



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Υλικού για την Ηλεκτρονική Υγεία

Development of Digital Educational Material in
e-Health

Παναγιώτα Παναγιωτίδου

Επιβλέπων καθηγητής:

Παντελής Αγγελίδης

Κοζάνη, Μάρτιος 2022

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, η οποία μου στάθηκε και με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Τμήμα Μηχανικών Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παντελή Αγγελίδη για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τις όμορφες φοιτητικές στιγμές που ζήσαμε όλα αυτά τα χρόνια στην πόλη της Κοζάνης.

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

“Ανάπτυξη ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού για την Ηλεκτρονική υγεία”

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Παντελή Αγγελίδη αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Παναγιώτα Παναγιωτίδου, Παντελής Αγγελίδης, 2022, Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή:



Πρόλογος

Η διπλωματική εργασία πραγματεύεται το ζήτημα της δημιουργίας και εξέλιξης ψηφιακού υλικού με σκοπό την παροχή γνώσης σχετικά με την Ηλεκτρονική Υγεία. Πιο συγκεκριμένα, έχει στόχο την εκμάθηση και την κατανόηση των εφαρμογών της Ηλεκτρονικής Υγείας από τους φοιτητές. Μέσω της πλατφόρμας μάθησης Kahoot δημιουργήθηκαν ερωτήσεις / απαντήσεις πολλαπλής επιλογής (Multiple Choice) με σκοπό τον έλεγχο των γνώσεών τους.

Είναι γνωστό ότι η προσθήκη της τεχνολογίας που σχετίζεται με την πληροφορική και την επικοινωνία (ΤΠΕ) στον υγειονομικό τομέα έχει αλλάξει σημαντικά το σύστημα παροχής υπηρεσιών υγείας. Πιο συγκεκριμένα, ο μετασχηματισμός που λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια των ψηφιακών μέσων και της αρμόζουσας τεχνολογίας στον τομέα της Υγείας αποτελεί τη βάση στην οποία στηρίζεται η Ηλεκτρονική Υγεία (e-health), η οποία διευρύνεται και αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο με την πάροδο των ετών.

Ειδικότερα, περιλαμβάνει πληθώρα ηλεκτρονικών υπηρεσιών που αφορούν το υγειονομικό σύστημα, όπως τα υπάρχοντα πληροφοριακά δίκτυα και την συνδιαλλαγή ανάμεσα σε διάφορους οργανισμούς που σχετίζονται με την Υγεία για την εναλλαγή δεδομένων. Η ηλεκτρονική υγεία παραπέμπει στη χρήση και αξιοποίηση διάφορων παροχών σχετικά με τις υπηρεσίες στο σύστημα υγείας, όπως και τα διαθέσιμα νοσοκομεία. Επίσης, αφορά όσους εργάζονται στον υγειονομικό τομέα, τα υπάρχοντα δίκτυα για την ευκολότερη ενημέρωση των υπό μέρους τμημάτων και των μητρώων των ασθενών μέσω του διαδικτύου. Ακόμα, συμπεριλαμβάνεται και η τηλεϊατρική σε συνδυασμό με τις φορητές συσκευές των παθόντων που αφορούν την εξ αποστάσεως παρακολούθηση τους αλλά και πιο σύγχρονες μορφές ιατρικής, όπως η ρομποτική χειρουργική και το απαραίτητο λογισμικό που διαμορφώνει το πρόγραμμα των χειρουργείων κ.ά.

Συμπερασματικά, η Ηλεκτρονική υγεία στοχεύει στη βελτιστοποίηση τόσο της πρόσβασης στην Υγεία και περίθαλψη όσο και στην ίδια την ποιότητα που έχουν οι δύο αυτοί παράγοντες, στην πρόληψη των ασθενειών, στην παρακολούθηση και διαχείριση χρόνιων παθήσεων, στη μείωση του κόστους της παροχής υγειονομικής περίθαλψης και εν τέλει μια ιατρική πιο προσαρμοσμένη στις ατομικές-προσωποποιημένες ανάγκες.

Περίληψη

Η ηλεκτρονική υγεία αφορά κυρίως σε τεχνολογικές λύσεις στις ανάγκες της υγειονομικής φροντίδας αλλά δεν παρέχει μόνο αυτό. Το βασικό της πλεονέκτημα έναντι των όποιων άλλων πολιτικών αφορά στις υποστηρικτικές εφαρμογές, στα εργαλεία δηλαδή που κατασκευάστηκαν με στόχο να είναι αποτελεσματικότερα, φιλικότερα στον χρήστη-ασθενή και στο ιατρονοσηλευτικό προσωπικό.

Το ψηφιακό οικοσύστημα που αναπτύσσεται μέσω της Τηλεϊατρικής προσφέρει όλο και περισσότερους τρόπους για καλύτερη παροχή ιατρικής φροντίδας των ατόμων που βρίσκονται σε δυσπρόσιτα και απομακρυσμένα μέρη καθώς και σε περιπτώσεις όπως μια πανδημία που δυσκολεύει την επίσκεψη του ασθενούς στον ιατρό του. Παράλληλα, διευκολύνει την παρακολούθηση και τη διαχείριση των καθημερινών ζητημάτων υγείας σε άτομα με χρόνιες παθήσεις. Η ψηφιακή υγεία μπορεί να προσφέρει στους χρήστες αυτούς τα εργαλεία για να παρακολουθούν βασικούς δείκτες υγείας με ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο.

Το θέμα που αναπτύσσεται σε αυτή την εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια. Πιο αναλυτικά:

Σαν αρχή της εργασίας, πρώτα αναλύονται οι υπηρεσίες της Ηλεκτρονικής Υγείας, οι εφαρμογές της Τηλεϊατρικής και το δίκτυο Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα.

Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην ενότητα της Βιοπληροφορικής και στην τεχνολογία Blockchain όσον αφορά τον τομέα της Υγειονομικής Περίθαλψης.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εφαρμογή της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ).

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην ενότητα της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας και στο ανθρώπινο σώμα ως το παλιότερο IoT σύστημα.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύεται η εξέλιξη του Αξονικού Τομογράφου για την ενότητα της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά: Ηλεκτρονική υγεία, Αλυσίδα μπλοκ, Τεχνολογία Πληροφοριών και επικοινωνιών (ΠΦΥ), Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ), Υπολογιστική Τομογραφία (ΥΤ)

Abstract

E-health is mainly about technological solutions to health care needs but does not provide just that. Its main advantage over any other policies is the supportive applications, i.e. the tools that were built in order to be more effective, more user-friendly and more helpful to the nursing staff.

The digital ecosystem that is developing through Telemedicine offers more and more ways to provide better medical care to people in inaccessible and remote places as well as in cases such as a pandemic that makes it difficult for the patient to visit his doctor. At the same time, it facilitates the monitoring and management of daily health issues in people with chronic diseases. E-health can offer these users the tools to monitor key health indicators with a smartphone.

The topic developed in this paper is divided into five chapters. In more detail:

In the beginning of the paper, E-Health and its services are being analyzed. Also, it includes information about the implementations of Telemedicine and the network regarding this field of health in Greece.

In chapter two, the Bioinformatics and the Blockchain technology in the field of Health Care are being dealt.

The third chapter includes the implementation of Information and Communication Technology (ICT) in Primary Health Care (PHC).

The fourth chapter refers to the section of Biomedical Technology and the human body as the oldest Internet of Things (IoT) system.

The fifth and last chapter analyzes the evolution of the CT scanner in the section of Biomedical Technology.

Key words: e-health, Blockchain, Information and Telecommunication Technology (ICT), Primary Health Care (PHC), Computed Tomography (CT)

Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
Περίληψη	5
Abstract	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική Υγεία	13
1.1. Ο ορισμός της Ηλεκτρονικής Υγείας	15
1.2. Ανάλυση του ορισμού της Τηλεϊατρικής	15
1.3. Αναφορά στην Τηλεϊατρική από τα πρώτα στάδια Δημιουργίας της	15
1.4. Η Τηλεϊατρική και η Δομή της	16
1.5. Κατηγορίες της Τηλεϊατρικής	17
1.6. Ανάγκες που καλύπτονται με την Τηλεϊατρική	18
1.7. Εφαρμογές της Τηλεϊατρικής	19
1.8. Βήματα για την υλοποίηση των Εφαρμογών Τηλεϊατρικής	21
1.9. Η Τηλεϊατρική και τα θετικά της Αποτελέσματα στους ασθενείς	23
1.10. Η συνδρομή της Τηλεϊατρικής στους ιατρούς και το νοσηλευτικό προσωπικό	25
1.11. Ανάγκη ανάπτυξης ενός δικτύου Τηλεϊατρικής	25
1.12. Δίκτυο Τηλεϊατρικής	26
1.13. Ιατρικός εξοπλισμός και Συστήματα Τηλεϊατρικής	29
1.14. Ιατρικός εξοπλισμός για την Εφαρμογή της Τηλεϊατρικής	29
1.14.1 Ο Ηλεκτρονικός Καρδιογράφος	29
1.14.2 Τα Ηλεκτρονικά Στηθοσκόπια	30
1.14.3 Τα Σπιρόμετρα	31
1.14.4 Τα Ηλεκτρονικά Πιесόμετρα	32
1.14.5 Συσκευές Υπερήχων	33
1.15. Τεχνολογίες Τηλεϊατρικής	33

1.15.1 Σύστημα επικοινωνίας «από σημείο σε σημείο» (Point to Point System)	34
1.15.2 Σύστημα επικοινωνίας από ένα σημείο σε Πολλαπλά σημεία (Point to Multipoint System)	35
1.15.3 Σύστημα επικοινωνίας από πολλαπλά σημεία σε Πολλαπλά σημεία (Multipoint to Multipoint System)	35
1.16. Η Ελληνική Ανάγκη για την Εφαρμογή της Τηλεϊατρικής στη χώρα	36
1.17. Η Ελληνική Ιστορία της Τηλεϊατρικής μέσα στις δεκαετίες	37
1.18. Σύστημα Τηλεϊατρικής στο Σισμανόγλειο Νοσοκομείο Αθηνών	37
1.19. Στόχοι προγράμματος εφαρμογής Δικτύου Τηλεϊατρικής	38
1.20. Συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας και Περιφερειακά Νοσοκομεία μέσω του δικτύου Τηλεϊατρικής	39
1.21. Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο (ΩΚΚ) Αθηνών και Τηλεκαρδιολογία	40
1.21.1 Το έργο Τηλεϊατρικής «Τάλως» του ΩΚΚ	41
1.22. Πρόγραμμα Τηλεϊατρικής σε Δήμους	41
1.22.1 Η συνδρομή του Εθνικού Διαδημοτικού Δικτύου Υγιών Πόλεων– Προαγωγής Υγείας στον Δήμο Αλεξάνδρειας	42
1.22.2 Δήμοι Παλαιού Φαλήρου, Αλίμου και Αγίου Δημητρίου	42
1.23. Ιδιωτική Πρωτοβουλία στο χώρο της Τηλεϊατρικής	42
1.24. Το πρόγραμμα Τηλεϊατρικής Med-ContiNET Project	44
1.25. Αποτελέσματα του Med-ContiNET Project	46
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
Εισαγωγή στη Βιοπληροφορική και στη Τεχνολογία Blockchain	48
2.1. Πολυπλοκότητα Αλγορίθμων	48
2.2. Κρυπτογραφική Συνάρτηση Κατακερματισμού	51
2.3. Δείκτες Κατατεμαχισμού	54
2.4. Ψηφιακές Υπογραφές ως ταυτότητα	55

2.5.	Η διαφορά μεταξύ των αρχιτεκτονικών πελάτη – διακομιστή (Client-server model) και ομότιμων δικτύων (peer-to-peer networks-P2P)	55
2.6.	Το κρυπτονόμισμα (Bitcoin)	57
2.7.	Κεντρικοποιημένο Σύστημα Συναλλαγών	58
2.8.	Αποκεντρωμένο Σύστημα Συναλλαγών	59
2.9.	Η λειτουργία της τεχνολογίας της αλυσίδας μπλοκ (Blockchain)	59
2.10.	Ομοφωνία σε ομότιμα δίκτυα	61
2.11.	Η τεχνολογία Blockchain στον τομέα της Υγειονομικής Περίθαλψης	62
2.12.	Οφέλη των ασθενών από την τεχνολογία Blockchain στην Υγειονομική Περίθαλψη	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

	Εισαγωγή στο Τεχνολογικό πλαίσιο των Ηλεκτρονικών Υπηρεσιών στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	71
3.1.	Προκλήσεις Συστημάτων Υγείας	72
3.2	Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	73
3.3	Υπηρεσίες Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ)	74
3.4	Η αναγκαιότητα διεύθυνσης της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	78
3.5.	Η εφαρμογή της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	79
3.6.	Προβλήματα και Προκλήσεις στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ) εξαιτίας της χρήσης της Τεχνολογίας της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ)	86
3.7.	Παράγοντες που συντελούν στην επιτυχία εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	87

3.8.	Προσδοκώμενα αποτελέσματα της εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	88
3.9.	Πετυχημένα Παραδείγματα της εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)	90

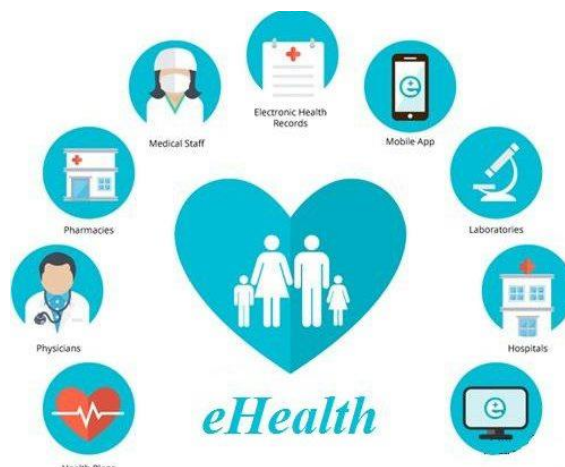
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

	Εισαγωγή στο Ανθρώπινο Σώμα	92
4.1.	Το Σήμα	93
4.2.	Internet of Things (Διαδίκτυο ή Ίντερνετ των Πραγμάτων)	93
4.3	Επικοινωνία μέσω του Δικτύου Ενδοσωματικής (Intra-Body Communication Network-IBCN) και του Δικτύου Επιπρόσθετης Επικοινωνίας Σώματος (Extra-Body Communication Network-EBCN)	95
4.4.	Δίκτυο Περιοχής Σώματος (Body Area Network – BAN)	96
4.5.	Βιοσήματα	98
4.6.	Ηλεκτρικά Βιοσήματα	100
4.7.	Μη Ηλεκτρικά Βιοσήματα	101
	4.7.1 Σήματα καταγραφής μηχανικής λειτουργίας	102
	4.7.2 Μετρήσιμα Φυσικά Μεγέθη Βιοσημάτων	102
4.8.	Το Νευρικό Σύστημα του Ανθρώπινου Σώματος	103
4.9.	Το Νευρικό Κύτταρο (Νευρώνας)	105
	4.9.1 Είδη λειτουργικών νευρώνων	106
	4.9.2 Επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων	108
4.10.	Ιοντική Σύσταση των κυττάρων	110
4.11.	Πόλωση Κυτταρικής Μembrάνης	111
	4.11.1 Κατάσταση ηρεμίας του νευρικού κυττάρου	113
	4.11.2 Ο Ρόλος της Αντλίας $\text{Na}^+ - \text{K}^+$	115
4.12.	Ηλεκτροχημικό Δυναμικό	115

4.12.1 Ηλεκτροχημική Ισορροπία και η Εξίσωση Nernst	116
4.13. Ο Ηλεκτρισμός στο Ανθρώπινο Σώμα	116
4.13.1 Η Μετάδοση του Σήματος στους Νευρώνες	117
4.13.1.1 Η Μετάδοση Σήματος κατά Μήκος του Νευρώνα	119
4.13.2 Το Δυναμικό Δράσης στη μεμβράνη του κυττάρου	119
4.13.3 Το Δυναμικό Ενέργειας (action potential) Νευρικής Ύλης	122
4.13.3.1 Το Ενεργό Δυναμικό «Όλα ή τίποτα (all-or-none)»	124
4.13.4 Η Ταχύτητα Αγωγής του Σήματος στις νευρικές ίνες	125
4.14. Η Λειτουργία ενός Νευρώνα και τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα	125
4.14.1 Ιδιότητες της Κυτταρικής Μεμβράνης	125
4.14.1.1 Αγωγιμότητα Κυτταρικής Μεμβράνης και Ενεργό Δυναμικό	126
4.15 Το Ισοδύναμο Ηλεκτρικό Κύκλωμα	129
4.15.1 Το Δυναμικό Δράσης και οι Παράγοντες που επιδρούν στην Ταχύτητα με την οποία διαδίδεται	132
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	
Εισαγωγή στην Υπολογιστική Τομογραφία (Αξονική Τομογραφία)	134
5.1. Η Αρχή Λειτουργίας της Υπολογιστικής Τομογραφίας (ΥΤ)	135
5.2. Συντελεστές Μείωσης Διάφορων Ιστών εκφρασμένοι στις μονάδες Hounsfield	137
5.3. Τομογραφικές Εικόνες	138
5.3.1 Παραγωγή Τομογραφικών Εικόνων	139
5.4. Ακτίνες Χ	140
5.4.1 Ο Μετασχηματισμός Fourier της Ακτίνας Χ	141
5.4.2 Ο Μετασχηματισμός Radon	142
5.4.2.1 Ο Διακριτός Μετασχηματισμός Radon	143
5.5. Η εξέλιξη των Υπολογιστικών Τομογράφων	145
5.5.1 Πρώτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Μετατόπιση/	145

Περιστροφή Εστιασμένης Δέσμης – Pencil Beam)	
5.5.2 Δεύτερη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Μετατόπιση/ Περιστροφή Στενής Αποκλίνουσας Δέσμης – Fan Beam	145
5.5.3 Τρίτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Περιστροφή Ανιχνευτών/ Περιστροφή Ευρείας Αποκλίνουσας Δέσμης- Fan Beam)	146
5.5.4 Τέταρτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Περιστροφή Δέσμης Ακτίνων Χ/ Στατικοί Ανιχνευτές)	148
5.5.4.1 Σύγκριση Τρίτης και Τέταρτης Γενιάς Υπολογιστών	149
5.5.5 Πέμπτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Στατική Δέσμη Ακτίνων Χ/ Στατικοί Ανιχνευτές)	148
5.5.6 Έκτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Ελικοειδής)	151
5.5.7 Έβδομη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Πολλαπλές Διατάξεις Ανιχνευτών)	152
5.6. Συμπεράσματα κεφαλαίου	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ	154
Εισαγωγή στην εκπαιδευτική πλατφόρμα Kahoot	154
6.1. Οι συλλογές με τα σετ ερωτήσεων στα ελληνικά	154
6.2. Οι συλλογές με τα σετ ερωτήσεων στα αγγλικά	195
Βιβλιογραφία	235

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ



Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική Υγεία (e-Health)

Η ανθρώπινη ζωή την τελευταία δεκαετία έχει μεταβληθεί σε μεγάλο βαθμό κυρίως λόγω των μεγάλων τεχνολογικών επιτευγμάτων. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη αλλαγή έχει λάβει χώρα στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών. Οι πολίτες έρχονται σε επαφή συνέχεια με νέες υπηρεσίες ενώ ταυτόχρονα οι ήδη παρεχόμενες χάνουν διαρκώς όλο και περισσότερο το κόστος τους.

Η τηλεματική και η πληροφορική μαζί και οι δυνατότητες που αυτές παρέχουν έχουν εφαρμοστεί και στον τομέα της υγείας (e-health). Πιο συγκεκριμένα, οι νέες αυτές τεχνολογικές εφαρμογές επιτρέπουν την παροχή εξελιγμένων υπηρεσιών, όπως τη φροντίδα και επίβλεψη των ασθενών στο σπίτι (homecare).

1.1 Ο ορισμός της Ηλεκτρονικής Υγείας

Με τον όρο **e-Health** νοούμε ένα μεγάλο σύνολο από εργαλεία βασισμένα στις Τεχνολογίες των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών -ΤΠΕ- (ICT-Information and Communication Technologies). Οι σκοποί που εξυπηρετεί η χρήση τους σχετίζονται με τους ασθενείς και πιο συγκεκριμένα με την πρόληψη και τη διάγνωση της νόσου αλλά και με τη θεραπεία και την συνεχή επίβλεψη τους και τέλος με τη γενικότερη διαχείριση του υγειονομικού συστήματος.

Η **Ηλεκτρονική Υγεία** δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών μεταξύ των ποικίλων οργανισμών που συνιστούν το υγειονομικό

σύστημα, επιτρέπει τη δημιουργία δικτύων πληροφοριών όπως και την παροχή ενός ευρέως συνόλου υπηρεσιών.

Περιλαμβάνει επίσης τη δημιουργία ηλεκτρονικών φακέλων ασθενών, που είναι ψηφιακά αποθηκευμένοι φάκελοι με σκοπό τον έλεγχο και την καταγραφή δεδομένων υγείας τους καθώς και την πρόσβασή τους οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Για την καλύτερη διαχείριση των ιατρικών δεδομένων δημιουργούνται τα ηλεκτρονικά μητρώα υγείας, κατηγοριοποιώντας τους ασθενείς βάσει παθήσεων (π.χ. διαβητικοί, καρδιοπαθείς, κατάγματα κ.λπ.).

Με τη δημιουργία της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης με τη βοήθεια υπολογιστών και ειδικών λογισμικών σχετικά με την ιατρική, οι ιατρικές συνταγές που παρέχονται στους ασθενείς, συντάσσονται, καταχωρούνται και επεξεργάζονται

Περιλαμβάνει, τέλος, υπηρεσίες τηλεϊατρικής με τη χρήση των νέων τεχνολογιών για τη βέλτιστη παροχή υγειονομικής φροντίδας. Επιπλέον, με σκοπό την ολόπλευρη φροντίδα των ασθενών χρησιμοποιούνται ατομικά φορητά επικοινωνούντα συστήματα.

Αναλυτικότερα στα πλαίσια της Ηλεκτρονικής Υγείας αναφέρονται και οι όροι: **Τηλεϊατρική-Telemedicine, Telehealth, Telecare – Homecare** που θα αναπτυχθούν παρακάτω.

Αρχικά ο όρος Τηλεϊατρική [*Τηλέ (εξ' αποστάσεως) + Ιατρική*] αφορά την παροχή υπηρεσιών σχετικών με την υγεία καταργώντας τη φυσική επαφή με τη χρήση νέων τεχνολογιών.

Ο όρος **Telehealth** σχετίζεται με τη χρήση τεχνολογιών σχετικών με την πληροφορική που επιτρέπουν τη μεταφορά πληροφοριών ανάμεσα στους διάφορους οργανισμούς υγείας. Πρόκειται για μία πρακτική δημοφιλή στον Καναδά η οποία παρέχει υπηρεσίες εκπαιδευτικές και διοικητικές ενώ αφορά και υπηρεσίες που σχετίζονται με την προαγωγή της υγείας.

Με τον όρο **Telecare** εννοούνται όλες εκείνες οι εξ' αποστάσεως εφαρμογές οι οποίες αφορούν ασθενείς που βρίσκονται στην οικεία τους ή σε ίδρυμα και πάσχουν από κάποια συγκεκριμένη πάθηση, είναι μεγάλης ηλικίας, έχουν κινητικά προβλήματα, ή είναι χρόνια νοσούντες. Στις εφαρμογές αυτές περιλαμβάνονται και υπηρεσίες νοσηλευτικής. Ωστόσο, δεν αφορούν περιστατικά επείγοντος χαρακτήρα.

Περιλαμβάνει και νοσηλευτικές υπηρεσίες, όπου εξειδικευμένο προσωπικό επισκέπτεται τον ασθενή είτε για εκπαίδευση είτε για έλεγχο μετρήσεων και καταγραφή τους. Δεν χρησιμοποιείται όμως για τα επείγοντα περιστατικά.

Έτσι, η Ηλεκτρονική Υγεία (e-Health) είναι όρος υπερώνυμος για τις έννοιες που προαναφέρθηκαν, καθώς και για τις εφαρμογές πληροφορικής, τηλεματικής και ιατρικής.

1.2. Ανάλυση του ορισμού της Τηλεϊατρικής

Το 1995 ωμε τον όρο Τηλεϊατρική εννοείται η χρήση τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών για την ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών και γενικά ως ιατρική ασκούμενη εξ' αποστάσεως (Journal of Telemedicine and Telecare). Ωστόσο, ο ορισμός ήταν ελλιπής και δεν διευκρινιζόταν αν η παροχή ιατρικών υπηρεσιών εμπριείχε και την εκπαίδευση. Από το 1995 αρχίζει να ολοκληρώνεται ο ορισμός της τηλεϊατρικής. Στην αρχή ο ορισμός αναφέρεται μόνο για τη μεταφορά ιατρικών δεδομένων. Στη συνέχεια όμως συμπεριλήφθηκε στον ορισμό και η άσκηση της ιατρικής, καθώς και η εκπαίδευση.

Από το 1999 διάγνωση, εκπαίδευση και θεραπεία μπορούν να γίνουν και μέσα από τη χρήση τεχνολογιών τηλεματικής και μεταφοράς της πληροφορίας.

Την τηλεϊατρική ορίζει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογίας και πληροφορικής για την παροχή υπηρεσιών υγείας εξ' αποστάσεως από τους επαγγελματίες του αντίστοιχου κλάδου. Σκοπός της τηλεϊατρικής είναι η προαγωγή της υγείας σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο, καθώς και η επίτευξη των στόχων της υγιεινής ως κλάδου συνολικά. Οι εμπλεκόμενοι σε αυτές τις υπηρεσίες εκπαιδεύονται διαρκώς και περνούν από διάφορα στάδια αξιολόγησης.

1.3. Αναφορά στην Τηλεϊατρική από τα πρώτα στάδια Δημιουργίας της

Η ιστορία της Τηλεϊατρικής χρονολογείται από πολύ παλιά, από τον 17^ο αιώνα, όταν ένας γιατρός το 1666 μ.Χ., εξέτασε έναν ασθενή με πανούκλα από την απέναντι όχθη του ποταμού.

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα πολλοί ασθενείς έστελναν επιστολή στον γιατρό τους στην οποία περιέγραφαν τα συμπτώματα και αυτός έκανε διάγνωση και έδινε την κατάλληλη αγωγή.

Στα τέλη του ίδιου αιώνα, οι ΗΠΑ άρχισαν να κάνουν χρήση ειδικού εξοπλισμού με τηλέγραφο για τη μεταφορά ακτινογραφιών, ενώ το 1960η NASA ανέπτυξε συστήματα μετάδοσης βιοσημάτων από τα διαστημόπλοιά της.

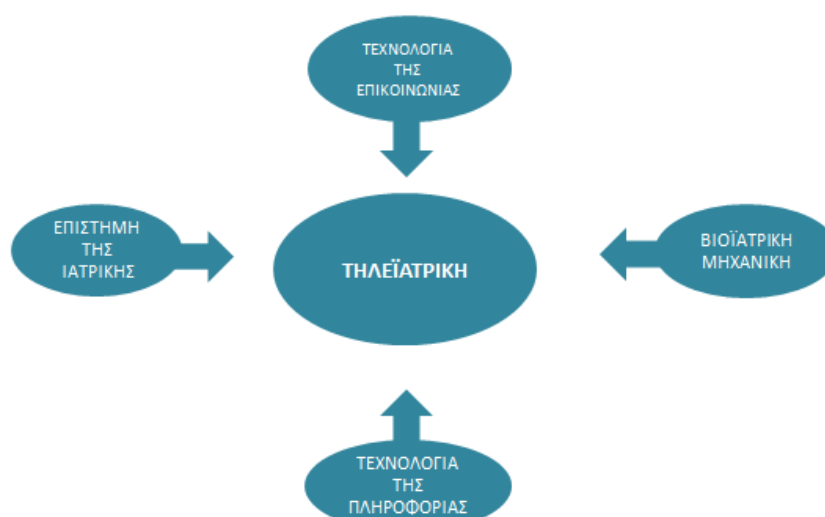
Κατά το 1970, η τηλεϊατρική εφαρμόζεται δοκιμαστικά σε ασθενοφόρα. Ένα χρόνο αργότερα, στην Αλάσκα, χρησιμοποιείται η υπηρεσία «δορυφορική συμβουλευτική». Σκοπός της είναι να κάνει καλύτερες ιατρικές υπηρεσίες στις αγροτικές περιοχές της Πολιτείας.

Κατά τα χρόνια 1972-1975 η NASA ανέπτυξε ένα πρόγραμμα τηλεϊατρικής για να παρέχει υπηρεσίες υγείας στην Αριζόνα χρησιμοποιώντας φορτηγάκι το οποίο διαθέτε ηλεκτροκαρδιογράφο και ακτινολογικό μηχάνημα, καθώς και δύο νοσηλευτές.

Κατά τις δεκαετίες του 1980 και 1990, η τηλεϊατρική αναπτύχθηκε μέσα από την ίδρυση σχετικών πανεπιστημιακών κέντρων εντός Ευρωπαϊκή Ένωσης και τη διενέργεια προγραμμάτων.

1.4. Η Τηλεϊατρική και η Δομή της

Οι επιστήμες που απαρτίζουν την Τηλεϊατρική είναι η Επιστήμη της Ιατρικής (Medical Science), η Τεχνολογία της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (Information and Communication Technology) και η Βιοϊατρική Μηχανική (Biomedical Engineering).



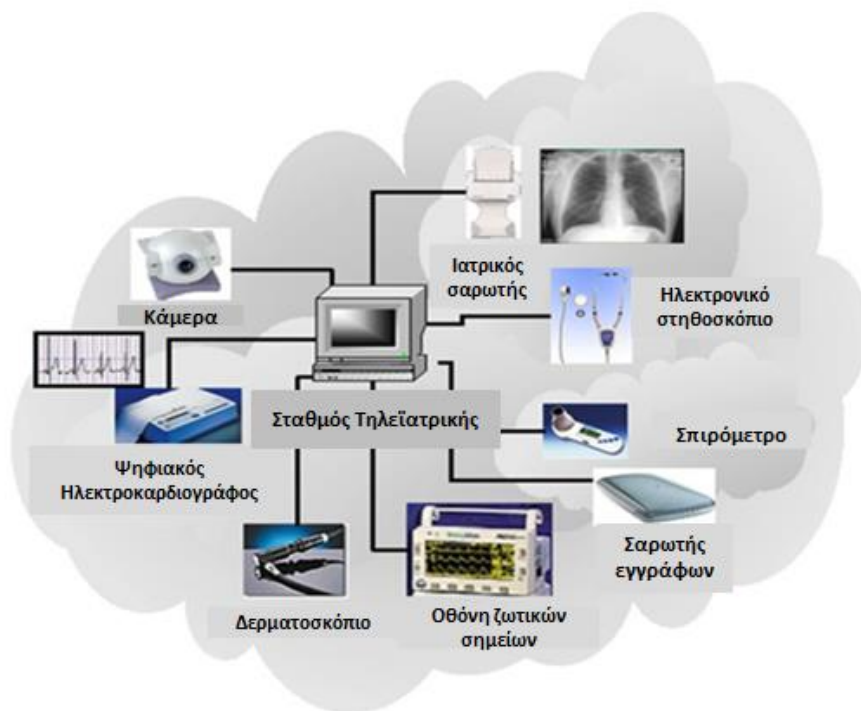
Σχήμα 1: Η δομή της Τηλεϊατρικής

1.5. Κατηγορίες της Τηλεϊατρικής

Η Τηλεϊατρική **πραγματικού χρόνου (Real time)** απαιτεί την παρουσία των ατόμων ταυτόχρονα στον ίδιο επικοινωνιακό δίαυλο για την ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών.

Η επικοινωνία επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (PC), επικοινωνιακών συνδέσεων (Communications link) και με συστήματα οπτικοακουστικής-τηλεδιάσκεψης (Video conferencing system).

Η Τηλεϊατρική **αποθήκευσης και προώθησης (Store and Forward)** περιλαμβάνει τη λήψη ιατρικών δεδομένων και πληροφοριών και τη μετάδοσή τους στον εξειδικευμένο ιατρό, σε δεύτερο χρόνο, για επεξεργασία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αποστολή e-mail, με τα οποία γίνεται αποστολή εικόνων ως επισυναπτόμενα αρχεία.



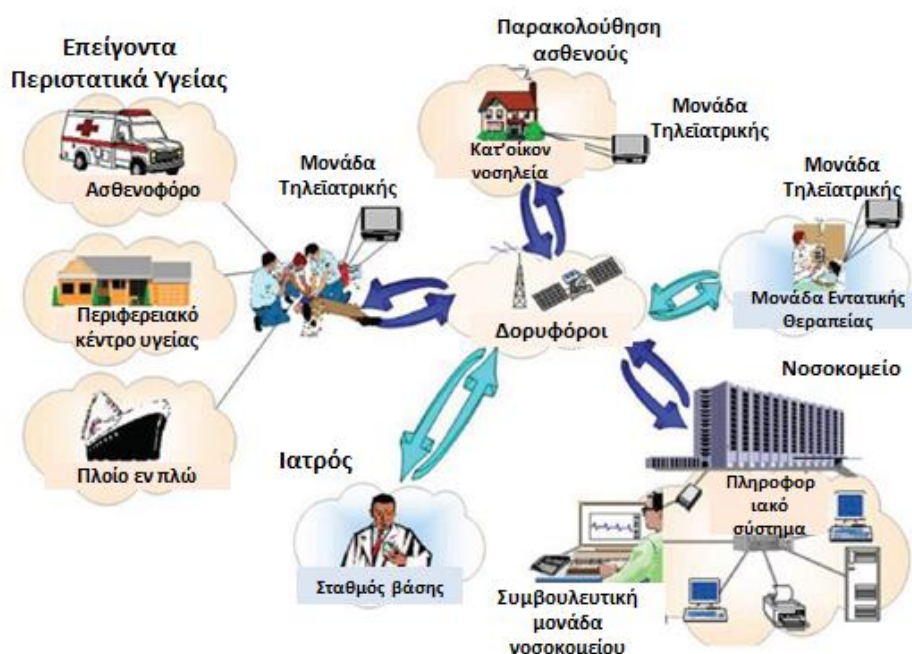
Σχήμα 2: Η Τηλεϊατρική στην πράξη

1.6. Ανάγκες που καλύπτονται με την Τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές, όπως νησιά, χωριά, κτλ., που συνήθως διαθέτουν χαμηλή ποιότητα παροχής ιατρικών υπηρεσιών, όπως Κέντρα Υγείας, Πολυδύναμα Περιφερειακά Ιατρεία, κτλ. Σε αυτές τις μονάδες υγείας κρίνεται απαραίτητο να υπάρχουν συστήματα τηλεϊατρικής για να επικοινωνούν με μεγαλύτερα ιατρικά κέντρα και νοσοκομεία για αντιμετώπιση των περιστατικών υγείας.

Επίσης συμβάλλει στην αντιμετώπιση ιατρικών περιστατικών στη ναυσιπλοΐα, όπου παρέχεται διάγνωση και ιατρική βοήθεια από απόσταση σε ασθενείς που βρίσκονται σε πλοία ανοιχτά στη θάλασσα.

Χρησιμοποιείται και για την κατ' οίκον νοσηλεία σε ασθενείς που δεν δύνανται να μετακινηθούν καθώς και σε συμβουλευτικές μονάδες προς τους γιατρούς με σκοπό την κάλυψη σπάνιων ειδικοτήτων και για την τηλεκπαίδευσή τους. Επιπλέον, μπορεί να προλάβει και να αντιμετωπίσει επείγοντα περιστατικά που χρήζουν άμεσης επέμβασης σε αυτοκινούμενες μονάδες (ασθενοφόρα).



Σχήμα 3: Ανάγκες που καλύπτει η Τηλεϊατρική

1.7. Εφαρμογές της Τηλεϊατρικής

Η Τηλεϊατρική, όπως έχει προαναφερθεί, δίνει τη δυνατότητα σε κατοίκους απομακρυσμένων γεωγραφικά περιοχών να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας.

Με αυτόν τον τρόπο οι εφαρμογές της μπορούν να διαχωριστούν σε δύο βασικούς τομείς, σε αυτόν της **άσκησης** και σε αυτόν της **εκπαίδευσης**.

Η άμεση μεταφορά του ασθενούς σε μεγάλο κεντρικό νοσοκομείο δεν είναι πάντα εφικτή, λόγω καιρικών συνθηκών ή έλλειψης των κατάλληλων μέσων και άλλες φορές πάλι, ίσως είναι άσκοπη. Ο ασθενής όμως θα πρέπει να λάβει την κατάλληλη θεραπευτική αγωγή από εξειδικευμένο και έμπειρο προσωπικό.

Επιπλέον, η τηλεπαρακολούθηση είναι η ιατρική πρακτική της απομακρυσμένης παρακολούθησης του ασθενούς που χωρίζεται από τον ιατρό του με φυσική απόσταση.

Πιο συγκεκριμένα, αφορά παρακολούθηση καρδιοπαθών (τηλε-καρδιολογία) όπου με τη χρήση ψηφιακού καρδιογράφου γίνεται λήψη καρδιογραφήματος και αποστολή στον θεράποντα ιατρό. Ο πρώτος τομέας της τηλεϊατρικής είναι η τηλεκαρδιολογία.

Το ίδιο ισχύει και για άλλους ασθενείς που χρήζουν συχνής παρακολούθησης, όπως υπερτασικοί για έλεγχο της πίεσης, διαβητικοί, για καθημερινό έλεγχο του σακχάρου τους με τη χρήση μετρητών σακχάρου, εγκυμονούσες για αποφυγή επιπλοκών ή σε κυήσεις υψηλού κινδύνου όπως εκλαμψία και προεκλαμψία, θυρεοειδοπάθεια, μυοκαρδιοπάθεια και βαλβιδοπάθεια.

Οι εφαρμογές στην τηλε-οφθαλμολογία επιτρέπουν την πρόσβαση σε εξειδικευμένους οφθαλμιάτρους και οφθαλμολογικά μηχανήματα με τη χρήση καμερών, οφθαλμολογικών μικροσκοπίων και ψηφιοποιημένων εικόνων από οφθαλμοσκόπια Laserπου είναι συνδεδεμένα στα οφθαλμολογικά εργαστήρια.

Η τηλε-παιδιατρική επιτρέπει την τηλε-διάγνωση και την αποστολή μετρήσεων για εξέταση και αξιολόγηση από τον θεράποντα ιατρό σε οικογένειες με βρέφη και παιδιά, σχολεία και ιδρύματα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών συσκευών που καταγράφουν ψηφιακά, όπως κάμερα υψηλής ανάλυσης, θερμόμετρο, ωτοσκόπιο και στηθοσκόπιο.

Η τηλε-παθολογία έχει ευρύ πεδίο εφαρμογής όπως μελέτη δείγματος ιστού από το μικροσκόπιο, απεικόνιση ιστογραφήματος, μεταφορά παθολογικών εξετάσεων είτε για μία δεύτερη γνώμη, είτε για διάγνωση από ιατρό που βρίσκεται μακριά.

Η Τηλεϊατρική επίσης υποστηρίζει και διευκολύνει άτομα τρίτης ηλικίας που δεν δύνανται μετακίνησης ή που ζουν μόνα τους και αντιμετωπίζουν προβλήματα

υγείας με χρήση συσκευών, όπως μέτρησης αρτηριακής πίεσης, σακχάρου ή συσκευών έκτακτης ανάγκης που με το πάτημα ενός κουμπιού ειδοποιείται τόσο το πρόσωπο που έχει οριστεί όσο και το ιατρικό κέντρο ελέγχου της συσκευής.

Παρέχει δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό το οποίο φροντίζει κατ' οίκον ασθενείς και διευκολύνει το έργο τους και την επικοινωνία με τον θεράποντα ιατρό.

Η Παθολογία είναι ο μοναδικός τομέας που δεν χρειάζονται εξειδικευμένα ιατρικά όργανα και αφορά τον περισσότερο κόσμο. Γι' αυτό και είναι η μόνη που εφαρμόζεται κατ' οίκον. Κάτι ανάλογο δε θα μπορούσε να συμβεί για τη Χειρουργική.

Η Τηλεϊατρική επίσης εφαρμόζεται στη Ακτινολογία, στη Δερματολογία, στη Νευρολογία, στην Ψυχιατρική, στην Οδοντιατρική κτλ.



Σχήμα 4: Ιατρικοί τομείς που εφαρμόζεται η Τηλεϊατρική

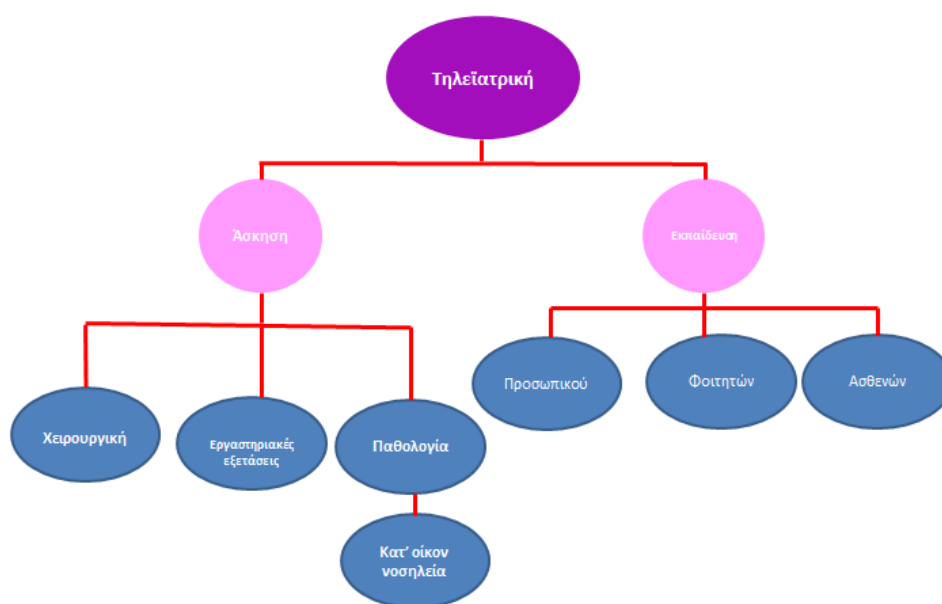
Ακόμη, η Τηλεϊατρική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση ή κατάρτιση του προσωπικού που στελεχώνει τις μονάδες υγείας σε κάθε τομέα, χωρίς να είναι αναγκαία η φυσική παρουσία του

Υπάρχει δυνατότητα διασύνδεσης με συνέδρια με σκοπό την εκπαίδευση των γιατρών σε απομακρυσμένες περιοχές.

Το ίδιο ισχύει και για φοιτητές Πανεπιστημιακών Σχολών με στόχο την εξάσκηση και εκμάθηση ιατρικών τεχνικών μέσω εφαρμογών προσομοίωσης, όπως

είναι η τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανθρωπίνου σώματος για χειρουργικές επεμβάσεις.

Παράλληλα μπορεί να γίνει εκπαίδευση και στους ίδιους τους ασθενείς προκειμένου να έχουν επίγνωση της χρήσης των ιατρικών συσκευών και να μπορούν με άνεση να αποστέλλουν τα δεδομένα στον θεράποντα ιατρό. Επίσης μπορεί να γίνει εκπαίδευση των ατόμων του οικείου περιβάλλοντος του ασθενούς, ώστε να χειρίζονται με ασφαλή και ορθό τρόπο τις ιατρικές συσκευές.



Σχήμα 5: Βασικοί τομείς των εφαρμογών της Τηλεϊατρικής

1.8. Βήματα για την υλοποίηση των Εφαρμογών Τηλεϊατρικής

1.Αναγνώριση αναγκών: Η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας της πληροφορικής και της επικοινωνίας και οι μεγάλες απαιτήσεις που υπάρχουν στον ιατρικό τομέα οδηγούν τον εντοπισμού και την αναγνώριση των αναγκών για αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας και από απόσταση.

2.Σχεδιασμός εφαρμογών: Η πραγματοποίηση έρευνας και μελέτης καθορίζει τον σχεδιασμό προγράμματος, ώστε να υλοποιηθούν οι τηλεϊατρικές εφαρμογές ανάλογα με τις δυνατότητες της εκάστοτε ιατρικής μονάδας. Αξιολογούνται οι υποδομές των περιφερειακών και των κεντρικών νοσοκομείων, η τοποθεσία τους, η παροχή δικτύων, το κόστος αγοράς των συσκευών, ο υπάρχων εξοπλισμός και λαμβάνεται υπόψη η εκπαίδευση ιατρικού - νοσηλευτικού - διοικητικού προσωπικού.

3.Προμήθεια εξοπλισμού: Ο εξοπλισμός που επιλέγεται σχετίζεται με τις υπάρχουσες ανάγκες για να διευκολύνει την επικοινωνία και να αυξήσει την αξιοπιστία των δεδομένων (ψηφιακών εικόνων, ήχου, βίντεο). Συνοπτικά μπορεί να περιλαμβάνει διαγνωστικό εξοπλισμό, σύστημα εικονοδιάσκεψης υψηλής ευκρίνειας, ηλεκτρονικό υπολογιστή και εφαρμογή τηλεϊατρικής που υποστηρίζει τον εξοπλισμό.

4.Ένταξη στο χώρο: Μετά από μελέτη βρίσκεται ο χώρος τοποθέτησης του υλικού εξοπλισμού της εφαρμογής της τηλεϊατρικής ώστε να εγκατασταθεί.

5.Ανάπτυξη Λογισμικού: Τα λογισμικά που αναπτύσσονται και σχεδιάζονται για την εφαρμογή της Τηλεϊατρικής σε απομακρυσμένους παρόχους υγείας, επιτρέπουν τη συλλογή και διαμοίραση δεδομένων ιατρικών συσκευών, ιατρικών αρχείων και εικόνων σε πραγματικό χρόνο. Όλα σε ένα web-based περιβάλλον εργασίας.

6.Ενημέρωση Χρηστών: Πραγματοποιείται ενημέρωση όλων των χρηστών (του ιατρικού – νοσηλευτικού προσωπικού, ασθενών) που χειρίζονται τον εξοπλισμό συσκευών τηλεϊατρικής.

7.Νέες διαδικασίες – Πρωτόκολλα: Στα πλαίσια των εφαρμογών της τηλεϊατρικής θεσπίζονται νέες διαδικασίες και πρωτόκολλα επικοινωνίας και κωδικοποίησης που είναι απαραίτητα για τη μεταφορά δεδομένων, που βασίζεται σε πρωτόκολλο IP και υλοποιείται πάνω από το Δίκτυο Internet.

8.Εκπαίδευση χρηστών: Πραγματοποιείται εκπαίδευση από στελέχη πληροφορικής στους χρήστες των συσκευών και μηχανημάτων τηλεϊατρικής, όπως ιατρικό – νοσηλευτικό και άλλο προσωπικό στις μονάδες υγείας.

9.Παραμετροποίηση συστήματος: Εγκατάσταση και παραμετροποίηση ενεργών στοιχείων του δικτύου και πιστοποίηση καλής λειτουργίας από όλες τις δικτυακές θέσεις εργασίας.

10.Πιλοτική λειτουργία: Προκειμένου να διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία του σχεδιασμού των εφαρμογών της Τηλεϊατρικής είναι σκόπιμο να υλοποιείται πιλοτική εφαρμογή, δηλαδή κατά πόσον οι υπηρεσίες ανταποκρίνονται πράγματι στις απαιτήσεις των χρηστών αλλά και κατά πόσο διασφαλίζεται η ποιότητά τους.

11.Εφαρμογή: Αφού ολοκληρωθούν όλα τα παραπάνω βήματα και ακολουθηθεί σωστά η διαδικασία της υλοποίησης των εφαρμογών της Τηλεϊατρικής, γίνεται εφαρμογή στην πράξη προκειμένου να επιτευχθούν οι αρχικοί στόχοι.



Σχήμα 6: Βήματα για την υλοποίηση των εφαρμογών της Τηλεϊατρικής

1.9. Η Τηλεϊατρική και τα θετικά Αποτελέσματα στους ασθενείς

Η εφαρμογή της Τηλεϊατρικής είναι πολύπλευρη και προσφέρει πολλά οφέλη στον πολίτη. Παρέχει τη δυνατότητα ίσων δικαιωμάτων πρόσβασης στις υπηρεσίες για όλους τους πολίτες ανεξαρτήτως κοινωνικής ή οικονομικής τάξης.

Οι ασθενείς απομακρυσμένων περιοχών λαμβάνουν αναβαθμισμένες υπηρεσίες υγείας και έρχονται σε επικοινωνία με τον ιατρό τους ακόμη και αν εκείνος είναι μακριά τους.

Ακόμη αποφεύγονται οι καθυστερήσεις και τα λάθη στην εξυπηρέτηση και στην ποιότητα περίθαλψης των ασθενών, ενώ παράλληλα βοηθά στην καλύτερη αντιμετώπιση τους ειδικά σε επείγοντα περιστατικά.

Η Τηλεϊατρική συμβάλλει στην ταχύτερη ανάρρωση των ασθενών χωρίς να γίνονται άσκοπες μετακινήσεις (διακομιδές) και έξοδα, περιορίζοντας έτσι τη χρήση μη απαραίτητων φαρμάκων για την περίθαλψή τους.

Παρέχεται επίσης η δυνατότητα εγκυρότερης διάγνωσης στους ασθενείς αφού οι ιατροί με τη χρήση της τεχνολογίας μπορούν να διασταυρώσουν ιατρικές απόψεις (cross-check) και να δοθεί η κατάλληλη αγωγή.

Εξίσου σημαντική είναι η αναζήτηση της βέλτιστης κατανομής και της σωστής διαχείρισης των υπαρχόντων ιατρικών πόρων μέσω της εφαρμογής της τηλεϊατρικής, προκειμένου να αποφευχθεί η αλόγιστη σπατάλη τους προς όφελος της υγείας των ασθενών.

Με την Τηλεϊατρική αξιοποιείται η «χρυσή ώρα», η οποία είναι οι πρώτες στιγμές, δηλαδή, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης, για παράδειγμα ένα τροχαίο ατύχημα, και της σταθεροποίησης αυτής της κατάστασης.

Σύμφωνα με μελέτες 1 στους 4 θανάτους ίσως μπορούσε να έχει αποτραπεί εντός των πρώτων δύο ωρών. Οι μισοί από όσους φέρουν πολλαπλά τραύματα καταλήγουν στον τόπο του ατυχήματος, το ένα τρίτο κατά τη μεταφορά στο νοσοκομείο και το ένα πέμπτο μέσα στο επόμενο χρονικό διάστημα λόγω σηψαιμίας, ή πολυοργανικής δυσλειτουργίας.

Η προνοσοκομειακή αντιμετώπιση του τραυματία οφείλει να είναι σαφής και προδιαγεγραμμένη προέκταση της ενδονοσοκομειακής νοσηλείας. Σε ευρωπαϊκές χώρες με σύγχρονο σύστημα αντιμετώπισης των πολυτραυματιών μειώθηκε θεαματικά το ποσοστό των θανάτων των πρώτων ωρών με την ταχύτατη και αποτελεσματική αντιμετώπιση στον τόπο του ατυχήματος και την αστραπιαία μεταφορά σε ειδικά κέντρα.

1.10. Η συνδρομή της Τηλεϊατρικής στους ιατρούς και το νοσηλευτικό προσωπικό

Η Τηλεϊατρική παρέχει συνεχή εκπαίδευση σε ιατρούς και νοσηλευτικό προσωπικό από απόσταση διευκολύνοντας τις διαδικασίες εκμάθησης ώστε να έχουν την καλύτερη δυνατή γνώση για το αντικείμενο τους.

Επιπρόσθετα το περιβάλλον εργασίας του παραπάνω προσωπικού αναβαθμίζεται και εκσυγχρονίζεται με την εγκατάσταση σύγχρονου τεχνολογικού

εξοπλισμού Τηλεϊατρικής. Έτσι, τα ιατρικά περιστατικά αντιμετωπίζονται σε άμεσο χρόνο.

Ακόμη δεν πραγματοποιούνται άσκοπες μετακινήσεις εφόσον η διάγνωση γίνεται άμεσα, δίνεται η κατάλληλη αγωγή και μπορεί να μειωθεί ο χρόνος νοσηλείας του ασθενούς, π.χ. σε απομακρυσμένο κέντρο υγείας σε νησί το οποίο έρχεται σε επικοινωνία με εξειδικευμένο ιατρό σε κεντρική νοσοκομειακή μονάδα.

Επίσης λόγω έλλειψης του ιατρικού δυναμικού για την επάνδρωση όλων των ιατρικών μονάδων της χώρας, η εφαρμογή της Τηλεϊατρικής κάνει αποτελεσματικότερη την αξιοποίηση ανθρώπινων πόρων ιδιαίτερα σε μια οικονομική κρίση όπου οι διαθέσιμοι οικονομικοί πόροι για την υγειονομική περίθαλψη είναι περιορισμένοι.

Το έργο του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού με τη χρήση της Τηλεϊατρικής διευκολύνεται από την άμεση επικοινωνία με άλλους συναδέλφους σε μεγάλες ιατρικές μονάδες έτσι ώστε να παρέχουν την καλύτερη δυνατή ιατρική περίθαλψη για να αντιμετωπιστεί ένα περιστατικό.

Με την Τηλεϊατρική αξιοποιείται και αναβαθμίζεται ο ήδη υπάρχων ιατρο-τεχνολογικός εξοπλισμός με σκοπό την παροχή της καλύτερης δυνατής φροντίδας υγείας.

1.11. Ανάγκη ανάπτυξης ενός δικτύου Τηλεϊατρικής

Όπως έχει προαναφερθεί, η τηλεϊατρική αναπτύχθηκε από την ανάγκη για παροχή ιατρικών υπηρεσιών εξ' αποστάσεως δια μέσου της αξιοποίησης της τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών.

Το δίκτυο Τηλεϊατρικής έχει ως πρώτο στόχο την πρόσβαση όλου του πληθυσμού στην πρωτοβάθμια περίθαλψη με ίσους όρους, ανεξάρτητα από τον τόπο κατοικίας τους (δυσπρόσιτες και νησιωτικές περιοχές).

Με το δίκτυο Τηλεϊατρικής δίνεται στους ιατρούς και τους νοσηλευτές η δυνατότητα να έχουν πρόσβαση, εκπαίδευση και κατάρτιση σε όποιο σημείο και αν βρίσκονται.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του δικτύου τηλεϊατρικής και οι συσκευές και το λογισμικό μέσω των οποίων εφαρμόζεται η τηλεϊατρική παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ & ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
Παρακολούθηση από Απόσταση	Αισθητήρες Ιατρικά μηχανήματα Υπέρηχοι	Φροντίδα στο σπίτι
Διαγνωστικά	Ωτοσκόπιο Στηθοσκόπιο Ηλεκτροκαρδιογράφος	Συμβουλευτική Φροντίδα στο σπίτι
Εικονοδιάσκεψη	Κάμερες Υπολογιστές Ασύρματες Επικοινωνίες	Συμβουλευτική Τηλεδερματολογία Τηλεοδοντιατρική
Ψηφιακές Εικόνες	Εργαλεία Μέσα (Φιλμ, μαγνητικές ταινίες) Ψηφιακές κάμερες Σαρωτές Στηθοσκόπια με κάμερα	Τηλεπαθολογία Τηλεακτινολογία Τηλεοδοντιατρική Τηλεδερματολογία
Υπολογιστές	Συστήματα αποθήκευσης δεδομένων Διακομιστές - Εξυπηρετητές (Server) Λογισμικό Ενδιάμεσο λογισμικό (middleware)	Ηλεκτρονικός φάκελος Συστήματα υποστήριξης απόφασης Διαχείριση δεδομένων Εξόρυξη δεδομένων (datamining)
Δίκτυο/Διεπαφές	Κόμβοι, δρομολογητές, εξυπηρετητές Λογισμικό συστήματος	Διαδίκτυο, τοπικό δίκτυο Μετάδοση δεδομένων
Ρομποτική/ Τηλεχειρισμοί	Ιατρικά μηχανήματα Χειριστήρια Απεικονιστικό	Τηλεχειρουργική Τηλεπαθολογία
Αποθήκευση και προώθηση	Βίντεο/Κάρτες ήχου/Σαρωτής/Υπολογιστής/Κάμερα/ Μικρόφωνο/Λογισμικό	Ηλεκτρονικός Φάκελος Αναφορές
Προσομοίωση και Εκπαίδευση	Λογισμικό Οπτικοακουστικά	Τηλεκπαίδευση

1.12. Δίκτυο Τηλεϊατρικής

Ένα δίκτυο Τηλεϊατρικής αποτελείται από ένα ή περισσότερα **Κέντρα Συντονισμού Τηλεϊατρικής** τα οποία στελεχώνονται από ιατρούς διαφόρων ειδικοτήτων. Είναι υπεύθυνα για τη λήψη κλήσεων τηλεϊατρικής επειγόντων περιστατικών και την υποστήριξη τους σε πραγματικό χρόνο, είτε μέχρι την επιτυχή αντιμετώπιση του περιστατικού, είτε μέχρι το μέσο διακομιδής να φτάσει από τον τόπο ατυχήματος στο πλησιέστερο κατάλληλα εξοπλισμένο νοσοκομείο.

Έχουν σταθερή ευρυζωνική δικτυακή σύνδεση με εγγυημένο εύρος ζώνης (2 Mbps downlink, 512 Kbps uplink). Το προσωπικό στις θέσεις εργασίας έχει τη δυνατότητα λήψης και αποθήκευσης των βιοσημάτων των ασθενών, να έχει δυνατότητας πρόσβασης στο ιατρικό ιστορικό τους και να στέλνει εξειδικευμένες και

εξατομικευμένες ιατρικές υπηρεσίες στον κάθε ασθενή. Επίσης μπορεί να πραγματοποιεί τηλεδιασκέψεις με εξειδικευμένους ιατρούς μέσα από Περιφερειακές Αίθουσες Τηλεδιασκέψης των νοσοκομείων. Οι θέσεις εργασίας είτε βρίσκονται στην ίδια κλινική του κέντρου συντονισμού με διαφορετικές ειδικότητες (π.χ. παθολογία, διαβητικοί και υπερτασικοί), είτε σε διαφορετικές κλινικές (π.χ. παθολογία, μαιευτική, οφθαλμολογική).

Ένα δίκτυο αποτελείται από **Φορητά Τερματικά Τηλεϊατρικής** τα οποία είναι συσκευές που μεταφέρονται στα άτομα που χρειάζονται άμεση ιατρική βοήθεια, ώστε οι ιατροί να μπορούν να παρακολουθούν και να καταγράφουν βιοσήματα των ασθενών. Οι συσκευές αυτές είναι εξοπλισμένες με σύνδεση που επιτρέπει ανταλλαγή δεδομένων με το Υπολογιστικό σύστημα το οποίο λαμβάνει, αποθηκεύει και αναλύει όλα τα ιατρικά δεδομένα.

Τα Φορητά Τερματικά συνδέονται με το αρμόδιο Κέντρο Συντονισμού Τηλεϊατρικής και τη βάση δεδομένων του για να ενημερώνεται τακτικά ο ηλεκτρονικός φάκελος του ασθενούς.

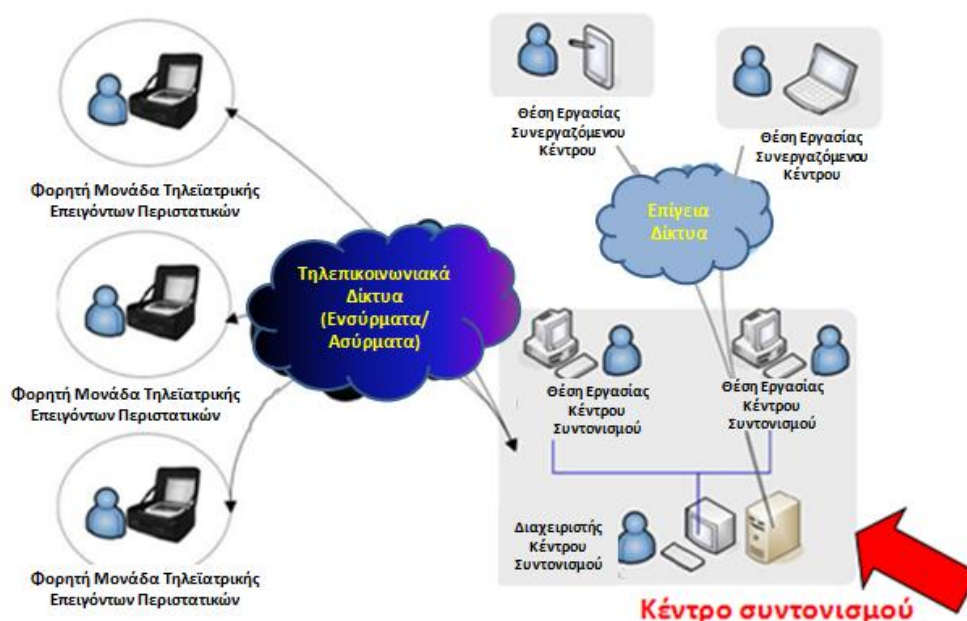
Η σύνδεση των τερματικών με το Κέντρο Συντονισμού θα πρέπει να επιδεικνύεται στην οθόνη τους, καθώς και η πρόοδος της σύνδεσης. Επίσης θα πρέπει ο χρήστης να είναι σε θέση να επιλέξει τον τρόπο σύνδεσης με το Κέντρο Συντονισμού. Αυτά είναι δυνατόν να συνδέονται μόνιμα με τα μέσα διακομιδής και τα αγροτικά ιατρεία ή απομακρυσμένα κέντρα υγείας.

Μπορούν να βρίσκονται μόνιμα τοποθετημένα σε μέσα διακομιδής (ασθενοφόρα, ελικόπτερα) και σε αγροτικά ιατρεία ή κέντρα υγείας σε απομακρυσμένες περιοχές της χώρας, αλλά μπορούν να είναι και διαθέσιμα στο προσωπικό που επανδρώνει τα παραπάνω μέσα διακομιδής και στο ιατρικό προσωπικό των μη προσβάσιμων περιοχών. Θα πρέπει να είναι εύχρηστα, να διαθέτουν πληκτρολόγιο ή οθόνης αφής με ευδιάκριτα πλήκτρα και να υπάρχει δυνατότητα να λειτουργούν αυτόνομα χωρίς σύνδεση με υπολογιστή για μακρόχρονη αποθήκευση και μετάδοση των δεδομένων και να έχουν λειτουργία συναγερμού σε καθορισμένη περιοχή της οθόνης τους.

Οι ιατρικές συσκευές που περιλαμβάνονται στα Φορητά Τερματικά είναι ο καρδιογράφος, το σύστημα μέτρησης αρτηριακής πίεσης, θερμοκρασίας, καρδιακών παλμών και κορεσμού οξυγόνου στο αίμα.

Τέλος, το **Διαχειριστικό Κέντρο Συντονισμού** είναι περισσότερο του ενός Κέντρα Συντονισμού που αναλαμβάνει τον προγραμματισμό των

εισερχόμενων κλήσεων από Φορητά Τερματικά τηλεϊατρικής επειγόντων περιστατικών στα επί μέρους Κέντρα Συντονισμού.



Σχήμα 7: Αρχιτεκτονική προσέγγιση Τηλεϊατρικής Επειγόντων Περιστατικών

Η μεταδιδόμενη πληροφορία μεταξύ των Φορητών Τερματικών Τηλεϊατρικής και των Κέντρων Συντονισμού μπορεί να είναι τα συνεχή ιατρικά δεδομένα του ασθενούς (π.χ. καρδιογράφημα), αλλά και τα διακριτά (π.χ. αριθμητική τιμή καρδιακών παλμών, αρτηριακής πίεσης, θερμοκρασίας, ιστορικό). Ακόμη είναι η μετάδοση των φωτογραφιών μεταξύ του χρήστη του τερματικού και του εξειδικευμένου Κέντρου Συντονισμού.

Επίσης ο χειριστής του τερματικού και ο αρμόδιος στο κέντρο συντονισμού έχουν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν με γραπτά μηνύματα ή να συνομιλήσουν αλλά και να πραγματοποιήσουν μονόδρομη ή αμφίδρομη βιντεοδιάσκεψη. Για να μεταδοθούν τα ζωτικά σημεία ενός ασθενούς δεν απαιτείται μεγάλη ταχύτητα, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τις εξαιρετικής ανάλυσης εικόνες που είναι αναγκαίες για τη διάγνωση.

1.13. Ιατρικός εξοπλισμός και Συστήματα Τηλεϊατρικής

Ο απαραίτητος ιατρικός εξοπλισμός, τα υπολογιστικά συστήματα και οι τηλεπικοινωνίες αποτελούν τις βασικές υποδομές της Τηλεϊατρικής.

Αρχικά, ο εξοπλισμός αυτός είναι είτε τυπικές ιατρικές συσκευές, είτε ασύρματες κατάλληλες για τηλεϊατρικές εφαρμογές ή ακόμη και αισθητήρες βιοσημάτων.

Καταγράφει τα δεδομένα του ασθενούς και μέσω σύνδεσης αποθηκεύονται και πιθανότατα αναλύονται στα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία μπορεί να είναι προσωπικοί Η/Υ, μεγάλοι διακομιστές, πολύ μικροί σε μέγεθος επεξεργαστές που μπορούν να ενσωματωθούν σε «έξυπνα ρούχα».

Τέλος, με τη βοήθεια των τηλεπικοινωνιών υποδομών μεταδίδονται ενσύρματα ή ασύρματα απότο ένα μέρος στο άλλο.



Σχήμα 8: Οι βασικές υποδομές της Τηλεϊατρικής

1.14. Ο Ιατρικός εξοπλισμός για την Εφαρμογή της Τηλεϊατρικής

Ο ιατρικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της Τηλεϊατρικής αποτελείται από τις παρακάτω ιατρικές συσκευές:

1.14.1 Ο Ηλεκτρονικός Καρδιογράφος

Ο ηλεκτρονικός καρδιογράφος είναι το ιατρικό μηχάνημα με τη δυνατότητα ανάγνωσης και καταγραφής της συμπεριφοράς της καρδιάς και της κατάστασης της μέσω της τοποθέτησης των απαγωγών στον χρήστη για τη λήψη καρδιογραφήματος.

