

# Πληροφορική στην Υγεία

Σύγχρονες Εφαρμογές



# Πληροφορική στην Υγεία

## Σύγχρονες Εφαρμογές

**Γιάννος Πουλής, MA, PhD**  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Φυσικοθεραπείας  
ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας

---

**Ευαγγελία Μειμέτη, RN, MSc, PhD**  
Νοσηλεύτρια, RN  
Γενικό Νοσοκομείο Αττικής  
“Σισμανόγλειο - Αμαλία Φλέμιγκ”  
Νοσοκομειακή Μονάδα Αμαλία Φλέμιγκ



**Κωνσταντάρας**  
Ιατρικές Εκδόσεις

Οι ακριβείς ενδείξεις, οι ανεπιθύμητες ενέργειες και οι δοσολογίες για τα φάρμακα που αναφέρονται σε αυτό το βιβλίο, είναι πιθανόν να αλλάξουν. Ο αναγνώστης καλείται να ελέγξει τις πληροφορίες των κατασκευαστών στη συσκευασία των φαρμάκων. Οι συγγραφείς, οι επιμελητές, οι εκδότες ή οι διανομείς δεν είναι υπεύθυνοι για τυχόν λάθη ή παραλείψεις ή για οποιοσδήποτε συνέπειες από την εφαρμογή των πληροφοριών σε αυτόν τον τίτλο και δεν παρέχουν καμία εγγύηση, που είτε δηλώνετε, είτε υπονοείτε, αναφορικά με το περιεχόμενο της έκδοσης. Οι συγγραφείς, οι επιμελητές, οι εκδότες, και οι διανομείς δεν αναλαμβάνουν καμία ευθύνη για οποιαδήποτε βλάβη ή / και ζημία που προκύπτουν σε πρόσωπα ή περιουσία από την παρούσα έκδοση.

Η πνευματική ιδιοκτησία αποκτάται χωρίς καμία διατύπωση και χωρίς την ανάγκη ρήτρας απαγορευτικής των προσβολών της. Κατά το Ν.2387/20 (όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν.2121/93 και ισχύει σήμερα) και κατά τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με το Ν.100/1975), απαγορεύεται η αναδημοσίευση, η αποθήκευση σε κάποιο σύστημα διάσωσης και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου με οποιονδήποτε τρόπο ή μορφή, τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς τη γραπτή άδεια του εκδότη.

**COPYRIGHT © 2017 ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΑΣ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ**

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ** **ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

**ISBN: 978-960-608-000-5**

### **ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΑΣ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ**

Μαυρομιχάλη 2-4, Αθήνα, 10679  
Τηλ.: 210.3635343  
Fax.: 210.3628173

e-mail: medbooks@hol.gr  
info@konstadaras.gr  
www.konstadaras.gr

Δημιουργικό: **Α. ΜΕΪΜΑΡΟΓΛΟΥ** Εκτύπωση: **ΣΤ. ΚΟΤΣΑΤΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.**

# Πρόλογος

Η ιατρική επιστήμη ανέκαθεν ήταν συνυφασμένη με τις τεχνολογικές προόδους. Άλλωστε αυτό αποδεικνύεται και από τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα που αποτελούν το οπλοστάσιο της ιατρικής. Ο αξονικός και ο μαγνητικός τομογράφος, το PET SCAN, οι ενδοσκοπήσεις, οι λαπαροσκοπικές επεμβάσεις και η μετεξέλιξή τους στην ρομποτική χειρουργική αποτελούν κάποια από τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την σύγχρονη ιατρική.

Μέσα σε αυτό το κλίμα ήταν αδύνατο η ιατρική να αποχωριστεί τις εξελίξεις και στον τομέα των επικοινωνιών. Έτσι με την ραγδαία ανάπτυξη των επικοινωνιών, ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες, δόθηκε η ευκαιρία στην μεταφορά σε απόσταση όχι μόνο του ήχου, αλλά και κινούμενης εικόνας με αμεσότητα και υψηλή ευκρίνεια. Η γένεση της Τηλεϊατρικής ήταν επομένως αναπόφευκτη.

Προλογίζοντας το βιβλίο δυο εξαιρετικών συναδέλφων έχω να παρατηρήσω ότι το θέμα της πληροφορικής στην υγεία παρουσιάζεται αναλυτικά και διεξοδικά. Ξεκινώντας από την ιστορική εξέλιξη της πληροφορικής οι συγγραφείς καταλήγουν στην παρουσίαση των σύγχρονων μορφών της, τον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας, τους τρόπους απεικόνισης του ανθρωπίνου σώματος και τέλος την Διαδικτυακή παροχή των υπηρεσιών υγείας.

Στόχος του πονήματος αυτού είναι όχι μόνο η ενημέρωση, αλλά και η προβολή των σύγχρονων δυνατοτήτων της Πληροφορικής στην Υγεία, που ανοίγει νέους ορίζοντες στους τρόπους παροχής της ιατρικής, στους τρόπους εκπαίδευσης σε θέματα υγείας αλλά και σε μελλοντικές εφαρμογές όπου η απόσταση δεν θα αποτελεί εμπόδιο στην αντιμετώπιση χρόνιων, αλλά και επικίνδυνων επειγόντων καταστάσεων.

Με την πεποίθηση ότι το βιβλίο αυτό φωτίζει ένα τομέα της ιατρικής επιστήμης που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και που μελλοντικά θα επιφέρει σημαντικές εξελίξεις τόσο στον τρόπο αντιμετώπισης, όσο και στον τρόπο θεραπείας των ασθενών, παραδίδεται στα χέρια των αναγνωστών και εύχομαι κάθε επιτυχία στην πορεία του.

**Ταξίαρχος Γεώργιος Ι. Γιαννακός**  
Παθολόγος – Λοιμωξιολόγος  
Γενικός Διευθύνων Ν.Ι.Μ.Τ.Σ

## Δρ Γιάννος Πουλής

Φυσικοθεραπευτής, πτυχιούχος του Πανεπιστημίου της Ρώμης (*La Sapienza*), κάτοχος Μάστερ και Διδακτορικού από το Πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ (*University of Manchester*). Αναπληρωτής Καθηγητής στο τμήμα Φυσικοθεραπείας του ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας.

## Δρ Ευαγγελία Μειμέτη

Νοσηλεύτρια, διδάκτωρ στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο τμήμα Φαρμακευτικής Τεχνολογίας. Κάτοχος Μάστερ στη Διοίκηση Υγείας του Οικονομικού Πανεπιστημίου Πειραιώς. Απόφοιτος Προγράμματος Παιδαγωγικής Κατάρτισης (Ε.Π.ΠΑΙ.Κ) της ΑΣΠΑΙΤΕ Αθηνών. Μετεκπαίδευση στο *Beth Israel Deaconess Center and Harvard Medical School* στη Βοστώνη (ΗΠΑ).

# Πρόλογος

Η έλευση της πληροφορικής στη ζωή μας ξεκίνησε με γοργούς ρυθμούς. Μας ακολουθεί σε κάθε βήμα και σε κάθε έκφανση της ζωής μας. Εξαπλώθηκε τα τελευταία χρόνια με ασύλληπτη ταχύτητα και επεκτάθηκε σε όλους τους χώρους αλλά κυρίως στο χώρο της υγείας.

Η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στην καθημερινότητά μας συνοδεύτηκε και από μία αυξημένη χρήση στο νοσοκομειακό περιβάλλον αλλά και στην έρευνα στις επιστήμες υγείας. Ως αποτέλεσμα έχουμε την ύπαρξη μίας αδιαμφισβήτητης αύξησης στο ενδιαφέρον όλων των ανθρώπων για την πληροφορική στην υγεία.

Αυτή η αύξηση στο ενδιαφέρον δεν σημαίνει και πλήρη κατανόηση των δυνατοτήτων της πληροφορικής μέσα στον χώρο της υγείας. Είναι άποψή μας ότι για το καλύτερο μέλλον των επιστημών υγείας χρειάζεται δυνατή προετοιμασία και κατανόηση των δυνατοτήτων των υπολογιστών ώστε να μπορέσουμε να τους χρησιμοποιήσουμε με τον καλύτερο τρόπο τόσο στις παρυφές της επιστημονικής γνώσης όσο και μέσα στην καθημερινότητά μας στο κλινικό περιβάλλον.

Το μέλλον μας θα καθοριστεί σε μεγάλο βαθμό στο πώς θα κεφαλαιοποιήσουμε και πώς θα εκμεταλευτούμε όλες αυτές τις δυνατότητες.

Η πληροφορική στην υγεία έθεσε μια νέα εποχή που σηματοδεύτηκε από καινοτομίες όπως τη χρήση των πληροφοριακών συστημάτων στα νοσοκομεία αλλά και τη χρήση του ηλεκτρονικού φακέλου του ασθενούς, κάτι άγνωστο και παράξενο πριν λίγα χρόνια.

Την τηλεϊατρική που έδωσε τη δυνατότητα σε απομακρυσμένες περιοχές να έχουν «άμεση» πρόσβαση σε γιατρό ενώ συνέχισε με τη χρήση σύγχρονων απεικονιστικών μεθόδων για την πρόληψη-διάγνωση-ίαση των ασθενειών με την επεξεργασία –ανάλυση των εικόνων, βιοσημάτων. Η διαδικτυακή παροχή εκπαίδευσης στον τομέα υπηρεσιών υγείας επισφράγισε μια εποχή ανέλιξης της πληροφορικής στην υγεία.

Θερμές ευχαριστίες στην κα Χαρά Καψάλη και στην κα Ελένη Κιοτσερίδου για τη βοήθειά τους.

Συνοδοιπόροι λοιπόν, σε ένα ταξίδι γνώσης ξεκινώντας με απώτερο στόχο να καταθέσουμε τις απόψεις και την εμπειρία μας σε αυτό το πόνημα, με τίτλο «Πληροφορική στην Υγεία, Σύγχρονες απόψεις», με την ελπίδα να προσθέσει ένα λιθαράκι στην επιστήμη.

