

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ  
ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ  
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ »**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κ. ΝΟΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΖΕΥΓΑΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008**

**ΣΔΟ(ΔΜΥΠ)  
Π.655**

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ  
ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ  
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ»**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κ. ΝΟΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΖΕΥΓΑΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	01
---------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ

#### ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1.1. Σκοπός.....	02
1.2. Πληροφορική –Ορισμός .....	02
1.1.1. Ιστορία της Πληροφορικής.....	03
1.3. Ιατρική Πληροφορική –Ορισμός, Ιστορική Αναδρομή.....	10
1.3.1. Ορόσημα στην Ιστορία της Ιατρικής Πληροφορικής.....	11
1.4. Βιοπληροφορική.....	13
1.5. Βιοϊατρική Τεχνολογία-Εφαρμογές.....	14
1.6. Βιοϊατρική Εφαρμοσμένη Μηχανική.....	15
1.7. Βιομηχανική.....	16
1.8. Βιονική.....	17
1.8.1. Η Βιονική στην Ιατρική.....	18
1.9. Νανοτεχνολογία –Ορισμός.....	18
1.9.1. Η Νανοτεχνολογία στην Ιατρική (Νανοϊατρικής).....	19
1.9.2. Εφαρμογές της Νανοϊατρικής.....	20
1.10 Βιοηλεκτρονική .....	21

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΤΕΧΝΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ

2.1. Σκοπός.....	23
2.2. Τεχνητά όργανα – Ορισμός.....	23
2.2.1. Βιοτεχνητά όργανα.....	24
2.3. Τεχνητή Καρδιά.....	25

2.3.1. Ιστορική αναδρομή.....	25
2.3.2. Τεχνική περιγραφή.....	26
2.3.3. Αποτελεσματικότητα συσκευών.....	30
2.3.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	31
<b>2.4. Τεχνητό νεφρό.....</b>	<b>32</b>
2.4.1 Ιστορική αναδρομή .....	33
2.4.2. Τεχνική περιγραφή .....	33
2.4.3. Αποτελεσματικότητα συσκευών.....	33
2.4.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	34
<b>2.5. Τεχνητός πνεύμονας .....</b>	<b>35</b>
2.5.1. Ιστορική αναδρομή .....	35
2.5.2. Τεχνική περιγραφή .....	35
2.5.3. Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	37
2.5.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	37
<b>2.6. Τεχνητό ήπαρ .....</b>	<b>37</b>
2.6.1. Τεχνική περιγραφή.....	38
2.6.2. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	38

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΕΜΦΥΤΕΥΣΙΜΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

<b>3.1. Σκοπός.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Ορισμός.....</b>	<b>40</b>
3.1.1 Γενική επισκόπηση.....	41
<b>3.2. Τεχνητή ακοή.....</b>	<b>42</b>
3.2.1. Ιστορική αναδρομή.....	42
3.2.2. Τεχνική Περιγραφή.....	43
3.2.3. Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	44
3.2.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	44
<b>3.3. Τεχνητή όραση.....</b>	<b>45</b>
3.3.1. Τεχνική Περιγραφή.....	46
3.3.2 . Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	49
3.3.3. Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	50
<b>3.4. Βηματοδότης.....</b>	<b>50</b>

3.4.1.	Ιστορική αναδρομή.....	51
3.4.2.	Τεχνική περιγραφή.....	51
3.4.3.	Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	53
3.4.4.	Προσδοκίες για βελτιώσεις.....	54
<b>3.5.</b>	<b>Εμφυτεύσιμοι Απινιδωτές.....</b>	<b>55</b>
3.5.1.	Ιστορική αναδρομή.....	56
3.5.2.	Τεχνική περιγραφή.....	57
3.5.3.	Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	58
3.5.4.	Προσδοκίες για Βελτιώσεις.....	58
<b>3.6.</b>	<b>Εμφυτεύσιμες Συσκευές Για Νευρολογικές Παθήσεις.....</b>	<b>59</b>
3.6.1.	Επιληψία –Κατάθλιψη.....	59
3.6.2.	Νόσος Πάρκινσον.....	61
<b>3.7.</b>	<b>Προσωπικά εμφυτεύσιμα μικροτσιπ πληροφοριών .....</b>	<b>63</b>
<b>3.8.</b>	<b>Συσκευή για διαβητικούς.....</b>	<b>64</b>
3.8.1.	Τεχνική περιγραφή.....	65
3.8.2.	Αποτελεσματικότητα συσκευής.....	67

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ CAD/CAM**

<b>4.1.</b>	<b>Ορισμός.....</b>	<b>68</b>
4.1.1.	Ιστορική Εξέλιξη.....	68
4.1.2.	Ρεαλιστική αναπαράσταση αντικειμένων – Φωτορεαλισμός.....	71
4.1.3.	Το μέλλον των <b>Cad</b> συστημάτων.....	72
<b>4.2.</b>	<b>Cad/Cam Στην Σχεδίαση Τεχνητού Άκρου.....</b>	<b>72</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### **ΤΕΧΝΗΤΑ ΑΚΡΑ**

<b>5.1.</b>	<b>Τεχνητά άκρα – Ορισμός.....</b>	<b>74</b>
5.1.1.	Ιστορική αναδρομή .....	74
<b>5.2.</b>	<b>Βιονικός βραχίονας.....</b>	<b>75</b>
<b>5.3.</b>	<b>Βιονικό χέρι.....</b>	<b>77</b>

<b>5.4. Βιονικό πόδι.....</b>	<b>78</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>80</b>
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....</b>	<b>81</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>82</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πραγματικότητα πως ο χώρος της πληροφορικής χαρακτηρίζεται από ραγδαία ανάπτυξη η οποία βοηθά σημαντικά στην επαγγελματική και προσωπική εξέλιξη. Η κοινωνία της πληροφορίας έχει γίνει πλέον αναπόσπαστο κομμάτι όλων των τομέων κατακτώντας έτσι το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς. Η συνεισφορά της πληροφορικής και ο ρόλος της, στον τομέα της υγείας, είναι εξίσου σημαντικός. Αυτό το βλέπουμε από την εμφάνιση της πληροφορικής σαν επιστήμη και την ανάγκη να προσφέρει στον τομέα της υγείας και γενικότερα στον άνθρωπο.

Οι φθορές του ανθρώπινου σώματος και κατά επέκταση των εσωτερικών οργάνων ανησυχούν όλο και λιγότερο τους ειδικούς αφού η εξέλιξη της πληροφορικής είναι με το πλευρό τους. Κι αυτό γιατί η τεχνολογία δίνει στους γιατρούς σχεδόν απεριόριστες δυνατότητες μελέτης και υλοποίησης του βιονικού σώματος. Οι επιστήμονες μπορούν πλέον να «παρέμβουν» στο σώμα ενός ανθρώπου κυριολεκτικά από την κορυφή μέχρι τα νύχια: από τον εγκέφαλο και την αντιμετώπιση νευρολογικών παθήσεων μέχρι την καρδιά - με το σύστημα υποστήριξης της αριστερής κοιλίας (τη λεγόμενη τεχνητή καρδιά) -, τα περισσότερα ζωτικά όργανα, το γεννητικό σύστημα και τα άκρα.

Η εξέλιξη της πληροφορικής και η συμβολή της στη ιατρική επιστήμη τα τελευταία χρόνια χαρακτηρίζεται από αλματώδη ανάπτυξη. Στο χώρο της ιατρικής η ανάγκη της πληροφορικής και της τεχνολογίας αποκτά κάθε μέρα και μεγαλύτερη αξία.. Το κατά πόσο και σε τι βαθμό αυτή η εξέλιξη βοηθάει, γενικότερα στην ιατρική επιστήμη και ειδικότερα στον άνθρωπο, θα μας απασχολήσει στην παρακάτω εργασία. Γίνεται μια προσπάθεια ορισμού του αντικειμένου της Πληροφορικής και των λοιπών επιστημών, τις εφαρμογές τους, το πως συνδέεται με τις άλλες επιστήμες και κατ' επέκταση να γίνει σαφές ποιος είναι ο ρόλος που διαδραματίζει στον τομέα της υγείας. Επίσης γίνεται αναφορά στην έννοια των τεχνητών οργάνων και την εξέλιξη τους, με ποιο τρόπο συμβάλει η πληροφορική στην δημιουργία τους και πως προβλέπεται το μέλλον, όσον αφορά την εξέλιξη της πληροφορικής και τεχνολογίας, στην περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνητών οργάνων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>Ο</sup>

## ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ-ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ

### ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

#### 1.1. Σκοπός

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να γνωρίσουμε την επιστήμη της πληροφορικής, την εξέλιξη της και κατ' επέκταση τις εφαρμογές της καθώς και την δημιουργία συναφών επιστημών, οι οποίες είτε βασίστηκαν στην πληροφορική για την δημιουργία τους είτε προϋπήρχαν. Ο συνδυασμός όλων αυτών των κλάδων, συντέλεσε στην δημιουργία ενός ολόκληρου φάσματος επιστημών με σημαντική συμβολή στον τομέα της Υγείας και στην δημιουργία των τεχνητών οργάνων.

#### 1.2. Πληροφορική-ορισμός

Η Πληροφορική είναι η επιστήμη που ασχολείται με την συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και μετάδοση πληροφοριών.[1] Γενικά μελετά τα φαινόμενα που συνδέονται με την πληροφορία. Η Πληροφορική ασχολείται με την αυτόματη διαχείριση συμβόλων. Ως τεχνολογία μελετά την ανάπτυξη αυτόνομων συσκευών και συστημάτων διαχείρισης και διασυνδεδεμένων συσκευών και συστημάτων που επικοινωνούν και ανταλλάσσουν τα σύμβολα που διαχειρίζονται.

Η Πληροφορική είναι μια επιστήμη με τους δικούς της τρόπους σκέψης, τις ιδιαίτερες μεθόδους της, τους ειδικούς της και την ηθική της. Χρησιμοποιεί συστήματα τα οποία τις περισσότερες φορές είναι σύνθετα εξαιτίας των τεχνητών γλωσσών προγραμματισμού και όλα αυτά σε στενή σχέση με τη μηχανή, μια σύνδεση η οποία επιτρέπει να μιλάμε για την «τεχνοεπιστήμη». Όμως η Πληροφορική είναι και ένα είδος υβριδίου. Είναι μια επιστήμη, αλλά επίσης μια τεχνολογία, ένα σύνολο τεχνικών και εργαλείων.

Σε ένα πρώτο επίπεδο ο όρος «Πληροφορική» έχει την τάση να διεισδύει σιγά-σιγά στην καθημερινή γλώσσα προς μια περιορισμένη κατεύθυνση που συνδέεται με τεχνικά ζητήματα και περιορίζεται στη χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου μηχανής, χωρίς να



επεκτείνεται στις δυνατότητες και κυρίως στην κατανόηση αυτού που κάνουν οι μηχανές. Σε ένα δεύτερο επίπεδο η Πληροφορική δεν είναι πλέον η επιστήμη των Η/Υ, όπως η αστρονομία δεν είναι η επιστήμη των τηλεσκοπίων και η μετεωρολογία δεν είναι η επιστήμη των θερμομέτρων. Ο Η/Υ βέβαια αποτελεί ένα βασικό εργαλείο της πληροφορικής αλλά η φράση «κάνω πληροφορική» σημαίνει κάτι περισσότερο από το γνωρίζω και χειρίζομαι τους Η/Υ.

Σε ένα τρίτο επίπεδο η ψηφιακή τεχνολογία, τα αντικείμενα δηλαδή της πληροφορικής, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές ή οι ψηφιακές μηχανές αναπαραγωγής του ήχου είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένα απ' ό,τι οι Η/Υ με πληκτρολόγια και οθόνες. Με άλλα λόγια τα εργαλεία της Πληροφορικής, μυστικά πολλές φορές, εισβάλλουν μέσω των πολλαπλών χρήσεων στις επαγγελματικές δραστηριότητες, στην ιδιωτική ζωή ακόμα και στην ψυχαγωγία.

### 1.2.1. Ιστορία της Πληροφορικής

#### *Πριν τα 1900*

Η πληροφορική θεωρείται σχετικά καινούρια επιστήμη όμως η ιστορία της εξέλιξης της ξεκινάει από πολύ παλιά..[2] Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν μηχανικά εργαλεία για να κάνουν υπολογισμούς για χιλιάδες χρόνια. Για παράδειγμα, ο άβακας πιθανόν υπήρχε στην Βαβυλωνία (το σημερινό Ιράκ) περίπου το 3000 π.Χ. Οι αρχαίοι Έλληνες είχαν αναπτύξει κάποιους πολύ σύνθετους αναλογικούς υπολογιστές. Το 1901, ανακαλύφθηκε ένα αρχαίο Ελληνικό ναυάγιο ανοικτά της νήσου των Αντικυθήρων. Μέσα σ' αυτό βρέθηκε ένα όργανο που είχε διαβρωθεί από το αλάτι (τώρα ονομαζόμενο ο μηχανισμός των Αντικυθήρων) που αποτελείτο από σκουριασμένα μεταλλικά γρανάζια και δείκτες. Όταν αυτό το When όργανο του περίπου του 80 π.Χ. ανακατασκευάστηκε, παρήγαγε ένα μηχανισμό για την πρόβλεψη των κινήσεων των αστερών και των πλανητών. Ο John Napier (1550-1617), ο Σκοτσέζος εφευρέτης των λογαρίθμων, ανακάλυψε τις ράβδους του Napier (που μερικές φορές λέγονται "κόκαλα του Napier") γύρω στο 1610 για να απλοποιήσει το έργο του πολλαπλασιασμού.

Το 1641 ο Γάλλος μαθηματικός και φιλόσοφος Blaise Pascal (1623-1662) κατασκεύασε μια μηχανή πρόσθεσης. Παρόμοια δουλειά είχε γίνει από τον Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). Ο Leibniz επίσης υποστήριζε την χρήση του δυαδικού συστήματος για να γίνονται σ' αυτό οι υπολογισμοί.

Πρόσφατα ανακαλύφθηκε ότι ο Wilhelm Schickard (1592-1635), απόφοιτος του Πανεπιστημίου του Tübingen (Γερμανία), είχε κατασκευάσει ένα τέτοιο όργανο το 1623-4, πριν κι από τον Pascal και τον Leibniz. Μια σύντομη περιγραφή του οργάνου αυτού περιέχεται σε δυο γράμματα προς τον Johannes Kepler. Ατυχώς, τουλάχιστον ένα αντίγραφο της μηχανής αυτής κάηκε σε μια πυρκαγιά κι ο ίδιος ο Schickard πέθανε από βουβωνική χολέρα το 1635, κατά την διάρκεια του Τριανταετούς Πολέμου.

Ο Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) ανακάλυψε έναν αργαλειό που μπορούσε να υφαίνει πολύπλοκα σχήματα που περιγράφονταν από τρύπες σε διάτρητες κάρτες. Ο Charles Babbage (1791-1871) δούλεψε σε δυο μηχανικά όργανα: τη Μηχανή της διαφοράς (Difference Engine ) και τον πολύ περισσότερο φιλόδοξη Αναλυτική Μηχανή (έναν πρόδρομο του σύγχρονου ψηφιακού υπολογιστή), αλλά κανένα δεν δούλεψε ικανοποιητικά. (Ο Babbage ήταν κάπως εκκεντρικός -- ένας βιογράφος του τον αποκαλεί "ευέξαπτο ιδιοφυή" -- και πιθανόν να ήταν το υπόδειγμα για τον Daniel Doyce στο μυθιστόρημα Little Dorrit του Charles Dickens. Ένα λίγο γνωστό γεγονός για τον Babbage είναι ότι αυτός είχε ανακαλύψει την επιστήμη της δένδροχρονολόγησης -- χρονολόγησης των δακτυλίων των δένδρων -- αλλά ποτέ δεν επιδίωξε να συνεχίσει την ανακάλυψή του αυτή. Στα τελευταία χρόνια του, ο Babbage αφιέρωσε τον περισσότερο χρόνο του στην δίωξη των μουσικών των δρόμων (οργανοπαικτών).) Τη Μηχανή της διαφοράς (Difference Engine ) μπορεί κανείς να δει στο Μουσείο Επιστημών του Λονδίνου στην Αγγλία.

Μια από τις φίλες του Babbage, η Ada Augusta Byron, Κοντέσα του Lovelace (1815-1852), μερικές φορές ονομάζεται ως ο "πρώτος προγραμματιστής" εξ αιτίας μιας αναφοράς που έγραψε στη μηχανή του Babbage. (Η γλώσσα προγράμματος Ada πήρε το όνομά της.)

Ο William Stanley Jevons (1835-1882), ένας Βρετανός οικονομολόγος και μελετητής της λογικής, έφτιαξε μια μηχανή το 1869 για να λύσει προβλήματα λογικής. Ήταν "η πρώτη τέτοια μηχανή με επαρκή ισχύ να λύσει ένα πολύπλοκο πρόβλημα γρηγορότερα από όσο το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί χωρίς την βοήθεια της μηχανής." (Gardner) Τώρα βρίσκεται στο Μουσείο Ιστορίας της Επιστήμης στην Οξφόρδη.

Ο Herman Hollerith (1860-1929) ανακάλυψε τη σύγχρονη διάτρητη κάρτα, την οποία χρησιμοποίησε σε μια μηχανή που σχεδίασε για να τον βοηθήσει να βάλει σε πίνακες τα αποτελέσματα της απογραφής του 1890.

### **1900 - 1939: Η Άνοδος των Μαθηματικών**

Η δουλειά στις μηχανές που κάνουν υπολογισμούς συνεχίστηκε. Κάποιες υπολογιστικές συσκευές ειδικών σκοπών κατασκευάστηκαν. Για παράδειγμα το 1919 Ε.Ο. Carissan (1880-1925) αξιωματικός του Γαλλικού πεζικού, σχεδίασε και κατασκεύασε μια εξαιρετική μηχανική συσκευή για την παραγοντοποίηση ακεραίων και τον έλεγχο του αν είναι πρώτοι. Ο Ισπανός Leonardo Torres y Guevedo (1852-1936) κατασκεύασε κάποιες ηλεκτρομηχανικές υπολογιστικές συσκευές, περιλαμβανομένης μιας που έπαιζε απλά παιχνίδια σκακιού.

Το 1928, ο Γερμανός μαθηματικός David Hilbert (1862-1943) έδωσε μια σημαντική ομιλία στο Διεθνές Συνέδριο των Μαθηματικών. Έθεσε τρία ερωτήματα: (1) Είναι τα μαθηματικά πλήρη, δηλαδή, μπορεί κάθε μαθηματική πρόταση είτε να αποδειχθεί είτε να διαψευσθεί; (2) Είναι τα μαθηματικά συνεπή, δηλαδή, αληθεύει ότι προτάσεις όπως " $0 = 1$ " δεν μπορούν να αποδειχθούν με ισχύουσες μεθόδους; (3) Είναι τα μαθηματικά δυνατά να αποφασισθούν (decidable), δηλαδή, υπάρχει μια αυτόματη μέθοδος που μπορεί να εφαρμοσθεί σε οποιαδήποτε μαθηματική πρόταση και (τουλάχιστον κατ' αρχήν) να μπορεί να αποφανθεί τελικά αν η πρόταση αυτή είναι αληθής ή όχι; Αυτό το τελευταίο ερώτημα ονομάστηκε το *Entscheidungsproblem*.

Το 1931, ο Kurt Godel (1906-1978) απάντησε δυο από τα ερωτήματα του Hilbert. Έδειξε ότι κάθε αρκετά ισχυρό τυπικό σύστημα είναι είτε μη συνεπές ή μη πλήρες. Επίσης, αν ένα αξιωματικό σύστημα είναι συνεπές, η συνέπεια αυτή δεν μπορεί να αποδειχθεί μέσα στο σύστημα αυτό. Το τρίτο ερώτημα παρέμεινε ανοικτό, με την αντικατάσταση του 'αληθούς' από το 'αποδείξιμο.' Το 1936, ο Alan Turing (1912-1954) έδωσε μια λύση στο Entscheidungsproblem του Hilbert κατασκευάζοντας ένα τυπικό σύστημα ενός υπολογιστή -- και δείχνοντας ότι υπάρχουν προβλήματα που ούτε μια μηχανή μπορούσε να λύσει. Ένα τέτοιο πρόβλημα είναι το ονομαζόμενο "πρόβλημα της περάτωσης" (halting problem): δοθέντος ενός προγράμματος του Pascal, περατώνεται με κάθε είσοδο (input);

### ***Η δεκαετία 1940: Τα χρόνια του πολέμου φέρνουν την γένεση του ηλεκτρονικού ψηφιακού υπολογιστή***

Οι υπολογισμοί που απαιτούντο για την βαλλιστική κατά την διάρκεια του Δεύτερου Παγκόσμιου Πόλεμου προκάλεσαν την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού ψηφιακού υπολογιστή γενικής χρήσης. Στο Harvard, ο Howart H. Aiken (1900-1973) κατασκεύασε τον

ηλεκτρομηχανικό υπολογιστή Mark 1 το 1944, με την βοήθεια της IBM.

Επίσης η αποκρυπτογράφηση των στρατιωτικών κωδικών οδήγησε σε υπολογιστικά πρότζεκτ. Ο Alan Turing ήταν ανακατεμένος στο σπάσιμο του κώδικα της Γερμανικής μηχανής, το Enigma, στο Bletchley Park στην Αγγλία. Οι Βρετανοί έφτιαξαν μια υπολογιστική μηχανή, το Colossus, για να βοηθήσουν το σπάσιμο των κωδικών.

Στο Πανεπιστήμιο Iowa State το 1939, ο John Vincent Atanasoff (1904-1995) και ο Clifford Berry σχεδίασαν και κατασκεύασαν έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επίλυση συστημάτων γραμμικών εξισώσεων, που όμως ποτέ δεν δούλεψε ικανοποιητικά. Ο Atanasoff συζήτησε την ανακάλυψή του με τον John William Mauchly (1907-1980), που αργότερα, μαζί με τον J. Presper Eckert, Jr. (1919-1995), σχεδίασαν και κατασκεύασαν τον ENIAC, έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή γενικής χρήσης αρχικά προορισμένο για υπολογισμούς του πυροβολικού. Ακριβώς ποιες ιδέες ο Mauchly πήρε από τον Atanasoff δεν είναι πλήρως αποσαφηνισμένο και το αν ο Atanasoff ή ο Mauchly κι ο Eckert αξίζουν την αναγνώριση ως οι δημιουργοί του ηλεκτρονικού ψηφιακού υπολογιστή απετέλεσα το θέμα νομικών διαμαχών και συνεχιζόμενων ιστορικών διαφωνιών. Ο ENIAC άρχισε να κατασκευάζεται στη Σχολή Moore του Πανεπιστημίου της Pennsylvania και τέλειωσε το 1946.

Το 1944, οι Mauchly, Eckert και ο John von Neumann (1903-1957) ήδη δούλευαν για το σχεδιασμό ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή αποθηκευμένου-προγράμματος, του EDVAC.. Η αναφορά του von Neumann, "First Draft of a Report on the EDVAC", είχε μεγάλη επιρροή και περιείχε πολλές από τις ιδέες που ακόμη χρησιμοποιούνται στους περισσότερους σύγχρονους ψηφιακούς υπολογιστές. Οι Eckert και Mauchly συνέχισαν με την κατασκευή του UNIVAC.

Στο μεταξύ, στην Γερμανία, ο Konrad Zuse (1910-1995) είχε κατασκευάσει τον πρώτο λειτουργικό, γενικής-χρήσης, ελεγχόμενο-με-πρόγραμμα υπολογιστή, τον Z3, το 1941. Το 1945, ο Vannevar Bush δημοσίευσε ένα εκπληκτικά προφητικό άρθρο στο περιοδικό Atlantic Monthly για τους τρόπους που η επεξεργασία της πληροφορίας θα επηρέαζε την κοινωνία του μέλλοντος.

Ο Maurice Wilkes (γεννηθείς το 1913), εργαζόμενος στο Cambridge της Αγγλίας, έφτιαξε τον EDSAC, έναν υπολογιστή βασισμένο στον EDVAC. Ο F. C. Williams (γεννηθείς το 1911) και άλλοι στο Πανεπιστήμιο του Manchester κατασκεύασαν τον υπολογιστή Manchester Mark I, μια εκδοχή του οποίου λειτουργούσε τόσο παλιά όσο τον Ιούνιο του 1948. Μερικές φορές η μηχανή αυτή θεωρείται ως ο πρώτος ψηφιακός υπολογιστής με αποθηκευμένα προγράμματα.

Η ανακάλυψη του τρανζίστορ το 1947 από τους John Bardeen (1908-1991), Walter Brattain (1902-1987) και William Shockley (1910-1989) μετασχημάτισε τον υπολογιστή και καθίστησε δυνατή την επανάσταση των μικρο-επεξεργαστών. Για την ανακάλυψή τους αυτή κέρδισαν το Βραβείο Nobel στην φυσική το 1956. Ο Jay Forrester (γεννηθείς το 1918) ανακάλυψε τη μαγνητική μνήμη γύρω στο 1949.

### *Η δεκαετία του 1950*

Ο Grace Murray Hopper (1906-1992) ανακάλυψε την έννοια του μεταγλωττιστή (compiler), στο Remington Rand το 1951. Νωρίτερα το 1947, ο Hopper βρήκε το πρώτο "bug" (κοριό ή λάθος) του υπολογιστή -- ένα πραγματικό κοριό -- ένα έντομο που είχε μπει μέσα στον υπολογιστή Harvard Mark II. (Στην πραγματικότητα, το "bug-κοριός" είχε χρησιμοποιηθεί να σημαίνει "ελάττωμα" τουλάχιστον από το 1889.)

Ο John Backus και άλλοι ανέπτυξαν τον πρώτο μεταγλωττιστή (compiler) της FORTRAN τον Απρίλιο του 1957. Η LISP, μια γλώσσα επεξεργασίας καταλόγων για προγραμματισμό τεχνητής νοημοσύνης, ανακαλύφθηκε από τον John McCarthy γύρω στο 1958. Οι Alan Perlis, John Backus, Peter Naur και άλλοι ανέπτυξαν την Algol.

Ως προς το υλικό (hardware) του υπολογιστή, ο Jack Kilby (των Texas Instruments) κι ο Robert Noyce (της Fairchild Semiconductor) ανακάλυψαν το ολοκληρωμένο κύκλωμα το 1959. Ο Edsger Dijkstra ανακάλυψε έναν αποτελεσματικό αλγόριθμο των συντομότερων δρόμων σε γράφους σαν μια επίδειξη των δυνατοτήτων του υπολογιστή ARMAC το 1956. Επίσης ανακάλυψε έναν αποτελεσματικό αλγόριθμο για το ελάχιστο εκτεταμένο δένδρο για να ελαχιστοποιήσει την καλωδίωση που απαιτείται για τον υπολογιστή X1.

Σε μια φημισμένη εργασία που εμφανίσθηκε στο περιοδικό *Mind* το 1950, ο Alan Turing εισήγαγε το Τεστ του Turing, μια από τις πρώτες προσπάθειες στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης. Πρότεινε έναν ορισμό της "σκέψης" ή της "συνείδησης" χρησιμοποιώντας ένα παιχνίδι: αυτός που κάνει το τεστ πρέπει να αποφασίσει, στη βάση γραπτού διαλόγου, αν το ον στο διπλανό δωμάτιο που απαντά στις ερωτήσεις του είναι άνθρωπος ή υπολογιστής. Αν αυτή η διάκριση δεν μπορεί να γίνει, τότε θα μπορούσε να πει κανείς δικαιολογημένα ότι ο υπολογιστής "σκέπτεται."

Το 1952, ο Alan Turing συνελλήφθη για "σοβαρή απρέπεια" μετά από μια διάρρηξη που οδήγησε στην αποκάλυψη της σχέσης του με τον Arnold Murray. Στις 7 Ιουνίου 1954, ο Turing αυτοκτόνησε τρώγοντας ένα μήλο ποτισμένο με κυανιούχο άλας.

## ***Η δεκαετία του 1960***

Στην δεκαετία του 1960, η επιστήμη των υπολογιστών ή πληροφορική αναδείχθηκε σαν ένας ξεχωριστός κλάδος. Πράγματι, ο όρος (επιστήμη των υπολογιστών) κατασκευάστηκε από τον George Forsythe, έναν αριθμητικο-αναλύστα. Το πρώτο πανεπιστημιακό τμήμα της επιστήμης των υπολογιστών έγινε το 1962 στο Πανεπιστήμιο Purdue. Ο πρώτος που πήρε Ph.D. από τμήμα επιστήμης υπολογιστών ήταν ο Richard Wexelblat, στο Πανεπιστήμιο της Pennsylvania, τον Δεκέμβριο του 1965.

Τα λειτουργικά συστήματα είχαν μεγάλες προόδους. Ο Fred Brooks στην IBM σχεδίασε το System/360, μια οικογένεια διαφορετικών υπολογιστών με την ίδια αρχιτεκτονική και τους ίδιους κανόνες λειτουργίας, από τη μικρή μηχανή ως την μεγαλύτερη στην οικογένεια αυτή. Ο Edsger Dijkstra στο Eindhoven σχεδίασε το σύστημα πολυπρογραμματισμού THE. Στο τέλος της δεκαετίας αυτής, το ARPAnet, ο πρόδρομος του σημερινού Internet, άρχισε να λειτουργεί.

Πολλές νέες γλώσσες προγραμματισμού ανακαλύφθηκαν, όπως η BASIC (που αναπτύχθηκε γύρω στο 1964 από τον John Kemeny (1926-1992) και τον Thomas Kurtz (γεν. 1928)). Στην δεκαετία του 1960 ήρθε επίσης στο φως η θεωρία των αυτομάτων και των τυπικών γλωσσών. Τα μεγάλα ονόματα εδώ περιλαμβάνουν τους Noam Chomsky και Michael Rabin. Ο Chomsky έγινε αργότερα πολύ γνωστός για την θεωρία του ότι η γλώσσα αποτελεί το μηχανικό μέρος της ανθρώπινης νόησης και για τις επικρίσεις του στην Αμερικανική εξωτερική πολιτική. Η απόδειξη της ορθότητας των προγραμμάτων μέσω τυπικών μεθόδων άρχισε επίσης να γίνεται πιο σημαντική την δεκαετία αυτή. Η δουλειά του Tony Hoare έπαιξε ένα σημαντικό ρόλο. Ο Hoare ανακάλυψε επίσης την Quicksort.

Ο Ted Hoff (γεν. 1937) και ο Federico Faggin της Intel σχεδίασαν τον πρώτο μικροεπεξεργαστή (υπολογιστή σ' ένα chip) κατά το 1969-1971. Μια αυστηρή μαθηματική βάση για την ανάλυση των αλγορίθμων άρχισε με την δουλειά του Donald Knuth (γεν. 1938), συγγραφέα ενός 3-τομου έργου με την ονομασία Η Τέχνη του Προγραμματισμού Υπολογιστών (The Art of Computer Programming).