Στην αγορά διατίθενται κινητά τηλέφωνα, τα οποία φέρουν κάποια ηλεκτρόδια για τη μετάδοση μιας απαγωγής σε περίπτωση συμπτωματικής αρρυθμίας ή άλλου επεισοδίου. Έχουν τη δυνατότητα τήρησης ηλεκτρονικού

αρχείου για ανάλυση και ορισμένοι μπορούν να αποστέλλουν και σήμα εκτός από μετρήσεις. Το σήμα εξαρτάται από το μηχάνημα που θα χρησιμοποιηθεί.

Οι πιο κατάλληλοι καρδιογράφοι είναι αυτοί που δύνανται να συνδεθούν με ηλεκτρονικό υπολογιστή και κατάλληλο λογισμικό. Αυτοί φέρουν GPS που δίνει τη δυνατότητα να εντοπιστεί ο φορέας τους. Οι καρδιογράφοι δεν κατασκευάζονται με βάση κάποιο συγκεκριμένο πρωτόκολλο.



Εικόνα 1: Ηλεκτρονικός Καρδιογράφος

1.14.2 Τα Ηλεκτρονικά Στηθοσκόπια

Τα ηλεκτρονικά στηθοσκόπια είναι συσκευές που επιτρέπουν σε κάποιον να ακροαστεί εσωτερικούς ήχους του ανθρωπίνου σώματος. Χρησιμοποιούνται για την ακρόαση καρδιακών και αναπνευστικών ήχων.

Έχουν τη δυνατότητα ηχογράφησης και μετάδοσης ήχων και σύνδεσης με Bluetooth για οπτικοποίηση ήχων σε εφαρμογές Τηλεϊατρικής. Διαθέτουν επίσης ενσωματωμένη μνήμη και αποθηκεύουν τους καταγεγραμμένους ήχους προκειμένου να τους συγκρίνουν σε δεύτερο χρόνο και σε διαφορετικές στιγμές, π.χ. μεταξύ της ημέρας - νύχτας, μετά το φαγητό, κατά το περπάτημα ή υπό συναισθηματική φόρτιση του ασθενούς. Τα δεδομένα του κάθε ασθενούς ενσωματώνονται στον ιατρικό του φάκελο.

Επιπλέον, επιδέχονται την εφαρμογή ειδικών φίλτρων για την αναπαραγωγή σημάτων με διαφορετική συχνότητα, έτσι ώστε να απομονώνεται ο ήχος από το ένα σήμα (π.χ. ήχος αναπνοής) και να διευρύνεται ο ήχος από το δεύτερο σήμα (π.χ.

τυχόν φύσημα, βαλβιδοπάθεια της καρδιάς, στένωση αγγείων καρωτίδων λαιμού κ.λ.π).



Εικόνα 2: Ηλεκτρονικό Στηθοσκόπιο

1.14.3 Τα Σπιρόμετρα

Τα σπιρόμετρα είναι ιατρικές συσκευές που ελέγχουν την αναπνευστική λειτουργία του ασθενούς μετρώντας τον όγκο του αέρα κατά την εισπνοή και κατά την εκπνοή από τους πνεύμονες. Χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση συγκεκριμένων τύπων πνευμονικών χρόνιων παθήσεων, όπως άσθμα, βρογχίτιδα, εμφύσημα.

Βοηθούν στην εύρεση της αιτίας της δύσπνοιας και μετρούν εάν η έκθεση σε χημικές ουσίες στο περιβάλλον εργασίας του ασθενούς (π.χ. ορυχεία, συνεργεία βαρέων, πρατήρια καυσίμων κτλ) επηρεάζει τη λειτουργία των πνευμόνων του. Επίσης η σπιρομέτρηση συμβάλλει στον προεγχειρητικό έλεγχο ασθενούς που αντιμετωπίζει πνευμονολογικό πρόβλημα καθώς και αξιολογεί την πρόοδο του για τη θεραπεία της νόσου μετά από φαρμακευτική αγωγή.

Τα σπιρόμετρα λειτουργούν αυτόνομα ή συνδέονται απευθείας με Η/Υ μέσω θύρας USB ή με Bluetooth συσκευές (laptop, PDA) και έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων, διαχείρισης και εκτύπωσης των μετρήσεων και δημιουργίας ηλεκτρονικού αρχείου.



Εικόνα 3: Σπιρόμετρο

1.14.4 Τα Ηλεκτρονικά Πιεσόμετρα

Τα ηλεκτρονικά πιεσόμετρα χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της αρτηριακής πίεσης (συστολική, διαστολική, παλμική), την ανίχνευση της αρρυθμίας (ακανόνιστος καρδιακός παλμός) και διαθέτουν μνήμη για την αποθήκευση των μετρήσεων του ασθενούς.

Έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης με Η/Υ και διαθέτουν ενσωματωμένο modem για αποστολή των μετρήσεων. Είναι εύχρηστα για μετρήσεις αρτηριακής πίεσης από το σπίτι και χρησιμοποιούνται σε ασθενείς για τη διάγνωση της «υπέρτασης της λευκής μπλούζας», που ορίζεται ως αυξημένη πίεση στο ιατρείο, ενώ εκτός ιατρείου η πίεση είναι φυσιολογική.

Επίσης τα δεδομένα των μετρήσεων μπορούν να αποθηκεύονται και μεταδίδονται τακτικά σε ένα διαδικτυακό κέντρο λήψης, όπου ο θεράπων ιατρός έχει πρόσβαση προκειμένου να δοθεί η κατάλληλες οδηγίες για τη λήψη της φαρμακευτικής αγωγής.



Εικόνα 4: Ηλεκτρονικό Πιεσόμετρο

1.14.5 Οι Συσκευές Υπερήχων

Οι συσκευές υπερήχων διαθέτουν ψηφιακές εξόδους για να συνδέονται με Η/Υ και ακολουθούν το πρωτόκολλο DICOM, που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τη μετάδοση ιατρικών εικόνων και επιτρέπει την ενσωμάτωση και άλλων ιατρικών συσκευών απεικόνισης, όπως σαρωτές (scanners), εκτυπωτές (printers), διακομιστές (servers), κ.τ.λ.

Η μετάδοση των εικόνων μπορεί να γίνεται σε πραγματικό χρόνο, και εξαρτάται από το εύρος της τηλεπικοινωνιακής σύνδεσης (>386Kbps), αλλά και σε δεύτερο χρόνο με τη μέθοδο της τοπικής αποθήκευσης στη μνήμη της συσκευής.

Σήμερα, υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης εικόνας και σε φορητές συσκευές υπερήχων και εξυπηρετούν κέντρα υγείας, κινητές ιατρικές μονάδες, ιατρεία σε απομακρυσμένες περιοχές, αλλά και σε κατ' οίκον νοσηλεία.



Εικόνα 5: Συσκευή Υπερήχου

1.15. Τεχνολογίες Τηλεϊατρικής

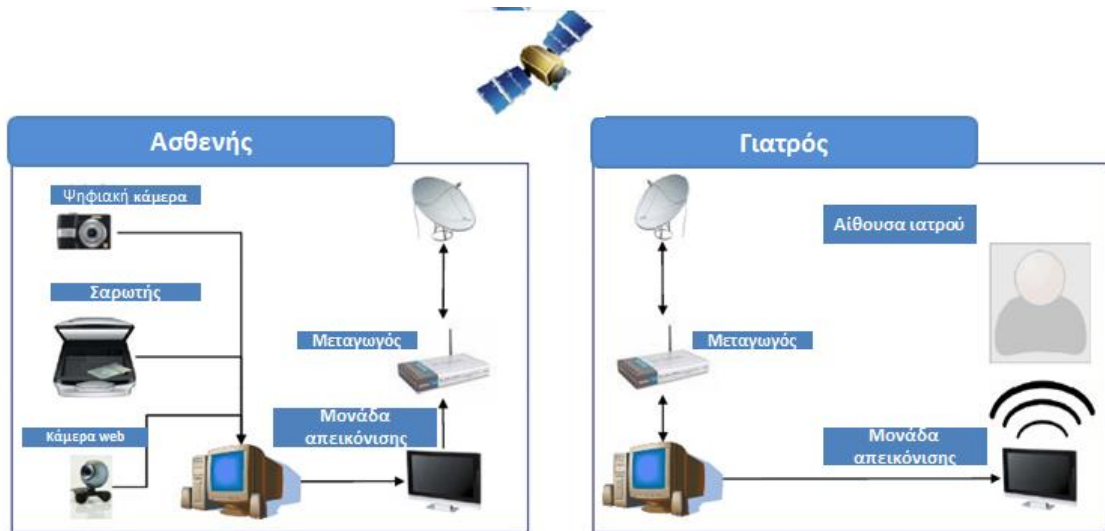
Ένα σύστημα Τηλεϊατρικής αποτελείται από τον υλικό εξοπλισμό (hardware) που περιλαμβάνει υπολογιστές, ιατρικές συσκευές-μηχανήματα, εκτυπωτές και σαρωτές. Εκτός από αυτόν τον εξοπλισμό υπάρχει και το λογισμικό (software) που είναι υπεύθυνο για την μετάδοση της πληροφορίας για την ισχύουσα κατάσταση του ασθενούς με βίντεο, εικόνα ή ήχο.

Ο συνδυασμός του υλικού εξοπλισμού και του λογισμικού εξασφαλίζουν την επικοινωνία μεταξύ ασθενούς και ιατρού από απόσταση.

Ειδικότερα υπάρχουν συστήματα επικοινωνίας που απαρτίζουν την τεχνολογία της Τηλεϊατρικής και παρατίθενται παρακάτω:

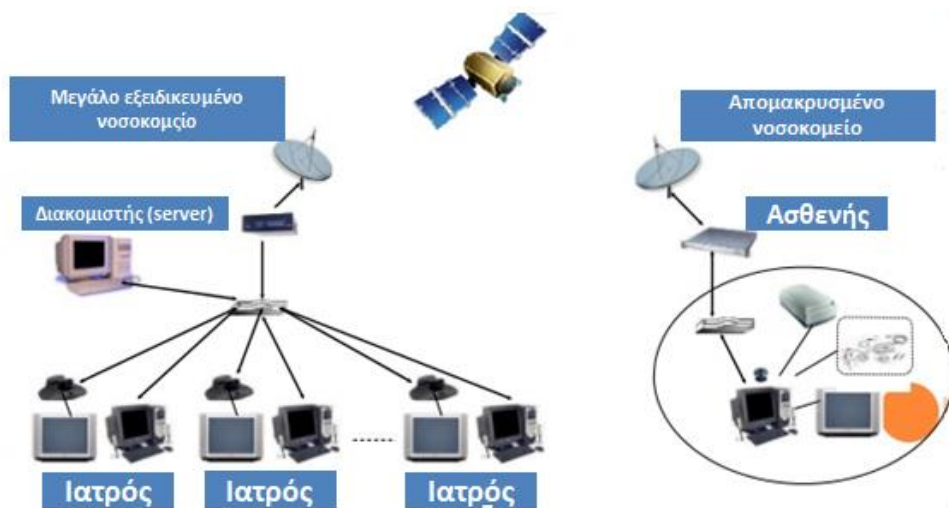
1.15.1 Σύστημα επικοινωνίας από σημείο σε σημείο (Point to Point System): Το σύστημα αυτό μας εξασφαλίζει την σύνδεση μεταξύ δύο σημείων,

ενός ασθενούς που επικοινωνεί με έναν εξειδικευμένο ιατρό εντός του νοσοκομείου.



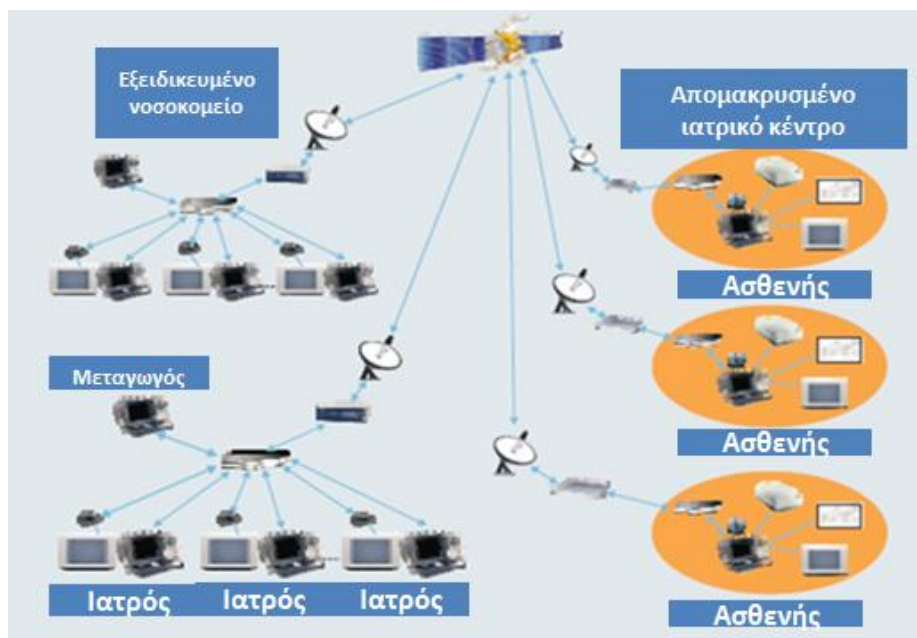
Σχήμα 9: Point to Point System

1.15.2 Σύστημα επικοινωνίας από ένα σημείο σε πολλαπλά σημεία (Point to Multipoint System): Το σύστημα αυτό μας εξασφαλίζει την σύνδεση μεταξύ ενός ασθενούς με οποιουδήποτε εξειδικευμένους ιατρούς ενός άλλου νοσοκομείου.



Σχήμα 10: Point to Multipoint System

1.15.3 Σύστημα επικοινωνίας από πολλαπλά σημεία σε πολλαπλά σημεία (Multipoint to Multipoint System): Το σύστημα αυτό συνδέει πολλούς ασθενείς ταυτόχρονα με διαφορετικούς ιατρούς σε διαφορετικά νοσοκομεία που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες.



Σχήμα 11: Multipoint to Multipoint System

1.16. Η Ελληνική Ανάγκη για την Εφαρμογή της Τηλεϊατρικής στη χώρα

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της υγείας τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα είναι ταχύτατη. Οι κάτοικοι των νησιών και των απομακρυσμένων περιοχών όμως εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν σοβαρά ζητήματα στην περίθαλψή τους.

Η οικονομική κρίση δημιούργησε σημαντική μείωση του πληθυσμού της χώρας, λόγω μείωσης των γεννήσεων και αύξησης των ηλικιωμένων, οι οποίοι έχουν αυξημένες ανάγκες ιατρικής περίθαλψης.

Ακόμη, οι νέοι μεταναστεύουν προς αναζήτηση θέσεων εργασίας εκτός Ελλάδας με συνέπεια τη μείωση του εργατικού δυναμικού της χώρας και ειδικότερα στον ιατρικό τομέα.

Επίσης, εξαιτίας της γεωμορφολογίας της Ελλάδας (πολυάριθμα και απομονωμένα νησιά, ορεινά χωριά) και σε συνδυασμό με την μειωμένη νοσοκομειακή κρατική δαπάνη, είναι πολύ δύσκολη η παροχή ικανοποιητικών εξειδικευμένων ιατρικών υπηρεσιών σε όλες τις περιοχές της χώρας.

Σε περιοχές που υπάρχουν αυξημένα επίπεδα τουρισμού και ιδιαίτερα όταν οι περιοχές αυτές είναι μακριά από τα αστικά κέντρα (π.χ. νησιά) δημιουργείται πρόβλημα στην άμεση αντιμετώπιση των ιατρικών περιστατικών. Ειδικότερα, υπάρχουν περισσότερα από 1000 ιατρικά κέντρα σε απομονωμένες περιοχές που δεν είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες τους.

Η έλλειψη υποδομών στα περιφερειακά νοσοκομεία, αλλά και η ανεπαρκής αξιοποίηση των λιγοστών διατιθέμενων παραγωγικών συντελεστών δυσκολεύουν το έργο τους.

Η μεγάλη συγκέντρωση εξειδικευμένων υποδομών και υπηρεσιών υγείας στα νοσοκομεία των μεγάλων πόλεων και η άνιση κατανομή του πληθυσμού σε αυτές, σε σύγκριση με την περιφέρεια, οδηγεί σε μεγάλη συσσώρευση των νοσηλευτικών περιστατικών σε αυτά.

Κατά συνέπεια, δημιουργούνται αυξημένες δυσλειτουργίες των νοσοκομείων, ανισοκατανομή του προσωπικού τους και επιπλέον επιβάρυνση εξόδων που αφορούν μεταφορές και διαμονές των ασθενών.

Ως αποτέλεσμα των προαναφερθέντων προβλημάτων, η τηλεϊατρική συντελεί στην παροχή έγκαιρης και εξειδικευμένης φροντίδας από το μη εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό, στη βελτίωση των ποσοστών βιωσιμότητας του πληθυσμού καλυτερεύοντας την ποιότητα της ζωής του και στην εξέλιξη της υγείας γενικότερα.

Η Τηλεϊατρική στοχεύει στη διασφάλιση της ίσης πρόσβασης των πολιτών σε υψηλού επιπέδου υπηρεσίες υγείας στον τόπο και στο χρόνο που τις χρειάζονται με γνώμονα το όφελός τους.

1.17. Η Ελληνική Ιστορία της Τηλεϊατρικής μέσα στις δεκαετίες

Η Τηλεϊατρική στην Ελλάδα συναντάται πρώτη φορά με την συμβολή του Καθηγητή Πανεπιστημίου και Βουλευτή Σκεύου Ζερβού (1875-1966), ο οποίος θεωρείται ο πατέρας της Τηλεϊατρικής στη χώρα μας και εφάρμοσε την τηλε-

εξέταση δοκιμάζοντας τη μετάδοση ήχων ακρόασης στην Αθήνα από την Αφρική, αλλά και σε άλλες επαρχιακές πόλεις.

Πρότεινε επίσης την εφαρμογή Τηλεϊατρικής, χωρίς ωστόσο να υλοποιηθεί, στα πλοία της γραμμής Πειραιά – Νέα Υόρκη.

Έπειτα, το 1976, ο καρδιολόγος Γεώργιος Παπακωνσταντίνου σε συνεργασία με το ΕΜΠ παρουσίασε ένα σύστημα αναλογικής μετάδοσης ηλεκτροκαρδιογραφημάτων (ΗΚΓ) μέσω τηλεφώνου.

1.18. Σύστημα Τηλεϊατρικής στο Σισμανόγλειο Νοσοκομείο Αθηνών



Εικόνα 6

Το 1989, παρουσιάστηκε από το εργαστήριο Φυσικής Ιατρικής, της Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών και το Σισμανόγλειο Νοσοκομείο ένα πιλοτικό σύστημα τηλεϊατρικής εντός του Ελληνικού Προγράμματος Τηλεϊατρικής για την υποστήριξη της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας.

Αρχικά η μεταφορά ιατρικών δεδομένων έγινε ανάμεσα σε δωμάτια και κατόπιν συνδέθηκαν τα πιο απομακρυσμένα κέντρα υγείας. Έτσι δημιουργήθηκε το πρώτο δίκτυο Κέντρων Υγείας συνδεδεμένων με δημόσιο νοσοκομείο. Το σύστημα αυτό επέτρεπε τη μετάδοση ακτινογραφιών και καρδιογραφημάτων.

Μέχρι τότε οι ασθενείς των απομακρυσμένων ιατρικών κέντρων πραγματοποιούσαν τις βασικές εξετάσεις τους εκεί και τα δεδομένα αποστέλλονταν ως έγγραφα στο μεγάλο δημόσιο νοσοκομείο, όπου η ανάγνωσή τους γινόταν από εξειδικευμένο προσωπικό που δε διέθετε το εκάστοτε απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο.

Το Σισμανόγλειο Νοσοκομείο ορίζεται ως το νοσοκομείο που δύναται να στηρίξει το δίκτυο τηλεϊατρικής του Εθνικού Συστήματος Υγείας από το 1991.

Από το 1998 έως σήμερα λειτουργούν Τακτικά Τηλεϊατρεία που διαχωρίζουν τις παροχές τους σε επείγουσα ιατρική φροντίδα και τακτική ιατρική φροντίδα. Τα ιατρεία αυτά αφορούν τα παρακάτω νοσήματα: πνευμονολογικά, ηπατολογικά, καρδιολογικά, υπέρτασης και ουρολογικά. Άλλα Τηλεϊατρεία που λειτουργούν είναι το διαβητολογικό, το λιπιδαιμικό και της διαιτητικής αγωγής.

Το Σισμανόγλειο Νοσοκομείο δραστηριοποιήθηκε στον τομέα της Τηλεϊατρικής με μεγάλη επιτυχία αφού από το 1998-2007 έχουν εξυπηρετηθεί 9.000 περιστατικά τα οποία βασικά αφορούσαν παθολογικά, πνευμονολογικά, καρδιολογικά, ορθοπαιδικά, ουρολογικά, χειρουργικά περιστατικά καθώς και περιστατικά συμβουλευτικής και διατροφής. Με την λειτουργία του προγράμματος για το δίκτυο Τηλεϊατρικής μειώθηκαν οι διακομιδές από τις περιφερειακές δομές υγείας προς αυτές των αστικών κέντρων.

1.19. Στόχοι προγράμματος εφαρμογής Δικτύου Τηλεϊατρικής

Το πρόγραμμα για την υλοποίηση και εφαρμογή ενός δικτύου Τηλεϊατρικής αποσκοπούσε στην άμεση αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών σε απομακρυσμένες περιοχές από εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό που βρίσκεται σε μεγάλο νοσοκομείο.

Οι ασθενείς με χρόνια προβλήματα είχαν τη δυνατότητα συχνής παρακολούθησης από τον ιατρό τους και έτσι να τους παρέχεται καλύτερη θεραπευτική φροντίδα από απόσταση και πρόληψη επιπλοκών της νόσου.

Το πρόγραμμα αυτό στόχευε στην ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων των ασθενών που βρίσκονταν σε απόσταση από μεγάλο ιατρικό κέντρο μειώνοντας έτσι το κόστος μεταφοράς και τα άσκοπα έξοδα τους.

Έτσι, επιτυγχάνεται η ορθολογικότερη διεξαγωγή των εργαστηριακών εξετάσεων των ασθενών αλλά και περιορίζεται η χρήση μη απαραίτητων φαρμάκων για την περίθαλψή τους.

Ένας ακόμη στόχος ήταν η συνεχή εκπαίδευση των ιατρών και του νοσηλευτικού προσωπικού από απόσταση, διευκολύνοντας τις διαδικασίες εκμάθησής τους, ώστε να έχουν τη βέλτιστη γνώση για το αντικείμενο τους.

Με την ενεργοποίηση του δικτύου Τηλεϊατρικής μπορούσε να γίνει άμεση διάγνωση από τον θεράποντα ιατρό, ώστε να αντιμετωπιστούν τα ιατρικά περιστατικά και να μειωθούν οι δείκτες νοσηρότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό. Ειδικότερα, σε περιστατικά που μπορούν να εξελιχθούν σε επιδημίες λαμβάνονται απευθείας τα μέτρα για την αποφυγή της μετάδοσης και εξάπλωσης της νόσου.

Επιπρόσθετα, το πρόγραμμα συνέβαλε στη μείωση του αριθμού των αλληπάλληλων εισαγωγών στα νοσοκομεία, εφόσον οι ασθενείς μπορούσαν μέσω της κατ' οίκον νοσηλείας τους να λάβουν την κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή ευρισκόμενοι σε απόσταση από το νοσοκομείο και τον θεράποντα ιατρό τους. Έτσι απελευθερώνονται νοσοκομειακές κλίνες και αποσυμφορίζεται η κίνηση ασθενών στα νοσοκομεία.

Παράλληλα, μειώνεται ο χρόνος αναμονής των ασθενών για την εξυπηρέτησή τους ή για την εισαγωγή τους στις κλινικές, αφού επικοινωνούν με τον ιατρό τους μέσω του δικτύου Τηλεϊατρικής.

Τέλος, στόχος του προγράμματος ήταν το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό στα μεγάλα ή μικρά ιατρικά κέντρα, αλλά και οι ασθενείς να εξοικειωθούν με νέους τρόπους επικοινωνίας και να επωφεληθούν με τη χρήση νέων τεχνολογιών και τη συνεχή εκπαίδευσή τους σε αυτά τα συστήματα- μηχανήματα της Τηλεϊατρικής.

1.20. Συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας και Περιφερειακά Νοσοκομεία μέσω του δικτύου Τηλεϊατρικής

ΚΕΝΤΡΑ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΙΑΤΡΕΙΑ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ			
1.	Κέντρο Υγείας Σαντορίνης	21.	Κέντρο Υγείας Άνδρου
2.	Κέντρο Υγείας Πάρου	22.	Κέντρο Υγείας Ίου
3.	Περιφερειακό Ιατρείο Οινουσών	23.	Κέντρο Υγείας Μυκόνου
4.	Περιφερειακό Ιατρείο Φούρνων (Ικαρίας)	24.	Κέντρο Υγείας Τήνου
5.	Περιφερειακό Ιατρείο Καστελόριζου	25.	Κέντρο Υγείας Νάξου
6.	Κέντρο Υγείας Άντισσας (Λέσβος)	26.	Κέντρο Υγείας Μήλου
7.	Κέντρο Υγείας Σκοπέλου	27.	Κέντρο Υγείας Έμπωνα (Ρόδος)
8.	Περιφερειακό Ιατρείο Αστυπάλαιας	28.	Κέντρο Υγείας Αρχαγγέλου (Ρόδος)
9.	Κέντρο Υγείας Ιθάκης	29.	Κέντρο Υγείας Καρπάθου
10.	Κέντρο Υγείας Λήμνου	30.	Κέντρο Υγείας Πάτμου

ΚΕΝΤΡΑ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΙΑΤΡΕΙΑ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ			
11.	Περιφερειακό Ιατρείο Κουρουνίων (Χίος)	31.	Κέντρο Υγείας Καλλονής (Λέσβος)
12.	Κέντρο Υγείας Σουφλίου	32.	Κέντρο Υγείας Πλωμαρίου (Λέσβος)
13.	Κέντρο Υγείας Εχίνου (Ξάνθη)	33.	Κέντρο Υγείας Πολυχνίτου (Λέσβος)
14.	Κέντρο Υγείας Τσοτυλίου (Κοζάνης)	34.	Κέντρο Υγείας Πυργίου (Αιτωλοακαρνανίας)
15.	Κέντρο Υγείας Αμυνταίου (Φλώρινας)	35.	Κέντρο Υγείας Καρλοβασίου (Σάμος)
16.	Νοσοκομείο-Κέντρο Υγείας Φιλιατών (Θεσπρωτίας)	36.	Κέντρο Υγείας Σκιάθου
17.	Κέντρο Υγείας Παραμυθιάς (Θεσπρωτίας)	37.	Κέντρο Υγείας Πρίνου (Θάσος)
18.	Κέντρο Υγείας Θεσπρωτικού (Πρέβεζας)	38.	Περιφερειακό Ιατρείο Σύμης
19.	Κέντρο Υγείας Γυθείου (Λακωνίας)	39.	Περιφερειακό Ιατρείο Αλοννήσου
20.	Περιφερειακό Ιατρείο Κιμώλου	40.	Περιφερειακό Ιατρείο Σαμοθράκης

1.21. Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο (ΩΚΚ) Αθηνών και Τηλεκαρδιολογία

Το Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό από το 1994 έχει μπει στη διαδικασία παροχής υπηρεσιών Τηλεϊατρικής που αφορούν κυρίως κέντρα υγείας και περιφερειακά ιατρεία σε νησιά του Αιγαίου. Τέσσερα χρόνια αργότερα στο δίκτυό του βρίσκονταν τα κέντρα υγείας των νησιών της Σαντορίνης, του Πλωμαρίου Λέσβου, της Μυκόνου, της Μήλου, της Σκιάθου, της Νάξου, του Ασκληπείου και Λίνδου Ρόδου και με το Περιφερειακό Ιατρείο Αρκεσινής Αμοργού.

1.21.1 Το έργο Τηλεϊατρικής «Τάλως» του Ωνάσειου Καρδιοχειρουργικού Κέντρου (ΩΚΚ)



Εικόνα 7

Το ΩΚΚ συμμετείχε στο έργο Τηλεϊατρικής «Τάλως» με σκοπό την ανάπτυξη δικτύου για την παροχή υπηρεσιών τηλεκαρδιολογίας σε ασθενείς που βρίσκονταν σε επείγουσα ανάγκη με έμφαση στην αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών. Επίσης σκοπός της συμμετοχής στο πρόγραμμα αυτό ήταν να εκπαιδευτούν διαρκώς οι γιατροί σε καρδιολογικά ζητήματα επείγοντος χαρακτήρα.

Το ΩΚΚ προώθησε τη μεθοδολογία με χρήση θρομβολυτικής αγωγής σε οξεία εμφράγματα με έμφαση τις περιοχές που διαθέτουν μονάδες πρωτοβάθμιας φροντίδας και μόνο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα στην έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία των περιστατικών. Ο εξοπλισμός που προμηθεύτηκε για το σκοπό αυτό για κάθε κέντρο υγείας του δικτύου ήταν ένα Η/Υ, ένας ψηφιακός καρδιογράφος και ένας εκτυπωτής. Το ηλεκτροκαρδιογράφημα που λαμβανόταν από τον καρδιογράφο αποθηκευόταν στον υπολογιστή του κέντρου υγείας και αποστέλλόταν στο ΩΚΚ, προκειμένου να αξιολογηθεί και να προταθεί μια θεραπεία.

Ειδικότερα με το πρόγραμμα «Τάλως» αντιμετωπίστηκαν 300 περίπου περιστατικά. Από αυτά τα 18 αφορούσαν περιστατικά με οξεία εμφράγματα μυοκαρδίου, 9 εκ των οποίων θρομβολύθηκαν με τις οδηγίες των γιατρών που στελεχώνουν το ΩΚΚ. Πραγματοποιήθηκαν 4 αγγειοπλαστικές επεμβάσεις στο ΩΚΚ και άλλα 5 περιστατικά συντηρητικής εν τέλει διαχείρισης.

Ως αποτέλεσμα της χρήση του προγράμματος «Τάλως» ήταν η συνεχόμενη εκπαίδευση των ιατρών και των νοσηλευτών αλλά και συνέβαλλε στην μείωση του αισθήματος της απομόνωσης στους κατοίκους των απομακρυσμένων περιοχών που ήταν συνδεδεμένες με το δίκτυο του ΩΚΚ.

1.22. Πρόγραμμα Τηλεϊατρικής σε Δήμους

1.22.1 Η συνδρομή του Εθνικού Διαδημοτικού Δικτύου Υγιών Πόλεων – Προαγωγής Υγείας στο Δήμος Αλεξάνδρειας

Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 2012 σε συνεργασία με Ιδιωτικό Θεραπευτήριο των Αθηνών με στόχο την πρόληψη και την προαγωγή υγείας των δημοτών. Καλύπτει τους ασθενείς με χρόνιες παθήσεις καθώς παρέχει τη δυνατότητα συστηματικού ελέγχου της κατάστασης της υγείας τους στον τόπο που διαμένουν. Παράλληλα ο δήμος οργανώνει και προγραμματίζει σειρά τακτικών εξετάσεων - μετρήσεων για τους κατοίκους των δήμων τους.

Επίσης αξιοποιείται το πρόγραμμα «Βοήθεια στο σπίτι», όπου οι νοσηλεύτριες προσφέρουν και υπηρεσίες Τηλεϊατρικής μόνο σε ασθενείς που είναι ενταγμένοι στο πρόγραμμα αυτό. Το δίκτυο της Τηλεϊατρικής υλοποιείται σε 30 δήμους.

1.22.2 Δήμοι Παλαιού Φαλήρου, Αλίμου και Αγίου Δημητρίου

Το πρόγραμμα Τηλεϊατρικής ξεκίνησε το 2012. Για την εκπόνησή του συνεργάστηκαν το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών και η Α΄ Παιδιατρική Κλινική της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ. Το πρόγραμμα επιχείρησε να ελέγξει τα συμπτώματα που εμφανίζει το μεταβολικό σύνδρομο σε παιδιά εφηβικής ηλικίας χρησιμοποιώντας φορητές συσκευές Τηλεϊατρικής.

Στα πλαίσια του προγράμματος, έφηβοι των γυμνασίων και λυκείων εξετάστηκαν και μετρήθηκαν για την τάση τους στην παχυσαρκία, τις διατροφικές συνήθειες και την σωματική άσκηση. Το παραπάνω πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από το ΕΣΠΑ και έληξε τον Απρίλιο 2014.

1.23. Ιδιωτική Πρωτοβουλία στο χώρο της Τηλεϊατρικής

Με την υποστήριξη μιας εταιρείας κινητής τηλεφωνίας το 2006 πραγματοποιήθηκε πιλοτικό πρόγραμμα Τηλεϊατρικής σε 5 περιφερειακά ιατρεία της Β΄ ΔΥΠΕ Κεντρικής Μακεδονίας στο οποίο πήρε μέρος το Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης «Παπαγεωργίου». Η πιλοτική εφαρμογή είχε διάρκεια 1 έτους και συμμετείχαν τα περιφερειακά ιατρεία της Νέας Πέλλας, της Σίνδου, της Κονταριώτισσας και των Μαλγάρων καθώς και κέντρα υγείας Λιτοχώρου, Σκύδρας και Διαβατών.

Ο εξοπλισμός που προμηθεύτηκαν τα παραπάνω ιατρεία και κέντρα υγείας ήταν συσκευές οι οποίες καταγράφουν βιολογικά σήματα (ηλεκτροκαρδιογράφος, σπιρόμετρο, οξύμετρο, πιεσόμετρο, γλυκοζόμετρο) και μία συσκευή PDA.

Τα οφέλη από την εφαρμογή του προγράμματος είναι πολλά. Δίνεται η δυνατότητα στους ιατρούς να έχουν συνεχή εκπαίδευση αλλά και να επικοινωνούν με άλλο εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό από απόσταση. Ακόμη ενισχύεται το αίσθημα ασφάλειας των ασθενών με την άμεση πρόσβασή τους σε μεγάλο ιατρικό κέντρο ενώ βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές.

Το επιτυχημένο πρόγραμμα είχε επιτυχία και επεκτάθηκε το 2008 σε 17 περιφερειακά ιατρεία, όπου ιατροί και νοσηλευτικό προσωπικό από τους Δήμους

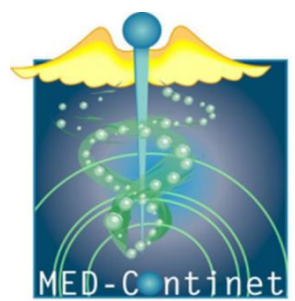
καθώς και 4 ειδικευμένοι ιατροί του Ιατρικού Αθηνών παρακολούθησαν πρόγραμμα εκπαίδευσης στη χρήση συστημάτων τηλεμετρίας.

Το 2009 τα ιατρεία της περιφέρειας έστειλαν 620 πακέτα εξετάσεων (καρδιογράφημα και σπειρομέτρηση ανά ασθενή). Την ίδια χρονική στιγμή το Ιατροκοινωνικό Κέντρο Οικισμού Αθιγγάνων από τον Δήμο Τρικκαίων και Σοφάδων συνεργάστηκε με τα περιφερειακά Νοσοκομεία της Καρδίτσας και των Τρικάλων σε ένα πρόγραμμα Τηλεϊατρικής υποστήριξης μέσα από το οποίο οι γιατροί είναι σε θέση να ρυθμίσουν την αγωγή των ασθενών .

Έως σήμερα είναι συνδεδεμένα 100 απομακρυσμένα σημεία σε όλη την Ελλάδα. Από το 2008 που υλοποιείται το πρόγραμμα Τηλεϊατρικής έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες από 46.600 εξετάσεις. Γενικότερα είχαν πρόσβαση σε ειδικευμένες υπηρεσίες υγείας πάνω από 500.000 κάτοικοι. Τέλος, από το 2013 έχουν εξεταστεί πάνω από 10.200 κάτοικοι απομακρυσμένων περιοχών.

Το Διαδημοτικό Δίκτυο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης ΟΤΑ συντονίζει το πρόγραμμα του δικτύου Τηλεϊατρικής.

1.24. Το πρόγραμμα Τηλεϊατρικής Med-ContiNET Project



Το πρόγραμμα Med-ContiNET είχε στόχο τη διερεύνηση του κατά πόσον είναι βιώσιμες οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα Περιφερειακά Συστήματα Υγείας στο σπίτι των ασθενών με σκοπό να δημιουργηθεί ένα τεχνολογικά εξελιγμένο και άρτιο μοντέλο παροχής υπηρεσιών συντονισμένο με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές κατ' οίκον Φροντίδας, ανεξαρτήτως γεωγραφικών ορίων.

Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχε η Ελλάδα, η Ιταλία και η Ιρλανδία. Στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με την Τηλεϊατρική Μονάδα του Νοσοκομείου Σωτηρία Αθηνών. Απευθυνόταν σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτική

πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) σε σταθερή κατάσταση (σταδίου II ή III) και να έχουν νοσηλευτεί λόγω αυτής της πάθησής 4 φορές τα τελευταία 2 χρόνια.

Ειδικότερα, οι φάσεις του προγράμματος ήταν σε 2 φάσεις:

Η Αρχική Φάση, όπου πραγματοποιήθηκαν δέκα συνεδρίες διάρκειας τριών ωρών, στις οποίες συμμετείχαν πέντε με έξι άτομα από τη Μονάδα Τηλεϊατρικής και τη Χρόνια Φάση. Οι νοσηλευτές της πρώτης έκαναν κατ' οίκον επισκέψεις σε ασθενείς προκειμένου να τους παρέχουν φροντίδα υγείας.

Στην Αρχική Φάση συμμετείχαν ειδικότητες όπως, ιατροί, νοσηλευτές, φυσιοθεραπευτές, κλινικοί ψυχολόγοι, διαιτολόγοι και φαρμακοποιοί. Πρωταρχικά, γινόταν δημιουργία ηλεκτρονικού φακέλου, ο οποίος εμπεριείχε το ιστορικό του ασθενούς και τον παρακλινικό έλεγχο που είχε διενεργηθεί, καθώς και την αγωγή που προτάθηκε για αυτόν.

περιελάμβανε το ιστορικό του ασθενούς, τα αποτελέσματα παρακλινικού ελέγχου (αιματολογικές, βιοχημικές εξετάσεις, ακτινογραφίες, σπιρομετρήσεις, καρδιογραφήματα και απεικονιστικές εξετάσεις) και τη θεραπευτική αγωγή που του είχε δοθεί.

Το ιατρικό προσωπικό εξέταζε και εκτιμούσε την κατάσταση του κάθε ασθενούς (ιατρικά και κοινωνικά) μέσω ερωτηματολογίων αξιολογώντας την ποιότητα ζωής του, την ικανότητα άσκησης και τη γνώση του σχετικά με την αντιμετώπιση της νόσου. Όλα αυτά τα δεδομένα ενσωματώνονταν στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο του κάθε ασθενούς.

Εν συνεχεία, οι ασθενείς και τα οικεία τους πρόσωπα εκπαιδεύονταν την κάθε ασθένεια, για τις κατάλληλες μεθόδους αποθεραπείας και φυσιοθεραπείας, για τους στόχους του προγράμματος, καθώς και για τις διαθέσιμες τεχνολογίες μέσα από εξειδικευμένο υλικό

Στη Χρόνια Φάση πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις νοσηλευτικού προσωπικού κατ' οίκον σε κάθε ασθενή. Η συχνότητα και ο προγραμματισμός των επισκέψεων εξαρτούνταν από την κατάσταση στην οποία βρισκόταν. Οι επισκέψεις αυτές ήταν προγραμματισμένες ή έκτακτες, με διαφορετική συχνότητα ανάλογα με τον ασθενή και την κατάστασή του. Ο κάθε νοσηλευτής που επισκεπτόταν ήταν εφοδιασμένος με ένα laptop με τη βάση δεδομένων για τον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενούς και το λογισμικό διαχείρισης επισκέψεων.

Επίσης είχε φορητές ιατρικές συσκευές (καρδιογράφο, σπιρόμετρο, πιεσόμετρο και οξύμετρο) που μπορούσαν να συνδεθούν με τον υπολογιστή, και κάμερα συνδεδεμένη στην τηλεόραση μεταδίδοντας ήχο και εικόνα από τον ασθενή σε πραγματικό χρόνο στο αντίστοιχο τμήμα του νοσοκομείου. Οι νοσηλευτές πραγματοποιούσαν πλήρη εργαστηριακό έλεγχο στους ασθενείς, έλεγχο για την ορθή λήψη της φαρμακευτικής τους αγωγής καθώς και αναζήτηση τυχόν υποτροπής της νόσου.

Ο Ηλεκτρονικός Φάκελος του Ασθενούς ενημερωνόταν με τα νέα στοιχεία και αποστέλλοταν στη μονάδα τηλεϊατρικής του νοσοκομείου. Στην συνέχεια πραγματοποιούταν τηλεδιάσκεψη μέσω σύνδεσης, όπου οι ιατροί της μονάδας παρείχαν συμβουλές στους νοσηλευτές και οδηγίες για επίλυση αποριών τους. Έτσι υπήρχε δυνατότητα επανεξέτασης των δεδομένων του ασθενούς από τον ενδεικνυόμενο θεραπευτή ώστε να δοθεί η κατάλληλη θεραπευτική αγωγή ώστε να μη χρειαστεί η διακομιδή στο νοσοκομείο αν παρουσιαζόταν παρόξυνση.

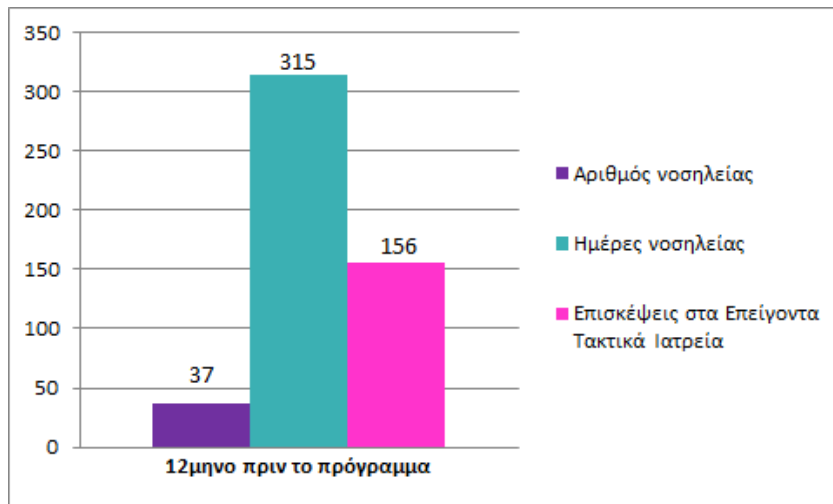
Το πρόγραμμα διήρκησε 9 μήνες και συμμετείχαν 18 ασθενείς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε πρόληψη των παροξύνσεων της νόσου και των επανεισαγωγών των ασθενών στα νοσοκομεία.

Επίσης οι ασθενείς βελτίωσαν σημαντικά τις γνώσεις τους, αφού μπορούσαν να αυτοεξυπηρετούνται σε πολλές καταστάσεις και περιπτώσεις που αντιμετώπιζαν. Αυτοί χρησιμοποιούσαν τεχνικές εισπνοής και φυσικοθεραπείας, λάμβαναν ορθά τη φαρμακευτική τους αγωγή, αλλά και συμμορφώνονταν στις οδηγίες για τη διαίτα - διατροφή τους και την οξυγονοθεραπεία τους.

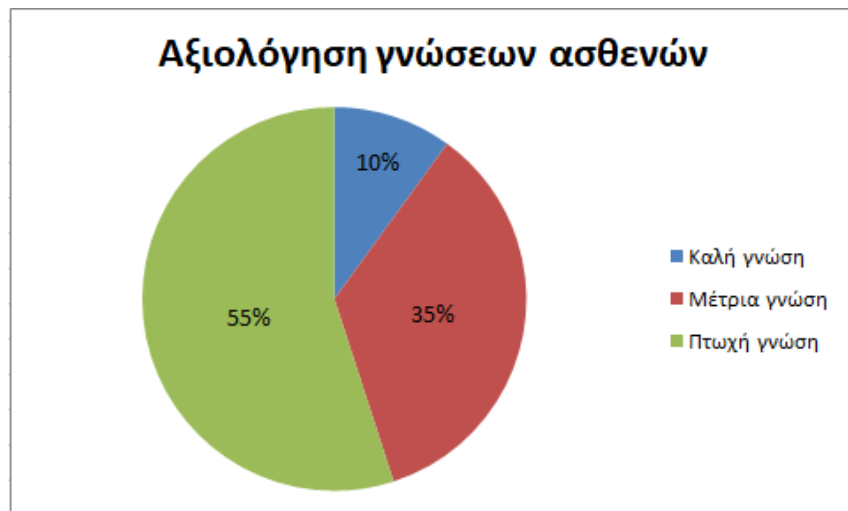
Συνεπώς υπήρξε βελτίωση στην ποιότητα ζωής τους και αυτό φαίνεται στις απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια. Η βελτίωση αυτή ξεπέρασε το 28%. Τέλος, περιορίστηκαν οι δαπάνες τόσο για τους ασθενείς όσο και για το ίδιο το σύστημα υγείας και τους ασφαλιστικούς φορείς.

1.25. Αποτελέσματα του Med-ContiNET Project

Στο Σχήμα 12 φαίνεται ο αριθμός και οι μέρες νοσηλείας τους βάσει του προγράμματος Med-ContiNET καθώς και ο αριθμός των επισκέψεων στα επείγοντα τακτικά ιατρεία του νοσοκομείου Σωτηρία. Στο Σχήμα 13 φαίνεται η αξιολόγηση γνώσεων των ασθενών με το πρόγραμμα Med-ContiNET.



Σχήμα 12



Σχήμα 13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ



Εισαγωγή στην Βιοπληροφορική και στην Τεχνολογία Blockchain

Η Βιοπληροφορική (*bioinformatics*) αποτελεί ένα πεδίο που άπτεται πολλών επιστημών και αποσκοπεί στην ανάπτυξη λογισμικών προκειμένου να γίνουν κατανοητά βιολογικά δεδομένα. Αποτελεί συνδυασμό της στατιστικής, των μαθηματικών, της επιστήμης των υπολογιστών και της μηχανικής. Η Βιοπληροφορική αντιμετωπίζει τα γενετικά δεδομένα ως πληροφορίες και δημιουργεί αλγόριθμους προκειμένου να τα επεξεργαστεί και να εξάγει συμπεράσματα με μεθόδους από τους κλάδους της τεχνητής νοημοσύνης και της υπολογιστικής επιστήμης.

Ειδικότερα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η **τεχνολογία Blockchain**, η οποία βασίζεται στο αμετάβλητο των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε μία αλυσίδα μπλοκ. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στα ομότιμα δίκτυα υπολογιστών (*peer-to-peer networks - P2P*) τα οποία αναλύονται εκτενέστερα παρακάτω.

2.1. Πολυπλοκότητα Αλγορίθμων

Η πολυπλοκότητα αλγορίθμων αναφέρεται στη δυσκολία επίλυσης ενός προβλήματος από υπολογιστή. Με τον όρο αλγόριθμοι νοούνται προγράμματα τα

οποία κάνουν υπολογισμούς , αλλά δεν εκτελούν τα υπόλοιπα προγράμματα που εκτελεί συνήθως ένας υπολογιστής.

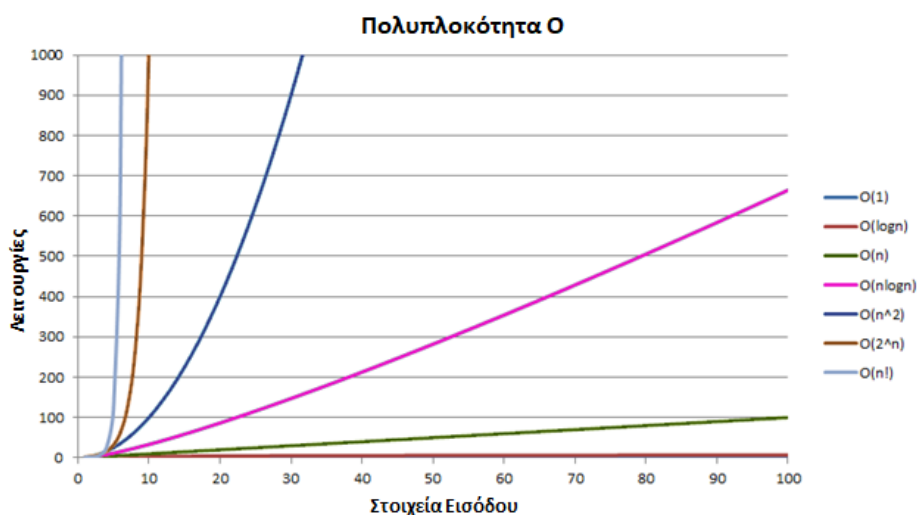
Η ανάλυση πολυπλοκότητας είναι ένα εργαλείο που μας επιτρέπει να εξηγήσουμε πώς ένας αλγόριθμος συμπεριφέρεται καθώς η είσοδος μεγαλώνει, καθώς και την ταχύτητα του προγράμματος κατά την εκτέλεση υπολογισμών.

Έστω αλγόριθμος με ακριβή χρόνο εκτέλεσης $f(n)$. Λέμε τότε ότι $f(n) = O(g(n))$ αν υπάρχει σταθερά c και κάποιο n_0 τέτοιο ώστε $f(n) \leq cg(n)$ για κάθε $n > n_0$, δηλαδή, ο φορμαλισμός $f(n) = O(g(n))$ μας λέει ότι η $g(n)$ είναι ένα άνω φράγμα των πράξεων που κάνει ο αλγόριθμος με χρόνο εκτέλεσης $f(n)$.

Ο συμβολισμός O , είναι η σχετική αναπαράσταση της πολυπλοκότητας ενός αλγορίθμου. Περιγράφει την απόδοση και την κλιμάκωση ενός αλγορίθμου, το ανώτερο όριο του ρυθμού ανάπτυξης μια συνάρτησης και μπορούσε να θεωρηθεί το χειρότερο σενάριο.

Καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα μια συνάρτησης, ο αριθμός των υπολογισμών ή το διάστημα για να περατωθεί μια συνάρτηση μπορεί να αυξηθεί σημαντικά.

Επομένως, θα ήταν καλύτερο να διατηρηθεί η ανάπτυξη, όσον το δυνατόν χαμηλότερα, καθώς ενδέχεται να προκύψουν προβλήματα απόδοσης, εάν η συνάρτηση δεν κλιμακωθεί καλά όσο αυξάνονται οι είσοδοι.



Σχήμα 1: Αύξηση του αριθμού των λειτουργιών με την πολυπλοκότητα

Οι αλγόριθμοι με πολυωνυμικό χρόνο εκτέλεσης επιλύουν γρήγορα ένα πρόβλημα, ενώ οι αλγόριθμοι με εκθετικό χρόνο εκτέλεσης επιλύουν πολύ αργά το πρόβλημα, π.χ. Αν ένας αλγόριθμος έχει πολυπλοκότητα χρόνου $O(2^n)$, τότε αν αυξηθεί κατά 1 το πλήθος των δεδομένων, οι πράξεις που θα γίνουν για να λυθεί το πρόβλημα **ΔΙΠΛΑΣΙΑΖΟΝΤΑΙ** (περίπου).

Όλοι οι αλγόριθμοι που έχουν σχέση με κρυπτογράφηση και βασίζονται σε τέτοια δύσκολα επιλύσιμα προβλήματα με υπολογιστή.

Καθώς εξελίσσονται τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things–IoT), η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence-AI) και η τρισδιάστατη απεικόνιση (3-Dimaging), το μέγεθος και η ποσότητα των δεδομένων που επεξεργάζονται οι οργανισμοί αυξάνεται ραγδαία. Για να μπορούν να συμβαδίσουν με τις απαιτήσεις της εποχής, οι οργανισμοί χρειάζονται εξαιρετικά γρήγορη και αξιόπιστη υποδομή πληροφοριακών συστημάτων για την επεξεργασία, αποθήκευση και ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων.

Για τη δημιουργία μιας αρχιτεκτονικής υπολογιστών υψηλής απόδοσης, οι διακομιστές υπολογιστών συνδέονται μεταξύ τους σε ένα σύμπλεγμα (High-performance/ Cluster computing). Τα προγράμματα λογισμικού και οι αλγόριθμοι εκτελούνται ταυτόχρονα στους διακομιστές του συμπλέγματος. Το σύμπλεγμα είναι δικτυωμένο στην αποθήκευση δεδομένων (data storage) σε μεγάλες βάσεις δεδομένων.

Επίσης, με τον όρο εξόρυξη δεδομένων νοείται η διαδικασία κατά την οποία ανακαλύπτονται μοτίβα τα οποία ενυπάρχουν σε μεγαλύτερα σύνολα από δεδομένα που περιλαμβάνουν μεθόδους στη διασταύρωση της μηχανικής μάθησης (machine learning), στατιστικών και συστημάτων βάσεων δεδομένων. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία βρίσκει εφαρμογή στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων και σε οποιαδήποτε εφαρμογή συστήματος υποστήριξη αποφάσεων υπολογιστή, συμπεριλαμβανομένων της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence-AI) και της επιχειρηματικής ευφυΐας (business intelligence).

Για παράδειγμα, μια αλυσίδα παντοπωλείων, βόρεια των Ηνωμένων Πολιτειών, χρησιμοποίησε την ικανότητα εξόρυξης δεδομένων του λογισμικού της Oracle για την ανάλυση των μοτίβων αγορών στην περιοχή. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αποκάλυψαν ότι οι άνδρες αγόραζαν πάνες τις Πέμπτες και τα Σάββατα, καθώς και μπύρες. Ακόμη, τα ψώνια της εβδομάδας γίνονταν κυρίως Σάββατο, ενώ την Πέμπτη αγόραζαν μικρή ποσότητα προϊόντων. Ο λιανοπωλητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αγορά της μπύρας γινόταν για να έχουν προμήθεια μέχρι το

επόμενο Σαββατοκύριακο. Η αλυσίδα παντοπωλείων θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αυτές τις πρόσφατα ανακαλυφθείσες πληροφορίες με διάφορους τρόπους για να αυξήσει τα έσοδα της, όπως θα μπορούσαν να μετακινήσουν τις μύρες πιο κοντά στις πάνες και να βεβαιωθούν ότι οι μύρες και οι πάνες πουλήθηκαν στην κανονική τιμή τους τις Πέμπτες για την εξασφάλιση μεγαλύτερου κέρδους.

Όσον αφορά τους υπολογιστές και τα συστήματα πληροφοριών, είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων στην ανάλυση βιολογικών δεδομένων.

Στην έρευνα για τους υπολογιστές και τη λειτουργία τους ένας γενετικός αλγόριθμος (Genetic Algorithm-GA) που αποτελεί προϊόν έμπνευσης από τη διαδικασία της φυσικής επιλογής. Τέλος, ανήκει στους εξελικτικούς αλγορίθμους (Evolutionary Algorithm-EA).

Οι γενετικοί αλγόριθμοι περιλαμβάνονται στην τεχνητή νοημοσύνη και χρησιμοποιούνται με σκοπό να βρουν ποιοτικές λύσεις για προβλήματα βελτιστοποίησης και αναζήτησης βασιζόμενοι σε βιολογικές έννοιες, όπως τα χρωμοσώματα, τη διασταύρωση κατά την παραγωγή απογόνων, τις μεταλλάξεις και την επιλογή τα οποία αναφέρονται στη θεωρία εξέλιξης του Δαρβίνου.

Έτσι τα βιολογικά συστήματα χρησιμοποιούνται ως μοντέλα για τη βελτίωση των συστημάτων πληροφορικής και πληροφοριών. Μερικά παραδείγματα που συναντάται η συνεισφορά των βιολογικών συστημάτων ως οδηγός για την καλύτερη λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων είναι οι γενετικοί αλγόριθμοι, όπως προαναφέρθηκε, αλλά και τα νευρωνικά δίκτυα καθώς και η μελέτη και εφαρμογή της συμπεριφοράς των μελισσών στη συλλογή τροφής στα δίκτυα υπολογιστών.

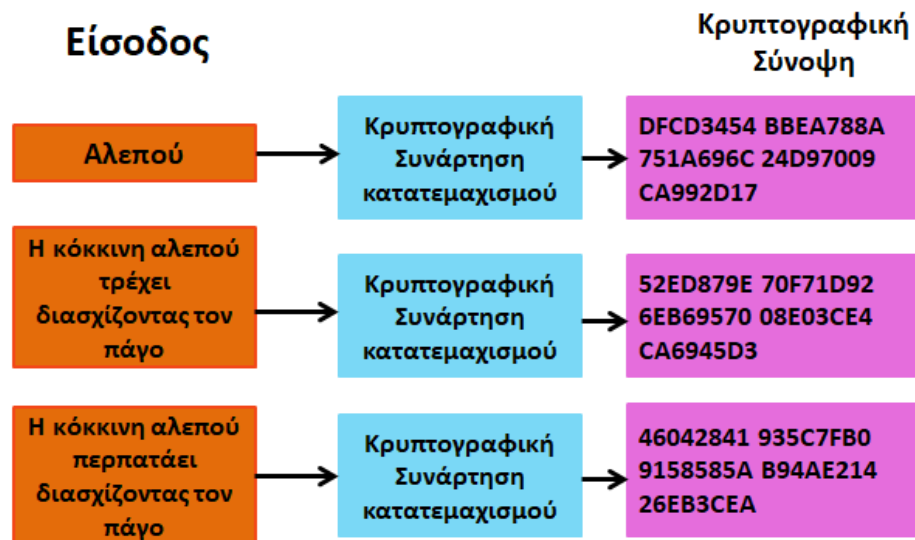
2.2. Κρυπτογραφική Συνάρτηση Κατακερματισμού

Η κρυπτογραφική συνάρτηση κατακερματισμού (cryptographic hash function) είναι μια συνάρτηση κατατεμαχισμού (hash function). Σκοπός της είναι να χρησιμοποιείται στην κρυπτογραφία.

Πρόκειται για μία μαθηματική συνάρτηση στην οποία εισέρχεται μία ομάδα δεδομένων ποικίλων μεγεθών και εξέρχεται μία στοιχειοσειρά με συγκεκριμένο μέγεθος (string) και συγκεκριμένο αριθμό bits. Συνήθως το μέγεθός της είναι μικρότερο από το μέγεθος των δεδομένων εισόδου.

Δεν υπάρχει δυνατότητα αναπαραγωγής των δεδομένων εισόδου κατά την έξοδο με αντιστροφή (με κανένα τρόπο). Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται στα κρυπτονομίσματα παράγουν έξοδο 256 bits.

Το παρακάτω παράδειγμα σύνοψης πραγματοποιείται με τη χρήση της κρυπτογραφικής συνάρτησης κατατεμαχισμού SHA-1: Αλλαγές σε μια λέξη ή γράμμα ή ακόμη και bit δημιουργούν εντελώς διαφορετικές (μεταξύ τους) συνόψεις.



Σχήμα 2: Παράδειγμα μονόδρομων συναρτήσεων κατακερματισμού

Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού έχουν επιπλέον τρεις ιδιότητες: α. Αποφυγή συγκρούσεων, β. Απόκρυψη, γ. Puzzle-friendly.

α. Αποφυγή συγκρούσεων

Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού έχουν αντοχή σε συγκρούσεις (collision resistance). Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εφικτό σε υπολογιστικό επίπεδο να εντοπιστούν δυο διαφορετικές τιμές εισόδου x και y τέτοιες ώστε $H(x) = H(y)$.

Σύγκρουση υπάρχει όταν για δυο διαφορετικές εισόδους x και y έχουμε $H(x) = H(y)$, δηλαδή όταν για δυο διαφορετικές εισόδους, η συνάρτηση κατακερματισμού παράγει ίδια έξοδο. Σε μια τέτοια περίπτωση δίνεται η δυνατότητα σε εισβολείς να μεταβάλλουν τα μηνύματα κατά τη μετάδοσή τους χωρίς η μεταβολή αυτή να γίνεται αντιληπτή από τους νόμιμους παραλήπτες τους.

Ωστόσο, σημειώνεται ότι δεν είναι εφικτό σε επίπεδο υπολογιστικό να τεκμηριωθεί ότι μια συνάρτηση κατακερματισμού ικανοποιεί αυτή την ιδιότητα της καθώς μπορεί να υπάρχουν τιμές που να δημιουργούν συγκρούσεις.

Πολλές φορές αντιμετωπίζουμε ένα δύσκολα επιλύσιμο πρόβλημα, δηλαδή αναφερόμαστε σε ένα πρόβλημα που «κανείς δεν μπορεί να βρει λύση». Παραδείγματος χάρη, αν 2^{130} τυχαίες συμβολοσειρές περάσουν από τη κρυπτογραφική συνάρτηση κατατεμαχισμού η πιθανότητα εύρεσης σύγκρουσης είναι 99.8%. Ωστόσο απαιτείται τεράστιος αριθμός υπολογισμών για 2^{130} τιμές εισόδου στη συνάρτηση κατατεμαχισμού. Ακόμη και αν όλοι οι υπολογιστές που έχουν κατασκευαστεί ποτέ από τον άνθρωπο δούλευαν από την δημιουργία του σύμπαντος μέχρι σήμερα για την εύρεση σύγκρουσης, η πιθανότητα να βρουν σύγκρουση μεταξύ των 2^{130} τιμών εισόδου είναι $< 1\%$ (μικρότερη από το να μας χτυπήσει μετεωρίτης ΤΩΡΑ). Έτσι καταλήγουμε ότι είναι ένα δύσκολα επιλύσιμο πρόβλημα από υπολογιστή.

Η αποφυγή συγκρούσεων στις κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού μπορεί να λειτουργήσει ως περίληψη των δεδομένων, π.χ. Κάποιος θέλει να εξετάσει αν δυο αρχεία video είναι ακριβώς τα ίδια, όχι τα ίδια τα video, με τη χρήση κρυπτογραφικών συναρτήσεων κατατεμαχισμού συγκρίνει τις τιμές των εξόδων. Τότε αν $H(\text{video1}) = H(\text{video2})$ τότε $\text{video1} = \text{video2}$, υπάρχει το συμπέρασμα ότι τα video είναι ίδια. Άρα το αποτέλεσμα των κρυπτογραφικών συναρτήσεων κατατεμαχισμού νοείται ως μια περίληψη των video.

Τέλος σε οποιαδήποτε συνάρτηση κατατεμαχισμού υπάρχουν πάντα συγκρούσεις.

β. Απόκρυψη

Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού έχουν σκοπό την απόκρυψη της πληροφορίας. Αυτό αφορά την προσπάθεια να μην αποκαλυφθεί η πληροφορία κανέναν ο οποίος δεν έχει εξουσιοδότηση.

Πιο συγκεκριμένα αν δοθεί μια τιμή $H(x)$ είναι υπολογιστικά αδύνατο να βρεθεί το x . Αν μία τιμή r επιλεγεί από μία κατανομή με **υψηλή ελάχιστη εντροπία** (high minimum-entropy), τότε αν είναι γνωστή η τιμή $H(r | x)$, είναι αδύνατο να βρεθεί το x , όπου $r | x$ είναι μία νέα τιμή η οποία παράγεται από τη συνένωση της τιμής r που λαμβάνεται από μία κατανομή και την τιμή εισόδου x . Ο όρος υψηλή ελάχιστη εντροπία δηλώνει ότι η κατανομή «απλώνεται πολύ» έτσι ώστε καμία

συγκεκριμένη τιμή της κατανομής δεν έχει παραπάνω από μια μικρή πιθανότητα εμφάνισης.

Αναλυτικότερα, σε ένα παράδειγμα ομοιόμορφης κατανομής, εάν η τιμή r αποτελείται από 256-bits η πιθανότητα εμφάνισης κάθε μίας τιμής είναι $\sim 1/2^{256}$, δηλαδή πάρα πολύ μικρή. Κατά συνέπεια αν επιλεγεί τιμή r από κατανομή η οποία έχει μικρή πιθανότητα να βρεθεί, τότε η τιμή $r|x$ που περνάει από την κρυπτογραφική συνάρτηση κατατεμαχισμού $H(\cdot)$ «κρύβεται» από κακόβουλους εισβολείς.

γ. Puzzle-friendly

Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού είναι puzzle-friendly όταν για την εύρεση του x δεν ακολουθείται καμία στρατηγική καλύτερη από τη δοκιμή τυχαίων τιμών του x .

Πιο συγκεκριμένα, έστω ότι δίνεται μία τιμή r από μία κατανομή με υψηλή ελάχιστη εντροπία και μία τιμή συνάρτησης κατατεμαχισμού Y , και μας ζητείται να βρούμε μια τιμή x τέτοια ώστε: $H(r|x) = Y$.

Η καλύτερη λύση (αλγόριθμος) είναι η ωμή βία (brute force), δηλαδή η δοκιμή όλων των διαθέσιμων τιμών εισόδου με σκοπό την εύρεση της εξόδου.