Γιάννος Πουλής  
Ευαγγελία Μειμέτη

*Αφιερωμένο στους φοιτητές μας  
που μας δίνουν το έναυσμα  
για κάθε μας καινούργιο εγχείρημα.*

---



# Συγγραφείς

## **Γιάννος Πουλής, MA, PhD**

Αναπληρωτής καθηγητής  
Τμήμα Φυσικοθεραπείας  
ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας

## **Ευαγγελία Μειμένη, RN, MSc, PhD**

Νοσηλεύτρια, RN  
Γενικό Νοσοκομείο Αττικής  
“Σισμανόγλειο - Αμαλία Φλέμιγκ”  
Νοσοκομειακή Μονάδα Αμαλία Φλέμιγκ

## **Δρ. Πέτρος Π. Γεωργιακάκης**

Εξειδικευμένος Σύμβουλος  
Ηλεκτρονικής Μάθησης

## **Δήμητρα Ηλιοπούλου**

Διδάκτορας Ε.Μ.Π.  
Εργαστήριο Βιοιατρικής Τεχνολογίας  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Η/Υ, Ε.Μ.Π.

## **Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος, BSc, MSc, PhD**

Καθηγητής Εφαρμογών  
Τμήμα Φυσικοθεραπείας  
ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας

## **Μανώλης Κ. Κανελλόπουλος, BEng**

CEO/CTO Santesoft Medical Imaging  
Software Ltd

## **Παναγιώτης Κατρακάζας**

Υποψήφιος Διδάκτορας  
Εργαστήριο Βιοιατρικής Τεχνολογίας  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Η/Υ, Ε.Μ.Π.

## **Θωμάς Κατσαρός**

Μηχανικός Πληροφορικής  
& Τεχνολογίας Υπολογιστών  
MSc: Πληροφορική στην Ιατρική  
MSc: Ασφάλεια Ψηφιακών Συστημάτων  
ISMS Lead Auditor 27k

## **Δημήτριος Κουτσούρης**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Εργαστήριο Βιοιατρικής Τεχνολογίας  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Η/Υ, Ε.Μ.Π.

## **Νικόλαος Μπατζάκης, MSc**

Αντισμήναρχος (ΕΠ)  
251 Γενικό Νοσοκομείο Αεροπορίας

## **Γεωργία Πετιννη**

Τ.Ε. Ραδιολόγος – Ακτινολόγος  
Γενικό Νοσοκομείο Αττικής  
“Σισμανόγλειο - Αμαλία Φλέμιγκ”  
Νοσοκομειακή Μονάδα Αμαλία Φλέμιγκ

## **Ουρανία Πετροπούλου**

Ερευνητικό Διδακτικό  
Προσωπικό (Ε.ΔΙ.Π.)  
Εργαστήριο Βιοιατρικής Τεχνολογίας  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Η/Υ, Ε.Μ.Π.



# Περιεχόμενα

Πρόλογος ν  
Πρόλογος νί  
Συγγραφείς ix

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Η Πληροφορική της Υγείας Διαχρονικά 1

Γιάννος Πουλής, Ευαγγελία Μειμέτη

- 1.1 Εισαγωγή 1
- 1.2 Γενικά Χαρακτηριστικά της Πληροφορικής Υγείας 2
- 1.3 Ιστορική αναδρομή της πληροφορικής 2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας 9

Θωμάς Κατσαρός

- 2.1 Εισαγωγή 10
- 2.2 Βασικές και Θεμελιώδεις Έννοιες 10
- 2.3 Συστήματα και Χαρακτηριστικά Συστημάτων 11
  - 2.3.1 Χαρακτηριστικά Συστημάτων 11
- 2.4 Πληροφοριακό Σύστημα 12
- 2.5 Πληροφοριακό Σύστημα Υγείας 12
  - 2.5.1 Διεπαφή Χρηστών με τα Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας 13
- 2.6 Βασικά Συστατικά ΠΣΥ 13
- 2.7 Σκοποί ΠΣΥ 14
- 2.8 Χρήστες ΠΣΥ 15
- 2.9 Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας 15
- 2.10 Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας Υγείας 18

- 2.11 Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας 19
- 2.12 Κριτήρια Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας που Εκπληρώνει τους Σκοπούς Λειτουργίας του 23
- 2.13 Στάδια Υλοποίησης Νέων και Αναβάθμισης Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας 24
  - 2.13.1 Αναμενόμενα Οφέλη από την Εγκατάσταση ή Αναβάθμιση Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας 26
- 2.14 Ασφάλεια και Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας 26
  - 2.14.1 Νομικό Πλαίσιο 26
  - 2.14.2 Βασικές Προϋποθέσεις Ασφάλειας 27
  - 2.14.3 Απειλές και Επιθέσεις 28
- 2.15 Μελλοντικός Σχεδιασμός και Υλοποίηση ΟΠΣΥ 28

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας 33

Ουρανία Πετροπούλου, Παναγιώτης Καιρακάζας, Δήμητρα Ηλιοπούλου, Δημήτριος Κουτσούρης

- 3.1 Εισαγωγικά Στοιχεία 33
  - 3.1.1 Ορισμός Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (ΗΦΥ) 33
  - 3.1.2 Λειτουργίες Η.Φ.Υ. 36
  - 3.1.3 Πλεονεκτήματα του ΗΦΥ 38
  - 3.1.4 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Υλοποίηση ενός ΗΦΥ 41
  - 3.1.5 Διαλειτουργικότητα 44
  - 3.1.6 Ο Ρόλος των Προτύπων, των Συστημάτων Κλινικής Κωδικοποίησης των Πρότυπων Πλαισίων 46
  - 3.1.7 Ο ΗΦΥ σε εθνικό επίπεδο 47
- 3.2 Πρότυπα ΗΦΥ 50

- 3.2.1 ISO/TS 18308 50
- 3.2.2 CEN/TC 215 EN 13940 (CONTsys) 50
- 3.2.3 HL7 EHR-S 50
- 3.2.4 CEN / ISO EN13606 51
- 3.2.5 HL7 v2.x 51
- 3.2.6 HL7 v3 51
- 3.2.7 CDA 51
- 3.2.8 CCD 52
- 3.2.9 DICOM 52
- 3.2.10 CCR 52
- 3.2.11 Παρατηρήσεις και Σχόλια 52
- 3.3 Συστήματα Κωδικοποίησης 53**
  - 3.3.1 International Classification of Diseases, ICD 54
  - 3.3.2 Logical Observation Identifiers Names and Codes, LOINC 54
  - 3.3.3 Current Procedural Terminology, CPT 54
  - 3.3.4 Healthcare Common Procedure Coding System, HCPCS 55
  - 3.3.5 Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms, SNOMED-CT 55
  - 3.3.6 Unified Medical Language System, UMLS 55
  - 3.3.7 Παρατηρήσεις και Σχόλια 55
- 3.4. Πλαίσια Αναφοράς 56**
- 3.5. Υλοποίηση και Ασφάλεια Η.Φ.Υ. 57**
- 3.6 Συμπεράσματα 61**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

# Βασικές Μέθοδοι Απεικόνισης Ανθρώπινου Σώματος 73

Γεωργία Πετίνη

- 4.1 Εισαγωγή 73**
- 4.2 Ιστορική Εξέλιξη Απεικονιστικών Συστημάτων 75**
  - 4.2.1 Κλασσικά Ακτινολογικά Συστήματα-Αξονικός Τομογράφος (Ακτινοβολία-Χ) 75
  - 4.2.2 Μαγνητικός Τομογράφος (Μαγνητικός Συντονισμός) 78
  - 4.2.3 Υπερηχοτομογράφος (Υπέρηχοι) 80
  - 4.2.4 PET Ποζιτρονική Τομογραφία (Ραδιενέργεια / Ραδιοϊσότοπα) 82
- 4.3 Αρχές Λειτουργίας Μεθόδων Απεικόνισης 84**
  - 4.3.1 Αρχές Λειτουργίας Κλασσικών Ακτινολογικών Συστημάτων 84
  - 4.3.2 Αρχές Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου 86

- 4.3.3 Αρχές λειτουργίας Μαγνητικού Τομογράφου 89
- 4.3.4 Αρχές λειτουργίας Υπερηχοτομογράφου 93
- 4.3.5 Αρχές λειτουργίας PET Ποζιτρονικού Τομογράφου 95
- 4.4 Εφαρμογές και Αναγκαιότητα Απεικονιστικών Μεθόδων 96**
  - 4.4.1 Εφαρμογές και Αναγκαιότητα Ακτινογραφιών 96
  - 4.4.2 Εφαρμογές και Αναγκαιότητα Αξονικής Τομογραφίας 98
  - 4.4.3 Εφαρμογές και Αναγκαιότητα Μαγνητικής Τομογραφίας 100
  - 4.4.4 Εφαρμογές και Αναγκαιότητα Υπερηχοτομογραφίας 103
  - 4.4.5 Εφαρμογές και αναγκαιότητα ποζιτρονικής τομογραφίας 108

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

# Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνων και Βιοσημάτων 119

Μανώλης Κ. Κανελλόπουλος,  
Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος

- 5.1 Εισαγωγή 120**
  - 5.1.1 Αναλογικά, Διακριτά και Ψηφιακά Σήματα 120
  - 5.1.2 Σύγχρονες Απεικονιστικές Μέθοδοι 122
- 5.2 Εισαγωγή στην Εικόνα 124**
  - 5.2.1 Αναλογική Εικόνα 124
  - 5.2.2 Ψηφιακή Εικόνα 125
    - 5.2.2.1 Το RGB Μοντέλο Χρώματος 126
    - 5.2.2.2 Το CMYK Μοντέλο Χρώματος 127
    - 5.2.2.3 Το YBR Μοντέλο Χρώματος 128
- 5.3 Πλεονεκτήματα της Ψηφιακής Εικόνας 128**
  - 5.3.1 Πληρότητα της πληροφορίας 129
  - 5.3.2 Αποθήκευση 130
  - 5.3.3 Οικονομικά και Φιλικά στο Περιβάλλον 130
  - 5.3.4 Σύγκριση 131
  - 5.3.5 Μετάδοση/Τηλεϊατρική 131
  - 5.3.6 Μετρήσεις 131
  - 5.3.7 Νέες Δυνατότητες 131
- 5.4 Η Ψηφιακή Εικόνα στην Ιατρική 133**
  - 5.4.1 Εικόνες DICOM 134
  - 5.4.2 Συστήματα PACS 136
- 5.5 Επεξεργασία Αρχείων Εικόνας 137**

- 5.5.1 Επεξεργασία των Δημογραφικών Στοιχείων 137
- 5.5.2 Ρύθμιση και Επεξεργασία Εικόνας 138
- 5.5.3 Επεξεργασία Εικόνας στο Πεδίο των Συχνοτήτων 138
- 5.5.4 Ανάλυση Εικόνας 142

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

# Διαδικτυακή Παροχή Εκπαίδευσης και Υπηρεσιών Υγείας 147

Πέτρος Π. Γεωργιακάκης

- 6.1. Τα Διαδραστικά Συστήματα Μάθησης: Τάσεις και Προκλήσεις 147
  - 6.1.1 Η Έννοια της Ηλεκτρονικής Μάθησης 147
  - 6.1.2 Οι διάφορες Κατηγορίες Διαδραστικών Συστημάτων Μάθησης 148
- 6.2 Ευχρηστία Διαδραστικών Συστημάτων Μάθησης 151
- 6.3. Συστήματα Εκπαίδευσης από Απόσταση για τους Επαγγελματίες Υγείας 152
  - 6.3.1 Τα Συστήματα Ηλεκτρονικής Μάθησης στο Πεδίο της Υγείας 152
  - 6.3.2 Υλοποιήσεις εξ' Αποστάσεως Προγραμμάτων Υγείας 153

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

# Τηλεϊατρική 159

Νικόλαος Μπατζάκης

- 9.1 Ιστορική εξέλιξη της τηλεϊατρικής 160
  - 9.1.1 Η τηλεϊατρική ανά τους αιώνες 160
  - 9.1.2 Η τηλεϊατρική στην Ελλάδα 162
  - 9.1.3 Η τηλεϊατρική στο στρατό 163
- 9.2 Εφαρμογές της τηλεϊατρικής 165
  - 9.2.1 Κλινική τηλεδιάσκεψη (ΚΤΔ) 165
  - 9.2.2 Τηλεσυμβουλευτική - Τηλεδιάγνωση - Συνεργατική διάγνωση 167
  - 9.2.3 Τηλεεκπαίδευση 168
  - 9.2.4 Τηλεκαρδιολογία 168
  - 9.2.5 Τηλεραδιολογία 170
  - 9.2.6 Τηλεδερματολογία 171
  - 9.2.7 Λοιπές εφαρμογές 172
- 9.3 Σύστημα Τηλεϊατρικής "ΦΙΛΙΠΠΟΣ" 173
  - 9.3.1 ΚΕΣΤΗΛ (Κέντρα Συντονισμού Σταθμών Τηλεϊατρικής) 173
  - 9.3.2 ΣΤΗΛ (Σταθμοί Τηλεϊατρικής) 173
- 9.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Τηλεϊατρικής 176
  - 9.4.1 Πλεονεκτήματα 176
  - 9.4.2 Μειονεκτήματα 177
- 9.5 Το μέλλον της Τηλεϊατρικής 178

Ευρετήριο 181



# Η Πληροφορική της Υγείας Διαχρονικά

Γιάννος Πουλής, Ευαγγελία Μειμέτη

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

#### 1.1 Εισαγωγή 1

#### 1.2 Γενικά Χαρακτηριστικά της Πληροφορικής Υγείας 2

#### 1.3 Ιστορική αναδρομή της πληροφορικής 2

### Μαθησιακοί Στόχοι

- Μετά τη μελέτη αυτού του κεφαλαίου, ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να:
- Γνωρίζει τον ορισμό της πληροφορικής της υγείας
  - Γνωρίζει τις δυνατότητες και τα όριά της
  - Γνωρίζει και να αξιολογεί τα πλεονεκτήματά της

### Λέξεις Κλειδιά

- Τεχνολογία
- Διαδίκτυο
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής
- Λυχνίες
- Υπολογιστές 2ης, 3ης 4ης γενιάς

## 1.1 Εισαγωγή

Η πληροφορική της υγείας έχει αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια. Αυτό συμβαίνει κυρίως για δύο λόγους. Πρώτον έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία με απίστευτα γρήγορους ρυθμούς (διαδίκτυο, ασύρματη τεχνολογία, μικροί εύχρηστοι και γρήγοροι υπολογιστές ή ταμπλέτες, εισαγωγή στην αγορά της υγείας μεγάλων εταιρειών όπως Google<sup>1</sup> και Apple<sup>2</sup>) και δεύτερον, λόγω

της ίδιας υπερπροσφοράς πληροφοριών, οι επαγγελματίες υγείας πρέπει να είναι περισσότερο ενημερωμένοι, να μπορούν να απαντούν με ακρίβεια σε πληροφορίες που έχει βρει στο διαδίκτυο ο ασθενής, να είναι γνώστες των ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ.<sup>3</sup>

Η τεχνολογία παρέχει πολύ ευρύτερη γκάμα εργαλείων και τεχνικών στους επαγγελματίες υγείας. Ίσως ένα πρόβλημα που δημιουργείται είναι ότι η τεχνολογία προχωρά γρηγορότερα από αυτό που οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να

1 <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/google-diagnosis-sick-ill-health-search-symptoms-a7093161.html> (ημερομηνία προσπέλασης 17-Αυγ-16).  
2 <http://9to5mac.com/2016/05/10/apple-watch-lab-steve-jobs/#more-430460>; Apple Watch health labs still operating 12 hours/day 6 days/week 9 to 5. (ημερομηνία προσπέλασης 17-Αυγ-16).

3 Hoyt RE. Medical Informatics: Practical Guide for Healthcare and Information Technology Professionals. Lulu. com; 2010.



**Εικόνα 1.1** | Ελληνικός μαρμάρινος Άβακας, 1846

Βαλκανίων (Ελλάδα, Τουρκία, Σλοβενία, Ρουμανία και Βουλγαρία). Είναι ενδιαφέρον να αναφέρουμε ότι το 1950 σε ένα διαγωνισμό μεταξύ ανθρώπου και μηχανής ο άνθρωπος νίκησε τον τότε ταχύτερο ηλεκτρονικό υπολογιστή κάνοντας αριθμητική με την βοήθεια ενός Άβακα.<sup>7</sup> Ένας ελλην-

νικός μαρμάρινος άβακας βρέθηκε στην Σαλαμίνα το 1846, χρονολογείται γύρω στο 300 π.χ. και υπολογίζεται ότι είναι ο αρχαιότερος που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα.<sup>8</sup> **(Εικόνα 1.1)**

Από την άλλη πλευρά το 130 π.Χ ο Έλλη-

7 Sen SK, Agarwal RP, Pavani R. Best k-digit rational bounds for irrational numbers: pre-and

8 <http://www.thocp.net/timeline/0000.htm> (έλεγχος προσβασιμότητας 23-09-16)





**Εικόνα 1.2** | Μέρος από το «Μηχανισμό των Αντικυθήρων»

νας μαθηματικός Ερατοσθένης (276–194 π.χ), γνωστός για τον υπολογισμό που είχε πραγματοποιήσει για την διάμετρο της γης ανακάλυψε το «Κόσκινο», μια μέθοδο με την οποία υπολόγιζε τους πρώτους αριθμούς.

Οι αρχαίοι Έλληνες ασχολήθηκαν και ανέπτυξαν όλες τις επιστήμες. Ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα τους ήταν ο «Μηχανισμός των Αντικυθήρων», που σήμερα βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο. Πρόκειται για μια συσκευή αστρολογικών υπολογισμών που θα μπορούσαμε να την χαρακτηρίσουμε ως τον αρχαιότερο υπολογιστή. Έχει διαστάσεις όμοιες με εκείνες ενός υπολογιστή και αποτελείται από ένα μηχανισμό 32 τροχών στο εσωτερικό του. Παρά το γεγονός ότι οι σημερινές

έρευνες έχουν δείξει ανακρίβειες<sup>9</sup> στον υπολογισμό κινήσεων των 5 πλανητών που ήταν γνωστοί στην αρχαιότητα (Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Δίας και Κρόνος) οι έρευνες για τον επονομαζόμενο αρχαιότερο υπολογιστή<sup>10</sup> συνεχίζονται με αμείωτη ένταση.<sup>11</sup> **(Εικόνα 1.2)**

Φτάνοντας στην περίοδο της Αναγέννησης, ο μαθηματικός Τζον Νέπιερ το 1610 μ.Χ.

<sup>9</sup> <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4/> (έλεγχος προσβασιμότητας 23-09-16)

<sup>10</sup> Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, Πίναξ, ο αρχαιότερος υπολογιστής, εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 2η έκδοση, 2012.

<sup>11</sup> Freeth T, Bitsakis Y, Moussas X, Seiradakis JH, Tselikas A, Mangou H, Zafeiropoulou M, Hadland R, Bate D, Ramsey A, Allen M. Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. *Nature*. 2006 Nov 30;444(7119):587-91.

# Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας

Θωμάς Κατσαρός

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

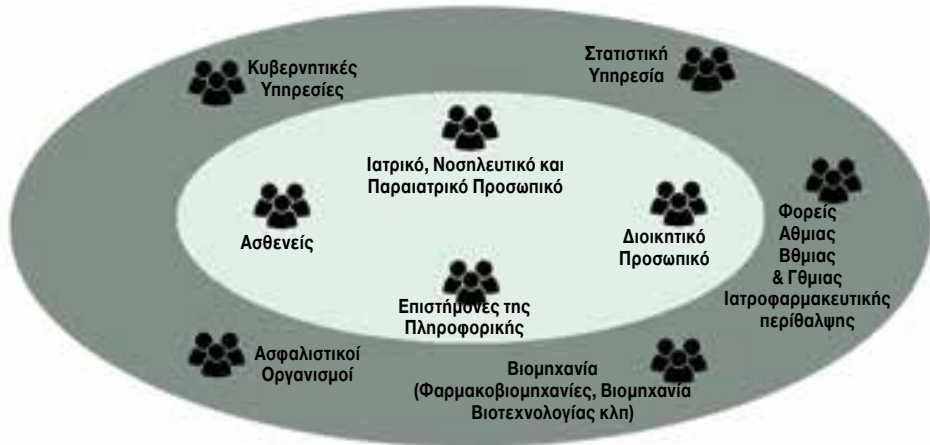
2.1 Εισαγωγή 10	2.7 Σκοποί ΠΣΥ 14	αναβάθμισης πληροφοριακών συστημάτων υγείας 24
2.2 Βασικές και θεμελιώδεις έννοιες 10	2.8 Χρήστες ΠΣΥ 15	2.13.1 Αναμενόμενα οφέλη από την εγκατάσταση ή αναβάθμιση πληροφοριακών συστημάτων υγείας 26
2.3 Συστήματα και χαρακτηριστικά συστημάτων 11	2.9 Κατηγορίες πληροφοριακών συστημάτων υγείας 15	2.14 Ασφάλεια και πληροφοριακά συστήματα υγείας 26
2.3.1 Χαρακτηριστικά συστημάτων 11	2.10 Τύποι πληροφοριακών συστημάτων υγείας 18	2.14.1 Νομικό πλαίσιο 26
2.4 Πληροφοριακό Σύστημα 12	2.11 Αρχιτεκτονικές πληροφοριακών συστημάτων υγείας 19	2.14.2 Βασικές προϋποθέσεις ασφάλειας 27
2.5 Πληροφοριακό Σύστημα Υγείας 12	2.12 Κριτήρια πληροφοριακού συστήματος υγείας που εκπληρώνει τους σκοπούς λειτουργίας του 23	2.14.3 Απειλές και επιθέσεις 28
2.5.1 Διεπαφή χρηστών με τα Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας 13	2.13 Στάδια υλοποίησης νέων και	2.15 Μελλοντικός σχεδιασμός και υλοποίηση ΟΠΣΥ 28
2.6 Βασικά συστατικά ΠΣΥ 13		

### Μαθησιακοί Στόχοι

- Να περιγράψει τους κύριους στόχους και λειτουργίες των ΠΣΥ
- Να διακρίνει, να διαπιστώνει, να περιγράφει και να αντιληφθεί μέσα σ αυτά τις βασικότερες και θεμελιώδεις έννοιες δεδομένο, πληροφορία, επεξεργασία δεδομένων και τον μετασχηματισμό και παραγωγή νέας γνώσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έμπειρα ιατρικά συστήματα και ΠΣΥ
- Να διακρίνει να περιγράφει και συγκρίνει τις διάφορες κατηγορίες ΠΣΥ και ιατρικών εφαρμογών καθώς επίσης και να διαπιστώνει τις κύριες λειτουργίες που επιτελούν στο ιατρικό έργο
- Να περιγράψει και να αντιληφθεί τα βασικά συστατικά, τους σκοπούς και τους χρήστες των ΠΣΥ
- Να κατονομάζει και να συγκρίνει τις αρχιτεκτονικές των ΠΣΥ που θα συναντήσει στα διάφορα ιατρικά περιβάλλοντα που θα βρεθεί
- Να διαπιστώνει και να σχεδιάζει τα διάφορα στάδια υλοποίησης νέων και αναβάθμισης των ήδη υπαρχόντων ΠΣΥ
- Να κατανοεί τις προϋποθέσεις ασφάλειας των ιατρικών δεδομένων και να αντιλαμβάνεται την διαστρωμάτωση με την οποία θα πρέπει να παρέχεται η ιατρική πληροφορία σε εμπλεκόμενους.

### Λέξεις Κλειδιά

- Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας (ΠΣΥ)
- Σκοποί χρήσης
- Χρήστες
- Τύποι ΠΣΥ
- Αρχιτεκτονικές ΠΣΥ
- Κατηγορίες ΠΣΥ
- Συστατικά ΠΣΥ
- Σχεδίαση ΠΣΥ
- Νομοθεσία
- Ασφάλεια
- Διαστρωμάτωση παρεχόμενης πληροφορίας σε εξουσιοδοτημένους και πιστοποιημένους χρήστες



**Διάγραμμα 2.3** | Κατηγορίες χρηστών ΠΣΥ.

μηχανήματα, ιατρικές συσκευές ακόμα και διάφορους αισθητήρες (πχ. αισθητήρας μέτρησης του διαβήτη από ασθενή) υπάρχει η τάση διασύνδεσης τους με τα πληροφοριακά συστήματα υγείας σε ένα νοσοκομείο μέσω δικτύου ή διαδικτύου πάνω από την οικογένεια πρωτοκόλλων του IP. Από αυτά τα πληροφοριακά συστήματα υγείας άλλα είναι κρίσιμα και ζωτικής σημασίας για την υγεία ενός ασθενούς, άλλα λιγότερο κρίσιμα και άλλα καθόλου (όπως πχ τα πληροφοριακά συστήματα εκείνα που αφορούν διοικητικά τμήματα ενός φορέα υγείας όπως τα πληροφοριακά συστήματα DRGs που έχουν να κάνουν με το κόστος νοσηλίων).

Το περιβάλλον επίσης ενός νοσοκομείου βομβαρδίζεται κάθε στιγμή από τεράστιο όγκο δεδομένων ποικίλης φύσης. Διοικητικοί, οικονομικοί, τεχνικοί, ιατρικοί, νοσηλευτικοί, παραϊατρικοί, εργαστηριακοί και άλλοι πόροι αποτελούν τις πηγές των πληροφοριών. Οι δε πληροφορίες ποικίλουν σε μορφή, όγκο και ανάγκες. Για παράδειγμα, οι ακτινογραφίες έχουν τη μορφή εικόνων, η εξέταση αίματος τιμές, οι ενδοσκοπήσεις ή

οι υπέρηχοι έχουν τη μορφή βίντεο, ηχητικά σήματα από διαγνωστικές εξετάσεις, κείμενα διοικητικής ή κλινικής φύσεως, είναι μόνον κάποιες από τις μορφές που μπορεί να πάρει η πληροφορία στην υγεία.

Ενδεικτικά οι εφαρμογές και τα πληροφοριακά συστήματα ενός νοσοκομείου θα μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες.

- ΠΣ - Εφαρμογές ζωτικής σημασίας
- Κατ' απαίτηση ΠΣ - εφαρμογές πολυμέσων
- Διοικητικά και λογιστικά ΠΣ - εφαρμογές
- ΠΣ - Εφαρμογές απομακρυσμένου ελέγχου. (**Διάγραμμα 2.4**)
- Στα πληροφοριακά συστήματα και εφαρμογές ζωτικής σημασίας έχουμε Τυπικές εφαρμογές που περιλαμβάνουν την παραγωγή συναγερμών μηνυμάτων κλπ διάφορα συστήματα παρακολούθησης ασθενών που βρίσκονται συνήθως σε κρίσιμη κατάσταση.

Λόγω της ιδιαίτερης φύσης που έχουνε αυτά τα συστήματα και οι εφαρμογές, η οποία είναι η σωτηρία των ασθενών, απαιτούν συνήθως χαμηλού εύρους ζώνης δίκτυα, αλλά ελάχιστα έως μηδενικά



**Εικόνα 2.2** | Ολοκληρωμένο ΠΣ που εμφανίζει τις κλήσεις νοσηλευόμενων και απεικονίζει και τις εργασίες που εκκρεμούν και αντιστοιχούν στο νοσηλευτικό προσωπικό.



**Εικόνα 2.3** | ΠΣ κίνησης ασθενών, εισαγωγές, εξιτήρια, ραντεβού και λογιστήριο ασθενών.

## 2.11 Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας

Με το όρο αρχιτεκτονική πληροφοριακού συστήματος υγείας εννοούμε τον τρόπο καθώς επίσης την λογική και φυσική τοπολογία σύνδεσης των επιμέρους συστατικών ενός ή περισσότερων συστημάτων. Δεν

αφορά τόσο το λειτουργικό κομμάτι όσο το τεχνικό κομμάτι του συστήματος και έχει μεγάλη σημασία στην αντίληψη και την κατανόηση του δεδομένου ότι μπορεί να επηρεάσει:

- Τον έλεγχο πρόσβασης
- Τη μεταφερσιμότητα των εφαρμογών
- Την ολοκλήρωση των εφαρμογών
- Την αποθήκευση των δεδομένων κλπ

Οι αρχιτεκτονικές των πληροφορια-

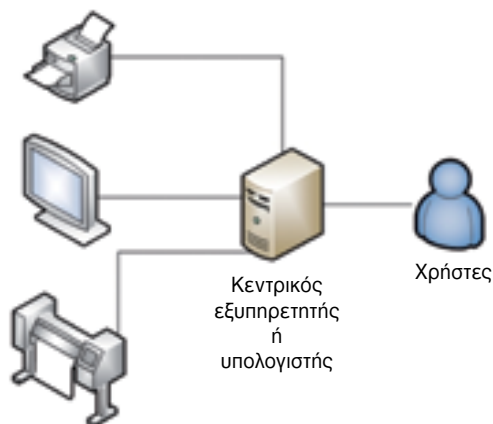




**Εικόνα 2.4** | Ολοκληρωμένο ΠΣ στο χώρο προηγμένου νοσοκομείου στην βόρεια Ευρώπη που παρακολουθεί και συντονίζει δύσκολες εργασίες όπως καθαρισμός συγκεκριμένων χώρων, αλλαγή κλινοσκεπασμάτων και λοιπών ατομικών ειδών υγιεινής σε θαλάμους ασθενών, μεταφορά ιατρικών αποβλήτων κλπ, εξοικονομώντας χρόνο στο ανθρώπινο δυναμικό για τις κύριες ασχολίες του. Όλα τα ρομποτικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται λειτουργούν και κινούνται σε συγκεκριμένους χαρτογραφημένους χώρους (βλέπε πχ εικ. Α) προκειμένου να μην εμποδίζουν την απρόσκοπτη λειτουργία του προσωπικού.