## ***Η δεκαετία του 1970***

Η θεωρία των βάσεων δεδομένων είδε την κύρια πρόοδό της με την δουλειά του Edgar F. Codd σε συσχετιστικές βάσεις δεδομένων. Ο Codd κέρδισε το βραβείο Turing το

1981. Το Unix, ένα πολύ σημαντικό λειτουργικό σύστημα, αναπτύχθηκε στα Εργαστήρια Bell από τον Ken Thompson (γεν. 1943) και τον Dennis Ritchie (γεν. 1941). Μαζί οι Brian Kernighan και Ritchie ανέπτυξαν την C, μια σημαντική γλώσσα προγραμματισμού.

Άλλες νέες γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Pascal (που ανακαλύφθηκε από τον Niklaus Wirth) και η Ada (που αναπτύχθηκε από μια ομάδα υπό την καθοδήγηση του Jean Ichbiah), εμφανίσθηκαν την δεκαετία αυτή. Η πρώτη αρχιτεκτονική RISC άρχισε από τον John Cocke το 1975, στα Εργαστήρια Thomas J. Watson της IBM. Παρόμοια πρότζεκτ ξεκίνησαν στο Berkeley και το Stanford γύρω στο ίδιο διάστημα.

Στην δεκαετία του 1970 είχαμε επίσης την εμφάνιση των υπερυπολογιστών (supercomputers). Ο Seymour Cray (γεν. 1925) σχεδίασε τον CRAY-1, που βγήκε για πρώτη φορά το Μάρτιο του 1976. Μπορούσε να κάνει 160 εκατομμύρια πράξεις το δευτερόλεπτο. Ο Cray XMP βγήκε το 1982. Την εταιρία Cray Research την πήρε τελικά η Silicon Graphics.

Επιπλέον, υπήρξαν σημαντικές πρόοδοι στους αλγόριθμους και την υπολογιστική πολυπλοκότητα. Το 1971, ο Steve Cook δημοσίευσε την θεμελιώδη εργασία του στην πληρότητα-NP και μετά από λίγο ο Richard Karp έδειξε ότι πολλά φυσικά συνδυαστικά προβλήματα είναι πλήρη-NP. Οι Whit Diffie και Martin Hellman δημοσίευσαν μια εργασία που εισήγαγε στην κρυπτογραφία δημοσίων-κλειδιών κι ένα κρυπτοσύστημα δημοσίου-κλειδιού γνωστό ως RSA ανακαλύφθηκε από τους Ronald Rivest, Adi Shamir και Leonard Adleman. Το 1979, τρεις μεταπτυχιακοί φοιτητές στη North Carolina ανέπτυξαν έναν εξυπηρετητή (server) κατανεμημένων νέων που τελικά εξελίχθηκε στο Usenet.

### ***Η δεκαετία 1980***

Από το 1981 και μετά, η ανάπτυξη των υπολογιστών είναι ραγδαία. Στην δεκαετία αυτή είχαμε την εμφάνιση του προσωπικού υπολογιστή από τους Steve Wozniak και Steve Jobs, ιδρυτές της Apple Computer. Οι πρώτοι ιοί υπολογιστών εμφανίσθηκαν γύρω στο 1981. Ο όρος οφείλεται στον Leonard Adleman, τώρα στο Πανεπιστήμιο της Southern California. Το 1981, ο πρώτος πραγματικά πετυχημένος φορητός υπολογιστής βγήκε στην αγορά, ο Osborne I. Το 1984, η Apple πρώτο-έβγαλε τον υπολογιστή Macintosh.

Το 1987, το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (National Science Foundation ή NSF) των ΗΠΑ εγκαινίασε το NSFnet, πρόδρομο μέρους του σημερινού Internet. Σήμερα, οι

μικροεπεξεργαστές (CPU) έχουν 10 εκατομμύρια transistors, εκτελούν περίπου 1 δισεκατομμύριο πράξεις το δευτερόλεπτο και επικοινωνούν με αρτηρίες (Bus) τουλάχιστον 128 bits, ενώ η κεντρική μνήμη τους (RAM) είναι 100 - 500 MB. Από τις αρχές της δεκαετίας του '90, η ανάπτυξη του Διαδικτύου (Internet) έφερε πραγματική επανάσταση στην λειτουργία αλλά και την δομή των προσωπικών υπολογιστών.

### ***Η δεκαετία του 1990 και μετά***

Οι παράλληλοι υπολογιστές συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Η βιολογική πληροφορική, με τη πρόσφατη δουλειά του Len Adleman σε υπολογισμούς μέσω DNA, υπόσχεται πολλά. Το Πρότζεκτ του Ανθρώπινου Γονιδιόματος (Human Genome Project) επιχειρεί να καταγράψει όλο το DNA του ανθρώπου. Η κβαντική πληροφορική παίρνει μια ιδιαίτερη ώθηση με την ανακάλυψη του Peter Shor για την παραγοντοποίηση των ακεραίων που μπορεί να εκτελεστεί αποτελεσματικά σ' έναν (θεωρητικό) κβαντικό υπολογιστή.

Οι "Λεωφόροι των Πληροφοριών" (Information Superhighway) συνδέουν όλο και περισσότερους υπολογιστές σ' όλο τον κόσμο. Οι υπολογιστές γίνονται όλο και πιο μικροί και γεννάται η νανο-τεχνολογία.

### **1.3. Ιατρική πληροφορική -Ορισμός, Ιστορική αναδρομή**

Η Ιατρική Πληροφορική είναι μία Βιοϊατρική Επιστήμη που αναπτύσσει θεωρητικές μεθόδους και πρακτικά εργαλεία για την υποστήριξη και βελτιστοποίηση της Ιατρικής ανακάλυψης, της Ιατρικής εκπαίδευσης, της Ιατρικής πράξης, και της Οργάνωσης Υπηρεσιών Υγείας.[3]

Ο όρος "Ιατρική Πληροφορική" ("Informatique Medicale") δημιουργήθηκε στη Γαλλία και ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 ιδρύθηκαν πανεπιστημιακά τμήματα με αυτό το τίτλο στη Γαλλία, Βέλγιο και Ολλανδία. Στην δεκαετία του 1970 αντίστοιχες ερευνητικές μονάδες και ο όρος "Ιατρική Πληροφορική" έκαναν την εμφάνισή τους στην Γερμανία, Πολωνία και ΗΠΑ(ως "Medizinische Informatik", "Informatyki Medycnej", "Medical Informatics" αντίστοιχα).

Στα χρόνια που μεσολάβησαν μεταξύ της μοντέρνας υπολογιστικής τεχνολογίας και θεωρίας, η Ιατρική Πληροφορική απέκτησε ένα σύνθετο περιεχόμενο. Μπορούμε να ορίσουμε την Ιατρική Πληροφορική σαν τον Βιοϊατρικό κλάδο που μελετά εφαρμογές της



πληροφορικής και συναφών επιστημών στην ιατρική με σκοπό την βελτιστοποίηση των διαδικασιών:

- ιατρικής ανακάλυψης,
- μετάδοσης και διδασκαλίας της ιατρικής γνώσης,
- καταγραφής, αποθήκευσης, ανάκλησης και μετάδοσης των ιατρικών δεδομένων, και
- λήψης ιατρικών αποφάσεων, άσκησης ιατρικών παρεμβάσεων, και οργάνωσης των υπηρεσιών υγείας

Η Ιατρική Πληροφορική χρησιμοποιεί μεθόδους από πολλές επιστήμες όπως:

- Επιστήμη Πληροφοριών,
- Επιστήμη Υπολογιστών,
- Βιοϊατρική Τεχνολογία,
- Επιστήμη Γνωστικών Λειτουργιών,
- Οργάνωση και Διοίκηση Επιχειρήσεων,
- Στατιστική,
- Μαθηματικά,
- Τεχνητή Νοημοσύνη,
- Επιχειρησιακή Έρευνα, και
- Οικονομικά.

Η Ιατρική Πληροφορική έχει κατά συνέπεια περιεχόμενο βασικής έρευνας, κλινικής ιατρικής, και οργάνωσης υπηρεσιών υγείας. Τα τελευταία χρόνια έχει ξεφύγει από τα στενά πλαίσια του σχεδιασμού και εφαρμογής πληροφοριακών συστημάτων και αποτελεί μια ολοκληρωμένη, αναλυτική, και ορθολογιστική μέθοδο προσέγγισης της ιατρικής έρευνας και πράξης.

### 1.3.1. Ορόσημα στην Ιστορία της Ιατρικής Πληροφορικής

Δεκαετία του 40:

Οι Von Neuman και Morgerstem θέτουν τις αξιωματικές βάσεις της Θεωρίας Λήψης

Ιατρικών αποφάσεων.

Δεκαετίες του 50 και 60:

- Οι Ledley και Lusted περιγράφουν στο Science τρόπους με τους οποίους οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ιατρική διάγνωση και θεραπεία.
- Οι Warner και οι συνεργάτες περιγράφουν την πρώτη εφαρμογή ηλεκτρονικού υπολογιστή στην διάγνωση (συγγενών καρδιοπαθειών).
- Ανάπτυξη ιατρικών πληροφοριακών συστημάτων για νοσοκομεία και ιατρεία. Συστήματα υπενθύμισης και ειδοποίησης.
- Συστήματα διάγνωσης βασισμένα στο θεώρημα Bayes.  
Σύστημα MEDLINE

Δεκαετία του 70:

- Προσέγγιση της διάγνωσης και θεραπείας με συμβολική τεχνητή νοημοσύνη. Πρώτο σύστημα (INTERNIST) που αποδεδειγμένα πραγματοποιεί διαγνώσεις στο σύνολο της εσωτερικής παθολογίας με ακρίβεια ανώτερη από ειδικευμένους παθολόγους (R.A. Miller, H.E. Pople, J.D. Myers , INTERNIST-I , An Experimental Computer-Based Diagnostic Consultant for General Internal Medicine. *New England Journal of medicine* 307, 468-476, 1982).
- Τεκμηρίωση ανθρώπινων νοητικών σφαλμάτων (D. Kahneman, P. Slovic, A. Tversky , *Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases* Cambridge University Press, Cambridge, England, 1982).

Δεκαετία του 80 - μέσα δεκαετίας 90:

- Εφαρμογές Θεωρίας Λήψης Ιατρικών Αποφάσεων
- Διαμόρφωση Ιατρικής Πληροφορικής σαν αυτόνομου βιοϊατρικού κλάδου.
- Εξελιγμένα προγράμματα τυπικής εκπαίδευσης στην ιατρική πληροφορική
- Δίκτυα κατά Bayes.(κι άλλος σύνδεσμος)
- Πρόγραμμα AIM στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Υιοθέτηση της Ιατρικής Πληροφορικής σαν στρατηγικό στόχο του National Science Foundation (μέσω της National Library of Medicine) των ΗΠΑ.

- Μηχανική εκμάθηση, και αυτοματοποιημένη επιστημονική ανακάλυψη.

Μέσα δεκαετίας 90-:

- Εκρηκτική ανάπτυξη του Διαδικτύου και εφαρμογών Τηλεϊατρικής.

#### 1.4. Βιοπληροφορική

Η Βιοπληροφορική είναι μια σύνθετη επιστήμη και ασχολείται με εφαρμογές της Πληροφορικής στην Βιολογία.[1] Καθώς το αντικείμενο της Βιολογίας είναι εξαιρετικά ευρύ έτσι και η επιστήμη της Βιοπληροφορικής είναι δύσκολο να οριστεί και να απαριθμηθούν οι τομείς που καλύπτει.

Ένα βασικός τομέας της Βιοπληροφορικής είναι η χρήση των υπολογιστών για την τέλεση πειραμάτων και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων από αυτά. Σήμερα υπάρχουν πανάκριβα μηχανήματα, κυρίως μοριακής βιολογίας, στα οποία αφού τοποθετηθούν τα κατάλληλα αντιδραστήρια και οι προς έρευνα βιολογικές ουσίες εξάγουν τα αποτελέσματα των ερευνών σε οθόνες υπολογιστών για παιρετέρω ανάλυση από τους επιστήμονες. Τέτοια μηχανήματα είναι και αυτά με τα οποία έγινε η ανάλυση του ανθρώπινου γονιώματος και η αποκρυπτογράφηση του DNA. Άλλα τέτοια μηχανήματα είναι τα DNA τσιπ. Γενικά η χρήση των υπολογιστών στις πειραματικές διεργασίες έδωσε την δυνατότητα για μαζικά και ακριβή αποτελέσματα. Ένας άλλος μεγάλος τομέας της Βιοπληροφορικής είναι οι βάσεις δεδομένων.

Με την αποκωδικοποίηση του DNA και των πρωτεϊνών του ανθρώπου αλλά και πάρα πολλών άλλων οργανισμών δημιουργήθηκαν μεγάλες βάσεις δεδομένων για την καταγραφή τους. Χαρακτηριστικός είναι ο αριθμός των βάσεων που είναι καταχωρημένες στις τρεις μεγάλες βάσεις δεδομένων που αφορούν το DNA (Genbank, EMBL, DDBJ) ο οποίος ξεπερνάει αυτήν την στιγμή τα 20 τρισεκατομμύρια! Άμεση βέβαια είναι η ανάγκη για εργαλεία-λογισμικά πληροφορικής τα οποία θα χειριστούν και ταξινομήσουν την πληροφορία αυτή. Υπάρχει πολύ έντονο ενδιαφέρον για κατασκευή ισχυρών εργαλείων που θα χειρίζονται αυτήν την πληροφορία και ταυτόχρονα θα εξάγουν περισσότερα συμπεράσματα. Τα συμπεράσματα μπορεί να αφορούν την εξέλιξη (φυλογένεση) ή αυτήν κάθε αυτήν την λειτουργία των πρωτεϊνών. Να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι η πληροφορία που καταγράφεται αυξάνει μέρα με τη μέρα και δεν έχει τελειώσει με την

αποκρυπτογράφηση του DNA του ανθρώπου μια και υπάρχουν πάρα πολλοί άλλοι οργανισμοί που δεν έχουν αποκρυπτογραφηθεί αλλά και πολλά γονίδια που πρέπει να ερευνηθούν από διαφορετικούς ανθρώπους για να έχουμε συμπεράσματα για διάφορες ασθένειες.

Ένας άλλος τομέας της Βιοπληροφορικής είναι η δομική Βιολογία ή αλλιώς η παρουσίαση των δομών διάφορων βιολογικών μακρομορίων. Να διευκρινίσουμε ότι η γνώση της δομής στο χώρο των μακρομορίων αυτών είναι αυτή που θα δώσει την απάντηση σε πάρα πολλές ασθένειες μια και οι περισσότερες οφείλονται σε προβληματική λειτουργία των πρωτεϊνών που σχετίζονται με αυτές. Η λειτουργία μιας πρωτεΐνης είναι άμεσα συνδεδεμένη με την δομή. Η Βιοπληροφορική ασχολείται τόσο με την απεικόνιση της τρισδιάστατης δομής που έχει προκύψει από πειραματικά δεδομένα όσο και με την πρόβλεψή της με διάφορους αλγόριθμους που έχει υποτεθεί ότι ισχύουν για τις δομές των πρωτεϊνών. Στην περίπτωση των τρισδιάστατων δομών χρειάζονται εξαιρετικά ισχυροί ηλεκτρονικοί υπολογιστές και είναι ένας τομέας που οδηγεί τους κατασκευαστές των υπολογιστών σε όλο και πιο νέες και πιο δυνατές τεχνολογίες. Γενικά η επιστήμη της Βιοπληροφορικής αναμένεται να βρίσκει όλο και περισσότερες εφαρμογές τα επόμενα χρόνια στην Βιολογία και στην Ιατρική και ταυτόχρονα να δημιουργεί πολλές θέσεις εργασίας.

### **1.5. Βιοϊατρική Τεχνολογία -Εφαρμογές**

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία είναι η εφαρμογή των αρχών των θετικών επιστημών και των παραγώγων τους στην ανάλυση και την επίλυση προβλημάτων στους τομείς της Ιατρικής και της Βιολογίας.[4] Σε πολλούς τομείς της Υγείας όπως είναι η πρόληψη και η αντιμετώπιση των ασθενειών ή η αποκατάσταση ασθενών π.χ. με κινητικά προβλήματα η συμμετοχή τη Βιοϊατρικής Τεχνολογίας είναι απαραίτητη.

Η δημιουργία συστημάτων υποστήριξης ζωής (Life support systems), ο σχεδιασμός και η δημιουργία τεχνητών οργάνων όπως τεχνητή καρδιά αλλά και η δημιουργία συσκευών και συστημάτων π.χ. Για άτομα με ειδικές ανάγκες με σκοπό την εκπαίδευση τους με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και την επανένταξη και απασχόληση τους μέσα στο κοινωνικό σύνολο , είναι μόνο ένα μέρος από τις τόσες εφαρμογές της Ιατρικής Τεχνολογίας.

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία προέρχεται από τους τομείς των θετικών επιστημών , της Βιολογίας και της Ιατρικής. Η επιστήμη αυτή βασίζεται πάνω στην κλασική Μηχανολογία και την Ηλεκτρολογία. Με τον καιρό όμως και με την σύγχρονη εξέλιξη της

τεχνολογίας και ειδικά της Ηλεκτρονικής αυτή έχει επεκταθεί και σε άλλους τομείς όπως είναι η τεχνολογία ιατρικών οργάνων, κλινική μηχανική , τεχνητά μέλη και όργανα κ.α.

Ο ρόλος της επιστήμης αυτής είναι τεράστιος με άπειρες εφαρμογές όπως: τεχνητή καρδιά , φακοί επαφής , αναπηρικά καροτσάκια , τεχνητά μέλη και όργανα όπως τεχνητοί τένοντες , τεχνητός νεφρός , βιοϊατρική πληροφορική , εφαρμοσμένη βιολογία (bionics) κ.α. Ο δε ρόλος του Βιοϊατρικού μηχανικού είναι στενά συνδεδεμένος με την διαχείριση της.

### 1.6. Βιοϊατρική Εφαρμοσμένη Μηχανική

Η Βιοϊατρική εφαρμοσμένη μηχανική (BME) είναι η εφαρμογή των αρχών και των τεχνικών εφαρμοσμένης μηχανικής στον ιατρικό τομέα.[1] Συνδυάζει το σχεδιασμό και την επίλυση προβλημάτων των μηχανικών με τις ιατρικές και βιολογικές επιστήμες για να βοηθήσουν στη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης των ασθενών και την ποιότητα της ζωής των υγιών ατόμων. Ως ένα σχετικά νέο επιστημονικό πεδίο, ένα μεγάλο μέρος της εργασίας στη βιοϊατρική εφαρμοσμένη μηχανική αποτελείται από την έρευνα και την ανάπτυξη, που καλύπτει μια σειρά τομέων: βιοπληροφορική, ιατρική απεικόνιση, επεξεργασία εικόνας, φυσιολογική επεξεργασία σήματος, εκβιομηχανική, βιολογικά υλικά και βιομηχανική, ανάλυση



Η Τεχνητή καρδιά Jarvik-7 είναι εφαρμογή της BME  
Πηγή: wikipedia

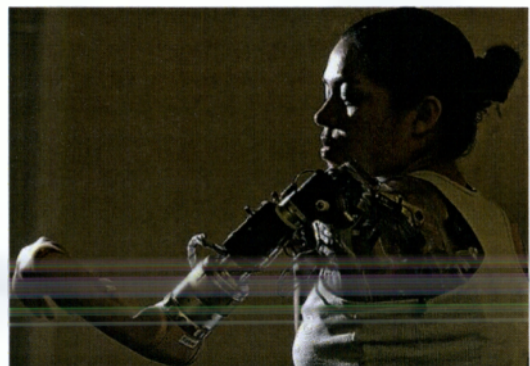
συστημάτων, τρισδιάστατη διαμόρφωση, κ.λπ. Τα παραδείγματα των συγκεκριμένων εφαρμογών της βιοϊατρικής εφαρμοσμένης μηχανικής είναι η ανάπτυξη και η κατασκευή των βιοσυμβατών προσθέσεων, των ιατρικών συσκευών, των διαγνωστικών συσκευών και του εξοπλισμού απεικόνισης όπως MRIs (Magnetic Resonance Imaging) και EEGs, (Electroencephalography) και των φαρμακευτικών ναρκωτικών.

Η Βιοϊατρική εφαρμοσμένη μηχανική τεχνολογία θεωρείται ευρέως ένα επιστημονικό πεδίο, με αποτέλεσμα ένα ευρύ φάσμα γνωστικών αντικειμένων που δέχεται επιρροή από διάφορους τομείς και πηγές. Λόγω της εξαιρετικής πολυμορφίας, δεν θεωρείται μη τυπικό για ένα μηχανικό βιοϊατρικής να επικεντρώνεται σε μια ιδιαίτερη πτυχή. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές ταξινομικές κατανομές των BME, ένας τέτοιος κατάλογος προσδιορίζει τις πτυχές του εν λόγω τομέος, όπως:

- Βιοηλεκτρική και νευρική εφαρμοσμένη μηχανική
- Βιοϊατρική απεικόνιση και βιοϊατρική οπτική
- Βιοϋλικά
- Βιομηχανική
- Βιοϊατρικών συσκευών και οργάνων
- Μοριακή, κυτταρική και εφαρμοσμένη μηχανική ιστού
- Και των ολοκληρωτικών συστημάτων μηχανικής

### 1.7. Βιομηχανική

Η Βιομηχανική είναι η μηχανική που εφαρμόζεται στη Βιολογία.[1] Είναι η έρευνα και η ανάλυση της μηχανικής των ζωντανών οργανισμών ή της εφαρμογής και της παραγωγής των αρχών εφαρμοσμένης μηχανικής στα και από τα βιολογικά συστήματα. Ο Giovanni Alfonso Borelli έγραψε το πρώτο βιβλίο για την βιομηχανική, *De Motu Animalium*, ή *Στην Κίνηση των Ζώων*. Όχι μόνο είδε τα σώματα των ζώων ως μηχανικά συστήματα, αλλά επεδίωκε ζητήματα όπως η φυσιολογική διαφορά μεταξύ της φαντασίας εκτελώντας μια δράση και κάνοντας το πραγματικά. Μερικά απλά παραδείγματα της βιομηχανικής έρευνας περιλαμβάνουν την έρευνα για τις δυνάμεις που ενεργούν στα κλαδιά, την αεροδυναμική των πτηνών και το πέταγμα των εντόμων, την υδροδυναμική της κολύμβησης των ψαριών και τη μηχανική υποστήριξη που παρέχονται από τις ρίζες δέντρων, και τη μετακίνηση γενικά σε όλες τις μορφές ζωής, από τα μεμονωμένα κύτταρα σε ολόκληρους τους οργανισμούς. Η βιομηχανική των ανθρώπινων όντων είναι ένα μέρος της Κινησιολογίας. Η Εφαρμοσμένη μηχανική, ειδικότερα η θερμοδυναμική και η μηχανική συνέχειας, και η μηχανική ρευστού και μηχανική στερεού, διαδραματίζουν τους προεξέχοντες ρόλους στη μελέτη της βιομηχανικής. Με την εφαρμογή των νόμων και των εννοιών της φυσικής, οι βιομηχανικοί μηχανισμοί και οι δομές μπορούν να μιμηθούν και να μελετηθούν.



**Προσθετικό τεχνητό άκρο**

Η μελέτη της βιομηχανικής κυμαίνεται από τις εσωτερικές λειτουργίες ενός κυττάρου για την κυκλοφορία και την ανάπτυξη των άκρων, μέχρι τις μηχανικές ιδιότητες των

μαλακών ιστών και των οστών. Δεδομένου ότι αναπτύσσουμε μια μεγαλύτερη κατανόηση της φυσιολογικής συμπεριφοράς των ζωντανών ιστών, οι ερευνητές είναι σε θέση να προωθήσουν τον τομέα της εφαρμοσμένης μηχανικής ιστού, καθώς επίσης και να αναπτύξουν τις βελτιωμένες επεξεργασίες για μια ευρεία σειρά παθολογιών. Η βιομηχανική ως αθλητική επιστήμη, Κινησιολογία, εφαρμόζει τους νόμους της μηχανικής και της φυσικής για την ανθρώπινη απόδοση προκειμένου να αποκτήσει μια μεγαλύτερη κατανόηση των επιδόσεων σε αθλητικά γεγονότα μέσω της μοντελοποίησης, της προσομοίωσης, και της μέτρησης.

## 1.8. Βιονική

Το θέμα της αντιγραφής, της μίμησης, και της εκμάθησης από τη βιολογία ονομάστηκε Βιονική από τον Jack Steele, της Πολεμικής Αεροπορίας των Η.Π.Α.[1] Το 1960 σε μια συνεδρίαση στη βάση Πολεμικής Αεροπορίας Wright-Patterson στο Dayton του Ohio. Το 1969, ο Otto H. Schmitt έπλασε τον όρο Βιομιμητική, για να περιγράψει τα παραπάνω. Ο τομέας αυτός προσδιορίζεται όλο και περισσότερο καθώς αναδύονται νέα θέματα της επιστήμης και της εφαρμοσμένης μηχανικής. Η νέα σχετικά επιστήμη της Βιονικής και της Βιομιμητικής αντιπροσωπεύει τη μελέτη και τη μίμηση των μεθόδων, των σχεδίων και των διαδικασιών της φύσης.

Ενώ μερικές από τις βασικές διαδικασίες και σχέδια της Φύσης μπορούν να αντιγραφούν, υπάρχουν πολλές ιδέες από τη Φύση που προσαρμόζονται καλύτερα εάν πρόκειται να χρησιμεύσουν απλά ως έμπνευση, χρησιμοποιώντας τις ανθρωπογενείς ικανότητες. Η Βιονική (που σήμερα αποκαλείται επίσης Υβριδικά Συστήματα) μπορεί να οριστεί επίσης ως η αύξηση ή η αντικατάσταση διαδικασιών και λειτουργιών των ανθρώπινων άκρων μέσω μηχανών που ελέγχονται από τα ανθρώπινα νευρικά συστήματα (συμπόσιο Βιονικής, 1960). Η Βιονική έρχεται επίσης να σημάνει την εφαρμογή της γνώσης των ζωντανών οργανισμών στη λύση προβλημάτων εφαρμοσμένης μηχανικής. Η ουσιαστική πτυχή της Βιονικής, τουλάχιστον σε κάποια περίοδο, αφορούσε στρατιωτικές εφαρμογές, για ανάπτυξη προηγμένου εξοπλισμού που θα συνδύαζε τις δυνάμεις των τεχνητών μηχανικών συστημάτων με εκείνες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Η έμφαση και στις δύο προσεγγίσεις (Βιονική και Βιομιμητική) είναι να εφαρμοστεί η γνώση των βιολογικών οργανισμών για να λύσει τα προβλήματα εφαρμοσμένης μηχανικής που δεν περιλαμβάνουν απαραίτητος κάποια πτυχή της βιολογίας.

### 1.8.1. Η Βιονική στην Ιατρική

Βιονική είναι ένας όρος που αναφέρεται σε μια ροή από ιδέες που προέρχονται από την βιολογία μέχρι την μηχανική και αντίστροφα. Ως εκ τούτου, υπάρχουν δυο ελαφρώς διαφορετικές απόψεις όσον αφορά τη σημασία της λέξης. Στην ιατρική, η Βιονική έχει την έννοια της αντικατάστασης ή της ενίσχυσης των οργάνων ή άλλων μερών του σώματος με μια μηχανική εκδοχή.[1] Τα Βιονικά εμφυτεύματα διαφέρουν από απλές προσθέσεις με το να μιμούνται την αρχική λειτουργία με πολύ καλό αποτέλεσμα.

Ενώ οι τεχνολογίες που καθιστούν δυνατό ένα βιονικό εμφύτευμα βρίσκονται ακόμη σε πολύ πρώιμο στάδιο, πολύ λίγες είναι εκείνες οι βιονικές συσκευές που ήδη υπάρχουν, με το πιο γνωστό από όλα να είναι το κοχλιακό εμφύτευμα μία βοηθητική συσκευή για τους κωφούς. Μέχρι το 2004 πλήρως λειτουργικές τεχνητές καρδιές είχαν αναπτυχθεί. Σημαντική περαιτέρω πρόοδος αναμένεται να πραγματοποιηθεί με την έλευση των νανοτεχνολογιών. Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα μιας προτεινόμενης νανο-συσκευής είναι μια συσκευή με τεχνητά ερυθρά κύτταρα, το οποίο σχεδιάστηκε (αν και δεν φτιάχτηκε ακόμα) από τον Robert Freitas.

### 1.9. Νανοτεχνολογία -Ορισμός

Η Νανοτεχνολογία είναι ένα συναρπαστικό πεδίο της επιστημονικής ανάπτυξης, το οποίο υπόσχεται "περισσότερο" για λιγότερο.[5] Προσφέρει τρόπους για να δημιουργηθούν μικρότερες, φθηνότερες, ταχύτερες και ελαφρύτερες συσκευές που μπορούν να κάνουν περισσότερα πράγματα και πιο έξυπνα, χρησιμοποιώντας λιγότερα πρώτα υλικά και καταναλώνοντας λιγότερη ενέργεια.

Η λέξη νανοτεχνολογία προέρχεται από την ελληνική λέξη που σημαίνει "νάνος". Η νανοτεχνολογία ως κλάδος στηρίζεται στην ιδέα ότι ο άνθρωπος μπορεί να επέμβει στο τελευταίο, στο χαμηλότερο επίπεδο ύλης, το άτομο, και εκεί να δημιουργήσει τα επιθυμητά αντικείμενα. Πρόκειται λοιπόν για την τεχνολογία που μπορεί να δημιουργεί συσκευές στο επίπεδο του μορίου, του ατόμου ή ακόμα και του νανόμετρου, που ισούται με ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου. Τεχνικά, η νανοτεχνολογία θα είναι ακριβής σε επίπεδο ατόμων, δηλαδή τα παραγόμενα προϊόντα θα έχουν κάθε άτομο στη σωστή (επιθυμητή) θέση, θα μπορεί να δημιουργεί δομές συνεπείς προς τους νόμους της φυσικής, και όλα αυτά με μικρό κατασκευαστικό κόστος.

Επί του παρόντος βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και θυμίζει περισσότερο σενάριο



επιστημονικής φαντασίας παρά κάτι υλοποιήσιμο. Ωστόσο, το πιθανότερο είναι ότι τα επόμενα χρόνια η ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας θα πάρει τη μορφή έκρηξης και θα αποτελέσει απτή πραγματικότητα.

