η ανάπτυξη τεχνικών και μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και τον εντοπισμό νανοσωματιδίων, ειδικά μέσα σε ανθρώπινα σώματα. Μια πρόσφατη δημοσίευση έδειξε ότι μεταλλικά νανοσωματίδια ενσωματωμένα σε νανο-κεραίες μπορεί

να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση μεμονωμένων νανοσωματιδίων (Park, Bahk et al. 2011).

#### *B.4 Θέματα ασφάλειας και ηθικά ζητήματα*

Παρόλο που τα συστήματα THz απεικόνισης χρησιμοποιούν μη-ιονίζουσα ακτινοβολία, θέματα ασφάλειας και κινδύνου μπορεί να προκύψουν καθώς κίνδυνοι μπορούν να προκληθούν από μια ποικιλία μηχανισμών, εκτός από τον ιονισμό (Berry 2003). Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι αναδυόμενες αυτές τεχνικές είναι τόσο νέες, είναι προφανές ότι μια σειρά από φαινόμενα παραμένουν ανεξερεύνητα και οι πιθανές επιπτώσεις τους είναι άγνωστες. Αυτά τα φαινόμενα γίνονται ακόμη πιο περίπλοκα, όταν χρησιμοποιούνται και τεχνικές με βάση τη νανοτεχνολογία, δεδομένου ότι αυτό το καινοτόμο πεδίο βρίσκεται ακόμα στα σπάργαλα. Οι πιθανές βιολογικές επιδράσεις όταν ηλεκτρομαγνητική (HM) ακτινοβολία αλληλεπιδρά με ιστό περιλαμβάνει: θερμικούς, ακουστικούς, οπτικούς και φωτοχημικούς μηχανισμούς και τους συνδυασμούς τους (Berry, Walker et al. 2003). Η σημασία των επιπτώσεων που μπορεί να έχει η HM ακτινοβολία στον άνθρωπο τονίζεται από τον αριθμό των διεθνών και εθνικών φορέων που ενδιαφέρονται για τις κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τις επιπτώσεις της (Berry 2003). Μια πλήρης και λεπτομερής κατανόηση των οπτικών ιδιοτήτων των ιστών σε σχέση με την ακτινοβολία THz είναι απαραίτητη προκειμένου να επιτευχθεί η λήψη μιας ασφαλούς *in vivo* εικόνας με απεικόνιση THz. Πρώιμες μελέτες έχουν δείξει ότι η απορρόφηση βασίζεται στο βαθμό ενυδάτωσης του κάθε ιστού και οι ιστοί που χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό έχουν ένα χαμηλότερο συντελεστή εξασθένησης (Berry 2003; Fitzgerald, Berry et al. 2003). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η κλινική απεικόνιση θα μπορούσε να είναι εφικτή μόνο για ορισμένες εφαρμογές ενώ παράλληλα είναι απαραίτητα η ανάπτυξη κατάλληλων κλινικών πρωτοκόλλων.

Η αρχική ανάλυση ασφάλειας, με βάση τις διαθέσιμες οδηγίες για την έκθεση του δέρματος στην ακτινοβολία των 15 έως 115 GHz, καθορίζει τη μέγιστη επιτρεπόμενη έκθεση (*maximum permissible exposure-MPE*) (Berry, Walker et al. 2003; Fitzgerald, Berry et al. 2003). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, σύμφωνα με διαθέσιμες κατευθυντήριες γραμμές, η απεικόνιση με τα THz συστήματα είναι ασφαλής. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η πλειοψηφία των δημοσιευμένων κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με την ακτινοβολία THz λαμβάνουν υπόψη μόνο τα θερμικά αποτελέσματα και αγνοούν άλλες

ενδεχομένως καταστροφικές συνέπειες, π.χ. θερμο-μηχανική βλάβη. Επιπλέον, οι κατευθυντήριες γραμμές καθορίστηκαν για συγκεκριμένες διάρκειες έκθεσης και αυτές δεν είναι πάντοτε κατάλληλες για σκοπούς απεικόνισης THz (Berry 2003).

Η έρευνα στην περιοχή είναι ακόμη σε εξέλιξη και καθώς οι νέες εφαρμογές είναι ακόμα αναδυόμενες, η πλήρης κατανόηση του μηχανισμού αλληλεπίδρασης THz-ιστού είναι επιτακτική. Για παράδειγμα, συστήματα επικοινωνιών έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν συχνότητες της τάξης των 300 GHz και πάνω, οι οποίες δεν έχουν ακόμη ρυθμιστεί (Kleine-Ostmann, Münter et al. 2006). Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η ακτινοβολία THz ως ένα βιοϊατρικό εργαλείο, οι ερευνητές προσπαθούν να αναπτύξουν συμπαγή φασματόμετρα THz που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των οπτικών ιδιοτήτων των βιολογικών ιστών (Wilmink, Ibey et al. 2011), ενώ περαιτέρω έρευνες σχετικά με τις βιολογικές επιδράσεις της ακτινοβολίας THz έχουν διεξαχθεί. Πρόσφατα έχειδειχθεί ότι ακτινοβολία 2.52 THz προκαλεί κυρίως θερμικές επιδράσεις σε κύτταρα (ινοβλάστες) και τα μοντέλα θερμικής βλάβης μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να προβλεφθούν οι βιοεπιδράσεις της THz ακτινοβολίας (Wilmink, Rivest et al. 2011). Μια λεπτομερής επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης σχετικά με τις βιολογικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας THz μπορεί να βρεθεί σε μια πρόσφατη δημοσίευση, όπου συνοψίζονται οι περισσότερες από τις διαθέσιμες επίσημες οδηγίες και δημοσιεύσεις (Wilmink and Grundt 2011).

Από την άλλη πλευρά, όλες οι ιατρικές τεχνικές που βασίζονται στη νανοτεχνολογία απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή δεδομένου ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι λόγω τοξικότητας. Επίσης πρέπει να υπολογίζονται ηθικά και κοινωνικά ζητήματα τα οποία μπορεί να προκύψουν (Allhoff 2009). Αυτή η περιοχή δεν μπορεί να αγνοηθεί καθώς η νανοτεχνολογία είναι ένα νέο αλλά και άγνωστο ακόμα πεδίο. Το σχήμα, το μέγεθος και η μορφολογία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βιο-τοξικότητα αφού στις πολύ μικρές διαστάσεις, η επιφάνεια αυξάνεται και ως αποτέλεσμα έχει υψηλότερη αντιδραστικότητα. Οι κίνδυνοι που οφείλονται στην τοξικότητα των νανοσωματιδίων είναι ζωτικής σημασίας (Oberdörster, Stone et al. 2007) αλλά δυστυχώς η τρέχουσα γνώση μας σχετικά με την τοξικότητα των χημικών προϊόντων και των υλικών δεν είναι επαρκής, όταν τα υλικά έχουν διαστάσεις σε νανοκλίμακα. Επιπλέον, λόγω του μικρού μεγέθους τους, τα νανοσωματίδια μπορούν να εισχωρήσουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω τριών οδών: το δέρμα, την αναπνοή (στόμα ή/και μύτη) και το πεπτικό σύστημα (στόμα) (Borm, Robbins et al. 2006). Κανένας από αυτούς τους τρεις δυνατούς τρόπους δεν έχει ακόμα μελετηθεί καλά. Ο κίνδυνος από τα νανοσωματίδια δεν

εμφανίζεται μόνο κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους, αλλά και σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής τους, από την παραγωγή τους μέχρι τη μεταφορά και την τελική τους χρήση (Puttagounder, Kalla et al. 2011). Παράλληλα, η πιθανή ρύπανση του περιβάλλοντος δεν μπορεί να αγνοηθεί (Chen, Yadghar et al. 2011; Jiang, Shen et al. 2011; Turco, Bischoff et al. 2011). Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι τα νανοσωματίδια είναι υπεύθυνα για ασυνήθιστες ασθένειες (Song and Tang 2011) και επιπλέον, οι φυσικοί και βιολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται όταν τα νανοσωματίδια εκτίθενται σε κάθε είδους ακτινοβολία μέσα σε βιολογικούς ιστούς παραμένουν άγνωστα. Παρά την κρισιμότητα του πεδίου της ασφάλειας, εξακολουθεί να υπάρχει μια τεράστια έλλειψη σαφών κανονιστικών κατευθύνσεων, και προδιαγραφών ασφαλείας για σχεδόν όλες τις τεχνικές που σχετίζονται με νανοτεχνολογία (Bawa 2009). Σχετικά με τους κανονισμούς, πρέπει να ληφθεί υπόψη το ιστορικό των προηγούμενων τεχνολογιών, έτσι ώστε να αποφευχθεί η επανάληψη λαθών του παρελθόντος (Marchant, Sylvester et al. 2009). Δεδομένου ότι η νανοτεχνολογία είναι ακόμη στα σπάργανα, νέοι κίνδυνοι, ηθικές προκλήσεις και θέματα που σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και της δικαιοσύνης θα προκύψουν καθώς η νανοτεχνολογία κινείται από την έρευνα στην κλινική πρακτική (Bawa 2009). Τέλος, ένα κρίσιμο σημείο έχει να κάνει με το πώς η κοινωνία θα αντιδράσει και πόσο πρόθυμη είναι να δεχτεί μια καινοτόμο τεχνολογία που δεν έχει ακόμη αποδειχθεί το πόσο αποτελεσματικά ή ασφαλής είναι (Kuiken 2011).