**Εικόνα 2.5** | Κινητές συσκευές (mobile devices) που χρησιμοποιεί το ιατρικό και το παραϊατρικό προσωπικό εντός του χώρου του νοσοκομείου προκειμένου να συνδέεται στο ΠΣ ή στον ιατρικό φάκελο του ασθενή για την καλύτερη παρακολούθηση του ασθενή πχ έλεγχος εξετάσεων στον ιατρικό φάκελο, συνταγογράφηση, χορήγηση θεραπειάς κλπ.



**Διάγραμμα 2.6** | Διάγραμμα κεντρικής προσέγγισης ΠΣΥ. Εκτείνεται σε έναν τομέα ή σε ένα εργαστήριο νοσοκομείου.

συστήματα και το υ υπολογισμό του κόστους ανά διάγνωση.

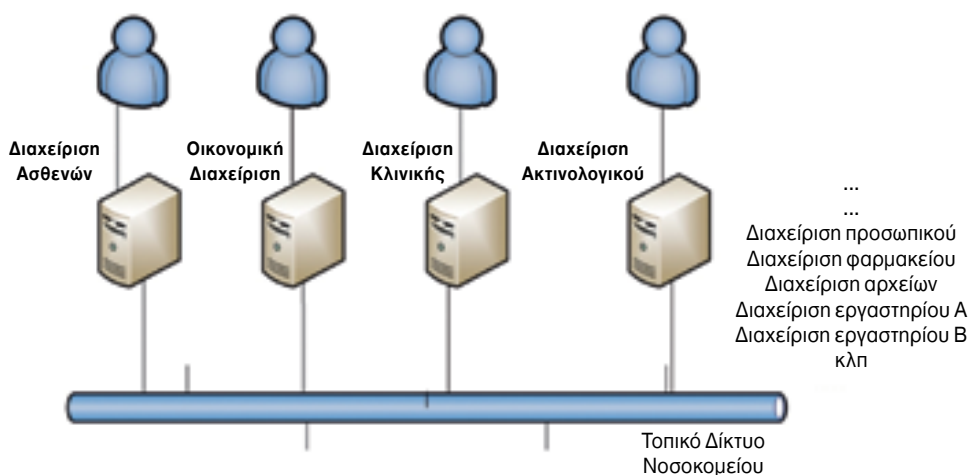
Πλεονεκτήματα του μοντέλου για εκείνη την εποχή είναι ότι ήταν προοδευτική επένδυση για τα εκάστοτε νοσοκομεία αντικατοπτρίζοντας τις πραγματικές ανάγκες των

διαφόρων ενδονοσοκομειακών τμημάτων και των χρηστών τους.

Μειονεκτήματα του μοντέλου ήταν ότι το πληροφοριακά συστήματα του κάθε ενδονοσοκομειακού τομέα ήταν σαν τον Πύργο της Βαβέλ αφού αποτελούνταν από πάρα πολλές ετερογενείς εφαρμογές που δεν ήταν σε θέση να ανταλλάξουν δεδομένα μεταξύ τους με αποτέλεσμα τον κίνδυνο υποβάθμισης της ποιότητας παροχής υπηρεσιών υγείας και της μείωσης της απόδοσης των εργαζομένων και χρηστών. Τέλος ή όλη αυτή αδυναμία επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων των ξεχωριστών όλων αυτών πληροφοριακών συστημάτων απέτρεπαν την πραγματοποίηση του Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας. (*Διάγραμμα 2.7*)

### Κατανεμημένη προσέγγιση και προσέγγιση υπολογιστικού νέφους

Η κατανεμημένη προσέγγιση ή η προσέγγιση του υπολογιστικού νέφους είναι σύγχρονες αρχιτεκτονικές διασύνδεσης των πληροφοριακών συστημάτων τόσο εντός



**Διάγραμμα 2.7** | Διάγραμμα τμηματικής προσέγγισης ΠΣΥ. Εκτείνεται στο τοπικό δίκτυο νοσοκομειακής μονάδας.



**Εικόνα 3.1** | Πλέγμα αλληλεπιδράσεων Ασθενή.

μένων απαραίτητων για τη λειτουργία του ΗΦΥ, ενώ τα πορτοκαλί βέλη δηλώνουν τον ασφαλή διαμοιρασμό των στοιχείων αυτών ανάμεσα στα εμπλεκόμενα συστήματα.

### 3.1.2 Λειτουργίες Η.Φ.Υ.

Με βάση την ανωτέρω ανάλυση γίνεται αντιληπτό πως ο ΗΦΥ περιλαμβάνει υλικό (hardware), λογισμικό, ανθρώπους και διαδικασίες που αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται για να συλλέξουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές (π.χ. θεραπευτικές αγω-

γές, εργαστηριακά τεστ, διαγνωστικές εξετάσεις, χορηγηθέντα φάρμακα, κ.λ.π.). Κατ' αυτό τον τρόπο μέσω του ΗΦΥ παρέχονται πληροφορίες και υποστήριξη λήψης αποφάσεων σε πολλαπλούς φορείς υγειονομικής περίθαλψης, ασχέτως χώρου και χρόνου. Βάσει της προαναφερθείσας λογικής, ένα ολοκληρωμένο σύστημα που υποστηρίζει τον ΗΦΥ πρέπει να παρέχει τις παρακάτω λειτουργίες:

**1. Πληροφορίες και Δεδομένα Υγείας των Ασθενών** - Πρέπει να παρέχεται αποθήκευση και πρόσβαση σε πληροφορίες

**Πίνακας 3.4** Σύγκριση Συστημάτων Κωδικοποίησης<sup>5</sup>

Κλινικές Ειδικότητες	LOINC	SNOMED-CT	ICD-10	CPT	HCPCS
Διαδικασίες	✓	✓	✓	✓	✓
Διαχείριση Εργασιών	✗	✓	✗	✓	✓
Ασθένειες	✗	✓	✓	✗	✗
Παρατηρήσεις Εξετάσεων	✓	✓	✗	✗	✗
Ευρήματα	✗	✓	✗	✗	✗
Διαταραχές	✗	✓	✓	✗	✗

και τη λήψη αποφάσεων. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη δομών για την αναπαράσταση δεδομένων για κάθε ένα από τα πρότυπα κωδικοποίησης στον ΗΦΥ είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Εντούτοις, με τον αριθμό των συστημάτων κωδικοποίησης και ορολογιών που έχουν ήδη εφαρμοστεί και πολλά άλλα που αναμένονται να κυκλοφορήσουν, καθίσταται πολύπλοκη η παροχή δομών αναπαράστασης δεδομένων για κάθε ένα από τα σύνολα αυτά. Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί ότι αποτελεί αναγκαιότητα μια ενιαία δομή αναπαράστασης των δεδομένων που να μπορεί να φιλοξενήσει τις αξίες των υφιστάμενων και μελλοντικών συνόλων κωδικοποίησης.

Μια αρχιτεκτονική ΗΦΥ θα πρέπει να υλοποιήσει δείκτες σχετικά με τις εγγραφές που περιέχουν αυτά τα σύνολα κώδικα και να φιλοξενήσει ένα μηχανισμό αναζήτησης για να εντοπίζονται αυτά τα αρχεία γρηγορότερα. Ωστόσο, σε ένα ετερογενές βασισμένο σε πρότυπα μοντέλο, όπως αυτό του ΗΦΥ, η αναζήτηση παρόμοιων όρων και εννοιών πρέπει να παρέχεται για τα διαφορετικά σύνολα κώδικα. Για παράδειγμα, ένα ερώτημα αναζήτησης για ένα αρχείο που αντιπροσωπεύει έναν κωδικό ICD πρέ-

πει επίσης να κάνει αναζήτηση για αρχεία με παρόμοιο κωδικό στο SNOMED-CT. Αυτό το θέμα δημιουργεί την ανάγκη για την παροχή καρτογράφησης μεταξύ παρόμοιων όρων και εννοιών που αντιπροσωπεύονται από διαφορετικά σύνολα κώδικα, όπου ένα πλαίσιο, όπως το UMLS, μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

### 3.4. Πλαίσια Αναφοράς

Αν και το αρχέτυπο μοντέλο του **openEHR** (<http://www.openehr.org>) είναι πολύ περιεκτικό και μπορεί να οριστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών, είναι σύνθετο από την άποψη της εφαρμογής του σε ήδη υπάρχοντα ιατρικά συστήματα πληροφοριών (επειδή το openEHR χρησιμοποιεί προσέγγιση μοντελοποίησης σε δύο επίπεδα, τα υπάρχοντα συστήματα χρειάζονται πολύ χρόνο για την αναβάθμιση). Επιπλέον, η ευελιξία για την κατασκευή αρχέτυπων (εάν δεν είναι διαμοιρασμένα) μπορεί να επηρεάσει τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την υιοθέτηση μιας παρόμοιας προσέγγισης που λαμβάνεται από την National E-Health Transition Authority, NEHTA στην Αυστραλία, με την τοποθέτηση ενός ρυθμιστικού