### Οι Τέσσερις Γενιές

Ο Mihail (Mike) Roco του Αμερικανικού National Nanotechnology Initiative περιέγραψε *τέσσερις γενιές* της ανάπτυξης της νανοτεχνολογίας. [6]

1. Η *σημερινή* εποχή, που εικονίζει ο Roco,(2000) είναι αυτή των παθητικών νανοδομών, υλικών που προορίζονται για την εκτέλεση ενός καθήκοντος.
2. Η *δεύτερη γενιά* ,στην οποία τώρα μπαίνουμε, εισάγει για ενεργές νονοδομές για πολυμηχανήματα. όπως ενεργοποιητές, συσκευές χορήγησης φαρμάκων, και αισθητήρες.
3. Η *τρίτη γενιά* αναμένεται να αρχίσει γύρω στο 2010 όπου χαρακτηριστικό γνώρισμα των νανοσυστημάτων θα είναι χιλιάδες αλληλεπιδρώντα στοιχεία.
4. Η *τέταρτη γενιά*, λίγα χρόνια μετά από αυτή,(2015-2020) θα λειτουργήσουν τα πρώτα ολοκληρωμένα νανοσυστήματα, (σύμφωνα με Roco) που θα μοιάζουν με κύτταρα θηλαστικού που θα έχουν ιεραρχικά συστήματα εντός των συστημάτων, αναμένεται να αναπτυχθούν.

#### *1.9.1 Η Νανοτεχνολογία στην Ιατρική (Νανοϊατρική)*

Νανοϊατρική ορίζεται ως η ιατρική εφαρμογή της νανοτεχνολογίας για την πρόληψη και τη θεραπεία ασθενειών για το ανθρώπινο σώμα..[7] Κύτταρα και ιοί υπάρχουν σε νανοκλίμακα , επομένως, η νανοϊατρική περιλαμβάνει την ανάπτυξη ιατρικών εφαρμογών που λειτουργούν στο πιο βασικό επίπεδο του ανθρωπίνου σώματος. Οι εφαρμογές αυτές είναι ελπιδοφόρες για την ασφαλή παρακολούθηση και τον χειρισμό των βιολογικών συστημάτων μέσω της χρήσης της μηχανικής των νανοδομών νανομηχανών που είναι συμβατά με το ανθρώπινο σώμα, τα μόρια και τα άτομα της. Οι πιθανές εφαρμογές για τη νανοτεχνολογία στην βιομηχανία της υγείας περιλαμβάνουν τα συστήματα χορήγησης φαρμάκων, τεχνητών ιστών και οργάνων, μηχανικά ένζυμα, και nanobots τα οποία μπορούν να προγραμματιστούν και να ελέγχονται ώστε να στοχεύσουν σε μεμονωμένα κύτταρα.

Η Νανοϊατρική μπορεί να οριστεί ως η παρακολούθηση, η επισκευή, η κατασκευή και

ο έλεγχος των ανθρώπινων βιολογικών συστημάτων στο μοριακό επίπεδο, χρησιμοποιώντας τις κατασκευασμένες νανοσυσκευές και νανοδομές. Βασικά νανοϋλικά, κατασκευασμένα ένζυμα, και πολλά προϊόντα της βιοτεχνολογίας θα είναι πάρα πολύ χρήσιμα στις βραχυπρόθεσμες ιατρικές εφαρμογές. Η νανοϊατρική υπόσχεται να θεραπεύσει τις ανίατες ασθένειες και να κάνει το ιατρικό έργο ευκολότερο. Αόρατα στο ανθρώπινο μάτι νανορομπότ θα εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό (μέσω ενός χαπιού λ.χ.) και θα δίνουν αναλυτική διάγνωση για την κατάσταση του οργανισμού. Κατόπιν, άλλα νανορομπότ θα αναλαμβάνουν τη θεραπεία. Μία λεπτή ανάλυση στο ακροδάχτυλο θα αρκεί για να έχουμε αναλύσεις αίματος για πάντα (από το ίδιο άτομο). Η θεραπεία θα είναι στοχευμένη στα ασθενή κύτταρα και δεν θα προκαλεί παρενέργειες. Ασθένειες όπως η τύφλωση θα μπορούν να θεραπευθούν, και ο κατάλογος δεν τελειώνει εδώ...

#### 1.9.2. Εφαρμογές της Νανοϊατρικής

Οι εφαρμογές της Νανοϊατρικής σήμερα είναι περιορισμένες.[8] Οι σημερινές έρευνες και προσπάθειες εξέλιξής της συγκεντρώνονται σε έξι αρχικές κατηγορίες:

Αντιμικροβιακές ιδιότητες. Οι προσπάθειες στρέφονται στο να ερευνηθούν νανοϋλικά με ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες. Το ασήμι Nanocrystalline, παραδείγματος χάριν, χρησιμοποιείτε ήδη για την θεραπεία των πληγών.

Βιοφαρμακευτική. Οι προσπάθειες στρέφονται στις εφαρμογές διανομής φαρμάκων χρησιμοποιώντας νανοϋλικά

Εμφυτεύσιμα υλικά. Οι προσπάθειες είναι κεντροθετημένες στη χρησιμοποίηση των νανοϋλικών για στην επισκευή και αντικατάσταση των κατεστραμμένων ή ασθενών ιστών. Τα εμφυτεύσιμα νανοϋλικά θα μπορούσαν να αυξήσουν την προσκόλληση, τη βιωσιμότητα, και τη διάρκεια ζωής των μοσχευμάτων, και οι νανοδομές θα μπορούσαν να παρέχουν ένα πλαίσιο ώστε να βελτιωθεί η αναγέννηση ιστού. Επιπλέον, εμφυτεύσιμα νανοϋλικά θα μπορούσαν να κατασκευαστούν για να ελαχιστοποιήσουν τις παρενέργειες και τον κίνδυνο απόρριψης. Επιπλέον, τα έξυπνα νανοϋλικά θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν και να ανταποκριθούν στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στις χημικές αντιδράσεις.

Εμφυτεύσιμες συσκευές. Οι προσπάθειες συγκεντρώνονται στην εμφύτευση μικρών συσκευών που θα χρησιμεύσουν ως αισθητήρες, διανομείς φαρμάκων, αντλίες και

συσκευές που θα ενισχύουν την όραση και την ακοή. Επίσης άλλες συσκευές θα μπορούσαν να ελέγξουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες, να ανιχνεύσουν συγκεκριμένες ιδιότητες, και να δώσουν τις κατάλληλες φυσικές, χημικές, ή φαρμακευτικές λύσεις..

Διαγνωστικά εργαλεία. Οι προσπάθειες κατευθύνονται στη χρησιμοποίηση των συσκευών με μικροτσιπ που θα μειώσουν την ανάλυση του DNA και θα ανακαλύπτουν φάρμακα σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα και με λιγότερες διαδικασίες. Επιπλέον, συσκευές που θα ανίχνευαν έγκαιρα την διάγνωση της ασθένειας.

Κατανόηση των βασικών διαδικασιών ζωής. Οι προσπάθειες στρέφονται στη χρησιμοποίηση νανο συσκευών και υλικών για την κατανόηση των βιολογικών συστημάτων το πως ρυθμίζονται, συγκεντρώνονται και καταστρέφονται σε μοριακό επίπεδο.

### **1.10 Βιοηλεκτρονική**

Η Βιοηλεκτρονική είναι ένας διεπιστημονικός ερευνητικός τομέας,[9] που περιλαμβάνει στοιχεία της χημείας, της βιολογίας, της φυσικής, των ηλεκτρονικών, της νανοτεχνολογίας και την επιστήμη των υλικών. Επιδιώκει να αξιοποιήσει την αυξανόμενη τεχνική ικανότητα του να ενσωματώνει βιομόρια, με την ηλεκτρονική ώστε να αναπτύξει ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών συσκευών. Μια σημαντική πτυχή των ερευνών είναι η ανάπτυξη της επικοινωνίας μεταξύ των βιολογικών υλικών και των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Η Βιοηλεκτρονική θα επηρεάσει μια σειρά από βιομηχανίες. Ειδικότερα, θα επηρεάσει τη βιοϊατρική βιομηχανία μέσω της ανάπτυξης προηγμένων βιοαισθητήρων, βιοτσιπ, τα τεχνητά όργανα, και την προθετική και τις βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρονικών και υπολογιστών μέσω της ανάπτυξη βιοϋλικών με βάση τα ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Η χρήση των βιομορίων ως δομικά στοιχεία του υψηλότερου επιπέδου των λειτουργικών συσκευών θα οδηγήσουν σε εφαρμογές που εκτείνονται από την ένταξη των βιοϋλικών με την ηλεκτρονική σε συσκευές αναγνώρισης όπως οι βιοαισθητήρες, για την ανάπτυξη των βιοκαύσιμων κυττάρων που χρησιμοποιούν φυσικές ουσίες στο σώμα , όπως η γλυκόζη, για την παραγωγή ενέργειας έτσι ώστε να λειτουργήσουν οι εμφυτεύσιμες συσκευές. Αν και εμπορευματοποίηση των μοριακών ηλεκτρονικών συσκευών δεν μπορεί να προκύψει για τουλάχιστον 20 χρονιά, οι εξελίξεις σε συναφείς κλάδους της τεχνολογίας, θα συνεχίσει να οδηγεί το ενδιαφέρον των ερευνητών και των επενδυτών στο άμεσο μέλλον. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, πολλές από τις τεχνικές πτυχές

που είναι σημαντικές για την βιοηλεκτρονική επιστήμη είναι σήμερα εμπορικά μη αποδεκτές. Πολλές εφαρμογές βρίσκονται στην ανακάλυψη και στα στάδια της περαιτέρω ανάπτυξης, της τεχνολογίας

Μερικές από τις εφαρμογές της Βιοηλεκτρονικής επιστήμης και των προϊόντων είναι οι παρακάτω:

- Βιοτσιπ
- Εμφυτεύσιμες Ιατρικές Συσκευές
- Προσθετικές Συσκευές
- Τεχνητά Όργανα
- Ηλεκτρονικά Χάπια
- Χειρουργικές και Ιατρικές Συσκευές
- Μοριακή
- Μοριακή Ηλεκτρονική κ.α

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΤΕΧΝΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ

#### 2.1. Σκοπός

Όπως είδαμε και από το προηγούμενο κεφάλαιο η εξέλιξη της πληροφορικής δεν βοήθησε μόνο στην δημιουργία καινούριων εφαρμογών αλλά και στην δημιουργία ενός ολόκληρου φάσματος επιστημών οι οποίες σε συνδυασμό με την ιατρική επιστήμη εξελίσσουν ένα τομέα ο οποίος μέχρι τώρα υπήρχε μόνο στη σφαίρα της φαντασίας. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε με πιο τρόπο δημιουργούνται τα τεχνητά όργανα. Θα κάνουμε μια ιστορική αναδρομή στην δημιουργία τους, στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς και σε μελλοντικές βελτιώσεις τους. Επίσης θα τονίσουμε την συμβολή της πληροφορικής στην λειτουργία τους και κατά επέκταση στο σχεδιασμό τους.

#### 2.2. Τεχνητά όργανα – Ορισμός

Κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων αιώνων, υπήρχαν πολλές εξελίξεις στην ιατρική επιστήμη. Στους παλαιότερους αιώνες, τρόποι για τη διάγνωση και τη θεραπεία των ασθενειών ήταν μόνο μυθικοί. Όταν οι Μηχανικοί άρχισαν να εφαρμόζουν την τεχνική τους της επίλυσης προβλημάτων στην ιατρική επιστήμη, ο κόσμος οδηγήθηκε σε μια νέα εποχή. Αυτό έφερε μαζί την ανάπτυξη των τεχνητών οργάνων. Τα τεχνητά όργανα έχουν την ιδιότητα να παρατείνουν την διάρκεια ζωής των ανθρώπων. Όργανα όπως τα νεφρά, η καρδιά και το δέρμα είναι απαραίτητα για την επιβίωση. Σε πολλές περιπτώσεις όπου ο θάνατος θα ήταν αναπόφευκτος, τα τεχνητά όργανα έδωσαν τη δυνατότητα σε άτομα με άρρωστα όργανα μια ευκαιρία επιβίωσης. Καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία, βελτιώνεται επίσης και ο σχεδιασμός των τεχνητών οργάνων. Η βελτίωση των τεχνητών οργάνων μακραίνει την ζωή των οργάνων που πάσχουν.

Ένα τεχνητό όργανο είναι ένα όργανο που κατασκευάζεται από τον άνθρωπο και το οποίο εμφυτεύεται στο ανθρώπινο σώμα, για να αντικατάσταση ένα φυσικό όργανο με σκοπό την αποκατάσταση της συγκεκριμένης λειτουργίας ή ομάδα από παρόμοιες λειτουργίες, έτσι ώστε ο ασθενής να επιστρέψει στην φυσιολογική του ζωή όσο πιο σύντομα γίνεται. Οι λόγοι για να κατασκευαστεί και να εγκατασταθεί ένα τεχνητό όργανο, μια εξαιρετικά ακριβή διαδικασία , που μπορεί να συνεπάγεται πολλά κόστη κυρίως

συντήρησης, που δεν απαιτούνται από ένα φυσικό όργανο, μπορεί να περιλαμβάνουν:[1]

- Υποστήριξης της ζωής στο να αποτρέψει τον απερχόμενο θάνατο αναμένοντας για μεταμόσχευση (π.χ. Τεχνητή καρδιά)
- Δραματική βελτίωση της ικανότητας του ασθενή για αυτοσυντήρηση (π.χ. Τεχνητό άκρα )
- Βελτίωση της ικανότητας του ασθενή να αλληλεπιδρά κοινωνικά (π.χ. Κοχλιακό εμφύτευμα )
- Αισθητική αποκατάσταση μετά από εγχείρηση ή ατύχημα.

Μερικά όργανα που έχουν εμφυτευθεί επιτυχώς στους ανθρώπους είναι το *τεχνητό μάτι* (στην πράξη είναι ένα εμφύτευμα στο οπτικό νεύρο που παρέχει μόνο πολύ μερική λειτουργικότητα), η *τεχνητή καρδιά*, ο *τεχνητός νεφρός* κ.ά.

### 2.2.1 Βιοτεχνητά όργανα

Τα βιοτεχνητά όργανα περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό, την τροποποίηση, την ανάπτυξη και τη συντήρηση των ζωντανών ιστών που ενσωματώνονται στα φυσικά ή συνθετικά ικρίωματα και τους επιτρέπουν να εκτελέσουν περίπλοκες βιοχημικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου προσαρμογής και της αντικατάστασης των κανονικών ζωντανών ιστών. Οι μελλοντικές κατευθύνσεις των βιοτεχνητών οργάνων θα οδηγήσουν σε μια εγκατάλειψη της προσέγγισης βελτιστοποίησης μοσχευμάτων και μια αλλαγή της λογικής νανοβιολογικών συσκευών. Αυτό θα ολοκληρωθεί με τη βοήθεια τριών σημαντικών ωθήσεων: [10]

(1) την χρήση βιομιμητικών υλικών

(2) την εφαρμογή της μικροηλεκτρονικής και της νανοηλεκτρονικής διασύνδεσης για την αίσθηση και τον έλεγχο και

(3) την εφαρμογή της παράδοσης φαρμάκων και των ιατρικών νανοσυστημάτων που προκαλούν, που διατηρούν, και που αντικαθιστούν μια ελλείπουσα λειτουργία που δεν μπορεί να αντικατασταθεί εύκολα με ένα ζωντανό κύτταρο και να επιταχύνει την

αναγέννηση ιστού.

Η βιομηχανική περιλαμβάνει την απασχόληση των μικροδομών και τις λειτουργικές περιοχές της λειτουργίας του ιστού, συσχετισμός των εξελίξεων και των δομών με τις φυσικές και χημικές διαδικασίες, και της χρήσης αυτής της βάσης γνώσεων για να σχεδιάσει και να συνθέσει τα νέα υλικά για τις εφαρμογές στην υγεία. Τα υλικά των νανοδομών πρέπει να περιλαμβάνουν τα βιολογικά υλικά (προτιμότερο από ότι τα συνθετικά) επειδή η προκατασκευασμένη δομή τους είναι κατάλληλη για το έλεγχο αυτών των συσκευών από τα υπάρχοντα υλικά. Η νανοηλεκτρονική περιλαμβάνει ηλεκτρονικές ή οπτικοηλεκτρονικές συσκευές βασισμένες στα μεμονωμένα κύτταρα, και τους ιστούς τους. Η νανοηλεκτρονική και τα νανосуστήματα παράδοσης θα χρησιμοποιηθούν για την αίσθηση, την ανατροφοδότηση, τον έλεγχο και την ανάλυση των λειτουργιών των βιοτεχνητών οργάνων.

### 2.3. Τεχνητή Καρδιά

Η καρδιακή ανεπάρκεια αποτελεί ένα αυξανόμενο πρόβλημα δημόσιας υγείας, καθώς τα δεδομένα στις ΗΠΑ δείχνουν ότι περίπου 5 εκατ. ασθενείς πάσχουν από καρδιακή ανεπάρκεια, ενώ κάθε χρόνο διαγιγνώσκονται περίπου 550.000 νέες περιπτώσεις. Η κλινική αυτή κατάσταση αποτελεί την κύρια αιτία για 12-15 εκατ. ιατρικές επισκέψεις και 6,5 εκατ. μέρες νοσηλείας ετησίως.[48]

Καθώς η καρδιακή ανεπάρκεια αποτελεί μια σύγχρονη επιδημία, σε συνδυασμό με την ανεπαρκή προσφορά καρδιακών μοσχευμάτων καθιστά επιτακτική την ανεύρεση και εφαρμογή νέων θεραπευτικών μεθόδων. Η ανάγκη για συσκευές μηχανικής υποστήριξης της καρδιάς γίνονται απαραίτητες. Η εξέλιξη της τεχνολογίας συνετέλεσε στη δημιουργία τέτοιου είδους συσκευών. Η μηχανική υποστήριξη του ανεπαρκούς μυοκαρδίου με ειδικού τύπου συσκευές έχει τύχει καθολικής υποδοχής, ως εναλλακτική μορφή θεραπείας της νόσου. Μεταξύ των συσκευών αυτών συγκαταλέγονται ο ενδοαορτικός ασκός, οι συσκευές μηχανικής υποστήριξης της λειτουργίας των κοιλιών και η τεχνητή καρδιά.

#### 2.3.1. Ιστορική αναδρομή

Από τα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα, οι επιστήμονες προσπάθησαν να αναπτύξουν

μια μηχανική συσκευή που θα μπορούσε να αποκαταστήσει το οξυγόνο στο αίμα και να αφαιρέσει το υπερβολικό του διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και μια αντλία για να υποκαταστήσουν προσωρινά τις λειτουργίες της καρδιάς.

**1885-** ο M.Vun Frey και ο Gruber (Leipzig) κατασκεύασαν τον πρώτο μηχανισμό καρδιάς-πνεύμονα.

**1953-**ο John H. Gibbon δημιούργησε την πρώτη επιτυχημένη συσκευή καρδιάς-πνευμόνων που θα χρησιμοποιούνταν σε ένα ανθρώπινο ον

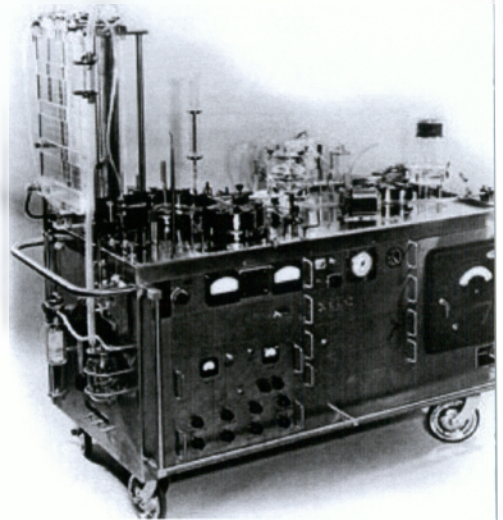
**1957-** ο Willem Kolff (εφευρέτης του τεχνητού νεφρού) μαζί με μία ομάδα επιστημόνων ανέφεραν την ανάπτυξη και την πρώτη εφαρμογή της τεχνητής καρδιάς σε έναν σκύλο όπου και επέζησε για 90 λεπτά.

**1963** -ο Paul Winchell κατοχυρώνει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την τεχνητή καρδιά. Ανακάλυψε και στη συνέχεια όρισε το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στο πανεπιστήμιο Utah. Χρησιμοποιήθηκε αργότερα από Robert Jarvik ως το πρότυπό του για jarvik-7.

**1972** - Robert Jarvik ανέπτυξε την πρώτη ανθρώπινη τεχνητή καρδιά από πολυεστέρας, και πλαστικό. Το ονόμασε Jarvik-3. Οι αγελάδες στις οποίες εμφύτευσαν την συσκευή έζησαν μέχρι τέσσερις μήνες με ελάχιστη ή καμία ιατρική παρέμβαση.

**1982-** οWilliam De Vries του πανεπιστημίου της Utah μαζί με μια ομάδα έμπειρων ιατρών, μεταμόσχευσε την πρώτη ολοκληρωμένη συσκευή τεχνητής καρδιάς Jarvik-7 στον ασθενή Barney Clark όπου και επέζησε για 112 ημέρες. Η συσκευή τεχνητής καρδιάς (Jarvik-7) σχεδιάστηκε από τον Robert Jarvik όπου και πήρε το όνομά του.

**1994** - έγκριση από την FDA για το VAD ως γέφυρα για την μεταμόσχευση και την πρώτη χρήση μιας φορητής VAD συσκευή.



Το μηχάνημα καρδιά – πνεύμονα  
Πηγή: MAYO CLINIC

### 2.3.2. Τεχνική περιγραφή

Η μεταμόσχευση θεωρείται ως η κύρια ενδεδειγμένη λύση κι επιδίωξη για την αντιμετώπιση της καρδιακής ανεπάρκειας τελικού σταδίου. Η έλλειψη όμως μοσχευμάτων καθώς και η ακαταλληλότητα μερικών ασθενών καρδιακής ανεπάρκειας για μεταμόσχευση έχει οδηγήσει στην αναζήτηση άλλων μεθόδων που μπορεί να



λειτουργήσουν ως «γέφυρα για τη μεταμόσχευση» ή και ως μόνιμη λύση. Οι τεχνητές καρδιακές συσκευές είναι μία παλιά ιστορία που εξελίσσεται σε μεγάλο βαθμό ακολουθώντας την γενικότερη εξέλιξη της τεχνολογίας η οποία άμεσα επηρεάζει τη λειτουργικότητα κι εφαρμοσιμότητα των εμφυτευμένων συσκευών. Αξίζει να σημειωθεί η μεγάλη επιτυχία που έχουν οι τεχνητές συσκευές που διορθώνουν το ηλεκτρικό σύστημα της καρδιάς, ο βηματοδότης κι ο απινιδωτής. Σήμερα η πρόκληση είναι να διορθωθεί το μηχανικό/υδραυλικό σύστημα. Υπάρχουν δύο τύποι τεχνητών εμφυτεύσιμων συσκευών:

- Υποστηρίζουν μέρος της καρδιακής λειτουργίας στην περίπτωση όπου υπάρχει ανεπάρκεια της αριστερής (ή δεξιάς) μόνο κοιλίας (Left (Right) Ventricle Assist Device (LVAD) - Συσκευή Υποστήριξης Αριστερής (Δεξιάς) Κοιλίας) ή
- Αντικαθιστούν πλήρως την καρδιά η οποία αφαιρείται στην περίπτωση όπου η καρδιακή ανεπάρκεια αφορά και τις 2 κοιλίες της καρδιάς TAH (Total Artificial Heart - Ολική Τεχνητή Καρδιά)

Η κύρια διαφορά των δύο διαφορετικών τύπων συσκευών είναι ότι αντίθετα από μια TAH, το LVAD επιτρέπει στη φυσική καρδιά ενός ασθενή να παραμείνει σε ισχύ, όπου μπορεί να βοηθήσει στο να εκτελέσει άλλες κρίσιμες βιολογικές λειτουργίες. Παραδείγματος χάριν, η αντλία αίματος HeartMate λειτουργεί με τους βιολογικούς μηχανισμούς ελέγχου της φυσικής καρδιάς του ασθενή για να αυξήσει την ικανότητα άντλησης της καρδιάς σε περίπτωση ανάγκης, για τις δραστηριότητες όπως η αναρρίχηση των σκαλοπατιών.

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται ως γέφυρα για την μεταμόσχευση ή την ανάνηψη ή την ανάρρωση ή απευθείας προς την μεταμόσχευση. Η LVAD εμφυτεύεται στο άνω τμήμα της κοιλιακής χώρας και αντλεί αίμα από την αριστερή κοιλία μέσω ενός σωλήνα. Το αίμα ρέει συνέχεια στην αορτή, την αρτηρία που τροφοδοτεί με οξυγονωμένο αίμα το σώμα. Οι κυριότερες συσκευές υποστήριξης καρδιακής ανεπάρκειας και τεχνητής καρδιάς είναι: HERTMATE (THORATEC), ABIOCOR (ABIOMED), JARVIK 2000 HEART.

#### α) Τεχνητή καρδιά (Total Artificial Heart-TAH)

Η πρώτη συσκευή μόνιμης τεχνητής καρδιάς TAH που έχει εγκριθεί από την FDA είναι η Abiocror το 2006 [7]. Η μόνιμη τεχνητή καρδιά ABIOCOR της εταιρείας ABIOMED,

με έδρα της την Μασαχουσέτη, είναι κατασκευασμένη από τιτάνιο και πλαστικό, έχει μέγεθος γκρέιφρουτ και βάρος γύρω στο ένα κιλό. Τοποθετείται στη θέση της πραγματικής καρδιάς και έχει διάρκεια ζωής περίπου 18 μήνες. Η τεχνητή καρδιά τροφοδοτείται με ενέργεια από μια μπαταρία που εμφυτεύεται στην κοιλιά και φορτίζεται διαρκώς διαμέσου του δέρματος, χωρίς καλώδια, από μια ειδική ζώνη που φοράει ο ασθενής. Η συσκευή διαθέτει και εσωτερικές μπαταρίες που αρκούν για μία περίπου μία ώρα, ώστε ο ασθενής να μπορεί, για παράδειγμα, να κάνει μπάνιο.

Το σύστημα της Abioco<sup>®</sup> αποτελείται από:

1. Μία εσωτερική μονάδα άντλησης
2. Μία εσωτερική επαναφορτιζόμενη μπαταρία
3. Ένα εσωτερικό ηλεκτρονικό σύστημα
4. Ένα εσωτερικό πηνίο μεταφοράς ισχύος
5. Ένα εξωτερικό πηνίο μεταφοράς ισχύος
6. Μία εξωτερική συσκευασία μπαταρίας



**Ολοκληρωμένη τεχνητή καρδιά Abioco<sup>®</sup>**  
**Πηγή: Abiomed**

Η μονάδα άντλησης ζυγίζει περίπου 1 κιλό. Έχει 2 κοιλίες με βαλβίδες κι ένα υδραυλικό σύστημα άντλησης με κινητήρα. Το ηλεκτρονικό σύστημα εμφυτεύεται στην περιοχή της κοιλιάς. Παρακολουθεί κι ελέγχει την ΤΑΗ, αλλάζοντας την ταχύτητα άντλησης της καρδιάς έτσι ώστε να χειρίζεται τα μεταβαλλόμενα επίπεδα δραστηριότητας.

Η Abioco<sup>®</sup> χρησιμοποιεί ενέργεια είτε από εσωτερικές είτε από εξωτερικές μπαταρίες.

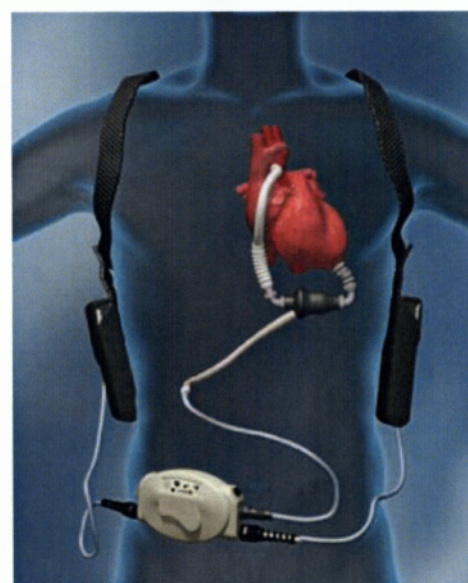
Λόγω του ότι η συσκευασία των εξωτερικών μπαταριών είναι μικρή και φορητή μπορεί κανείς να έχει σχετική ελευθερία κινήσεων και να είναι αρκετά δραστήριος. Η εσωτερική μπαταρία είναι για επείγουσα περίπτωση. Φορτίζεται συνεχώς από την εξωτερική μπαταρία. Η εσωτερική μπαταρία μπορεί να διατηρήσει τη λειτουργία της TAH για 30 λεπτά. Ισχύς στέλνεται από τις εξωτερικές μπαταρίες στην εσωτερική αντλία μέσω του δέρματος (διαδερμικά) χρησιμοποιώντας πηνία. Ένα πηνίο εμφυτεύεται μέσα στο σώμα του ασθενή κι ένα άλλο είναι εξωτερικό. Όταν το εξωτερικό πηνίο τοποθετείται πάνω από το εσωτερικό πηνίο ισχύς μεταφέρεται ασύρματα (δίχως καλώδια) στο εσωτερικό πηνίο. Για σύντομες περιόδους το εξωτερικό πηνίο μπορεί να αποσυνδεθεί κι ο ασθενής να είναι ελεύθερος από οποιοδήποτε εξωτερικό μέρος - οι εσωτερικές μπαταρίες παρέχουν ισχύ για 30 λεπτά αυτή την περίπτωση. Το κόστος της συσκευής ανέρχεται στα 250.000 δολάρια και δεν έχει αποσαφηνιστεί εάν θα καλύπτεται από τα ταμεία ασφάλισης στις ΗΠΑ.[49]

Η Cardiowest είναι μία άλλη συσκευή προσωρινής τεχνητής καρδιάς η οποία θεωρείται το πλέον εξελιγμένο μοντέλο μετά από την πρώτη τεχνητή καρδιά Jarvik-7. Η συσκευή έχει κατασκευαστεί από την εταιρεία SynCardia Systems, Inc.