### *B.6 Συμπεράσματα*

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε ότι η νανοτεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει τις νέες THz απεικονιστικές μεθόδους προκειμένου να ξεπεράσουν ορισμένα από τα όρια και περιορισμούς τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια διάφορων τεχνικών που βασίζονται στη νανοτεχνολογία και αρκετά μειονεκτήματα μπορούν να ξεπεραστούν. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανάπτυξη νέων συμπαγών ανιχνευτών με πιο υψηλή ανάλυση και ευαισθησία, καθώς και νέων αποδοτικών πηγών για σκοπούς απεικόνισης THz. Επιπλέον, η χρήση νανοσωματιδίων ως παράγοντες αντίθεσης μπορεί να ενισχύσουν το σήμα THz ανίχνευσης, όχι μόνο από υγιείς περιοχές αλλά επίσης και από συγκεκριμένες παθολογικές περιοχές, όπως οι όγκοι. Αν και οι τεχνικές είναι ακόμα στα σπάργανα, φαίνεται πιθανό ότι η νανοτεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί ώστε να βοηθήσει τις απεικονιστικές μεθόδους THz να βρουν το δρόμο τους προς στην πραγματική καθημερινή κλινική χρήση.

## Δημοσιεύσεις που προέκυψαν από τη Διδακτορική

### Διατριβή

Μέρος των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα της εν λόγω διδακτορικής διατριβής έχουν γίνει δεκτά για δημοσίευση σε τρία διεθνή έγκριτα περιοδικά με σύστημα κριτών, ενώ ακόμα μια δημοσίευση βρίσκεται στο στάδιο της υποβολής/αξιολόγησης:

**Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με σύστημα κριτών [Journal Paper Publications (Peer-reviewed)]:**

1. **Stylianou, A**, Talias, M.A " Big data in healthcare: a discussion on the big challenges " (2017), *Health and Technology*, **7** (1), 97-107 ([doi:10.1007/s12553-016-0152-4](https://doi.org/10.1007/s12553-016-0152-4))
2. **Stylianou, A**, Talias, MA (2014) "The 'magic light': a discussion on laser ethics", *Science and Engineering Ethics*, **21** (4), 979-998, [doi: 10.1007/s11948-014-9566-4](https://doi.org/10.1007/s11948-014-9566-4)
3. **Stylianou, A**, Talias, MA. (2013) "Nanotechnology-supported THz medical imaging" *F1000 Research*, *2:100*, **2** (1), 1-14, [doi: 10.12688/f1000research.2-100.v1](https://doi.org/10.12688/f1000research.2-100.v1)

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Abril, J., E. Nova, et al. (2010). Active and passive THz systems for short-range imaging applications. EuCAP 2010 - The 4th European Conference on Antennas and Propagation.
- Adelman, M. R., L. J. Tsai, et al. (2013). "Laser technology and applications in gynaecology." Journal of Obstetrics and Gynaecology **33**(3): 225-231.
- Akgun, T., C. Y. Karabay, et al. (2014). "Learning electrocardiogram on YouTube: How useful is it?" Journal of Electrocardiology **47**(1): 113-117.
- Allhoff, F. (2009). "The coming era of nanomedicine." American Journal of Bioethics **9**(10): 3-11.
- Anderson, E. E. (2013). "Ethical principles for introducing device and/or mesh use into your practice." Clinical Obstetrics and Gynecology **56**(2): 232-237.
- Anderson, R. L., D. V. Pratt, et al. (1998). "Laser mania in medicine." Archives of Ophthalmology **116**(12): 1657-1658.
- Arnone, D., C. Ciesla, et al. (2000). "Terahertz imaging comes into view." Physics World **13**(4): 35-40.
- Arshinoff, S. (2004). "LASIK advertising: We should not sell procedures [5]." Journal of Cataract and Refractive Surgery **30**(9): 1823-1824.
- Ashworth, P. C., E. Pickwell-MacPherson, et al. (2009). "Terahertz pulsed spectroscopy of freshly excised human breast cancer." Optics Express **17**(15): 12444-12454.
- Azer, S. A. (2012). "Can "YouTube" help students in learning surface anatomy?" Surgical and Radiologic Anatomy **34**(5): 465-468.
- Azizkhan, R. G. (2003). "Laser surgery: New applications for pediatric skin and airway lesions." Current Opinion in Pediatrics **15**(3): 243-247.
- Baer, M. and F. Schlacter (2010). Lasers in Science and Industry: A report to OSTP on the contribution of lasers to American jobs and the American Economy, Stanford University, Lawrence Berkeley National Lab and American Physical Society. **2013**.
- Balocco, C., S. R. Kasjoo, et al. (2010). Novel Terahertz nanodevices and circuits. ICSICT-2010 - 2010 10th IEEE International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology, Proceedings.
- Barikbin, B., S. Hejazi, et al. (2010). "What is the best method for removal of this blue tattoo?" Journal of Lasers in Medical Sciences **1**(1): 39-41.
- Bastawrous, A., A. Silvester, et al. (2011). "Laser refractive eye surgery." BMJ **342**(7805).

- Bawa, R. (2009). "NanoBiotech 2008: Exploring global advances in nanomedicine." Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine **5**(1): 5-7.
- Baxter, J. B. and G. W. Guglietta (2011). "Terahertz spectroscopy." Analytical Chemistry **83**(12): 4342-4368.
- Bennett, D. B., Z. D. Taylor, et al. (2011). "Terahertz sensing in corneal tissues." Journal of Biomedical Optics **16**(5).
- Bennett Jr, W. R., W. L. Faust, et al. (1962). "Dissociative excitation transfer and optical maser oscillation in Ne-O<sub>2</sub> and Ar-O<sub>2</sub> rf discharges." Physical Review Letters **8**(12): 470-473.
- Bergner, A., U. Heugen, et al. (2005). "New p-Ge THz laser spectrometer for the study of solutions: THz absorption spectroscopy of water." Review of Scientific Instruments **76**(6).
- Berry, E. (2003). "Risk perception and safety issues." Journal of Biological Physics **29**(2-3): 263-267.
- Berry, E., G. C. Walker, et al. (2003). "Do in vivo terahertz imaging systems comply with safety guidelines?" Journal of Laser Applications **15**(3): 192-198.
- Biggs, T. C., J. H. Bird, et al. (2013). "YouTube as a source of information on rhinosinusitis: the good, the bad and the ugly." Journal of Laryngology and Otology **127**(8): 749-754.
- Black, P. C. and D. F. Penson (2006). "Prostate Cancer on the Internet-Information or Misinformation?" Journal of Urology **175**(5): 1836-1842.
- Bogue, R. (2009). "Terahertz imaging: A report on progress." Sensor Review **29**(1): 6-12.
- Borm, P. J. A., D. Robbins, et al. (2006). "The potential risks of nanomaterials: A review carried out for ECETOC." Particle and Fibre Toxicology **3**.
- Bostrom, N. (2007). Technological revolutions: Ethics and policy in the dark: 129-152.
- Botsis, T., G. Hartvigsen, et al. (2010). "Secondary Use of EHR: Data Quality Issues and Informatics Opportunities." AMIA Jt Summits Transl Sci Proc **1**: 1-5.
- Bouhaddou, O., J. Bennett, et al. (2011). "The Department of Veterans Affairs, Department of Defense, and Kaiser Permanente Nationwide Health Information Network exchange in San Diego: patient selection, consent, and identity matching." AMIA : Annual Symposium proceedings / AMIA Symposium. AMIA Symposium **2011**: 135-143.
- Boulaiz, H., P. J. Alvarez, et al. (2011). "Nanomedicine: Application areas and development prospects." International Journal of Molecular Sciences **12**(5): 3303-3321.

