



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΡΧΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΣΤΗΝ  
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Παπακώστας Αλέξανδρος**

Επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Κουριδάκης Στέλιος  
Χανιά 2010

## Περίληψη

Η τηλεϊατρική στηρίζεται στην εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών, της πληροφορικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών για παροχή υπηρεσιών υγείας, σε απομακρυσμένες περιοχές. Συνδυάζει δηλαδή την τεχνολογία με την ιατρική θέτοντας τις δυνατότητες της πρώτης στην διάθεση της δεύτερης. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται οι εφαρμογές της στην σύγχρονη ιατρική επιστήμη.

Τα πρώτα κεφάλαια (1 έως 7) αναφέρονται στον ορισμό, την ιστορία και τις ανάγκες που καλύπτει η Τηλεϊατρική καθώς και τις τεχνολογίες συστημάτων και τηλεπικοινωνιών. Επιπλέον δίνεται έμφαση στα σύγχρονα μέσα, τις κλινικές εφαρμογές και στον σύγχρονο ιατρικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στις μέρες μας.

Στα επόμενα κεφάλαια (7 έως 10) παρουσιάζονται οι υπηρεσίες e-health, οι Τηλεϊατρικές εφαρμογές νοσηλευτικής κατ' οίκον φροντίδας, καθώς και η Τηλεϊατρική υποστήριξη των ατόμων της 3<sup>ης</sup> ηλικίας. Γίνεται αναφορά στα ασύρματα συστήματα της Τηλεϊατρικής, στα συστήματα επείγουσας Τηλεϊατρικής και στην τεχνική υποστήριξη των Τηλεϊατρικών υπηρεσιών.

Στα τελευταία κεφάλαια (10 έως 13) αναλύονται τα πρότυπα συμπίεσης ιατρικών δεδομένων, τα ζητήματα ασφαλείας σε εφαρμογές Τηλεϊατρικής, η κρυπτογραφία και τα πιστοποιητικά. Επιπλέον γίνεται μία αναφορά στην χρήση των κινητών και δορυφορικών επικοινωνιών στην Τηλεϊατρική.

Τέλος, στο κεφάλαιο 14, γίνεται μια παρουσίαση μερικών χαρακτηριστικών περιπτώσεων αντιμετώπισης ιατρικών περιστατικών (Πνευμονολογικό, Καρδιολογικό, Οστά), από το κέντρο Τηλεϊατρικής του Σισμανόγλειου Νοσοκομείου και στο κεφάλαιο 15 αναφέρονται τα οφέλη των πολιτών-ασθενών, αλλά και των γιατρών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων.

*Fundamentals of Tele-medicine and its applications to modern medicine*

## Περιεχόμενα:

1. ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ ΑΠΟΠΕΙΡΑ ΟΡΙΣΜΟΥ .....	8
-Ανάγκες που καλύπτει η Τηλεϊατρική.....	10
-Εφαρμογές και χρήσεις Τηλεϊατρικής.....	10
-Απαιτήσεις Τηλεϊατρικού συστήματος.....	11
2. ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	13
-Η τηλεϊατρική στην Ελλάδα.....	13
-Η τηλεϊατρική στο στρατό.....	15
3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ.....	16
4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	24
4.1. ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.....	24
4.2. ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	27
-Συμπίεση κειμένου.....	28
-Συμπίεση στατικής εικόνας.....	29
-Συμπίεση Video.....	29
4.3. ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	32
-Καλώδια διπλής σύζευξης (Twisted pair).....	32
-Ομοαξονικό καλώδιο.....	33
-Οπτικές ίνες.....	34
5. ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ .....	36
5.1. Τηλεσυμβουλευτική και τηλεδιάγνωση.....	36
5.2. Συνεργατική διάγνωση.....	37
5.3. Τηλεφροντίδα στο σπίτι.....	37
5.4. Τηλεκπαίδευση.....	38
5.5. Τηλεακτινολογία.....	39
5.6. Τηλεχειρουργική.....	40
5.7. Τηλεραδιολογία.....	41
-Διαχείριση της ψηφιακής Εικόνας.....	42
-Συμπίεση δεδομένων.....	43
-Παρουσίαση Εικόνας.....	43
5.8. Τηλεκαρδιολογία.....	43
-Βασικές απαιτήσεις.....	44
5.9. Τηλεπαθολογία.....	44
-Βασικές απαιτήσεις.....	45
5.10. Τηλεδερματολογία.....	46
5.11. Τηλεοφθαλμολογία.....	49
5.12. Τηλεψυχιατρική.....	49
6. ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	51
-Καρδιογράφοι.....	52
-Ηλεκτρονικά Στηθοσκόπια.....	53
-Σπιρόμετρα & Οξύμετρα.....	53
-Ηλεκτρονικά πιεσόμετρα.....	54
-Συστήματα κατ' οίκον νοσηλείας.....	54
-Συστήματα τηλεϊατρ. με δυνατότητα μεταφοράς και αποθήκευσης απεικονίσεων.....	56