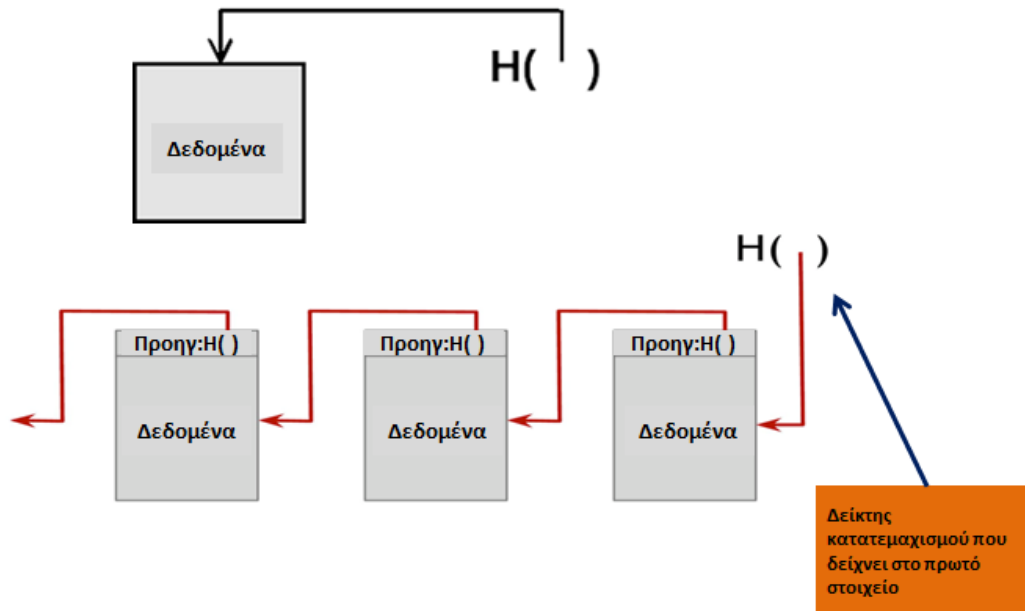
2.3. Δείκτες Κατατεμαχισμού

Αυτοί οι δείκτες παραπέμπουν σε κάποια δεδομένα και ταυτόχρονα αποτελούν τιμές κατατεμαχισμού των δεδομένων στα οποία παραπέμπουν, ώστε να μπορούν να ανακτηθούν. Ακόμη με τη χρήση αυτών των δεικτών μπορεί να επιβεβαιωθεί η όποια μεταβολή - αλλαγή τους ή των δεδομένων τους από κακόβουλο άτομο.

Οι απλοί δείκτες σε αντίθεση με τους δείκτες κατατεμαχισμού, επιτρέπουν μόνο την ανάκτηση των δεδομένων και όχι την επιβεβαίωση αυτών.

Η τιμή εξόδου $H(\cdot)$ παράγεται, αφού περαστούν τα δεδομένα από την κρυπτογραφική συνάρτηση κατατεμαχισμού $H(\cdot)$.

Σε μια απλά συνδεδεμένη λίστα, όπως φαίνεται και στο σχήμα παρακάτω, κάθε δεδομένο δείχνει –παραπέμπει με τη χρήση ενός δείκτη κατατεμαχισμού στο επόμενο στοιχείο της λίστας το οποίο προστίθεται στο τέλος αυτής. Είναι δηλαδή μια αλυσίδα από μπλοκ (blockchain).



Σχήμα 3: Αναπαράσταση δεικτών κατατεμαχισμού με συνδεδεμένη λίστα

Το Κρυπτονόμισμα (bitcoin) χρησιμοποιεί τέτοιες δομές με δείκτες κατακερματισμού, όπου αναλύεται εκτενέστερα και παρακάτω.

2.4. Ψηφιακές υπογραφές ως ταυτότητα

Ένα μήνυμα με ψηφιακή υπογραφή που μπορεί να επαληθευθεί από το δημόσιο κλειδί pk σημαίνει ότι “ο pk λέει [message]”. Το pk κάνει “δηλώσεις” για λογαριασμό του χρήστη που το παρήγαγε εφόσον λειτουργεί ως ταυτότητα του χρήστη. Όσα μηνύματα επαληθεύονται από το pk του χρήστη, σημαίνει ότι ο χρήστης λέει/υποστηρίζει αυτό το μήνυμα.

Κάθε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει όσα κλειδιά (δημόσια και ιδιωτικά) επιθυμεί, δηλαδή μπορεί να δημιουργήσει πολλές ταυτότητες. Τα κρυπτονομίσματα χρησιμοποιούν τέτοιες ταυτότητες, δηλαδή δημόσια κλειδιά pk, όπου καλούνται διευθύνσεις (addresses).

2.5. Η διαφορά μεταξύ των αρχιτεκτονικών πελάτη-διακομιστή (client-server model) και ομότιμων δικτύων (peer-to-peer networks-P2P)

Αυτοί που παρέχουν μια υπηρεσία ονομάζονται διακομιστές και αυτοί που τη ζητούν πελάτες. Το μοντέλο πελάτη - διακομιστή εξασφαλίζει την κατανομή των εργασιών ανάμεσα στους διακομιστές. Ένας κεντρικός server (υπολογιστής/ διακομιστής) τρέχει προγράμματα τα οποία μοιράζονται τους πόρους τους με τους πελάτες. Ένας πελάτης δεν μοιράζεται τους πόρους του. Αυτό που κάνει είναι να ζητά υπηρεσίες από τους διακομιστές, οι οποίοι δέχονται αιτήματα και ξεκινούν συνεδρίες με τους πελάτες.

Περισσότεροι από ένας υπολογιστές μπορούν να μοιραστούν τους πόρους τους μέσα από ένα peer-to-peer (ή P2P) δίκτυο υπολογιστών. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας, τον χώρο αποθήκευσης και το εύρος ζώνης των κόμβων. Κάθε κόμβος του δικτύου είναι ισοδύναμος με τους υπόλοιπους και μπορεί να διαβάσει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτούς. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες τέτοιων δικτύων, τα συγκεντρωτικά, τα αποκεντρωτικά και τα τρίτης γενιάς P2P δίκτυα.

Στα Συγκεντρωτικά P2P δίκτυα οι πληροφορίες και τα δεδομένα που οι χρήστες θέλουν να μοιράζονται αποθηκεύονται σε έναν κεντρικό Index Server. Μέσα σε αυτόν οι χρήστες αναζητούν αρχεία και χρησιμοποιούν ένα πρόγραμμα πελάτη. Όταν βρουν τα ζητούμενα αρχεία ανοίγουν μία σύνδεση με έναν άλλον χρήστη.

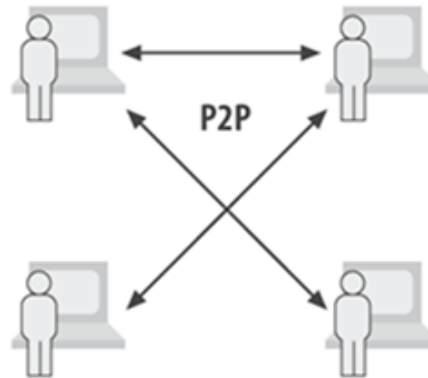
Στα Αποκεντρωτικά P2P δίκτυα ή δίκτυα δεύτερης γενιάς κάθε δίκτυο είναι ταυτόχρονα πελάτης και διακομιστής (servent). Ένας χρήστης συνδέεται μέσα από κάποιο πρόγραμμα. Η παρουσία του γίνεται γνωστή σε υπολογιστές συνδεδεμένους οι οποίοι προωθούν το μήνυμα σε ένα ευρύτερο δίκτυο υπολογιστών και έτσι ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει τα αρχεία που επιθυμεί.

Τα P2P δίκτυα τρίτης γενιάς, είναι ανώνυμα. Είναι και αυτά αποκεντρωτικά, όπως τα δίκτυα δεύτερης γενιάς και βασίζονται στη διαρκή δυνατότητα διαμοιρασμού των αρχείων και στην κωδικοποίησή τους ώστε να μην είναι δυνατόν να ελεγχθούν. Φέρουν και τον χαρακτηρισμό μικρά παγκόσμια δίκτυα.

Μοντέλο πελάτη-διακομιστή (Client-server Model)



Μοντέλο ομότιμων δικτύων (peer-to-peer networks-P2P)



Σχήμα 4: Οι δύο αρχιτεκτονικές δικτύων υπολογιστών

2.6. Το κρυπτονόμισμα (Bitcoin)

Το Bitcoin είναι ένα ψηφιακό νόμισμα που δεν εμπίπτει στη δικαιοδοσία τράπεζας ή κάποιου διαχειριστή. Κατ' επέκταση μπορούν να γίνουν μεταφορές ανάμεσα στους χρήστες, χωρίς διαμεσολαβητές. Πρόκειται για ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα ο σχεδιασμός του είναι δημόσιος και βασίζεται στην εφαρμογή ομότιμων δικτύων (peer-to-peer networks).

Με άλλα λόγια αποτελεί ένα αποκεντρωμένο δίκτυο πληρωμών. Σε αυτό οι συναλλαγές πραγματοποιούνται από τους κόμβους του δικτύου οι οποίοι έχουν υποστεί κρυπτογράφηση ελλειπτικής καμπύλης (Elliptic Curve Digital Signature-ECDSA) και καταχωρούνται σε ένα δημόσιο κατανεμημένο και αμετάβλητο «βιβλίο εγγραφών» (distributed ledger), γνωστό και ως αλυσίδα μπλοκ (blockchain).



Εικόνα 1: Το ψηφιακό κρυπτονόμισμα Bitcoin

Τα κρυπτονομίσματα αποτέλεσαν αμοιβή για τη διαδικασία της εξόρυξης (mining) και η αξία τους αντιστοιχεί σε νομίσματα, υπηρεσίες και προϊόντα.

Επιπλέον αποτελεί έναν πρωτοεμφανιζόμενο μηχανισμό κοινής συναίνεσης, αφού για να εφαρμοστεί κάποια αλλαγή στο λογισμικό ή στους κανόνες πρέπει να την αποδεχθεί ολόκληρη η κοινότητα.

Κάθε χρήστης έχει ένα λογαριασμός και δημιουργεί ένα πορτοφόλι που αποτελείται από ένα δημόσιο και ένα ιδιωτικό κλειδί. Με αυτό το κλειδί που μπορεί να είναι δημόσιο, αλλά και ιδιωτικό πραγματοποιεί τις συναλλαγές που τον ενδιαφέρουν.

Οι συναλλαγές αυτές δεν μπορούν να οδηγήσουν στα πραγματικά στοιχεία του χρήστη, αν και τα χαρακτηριστικά του αναγνωρίζονται εντός του δικτύου. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των χρηστών. Από την άλλη πλευρά δεν υπάρχει πλήρης ανωνυμία των χρηστών, αφού όλες οι συναλλαγές είναι δημοσιεύσιμες, ενώ για αυτές των οποίων ο αποδέκτης είναι δημόσιος είναι δυνατόν να αναγνωριστούν στοιχεία της ταυτότητας του χρήστη. Επιπλέον, το γεγονός πως το ιστορικό των συναλλαγών παραμένει ενεργό καθιστά τα κρυπτονομίσματα ακατάλληλα για παράνομες συναλλαγές.

Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο η χρήση κρυπτονομισμάτων δεν ενδείκνυται για συναλλαγές παράνομων δραστηριοτήτων καθώς το ιστορικό των συναλλαγών όχι μόνο δεν διαγράφεται με το πέρασμα του χρόνου, αλλά παραμένει διαθέσιμο για εξέταση από όλους, για πάντα.

2.7. Κεντρικοποιημένο Σύστημα Συναλλαγών

Σε ένα κεντρικοποιημένο σύστημα, όπως το κεντρικό τραπεζικό σύστημα, οι συναλλαγές πραγματοποιούνται με την παρουσία ενός τρίτου μέρους για τη διεξαγωγή τους. Αυτό είναι συνηθισμένο σε μια ρύθμιση τράπεζας, όπου ένας πελάτης εμπιστεύεται την τράπεζα για να κρατήσει τα χρήματά του. Ο λόγος για αυτή τη ρύθμιση είναι ότι οι τράπεζες προσφέρουν την υποδομή ασφάλειας και παρακολούθησης που ένα άτομο δεν μπορεί να επιτύχει μόνο του.

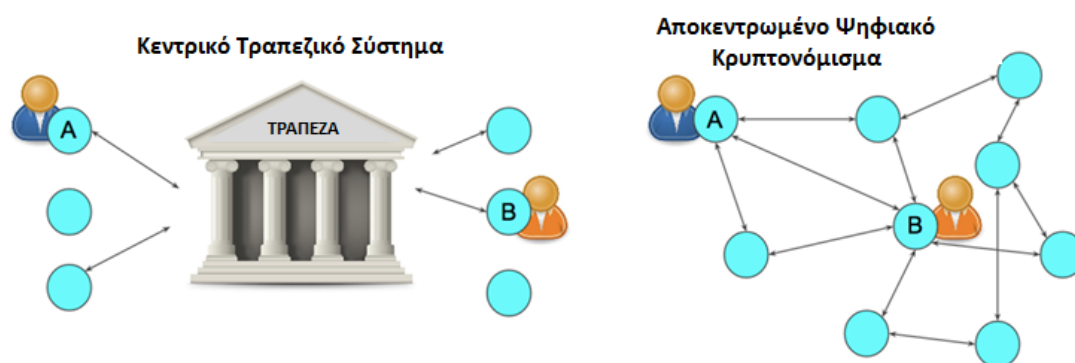
Ακόμη στο κεντρικό ψηφιακό νόμισμα ο έλεγχος είναι συγκεντρωτικός και εφαρμόζεται από την ίδια την τράπεζα και κατ' επέκταση το ίδιο το κράτος και την αστυνομία.

2.8. Αποκεντρωμένο Σύστημα Συναλλαγών

Αντίθετα, οι αποκεντρωμένες συναλλαγές καταργούν την ανάγκη για διαμεσολαβητές τρίτων.

Τα κρυπτονομίσματα χρησιμοποιούν ισχυρή κρυπτογραφία μέσω αλγορίθμων για την εξασφάλιση συναλλαγών. Τα χρήματα και τα περιουσιακά στοιχεία των χρηστών προστατεύονται από πιθανές εξαπατήσεις, αφού οι χρήστες έχουν τον έλεγχο των κεφαλαίων τους. Έτσι εξαλείφεται ο κίνδυνος που υπάρχει στη διαχείριση των κεντρικών δεδομένων που συχνά είναι ευάλωτα σε βλάβες που προκαλούνται από επιτήδειους του κυβερνοχώρου (hackers).

Και τα δύο συστήματα είναι κατά της παραχάραξης και της παραποίησης των συναλλαγών.



Σχήμα 5: Διαφορά μεταξύ κεντροποιημένου και αποκεντρωμένου συστήματος συναλλαγών

2.9. Η λειτουργία της τεχνολογίας της αλυσίδας μπλοκ (Blockchain)

Η τεχνολογία blockchain αφορά ένα δίκτυο ανθρώπων που δημιουργούν από κοινού. Δημιουργούν ένα δίκτυο βασικό χαρακτηριστικό του οποίου είναι ότι αποτελεί ομότιμο δίκτυο.

Το κύριο χαρακτηριστικό του δικτύου αυτού που χρησιμοποιείται στην τεχνολογία της αλυσίδας και στη γλώσσα των υπολογιστών ανήκει στην κατηγορία ομότιμων δικτύων.

Η βασική ιδέα της τεχνολογίας blockchain, είναι μια κοινόχρηστη βάση δεδομένων που διανέμεται σε πολλούς υπολογιστές. Οι συναλλαγές ονομάζονται μπλοκ. Τα συνδεδεμένα μπλοκ σχηματίζουν μια αλυσίδα και όλοι όσοι ανήκουν στο

δίκτυο της αλυσίδας μπλοκ (blockchain) μπορούν να δουν την πλήρη εγγραφή συναλλαγών στη βάση δεδομένων.

Κάθε μπλοκ περιέχει τον κρυπτογραφικό κατακερματισμό (cryptographic hash) του προηγούμενου μπλοκ, μια χρονική εγγραφή (timestamp) και δεδομένα συναλλαγών.



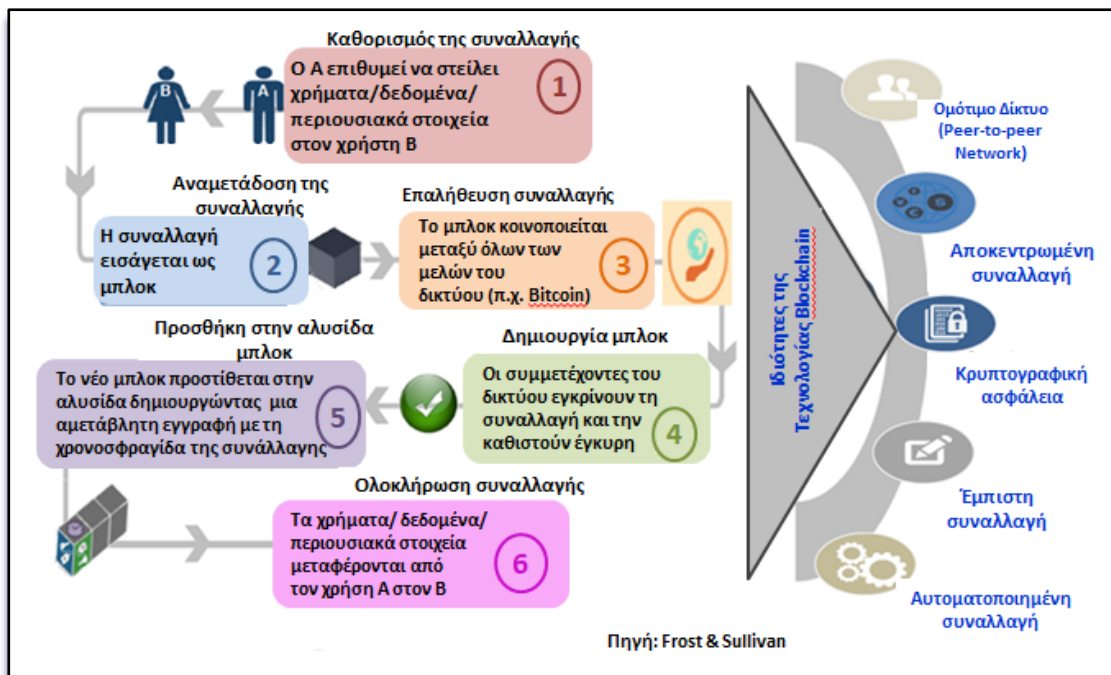
Εικόνα 2: Η τεχνολογία της αλυσίδας μπλοκ (Blockchain)

Σχετικά με το σχεδιασμό, μια αλυσίδα μπλοκ (blockchain) είναι ανθεκτική στην τροποποίηση των δεδομένων, καθώς τα δεδομένα δεν μπορούν να αντικατασταθούν και είναι σχεδόν αδύνατο να παραποιηθούν εξαλείφοντας πλήρως πιθανές απάτες. Όλες οι εγγραφές είναι κοινόχρηστες και προσβάσιμες μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου και δεν μπορούν να τροποποιηθούν μετά την αποθήκευση.

Επιπλέον, μια αλυσίδα μπλοκ (blockchain) είναι αντικείμενο διαχείρισης από ένα ομότιμο δίκτυο (peer-to-peer network) το οποίο ακολουθεί ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας ανάμεσα στους κόμβους και επικυρώνει τα νέα μπλοκ.

Ακόμη το δίκτυο αυτοελέγχεται και επαληθεύει τα δεδομένα κάθε δέκα λεπτά εξασφαλίζοντας έτσι την ακεραιότητά τους. Όλα τα μέλη ενημερώνονται αμέσως για αλλαγές και μπορούν να έχουν πρόσβαση στο ιστορικό δεδομένων.

Τέλος, η αντιγραφή σε βάσεις δεδομένων και η υπολογιστική εμπιστοσύνη που διέπει τους χρήστες μέσω κρυπτογραφίας διατηρεί την ποιότητά τους. Όλοι οι χρήστες έχουν τα ίδια επίπεδα αξιοπιστίας.



Σχήμα 6: Η λειτουργία της Τεχνολογίας του blockchain

2.10. Ομοφωνία σε ομότιμα δίκτυα

Η διαδικασία κατά την οποία οι χρήστες του δικτύου συμφωνούν για την εγκυρότητα μιας συναλλαγής, ονομάζεται *ομοφωνία*.

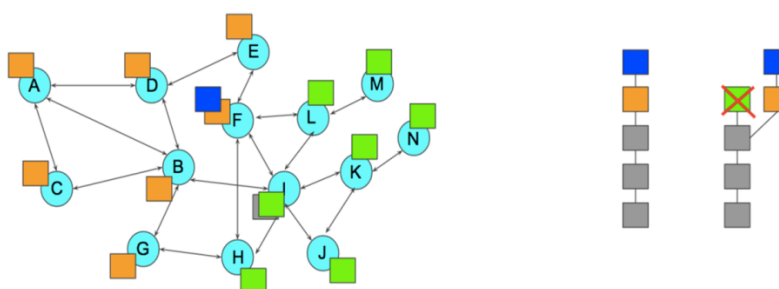
Στα κεντροποιημένα συστήματα δεν υπάρχει το πρόβλημα της ομοφωνίας, διότι αποφασίζει ο κεντρικός κόμβος (π.χ. κεντρική τράπεζα).

Στα αποκεντρωμένα συστήματα, όπως είναι ένα δίκτυο Bitcoin, για να καταστεί μια συναλλαγή που έχει σταλεί στο δίκτυο αυτό ως επικυρωμένη, πρέπει να γίνει μέρος του παγκόσμιου «βιβλίου εγγραφών», του blockchain. Συνεχώς εκπέμπονται νέες δοσοληψίες προς όλους τους κόμβους του δικτύου του Bitcoin. Κάθε δέκα λεπτά, κατά μέσο όρο, παράγεται ένα καινούριο μπλοκ, το οποίο περιέχει όλες τις συναλλαγές έως και το τελευταίο μπλοκ.

Επιπλέον, κάθε κόμβος του ομότιμου δικτύου συλλέγει ένα σύνολο από εκκρεμείς δοσοληψίες που έλαβε και δημιουργεί ένα νέο προσωρινό μπλοκ (pool), που δεν έχει εισαχθεί ακόμη στο ομόφωνο ιστορικό. Καθώς δημιουργείται ένα καινούριο μπλοκ προστίθενται οι μη επικυρωμένες συναλλαγές, από το προσωρινό μπλοκ, σε ένα καινούριο μπλοκ. Αρμοδιότητα των κόμβων είναι να επικυρώσουν την εγκυρότητα του μπλοκ μέσα από την επίλυση ενός προβλήματος (Proof-of-Work).

Σε κάθε γύρο, επιλέγεται τυχαία ένας κόμβος από το ομότιμο δίκτυο, ο οποίος εκπέμπει σε όλο το δίκτυο το μπλοκ δοσοληψιών που δημιούργησε. Μόλις λυθεί ο αλγόριθμος, τότε δημιουργείται ένα νέο μπλοκ που προστίθεται στο παγκόσμιο «βιβλίο εγγραφών» (blockchain) και δημιουργείται και ένας αριθμός νέων Bitcoin, που θα απονεμηθούν σε αυτόν που επέλυσε το πρόβλημα.

Το Bitcoin αποτελεί και μηχανισμό κινήτρων για να συμπεριφέρονται οι κόμβοι τίμια αφού επιβραβεύονται με την απόκτηση Bitcoin. Αυτός είναι και ο μόνος τρόπος δημιουργίας νέων νομισμάτων Bitcoin.



Σχήμα 7: Ομοφωνία σε ομότιμο δίκτυο

2.11.Η τεχνολογία Blockchain στον τομέα της Υγειονομικής Περίθαλψης

Η ηλεκτρονική υγεία εμπεριέχει πολλούς τομείς, όπως τη συνεργασία μεταξύ των νοσούντων και των φορέων που προσφέρουν τις υγειονομικές υπηρεσίες, όπως και την επικοινωνία ανάμεσα στους πρώτους και τους εργαζομένους στον τομέα της υγείας. Τελευταίο που περιλαμβάνεται στην ηλεκτρονική υγεία είναι η ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ των ιδρυμάτων.

Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει στον τομέα της Υγείας και Περίθαλψης να βελτιώσει την απόδοση, την υπευθυνότητα και τη διαφάνεια διαχείρισης των δεδομένων των ασθενών, την παρακολούθηση τους καθώς και να μειώσει το κόστος ιατρικών εξετάσεων.

Η Blockchain λόγω του ανοιχτού και κατανεμημένου χαρακτήρα στις σχέσεις συναλλαγής, δίνει τη δυνατότητα μέσα από αυτή να γίνεται η επίβλεψη της αλυσίδας εφοδιασμού τόσο για τον ιατρικό εξοπλισμό όσο και για όλα τα υπόλοιπα σχετικά προϊόντα, αλλά ακόμα και για την παροχή ιδεών για πρόληψη διάφορων πρακτικών με δόλιους σκοπούς.

Επιπλέον, οι συναλλαγές γίνονται με ασφάλεια και εντοπίζονται μέσα από τη τροποποίηση μιας αλυσίδας για εφοδιασμό ιατρικών προϊόντων σε μια αλυσίδα που στηρίζεται σε ψηφιακά μέσα με μπλοκ τα οποία είναι συνεχώς ορατά.

Ειδικότερα, στον εφοδιασμό εμβολίων για διανομή τους, σε παγκόσμια κλίμακα, εκτός από πληροφορίες, όπως ο τύπος, η ημερομηνία κατασκευής εμβολίου και ο προορισμός τους, μπορούν να προστεθούν και άλλα δεδομένα με ασφάλεια στο blockchain, που θα οδηγήσουν σε σημαντικές βελτιώσεις για κατασκευαστές, διαχειριστές, εργαζόμενους στον τομέα της υγείας.

Το αποτέλεσμα αυτών των βελτιώσεων θα είναι η μείωση της σπατάλης των προϊόντων εμβολίου, η εμπιστοσύνη του καταναλωτικού κοινού στα εμβόλια, αλλά και η αποτροπή ανεπιθύμητων συμβάντων, όπως η αλλοίωση της κατάστασης των εμβολίων, λανθασμένος προορισμός, οικονομική απάτη, κ.α.



Εικόνα 3: Εμβόλια

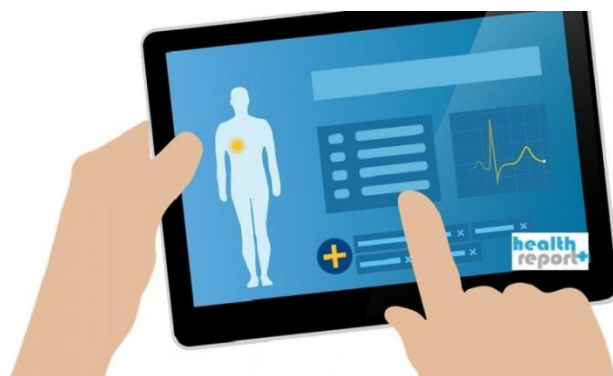
Σήμερα τα συστήματα υγείας είναι συνήθως κατακερματισμένα. Τα νοσοκομεία, κέντρα υγείας, γενικοί και ειδικοί ιατροί, διαγνωστικές κλινικές, δεν έχουν ασφαλείς μεθόδους για την ανταλλαγή των δεδομένων τους, αλλά εξίσου προβληματική είναι και η συσχέτιση των φακέλων στον τομέα της υγείας και της περίθαλψης λόγω της ανυπαρξίας κανόνων που να εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο σε όλους τους ενδιαφερομένους του συστήματος.

Με τη διευρυμένη χρήση του blockchain λύνεται και το θέμα της ασφάλειας ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων των ασθενών (ιατρικό ιστορικό), λόγω της κρυπτογραφικής και πρακτικά απαραβίαστης φύσης του συστήματος. Οι ασθενείς επιλέγουν ποιος ή ποιόι θα έχουν πρόσβαση στον ιατρικό ιστορικό τους ανάλογα με τις προϋποθέσεις που πληρούν.

Επίσης η τεχνολογία blockchain, σε ένα σύστημα υγείας, θα μπορούσε να επιλύσει το πρόβλημα της διαλειτουργικότητας προκειμένου να επιτρέπει στο δίκτυο να επικοινωνεί και με άλλα χωρίς αναστολές ή εμπόδια.

Τα σημερινά Ηλεκτρονικά Αρχεία Υγείας (Electronic Health Records-EHR) συνήθως δεν διαθέτουν διαλειτουργικότητα και υπάρχουν προβλήματα επικοινωνίας ανάμεσα τους. Το ιατρικό προσωπικό αντιμετωπίζει συχνά επείγοντα περιστατικά που χρήζουν άμεσης ιατρικής φροντίδας χωρίς πρόσβαση στο ιατρικό ιστορικό ή χωρίς να υπάρχει ακεραιότητα των ιατρικών δεδομένων τους.

Σε ένα δίκτυο που στηρίζεται σε πολλές πηγές, οι σχετικές πληροφορίες του ασθενούς, όπως οι εξετάσεις που μετρούν τις λειτουργίες του σώματος του, οι εφαρμογές συσκευών που αναφέρονται ως «έξυπνες» (στην περίπτωση που γίνεται χρήση τους), αλλά και οι θεραπευτικές αγωγές που έχει λάβει, συγκεντρώνονται καθ'όλη τη ζωή τους και καταγράφονται στον φάκελο τους, ο οποίος πλέον είναι ηλεκτρονικός και είναι προσβάσιμος σε κάθε μονάδα του υγειονομικού συστήματος.



Εικόνα 4: Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας Ασθενούς

Η τεχνολογία blockchain δίνει τη δυνατότητα για όλη τη διαδικασία της διερεύνησης να βελτιστοποιηθεί, τόσο για την αναθεώρηση όσο και για όλη τη διάρκεια της πειραματικής εργασίας των κλινικών δοκιμών.

Οι κλινικές δοκιμές έχουν ως αποστολή τους να καθορίσουν ποιά φάρμακα είναι αποτελεσματικά και ασχολούνται περισσότερο με αυτά που θεραπεύουν συγκεκριμένες ασθένειες ή για την εφεύρεση καινούριων.

Τα στοιχεία που προέρχονται από αυτές, συμπεριλαμβανομένων πιθανών ανεπιθύμητων ενεργειών, θα ανακοινώνονται αμέσως μόλις προκύπτουν. Αυτό το γεγονός θα οδηγήσει σε ενίσχυση της ασφάλειας και θα ενθαρρύνει τις κλινικές δοκιμές ώστε να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους. Επίσης, θα δώσει κίνητρα

στην συνεργασία μεταξύ της ερευνητικής κοινότητας. Επιπλέον, θα είναι εφικτή η διόρθωση τυχόν σφαλμάτων και η εισαγωγή νέων δεδομένων.

Η εφαρμογή έχει τέτοιου είδους φύση η οποία δεν επιτρέπει οποιαδήποτε διαγραφή με αποτέλεσμα όλες οι ενέργειες να γίνονται ορατές κάθε στιγμή και επ'αόριστον.

Έτσι, διευκολύνεται η πραγματοποίηση κρίσιμων δοκιμών για ασθένειες που είναι δύσκολο να θεραπευτούν και η ασφαλής εναλλαγή στοιχείων χωρίς την απόκρυψη όποιου δεδομένου. Αυτό ισχύει συγχρόνως για όσους ανήκουν στην ερευνητική ομάδα όσο και για τους απλούς πολίτες.



Εικόνα 5: Κλινικές δοκιμές

Ακόμη, καταβάλλεται προσπάθεια από διάφορους οργανισμούς για τη δημιουργία ενός ηλεκτρονικού παγκόσμιου συστήματος υγείας που θα επιτρέπει στην καλύτερη δυνατή πρόληψη και περίθαλψη των ασθενών. Η τεχνολογία blockchain συμβάλλει στην επεξεργασία τεράστιας ποσότητας πληροφοριών, διαφορετικών τύπων και με μεγάλη ταχύτητα.

Οι οργανισμοί υγείας θα μπορούν να πραγματοποιούν μεταξύ τους ανταλλαγή των δεδομένων των ασθενών, σεβόμενοι την ασφάλεια και το ιατρικό απόρρητο με την αξιόπιστη συνεργασία όλων των συμμετεχόντων στο δίκτυο, ενώ παράλληλα θα καταγράφεται μια αμετάβλητη διαδρομή ελέγχου όλων των αλληλεπιδράσεων και των συναλλαγών.

Επίσης μέσω της τεχνολογίας αυτής οι φαρμακευτικές εταιρείες μπορούν να διασφαλίσουν την αυθεντικότητα των φαρμάκων που κυκλοφορούν στις παγκόσμιες αγορές.

Στην ιχνηλασιμότητα των φαρμάκων από ιατρούς και άλλους επαγγελματίες υγείας που παρέχουν φροντίδα, απαιτείται ασφαλής παρακολούθηση της αλυσίδας εφοδιασμού για την αποτροπή της διανομής πλαστών ή παράνομων φαρμάκων.

Τα πλαστά φάρμακα ενέχουν κινδύνους, όταν τα δραστικά συστατικά τους μεταβάλλονται ή δεν έχουν τις σωστές αναλογίες. Αυτά θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και την επιτυχία της θεραπείας ή μπορεί να οδηγήσουν σε εθισμό και εξάρτηση. Ακόμη, ίσως έχουν άγνωστες παρενέργειες, μερικές από τις οποίες μπορεί να είναι θανατηφόρες.



Εικόνα 6

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η παράνομη μεταφορά ή η μη εξουσιοδοτημένη παραγωγή ελεγχόμενων ουσιών, η τεχνολογία blockchain συμβάλλει στην παρακολούθηση των διαδικασιών με ασφάλεια, υποδεικνύοντας την ημερομηνία παραγωγής των φαρμάκων και επισημαίνοντας όλα τα δεδομένα αναγνώρισης και σύνθεσης των ουσιών σε ένα αμετάβλητο αρχείο.



Πηγή: Anca Petre

2.12.Οφέλη των ασθενών από την Τεχνολογία Blockchain στην Υγειονομική Περίθαλψη

Στην τρέχουσα κατάσταση στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι ασθενείς δεν έχουν το δικαίωμα εισόδου στα ηλεκτρονικά αρχεία που έχουν σχέση με την υγεία τους (Electronic Medical Records-EMRs). Ένα μεγάλο μειονέκτημα επίσης του υπάρχοντος συστήματος είναι ότι ο ασθενής δεν γνωρίζει πως χρησιμοποιούνται τα ιατρικά δεδομένα του. Ως αποτέλεσμα είναι να αντιμετωπίζονται εμπόδια και δυσκολίες στη συνεργασία, τη συμμόρφωση αλλά και τη θεραπεία επειδή οι ασθενείς δεν εμπιστεύονται τις διαδικασίες για τη χρήση των προσωπικών τους ιατρικών δεδομένων.

Με τη τεχνολογία Blockchain πλέον, τα προσωπικά αρχεία του ασθενούς μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα «βιβλίο εγγραφών» (Blockchain ledger), όπου δεδομένα όπως ασθένειες, ιατρικές και εργαστηριακές εξετάσεις, συνταγογραφούμενα φάρμακα, κ.α. μπορούν να κρυπτογραφηθούν με ασφάλεια. Αφού αποθηκευτούν όλες οι πληροφορίες στο σύστημα, ο ασθενής λαμβάνει ένα ιδιωτικό κλειδί για να μπορεί να έχει επαφή με τα δεδομένα του, ώστε να χρησιμοποιούνται μόνο εάν το επιτρέπει ο ίδιος.

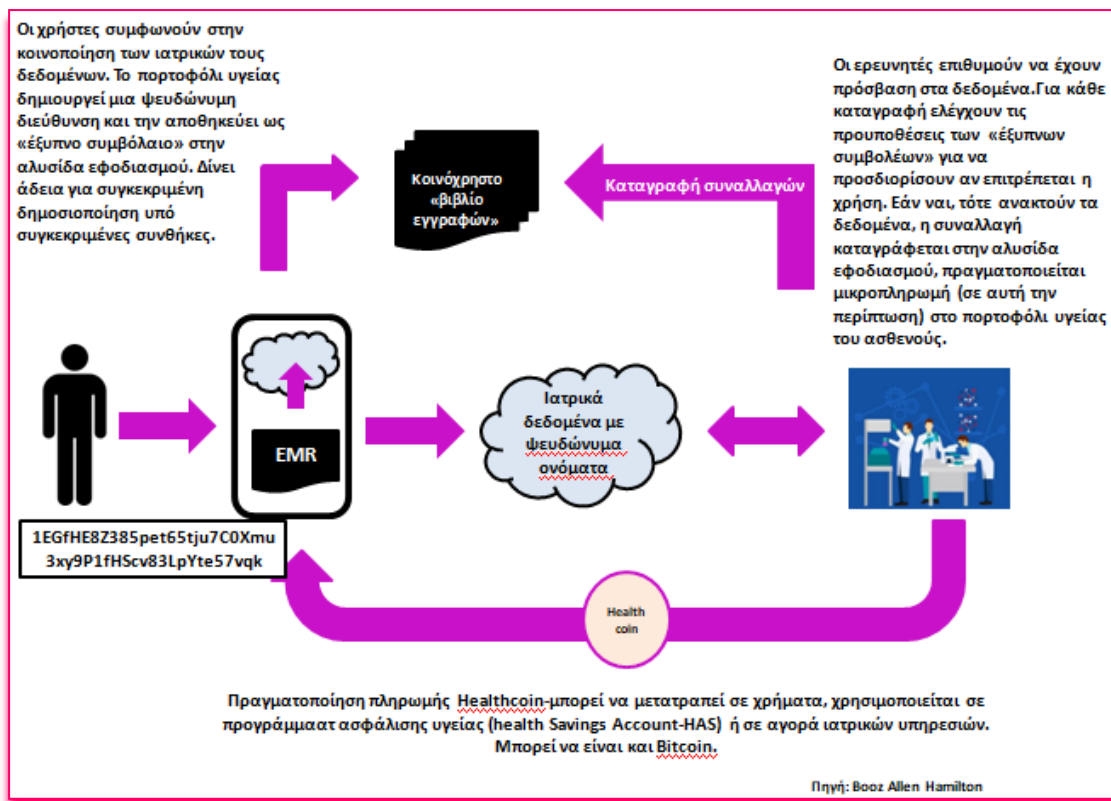
Σε περίπτωση που οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται από κάποιον ιατρό ή φαρμακείο ή ερευνητικό εργαστήριο, η ταυτότητα του ασθενούς παραμένει ανώνυμη.



Σχήμα 9: Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στην Υγειονομική Περίθαλψη

Προκειμένου να υπάρχει πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα του ασθενούς πραγματοποιείται μια συμφωνία-«έξυπνο συμβόλαιο» (smart contract) όπου αναγράφονται όλες οι απαιτήσεις. Για παράδειγμα, σε ποια νοσοκομεία επιτρέπει ο ασθενής να επεξεργάζονται και να ανταλλάσουν τα δεδομένα του, ποιοι ιατροί μπορούν να έχουν πρόσβαση και τι είδους δεδομένα είναι διαθέσιμα για το φαρμακείο και το ιατρικό εργαστήριο. Επομένως ο καθορισμός κατάλληλων κανόνων στο «έξυπνο συμβόλαιο» είναι σημαντικός και πρέπει να περιλαμβάνει τη συναίνεση όλων των σχετικών μερών.

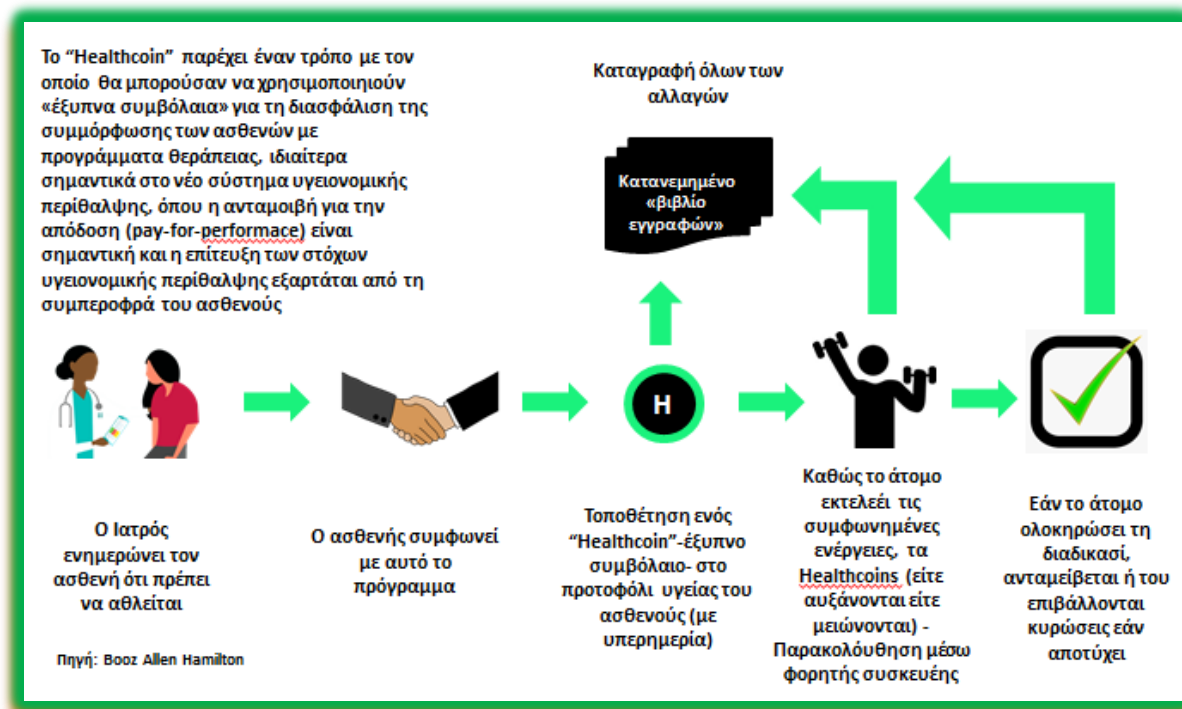
Μόλις πραγματοποιηθεί το «έξυπνο συμβόλαιο» μεταξύ ασθενούς και παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, η συναλλαγή που περιέχει τις πληροφορίες σχετικά με τα δεδομένα δημιουργεί μια διεύθυνση και την αποθηκεύει στο «έξυπνο συμβόλαιο», τότε με τη τεχνολογία blockchain εκτελείται η διαδικασία προγραμματισμού ενός κώδικα. Η διεύθυνση αυτή καθορίζει και τη διεύθυνση για τα δεδομένα του ασθενούς στη βάση δεδομένων.



Σχήμα 10: «Έξυπνο σύμβολο» - Πρόσβαση ερευνητών στα προσωπικά δεδομένα ασθενούς

Τα «έξυπνα σύμβολα» επιτρέπουν τις μικροπληρωμές για την παροχή κινήτρων για συγκεκριμένη συμπεριφορά των ασθενών. Αυτά τα σύμβολα μπορούν να προγραμματιστούν ως επιβράβευση και ανταμοιβή τους για την παρακολούθηση ενός συγκεκριμένου προγράμματος θεραπείας ή για την κοινοποίηση των δεδομένων τους για κλινική έρευνα.

Η πληρωμή γίνεται με το Health coin, το οποίο είναι το νόμισμα που μετατρέπει τα δεδομένα τους ασθενούς σε αγορά ιατρικής υπηρεσίας, χρηματικό ποσό ή σε Bitcoin.



Σχήμα 11: «Έξυπνο συμβόλαιο» - Πρόγραμμα θεραπείας ασθενούς με ανταμοιβή Healthcoïn

Συμπερασματικά, το αποκεντρωμένο σύστημα τεχνολογίας Blockchain εγγυάται την ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων, καθώς όλα τα αρχεία υγείας είναι κρυπτογραφημένα, επομένως οι πληροφορίες δεν μπορούν να κλαπούν ή να παραποιηθούν χωρίς την άδεια του ασθενούς.

Το σύστημα παρέχει αυτονομία και ανεξαρτησία των «έξυπνων συμβολαίων», χαμηλότερο τέλος για τις συναλλαγές λόγω απουσίας διαμεσολαβητή (τράπεζα, άλλη εταιρεία, κτλ). Η εύκολη προσβασιμότητα των ασθενών σε οποιαδήποτε συσκευή τους βοηθά να παρακολουθούν τα δεδομένα υγείας τους και σε περίπτωση ανάγκης μπορούν να συνδεθούν ανά πάσα στιγμή και να συμβουλευτούν την ομάδα φροντίδας τους.

Τα «έξυπνα συμβόλαια» συμβάλλουν στην έλεγχο της αλυσίδας εφοδιασμού φαρμάκων, έτσι ώστε φαρμακευτικές εταιρείες, φαρμακοποιοί, κτλ να μπορούν να ελέγχουν τα δεδομένα προς επαλήθευση της γνησιότητας των εγγράφων και της προέλευσης των φαρμάκων.

Σύμφωνα με τις προτεραιότητες της **Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ)** λειτουργεί και η ηλεκτρονική υγεία με σκοπό την προστασία και την προαγωγή του δημόσιου υγειονομικού συστήματος.

3.1. Προκλήσεις Συστημάτων Υγείας

Γνωστό σε όλους είναι το γεγονός πως τα συστήματα υγείας διεθνώς βρίσκονται αντιμέτωπα με πολλά ζητήματα, τα οποία θα μπορούσαν να επιλυθούν με τη συμβολή των εφαρμογών της **Ηλεκτρονικής Υγείας (e-health)**.

Καταρχάς, με την αυξανόμενη κινητικότητα των πολιτών και των ασθενών εντός της χώρας, αλλά και της διασυνοριακής κυκλοφορίας τους, προκύπτουν δυσκολίες πρόσβασης στα ιατρικά τους δεδομένα λόγω έλλειψης διαλειτουργικότητας του συστήματος υγείας. Οι πολίτες με την ηλεκτρονική υγεία έχουν την δυνατότητα να εξασφαλίσουν την περίθαλψη των ιδίων ανεξαρτήτως του τόπου που βρίσκονται καθιστώντας δυνατή την ανταλλαγή πληροφοριών με τη συνεργασία των εκάστοτε φορέων υγείας.

Οι δαπάνες για την κάλυψη του τομέα της υγείας έχουν αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Την ίδια περίοδο επεκτάθηκε το προσδόκιμο όριο ζωής και συγχρόνως με τη γήρανση του μέσου όρου του πληθυσμού δημιουργείται μεγάλο πρόβλημα για κάθε σύγχρονο υγειονομικό σύστημα και σύστημα που παρέχει κοινωνική πρόνοια. Η ηλεκτρονική υγεία σε συνδυασμό με τη τεχνολογία του σήμερα μπορεί να αποτελέσει πολύ σπουδαίο παράγοντα για την επίτευξη της διάγνωσης της νόσου στα πρώτα της στάδια αλλά και στην θεραπεία των ασθενειών που συνήθως εμφανίζονται στα γηρατειά και μπορούν να οδηγήσουν σε διάφορων ειδών αναπηρίες. Επίσης, πρέπει να επισημανθεί πως για την επιβίωση του προνοιακού κράτους και για την εξασφάλιση μια παραγωγικής ζωής μέσα στην ευτυχία για τους ηλικιωμένους είναι απαραίτητο να μειωθεί τόσο το κόστος όσο και η χρήση των υπηρεσιών υγείας.

Είναι κοινώς γνωστό πως η πιο αποτελεσματική παροχή υγειονομικών υπηρεσιών και η αύξηση των απαιτήσεων για καλύτερη ποιότητα στην περίθαλψη συνδέονται με την καλύτερη κοινωνικοοικονομική θέση όπως και με το εισόδημα υψηλού επιπέδου. Όσο μεγαλώνει η εισοδηματική διάκριση τόσο μεγαλώνουν και οι διαφορές εντός του υγειονομικού συστήματος. Από το γεγονός αυτό απορρέει η άποψη πως υγεία και εισόδημα είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η εφαρμογή της ηλεκτρονικής υγείας μπορεί να εξομαλύνει τις διαφορές αυτές παρέχοντας ισότιμη υγειονομική περίθαλψη σε όλες τις κοινωνικές ομάδες.

Επιπλέον, ο μεγάλος όγκος των πληροφοριών σχετικά με την κοινωνική φροντίδα των ασθενών, υποστηρίζεται από πενιχρά συστήματα που συλλέγουν και επεξεργάζονται με απλό και παρωχημένο τρόπο τα ιατρικά δεδομένα του ασθενούς. Γι'αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη της ένταξης της ηλεκτρονικής υγείας στη διαδικασία ανάπτυξης του κλάδου που είναι αρμόδιος για τη διαχείριση και τον έλεγχο των δεδομένων στο υγειονομικό σύστημα μέσω πιο εξελιγμένων συστημάτων και εφαρμογών πληροφορικής και επικοινωνιών.

Κατά προσέγγιση θεωρείται πως η αύξηση στα υγειονομικά κόστη θα λάβει ύψος 5% στις χώρες της Ευρώπης για τα επόμενα χρόνια συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Οργανισμοί, που ανήκουν στο υγειονομικό σύστημα, π.χ. νοσοκομεία, πρέπει να μεταβληθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιηθεί η σύγχρονη τεχνολογία και να αντιμετωπίσουν τις νέες προκλήσεις μέσω της αυτοματοποίησης και της γενικότερης βελτίωσης. Η εφαρμογή των υπηρεσιών της ηλεκτρονικής υγείας στα νοσοκομεία μπορεί να αποτελέσει παράγοντα μείωσης στο κόστος και συνάμα αύξησης στην αποδοτικότητα των υγειονομικών υπηρεσιών.

Κυρίαρχος στόχος είναι η καλύτερη δυνατή μέριμνα για τους νοσούντες μέσα από την αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων που παρέχει η πληροφορική και οι τηλεπικοινωνίες. Με την συνδρομή της τηλεϊατρικής γίνεται πιθανή η παροχή της εξ αποστάσεως περίθαλψης και γενικότερης φροντίδας ενός ασθενούς με αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα επίβλεψης του, αφού η περίθαλψη λαμβάνει χώρα μέσα από τον προσωπικό του χώρο. Επίσης η λειτουργία της νοσοκομειακής μονάδας γίνεται αποδοτικότερη, αφού χρόνιες παθήσεις ασθενών αντιμετωπίζονται με πιο αποτελεσματικό τρόπο, εξοικονομώντας πόρους.

3.2.Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)



Εικόνα 1

Την σύγχρονη εποχή οι απόψεις συμφωνούν στο ότι το υγειονομικό σύστημα εφόσον αποτελεί τον βασικό θεσμό του προνοιακού κράτους τότε θα πρέπει να καλύπτει τόσο την περίθαλψη αλλά συνάμα και τη δημιουργία ενός καλύτερου υγειονομικού περιβάλλοντος για τους ανθρώπους και να οδηγήσει σε αναβάθμιση την ευημερία του κοινωνικού συνόλου.

Η Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ) θεωρείται ως η είσοδος του καθενός στο σύστημα υγείας της χώρας που ζει, όπως και η πρώτη επικοινωνία του με τους αρμόδιους του κλάδου αυτού. Αυτή παρέχει βοήθεια τόσο στην αντιμετώπιση και καλύτερευση του τομέα της διαχείρισης των νοσούντων αλλά και των ίδιων των ασθενειών, όσο και στον εξορθολογισμό της ζημιογόνας περίθαλψης που παρέχεται με τις νέες τεχνολογίες.

Προσφέρει ολοκληρωμένες υπηρεσίες για τη μέριμνα της υγείας μέσα από την διάγνωση ή και την πρόληψη των ασθενειών. Επίσης, περιλαμβάνονται σε αυτές η θεραπεία συνηθισμένων ασθενειών και τραυματισμών, οι οποίοι δεν είναι απαραίτητο οι πολίτες να εισαχθούν σε κάποιο νοσοκομείο αλλά οι υπηρεσίες προσφέρονται στον ασθενή από το σπίτι ή τον τόπο που εργάζεται. Παράλληλα διασφαλίζει τη συνέχιση της φροντίδας του ασθενούς μετανοσοκομειακά.

Επιπλέον, οι υπηρεσίες πρωτοβάθμιας περίθαλψης εξασφαλίζουν την ισάξια προσβασιμότητα όλων των πολιτών αντάξια των προσδοκιών τους τόσο στο επίπεδο της ατομικότητας όσο και σε οικογενειακά πλαίσια.

3.3. Υπηρεσίες Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ)

Η ΠΦΥ (Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας) στην Ελλάδα προσφέρεται από τα Κέντρα Υγείας και τα Περιφερειακά Ιατρεία, όπως και από τον οργανισμό του ΠΕΔΥ. Επίσης, παρέχεται από ιδιωτικά κέντρα που ασχολούνται με τη διάγνωση ασθενειών αλλά και από ιατρούς του ιδιωτικού τομέα.

Η παροχή υπηρεσιών ΠΦΥ αφορά την άσκηση ιατρικής πράξης σε ασθενείς χωρίς να απαιτηθεί η εισαγωγή του σε νοσοκομειακή μονάδα. Πιο συγκεκριμένα, οι ιατροί έχουν την δυνατότητα να καταγράψουν το ιστορικό νοσηλείας των ασθενών, να κάνουν διάγνωση μέσα από την ανάγνωση των ακτινογραφιών τους ή μέσα από τις εξετάσεις τους και τέλος να συμβουλευθούν τους ασθενείς τους ως προς την θεραπεία που θα είναι βέλτιστο να ακολουθήσουν. Έτσι, το κόστος λειτουργίας των υγειονομικών μονάδων θα περιοριστεί.

Πρέπει να επισημανθεί πως οι κοινωνίες του σήμερα συμβαδίζουν με προσδοκίες του κοινού οι οποίες είναι περισσότερο αυξημένες από ότι ήταν στο παρελθόν. Αυτές αφορούν τόσο την περίθαλψη τους όσο και γενικότερα την ιατρική μέριμνα, τα οποία προσπαθούν για μια βελτιωμένη ποιότητα στη ζωή των ανθρώπων. Οι προσπάθειες αυτές γίνονται σε μεγάλο βαθμό και στο υγειονομικό σύστημα ειδικά από τα τέλη του 20^{ου} αιώνα και μετά. Πιο συγκεκριμένα, αφορά την προσφορά των διαθέσιμων υπηρεσιών της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας, οι οποίες εμπεριέχουν και την πρόληψη ασθενειών αλλά και την ίδια την προώθηση της υγείας.

Κύριος προσανατολισμός της ΠΦΥ είναι ο προσυμπτωματικός έλεγχος, προγράμματα εμβολιασμού, η θεραπεία, καθώς και η παρακολούθηση και αποκατάσταση των χρονίως πασχόντων από καρδιαγγειακές παθήσεις, Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), βρογχικό άσθμα, κ.α. μέσα από διαγνωστικά, θεραπευτικά και φαρμακευτικά πρωτόκολλα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της ΠΦΥ είναι οι ιατρικές πληροφορίες και τα αντίστοιχα δεδομένα να είναι επιβεβαιωμένα υπό την κατοχή της όπως και η αντίστοιχη διαχείριση τους μέσω της χρήσης μίας ολοκληρωμένης πλατφόρμας ηλεκτρονικής υγείας. Έτσι παρέχονται στους ειδικούς του κλάδου υπηρεσίες και τα κατάλληλα εργαλεία, βέβαια δεν αφορά μόνο τους επαγγελματίες αλλά και στους νοσούντες, οι οποίοι λαμβάνουν πληροφόρηση από έγκυρη πηγή αλλά και εγγύτατη εξυπηρέτηση διατηρώντας ασφαλή και έγκυρα τα προσωπικά του ιατρικά δεδομένα.

Ακόμη η ΠΦΥ περιλαμβάνει υπηρεσίες σχεδιασμού, συντονισμού, οργάνωσης και υλοποίησης σχετικά με τις απαραίτητες ενέργειες και κινητοποιήσεις με σκοπό την ανάπτυξη του επιτακτικού θεσμού για την Φροντίδα Μητέρα και Παιδί, όπως και για τον Προγραμματισμό σε οικογενειακό επίπεδο. Ο οικογενειακός προγραμματισμός στοχεύει στην ευσυνείδητη απόφαση που λαμβάνει το κάθε μέλος της κοινότητας για την καταλληλότητα του χρόνου αλλά και τις παραμέτρους για τη δημιουργία οικογένειας από ευτυχισμένους γονείς και επιθυμητά υγιή παιδιά. Απώτερος σκοπός λοιπόν, του οικογενειακού προγραμματισμού είναι η εύρυθμη λειτουργία της κοινωνίας, αφού η οικογένεια αποτελεί τον πρωταρχικό πυλώνα της, η προαγωγή της υγείας όλων των μελών της κοινότητας αλλά και η επίλυση δημογραφικών προβλημάτων.

Στην ΠΦΥ εντάσσονται οι υπηρεσίες οδοντιατρικής φροντίδας των πολιτών δίνοντας έμφαση στην προληπτική οδοντιατρική. Στόχος είναι η πραγματοποίηση

οδοντιατρικών ελέγχων της στοματικής υγείας των κατοίκων, από οδοντιάτρους δημοσίων δομών.

Η οδοντιατρική ομάδα μπορεί να πραγματοποιεί επισκέψεις σε σχολεία, παιδικούς σταθμούς, νηπιαγωγεία, δημοτικά και γυμνάσια ελέγχοντας τη στοματική υγεία παιδιών και εφήβων ενημερώνοντας στο τέλος για τις ανακαλύψεις τους έπειτα από την εξέταση. Τα άτομα που ανήκουν στην ομάδα αυτή έχουν στενή επαγγελματική σχέση με την Τοπική Μονάδα Υγείας (TOMY) του Κέντρου Υγείας, όπως και με άλλους που εργάζονται στον υγειονομικό τομέα. Ακόμα, λαμβάνουν μέρος σε διάφορα προγράμματα που διοργανώνονται με στόχο την αγωγή και την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού απέναντι στην υγεία, συνεργάζονται με εκπαιδευτικούς κλπ.

Επιπρόσθετα, η ΠΦΥ εμπεριέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών υγείας με στόχο να επανέλθει στη φυσιολογική του κατάσταση ο ασθενής τόσο σωματικά όσο και λειτουργικά μέσα από την προτίμηση της κατάλληλης μονάδας που θα του προσφέρει την απαραίτητη φροντίδα και την αποτροπή τυχόν επανεισαγωγών του στο νοσοκομείο. Οι νοσούντες έχουν τη δυνατότητα να εισαχθούν σε υγειονομικές υπηρεσίες οι οποίες περιλαμβάνουν τα κέντρα αποκατάστασης, είτε σε τμήματα εντός των νοσοκομείων είτε σε κλινικές ασθενών που πάσχουν μακροχρόνια, σε μονάδες παροχής φροντίδας κι συμπόνιας – ανακούφισης ή σε οίκους ευγηρίας. Επίσης, σε μονάδες προσφοράς νοσηλείας για σύντομα διαστήματα ή στην κατ'οίκον νοσηλεία.

Οι υπηρεσίες υγείας είναι πολυεπίπεδες, συχνά ασυντόνιστες και περιλαμβάνουν τις ιατρικές, νοσηλευτικές, φυσιοθεραπευτικές, λογοθεραπευτικές, εργοθεραπευτικές, ψυχολογικές, κ.α.

Κρίνεται απαραίτητη η συμπαράσταση τόσο σε ψυχολογικό όσο και σε κοινωνικό πλαίσιο για τον ίδιο τον νοσούντα αλλά και τα μέλη της οικογενείας του. Αυτό αφορά την περίοδο που είναι άρρωστος κάποιος αλλά και στην περίοδο προσαρμογής του στις κανονικές συνθήκες της ζωής του πριν να νοσήσει σε κάθε φάση της ζωής του από την οικογένεια του ως το επάγγελμα και τον κοινωνικό του περίγυρο.

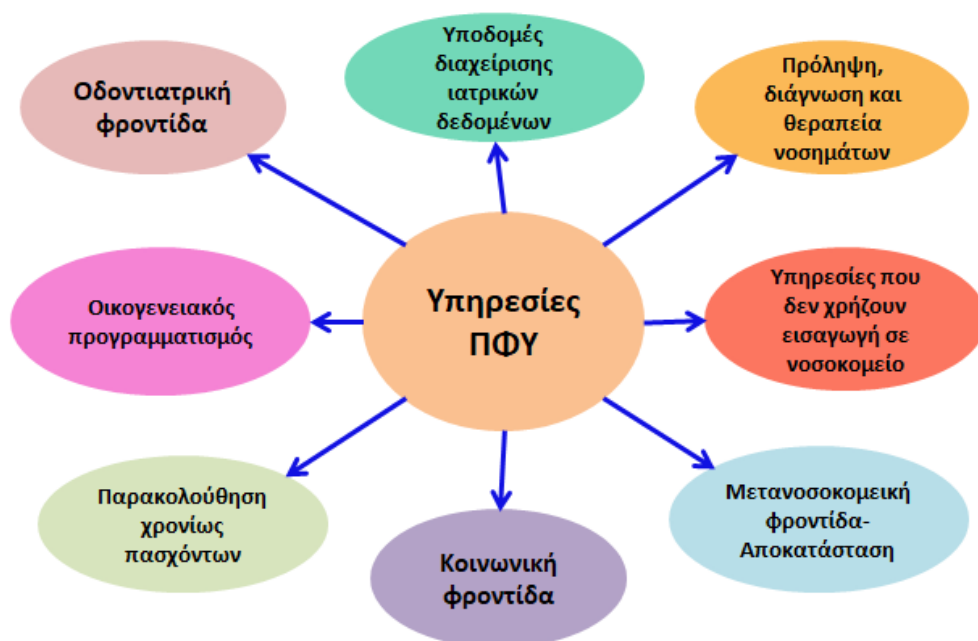
Υπάρχουν πολλές κατηγορίες ασθενών που έχουν ανάγκη των υπηρεσιών μετανοσοκομειακής ιατρικής και μακροχρόνιας φροντίδας υγείας, όπως ασθενείς με Αλτσχάιμερ, προχωρημένη άνοια, χρόνιοι πάσχοντες με πολλαπλές παθήσεις, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, προχωρημένος διαβήτης, νευρολογικές

παθήσεις και όσοι έχουν ανάγκη από παρηγορητική - ανακουφιστική φροντίδα είτε ασθενείς με νόσο τελικού σταδίου.

Δεν πρέπει να λησμονηθεί η σημασία που έχει η συνεργασία που λαμβάνει χώρα στις υπηρεσίες της ΠΦΥ, όπως και σε αυτές που ασχολούνται με την κοινωνική φροντίδα. Η αναφορά σε κράτος πρόνοιας δηλώνει ένα σύστημα υπεύθυνο για την εκπλήρωση των αναγκών των ανθρώπων, την αποτροπή κινδύνων και των επιπτώσεων τους στο κοινό. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνδρομή υπηρεσιών και άλλων παροχών όπως και με τη λήψη των απαραίτητων μέτρων.

Οι παροχές πρόνοιας κατέχουν το αγαθό και συγχρόνως το δικαίωμα της αξιοποίησης των υπηρεσιών που κατατάσσονται στον κοινωνικό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, η ανάθεση ενεργειών σε υπηρεσίες που ασχολούνται με την κοινωνική μέριμνα αλλά και η ενεργός κινητοποίηση βοηθά να γίνει μια προσέγγιση πολυδιάστατη των ζητημάτων που ανακύπτουν και προωθεί την αποτροπή και τον εντοπισμό του κοινωνικού αποκλεισμού.

Για να είναι πιο αποτελεσματική η παροχή υπηρεσιών υγείας και κοινωνικής φροντίδας στα άτομα και στις κοινότητες, πρέπει να επιδιώκεται μια καλύτερη εμπειρία φροντίδας και υποστήριξης, να επιτυγχάνεται καλύτερη έκβαση των περιστατικών υγείας, αλλά και ίση αντιμετώπιση όλων των κοινωνικών ομάδων.



Σχήμα 1: Οι Υπηρεσίες της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ)

3.4. Η αναγκαιότητα διεξόδου της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)

Τη σύγχρονη εποχή, η υλοποίηση και η χρήση των τεχνολογιών στο υγειονομικό σύστημα σε παγκόσμια κλίμακα καθίσταται αναγκαία διότι τροποποιεί τη μέθοδο παροχής των υπηρεσιών που ανήκουν στον τομέα της ιατρικής μέριμνας.

Αρκετές μονάδες υγείας διαθέτουν μόνο το στοιχειώδη εξοπλισμό ή αναχρονιστικά μηχανήματα με αποτέλεσμα την καθυστέρηση διεξαγωγής ιατρικών εξετάσεων ή ακόμα και την χαμηλής ποιότητας ανάλυση αποτελεσμάτων.

Τα δημόσια νοσοκομεία διαθέτουν αποσπασματικές εφαρμογές μη διαλειτουργικές, με απουσία στενής επικοινωνίας και συνεργασίας ανάμεσά τους με απόρροια αυτού να είναι η απώλεια χρόνου στον τομέα της δημιουργίας νέων δομών και για αυτό κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση ενός εξειδικευμένου νοσοκομειακού πληροφοριακού συστήματος ώστε η ποιότητα που προσφέρεται να αναβαθμιστεί και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθεί το αντίστοιχο κόστος.

Πολλές φορές υπάρχει μεγάλη χρονική απόσταση μεταξύ των προδιαγραφών που έχουν καθοριστεί για τα πληροφοριακά συστήματα και μηχανήματα στις μονάδες υγείας μέχρι την υλοποίησή τους. Κατά συνέπεια το σύστημα υγείας της χώρας μένει στάσιμο και δεν μπορεί να συμβαδίσει με τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις που συμβαίνουν διεθνώς στον χώρο της ΤΠΕ στην υγεία.

Επίσης η ανεπαρκής στελέχωση των τμημάτων πληροφορικής στα νοσοκομεία, σε συνδυασμό με την ταχεία εξέλιξη της ΤΠΕ, θέτουν σε διαρκή αμφισβήτηση τη δυνατότητα τεχνικής υποστήριξης εκ των έσω. Αν οι χρήστες των συστημάτων αυτών δεν υποστηριχθούν έμπρακτα από τους αρμόδιους των τμημάτων πληροφορικής τότε αυτά δεν θα καταστούν αποδοτικά και πιθανόν να υπάρξει απαξίωσή τους. Σε περίπτωση αναποτελεσματικής υποστήριξης, η προσφυγή σε εξωτερικούς συνεργάτες για λήψη υπηρεσιών αποτελεί ως η μόνη προφανή λύση.

Επιπλέον, πρόβλημα αποτελεί η ανυπαρξία κωδικοποιήσεων, υποδειγμάτων και πρωτοκόλλων για την διατήρηση, εξοικονόμηση και την αμοιβαία αλλαγή πληροφοριών στα νοσοκομεία και στις υγειονομικές μονάδες. Η χρήση υποδειγμάτων και κωδικοποιήσεων δίνει την άδεια για μια καταγραφή, η οποία θα είναι οργανωμένη, συμβατική και ικανή να χρησιμοποιηθεί. Επίσης, προσφέρει τη δυνατότητα για αναθεώρηση και συναλλαγές πληροφοριών μεταξύ συστημάτων.