- Boyd, D. and K. Crawford (2012). "Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon." Information Communication and Society **15**(5): 662-679.
- Boyle, J. (2013). "Biology must develop its own big-data systems." Nature **499**(7456): 7.
- Bründermann, E., D. R. Chamberlin, et al. (2000). "High duty cycle and continuous terahertz emission from germanium." Applied Physics Letters **76**(21): 2991-2993.
- Brna, P. M., J. M. Dooley, et al. (2013). "Are youtube seizure videos misleading? Neurologists do not always agree." Epilepsy and Behavior **29**(2): 305-307.
- Brumfiel, G. (2012). "Controversial research: Good science bad science." Nature **484**(7395): 432-434.
- Butler, D. P., F. Perry, et al. (2013). "The quality of video information on burn first aid available on YouTube." Burns **39**(5): 856-859.
- Camm, C. F., N. Sunderland, et al. (2013). "A quality assessment of cardiac auscultation material on youtube." Clinical Cardiology **36**(2): 77-81.
- Carroll, L. and T. R. Humphreys (2006). "LASER-tissue interactions." Clinics in Dermatology **24**(1): 2-7.
- Carruth, J. A. S. and J. A. S. Mc Kenze (1986). Medical Lasers, Science and Clinical Practice (Medical Sciences Series). New York, Taylor & Francis.
- Cha, S., J. H. Choi, et al. (2011). "Perspectives on nanotechnology for RF and terahertz electronics." IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques **59**(10 PART 2): 2709-2718.
- Charles, D. S. (2014, October 13, 2014). "How hospitals can make big data pay big. Opportunities abound for hospitals and health systems." Healthcare IT News Retrieved May 30, 2015, 2015, from <http://www.healthcareitnews.com/news/how-hospitals-can-make-big-data-pay-big>.
- Chattopadhyay, G. (2011). "Technology, capabilities, and performance of low power terahertz sources." IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology **1**(1): 33-53.
- Chen, Z., A. M. Yadghar, et al. (2011). "A review of environmental effects and management of nanomaterials." Toxicological and Environmental Chemistry **93**(6): 1227-1250.
- Choudhary, S., M. L. Elsaie, et al. (2010). "Lasers for tattoo removal: A review." Lasers in Medical Science **25**(5): 619-627.
- Choules, A. P. (2007). "The use of elearning in medical education: A review of the current situation." Postgraduate Medical Journal **83**(978): 212-216.

- Cornelissen, E., C. Mitton, et al. (2014). "Determining and broadening the definition of impact from implementing a rational priority setting approach in a healthcare organization." *Social Science and Medicine* **114**: 1-9.
- Costa, F. F. (2014). "Big data in biomedicine." *Drug Discovery Today* **19**(4): 433-440.
- Dabrock, P., M. Braun, et al. (2013). "A primer to 'bio-objects': New challenges at the interface of science, technology and society." *Systems and Synthetic Biology* **7**(1-2): 1-6.
- Daghestani, N. S., M. A. Cataluna, et al. (2011). "Terahertz emission from InAs/GaAs quantum dot based photoconductive devices." *Applied Physics Letters* **98**(18).
- Datta, S., L. Malhotra, et al. (2015). "Laser capture microdissection: Big data from small samples." *Histology and Histopathology* **30**(11): 1255-1269.
- Davies, A. G., E. H. Linfield, et al. (2002). "The development of terahertz sources and their applications." *Physics in Medicine and Biology* **47**(21): 3679-3689.
- De Gruijl, F. R. (1999). "Skin cancer and solar UV radiation." *European Journal of Cancer* **35**(14): 2003-2009.
- Deguchi, Y. (2004). "Application of laser diagnostics to practical combustors and plants." *Nihon Enerugi Gakkaishi/Journal of the Japan Institute of Energy* **83**(9): 716-721.
- Dempster, T. (2006). "Driving a new industrial revolution." *Manufacturing Engineer* **85**(2): 8-9.
- Denkbaş, E. B. and A. Vaseashta (2008). "Nanotechnology in medicine and health sciences." *Nano* **3**(4): 263-269.
- Denney, P. (2004). "New lasers in automotive applications." *LIA Today* **12**(3).
- DeWayne Holcomb, R. (2013). "Laser safety: A university perspective." *Photonics Spectra* **47**(10).
- Dumbill, E. (2012, January 11, 2012). "What Is Big Data?: An Introduction to the Big Data Landscape." *O'REILLY* Retrieved June 20, 2015, 2015, from <http://strata.oreilly.com/2012/01/what-isbig-data.html>.
- Duncan, W. D., R. E. Schwall, et al. (2008). "An optical system for body imaging from a distance using near-TeraHertz frequencies." *Journal of Low Temperature Physics* **151**(3-4 PART 2): 777-783.
- Dupas, C., P. Houdy, et al. (2004). *Nanoscience: Nanotechnology and nanophysics*. Berlin, Springer.
- Durrani, M. (2003). "Lighting up medicine with lasers." *Physics World* **16**(8): 37-38.
- Ebbesen, M. and T. G. Jensen (2006). "Nanomedicine: Techniques, potentials, and ethical implications." *Journal of Biomedicine and Biotechnology* **2006**.

- Ebert, V., T. B. Settersten, et al. (2009). "Laser applications to chemical, security, and environmental analysis: Introduction to the feature issue." Applied Optics **48**(4).
- Egan, B. M. (2013). "Prediction of incident hypertension. Health implications of data mining in the 'Big Data' era." Journal of Hypertension **31**(11): 2123-2124.
- Esmailzadeh, P., M. Sambasivan, et al. (2010). The effect of the healthcare professional - Hospital relationship on accepting new clinical IT: A modified technology acceptance model from a relational perspective. ICEMT 2010 - 2010 International Conference on Education and Management Technology, Proceedings.
- Fargen, K. M., D. Frei, et al. (2013). "The FDA approval process for medical devices: An inherently flawed system or a valuable pathway for innovation?" Journal of NeuroInterventional Surgery **5**(4): 269-275.
- Faynman, R. P. (1960). "There's plenty of room at the bottom." Engineering Science **23**(Journal Article): 22-36.
- Fedorov, M. and V. V. Tuchin (2013). "Medical use of lasers and photonics in Russia - Therapeutic applications." Photonics and Lasers in Medicine **2**(3): 161-164.
- Fernandes, L., M. O'Connor, et al. (2012). "Big data, bigger outcomes." Journal of the American Health Information Management Association **83**(10): 38-43.
- Fitzgerald, A. J., E. Berry, et al. (2003). "Catalogue of human tissue optical properties at terahertz frequencies." Journal of Biological Physics **29**(2-3): 123-128.
- Fregonara, E., R. Curto, et al. (2013). "Environmental Technology, Materials Science, Architectural Design, and Real Estate Market Evaluation: A Multidisciplinary Approach for Energy-Efficient Buildings." Journal of Urban Technology **20**(4): 57-80.
- Frize, M. (2013). A debate on the ethics of body enhancement technologies and regeneration. IFMBE Proceedings.
- Fuller, J. C., P. Khoeiry, et al. (2013). "Biggest challenges in bioinformatics." EMBO Reports **14**(4): 302-304.
- Fusade, T. and S. R. Mordon (2011). "Tattoo removal by non-physicians: Considerations about the state of legislation in France." Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology **25**(2): 239-240.
- Futitsu. (2014). "White paper Solution Approaches for Big Data." Retrieved 10 June, 2015, from [www.fujitsu.com/fts](http://www.fujitsu.com/fts).
- Gamzina, D., R. Barchfeld, et al. (2011). Nano CNC milling technology for terahertz vacuum electronic devices. 2011 IEEE International Vacuum Electronics Conference, IVEC-2011.