### β) Σύστημα υποστήριξης αριστερής κοιλίας (LVAD)

Το σύστημα υποστήριξης αριστερής κοιλίας είναι μια επιλογή για τον ασθενή τελικού σταδίου με καρδιακή ανεπάρκεια. Σε αντίθεση με την τεχνητή καρδιά η συσκευή η αυτή δεν υποκαθιστά την καρδιά. Εγκρίνεται από την διοίκηση τροφίμων και φαρμάκων (FDA) για να είναι «γέφυρα» για την μεταμόσχευση καρδιάς για τους εγκεκριμένους υποψηφίους μεταμόσχευσης ενώ περιμένουν δότη. Τοποθετείται στους ασθενείς των οποίων η καρδιά συνεχίζει να αποτυγχάνει. Μία LVAD ή αναλαμβάνει ή υποβοηθά τον αντλητικό ρόλο της αριστερής κοιλίας - της κύριας αντλητικής κοιλότητας της καρδιάς. Οι καινούριες LVAD είναι σχεδιασμένες για μόνιμη εμφύτευση σε ανθρώπους με σοβαρή καρδιακή ανεπάρκεια.

Ένα μέρος της συσκευής εμφυτεύεται στην καρδιά και την κοιλιακή χώρα, κι ένα άλλο μέρος παραμένει έξω από το σώμα. Ο ασθενής κουβαλά το εξωτερικό μέρος της συσκευής



Η συσκευή LVAD Heartmate II της εταιρείας Thoratec  
Πηγή: Thoratec

σε μία ζώνη γύρω από τη μέση ή σε ένα λουρί από τον ώμο. Οι περισσότερες LVAD τώρα έχουν μία ηλεκτρική αντλία, μία παροχή ενέργειας (συνήθως μία μπαταρία με βάρος 4 κιλά) και 2 σωλήνες. Ένας σωλήνας μεταφέρει το αίμα από την αριστερή κοιλία στη συσκευή. Ο άλλος σωλήνας παίρνει το αντλούμενο αίμα από τον σωλήνα και το ωθεί στην αορτή για να κυκλοφορήσει στο σώμα.

Οι συσκευές Thoratec , Novacor και Lionheart είναι συσκευές υποβοήθησης της καρδιάς και κυρίως της αριστερής κοιλίας (Left Ventricular Assist Device). Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται στην καθημερινή καρδιοχειρουργική πράξη. Το κόστος αυτών των συσκευών κυμαίνεται στα 65,000 δολάρια και 200,000 δολάρια μαζί με τα κόστη θεραπείας. [11]

Ιδιαίτερης αναφοράς χρήζουν οι δεύτερης γενιάς αντλίες και κατά μείζονα λόγο η Jarvik 2000 Heart η οποία είναι η μικρότερη των υπολοίπων συσκευών σε μέγεθος αφού οι διαστάσεις της ανέρχονται στα 2,4 cm σε διάμετρο και στα 5,5 cm σε μήκος. Η ταχύτητα αντλιών ελέγχεται από το FlowMaker, ένας αναλογικός ελεγκτής συστημάτων. Η ταχύτητα αντλιών μπορεί να προσαρμοστεί με το χέρι από 8.000 σε 12.000 περιστροφές/λεπτό στις αυξήσεις 1000. Η μονάδα ελέγχου ελέγχει τη λειτουργία αντλιών και την υπόλοιπη δύναμη στις μπαταρίες. Οι ευδιάκριτες και οπτικές επιφυλακές ειδοποιούν το χρήστη για οποιαδήποτε προβλήματα.

### 2.3.3. Αποτελεσματικότητα συσκευών

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την δημιουργία καινούριων μοντέλων τεχνητής καρδιάς οι δυνατότητες του ασθενή και η ποιότητα ζωής του έχει αλλάξει σημαντικά. Πλέον οι συσκευές είναι σχεδόν αθόρυβες , ελαφριές , με λιγότερο όγκο, δεν χρειάζονται να είναι εξωτερικά ενωμένες με άλλο μηχάνημα επιτρέποντας στον ασθενή πλήρη ελευθερία κινήσεων που τον αφήνει να έχει μια φυσιολογική ζωή. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται διαμέσου του δέρματος χωρίς να χρειάζεται σωλήνες ή καλώδια που να τρυπούν τον ασθενή.

Παρ' όλα αυτά δεν λείπουν και οι επιπλοκές οι οποίες μπορεί να συμβούν κατά την μεταμόσχευση τεχνητής καρδιάς όπως είναι οι μολύνσεις, οι αιμορραγίες ακόμα και νευρολογικά περιστατικά όπως εγκεφαλικά επεισόδια. Ούτε και οι συσκευές υποβοήθησης της αριστερής κοιλίας δεν είναι χωρίς επιπλοκές για την υγεία του ασθενούς. Ένα καλώδιο πρέπει να προεξέχει από το σώμα, ώστε να συνδέεται με τη συσκευή ελέγχου και την μπαταρία, προκαλώντας μολύνσεις σε περισσότερο από το 15% των ασθενών. Θρόμβοι

αίματος μπορεί να σχηματιστούν μέσα στις αντλίες και γι' αυτό οι ασθενείς πρέπει να ζουν παίρνοντας αντιθρομβωτικά, που αυξάνουν την πιθανότητα ακατάσχετων αιμορραγιών σε περίπτωση ατυχήματος. Ορισμένες φορές μπορεί να παρουσιαστεί και κάποια βλάβη στη συσκευή.

#### 2.3.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική πρόοδος σε ότι αφορά την μηχανική υποστήριξη της καρδιάς. Η σταδιακή βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών των συσκευών, όσο των εμφυτευόμενων αντλιών, τόσο και της τεχνητής καρδιάς, συμβάλει στη γενίκευση και απλοποίηση της χρήσης τους σε κλινικό επίπεδο. Με τα νέα μοντέλα συσκευών καρδιακής ανεπάρκειας το μέγεθός του μειώνεται και το προσδόκιμο ζωής τους αυξάνεται σημαντικά.

Πέρα όμως από τις εξελίξεις των μοντέλων των καρδιακών συσκευών, πραγματοποιείτε και μια άλλη εξέλιξη που θα πρέπει να γίνει αναφορά. Πρόκειται για την εξέλιξη στον τομέα της Βιοτεχνολογίας. Με την βοήθειά της γίνεται μια μεγάλη έρευνα αν θα μπορέσει να δημιουργηθεί καρδιά από το εργαστήριο δηλ. από τα βλαστικά κύτταρα. Ο ειδικός στις μεταμοσχεύσεις καρδιάς και ερευνητής στον τομέα των βλαστικών κυττάρων είναι ο σερ Μαγκντί Γιακούμπ επίτευγμά του οποίου παρουσιάστηκε πριν από περίπου δέκα μήνες και ήταν μια καρδιακή βαλβίδα εργαστηρίου προερχόμενη από βλαστικά κύτταρα. Μιλώντας στην εφημερίδα «Βήμα»[50] σημείωσε ότι εκτιμά πως η πρώτη φτιαγμένη από βλαστικά κύτταρα καρδιακή βαλβίδα θα μεταμοσχευθεί σε άνθρωπο μέσα σε τρία ως πέντε χρόνια, ενώ μέσα σε μία δεκαετία θα είναι έτοιμη προς μεταμόσχευση σε ασθενείς μια ολόκληρη πάλλουσα καρδιά εργαστηρίου!

Συγκεκριμένα αναφέρει:

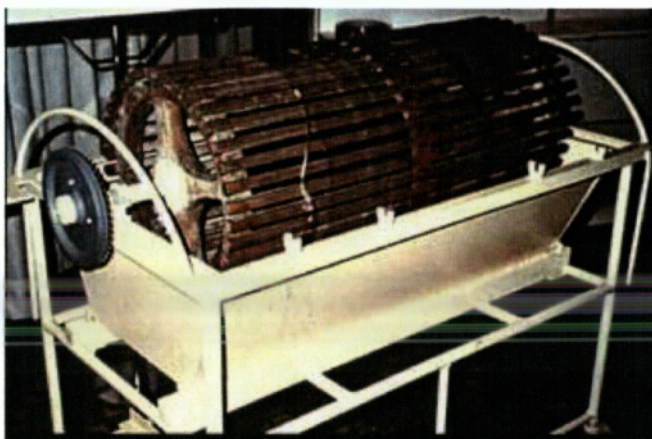
*«Είναι δύσκολο να εκτιμήσουμε πλέον πότε θα συμβούν τα επόμενα σημαντικά επιτεύγματα στην επιστήμη καθώς η εξέλιξη και η πρόοδος, που καλπάζουν, μας ξεπερνούν. Πιστεύω όμως ότι, παρά την πολυπλοκότητα που έχει ως όργανο η καρδιά, θα επιτύχουμε σε δέκα χρόνια να έχουμε έτοιμο μόσχευμα εργαστηρίου. Και σε αυτό συνηγορούν οι πολλές και διαφορετικές μέθοδοι που δοκιμάζονται σήμερα πυρετωδώς σε πολλά εργαστήρια ανά τον κόσμο». Η πιο πρόσφατη τέτοια ενδιαφέρουσα μέθοδος που είδε το φως της δημοσιότητας ήλθε, σύμφωνα με τον καθηγητή Γιακούμπ, από το Μίσιγκαν και αφορούσε την αποκυτταροποίηση και επανακυτταροποίηση της καρδιάς ποντικών. Το «νεκρό» όργανο*

μετά την εισαγωγή βλαστικών κυττάρων άρχισε ξανά να πάλλετε. «Βέβαια προσωπικά δεν πιστεύω ότι το συγκεκριμένο μοντέλο θα είναι και η απάντηση στις προσπάθειες για δημιουργία καρδιάς στο εργαστήριο, ωστόσο αποδεικνύει την ταχύτητα με την οποία προχωρούν οι εξελίξεις».

## 2.4. Τεχνητό νεφρό

Το τεχνητό νεφρό είναι συχνά ένα συνώνυμο για την αιμοδιάλυση, αλλά μπορεί επίσης, γενικότερα, να αναφερθεί στη νεφρική θεραπεία αντικατάστασης (με τον αποκλεισμό της νεφρικής μεταμόσχευσης) που είναι σε λειτουργία ή/και στην ανάπτυξη. Ο μέσος όρος αναμονής για μεταμόσχευση νεφρού στην Ελλάδα είναι τα έξι χρόνια..[51]

Σήμερα στην Ελλάδα, περίπου 9.000 νεφροπαθείς έχουν εισέλθει σε τελικό στάδιο χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας. Από αυτούς το 93% υποβάλλεται σε αιμοκάθαρση με τεχνητό νεφρό τρεις φορές την εβδομάδα σε τετράωρες συνεδρίες. Οι υπόλοιποι αντιμετωπίζουν το πρόβλημα με κατ' οίκον περιτοναϊκή κάθαρση.[52]



**Η πρώτη μηχανή αιμοδιάλυσης**  
Πηγή: Νοσοκομείο Royal Infirmary Εδιμβούργου

Η αιμοδιάλυση είναι μία διαδικασία κατά την οποία μεταφέρονται άχρηστες ουσίες που παράγονται καθημερινά στον οργανισμό των νεφροπαθών, διαμέσου φίλτρων και φεύγουν από το σώμα, ενώ παράλληλα χρήσιμες ουσίες περνούν από το διάλυμα της κάθαρσης προς το νεφροπαθή. Με τη διαδικασία αυτή που διαρκεί περίπου 4-5 ώρες ημέρα παρά ημέρα, ο άρρωστος καταφέρνει να είναι αρκετά καλά και να μην κινδυνεύει παρά το ότι του λείπει ολοκληρωτικά ένα όργανό. Για να γίνει αυτή η διαδικασία χρειάζεται ένα μηχάνημα τεχνητού νεφρού, ένα φίλτρο, κάποιες γραμμές (σωλήνες

πλαστικοί ειδικής κατασκευής και σύνθεσης), που θα συνδέσουν τον άρρωστο με το φίλτρο και το μηχάνημα.

#### 2.4.1 Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη πρακτική ανθρώπινη μηχανή αιμοδιάλυσης αναπτύχθηκε από τον WJ Kolff και τον H Berk το 1943. Αυτό το τεχνητό νεφρό περιστρεφόμενων τυμπάνων αποτελέστηκε από 30-40 μέτρα σωλήνωσης σελοφάν σε μια στάσιμη δεξαμενή 100 λίτρων.[1]

#### 2.4.2. Τεχνική περιγραφή

Η οξεία νεφρική ανεπάρκεια είναι μία κλινική κατάσταση που απειλεί άμεσα την ζωή. Η θεραπεία υποκατάστασης των νεφρών γίνεται με την αιμοκάθαρση, η οποία αποκαλείται και "τεχνητός νεφρός". Είναι η εξωσωματική διαδικασία, κατά την οποία ο νεφροπαθής είναι υποχρεωμένος να προσέρχεται, μέρα παρά μέρα, σε οργανωμένη Μ.Τ.Ν και να συνδέεται, τουλάχιστον για 4-5 ώρες με το ειδικό μηχάνημα Τ.Ν, προκειμένου να καθαρίσει το αίμα του από της άχρηστες και βλαβερές για τον οργανισμό ουσίες.

#### 2.4.3. Αποτελεσματικότητα συσκευών

Η αιμοκάθαρση με τεχνητό νεφρό είναι η συνηθέστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας τελικού σταδίου σε ολόκληρο το κόσμο. Από την δεκαετία του '60 που άρχισε η εφαρμογή της σε ασθενείς, βελτιώθηκε πολύ (από τεχνικής πλευράς και απόδοσης), όμως ακόμη και σήμερα παραμένει μια περίπλοκη διαδικασία, όπου είναι απαραίτητη η παρουσία πολλών ανθρώπων (νοσηλευτές, ιατροί, τεχνικοί κλπ). Παρακάτω αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της αιμοκάθαρσης.[13]

Πλεονεκτήματα:

- Υπάρχει συνεχής επαφή με τον γιατρό
- Αρκούν τρεις θεραπείες ανά εβδομάδα

- Δεν υπάρχει εξωτερικός καθετήρας (συνήθως)
- Δεν χρειάζεται εξοπλισμός στο σπίτι

Μειονεκτήματα:

- Χρειάζεται ημέρα παρά ημέρα μετακίνηση στη MTN
- Χρειάζεται μόνιμη εσωτερική αγγειακή αναστόμωση
- Χρειάζονται δύο τσιμπήματα ημέρα παρά ημέρα
- Η διαίτα (τροφές , νερό) είναι αυστηρή

Οι σύνηθες επιπλοκές που παρουσιάζουν οι αιμοκαθαιρόμενοι ασθενείς είναι η καρδιακή ανεπάρκεια, η στεφανιαία ανεπάρκεια, η υπέρταση και οι συστηματικές λοιμώξεις. Ένα άλλο πρόβλημα των νεφροπαθών είναι η εξάρτησή τους από τις νοσοκομειακές μονάδες το κόστος των φαρμάκων και των αιμοκαθάρσεων και το κόστος της μετακίνησής τους.

#### 2.4.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Η απαλλαγή των νεφροπαθών από την αιμοκάθαρση αποτελεί προτεραιότητα των επιστημόνων. Γι' αυτό και έρευνα πάνω στην δημιουργία βιοτεχνητού νεφρού άρχισε να γίνεται από τον Δρ.Humes καθηγητή ιατρικής στο πανεπιστήμιο του Michigan. Η έρευνα ξεκίνησε πάνω σε πειραματόζωα και γρήγορα έφτασε σε σημείο να χρησιμοποιηθεί και σε ένα μικρό αριθμό ασθενών. Πρόκειται για μία συσκευή που θα είναι μισή βιονική και μισή μηχανική.[12]

Μέχρι στιγμής, η συσκευή πέρασε τον έλεγχο της FDA για την 1<sup>η</sup> και την 2<sup>η</sup> φάση η οποίες ήταν απόλυτα επιτυχημένες αφού τα αποτελέσματα της συσκευής έδειξαν βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας. Η συσκευή είναι στην 3<sup>η</sup> φάση της εξέλιξης της όπου και περιμένει έγκριση από την FDA. [13]

## 2.5. Τεχνητός Πνεύμονας

Δεδομένου ότι το οξυγόνο είναι ζωτικής σημασίας μόριο για κάθε κύτταρο στο σώμα, η αναπνευστική ανεπάρκεια λόγω οποιουδήποτε λόγου, είναι καθοριστικής σημασίας.



Όταν η διαδικασία ασθένειας που προκαλεί την αναπνευστική ανεπάρκεια φθάνει στο σημείο όπου οι πνεύμονες δεν μπορούν να παρέχουν αρκετή ανταλλαγή αερίου, το αναπνευστικό σύστημα πρέπει να υποστηριχθεί με κάποιο τρόπο. Για να επιβιώσουν οι ασθενείς λοιπόν που πάσχουν από αυτή την ασθένεια χρειάζονται μεταμόσχευση. Ωστόσο δεν υπάρχουν πάντοτε οι κατάλληλες προϋποθέσεις για αυτήν την εξέλιξη. Όσοι χρειάζονται μεταμόσχευση πνεύμονα περιμένουν κατά μέσω όρο δυο χρόνια για ένα μόσχευμα. Γι' αυτό τον λόγο πραγματοποιούνται έρευνες για την δημιουργία του τεχνητού πνεύμονα.

### 2.5.1. Ιστορική αναδρομή

Η καρδιοπνευμονική συσκευή είναι μία μηχανή που παίρνει το φλεβικό αίμα από τις φλέβες, το οξυγονώνει, αναμιγνύοντας το με αέρα και το διοχετεύει στις αρτηρίες, παρακάμπτοντας έτσι τους πνεύμονες και την καρδιά. Η χρήση του επιτρέπει στον χειρουργό να σταματήσει την καρδιά και να πραγματοποιήσει επέμβαση ανοιχτής καρδιάς , χωρίς να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή του ασθενούς.

Η πρώτη επιτυχής συσκευή καρδιά-πνεύμονα επινοήθηκε από τον Αμερικανό John Gibbon και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1953.[14] Από τότε έχει υποστεί επανειλημμένες βελτιώσεις και χρησιμοποιείται σήμερα στις χειρουργικές επεμβάσεις αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (bypass), που πραγματοποιούνται σε σοβαρές περιπτώσεις στεφανιαίας νόσου. Το φαινόμενο αυτό αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά το 1944, όταν ο Kolff και Berk ανακάλυψαν πως το αίμα οξυγονώθηκε , καθώς πέρασε από τις σωληνώσεις σελοφάν του τεχνητού τους νεφρού.

### 2.5.2 Τεχνική περιγραφή

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της αναπνευστικής λειτουργίας είναι με την οξυγόνωση μέσω εξωσωματικής μεμβράνης (ECMO-Extracorporeal membrane oxygenation ) και την Αρτηριοφλεβική Εξωσωματική οξυγόνωση (iLA).

A. Η οξυγόνωση μέσω εξωσωματικής μεμβράνης (ECMO) είναι μια τεχνική για την οξυγόνωση του αίματος έξω από το σώμα με τη χρήση μιας συσκευής παρόμοιας λειτουργίας με την καρδιά και τους πνεύμονες. Το ECMO χρησιμοποιείται συχνότερα σε νεογνά και μικρά παιδιά,[15] αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιείται ως τελευταία λύση

για ενήλικες των οποίων η καρδιά ή οι πνεύμονες δεν λειτουργούν.

Το μηχάνημα αποτελείται από διάφορα μέρη: μια μηχανική αντλία, έναν τεχνητό πνεύμονα, μια συσκευή θέρμανσης του αίματος και ένα φίλτρο αρτηρίας. Μία μεμβράνη οξυγονοποιητή είναι ένα μέρος της συσκευής που προσφέρει οξυγόνο στο αίμα. Η αντλία ελέγχει το ρυθμό της ροής του αίματος μέσα από το κύκλωμα.. Με δύο πλαστικούς σωλήνες που τοποθετούνται χειρουργικά στο λαιμό του αρρώστου. Αυτοί οι σωλήνες μεταφέρουν το αίμα του ασθενούς στο κύκλωμα του μηχανήματος ECMO όπου και διέρχεται από ένα τεχνητό πνεύμονα όπου και οξυγονώνεται και αφιερώνονται οι διοξίνες του αίματος. Στην συνέχεια το αίμα επιστρέφει στον ασθενή αφού θερμανθεί μέσω των πλαστικών σωλήνων. Το ECMO χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για πρώτη φορά στις ΗΠΑ το 1976. [15]

Υπάρχουν δύο τύποι ECMO η Venoarterial (VA) που χρησιμοποιεί μια αρτηρία και μια φλέβα, και η venovenous (VV) που χρησιμοποιεί μια ή δυο φλέβες. Στα συστήματα VA δύο κάνουλες χρησιμοποιούνται μία θα συλλέξει το αίμα από μια φλέβα και η άλλη ένας θα παραδώσει το οξυγονωμένο αίμα πίσω στο αρτηριακό σύστημα μέσω συνήθως των αντίστοιχων αρτηριών. Στο σύστημα VV το αίμα συλλέγεται και παραδίδεται πίσω στο φλεβικό σύστημα. Το αίμα μεταφέρεται στο μηχάνημα με μία κάνουλα η οποία τοποθετείται σε κεντρική φλέβα συνήθως στην περιοχή του αυχένα.

B. Μια άλλη τεχνική είναι και η Αρτηριοφλεβική Εξωσωματική οξυγόνωση (iLA).[16] Η συσκευή είναι προϊόν της εταιρείας Novalung. Η συσκευή συνήθως χρησιμοποιείται σε ασθενείς που περιμένουν μόσχευμα ή ως προσωρινή υποβοήθηση των πνευμόνων. Έχει μικρότερο μέγεθος και η εφαρμογή της είναι απλή. Η μεμβράνη συνδέεται με τον ασθενή μέσω αρτηριών με δύο σωλήνες. Στη συσκευή παρέχεται με φυσικό τρόπο αίμα από την καρδιά και έχει σαν στόχο να λειτουργήσει χωρίς τη βοήθεια μηχανικής αντλίας Διαθέτει ένα αξιόπιστο σύστημα χορήγησης οξυγόνου επιτρέποντας έτσι στους πνεύμονες να ξεκουραστούν.



Συσκευή iLA  
Πηγή: Novalung

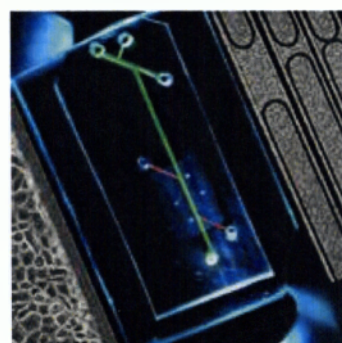
### 2.5.3. Αποτελεσματικότητα Συσκευής

Όσο και αν το μηχάνημα θεωρείται ένα μηχάνημα που μπορεί να σώσει τη ζωή ενός

ανθρώπου, υπάρχουν και πολλές επιπλοκές που μπορεί να συμβούν κατά την διάρκεια της χρησιμοποίησής του. Οι κυριότερες είναι εσωτερική αιμορραγία, χειρουργικές επιπλοκές όπως και τα εγκεφαλικά επεισόδια. Επίσης με διάφορες μολύνσεις του αίματος μπορούν να προκληθούν ζημιές και στα υπόλοιπα όργανα του σώματος. Παρ' όλα αυτά τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί έχουν σχεδόν μηδενίσει την απιθανότητα αιμορραγίας. Επίσης υπάρχει αυξημένος κίνδυνος μόλυνσης από τους σωλήνες που τοποθετούνται στα αιμοφόρα αγγεία.[17]

#### 2.5.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Έρευνες όμως για μία απόλυτα εμφυτεύσιμη συσκευή των πνευμόνων γίνεται ώστε να εξαλειφθεί πια το πρόβλημα της αναμονής για μόσχευμα. Οι επιστήμονες στο πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν που ανέπτυξαν αυτή της συσκευή, έχουν μοντελοποιήσει τους μικροσκοπικούς αεραγωγούς των πνευμόνων σε μία συσκευή μικροτσιπ, παρέχοντας νέες γνώσεις σε ασθένειες των πνευμόνων. Επιτρέπει στους ερευνητές να καλλιεργήσουν κύτταρα αεραγωγών των πνευμόνων που συμπεριφέρονται σαν να είναι σε ανθρώπινο σώμα. Ο Shuichi Takayama, είναι αναπληρωτής καθηγητής της βιοϊατρικής τεχνολογίας και ο κύριος ερευνητής για τη μελέτη αυτή.[12]



Η πρωτοποριακή συσκευή πνευμόνων.  
Πηγή: Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν

#### 2.6. Τεχνητό Ήπαρ

Ένα όργανο το οποίο είναι γνωστό για τις αναγεννητικές ιδιότητές του είναι το ήπαρ (δεν είναι τυχαίο που στον μύθο του Προμηθέα ο αετός μπορεί και τρώει καθημερινά το ήπαρ του ήρωα). Παρά τις ενδογενείς αναγεννητικές ικανότητες του ήπατος, υπάρχουν ασθενείς των οποίων το ήπαρ αδυνατεί να ανταπεξέλθει (έπειτα από λοιμώξεις ή από κατάχρηση αλκοόλ) και χρειάζεται να υποβληθούν σε μεταμόσχευση. Η ανάγκη μεταμόσχευσης ήπατος θα μπορούσε να εξαλειφθεί χάρη στη δημιουργία ενός τεχνητού ήπατος. Αυτό θα μπορούσε να «αναλάβει» για μικρό χρονικό διάστημα να απαλλάσσει τον οργανισμό από τις τοξίνες, να κάνει δηλαδή τη δουλειά του ήπατος του ασθενούς με τρόπο αντίστοιχο με αυτόν που το τεχνητό νεφρό αναλαμβάνει την αιμοκάθαρση των ασθενών

με νεφρική ανεπάρκεια.

Το βιοτεχνητό ήπαρ είναι η πλέον υποσχόμενη σύγχρονη μέθοδος εξωσωματικής υποστήριξης του ήπατος και αποτελεί μοναδική τεχνολογική πρόκληση, καθώς αναπαράγει πολλές από τις πολύπλοκες ηπατικές λειτουργίες και διορθώνει τις μεταβολικές, νευρολογικές διαταραχές, όπως την ηπατική εγκεφαλοπάθεια.[1]

### 2.6.1. Τεχνική περιγραφή

Σήμερα, δεν υπάρχουν εγκεκριμένα δοκιμές συσκευών από την FDA για οποιαδήποτε εξωτερική συσκευή ήπατος στις Ηνωμένες Πολιτείες, σύμφωνα με την ASAIO.Υπάρχουν όμως πολλές εταιρείες που προσπαθούν να αναπτύξουν διαφορετικές εκδοχές του βιοτεχνητού ήπατος. Παρακάτω είναι μερικές από τις κυριότερες συσκευές και μελέτες που εμπερικλείουν και κλινικές δοκιμές.[18]

- Hepatassist 2000 system της εταιρείας Arbios- Circe Biomedical, βρίσκεται στην τρίτη κλινική φάση σχεδιάζεται με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών με κοίλες ίνες και χρησιμοποιεί κύτταρα ήπατος χοίρων.
- Elad ( extracorporeal liver assist device) της εταιρείας Vitagen , βρίσκεται στην δεύτερη κλινική φάση σχεδιάζεται με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών με κοίλες ίνες και χρησιμοποιεί ανθρώπινα κύτταρα ήπατος
- Bioartificial Liver Support System της εταιρείας Excorp Medical Inc , βρίσκεται στην τρίτη κλινική φάση και χρησιμοποιεί κύτταρα ήπατος χοίρων.

### 2.6.2. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Όσο οι κλινικές δοκιμές των παραπάνω συσκευών ολοκληρώνονται είναι δεδομένο πώς όταν θα εγκριθούν θα αποτελούν την λύση για την θεραπεία της ηπατικής ανεπάρκειας. Εκτός όμως από αυτές τις συσκευές οι επιστήμονες εξετάζουν και άλλες εκδοχές.

Η κυριότερη ασθένεια του ήπατος είναι η ηπατίτιδα c και ο καρκίνος του ήπατος. Γι' αυτό και η Linda Griffith, καθηγήτρια της βιολογικής εφαρμοσμένης μηχανικής και διευθύντρια του Βιοτεχνολογικού κέντρου Μηχανικής του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, εργάστηκε μαζί με την ομάδα της ώστε να εξαλείψει την ανάγκη για μεταμόσχευση. Δημιούργησαν το τσιπ ήπατος, ένα τσιπ που είναι πρωτότυπο του ήπατος και επιτρέπει στους ερευνητές να κάνουν δοκιμές χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ζωές των

ασθενών.[19] Είναι ένα τρισδιάστατο σύστημα κυτταροκαλλιέργειας που ευνοεί την ανάπτυξη των κυττάρων του ήπατος και διευκολύνει τη μελέτη της λειτουργίας του ήπατος. Αποτελείται από δύο πολύ λεπτά τμήματα πυριτίου, μεγέθους φιστικιού μέσα σε ένα πλαστικό κουτί. Τοποθετείται καλά σφραγισμένο σε έναν βιοαντιδραστήρα όπου και δημιουργεί μία ροή από υγρά που περιέχουν θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο. Όπως ρέουν τα υγρά μέσω του τσιπ, βοήθα να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον για τα κύτταρα του ήπατος όσο το δυνατόν παρόμοιο με το ανθρώπινο σώμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΕΜΦΥΤΕΥΣΙΜΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

#### 3.1. Σκοπός

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύσαμε την πληροφορική και τις συναφείς επιστήμες καθώς και τον τρόπο δημιουργίας και λειτουργίας, με την βοήθεια των επιστημών αυτών, των τεχνητών οργάνων. Παρόλο που υπήρξε μια επανάσταση στην πληροφορική και την τεχνολογία τις τελευταίες δεκαετίες κάποια όργανα δεν μπόρεσαν ακόμα να δημιουργηθούν εξολοκλήρου. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στις συσκευές υποβοήθησης ανθρώπινων οργάνων όσον αφορά την ιστορική τους διαδρομή, στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά καθώς και τι μας επιφυλάσσει το μέλλον για την εξέλιξή τους.

#### 3.1 Ορισμός

Εμφύτευμα ή μόσχευμα είναι μια ιατρική συσκευή που φτιάχνεται για να αντικαταστήσει και να ενεργήσει ως ελλείπουσα βιολογική δομή (όπως συγκρίνεται με μια μεταμόσχευση, η οποία δείχνει το μεταμοσχευμένο βιοϊατρικό ιστό).[1] Η επιφάνεια των εμφυτευμάτων που έρχονται σε επαφή με το σώμα μπορεί να αποτελείται από ένα βιοϊατρικό υλικό όπως το τιτάνιο, η σιλικόνη ή άλλα υλικά ανάλογα με αυτό που είναι το λειτουργικότερο. Σε μερικές περιπτώσεις τα εμφυτεύματα σχετίζονται με την ηλεκτρονική επιστήμη όπως ο τεχνητός βηματοδότης και τα κοχλιωτά μοσχεύματα. Στην ορθοπαιδική χειρουργική επέμβαση, τα μοσχεύματα μπορούν να αναφερθούν στις συσκευές που τοποθετούνται πέρα από ή μέσα στα κόκαλα για να κρατήσουν μια μείωση σπασίματος.