**Εικόνα 3.9** | Τεχνολογικός Κύκλος Ζωής ΗΦΥ<sup>6</sup>

- Σωστός Σχεδιασμός (στратηγική υλοποίησης, υποδομών, εκπαίδευσης)
- Συντήρηση και Αξιολόγηση

Βάσει της παραπάνω λογικής, μια προτεινόμενη αρχιτεκτονική για την υλοποίηση ενός συστήματος ΗΦΥ μπορεί να είναι τριών επιπέδων (3-tier) όπως αποτυπώνεται στην παρακάτω **Εικόνα 3.10**:

Τα επίπεδα της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- **Επίπεδο Δεδομένων:** Το επίπεδο δεδομένων παρέχει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την αποθήκευση, την ανάκτηση, την ενημέρωση και τη συντήρηση των δεδομένων του ΗΦΥ, καθώς και όλους τους απαραίτητους μηχανισμούς που διασφαλίζουν την ακεραιότητα των δεδομένων. Στο επίπεδο αυτό είναι δυνατό να φιλοξενοούνται και επι-



**Εικόνα 3.10** | Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική Υλοποίησης ΗΦΥ.

πλέον βάσεις δεδομένων από τρίτα συστήματα όπως τα HIS, LIS, PACS κ.ά.. Η αξιοποίηση των δομών δεδομένων (primitive & complex datatypes) μπορεί να γίνει βάσει του προτύπου FHIR.

- **Επίπεδο εφαρμογής:** Το επίπεδο εφαρμογής αποτελεί το κύριο τμήμα του συστήματος στο οποίο υλοποιούνται οι λειτουργίες του (εκτός από την παρουσίαση των δεδομένων). Στο επίπεδο αυτό υλοποιούνται όλες οι λειτουργίες επιχειρησιακής λογικής (Business logic) αλλά και των κανόνων επί των δεδομένων καθώς επίσης οι μηχανισμοί διαλειτουργικότητας βασισμένοι στα διεθνή πρότυπα όπως το HL7 & IHE αλλά και τα web services για πρόσβαση τρίτων συστημάτων στα δεδομένα και τις λειτουργίες του συστήματος. Λόγω της φύσης του συστήματος (ΗΦΥ) προβλέπεται η αξιοποίηση επιχειρησιακών μοντέλων (business models) αλλά και μοντέλων χρήσης (usage models) όπως τα HL7 v.3 DMIMs, RMIMs καθώς και τα OpenEHR archetypes & templates.
- **Επίπεδο Παρουσίασης:** Στο επίπεδο αυτό υλοποιούνται οι διεπαφές του συστήματος με τον εκάστοτε χρήστη (γιατρό, ασθενή, νοσοκομειακό προσωπικό ή άλλους). Συγκεκριμένα υλοποιούνται τόσο η διαμόρφωση των οθονών της εφαρμογής όσο και η μορφοποίηση των δεδομένων που εμφανίζονται.

Πέρα από την υλοποίηση όμως ενός τέτοιου συστήματος, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν και αρκετά θέματα ασφαλείας, τα οποία συνδέονται με τον ΗΦΥ. Τα πιο συνηθισμένα θέματα είναι:

- Εσφαλμένη αναγνώριση ασθενών
- Εκτεταμένη μη διαθεσιμότητα ΗΦΥ (προγραμματισμένη ή όχι)
- Η αποτυχία αντιμετώπισης μιας ειδοποίη-

ταζομένου. Χωρίς, λοιπόν, τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και τη χρήση αλγορίθμων η ανακατασκευή εικόνων θα ήταν αδύνατη. Η επεξεργασία των ψηφιακών εικόνων μας δίνει την δυνατότητα ακόμα και τρισδιάστατης απεικόνισης σε κάποιες περιπτώσεις.

Τέλος, σημαντική εξέλιξη αποτελεί το γεγονός της επικοινωνίας των απεικονιστικών μηχανημάτων με τα πληροφοριακά συστήματα υγείας (RIS-Radiological Information Systems, PACS – Picture Archiving and Communication Systems, DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine), τα οποία εξετάζονται στο κεφάλαιο 5.

## 4.2 Ιστορική Εξέλιξη Απεικονιστικών Συστημάτων

### 4.2.1 Κλασσικά Ακτινολογικά Συστήματα- Αξονικός Τομογραφος (Ακτινοβολία X)

Η ανακάλυψη των ακτίνων X συνέβη τελείως συγκυριακά. Πιθανότατα κι άλλοι ερευνητές να είχαν παρατηρήσει την «άγνωστη ακτινοβολία» (ακτινοβολία X), όμως η ανακάλυψή τους, η μελέτη τους και η κατανόηση της σπουδαιότητάς τους έγινε από τον Γερμανό καθηγητή Wilhelm Conrad Von Roentgen. Έτσι, προς τιμή του οι ακτίνες X ονομάστηκαν ακτίνες Roentgen. (Εικόνα 4.1)

Η ιστορία της ακτινολογίας αρχίζει το 1895 με τον Roentgen<sup>1</sup>, ο οποίος ακτινογράφησε την άκρα χείρα της συζύγου του. (Εικόνα 4.2)

Στις 8 Νοεμβρίου 1895 ανακάλυψε, τυχαία σε πειράματα που έκανε, την ομώνυμη με αυτόν ακτινοβολία. Χρησιμοποίησε μια λυχνία Crookes (-πειραματική ηλεκτρική διάταξη με την οποία ερευνούσαν την κίνηση των ηλεκτρονίων μεταξύ δύο



**Εικόνα 4.1** | Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) *πηγή:www.sciencemuseum.org.uk*



**Εικόνα 4.2** | Ακτινογραφία άκρας χείρας της Anna Bertha Lydwing, σύζυγο του W.C.Roentgen *πηγή:www.sciencemuseum.org.uk*

ηλεκτροδίων σε συνθήκες υψηλού κενού-) όταν ένα βράδυ ξέχασε να διακόψει την τάση της λειτουργίας της λυχνίας. Επιστρέ-



**Εικόνα 4.4** | Godfrey N. Hounsfield *πηγή:*www.britannica.com/biography

θεωρητικό μοντέλου του αξονικού τομογράφου], συντέλεσαν ώστε να κατασκευαστεί ο πρώτος αξονικός τομογράφος υπό την εποπτεία του Hounsfield. Λειτούργησε το 1971 στη Βρετανία στο νοσοκομείο Atkinson Morley και σε συνεργασία με τον νευρολόγο J.Ambrose, χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση του εγκεφάλου<sup>2</sup>. **(Εικόνα 4.5)**

Το 1972 ο αξονικός τομογράφος (C.A.T) παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στο συνέδριο του Βρετανικού Ινστιτούτου Ακτινολογίας και δύο χρόνια αργότερα, ο R.S. Ledley κατασκεύασε τον πρώτο Whole Body C.A.T. για την απεικόνιση ολόκληρου του ανθρώπινου σώματος και όχι μόνο του εγκεφάλου. Ο πρώτος αξονικός τομογράφος χαρακτηρίστηκε ως πρώτης γενιάς αξονικός τομογράφος. **(Εικόνα 4.6)**

Εξέλιξη αποτελούν στη συνέχεια τα συστήματα αξονικής τομογραφίας δεύτερης, τρίτης, τέταρτης ακόμη και πέμπτης



**Εικόνα 4.5** | Ο πρώτος αξονικός τομογράφος που λειτούργησε, για την απεικόνιση του εγκεφάλου, στο νοσοκομείο της Βρετανίας Atkinson Morley το 1971. *πηγή:*www.sciencemuseum.org.uk



**Εικόνα 4.6** Τοποθέτηση εξεταζόμενου σε αξονικό τομογράφο πρώτης γενιάς.  
πηγή: [www.sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk)

γενιάς. Αυτό που χαρακτηρίζει τις γενιές είναι η διάταξη της λυχνίας (γραμμική μετατόπιση ή η περιστροφική κίνηση) και ο αριθμός των ανιχνευτών ακτινοβολίας που χρησιμοποιούνται.

Το 1979, οι Hounsfield και Cormack τιμήθηκαν με το Νόμπελ Ιατρικής για την επινόηση της αξονικής τομογραφίας.

Αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα τα εγκατεστημένα ακτινογραφικά-ακτινολογικά συστήματα είναι 1.317 ενώ τα συστήματα αξονικής τομογραφίας είναι 391.

#### 4.2.2 Μαγνητικός Τομογράφος (Μαγνητικός Συντονισμός)

Η ανάγκη για την λεπτομερή παρουσίαση των ιστών των εσωτερικών οργάνων ενός ανθρώπου με σκοπό την πρόληψη και διά-

γνωση ασθενειών, οδήγησε στην ανακάλυψη και συνεχή βελτίωση των συστημάτων μαγνητικής τομογραφίας.

Ξεκινώντας, αξίζει να αναφερθούμε στον μαθηματικό Fourier, ο οποίος ανακάλυψε τους μετασχηματισμούς Fourier καθώς επίσης και στον Tesla για τις εφευρέσεις του σχετικά με τον ηλεκτρομαγνητισμό.

Ο μαγνητικός τομογράφος στηρίζει τη λειτουργία του στο φαινόμενο του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (Nuclear Magnetic Resonance), το οποίο ανακαλύφθηκε ανεξάρτητα από τους Felix Bloch (Πανεπιστήμιο Stanford) και Edward M. Parcell (Πανεπιστήμιο Harvard) το 1945, οι οποίοι και τιμήθηκαν το 1952 με το Νόμπελ Φυσικής.