- Gao, Y., M. K. Chen, et al. (2009). "Analysis of terahertz generation via nanostructure enhanced plasmonic excitations." Journal of Applied Physics **106**(7).
- Gartner. (2013, 2013). "IT Glossary: Big Data." GARTNER Retrieved 15 June, 2015, 2015, from <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>.
- Godbold, R. and A. Lees (2013). "Ethics education for health professionals: A values based approach." Nurse Education in Practice(Journal Article).
- Goldman, L., D. J. Blaney, et al. (1963). "Pathology of the effect of the laser beam on the skin." Nature **197**(4870): 912-914.
- Goldman, L., P. Hornby, et al. (1964). "Impact of the laser on dental caries " Nature **203**(4943): 417.
- Goldman, L., R. G. Wilson, et al. (1965). "Radiation from a Q-switched ruby laser. Effect of repeated impacts of power output of 10 megawatts on a tattoo of man." The Journal of investigative dermatology **44**(Journal Article): 69-71.
- Gostin, L. O. (2009). "Privacy: rethinking health information technology and informed consent." The Hastings Center report **Suppl**: 15-17.
- Greaves, F., A. A. Lavery, et al. (2014). "Tweets about hospital quality: A mixed methods study." BMJ Quality and Safety **23**(10): 838-846.
- Greenbaum, S. S. and J. M. Greenbaum (2013). "When a tattoo is no longer wanted: A review of tattoo removal." Cosmetic Dermatology **26**(10): 12-17.
- Groves, P., B. Kayyali, et al. (2013, 20 October 2014). "The 'big data' revolution in healthcare, Accelerating value and innovation." McKinsey & Company January 2013. Retrieved 20 October, 2014, from <http://www.mckinsey.com/>.
- Hübers, H. W., S. G. Pavlov, et al. (2005). "Terahertz lasers based on germanium and silicon." Semiconductor Science and Technology **20**(7): S211-S221.
- Haase, R., M. Michie, et al. (2015). "Flexible positions, managed hopes: The promissory bioeconomy of a whole genome sequencing cancer study." Social Science and Medicine **130**: 146-153.
- Habets, M. G. J. L., J. J. M. Van Delden, et al. (2014). "The inherent ethical challenge of first-in-human pluripotent stem cell trials." Regenerative Medicine **9**(1): 1-3.
- Hailu, D. M., I. A. Ehtezazi, et al. (2010). Terahertz imaging of biological samples. 2010 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and CNC-USNC/URSI Radio Science Meeting - Leading the Wave, AP-S/URSI 2010.
- Hamilton, B. (2013). "Impacts of big data. Potential is huge, so are challenges." Health management technology **34**(8): 12-13.

- Hänsch, T. W. (2010). "Celebrating an invention that changed our lives." Laser and Photonics Reviews **4**(1).
- Hashiba, H., V. Antonov, et al. (2010). "Sensing individual terahertz photons." Nanotechnology **21**(16).
- He, S., X. Chen, et al. (2008). "Enhanced terahertz emission from ZnSe nano-grain surface." Journal of Lightwave Technology **26**(11): 1519-1523.
- Heitmueller, A., S. Henderson, et al. (2014). "Developing public policy to advance the use of big data in health care." Health affairs **33**(9): 1523-1530.
- Hellawell, G. O., K. J. Turner, et al. (2000). "Urology and the Internet: An evaluation of Internet use by urology patients and of information available on urological topics." BJU International **86**(3): 191-194.
- Hillenbrand, R. (2010). Infrared and terahertz nanoscopy. 2010 IEEE Photonics Society Summer Topical Meeting Series, PHOSST 2010.
- Hoffman, S. and A. Podgurski (2013). "Big Bad Data: Law, Public Health, and Biomedical Databases." Journal of Law, Medicine and Ethics **41**(SUPPL. 1): 56-60.
- Hofmann, B. (2002). "The myth of technology in health care." Science and Engineering Ethics **8**(1): 17-29.
- Hu, B. B. and M. C. Nuss (1995). "Imaging with terahertz waves." Optics Letters **20**(16): 1716-1718.
- Huber, A. J., F. Keilmann, et al. (2008). "Terahertz near-field nanoscopy of mobile carriers in single semiconductor nanodevices." Nano Letters **8**(11): 3766-3770.
- Huber, A. J., A. Ziegler, et al. (2009). "Infrared nanoscopy of strained semiconductors." Nature Nanotechnology **4**(3): 153-157.
- Humphreys, K., J. P. Loughran, et al. (2004). Medical applications of terahertz imaging: A review of current technology and potential applications in biomedical engineering. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings.
- Iijima, S. (1991). "Helical microtubules of graphitic carbon." Nature **354**(6348): 56-58.
- Ioannidis, J. P. A. (2013). "Informed Consent, Big Data, and the Oxymoron of Research That Is Not Research." American Journal of Bioethics **13**(4): 40-42.
- Iseron, K. V. and P. M. Chiasson (2002). "The ethics of applying new medical technologies." Seminars in Laparoscopic Surgery **9**(4): 222-229.
- Ito, H., F. Nakajima, et al. (2005). "Continuous THz-wave generation using antenna-integrated uni-travelling-carrier photodiodes." Semiconductor Science and Technology **20**(7).

- Jacobs, A. (2009). "The pathologies of big data." Communications of the ACM **52**(8): 36-44.
- Jacobs, A. (2009). "The pathologies of big data." Queue **7**(6): 1-12.
- Jalian, H. R., C. A. Jalian, et al. (2013). "Common causes of injury and legal action in laser surgery." JAMA Dermatology **149**(2): 188-193.
- Jansen, C., S. Wietzke, et al. (2010). "Terahertz imaging: Applications and perspectives." Applied Optics **49**(19).
- Javan, A., W. R. Bennett Jr, et al. (1961). "Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a He-Ne mixture." Physical Review Letters **6**(3): 106-110.
- Jepsen, P. U., D. G. Cooke, et al. (2011). "Terahertz spectroscopy and imaging - Modern techniques and applications." Laser and Photonics Reviews **5**(1): 124-166.
- Ji, Y. B., E. S. Lee, et al. (2009). "A miniaturized fiber-coupled terahertz endoscope system." Optics Express **17**(19): 17082-17087.
- Jiang, G., Z. Shen, et al. (2011). "Nanotoxicity of engineered nanomaterials in the environment." Progress in Chemistry **23**(8): 1769-1781.
- Johnson, D. G. (2007). "Ethics and technology 'in the making': An Essay on the challenge of nanoethics." NanoEthics **1**(1): 21-30.
- Johnson, J. A. (2013). FDA regulation of medical devices. Medical Devices and the FDA: Regulation, User Fees and Tort Claims, SAGE Publishing. **1**: 1-38.
- Johnson, L. F. (1963). "Optical maser characteristics of rare-earth ions in crystals." Journal of Applied Physics **34**(4): 897-909.
- Johnston, M. B. (2007). "Plasmonics: Superfocusing of terahertz waves." Nature Photonics **1**(1): 14-15.
- Jones-Bey, H. A. (2005). "Laser safety takes on the real world." Laser Focus World **41**(4): 52-54.
- Jordá, E. G. (2009). "Fantastic voyage." Clinical and Translational Oncology **11**(9): 561-563.
- Joseph, C. S., A. N. Yaroslavsky, et al. (2011). "Continuous wave terahertz transmission imaging of nonmelanoma skin cancers." Lasers in Surgery and Medicine **43**(6): 457-462.
- Kagadis, G. C., C. Kloukinas, et al. (2013). "Cloud computing in medical imaging." Medical Physics **40**(7).
- Kaplan, B. (2015). "Selling health data: De-identification, privacy, and speech." Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics **24**(3): 256-271.