Η ιατρική συσκευή θεωρείται «εμφυτεύσιμη» εάν είτε εν μέρει είτε συνολικά εισάγεται, χειρουργικά είτε ιατρικά, στο ανθρώπινο σώμα και προορίζεται για να παραμείνει μετά από τη διαδικασία. Ένα ανθρώπινο μόσχευμα μικροτσιπ είναι μια συσκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ή μια συσκευή RFID (Radio Frequency Identification) αναφέρεται στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τα ράδιο κύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα τα άτομα ή τα στοιχεία). που περιβάλλεται από γυαλί και που εμφυτεύεται σε ένα ανθρώπινο σώμα. Τέτοια μοσχεύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την

αποθήκευση πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου του προσωπικού προσδιορισμού, το ιατρικό ιστορικό, τα φάρμακα, τις αλλεργίες, και τα στοιχεία επαφής.

### 3.1.1 Γενική επισκόπηση

Η εισαγωγή και η διαχείριση των εμφυτεύσιμων συσκευών στο ανθρώπινο σώμα, θα γίνεται όλο και περισσότερο σύνηθες για τη διατήρηση και βελτίωση της υγείας. "Εμφυτεύματα" έχουν ήδη αναπτυχθεί από τεχνητά ισχία και γόνατα μέχρι βοηθητικές συσκευές που έχουν ενσωματωμένη την ηλεκτρονική όπως τεχνητός βηματοδότης ή κοχλιακά εμφυτεύματα. επόμενο βήμα θα είναι οι καινούριες εμφυτεύσιμες συσκευές οι οποίες θα επικοινωνούν με εξωτερικές συσκευές παρακολούθησης έξω από το σώμα, καθώς και μέσω του Διαδικτύου. Παγκοσμίως, η αγορά των ηλεκτρονικών εμφυτεύσιμων συσκευών αναμένεται να διευρυνθεί σημαντικά.. Τα ιατρικά εμφυτεύματα περιλαμβάνουν \$ 23 δισ. βιομηχανίας στις Ηνωμένες Πολιτείες και θα φθάσουν τα € 33,8 δισ. μέχρι το 2009.[20] Στις ΗΠΑ η ζήτηση για εμφυτεύσιμες συσκευές θα αυξηθεί περίπου στο 10 τοις εκατό ετησίως από το 2009 βασισμένο σε μια διευρυνόμενη επικράτηση των χρόνιων παθήσεων σε συνδυασμό με την ανάπτυξη νέων προϊόντων.

Οι καινούριες εμφυτεύσιμες συσκευές θα περιλαμβάνουν τη δημιουργία ιατρικών εμφυτεύσιμων συσκευών από την νανοτεχνολογία , που θα κατασκευαστούν, θα παρεμβάλλονται, και θα εφαρμόζονται εντός του ανθρώπινου σώματος. Το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας (National Institute of Health -NIH) προβλέπει ότι μέσα στα επόμενα 20 με 30 χρόνια, οι εμφυτεύσιμες αυτές συσκευές που θα έχουν νανο –μεγέθη, που θα αναπτυχθούν μπορεί να αναπτύξουν αυτό από το οποίο δημιουργούνται τα καρκινικά κύτταρα και να το καταστρέψουν. Εμφυτεύσιμες βιολογικές συσκευές νανοσωματιδίων θα χρησιμοποιηθούν για την επισκευή ή την αντικατάσταση ιστών κυρίως σώματος. Τα παρακάτω είναι μερικά επιλεγμένα παραδείγματα των εμφυτεύσιμων τεχνολογιών που ήδη χρησιμοποιούνται στον τομέα της υγείας :

- Εμφυτεύσιμες συσκευές βηματοδότησης και απινίδωσης
- Εμφυτεύσιμες συσκευές για την ακοή και την όραση
- Εμφυτεύσιμα συστήματα διέγερσης – Εγκέφαλο / Νεύρα
- Εμφυτεύσιμοι αισθητήρες και / η συσκευές παρακολούθησης κίνησης
- Εμφυτεύσιμα μικροσίπ πληροφοριών ασθενών

Καθώς οι δυνατότητες των εν λόγω εμφυτεύσιμων ιατρικών συσκευών της νανοτεχνολογίας είναι ενισχυμένες για να λαμβάνουν, να αποθηκεύουν, να μεταδίδουν, και να ενεργούν σχετικά με τις πληροφορίες, μπορεί κανείς να φανταστεί πως αυτές θα χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για να θεραπεύσουν ασθένειες και να βελτιώσουν τη συνολική υγεία.

### 3.2. Τεχνητή ακοή

Η τεχνητή ακοή, ή όπως αποκαλείται καλύτερα η κοχλιακή εμφύτευση, είναι μία από τις πιο αξιόλογες προόδους της ιατρικής και της βιοτεχνολογίας κατά την τελευταία 20ετία, γιατί δίνει την αίσθηση της ακοής στα άτομα τα οποία ουδέποτε άκουσαν, ή άκουσαν αλλά έχασαν την ακοή τους αργότερα. Είναι ένα τεχνητό εργαλείο ακρόασης που υποκινεί τα νεύρα, χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική ενέργεια, στο εσωτερικό αυτί.[1] Το βιονικό αυτί βοηθά ένα κωφό πρόσωπο για να ακούσει ότι ένα άλλο πρόσωπο μιλά. Τοποθετείται κάτω από το δέρμα πίσω από το αυτί ενός προσώπου κατόπιν λεπτής χειρουργικής επέμβασης και μεταδίδει τα ακουστικά μηνύματα υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, κατευθείαν στις ίνες του ακουστικού νεύρου.

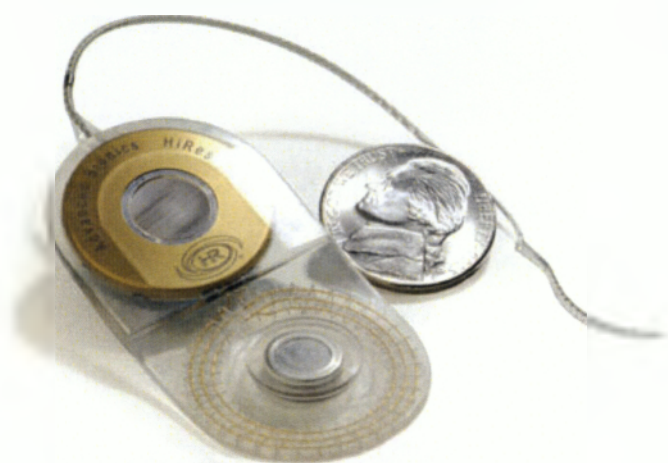
#### 3.2.1. Ιστορική αναδρομή

Τα Κοχλιακά εμφυτεύματα, όπως τις γνωρίζουμε σήμερα, είναι αποτέλεσμα εντατικής ερευνας κατά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες. Ωστόσο, υπάρχει μια μακρά ιστορία των προσπαθειών για την παροχή ακοής μέσω ηλεκτρικής διέγερσης του ακουστικού συστήματος. Το ενδιαφέρον για την εφαρμογή της βιολογίας της ηλεκτρικής ενέργειας ήταν η βάση για την ανάπτυξη των κοχλιακών εμφυτευμάτων.

Οι πρώτες εμπορικές συσκευές εγκρίθηκαν από την FDA στα μέσα της δεκαετίας του '80. Εντούτοις, η έρευνα με αυτήν την συσκευή άρχισε στη δεκαετία του '50 [13]. Τον Σεπτέμβριο του 1993 πραγματοποιείται με επιτυχία η πρώτη Κοχλιακή Εμφύτευση σε Δημόσιο Ελληνικό Νοσοκομείο [21] «Γενικό Νομαρχιακό Νοσοκομείο Βέροιας». Τοποθετήθηκε σε γυναίκα μητέρα 2 παιδιών το πρωτοποριακό για την εποχή του εμφύτευμα MED-EL τύπου COMFORT, με οπισθωτιαίο επεξεργαστή ομιλίας αναλογικού τύπου. Το εμφύτευμα αυτό λειτουργεί άψογα μέχρι και σήμερα.



### 3.2.2. Τεχνική περιγραφή



**Κοχλιωτό εμφύτευμα**

Ένα κοχλιακό εμφύτευμα αποτελείται :[22]

- α)* Ένα μικρόφωνο το οποίο συλλέγει ήχους από το περιβάλλον
- β)* το δέκτη (receiver – stimulator), που είναι μια μικρή συσκευή που τοποθετείται εσωτερικά κάτω από το δέρμα

σε μία οπισθοωτιαία κοίλανση του κρανίου που γίνεται κατά τη στιγμή της χειρουργικής επέμβασης,

*γ)* τα ηλεκτρόδια που συνδέονται με το δέκτη και εισάγονται στον κοχλία κατά την στιγμή της επέμβασης, και

*δ)* το διαβιβαστή (transmitter coil), που είναι μια επίσης μικρή λεπτή συσκευή σαν μεγάλο νόμισμα που, με τη βοήθεια ενός μαγνήτη του δέκτη, συγκρατείται κάτω από τα μαλλιά στο δέρμα της οπισθοωτιαίας περιοχής, ακριβώς πάνω από το δέκτη (McCormick and Archbold, 2003)

Η βασική αρχή λειτουργίας ενός κοχλιακού εμφυτεύματος είναι η εξής:

Το μικρόφωνο συλλέγει τις ακουστικές πληροφορίες και τις μεταδίδει στον επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής συλλέγει και κωδικοποιεί τις ακουστικές πληροφορίες. Οι ηλεκτρονικοί κώδικες με τη σειρά τους μεταφέρονται από τον επεξεργαστή, μέσω ενός καλωδίου, στο διαβιβαστή. Ο διαβιβαστής τους στέλνει με ραδιοκύματα στο δέκτη, ο οποίος τους μετατρέπει σε ειδικά ηλεκτρικά σήματα και τα στέλνει στα ηλεκτρόδια. Τα ηλεκτρόδια ερεθίζουν τα γαγγλιακά κύτταρα του ακουστικού νεύρου, τα οποία, με τη σειρά τους, στέλνουν τα αντίστοιχα μηνύματα στον εγκέφαλο μέσω της ακουστικής οδού,

έτσι ώστε να προκληθεί ακουστική εμπειρία.

### 3.2.3. Αποτελεσματικότητα συσκευής

Οι δυνατότητες των ασθενών που χρησιμοποιούν κοχλιακά εμφυτεύματα είναι πολλές μερικές από αυτές είναι : [13]

- πολλοί μπορούν να κάνουν τηλεφωνήματα
- να παρακολουθήσουν τηλεόραση πιο εύκολα
- κάποιοι ακόμα μπορούν να ακούσουν και μουσική
- μπορούν να καταλάβουν μια συζήτηση χωρίς να χρειαστεί να διαβάσουν τα χείλη
- μπορούν πλέον αντιληφθούν ήχους άλλοτε απαλούς και άλλοτε πιο δυνατούς κ.α.

Επίσης οι ασθενείς με το μόσχευμα μπορούν να κολυμπήσουν, να κάνουν μπάνιο και να κάνουν ουσιαστικά τα πάντα φυσιολογικά.

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα υπάρχουν και σημαντικά ρίσκα που μπορεί να προκύψουν τόσο κατά την εγχείρηση όπως (τραυματισμοί , μολύνσεις, κ.α.) όσο και κατά την χρήση τους μερικά από τα οποία είναι:

- Μπορεί να διαφέρει η ποιότητα του ήχου(σύμφωνα με άτομα τα οποία άκουγαν πριν υποστούν κώφωση)
- Μπορεί να μην ακούν τόσο καλά όσο άλλοι.
- Θα πρέπει να είναι προσεκτικοί από το στατικό ηλεκτρισμό (Ο στατικός ηλεκτρισμός μπορεί να καταστρέψει ένα κοχλιακό εμφύτευμα προσωρινά ή και μόνιμα).
- Μπορεί να αναπτύξουν κάποιου είδους ενόχληση κ.α.

### 3.2.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Με εξελίξεις στην τεχνολογία και η συνεχής παρακολούθηση των μελετών με

ανθρώπους που ήδη έχουν λάβει εμφυτεύματα, οι ερευνητές αξιολογούν πως το κοχλιωτό εμφύτευμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για άλλους τύπους απώλεια της ακοής.

Το Εθνικό Ινστιτούτο που ασχολείται με προβλήματα ακοής NIDCD (National Institute of Deafness and other Communication Disorders) υποστηρίζει την έρευνα για να βελτιώσει τις παροχές από το κοχλιωτό εμφυτεύματα. Πρέπει να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί μια συντομευμένη ηλεκτροδίων παράταξη, που εισάγονται σε ένα τμήμα του κοχλίου για τα άτομα των οποίων η απώλεια ακοής περιορίζεται στις υψηλότερες συχνότητες. Άλλες μελέτες διερευνούν τρόπους για να κάνουν το κοχλιωτό εμφύτευμα να μεταφέρει τους ήχους της ομιλίας σαφέστερα.

Ήδη, προσπάθειες για βελτίωση των κοχλιακών εμφυτευμάτων γίνονται τόσο για την μείωση του μεγέθους τους όσο και για την μείωση των ενοχλητικών ήχων του συστήματος.[22] Αν και κανείς δεν μπορεί να προβλέψει το μέλλον, οι ειδικοί πιστεύουν πως στα επόμενα χρόνια, απόλυτα εμφυτεύσιμα κοχλιωτά μοσχεύματα θα είναι διαθέσιμα στο εμπόριο. Αυτή τη στιγμή, τα κοχλιωτά μοσχεύματα έχουν το εξωτερικό υλικό, σαν ενισχυτές ακρόασης και μερικοί άνθρωποι θα προτιμούσαν να μην έχουν οποιοδήποτε εξωτερικό υλικό. Εντούτοις, τα απολύτως εμφυτεύσιμα κοχλιωτά μοσχεύματα είναι τεχνικά δυνατά, αν και μπορούν να μην είναι απαραίτητος η «καθολική» καλύτερη εναλλακτική λύση. Τα ζητήματα όπως η θέση μικροφώνων και η ευαισθησία και η ζωή μπαταριών θα είναι βασικά ζητήματα.

#### Κόστος συσκευής:

Ακριβότερο από έναν ενισχυτή ακοής, το συνολικό κόστος ενός κοχλιωτού μοσχεύματος συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης, την χειρουργική επέμβαση, την συσκευή και την αποκατάσταση κυμαίνεται περίπου στα \$40.000.Οι περισσότερες ασφαλιστικές εταιρείες παρέχουν τα οφέλη που καλύπτουν το κόστος.[23]

### 3.3. Τεχνητή όραση

Ένα οπτικό προσθετικό ή βιονικό μάτι είναι μια μορφή νευρικής πρόσθεσης που προορίζεται για να αποκαταστήσει μερικώς τη χαμένη όραση ή να ενισχύσει την υπάρχουσα όραση. Λαμβάνει συνήθως τη μορφή μιας εξωτερικά-φορεμένης

φωτογραφικής μηχανής που είναι συνδεδεμένη με ένα διεγερτικό στον αμφιβληστροειδή, οπτικό νεύρο, ή στον οπτικό φλοιό, προκειμένου να παραχθούν οι αντιλήψεις στον οπτικό φλοιό.[1]

Τα τελευταία 20 χρόνια, η βιοτεχνολογία έχει γίνει ο τομέας με την ταχύτερη ανάπτυξη της επιστημονικής έρευνας, με πολλές νέες συσκευές να πηγαίνουν στις κλινικές δοκιμές. Αλλά στις μέρες μας, αρκετές ομάδες επιστημόνων σε όλο τον κόσμο επιδιώκουν το επίτευγμα της τεχνητής όρασης για αυτούς που περνούν τη ζωή τους στο σκοτάδι. Αποδεικνύουν ότι αυτού του είδους η τεχνολογία είναι ασφαλής και ότι μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ατόμων με εξασθενημένη όραση. Τα περισσότερα πειράματα για την αποκατάσταση της όρασης με ηλεκτρονικές συσκευές αφορούν εμφυτεύματα που εισάγονται στον αμφιβληστροειδή του ματιού.

Περίπου 1.5 εκατομμύριο άνθρωποι παγκοσμίως έχουν την ασθένεια που ονομάζεται αμαυροειδής αμφιβληστροπάθεια, και 700.000 άνθρωποι στο δυτικό κόσμο εντοπίζονται κάθε έτος με την ασθένεια που ονομάζεται εκφυλισμός της ώχρας κηλίδας. Και στις δύο εκφυλιστικές ασθένειες, αμφιβληστροειδικά κύτταρα στο πίσω μέρος του ματιού που επεξεργάζονται το φως πεθαίνουν.[53]

Υπάρχουν δύο τεχνολογικές προσεγγίσεις. Η πρώτη περιλαμβάνει ένα είδος μινι κάμερας η οποία βρίσκεται πάνω σε ένα ζευγάρι γυαλιών οράσεως. Η δεύτερη περιλαμβάνει ενσωματωμένα ηλεκτρονικά μικροκυκλώματα στον αμφιβληστροειδή του ματιού και έτσι επιτυγχάνεται μετάδοση εικόνας.

### 3.3.1. Τεχνική Περιγραφή

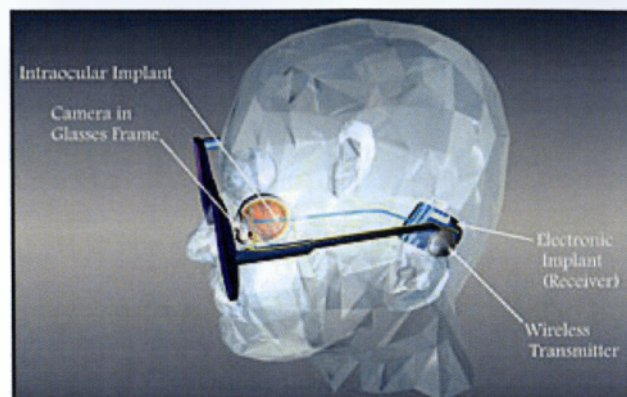
#### α). Συσκευή μίνι κάμερας

Έξι τυφλοί ασθενείς έχουν αποκαταστήσει τη όρασή τους μερικώς από ένα «βιονικό μάτι» που εμφυτεύεται χειρουργικά στον αμφιβληστροειδή τους. Αν και αποκαθιστά μόνο τη στοιχειώδη

όραση, η συσκευή έχει αποδειχθεί τόσο επιτυχής που οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξή της είναι έτοιμοι να αρχίσουν μια μελέτη μιας περιπλοκότερης έκδοσης με μεταξύ 50 και 75 ασθενείς.[54] Εάν αυτή η δοκιμή πετύχει η συσκευή θα μπορούσε να είναι διαθέσιμη στους ασθενείς σε δύο έτη. Το βιονικό μάτι λειτουργεί με τη μετατροπή των εικόνων από τη μικροσκοπική φωτογραφική μηχανή σε ένα ζευγάρι των γυαλιών σε ένα πλέγμα 16

ηλεκτρικών σημάτων που διαβιβάζουν άμεσα στο νεύρο τις καταλήξεις στον αμφιβληστροειδή.

Διάφορες ερευνητικές ομάδες σε όλο τον κόσμο εργάζονται στις διάφορες εκδόσεις του



**Μικροηλεκτρονικό εμφύτευμα αμφιβληστροειδή**  
Πηγή: Doheny Eye Institute

τεχνητού αμφιβληστροειδή, τυπικά γνωστές ως ενδοφθάλμια αμφιβληστροειδική πρόσθεση. Ενώ οι συσκευές υποβάλλονται ακόμα στην αυστηρές δοκιμή και την ανάπτυξη, δύο τύποι έχουν εμφυτευθεί σε μια μικρό αριθμό τυφλών ανθρώπων , το ARGUS και το τεχνητό μικροτσιπ αμφιβληστροειδών πυριτίου.[13] Τα αποτελέσματα μέχρι σήμερα έχουν αυξήσει τις ελπίδες καθώς επίσης και την προσοχή.

Συγκεκριμένα:

Το «τεχνητό μάτι» ARGUS [24] αποτελείται από ένα λεπτό τσιπ με 16 ηλεκτρόδια σε το εμφυτεύεται στο μάτι, και ένα δεύτερο τσιπ εμφυτεύεται πίσω από το αυτί. Το τελικό συστατικό είναι ένα ζευγάρι των γυαλιών ηλίου που εξοπλίζονται με μια μικροσκοπική τηλεοπτική φωτογραφική μηχανή και έναν μικροεπεξεργαστή. Όταν το τυφλό πρόσωπο φορά τα γυαλιά, η φωτογραφική μηχανή συλλαμβάνει τις εικόνες και τις μετατρέπει στις ηλεκτρικές σήματα που διαβιβάζονται στο τσιπ πίσω από το αυτί, το οποίο τις αναμεταδίδει έπειτα στο αμφιβληστροειδικό τσιπ. Για κάθε ηλεκτρόδιο που υποκινείται στο τσιπ, το τυφλό πρόσωπο βλέπει ένα σημείο του φωτός.

Ειδικότερα:

- **Ψηφιακή κάμερα** – ενσωματωμένη σε ένα ζεύγος γυαλιά · συλλαμβάνει εικόνες σε πραγματικό χρόνο · στέλνει τις εικόνες στον μικροεπεξεργαστή
- **Βίντεο-επεξεργασία μικροεπεξεργαστή** - επεξεργάζεται τις εικόνες σε ηλεκτρικά σήματα που αντιπροσωπεύουν το φως και σκοτάδι · στέλνει τα σήματα στον πομπό που βρίσκεται στα γυαλιά
- **Πομπός** - ασύρματα μεταδίδει σήματα στο δεκτή και εμφυτεύεται κάτω από το αυτί ή το μάτι
- **Δέκτης** -ο δεκτής στέλνει τα σήματα στο εμφύτευμα του αμφιβληστροειδούς με ένα εμφυτεύσιμο καλώδιο τόσο λεπτό όσο μια τρίχα .

Το ARGUS II είναι η επόμενη γενιά εμφυτεύματος του ματιού και αποτελείται από 60 ηλεκτρόδια.[28] Η FDA έχει εγκρίνει την συσκευή για να πραγματοποιήσει κλινικές δοκιμές.

#### β) Ηλεκτρονικό Φωτοευαίσθητο τσιπ

Το τσιπ αναπτύχθηκε και παρασκευάστηκε από την εταιρεία Retina Implant, της οποίας ιδρυτικό στέλεχος είναι και ο Δρ. Ζρεννερ. Ο πυρήνας του εμφυτεύματος είναι ένας μικροεπεξεργαστής μεγέθους περίπου 3 χιλιοστά και διάμετρο περίπου 50 μ. μ πάχος, στον οποίο υπάρχουν 1500 pixels. Το μέγεθος του είναι περίπου ένα pixel 70 x 70 μ m<sup>2</sup>, δίδοντας ένα οπτικό πεδίο 12 ° και επιτρέποντας την κινητικότητα και την αναγνώριση αντικειμένου στο χώρο. Το καθένα εκ των οποίων παρέχει ένα στοιχείο εικόνας (pixel) και έναν ενισχυτή που ενισχύει το σήμα που μεταδίδεται για τη διέγερση του



Πρότυπο ενός ενεργού εμφυτεύματος  
Πηγή: Retina Implant

αμφιβληστροειδούς χιτώνα. Η εμφύτευση διαρκεί πέντε ώρες, με ένα καλώδιο να εξέρχεται της οφθαλμικής κόγχης, κάτω από το δέρμα, στο πίσω μέρος το αυτιού του ασθενούς. Το καλώδιο συνδέεται με μια πηγή ενέργειας. Τα συστατικά του εμφυτεύματος είναι συνδεδεμένα με μία εξαιρετικά ευέλικτη κορδέλα..[26] Το σύνολο του εμφυτεύματος, με εξαίρεση του μικροτσιπ, είναι ενσωματωμένο σε σιλικόνη. Όλο το

μήκος του εμφυτεύματος είναι 100 mm, το πλάτος 3 mm και πάχος 0,1 mm. Μόνο το δεξί ημισυ του εμφυτεύματος βρίσκεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Το αριστερό μέρος είναι ραμμένο στην εξωτερική μεριά

Συνοπτικά, μετά την εμφύτευση του τσιπ η οπτική ικανότητα του ασθενούς πρέπει να πληρήνεται ακόλουθα κριτήρια:

- Προσανατολισμός στο χώρο
- Οπτικό πεδίο: 8 ° - 12 °
- Ικανότητα να βλέπει χωρίς οπτικά βοηθήματα (εκτός από γυαλιά): τουλάχιστον την ικανότητα να μετρούν τα δάχτυλα, με καλύτερη την ικανότητα να αναγνωρίζουν πρόσωπα.
- Ικανότητα να αναγνωρίζουν τα γράμματα της αλφαβήτου με οπτικά βοηθήματα.
- Δυνατότητα να βλέπουν την φωτεινότητα.

### 3.3.2 Αποτελεσματικότητα συσκευής

Τόσο για το Argus όσο και για το εμφυτεύσιμο μικροτσιπ τα αποτελέσματα δεν είναι ξεκάθαρα. Αν και είναι πολύ νωρίς ακόμα για να βγουν συμπεράσματα οι πρώτοι έξι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε δοκιμή ήταν σε θέση να δουν το φως, σχήματα και κινήσεις. Στην πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιείται σε νότια Καλιφορνία με το Argus, τυφλοί άνθρωποι που είχαν την εμφυτευμένη συσκευή κατέθεσαν ότι μπορούν να δουν κάποιο φως και να ανιχνεύσουν τα αντικείμενα και την κίνηση. Οι έξι τυφλοί άνθρωποι που δοκίμασαν την συσκευή ήταν σε θέση να διακρίνουν τις μεγάλες, απλές μορφές (όπως το κεφαλαίο γράμμα Λ) 60-80% του χρόνου. Τα πήγαν καλύτερα με τα αντικείμενα και ήταν σε θέση να δείξουν εάν ένα φλιτζάνι, ένα πιάτο, ή ένα μαχαίρι ήταν τοποθετημένο πριν από αυτούς.[29]

Το πρώτο τεστ ενός ηλεκτρονικού φωτοευαίσθητου τσιπ που εμφυτεύεται στο μάτι δείχνει ότι μπορεί να αποκαταστήσει την όραση σε ορισμένους ασθενείς με τύφλωση. Το τσιπ απεκατέστησε την περιορισμένη όραση σε τρεις ασθενείς. Για δύο ασθενείς που δεν παρουσίασαν βελτίωση, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι υπήρχαν τεχνικά προβλήματα με τα τσιπ. Δύο άλλοι ήταν τυφλοί για περισσότερα από δέκα χρόνια, και μάλλον είχαν χάσει

την ικανότητα να ερμηνεύουν τα σήματα φωτός. Οι τρεις ασθενείς, των οποίων τα τσιπ ήταν λειτουργικά, ανέφεραν ότι έβλεπαν κάποιο φωτεινό πλαίσιο μέσω του οποίου είχαν περιορισμένη όραση. Ένας ήταν σε θέση να εντοπίσει λευκά πιάτα φαγητού σε μαύρο τραπεζομάντιλο, αλλά δεν μπορούσε να εντοπίσει λευκές πλαστικές συσκευασίες. Οι μακροχρόνιες επιπτώσεις του τσιπ δεν είναι ακόμη ξεκάθαρες. Έξι εκ των επτά ασθενών είχαν το τσιπ μόνο για 30 ημέρες και μετά τους αφαιρέθηκε χειρουργικά. Ο έβδομος συνέχισε να το έχει για 18 μήνες χωρίς να διατυπώσει ενοχλήσεις. Όπως εξηγεί ο Δρ Βάλτερ Βρόμπελ διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας Retina Implant το τσιπ αυτή την περίοδο τελειοποιείται και θα είναι εμπορικά διαθέσιμο το 2009 στην τιμή των 25.000 ευρώ.[26]

### 3.3.2. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Είναι ακόμη πολύ νωρίς για οποιεσδήποτε βελτιώσεις καθώς αυτές οι μέθοδοι είναι ακόμη υπό δοκιμή. Οι εναλλακτικές αυτές μέθοδοι δεν θεωρούνται κλινικά εφαρμόσιμες ακόμα. Δίνουν μεγάλες ελπίδες όμως για ευρεία εφαρμογή στο μέλλον. Με την πάροδο του χρόνου οι ερευνητές θα συλλέγουν όλο και περισσότερα στοιχεία αναλύοντας τις πληροφορίες από τους ασθενείς που δοκιμάζουν αυτές τις μεθόδους. Σε λίγο καιρό θα ανακοινωθούν και τα πρώτα αποτελέσματα των ερευνών αυτών.

### 3.4. Βηματοδότης

Πολλοί άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με την ιατρική συσκευή που ονομάζεται βηματοδότης καρδιάς. Από το 1950, αυτό το μικροσκοπικό κομμάτι της τεχνολογίας έχει βελτιώσει τις ζωές των εκατομμυρίων των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο.[30]

Ο τεχνητός ηλεκτρονικός βηματοδότης παράγει μικρά ηλεκτρικά σήματα-ερεθίσματα σαν το φυσικό βηματοδότη, τα οποία διεγείρουν την καρδιά με τη βοήθεια καλωδίων (ηλεκτρόδια), κάνοντας την έτσι να συστέλλεται και να αντλεί μια ικανοποιητική ποσότητα αίματος στο σώμα.

Κάθε βηματοδότης αποτελείται από τη γεννήτρια (μπαταρία από λίθιο) στην οποία είναι ενσωματωμένο και το ηλεκτρονικό κύκλωμα. Τα ηλεκτρικά ερεθίσματα που παράγει μεταβιβάζονται στην καρδιά με τη βοήθεια καλωδίων, των οποίων το ένα άκρο είναι συνδεδεμένο με το βηματοδότη και το άλλο με την καρδιά. Ο βηματοδότης και το



ηλεκτρόδιο μαζί αποτελούν το σύστημα βηματοδότησης. Ο ιατρός, ανάλογα με την πάθηση, τοποθετεί ένα ή δύο ηλεκτρόδια.

### 3.4.1. Ιστορική αναδρομή

Ο πρώτος καρδιακός βηματοδότης ήταν εφεύρεση του Δρ. John Horps και των συνεργατών του. [30] Η συσκευή του ήταν πολύ μεγάλη για να εμφυτευθεί στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος. Ήταν μια εξωτερική βηματοδότη.