Λίγο αργότερα αναπτύσσεται και η φασματοσκοπία NMR. Το 1955 οι Erik Odeblad και Gunnar Lindstrom δημοσιεύουν τις πρώτες



**Εικόνα 4.12**

Σύστημα υπερηχογραφίας  
Diasonograph Mk1

πηγή: [www.ob-ultrasound.net](http://www.ob-ultrasound.net)

θος του εμβρικού κρανίου, δημιουργώντας καμπύλες προκειμένου να υπολογιστεί η ηλικία του εμβρύου και να εκτιμηθεί η ανάπτυξή του. Η ικανότητα να αναγνωρίζεται η εμβρυική καρδιακή λειτουργία και να επιβεβαιώνεται η εγκυμοσύνη σε τόσο πρώιμα στάδια, θεωρείται η περισσότερο ουσιαστική εφαρμογή του υπερηχοτομογραφήματος. **(Εικόνα 4.12 & 4.13)**

Τέλος, το 1972, ο Kossoff μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα που λάμβανε από τις ανακλάσεις σε εντάσεις σημάτων, σε αποχρώσεις μαύρου-άσπρου (διαμορφώνοντας την κλίμακα του γκρι) ενώ τη δεκαετία του 1970 κατασκευάστηκαν συστήματα Real time που

παρήγαγαν στιγμιαίες κινούμενες εικόνες οργάνων που κινούνται, όπως η καρδιά.

#### 4.2.4. Ποζιτρονική Τομογραφία PET (Ραδιενέργεια –Ραδιοϊσότοπα)

Ραδιενέργεια ονομάζουμε την ιδιότητα ορισμένων πυρήνων να μεταπίπτουν σε κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας αυτόματα (χωρίς εξωτερική διέγερση) με την ταυτόχρονη εκπομπή σωματιδιακής ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Στις 20 Ιανουαρίου 1896 ο Becquerel ανακάλυψε ότι άλατα του Ουρανίου χωρίς να υποστούν καμία εξωτερική διέγερση, εκ-



**Εικόνα 4.15** | Αξονικός Τομογράφος Somatom Definition AS 128 τομών.

Η σύνδεση του αξονικού τομογράφου με τα πληροφοριακά συστήματα υγείας δίνει τη δυνατότητα παροχής πληροφοριών σε 24ωρη βάση, αφού τα δεδομένα (ιστορικό εξεταζόμενου, στοιχεία εξεταζόμενου όπως αριθμός μητρώου, κλινική, εικόνες από την πραγματοποιηθείσα εξέταση κτλ) αποθηκεύονται. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η γραφειοκρατία και αναβαθμίζεται η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών και η ταχύτητα με την οποία διεκπεραιώνονται οι υπηρεσίες προς τους εξεταζόμενους. Τέλος, οι ιατρικές αυτές πληροφορίες που αποθηκεύονται μπορούν να αξιοποιηθούν για ερευνητικούς αλλά και για στατιστικούς σκοπούς.

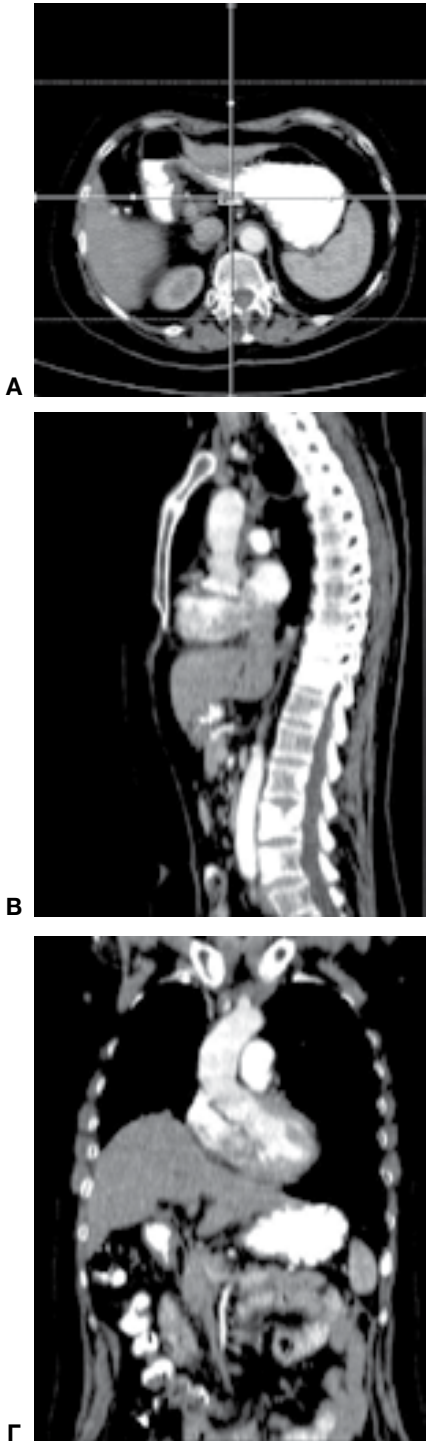
### 4.3.3. Αρχές Λειτουργίας Μαγνητικού Τομογράφου

Η λειτουργία του μαγνητικού τομογράφου στηρίζεται στο φαινόμενο του μαγνητικού συντονισμού των πρωτονίων, δηλαδή των πυρήνων του ατόμου του υδρογόνου, που υπάρχει σε αφθονία στους βιολογικούς

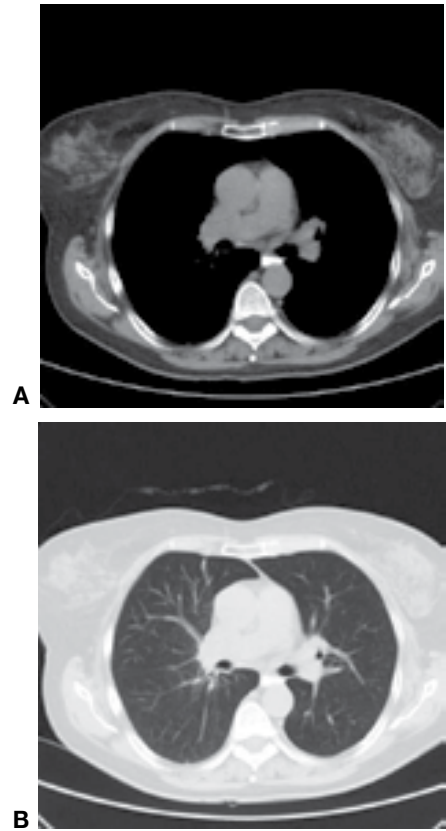
ιστούς, καθώς το σώμα μας αποτελείται από νερό και λίπος που περιέχουν υδρογόνο.

Για την εκτέλεση της εξέτασης MRI ο εξεταζόμενος τοποθετείται εντός ισχυρού μαγνητικού πεδίου έντασης μεταξύ 0,2 και 3 Tesla και ένας παλμός ραδιοκυμάτων παράγεται με πηνία (κεραίες) τοποθετημένα γύρω από την εξεταζόμενη ανατομική περιοχή. Σκοπός είναι να διεγερθούν οι πυρήνες υδρογόνου των μορίων νερού που υπάρχουν στους ιστούς της εξεταζόμενης περιοχής, ώστε να παραχθεί ένα ανιχνεύσιμο σήμα που θα μετατραπεί με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή σε εικόνα. **(Εικόνα 4.16 & 4.17)**

Ο Μαγνήτης παράγει ένα ισχυρό, σταθερό και ομοιογενές στατικό μαγνητικό πεδίο, το οποίο αναγκάζει τα άτομα του υδρογόνου του σώματός μας να προσανατολιστούν παράλληλα στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου (μαγνήτιση) και να εκτελέσουν μεταπωτική κίνηση γύρω από τον άξονα των μαγνητικών γραμμών με συγκεκριμένη συχνότητα περιστροφής (συχνό-



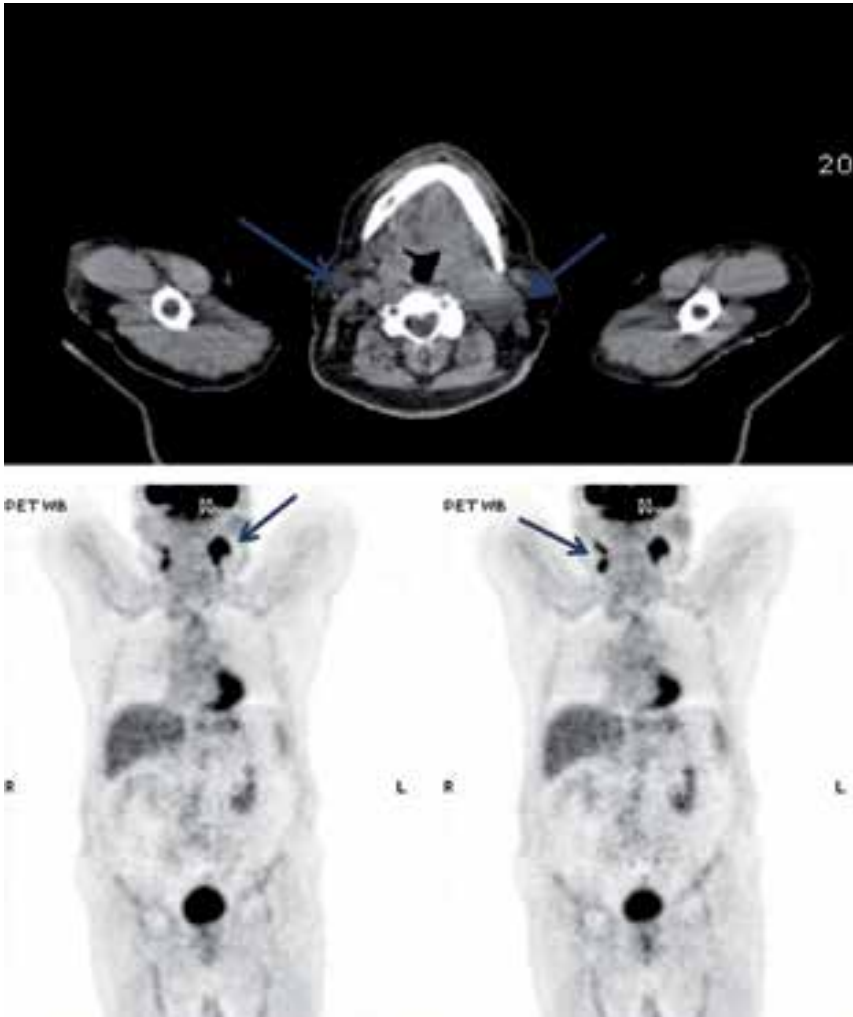
**Εικόνα 4.23** | Απεικόνιση κοιλιακής χώρας σε τρία επίπεδα με την τεχνική MPR.