- Karasik, B. S., S. V. Pereverzev, et al. (2008). Ultra-sensitive hot-electron nanobolometers for THz astrophysics. 33rd International Conference on Infrared and Millimeter Waves and the 16th International Conference on Terahertz Electronics, 2008, IRMMW-THz 2008.
- Karasik, B. S., A. V. Sergeev, et al. (2011). "Nanobolometers for THz photon detection." IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology **1**(1): 97-111.
- Karsai, S., G. Krieger, et al. (2010). "Tattoo removal by non-professionals - Medical and forensic considerations." Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology **24**(7): 756-762.
- Kawano, Y., T. Fuse, et al. (2008). Highly sensitive and frequency-tunable THz detector using carbon nanotube quantum dots. 33rd International Conference on Infrared and Millimeter Waves and the 16th International Conference on Terahertz Electronics, 2008, IRMMW-THz 2008.
- Kawano, Y., T. Fuse, et al. (2008). "Terahertz photon-assisted tunneling in carbon nanotube quantum dots." Journal of Applied Physics **103**(3): 034307.
- Kawano, Y. and K. Ishibashi (2008). "An on-chip near-field terahertz probe and detector." Nature Photonics **2**(10): 618-621.
- Keelan, J., V. Pavri-Garcia, et al. (2007). "YouTube as a source of information on immunization: A content analysis " Journal of the American Medical Association **298**(21): 2482-2484.
- Keen, J. (2014). "Digital health care: Cementing centralisation?" Health Informatics Journal **20**(3): 168-175.
- Keilmann, F. (2009). Viewing the nanoworld in infrared/THz light. 34th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, IRMMW-THz 2009.
- Kirby, W., C. L. Chen, et al. (2013). "Causes and recommendations for unanticipated ink retention following tattoo removal treatment." Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology **6**(7): 27-31.
- Kleine-Ostmann, T., K. Münter, et al. (2006). The electromagnetic environment above 100 GHz: Electromagnetic compatibility, personal safety and regulation issues. IRMMW-THz 2006 - 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics.
- Kleinschmidt, P., S. P. Giblin, et al. (2007). "A highly sensitive detector for radiation in the terahertz region." IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement **56**(2): 463-467.

- Kluger, N. (2010). "Laser tattoo removal by tattooists: Further considerations." Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology **24**(7): 862-863.
- Koch, D. D. (2003). "LASIK reporting: Preserving our responsibility to our patients." Journal of Cataract and Refractive Surgery **29**(8): 1463-1464.
- Komiyama, S., O. Astafiev, et al. (2002). "Single-photon detection of THz-waves using quantum dots." Microelectronic Engineering **63**(1-3): 173-178.
- Kord, D. and P. Doug (2012). *Ethics of Big Data: Balancing Risk and Innovation*. Sebastopol, CA 95472, USA, O'Reilly Media.
- Kuiken, T. (2011). "Nanomedicine and ethics: Is there anything new or unique?" Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology **3**(2): 111-118.
- Kullman, G. and R. Pineda Ii (2010). "Alternative applications of the femtosecond laser in ophthalmology." Seminars in Ophthalmology **25**(5-6): 256-264.
- Kumar, P. J., P. Suganya, et al. (2016). "Big data social media analysis using R and hadoop." International Journal of Pharmacy and Technology **8**(4): 26616-26620.
- Kunde, L., E. McMeniman, et al. (2013). "Clinical photography in dermatology: Ethical and medico-legal considerations in the age of digital and smartphone technology." Australasian Journal of Dermatology **54**(3): 192-197.
- Leber, J. (2013, October 13, 2014). "In The Hospital Of The Future, Big Data Is One Of Your Doctors." Co Exist Retrieved 9 June, 2013, from <http://www.fastcoexist.com/3022050/futurist-forum/in-the-hospital-of-the-future-big-data-is-one-of-your-doctors>.
- Lee, D. K., H. Kim, et al. (2011). "Characteristics of gadolinium oxide nanoparticles as contrast agents for terahertz imaging." Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves **32**(4): 506-512.
- Lee, J. S., H. S. Seo, et al. (2014). "YouTube as a source of patient information on gallstone disease." World Journal of Gastroenterology : WJG **20**(14): 4066-4070.
- Lee, L. M. and L. O. Gostin (2009). "Ethical collection, storage, and use of public health data: A proposal for a national privacy protection." JAMA - Journal of the American Medical Association **302**(1): 82-84.
- Levy, J. A. and R. Strombeck (2002). "Health benefits and risks of the internet." Journal of medical systems **26**(6): 495-510.
- Lim Fat, M. J., A. Doja, et al. (2011). "YouTube videos as a teaching tool and patient resource for infantile spasms." Journal of Child Neurology **26**(7): 804-809.
- Lippert, T. (2004). *Laser Application of Polymers*. **168**: 51-246.

- Liu, K. Y., J. S. Haukoos, et al. (2014). "Availability and quality of cardiopulmonary resuscitation information for Spanish-speaking population on the Internet." Resuscitation **85**(1): 131-137.
- Lockington, D., R. Johnson, et al. (2013). "Healthcare and a holiday: The risks of LASIK tourism." Clinical and Experimental Optometry.
- Logan, R. (2012). "Using YouTube in Perioperative Nursing Education." AORN Journal **95**(4): 474-481.
- Luebberding, S. and M. Alexiades-Armenakas (2014). "New tattoo approaches in dermatology." Dermatologic Clinics **32**(1): 91-96.
- Müller, O., I. Junglas, et al. (2016). "Utilizing big data analytics for information systems research: Challenges, promises and guidelines." European Journal of Information Systems **25**(4): 289-302.
- Mahjoub, A. M., S. Motooka, et al. (2011). "Towards graphene ghz/thz nanosensor." Japanese Journal of Applied Physics **50**(7 PART 1).
- Maier, S. A., S. R. Andrews, et al. (2006). "Terahertz surface plasmon-polariton propagation and focusing on periodically corrugated metal wires." Physical Review Letters **97**(17).
- Maiman, T. H. (1960). "Stimulated optical radiation in Ruby." Nature **187**(4736): 493-494.
- Makarov, G. N. (2013). "Laser applications in nanotechnology: Nanofabrication using laser ablation and laser nanolithography." Physics-Uspekhi **56**(7): 643-682.
- Manohara, H. M., P. H. Siegel, et al. (2004). Development of a micromachined THz nanoklystron: A status report. IEEE International Conference on Plasma Science.
- Manohara, H. M., R. Toda, et al. (2009). "Carbon nanotube bundle array cold cathodes for THz vacuum tube sources." Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves **30**(12): 1338-1350.
- Manovich, L. (2012). 27. Trending: The Promises and the Challenges of Big Social Data. Debates in the Digital Humanities. M. K. Gold, University of Minnesota Press: 504.
- Manyika, J., M. Chui, et al. (2011) "Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity." McKinsey Global Institute.
- Marchant, G. E., D. J. Sylvester, et al. (2009). "What does the history of technology regulation teach us about nano oversight?" Journal of Law, Medicine and Ethics **37**(4): 724-731.
- Martínez-Pérez, B., I. de la Torre-Díez, et al. (2014). "Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations." Journal of medical systems **39**(1).

- Marx, V. (2013). "The big challenges of big data." Nature **498**(7453): 255-260.
- Massey, R. A., G. Marrero, et al. (2001). "Lasers in dermatology: A review." Cutis **67**(6): 477-484.
- Mateosian, R. (2013). "Ethics of Big Data." IEEE Micro **33**(2): 60-61.
- Mayer, M. A., L. Fernández-Luque, et al. (2016). Big Data For Health Through Social Media. Participatory Health through Social Media: 67-82.
- Mayfield, A. (2008). "What is social media?" icrossing Retrieved 10 February, 2017, from <http://www.icrossing.co.uk/fileadmin/uploads/eBooks/What is Social Media icrossing ebook.pdf>.
- McCarroll, M. L., S. D. Armbruster, et al. (2014). "Health Care and Social Media Platforms in Hospitals." Health Communication **29**(9): 947-952.
- McFarland, M. (2012) "Ethical Implications of Data Aggregation." Markkula Center for Applied Ethics, Santa Clara University.
- Merbol, H., A. Bitze, et al. (2011). "Second harmonic generation based on strong field enhancement in nanostructured THz materials." Optics Express **19**(8): 7262-7273.
- Meyer-Schwickerath, G. (1956). "Erfahrungen mit der Lichtkoagulation der netzhaut und der iris." Documenta Ophthalmologica **10**(1): 91-131.
- Misiuk-Hojło, M., P. Krzyzanowska-Berkowska, et al. (2007). "Therapeutic application of lasers in ophthalmology." Advances in Clinical and Experimental Medicine **16**(6): 801-805.
- Moor, J. H. (2005). "Why we need better ethics for emerging technologies." Ethics and Information Technology **7**(3): 111-119.
- Mueller, E. R. (2003). "Terahertz Radiation: Applications and Sources." Industrial Physicist **9**(4): 27-29.
- Muller, G. J., P. Berlien, et al. (2006). "The medical laser." Medical Laser Application **21**(2): 99-108.
- Murugiah, K., A. Vallakati, et al. (2011). "YouTube as a source of information on cardiopulmonary resuscitation." Resuscitation **82**(3): 332-334.
- Nagatsuma, T. (2011). "Terahertz technologies: Present and future." IEICE Electronics Express **8**(14): 1127-1142.
- Nasim, H. and Y. Jamil (2014). "Diode lasers: From laboratory to industry." Optics and Laser Technology **56**: 211-222.
- Ngo, C. Y., S. F. Yoon, et al. (2011). "Bandgap engineering of 1.3  $\mu\text{m}$  quantum dot structures for terahertz (THz) emission." Journal of Crystal Growth **323**(1): 211-214.