Η ιστορία των βηματοδοτών ξεκινάει από την πρόσφατη δεκαετία του '50, όταν εμφυτεύτηκαν αρχικά οι βηματοδότες στους ανθρώπους, περισσότεροι από 2 εκατομμύριο άνθρωποι έλαβαν. Οι βηματοδότες από τη δεκαετία του '50 ήταν συνδεδεμένοι με μια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος

εναλλασσόμενου ρεύματος. Το 1957, εμφανίστηκαν οι πρώτοι βηματοδότες με μπαταρίες. Η πρώτη εμφύτευση καρδιακού βηματοδότη σε άνθρωπο έγινε στις 8 Οκτωβρίου 1958 σε μία

43-χρονη γυναίκα στο Νοσοκομείο Καρολίνσκα στη Στοκχόλμη της Σουηδίας.[31]

Η εξέλιξη των βηματοδοτών συνεχίστηκε και το τιτάνιο έγινε το μέταλλο για το περίβλημα της συσκευής. Το 1970 εμφανίστηκε η μπαταρία λιθίου. Η χρησιμοποίηση των ράδιο κυμάτων για να προγραμματιστεί ο βηματοδότης ήταν το επόμενο μεγάλο βήμα.

Η βελτίωση της τεχνολογίας μείωσε δραματικά το βάρος των βηματοδοτών οι οποίοι από 250 γραμμάρια που ζύγιζαν στις αρχές της δεκαετίας του 1960 τώρα το βάρος τους κυμαίνεται από 23-75 γραμμάρια. Στη δεκαετία του '80 διάφορες εξελίξεις βελτίωσαν το βηματοδότη όπου και τον έφεραν στην σημερινή του μορφή. Σήμερα, υπολογίζεται ότι περίπου ένα εκατομμύριο άτομα σε όλο τον κόσμο έχουν βηματοδότη, και κάθε χρόνο, περίπου εμφυτεύονται 600.000.[30]

### 3.4.2. Τεχνική περιγραφή

Ο τεχνητός ηλεκτρονικός βηματοδότης παράγει μικρά ηλεκτρικά σήματα- ερεθίσματα σαν το φυσικό βηματοδότη, τα οποία διεγείρουν την καρδιά με τη βοήθεια καλωδίων (ηλεκτρόδια), κάνοντας την έτσι να συστέλλεται και να αντλεί μια ικανοποιητική

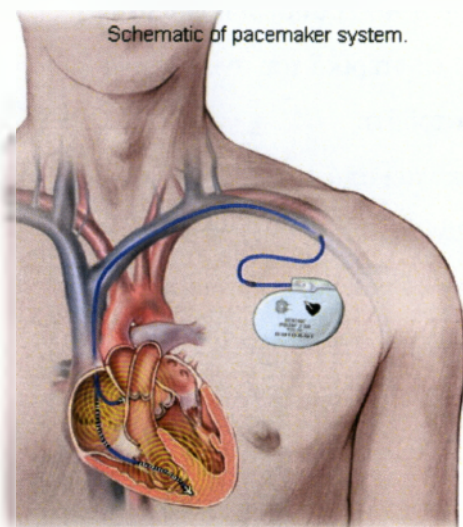


Πρωτότυπο βηματοδότη του Earl Bakken το 1958  
Πηγή: Bakken library and museum

ποσότητα αίματος στο σώμα.

Το βηματοδοτικό σύστημα όπως και κάθε βηματοδοτικό σύστημα αποτελείται από δύο μέρη.[33]

Τη γεννήτρια (μπαταρία από λίθιο διαμέτρου περίπου 5 εκατοστών) η οποία παράγει τα βηματοδοτικά ερεθίσματα και τα ηλεκτρόδια που αποδίδουν τα βηματοδοτικά ερεθίσματα στην καρδιά. Τα ίδια επίσης ηλεκτρόδια μπορούν να μεταφέρουν σήματα από την καρδιά στον



**Εμφυτεύσιμος βηματοδότης**  
Πηγή: NHLBI

βηματοδότη. Διαβάζοντας αυτά τα σήματα η γεννήτρια παλμών είναι ικανή να παρακολουθεί την καρδιακή δραστηριότητα και να ανταποκρίνεται ανάλογα.

Οι σημερινοί λοιπόν βηματοδότες χαρακτηρίζονται από την λειτουργία της αίσθησης (αναγνώριση των φυσικών παλμών της καρδιάς), από την λειτουργία της βηματοδότησης (αποστολή ερεθίσματος ικανού να διεγείρει την καρδιά όταν χρειάζεται), και την βηματοδοτική συχνότητα (δηλαδή την συχνότητα των ερεθισμάτων που εκπέμπει ο βηματοδότης). Εάν η συχνότητα της καρδιάς είναι μικρότερη από την βηματοδοτική, ο βηματοδότης το αισθάνεται και δίνει ερεθίσματα σε συχνότητα όσο η βηματοδοτική. Εάν η συχνότητα της καρδιάς είναι μεγαλύτερη από την βηματοδοτική, ο βηματοδότης το αισθάνεται και αναστέλλει την παραγωγή ερεθισμάτων. Η ηλεκτρονική βηματοδότηση καρδιών περιλαμβάνει τους μικροεπεξεργαστές που ελέγχουν το βηματοδότη, ο οποίος ελέγχει στη συνέχεια τον χτύπο της καρδιάς του ασθενή.

Οι παθολόγοι μπορούν να επικοινωνήσουν με τους μικροεπεξεργαστές του βηματοδότη εξωτερικά. Η διαδικασία, αποκαλούμενη προγραμματισμός βηματοδοτών, χρησιμοποιεί

μια χωριστή συσκευή για να διαβιβάσει τις εντολές στην εμφυτευμένη μονάδα. Αυτή η συσκευή επιτρέπει στον παθολόγο να τροποποιήσει τη θεραπεία βηματοδοτών ώστε να ταιριάζει με τις μεταβαλλόμενες ανάγκες του ασθενή. Η βελτίωση της τεχνολογίας μείωσε δραματικά το βάρος των βηματοδοτών οι οποίοι από 250 γραμμάρια που ζύγιζαν στις αρχές της δεκαετίας του 1960 τώρα το βάρος τους κυμαίνεται από 23-75 γραμμάρια.

Σήμερα υπάρχουν 3 τύποι βηματοδοτών οι οποίοι χωρίζονται σε μονοεστιακούς διπλοεστιακούς και οι υπεύθυνοι για τον ρυθμό. Ειδικότερα:

Μονοεστιακοί: Είναι σε θέση να διεγείρουν και/ή να καταγράφουν την δραστηριότητα της καρδιάς από μία μόνο κοιλότητα (συνήθως Δεξιά κοιλία)

Διπλοεστιακοί: Οι διπλοεστιακοί βηματοδότες χάρις στην παρουσία δύο ηλεκτροδίων είναι σε θέση να διεγείρουν και/ή να αισθανθούν την δραστηριότητα από δύο κοιλότητες ( δηλ. τον δεξιό κόλπο και την δεξιά κοιλία).

Rate-Responsive βηματοδότες : Τροποποιούν την συχνότητα διέγερσης με αποτέλεσμα να στέλνουν ερεθίσματα κατά τρόπο τέτοιο ώστε να διεγείρουν την καρδιά ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Χρησιμοποιούν τρία ηλεκτρόδια.

### 3.4.3. Αποτελεσματικότητα συσκευής

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι άνθρωποι που έχουν βηματοδότη δεν θα περιοριστούν από το να το κάνουν οποιεσδήποτε δραστηριότητες συνήθιζαν στο παρελθόν να κάνουν. Ανάλογα με τις συμβουλές των γιατρών τους οι ασθενείς θα μπορούν να κάνουν μπάνιο να πηγαίνουν κανονικά στην δουλειά τους να αθλούνται και να κάνουν το χόμπι τους.

Ο βηματοδότης είναι μια ηλεκτρική συσκευή με ειδικό περίβλημα και φίλτρα που προστατεύεται καλά από τις περισσότερες πηγές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών. Όμως καλό είναι να γνωρίζει κανείς ότι, μερικές φορές, υπάρχει μια πολύ μικρή πιθανότητα να υπάρξουν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές από ειδικές πηγές με αποτέλεσμα την προσωρινή, συνήθως, δυσλειτουργία του βηματοδότη. Οι πηγές αυτές είναι: [32]

- Ερασιτεχνικές συσκευές με εκπομπή ραδιοφωνικών σημάτων. Θα πρέπει να αποφεύγετε να βρίσκεστε κοντά σε τέτοιους ενισχυτές.

- Συσκευές ανίχνευσης μετάλλων στο αεροδρόμιο. Συνεπώς κατά τη διέλευση από τη συσκευή απαραίτητα θα πρέπει να επιδεικνύετε την ταυτότητα του βηματοδότη στο προσωπικό ασφαλείας. Βέβαια, αν περάσετε δεν θα προκληθεί μόνιμη βλάβη στο βηματοδότη, αλλά πιθανώς προσωρινή αναστολή.
- Κινητό τηλέφωνο. Πολλές μελέτες δείχνουν ότι συνήθως δεν προκαλείται αναστολή του βηματοδότη κατά τη χρήση του κινητού τηλεφώνου. Όμως, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται το τηλέφωνο από την ίδια πλευρά που είναι τοποθετημένος ο βηματοδότης και γενικά συνιστάται να κρατάτε το κινητό σε απόσταση τουλάχιστον 10-15 εκατοστών από το βηματοδότη.
- Μαγνητική τομογραφία. Επειδή στη μαγνητική τομογραφία αναπτύσσεται πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο, η εξέταση αυτή γενικώς απαγορεύεται σε ασθενείς με εμφυτευμένο βηματοδότη. Μπορείτε όμως να υποβληθείτε σε αξονική τομογραφία ή σε ακτινογραφία.

Οι συσκευές αυτές μπορούν να διαταράξουν το ηλεκτρολογικό σύστημα του βηματοδότη και να σταματήσει να λειτουργεί σωστά. Παρόλα αυτά οι συσκευές αυτές δεν αποτελούν πρόβλημα εάν ο χρόνος που ο ασθενείς είναι εκτεθειμένος σε αυτές είναι πολύ λίγος και αν η συσκευή είναι σε απόσταση. Επίσης, όσον αφορά τα κινητά τηλέφωνα δεν θα υπάρξει πρόβλημα αν ο ασθενείς τα χρησιμοποιεί από την αντίθετη πλευρά που έχει τοποθετήσει το βηματοδότη.

#### 3.4.4. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Μια νέα γενιά βηματοδοτών δημιουργήθηκε. Πρόκειται για τον Biotronik Cylos 990 είναι ο βηματοδότης που ανιχνεύει νωρίς κάποιες αλλαγές στο σώμα όπως ένα επικείμενο λιποθυμικό επεισόδιο και στη συνέχεια εργάζεται για την πρόληψη. Τα λιποθυμικά επεισόδια μπορεί να προκληθούν από κάποιες καρδιαγγειακές ή νευρολογικές παθήσεις. Ένας 65-χρονος άντρας από το δυτικό Λονδίνου ήταν ο πρώτος ασθενείς που εφοδιαστικέ με τη καινούρια συσκευή στις 7 Ιανουαρίου 2008 [34] του έτους με τοπική αναισθησία στο Νοσοκομείο Saint Mary.

Η λειτουργία του βηματοδότη γίνεται ως εξής:

Ο ασθενής εμφυτεύεται με μία συσκευή «έξυπνου» βηματοδότη ο οποίος περιέχει ένα μικροτσίπ και με μια μικροσκοπική συσκευή που στέλνει σήματα. Όταν ο βηματοδότης



**Ο βηματοδότης Cylos 990**  
Πηγή: Biotronic

εντοπίζει μη φυσιολογικούς καρδιακούς ρυθμούς, διεγείρει την καρδιά για να χτυπάει γρηγορότερα, έτσι ώστε να αποθηκευτεί αρκετό αίμα στον εγκέφαλο ώστε να αποφευχθεί το λιποθυμικό επεισόδιο. Το τσίπ επίσης συνδέεται με ένα σύστημα ελέγχου της εταιρείας Biotronic και επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση του ασθενούς από το σπίτι του. Μία φορά κάθε 24 ώρες κάθε μη φυσιολογικό περιστατικό και όλα τα στοιχεία μεταδίδονται σε έναν πομπό στο σπίτι του ασθενή και σε ένα ασφαλές κέντρο πληροφοριών-βάση δεδομένων. Στην συνέχεια αυτά τα στοιχεία ή οποιαδήποτε προβλήματα του βηματοδότη ή των ηλεκτροδίων αποστέλλονται ηλεκτρονικά (με e\_mail) ή με γραπτό μήνυμα σε κινητό τηλέφωνο (με sms) στον καρδιολόγο που παρακολουθεί τον ασθενή.

### 3.5. Εμφυτεύσιμοι Απινιδωτές

Ένας εμφυτεύσιμος απινιδωτής ICD (implantable cardioverter defibrillator) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία ελέγχει συνεχώς το ρυθμό της καρδιάς και εμφυτεύεται κάτω από το δέρμα του στήθους.[1] Όταν ανιχνεύει μια πολύ γρήγορη, ανωμαλία καρδιακού ρυθμού, παραδίδει ενεργεία στον καρδιακό μη. Αυτό προκαλεί στην καρδιά να χτυπήσει σε ένα κανονικό ρυθμό και πάλι. Μια μελέτη από το Εθνικό Ινστιτούτο Καρδιάς, Πνευμόνων και Αίματος (NHLBI) των Εθνικών Ινστιτούτων Υγείας, έδειξε μια σημαντική αύξηση της



**Εμφυτεύσιμος απινιδωτής (icd)**  
Πηγή: wikipedia

επιβίωσης των ασθενών που πάσχουν από αρρυθμίες, όταν ένα ICD εμφυτεύεται σε σύγκριση με κάποια αντίστοιχη φαρμακευτική αγωγή. Αυτές οι γεννήτριες είναι συνήθως λίγο μεγαλύτερες από ένα πορτοφόλι και έχουν ηλεκτρονική και αυτόματη παρακολούθηση για την θεραπεία των καρδιακών ρυθμών που αναγνωρίζονται ως αφύσικες. Νεότερες συσκευές είναι μικρότερες και έχουν οδηγήσει σε πιο απλούστερα συστήματα. Μπορούν να εγκατασταθούν μέσω των αιμοφόρων αγγείων, εξαλείφοντας την ανάγκη για ανοιχτή χειρουργική επέμβαση στο στήθος.

Η εξάπλωση της χρήσης των εμφυτεύσιμων απινιδωτών έχει αλλάξει ριζικά στην αντιμετώπιση των κοιλιακών ταχυαρρυθμιών. Η αρρυθμική θνητότητα εξαλείφεται σχεδόν απόλυτα, ότι δηλαδή έχει γίνει παλαιότερα με τους βηματοδότες και τον βραδυαρρυθμικό αιφνίδιο θάνατο. Η ολική πρόγνωση, όμως, κι' εδώ εξαρτάται από τη βαρύτητα της υποκείμενης οργανικής καρδιοπάθειας, κάτι που θα πρέπει να συνεκτιμάτε πάντοτε στην καθημερινή κλινική πράξη.

Στην χώρα μας πραγματοποιήθηκε η πρώτη εμφύτευση απινιδωτή σε έναν ασθενή 76χρονο με ιστορικό εμφράγματος του μυοκαρδίου στις 2 Οκτωβρίου 2001 από γιατρούς της Κρατικής Καρδιολογικής Κλινικής του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου.[55] Ο απινιδωτής ονομάζεται Marquis DR και είναι προϊόν της εταιρείας Medtronic. Είναι εξαιρετικά ελαφρός, μικρού όγκου και χωρίς οξείες επιφάνειες, διαθέτει ένα λογισμικό το οποίο επιτρέπει 20 φορές μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων που λαμβάνει, γεγονός το οποίο δίνει στον γιατρό μεγαλύτερη δυνατότητα παρακολούθησης του ασθενούς. Στη μνήμη του αποθηκεύει το ιστορικό του ασθενούς για περίοδο 14 μηνών, πράγμα το οποίο επιτρέπει στον γιατρό καλύτερη εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της ακολουθουμένης θεραπείας. Επίσης έχει τη δυνατότητα να διαπιστώνει με μεγαλύτερη ακρίβεια το είδος της αρρυθμίας ώστε να μη δίνει απρόσφορες θεραπείες.

### 3.5.1 Ιστορική αναδρομή

Η ανάπτυξη του ICD ξεκίνησε από το Νοσοκομείο Sinai της Βαλτιμόρης.[1] Ήταν μια πρωτοπορία από μια ομάδα συμπεριλαμβανομένου του Stephen Heilman, Alois Langer, Morton Mower, Michel Mirowski, Imran Mir. Mirowski συνεργάστηκε με Mower και Staewen, και μαζί τους άρχισε την ερευνά το 1969, αλλά ήταν 11 χρόνια πριν την πρώτη θεραπεία των ασθενών. Περισσότερο από μια δεκαετία της ερευνάς, πήγε στην ανάπτυξη ενός εμφυτεύσου απινιδωτή που αυτόματα θα αισθανόταν την εμφάνιση της κοιλιακής μαρμαρυγής και να δώσει ένα ηλεκτρικό σοκ εντός 15-20 δευτερολέπτων, μετατρέποντας

το ρυθμό σε φλεβοκομβικό ρυθμό.

Τα προβλήματα που έπρεπε να ξεπεραστούν ήταν ο σχεδιασμός ενός συστήματος το οποίο θα επέτρεπε την ανίχνευση της κοιλιακής μαρμαρυγής ή της κοιλιακής ταχυκαρδίας. Παρά την έλλειψη της χρηματοδοτικής στήριξης και των επιχορηγήσεων, επέμειναν και ήταν η πρώτη συσκευή που εμφυτεύεται το Φεβρουάριο του 1980 στο Νοσοκομείο John Hopkins από τον ιατρό Dr. Levi .

### 3.5.2. Τεχνική περιγραφή

Ο απινιδωτής εμφυτεύεται στο στήθος του ασθενή με μια μικρή χειρουργική επέμβαση. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στην καρδιά μέσω μιας φλέβας όπως και των βηματοδοτών.

Όπως και στους βηματοδότες, υπάρχουν δύο τύποι απινιδωτών:[35]

- Μονοεστιακοί απινιδωτές αναλύουν το ηλεκτρικό σήμα της δεξιάς κοιλίας και εισάγουν την κατάλληλη θεραπεία.
- Διπλοεστιακοί απινιδωτές που αναλύουν το σήμα ταυτόχρονα από την δεξιά κοιλία και τον δεξιό κόλπο, ώστε να ανιχνεύεται καλύτερα η καρδιακή λειτουργία. Ενώ οι θεραπείες που εισάγονται είναι οι ίδιες με τις αντίστοιχες των μονοεστιακών απινιδωτών, στους διπλοεστιακούς γίνεται καλύτερος διαχωρισμός των κοιλιακών ταχυκαρδιών από τις υπερκοιλιακές και τις κολπικές ταχυκαρδίες.

Ένα (ICD) σύστημα αποτελείται από μια γεννήτρια σφυγμού και έναν ή περισσότερους μόλυβδους (καλώδια). Η γεννήτρια σφυγμού στεγάζει τον υπολογιστή «εγκέφαλος» του συστήματος, καθώς επίσης και την μπαταρία. Η γεννήτρια σφυγμού ελέγχει τα ηλεκτρικά σήματα της καρδιάς σας. Εάν η γεννήτρια ανιχνεύσει τα ανώμαλα σήματα, όπως όταν χτυπά η καρδιά σας πάρα πολύ γρήγορα ή πάρα πολύ αργά, η γεννήτρια θα δώσει τους ηλεκτρικούς κλονισμούς για να αποκαταστήσει το ακανόνιστο ρυθμό της καρδιάς σε έναν κανονικό ρυθμό. Οι μόλυβδοι (ή καλώδια) συνδέουν τη γεννήτρια με το καρδιακό μη, μεταβιβάζουν τα ηλεκτρικά σήματα της καρδιάς στη γεννήτρια, και (όταν χρειάζεται) <<δίνουν>> τους ηλεκτρικούς κλονισμούς στην καρδιά. Οι μόλυβδοι τοποθετούνται στην καρδιά μέσω των φλεβών κοντά στην κλείδα. Περιστασιακά ένα «μπάλωμα» τοποθετείται κάτω από το δέρμα για να βοηθήσει να

παραδώσει τη θεραπεία εάν οι μόλυβδοι δεν είναι μόνο αποτελεσματικοί στη μετατροπή ενός γρήγορου καρδιακού ρυθμού.

Κόστος συσκευής: \$35,000 - \$45,000 συμπεριλαμβανομένης και της εμφύτευσης.[12]

### 3.5.3. Αποτελεσματικότητα συσκευής

Τα αποτελέσματα των συσκευών αυτών δείχνουν μεγάλη επιβίωση σε ασθενείς με καρδιαγγειακά νοσήματα.[37] Παρά την σωστική βοήθεια που προσφέρουν οι συσκευές αυτές μπορούν να επιφέρουν και κινδύνους. Το πιο κοινό πρόβλημα με τις (ICDs) είναι ότι δίνουν τους σφυγμούς όταν δεν απαιτούνται. Οι σφυγμοί που παραδίδονται πάρα πολύ συχνά ή στο λανθασμένο χρόνο μπορούν να βλάψουν την καρδιά ή να προκαλέσουν έναν ανώμαλο κτύπο της καρδιάς. Μπορούν επίσης να προκαλέσουν και πόνο. Εάν αυτό εμφανίζεται, ο γιατρός μπορεί να αναπρογραμματίσει το ICD ή να ορίσει τα φάρμακα έτσι οι σφυγμοί να εμφανίζονται λιγότερο συχνά. Αν και σπάνιοι, μερικοί κίνδυνοι συνδέονται με τη χειρουργική επέμβαση ICD, που περιλαμβάνει: Διόγκωση, μωλωπισμός, αιμορραγία ή μόλυνση στην περιοχή όπου το ICD τοποθετήθηκε. Επίσης φορώντας μια τέτοια συσκευή οι ασθενείς θα πρέπει να προσέξουν να μην έρθουν πολύ κοντά σε πολύ ισχυρά μαγνητικά πεδία ή ισχυρά ηλεκτρικά πεδία, καθώς επίσης σωστή τοποθέτηση του κινητού τηλεφώνου επάνω τους.[36]

Μερικές από τις πιο πρόσφατες εγκεκριμένες συσκευές ICD είναι: Contak CD, Guidant Ventak, Medtronic Model 7250 Jewel® AF. [13]

### 3.5.3. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Νέες λειτουργίες αναπτύσσονται στις ICD συσκευές. Οι σύγχρονες συσκευές με το σκεπτικό να γίνονται ολοένα και μικρότερες, ελαφρύτερες και να διαρκούν περισσότερο οι μπαταρίες τους.

Εξελίξεις έγιναν επίσης για να βελτιωθεί η προσβασιμότητα της γεννήτριας. Οι νέες συσκευές θα επιτρέπουν την προσβασιμότητα από το σπίτι μέσω του ίντερνετ . Αρχικά, αυτό θα έχει μονό διαγνωστικές δυνατότητες, δηλαδή τον έλεγχο της μνήμης της συσκευής για να παρακολουθεί τα επίπεδα των ρυθμών και τι μέτρα έλαβε το ICD.

Αλλά στο εγγύς μέλλον μπορεί να είναι δυνατό να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου από το σπίτι (π.χ. αλλάζοντας τις ρυθμίσεις από μακριά).[38]



### 5.3. Εμφυτεύσιμες Συσκευές Για Νευρολογικές Παθήσεις

Νευροτεχνολογία είναι το σύνολο των εργαλείων που αναλύουν και επηρεάζουν το νευρικό σύστημα του ανθρώπου, και ιδιαίτερα του εγκεφάλου. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν μοντελοποίηση προσομοιώσεων των νευρών, βιολογικούς υπολογιστές, ανθρώπινο εγκέφαλο, οποιαδήποτε κατηγορία τεχνολογιών χαρτογράφησης του εγκεφάλου και των νευρών.

Οι εμφυτεύσιμες συσκευές μοιάζουν με τον καρδιακό βηματοδότη και στην περίπτωση των ψυχικών παθήσεων πρέπει να εμφυτευτεί μία τέτοια συσκευή σε ένα συγκεκριμένο σημείο μέσα στον εγκέφαλο, το οποίο είναι κομβικό την ομαλή συμπεριφορά, αλλά στην περίπτωση του πάσχοντος δυσλειτουργεί και έχει ως αποτέλεσμα τη ψυχική διαταραχή. Η εμφύτευση του διεγέρτη του πνευμονογαστρικού νεύρου (VNS) αποτελεί εναλλακτική θεραπεία για τους ασθενείς όπου δεν μπορούν να θεραπευτούν με την φαρμακευτική μέθοδο. Το 1997 η FDA ενέκρινε την συσκευή VNS (Vagus Nerve Stimulator-διεγέρτης του πνευμονογαστρικού νεύρου) για να χρησιμοποιηθεί για τα άτομα που πάσχουν από επιληψία τα οποία δεν μπορούν να βοηθηθούν από την φαρμακευτική θεραπεία. Τον Ιούλιο του 2005 η FDA ενέκρινε την συσκευή ως θεραπεία της κατάθλιψης.[13]

#### 3.6.1. ΕΠΙΛΗΨΙΑ- ΚΑΤΑΘΛΙΨΗ

Η μέση αναλογία της ενεργού επιληψίας (δηλ. συνεχιζόμενες επιληπτικές κρίσεις και ανάγκη θεραπείας) είναι περίπου 7 ανά 1000 άτομα του γενικού πληθυσμού. Έτσι 40-45 εκατομμύρια άτομα στον κόσμο έχουν επιληψία σε οποιαδήποτε δοθείσα στιγμή (35 εκ. στις αναπτυσσόμενες χώρες, 10 εκ. στις αναπτυγμένες χώρες). Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 100.000 άτομα με επιληψία. Το 80% των ατόμων με επιληψία στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν λαμβάνει καμία αντιεπιληπτική αγωγή.[39] Η επιληψία είναι μία διαταραχή του εγκεφάλου κατά την οποία μία ομάδα από νευρώνες αρχίζουν να λειτουργούν ταυτόχρονα και να εκπέμπουν ανώμαλα ηλεκτρικά σήματα. Οι νευρώνες αποτελούν την βασική λειτουργική μονάδα του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος.

Σύμφωνα με τους ειδικούς, ένα στα δέκα άτομα θα νοσήσει από κατάθλιψη κάποια στιγμή στη διάρκεια της ζωής του. Υπολογίζεται ότι το 6% περίπου του γενικού πληθυσμού πάσχει από κατάθλιψη, δηλαδή περισσότεροι από 350 εκατομμύρια άνθρωποι

σε όλων τον κόσμο και 550.000 στη χώρα μας.[56] Σήμερα η κατάθλιψη καταλαμβάνει την τέταρτη θέση μεταξύ των ασθενειών που επιβαρύνουν (στην επαγγελματική, προσωπική και κοινωνική ζωή) τον παγκόσμιο πληθυσμό, με βάση τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.

#### α1. Τεχνική περιγραφή

Η συσκευή δεν είναι τίποτα άλλο από μια στρογγυλή και επίπεδη μπαταρία (γεννήτρια) με μέγεθος ίση με ένα δολάριο και εμφυτεύεται χειρουργικά αριστερά στο θώρακα.[40] Λεπτά ευλύγιστα ηλεκτρόδια συνδέουν την συσκευή με το αριστερό νεύρο στον τράχηλο. Η γεννήτρια στέλνει ηλεκτρικά σήματα στο αριστερό νεύρο. Μέσω του πνευμονογαστρικού νεύρου, οι ηλεκτρικοί παλμοί της συσκευής φθάνουν στον εγκέφαλο όπου είναι η περιοχή που δημιουργούνται οι επιληπτικές κρίσεις.

Ο διεγέρτης νεύρου λειτουργεί βοηθώντας στην πρόληψη των ηλεκτρικών διαταραχών που προκαλούν τις κρίσεις. Μετά την τοποθέτηση, ο διεγέρτης ενεργοποιείται και ρυθμίζεται με έναν υπολογιστή χειρός. Δεν υπάρχει πόνος ούτε ταλαιπωρία και μπορεί να γίνει και πάνω από τα ρούχα. Επιπλέον υπάρχει και ένας ειδικός μαγνήτης, που έχει ο ασθενής μαζί του, και δίνει τη δυνατότητα περαιτέρω ελέγχου πάνω στη συσκευή. Το κόστος της συσκευής κυμαίνεται από στα \$14,000. Το συνολικό κόστος της συσκευής και της μετεγχειρητικής φροντίδας κυμαίνεται στα \$29,000.[38]



Διεγέρτης πνευμονογαστρικού νεύρου (VNS)  
Πηγή: Εταιρεία Cyberonics

#### α2. Αποτελεσματικότητα Συσκευής

Πάνω από 30.000 άνθρωποι διαφόρων ηλικιών και πάσχοντες από διαφορετικές μορφές επιληψίας παγκοσμίως υποβάλλονται με επιτυχία σε θεραπεία με διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου.[41] Η μέθοδος είναι ασφαλής και σε γυναίκες που πάσχουν από επιληψία και βρίσκονται σε αναπαραγωγική ηλικία. Η επιτυχημένη θεραπεία με διέγερση του νεύρου μειώνει τη συχνότητα των κρίσεων στις περισσότερες περιπτώσεις. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου φθάνει το 70%. Μερικοί ασθενείς αναφέρουν πλήρη σχεδόν διακοπή των κρίσεων, άλλοι αναφέρουν μικρή μείωση των κρίσεων, ενώ υπάρχει

και μια μικρή κατηγορία ασθενών που δεν αναφέρουν καμία βελτίωση. Πάντως στους ασθενείς με μικρή μείωση της συχνότητας των κρίσεων φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στο είδος και στην ένταση της κρίσης, γεγονός που συνεπάγεται σημαντική βελτίωση της ποιότητας ζωής. Οι πιο συχνές ανεπιθύμητες ενέργειες της διέγερσης του πνευμονογαστρικού νεύρου είναι :

- Προσωρινή βραχνάδα/αλλαγή του τόνου φωνής
- Βήχας
- Ενόχληση (γαργάλημα) στο λαιμό
- Βραχύτητα αναπνοής

Αυτά τα ήπια ενοχλήματα συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των πολύ σύντομων περιόδων διέγερσης και μειώνονται με την πάροδο του χρόνου.

### α3. Προσδοκίες για βελτιώσεις

Καθώς η εξέλιξη της τεχνολογίας εκτυλίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς ερευνητές του Πανεπιστημίου Purdue έχουν δημιουργήσει μικροσκοπικές συσκευές με σκοπό να εμφυτευτούν στον εγκέφαλο για να προβλέψουν και να αποτρέψουν επιληπτικές κρίσεις.