Έχει μεγάλη σημασία η ακρίβεια της κωδικοποίησης της ιατρικής πληροφορίας, ώστε να ανταποκρίνεται στην εγκυρότητα και την ορθή εκτίμηση των διαχειριστικών δεδομένων.

3.5. Η εφαρμογή της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)

Στο προωθητικό πρόγραμμα για την ηλεκτρονική υγεία στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ), η εφαρμογή της ΤΠΕ είναι απαραίτητη. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται φέρουν μεγαλύτερα αποτελέσματα και είναι εύχρηστα για τους ανθρώπους. Ακόμα, αποτελούν παράγοντα που είναι επιτρεπτός από τα υπάρχοντα μέσα και αφορούν το προσωπικό ιατρών και νοσηλευτών και συνάμα τους ίδιους που έχουν νοσήσει.

Ειδικότερα, με την ύπαρξη του **ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς** ή, αλλιώς, **ηλεκτρονικός φάκελος υγείας** που στην ουσία είναι ένας κατάλογος στον υπολογιστή ή άλλα ψηφιακά μέσα και καταγράφονται και προστατεύονται τα δεδομένα που είναι σχετικά με τον ασθενή. Αυτό συμβαίνει για να έχουν πρόσβαση σε όποιο ίδρυμα υγείας επιθυμούν ή αντίστοιχα σε όποιον ιατρό θέλουν. Πιο συγκεκριμένα, ο φάκελος τους εμπεριέχει πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό του ανθρώπου που νοσεί, από τις μέρες που έκανε χρήση κάποιας μονάδας υγείας ως και την εισαγωγή σε κάποιο νοσοκομείο ή ακόμα τα δεδομένα από όλες τις εξετάσεις που έχει κάνει κι τα φάρμακα που του έχουν χορηγηθεί. Επίσης, μπορεί να περιλαμβάνει τις θεραπείες που έχει ακολουθήσει, υπηρεσίες που χρησιμοποίησε σε προηγούμενη φάση της ζωής του, το κόστος που καταλογίζεται για τις υπηρεσίες που του προσφέρθηκαν και ακόμα πιθανά επείγοντα περιστατικά με επίκεντρο τον ίδιο τον ασθενή. Η ηλεκτρονική κάρτα που αφορά την υγεία του νοσηλευόμενου ακολουθεί την ίδια τακτική για να επικυρώνει έτσι την κατάσταση στην οποία βρίσκεται όποιος την κατέχει.

Υπάρχουν επίσης πολλά **Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας (ΠΣΥ)** ή **Συστήματα Διαχείρισης Ιατρικής Πληροφορίας** σε νοσοκομεία και σε άλλους φορείς υγείας που κύρια ασχολία τους είναι η επεξεργασία των στοιχείων, πληροφοριών και γνώσεων στον περιβάλλοντα χώρο της υγειονομικής περίθαλψης.

Είναι σημαντικό να οργανωθεί η υγειονομική περίθαλψη με τέτοιο τρόπο, ώστε στο επίκεντρο να βρίσκεται ο ασθενής, προκειμένου όλα οι συμμετέχουσες μονάδες υγείας και φορείς να συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτό επίσης θεωρείται ως ολοκληρωμένη φροντίδα ασθενούς. Σε συνθήκες ολοκληρωμένης φροντίδας είναι απαραίτητο να παρέχονται οι σχετικές πληροφορίες όχι μόνο σε ένα μια

μονάδα υγείας, αλλά όπου και όταν είναι αναγκαίο. Αυτό περιλαμβάνει ιατρικές πρακτικές, κέντρα αποκατάστασης, κέντρα νοσηλείας, και ακόμη και το σπίτι του ασθενούς.

Μερικά από τα συστήματα διαχείρισης πληροφορίας είναι τα Εργαστηριακά Συστήματα Πληροφοριών (Laboratory Information Systems-LIS), τα Νοσοκομειακά Συστήματα Πληροφοριών (Hospital Information Systems-HIS), το Σύστημα Πληροφοριών Ακτινολογικού (Radiology Information System-RIS), το Σύστημα Αρχειοθέτησης και Επικοινωνίας Απεικονιστικών Εξετάσεων (Picture Archiving and Communication System-PACS), κ.α.

Μέσω της ΤΠΕ ο πολίτης αποκτά πρόσβαση στις ηλεκτρονικές εφαρμογές της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ), δηλαδή έχει πρόσβαση σε **ηλεκτρονικές πύλες υγείας**. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα σύνολο εφαρμογών για τον πολίτη, όπως οι παρακάτω εφαρμογές:

- Η εφαρμογή του **οικογενειακού ιατρού**, όπου ο πολίτης μπορεί να επιλέξει τον ιατρό που θα θεωρηθεί ως ο οικογενειακός του ιατρός. Το στάδιο αυτό αναφέρεται ως το πρώτο κατά τη διαδικασία πρόσβασης κάποιου στο Εθνικό Σύστημα Υγείας (ΕΣΥ) και ανάμεσα σε άλλες λειτουργίες του αποτελεί σύμβουλο του υγειονομικού συστήματος αλλά και οδηγός προς αυτό.

- Η εφαρμογή των **ραντεβού μέσω διαδικτύου**, μέσω της οποίας ο πολίτης έχει τη δυνατότητα να προγραμματίσει ραντεβού στους ιατρούς των Μονάδων της ΠΦΥ, οι οποίοι έχουν εισαχθεί στο σύστημα αυτό.

- Η εφαρμογή του **ηλεκτρονικού φακέλου υγείας**, όπου ο πολίτης έχει πρόσβαση στον Ατομικό Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας του (ΑΗΦΥ) και μέσω μιας εφαρμογής συγκατάθεσης και κωδικού PIN, καθορίζεται ο αρμόδιος ιατρός που θα μπορεί να έχει την πρόσβαση στην ενότητα της ειδικότητας του στον Ηλεκτρονικό Φάκελο του ασθενούς του.

Ακόμη για το μέλλον προγραμματίζεται η αποθήκευση ιατρικών δεδομένων του ασθενούς με την απόκτηση μιας **ηλεκτρονικής ιατρικής κάρτας**, εφόσον το επιθυμεί ο ασφαλισμένος όπου θα του παρέχει μεγαλύτερη αξιοπιστία και υπεράσπιση σχετικά με τα προσωπικά δεδομένα του καθενός.

Η κάρτα αυτή θα περιλαμβάνει μια πρόσφατη φωτογραφία του ασφαλισμένου, το ονοματεπώνυμο του, έναν αριθμό ασφάλισης (ΑΜΚΑ) και έναν

μικροεπεξεργαστή για την αποθήκευση σημαντικών πληροφοριών. Η εν λόγω κάρτα θα ενημερώνεται ηλεκτρονικά με τα βασικά στοιχεία του ασφαλισμένου, όπως οικογενειακή κατάσταση, διεύθυνση, τηλέφωνο επικοινωνίας και θα εμπεριέχει δεδομένα επείγουσας ανάγκης, π.χ. αλλεργίες, χρόνια νοσήματα, δυσανεξίες και φάρμακα, ώστε ο αρμόδιος ιατρός να δράσει άμεσα.

Η Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) εφαρμόζεται στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ) και στις **ηλεκτρονικές προμήθειες** των μονάδων υγείας, όπου διενεργούνται ηλεκτρονικές συναλλαγές βάσει ενός θεσμικού πλαισίου και κανονισμών. Στόχος του συστήματος αυτού αποτελεί η αυτοματοποίηση, η επίβλεψη και η διαχείριση των προμηθειών με τη βέλτιστη δυνατή μέθοδο τόσο για τους ίδιους τους προμηθευτές όσο και για τα νοσοκομεία.

Στις μονάδες υγείας και ειδικότερα στα νοσοκομεία, οι ηλεκτρονικές εφαρμογές θα αφήνουν περιθώρια για συναλλαγές μεταξύ τους αλλά και για τους προμηθευτές φαρμάκων ή εξοπλισμού ιατροτεχνολογικού περιεχομένου. Επίσης, το ίδιο θα ισχύσει για υπηρεσίες στις οποίες θα συνδράμουν ηλεκτρονικά μέσα την ίδια στιγμή με τη λειτουργία τους.

Η μέθοδος αυτή θα ενισχύσει την προσπάθεια ελαχιστοποίησης του κόστους λειτουργίας, τη καλύτερευση στον τομέα του ελέγχου των προμηθειών αλλά και την πιο γρήγορη πραγματοποίηση των συναλλαγών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από την διαδικασία της αυτοματοποίησης της αλυσίδας που υπάρχει στις προμήθειες αλλά και του σχετικού σχεδιασμού όλης της διαδικασίας για την επιθυμητή έγκριση.

Έτσι δίνεται η δυνατότητα στις μονάδες του υγειονομικού συστήματος να διεκδικούν συμφωνίες με αυτούς που τους προμηθεύουν, οι οποίες μάλιστα θα έχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα για τις μονάδες υγείας, συγχρόνως όμως θα πρέπει η εξυπηρέτηση να γίνεται γρήγορα και χωρίς περιττές διαστρεβλώσεις.

Οι σύγχρονες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας παρέχουν κάποιες προοπτικές, οι οποίες ανταποκρίνονται και στη λειτουργία της **Τηλεϊατρικής**, της επίβλεψης και της συμβουλευτικής των ασθενών εξ αποστάσεως. Η αξιοποίηση της πρώτης, δηλαδή είτε η ενθάρρυνση είτε η προσφορά διάφορων υγειονομικών υπηρεσιών από εξειδικευμένους και εκπαιδευμένους ιατρούς και νοσηλευτές για το συγκεκριμένο ζήτημα, θα βοηθήσει στην άμεση επίλυση ριψοκίνδυνων καταστάσεων για την ανθρώπινη υγεία. Ουσιαστικά αποτελεί μια φάση κατά την οποία η γνώση και εξειδίκευση ανταλλάσσεται από τους επαγγελματίες και απομακρύνεται η εστίαση από τους ασθενείς.

Η κύρια της βοήθεια στηρίζεται στην δυνατότητα να παρέχει την απαραίτητη υποστήριξη εξ αποστάσεως. Η υποστήριξη αυτή αφορά τη διαχείριση όσων νοσούν από τα περιφερειακά ιατρεία και τους διάφορους ειδικούς. Η τηλεϊατρική ενισχύει την προσφορά των υγειονομικών υπηρεσιών στις οικίες των ασθενών και ταυτόχρονα συντελείται μέσα από το σπίτι τους και η επίβλεψη και η διαχείριση της κάθε ασθένειας που τυχόν να πάσχει κάποιος.

Οι φορητές ηλεκτρονικές συσκευές, που έχουν δημιουργηθεί για να καταγράφουν, στην ουσία στέλνουν τα στοιχεία των νοσούντων στον ιατρό που τους έχει αναλάβει σε κάθε περίπτωση. Αυτός ύστερα αφότου έχει μελετήσει τα δεδομένα αυτά προχωρά σε καθοδήγηση τον αντίστοιχο ασθενή-χρήστη.

Το σύστημα για το οποίο γίνεται λόγος έχει κύριο στόχο του τους καρδιοπαθείς, τους υπερτασικούς, όσους υποφέρουν από παθήσεις των πνευμόνων ή διαβήτη αλλά και άλλων ειδών που απαιτούν συνεχή και μακροχρόνια παρακολούθηση. Παρ'όλα αυτά υπάρχουν και άλλοι τρόποι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως για την επίβλεψη ασθενών με ψυχιατρικές παθήσεις ή αν διατελούν μια μετεγχειρητική περίοδο.

Όσοι εργάζονται στο υγειονομικό σύστημα και προσφέρουν τις υπηρεσίες τους εξ αποστάσεως έχουν τη δυνατότητα να διαγνώσουν προβλήματα μέσα από ακτινογραφίες και εργαστηριακές εξετάσεις, να καταγράψουν το ιστορικό των ασθενών και να συμβουλέψουν ως το προς ποια θεραπεία είναι καλύτερη για να ακολουθήσει ο ασθενής τους. Έτσι, ελαχιστοποιείται το λειτουργικό κόστος και ταυτόχρονα αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο ένα είδος «ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης», η οποία χρησιμοποιείται είτε για έρευνες είτε για εκπαιδευτικούς λόγους.

Στο παρακάτω παράδειγμα που αναπτύσσεται φαίνεται η σημαντικότητα της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών και πόσο θα βοηθούσε τη ζωή ενός διαβητικού ασθενή του Χάρη.

Ο Χάρης πάσχει από διαβήτη και λόγω της ασθένειάς του νιώθει ανασφάλεια, διότι πιστεύει ότι τον περιορίζει στην καθημερινότητα του. Πιο συγκεκριμένα, όταν αλλάζει περιοχή διαμονής για σπουδές ή για τη στρατιωτική του θητεία ή για μεταπτυχιακό ή για εργασία, θα πρέπει να επικοινωνεί με ιατρό - διαβητολόγο, προκειμένου να τον ενημερώσει εκ νέου για το ιστορικό του και για τα φάρμακα που λαμβάνει.

Στην εύρεση της πρώτης του εργασίας άλλαξε διαμονή και λόγω πολλών υποχρεώσεων του δεν κατάφερε να επικοινωνήσει με κάποιον ιατρό - διαβητολόγο. Σε έναν αγώνα μπάσκετ με συναδέλφους του τραυματίζεται με κάταγμα ποδοκνημικής.



Σχήμα 2: Διάγραμμα ροής ενεργειών

Οι ενέργειες στις οποίες σκέφτεται ότι πρέπει να προβεί, παρ'όλο που έχει σοβαρά τραυματισμένο το πόδι του, είναι οι παρακάτω:

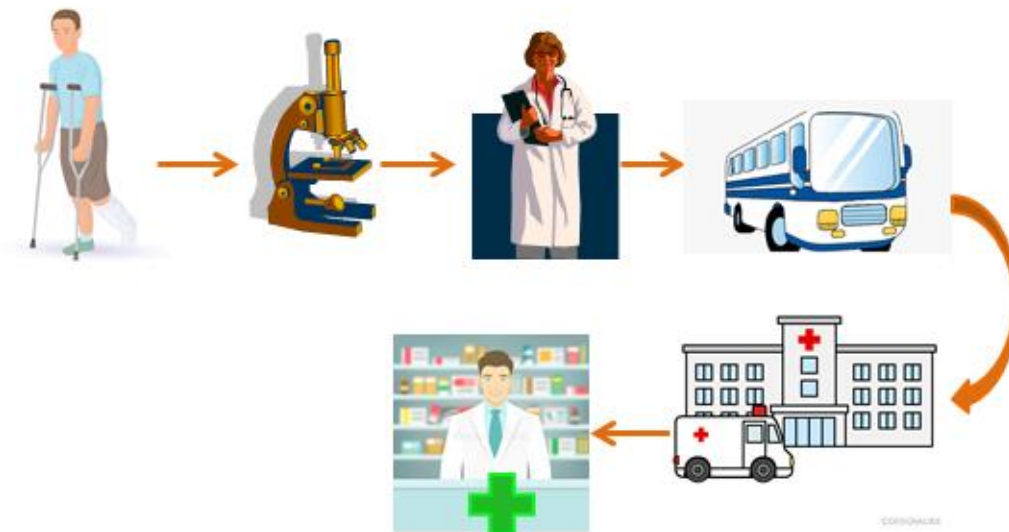
A) Να κατευθυνθεί σε μικροβιολογικό εργαστήριο για να πραγματοποιήσει τις τακτικές του εξετάσεις για τον έλεγχο του διαβήτη του.

B) Να μεταβεί ξανά για να παραλάβει τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών εξετάσεων.

Γ) Να επικοινωνήσει με ιατρό – διαβητολόγο για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να τον ενημερώσει για το ιατρικό ιστορικό του.

Δ) Να ταξιδέψει 80 χμ με σκοπό να συναντηθεί σε έναν εξειδικευμένο ιατρό – διαβητολόγο.

Ε) Επιπλέον, πρέπει να μεταβεί στο φαρμακείο με τη συνταγογραφημένη εντολή για τη λήψη ταινιών μέτρησης σακχάρου.



Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής ενεργειών

Ακόμη, κατά την επίσκεψή του στον ιατρό και ενώ είναι τραυματισμένος θα πρέπει να έχει μαζί του τον ιατρικό φάκελο με τις παλαιότερες αιματολογικές εξετάσεις του, το καθημερινό ημερολόγιο μετρήσεων γλυκόζης, ακτινογραφίες, βιβλιάριο, συνταγολόγιο και χρήματα.

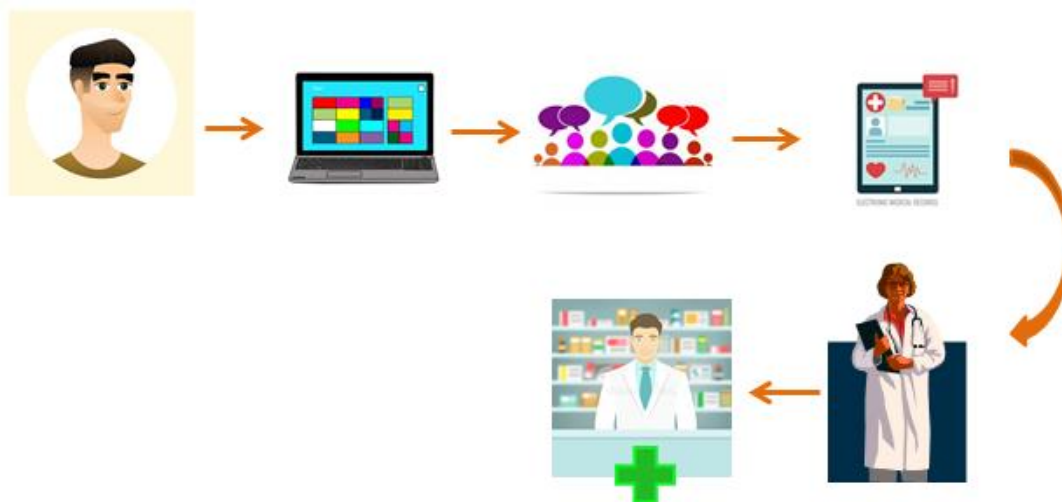
Επιπρόσθετα, προβληματίζεται με το γεγονός ότι θα αναγκαστεί να λάβει άδεια από την εργασία του, όντας λίγες μέρες εκεί, και δεν θα έχει χρόνο να συνδεθεί στην online κοινότητα με τους φίλους του.



Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής ενεργειών

Ο Χάρης μετά από επικοινωνία που είχε με έναν διαδικτυακό φίλο τον Bill, που διαμένει στο εξωτερικό, ενημερώνεται ότι ο Bill διαθέτει ηλεκτρονική κάρτα υγείας. Εάν ο Χάρης διέθετε μια τέτοια κάρτα, τότε το ιστορικό και κάθε νέα εξέτασή του θα ήταν αποθηκευμένα στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο υγείας του. Ακόμη, ο ιατρός – διαβητολόγος του θα μπορούσε να τον παρακολουθεί online και να τον ενημερώνει μέσω μηνυμάτων SMS και πλατφορμών δικτύωσης Twitter

/Facebook. Σε περίπτωση αλλαγής του ιατρού του, θα υπήρχε πλήρη και άμεση ενημέρωσή του. Η συνταγή για τις ταινίες σακχάρου θα ήταν διαθέσιμη ηλεκτρονικά και ο φαρμακοποιός θα είχε πρόσβαση στη νέα αγωγή. Ο ορθοπεδικός ιατρός θα είχε άμεση πρόσβαση στον ηλεκτρονικό φάκελο του Χάρη από απόσταση και θα ενημερωνόταν για τη χρόνια πάθηση του.



Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής ενεργειών

Έτσι με την ύπαρξη της ηλεκτρονικής κάρτας υγείας όλες οι απαραίτητες ιατρικές πληροφορίες του Χάρη θα ήταν διαθέσιμες online από ιατρούς διαφόρων ειδικοτήτων και θα απαλλασσόταν από τις άσκοπες μετακινήσεις και τις χειρόγραφες εξετάσεις και ιατρικές συνταγές. Θα αισθανόταν ασφάλεια οπουδήποτε και να διέμενε κάθε φορά που χρειαζόταν ιατρική περίθαλψη. Ο Χάρης συνεπώς, θα εξασφάλιζε περισσότερο ελεύθερο χρόνο μετά την εργασία του για να επικοινωνεί online στο forum διαβητικών, αλλά και να απολαμβάνει την έξοδο με τους νέους του φίλους.



Σχήμα 6: Διάγραμμα ροής ενεργειών

3.6. Προβλήματα και Προκλήσεις στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ) εξαιτίας της χρήσης της Τεχνολογίας της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ)

Με την αξιοποίηση της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας δημιουργούνται πολλά προβλήματα και προκλήσεις που χρήζουν αντιμετώπισης, όπως αναφέρονται παρακάτω:

Υπάρχει αμφισβήτηση ως προς την αξιοπιστία των προσωπικών δεδομένων του κάθε ασθενούς που διαθέτει ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο, γνωρίζοντας ότι οι ιατρικές του πληροφορίες θα διαμοιράζονται μεταξύ των φορέων υγείας. Πολλές φορές επιτήδριοι του κυβερνοχώρου μπορούν να υποκλέψουν αυτά τα ιδιωτικά ιατρικά στοιχεία με σκοπό την απόκτηση χρηματικών ποσών. Παράλληλα, οι δαπάνες για τα συστήματα ασφάλειας είναι μειωμένες, καθιστώντας τα έτσι εύκολους στόχους.

Μπορεί λοιπόν να επιτευχθεί η διατήρηση και προφύλαξη των δεδομένων με ενίσχυση ή αναβάθμιση των υποδομών. Σε συνδυασμό με τεχνολογίες κρυπτογράφησης, το ιατρικό ιστορικό μπορεί να έχει διαβαθμισμένη και ελεγχόμενη πρόσβαση, άμεσα και αξιόπιστα. Το σύστημα υγείας θα έπρεπε να φροντίζει έτσι ώστε μόνο τα προεπιλεγμένα και αρμόδια άτομα να μπορούν να έχουν προσβασιμότητα στα δεδομένα που αναφέρονται στην κατάσταση υγείας κάποιου που νοσεί.

Μια άλλη πρόκληση που οι αρμόδιοι οφείλουν να λάβουν υπόψη με τη χρήση της ΤΠΕ στην ΠΦΥ είναι η προσαρμογή και εξοικείωση του προσωπικού των φορέων υγείας στις νέες τεχνολογίες που εισήχθησαν καθώς και η ανυπαρξία ευκολίας στη σύνδεση των νέων εφαρμογών με τα συστήματα πληροφορίας που χρησιμοποιούνται στο υγειονομικό σύστημα και τις σχετικές υπηρεσίες.

Οι εφαρμογές της ΤΠΕ στην Ελλάδα προήγαγαν τις υπηρεσίες που βασίζονται στις ηλεκτρονικές συσκευές και, για μεγαλύτερη ακρίβεια, ώθησαν την πραγματοποίηση τηλε-ραντεβού εξωτερικών ιατρείων, την διάγνωση εξ αποστάσεως μέσω κινητών τηλεφώνων, μέσα από τη μέθοδο της τηλεματικής και την συνταγογράφηση φαρμάκων μέσα από διαδικτυακές πλατφόρμες κ.α. Κρίνεται έτσι απαραίτητη η συνεχής εκπαίδευση του προσωπικού με σκοπό την εξοικείωση τους για την καλύτερη διαχείριση αυτών των συστημάτων.

Επίσης η προσπάθεια βελτίωσης των οργανισμών υγείας με τη χρήση της ΤΠΕ, πραγματοποιήθηκε με την αντικατάσταση των παλαιότερων χειρόγραφων

συστημάτων με τα νέας τεχνολογίας ηλεκτρονικά συστήματα. Αυτή η αλλαγή επέφερε οργανωτικές ανακατατάξεις σε όλες τις μονάδες υγείας και σε κάποιες περιπτώσεις υπήρξε αδυναμία ανταπόκρισης και διαχείρισης.

Παράλληλα με αυτή την αναστάτωση που προκλήθηκε λόγω του εκσυγχρονισμού των συστημάτων, αρκετοί ήταν και οι εργαζόμενοι στον υγειονομικό τομέα που επέδειξαν αντίσταση στις προαπαιτούμενες αλλαγές στα πλαίσια της οργάνωσης.

Οι ελληνικές υγειονομικές μονάδες ήταν ανεξάρτητες μεταξύ τους και συνήθιζαν να μην αναπτύσσουν σχέσεις ανταλλαγής όσον αφορά τις πληροφορίες αλλά και τα δεδομένα των ασθενών τους. Η πραγματοποίηση της Τεχνολογίας της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην ΠΦΥ εφαρμόστηκε μόνο σε ορισμένα νοσοκομεία κι αυτό όχι ολοκληρωμένα πάντα. Η έλλειψη μιας εθνικής στρατηγικής υπήρξε τροχοπέδη για την ανάπτυξη εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας στη χώρα μας, όπου πραγματοποιούνταν προγράμματα ηλεκτρονικής υγείας σε πιλοτικό επίπεδο.

Οι μονάδες υγείας αντιμετωπίζουν μεγάλο πρόβλημα στην ανάπτυξη νέων συστημάτων στον τομέα της ΤΠΕ λόγω έλλειψης κονδυλίων στήριξης από το κράτος. Έτσι, ο συγκεκριμένος τομέας δεν εξελίσσεται στο βαθμό που πρέπει αναγκάζοντας τις μονάδες υγείας να χρησιμοποιούν παρωχημένες μεθόδους και συστήματα και να μην μπορούν να ανταπεξέλθουν στο έργο τους.

Επίσης η μη υιοθέτηση συγκεκριμένων καθολικών προτύπων διασύνδεσης μεταξύ νοσοκομειακών μονάδων και γενικά μεταξύ μονάδων υγείας επιφέρει σύγχυση και έτσι να μην μπορούν να ανταλλαχθούν τα απαραίτητα εννοιολογικά δεδομένα.

Οι ιδιαιτερότητες στην ερμηνεία της ιατρικής πληροφορίας του συστήματος κάθε μονάδας υγείας δεν εξασφαλίζουν την ορθή κατανόηση και των δύο πλευρών στην μεταξύ τους επικοινωνία.

3.7. Παράγοντες που συντελούν στην επιτυχία εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)

Η επιτυχία της εφαρμογής της ΤΠΕ στην ΠΦΥ έγκειται σε καθορισμένες ενέργειες και δράσεις, που οι αρμόδιοι των φορέων υγείας πρέπει να υπολογίσουν,

έτσι ώστε να υπάρξει ένα εκσυγχρονισμένο εθνικό σύστημα υγείας. Αυτές οι ενέργειες παραθέτονται παρακάτω:

Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας που θα δημιουργείται για κάθε πολίτη θα πρέπει να αντλεί τις ιατρικές πληροφορίες και στοιχεία από δημόσιους και από ιδιωτικούς ιατρικούς φακέλους. Αυτό αποσκοπεί στη συγκέντρωση όλων των ιατρικών δεδομένων του ασθενούς ώστε να μπορούν να τα επεξεργαστούν χωρίς εξαίρεση όλοι οι αρμόδιοι επαγγελματίες σε νοσοκομεία και κλινικές. Αποφεύγεται, δηλαδή, η δημιουργία πολλών ιατρικών φακέλων για κάθε ασθενή, έτσι ώστε να υπάρχει ένα Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Υγείας (ΟΠΣΥ) για την βελτίωση της ποιότητας που έχουν επί του παρόντος οι υπηρεσίες και την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών.

Επίσης η υιοθέτηση κοινών λειτουργικών προτύπων μεταξύ όλων των συστημάτων και εφαρμογών των φορέων υγείας θα συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη διασύνδεση και διαλειτουργικότητα τους. Έτσι διασφαλίζεται η αποφυγή παρερμηνειών ή λαθών και προάγεται καλύτερη η συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, η διασύνδεση των υπηρεσιών με τους φορείς Κοινωνικής Ασφάλισης όπως η πραγματοποίηση συνταγογράφησης των ιατρικών εξετάσεων αλλά και φαρμάκων, μέσω σύγχρονων τεχνολογικών λύσεων στην ΠΦΥ.

Επιπλέον θα πρέπει το ιατρικό προσωπικό να συμμετέχει ενεργά στον σχεδιασμό και τις δράσεις διαρκούς ανάπτυξης των συστημάτων Πληροφορικής, προκειμένου να μπορούν να συμβαδίζουν με τις νέες και εξελισσόμενες τεχνολογικές αλλαγές στον κλάδο της υγείας. Η συνεχής εκπαίδευση και κατάρτιση όλου του προσωπικού των φορέων υγείας στην Τεχνολογία πληροφορικής και επικοινωνιών διασφαλίζει την ορθότερη χρήση των συστημάτων και εφαρμογών διευκολύνοντας την παραγωγή έργου.

Ακόμη κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη ενός κρατικού μηχανισμού, ώστε να διασφαλιστεί ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός και να μην βασίζεται μόνο σε προγράμματα με πιλοτικό χαρακτήρα. Η επιτυχημένη λειτουργία της ΤΠΕ στη ΠΦΥ προέρχεται από κάποιους παράγοντες, οι οποίοι είναι οι δύο παρακάτω: πρώτον, η επισημοποίηση συστημάτων για τον έλεγχο της απόδοσης τους, αλλά και η ενίσχυση συνεργασίας τόσο των τοπικών όσο και των γενικότερων φορέων.

3.8. Προσδοκώμενα αποτελέσματα της εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)

Η ΤΠΕ στην ΠΦΥ δίνει τη δυνατότητα για την παραγωγή σημαντικών θετικών αποτελεσμάτων σε όλο τον πληθυσμό βοηθώντας έντονα στην καλύτερευση τόσο της προσβασιμότητας όσο και στην ποιότητα των υγειονομικών υπηρεσιών που προσφέρονται σε όλους τους πολίτες.

Επιπλέον, βοηθά στη δημιουργία ενός εθνικού υγειονομικού συστήματος, το οποίο θα έχει ως επίκεντρο τον άνθρωπο και θα στοχεύει στην παραγωγή τελεσφόρων αποτελεσμάτων. Επίσης, ενισχύει τη βιωσιμότητα του υγειονομικού τομέα μέσα από την χρήση πρακτικών που ακολουθούν αντικειμενικά ορθά κριτήρια μαζί με την καλύτερη δυνατή χρήση των διαθέσιμων πόρων τόσο σε ανθρώπινο επίπεδο όσο και στα υλικά.

Η εφαρμογή της ηλεκτρονικής υγείας θεωρείται πως θα εντείνει τις αποδόσεις αλλά και την γενικότερη αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν οι ειδικοί στο σύστημα υγείας, το οποίο θα βοηθήσει με τη σειρά του τη μείωση και τον εξορθολογισμό των δαπανών που πραγματοποιεί ο ιατροφαρμακευτικός τομέας.

Ακόμη η επιστημονική συνεργασία μεταξύ του προσωπικού στους φορείς υγείας ενισχύεται μέσω της αμεσότητας και της ακρίβειας που παρέχουν τα νέα τεχνολογικά συστήματα και οι εφαρμογές που σχετίζονται με την ηλεκτρονική υγεία ενώ παράλληλα με τη συνεχή εκπαίδευσή του επιτυγχάνεται καλύτερη χρήση των νέων τεχνολογικών συστημάτων που ολοένα και εισάγονται χάρη στην εκτεταμένη ανάπτυξη του τομέα της τεχνολογίας της πληροφορικής και επικοινωνιών. Με τη χρήση της ΤΠΕ διευκολύνεται η ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας και δημιουργούνται συμβατικοί τρόποι επικοινωνίας για τους εργαζομένους στον τομέα της υγείας.

Οι φορείς που ασχολούνται με τις αποφάσεις οφείλουν να λάβουν υπόψη τους τα θετικά αποτελέσματα που θα φέρει η ΤΠΕ στην ΠΦΥ ώστε να προχωρήσουν στη συνέχεια σε περαιτέρω επενδύσεις και στην παροχή των απαραίτητων πόρων. Τα ωφέλιμα αποτελέσματα αυτής της τεχνολογίας δεν αφορούν μόνο την περίθαλψη αλλά εντείνουν και την ανθρώπινη επιθυμία για περίθαλψη η οποία θα παρέχεται σε όλους ισότιμα και αυτό μέσα στα πλαίσια ενός προνοιακού κράτους. Αυτό ισχύει περισσότερο σε κατοίκους απομονωμένων ή ακριτικών περιοχών της Ελλάδας πράγμα που μπορεί να βοηθήσει έντονα στην πρόληψη της εσωτερικής μετανάστευσης προς τον αστικό ιστό αλλά και στην ενδυνάμωση της ασφάλειας του εθνικού κράτους.

3.9.Πετυχημένα Παραδείγματα της εφαρμογής της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας (ΠΦΥ)

- Ένα πετυχημένο παράδειγμα εφαρμογής της ΤΠΕ στην ΠΦΥ είναι η δημιουργία του **δικτύου MEDCOM στη Δανία**.

Η MedCom ιδρύθηκε το 1994 ως μη κερδοσκοπικός οργανισμός που χρηματοδοτείται από το κοινό. Διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ δημόσιων οργανισμών και εταιρειών που ανήκουν σε ιδιώτες και που συνδέονται με τον κλάδο της περίθαλψης στο υγειονομικό σύστημα της Δανίας. Επιπλέον, η MedCom χρηματοδοτείται και ανήκει στο Υπουργείο Υγείας, τις Δανικές Περιφέρειες και την Τοπική Αυτοδιοίκηση της Δανίας.

Ο ρόλος της MedCom είναι να συμβάλλει στην ανάπτυξη, στον έλεγχο, στη διάδοση και στη διασφάλιση της ποιότητας των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και πληροφοριών στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, προκειμένου να υποστηρίξει τη συνεχή φροντίδα υγείας των πολιτών.

Η MedCom ανέπτυξε πρότυπα για την ανταλλαγή δεδομένων σχετικά με την υγειονομική περίθαλψη σε ολόκληρο τον δανικό τομέα υγειονομικής περίθαλψης με σκοπό τον ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο πολίτη. Έτσι, υπάρχει διασύνδεση όλων των πρωτοβάθμιων σημείων περίθαλψης περιλαμβανομένων και των γενικών ιατρών και των φαρμακείων της χώρας.

Η MedCom προσπάθησε να αυξήσει της εμπιστοσύνη των επαγγελματιών υγείας για μια **κοινόχρηστη κάρτα φαρμάκων την FMK**, με σκοπό να τους καταστήσει καλύτερους για το σύστημα υγείας.

Η **Κοινόχρηστη Κάρτα Φαρμάκων (FMK)** είναι μια κεντρική βάση δεδομένων στην Αρχή Δεδομένων Υγείας της Δανίας που περιέχει δεδομένα για τις ηλεκτρονικές συνταγογραφήσεις όλων των Δανών και τις αγορές φαρμάκων.

Η FMK στοχεύει στην αποτροπή λανθασμένων φαρμάκων και παρέχει μια επισκόπηση των τρεχόντων φαρμάκων που λαμβάνουν οι πολίτες. Επιπλέον, η FMK παρέχει σε όλους τους ασθενείς και τους επαγγελματίες υγείας που θεραπεύουν έναν ασθενή, εύκολη πρόσβαση σε ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τη φαρμακευτική τους αγωγή.

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα φαίνεται το σύνολο των συνταγογραφήσεων των φαρμάκων με τη χρήση της κάρτας FMK ανά έτος και μέχρι το 2018 και την δραματική μείωση των μηνυμάτων τη στιγμή της έναρξης χρήσης της κάρτας η οποία αύξησε κατακόρυφα το σύνολο των συνταγογραφήσεων των φαρμάκων.



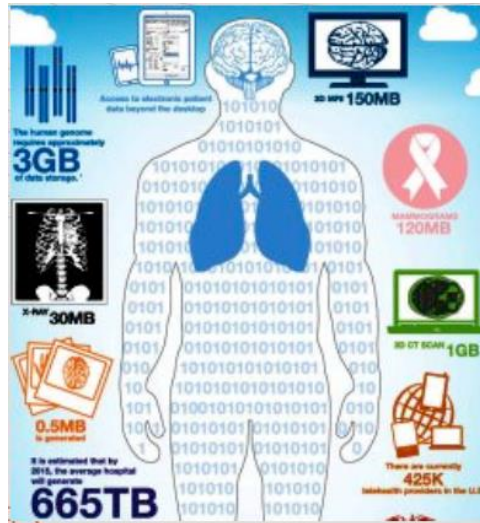
Σχήμα 7: Διάγραμμα

- Ένα άλλο πετυχημένο παράδειγμα είναι η χρήση **ηλεκτρονικής κάρτας υγείας στη Σλοβενία**.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε μια κάρτα ασφάλισης με αποθήκευση όλων των ιατρικών δεδομένων σε αυτήν. Οι ασθενείς έπρεπε να ενημερώνουν τις κάρτες τους σε τερματικά αυτοεξυπηρέτησης κάθε έξι μήνες. Ωστόσο αυτό το σύστημα καταργήθηκε σταδιακά και αντικαταστάθηκε με ένα νέο σύστημα.

Σήμερα το νέο σύστημα είναι πλήρως λειτουργικό και χρησιμοποιείται από περισσότερους από 30.000 επαγγελματίες και 2.000.000 ασθενείς. Περιλαμβάνει δεδομένα ασφάλισης και συνταγογράφησης καθώς και τον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο ασθενούς. Όλα αυτά αποθηκεύονται και επεξεργάζονται από μια κεντρική διαχείριση των δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ



Εισαγωγή στο Ανθρώπινο Σώμα

Σώμα σε ένα γενικό πλαίσιο καλείται το σύνολο από τα μέλη, τα οποία δημιουργούν έναν πολυκύτταρο οργανισμό. Το σώμα του ανθρώπου αποτελείται από χημικά στοιχεία όπως ο φώσφορος, το οξυγόνο, το ασβέστιο, ο άνθρακας και το υδρογόνο. Επίσης, έχει συσταθεί από πολυπληθή κύτταρα, τα οποία είναι αποδεδειγμένα θεμελιώδη στοιχεία για την ύπαρξη ζωής, ενώ όταν φτάνει σε πλήρη ανάπτυξη εντοπίζονται περίπου 30-37 τρισεκατομμύρια κύτταρα σε ολόκληρο το σώμα, μια εκτίμηση που απορρέει από έναν συνδυασμό των ειδών που έχουν όλα τα κύτταρα και συγκεκριμένα αυτών που παράγουν τα ζωτικά όργανα.

Ένα ανθρώπινο σώμα απαρτίζεται από πολλών ειδών συστήματα (μυϊκό, νευρικό, καρδιαγγειακό, αναπνευστικό, κλπ), που το καθένα από αυτά έχει διαφορετικές λειτουργίες από το άλλο, συμβάλλοντας έτσι στην ήρεμη και ορθή σωματική λειτουργία.

Κάθε σύστημα περιλαμβάνει μικρότερα συστήματα (όργανα, ιστούς, κλπ.) που εκτελούν συγκεκριμένες διεργασίες, π.χ το καρδιαγγειακό σύστημα ρυθμίζει την κυκλοφορία του αίματος. Κάθε διεργασία συνδέεται με συγκεκριμένους τύπους σημάτων που περιγράφουν τη φύση και τις δραστηριότητές της που μπορεί να είναι βιοχημικά (ορμόνες), ηλεκτρικά (ρεύματα, δυναμικά), μηχανικά (πίεση, ροή, δύναμη, μετατόπιση, ταχύτητα), βιολογικά και άλλα σήματα (θερμοκρασία, συγκέντρωση ιόντων, κλπ).

4.1. Τα Σήματα

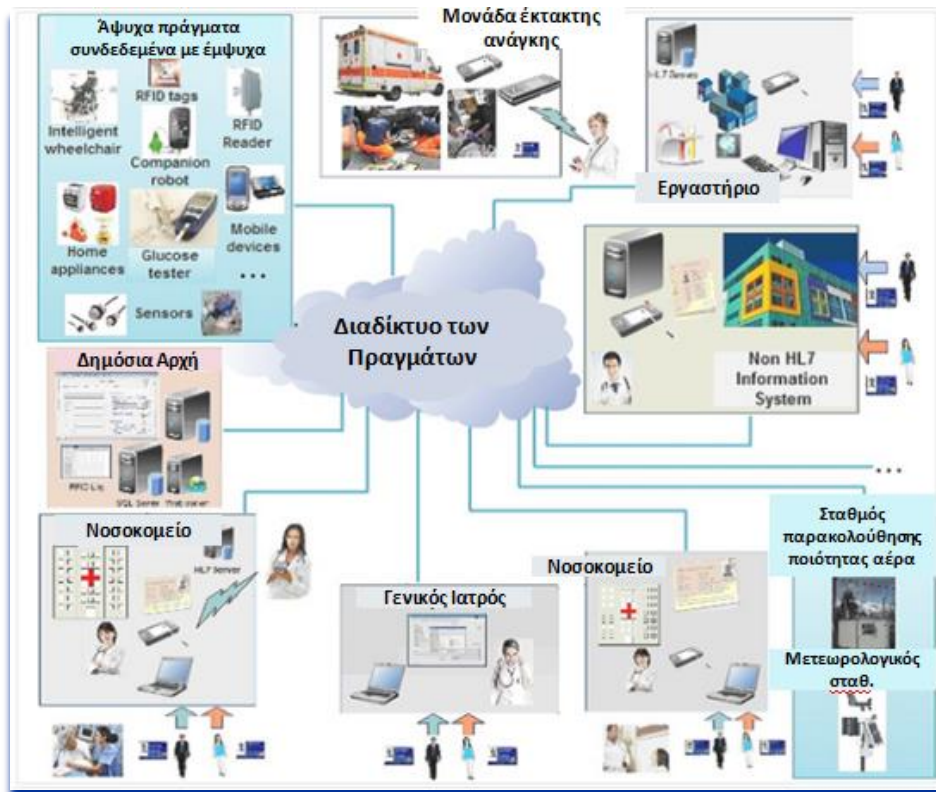
Σήμα ορίζεται το αποτέλεσμα ενός φυσικού μεγέθους το οποίο τροποποιείται μέσα στον χωροχρόνο ή λόγω κάποιου άλλου ανεξάρτητου παράγοντα (ενός ή περισσοτέρων). Αυτό περιέχει και μεταφέρει ενέργεια - ισχύ και μηνύματα - πληροφορία και εκφράζει την κατάσταση ενός συστήματος που εξελίσσεται. Όλες οι πληροφορίες περιέχουν σήματα για να τις εκφράζει ή να τις αλλάζει μέσα από την μετατροπή της δομής που έχει το σήμα. Η διαδικασία που ακολουθείται, λέγεται *διαμόρφωση (modulation)*.

4.2. Internet of Things (Διαδίκτυο ή Ίντερνετ των Πραγμάτων)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων ή Ίντερνετ των πραγμάτων (Internet of Things-IoT) είναι ένα επικοινωνιακό δίκτυο που περιλαμβάνει ένα πλήθος από συσκευές, ακόμα και οικιακές ή αυτοκίνητα. Ακόμα εμπεριέχει πράγματα που θεωρούνται ηλεκτρονικά, έχουν δικό τους λογισμικό, συνδέονται σε δίκτυο και έχουν αισθητήρες · αυτά μάλιστα υπάρχουν για να δίνεται η δυνατότητα της συνδεσιμότητας αλλά και της ανταλλαγής πληροφοριών και δεδομένων. Ουσιαστικά, όλη η φιλοσοφία του IoT βρίσκεται στη συνεργασία των συσκευών που είναι ηλεκτρονικές αναμεταξύ τους ή γενικότερα με το διαδίκτυο, δηλαδή σε ένα δίκτυο επιτόπιο ή στον παγκόσμιο ιστό.

Όσες συσκευές και πράγματα έχουν αισθητήρες οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι, μπορούν να συνδεθούν με μια πλατφόρμα. Αυτή εμπεριέχει δεδομένα από αυτές τις συσκευές και τροποποιεί τις αναλύσεις των δεδομένων που λαμβάνει ώστε να δίνεται η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με εφαρμογές κατασκευασμένες αποκλειστικά για την αντιμετώπιση τέτοιου είδους αναγκών.

Οι συσκευές που ανήκουν στην κατηγορία του IoT είναι δυνατόν να καθορίσουν τις χρήσιμες πληροφορίες και να τις παρέχουν για την κατάλληλη αξιοποίηση. Το γεγονός αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει σε αυτοματοποίηση εργασιών οι οποίες γίνονται επαναλαμβανόμενα, να απαιτούν πολύ χρόνο ή να είναι ακόμα και ριψοκίνδυνες.



Εικόνα 1: Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) μπορεί να συνδέσει τα πάντα και να μεταβιβάσει όλα τα απαραίτητα δεδομένα στους νόμιμους παραλήπτες.

4.3. Επικοινωνία μέσω του Δικτύου Ενδοσωματικής (Intra-Body Communication Network-IBCN) και του Δικτύου Επιπρόσθετης Επικοινωνίας Σώματος (Extra-Body Communication Network-EBCN))

Η ενδοσωματική επικοινωνία (Intra-Body Communication – IBC) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί το ανθρώπινο σώμα ως μέσο μετάδοσης ηλεκτρικών σημάτων. Σε σύγκριση με τις τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας μικρής απόστασης, όπως το Bluetooth έχει αρκετές νέες δυνατότητες.

Το σήμα μεταδίδεται κυρίως μέσα από το ανθρώπινο σώμα και διαρρέεται μικρή ακτινοβολία, έτσι ώστε να μπορεί να επιτύχει υψηλότερο ρυθμό δεδομένων. Η πρόσβαση στο δίκτυο μπορεί να επιτευχθεί με τις κινήσεις του ανθρώπινου σώματος, δηλαδή η επικοινωνία μπορεί εύκολα να ξεκινήσει ή να σταματήσει με το άγγιγμα, τη στάση του ανθρώπινου σώματος (όρθια ή καθιστή θέση).

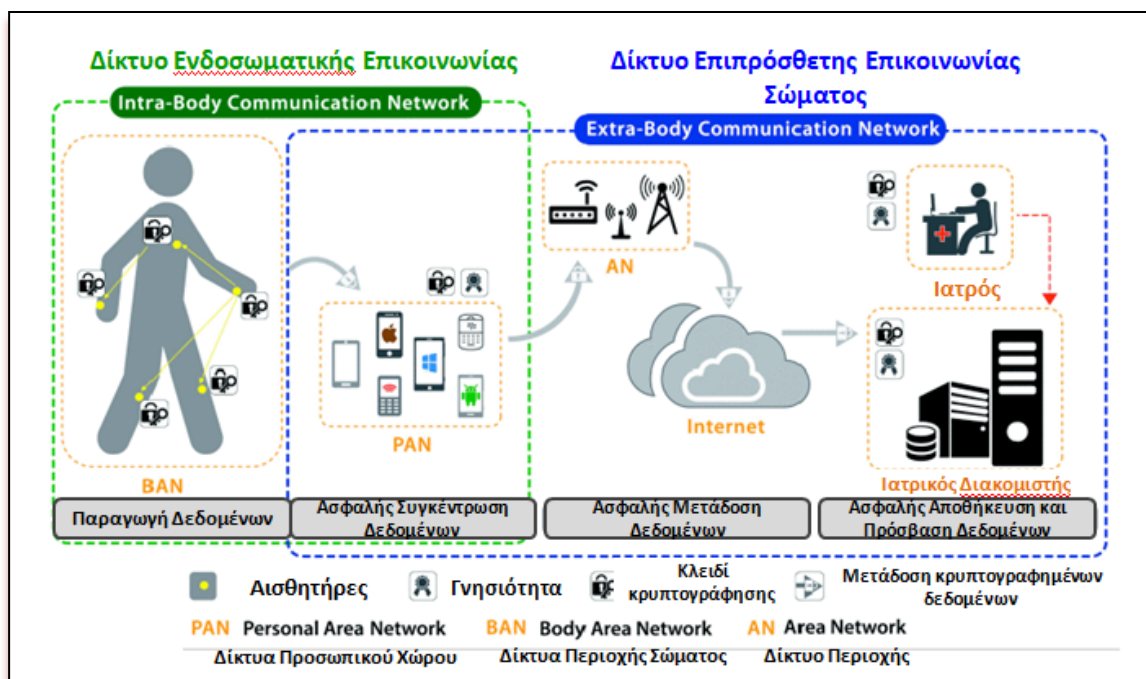
Πιστεύεται ότι η τεχνολογία IBC θα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στα Δίκτυα Προσωπικού Χώρου (Personal Area Network-PAN), στη βιοϊατρική

παρακολούθηση και στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων και του περιβάλλοντός τους.

Για παράδειγμα, η τεχνολογία IBC μπορεί να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία ενός βιοϊατρικού δικτύου παρακολούθησης που αποτελείται από αισθητήρες σώματος και εμφυτευμένους αισθητήρες.

Τα βιοϊατρικά δεδομένα που συλλέγονται από τα διάφορα μέρη του ανθρώπινου σώματος μεταδίδονται μέσω ενός αισθητήρα σύνδεσης που είναι συνδεδεμένος στον καρπό, και τελικά φτάνουν στο κινητό τηλέφωνο ή στο νοσοκομείο μέσω της σύνδεσης του διαδικτύου στον ιατρό. Δηλαδή, υπάρχει το δίκτυο της επιπρόσθετης επικοινωνίας σώματος (Extra-Body Communication Network-EBC), όπως διαφαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Επομένως, οι ασθενείς και οι ιατροί τους μπορούν να έχουν πρόσβαση στα βιοϊατρικά δεδομένα του ανθρώπινου σώματος σχεδόν οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε.



Σχήμα 1: Το Δίκτυο Ενδοσωματικής Επικοινωνίας και το Δίκτυο Επιπρόσθετης Επικοινωνίας Σώματος

4.4. Δίκτυο Περιοχής Σώματος (Body Area Network – BAN)

Ένα δίκτυο περιοχής σώματος (Body Area Network - BAN), που αναφέρεται επίσης ως ασύρματο (Wireless Body Area Network - WBAN) ή δίκτυο αισθητήρα (Body Sensor Network - BSN) ή δίκτυο ιατρικής περιοχής (Medical Body Area Network - MBAN), είναι ένα ασύρματο δίκτυο φορητών υπολογιστικών συσκευών.

Οι συσκευές BAN μπορούν να ενσωματωθούν μέσα στο σώμα ως εμφυτεύματα, μπορεί να είναι επιφανειακά τοποθετημένες στο σώμα σε σταθερή θέση, ή μπορεί να συνοδευτικές συσκευές που μπορούν να μεταφέρουν οι άνθρωποι σε διαφορετικές θέσεις, όπως σε τσέπες ρούχων, στο χέρι ή σε διάφορες τσάντες.

Η ταχεία ανάπτυξη των φυσιολογικών αισθητήρων, των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων χαμηλής ισχύος και της ασύρματης επικοινωνίας επέτρεψε μια νέα γενιά ασύρματων δικτύων αισθητήρων.

Το πεδίο έρευνας του δικτύου περιοχής σώματος (BAN) είναι μια διεπιστημονική περιοχή που θα μπορούσε να επιτρέψει την πιο οικονομική και συνεχή παρακολούθηση της υγείας με ενημερώσεις ιατρικών αρχείων σε πραγματικό χρόνο μέσω του Διαδικτύου.

Ένας αριθμός ευφύων φυσιολογικών αισθητήρων μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα φορητό ασύρματο δίκτυο περιοχής σώματος, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παρακολούθηση μέσω υπολογιστή ή έγκαιρη ανίχνευση ιατρικών παθήσεων. Αυτή η περιοχή βασίζεται στη σκοπιμότητα να εμφυτευτούν βιοαισθητήρες οι οποίοι έχουν πολύ μικρό μέγεθος και όντας μέσα στο σώμα του ανθρώπου θα είναι άνετα όπως επίσης δεν θα επηρεάσουν τη φυσική λειτουργία του.

Αυτοί οι αισθητήρες θα συλλέξουν διάφορες αλλαγές στη φυσιολογική υπόσταση του ανθρώπου προκειμένου να υπάρχει επίβλεψη της κατάστασης στην οποία βρίσκεται ο ασθενής χωρίς να παίζει ρόλο η θέση που έγινε η εμφύτευση. Τα δεδομένα θα μεταφερθούν ασύρματα σε μια μονάδα επεξεργασίας, η οποία είναι εξωτερική. Αυτή η μονάδα θα στείλει αμέσως όλα τα δεδομένα την ίδια στιγμή στους γιατρούς όπου και αν βρίσκονται.

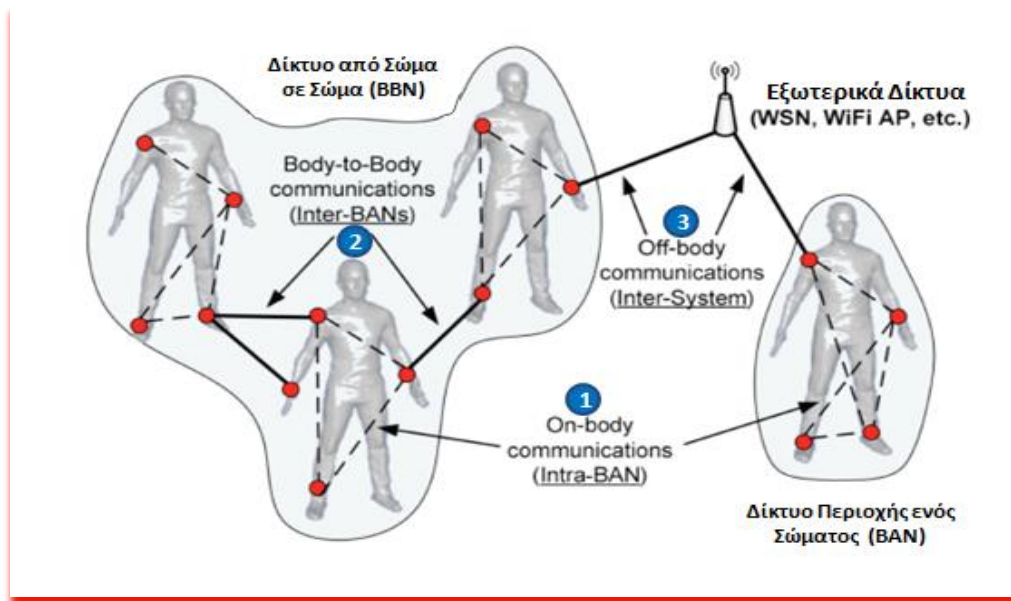
Εάν εντοπιστεί κατάσταση έκτακτης ανάγκης, οι γιατροί θα ενημερώσουν αμέσως τον ασθενή μέσω του συστήματος υπολογιστή στέλνοντας τα κατάλληλα μηνύματα.

Επί του παρόντος, το επίπεδο των παρεχόμενων πληροφοριών και οι ενεργειακοί πόροι που μπορούν να τροφοδοτήσουν τους αισθητήρες είναι περιορισμένοι. Ενώ η τεχνολογία βρίσκεται ακόμη στο αρχικό της στάδιο, έχει ερευνηθεί ευρέως και μόλις υιοθετηθεί, αναμένεται να είναι μια πρωτοποριακή εφεύρεση στον τομέα της υγείας οδηγώντας έννοιες όπως, η Τηλεϊατρική και η Κινητή Υγεία (m-Health) να γίνουν πράξη.

Οι αρχικές εφαρμογές των BAN αναμένεται να εμφανίζονται κυρίως στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, ειδικά για συνεχή παρακολούθηση ατόμων που υποφέρουν από μακροχρόνιες παθήσεις όπως είναι, το άσθμα, ο διαβήτης και οι καρδιακές προσβολές.

Μέσω της προώθησης της ανίχνευσης δεδομένων από άτομο σε άτομο έως την επίτευξη ενός συνδεδεμένου ιατρικού διακομιστή, η συγκεκριμένη U-υγεία γίνεται πραγματικότητα με την εμφάνιση μελλοντικών δικτύων Body-to-Body. Η U-υγεία (Ubiquitous Health) είναι μια από τις πανταχού παρούσες υπηρεσίες πληροφορικής, οι οποίες παρέχουν έξυπνες και αυτόνομες υπηρεσίες με βάση το πλαίσιο συνειδητοποίησης. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας αισθητήρων, η υπηρεσία U-health επικεντρώνεται στην παρακολούθηση των συνθηκών υγείας του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο.

Πράγματι, η συνύπαρξη πολλαπλών WBAN (ασύρματα δίκτυα περιοχής σώματος), η επικοινωνία και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους επεκτείνουν την κλασική ιδέα του WBAN και παρουσιάζουν το νέο παράδειγμα που αναφέρεται ως Δίκτυο από Σώμα σε Σώμα (Body-to-Body Network - BBN). Αυτό το παράδειγμα υποστηρίζει μια σειρά από καινοτόμες εφαρμογές, όπως η U-υγεία, η ψυχαγωγία, τα διαδραστικά παιχνίδια, σε υπηρεσίες του στρατού, κτλ.



Εικόνα 2: Φορητά ασύρματα δίκτυα: επέκταση της επικοινωνίας σώματος σε επικοινωνία μεταξύ σώματος και σώματος. (BAN: δίκτυο στο σώμα).

1. Οι διαφορετικοί αισθητήρες ή στοιχεία δικτύου ή άλλος ηλεκτρονικός εξοπλισμός στους κόμβους του σώματος ονομάζονται *intra-BAN*.
2. Οι αισθητήρες μεταξύ δύο ή περισσότερων σωμάτων ονομάζονται *inter-BAN* μεταξύ των οργανισμών. Η μετακίνηση δεδομένων ή πληροφοριών ή πακέτων μεταξύ κόμβων είναι κυρίως ασύρματη ή μέσω του μήκους, του πλάτους και του ύψους του σώματος (αυτό εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση καθώς το ανθρώπινο σώμα είναι πολύ καλός αγωγός ηλεκτρικής ενέργειας και λειτουργεί ως βραχυκύκλωμα μεταξύ ενός ηλεκτρονικού εξαρτήματος και γείωσης).
3. Οι επικοινωνίες εκτός σώματος είναι το κλειδί για τη σύνδεση έξυπνων φορητών συσκευών με εξωτερικές συσκευές, ακόμη και για ασύρματη μεταφορά ισχύος ή συλλογή ενέργειας. Πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες ηλεκτρομαγνητικές παραμέτρους (εύρος ζώνης σύνθετης αντίστασης (*BW*), κέρδος, απόδοση και εμπρός-πίσω ακτινοβολία (*FTBR*)) και μηχανικές (κάμψη, τσαλάκωση, συμπίεση, πλύσιμο και σιδέρωμα), ώστε η έξυπνη φορητή συσκευή να παρέχει την απαιτούμενη απόδοση.

4.5. Βιοσήματα

Τα βιοσήματα αποτελούν σήματα που αξιοποιούνται στον κλάδο της βιοιατρικής. Η βασικότερη χρήση τους γίνεται για την εξαγωγή πληροφορίας για το βιολογικό σύστημα που εξετάζεται στην προκειμένη περίπτωση.

Η διαδικασία που ακολουθείται για να εξαχθεί η πληροφορία είναι δυνατόν να είναι:

- Απλή, π.χ. ο υπολογισμός του μέσου όρου του καρδιακού ρυθμού κάποιου ασθενή από τον ιατρό μέσα από την αφή

- Πολύπλοκη, π.χ. ανάλυση δομής μαλακών ιστών με χρήση CT συσκευής.

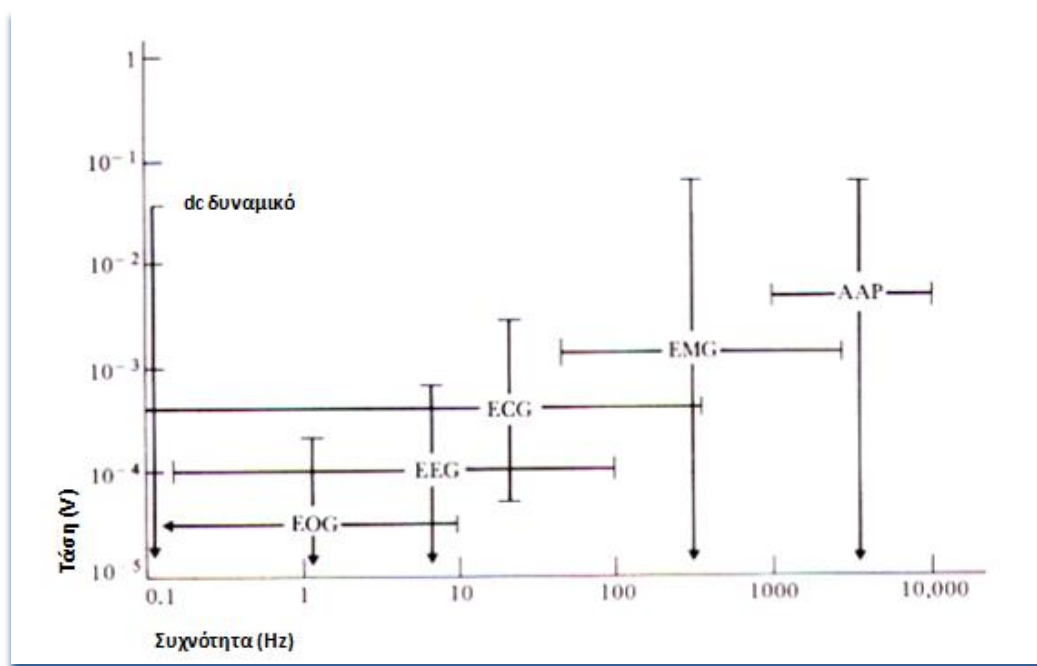
Δεν αρκεί να ληφθεί το σήμα, για αυτό χρειάζεται η επεξεργασία του σήματος για να εξαχθεί η τυχόν «θαμμένη πληροφορία».

Τα βιοσήματα προέρχονται από διάφορες πηγές όπως είναι:

- Τα σήματα που δημιουργούνται λόγω της ηλεκτρικής δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα στα μυϊκά/καρδιακά και τα νευρικά κύτταρα.
- Τα σήματα που προκύπτουν από το βιολογικό σύστημα μέσα από κάποια μηχανική του λειτουργία.

Τα βιοσήματα μέσα από την επεξεργασία τους στοχεύουν στο γεγονός ότι το σήμα θα φιλτραρισθεί από τον υπόλοιπο θόρυβο και συνάμα να ελαχιστοποιήσει το συμπλήρωμα των πληροφοριών μέσα σε ελάχιστες παραμέτρους. Αυτές είναι πιθανό να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των ιατρών κατά τη διάρκεια της διάγνωσης ή γενικότερα για την έρευνα που διεξάγεται στη βιολογική διαδικασία.

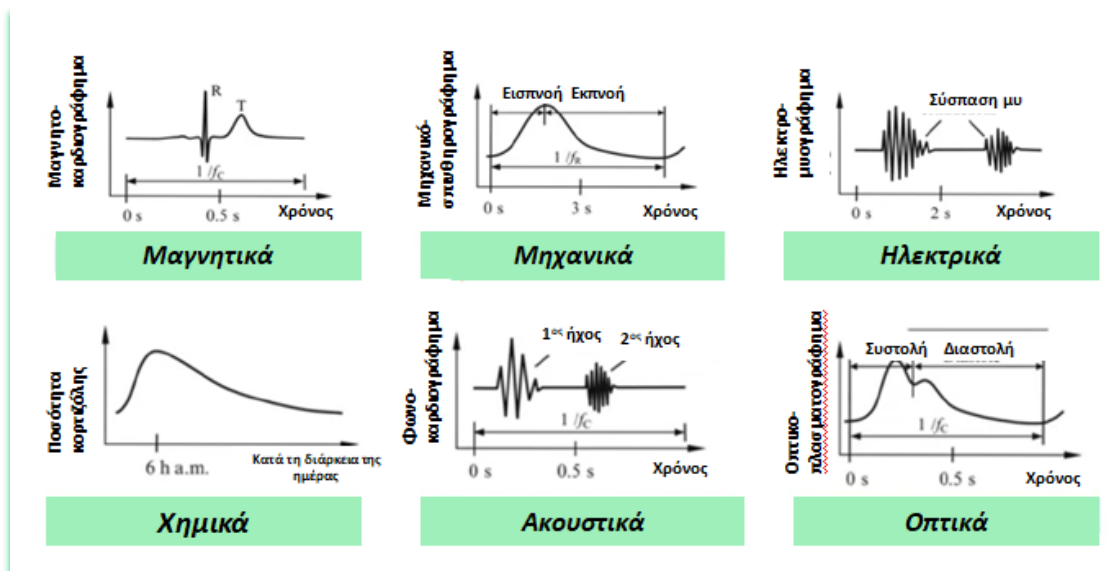
Επίσης, είναι σήματα μικρού εύρους και χρήζουν μεγάλης ενίσχυσης και η συχνότητά τους αλλάζει με το χρόνο. Είναι επιρρεπή στο θόρυβο (50 Hz δικτύου) καθώς και σε θόρυβο από μετακινήσεις.



Σχήμα 2: Διάγραμμα Τάσης-Συχνότητας βιοσημάτων

(Ηλεκτροοφθαλμογράφημα-Electrooculogram-EOG, Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα – Electroencephalogram-EEG, Ηλεκτροκαρδιογράφημα-Electrocardiogram-ECG, Ηλεκτρομυογράφημα-Electromyogram-EMG, Δυναμικό Δράσης- Action Potencial-AP)

Τα βιοσήματα διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες, όπως φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα: ηλεκτρικά, μη ηλεκτρικά, ακουστικά, οπτικά, μηχανικά, μαγνητικά και χημικά.



Σχήμα 3: Διαγράμματα βιοσημάτων

4.6. Ηλεκτρικά Βιοσήματα

Τα ηλεκτρικά βιοσήματα είναι αυτά που δημιουργούνται από την ηλεκτρική δραστηριότητα τόσο των μυϊκών όσο και των νευρικών κυττάρων, πχ ΗΚΓ, ΗΜΓ, ΗΕΓ.