- Niemz, M. (2002). Laser-Tissue Interactions Fundamentals and Applications. Heidelberg, Biological and Medical Series, Springer.
- Nobel-Media-AB. (2013). "All Nobel Prizes in Physics." Retrieved 18 October 2013, from [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/).
- O'Reilly, J. (2002). "An eye for an eye: Foresight on remedies for Lasik surgery's problems." University of Cincinnati Law Review **71**(2): 541-562.
- Oberdörster, G., V. Stone, et al. (2007). "Toxicology of nanoparticles: A historical perspective." Nanotoxicology **1**(1): 2-25.
- Oh, S. J., J. Choi, et al. (2011). "Molecular imaging with terahertz waves." Optics Express **19**(5): 4009-4016.
- Oh, S. J., J. Choi, et al. (2010). High-sensitivity terahertz imaging technique using nanoparticle probes for medical applications. 2010 IEEE Photonics Society Winter Topicals Meeting Series, WTM 2010.
- Oh, S. J., J. Kang, et al. (2009). "Nanoparticle-enabled terahertz imaging for cancer diagnosis." Optics Express **17**(5): 3469-3475.
- Ojha, M. and K. Mathur (2016). Proposed application of big data analytics in healthcare at Maharaja Yeshwantrao Hospital. 2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City, ICBDS 2016.
- Ozulken, K., F. Cabot, et al. (2013). "Applications of femtosecond lasers in ophthalmic surgery." Expert Review of Medical Devices **10**(1): 115-124.
- Packer, S. (2004). "LASIK reporting: Preserving our responsibility to our patients [1]." Journal of Cataract and Refractive Surgery **30**(8): 1609-1610.
- Paltsev, I. P., O. K. Kravchenko, et al. (2007). "Safety problems of modern laser medical equipment." Meditcina truda i promyshlennaia ekologiia(12): 12-16.
- Pallikaris, I. G., M. E. Papatzanaki, et al. (1990). "Laser in situ keratomileusis." Lasers in Surgery and Medicine **10**(5): 463-468.
- Pan, D., S. D. Caruthers, et al. (2011). "Revisiting an old friend: Manganese-based MRI contrast agents." Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology **3**(2): 162-173.
- Pandey, A., N. Patni, et al. (2010). "YouTube As a Source of Information on the H1N1 Influenza Pandemic." American Journal of Preventive Medicine **38**(3): e1-e3.
- Park, H. R., Y. M. Bahk, et al. (2011). "Controlling terahertz radiation with nanoscale metal barriers embedded in nano slot antennas." ACS Nano **5**(10): 8340-8345.
- Parker, P. A. (2014). "Discussion of "reliability meets big data: opportunities and challenges"." Quality Engineering **26**(1): 117-120.

- Parr, D. (2006). "Laser revolution." Flexo **31**(6): 16-19.
- Patel, A. B., M. Birla, et al. (2012). "Addressing big data problem using Hadoop and Map Reduce." 3rd Nirma University International Conference on Engineering, NUiCONE 2012.
- Peng, Q., A. Juzeniene, et al. (2008). "Lasers in medicine." Reports on Progress in Physics **71**(5): 056701.
- Pickwell, E. and V. P. Wallace (2006). "Biomedical applications of terahertz technology." Journal of Physics D: Applied Physics **39**(17): R301-R310.
- Pifer, L. L. and K. Kenwright (2010). "Nanotechnology: a coming clinical laboratory revolution." Clinical laboratory science : journal of the American Society for Medical Technology **23**(2): 107-111.
- Pollack, I. P. (1991). "Glaucoma treatment and the laser revolution." Maryland medical journal (Baltimore, Md. : 1985) **40**(6): 493-496.
- Prabhu, V. and A. B. Rosenkrantz (2015). "Imbalance of opinions expressed on Twitter relating to CT radiation risk: an opportunity for increased radiologist representation." AJR. American journal of roentgenology **204**(1): W48-W51.
- Pustovit, S. V. and E. D. Williams (2010). "Philosophical aspects of dual use technologies." Science and Engineering Ethics **16**(1): 17-31.
- Puttagounder, D. S., D. K. Kalla, et al. (2011). Sustainability in nanomanufacturing: Status and vision for the future. ASME 2011 International Manufacturing Science and Engineering Conference, MSEC 2011.
- Rümenapp, C., B. Gleich, et al. (2012). "Magnetic nanoparticles in magnetic resonance imaging and diagnostics." Pharmaceutical Research **29**(5): 1165-1179.
- Raghupathi, W. and V. Raghupathi (2014). "Big data analytics in healthcare: promise and potential." Health Information Science and Systems **2**(3): 1-10.
- Raulin, C., B. Greve, et al. (2001). "Ethical considerations concerning laser medicine (multiple letters)." Lasers in Surgery and Medicine **28**(2): 100-102.
- Richards, N. M. and J. H. King. (2014). "Big Data Ethics." Wake Forest Law Review Retrieved 8 July, 2014, from [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2384174](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2384174).
- Rogalewicz, V., G. J. Verkerke, et al. (2011). Multidisciplinary teamwork training for progress in developing and using medical technology. 1st Middle East Conference on Biomedical Engineering (MECBME), Sharjah, United Arab Emirates.
- Rosen, E. S. (2000). "LASIK mania." Journal of Cataract and Refractive Surgery **26**(3): 303-304.

- Roski, J., G. W. Bo-Linn, et al. (2014). "Creating value in health care through big data: Opportunities and policy implications." Health affairs **33**(7): 1115-1122.
- Rossies, C. (2014, October 5, 2014). "Does Big Data Mean Big Ethics?" Oversight Retrieved 25 July, 2014, from [http://www.oversightsystems.com/resources/blog\\_post/2014/07/does-big-data-mean-big-ethics](http://www.oversightsystems.com/resources/blog_post/2014/07/does-big-data-mean-big-ethics)
- Rössler, B., D. Lahner, et al. (2012). "Medical information on the Internet: Quality assessment of lumbar puncture and neuroaxial block techniques on YouTube." Clin Neurol Neurosurg.
- Roszek, B. and R. E. de Jong Geertsma (2005). "Nanotechnology in medical applications: State-of-the-art in materials and devices." RIVM report 265001001: 1-123.
- Sakai, K. (2010). "A quest of a new eye for terahertz-waves region." Physics Procedia **3**(2): 1115-1119.
- Samm, K., M. Hustedt, et al. (2010). "Potential applications of lasers in the textile industry." Melliand International **16**(3): 128-130.
- Sampson, M., J. Cumber, et al. (2013). "A systematic review of methods for studying consumer health YouTube videos, with implications for systematic reviews." PeerJ **2013**(1): 1.
- SAS , T. p. t. K. (2016). "Hadoop, What is it and why does it matter?".
- Schawlow, A. L. and C. H. Townes (1958). "Infrared and optical masers." Physical Review **112**(6): 1940-1949.
- Science&Technology-Facilities-Council. (2010). "Lasers in Our Lives 50 Years of Impact." Retrieved 21 October 2013, from [www.stfc.ac.uk/resources/pdf/lasers50.pdf](http://www.stfc.ac.uk/resources/pdf/lasers50.pdf).
- Seliuta, D., I. Kašalynas, et al. (2006). "Silicon lens-coupled bow-tie InGaAs-based broadband terahertz sensor operating at room temperature." Electronics Letters **42**(14): 825-827.
- Senda, J., T. Ito, et al. (2004). "Laser diagnostics application to fuel spray and its flame." Nihon Enerugi Gakkaishi/Journal of the Japan Institute of Energy **83**(9): 702-709.
- Setlur, J. (2007). "Cosmetic and reconstructive medical tattooing." Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery **15**(4): 253-257.
- Seung, J. O., I. Maeng, et al. (2008). Nanoparticle contrast agents for terahertz medical imaging. 33rd International Conference on Infrared and Millimeter Waves and the 16th International Conference on Terahertz Electronics, 2008, IRMMW-THz 2008.