Ένα ερευνητικό πρόγραμμα στρέφεται σε μια μικροσκοπική συσκευή τρεις φορές μικρότερη από μια ανθρώπινη τρίχα που εμφυτεύεται κάτω από το κρανίο για να ανιχνεύσει τυχόν σημάδια μιας επιληπτικής σύλληψης.[42] Το σύστημα θα καταγράφει τα νευρικά σήματα που αναμεταδίδονται από τα ηλεκτρόδια στα διάφορα σημεία στον εγκέφαλο. Τα δεδομένα από την εμφυτευμένη συσκευή αποστολής σημάτων θα τα συλλέξει ένας εξωτερικός δέκτης που και αυτός δημιουργείται από τους ερευνητές του Πανεπιστημίου Purdue.

### 3.6.2. ΝΟΣΟΣ ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ

Η πρώτη εμφύτευση μόνιμου ηλεκτρικού διεγέρτη στον εγκέφαλο ασθενούς με τη νόσο του Πάρκινσον πραγματοποιήθηκε το 1987 από τον νευροχειρουργό Αλίμ-Λουί Μπενεμπίντ στο Πανεπιστήμιο της Γκρενόμπλ στη Γαλλία.. Το 1997, η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) ενέκρινε την συσκευή DBS ως θεραπεία για

την νόσο του Πάρκινσον, χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο εμφυτεύσιμο ηλεκτρόδιο. Τον Ιανουάριο του 2002 το FDA ενέκρινε το DBS εμφυτεύσιμη συσκευή που χρησιμοποιούσες δυο ηλεκτρόδια (διμερείς, δηλαδή ένα σε κάθε πλευρά του εγκεφάλου). Στην Ελλάδα άρχισε να εφαρμόζεται το 2003 στη Μονάδα Χειρουργικής της Νόσου του Πάρκινσον της Πανεπιστημιακής Νευροχειρουργικής Κλινικής του Θεραπευτηρίου «Ευαγγελισμός».[57]

### β1. Τεχνική περιγραφή

Η συσκευή DBS (Deep Brain Stimulation) είναι μια χειρουργική εμφύτευση μιας ιατρικής συσκευής αποκαλούμενης βηματοδότη εγκεφάλου, ο οποίος στέλνει τις ηλεκτρικές ωθήσεις σε συγκεκριμένα μέρη του εγκεφάλου.[42] Αυτή η χειρουργική διαδικασία χρησιμοποιείται για να θεραπευτούν ασθένειες όπως το τρέμουλο, την ακαμψία, την βραδυκίνησια (αργή μετακίνηση) που συνδέονται με την ασθένεια του Παρκινσον, καθώς επίσης την δυστονία την σκλήρυνση κατά πλάκας και άλλες ασθένειες. Το σύστημα DBS αποτελείται από τρία μέρη : την εμφυτευμένη γεννήτρια παλμών, τα καλώδια (σύρματα) και την επέκταση.



Μια τυπική DBS συσκευή  
Πηγή: Εταιρεία Medtronic

Η γεννήτρια είναι μία μπαταρία νευροδιεγέρτη που περιβάλετε από τιτάνιο, η οποία στέλνει ηλεκτρικούς παλμούς στον εγκέφαλο και παρεμβαίνει με νευρική δραστηριότητα στην περιοχή. Τα καλώδια είναι μονωμένα σύρματα με πολυουρεθάνη και περιέχουν τέσσερα ηλεκτρόδια από πλατίνα και τοποθετούνται σε μία από τις τρεις περιοχές του εγκεφάλου. Τα καλώδια που είναι μονωμένα σύρματα συνδέονται με την γεννήτρια με μία επέκταση, που εκτείνονται από το κεφάλι, στην κάτω πλευρά του αυχένα, πίσω από το αυτί στην γεννήτρια. Η μπαταρία διαρκεί συνήθως μεταξύ 6 μηνών και 5 χρόνια, ανάλογα με τη συχνότητα, και της διάρκειας του παλμού διέγερσης για την δόσολογίας που απαιτείται για το συγκεκριμένο ασθενή.

Κατά την διάρκεια της επέμβασης τα ηλεκτρόδια εμφυτεύονται σε συγκεκριμένο μέρος του εγκεφάλου, που ονομάζεται ωχρά σφαίρα και είναι υπεύθυνο για την ομαλή έκφραση της κινητικότητας, για να μεταδώσουν ηλεκτρικούς παλμούς. Η διαδικασία αυτή προσφέρει στον ασθενή ανακούφιση από τους πόνους το τρέμουλο και άλλες διαταραχές. Το ηλεκτρόδιο τροφοδοτείται από μία γεννήτρια-νευροδιεγερτής που τοποθετείται χαρακτηριστικά κάτω από στο θώρακα.

## β2. Αποτελεσματικότητα συσκευής

Συνολικά, η DBS μειώνει κατά 50% έως 60% από τα συμπτώματα που χαρακτηρίζουν την νόσο του Παρκινσον, συμπεριλαμβανομένων, δυσκαμψία, η βραδύτητα, προβλήματα στο βάδισμα, επιτρέποντας τους ασθενείς την κυκλοφορία και τον έλεγχο. Και για την πλειονότητα των ασθενών, οι οποίοι συνήθως λαμβάνουν δεκάδες χάπια την ημέρα, σημαίνει μια σημαντική μείωση της φαρμακευτικής αγωγής. [38]

Εκτός όμως από τα οφέλη το DBS περιλαμβάνει και πολλά ρίσκα. Επειδή ο εγκέφαλος μπορεί να μετακινηθεί ελαφρά κατά την επέμβαση είναι πιθανόν τα ηλεκτρόδια να μετατοπισθούν ή και να μετακινηθούν. Άλλες περιπτώσεις είναι χειρουργικοί κίνδυνοι, συμπεριλαμβανομένης της αιμορραγίας και της μόλυνσης, και τους κινδύνους της γενικής αναισθησίας. Επίσης τα ηλεκτρόδια μπορούν να τοποθετηθούν πολύ κοντά σε άλλες περιοχές του εγκεφάλου, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ομιλίας, όρασης καθώς και σε άλλες επιπλοκές. Αυτές μπορεί εν μέρει να αποφευχθούν με την προσαρμογή των ρυθμίσεων στον διεγέρτη μετά τη διαδικασία.. Επειδή μια συσκευή εμφυτεύεται κάτω από το δέρμα, ύπαρχει ο κίνδυνος θραύσης ή δυσλειτουργίας, η όποια απαιτεί χειρουργική αφαίρεση.

## β3. Προσδοκίες για Βελτιώσεις.

Το DBS έχει προσφέρει σημαντική βελτίωση στη ποιότητα ζωής των ασθενών που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον. Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, η συσκευή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για άλλες θεραπείες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην επιβίωση των εγκεφαλικών κυττάρων.

## 3.7. Προσωπικά εμφυτεύσιμα μικροτσιπ πληροφοριών

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει και σε εκείνες τις συσκευές που η συμβολή της πληροφορικής και τεχνολογίας κατέστησαν το μέγεθος τους τόσο μικρό όσο ένας μικροεπεξεργαστής. Αναφερόμαστε στο μικροτσιπ της εταιρείας VeriChip όπου το 2004, έλαβε προκαταρκτική έγκριση από την αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) για να προωθήσει στην αγορά την συσκευή RFID ( Radio-Frequency

Identification). Η συσκευή αυτή αναφέρεται σε μικρές ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες αποτελούνται από ένα μικρό τσιπ και μια κεραία. Το τσιπ είναι συνήθως ικανό να μεταφέρει 2000 bytes δεδομένων ή λιγότερο. Ηνωμένες Πολιτείες εντός συγκεκριμένων κατευθυντηρίων γραμμών.[43]



**Εμφυτεύσιμο RFID μικροτσιπ**  
Πηγή: VeriChip

Η μικροσκοπική ηλεκτρονική κάψουλα, μεταδίδει ένα μοναδικό κωδικό σε ένα scanner που επιτρέπει στους γιατρούς να επιβεβαιώσει την ταυτότητα ενός ασθενούς και να λάβουν λεπτομερείς πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό, από μια βάση δεδομένων που συνδέεται με ασφάλεια. Ο στόχος είναι η βελτιωθεί η περίθαλψη και να αποφευχθούν σφάλματα, εξασφαλίζοντας ότι οι γιατροί γνωρίζουν ποιους θεραπεύουν και τις προσωπικές λεπτομέρειες της υγείας του ασθενούς. Το ανθρώπινο-εμφυτεύσιμο μικροτσιπ RFID έχει μέγεθος όσο ένας κόκκος ρυζιού και βρίσκεται ακριβώς κάτω από το δέρμα. Το μικροτσιπ είναι ένα παθητικό μικροτσιπ RFID που δεν περιέχει οποιαδήποτε στοιχεία εκτός από ένα μοναδικό ηλεκτρονικό προσδιοριστικό 16 ψηφίων αριθμό.

### 3.8. Συσκευή για διαβητικούς

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης είναι μια χρόνια νόσος η οποία οφείλεται στην έλλειψη, ή την ανεπάρκεια ινσουλίνης.[44] Ο πιο απλός ορισμός του διαβήτη είναι: υψηλή τιμή σακχάρου στο αίμα. Με άλλα λόγια ο οργανισμός είτε δεν μπορεί να παράγει ινσουλίνη ή παράγει ινσουλίνη μεν, αλλά δεν μπορεί να την αξιοποιήσει σωστά. Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη ζωτικής σημασίας που εκκρίνεται από το πάγκρεας. Η ινσουλίνη ενεργεί όπως ένα κλειδί για να ανοίξει τις πόρτες στα κύτταρά, έτσι ώστε να περάσει μέσα η ζάχαρη (γλυκόζη). Στο διαβήτη, το πάγκρεας παράγει λίγη ινσουλίνη και έτσι δεν μπορεί να εισχωρήσει μέσα

στα κύτταρα για να παραχθεί ενέργεια. Εάν η ζάχαρη δεν μπορεί να περάσει μέσα στα κύτταρα, τότε παραμένει στην κυκλοφορία του αίματος. Επομένως, ο διαβήτης χαρακτηρίζεται από τα υψηλά επίπεδα ζάχαρης αίματος.

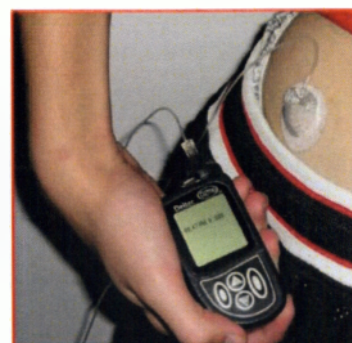
Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας αναφέρει ότι περισσότεροι από 180 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο είναι διαβητικοί, και αυτός ο αριθμός αναμένεται να διπλασιαστεί μέχρι το 2030. Η ασθένεια προσβάλλει το 7% του πληθυσμού των ΗΠΑ (20,8 εκατομμύρια άνθρωποι όλων των ηλικιών) σύμφωνα με τις τελευταίες στατιστικές από τα Κέντρα Ελέγχου Ασθενειών (Centres for Disease Control), ενώ οι Αμερικανοί διαβητικοί ξοδεύουν \$ 92 δισεκατομμύρια ετησίως σε άμεσες ιατρικές δαπάνες για τον διαβήτη. Και ανάμεσα στους Αμερικανούς ηλικίας 20 ετών και άνω, 1,5 εκατομμύρια νέες περιπτώσεις διαγνωσθήκαν το 2005 (οι πιο πρόσφατες στατιστικές που διατίθενται από το CDC).[61]

Ως εκ τούτου, η αγορά των συσκευών παρακολούθησης διαβήτη αυξάνεται, και οι βιομηχανικοί σχεδιαστές ιατρικών συσκευών και κατασκευαστές αναλαμβάνουν να επινοήσουν αντλίες ινσουλίνης και μόνιτορ για την παρακολούθηση της γλυκόζης που να είναι βολικά και εύκολα στη χρήση. Οι συσκευές που εξασφαλίζουν την συνιστώσα δόση της ινσουλίνης είναι οι αντλίες και τα συστήματα συνεχούς παρακολούθησης της γλυκόζης

### 3.8.1. Τεχνική περιγραφή

Α. Οι αντλίες ινσουλίνης εξασφαλίζουν μια συνεχή ροή ινσουλίνης για 24 ώρες την ημέρα.[1] Έχουν περίπου το μέγεθος κουτιού τράπουλας. Η συσκευή είναι προσαρμοσμένη σε ζώνη ή τοποθετείται μέσα σε τσέπη. Ένας λεπτός πλαστικός αγωγός (σωλήνας) μεταφέρει την ινσουλίνη από την αντλία σε μια εύκαμπτη βελόνα που τοποθετείται μέσα στον λίπος κάτω από το δέρμα της κοιλιακής χώρας. Η αντλία ρυθμίζεται έτσι ώστε να δίνει επιπλέον ινσουλίνη πριν από κάθε γεύμα. Η αντλία μειώνει αυτομάτως τον ρυθμό με τον οποίο χορηγείται η ινσουλίνη κατά την διάρκεια της νύχτας προκειμένου να αποφευχθεί υπογλυκαιμία.

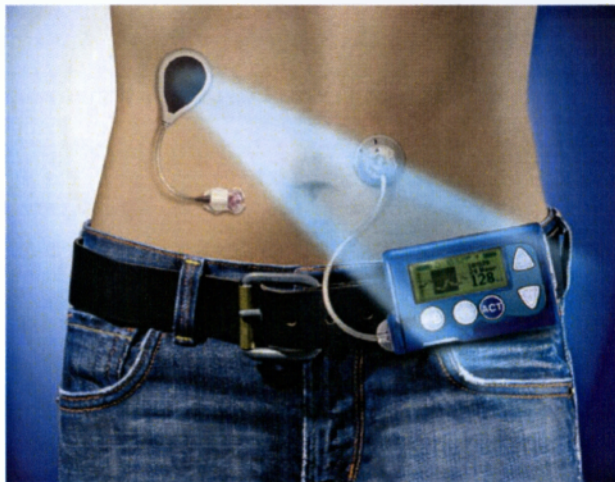
Ο σκοπός της χρησιμοποίησης μιας τέτοιας αντλίας είναι να μιμηθεί κανείς όσο το δυνατόν καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο εκκρίνεται η ινσουλίνη στους ανθρώπους που δεν έχουν διαβήτη. Κετοξέωση είναι δυνατόν να συμβεί σε



Αντλία Ινσουλίνης  
Πηγή: wikipedia

περίπτωση που αποσυνδεθεί η αντλία χωρίς ο διαβητικός να το αντιληφθεί. Όσοι φέρουν τέτοια αντλία είναι σημαντικό να ελέγχουν τακτικά τα επίπεδα σακχάρου του αίματος προκειμένου να προσαρμόζουν ανάλογα την χορηγούμενη ινσουλίνη.

B. Η συσκευή MiniMed Paradigm REAL-Time System της εταιρείας Medtronic είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας στην παροχή ινσουλίνης αλλά και στην μέτρηση των επιπέδων της γλυκόζης. Η συσκευή συνδυάζει μία αντλία ινσουλίνης MiniMed με ένα σύστημα συνεχής παρακολούθησης των επιπέδων της γλυκόζης που μπορεί να μεταδώσει τα δεδομένα στην αντλία μέσω ραδιοσυχνότητας ασύρματης τεχνολογίας. Η αντλία ινσουλίνης προειδοποιεί για τις ψηλές και χαμηλές τιμές των επιπέδων της γλυκόζης.



**Η συσκευή MiniMed  
Paradigm REAL-Time System  
Πηγή: Medtronic**

Επίσης η συσκευή πληροφορεί πως μετά από κάθε γεύμα, άσκηση, δόση ινσουλίνης ή φαρμακευτική αγωγή επηρεάζεται ο έλεγχος της γλυκόζης.

**Ειδικότερα:**

Το Σύστημα περιλαμβάνει έναν αισθητήρα, έναν πομπό, μια έξυπνη αντλία ινσουλίνης και έναν μετρητή γλυκόζης.[42] Ο αισθητήρας είναι ένα μικρό ηλεκτρόδιο που φοριέται από τον ασθενή, αναλώσιμο ανά 3 έως 7 ημέρες, εισάγεται στον υποδόριο ιστό με ευκολία είτε από τους ίδιους τους ασθενείς είτε από τους ιατρούς. Ύστερα από μια δίωρη εκπαίδευση του ασθενούς, ο αισθητήρας μετρά τα επίπεδα γλυκόζης. Τα κύτταρα λαμβάνουν οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, καθώς και γλυκόζη από το ενδοκυττάριο υγρό. Ο αισθητήρας μετατρέπει τις τιμές της γλυκόζης σε ηλεκτρονικό σήμα, το οποίο



αναπαριστά την ποσότητα γλυκόζης που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή στο αίμα. Καθημερινά καταγράφονται έως και 288 μετρήσεις γλυκόζης. Η αντλία ινσουλίνης, έχοντας τα δεδομένα από τον πομπό, με το πάτημα ενός κουμπιού εμφανίζει τις τιμές της γλυκόζης κάθε 5 λεπτά.

### 3.8.2. Αποτελεσματικότητα συσκευής

Η συσκευή εξασφαλίζει ανά πάσα στιγμή γνώση της υγείας του ασθενούς. Του δίνει την ελευθερία να κινηθεί, να γυμνασθεί και να φάει όποτε επιθυμεί. Ο ασθενής έχει τον έλεγχο της γλυκόζης του αίματός του, γνωρίζοντας πάντα τις τιμές του. Το σημαντικότερο προσόν της συσκευής είναι ότι απαλλάσσει τον ασθενή από τα οδυνηρά τρυπήματα από τις βελόνες.

Η συσκευή είναι ελαφριά και αδιάβροχη και δεν διακρίνεται κάτω από τα ρούχα επιτρέποντας έτσι τον ασθενή να επιστρέψετε στον κανονικό ρυθμό της ζωής του. Ο ασθενείς μπορεί να κάνει μπάνιο ή ακόμα και να κολυμπήσει στην θάλασσα χωρίς κανένα πρόβλημα..

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ CAD/CAM

#### 4.1. Ορισμός

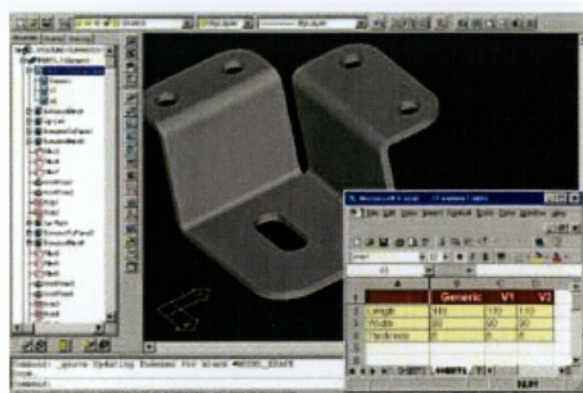
Το CAD σαν όρος σημαίνει σχεδίαση με την βοήθεια υπολογιστή (Computer Aided Design). Το CAM (Computer-aided manufacturing) σημαίνει παραγωγή προϊόντων με την βοήθεια του υπολογιστή. Το CAM είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού, το οποίο επιτρέπει να γίνει χρήση 3D μοντέλων σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD). Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1971 για τη σχεδίαση αμαξώματος και εξοπλισμού.[1] Τα CAD υπολογιστικά συστήματα απαρτίζονται από τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό (hardware) και από το λογισμικό (software), δηλαδή τα προγράμματα.

Χαρακτηριστικό των CAD προγραμμάτων είναι η δυνατότητα σχεδίασης με ακρίβεια και ταχύτητα στην οθόνη του υπολογιστή των διαφόρων αντικειμένων ή κατασκευών που θέλουμε να δημιουργήσουμε, οσοδήποτε πολύπλοκες και εάν είναι αυτές, ή δυνατότητα άμεσης επέμβασης στην μορφή τους, και η δυνατότητα εξέτασης πολλαπλών παραλλαγών τους, χωρίς να κατασκευάζεται το τελικό προϊόν στην πραγματικότητα.

##### 4.1.1. Ιστορική Εξέλιξη

Η Ανάπτυξη και η εξέλιξη των σύγχρονων CAD συστημάτων[47] είναι συνυφασμένη με αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αν και η αξιοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στον χώρο αυτό δεν έγινε από την πρώτη στιγμή. Έγινε μόλις η τεχνολογία το επέτρεψε. Και αυτό διότι θα έπρεπε να υπάρξουν πρώτα σημαντικές βελτιώσεις στα γραφικά και στις μεθόδους ψηφιακής απεικόνισης και αποθήκευσης των δεδομένων.

Αντίθετα από ότι νομίζουν οι περισσότεροι το σημαντικότερο σε αυτή την περίπτωση δεν είναι η γραφική απεικόνιση της πληροφορίας αλλά ο τρόπος αποθήκευσης και διαχείρισής της. Στην πραγματικότητα ένα CAD σύστημα είναι ένα σύστημα διαχείρισης



μίας γραφικής βάσης δεδομένων η οποία, μιλώντας αλληγορικά, αποτελεί το μέρος του παγόβουνου που είναι κριμένο κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Στην αρχή, λόγω των υψηλών απαιτήσεων, η χρήση CAD συστημάτων ήταν δυνατή μόνο από στρατιωτικές υπηρεσίες και κυβερνητικούς οργανισμούς, αργότερα η χρήση τους επεκτάθηκε σε ιδιωτικές επιχειρήσεις και ιδιώτες. Το λειτουργικό σύστημα το οποίο αρχικά χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα, σε φθίνουσα όμως κλίμακα είναι το UNIX. Το UNIX, με την δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας, πρόσφερε όλα τα μέσα για την ανάπτυξη CAD συστημάτων. Υστερεί όμως σε δύο σημαντικούς τομείς: Στην προσαρμογή ευέλικτων υποσυστημάτων γραφικών και στην χρήση ενός φιλικού συστήματος επικοινωνίας με τον χρήστη (User Interface). Αργότερα, με την έκρηξη των προσωπικών υπολογιστών (PCs), στις αρχές της δεκαετίας του 90, και την υιοθέτηση των Windows σαν λειτουργικό σύστημα σε αυτά, η αξιοποίηση και εκμετάλλευση των CAD συστημάτων έγινε πλέον δυνατή από ένα ευρύ φάσμα χρηστών.

Το γεγονός ύπαρξης CAD προγραμμάτων ακόμη και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των PCs, στα μέσα της δεκαετίας του 80, τότε που το DOS κυριαρχούσε σαν λειτουργικό σύστημα, αποδεικνύει την μεγάλη ανάγκη της αγοράς για τέτοιου είδους συστήματα. Τα προβλήματα τα οποία έπρεπε να επιλύσουν οι κατασκευαστές CAD προγραμμάτων στο DOS αφορούσαν την ανάπτυξη ενός γραφικού συστήματος επικοινωνίας του προγράμματος με τον χρήστη για την άμεση και γρήγορη επιλογή των εντολών σχεδίασης (χρήση mouse, digitizers, κτλ). Επίσης έπρεπε να δημιουργηθούν αξιόπιστα και ταχύτητα υποσυστήματα απεικόνισης γραφικών (Display Drivers) για την απεικόνιση του σχεδίου στην οθόνη. Ένα άλλο βασικό θέμα ήταν η αποθήκευση των σχεδίων, τα αρχεία των οποίων είχαν μεγάλο μέγεθος για τα τότε δεδομένα. Τέλος σημαντικό θέμα ήταν η διάθεση προγραμμάτων-οδηγών περιφερειακών συσκευών εκτύπωσης των σχεδίων (drivers). Την εποχή εκείνη, το κάθε CAD πρόγραμμα συνοδεύονταν από ένα πλήθος βοηθητικών προγραμμάτων για την διαχείριση καρτών οθόνης, printers, plotters και περιφερειακών επιλογής εντολών mouse, digitizers, κτλ. Μερικά CAD προγράμματα επιβλήθηκαν στον χώρο ακριβώς και μόνο για αυτόν τον λόγο.

Με την εισαγωγή των Windows και την διάθεση των εργασιακών πόρων (resources) τους στα προγράμματα που τρέχουν σε αυτά, λύθηκαν πολλά από τα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι κατασκευαστές CAD προγραμμάτων, τόσο σε επίπεδο drivers, όσο και σε θέματα διαχείρισης μνήμης και αποθήκευσης δεδομένων. Αλλά ακόμη και στην εμφάνιση των προγραμμάτων έχουν γίνει αισθητικές παρεμβάσεις, λόγω Windows: κατάργηση του παλαιού menu, χρήση εικονιδίων και παράθυρων διαλόγου και γενικά

μεγαλύτερη ενσωμάτωση στον τρόπο και την φιλοσοφία λειτουργίας των Windows. Η βελτίωση και ανάπτυξη CAD συστημάτων στον χώρο των PCs υπήρξε τόσο ραγδαία όσο και η εξέλιξη των ίδιων των PCs. Μέχρι ενός σημείου η λογική ήταν απλή: εφαρμόζουμε στα προγράμματά μας τεχνικές και μεθόδους του UNIX, μόλις η τεχνολογία των PCs μας το επιτρέπει. Με αυτό τον τρόπο πολλά CAD προγράμματα του UNIX μεταφέρθηκαν σε λειτουργικά συστήματα των PCs, κυρίως σε Windows NT. Αυτό όμως είχε την παρενέργεια τα νέα προγράμματα που δημιουργήθηκαν να κληρονομήσουν το φτωχό User Interface των UNIX συγγενών τους. Υπήρξαν όμως και εταιρείες δημιουργίας CAD προγραμμάτων οι οποίες έγραψαν από την αρχή τον νέο 32άμπιτο κώδικα των προγραμμάτων τους.

Ειδικά με τα Windows 95 και κυρίως με τα Windows NT, τα οποία θεωρούνται ο παράδεισος των CAD προγραμμάτων, σε συνδυασμό με την κυκλοφορία καινούργιων ισχυρών επεξεργαστών (Pentium II), το μέλλον του CAD προγραμμάτων προδιαγράφεται ιδιαίτερα λαμπρό. Αξίζει τον κόπο να σταθούμε σε μερικές από τις τεχνολογίες που προσφέρουν τα Windows, OLE, ActiveX, κτλ, και στον τρόπο αξιοποίησής τους στα CAD συστήματα. Με την τεχνολογία OLE (Object Linking and Embedding) τα Windows επιτρέπουν σε εφαρμογές που τρέχουν σε αυτά να ανταλλάσσουν δεδομένα και να ενσωματώνουν έγγραφα τα οποία έχουν δημιουργηθεί με άλλες εφαρμογές. Σαν εφαρμογή, για την δική μας περίπτωση, μπορούμε μέσα σε ένα σχέδιο να ενσωματώσουμε ένα ολόκληρο κείμενο που έχουμε γράψει με ένα επεξεργαστή κειμένου, ένα λογιστικό φύλλο που έχουμε δημιουργήσει με κάποιο αντίστοιχο πρόγραμμα, ή μία εικόνα την οποία δημιουργήσαμε με μία άλλη εφαρμογή. Η τεχνολογία ActiveX μας επιτρέπει, ενώ βρισκόμαστε σε μία εφαρμογή των Windows, να χρησιμοποιήσουμε ένα προγραμμα-σενάριο, να τροφοδοτήσουμε με δεδομένα μία άλλη εφαρμογή και στη συνέχεια να δούμε το αποτέλεσμα. Σαν εφαρμογή, για την περίπτωση ενός CAD προγράμματος, μπορούμε μέσα από ένα πρόγραμμα δημιουργίας λογιστικών φύλλων να τροφοδοτήσουμε το CAD πρόγραμμα με τα δεδομένα ενός πίνακα, τα οποία παριστάνουν διαστάσεις και να δημιουργήσουμε, για κάθε περίπτωση, τα αντίστοιχα σχέδια διαφόρων αντικειμένων στην οθόνη του υπολογιστή.

Αυτή την στιγμή η πλεονότητα των σχεδίων που υπάρχουν σε ηλεκτρονική μορφή είναι σχέδια τα οποία αφορούν όψεις αντικειμένων σε δύο διαστάσεις. Αυτό συμβαίνει είτε επειδή πρακτικά τέτοιου είδους είναι τα σχέδια που χρειαζόμαστε για την δημιουργία του αντικειμένου είτε επειδή τα περισσότερα CAD προγράμματα δεν είχαν από την αρχή την δυνατότητα σχεδίασης στο χώρο. Η σχεδίαση στο χώρο απαιτεί συστήματα με βελτιωμένο

εξοπλισμό, τόσο σε επίπεδο hardware όσο και σε επίπεδο software. Πλεονεκτικότερα θεωρούνται τα CAD συστήματα τα οποία ενσωματώνουν και τις δύο δυνατότητες έτσι ώστε οι χρήστες να αξιοποιούν την υπάρχουσα εγκατεστημένη βάση των 2D σχεδίων για να παράγουν σχέδια 3D.

Υπάρχουν όμως CAD συστήματα που λειτουργούν με την αντίστροφη λογική, δηλαδή πρώτα σχεδιάζεται το πλήρες 3D μοντέλο του αντικειμένου και έπειτα, με βάση το μοντέλο αυτό, παράγονται αυτόματα οι 2D όψεις του. Η σχεδίαση στο χώρο των τριών διαστάσεων κερδίζει όλο και περισσότερους οπαδούς επειδή το αποτέλεσμα μας δίνει μία πιο σαφή αντίληψη για την μορφή και την λειτουργικότητα του αντικειμένου, οι ατέλειες φαίνονται αμέσως και επιπλέον αποτελεί το πρώτο βήμα της διαδικασίας του φωτορεαλισμού, που θα δούμε στην συνέχεια.

#### 4.1.2. Ρεαλιστική αναπαράσταση αντικειμένων - Φωτορεαλισμός

Προκειμένου για 3D σχέδια, η αναπαράσταση των αντικειμένων αρχικά γίνεται με την χρήση απλών ευθυγράμμων τμημάτων και καμπύλων, υπό την μορφή wireframe. Για την παραγωγή σαφέστερων όψεων τα σύγχρονα CAD συστήματα χρησιμοποιούν ειδικούς αλγόριθμους οι οποίοι κρύβουν τις ακμές που κανονικά δεν φαίνονται. Όσο πιο πολύπλοκα είναι τα αντικείμενα που απεικονίζονται τόσο περισσότερος είναι χρόνος υπολογισμού των όψεων. Τα CAD συστήματα από έκδοση σε έκδοση βελτιώνουν τους αλγόριθμους τους και γίνονται αρκετά έξυπνα? ώστε να αξιοποιούν κατάλληλα τον διαθέσιμο hardware εξοπλισμό (χρήση ειδικών καρτών επιτάχυνσης γραφικών, κτλ).