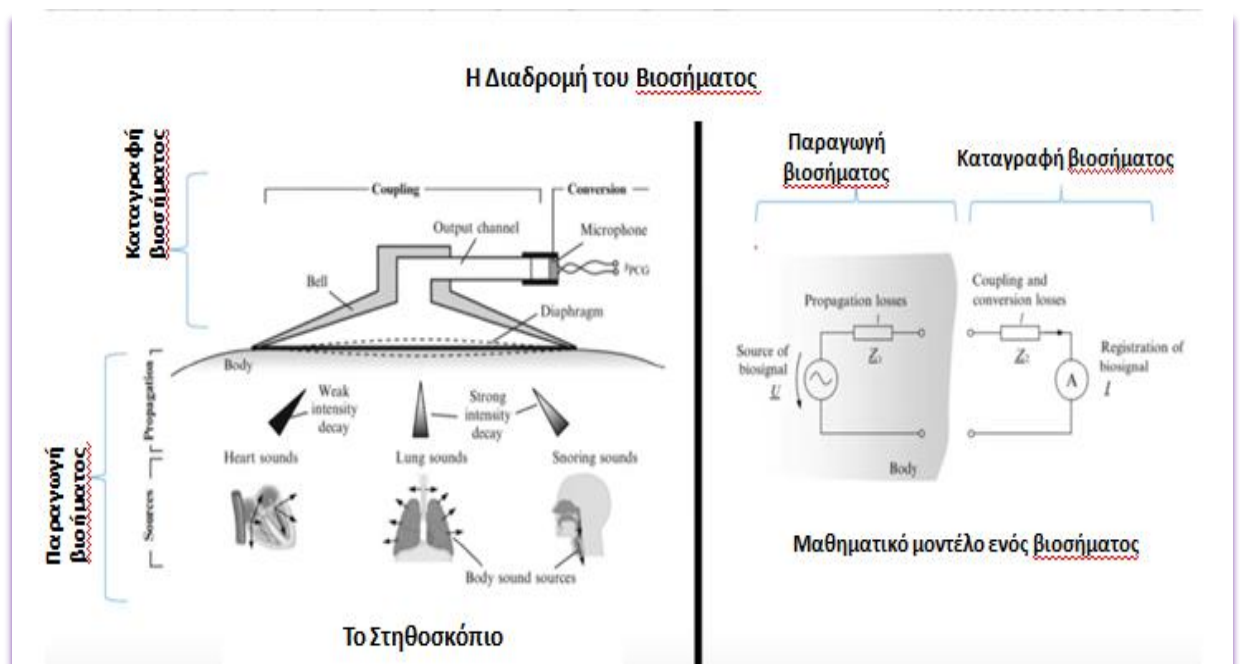
Πηγή των ηλεκτρικών βιοσημάτων είναι το **δυναμικό μεμβράνης**, όπου υπό μερικές συνθήκες ένα κύτταρο μπορεί να διεγερθεί και στη συνέχεια να δημιουργήσει ένα **δυναμικό δράσης** (ροή ιόντων στην κυτταρική μεμβράνη). Η διέγερση πολλών κυττάρων παράγει **ηλεκτρικό πεδίο**.

Για τη συλλογή των ηλεκτρικών βιοσημάτων σε επίπεδο κυττάρου, χρησιμοποιούνται **μικροηλεκτρόδια**, ως αισθητήρες για μέτρηση του δυναμικού δράσης.

Επίσης, χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες μετρήσεις **ηλεκτρόδια επιφάνειας**, όπου το βιολογικό σήμα είναι το ηλεκτρικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από τις κυτταρικές ενέργειες που μοιράζονται στην περιοχή που γειτονεύει με την αρχική.

Το βιολογικό μέσο επιτρέπει στο ηλεκτρικό πεδίο να περάσει διαμέσου του. Πιο συγκεκριμένα, το δυναμικό είναι δυνατόν να συλλεχθεί σε σχετικά αρμόζουσες θέσεις που βρίσκονται στην επιφάνεια, εμποδίζοντας έτσι την ύπαρξη ανάγκης να επεμβεί στο σύστημα.

Η λήψη του βιολογικού σήματος γίνεται μέσα από έναν σχετικά απλό μετατροπέα. Αυτός απαιτείται, καθώς η ηλεκτρική αγωγή που υπάρχει στο βιολογικό μέσο πραγματοποιείται με τη βοήθεια ιόντων, ενώ στο σύστημα μέτρησης χρειάζονται ηλεκτρόνια για να γίνει η αγωγή. Άρα, μετατρέπεται το ρεύμα ιόντων σε ρεύμα ηλεκτρονίων στα καλώδια των μετρητικών διατάξεων (ή διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο ηλεκτροδίων).



Σχήμα 4: Η παραγωγή και η καταγραφή ενός βιοσήματος στο στηθοσκόπιο και ο παραλληλισμός του με το μαθηματικό μοντέλο ενός βιοσήματος.

4.7. Μη Ηλεκτρικά Βιοσήματα

Οι βιολογικές διεργασίες δημιουργούν μεταβολές μη ηλεκτρικών μεγεθών που πρέπει να μετρηθούν, όπως είναι στα παρακάτω:

- Μηχανικά μεγέθη: μετατόπιση, δύναμη, πίεση, ταχύτητα
- Θερμοκρασία
- Φωτεινή ροή
- Συγκέντρωση ιόντων

4.7.1 Σήματα καταγραφής μηχανικής λειτουργίας

Τα σήματα αυτά προέρχονται από μηχανική λειτουργία μέσα στο βιολογικό σύστημα, ακριβώς σαν τα σήματα κίνησης, πίεσης, μετατόπισης και ροής του αίματος.

Για την καταγραφή τους απαιτούν μετατροπείς. Το ηλεκτρικό πεδίο και το μηχανικό φαινόμενο δεν παρουσιάζουν ομοιότητα ως προς τη μετάδοση τους.

Ο υπολογισμός πραγματοποιείται συνήθως στο ακριβές σημείο, διότι αποτελεί μια πολύπλοκη και επεμβατική διαδικασία.

4.7.2 Μετρήσιμα Φυσικά Μεγέθη Βιοσημάτων

- **Η Διαφορά δυναμικού (Volts)** που οφείλεται σε ηλεκτρικές πηγές του σώματος: της καρδιάς (ECG, ΗΚΓ), του εγκεφάλου (EEG, ΗΕΓ), των περιφερειακών νεύρων (ENG, ΗΝΓ) και των μυών (EMG, ΗΜΓ).

- **Η Πίεση ρευστών (mmHg)**: η αιματική πίεση στην καρδιά στις αρτηρίες, στις φλέβες, η πίεση ούρων στην ουροδόχο κύστη, η πίεση αερίων στο γαστρεντερικό σύστημα και η πίεση αερίων στο αίμα και στον αέρα των πνευμόνων (O₂, CO₂, CO, N₂).

- **Η Ενεργός οξύτητα (pH)**: που μετράται στο αίμα και στα γαστρικά υγρά.

- **Η Παροχή ρευστών** : Η παροχή μάζας αίματος (ml/s) καθώς και η παροχή όγκου εισπνεόμενου και εκπνεόμενου αέρα (liters/min).

- **Η Απορρόφηση φωτός** από ιστό (ανάλογη της αιματικής συγκέντρωσης)

- **Ο Ρυθμός αναπνοής** (breaths/min)

- **Η Καρδιακή συχνότητα** (beats/min)

- **Η Θερμοκρασία του σώματος** (°C)

Μια σειρά βιολογικών διεργασιών, χωρίς απευθείας σύνδεση με τη δημιουργία ηλεκτρικού σήματος μπορούν να υπολογιστούν αμέσως αλλά προγενέστερα πρέπει να έχει γίνει μετατροπή, μέσω ενός μετατροπέα ή αισθητηρίου, του διακυμαινόμενου σήματος βιολογικής προελεύσεως.

Το βιολογικό μέγεθος που υποβάλλεται σε τροποποίηση έχει διαφορετική φύση, η οποία οδηγεί σε διάκριση τους παρακάτω μετατροπείς:

- **Οι Μηχανοηλεκτρικοί μετατροπείς:** Μετατρέπουν ένα μέγεθος μηχανικού είδους (π.χ. πίεση, διαστάσεις, κλπ.), σε ένα αντίστοιχο ηλεκτρικό.
- **Οι Φωτοηλεκτρικοί μετατροπείς:** Είναι χρήσιμοι για τον υπολογισμό διαδικασιών, όπως η ανάκλαση ή η απορρόφηση του φωτός από τους ιστούς που υπάρχουν στο ανθρώπινο σώμα ή και από γενικότερες ουσίες.
- **Οι Θερμοηλεκτρικοί μετατροπείς:** Μετατρέπουν τις τυχόν τροποποιήσεις της θερμοκρασίας σε αλλαγές ηλεκτρικών μεγεθών.
- **Οι Χημιοηλεκτρικοί μετατροπείς:** Γίνεται αξιοποίηση τους για να προσδιοριστεί η ποσότητα των χημικών δεικτών μέσα σε διαλύματα που περιέχουν ηλεκτρολύτες. Αυτοί αποτελούνται χωρίς εξαίρεση από ένα ηλεκτρόδιο φτιαγμένο από μέταλλα το οποίο επικαλύπτεται από ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα.

4.8. Το Νευρικό Σύστημα του Ανθρώπινου Σώματος

Ως νευρικό σύστημα ορίζεται το μέρος του σώματος ενός έμβριου όντος που συντονίζει τη συμπεριφορά του και μεταδίδει σήματα μεταξύ διαφορετικών περιοχών του σώματος.

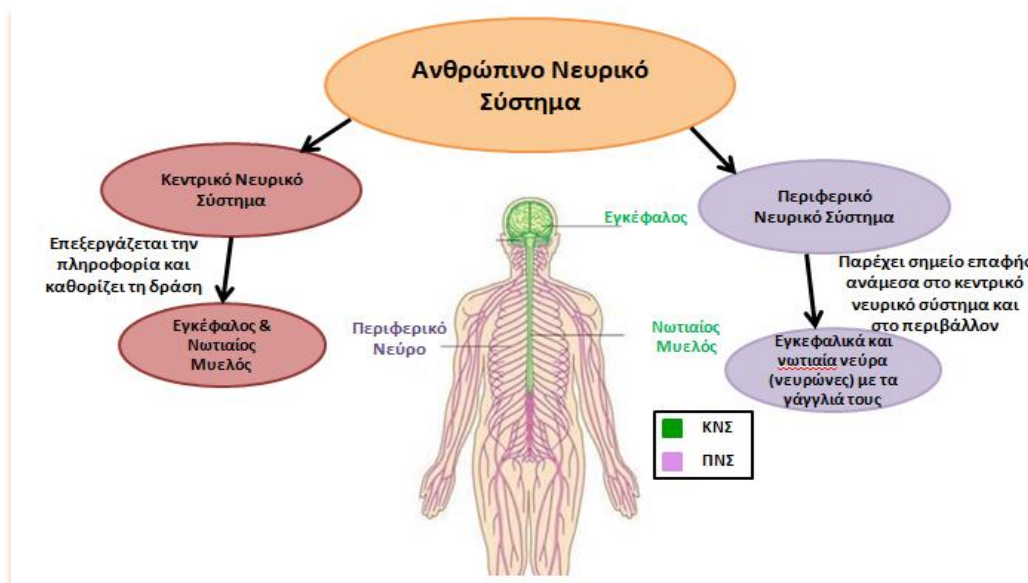
Επίσης, το νευρικό σύστημα χρησιμεύει για την ανίχνευση και την επεξεργασία των πληροφοριών που λαμβάνονται από τα τέσσερα βασικά αισθητήρια όργανα (γλώσσα, μάτια, αυτιά, μύτη) και ενεργοποιεί τις αντιδράσεις του σώματος, όπως το βάδισμα και άλλων αυτόματων σωματικών λειτουργιών, π.χ. η έκκριση σάλιου.

Το νευρικό σύστημα διακρίνεται σε δύο μεγάλα τμήματα: το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ). Στο κεντρικό σύστημα ανήκουν όργανα όπως ο **νωτιαίος μυελός** και ο **εγκέφαλος**, ενώ το ΠΝΣ περιλαμβάνει τα νεύρα, μακριές ίνες που συνδέουν το ΚΝΣ με κάθε άλλο μέρος του σώματος.

Το ΚΝΣ λειτουργεί ως επεξεργαστής των πληροφοριών που έρχονται σε αυτό από τα υπόλοιπα όργανα, και στη συνέχεια δίνει εντολές. Ο εγκέφαλος είναι το κέντρο των σκέψεών μας, ο διερμηνέας του εξωτερικού μας περιβάλλοντος και η προέλευση του ελέγχου της κίνησης του σώματος. Όπως ένας κεντρικός υπολογιστής, ερμηνεύει πληροφορίες από τα μάτια μας (όραση), τα αυτιά (ήχος), τη μύτη (μυρωδιά), τη γλώσσα (γεύση) και το δέρμα (άγγιγμα), καθώς και από εσωτερικά όργανα όπως το στομάχι. Ο νωτιαίος μυελός είναι η οδός επικοινωνίας μεταξύ του σώματος και του εγκεφάλου. Όταν τραυματίζεται ο νωτιαίος μυελός, διαταράσσεται η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του εγκεφάλου και άλλων τμημάτων του σώματος.

Όλα τα όργανα του ΚΝΣ και του ΠΝΣ αποτελούνται από **νευρικό ιστό**. Σε κυτταρικό επίπεδο, το νευρικό σύστημα ορίζεται από την παρουσία ενός ειδικού τύπου κυττάρου, που ονομάζεται **νευρώνας**, γνωστού και ως «νευρικό κύτταρο». Εκτός των νευρώνων, υπάρχουν και **νευρογλοιακά κύτταρα**.

Οι νευρώνες είναι οι θεμελιώδεις μονάδες του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος, τα κύτταρα που είναι υπεύθυνα για τη λήψη αισθητηριακής εισόδου από τον εξωτερικό κόσμο, για την αποστολή κινητικών εντολών στους μύς μας και για τον μετασχηματισμό και τη μετάδοση των ηλεκτρικών σημάτων σε κάθε ενδιάμεσο βήμα.



Σχήμα 5: Το Ανθρώπινο Νευρικό Σύστημα

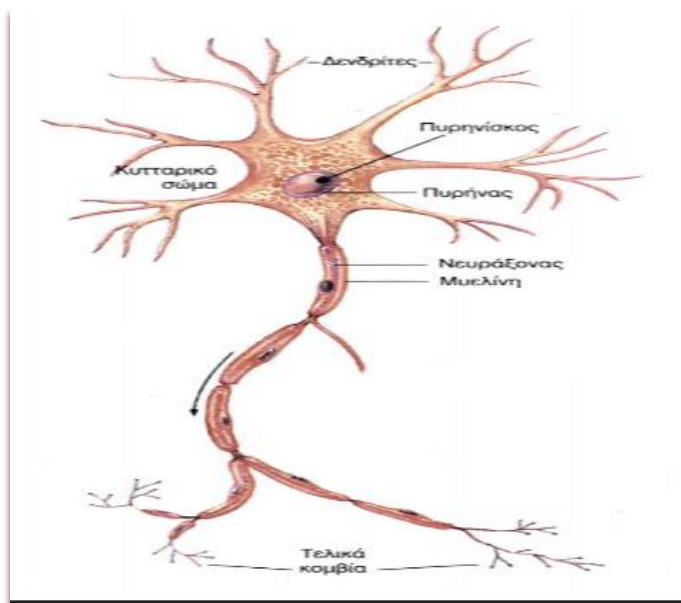
4.9. Το Νευρικό Κύτταρο (Νευρώνας)

Τα νευρικά κύτταρα στο ανθρώπινο νευρικό σύστημα είναι περισσότερα από 10^{10} . Ένας νευρώνας έχει τρία κύρια μέρη: τους **δενδρίτες**, έναν **άξονα** (νευράξονας ή νευρίτης) και ένα κύτταρο ή **σώμα**. Χοντρικά ο **δενδρίτης** είναι το σημείο που ένας νευρώνας λαμβάνει είσοδο από άλλα κύτταρα και οι επιμέρους δενδρίτες διακλαδίζονται καθώς κινούνται προς τις άκρες τους. Ο **νευράξονας** είναι η δομή εξόδου του νευρώνα· όταν ένας νευρώνας θέλει να μιλήσει με έναν άλλο νευρώνα, στέλνει ένα ηλεκτρικό μήνυμα που ονομάζεται δυναμικό δράσης σε ολόκληρο τον νευράξονα. Το **σώμα** είναι εκεί που βρίσκεται ο πυρήνας, όπου στεγάζεται το DNA του νευρώνα και όπου οι πρωτεΐνες μεταφέρονται σε όλο τον άξονα και τους δενδρίτες.

Οι **δενδρίτες** είναι συνήθως μικροί σε μήκος και αποτελούνται από πολλές διακλαδώσεις. Εκτείνονται από το κύτταρο σαν κεραιές και δέχονται σήματα από τους άξονες άλλων νευρώνων. Μεταφέρουν το σήμα που δέχονται στον πυρήνα για επεξεργασία.

Ο **νευράξονας** ή **νευρίτης** είναι πιο μεγάλος, αγγίζοντας ενίοτε και το ένα μέτρο. Δρα μεταβιβάζοντας το ηλεκτρικό σήμα από το σώμα του κυττάρου σε άλλα κύτταρα, προκαλώντας απελευθέρωση των νευροδιαβιβαστών. Στις άκρες των αξόνων βρίσκονται έντονες διακλαδώσεις, οι οποίες έχουν ως κατάληξη τις νευρικές απολήξεις.

Το μέγεθος των νευρικών κυττάρων, ανάλογα με το είδος τους, ποικίλει από 4-140 μm .



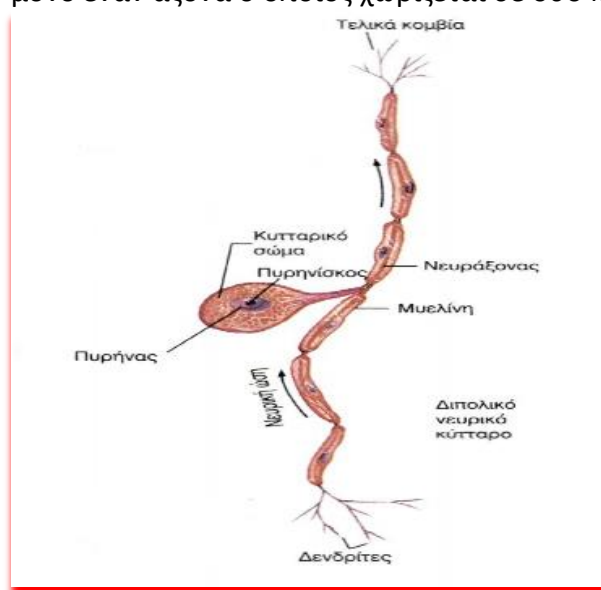
Εικόνα 3 : Το νευρικό κύτταρο

4.9.1. Είδη λειτουργικών νευρώνων

1. Αισθητικοί / Αισθητήριοι ή Προσαγωγοί Νευρώνες (Sensory – afferent neurons)

Οι αισθητήριοι νευρώνες είναι τα νευρικά κύτταρα που ενεργοποιούνται με αισθητηριακή είσοδο από το περιβάλλον. Οι εισροές που ενεργοποιούν τους αισθητήριους νευρώνες μπορεί να είναι φυσικές ή χημικές, που αντιστοιχούν και στις πέντε αισθήσεις μας. Έτσι, μια φυσική είσοδος μπορεί να είναι πράγματα όπως ήχος, αφή, θερμότητα ή φως. Μια χημική εισαγωγή προέρχεται από τη γεύση ή τη μυρωδιά, την οποία οι νευρώνες στη συνέχεια στέλνουν στον εγκέφαλο.

Οι περισσότεροι αισθητήριοι νευρώνες είναι ψευδομονοπολικοί, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν μόνο έναν άξονα ο οποίος χωρίζεται σε δύο κλάδους.

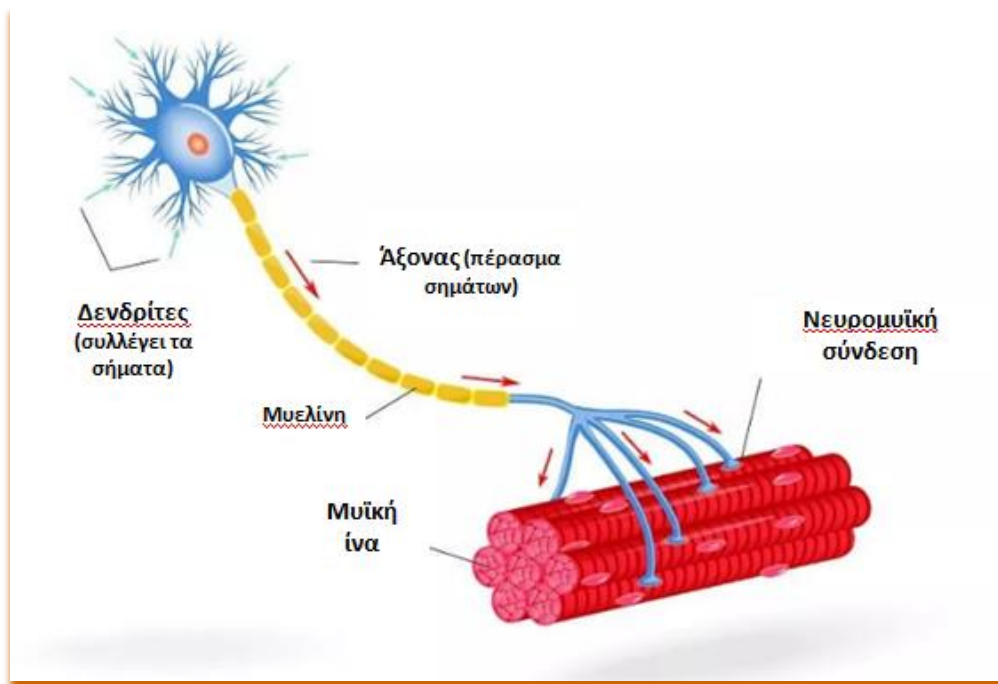


Εικόνα 4: Αισθητήριοι – προσαγωγοί νευρώνες (Sensory – afferent neurons)

2. Κινητικοί – απαγωγοί νευρώνες (Motor neurons)

Οι κινητικοί νευρώνες του νωτιαίου μυελού αποτελούν μέρος του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) και συνδέονται με τους μύς, τους αδένες και τα όργανα σε όλο το σώμα. Αυτοί οι νευρώνες μεταδίδουν παρορμήσεις από το νωτιαίο μυελό σε σκελετικούς και λείους μύες (όπως αυτοί στο στομάχι σας) και έτσι ελέγχουν άμεσα όλες τις κινήσεις των μυών μας. Στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο τύποι κινητικών νευρώνων: αυτοί που ταξιδεύουν από τον νωτιαίο μυελό στους μύς ονομάζονται κατώτεροι κινητικοί νευρώνες, ενώ αυτοί που ταξιδεύουν μεταξύ του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού ονομάζονται άνω κινητικοί νευρώνες.

Οι κινητικοί νευρώνες έχουν τον πιο κοινό τύπο «σχεδίου σώματος» για ένα νευρικό κύτταρο - είναι πολυπολικοί, ο καθένας με έναν άξονα και πολλούς δενδρίτες.

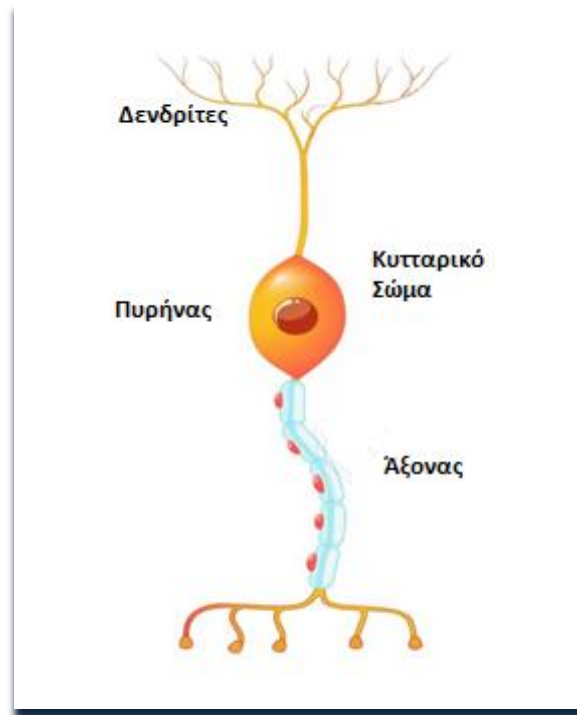


Εικόνα 5: Κινητικοί – απαγωγί νευρώνες (Motor neurons)

3. Διανευρώνες – Ενδιάμεσοι νευρώνες (Interneurons)

Όπως υποδηλώνει το όνομα, οι ενδιάμεσοι νευρώνες είναι αυτοί που διαμεσολαβούν - συνδέουν τον απαγωγό της σπονδυλικής στήλης και τους αισθητήριους νευρώνες - και αποτελούν το 99% του συνόλου των νευρώνων. Εκτός από τη μεταφορά σημάτων μεταξύ αισθητήριων και κινητικών νευρώνων, οι νευρώνες μπορούν επίσης να επικοινωνούν μεταξύ τους, σχηματίζοντας κυκλώματα διαφορετικής πολυπλοκότητας. Είναι πολυπολικοί, ακριβώς όπως οι κινητικοί νευρώνες.

Υπολογίζεται ότι κάθε αισθητήριος νευρώνας το ΚΝΣ αντιστοιχεί σε 10 κινητικούς νευρώνες και σε 200.000 ενδιάμεσους νευρώνες.



Εικόνα 6: Διανευρώνες – Ενδιάμεσοι νευρώνες (*Interneurons*)

4.9.2 Επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων

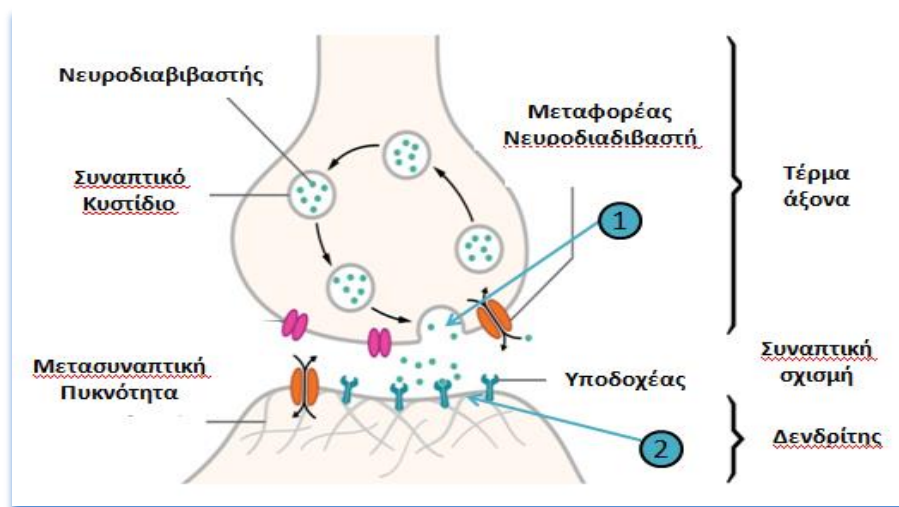
Οι νευρώνες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ηλεκτρικών γεγονότων που ονομάζονται «δυναμικά ενεργείας» και χημικοί νευροδιαβιβαστές. Στη σύνδεση μεταξύ δύο νευρώνων (σύναψη), ένα δυναμικό ενεργείας προκαλεί στον νευρώνα Α να απελευθερώσει έναν χημικό νευροδιαβιβαστή. Ο νευροδιαβιβαστής μπορεί είτε να βοηθήσει (να διεγείρει) είτε να εμποδίσει (να εμποδίσει) τον νευρώνα Β να εκτοξεύσει το δικό του δυναμικό ενεργείας. Σε έναν άθικτο εγκέφαλο, η ισορροπία εκατοντάδων διεγερτικών και ανασταλτικών εισροών σε έναν νευρώνα καθορίζει εάν θα προκύψει ένα δυναμικό ενεργείας.

Η σύναψη, που ονομάζεται επίσης νευρωνική σύνδεση, είναι το σημείο μετάδοσης των ηλεκτρικών νευρικών παλμών μεταξύ δύο νευρικών κυττάρων (νευρώνων) ή μεταξύ ενός νευρώνα και ενός αδένου ή μυϊκού κυττάρου (τελεστή). Μια συναπτική σύνδεση μεταξύ ενός νευρώνα και ενός μυϊκού κυττάρου ονομάζεται νευρομυϊκή σύνδεση. Ο συνήθης αριθμός συνάψεων σε έναν νευρώνα είναι 1000-10000 επαφές.

Οι νευροδιαβιβαστές είναι τα μόρια που χρησιμοποιούνται από το νευρικό σύστημα για τη μετάδοση μηνυμάτων μεταξύ νευρώνων ή από νευρώνες στους μυς. Ένας νευροδιαβιβαστής επηρεάζει έναν νευρώνα με έναν από τους τρεις τρόπους: διεγερτικό, ανασταλτικό ή ρυθμιστικό.

Ένας διεγερτικός πομπός προωθεί τη δημιουργία ενός ηλεκτρικού σήματος που ονομάζεται δυναμικό δράσης στον νευρώνα που λαμβάνει, ενώ ένας ανασταλτικός πομπός το αποτρέπει. Το εάν ένας νευροδιαβιβαστής είναι διεγερτικός ή ανασταλτικός εξαρτάται από τον υποδοχέα στον οποίο συνδέεται.

Ο πρώτος νευροδιαβιβαστής που ανακαλύφθηκε ήταν ένα μικρό μόριο που ονομάζεται ακετυλοχολίνη. Παίζει σημαντικό ρόλο στο περιφερικό νευρικό σύστημα, όπου απελευθερώνεται από κινητικούς νευρώνες και νευρώνες του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στο κεντρικό νευρικό σύστημα στη διατήρηση της γνωστικής λειτουργίας. Άλλοι βασικοί νευροδιαβιβαστές είναι η ντοπαμίνη, η νοραδρεναλίνη, η σεροτονίνη, η ισταμίνη κ.ά.

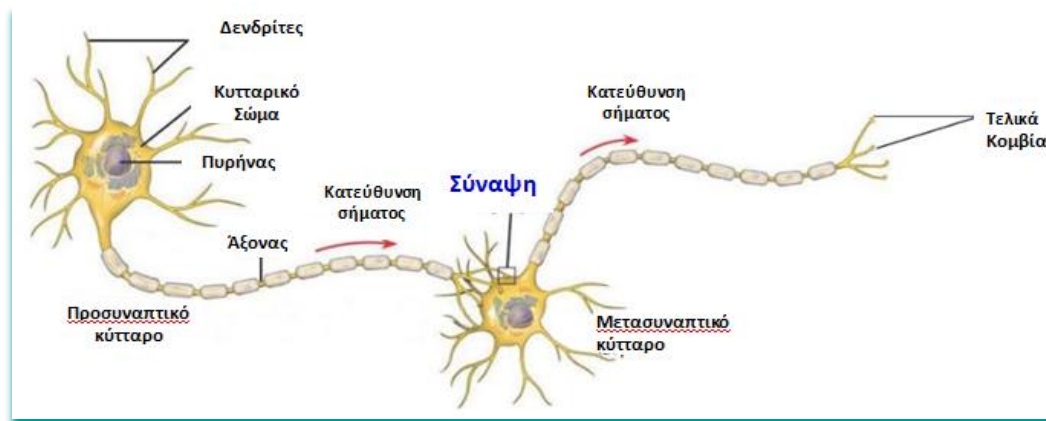


Εικόνα 7: Σύναψη – Προσυναπτικό και Μετασυναπτικό κύτταρο

- 1. Η νευρική ώση προκαλεί απελευθέρωση των νευροδιαβιβαστών.*
- 2. Το κανάλι ανοίγει με τον νευροδιαβιβαστή συνδεδεμένο στον υποδοχέα.*

Σε μια χημική σύναψη κάθε απόληξη, ή τερματικό, μιας νευρικής ίνας (προσυναπτική ίνα) διογκώνεται για να σχηματίσει μια δομή που μοιάζει με πόμολο

που διαχωρίζεται από την ίνα ενός παρακείμενου νευρώνα, που ονομάζεται μετασυναπτική ίνα, από ένα μικροσκοπικό χώρο που ονομάζεται συναπτική σχισμή. Η τυπική συναπτική σχισμή έχει πλάτος περίπου 15-20 nm.



Εικόνα 8: Σύναψη μεταξύ δύο νευρικών κυττάρων

Στον εγκέφαλο υπάρχουν 100 δισεκατομμύρια νευρώνες και 100 τρισεκατομμύρια συνάψεις. Κάθε διακριτός νευρώνας δημιουργεί συνδέσεις με περίπου 1000 ακόμη νευρώνες. Οι συνάψεις μπορούν να δημιουργηθούν ανάμεσα στους δενδρίτες μεταξύ τους, στους δενδρίτες και στο κυτταρικό σώμα, στις απολήξεις των νευραξόνων μεταξύ τους, και μεταξύ των απολήξεων των νευραξόνων και είτε του σώματος του κυττάρου ή ενός δενδρίτη που ανήκει σε άλλο νευρώνα.

4.10. Ιοντική Σύσταση των κυττάρων

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ενδοκυττάρια και εξωκυττάρια συγκέντρωση των διαφόρων συστατικών (στοιχείων).

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mM)	ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mM)
<u>Κατιόντα</u>		
Na⁺	5-15	145
K⁺	140	5
Mg²⁺	0.5	1-2

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mM)	ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mM)
Ca²⁺	10⁻⁷	1-2
H⁺	7x10⁻⁵	4x10⁻⁵
<u>Ανιόντα</u>		
Cl⁻	5-15	110
Μόνιμα ανιόντα	Υψηλή	0

Οι συγκεντρώσεις που περιγράφονται στον παραπάνω πίνακα, δεν είναι καθόλου στατικές, αντιθέτως διαφέρουν ανάλογα με τον οργανισμό και τις περιβαλλοντικές και φυσιολογικές συνθήκες.

Οι συγκεντρώσεις ιόντων είναι πολύ διαφορετικές μέσα και έξω από το κύτταρο, διότι η σύνθεση του εσωτερικού του κυττάρου διαφέρει σημαντικά από το περιβάλλον έξω από το κύτταρο.

4.11. Πόλωση Κυτταρικής Μembrάνης

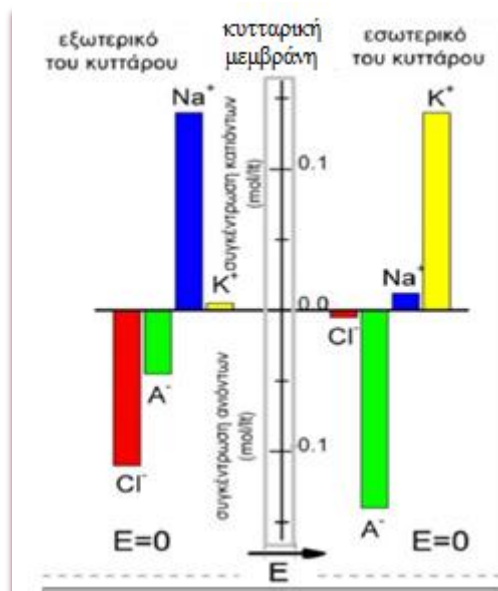
Το μεμβρανικό ή διαμεμβρανικό δυναμικό είναι η διαφορά μεταξύ του ηλεκτρικού δυναμικού στις ενδοκυτταρικές και εξωκυτταρικές μήτρες του κυττάρου όταν δεν είναι διεγερμένο. Κάθε κύτταρο του σώματος έχει το δικό του μεμβρανικό δυναμικό, αλλά μόνο τα διεγερτικά κύτταρα - νεύρα και μύες - είναι ικανά να το αλλάξουν και να δημιουργήσουν ένα δυναμικό δράσης.

Όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες, όταν αλληλεπιδρούν οι ιοντικοί μεταφορείς με τους διαύλους, προκύπτει το μεμβρανικό δυναμικό. Οι μεταφορείς δεν έχουν την ίδια ποσότητα ιόντων στον εξωκυττάριο μεμβρανικό χώρο και στο κυτταροδιάλυμα.



Εικόνα 9

Οι βασικές λειτουργίες του μεμβρανικού δυναμικού είναι ότι αφενός κάνει το κύτταρο να λειτουργεί όπως μια μπαταρία, με το ότι δίνει την ενέργεια ώστε τα επιμέρους μοριακά τμήματα που βρίσκονται στην μεμβράνη του κυττάρου να λειτουργούν, και αφετέρου ότι έχει διακυμάνσεις οι οποίες συμβάλουν στο να μεταδίδονται σήματα και από ένα κύτταρο στο άλλο και στα επιμέρους τμήματα των κυττάρων. Οι ιοντικοί διάλυτοι που υπάρχουν μπορούν είτε να ανοίξουν είτε να κλείσουν, αλλάζοντας τοπικά το δυναμικό και δημιουργώντας αλλαγή φορτίων σε διαφορετικά σημεία της μεμβράνης.



Σχήμα 6: Πόλωση κυτταρικής μεμβράνης

Η κατάσταση στην οποία το μεμβρανικό δυναμικό έχει μια σχετικά σταθερή τιμή και βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, είτε στα διεγέρσιμα είτε στα μη διεγέρσιμα κύτταρα, ονομάζεται δυναμικό ηρεμίας. Το δυναμικό ηρεμίας παίζει σημαντικό ρόλο για τα νευρικά κύτταρα, διότι χωρίς αυτό τα κύτταρα δεν θα μπορούσαν να διεγερθούν, να παράγουν δυναμικά ενέργειας, ούτε να μεταδώσουν έναν παλμό.

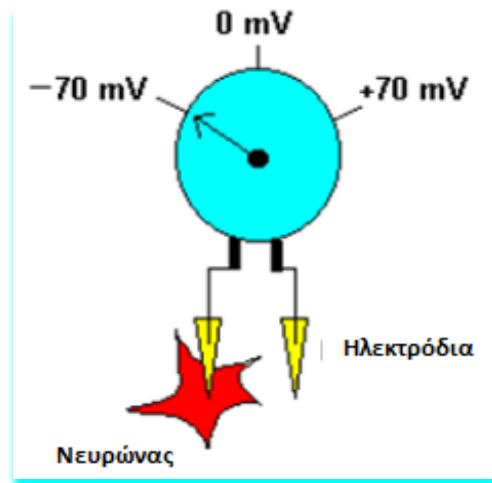
Με την ύπαρξη του δυναμικού ηρεμίας μεταδίδονται τα ηλεκτρικά βιοσήματα στους ζωντανούς οργανισμούς.

4.11.1 Κατάσταση ηρεμίας του νευρικού κυττάρου

Η τιμή διαφοράς δυναμικού είναι πολύ διαφορετική από το δυναμικό διάχυσης των ιόντων Νατρίου (Na^+) και οριακά πιο θετική από το δυναμικό διάχυσης των ιόντων Καλίου (K^+). Η φόρτιση εντός του κυττάρου είναι αρνητική, ενώ η εκτός είναι θετική. Ανάλογα με τον τύπο του κυττάρου το **δυναμικό ηρεμίας** κυμαίνεται από **50-100mV** σε μυϊκά και νευρικά κύτταρα. Το δυναμικό ηρεμίας των πιο διεγέρσιμων κυττάρων εντός των νευρώνων εντοπίζεται από -70 έως -80 mV. ($V_x = V_{in} - V_{out} \approx -70\text{mV}$).

Ως εκπόλωση ορίζεται μια απόκλιση που δημιουργείται στο μεμβρανικό δυναμικό λόγω του κλεισίματος και του ανοίγματος των ιοντικών διαύλων· στην κατάσταση αυτή υπάρχει μια αύξηση δυναμικού εντός του κυττάρου π.χ. από -70 (-90) mV σε $+30\text{mV}$, έχοντας μείωση διαφοράς δυναμικού της κυτταρικής μεμβράνης. Αντίθετα, υπερπόλωση συμβαίνει όταν γίνεται πιο αρνητικό το δυναμικό εντός του κυττάρου π.χ. από -70 (-90) mV σε -80 (-100) mV, αυξάνοντας έτσι τη διαφορά δυναμικού της κυτταρικής μεμβράνης.

Το **δυναμικό ενέργειας**, το οποίο θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω, είναι μια εκπόλωση αρκετά μεγάλη ώστε να οδηγήσει στην πρόκληση ενός σύντομου γεγονότος στα διεγέρσιμα κύτταρα. Τα δυναμικά δράσης δημιουργούνται από τις δράσεις από τασεο-ελεγχόμενους ιοντικούς διαύλους.



Σχήμα 7: Κατάσταση ηρεμίας του νευρικού κυττάρου

Το δυναμικό ηρεμίας (-60mV) δεν είναι ούτε ίσο με το δυναμικό διάχυσης K^+ (-89mV) ούτε ίσο με το δυναμικό διάχυσης Na^+ (+67mV). Θα περίμενε κανείς να συνεχιζόταν η έξοδος K^+ και η είσοδος Na^+ . Αυτό όμως θα είχε ως αποτέλεσμα την κατάρρευση του δυναμικού ηρεμίας.

Όταν το κύτταρο βρίσκεται σε δυναμικό ηρεμίας, δεν είναι σε σταθερή κατάσταση, αλλά υπάρχει μία ισορροπία που προκύπτει από την ταυτόχρονη συνύπαρξη δύο αντίρροπων μηχανισμών:

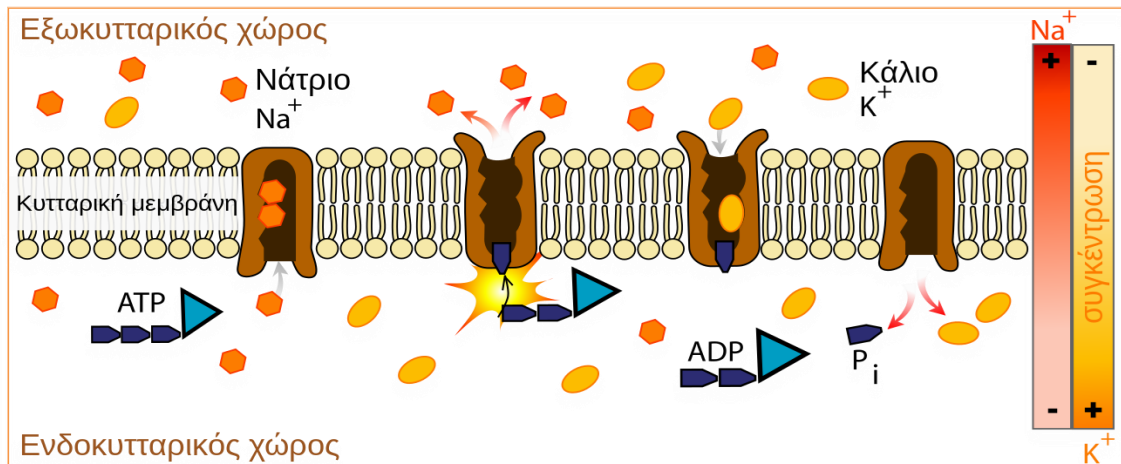
1. Πραγματοποιείται είσοδος ιόντων Νατρίου (Na^+) στο κύτταρο και έξοδος ιόντων Καλίου (K^+) από το κύτταρο **μέσω διαύλων** και
2. Πραγματοποιείται έξοδος ιόντων Νατρίου (Na^+) από το κύτταρο και είσοδος ιόντων Καλίου (K^+) στο κύτταρο **μέσω της αντλίας Na^+-K^+** .

4.11.2 Ο Ρόλος της Αντλίας Na^+-K^+

Η αντλία **Νατρίου-Καλίου** είναι ένας μηχανισμός ενεργού μεταφοράς ιόντων μέσω της κυτταρικής μεμβράνης των ιόντων Νατρίου στον εξωκυττάριο χώρο και των ιόντων Καλίου στον ενδοκυττάριο χώρο, γεγονός που οδηγεί στο να υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις των αντίστοιχων ιόντων.

Η **αντλία Νατρίου-Καλίου** αποτελεί μια διαμεμβρανική αντλία η οποία συνδυάζει δύο εισερχόμενα ιόντα Καλίου με τρία εξερχόμενα ιόντα Νατρίου από το κύτταρο. Η άντληση πραγματοποιείται σε κυκλική κίνηση, με την υδρόλυση τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) σε διφωσφορική αδενοσίνη (ADP).

Η μετακίνηση ιόντων αντίθετα από την κατεύθυνση ενεργειακής ισορροπίας (ηλεκτροχημική βαθμίδωση) προκαλεί κατανάλωση ενέργειας.



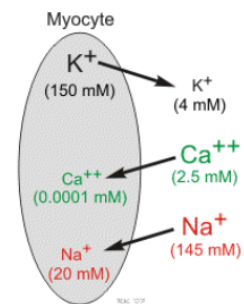
Σχήμα 8: Η αντλία Νατρίου-Καλίου

4.12. Ηλεκτροχημικό Δυναμικό

Ηλεκτροχημικό Δυναμικό ονομάζεται ένα μέγεθος το οποίο καθιστά δυνατή τη σύγκριση μεταξύ του ηλεκτρικού δυναμικού και της σχετικής συμβολής της ιοντικής συγκέντρωσης.

$$\Delta\mu(X) = \mu_A(X) - \mu_B(X) = RT \ln \frac{[X]_A}{[X]_B} + zF(E_{in} - E_{out})$$

$\Delta\mu$ = διαφορά ηλεκτροχημικού δυναμικού ανάμεσα στις πλευρές της κυτταρικής μεμβράνης
 R = σταθερά των ιδανικών αερίων
 T = απόλυτη θερμοκρασία
 z = αριθμός φορτίου των ιόντων
 F = σταθερά του Faraday
 $E_A - E_B$ = διαφορά δυναμικού εκατέρωθεν της μεμβράνης



$RT \ln \frac{[X]_A}{[X]_B}$: Η τάση των X^+ να κινηθούν από το A στο B λόγω της διαφοράς συγκέντρωσης

$zF(E_A - E_B)$: Η τάση των X^+ να κινηθούν από το A στο B λόγω της διαφοράς δυναμικού

4.12.1 Ηλεκτροχημική Ισορροπία και η Εξίσωση Nernst

Η διαφορά του δυναμικού που εντοπίζεται και από τις δύο πλευρές της μεμβράνης – για την οποία υφίσταται και ηλεκτροχημική ισορροπία – ονομάζεται εξίσωση **Nernst**. Η ισορροπία επιτυγχάνεται όταν η δύναμη εξαιτίας της δημιουργίας ηλεκτρικού πεδίου γίνεται ίση με τη δύναμη εξαιτίας της βαθμίδωσης της συγκέντρωσης.

$$\Delta_{\mu}(X) = \mu_A(X) - \mu_B(X) = RT \ln \frac{[X]_A}{[X]_B} + zF(E_A - E_B), \text{ όπου } E_X \text{ η}$$

$$\text{Εξίσωση Nernst: } E_X = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[X]_{out}}{[X]_{in}}$$

$$\text{Για τα βιολογικά συστήματα ισχύει: } E_X = \frac{60}{z} \log \frac{[X]_{out}}{[X]_{in}}$$

Δυναμικό διάχυσης των ιόντων Νατρίου (Na^+):

$$\frac{[X_B]}{[X_A]} = \frac{120}{9.2} = 13,04 \quad \longrightarrow \quad E_A - E_B \approx 67mV$$

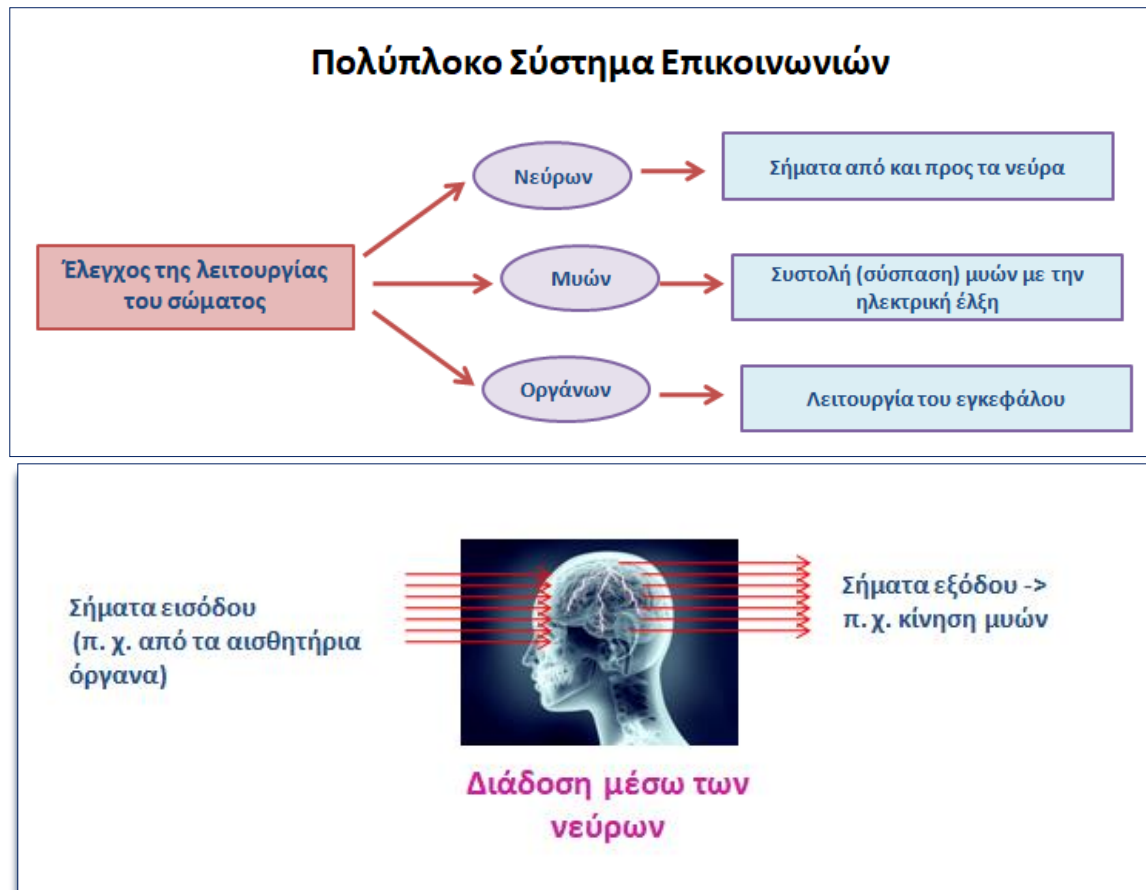
Δυναμικό διάχυσης των ιόντων Νατρίου (Na^+):

$$\frac{[X_B]}{[X_A]} = \frac{5.0}{141} = 0.0355 \quad \longrightarrow \quad E_A - E_B \approx -89mV$$

4.13. Ο Ηλεκτρισμός στο Ανθρώπινο Σώμα

Εντός του ανθρώπινου σώματος παράγεται ηλεκτρισμός, ο οποίος βοηθά στον έλεγχο του μυϊκού συστήματος και των οργάνων, όπως και στην εύρυθμη λειτουργία των νεύρων.

Επίσης, ηλεκτρική είναι ως επί το πλείστον και η δραστηριότητα στον εγκέφαλο, με το σύνολο των παραγόμενων νευρικών σημάτων να είναι συσχετισμένα με ηλεκτρικό ρεύμα. Όλα αυτά τα σήματα δημιουργούνται ως αποτέλεσμα του πως δρουν ηλεκτροχημικά τα νευρικά κύτταρα.

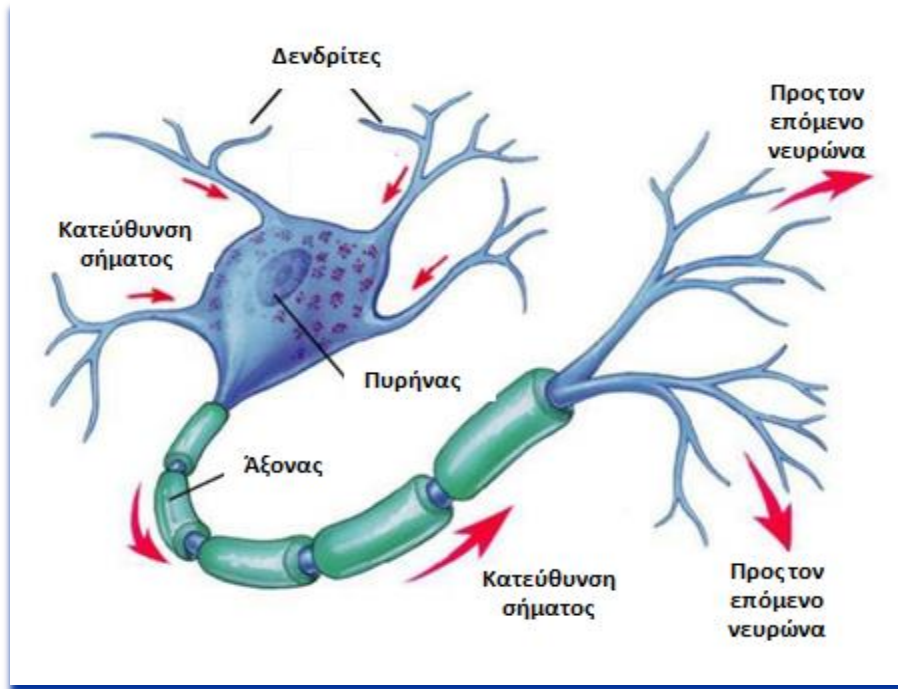


Σχήμα 9: Παραγωγή ηλεκτρισμού στο ανθρώπινο σώμα

4.13.1 Η Μετάδοση του Σήματος στους Νευρώνες

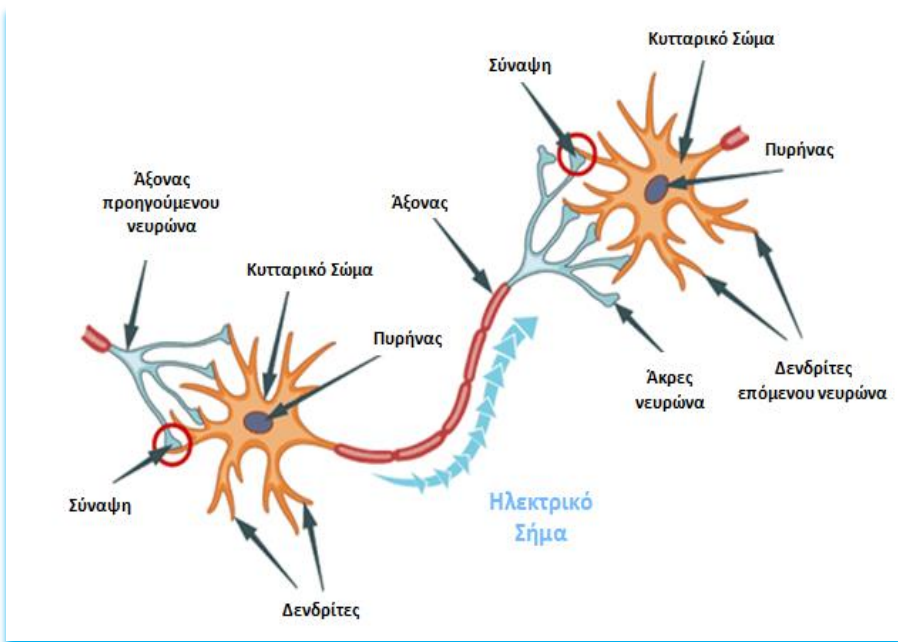
Τα σήματα μεταφέρονται στους νευρώνες στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Το σήμα μεταφέρεται από τη μία στην άλλη άκρη του νευρικού κυττάρου.



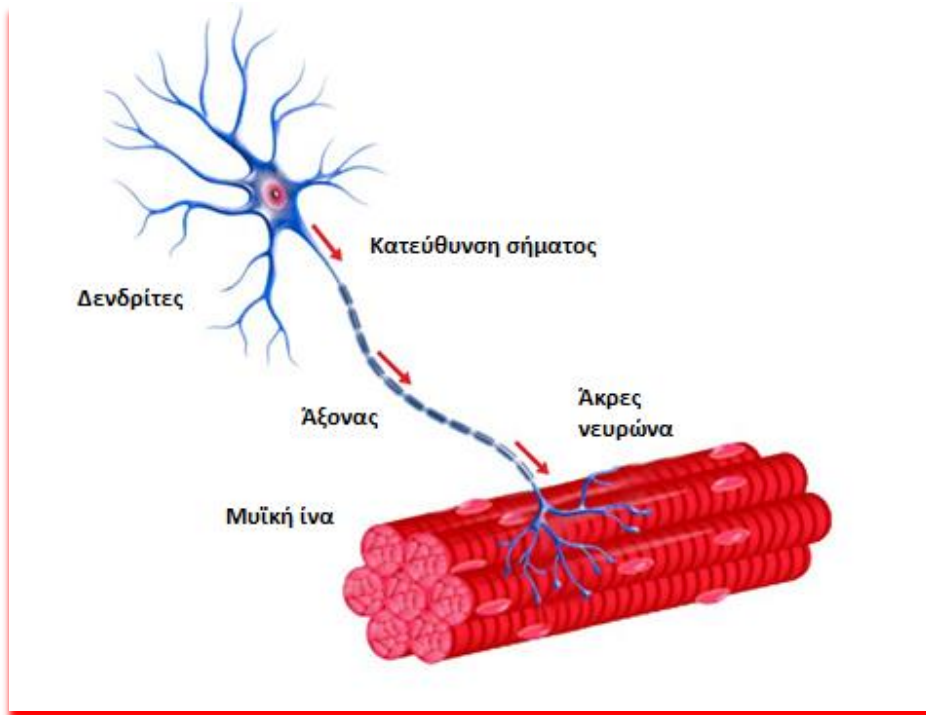
Εικόνα 10: Μεταφορά σήματος από τη μία στην άλλη άκρη του κυττάρου

- Το σήμα μεταφέρεται μεταξύ δύο νευρικών κυττάρων



Εικόνα 11: Μεταφορά σήματος από κύτταρο σε κύτταρο

- Το σήμα μπορεί να μεταφέρεται και από νευρικό κύτταρο σε ένα άλλο, μυϊκό κύτταρο.



Εικόνα 12: Μεταφορά σήματος από ένα νευρικό κύτταρο σε ένα μυϊκό κύτταρο.

4.13.1.1 Η Μετάδοση Σήματος κατά Μήκος του Νευρώνα

Ένας νευρώνας διεγείρεται όταν ένα σήμα (που προέρχεται από έναν άλλο νευρώνα) φθάσει σε μια ορισμένη θέση που είναι στην επιφάνεια του, δημιουργώντας ένα σήμα που προκαλεί αλλαγή στο μεμβρανικό δυναμικό στη συγκεκριμένη θέση.

Η αλλαγή του δυναμικού μεταφέρεται από τη συγκεκριμένη θέση στις αξονικές απολήξεις και από αυτές το σήμα αναμεταδίδεται στα κύτταρα που είναι δίπλα. Τα νευρικά σήματα μεταδίδονται με τα **δυναμικά ενέργειας**, που είναι ταχείς μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης.

4.13.2 Το Δυναμικό Δράσης στη μεμβράνη του κυττάρου

Το διάγραμμα του δυναμικού δράσης της κυτταρικής μεμβράνης όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα αναλύεται εκτενέστερα ως εξής:

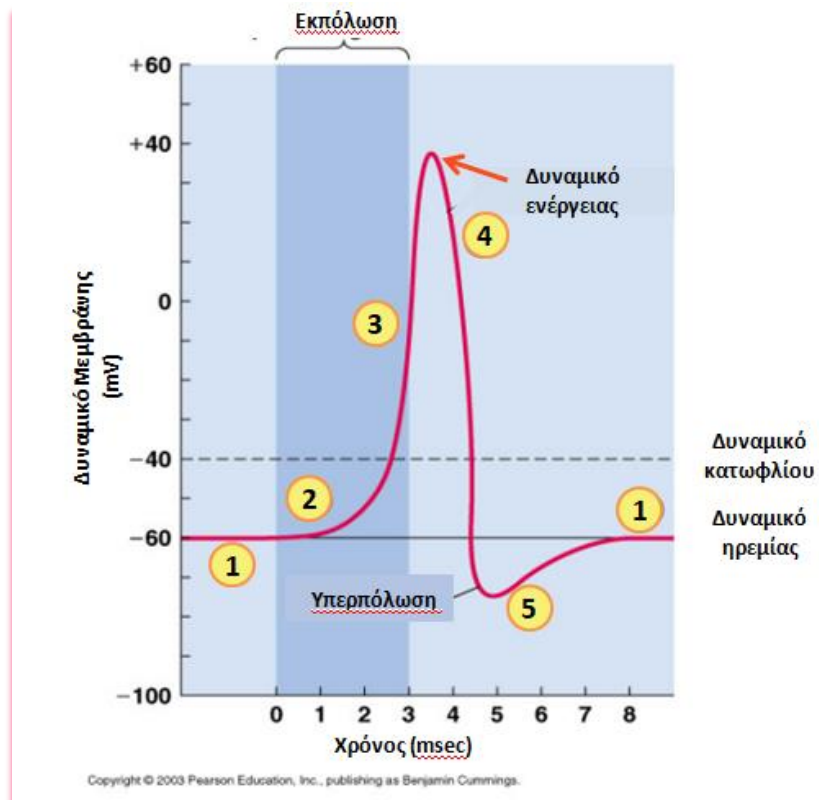
1. Όταν τα κανάλια των ιόντων ανοιγοκλείνουν τυχαία, με πιθανότερη θέση την κλειστή, τα ιόντα δεν μπορούν να διαπεράσουν την κυτταρική μεμβράνη επομένως αυτή βρίσκεται σε **Κατάσταση ηρεμίας – Δυναμικό ηρεμίας**.

2. Κατά τη διάρκεια **εκπόλωσης** της τάξης του 1msec, ένα τοπικό ερέθισμα αναγκάζει μερικά κανάλια νατρίου να ανοίξουν έχοντας ως αποτέλεσμα ορισμένα ιόντα του νατρίου να μεταφερθούν εντός του κυττάρου. Το δυναμικό της μεμβράνης γίνεται λιγότερο αρνητικό (εκπόλωση της μεμβράνης).

3. Κατά την εκπόλωση της μεμβράνης, ξεπερνώντας το δυναμικό κατωφλίου (-50 έως -55 mV), παράγεται **δυναμικό δράσης**. Οι διάυλοι ιόντων νατρίου (Na^+) μεταπίπτουν ταχύτατα σε μία ειδική αδρανή διαμόρφωση και δεν μπορούν να ανοίξουν πάλι.

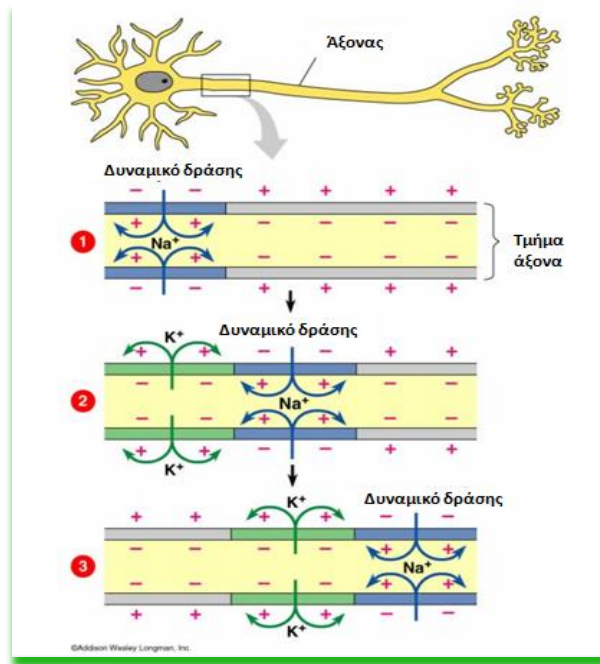
4. Όταν αγγιχθεί το ανώτατο σημείο του δυναμικού ενεργείας (~30mV), τότε ενεργοποιούνται τα κανάλια του καλίου. Με τον τρόπο αυτό, τα ιόντα του καλίου (K^+) διαχέονται από το κύτταρο με κατεύθυνση την ηλεκτροχημική τους βαθμίδωση, δηλαδή εξέρχονται του κυττάρου (**επαναπόλωση**).

5. Η **υπερπόλωση** γίνεται στο σημείο που οι διάυλοι του νατρίου παραμένουν κλειστοί, ενώ καθυστερεί το κλείσιμο στις πύλες του καλίου, έχοντας ως αποτέλεσμα το δυναμικό των μεμβρανών να καθίσταται πιο αρνητικό από την τιμή που έχει το δυναμικό ηρεμίας.



Σχήμα 10: Το διάγραμμα δυναμικού δράσης στη μεμβράνη του κυττάρου

Κατά τη μετάδοση του σήματος κατά μήκος του νευρικού κυττάρου η εκπόλωση της μεμβράνης στη διάρκεια ενός δυναμικού δράσης πυροδοτεί δυναμικά δράσης σε γειτονικές περιοχές του άξονα. Ως εκ τούτου, η εκπόλωση απλώνεται κατά μήκος του άξονα.