**Εικόνα 4.24** | Θωρακική τομή: Απεικόνιση μεσοθωρακίου και πνευμονικού παρεγχύματος, αντίστοιχα.



**Εικόνα 4.25** | Θωρακική τομή: Χρήση κατάλληλου παραθύρου για την ανάδειξη των οστικών δομών του θώρακα.



**Εικόνα 4.43** | Ca γλώσσας. Αρχική σταδιοποίηση.

κώς τα καρκινικά κύτταρα λόγω της προαναφερθείσας ιδιότητάς τους.

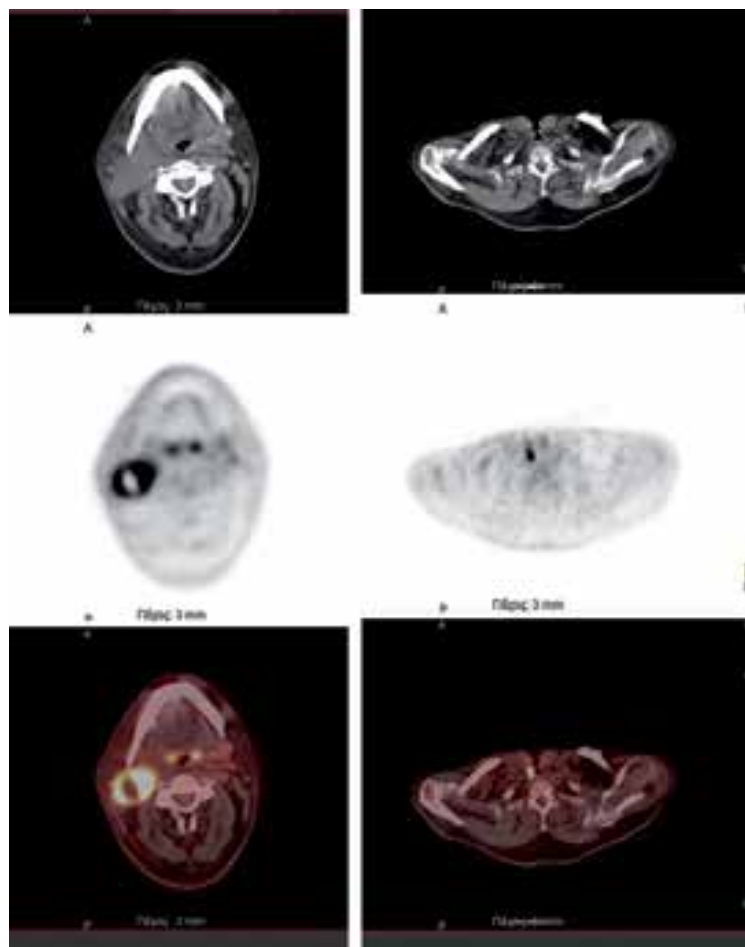
Η απεικονιστική μέθοδος PET παρέχει λειτουργικές πληροφορίες όμως υστερεί στην εντόπιση της ακριβούς ανατομικής θέσης της παθολογίας. Ο συνδυασμός ποζιτρονικής τομογραφίας και αξονικής τομογραφίας (PET/CT) μας δίνει τη δυνατότητα ταυτόχρονης απεικόνισης λειτουργικής (μοριακής) και ανατομικής πληροφορίας,

έχοντας σαν μέθοδος απεικόνισης υψηλή ειδικότητα αλλά και υψηλή ευαισθησία.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η απεικονιστική μέθοδος PET/CT έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στον τομέα της Ογκολογίας, ενώ ταυτόχρονα συντελεί στη διάγνωση παθολογικών καταστάσεων στον τομέα της Καρδιολογίας και της Νευρολογίας.

Στον τομέα της Ογκολογίας βοηθά στη διάγνωση (εντοπίζει όγκους), στην αξιολό-



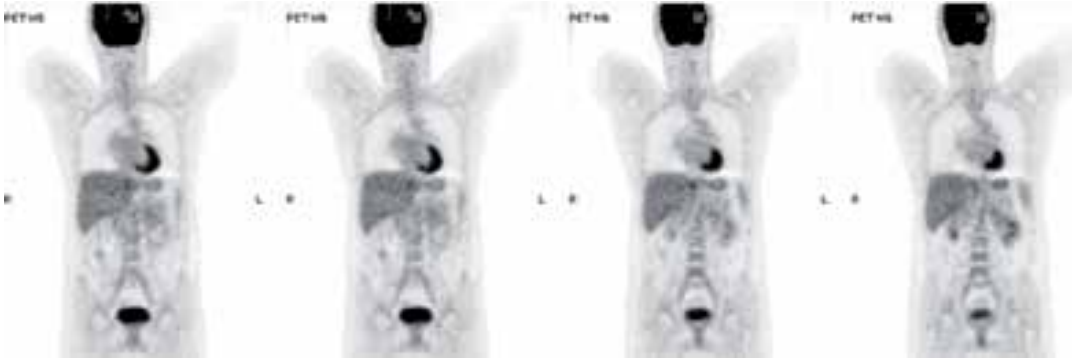


**Εικόνα 4.47** | Ca λάρυγγα δεξιά, χειρουργηθέν και ακτινοβοληθέν. Υπολειπόμενη ενεργός νόσος σε λεμφαδενικό block δεξιά υπογναθίως και δεξιά παρατραχειακά.

- Σε διάφορους όγκους κεφαλής και τραχήλου
- Στον καρκίνο του μαστού
- Σε όγκους του εγκεφάλου
- Στον καρκίνο ενδομητρίου, τραχήλου, μήτρας και ωοθηκών
- Στον καρκίνο νεφρού και ουροδόχου κύστεως
- Στον καρκίνο στομάχου και οισοφάγου
- Στον καρκίνο όρχεως
- Στον καρκίνο θυρεοειδούς αδένα
- Στα νεοπλάσματα οστών
- Στις λευχαιμίες
- Στο πολλαπλούν μυέλωμα
- Στο ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα
- Στα σαρκώματα
- Στον μεταστατικό καρκίνο από άγνωστο πρωτοπαθή.

Στον τομέα της Καρδιολογίας<sup>19</sup> έχει συμβάλει ώστε να αξιολογείται η αιμάτωση καθώς και η βιωσιμότητα του μυοκαρδίου.

Στον τομέα της Νευρολογίας<sup>20</sup> βρίσκει εφαρμογές στην αξιολόγηση της παθολογίας του εγκεφάλου, δηλαδή στις νευρο-



**Εικόνα 4.48** Φυσιολογική κατανομή FDG.

εκφυλιστικές παθήσεις (Alzheimer, άνοια) καθώς και στη διερεύνηση περιπτώσεων εστιακής επιληψίας.

Τέλος, μπορεί να αναδείξει την αιτία σε περιπτώσεις εμπύρετου αγνώστου αιτιολο-

γίας, ενώ σε παθήσεις όπως η αγγειίτιδα και η σαρκοείδωση, να αναδείξει την έκταση της φλεγμονής καθώς και να βοηθήσει στην αξιολόγηση της ανταπόκρισης στην θεραπεία των παραπάνω παθήσεων.

### Βασικά Σημεία

- Η ιατρική απεικόνιση είναι ένας επιστημονικός κλάδος ο οποίος χρησιμοποιεί τεχνολογικά επιτεύγματα ώστε να λάβει εικόνες της ανατομίας του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος με τρόπο μη επεμβατικό.
- Η απεικόνιση με ακτίνες-Χ (ακτινογραφίες, αξονική τομογραφία), του Μαγνητικού συντονισμού και της πυρηνικής ιατρικής (PET) εκμεταλλεύονται μέρη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εκτός της ορατής περιοχής (ορατό φως).
- Η απεικόνιση με υπερήχους βρίσκεται εκτός

ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί τη μηχανική ενέργεια των ηχητικών κυμάτων υψηλής συχνότητας.

- Στην εξέλιξη των απεικονιστικών μεθόδων σπουδαίο ρόλο έχουν παίξει τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- Όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην ιατρική απεικόνιση εξελίσσονται έτσι ώστε να παράγουν συνεχώς πιο αξιόπιστες εικόνες.
- Η δημιουργία της ψηφιακής εικόνας προκύπτει από τη σύνθεση επιμέρους συλλογών δεδομένων κατά τη διάρκεια λήψης μετρήσεων.

### ΑΣΚΗΣΗ

Δώστε διαγραμματικά το γενικό μοντέλο των συστημάτων απεικόνισης.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ (σύντομες ερωτήσεις)

1. Ποιά ήταν η πρώτη διάταξη που παρήγαγε ακτινοβολία-Χ και ποιές οι τεχνολογικές βελτιώσεις που ακολούθησαν;
2. Από ποιόν και πότε επινοήθηκε ο πρώτος αξονικός τομογράφος; Που λειτούργησε για