- Shaer, O., A. Mazalek, et al. (2013). From big data to insights: Opportunities and challenges for TEI in genomics. TEI 2013 - Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction.
- Shah, R. R. (2004). "Nano-technology: An emerging industrial revolution of 21st century." Electron Inf Plann **31**(3-4): 78-81.
- Shan, L., A. Chopra, et al. (2012). "Characterization of nanoparticle-based contrast agents for molecular magnetic resonance imaging." Journal of Nanoparticle Research **14**(9).
- Shen, Y. and P. N. Prasad (2002). "Nanophotonics: A new multidisciplinary frontier." Applied Physics B: Lasers and Optics **74**(7-8): 641-645.
- Shin, Y. M., J. Zhao, et al. (2010). "Investigation of terahertz sheet beam traveling wave tube amplifier with nanocomposite cathode." Physics of Plasmas **17**(12).
- Sirotkina, M. A., M. V. Shirmanova, et al. (2011). "Continuous optical coherence tomography monitoring of nanoparticles accumulation in biological tissues." Journal of Nanoparticle Research **13**(1): 283-291.
- Sizov, F. and A. Rogalski (2010). "THz detectors." Progress in Quantum Electronics **34**(5): 278-347.
- Slusher, R. E. (1999). "Laser technology." Reviews of Modern Physics **71**(SUPPL. 2): S471-S479.
- Smalley, P. J. (2011). "Laser safety: Risks, hazards, and control measures." Laser Therapy **20**(2): 95-106.
- Smith, K. R. (2003). "Gene therapy: Theoretical and bioethical concepts." Archives of Medical Research **34**(4): 247-268.
- Sobel, M. E. (1999). "Ethical issues in molecular pathology: Paradigms in flux." Archives of Pathology and Laboratory Medicine **123**(11): 1076-1078.
- Son, J. H. (2009). "Terahertz electromagnetic interactions with biological matter and their applications." Journal of Applied Physics **105**(10): 102033.
- Song, Y. and S. Tang (2011). "Nanoexposure, unusual diseases, and new health and safety concerns." TheScientificWorldJournal **11**: 1821-1828.
- Sood, A., S. Sarangi, et al. (2011). "YouTube as a source of information on kidney stone disease." Urology **77**(3): 558-562.
- Spagnolo, A. G. and V. Daliso (2009). "Outlining ethical issues in nanotechnologies." Bioethics **23**(7): 394-402.
- Spyropoulos, B. (2011). "50 years LASERS: In vitro diagnostics, clinical applications and perspectives." Clinical Laboratory **57**(3-4): 131-142.

- Srinivasan, U. and B. Arunasalam (2013). "Leveraging big data analytics to reduce healthcare costs." IT Professional **15**(6): 21-28.
- Stanko, S., D. Nötel, et al. (2008). Active and passive mm-wave imaging for concealed weapon detection and surveillance. 33rd International Conference on Infrared and Millimeter Waves and the 16th International Conference on Terahertz Electronics, 2008, IRMMW-THz 2008.
- Stebunov, Y., V. Leiman, et al. (2011). "Detection of modulated terahertz radiation using combined plasma and mechanical resonances in double-carbon-nanotube device." Applied Physics Express **4**(7): 075101.
- Steinberg, P. L., S. Wason, et al. (2010). "YouTube as Source of Prostate Cancer Information." Urology **75**(3): 619-622.
- Stratakis, E., A. Ranella, et al. (2009). "Laser-based micro/nanoengineering for biological applications." Progress in Quantum Electronics **33**(5): 127-163.
- Strychowsky, J. E., S. Nayan, et al. (2013). "YouTube: A good source of information on pediatric tonsillectomy?" International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology **77**(6): 972-975.
- Stylianou, A. and M. Talias (2014). "The 'Magic Light': A Discussion on Laser Ethics." Science and Engineering Ethics: 1-20.
- Stylianou, A. and M. A. Talias (2013). "Nanotechnology-supported THz medical imaging." F1000Research **2**(1): 1-14.
- Stylianou, A. and M. A. Talias (2017). "Big data in healthcare: a discussion on the big challenges." Health and Technology **7**(1): 97-107.
- Sulieman, M. (2005). "An overview of the use of lasers in general dental practice: 2. Laser wavelengths, soft and hard tissue clinical applications." Dental update **32**(5): 286-288, 291-294, 296".
- Svelto, O. (2010). Principles of Lasers. New York, Springer.
- Takatori, S., P. H. Minh, et al. (2010). "Investigation of the terahertz emission characteristics of MBE-grown GaAs-based nanostructures." Optical Materials **32**(7): 776-779.
- Taylor, Z. D., R. S. Singh, et al. (2011). "THz medical imaging: In vivo hydration sensing." IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology **1**(1): 201-219.
- Tonouchi, M. (2007). "Cutting-edge terahertz technology." Nature Photonics **1**(2): 97-105.
- Torres, A., T. Desai, et al. (2011). Chapter 30: Ethical Issues. Lasers in Dermatology Medicine. K. Nouri. London, Springer: 379-382.

- Transformation, I. f. H. T. (2013). "Transforming Health Care through Big Data Strategies for leveraging big data in the health care industry." Institute for Health Technology Transformation Retrieved 8 May, 2014, from <http://ihealthtran.com/wordpress/2013/03/iht%C2%B2-releases-big-data-research-reportdownload-today/>.
- Treizebré, A. and B. Bocquet (2007). Investigation on living cells with a THz BioMEMS. IRMMW-THz2007 - Conference Digest of the Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics.
- Trifonova, O. P., V. A. Il'in, et al. (2013). "Big data in biology and medicine." Acta Naturae **5**(18): 13-16.
- Tseng, H. Y., C. K. Lee, et al. (2010). "Au nanorings for enhancing absorption and backscattering monitored with optical coherence tomography." Nanotechnology **21**(29): 295102.
- Turco, R. F., M. Bischoff, et al. (2011). "Environmental implications of nanomaterials: Are we studying the right thing?" Current opinion in biotechnology **22**(4): 527-532.
- Uervirojnangkoorn, M., O. B. Zeldin, et al. (2015). "New Tool Shrinks Big Data in Biology Studies at SLAC's X-ray Laser." eLife **2015**(4).
- Ushapreethi, P. and G. G. Lakshmipriya (2017). "Survey on video big data: Analysis methods and applications." International Journal of Applied Engineering Research **12**(10): 2221-2231.
- Vance, K., W. Howe, et al. (2009). "Social Internet Sites as a Source of Public Health Information." Dermatologic Clinics **27**(2): 133-136.
- Varma, S. and S. W. Lanigan (1999). "Reasons for requesting laser removal of unwanted tattoos." British Journal of Dermatology **140**(3): 483-485.
- Vayena, E., A. Mastroianni, et al. (2013). "Caught in the web: Informed consent for online health research." Science Translational Medicine **5**(173): 173-176.
- Versel, N. (2013, October 13, 2014). "How Hospitals are Dealing With Big Data." U.S. news, Health Retrieved 15 May, 2014, from <http://health.usnews.com/health-news/hospital-of-tomorrow/articles/2013/10/15/how-hospitals-are-dealing-with-big-data>.
- Wallace, V. P., A. J. Fitzgerald, et al. (2006). "Terahertz pulsed spectroscopy of human basal cell carcinoma." Applied Spectroscopy **60**(10): 1127-1133.
- Wallace, V. P., A. J. Fitzgerald, et al. (2004). "Terahertz pulsed imaging of basal cell carcinoma ex vivo and in vivo." British Journal of Dermatology **151**(2): 424-432.