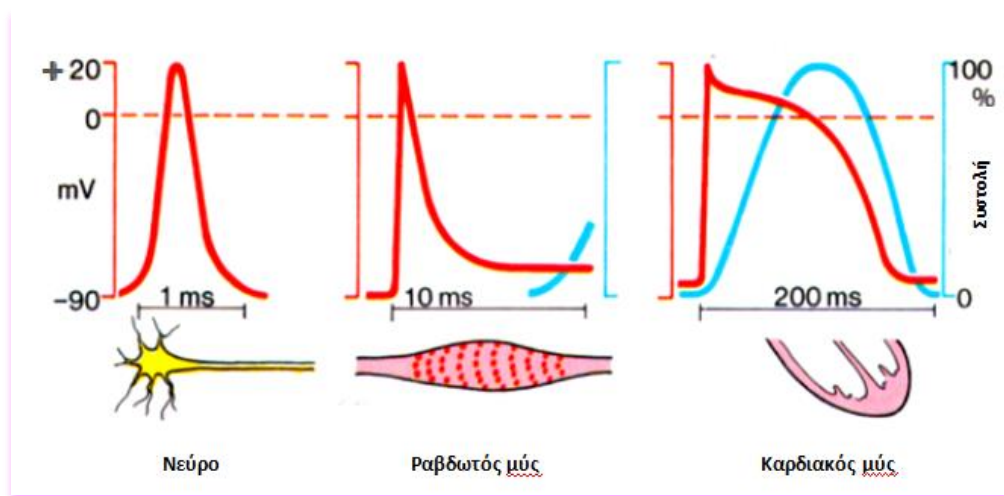


Σχήμα 11: Το Δυναμικό δράσης στη μεμβράνη του κυττάρου

4.13.3 Το Δυναμικό Ενέργειας (action potential) της Νευρικής Ίνας

Ως **Δυναμικό ενέργειας** ορίζεται η ηλεκτρική δραστηριότητα η οποία και αναπτύσσεται σε κάποιο κύτταρο, είτε μυϊκό είτε νευρικό, όταν αυτό δραστηριοποιείται.

Κάθε δυναμικό ενέργειας αρχίζει με απότομη μεταβολή του φυσιολογικού δυναμικού ηρεμίας, που είναι αρνητικό, σε θετικό και τερματίζεται με επιστροφή σε αρνητική τιμή δυναμικού σε χρόνο που εξαρτάται από το είδος του κυττάρου.

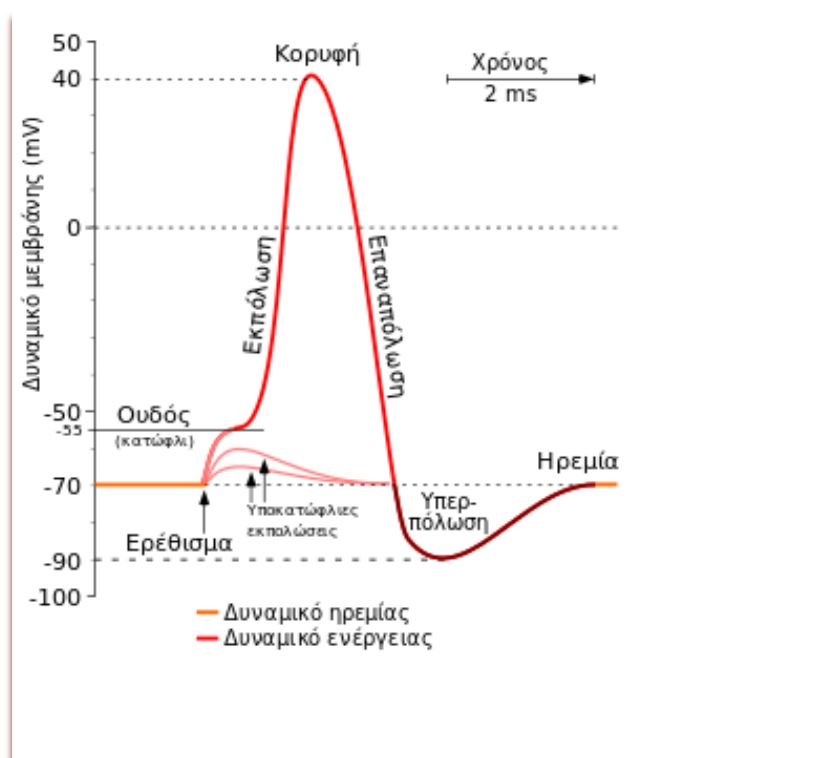


Σχήμα 12: Το δυναμικό ενέργειας ανάλογα με τον είδος του κυττάρου.

Όταν το ερέθισμα της εκπόλωσης οδηγεί το μεμβρανικό δυναμικό να ξεπερνά ένα συγκεκριμένο κατώφλι σε βαθμό του πόσο θετικό είναι, τότε προκαλείται δυναμικό ενεργείας. Σε περίπτωση δυναμικού «όλα ή τίποτα», ένα ερέθισμα είτε παράγεται πλήρως είτε δεν παράγεται καθόλου και απλά δημιουργείται μια αρκετά ταχεία εκπόλωση την οποία θα ακολουθήσει μια γρηγορότερη επαναπόλωση.

Στα νευρικά κύτταρα το δυναμικό ενεργείας μπορεί να συναντηθεί και ως νευρική ώση. Η νευρική ώση αποτελεί την κατάσταση του να είναι θετικότερο το εξωτερικό της κυτταρικής μεμβράνης από το εσωτερικό σε περίπτωση που το κύτταρο είναι σε κατάσταση ηρεμίας. Αυτό σημαίνει ότι το εσωτερικό του κυττάρου θα έχει πολλά ιόντα καλίου αλλά λίγα ιόντα νατρίου, ενώ θα συμβαίνει το αντίθετο στο εξωτερικό της μεμβράνης.

Εν κατακλείδι, η ένταση του δυναμικού ενεργείας και το σχήμα του δεν αλλάζουν όπως αυτό κινείται κατά μήκος της νευρικής ίνας και δεν αυξάνεται σε συνάρτηση με την αύξηση της ισχύος του ερεθίσματος. Το ερέθισμα είτε δεν καταφέρνει να πυροδοτήσει ένα δυναμικό ενέργειας είτε παράγει ένα δυναμικό πλήρους έντασης (απόκριση «όλα ή τίποτα»).



Σχήμα 13: Διάγραμμα για το δυναμικό της μεμβράνης και το δυναμικό ενέργειας.

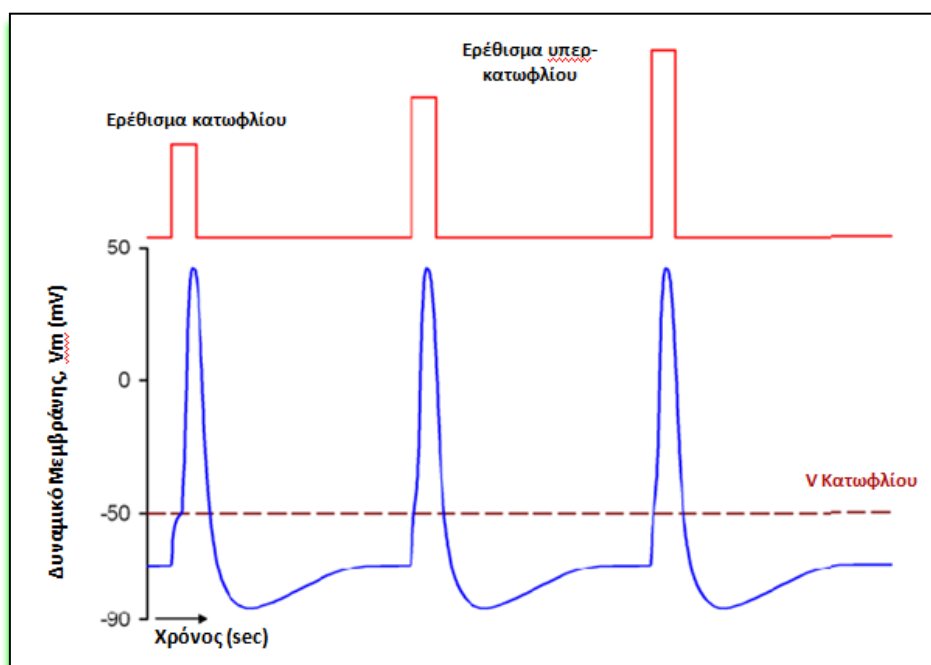
4.13.3.1. Το Ενεργό Δυναμικό – «Όλα ή τίποτα (all – or – none)»

Ένα ασθενές ερέθισμα (σε πλάτος ή σε διάρκεια) δεν προκαλεί αλλαγές στον ηλεκτρικό δυναμικό της μεμβράνης. Για ισχυρότερα ερεθίσματα, κάποιο θα προκαλέσει ένα ενεργό δυναμικό.

Το κατώφλι σε ένα δυναμικό αποτελεί την ελάχιστη δυνατή τιμή του δυναμικού της μεμβράνης που οφείλει να ξεπεραστεί έτσι ώστε να προκληθεί δυναμικό ενεργείας. Συνήθως κυμαίνεται μεταξύ -65 έως -55 mV.

Για ένα ερέθισμα ίσο ή και μεγαλύτερο του δυναμικού κατωφλίου, το ενεργό δυναμικό είναι παρόμοιο σε διάρκεια και σε μέγεθος, π. χ ένα σήμα 2, 10, 100 ή 1000 φορές μεγαλύτερο από το δυναμικό κατωφλίου προκαλεί το ίδιο ενεργό δυναμικό. Η μόνη απαίτηση είναι να ξεπερνάει το δυναμικό κατωφλίου.

Το υπερ-κατώφλι (ή suprathreshold) αναφέρεται σε ένα ερέθισμα που είναι αρκετά μεγάλο σε μέγεθος ώστε να παράγει δυναμικό δράσης σε διεγέρσιμα κύτταρα. Γενικά, ένα ερέθισμα υπερ-κατωφλίου οδηγεί στην εκπόλωση της μεμβράνης και το μέγεθος της εκπόλωσης είναι μεγαλύτερο του αναγκαίου για την απλή επίτευξη της τάσης κατωφλίου. Επομένως, τα ερεθίσματα του υπέρ-κατωφλίου δημιουργούν δυναμικά δράσης.



Σχήμα 14: Το Δυναμικό Μεμβράνης και το ερέθισμα κατωφλίου

4.13.4 Η Ταχύτητα Αγωγής του Σήματος στις νευρικές ίνες

Η ταχύτητα αγωγής του σήματος στις νευρικές ίνες αυξάνεται σημαντικά με τη **μυελίνωση** και ανάλογα με τη διάμετρο της ίνας.

Η **μυελίνη** αποτελεί ένα παχύ περίβλημα το οποίο δημιουργεί μια επικάλυψη μόνωσης και προστασίας που περιβάλλει νευρικές ίνες. Είναι ένα περίβλημα με ζωτική σημασία για να λειτουργεί φυσιολογικά το νευρικό σύστημα.

Η ταχύτητα της μετάδοσης είναι υψίστης σημασίας για όλες τις λειτουργίες που απαιτείται να γίνονται με μεγάλη ταχύτητα, όπως είναι η ισορροπία. Στις νευρικές ίνες που δεν έχουν μυελίνη (ονομάζονται και αμύελες) οι ταχύτητες είναι 0.5 έως 10 μέτρα το δευτερόλεπτο, ενώ σε όσες έχουν μυελίνη (που καλούνται εμμύελες) φτάνει ως και 150 μέτρα το δευτερόλεπτο.

Η καταστροφή της μυελίνης οδηγεί στο να μην μπορούν να επικοινωνούν οι νευρώνες, το σώμα και ο εγκέφαλος. Όταν λείπει η προστασία που παρέχει το στρώμα μυελίνης, τότε τα κύτταρα οδηγούνται σε θάνατο, γεγονός που είναι μη αναστρέψιμο.

4.14. Η Λειτουργία ενός Νευρώνα και τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Όλες οι λειτουργίες ενός νευρώνα μπορούν να αναπαρασταθούν ως ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από: τους αγωγούς και τις αντιστάσεις που αντιπροσωπεύουν τους διαύλους ιόντων, τις μπαταρίες που αντιπροσωπεύουν την ενέργεια (βαθμίδωση) της συγκέντρωσης και τους πυκνωτές που αντιπροσωπεύουν την ικανότητα της κυτταρικής μεμβράνης για την αποθήκευση φορτίου.

4.14.1 Ιδιότητες της Κυτταρικής Μεμβράνης

1. **Διαπερατότητα (permeability)**: Η ενδογενής ιδιότητα των μεμβρανών που δηλώνει την ευκολία με την οποία τα ιόντα διαπερνούν τη μεμβράνη (μονάδα μέτρησης: cm/s). Εξαρτάται και από τον αριθμό αλλά και από τον τύπο των ιοντικών διαύλων που βρίσκονται στη μεμβράνη. Η μεμβράνη έχει διαπερατότητα κυρίως για τα ιόντα καλίου (K^+) και λιγότερο για τα ιόντα νατρίου (Na^+) και έχει πολύ περισσότερους διαύλους καλίου K^+ παρά νατρίου Na^+ .

2. **Αγωγιμότητα (conductance)**: Δείχνει την ικανότητα της μεμβράνης (ή του διαύλου) να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα (μονάδα μέτρησης: 1/Ohms). Καθώς το ρεύμα χαρακτηρίζεται από την κίνηση των ιόντων, η αγωγιμότητα εξαρτάται από τις

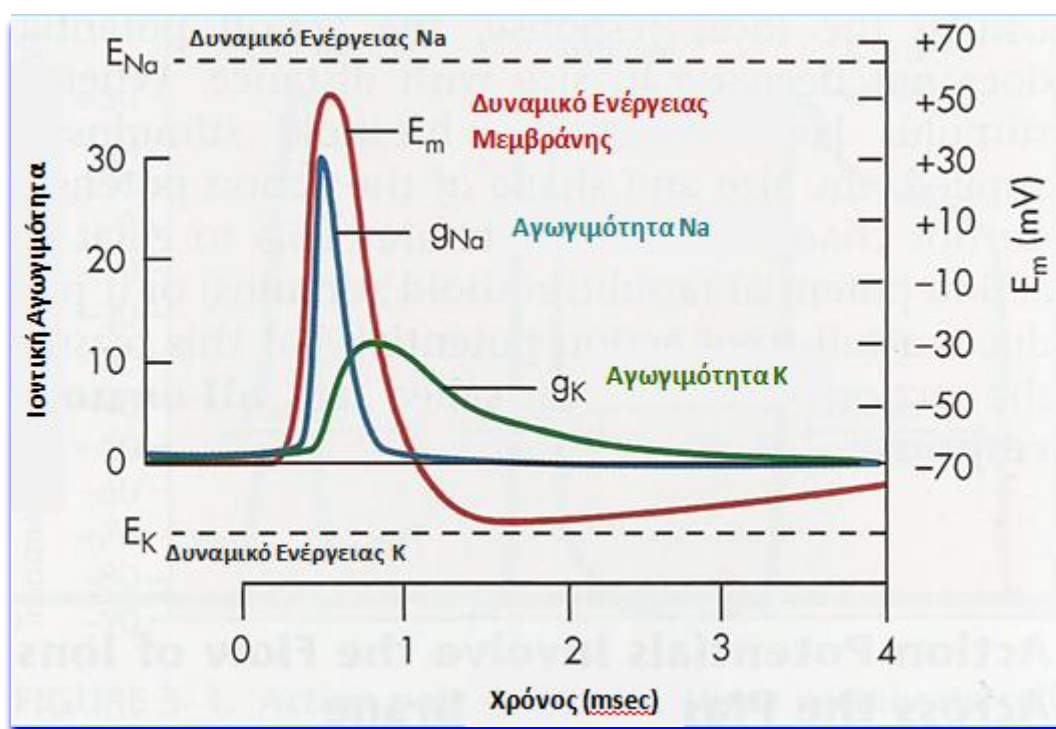
ιδιότητες της μεμβράνης και τις συγκεντρώσεις των ιόντων. Μία μεμβράνη είναι διαπερατή σε ιόντα καλίου K^+ (διαπερατότητα $\neq 0$), αλλά αν δεν υπάρχουν ιόντα καλίου K^+ στο διάλυμα, η αγωγιμότητα σε ιόντα καλίου K^+ είναι μηδενική. Έτσι, δεν έχουμε κίνηση ιόντων διαμέσου της μεμβράνης και το ηλεκτρικό ρεύμα είναι μηδέν.

4.14.1.1 Αγωγιμότητα Κυτταρικής Μεμβράνης και Ενεργό Δυναμικό

Οι ισορροπίες των ιόντων παραμένουν ανεπηρέαστες από την παρουσία μικρών ηλεκτρικών δυνάμεων. Αν, όμως, η επαγόμενη διαφορά δυναμικού ξεπεράσει κάποια κρίσιμη τιμή, οι αγωγιμότητες των πυλών αυξάνουν με τον ακόλουθο τρόπο:

Πρώτη συμβαίνει η μεταβολή των ιόντων Na^+ και για μία σύντομη χρονική περίοδο παίζει τον κυρίαρχο ρόλο στις διαδικασίες που καθορίζουν το δυναμικό της μεμβράνης.

Στη συνέχεια η αγωγιμότητα του καλίου K^+ αυξάνει αλλά με πιο αργό ρυθμό και διατηρείται για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια, όπως και διακρίνεται στο διάγραμμα παρακάτω.

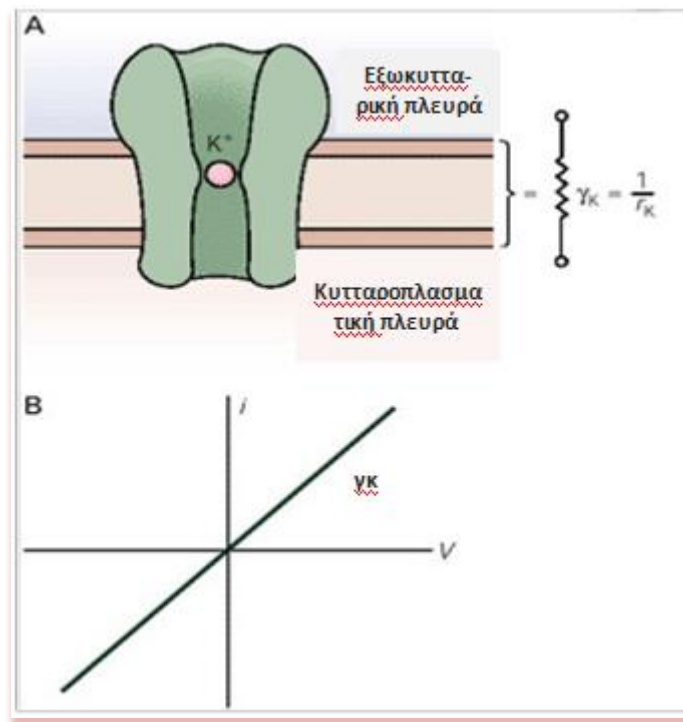


Σχήμα 15: Διάγραμμα αλλαγών της ιοντικής αγωγιμότητας κατά τη διάρκεια του δυναμικού δράσης

Η αγωγιμότητα γ_K της μεμβράνης για ένα συγκεκριμένο φορτισμένο μόριο (ιόν) K , ορίζεται, με βάση το νόμο του Ohm, ως το φορτίο που φέρει το ιόν αυτό διαιρούμενο με την ηλεκτρεγερτική δύναμη που επενεργεί σε αυτό. Έτσι, σύμφωνα με το **Νόμο του Ohm**: $I_K = \gamma_K V_m$, έχουμε:

$$\gamma_K = \frac{I_K}{HE\Delta}$$

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη (HEΔ) δεν είναι ταυτόσημη με το δυναμικό της μεμβράνης.



Σχήμα16: A: Ένα μόνο κανάλι K^+ μπορεί να αναπαρασταθεί ως αγωγός ή αντίσταση (η αγωγιμότητα, είναι το αντίστροφο της αντίστασης r)

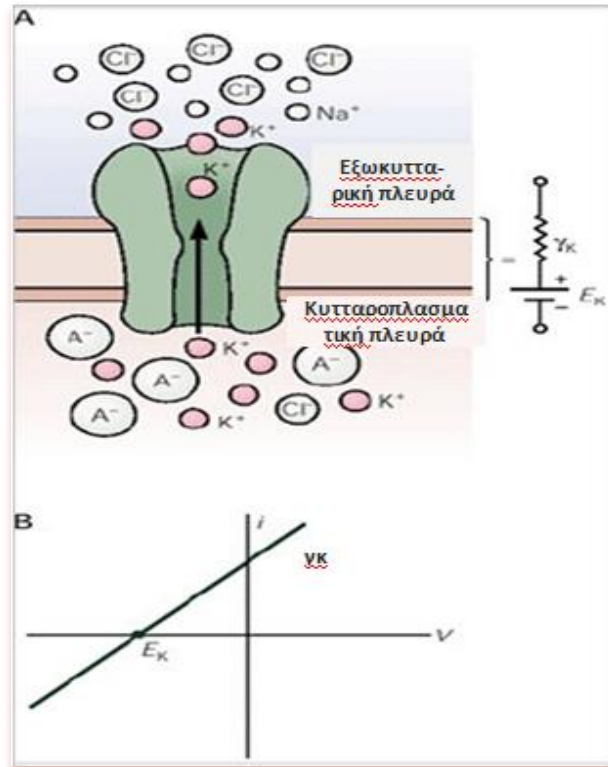
B: Διάγραμμα I-V, η σχέση ρεύματος-τάσης για ένα μόνο κανάλι K^+ . Η κλίση της σχέσης είναι ίση με την αγωγιμότητα γ_K .

Η διαφορά δυναμικού ενός ιόντος x που δημιουργείται γύρω από μία μεμβράνη λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων (βαθμίδωση) του ιόντος αυτού, είναι ανάλογη προς το λογάριθμο του λόγου των συγκεντρώσεών του στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

Το δυναμικό αυτό ονομάζεται *δυναμικό συγκέντρωσης* E_x , του ιόντος x (δυναμικό ισορροπίας). Η εισαγωγή πηγής με πολικότητα ίδια με την κίνηση των ιόντων καλίου (K^+), προκαλεί κίνηση θετικών φορτίων από μέσα προς τα έξω.

Για την πηγή ισχύει ο νόμος του Nernst:

$$E_x = 60mV \cdot \log\left(\frac{[X_{out}]}{[X_{in}]}\right)$$



Σχήμα 17: Α: Χημικές και ηλεκτρικές δυνάμεις συμβάλλουν στη ροή ρεύματος. μια κλίση συγκέντρωσης για το K δημιουργεί μια ηλεκτροκινητική δύναμη με τιμή ίση με το δυναμικό Nernst. Αυτό μπορεί να αναπαρασταθεί με τη μπαταρία E_K . Σε αυτό το κύκλωμα η μπαταρία είναι σε σειρά με έναν αγωγό γ_K που αντιπροσωπεύει την κατάσταση ενός καναλιού που είναι επιλεκτικά διαπερατό στα ιόντα K^+ .

Β: Διάγραμμα I-V, το δυναμικό στο οποίο το ρεύμα είναι μηδέν είναι ίσο με το δυναμικό Nernst.

Τελικά το Ρεύμα εξαιτίας της πολικότητας της μεμβράνης είναι:

$$I = \gamma_K \cdot V_m$$

Το Ρεύμα εξαιτίας της βαθμίδωσης της συγκέντρωσης είναι:

$$I_K = -\gamma_K \cdot E_K$$

Οπότε:
$$I_K = \gamma_K \cdot V_m - \gamma_K \cdot E_K = \gamma_K \cdot (V_m - E_K)$$

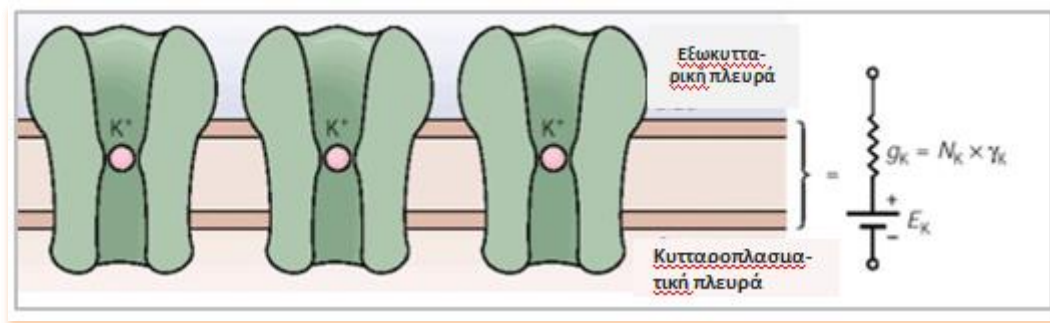
Προσοχή: Η αρνητική διαφορά δυναμικού προκαλεί θετικό ρεύμα.

Η κυτταρική μεμβράνη έχει πολλούς διαύλους καλίου K^+ . Κάθε διάυλος ιόντων συμπεριφέρεται ως ένας αγωγός και μία μπαταρία συνδεδεμένα σε σειρά.

Συνολική αγωγιμότητα μεμβράνης:

$$g_k = N_k \cdot \gamma_k$$

όπου N_k ο αριθμός των ιόντων καλίου (K^+)



Σχήμα 18: Συνολική αγωγιμότητα μεμβράνης - Όλα τα παθητικά κανάλια K^+ σε μια μεμβράνη νευρικών κυττάρων μπορούν να αθροιστούν σε μία μόνο ισοδύναμη ηλεκτρική δομή που περιλαμβάνει μια μπαταρία σε σειρά με έναν αγωγό.

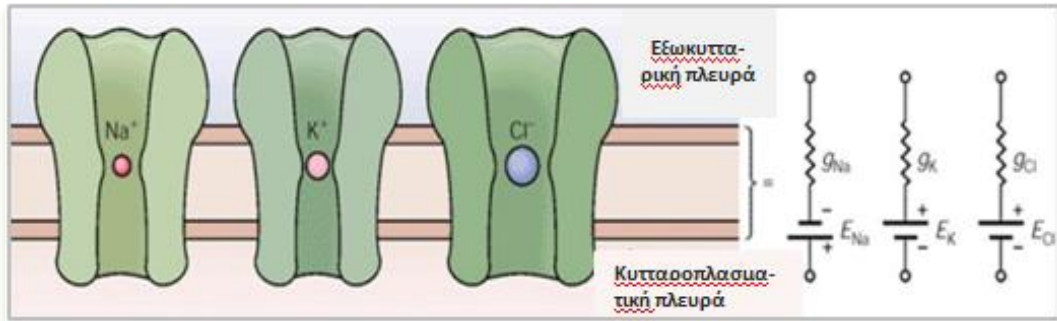
4.15. Το Ισοδύναμο Ηλεκτρικό Κύκλωμα

Σε πολλές περιπτώσεις, οι αποκρίσεις της νευρικής μεμβράνης στις τρέχουσες αλλαγές είναι πολύ παρόμοιες με αυτές των απλών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Αυτές οι αποκρίσεις, που αναφέρονται ως *παθητικές αποκρίσεις μεμβράνης*, μπορούν εύκολα να διακριθούν από εκείνες που συμβαίνουν κάθε φορά που τα κανάλια ιόντων περιφράσσονται (gated) από κανάλια, τα οποία συνήθως αναφέρονται ως *ενεργές μεμβρανικές αποκρίσεις*.

Οι ιδιότητες της παθητικής μεμβράνης μπορούν να μοντελοποιηθούν με ακρίβεια με παρόμοια «παθητικά» ηλεκτρονικά εξαρτήματα (σε αντίθεση με τα «ενεργά συστατικά», όπως τα τρανζίστορ ή οι λειτουργικοί ενισχυτές).

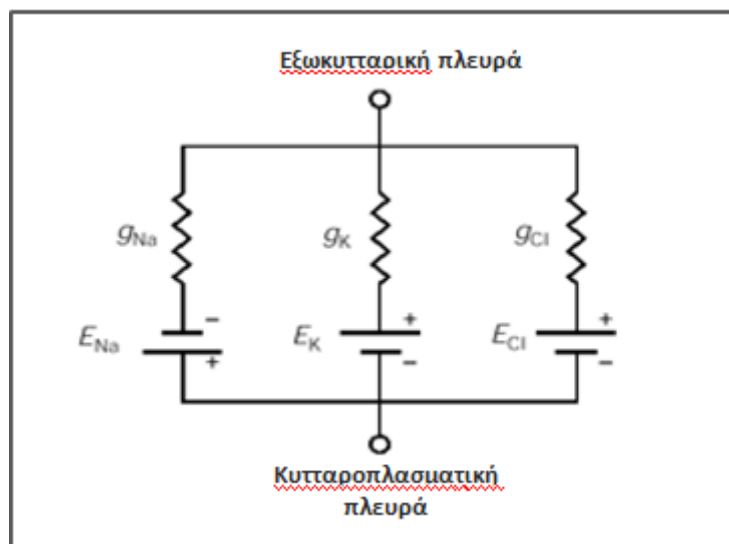
Μοντέλα και αναλυτικές τεχνικές για ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι καθιερωμένες και μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν στην ανάλυση των ιδιοτήτων των νευρικών μεμβρανών.

Στο κλασικό ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα για μια μικρή περιοχή της μεμβράνης διακρίνονται η χωρητικότητα της μεμβράνης C_m , οι ιοντικές αγωγιμότητες του Καλίου, του Νατρίου και άλλων ιόντων g_K , g_{Na} , g_{other} (π.χ. g_{Cl}) που εξαρτώνται από το χρόνο και από το δυναμικό.



Σχήμα 19: Οι ιοντικές αγωγιμότητες του Καλίου, του Νατρίου και του Χλωρίου - Κάθε αριθμός καναλιών των επιλεγμένων ιόντων Na^+ , K^+ ή Cl^- μπορεί να αναπαρασταθεί από μια μπαταρία σε σειρά με έναν αγωγό. Οι κατευθύνσεις της πολικότητας των μπαταριών, δείχνουν μια αρνητική ηλεκτροκινητική δύναμη για K^+ και Cl^- και μια θετική για Na^+ .

Για την κατασκευή του παρακάτω κυκλώματος, χρειάζεται να συνδέσουμε μόνο τα στοιχεία που αντιπροσωπεύουν κάθε τύπο καναλιού στα δύο άκρα τους με τα στοιχεία που αναπαριστούν το εξωκυτταρικό υγρό και το κυτταρόπλασμα. Αυτά έχουν σχετικά μεγάλες διατομές και πολλά ιόντα διαθέσιμα για μεταφορά φορτίου και μπορούν και τα δύο να προσεγγιστούν με ένα βραχυκύκλωμα (αγωγός με μηδενική αντίσταση).



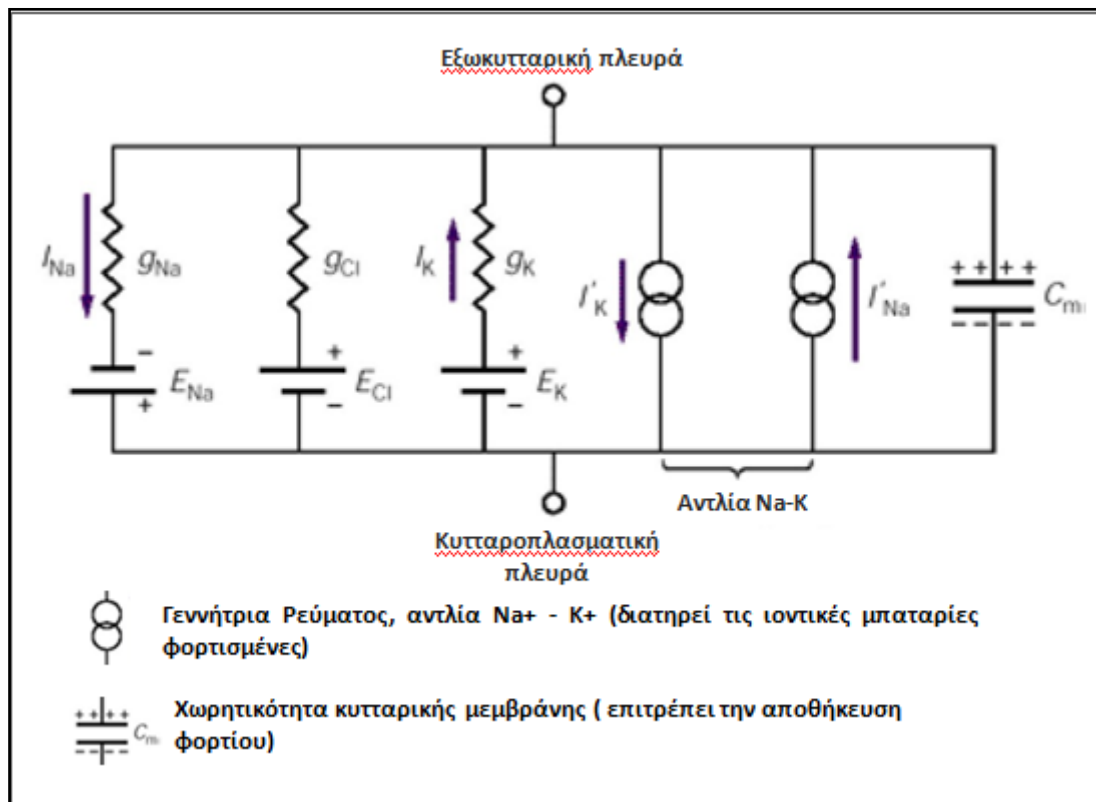
Σχήμα 20: Ισοδύναμο κύκλωμα αγωγιμοτήτων 1^{ου} επιπέδου - Η παθητική ροή ρεύματος σε έναν νευρώνα μπορεί να μοντελοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό ισοδύναμο κύκλωμα. Το κύκλωμα περιλαμβάνει στοιχεία που αντιπροσωπεύουν τα κανάλια

επιλεγμένων ιόντων μεμβράνης και τις οδούς βραχυκυκλώματος που παρέχονται από το κυτταρόπλασμα και το εξωκυτταρικό υγρό.

Το ισοδύναμο κύκλωμα του νευρώνα μπορεί να γίνει πιο ακριβές προσθέτοντας μια γεννήτρια ρεύματος.

Όπως περιγράφηκε προηγουμένως, σταθερές ροές ιόντων Na^+ και K^+ μέσω των καναλιών παθητικής μεμβράνης αντισταθμίζονται ακριβώς από ροές ενεργών ιόντων που κινούνται από την αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$, η οποία εξωθεί τρία ιόντα Na^+ από τα κύτταρα για κάθε δύο ιόντα K^+ .

Αυτή η ηλεκτρογενής αντλία που εξαρτάται από την τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) και διατηρεί τις ιονικές μπαταρίες φορτισμένες, μπορεί να προστεθεί στο ισοδύναμο κύκλωμα με τη μορφή μιας γεννήτριας ρεύματος.



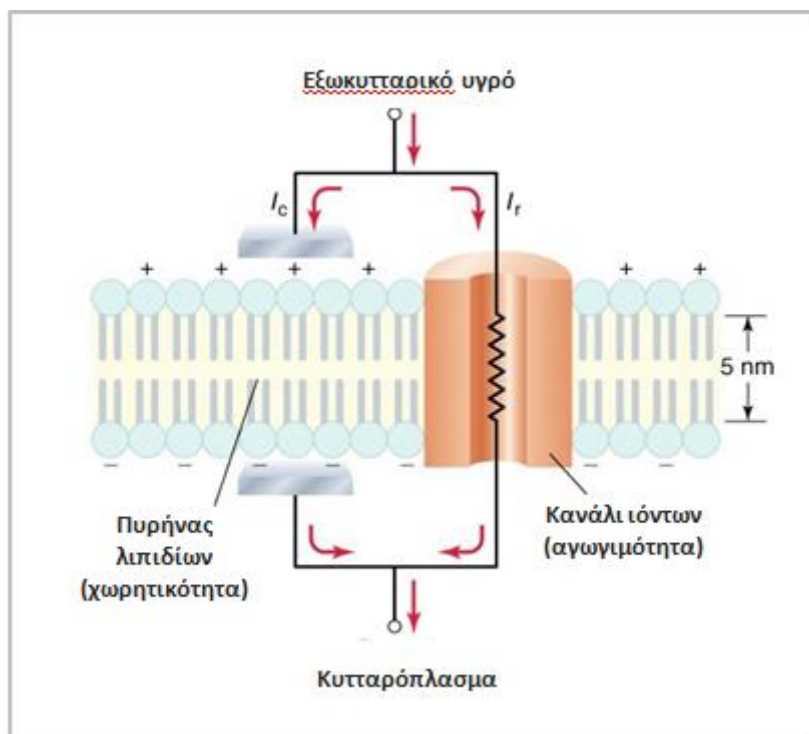
Σχήμα 21: Ισοδύναμο κύκλωμα της μεμβράνης του νευρικού κυττάρου, όπου περιέχεται και το ρεύμα της αντλίας $\text{Na}^+ - \text{K}^+$. Υπό συνθήκες σταθερής κατάστασης, υπάρχει εξισορρόπηση στα παθητικά ρεύματα του νατρίου και του καλίου από τις ενεργές ροές Na^+ και K^+ (I'_{Na} και I'_{K}) που οδηγούνται από την αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$. Η διπλή στιβάδα λιπιδίων προσδίδει στη μεμβράνη ηλεκτρική χωρητικότητα (C_m).

Σημείωση: Το ρεύμα I'_{Na} είναι μεγαλύτερο κατά 50% σε σχέση με το I_{K} (και ως εκ τούτου το ρεύμα I_{Na} είναι 50% μεγαλύτερο από το I_{K}), αφού η αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ μεταφέρει τρία ιόντα νατρίου για κάθε δύο ιόντα καλίου που μεταφέρει στο κελί.

Για να ολοκληρωθεί το ισοδύναμο κύκλωμα του νευρώνα ενσωματώνουμε κάθε χωρητικότητα, μια σημαντική παθητική ηλεκτρική ιδιότητα του νευρώνα. Η χωρητικότητα είναι η ιδιότητα ενός ηλεκτρικού αγωγού (μονωτής) που επιτρέπει την αποθήκευση του φορτίου, όταν αντίθετες επιφάνειες του αγωγού διατηρούνται με διαφορά δυναμικού.

Για τον νευρώνα, ο μη αγωγός (ή ο πυκνωτής) είναι η κυτταρική μεμβράνη, η οποία διαχωρίζει το κυτταρόπλασμα και το εξωκυτταρικό υγρό, τα οποία είναι πολύ αγώγιμα περιβάλλοντα. Η μεμβράνη είναι ένας πυκνωτής που παρουσιάζει διαρροές, επειδή διαπερνάται από κανάλια ιόντων.

Ωστόσο, επειδή η πυκνότητα των καναλιών των ιόντων είναι χαμηλή, το μονωτικό τμήμα της μεμβράνης – πυρήνας λιπιδίων (διπλή στιβάδα λιπιδίων) - καταλαμβάνει τουλάχιστον εκατό φορές την επιφάνεια όλων των καναλιών ιόντων συνδυασμένα.



Σχήμα 22: Οι παθητικές ηλεκτρικές ιδιότητες μιας κυτταρικής μεμβράνης (χωρητικότητα και αγωγιμότητα) μπορούν να θεωρηθούν ως ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα.

4.15.1 Το Δυναμικό Δράσης και οι Παράγοντες που επιδρούν στη Ταχύτητα με την οποία διαδίδεται

Δύο παράγοντες επηρεάζουν την ταχύτητα διάδοσης του δυναμικού δράσης:

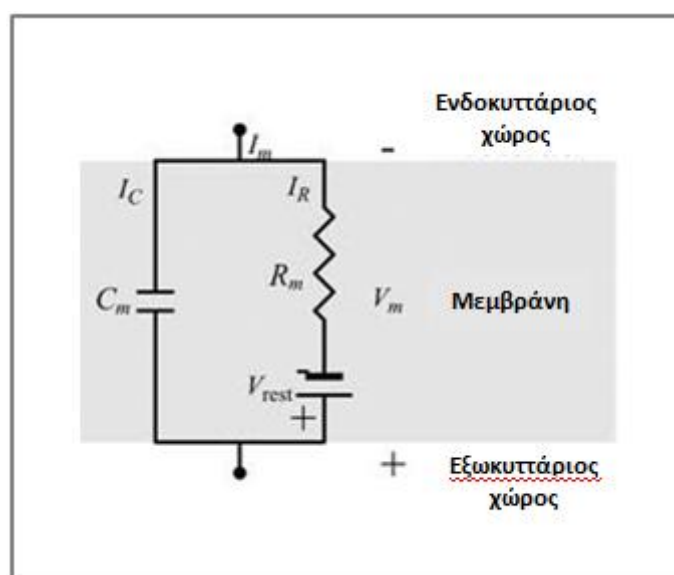
- Η Χωρητικότητα μεμβράνης C η οποία έχει σχέση με το φορτίο που αποθηκεύεται ανάμεσα στις δύο πλευρές της και αυξάνεται όσο μεγαλώνει το φορτίο που αποθηκεύει.

- Η Ηλεκτρική Αντίσταση R στο εσωτερικό του άξονα, η οποία ελαττώνεται όσο αυξάνεται η διάμετρός του.

Έτσι, για καλύτερη κατανόηση του ρόλου αυτών των δύο παραγόντων προσομοιάζουμε την μεμβράνη με πυκνωτή – C και το εσωτερικό του άξονα με αντίσταση – R .

Εάν εγχέονται φορτία στη μία πλευρά της μεμβράνης, τα φορτία συσσωρεύονται σε αυτήν την πλευρά της μεμβράνης των νευρικών κυττάρων, προκαλώντας τα φορτία με το ίδιο σήμα να απομακρυνθούν από την άλλη πλευρά της μεμβράνης. Την ίδια στιγμή, ορισμένα φορτία αρχίζουν να ρέουν μέσω των καναλιών ιόντων.

Όταν η χωρητικότητα της μεμβράνης καταλαμβάνεται πλήρως από φορτία, η ροή "μέσω" του πυκνωτή σταματά. Το ρεύμα που απομένει, ρέει μέσω των καναλιών ιόντων. Εάν η έγχυση φόρτισης είναι απενεργοποιημένη, ο πυκνωτής εκφορτώνεται και η μεμβράνη επιστρέφει στην προηγούμενη κατάσταση (V_{rest}).



Σχήμα 23: Ένα ηλεκτρικό ισοδύναμο κύκλωμα για κανάλια καλίου και η παθητική μεμβράνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ



Εισαγωγή στην Αξονική Τομογραφία

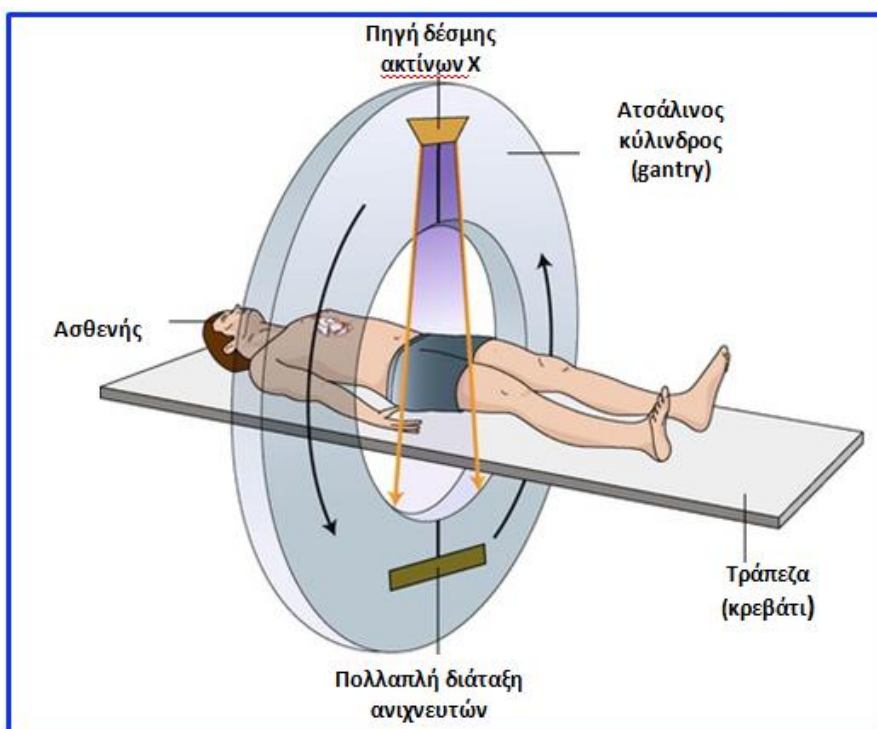
Η Αξονική Τομογραφία ή Υπολογιστική Τομογραφία - ΥΤ (Computed Tomography - CT) είναι μια διαδικασία ακτίνων Χ που συνδυάζει πολλές εικόνες ακτίνων Χ με τη βοήθεια υπολογιστή για να δημιουργήσει όψεις διατομής και, εάν χρειάζεται, τρισδιάστατες εικόνες των εσωτερικών οργάνων και δομών του σώματος. Μια αξονική τομογραφία χρησιμοποιείται για τον καθορισμό φυσιολογικών και ανώμαλων δομών στο σώμα και/ή υποβοήθησης διαδικασιών βοηθώντας στον ακριβή καθορισμό της τοποθέτησης οργάνων ή θεραπειών.

Η τομογραφία χρησιμοποιείται συγκεκριμένα για να βοηθήσει στη διάγνωση διάφορων μυϊκών διαταραχών ή / και καταγμάτων των οστών, για τη διάγνωση λοιμώξεων και για εντοπισμό πιθανής εσωτερικής αιμορραγίας.

Από την ανάπτυξη του στη δεκαετία του 1970, η Αξονική Τομογραφία έχει αποδειχθεί ότι είναι μια ευέλικτη τεχνική απεικόνισης. Ενώ η αξονική τομογραφία χρησιμοποιείται κυρίως στη διαγνωστική ιατρική, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εικόνων μη ζωντανών αντικειμένων. Το Νόμπελ 1979 στη Φυσιολογία ή την Ιατρική απονεμήθηκε από κοινού στον Νοτιοαφρικανό Αμερικανό φυσικό Allan M. Cormack και τον Βρετανό ηλεκτρολόγο μηχανικό Godfrey N. Hounsfield "για την ανάπτυξη τομογραφίας με τη βοήθεια υπολογιστή".

Τα είδη αξονικής τομογραφίας είναι: αξονική τομογραφία θώρακος, τομογραφία εγκεφάλου, τομογραφία τραχήλου, τομογραφία σπλαχνικού κρανίου, τομογραφία άνω και κάτω κοιλίας, τομογραφία μυοσκελετικού συστήματος, και αξονικές αγγειογραφίες όλων των παραπάνω.

Οι αξονικές τομογραφίες πραγματοποιούνται με τον αξονικό τομογράφο. Οι τομογράφοι αποτελούνται από μια τράπεζα στην οποία ξαπλώνει ο ασθενής, από μια μονάδα που περιλαμβάνει τους ανιχνευτές και την ακτινολογική λυχνία και χρησιμοποιείται για τη σάρωση, μια γεννήτρια ακτίνων Χ, μια μονάδα επεξεργασίας, και ένα σύστημα για την προβολή εικόνων.



Εικόνα 1: Ο Αξονικός Τομογράφος και τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται

5.1. Η Αρχή Λειτουργίας της Υπολογιστικής Τομογραφίας (ΥΤ)

Η Υπολογιστική Τομογραφία (ΥΤ) βασίζεται στη θεμελιώδη αρχή ότι η πυκνότητα του ιστού που διέρχεται από την ακτίνα Χ μπορεί να μετρηθεί από τον υπολογισμό του συντελεστή εξασθένησης της ακτινοβολίας ακτίνων Χ. Χρησιμοποιώντας αυτήν την αρχή, ο αξονικός τομογράφος επιτρέπει την ανακατασκευή της πυκνότητας του σώματος, με δισδιάστατη τομή κάθετη στον άξονα του σώματος.

Οι αξονικοί τομογράφοι χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο σωλήνα ακτίνων Χ και μια σειρά ανιχνευτών που τοποθετούνται στον πυθμένα για να μετρήσουν τις εξασθενίσεις ακτίνων Χ από διαφορετικούς ιστούς στο σώμα. Οι πολλαπλές μετρήσεις ακτίνων Χ που λαμβάνονται από διαφορετικές οπτικές γωνίες στη συνέχεια υποβάλλονται σε επεξεργασία σε υπολογιστή χρησιμοποιώντας αλγόριθμους ανακατασκευής για την παραγωγή τομογραφικών (διατομών) εικόνων

(εικονικές «φέτες») ενός σώματος. Η χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας περιορίζει μερικές φορές τη χρήση της λόγω των αρνητικών επιπτώσεών της. Ωστόσο, η Αξονική Τομογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς με μεταλλικά εμφυτεύματα ή βηματοδότες όπου αντενδείκνυται η μαγνητική τομογραφία.

Η ένταση της ακτινοβολίας μετά την έξοδό της από το σώμα καθορίζεται από τη σχέση:

$$I = I_0 e^{-(\mu E)d}, \text{ όπου}$$

I : ένταση ακτινοβολίας εξόδου

I_0 : ένταση ακτινοβολίας εισόδου

E : ενέργεια ακτινοβολίας

μ : συντελεστής εξασθένησης ακτινοβολίας

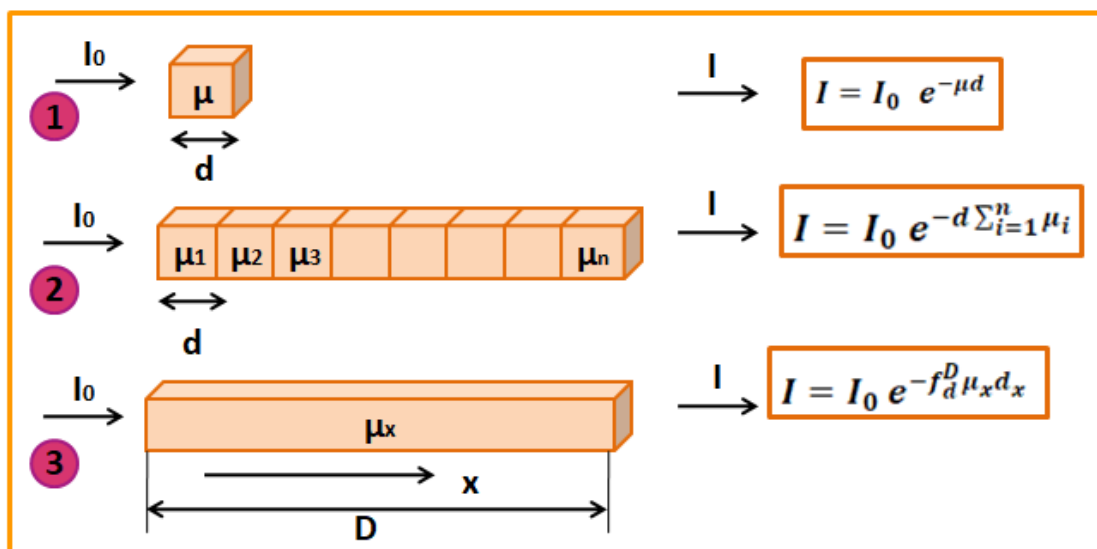
d : πάχος τομής

Η παραπάνω σχέση δηλώνει ότι:

➤ Με την αύξηση του πάχους της τομής, μειώνεται η ένταση της ακτινοβολίας και αυξάνει ο συντελεστής εξασθένησης.

➤ Δεν υπάρχει ομογένεια στο σώμα, άρα το μέτρο έντασης της ακτινοβολίας που εξέρχεται από κάθε κατεύθυνση προβολής διαφέρει από τα υπόλοιπα.

➤ Κάθε μονάδα της τομής του σώματος που εξετάζεται έχει δικό της συντελεστή.

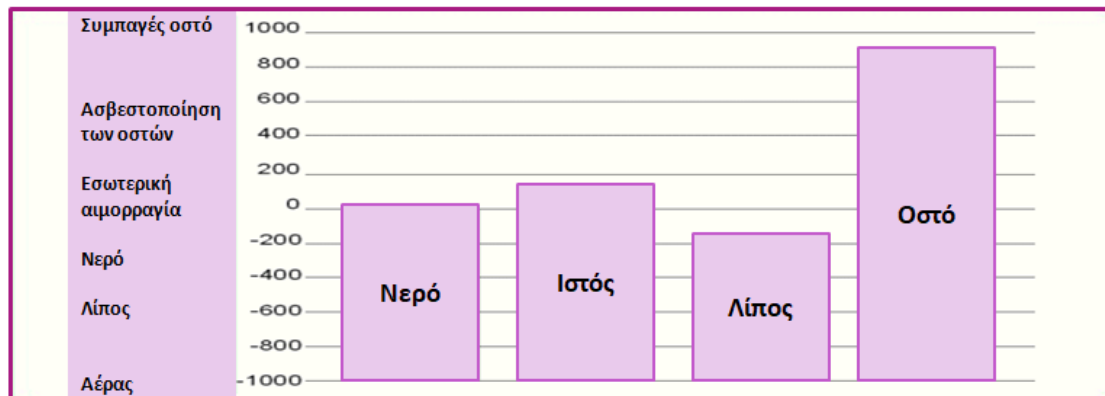


Σχήμα 1: Η ένταση της εκπεμπόμενης δέσμης ως συνάρτηση του συντελεστή απορρόφησης των pixels που διασχίζει. 1: Η ένταση μετά τη διέλευση ενός όγκου στοιχείου (voxel), 2: Η ένταση μετά τη διέλευση ενός όγκου n στοιχείων, 3: Η αναλογική περίπτωση.

5.2. Συντελεστές Μείωσης Διαφόρων Ιστών εκφρασμένοι στις μονάδες Hounsfield

Ο **Hounsfield** ήταν αυτός που κατασκεύασε το πρώτο σύστημα Υπολογιστικής Τομογραφίας στον κόσμο και επέλεξε μια κλίμακα, ένα ποσοτικό μέτρο της ραδιοσυμπύκνωσης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των αξονικών τομογράφων. Η κλίμακα ορίζεται σε μονάδες Hounsfield (σύμβολο **HU**) και επηρεάζει τις τέσσερις βασικές πυκνότητες, με τις ακόλουθες τιμές:

- αέρας = -1000 HU
- λίπος = -60 έως -120 HU
- νερό = 0 HU
- συμπαγές οστό = +1000 HU



Σχήμα 2: Κλίμακα μέτρησης πυκνοτήτων του Hounsfield

Η μείωση της ακτινοβολίας στον ιστό εμφανίζεται εκθετικά, με την παρακάτω σχέση:

$$I = I_0 \exp \int f(\mu_{(x)}) dx, \text{ όπου}$$

$\mu(x)$ είναι ο συντελεστής μείωσης στη θέση x κατά μήκος των ακτίνων.

Επομένως, γενικά η συνολική μείωση μιας ακτίνας στη θέση r , με την προβολή στη γωνία θ , δίνεται από το παρακάτω ολοκλήρωμα γραμμών:

$$p(r, \theta) = \ln(I/I_0) = \int f(\mu(x)) dx$$

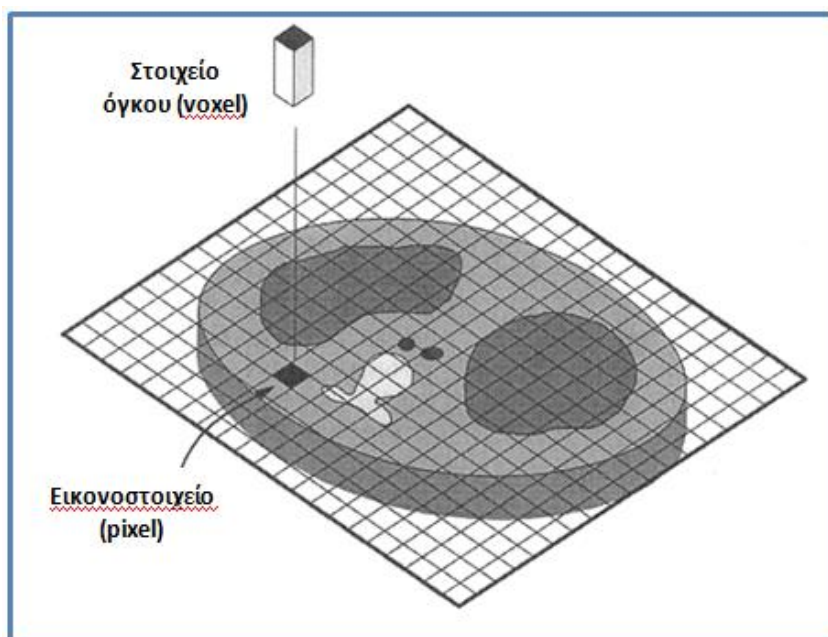
5.3. Τομογραφικές Εικόνες

Με τη μέθοδο της αξονικής τομογραφίας, πραγματοποιούνται κάθετες τομές στο ανθρώπινο σώμα με πάχος 1 ως 10 χιλιοστά (ανατομικές φέτες), από διαφορετικές οπτικές γωνίες, και αυτό επιτρέπει την ανάκτηση των πληροφοριών σχετικά με το βάθος (στην τρίτη διάσταση) και εν συνεχεία αποτυπώνονται σε φιλμ και εκτυπώνονται σε ασπρόμαυρο ή διαφάνες ειδικό χαρτί.

Οι εικόνες αυτές μετά αποθηκεύονται ηλεκτρονικά και δίνονται στους ασθενείς σε CD, οπότε και μπορούν να είναι προσβάσιμες από οποιονδήποτε και να γίνεται διάγνωση και εκτός του γραφείου.

Για τη λήψη τομογραφικών εικόνων του ασθενούς από τα δεδομένα σε "ακατέργαστη" σάρωση, ο υπολογιστής χρησιμοποιεί πολύπλοκους μαθηματικούς αλγόριθμους για την ανακατασκευή εικόνας.

Η εικόνα από τον ΥΤ είναι μια ψηφιακή εικόνα και αποτελείται από ένα δισδιάστατο πίνακα στοιχείων (**pixel**), καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα στοιχείο όγκου (**voxel**) του ιστού του ασθενούς. Κάθε pixel στην εικόνα παρουσιάζει τις μέσες ιδιότητες μείωσης των ακτίνων Χ ιστού στο αντίστοιχο voxel.



Εικόνα 2: Η ψηφιακή εικόνα μιας φέτας ενός σημείου του σώματος με τον Υπολογιστικό Τομογράφο

5.3.1 Παραγωγή Τομογραφικών Εικόνων

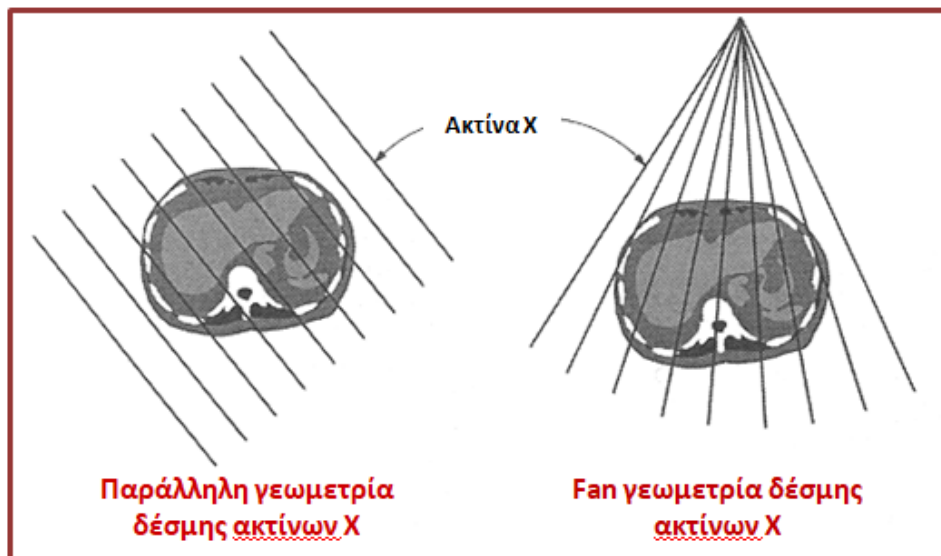
Η στενή δέσμη ακτινοβολίας που διέρχεται από το ανθρώπινο σώμα ενός ασθενούς σε μια δεδομένη στιγμή, καλείται ακτίνα. Οι ακτίνες αυτές ονομάζονται **ακτίνες Χ** και ανήκουν στην κατηγορία των ιονίζουσων ακτινοβολιών, καθώς η ενέργεια που εκπέμπουν ionίζει άτομα και μόρια από έναν δεδομένο αριθμό εσωτερικών ηλεκτρονίων.

Μια σειρά ακτίνων που περνούν μέσω του ασθενή στον ίδιο προσανατολισμό ονομάζεται **προβολή** ή **άποψη**.

Στην απεικόνιση της ΥΤ έχουν χρησιμοποιηθεί δύο γεωμετρίες προβολών:

*Η **Παράλληλη γεωμετρία δέσμης**, όπου όλες οι ακτίνες προβάλλονται παράλληλα η μία με την άλλη και*

*Η **Fan γεωμετρία δέσμης**, στην οποία οι ακτίνες αποκλίνουν σε μια δεδομένη γωνία προβολής*

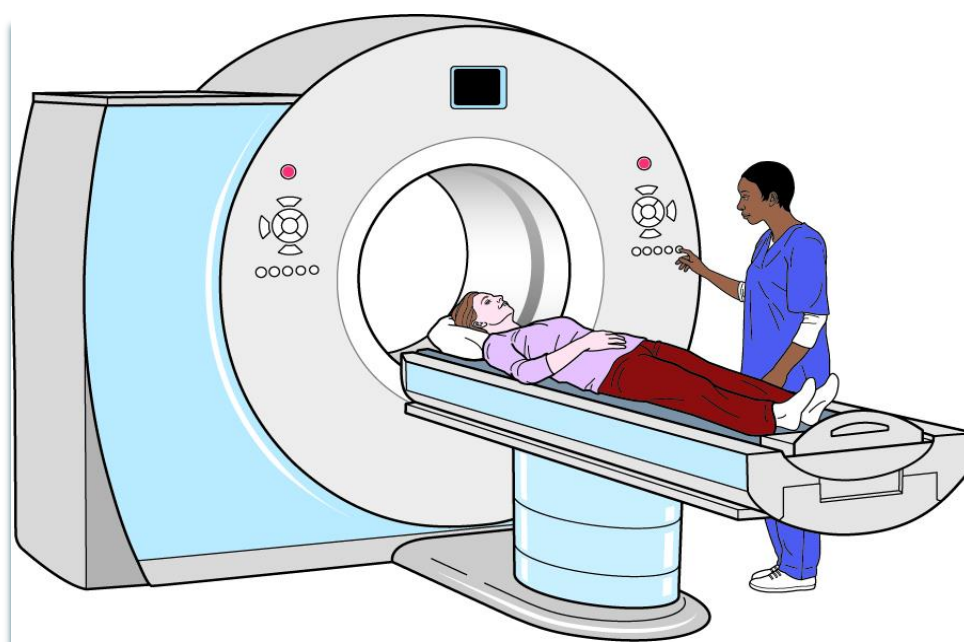


Εικόνα 3: Η παράλληλη και η fan γεωμετρία της δέσμης των ακτίνων Χ

Ο σκοπός της χρήσης του Υπολογιστικού Τομογράφου (ΥΤ) είναι η απόκτηση μεγάλου αριθμού μετρήσεων μετάδοσης μέσω του ασθενούς από διαφορετικές θέσεις.

Η απεικόνιση μιας τομογραφικής εικόνας περιλαμβάνει περίπου 800 ακτίνες που λαμβάνονται από 1.000 διαφορετικές γωνίες προβολής.

Πριν από την παραγωγή κάθε τομογραφικής εικόνας (ανατομικής φέτας), η τράπεζα (κρεβάτι), όπου ο ασθενής είναι ήδη τοποθετημένος (ξαπλωμένος) κινείται ελαφρώς με κατεύθυνση από το κεφάλι προς τα πόδια (ο άξονας Z του τομογράφου).



Εικόνα 4: Απεικόνιση της λήψης τομογραφικών εικόνων μέσω του αξονικού τομογράφου

5.4. Οι Ακτίνες Χ

Οι ακτίνες Χ είναι τύποι ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που είναι πιθανότατα γνωστοί για την ικανότητά τους να βλέπουν το δέρμα ενός ατόμου και να αποκαλύπτουν εικόνες των οστών κάτω από αυτό. Η πρόοδος της τεχνολογίας οδήγησε σε πιο ισχυρές και εστιασμένες ακτίνες Χ καθώς και σε ολοένα και μεγαλύτερες εφαρμογές αυτών των κυμάτων φωτός, από την απεικόνιση εφήβων βιολογικών κυττάρων και δομικών συστατικών υλικών όπως το τσιμέντο έως τη θανάτωση των καρκινικών κυττάρων.

Οι ακτίνες Χ ταξινομούνται κατά προσέγγιση σε μαλακές ακτίνες Χ και σκληρές ακτίνες Χ. Οι μαλακές ακτίνες Χ έχουν σχετικά μικρά μήκη κύματος περίπου 10

νανόμετρα (ένα νανόμετρο είναι το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου), και έτσι εμπίπτουν στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (ΗΜ) μεταξύ υπεριώδους (UV) φωτός και ακτίνων γάμμα. Οι σκληρές ακτίνες Χ έχουν μήκη κύματος περίπου 100 picometers (το picometer είναι το ένα τρισεκατομμυριοστό του μέτρου). Αυτά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα καταλαμβάνουν την ίδια περιοχή του φάσματος EM με τις ακτίνες γάμμα. Η μόνη διαφορά μεταξύ τους είναι η πηγή τους: οι ακτίνες Χ παράγονται από ηλεκτρόνια επιτάχυνσης, ενώ οι ακτίνες γάμμα παράγονται από ατομικούς πυρήνες σε μία από τις τέσσερις πυρηνικές αντιδράσεις.

Δρουν αποδίδοντας ενέργεια στα άτομα του στόχου, η οποία διεγείρει και τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται στις εσωτερικές στιβάδες των ατόμων. Ως αποτέλεσμα αυτού συμπληρώνονται οι στιβάδες από ηλεκτρόνια στιβάδων με μεγαλύτερη ενέργεια και οδηγούνται σε παραγωγή φωτονίων των ακτίνων Χ με τέτοια ενέργεια έτσι ώστε να περάσουν μέσα από αντικείμενα. Η απορρόφηση εμφανίζεται όταν δεν μπορούν να διεισδύσουν μέσω των αντικειμένων και είναι μια εκθετική συνάρτηση της πυκνότητας του υλικού. Καθώς περνούν, ιονίζουν τα μόρια κυττάρων συμπεριλαμβανομένου του DNA. Όταν διαπερνούν το αντικείμενο, οδηγούνται σε ένα φιλμ καταγραφής.