Τα καλύτερα και ακριβέστερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την διαδικασία του φωτορεαλισμού. Στον φωτορεαλισμό λαμβάνεται υπόψη το χρώμα η υφή και οι ιδιότητες της επιφάνειας του αντικειμένου καθώς και ο τρόπος φωτισμού και παρατήρησής του. Με βάση τα δεδομένα αυτά το CAD πρόγραμμα απεικονίζει τα διάφορα αντικείμενα στην οθόνη του υπολογιστή κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Στα σύγχρονα CAD συστήματα η απεικόνιση αυτή γίνεται σε πραγματικό χρόνο και συνοδεύεται από κίνηση. Με την κίνηση μπορούμε να μελετήσουμε την κινηματική συμπεριφορά του μοντέλου και να ανακαλύψουμε ατέλειες οι οποίες στο στατικό μοντέλο δεν φαίνονται.

#### 4.1.3. Το μέλλον των CAD συστημάτων

Είναι σίγουρο ότι το μέλλον των CAD συστημάτων αναμένεται εξαιρετικά συναρπαστικό τόσο για τους χρήστες όσο για τους κατασκευαστές τους. Εκτός από την αύξηση της ταχύτητας και ποιότητας των αποτελεσμάτων προβλέπεται ακόμα σημαντικότερη πτώση στο κόστος απόκτησής τους. Τα CAD συστήματα του μέλλοντος θα είναι αρκετά ευφυή ώστε κατά την τοποθέτηση ενός σχεδιαστικού αντικειμένου μέσα στο σχέδιο να αναγνωρίζουν τις αλλαγές που θα επιφέρει αυτή η ενέργεια και το σχέδιο να αλλάζει αυτόματα όταν το αντικείμενο αυτό αλλάζει ή μετακινείται. Στο μέλλον προβλέπεται εκτεταμένη χρήση παραμετρικών βιβλιοθηκών, ταξινομημένων με βάση τα διεθνή πρότυπα και πρόσβαση σε αυτές με την βοήθεια του Internet.

Τα CAD συστήματα του μέλλοντος θα είναι αρκετά ευέλικτα ώστε μέσα σε ένα ενιαίο σχεδιαστικό περιβάλλον θα προσομοιώνεται όχι μόνο η διαδικασία της σχεδίασης αλλά και οι υπόλοιπες φάσεις οι οποίες θα απαιτούνται για κάποιο συγκεκριμένο έργο.

Στο μέλλον, με την βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality), οι ένοικοι, των κτιρίων θα έχουν την δυνατότητα να περιηγηθούν εικονικά μέσα σε αυτά και να εξετάσουν τους χώρους τους πριν ακόμη κατασκευαστούν τα θεμέλιά τους.

Οι μηχανικοί του μέλλοντος θα εποπτεύουν στο χώρο, σε γωνία εύρους 360 μοιρών, τα ολογράμματα πολύπλοκων εξαρτημάτων και μηχανών, τα οποία θα σχηματίζουν δέσμες από laser.

#### 4.2. Cad/Cam Στην Σχεδίαση Τεχνητού Άκρου

Το cad/cam χρησιμοποιείται στην προσθετική για τον σχεδιασμό άκρων στα άτομα με ειδικές ανάγκες.[1] Έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή όλων των άκρων. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι σχεδιασμού ενός πρόσθετου μέλους αλλά αυτή η μέθοδος έχει περισσότερα πλεονεκτήματα. Ο τρόπος που γίνεται ο σχεδιασμός είναι πως ένα λέιζερ θα σαρώσει(σκανάρει) ένα μη ακρωτηριασμένο βραχίονα ή άκρο. Αν κανένα από τα δύο δεν είναι διαθέσιμο ο ενδιαφερόμενος μπορεί να διαλέξει ένα μοντέλο που να του ταιριάζει. Μόλις το λέιζερ σαρώσει το άκρο , τα δεδομένα αποστέλλονται σε cad/cam και εν συνεχεία εμφανίζονται στην οθόνη.

Μόλις ο σχεδιασμός του πρόσθετου άκρου ολοκληρωθεί τότε αποστέλλεται σε έναν ειδικό κατασκευαστή, ο οποίος μπορεί να διαβάσει cad/cam δεδομένα και να παράγει αυτό

το προϊόν. Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα προσθετικά άκρα ακόμα και για τον βιονικό βραχίονα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΤΕΧΝΗΤΑ ΑΚΡΑ

#### 5.1. Τεχνητά άκρα - Ορισμός

Το τεχνητό άκρο είναι ένας τύπος πρόσθεσης που αντικαθιστά ένα ανθρώπινο άκρο, όπως τα χέρια και τα πόδια.[1] Ο τύπος του τεχνητού άκρου που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την έκταση ενός ακρωτηριασμού ή μιας απώλειας και τη θέση του ανθρώπινου άκρου που λείπει. Τα τεχνητά μέλη είναι αναγκαία για ποικίλους λόγους, συμπεριλαμβανομένης της ασθένειας, τα ατυχήματα, και τις εκ γενετής ανωμαλίες. Μια εκ γενετής ανωμαλία μπορεί να δημιουργήσει την ανάγκη για ένα τεχνητό άκρο όταν ένα άτομο γεννιέται με κατεστραμμένο ή και καθόλου άκρο. Ατυχήματα όπως είναι τα βιομηχανικά, τα τροχαία, και αυτά που συνδέονται με τον πόλεμο είναι η κύρια αιτία των ακρωτηριασμών στις αναπτυσσόμενες περιοχές, όπως μεγάλα τμήματα της Αφρικής. Στις αναπτυγμένες περιοχές, όπως η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη, η ασθένεια είναι η πρώτη αιτία των ακρωτηριασμών. Ο καρκίνος, η μόλυνση και η κυκλοφοριακή ασθένεια είναι οι κορυφαίες ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν στον ακρωτηριασμό.

Η βιονική προσθήκη αναπαράγει τις χαμένες, λόγω του ακρωτηριασμού, βιομηχανικές λειτουργίες. Η χρήση τεχνητής νοημοσύνης, αισθητήρων, μικροεπεξεργαστών, λογισμικού και ηλεκτρομηχανικών εξαρτημάτων βοηθούν στην αναπαραγωγή των φυσικών αισθητικών και μηχανικών ικανοτήτων του χρήστη. Το αποτέλεσμα είναι μια άνετη και αξιόπιστη αναδημιουργία των φυσιολογικών λειτουργιών.

##### 5.1.1. Ιστορική αναδρομή

Τα πρώτα τεχνητά άκρα ήταν φτιαγμένα από διάφορα μέταλλα και ξύλο.[1] Το πρώτο δείγμα ανακαλύφθηκε από αρχαιολόγους και βρέθηκε σε έναν τάφο στην περιοχή Capua της Ιταλίας. Χρονολογείται από το 300 π.χ και ήταν κατασκευασμένο από χαλκό και ξύλο.

Στο 19ο αιώνα, τα τεχνητά άκρα έγιναν πιο διαδεδομένα λόγω του μεγάλου αριθμού αναπήρων από τους πολέμους όπως οι Ναπολεόντειοι πόλεμοι στην Ευρώπη και τον Αμερικανικό εμφύλιο πόλεμο. Η τεχνολογία βελτιώθηκε για δύο κυρίους λόγους: για την



διαθεσιμότητα της κυβερνητικής χρηματοδότησης και την ανακάλυψη των αναισθητικών. Μετά από το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, το πρόγραμμα των τεχνητών άκρων άρχισε το 1945 από την Εθνική Ακαδημία των Επιστημών. Αυτό το πρόγραμμα βόηθησε στην βελτίωση των τεχνητών άκρων, με την προώθηση και το συντονισμό της επιστημονικής έρευνας σχετικά με προσθετικές συσκευές. Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξη τεχνητών άκρων που να μοιάζουν και να κινούνται όπως τα πραγματικά ανθρώπινα άκρα.

Οι πρόοδοι στη κατανόηση της βιομηχανικής επιστήμης, μέσα από την συνδυασμένη εργασία των γιατρών και των μηχανικών, της ανάπτυξης νέων πλαστικών, και της χρήσης του cad και cam συνέβαλαν ώστε να αναπτυχθούν πιο ρεαλιστικών τεχνητά άκρα..

Τα τελευταία χρόνια έχουν υπάρξει σημαντικές πρόοδοι στα τεχνητά άκρα. Τα νέα πλαστικά και άλλα υλικά, όπως η ίνα άνθρακα, έχουν επιτρέψει στα τεχνητά άκρα να είναι ισχυρότερα και ελαφρύτερα, περιορίζοντας το ποσό πρόσθετης ενέργειας που χρειάζεται για να ενεργοποιήσει το άκρο. Εκτός από τα νέα υλικά, η χρήση της ηλεκτρονικής έχει γίνει πολύ κοινή στα τεχνητά άκρα. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται επίσης εκτενώς στην κατασκευή των άκρων. Τα εργαλεία Computer Aided Design και Computer Aided Manufacturing χρησιμοποιούνται συχνά για να βοηθήσουν στο σχέδιο και στην κατασκευή των τεχνητών άκρων.

Ο εικοστός αιώνας είδε τις μεγαλύτερες αλλαγές στα τεχνητά άκρα. Εκτός όμως από τα νέα υλικά μεγάλη εξέλιξη επήλθε και από την χρήση των ηλεκτρονικών στον τομέα των τεχνητών οργάνων. Μυοηλεκτρικά άκρα, τα οποία ελέγχουν τα άκρα με το να μετατρέπουν τις κινήσεις των μυών σε ηλεκτρικά σήματα έχουν γίνει πλέον πολύ διαδεδομένα.

## 5.2. Βιονικός βραχίονας

Ο Βιονικός βραχίονας είναι μια ηλεκτρομαγνητική συσκευή, που ελέγχεται από Η/Υ και μιμείται τις κινήσεις του ανθρώπινου χεριού. Ο πρώτος βιονικός βραχίονας αναπτύχθηκε από τον Δρ Τοντ Κούικεν, διευθυντή Νευρομηχανικής στο Ινστιτούτο Αποκατάστασης του Σικάγο (RIC-Rehabilitation Institute of Chicago), ένα από τα 35 αμερικανικά ερευνητικά κέντρα που μετέχουν σε σχετικό πρόγραμμα των Εθνικών Ινστιτούτων Υγείας και της Υπηρεσίας Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων Άμυνας (DARPA) του Πενταγώνου. Ο Jesse Sullivan ήταν ο πρώτος άνθρωπος που χρησιμοποίησε τον τεχνητό

βραχίονα το 2001.[46] Ο βραχίονας ενεργοποιείται με την σκέψη. Η διαδικασία τοποθέτησης του βιονικού βραχίονα έχει ως εξής:

Οι γιατροί μετακινούν τα νεύρα από τον εγκέφαλο που κάποτε κατέληγαν στο ακρωτηριασμένο άκρο. Τα νεύρα τοποθετούνται από την ωμοπλάτη στο θώρακα όπου και αναπτύσσονται μέσα στους μύες. Από εκεί οι εντολές κατευθύνονται στον βιονικό βραχίονα μέσω ηλεκτροδίων. Τα ηλεκτρόδια επικοινωνούν με έναν μικροσκοπικό υπολογιστή που βρίσκεται στην βιονική συσκευή.



**Στα αριστερά: Ο Jesse Sullivan πρώτος άνθρωπος με βιονικό βραχίονα και στα δύο του χέρια το 2001.**

**Στα δεξιά: Η 26χρονη Claudia Mitchell η πρώτη γυναίκα με βιονικό βραχίονα το 2006**

**Πηγή: telegraph**

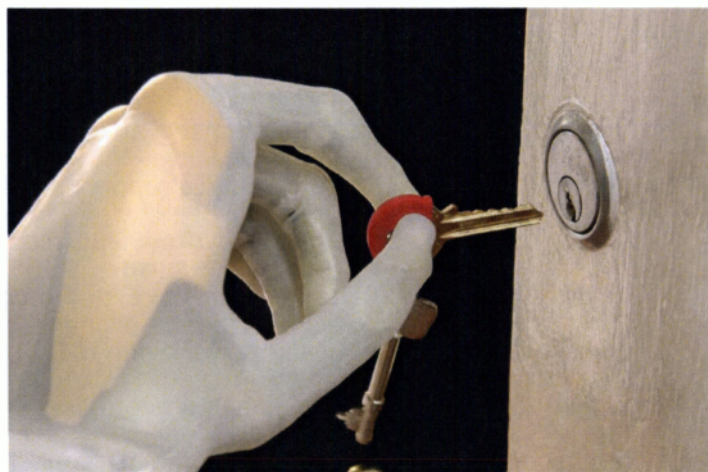
ο οποίος με την σειρά του ελέγχεται από έξι μικρούς κινητήρες. Τα ηλεκτρόδια, που βρίσκονται στην επιφάνεια του δέρματος στο θώρακα, λαμβάνουν σήματα από τα νεύρα του εγκεφάλου και στην συνέχεια διαβιβάζουν τα συγκεκριμένα σήματα στον μικροσκοπικό υπολογιστή του βιονικού βραχίονα. Το σύστημα αναγνωρίζει έτσι ποια κίνηση σκόπευε να εκτελέσει ο ασθενής και την αναπαράγει με ακρίβεια. Οι άνθρωποι που τα χρησιμοποιούν μπορούν να αισθανθούν πάλι την πίεση, τη θερμότητα και τον πόνο σαν να εξακολουθούν να έχουν τα χέρια τους. Το κόστος της συσκευής κυμαίνεται στα 60.000 δολάρια.. [58]

### 5.3. Βιονικό χέρι

Το πρώτο βιονικό χέρι με δάχτυλα που κινούνται ανεξάρτητα είναι προϊόν της

εταιρείας Touch Bionics και ονομάζεται i-Limb. Ένας από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν το βιονικό χέρι είναι ο Juan Arpedondo υπαστυνόμος του Αμερικανικού Στρατού. Το βιονικό και επιδέξιο i-Limb υπακούει μάλιστα στις νοητικές εντολές του χρήστη.

Τα δάχτυλα του i-Limb περιλαμβάνουν αρθρώσεις, όπως τα αληθινά δάχτυλα, και ελέγχονται με ανεξάρτητους μικρούς κινητήρες, ώστε να προσφέρουν περισσότερους βαθμούς ελευθερίας και να εκτελούν απεριόριστο αριθμό κινήσεων. Το βιονικό χέρι της εταιρείας είναι το πρώτο στον κόσμο εμπορικά διαθέσιμο. Έχει 5 ψηφιά σε κάθε δάκτυλο που κινούνται ανεξάρτητα, με ξεχωριστούς κινητήρες. Το i-Limb στηρίζεται σε μερικά από τα πιο προηγμένα λογισμικά ελέγχου. Αισθητήρες στο δέρμα λαμβάνουν τις εντολές από τα νεύρα του βραχίονα που προέρχονται από τον εγκέφαλο και τις μετατρέπουν σε οδηγίες για να κινηθούν τα τεχνητά δάχτυλα. Τα νεύρα μεταφέρουν την εντολή, γίνεται



**Βιονικό χέρι i-Limb**  
Πηγή: touch bionics

ανάγνωση αυτού του ερεθίσματος και καταγράφεται σε έναν υπολογιστή που έχει τοποθετηθεί στο πίσω μέρος τους χεριού.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του βιονικού χεριού σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρεία είναι ότι, χάρη στο λειτουργικό αντίχειρα, μπορεί να κάνει πολλά είδη λαβών. Το τεχνητό χέρι ελέγχεται το ίδιο όπως ελέγχεται και ένα κανονικό χέρι. Καλύπτεται εξωτερικά από μία λεπτή στρώση μαδιαφανούς υλικού όπου έγινε με μεγάλη ακρίβεια ώστε να καλυφθεί κάθε περίγραμμα του χεριού. Επίσης υπάρχει και δυνατότητα στους ασθενείς που δεν έχουν χάσει όλο το χέρι τους αλλά μέρους αυτού να αντικατασταθεί στα σημεία όπου χρειάζεται. Η τιμή της συσκευής κυμαίνεται από 60.000 με 150.000 χιλιάδες δολάρια ανάλογα με την έκταση της συσκευής.[59]

## 5.4. Βιονικό πόδι

Το τέλειο παράδειγμα της καινοτομίας στην τεχνητή νοημοσύνη είναι το βιονικό πόδι. Το βιονικό πόδι μπορεί να ενσωματώνει το μυαλό, το σώμα και τη μηχανή. Σχεδιάζεται έτσι ώστε να επιτρέπει σε ένα άτομο, του οποίου το πόδι έχει ακρωτηριαστεί επάνω από το γόνατο, να είναι σε θέση να περπατήσει. Πολλές εταιρείες σήμερα όπως η Otto Bock, Ossur, κ.α. έχουν κατασκευάσει βιονικά πόδια και με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη ακόμη και να ανεβοκατέβει σκαλοπάτια χωρίς πρόβλημα.



**Βιονικό γόνατο  
Rheo Knee  
Πηγή : Ossur**



**Βιονικό πέλμα Proprio Foot  
Πηγή: Ossur**

Η κατασκευάστρια εταιρεία Ossur είναι η εταιρεία που χρησιμοποίησε την τεχνητή νοημοσύνη στην δημιουργία των προσθετικών μελών της. Κάποια από τα προϊόντα της είναι το βιονικό γόνατο Rheo Knee και το βιονικό πέλμα Proprio Foot. Το Rheo Knee είναι το πρώτο προϊόν για να ενσωματώσει την βιονική τεχνολογία. Το γόνατο αναπτύχθηκε σε συνεργασία με το ίδρυμα της Μασαχουσέτης τεχνολογίας (MIT) και παίρνει το όνομά του από το magnetorheological ρευστό στον ενεργοποιητή που ελέγχει την κίνησή του. Το Rheo Knee χρησιμοποιεί ένα λογισμικό που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη. Χρησιμοποιεί μικροσκοπικούς αισθητήρες οι

οποίοι με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή αντιλαμβάνεται τις κινήσεις του ατόμου ("διαβάζει" 1000 κινήσεις/sec) επιτρέποντας έτσι στο βιονικό πόδι να προσαρμοστεί σε κάθε βήμα.

Το πέλμα Proprio Foot είναι το πιο πρόσφατο και εξελιγμένο μοντέλο της εταιρείας. Χρησιμοποιεί τους αισθητήρες κινήσεων, ενεργοποιητές και λογισμικό για να αντικαταστήσει την χαμένη λειτουργία των μυών. Το λογισμικό συγκρίνει τις κινήσεις του ποδιού σε έναν αποθηκευμένο φάκελο και αναλόγως προσαρμόζει τις κινήσεις του ποδιού. Αυτόματα παίρνει την θέση σε περιπτώσεις που μπορεί να είναι δύσκολες για τον ασθενή όπως σκαλιά και ανηφόρες. Το κόστος της συσκευής κυμαίνεται στα 25,000 με 30,000 χιλιάδες δολάρια. [60]

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Πληροφορική είναι μια επιστήμη, μια τεχνολογία, ένα σύστημα γλωσσών προγραμματισμού, ένα σύνολο τεχνικών και εργαλείων. Συνέβαλε στην Ιατρικής και ειδικότερα στον τομέα της δημιουργίας τεχνητών οργάνων αναμφισβήτητα. Δημιούργησε ένα ολόκληρο φάσμα επιστημών που σε συνδυασμό της κατάφερε να δημιουργήσει ανθρώπινα τεχνητά όργανα.

Μπορεί οι επιστήμονες να μην έχουν καταφέρει ακόμη να δημιουργήσουν συμπαγή όργανα, τα οποία να είναι λειτουργικά στον ανθρώπινο οργανισμό, όμως όλο και περισσότερα ερευνητικά και ιατρικά κέντρα σε κάθε γωνιά του πλανήτη μπαίνουν στον χορό του βιονικού ανθρώπου. Ήδη, όλο και πιο σύγχρονα, τεχνητά μέλη τίθενται στη διάθεση ανθρώπων που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό, αποκαθιστώντας την κίνηση. Αισθητήρες, ηλεκτρόδια, προηγμένα υλικά, αντλίες και πολλά άλλα «εξαρτήματα» εμφυτεύονται στο ανθρώπινο σώμα για να μιμηθούν τις φυσικές του κινήσεις και λειτουργίες.

Η πληροφορική δεν είναι απλά μια επιστήμη. Είναι η επιστήμη που έχει δημιουργήσει πληθώρα σχολίων και ερωτημάτων. Πολλές οι προσπάθειες και οι απορίες στο να γίνουν κατανοητά τα όρια αυτής της επιστήμης. Που σταματάει η πληροφορική και η τεχνολογία και που αρχίζουν τα όρια της βιοηθικής; Ένα είναι σίγουρο, πως η μελλοντική της εξέλιξη προβλέπεται αναπόφευκτη.

Είμαστε λοιπόν στην εποχή όπου σε κάποιους πριν αρκετά χρόνια υπήρχε μόνο στην σφαίρα της φαντασίας; Ποιος θα το φανταζόταν εξάλλου ότι θα ερχόταν κάποια στιγμή, όπου οι άνθρωποι που έχουν χάσει τα άκρα τους, να κινούν τα τεχνητά τους μέλη μόνο με την σκέψη τους. Ή μήπως βρισκόμαστε σε μια περίοδο που πραγματικά δεν γνωρίζουμε τι μας περιμένει στο μέλλον; Η απάντηση μάλλον είναι ότι σε έναν κόσμο όπου η εξέλιξη της τεχνολογίας και της πληροφορικής τρέχει με ιλιγγιώδη ταχύτητα, έχουμε φθάσει σε τέτοιο σημείο που από εδώ και πέρα δεν θα μπορέσουμε να προβλέψουμε τι μας επιφυλάσσει το μέλλον. Οι εμφυτεύσιμες συσκευές που αντικαθιστούν τα "ελαττωματικά" τμήματα του σώματος, όχι μόνο αναλαμβάνουν εκεί όπου η φύση σταματάει, αλλά μπορούν και να βελτιώσουν κατά πολύ το "αρχικό σχέδιο".

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>(FDA)</b>	Food and Drug Administration
<b>(TAH)</b>	Total Artificial Heart
<b>(LVAD)</b>	Left Ventricular Assist Device
<b>(MTN)</b>	Μονάδα Εντατικής Θεραπείας
<b>(NIH)</b>	National Institute of Health
<b>( NIDCD )</b>	National Institute Deafness and other Communication Disorders
<b>( AAO-HNS )</b>	American Academy of Otoranycology- Heart and Neck Surgery
<b>(NRC)</b>	National Research Council
<b>(ICD)</b>	Implantable Cardioverter Defibrillator
<b>(NHLBI)</b>	National Institute Head Lung and Blood
<b>(VNS)</b>	Vagus Nerve Stimulator
<b>(DBS)</b>	Deep Brain Stimulator
<b>( EEEE )</b>	Ελληνική Εθνική Ένωση κατά της Επιληψίας
<b>( RFID )</b>	Radio-Frequency Identification
<b>(CAD)</b>	Computer Aided Design
<b>(CAM)</b>	Computer Aided Manufacturing
<b>(ECMO)</b>	Extracorporeal membrane oxygenation
<b>(ILA)</b>	Αρτηριοφλεβική Εξωσωματική οξυγόνωση

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ηλεκτρονικές Πηγές

- [1] Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια Wikipedia <http://en.wikipedia.org>
- [2] Πανεπιστήμιο Waterloo <http://www.uwaterloo.ca>
- [3] Ιατρική Πληροφορική <http://www.cc.uoa.gr>
- [4] Biomedical Systems <http://www.biomedical.gr>
- [5] Ινστιτούτο Νανοτεχνολογίας (Institute of Nanotechnology -IoN)  
<http://www.nano.org.uk>
- [6] Κέντρο για υπεύθυνη Νανοτεχνολογία (Center for Responsible Nanotechnology -CRN) <http://www.crnano.org>
- [7] Αμερικανική πρωτοβουλία Νανοτεχνολογίας (National Nanotechnology Initiative -NNI) <http://www.nano.gov>
- [8] Πανεπιστήμιο του Τέξας <http://www.utexas.edu>
- [9] Αμερικανική εταιρεία SRI Consulting Business Intelligence's (SRIC-BI's)  
<http://www.sric-bi.com>
- [10] Ακαδημία Επιστημών Νέας Υόρκης (New York Academy Sciences)  
<http://www.nyas.org>
- [11] Ηλεκτρονική Βιβλιοθήκη (Access My Library)  
<http://www.accessmylibrary.com>
- [12] Πανεπιστήμιο Michigan <http://www.umich.edu>
- [13] Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA)  
<http://www.fda.gov>
- [14] Νοσοκομείο Jefferson University Hospital (<http://www.jeffersonhospital.org>)
- [15] Ινστιτούτο Παιδικής Υγείας (UCL Institute of Child Health)  
<http://www.ich.ucl.ac.uk>
- [16] Εταιρεία Novalung <http://www.novalung.com>
- [17] Νοσοκομείο Σινσινάτι (Cincinnati Children's Hospital Medical Center)  
<http://www.cincinnatichildrens.org>
- [18] Αμερικανική Κοινωνία των Τεχνητών Εσωτερικών Οργάνων (American

Society of Artificial Internal Organs) <http://www.asaio.com>

[19] Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μασαχουσέτης <http://web.mit.edu>

[20] Virtual Medical Worlds Magazine (<http://www.hoise.com>)

[21] Εταιρεία κοχλιωτών εμφυτευμάτων (Med-El Hellas) <http://www.medel.gr>

[22] Αμερικανικό Ινστιτούτο Κώφωσης και άλλων Διαταραχών της Επικοινωνίας  
(National Institute and other Communication Disorders <http://www.nidcd.nih.gov>

[23] Αμερικανική Ακαδημία Οτολαρυγγολογίας (AAO-HNS) American Academy  
of Otolaryngology –Head and Neck Surgery, (<http://www.entnet.org>)  
<http://www.entnet.org>

[24] Πανεπιστημιακή Σχολή Ιατρικής John Hopkins  
<http://www.hopkinsmedicine.org>

[26] Εταιρεία Retina Implant <http://www.eye-chip.com>

[28] Ινστιτούτο Όρασης Doheny Eye Institute <http://www.doheny.org>

[29] Πανεπιστήμιο Νότιας Καλιφόρνιας (University of Southern California-USC)  
<http://www.usc.edu>

[30] Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας του Καναδά « National Research Council Canada  
» ,(<http://www.nrc-cnrs.gc.ca>)

[31] Βιβλιοθήκη και Μουσείο Bakken (Bakken library and museum)  
<http://www.thebakken.org>

[32] Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο <http://www.onasseio.gr>

[33] Πανεπιστήμιο Χάρβαρντ (Harvard University) <http://www.harvard.edu>

[34] Εταιρεία Biotronic <http://www.biotronic.com>

[35] Νοσοκομείο Cleveland Clinic <http://www.clevelandclinic.org>

[36] Ινστιτούτο Καρδιολογίας Τέξας <http://texasheart.org>

[37] Εθνικό Ινστιτούτο Καρδιάς, Πνευμόνων και Αίματος (National Heart Lung  
and Blood Institute- NHLBI) <http://www.nhlbi.nih.gov>

[38] Πανεπιστήμιο Ρότσεστερ (University of Rochester Medical Center)  
<http://www.urmc.rochester.edu>

[39] Ελληνική Εθνική Ένωση κατά της Επιληψίας <http://www.epilepsy-greece.com>

[40] Εταιρεία Cyberonics <http://www.cyberonics.com>

[41] Νοσοκομείο Άγιος Λουκάς <http://www.klinikiagiosloukas.gr>

[42] Πανεπιστήμιο Purdue <http://www.purdue.edu>

[42] Εταιρεία Medtronics <http://www.medtronic.com>

[43] Εταιρεία Verichip <http://www.verichipcorp.com>



- [44] Εθνικό Κέντρο Έρευνας, Πρόληψης και Θεραπείας του Σακχαρώδη Διαβήτη(Ε.ΚΕ.ΔΙ.). <http://www.hndc.gr>
- [45] Το βιονικό χέρι (The bionic arm) <http://www1.pacific.edu>
- [46] Ινστιτούτο Αποκατάστασης του Σικάγο (Rehabilitation Institute of Chicago) <http://www.ric.org>

### Περιοδικές Εκδόσεις

- [47] Περιοδική έκδοση «ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ», (τεύχος 2), Η Ανάπτυξη και η εξέλιξη των σύγχρονων CAD συστημάτων , Αθήνα 1998

### Άρθρα Εφημερίδων

- [48] Ελευθεροτυπία, 2007 « Καρδιακή ανεπάρκεια τελικού σταδίου », 03/04/2007
- [49] Washington Post, 2006, « Artificial Heart Gets Limited FDA Approval » , σελ.: A08, 06/09/2006 ( <http://www.washingtonpost.com>)
- [50] Το Βήμα ,2008, «Σε δέκα χρόνια έτοιμη η καρδιά εργαστηρίου» , σελ.:H04, 10/02/2008 (<http://tovima.gr>)
- [51] Καθημερινή, 2008, « Πόσο πάει ο νεφρός σε Δύση και Ανατολή;», 10/02/2008 (<http://www.kathimerini.gr>)
- [52] Το Βήμα, «Με μέσον ανοίγουν οι πόρτες των μονάδων τεχνητού νεφρού», 13/01/2008 σελ.:A38, 13/01/2008 (<http://tovima.gr>)
- [53] Newscientist ,( <http://www.newscientist.com>)
- [54] Guardian, 2007 , «Six blind people regain partial sight thanks to 'Bionic eye' implant», 17/02/2007 (<http://www.guardian.co.uk>)
- [55] Το Βήμα,2001, «Ο απινιδωτής που σημαίνει συναγερμό » , σελ.:A63, 07/10/2001 (<http://tovima.gr>)
- [56] Το Βήμα, 2006, «Διεγέρτης εναντίον βαριάς ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ», σελ.:H02, 03/12/2006 (<http://tovima.gr>)
- [57] Το Βήμα «Εγκεφαλική διέγερση εναντίον ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ» ,11/03/2007

σελ.:H02 (<http://tovima.gr>)

[58] Telegraph «Thought-powered bionic arm is a touch of genius» 16/09/2006  
(<http://www.telegraph.co.uk>)

[59] Stamford Times,2008, «Bionic hand makes life easier for amputees»,  
17 Μαρτίου 2008 (<http://www.thestamfordtimes.com>)

[60] BusinessWeek ,2007,« Ossur: Design That Walks the Line», 16/07/2007  
( <http://www.businessweek.com>)

[61] BusinessWeek,2007,« Diabetes Control Goes High-Tech», 01/09/2007  
( <http://www.businessweek.com>)