- Wallace, V. P., E. Pickwell-MacPherson, et al. (2010). The future of medical Imaging. IRMMW-THz 2010 - 35th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, Conference Guide.
- Wang, C. Y. and S. Adhikari (2011). "ZnO-CNT composite nanotubes as nanoresonators." Physics Letters, Section A: General, Atomic and Solid State Physics **375**(22): 2171-2175.
- Wang, J. R., Z. F. Yang, et al. (2007). "Application of laser on surface modification of tissue engineering biomaterials." Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research **11**(26): 5215-5218.
- Wang, Y., K. Kempa, et al. (2004). "Receiving and transmitting light-like radio waves: Antenna effect in arrays of aligned carbon nanotubes." Applied Physics Letters **85**(13): 2607-2609.
- Wang, Y., L. A. Kung, et al. (2016). "Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations." Technological Forecasting and Social Change(Article in press).
- Wang, Y., Q. Wu, et al. (2008). "Radiation properties of carbon nanotubes antenna at terahertz/infrared range." International Journal of Infrared and Millimeter Waves **29**(1): 35-42.
- Wei, J., D. Olaya, et al. (2008). "Ultrasensitive hot-electron nanobolometers for terahertz astrophysics." Nature Nanotechnology **3**(8): 496-500.
- Weinberg, M. A. and M. S. Insler (2010). "LASIK refractive eye surgery in the 21st century." U.S. Pharmacist **35**(4): HS20-HS24.
- Welsh, G. H., N. T. Hunt, et al. (2007). "Terahertz-pulse emission through laser excitation of surface plasmons in a metal grating." Physical Review Letters **98**(2).
- Werle, P. and F. D'Amato (2013). "Field laser applications in industry and research." Applied Physics B: Lasers and Optics **110**(2): 133-137.
- West, C. C., I. R. Murray, et al. (2014). "Ethical, legal and practical issues of establishing an adipose stem cell bank for research." Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery **67**(6): 745-751.
- Wheeland, R. G. (1995). "History of lasers in dermatology." Clinics in Dermatology **13**(1): 3-10.
- WHO (2011). Health technology assessment of medical devices. WHO Medical device technical series. Ινστιτούτο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας, Ελληνική Μετάφραση: Ελένη Πανουτσοπούλου, Αξιολόγηση τεχνολογιών υγείας στα ιατροτεχνολογικά προϊόντα, Τεχνική σειρά για τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα.

- Wilmink, G. J. and J. E. Grundt (2011). "Invited review article: Current state of research on biological effects of terahertz radiation." Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves **32**(10): 1074-1122.
- Wilmink, G. J., B. L. Iby, et al. (2011). "Development of a compact terahertz time-domain spectrometer for the measurement of the optical properties of biological tissues." Journal of Biomedical Optics **16**(4): 047006.
- Wilmink, G. J., B. D. Rivest, et al. (2011). "In vitro investigation of the biological effects associated with human dermal fibroblasts exposed to 2.52 THz radiation." Lasers in Surgery and Medicine **43**(2): 152-163.
- Wittborn, J., R. Weiland, et al. (2011). Quantitative, nanoscale free-carrier concentration mapping using terahertz near-field nanoscopy. IEEE International Reliability Physics Symposium Proceedings.
- Wolbarst, A. B. and W. R. Hendee (2006). "Evolving and experimental technologies in medical imaging." Radiology **238**(1): 16-39.
- Woodward, R. M., B. E. Cole, et al. (2002). "Terahertz pulse imaging in reflection geometry of human skin cancer and skin tissue." Physics in Medicine and Biology **47**(21): 3853-3863.
- Woolard, D. L. and P. Zhao (2007). THz detection cell for sub-wavelength bio-molecular sensing. 2007 7th IEEE International Conference on Nanotechnology - IEEE-NANO 2007, Proceedings.
- Wu, X. J., X. S. Chen, et al. (2007). Optical generation terahertz radiation from ZnSe surface nanoparticles. IRMMW-THz2007 - Conference Digest of the Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics.
- Xie, Z. G. and H. Chen (2005). "Application of excimer laser to nonpenetrating glaucoma surgery." International Journal of Ophthalmology **5**(4): 719-723.
- Xing, X. J., X. Tang, et al. (2013). "Application of femtosecond laser-assisted cataract surgery." Ophthalmology in China **22**(2): 77-79.
- Yang, T. H., Y. S. Sun, et al. (2011). "A scalable healthcare information system based on a service-oriented architecture." Journal of medical systems **35**(3): 391-407.
- Yang, X. and Y. Miao (2011). "Distributed agent based interoperable virtual EMR system for healthcare system integration." Journal of medical systems **35**(3): 309-319.
- Yngvesson, K. S., K. Fu, et al. (2008). Experimental detection of terahertz radiation in bundles of single wall carbon nanotubes. Proceedings of the 19th International Symposium on Space Terahertz Technology, ISSTT 2008.

- Youker, S. R. and C. T. Ammirati (2001). "Practical aspects of laser safety." Facial Plastic Surgery **17**(3): 155-163.
- Yu, W. J., C. Wang, et al. (2006). "Application of femtosecond laser in corneal refractive surgery." Chinese Journal of Ophthalmology **42**(9): 862-864.
- Zaret, M. M., G. M. Breinin, et al. (1961). "Ocular lesions produced by an optical maser (laser)." Science **134**(3489): 1525-1526.
- Zeitels, S. M. and J. A. Burns (2006). "Laser applications in laryngology: Past, present, and future." Otolaryngologic Clinics of North America **39**(1): 159-172.
- Zhang, X. C. and J. Xu (2010). Introduction to THz wave photonics, Springer-Verlag US.
- Zibik, E. A., T. Grange, et al. (2009). "Long lifetimes of quantum-dot intersublevel transitions in the terahertz range." Nature Materials **8**(10): 803-807.
- Γαλάνης, Π. (2013). "Εφαρμοσμένη Ιατρική Έρευνα, Εγκυρότητα και αξιοπιστία των ερωτηματολογίων στις επιδημιολογικές μελέτες." Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής **30**(1): 97-110.
- Γιόβα, Δ. (1991). Εισαγωγή στην Βιοϊατρική και Κυτταρική Μηχανική. Αθήνα, Ε.Μ.Π.
- Γιόβα, Δ. (2011). Εισαγωγή στη Νανοβιοφυσική και Οπτική Απεικόνιση. Αθήνα, Συμμετρία.
- Γιώτα, Κ. Γ. (2015). "Ο ρόλος της επικοινωνίας μέσω Διαδικτύου με τη χρήση υπολογιστή στη διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης και ανάπτυξης διαπροσωπικών σχέσεων." Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής.
- Θεοδώρου, Μ., Κ. Σαμάρα, et al. (2008). "Η συμμετοχή του κοινού και των γιατρών στη διαδικασία καθορισμού προτεραιοτήτων στην υγεία." Κοινωνία , Οικονομία και Υγεία, **2**: 5-75.
- Καρύδη, Β. (2010). "Νέες τεχνολογίες στις κατ' οίκον υπηρεσίες υγείας." Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ιατρικής, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Πληροφορική Επιστημών Ζωής», «Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία».
- Κουμπή, Κ. and Π. Πουρνάρα (1993). "Τεχνολογία και Ελληνικό νοσοκομείο." Επιθεώρηση Υγείας **4**: 233-235.
- Κουτσογιαννοπούλου, Ν. (2013). "Τα νέα μέσα ηλεκτρονικής κοινωνικής δικτύωσης (Social Media) και η σχέση τους με την καταναλωτική συμπεριφορά." Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα σπουδών MBA, "Νέες Αρχές Διοίκησης Επιχειρήσεων", Διπλωματική Εργασία.

- Κυριακόπουλος, Γ. and Β. Τσιάντου (2010). "Η οικονομική κρίση και οι επιπτώσεις της στην υγεία και την ιατρική περίθαλψη." Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής **27**(5): 834-840.
- Μάινα, Α. and Ε. Κιενά (1996). "Νέες τεχνολογίες και νοσοκομείο: προκαταρκτική κοινωνιολογική έρευνα." Το Σύγχρονο Νοσοκομείο **2**(3).
- Μανιαδάκης, Ν., Φραγκουλάκης, Β. και Πρεζεράκος, Π. (2007). "Σύγκριση κόστους νέων τεχνολογιών στην υγεία." Κοινωνία, Οικονομία και Υγεία **1**: 92-106.
- Τζικόπουλος, Α. (2013) "Ηλεκτρονικά μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media)." Εκπαιδευτικό Υλικό για τα Κέντρα Δια Βίου Μάθησης, Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Γενική Γραμματεία Δια Βίου Μάθησης, 1-66.