Ειδικότερα, ο εκπομπός ακτίνων Χ ή αλλιώς σωλήνας ακτίνων Χ (συνήθως με επίπεδα ενέργειας μεταξύ 20 και 150 keV), εκπέμπει N φωτόνια (μονοχρωματικά) ανά μονάδα χρόνου. Οι ακτινογραφίες που εκπέμπονται σχηματίζουν μια δέσμη που διέρχεται από το στρώμα βιολογικού υλικού πάχους Δx . Ένας ανιχνευτής τοποθετημένος στην έξοδο του δείγματος, μετρά $N + \Delta N$ φωτόνια, το ΔN μικρότερο από 0. Καταγράφονται οι τιμές εξασθένησης των ακτίνων Χ και χρησιμοποιούνται δεδομένα για την κατασκευή τρισδιάστατης αναπαράστασης του σαρωμένου αντικειμένου ιστού.

Ο εκπομπός ακτίνων Χ περιστρέφεται γύρω από τον ασθενή και ο ανιχνευτής, τοποθετημένος σε διαμετρικά αντίθετη πλευρά, παίρνει την εικόνα ενός τμήματος σώματος (η δέσμη και ο ανιχνευτής κινούνται συγχρονισμένα).

5.4.1 Ο Μετασχηματισμός Fourier της Ακτίνας Χ

Ο μετασχηματισμός *Fourier* είναι μια μαθηματική λειτουργία που μετατρέπει ένα σήμα περιοχής χρόνου σε ένα σήμα περιοχής συχνοτήτων.

Είναι ενσωματωμένος σε όλες τις σύγχρονες απεικονίσεις και είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην μαγνητική Τομογραφία (MRI). Το σήμα που λαμβάνεται στον ανιχνευτή (στα πηνία του δέκτη στη μαγνητική τομογραφία - MRI, στον

πιεζοηλεκτρικό δίσκο στους υπερήχους και στη συστοιχία ανιχνευτών στην αξονική τομογραφία - CT) είναι ένα πολύπλοκο περιοδικό σήμα κατασκευασμένο από μεγάλο αριθμό συχνοτήτων (δηλαδή, εύρος ζώνης).

Αυτό μπορεί να απεικονιστεί ως πολλαπλά ημιτονοειδή ή και συνημιτοειδή κύματα κατά μήκος ενός άξονα χρόνου.

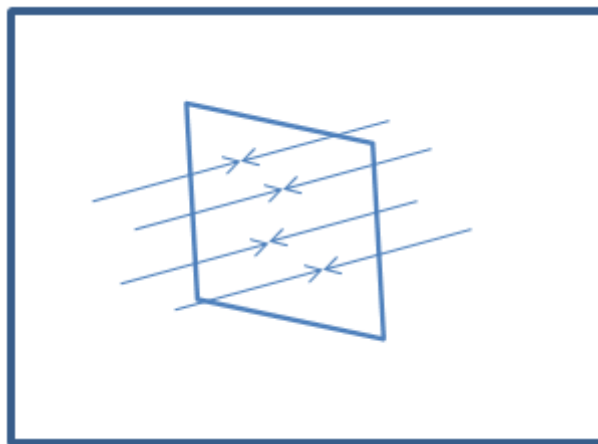
Ο μετασχηματισμός Fourier αντιπροσωπεύει τα ίδια δεδομένα σε έναν άξονα συχνοτήτων.

Έστω η $f(\mathbf{x})$ είναι μια πραγματική συνάρτηση σε ένα πεδίο τριών διαστάσεων και έστω $\mathbf{p} \in P$ ένα σημείο στο επίπεδο $P = \{\mathbf{x}: \mathbf{d}\mathbf{x} = k\}$.

Ο **Μετασχηματισμός Fourier** ακτίνας X , είναι X_d :

$$[X_d f](\mathbf{p}) = \int f(\mathbf{p} + t\mathbf{d}) dt$$

Οι συναρτήσεις αθροίσματος είναι κατά μήκος των προβολών που είναι κάθετες στο επίπεδο της εικόνας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3

5.4.2 Ο Μετασχηματισμός Radon

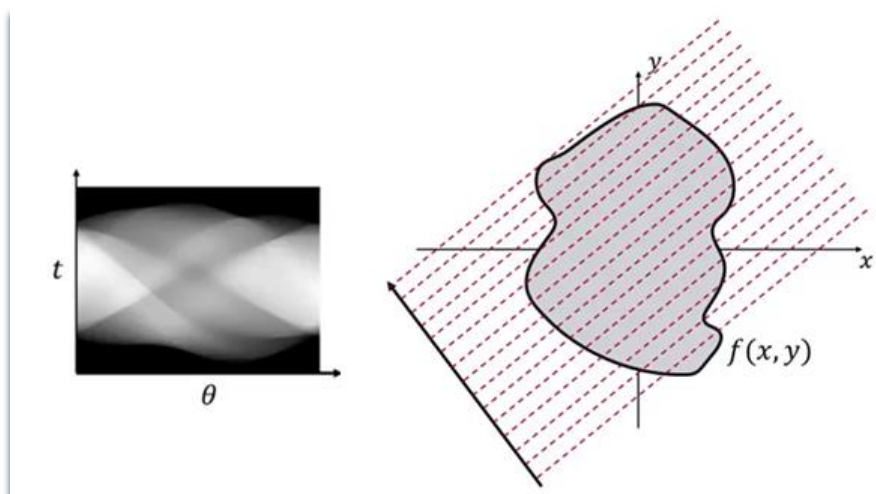
Ο Μετασχηματισμός Radon είναι ο ολοκληρωτικός μετασχηματισμός που λαμβάνει μια συνάρτηση f ορισμένη στο επίπεδο, σε μια συνάρτηση Rf ορισμένη στον (δισδιάστατο) χώρο των γραμμών στο επίπεδο, της οποίας η τιμή σε μια συγκεκριμένη γραμμή είναι ίση με την ολοκλήρωση της γραμμής της συνάρτησης πάνω από αυτήν τη γραμμή.

Εάν μια συνάρτηση f αντιπροσωπεύει μια άγνωστη πυκνότητα και στη συνέχεια ο μετασχηματισμός Radon αντιπροσωπεύει τα δεδομένα προβολής που λαμβάνονται ως έξοδο μια τομογραφικής σάρωσης.

Τα δεδομένα του μετασχηματισμού Radon συχνά ονομάζονται ημιτονογράφημα (sinogram), επειδή ο μετασχηματισμός Radon μιας πηγής εκτός κεντρικού σημείου είναι ημιτονοειδής. Κατά συνέπεια, ο μετασχηματισμός Radon ενός αριθμού μικρών αντικειμένων εμφανίζεται γραφικά ως ένας αριθμός θολών ημιτονοειδών κυμάτων με διαφορετικά πλάτη και φάσεις.

Ο μετασχηματισμός Radon Rf είναι μία συνάρτηση που ορίζεται στο διάστημα των ευθειών γραμμών $L \in R^2$ από την ακέραια γραμμή κατά μήκος κάθε γραμμής, όπου $L(\theta, t)$:

$$Rf(\theta, t) = \int_{L(\theta, t)} f(x, y) ds$$



Εικόνα 5: Αριστερά: Ημιτονογράφημα (sinogram) – Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές υποδεικνύουν μεγαλύτερες τιμές μιας συνάρτησης. Το μαύρο δείχνει μηδέν. Δεξιά: Σχηματική αναπαράσταση μιας συνάρτησης f άγνωστης πυκνότητας στο επίπεδο.

5.4.2.10 Διακριτός Μετασχηματισμός Radon

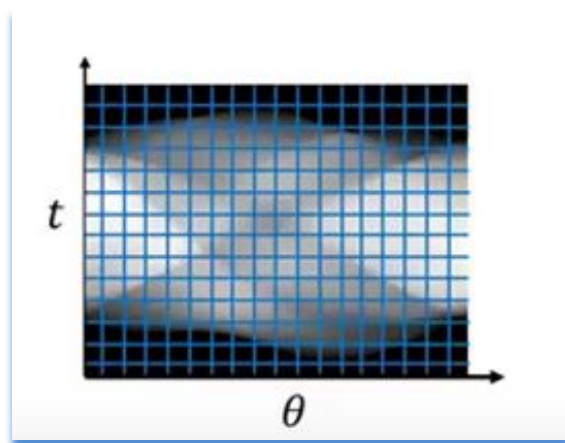
Ο Διακριτός Μετασχηματισμός Radon αθροίζει τις τιμές των εικονοστοιχείων μιας εικόνας κατά μήκος ενός συνόλου κατάλληλων διακριτών γραμμών που είναι πλήρεις σε κλίση και τομή. Ο αριθμός των γωνιών προβολής είναι πεπερασμένος $[0, \pi)$ και οι ανιχνευτές έχουν πεπερασμένο εύρος (Δt).

Ένας Διακριτός Μετασχηματισμός Radon είναι σχεδιασμένος να μην έχει την ανάγκη παρεμβολής, όπου ως παρεμβολή ορίζεται ένας τύπος για εκτίμηση και μια μέθοδος για κατασκευή νέων σημείων δεδομένων μέσα σε ένα εύρος διακριτού συνόλου διάφορων γνωστών σημείων δεδομένων.

Έτσι, επιταχύνεται η ανοικοδόμηση επεξεργασίας και δίνεται ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός προβολών, μειώνοντας τον χρόνο απόκτησης και ελαχιστοποιώντας την απαιτούμενη δόση ακτινοβολίας.

$$Rf(\theta, t) = \int_{L(\theta, t)} f(x, y) ds$$

$$p_i = \frac{1}{\Delta t} \int_{-\frac{\Delta t}{2}}^{\frac{\Delta t}{2}} Rf(\theta, t + t') dt'$$



Εικόνα 6: Ημιτονογράφημα (sinogram) του Διακριτού Μετασχηματισμού Radon

5.5. Η Εξέλιξη των Υπολογιστικών Τομογράφων (ΥΤ)

Κατά τη διαχρονική εξέλιξη των Υπολογιστικών Τομογράφων διακρίνουμε την έννοια της γενιάς (generation), η οποία αναφέρεται στη διάταξη της λυχνίας και των ανιχνευτών, την κίνηση και τον αριθμό ανιχνευτών σε έναν τομογράφο.

Η εξέλιξη αυτή στόχευε στο να λαμβάνονται αποτελεσματικότερα διαγνωστικές εικόνες με υψηλής ποιότητας, καθώς και στο να μειώνεται η δόση ακτινοβολίας και ο χρόνος εξέτασης και έκθεσης του ασθενή.

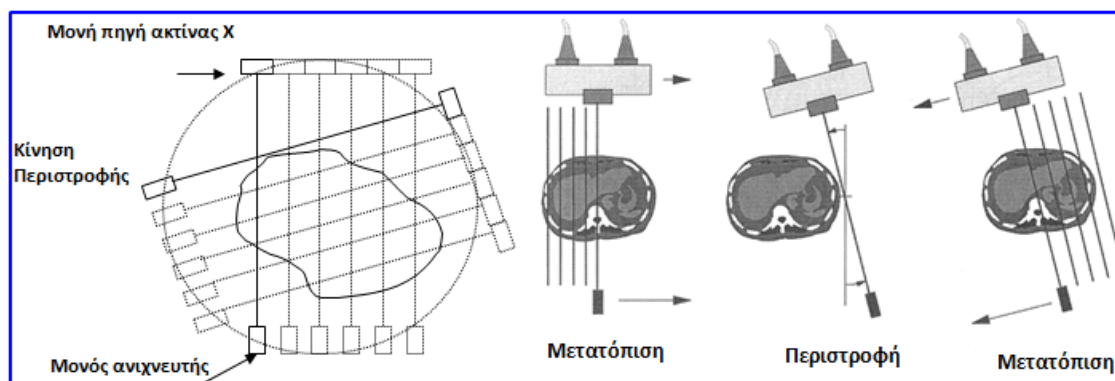
Αναλυτικότερα οι βελτιώσεις από γενιά σε γενιά παρατίθενται παρακάτω:

5.5.1 Πρώτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Μετατόπιση / Περιστροφή Εστιασμένης Δέσμης – Pencil Beam)

Τα μηχανήματα της πρώτης γενιάς ήταν σχεδιασμένα μόνο για εξετάσεις εγκεφάλου και διέθεταν μια καλά εστιασμένη δέσμη (pencil beam) και έναν ανιχνευτή ακτίνων Χ. Το σύστημα ανιχνευτή και λυχνίας πραγματοποιούσε συγχρονισμένα και γραμμική και περιστροφική κίνηση, δηλαδή υπάρχει γεωμετρία παράλληλης δέσμης.

Μετά από κάθε γραμμική μετατόπιση που πραγματοποιείται κατά μήκος του ασθενή για την απόκτηση 160 ακτίνων με πλάτος 24 εκατοστά (Field of View – FOV), το σύστημα περιστρεφόταν ελαφρώς σε διαστήματα μιας μοίρας για την απόκτηση 180 προβολών, δηλαδή η γραμμική κίνηση επαναλαμβανόταν για τόξο 180°.

Ο χρόνος που απαιτούνταν ήταν περίπου 4.5 λεπτά/σάρωση με 1.5 λεπτό για την ανακατασκευή της εικόνας.



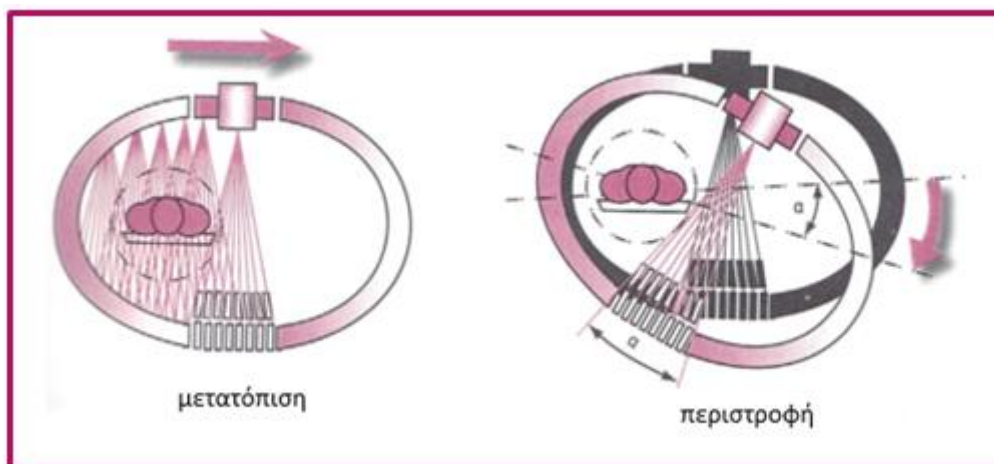
Σχήμα 4: Πρώτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων – Παράλληλη Γεωμετρία δέσμης, Μετατόπιση / Περιστροφή εστιασμένης Δέσμης – Pencil Beam)

5.5.2 Δεύτερη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Μετατόπιση / Περιστροφή Στενής Αποκλίνουσας Δέσμης –Fan Beam)

Οι τομογράφοι δεύτερης γενιάς είχαν τη διαδικασία μετατόπισης και περιστροφής και χρησιμοποιούσαν μια στενή δέσμη ακτίνων Χ (fan beam) που απέκλινε σε σημείο περίπου 10° και χρησιμοποιούνταν μια γραμμική σειρά με 30 ανιχνευτές αντί να χρησιμοποιείται ένας μόνο ανιχνευτής.

Η στενή αποκλίνουσα δέσμη ακτίνων Χ, επιτρέπει να ανιχνευθεί περισσότερη διασκορπούμενη ακτινοβολία.

Το συντομότερο διάστημα σάρωσης ήταν 18 δευτερόλεπτα/εικόνα επιτρέποντας στον ασθενή να μπορεί να διατηρήσει την ανάσα του, άρα και να βελτιώνεται η οπτική ποιότητα της παραγόμενης εικόνας (600 ακτίνες x 540 προβολές).



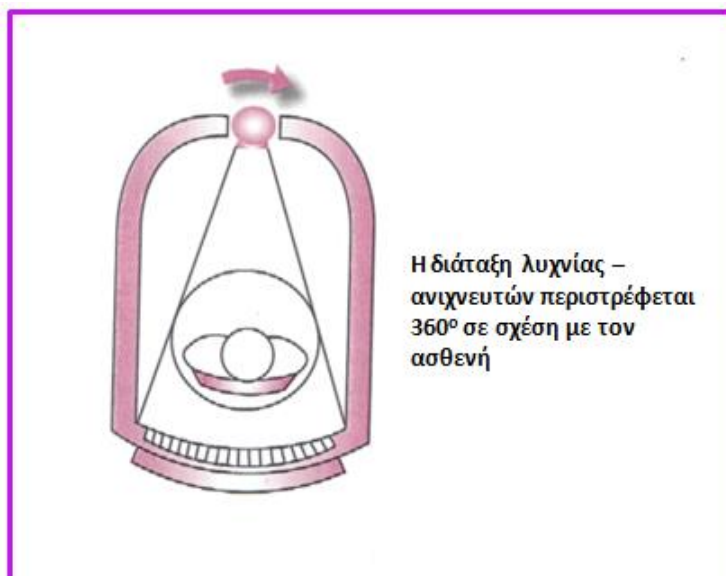
Σχήμα 5: Δεύτερη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων –Μετατόπιση / Περιστροφή με Αποκλίνουσα Δέσμη – FanBeam, πολλαπλοί ανιχνευτές

5.5.3 Τρίτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Περιστροφή Ανιχνευτών /Περιστροφή Ευρείας Αποκλίνουσας Δέσμης –FanBeam)

Οι τομογράφοι τρίτης γενιάς είχαν μια αποκλίνουσα δέσμη ακτίνων X (fan beam) με εύρος 40° περίπου. Η γωνία της αποκλίνουσας δέσμης αυξάνεται έτσι ώστε να καλύψει ολόκληρο τον ασθενή.

Η διερχόμενη ακτινοβολία μετράται με 800-1000 ανεξάρτητους ανιχνευτές. Το σύστημα λυχνίας - ανιχνευτές ενώνεται μηχανικά και εκτελεί μόνο περιστροφική κίνηση διαγράφοντας γωνία 360° .

Τα νεότερα συστήματα έχουν χρόνο σάρωσης μισό δευτερόλεπτο και έτσι μειώνεται στο ελάχιστο η έκθεση του εξεταζόμενου, αποφεύγοντας διάφορα λάθη που μπορεί να πραγματοποιηθούν από κινήσεις που κάνει τυχαία ο ασθενής, π.χ. αναπνοή.



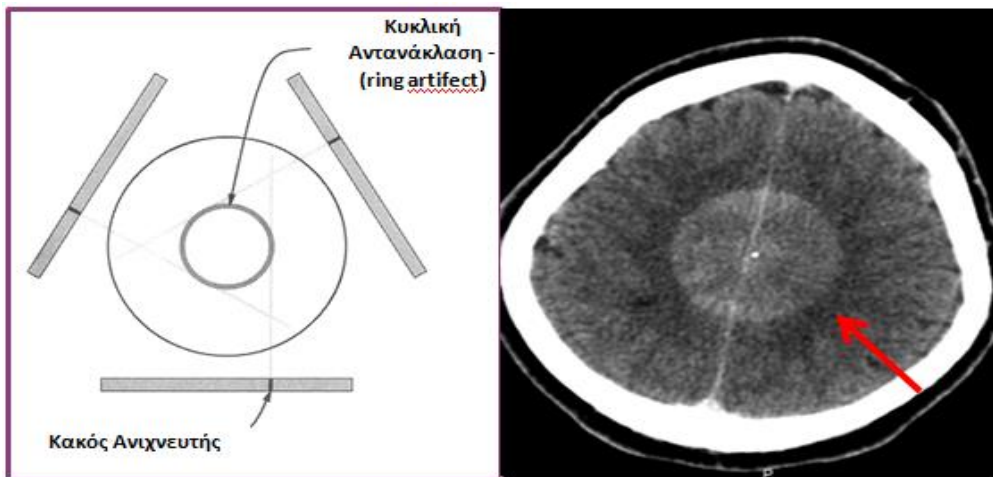
Σχήμα 6: Τρίτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων –Περιστροφή Ανιχνευτών/ Περιστροφή με Αποκλίνουσα Δέσμη – FanBeam), Η διάταξη του ανιχνευτή και της λυχνίας σε σχέση με τον ασθενή

Οι μικροαλλαγές στα επίπεδα σημάτων στους ανιχνευτές με την πάροδο του χρόνου επηρέασαν τις **τιμές μt** που προβάλλονται προς τα πίσω για την παραγωγή εικόνας, προκαλώντας **κυκλικές αντανακλάσεις**.

Η γεωμετρία περιστροφής/περιστροφής της *τρίτης γενιάς* σαρωτών οδήγησε σε μια κατάσταση στην οποία κάθε ανιχνευτής είναι υπεύθυνος για τα δεδομένα που αντιστοιχούν σε ένα δακτύλιο (ring artifact) στην εικόνα. Με άλλα λόγια ο δακτύλιος αυτός είναι ένα τεχνητό χαρακτηριστικό που εμφανίζεται σε μια εικόνα που δεν υπάρχει στο αρχικό αντικείμενο έρευνας και δημιουργεί ένα φωτεινό ή σκοτεινό δακτύλιο στο κέντρο της περιστροφής.

Αυτό μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την ποιότητα της διαγνωστικής εικόνας, να παρομοιαστεί με διαφορετική παθολογία οδηγώντας σε εσφαλμένη διάγνωση με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ασθενούς.

Συνήθως, η ρύθμιση του ανιχνευτή αρκεί για τη επιδιόρθωση αυτού του προβλήματος, αν και περιστασιακά ο ίδιος ο ανιχνευτής πρέπει να αντικατασταθεί.

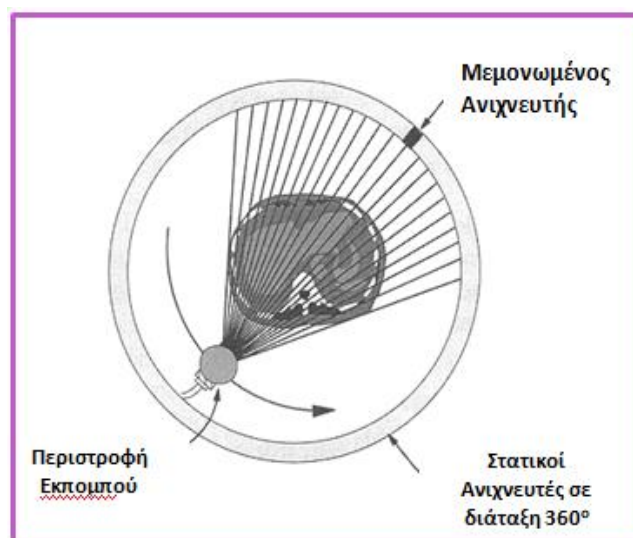


Εικόνα 7: Κυκλική αντανάκλαση λόγω κακού ανιχνευτή

5.5.4 Τέταρτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Περιστροφή Δέσμης ακτίνων Χ / Στατικοί Ανιχνευτές)

Η τέταρτη γενιά υπολογιστικών τομογράφων αποτελεί μια βασική παραλλαγή της προηγούμενης γενιάς για να ξεπεράσει το πρόβλημα λόγω κυκλικής αντανάκλασης (ring artifacts). Εδώ πλέον η λυχνία κινείται περιστροφικά, με τους 4.800 ανιχνευτές τοποθετημένους κυκλικά (στατικός δακτύλιος) περιμετρικά του ασθενούς.

Η τοποθέτηση είναι τέτοια, ώστε η λυχνία να μπορεί να κάνει ταχύτατες περιστροφές, άρα και η σάρωση να πραγματοποιείται σε πολύ λιγότερο χρόνο. Έτσι αφενός ο ασθενής δε λαμβάνει μεγάλα επίπεδα ακτινοβολίας και αφετέρου υπάρχει σαφής βελτίωση της ποιότητας που έχει η παραγόμενη εικόνα.



5.5.4.1 Σύγκριση Τρίτης και Τέταρτης Γενιάς Υπολογιστικών Τομογράφων

Η γεωμετρία της ευρείας αποκλίνουσας δέσμης ακτίνων Χ (fan beam) στην υπολογιστική τομογραφία τρίτης γενιάς χρησιμοποιεί τον εκπομπό ακτίνων Χ ως την κορυφή της δέσμης ακτίνων Χ (πηγή δέσμης).

Οι υπολογιστικοί τομογράφοι τέταρτης γενιάς ομαλοποιούν τα δεδομένα που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια της σάρωσης, έτσι ώστε η κορυφή της δέσμης να είναι μεμονωμένος ανιχνευτής (δέσμη ανιχνευτή).

Με τους υπολογιστικούς τομογράφους τρίτης γενιάς, ο ανιχνευτής κοντά στην άκρη της διάταξης των ανιχνευτών μετρά τη δέσμη ακτίνων Χ.

Με τους υπολογιστικούς τομογράφους τέταρτης γενιάς, η δέσμη μετράται από τον ίδιο τον ανιχνευτή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μετάδοσης.

Για την τρίτη γενιά ισχύει:

$$\ln(g_1 I_0 / g_2 I_t) = \mu t$$

Για την τέταρτη γενιά ισχύει:

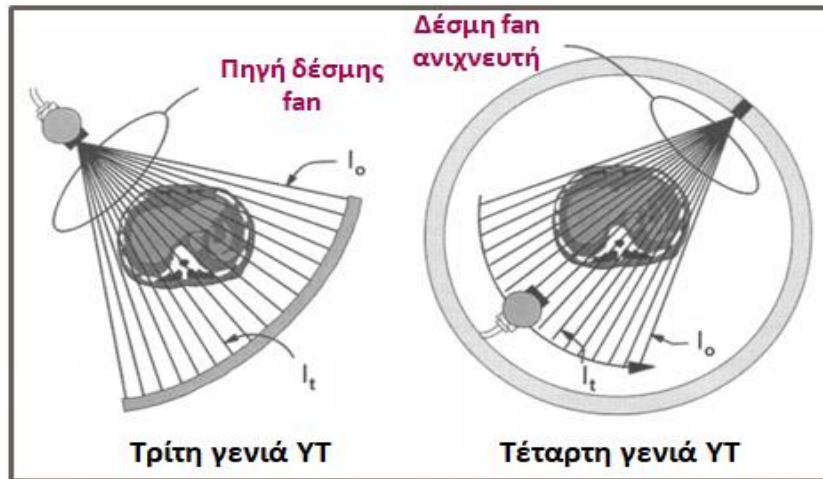
$$\ln(g I_0 / g I_t) = \mu t$$

Όπου $g=g_1=g_2$ (ίδιος ανιχνευτής) και

μt : τιμή παραγωγής εικόνας

I_0 : ένταση ακτινοβολίας εισόδου

I_t : ένταση ακτινοβολίας μετά από χρόνο t



Σχήμα 8: Η τρίτη γενιά της αποκλίνουσας δέσμης γεωμετρίας έχει τον εκπομπό της ακτίνας X ως κορυφή της δέσμης fan ενώ η τέταρτη γενιά έχει το μεμονωμένο ανιχνευτή ως κορυφή.

5.5.5 Πέμπτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Στατική Δέσμη ακτίνων X/ Στατικοί Ανιχνευτές)

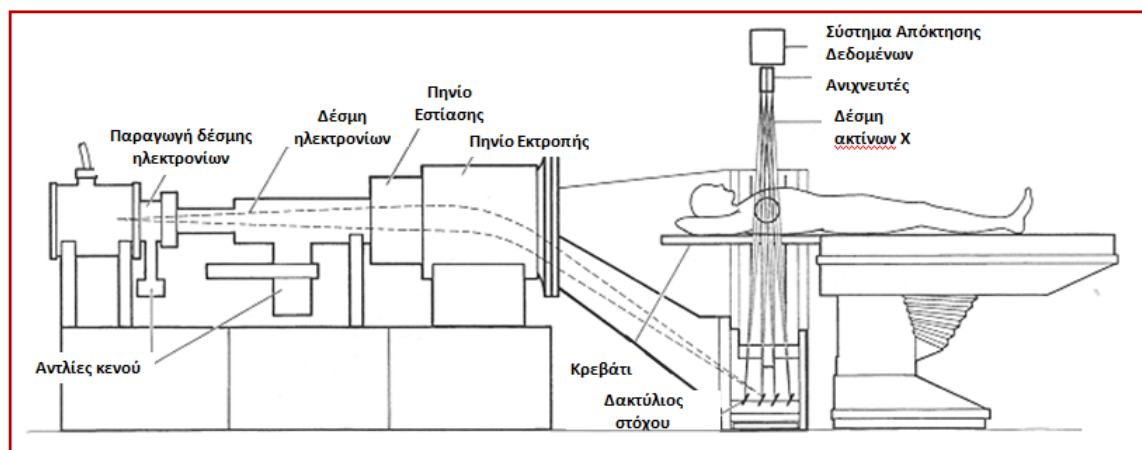
Κυρίως η πέμπτη γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων αναπτύχθηκε για την απεικόνιση της καρδιακής τομογραφίας.

Ο ΥΤ πέμπτης γενιάς δεν αποτελείται από κινούμενα μέρη και η διάταξη των ανιχνευτών παραμένει σταθερή. Αντί της περιστροφής της δέσμης των ακτίνων X, αποτελείται ουσιαστικά από έναν μεγάλο σωλήνα ακτίνων X μέσα στον οποίο βρίσκεται ο ασθενής κατά τη διάρκεια της σάρωσης.

Πίσω από τον ασθενή, υπάρχει μια δέσμη ηλεκτρονίων (electron gun), η οποία εκτοξεύει ηλεκτρόνια. Αυτή η δέσμη ηλεκτρονίων εκτρέπεται ηλεκτρονικά προς τα κάτω, μακριά από τον ασθενή και έρχεται σε επαφή μια ημικυκλική άνοδο/τόξο ή δακτύλιο στόχου (target rings) βολφραμίου που περικυκλώνει τον ασθενή.

Η αλληλεπίδραση των ηλεκτρονίων με τον δακτύλιο στόχου δημιουργεί μια ακτίνα X, η οποία ταξιδεύει μέσα από τον ασθενή και ανιχνεύεται από έναν δακτύλιο ανίχνευσης στην αντίθετη πλευρά. Η υπεροχή αυτής της γενιάς απεικόνισης ΥΤ είναι το γεγονός ότι επιτρέπει την απόκτηση εικόνων πολύ υψηλής ταχύτητας, επιτρέποντας τελικά την παραγωγή ταινιών βίντεο ΥΤ της καρδιάς που χτυπά. Κάθε χρόνος σάρωσης είναι περίπου 50 msec και διαδοχική λήψη 17 τομών ανά δευτερόλεπτο.

Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε, αυτή η γενιά αξονικού τομογράφου παρήχθη με σκοπό να απεικονίσει συγκεκριμένα την καρδιά και ως εκ τούτου κυκλοφόρησε μόνο σε καρδιολόγους. Αυτή η γενιά αξονικής τομογραφίας ήταν πολύ ακριβή, όχι πολύ ευέλικτη και τελικά δεν ήταν μια πολύ δημοφιλής προσθήκη στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης.



*Εικόνα 8: Πέμπτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων
(Στατική Δέσμη ακτίνων Χ/ Στατικοί Ανιχνευτές)*

5.5.6 Έκτη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Ελικοειδής)

Σε ανιχνευτές προηγούμενης γενιάς, ο ασάλινος κύλινδρος (gantry) έπρεπε να σταματήσει μετά από κάθε φέτα, έτσι ώστε η απόκτηση δεδομένων να μην μπορεί να πραγματοποιείται με συνέχεια. Ομοίως, για την απόκτηση εικόνας, είναι ζωτικής σημασίας να παρέχεται συνεχώς ενέργεια στον σωλήνα ακτίνων Χ και στους ανιχνευτές.

Επομένως, για να υπάρχει διαρκή πρόσβαση σε μια πηγή ενέργειας, ο σωλήνας ακτίνων Χ και οι ανιχνευτές συνδέθηκαν σε μια ηλεκτρική πηγή μέσω καλωδίων και έπρεπε να είναι ακίνητοι, αυτό ήταν ένα τεράστιο εμπόδιο από τη στιγμή που επιβαλλόταν να μειώνεται ο απαιτούμενος για την απόκτηση τομογραφικών εικόνων χρόνος.

Αυτό το πρόβλημα λύθηκε τη δεκαετία του 1990 όταν η τεχνολογία slip ring εισήχθη στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης. Ένας δακτύλιος ολίσθησης επιτρέπει τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε περιστρεφόμενα εξαρτήματα χωρίς να χρειάζονται σταθερά εξαρτήματα.

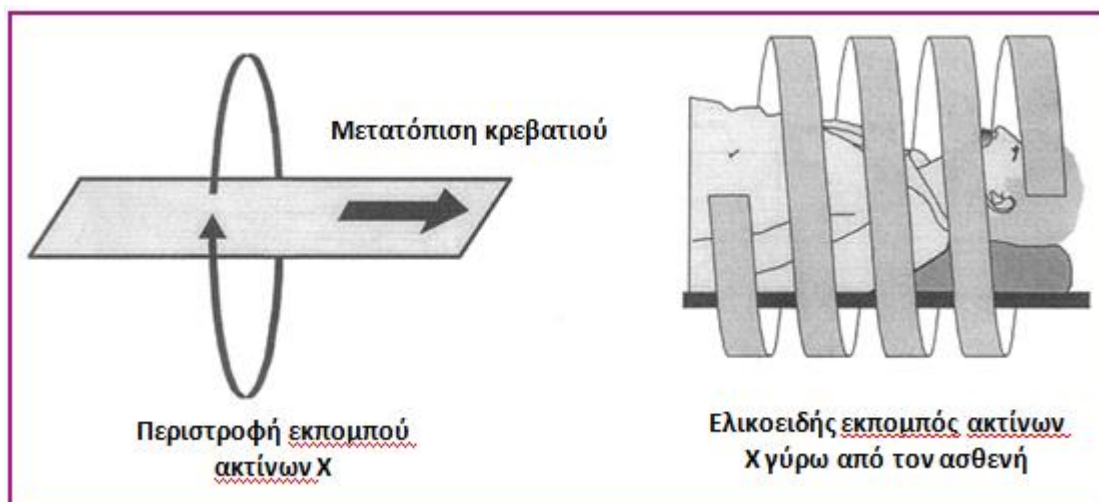
Εκμεταλλούμενοι το χρόνο που απαιτείται για τη μετατόπιση του κρεβατιού, ο συνολικός χρόνος για τη σάρωση της ακτινογραφίας είναι

συντομότερος. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη του ΥΤ *έκτης γενιάς*, επίσης γνωστού ως *ελικοειδούς* ΥΤ.

Αυτή η γενιά συνδύασε ουσιαστικά τις αρχές της τρίτης και της τέταρτης γενιάς με την τεχνολογία δακτυλίου ολίσθησης δημιουργώντας ένα σύστημα το οποίο θα μπορούσε να περιστρέφεται συνεχώς γύρω από τον ασθενή χωρίς να περιορίζεται από ηλεκτρικά καλώδια.

Πάνω απ' όλα, η εισαγωγή της τεχνολογίας δακτυλίου ολίσθησης στον κόσμο της ΥΤ επιτρέπει πολύ μικρότερους χρόνους απόκτησης δεδομένων (π.χ., μόλις 30 δευτερόλεπτα για σάρωση ολόκληρης της κοιλιάς). Επιτρέπει ακόμη τη χρήση μικρότερης ποσότητας σκιαστικού υγρού και αυξάνει το ρυθμό εξέτασης των ασθενών.

Σε ορισμένες περιπτώσεις ολόκληρη η σάρωση μπορεί να γίνει σε ένα κράτημα αναπνοής του ασθενή. Τέλος, επιτρέπει την απόκτηση δεδομένων για πολλαπλές φέτες από ασθενή ανά 1 sec/ φέτα καθώς και την απεικόνιση 3D εικόνων.



Σχήμα 9: Ο εκπομπός ακτίνων Χ και οι ανιχνευτές που βρίσκονται στον αστάλινο κύλινδρο (gantry) περιστρέφονται συνεχώς, καθώς το κρεβάτι του ασθενή κινείται προοδευτικά μέσω του υπολογιστικού τομογράφου.

5.5.7 Έβδομη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Πολλαπλές Διατάξεις Ανιχνευτών)

Η πιο πρόσφατη γενιά ΥΤ, η *έβδομη γενιά*, αποτελείται από μια σειρά πολλαπλών ανιχνευτών και μια δέσμη ακτίνων Χ σε σχήμα κώνου.

Σε αντίθεση με την εστιασμένη δέσμη ακτίνων X (Pencil Beam) και τη στενή αποκλίνουσα δέσμη (Fan Beam), η δέσμη κώνου (Cone Beam) δεν περνά μέσα από ένα στενό σωλήνα. Επομένως, η ένταση της αρχικής δέσμης ακτίνων X δεν μειώνεται τόσο έντονα και ως εκ τούτου μπορεί να αλληλεπιδρά πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά με τη διάταξη των ανιχνευτών.

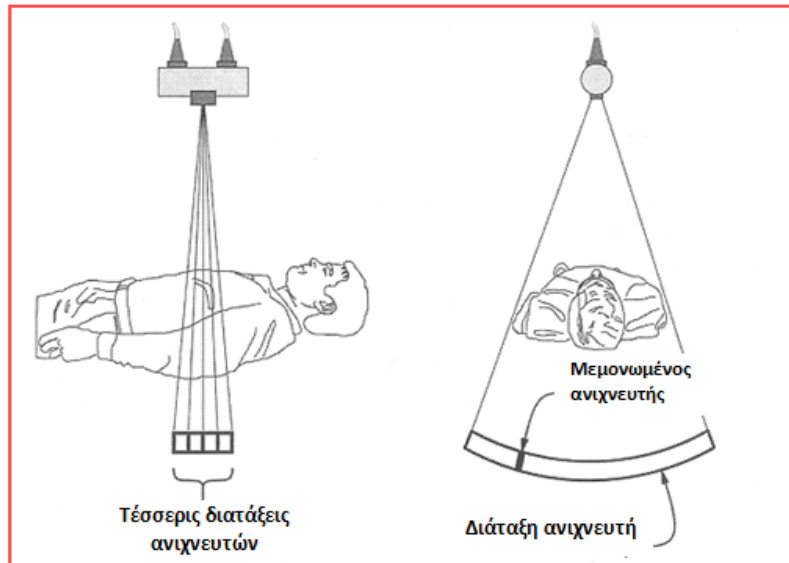
Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί μια γεωμετρία ακτίνων X με σχήμα κώνου, η γραμμική διάταξη ανιχνευτή που βρέθηκε σε προηγούμενες γενιές ΥΤ, έπρεπε να τροποποιηθεί για να δημιουργήσει έναν ανιχνευτή σε επίπεδο πίνακα (panel) ή μια σειρά πολλαπλών διατάξεων ανιχνευτών.

Όταν χρησιμοποιούνται πολλαπλές διατάξεις ανιχνευτών, η απόσταση του κατευθυντήρα είναι ευρύτερη και περισσότερες ακτίνες X, που παράγονται από τον εκπομπό, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των δεδομένων. Το άνοιγμα του κατευθυντήρα σε έναν ΥΤ με μία διάταξη ανιχνευτών επιπέδου πίνακα, μειώνει τη χωρική ανάλυση κατά τη διάσταση του πάχους της τομής.

Με τον σαρωτή πολλαπλών διατάξεων ανιχνευτών (επίπεδο πίνακα) το πάχος της τομής καθορίζεται από το μέγεθος του ανιχνευτή, όχι από τον κατευθυντήρα.

Ουσιαστικά, ο συνδυασμός της ακτίνας X σε σχήμα κώνου και του ανιχνευτή πολλαπλών διατάξεων επιτρέπει την απόκτηση πολύ μεγάλου αριθμού φετών σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Ο ΥΤ *έβδομης γενιάς* μπορεί να αποκτήσει μεγάλο αριθμό πληροφοριών σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, απαιτώντας πολύ υψηλότερο επίπεδο πολυπλοκότητας στη διαδικασία ανοικοδόμησης.



Σχήμα 10: Έβδομη Γενιά Υπολογιστικών Τομογράφων (Πολλαπλές Διατάξεις Ανιχνευτών)

Όμως, η διάσπαρτη ακτινοβολία (scattered radiation) της δέσμης κώνου στην *έβδομη γενιά υπολογιστικών τομογράφων*, είχε ως συνέπεια σοβαρή υποβάθμιση των τομογραφικών εικόνων από σφάλματα ποσοτικοποίησης, αντικείμενα και αύξηση θορύβου, γεγονός που χρήζει διαδικασίες διόρθωσης της διασποράς αυτής.

5.6. Συμπεράσματα κεφαλαίου

Η τεχνολογία ΥΤ έχει προχωρήσει πάρα πολύ τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες. Επτά μεγάλες γενιές ΥΤ έχουν εισαχθεί μέχρι τώρα στον ιατρικό τομέα, καθεμία από τις οποίες βρίσκει τρόπους για να βελτιώσει όχι μόνο την ταχύτητα λήψης και ανακατασκευής τομογραφικής εικόνας, αλλά και την ποιότητα της.

Ωστόσο, δεν πρέπει να πραγματοποιούνται εκτεταμένα αυτές οι τεχνολογίες αλλά ούτε και να αποφεύγονται εξαιτίας της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, διότι οι επιπτώσεις είναι αρκετά ασήμαντες σε σχέση με τα διαγνωστικά οφέλη.

Εν τέλει, η αξονική τομογραφία έχει γίνει πραγματικά το βασικό θεμέλιο της σύγχρονης απεικόνισης, αποδεικνύοντας ότι είναι χρήσιμη σε πολλές κλινικές εφαρμογές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ



Εισαγωγή στην εκπαιδευτική πλατφόρμα Kahoot

Το περιβάλλον της εκπαιδευτικής πλατφόρμας Kahoot είναι ιδανικό για την αξιολόγηση των γνώσεων των φοιτητών, αφού δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής μέσα σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

Για αυτό το σκοπό, λοιπόν δημιουργήθηκαν ερωτήσεις που αφορούν σε τομείς της ηλεκτρονικής υγείας που αναπτύχθηκαν στην διπλωματική εργασία. Σχεδιάστηκαν, δηλαδή πέντε σετ ερωτήσεων στα ελληνικά από είκοσι ερωτήσεις ανά σετ, τα οποία στη συνέχεια μεταφράστηκαν στα αγγλικά. Ο χρόνος που δόθηκε για την απάντηση της κάθε ερώτησης ήταν 30'' με σωστή απάντηση μία και μοναδική. Στις συλλογές που παρατίθενται παρακάτω η σωστή απάντηση εμφανίζεται με το χρώμα του κόκκινου.

6.1. Οι συλλογές με τα σετ ερωτήσεων στα ελληνικά

Ενότητα: Οι υπηρεσίες της Ηλεκτρονικής Υγείας και οι εφαρμογές της Τηλεϊατρικής

1. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για την Τηλεϊατρική;



α) Η Τηλεϊατρική χρησιμοποιείται στην κατ' οίκον νοσηλεία μόνο από το ιατρικό προσωπικό

β) Η Τηλεϊατρική χρησιμοποιείται αποκλειστικά για περιστατικά καρδιολογίας και παθολογίας στα απομακρυσμένα μέρη της χώρας

γ) Η Τηλεϊατρική χρησιμοποιείται στην κατ' οίκον νοσηλεία μόνο για άτομα τρίτης ηλικίας

δ) Η Τηλεϊατρική χρησιμοποιείται στη ναυσιπλοΐα για τη διάγνωση και αντιμετώπιση επειγόντων ιατρικών περιστατικών

2. Σε ποιους δύο (2) τομείς χωρίζονται οι εφαρμογές της Τηλεϊατρικής;



α) Ιατρική πράξη και ιατρική εκπαίδευση

β) Πρακτικός και θεωρητικός τομέας

γ) Αναγνώριση αναγκών και σχεδιασμός υποδομών

δ) Τίποτα από αυτά

3. Ποια είναι η σωστή σειρά των πέντε (5) βασικών βημάτων στην υλοποίηση των Εφαρμογών της Τηλεϊατρικής;



α) Αναγνώριση αναγκών - Σχεδιασμός εφαρμογών - Προμήθεια εξοπλισμού - Ένταξη στο χώρο - Ανάπτυξη Λογισμικού

β) Αναγνώριση αναγκών - Προμήθεια εξοπλισμού - Ανάπτυξη Λογισμικού - Ενημέρωση Χρηστών - Πιλοτική λειτουργία

γ) Αναγνώριση αναγκών - Ανάπτυξη Λογισμικού - Ένταξη στο χώρο - Πιλοτική λειτουργία - Εφαρμογή

δ) Αναγνώριση αναγκών - Ανάπτυξη Λογισμικού - Προμήθεια εξοπλισμού - Εκπαίδευση Χρηστών - Πιλοτική λειτουργία

4. Τι είναι η «χρυσή ώρα» στην εφαρμογή της Τηλεϊατρικής;



α) Είναι οι πρώτες στιγμές μετά από μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης

β) Είναι οι πρώτες ώρες μετά τη διεξαγωγή ενός δύσκολου χειρουργείου ενός ασθενούς

γ) Είναι η ώρα που ο ασθενής λαμβάνει εξιτήριο από το νοσοκομείο

δ) Είναι ο χρόνος τηλεκπαίδευσης του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού μέσω της Τηλεϊατρικής

5. Από τι αποτελείται ένα Δίκτυο Τηλεϊατρικής;



α) Φορητά Τερματικά Τηλεϊατρικής και ένα Κέντρο Συντονισμού Τηλεϊατρικής

β) Ένα ή περισσότερα Κέντρα Συντονισμού Τηλεϊατρικής

γ) Ένα Διαχειριστικό Κέντρο Συντονισμού Τηλεϊατρικής

γ) Φορητά Τερματικά, Κέντρο (-α) Συντονισμού Τηλεϊατρικής και ένα Διαχειριστικό Κέντρο Συντονισμού Τηλεϊατρικής

6. Ποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά ισχύει για έναν Ηλεκτρονικό Καρδιογράφο;



- α) Δεν αποστέλλει μόνο μετρήσεις, αλλά και σήμα
- β) Διαθέτει δυνατότητα σύνδεσης με Η/Υ
- γ) Συνδέεται με απαγωγές για τη λήψη καρδιογραφήματος
- δ) Όλα αυτά

7. Ποια χαρακτηριστικά διαθέτουν τα ηλεκτρονικά στηθοσκόπια;



- α) Αποθηκεύουν ήχους για σύγκριση σε δεύτερο χρόνο και διαθέτουν ενσωματωμένη μνήμη
- β) Ενισχύουν την ένταση των ήχων αλλά δεν μπορούν να τους μεταδώσουν
- γ) Αναπαράγουν το σήμα με ίδια συχνότητα και διαθέτουν ενσωματωμένη μνήμη
- δ) Αναπαράγουν το σήμα με διαφορετική συχνότητα και διαθέτουν GPS

8. Ποιο χαρακτηριστικό των ηλεκτρονικών πιεσόμετρων, από τα παρακάτω, **ΔΕΝ** ισχύει;



- α) Αποθηκεύουν τις μετρήσεις του ασθενούς
- β) Ρυθμίζουν τον ακανόνιστο καρδιακό παλμό

γ) Συνδέονται με Η/Υ

δ) Διαθέτουν ενσωματωμένο modem

9. Τι ισχύει για τα συστήματα επικοινωνίας από σημείο σε πολλαπλά σημεία (Point to Multipoint System);



α) Σύνδεση μεταξύ ενός ασθενούς με έναν εξειδικευμένο ιατρό εντός του νοσοκομείου

β) Σύνδεση μεταξύ πολλών ασθενών με διαφορετικούς ιατρούς εντός του νοσοκομείου

γ) Σύνδεση μεταξύ ενός ασθενούς με εξειδικευμένους ιατρούς σε διαφορετικά νοσοκομεία

δ) Σύνδεση μεταξύ ασθενών με διαφορετικούς ιατρούς σε διαφορετικά νοσοκομεία

10. Τι ισχύει για τα συστήματα επικοινωνίας από πολλαπλά σημεία σε πολλαπλά σημεία (Multipoint to Multipoint System);



α) Σύνδεση μεταξύ πολλών ασθενών με διαφορετικούς ιατρούς σε διαφορετικά νοσοκομεία

β) Σύνδεση μεταξύ ενός ασθενούς με εξειδικευμένο ιατρό εντός του νοσοκομείου

γ) Σύνδεση μεταξύ πολλών ασθενών με διαφορετικούς ιατρούς εντός του νοσοκομείου

δ) Σύνδεση μεταξύ ενός ασθενούς με εξειδικευμένους ιατρούς ενός νοσοκομείου

11. Ποιο από τα παρακάτω συντέλεσε ώστε να αναπτυχθεί η Τηλεϊατρική στην Ελλάδα;



α) Η γεωγραφική ιδιομορφία της Ελλάδας και τα αυξημένα επίπεδα τουρισμού στα νησιά της χώρας

β) Η μειωμένη νοσοκομειακή κρατική δαπάνη και η οικονομική κρίση

γ) Η πανδημία

δ) Όλα αυτά

12. Ποια τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της Τηλεϊατρικής;



α) Παροχή αναβαθμισμένων υπηρεσιών υγείας, μόνο σε ασθενείς απομακρυσμένων και δυσπρόσιτων περιοχών της χώρας

β) Βοηθά αποκλειστικά την αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών σε απομακρυσμένες περιοχές

γ) Και τα δύο

δ) Τίποτα από αυτά

13. Ποιες είναι οι εφαρμογές των συστημάτων Telecare;



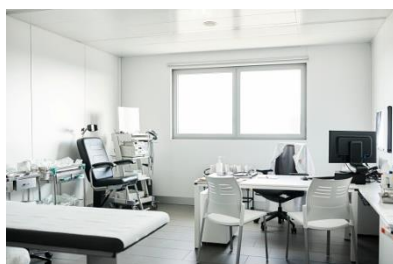
α) Χρησιμοποιούνται για περίθαλψη κατ' οίκον ή σε ιδρύματα σε ασθενείς με ήδη διαγνωσμένη πάθηση

β) Χρησιμοποιούνται για τα πολύ επείγοντα περιστατικά κατ' οίκον

γ) Δεν περιλαμβάνει νοσηλευτικές υπηρεσίες, αλλά μόνο ιατρικές

δ) Χρησιμοποιούνται μόνο για άτομα τρίτης ηλικίας και όχι σε χρόνιους πάσχοντες

14. Ποιος από τους παρακάτω όρους αναφέρεται σε διοικητικές και εκπαιδευτικές υπηρεσίες που αφορούν κυρίως κλινικές;



α) Βιοϊατρική (Biomedicine)

β) Τηλεφροντίδα (Telecare)

γ) Τηλευγεία (Telehealth)

δ) Ηλεκτρονική Υγεία (e-health)

15. Ποια από τα παρακάτω ανήκουν στον ιατρικό εξοπλισμό φορητών τερματικών Τηλεϊατρικής;



α) Μετρητής σακχάρου

β) Σύστημα μέτρησης θερμοκρασίας

γ) Σύστημα μέτρησης της αρτηριακής πίεσης και καρδιακών παλμών

δ) Όλα αυτά

16. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για το σπιρόμετρο;



α) Ρυθμίζει τη δύσπνοια του ασθενούς

β) Βοηθά στη διάγνωση συγκεκριμένων τύπων πνευμονικών παθήσεων

γ) Επηρεάζει τη λειτουργία του πνεύμονα

δ) Αποθηκεύει τα δεδομένα αλλά δεν λειτουργεί αυτόνομα

17. Τι από τα παρακάτω **ΔΕΝ** ισχύει για τις συσκευές υπερήχων;



α) Αποθήκευση εικόνων στη μνήμη, χωρίς τη μετάδοση σε πραγματικό χρόνο

β) Μετάδοση εικόνας σε φορητές συσκευές υπερήχων

γ) Η μετάδοση των εικόνων μπορεί να είναι σε πραγματικό χρόνο

δ) Κανένα από αυτά

18. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζεται η Τηλεϊατρική;



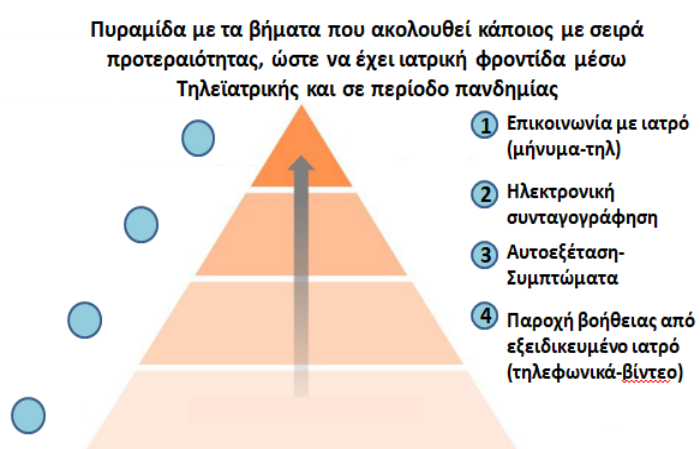
α) Κλινική Τηλεϊατρική και Νοσοκομειακή Τηλεϊατρική

β) Τηλεϊατρική πραγματικού χρόνου και Τηλεϊατρική αποθήκευσης και προώθησης

γ) Συστηματική Τηλεϊατρική και Εφαρμοσμένη Τηλεϊατρική

δ) Τίποτα από αυτά

19. Επιλέξτε τη σωστή σειρά των βημάτων (1-4) όπως τη φορά του βέλους της πυραμίδας στην παρακάτω εικόνα:



α) 1,2,3,4

β) 2,1,4,3

γ) 3,1,4,2

δ) 4,3,2,1

20. Που μπορεί να εφαρμοστεί η Τηλεϊατρική στην Ελλάδα;



α) Σε δυσπρόσιτες περιοχές και ακριτικά νησιά

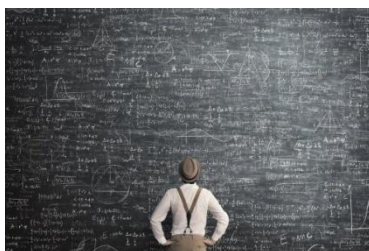
β) Σε κέντρα υγείας με έλλειψη ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού

γ) Στην εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού αλλά και των ασθενών

δ) Όλα αυτά

Ενότητα: Η αλυσίδα μπλοκ - Blockchain

1. Πως επιλύει ένας αλγόριθμος με πολυωνυμικό χρόνο εκτέλεσης ένα πρόβλημα;



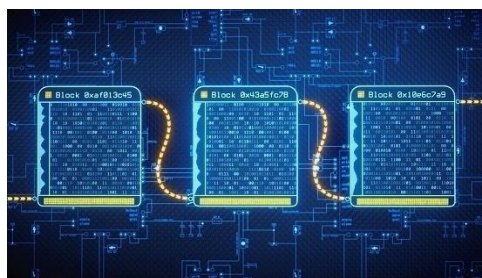
α) Επιλύει πολύ αργά το πρόβλημα

β) Επιλύει πολύ γρήγορα το πρόβλημα

γ) Εκτελεί, αλλά δεν επιλύει το πρόβλημα

δ) Επιλύει το πρόβλημα διπλασιάζοντας τις πράξεις

2. Στις κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατατεμαχισμού, όταν για 2 διαφορετικές εισόδους η συνάρτηση παράγει ίδια έξοδο, τότε έχουμε σύγκρουση;



α) Ναι

β) Όχι

γ) Δεν ισχύει πάντα

δ) Τίποτα από αυτά

3. Τι είναι κόμβος;



- α) Ένας τύπος κρυπτονομίσματος
- β) Μια αλυσίδα μπλοκ
- γ) Ένας υπολογιστής στο δίκτυο blockchain
- δ) Μια συναλλαγή

3. Σε ένα ομότιμο δίκτυο υπολογιστών, έχουν όλοι οι κόμβοι ίσα δικαιώματα;



- α) Όχι
- β) Ναι, αλλά με κόμιστρο
- γ) Όχι, αφού υπάρχει ένας master κόμβος
- δ) Ναι

5. Τι από τα παρακάτω ισχύει για τα κρυπτονομίσματα Bitcoin;



- α) Μπορούν να εξαργυρωθούν με άλλα νομίσματα
- β) Οι συναλλαγές γίνονται με πραγματικά στοιχεία του χρήστη
- γ) Οι συναλλαγές δεν δημοσιεύονται
- δ) Οι συναλλαγές γίνονται με πραγματικά στοιχεία του χρήστη και δεν δημοσιεύονται

6. Σε ένα κεντροποιημένο σύστημα συναλλαγών τι είναι σωστό;



α) Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται με παρουσία τρίτου

β) Ο έλεγχος εφαρμόζεται από την Τράπεζα

γ) Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται με παρουσία τρίτου και ο έλεγχος εφαρμόζεται από την Τράπεζα

δ) Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται με ψευδώνυμα

7. Σε μια αλυσίδα μπλοκ (blockchain), μπορούν τα δεδομένα να αντικατασταθούν και να παραποιηθούν;



α) Ναι, αφού οι εγγραφές είναι κοινόχρηστες και προσβάσιμες

β) Όχι

γ) Ναι, μόνο μετά την αποθήκευση

δ) Ναι, μόνο εφόσον αιτηθεί για αλλαγή

8. Τι από τα παρακάτω **ΔΕΝ** ισχύει σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα συναλλαγών;



α) Στις συναλλαγές υπάρχει η ανάγκη διαμεσολάβησης τρίτων

β) Οι χρήστες έχουν τον αποκλειστικό έλεγχο των κεφαλαίων τους

γ) Χρησιμοποιείται ισχυρή κρυπτογραφία μέσω αλγορίθμων

δ) Τα χρήματα προστατεύονται από πιθανές εξαπατήσεις

9. Τι **ΔΕΝ** ισχύει στη λειτουργία της Τεχνολογίας της αλυσίδας μπλοκ (blockchain);



α) Τα δεδομένα δεν αντιγράφονται σε βάσεις δεδομένων

β) Έχουν πρόσβαση στο ιστορικό δεδομένων μόνο τα αξιόπιστα μέλη

γ) Τα δεδομένα δεν μπορούν να τροποποιηθούν

δ) Τα δεδομένα δεν αντιγράφονται σε βάσεις δεδομένων και στο ιστορικό δεδομένων πρόσβαση έχουν μόνο τα αξιόπιστα μέλη

10. Από τι αποτελείται ένα μπλοκ σε μια αλυσίδα μπλοκ (blockchain);



α) Δεδομένα συναλλαγών και προσωπικά στοιχεία χρηστών

β) Κρυπτογραφικό κατακερματισμό του προηγούμενου μπλοκ

γ) Δεδομένα συναλλαγών και μια χρονική εγγραφή ή σήμανση

δ) Κρυπτογραφικό κατακερματισμό του προηγούμενου μπλοκ, τα δεδομένα συναλλαγών και μια χρονική εγγραφή ή σήμανση

11. Ποιο νόμισμα μετατρέπει τα δεδομένα του ασθενή σε αγορά ιατρικής υπηρεσίας η χρηματικού ποσού;



- α) H-coin
- β) Care coin
- γ) Health coin
- δ) Help coin

12. Ποια η συμβολή της χρήσης της τεχνολογίας blockchain στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης;



- α) Μείωση κόστους ιατρικών εξετάσεων των ασθενών
- β) Διαφάνεια διαχείρισης δεδομένων των ασθενών
- γ) Κεντρικός έλεγχος των δεδομένων των ασθενών
- δ) Μείωση κόστους ιατρικών εξετάσεων και διαφάνεια διαχείρισης δεδομένων των ασθενών

13. Πως συμβάλει στο εφοδιασμό των εμβολίων η αλυσίδα (blockchain);



- α) Ελέγχει και αποτρέπει τυχόν αλλοιώσεις των σκευασμάτων

- β) Ελέγχει τυχόν σπατάλη της κατανάλωσης του εμβολίου
- γ) Βοηθά στην αύξηση της εμπιστοσύνης του καταναλωτικού κοινού
- δ) Όλα αυτά

14. Ποια τα πλεονεκτήματα των ασθενών με τη χρήση του (blockchain) στο σύστημα υγείας;



- α) Τα προσωπικά ιατρικά δεδομένα τους είναι κρυπτογραφημένα
- β) Οι ασθενείς επιλέγουν ποιοι έχουν πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα τους
- γ) Τα προσωπικά ιατρικά δεδομένα τους είναι κρυπτογραφημένα και αυτοί επιλέγουν ποιοι έχουν πρόσβαση στα ιατρικά τους δεδομένα
- δ) Όλοι έχουν πρόσβαση στα ιατρικά προσωπικά δεδομένα τους

15. Τι είναι μια αλυσίδα μπλοκ (blockchain);



- α) Ένα κεντροποιημένο “βιβλίο εγγραφών”
- β) Ένα κατανεμημένο “βιβλίο εγγραφών” σε ένα ομότιμο δίκτυο
- γ) Ένας τύπος χαρτονομίσματος
- δ) Μια ανταλλαγή χρημάτων

16. Τι είναι το Proof of Work;



- α) Πιστοποιητικό που απαιτείται για χρήση blockchain
- β) Κώδικας που απαιτείται για την πρόσβαση σε μια συναλλαγή
- γ) Ο τρόπος που δημιουργούνται τα ιδιωτικά κλειδιά για το blockchain
- δ) Πρωτόκολλο συναλλαγής και εγκυρότητας μπλοκ

17. Όταν μια συναλλαγή επικυρωθεί και δημιουργηθεί ένα νέο μπλοκ στο “βιβλίο εγγραφών”, ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτό;



- α) Ένα άτομο κάθε φορά
- β) Πολλά άτομα ταυτόχρονα
- γ) Μόνο τα άτομα που εμπλέκονται στη συναλλαγή
- δ) Όλοι όσοι αιτηθούν

18. Τι είναι το “έξυπνο συμβόλαιο”;



- α) Συμφωνία με καθορισμό απαιτήσεων για τα ιατρικά δεδομένα του ασθενή
- β) Συμβόλαιο ασφαλιστικής εταιρείας για υγειονομική περίθαλψη
- γ) Βάση δεδομένων για ιατρικά αρχεία ασθενών
- δ) Τίποτα από αυτά

19. Όταν υποβληθούν οι εγγραφές σε ένα blockchain μπορούν να τροποποιηθούν;



- α) Ναι, τα μέλη μπορούν να επιστρέψουν και να τις αλλάξουν ανά πάσα στιγμή
- β) Ναι, αλλά μόνο εντός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου
- γ) Όχι, δεν μπορούν να αλλάξουν
- δ) Όχι, αλλά γίνεται μετά από αίτηση

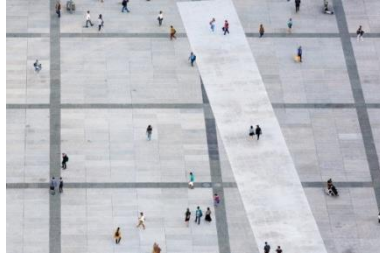
20. Κάθε πότε το δίκτυο blockchain αυτοελέγχεται και επαληθεύει τα δεδομένα;



- α) Κάθε μέρα
- β) Κάθε 3 μήνες
- γ) Κάθε 3 λεπτά
- δ) Κάθε 10 λεπτά

Ενότητα: Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας

1. Σε ποιον πληθυσμό παρατηρείται η αύξηση της ζήτησης υπηρεσιών υγείας και κοινωνικών υπηρεσιών;



- α) Νεαρό πληθυσμό
- β) Γηράσκοντα πληθυσμό**
- γ) Πληθυσμό 25-50 ετών
- δ) Βρέφη

2. Πού οδηγεί το υψηλότερο επίπεδο εισοδήματος και εκπαίδευσης;



- α) Στην ανεργία
- β) Στην ζήτηση εξειδικευμένων υπηρεσιών
- γ) Στην ζήτηση ποιοτικότερων υπηρεσιών**
- δ) Σε όλα αυτά

3. Ποια είναι η κυριότερη πρόκληση συστημάτων υγείας από τις παρακάτω;



- α) Διαχείριση μεγάλου όγκου πληροφοριών σχετικά με την κοινωνική φροντίδα
- β) Χαμηλή ποιότητα υπηρεσιών

γ) Υψηλό κόστος υπηρεσιών

δ) Όλα αυτά

4. Ποιες είναι οι υπηρεσίες Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας;



α) Υπηρεσίες που δεν απαιτούν εισαγωγή σε νοσοκομείο

β) Πρόληψη των νοσημάτων και προαγωγή της υγείας

γ) Οικογενειακός προγραμματισμός

δ) Όλες αυτές

5. Ποιες από τις παρακάτω μπορούν να χαρακτηριστούν ως υπηρεσίες Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας;



α) Υπηρεσίες για την εξασφάλιση και τη διαχείριση των ιατρικών πληροφοριών

β) Υπηρεσίες Κέντρων Υγείας

γ) Υπηρεσίες που απαιτούν εισαγωγή σε νοσοκομείο

δ) Όλες αυτές

6. Ποιες από τις παρακάτω μπορούν να χαρακτηριστούν ως ολοκληρωμένες υπηρεσίες φροντίδας υγείας;



α) Πρόληψη των νοσημάτων και προαγωγή της υγείας

β) Πρόληψη, διάγνωση, θεραπεία, αποκατάσταση

γ) Υπηρεσίες Κέντρων Υγείας

δ) Καμία

7. Πώς μπορεί να εφαρμοστεί η Τεχνολογία Πληροφορικής και Επικοινωνίας στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας;



α) Με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης

β) Με την ηλεκτρονική ιατρική κάρτα /app

γ) Γενικότερα μέσω του διαδικτύου

δ) Γενικότερα με έναν υπολογιστή

8. Ποια είναι τα κυριότερα συστήματα διαχείρισης ιατρικής πληροφορίας;



α) HIS, LIS, RIS, PACS

β) HER, IKF, DRT, MED

γ) LKW, ORT, DEN, ACT

δ) MMA, CNN, CIF, ΡΟΚ

9. Τι προσπαθεί να λύσει η διαλειτουργικότητα των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας;



α) Την γραφειοκρατία

β) Την έλλειψη πόρων

γ) Την αύξηση εισροής ασθενών

δ) Το μεγάλο αριθμό φορέων με ετερογενή συστήματα

10. Ποια έλλειψη εμποδίζει κατά κύριο λόγο την ανάπτυξη διαλειτουργικότητας μεταξύ συστημάτων;



α) Στους φορείς με στοιχειώδη/ μη σύγχρονα συστήματα

β) Τεχνογνωσία Διαλειτουργικότητας

γ) Ασυμφωνίες μεταξύ προδιαγραφής και υλοποίησης

δ) Ενιαία πρότυπα και κωδικοποιήσεις διοικητικής και κλινικής διαχείρισης

11. Ποια είναι τα κυριότερα εμπόδια διείσδυσης ψηφιακών τεχνολογιών στην πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας;



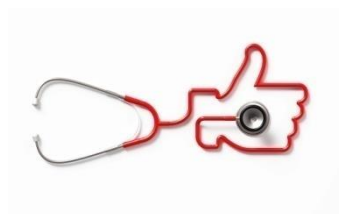
- α) Ασφάλεια προσωπικών δεδομένων
- β) Προσαρμογή / εξοικείωση με νέες τεχνολογίες
- γ) Έλλειψη εθνικής στρατηγικής για την ψηφιακή υγεία
- δ) Όλα αυτά

12. Που παρατηρείται έλλειψη κεφαλαίων στήριξης στο πεδίο της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας και των ΤΠΕ;



- α) Στην ανάπτυξη νέων συστημάτων στον συγκεκριμένο τομέα
- β) Στην εκπαίδευση, επιμόρφωση και ενημέρωση
- γ) Στην παροχή υπηρεσιών στους ασθενείς
- δ) Δεν παρατηρείται καμία έλλειψη

13. Πώς μπορεί να ολοκληρωθεί με επιτυχία η διείσδυση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών στον τομέα της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας;



- α) Με την αναβάθμιση του διαδικτύου των υπηρεσιών υγείας
- β) Με τη διασφάλιση ολοκληρωμένου σχεδιασμού και κοινής δέσμευσης
- γ) Με την παροχή φορητών συσκευών τεχνολογίας

δ) Έχει ήδη ολοκληρωθεί με επιτυχία η διείσδυση

14. Συμβάλλει σε κάποιο πλαίσιο η συνεχής εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού σε τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών;



α) Ναι, στην επιτυχή διείσδυση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών

β) Ναι, στη μισθολογική εξέλιξη του προσωπικού

γ) Ναι, στη μείωση του κόστους της ιατρικής φροντίδας και περίθαλψης

δ) Όχι

15. Ποια είναι τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της διείσδυσης της τεχνολογίας πληροφορίας και επικοινωνιών στην πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας;



α) Αποδοτικότητα

β) Διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφορίας

γ) Μείωση κόστους

δ) Όλα αυτά

16. Ποιο είναι το κύριο χαρακτηριστικό του πετυχημένου παραδείγματος της Δανίας (Δίκτυο MEDCOM);



α) Διασύνδεση του συνόλου των πρωτοβάθμιων σημείων περίθαλψης

β) Βελτίωση του διαδικτύου της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας

γ) Δημιουργία ειδικού τομέα ΤΠΕ

δ) Ενίσχυση των γνώσεων του προσωπικού ως προς τις ΤΠΕ

17. Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά της σημερινής κάρτας υγείας της Σλοβενίας;



α) Ασφάλιση

β) Συνταγογράφηση

γ) Χρήση από 30.000 επαγγελματίες και 2.000.000 πολίτες

δ) Όλα αυτά

18. Ποια ήταν η αρχική λειτουργικότητα της κάρτας υγείας της Σλοβενίας;



α) Κάρτα ασφάλισης με αποθήκευση όλων των δεδομένων στην κάρτα

β) Κεντρική διαχείριση των δεδομένων

γ) Ηλεκτρικός ιατρικός φάκελος

δ) Κανένα από αυτά

19. Σε ποιο πεδίο έχει παρατηρηθεί έλλειψη κατά τη διείσδυση της τεχνολογίας πληροφορίας και επικοινωνίας στην πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας;



- α) Στην εισαγωγή νέων μεθόδων πρόληψης και προαγωγή υγείας
- β) Στην εθνική στρατηγική για την ηλεκτρονική υγεία
- γ) Στην αποπληρωμή υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας
- δ) Σε όλα αυτά

20. Κατά πόσο συμβάλλει η εκπαίδευση και κατάρτιση προσωπικού σε τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας;



- α) Οδηγεί σ' ένα αποδοτικότερο σύστημα πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας
- β) Δεν συμβάλλει ιδιαίτερα
- γ) Δυσχεραίνει την ομαλή λειτουργία υπηρεσιών πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας
- δ) Δημιουργεί ανάγκες για υψηλότερες αμοιβές

Ενότητα: Άνθρωπος: το παλαιότερο IoT σύστημα εν λειτουργία

1. Τι είναι το σήμα;



- α) το αποτέλεσμα της μέτρησης ενός φυσικού μεγέθους
- β) το αποτέλεσμα της μέτρησης ενός τεχνητού μεγέθους

γ) το άθροισμα μεταξύ μιας μεταβλητής και ενός μεγέθους

δ) το άθροισμα μεταξύ δύο μεταβλητών

2. Τι άλλο απαιτείται για την εξαγωγή πληροφορίας, πέρα από τη λήψη του σήματος;



α) επεξεργασία των μεταβλητών

β) επεξεργασία των πληροφοριών

γ) επεξεργασία του σήματος

δ) επεξεργασία του φυσικού μεγέθους

3. Από πού προέρχονται τα βιοσήματα;



α) κανένα από αυτά

β) από το αποτέλεσμα της μέτρησης ενός φυσικού μεγέθους

γ) από την επεξεργασία του σήματος

δ) από την επεξεργασία των μεταβλητών

4. Τι είναι τα ηλεκτρικά βιοσήματα;



- α) σήματα που παράγονται από τη διέγερση φυσικών και τεχνητών κυττάρων
- β) σήματα που παράγονται από τη διέγερση βλαστοκυττάρων
- γ) σήματα που παράγονται από τη διέγερση νευρικών και μυϊκών κυττάρων
- δ) κανένα από αυτά

5. Πώς μεταδίδεται το ηλεκτρικό πεδίο;



- α) μέσα από κυτταρικές οδούς
- β) μέσα από κυτταρικές αντλίες
- γ) μέσα από τα παραγόμενα σήματα
- δ) μέσα από το βιολογικό μέσο

6. Ποιο/-α ΔΕΝ είναι βιοσήμα;



- α) μηχανικά μεγέθη

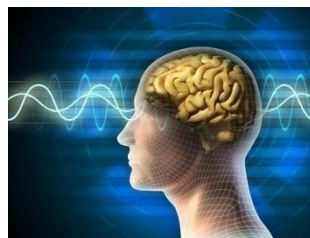
- β) θερμοκρασία
- γ) φωτεινή ροή
- δ) νευρικά και μυϊκά κύτταρα

7. Από πού (μπορούν να) προέρχονται τα μη ηλεκτρικά βιοσήματα;



- α) από μηχανική λειτουργία του βιολογικού συστήματος
- β) από μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας
- γ) από μετατροπή της μηχανικής ενέργειας
- δ) από την επιδιόρθωση του βιολογικού συστήματος

8. Τι αποτελεί μετρήσιμο φυσικό μέγεθος που οδηγεί στην παραγωγή βιοσήματος;



- α) η ηλεκτρική και της μηχανική ενέργειας
- β) η κινητική ενέργεια ενός βιολογικού συστήματος
- γ) η διαφορά δυναμικού και η πίεση ρευστών
- δ) όλα αυτά

9. Ποιο είναι το βασικό αισθητήριο των ηλεκτρικών βιοσημάτων;



- α) το ηλεκτρόνιο
- β) το ηλεκτράνιο
- γ) το ηλεκτράδιο
- δ) το ηλεκτρόδιο

10. Τι ρυθμίζει το νευρικό σύστημα;



- α) το καρδιαγγειακό σύστημα
- β) το αναπνευστικό σύστημα
- γ) το ενδοκρινικό σύστημα
- δ) όλα αυτά

11. Σε τι διακρίνεται το ανθρώπινο νευρικό σύστημα;



- α) στο βιολογικό και το τεχνητό νευρικό σύστημα
- β) στο κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα
- γ) στο εγκεφαλικό και το νωτιαίο νευρικό σύστημα

δ) στο δεξιό και το αριστερό ημισφαίριο

12. Ποια είναι η κύρια λειτουργία των αισθητικών-προσαγωγών νευρώνων;



α) μετατρέπουν το εξωτερικό ερέθισμα σε εσωτερικό ηλεκτρικό ερέθισμα, ώστε να προκαλέσουν δυναμικό ενέργειας

β) αναπτύσσουν τις αισθήσεις των ανθρώπων

γ) μετατρέπουν το εξωτερικό ερέθισμα σε εξωτερικό ηλεκτρονικό ερέθισμα, ώστε να προκαλέσουν δυναμικό ισχύος

δ) όλα αυτά

13. Ποια είναι η κύρια λειτουργία των κινητικών-απαγωγών νευρώνων;



α) μεταφέρουν ηλεκτρονικά σήματα από το ΚΝΣ προς τους μύες

β) μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα από το ΚΝΣ προς τους μύες

γ) μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα από τους μύες προς την καρδιά

δ) μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα από το ΚΝΣ προς την καρδιά

14. Πώς επικοινωνούν οι νευρώνες;



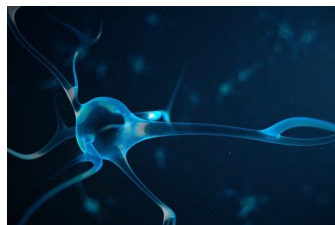
- α) η δραστηριότητα όλων των νευρώνων είναι ηλεκτρική και χημική
- β) οι νευρώνες επικοινωνούν με χημικές και ηλεκτρικές συνάψεις
- γ) με το ενεργό δυναμικό ή δυναμικό ενέργειας
- δ) όλα αυτά

15. Ποιο είναι το μέγεθος του νευρικού κυττάρου;



- α) 340-360 μm
- β) 1-50 μm
- γ) 4-140 μm
- δ) κανένα από αυτά

16. Από τι καθορίζεται το δυναμικό της μεμβράνης;



- α) από την κατάσταση των ιοντικών διαύλων
- β) από τις συγκεντρώσεις των ιόντων στο κυτταρόπλασμα και τον εξωκυττάριο χώρο

γ) από την κατάσταση των ιοντικών διαύλων και από τις συγκεντρώσεις των ιόντων στο κυτταρόπλασμα και στον εξωκυττάριο χώρο

δ) κανένα από αυτά

17. Τι είναι το ηλεκτροχημικό δυναμικό;



α) το μέγεθος που επιτρέπει να συγκρίνουμε τη σχετική συμβολή ιοντικής συγκέντρωσης και ηλεκτρικού δυναμικού

β) το μέγεθος που παρουσιάζει την συμβολή της ηλεκτρικής συγκέντρωσης ιόντων

γ) το δυναμικό της ηλεκτροχημικής ενέργειας

δ) όλα αυτά

18. Πότε επιτυγχάνεται η ηλεκτροχημική ισορροπία;



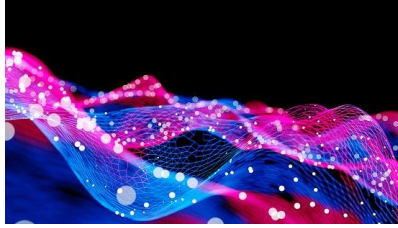
α) όταν ηλεκτροχημική συγκέντρωση = ηλεκτροχημική ενέργεια

β) όταν ένταση ηλεκτρικού πεδίου = ένταση της βαθμίδωσης της συγκέντρωσης

γ) όταν ένταση ηλεκτροχημικής ενέργειας = ένταση της βαθμίδωσης της συγκέντρωσης

δ) κατά την παραγωγή ηλεκτροχημικής ενέργειας

19. Το σήμα μεταφέρεται...



- α) από τους μύες στους νευρώνες
- β) από ένα νευρικό κύτταρο σε ένα μυϊκό**
- γ) από την καρδιά στα άκρα
- δ) από τη μία άκρη του μυϊκού κυττάρου στην άλλη άκρη του μυϊκού κυττάρου

20. Τι είναι τα δυναμικά ενέργειας;



- α) βραδείς μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης
- β) συνεχείς μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης
- γ) δυναμικές μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης
- δ) ταχείς μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης**

Ενότητα: Υπολογιστική Τομογραφία

1. Τι είναι η τομογραφική εικόνα;



- α) η απεικόνιση μιας ανατομικής τομής του ασθενούς**

- β) η απεικόνιση ενός δισδιάστατου πίνακα
- γ) η απεικόνιση της φυσικής κατάστασης του ασθενούς
- δ) η απεικόνιση της μορφής του ασθενούς

2. Πόσο είναι το πάχος τομής της ΥΤ;



- α) 1-100 χιλ.
- β) 10-42 χιλ.
- γ) **1-10 χιλ.**
- δ) παραπάνω από 100 χιλ.

3. Τι είναι οι ακτίνες Χ;



- α) **το αποτέλεσμα βομβαρδισμού υψηλής ενέργειας ηλεκτρονίων σε άτομα βολφραμίου**
- β) το αποτέλεσμα βομβαρδισμού υψηλής ενέργειας ηλεκτρονίων σε άτομα μαγνησίου
- γ) το αποτέλεσμα βομβαρδισμού χαμηλής ενέργειας ηλεκτρονίων σε άτομα μαγνησίου
- δ) όλα αυτά

4. Η απορρόφηση μιας ακτίνας Χ είναι



- α) εκθετική συνάρτηση του όγκου του υλικού
- β) εκθετική συνάρτηση της μάζας του υλικού
- γ) εκθετική συνάρτηση της βαρύτητας του υλικού
- δ) **εκθετική συνάρτηση της πυκνότητας του υλικού**

5. Η προβολή ή άποψη είναι



- α) **η καταγραφή της εξασθένησης μια δέσμης ακτινών παράλληλης διάδοσης**
- β) η καταγραφή εξασθένησης μιας δέσμης ακτινών πολλαπλού προσανατολισμού
- γ) η καταγραφή εξασθένησης μιας ακτίνας
- δ) η καταγραφή εξασθένησης μιας ακτίνας και της συμπληρωματικής της κατά 90°

6. Ποια/ποιες γεωμετρία/-ες έχουν χρησιμοποιηθεί στην απεικόνιση της ΥΤ;



- α) παράλληλη γεωμετρία δέσμης
- β) fan γεωμετρία δέσμης
- γ) **και οι δύο**
- δ) τίποτα από αυτά

7. Ποιος είναι ο σκοπός της Αξονικής Τομογραφίας;



- α) να παράγει την επόμενη τομή
- β) να συμβάλλει στην ανάπτυξη της ιατρικής τεχνολογίας
- γ) ν' αποκτήσει έναν μεγάλο αριθμό απεικονιστικών μετρήσεων του ασθενή σε σταθερή θέση
- δ) ν' αποκτήσει έναν μεγάλο αριθμό απεικονιστικών μετρήσεων του ασθενή σε διαφορετικές θέσεις

8. Από τι χαρακτηρίζεται η πρώτη γενιά Αξονικών Τομογράφων;



- α) από περιστροφή/μετατόπιση στενής αποκλίνουσας δέσμης
- β) από περιστροφή/μετατόπιση εστιασμένης δέσμης
- γ) από περιστροφή/περιστροφή ευρείας αποκλίνουσας δέσμης
- δ) από κυκλικές αντανάκλασεις

9. Πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται η πρώτη γενιά για την ανακατασκευή εικόνας;



- α) περίπου 3.5 λεπτά/σάρωση με 2.5 λεπτά ανακατασκευή
- β) περίπου 5 λεπτά/σάρωση με 3 λεπτά ανακατασκευή

γ) περίπου 10 λεπτά/σάρωση με 0.5 λεπτό ανακατασκευή

δ) περίπου 4.5 λεπτά/σάρωση με 1.5 λεπτό ανακατασκευή

10. Πόσοι ανιχνευτές ακτίνων Χ χρησιμοποιούνται στην πρώτη γενιά;



α) Κανένας

β) μόνο 2

γ) 5

δ) 90

11. Ποιο ήταν το συντομότερο χρονικό διάστημα σάρωσης της δεύτερης γενιάς;



α) 18 δευτερόλεπτα/εικόνα

β) 28 δευτερόλεπτα/εικόνα

γ) 8 δευτερόλεπτα/εικόνα

δ) 5 δευτερόλεπτα/εικόνα

12. Από τι χαρακτηρίζεται η τρίτη γενιά Αξονικών Τομογράφων;



α) από κυκλικές αντανάκλασεις

- β) από περιστροφή/μετατόπιση εστιασμένης δέσμης
- γ) από περιστροφή/περιστροφή ευρείας αποκλίνουσας δέσμης
- δ) κανένα από αυτά

13. Ποια ήταν η καινοτομία της τρίτης γενιάς;



- α) αυξήθηκε αισθητά ο αριθμός των περιστροφών
- β) αυξήθηκε αισθητά ο αριθμός των ακτινών Χ
- γ) αυξήθηκε αισθητά ο αριθμός των εικόνων (τομών)
- δ) αυξήθηκε αισθητά ο αριθμός των ανιχνευτών

14. Για ποιον λόγο αυξάνεται η γωνία της αποκλίνουσας δέσμης;



- α) έτσι ώστε να καλύψει ολόκληρο τον ασθενή
- β) για ν' αυξηθεί ο αριθμός των ανιχνευτών
- γ) έτσι ώστε να κάνει ταχύτερη ανακατασκευή
- δ) κανένα από αυτά

15. Από τι χαρακτηρίζεται η τέταρτη γενιά Αξονικών Τομογράφων;



- α) από κυκλικές αντανάκλασεις
- β) από περιστροφή/μετατόπιση εστιασμένης δέσμης
- γ) από περιστροφή/στατικούς ανιχνευτές
- δ) από περιστροφή/μετατόπιση ευρείας δέσμης

16. Για ποιον λόγο σχεδιάστηκε η τέταρτη γενιά;



- α) για να πολλαπλασιάσει τον αριθμό των ανιχνευτών
- β) για να ξεπεράσει το πρόβλημα των κυκλικών αντανάκλασεων
- γ) για να μειώσει το χρόνο σάρωσης
- δ) όλα αυτά

17. Πόσους ανιχνευτές έχει περίπου ο στατικός δακτύλιος;



- α) 4800
- β) 2800
- γ) 6800
- δ) 8000

18. Από τι χαρακτηρίζεται η πέμπτη γενιά Αξονικών Τομογράφων;



- α) από στατικούς πομπούς/στατικούς ανιχνευτές
- β) από περιστροφή/μετατόπιση εστιασμένης δέσμης
- γ) από κυκλικές αντανάκλασεις
- δ) από περιστροφή/περιστροφή ευρείας αποκλίνουσας δέσμης

19. Για ποιον λόγο αναπτύχθηκε η πέμπτη γενιά;



- α) για την απεικόνιση της καρδιακής λειτουργίας
- β) για την απεικόνιση της μυϊκής λειτουργίας
- γ) για την απεικόνιση της σπονδυλικής στήλης
- δ) όλα αυτά

20. Από τι χαρακτηρίζεται η έκτη και η έβδομη γενιά Αξονικών Τομογράφων;



- α) την ελικοειδή απεικόνιση και τις πολλαπλές διατάξεις ανιχνευτών αντίστοιχα
- β) τις πολλαπλές διατάξεις ανιχνευτών και την ελικοειδή απεικόνιση αντίστοιχα
- γ) από την εισαγωγή συστημάτων μεγάλων δεδομένων και IoT αντίστοιχα

δ) κανένα από αυτά

6.2. Οι συλλογές με τα σετ ερωτήσεων στα αγγλικά

Section: The E-health services and the Telemedicine applications

1. Which of the following is true about Telemedicine?



- a) Telemedicine is used in home care, only by the medical staff
- b) Telemedicine is used exclusively in cardiology and pathology cases in remote areas of the country
- c) Telemedicine is used in home care, only for the elderly people
- d) Telemedicine is used in navigation for the diagnosis and treatment of medical emergencies**

2. In which two sectors are the applications of Telemedicine divided?



- a) Medical act and medical education**
- b) Practical and theoretical field
- c) Needs identification and infrastructure planning
- d) None of these

3. What is the correct order of the five basic steps in the implementation of Telemedicine Applications?



a) Needs Identification - Application Design - Equipment Supply – Integration into Telemedicine - Software Development

b) Needs Identification – Equipment Supply - Software Development –Informing Users - Pilot Run

c) Needs Identification - Software Development – Integration into the Telemedicine - Pilot Run– Implementation

d) Needs Identification - Software Development - Equipment Supply – Users’ Training - Pilot Run

4. What is the "golden hour" in the implementation of Telemedicine?



a) The first moments after an emergency situation

b) The first hours after a difficult operation on a patient

c) The moment when the patient is discharged from the hospital

d) The distance learning hours of the medical and nursing staff through Telemedicine

5. What does a Telemedicine Network consist of?



- a) Portable Telemedicine Terminals and a Telemedicine Coordination Center
- b) One or more Telemedicine Coordination Centers
- c) A Telemedicine Coordination Management Center
- d) Portable Terminals, Telemedicine Coordination Center (-s) and a Telemedicine Coordination Management Center

6. Which of the following features of the Electronic Cardiograph is true?



- a) It transmits not only measurements, but also signals
- b) It has the ability to connect to a computer
- c) It connects with leads to perform a cardiogram
- d) All of these

7. Which are the features of the electronic stethoscopes?



- a) They record sounds for comparison in a secondary time, and they have a built-in memory
- b) They amplify the volume of sounds, but they cannot transmit them
- c) They reproduce the signal with the same frequency, and they have a built-in memory

d) They reproduce the signal with different frequency, and they have GPS

8. Which feature of the electronic sphygmomanometers mentioned below is **NOT** true?



a) They save the patient's measurements

b) They regulate irregular heartbeats

c) They connect to a PC

d) They have a built-in modem

9. What is true about Point to Multipoint Communication systems?



a) They connect one patient to one specialised doctor within the hospital

b) They connect several patients to different doctors within the hospital

c) They connect one patient to many specialist doctors in different hospitals

d) They connect several patients to many specialist doctors in different hospitals

10. What is true about Multipoint-to-Multipoint Communication systems?



- a) They connect several patients to different doctors in different hospitals
- b) They connect one patient to one specialist doctor within the hospital
- c) They connect several patients to different doctors within the hospital
- d) They connect one patient to many specialist doctors in different hospitals

11. Which of the following contributed to the development of Telemedicine in Greece?



- a) The geographical peculiarity of Greece and the growth of tourism in the islands of the country
- b) The reduced government health expenditure and the financial crisis
- c) The pandemic
- d) All of these

12. What are the advantages of Telemedicine's implementation?



- a) The provision of upgraded health services, only to patients in remote and inaccessible areas of the country

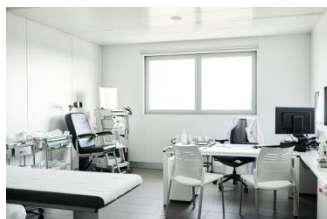
- b) It assists exclusively in dealing with emergencies in remote areas
- c) Both of them
- d) None of these

13. What are the applications of Telecare systems?



- a) They are used in institutions or in home care in patients with already diagnosed diseases
- b) They are used for patient emergencies at home
- c) They don't include nursing services, only medical ones
- d) They are used only for the elderly people but not for the ones with a chronic disease

14. Which of the following terms refers to administrative and educational services that mainly concern clinics?



- a) Biomedicine
- b) Telecare
- c) Telehealth
- d) E-health

15. Which of the following belong to the medical equipment of portable telemedicine terminals?



- a) Blood glucose monitor
- b) Temperature measurement system
- c) System for measuring blood pressure and heart rate
- d) All of these

16. Which of the following is true about the spirometer?

- a) It regulates the patient's dyspnea
- b) It helps diagnose specific types of lung disease
- c) It affects lung function
- d) It saves the data but does not operate autonomously

17. Which of the following is **NOT** true about the ultrasound devices?



- a) The images are stored in the memory, without real-time transmission
- b) The images can be transmitted in mobile devices
- c) The transmission of images can be in real time

c) 3,1,4,2

d) 4,3,2,1

20. Where can Telemedicine be applied in Greece?



a) In inaccessible areas and remote islands

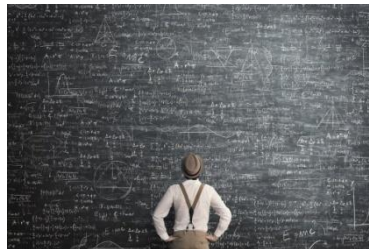
b) In health centers with a lack of medical and nursing staff

c) In the training of medical staff and patients

d) All of these

Section: The Blockchain Technology

1. How does an algorithm with a polynomial run time solve a problem?



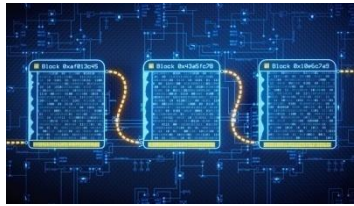
a) It solves the problem very slowly

b) It solves the problem very quickly

c) It executes, but does not solve the problem

d) It solves the problem by doubling the operations

2. In cryptographic hash functions, will there be a collision if 2 different inputs generate the same output?



- a) Yes
- b) No
- c) Not always true
- d) None of these

3. What is a node?



- a) A type of cryptocurrency
- b) A block chain
- c) A computer in the blockchain network
- d) A transaction

4. Do all nodes have equal rights, in a peer-to-peer network?



- a) No
- b) Yes, but with a cost

c) No, since there is a master node

d) Yes

5. Which of the following is true about the Bitcoin cryptocurrency?



a) Can be exchanged with other currencies

b) Transactions are made with real user data

c) Transactions are not made public

d) Transactions are made with real user data and they are not made public

6. What is true in a centralized trading system?



a) The transactions are performed in the presence of a third party

b) The bank is in charge of controlling

c) The transactions are performed in the presence of a third party and the bank is in charge of controlling

d) Transactions are made under pseudonyms

7. Can data be replaced and distorted in a blockchain?



- a) Yes, since the registrations are shared and accessible
- b) No**
- c) Yes, only after saving them
- d) Yes, but only upon request for a change

8. Which of the following is **NOT** true in a decentralized trading system?



- a) An intermediary is required during transactions**
- b) Users have their own control over their funds
- c) Strong cryptography is used through algorithms
- d) Money is protected against fraud

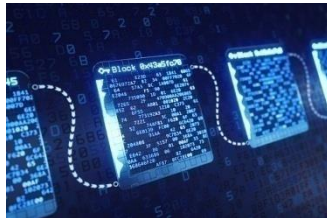
9. What is **NOT** true about the operation of blockchain technology?



- a) The data are not copied to databases
- b) Only trusted members have access to the data history
- c) The data cannot be changed

d) The data are not copied to databases and only trusted members have access to the data history

10. What does a block in a blockchain consist of?



- a) Transaction data and personal user data
- b) Cryptographic hash of the previous block
- c) Transaction data and a timestamp or marking
- d) Cryptographic hash of the previous block, transaction data and a timestamp or marking

11. Which currency converts patient's data into a medical service purchase or an amount of money?



- a) H-coin
- b) Care coin
- c) Health coin
- d) Help coin

12. What is the contribution of the use of blockchain technology in the field of healthcare?



- a) Decrease the medical cost of patients' examinations
- b) Transparency in patients' data administration
- c) Central control of patients' data
- d) Decrease the medical cost of patients' examinations and transparency in patients' data administration

13. How does the blockchain contribute to the supply of vaccines?



- a) Controls and prevents any alterations of the formulation
- b) Controls any waste of vaccine consumption
- c) Helps to increase the consumers' confidence
- d) All of these

14. What advantages do patients gain by the use of it (blockchain) in the health system?



- a) Their personal medical data are encrypted
- b) Patients choose who has access to their medical data
- c) Patients choose who has access to their medical data which are encrypted
- d) Everyone has access to their personal medical data

15. What is a blockchain?



- a) A centralized ledger
- b) A distributed ledger in a peer- to- peer network
- c) A type of banknote
- d) A money exchange

16. What is Proof of Work?



- a) A certificate required for the use of the blockchain
- b) A code required to access a transaction
- c) The way of creating private keys in the blockchain
- d) A block transaction and validity protocol

17. When a transaction is validated and a new block is created in the ledger, who can access it?



- a) One person at a time
- b) Many people at the same time
- c) Only the people that are involved in the transaction
- d) All those who make a request

18. What is a "smart contract"?



- a) An agreement that defines the requirements for the patient's medical data
- b) An insurance company's contract for health care
- c) A database for patients' medical records
- d) None of these

19. Can the registrations be modified, after they are submitted in a blockchain?



- a) Yes, the members can return and change them at any time
- b) Yes, but only within a specific time frame
- c) No, they cannot be changed
- d) No, but it can be done upon request

20. How often does the blockchain network self-check and verify the data?



- a) Every day
- b) Every 3 months
- c) Every 3 minutes
- d) Every 10 minutes

Section: The Implementation of Information and Communication Technology in Primary Health Care

1. In which age group is there an increase in demand for health services and social services?



- a) Younger people
- b) Aging population
- c) 25–50-year-olds
- d) Infants

2. Where does a highest level of income and education lead to?



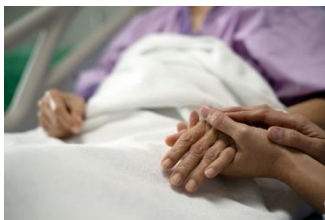
- a) Unemployment
- b) The demand for specialized services
- c) The demand for high quality services
- d) All of these

3. What is the main challenge for the health care systems?



- a) The management of a large amount of information on social care
- b) The low quality of services
- c) The high cost of services
- d) All of these

4. Which are the Primary Health Care services?



- a) The services that do not require hospitalization
- b) The disease prevention and health promotion
- c) Family planning
- d) All of these

5. Which of the following can be characterized as a primary health care service?



- a) The infrastructures for the provision and management of medical information and data of the population
- b) The services that require hospitalization
- c) The payment and rehabilitation
- d) All of these

6. Which of the following can be described as integrated health care services?



- a) Disease prevention and health promotion
- b) Prevention, diagnosis, treatment, rehabilitation
- c) Health Center services
- d) None of these

7. How can Information and Communication Technology be applied to Primary Health Care?



- a) Through social media
- b) With an electronic medical card/ app**
- c) In general, via the internet
- d) In general, with the use of a computer

8. Which are the main medical information management systems?



- a) HIS, LIS, RIS, PACS**
- b) HER, IKF, DRT, MED
- c) LKW, ORT, DEN, ACT
- d) MMA, CNN, CIF, POK

9. What does the interoperability of Information and Communication Technologies try to solve?



- a) The bureaucracy
- b) The lack of resources

c) The increase of patients' influx

d) The large number of providers with heterogeneous systems

10. Which is the main obstacle in the development of interoperability between systems?



a) Carriers with elementary/ non contemporary systems

b) Medical departments

c) The gap between specification and implementation

d) The uniform standards and the codifications of the administrative and clinical management

11. Which are the main issues in primary health care and in information and communication technologies?



a) Personal data security

b) Adapting / familiarizing with new technologies

c) Lack of a national digital health strategy

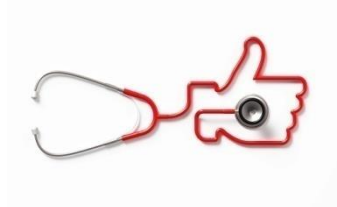
d) All of these

12. In which aspect is there a lack of support funds in the field of primary health care and of information and communication technologies?



- a) In the development of new systems in the field
- b) In education, training and information
- c) In the provision of services to patients
- d) No deficiency is observed

13. How can the information and communication technologies be successfully implemented in the field of primary health care?



- a) By upgrading the network of health care services
- b) By ensuring integrated design and shared commitment
- c) By providing portable technology devices
- d) It has already been successfully implemented

14. Does the consistent education and training of the staff on the information and communication technologies contribute to any framework?



a) Yes, in the successful implementation of information and communication technologies

b) Yes, in staff's payroll development

c) Yes, in cost reduction of medical care and treatment

d) No

15. What are the expected results of the implementation of information and communication technology in primary health care?



a) Efficiency

b) Facilitating of information exchange

c) Cost reduction

d) All of these

16. What is the main feature of the successful example of Denmark (MEDCOM Network)?



- a) The interconnection of all primary health care areas
- b) Improving the network of primary health care
- c) The creation of a special ICT sector
- d) Enhancing staff knowledge on ICT

17. What are the main features of the Slovenian health care card?



- a) Health insurance
- b) Prescription
- c) It is used by 30,000 professionals and 2,000,000 citizens
- d) All of these

18. What was the initial functionality of Slovenia's health care card?



- a) An insurance card that stores all the user data
- b) Centralized data management
- c) Electronic medical records
- d) None of these

19. In which field of primary health care is there a lack of information and communication technology?



- a) Inserting new methods of disease prevention and health promotion
- b) In the national strategy for e-health
- c) In the repayment of e-health services
- d) All of these

20. In what extent does the staff education and training contribute to information and communication technologies?



- a) It creates a successful primary health care system
- b) It does not contribute significantly
- c) It complicates the situation of primary health care
- d) It creates needs for higher salaries

Section: Human - the oldest IoT system

1. What is meant by “signal”?



- a) The result of measuring a physical quantity
- b) The result of measuring an evoked artificial quantity
- c) The sum of a variable and a quantity
- d) The sum of two variables

2. What else is required to export information, after the reception of the signal?



- a) Processing of the variables
- b) Processing of information
- c) Signal processing
- d) Processing of the physical quantity

3. Where do biosignals stem from?



- a) None of these
- b) The result of measuring a physical quantity
- c) The processing of the signal
- d) The processing of the variables

4. Which are the electrical biosignals?



- a) The signals generated by the electrical activity of natural and artificial cells
- b) The signals generated by the electrical activity of stem cells
- c) The signals generated by the electrical activity of nerve and muscle cells
- d) None of these

5. How is the electric field transmitted?



- a) Through cellular pathways
- b) Through cellular pumps
- c) Through the generated signals
- d) Through the biological medium

6. Which is **NOT** a biosignal?



- a) The mechanical quantities

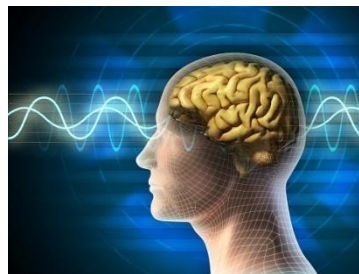
- b) The temperature
- c) The luminous flux
- d) The nerve and muscle cells

7. Where (can) non-electrical biosignals come from?



- a) The mechanical function of the biological system
- b) Electrical energy conversion
- c) Mechanical energy conversion
- d) The rehabilitation of the biological system

8. What does the measurable physical quantity constitute, that leads to a biosignal production?



- a) The electrical and mechanical energy
- b) The kinetic energy of the biological system
- c) The difference in the potential and fluid pressure
- d) All of these

9. What is the basic sensor of electrical biosignals?



- a) The electron
- b) The elector
- c) The electro code
- d) The electrode

10. Which system does the nervous system regulate?



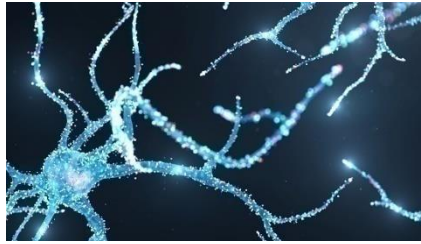
- a) The cardiovascular system
- b) The respiratory system
- c) The endocrine system
- d) All of these

11. What does the human nervous system consist of?



- a) The biological and artificial nervous system
- b) The central and peripheral nervous system
- c) The brain and spinal nervous system
- d) The right and left hemispheres

12. What is the main function of sensory / afferent neurons?



- a) Convert the external stimulus into an internal electrical stimulus to generate action potentials
- b) Development of the human senses
- c) Convert the external stimulus into an external electronic stimulus to generate power potentials
- d) All of these

13. What is the main function of efferent neurons?



- a) Transmit electronic signals from the CNS to the muscles
- b) Transmit electrical signals from the CNS to the muscles
- c) Transmit electrical signals from the muscles to the heart
- d) Transmit electrical signals from the CNS to the heart

14. How do neurons communicate?



- a) The activity of all neurons is electrical and chemical
- b) The neurons communicate by chemical and electrical synapses
- c) With the action potentials or energy potentials
- d) All of these

15. What is the size of a nerve cell?



- a) 340-360 μm
- b) 1-50 μm
- c) 4-140 μm
- d) None of these

16. What determines the membrane potential?



- a) The condition of the ion channels
- b) The concentrations of ions in the cytoplasm and in the extracellular space
- c) The condition of the ion channels and the concentrations of ions in the cytoplasm and in the extracellular space
- d) None of these

17. What is the electrochemical potential?



- a) The magnitude that allows us to compare the relative contribution of ion concentration and the electric potential
- b) The magnitude that presents the contribution of the electronic concentration of ions
- c) The potential of electrochemical energy
- d) All of these

18. When does electrochemical equilibrium occur?



- a) When the electrochemical concentration is equal to the electrochemical energy
- b) When the forces generated by the electric field's production and the concentration gradient are equal
- c) When the force generated by the electrochemical energy's production is equal to the force generated by the concentration gradient
- d) During the production of electrochemical energy

19. The electrical signal is transmitted...



- a) Exclusively from the limbs to the brain
- b) From a nerve cell to a muscle cell**
- c) From the heart to the muscles
- d) From one edge of the muscle cell to the other edge of the muscle cell

20. What is the action potential?



- a) Slow changes in the membrane potential
- b) Constant changes in the membrane potential
- c) Dynamic changes in the membrane potential
- d) Rapid changes in the membrane potential**

Section: Computed Tomography

1. What is a CT scan?



- a) The imaging of an anatomical slice of the patient**
- b) The illustration of a two-dimensional table
- c) The depiction of the patient's physical condition
- d) The depiction of the patient's shape

2. What is the slice thickness of a CT scan?



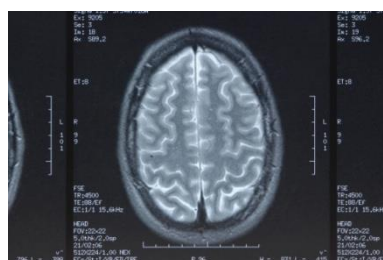
- a) 1-100 mm
- b) 10-42 mm
- c) 1-10 mm
- d) More than 100 mm

3. What are X-rays?



- a) The result of collisions between high speed bombarding electrons and the tungsten targets atoms
- b) The result of the interaction of electronic and chemical energy
- c) The result of the low energy bombardment of electrodes on magnesium atoms
- d) All of these

4. The absorption of an X ray is



- a) An exponential function of the volume of the material

- b) An exponential function of the mass of the material
- c) An exponential function of the weight of the material
- d) An exponential function of the density of the material

5. The projection or view is



- a) The attenuation's recording of a parallel propagation beam of rays
- b) The attenuation's recording of a multiple orientations' beam of rays
- c) The attenuation's recording of a ray
- d) The attenuation's recording of a ray and its complement by 90°

6. Which geometry (-s) has been used in the imaging of the CT scan?



- a) The parallel beam geometry
- b) The fan beam geometry
- c) Both of them
- d) None of these

7. What is the purpose of a CT scan?



- a) To produce the next slice
- b) To contribute to a medical technology development
- c) To obtain a large number of imaging measurements of the patient in a static position
- d) To obtain a large number of imaging measurements of the patient in different positions

8. What does the first generation consist of?



- a) Rotation / translation of a narrow divergent beam
- b) Rotation / translation of a pencil beam
- c) Rotation / rotation of a wide divergent beam
- d) Circular reflections

9. How long does a first generation image reconstruction take?



- a) About 3.5 minutes per scan, with 2.5 minutes reconstruction
- b) About 5 minutes per scan, with 3 minutes reconstruction
- c) About 10 minutes per scan, with 0.5 minute reconstruction
- d) **Approximately 4.5 minutes per scan, with 1.5 minute reconstruction**

10. How many X-ray detectors were used in the first generation?



- a) None
- b) **Only 2**
- c) 5
- d) 90

11. What was the shortest scanning time of the second generation?



- a) **18 seconds /image**
- b) 28 seconds /image
- c) 8 seconds /image
- d) 5 seconds /image

12. What does the third generation consist of?



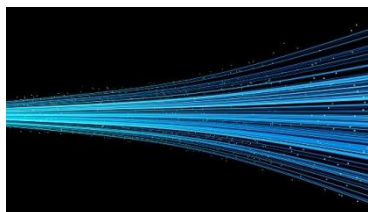
- a) Circular reflections
- b) Rotation / translate of a pencil beam
- c) Rotation / rotation of a wide fan beam
- d) None of these

13. What was the third generation's innovation?



- a) The number of rotations increased significantly
- b) The number of X rays increased significantly
- c) The number of images (slices) increased significantly
- d) The number of detectors increased significantly

14. Why does the angle of the fan beam increase?



- a) To cover the entire body
- b) To increase the number of detectors
- c) To perform a faster reconstruction
- d) None of these

15. What does the fourth generation consist of?



- a) Circular reflections
- b) Rotation / translation of a pencil beam
- c) Rotation / stationary detectors
- d) Rotation / translation of a wide beam

16. Why was the fourth generation designed?



- a) To multiply the number of detectors
- b) To overcome the issue of circular reflections
- c) To reduce the scan time
- d) All of these

17. Approximately, how many detectors does the stationary detector ring have?



a) 4800

b) 2800

c) 4200

d) 8000

18. What does the fifth generation consist of?



a) Stationary transmitters / stationary detectors

b) Rotation / translation of a pencil beam

c) Circular reflections

d) Rotation / rotation of a wide fan beam

19. Why did the fifth generation designed?



- a) For cardiac function imaging
- b) For muscle function imaging
- c) For spine imaging
- d) All of these

20. What do the sixth and seventh generations consist of?



- a) The helical detector and the multiple detector array, respectively
- b) The multiple detector array and the helical detector, respectively
- c) The insertion of big data systems and IoT systems, respectively
- d) None of these

Βιβλιογραφία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

- [1] Διαφάνειες του μαθήματος Ηλεκτρονική Υγεία, www.eclass.uowm.gr
- [2] el.wikipedia.org/wiki/Τηλεϊατρική
- [3] cardioprdipsis.gr
- [4] https://www.hypertasi.gr/UsersFiles/admin/documents/tomos15_1_2006/ahj15p24.pdf
- [5] informationa/SystemandHealth
- [6] Η Τηλεϊατρική ως εργαλείο για την ισότιμη πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας για τον πληθυσμό της νησιωτικής Ελλάδας (Χαράλαμπος Ι. Πλάτσας, Υποδιοικήτης 2ης Υγειονομικής Περιφέρειας Πειραιώς και Αιγαίου)
- [7] Αρχές Τηλεϊατρικής και εφαρμογές της στη σύγχρονη ιατρική επιστήμη, Πτυχιακή εργασία, του σπουδαστή Παπακώστα Αλέξανδρου, Χανιά 2010
tma.com.gr/index.php
- [8] Εξελίξεις στον τομέα της Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα, Πτυχιακή εργασία, του σπουδαστή Γρίβα Δημήτριου, 2010
- [9] koinignomi.gr
- [10] nygma.gr
- [11] scientific-journal-articles.org/ Εφαρμογές της τηλεϊατρικής στην Ελλάδα
- [12] Υπογεννητικότητα και Δημογραφικό πρόβλημα στην Ελλάδα (SmokefreeGreece)
- [13] Εφαρμογές τηλεϊατρικής και η εξέλιξή τους τα τελευταία χρόνια, Διπλωματική εργασία, της σπουδάστριας Γιαθά Χρυσούλας, Πειραιάς 2016
- [14] Η σπουδαιότητα της Ιατρικής Συμμόρφωσης στον 21ο Αιώνα μέσω mobileεφαρμογές σε έξυπνα κινητά (smartphones), Διπλωματική εργασία, του σπουδαστή Θωμά Βάϊου
- [15] asclerieion.mpl.uoa.gr/pubaspis/YT_Ωνάσειο_K_K.htm
- [16] palaiofaliro.gr
- [17] ΙΑΣΠΙΣ Ιδεώδες Ασκληπιακό Πάρκο Ιατρικής Σχολής
- [18] Τηλεϊατρική στο Γενικό Νομαρχιακό Νοσοκομείο Άρτης σύμφωνα με το πιλοτικό πρόγραμμα του Ο.Τ.Ε- βελτίωση – απαιτήσεις σε επιστημονικό προσωπικό, Πτυχιακή εργασία, της σπουδάστριας Μπασιούκα Χριστίνας, Άρτα, 2005
- [19] Τηλεϊατρική και εφαρμογές, Πτυχιακή εργασία, των σπουδαστριών Δρογκίδου Μαρία και Ελευθεράτου Αικατερίνη, Καλαμάτα 2008
- [20] Τηλεϊατρική: Δημιουργούμενες έννομες σχέσεις και αστική ευθύνη, Διπλωματική εργασία, της σπουδάστριας Τσουμάνη Αικατερίνη, Θεσσαλονίκη 2016
- [21] www.vodafone.gr
- [22] Αρχείο: C:/Users/Admin/Desktop/02_chapter_06.pdf
- [23] Εφαρμογές Τηλεματικής στην υγεία, Δημήτρης Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π, Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας
- [24] Σχήμα 2: <https://slideplayer.gr/slide/11998094/> (Διαφάνεια 14) (25/2/20)
- [25] Σχήμα
<http://ikee.lib.auth.gr/record/129866/files/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91.pdf> (Σελίδα 13) (25/2/2020)

- [26] Εικόνα 1: [https://contechhealth.com/products/ecg90a-\(25/2/2020\) electrocardiograph](https://contechhealth.com/products/ecg90a-(25/2/2020) electrocardiograph)
- [27] Εικόνα 2: <https://www.ebay.com/itm/3M-LITTMANN-3100-ELECTRONIC-STETHOSCOPE-BRAND-NEW-3-COLOR-CHOICES-/362745807916> (25/2/2020)
- [28] Εικόνα 3: Δεξιά εικόνα: <https://www.medi-shop.gr/el/spirometers/mir-minispir-spirometer-with-oximetry>
Αριστερή εικόνα: [https://www.alfamedicalcare.gr/proionta/iatrikos-eksoplismos-gia-epaggelmaties-ygeias/%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%81%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF-mir-spirobank-ii-basic-detail\(25/2/2020\)](https://www.alfamedicalcare.gr/proionta/iatrikos-eksoplismos-gia-epaggelmaties-ygeias/%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%81%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF-mir-spirobank-ii-basic-detail(25/2/2020))
- [29] Εικόνα 4: Δεξιά εικόνα: <https://www.profitstore.gr/products/piesometra-thermometra/ilektroniko-piesometro-mpratsou-electronic-blood-pressure-meter/100-38532>
Αριστερή εικόνα: [https://www.e-shop.gr/piesometro-karpoy-sanitas-sbc-41-p-HAP.505813?gclid=Cj0KCQiAqNPYBRCjARIsAKA-WFz5Ha1Yg0Kp9YGO3y4WGs1B07g56lEP9oaTtbFSURPw60kldGJWlqAaAmVwEALw_wcB\(25/2/2020\)](https://www.e-shop.gr/piesometro-karpoy-sanitas-sbc-41-p-HAP.505813?gclid=Cj0KCQiAqNPYBRCjARIsAKA-WFz5Ha1Yg0Kp9YGO3y4WGs1B07g56lEP9oaTtbFSURPw60kldGJWlqAaAmVwEALw_wcB(25/2/2020))
- [30] Εικόνα 5: <https://italian.alibaba.com/product-detail/ge-vs-can-portable-scanner-with-dual-probe-50033968199.html> (25/2/2020)
- [31] Σχήμα 9: <https://www.slideshare.net/ResearchOnIndia/telemedicine-market-in-india-2012-sample> (Διαφάνεια 10) (13/2/2020)
- [32] Σχήμα 10: <https://www.slideshare.net/AlishaRijal/telemedicine-65763929> (Διαφάνεια 26) (13/2/2020)
- [33] Σχήμα 11: <https://www.semanticscholar.org/paper/Telemedicine-in-Rural-India-%3A-Opportunities-and-for-Deshpande-Frantz/20f190683c4914fa28d3b08fb8df304ffea3fa8c> (Figure 3) (13/2/2020)
- [34] Εικόνα 6: <https://www.onmed.gr/ygeia-eidhseis/story/365819/sismanogleio-giatroi-apo-tis-filippines-enimeronontai-gia-tis-nosokomeiakes-loimoxeis> (25/2/2020)
- [35] Εικόνα 7: Δεξιά εικόνα: <https://www.902.gr/eidisi/ygeia/172453/apergoyn-stis-30-oktovri-gia-tin-yprografi-sse>
Αριστερή εικόνα: [http://www.onasseio.gr/\(20/2/2020\)](http://www.onasseio.gr/(20/2/2020))

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

- [1] Διαφάνειες μαθήματος Βιοπληροφορικής, www.eclass.uowm.gr
- [2] <https://www.cs.ucy.ac.cy/~mavronic/Classes/cs232/Notes/notes1.pdf>
- [3] el.wikipedia.org
- [4] en.wikipedia.org
- [5] <https://www.investopedia.com/terms/c/cryptocurrency.asp>
- [6] <https://www.businessinsider.com/cryptocurrency-blockchain-security>
- [7] https://coincasso.com/blockchain-academy/centralized-vs-decentralized-cryptocurrency-exchanges-comparison/?_cf_chf_jschl_tk
- [8] Θέματα Ψηφιακής Οικονομίας, Ενότητα 5: Κρυπτονομισμάτα – Bitcoin, Μανώλης Τζαγκαράκης, Βικτωρία Δασκάλου, Σχολή Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών

- [9] Κρυπτονομίσματα, Διπλωματική Εργασία του σπουδαστή Καμέτα Ιωάννη, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σάμος, Ιούνιος 2018
- [10] <https://bitcoinx.gr/πως-δημιουργούνται-τα-bitcoins>
- [11] <https://www.epixeiro.gr/article/178612>
- [12] <https://denominatorgroup.org/blockchain>
- [13] <https://www.liberal.gr/2019/i-epanastasi-tou-blockchain-fernei-nees-elpides-stin-iatriki/241631>
- [14] <https://www.euro2day.gr/investments/cryptoto/article/1695976/pos-to-blockchain-veltionei-thn-iatrikh-perithalps.html>
- [15] <https://consensus.net/blockchain-use-cases/healthcare-and-the-life-sciences/>
- [16] <https://applicature.com/blog/blockchain-startups/blockchain-healthcare-smart-contracts>
- [17] https://www.researchgate.net/figure/Smart-contract-for-healthcare-scenario_fig2_326441059
- [18] <https://dzone.com/articles/learning-big-o-notation-with-on-complexity>
- [19] Επισκόπηση και Συγκριτική Μελέτη Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων της εφαρμογής της Τεχνολογίας Blockchain στον χώρο της Υγείας, Διπλωματική Εργασία, του σπουδαστή Κουτάκη Κωνσταντίνου, Αθήνα, Οκτώβριος 2018
- [20] Πηγή Εικόνας επικεφαλίδας:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.blocktempo.com%2Fcoronavirუსapi-chain-anceria-immutable-cdc%2F&psig=AOvVaw2ZwMzzVCXImF7teVdHN52J&ust=1588163262693000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCLi-uayPi-kCFQAAAAAdAAAAABAH>
- [21] Σχήμα 1: dzone.com/articles/learning-big-o-notation-with-on-complexity (20/4/2020)
- [22] Εικόνα 1:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.protothema.gr%2Ftag%2Fbitcoin%2F&psig=AOvVaw0RdD2qUaz-BnKDaqJgSwqW&ust=1588167733912000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOj2gISgi-kCFQAAAAAdAAAAABAQ> (28/4/2020)
- [23] Εικόνα 2:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.smartdatacollective.com%2Fcurrent-landscape-applications-blockchain-explained%2F&psig=AOvVaw0FX00nl0wWvSjtGxYBsP9u&ust=1588160167703000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNiW0OyDi-kCFQAAAAAdAAAAABAO> (28/4/2020)
- [24] Εικόνα 3:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.europeanpharmaceuticalreview.com%2Fnews%2F111263%2Fresearchers-develop-vaccine-formulation-with-long-shelf-life%2F&psig=AOvVaw0SJZ7H7BqC7f534IlfDMME&ust=1588172562253000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCJDI_IWyi-kCFQAAAAAdAAAAABAQ (28/4/2020)
- [24] Εικόνα 4:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.healthreport.gr%2F%25CF%2580%25CF%2589%25CF%2582-%25CE%25B8%25CE%25B1-%25CE%25B1%25CF%2580%25CE%25BF%25CE%25BA%25CF%2584%25CE%25AE%25CF%2583%25CE%25B5%25CF%2584%25CE%25B5->

%25CE%25B1%25CF%2584%25CE%25BF%25CE%25BC%25CE%25B9%25CE%25BA%25CF%258C-

%25CE%25B7%25CE%25BB%25CE%25B5%25CE%25BA%25CF%2584%25CF%2581%25CE%25BF%25CE%25BD%25CE%25B9%25CE%25BA%2F&psig=AOvVaw19j38YkZUkUydkn5PdyBNp&ust=1588162592729000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCliaT_OMi-kCFQAAAAAdAAAAABAD (28/4/2020)

[25] Εικόνα 5:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.iatronet.gr%2Feidiseis-nea%2Fepistimi-zwi%2Fnews%2F51891%2Fgenikes-ektimiseis-gia-tis-klinikes-dokimes-dimosia-synedriasi.html&psig=AOvVaw301ul6azh3bxsSc4HPNVKb&ust=1588162832741000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNizpeeNi-kCFQAAAAAdAAAAABAD> (28/4/2020)

[26] Εικόνα 6:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.tanea.gr%2F2019%2F03%2F15%2Fhealth%2Ffarmaka-xiliades-anepithymita-symvanta-apo-tis-parenergeies%2F&psig=AOvVaw0HgVJ5ExZQCK6UG5KFKyfN&ust=1588163000863000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCJCx4cWoi-kCFQAAAAAdAAAAABAD> (28/4/2020)

[27] Σχήμα 9: https://www.researchgate.net/figure/Blockchain-utilization-in-various-healthcare-applications_fig1_326441059 (27/4/2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

[1] <http://chronosmag.eu/index.php/big-data-ygeia.html>

[2] https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_2.2.4.pdf

[3] http://www.tzaneio.gr/wp-content/uploads/epistimonika_xronika/p15-1-3.pdf

[4] <https://www.mednet.gr/archives/2019-3/pdf/412.pdf>

[5] http://www.tzaneio.gr/wp-content/uploads/epistimonika_xronika/p16-1-2.pdf

[6] https://economytoday.sigmalive.com/market-news/7839_ereyna-ta-systimata-ygeias-tha-estiasoy-nstin-meiosi-toy-kostoys

[7] <https://iskefa.gr/nea-anakoinoseis/34-nea-anakoinoseis/deltia-typoy-pis/123-protovathmia-frontida-ygeias-pfy.html>

[8] <https://pergamios.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/1324820/theFile/1324824>

[9] <https://www.dikaiologitika.gr/eidhseis/ygeia/155492/kai-odontiatriki-perithalpsi-stin-protovathmia-frontida-ygeias>

[10] <https://kallistocare.com/2019/07/18/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%BF%CE%BA%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%86%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B4%CE%B1/>

[11] http://www.iatrikionline.gr/IB_105/15%20EIDIKO%20AR8RO-TABLANTAS.pdf

[12] https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3301/5/00_master_document.pdf

[13] <https://www.naftemporiki.gr/afieromata/story/1594614/to-eksupno-nosokomeio-tha-apotelese-ti-lusi-sti-meiosi-ton-dapanon-ygeias>

- [14]file:///C:/Users/panagiota/Downloads/00_master_document-KOY.pdf
- [15]<http://www.odigostoupoliti.eu/rantevou-me-iatrous-kai-epilogi-oikogeneiakou-iatrou-ilektronika-me-to-pfy/>
- [16]http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/10338/Polioni_Anastasia%20Dimitra.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [17]https://service.nordost.aok.de/file/Informationen%20zur%20elektronischen%20Gesundheitskarte_el.pdf
- [18] <https://sites.google.com/site/panagiotislaf>
- [19] mednet.gr/archives/2008-1/pdf/102.pdf
- [20] ikee.lib.auth.gr/record/103801/files.Spyrou.pdf
- [21] <https://www.medcom.dk/medcom-in-english/about-medcom>
- [22]<https://www.danishhealthdata.com/find-health-data/Faelles-Medicinkort>
- [23] Πηγή εικόνας επικεφαλίδας στο κεφάλαιο τρίτο (30/9/2020):https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/en_US/comunicacion/esalud_mult_1_res/ESalud_746x419.jpg
- [24] Διαφάνειες του μαθήματος Ηλεκτρονική Υγεία, www.eclass.uowm.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

- [1] https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3025/1/02_chapter_02.pdf
- [2] http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2666/Biologia_A-Lykeiou_html-empl/index9.html
- [3] <http://book.bionumbers.org/what-are-the-concentrations-of-different-ions-in-cells/>
- [4] <https://users.auth.gr/theosama/docs/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%92%CE%B9%CE%BF%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%202.pdf>
- [5] https://alamot.github.io/electric_current_and_human_body/
- [6] Πηγή Εικόνας ανθρώπινου εγκεφάλου στο κεφάλαιο τέταρτο:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.independent.co.uk%2Flife-style%2Fhuman-brain-conscious-heart-stops-beating-death-neurology-research-a8232921.html&psig=AOvVaw2pS-4rDRhwC-8CbzSq8fjb&ust=1610818948645000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCJCS_6u-nu4CFQAAAAAdAAAAABAN
- [7] https://www.physiologyweb.com/glossary/s/supra_threshold.html
- [8] https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CF%85%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82
- [9] <https://www.therapia.gr/myelini/>
- [10] <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/bitstream/123456789/7129/1/%CE%9C%CE%91%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A1%CE%99%CE%A4%CE%91%20%CE%A4%CE%96%CE%91%CE%A6%CE%9B%CE%99%CE%94%CE%9F%CE%A5.pdf>
- [11] Κεφάλαιο 3, Η ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΣΑΝ ΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

- [12] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214914713000238>
- [13] <https://ieeexplore.ieee.org/document/7203330>
- [14] <https://www.igi-global.com/dictionary/city-next-paradigm-urban-development/30797>
- [15] Πηγή Εικόνας Ανθρώπινου Σώματος κεφάλαιο τέταρτο: <https://docplayer.gr/docs-images/62/47099691/images/2-10.jpg> (26/1/2021)
- [16] <http://www.bioltis.fmed.edu.uy/Potencial%20de%20Reposo%20-%20Circuito%20Equivalente%20-%20Kandel%20-%20ingles.pdf>
- [17] https://neurowiki.case.edu/wiki/Passive_Membrane_Properties,_the_Resting_Potential,_and_Electrical_Models_of_Passive_Properties
- [18] Εικόνα 1: <https://sensormonitoring.wordpress.com/>
- [19] Σχήμα 1: <http://ieeexplore.ieee.org/mediastore/IEEE/content/media/6287639/7859429/7953637/ara1-2716439-large.gif6>
- [20] Εικόνα 2: <http://www.mdpi.com/2227-7080/5/3/43/htm> (26/1/2021)
- [21] Εικόνα 3: https://lh3.googleusercontent.com/proxy/sczvo1LZRnC8KANJAVOg4nOHbloUd_3HVlv-pdL6egNOmr5sz4Vj5Sy3PvnbLs9mt_06OMFWEXNxorqBbg3rOIPXXwznqJKNpGBhJ699_z08N5K5TuTx435gdFBsVNGoILW4EzniEab3PRrDo9n8TXWMWw (15/1/2021)
- [22] Εικόνα 4: https://lh3.googleusercontent.com/proxy/sczvo1LZRnC8KANJAVOg4nOHbloUd_3HVlv-pdL6egNOmr5sz4Vj5Sy3PvnbLs9mt_06OMFWEXNxorqBbg3rOIPXXwznqJKNpGBhJ699_z08N5K5TuTx435gdFBsVNGoILW4EzniEab3PRrDo9n8TXWMWw (15/1/2021)
- [23] Εικόνα 5: https://biologydictionary.net/wp-content/uploads/2020/05/Motor_neuron_diagram.jpg (15/1/2021)
- [24] Εικόνα 6: <https://previews.123rf.com/images/designua/designua1811/designua181100025/112287016-types-of-neurons-sensory-and-motor-neurons-and-interneuron-humans-nervous-system-.jpg> (26/1/2021)
- [25] Εικόνα 7: <https://blogs.aalto.fi/neuralearn/files/2020/09/Neurotransmitter-G-Protein-Coupled-Receptors.png> (28/1/2021)
- [26] Εικόνα 8: <https://studyqueries.com/wp-content/uploads/2019/12/Interneurons.png> (26/1/2021)
- [27] Σχήμα 8: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fel.m.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25CE%2591%25CF%2581%25CF%2587%25CE%25B5%25CE%25AF%25CE%25BF%3AScheme_sodium-potassium_pump-el.svg&psig=AOvVaw1ixAoNvyLBViPEMjVW-FYg&ust=1610810845781000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNCJxpWgnu4CFQAAAAAdAAAAABBJ (15/1/2021)
- [28] Εικόνα 10: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.slideserve.com%2Fkawena%2Felectrical-signaling&psig=AOvVaw1rFl3RltQErNWl2JqR1Hx&ust=1611153454685000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCMD-uKShqO4CFQAAAAAdAAAAABAD> (15/1/2021)

[29] Εικόνα 11:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.tomfieldinggolf.net%2Fperfect-practise-makes-practise.html&psig=A0vVaw1x7YDk3EkxgOhpB7YDSrhQ&ust=1611153788292000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKC6v4qhQO4CFQAAAAAdAAAAABAD> (15/1/2021)

[30] Εικόνα 12:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.scienceabc.com%2Feyeopeners%2Fwhy-do-muscles-tremble-when-lifting-weights.html&psig=A0vVaw0ka1LRx1RMzXHeaZRldrX&ust=1611154327942000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOis-OufqO4CFQAAAAAdAAAAABAz> (15/1/2021)

[31] Σχήμα 10:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.experimentalphysiology.gr%2Fuserfiles%2Fdialekseis%2Fgf_07-08%2Fgf_4o.pdf&psig=A0vVaw1eWFTISG1aWkTiHymGv93j&ust=1611324742475000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOjkmMuare4CFQAAAAAdAAAAABAD (15/1/2021)

[32] Σχήμα 11:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpsychology.stackexchange.com%2Fquestions%2F9173%2Fexplanatory-gaps-in-the-formation-and-propagation-of-action-potentials&psig=A0vVaw1EHSzU8zq5D5481t7_SSOy&ust=1611324531022000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKDPzeuZre4CFQAAAAAdAAAAABAJ (25/1/2021)

[33] Σχήμα 13:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/78/Aktionspotential_el.svg/1200px-Aktionspotential_el.svg.png (15/1/2021)

[34] Σχήμα 15: https://images.slideplayer.com/25/8101045/slides/slide_29.jpg (29/1/02021)

[35] Διαφάνειες του μαθήματος Βιοϊατρική Τεχνολογία, www.eclass.uowm.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

[1] Wikipedia

[2] Διπλωματική Εργασία του Μεταπτυχιακού Φοιτητή Γ. Ιωαννίδη, με θέμα Εφαρμογή και συγκριτική αξιολόγηση τεχνικών δυναμικής αιμάτωσης αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας στην ισχαιμία εγκεφάλου, Πάτρα 2013

[3] <https://radiopaedia.org/articles/computed-tomography>

[4]

<https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMA489/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CF%8A%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B16-CT.pdf>

[5] <https://radiopaedia.org/articles/fourier-transform>

[6] Σχήμα 5 και Σχήμα 6: Απεικόνιση με XRAY & CT, Δημήτριος Ι. Φωτιάδης, Καθηγητής Βιοϊατρικής Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών

[7] <https://www.jvejournal.com/article/15949>

[8] <https://www.slideshare.net/KyleRousseau/ct-artifacts-30825108>, Slide 4/10

[9] https://www.ece.mcmaster.ca/~ibruce/courses/EE3BA3_2006/EE3BA3_lecture15.pdf

[10] http://199.116.233.101/index.php/Generations_of_CT_Scanners

- [11] Εικόνα εξωφύλλου: <https://us.medical.canon/resources/img/products/computed-tomography/landing/header-banner-ct-overview-xs-2020.jpg>
- [12] <https://core.ac.uk/download/pdf/156661556.pdf>
- [13] <https://www.pnas.org/content/103/51/19249>
- [14] https://www.kau.edu.sa/files/0008512/files/19500_2nd_presentation_final.pdf
- [15] Εικόνα 1:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fchapter%2F10.1007%2F978-1-4471-6690-0_2&psig=AOvVaw2fJQIE_k7RaMUO_Az_FIDd&ust=1614700983179000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxaFwoTCOji8Ya8j-8CFQAAAAAdAAAAABB5, 20/03/2021
- [16] Εικόνα 4: <https://www.macmillan.org.uk/information-and-support/diagnosing/how-cancers-are-diagnosed/tests-and-scans/ct-scan.html>
- [17] Εικόνα 7: <https://casereports.bmj.com/content/casereports/2013/bcr-2013-201379/F1.large.jpg> (11/3/2021)
- [18] Διαφάνειες του μαθήματος Βιοϊατρική Τεχνολογία, www.eclass.uowm.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

- [1] https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fkahoot.com%2Fpress%2F2020%2F06%2F11%2Fkahoot-raises-millions-new-equity%2F&psig=AOvVaw1hHzYADl9SeeufArICEnUi&ust=1638361824283000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxaFwoTCPjR_u-LwPQCFQAAAAAdAAAAABAD
- [2] Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στις ερωτήσεις ανήκουν στην πλατφόρμα Kahoot