-Συσκευές Υπερήχων.....	56
-Συστήματα μεταφοράς εικόνας video.....	56
-Συστήματα Εικονοδιάσκεψης – Τηλεδιάσκεψης.....	57
-Εφαρμογές Ρομποτικής.....	57
-Ηλεκτρονικά Κιόσκια Υγείας.....	58
-Σύνοψη.....	59
7. HOME CARE ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ E-HEALTH.....	60
-Το home care σήμερα.....	60
-Ο ρόλος του e- health.....	61
-Ανάπτυξη δικτύων παροχής κατ' οίκον e-health υπηρεσιών.....	63
-Σχόλια, συμπεράσματα.....	64
8. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ.....	66
-Τηλεπαρακολούθηση ασθενών από το σπίτι.....	66
-«Έξυπνες οικίες».....	68
-Υποστήριξη της φαρμακευτικής αγωγής.....	68
-Χρήση ρομποτικής στην κατ'οίκον φροντίδα ηλικιωμένων ασθενών.....	69
-Προδιαγραφές για σχεδιασμό τηλεϊατρ. εφαρμογών για άτομα της τρίτης ηλικίας...70	
-Συμπεράσματα.....	70
9. ΤΗΛΕΙΑΤΡ. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ.....	72
-Προστασία προσωπικών δεδομένων.....	73
-Προσιτός σχεδιασμός.....	73
-Αξιολόγηση τηλεϊατρικών εφαρμογών στην κατ' οίκον φροντίδα.....	74
-Συμπεράσματα.....	75
10. ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ: ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ..	76
-Ασύρματες Τεχνολογίες.....	76
-Μετάδοση Ψηφιακών Εικόνων και Βίντεο.....	77
-Συστήματα Ασύρματης Τηλεϊατρικής.....	79
-Παραδείγματα Ερευνητικών Έργων.....	82
1. Τηλεϊατρική για Επείγοντα Περιστατικά: Εφαρμογές για Ασθενοφόρα και Επείγοντα-112.....	82
2. Τηλε-ακτινολογικό Σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί κινούμενο φορτηγό όχημα με τη χρήση Αξονικού Τομογράφου και Υψηλής- Ταχύτητας Δορυφορική Επικοινωνία.....	84
3. Ηλεκτρονικός Φάκελος Ασθενή: Κινητά Ιατρικά Δεδομένα (MOMEDA).....	85
4. ΔΙΤΗΣ: Ιατρική Ομάδα Συνεργασίας για Κατ' Οίκον Θεραπεία Καρκινοπαθών.....	86
-Συστήματα Επείγουσας Τηλεϊατρικής.....	87
-Μέλλον της τηλεϊατρικής σε ασθενοφόρα.....	89
-Τεχνική Υποστήριξη Τηλεϊατρικών υπηρεσιών.....	89
-Τομείς εφαρμογής σε μια υπηρεσία τηλεϊατρικής.....	89
-Ταξινόμηση της διαχείρισης τεχνικών υπηρεσιών.....	90
-Συμπεράσματα.....	91

11.ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	92
-Η αναγκαιότητα προτυποποίησης στα συστήματα τηλεϊατρικής.....	92
-Φορείς Τυποποίησης για συστήματα και εφαρμογές Τηλεϊατρικής.....	94
1. CENT/TC 251.....	94
2. ACR.....	94
3. HL7-Health Level Seven.....	94
4. IEEE.....	94
5. American Telemedicine Association.....	95
-Πρότυπα συμπίεσης ιατρικών δεδομένων.....	95
-Οδηγίες και Θεσμικό πλαίσιο προστασίας προσωπικών δεδομένων.....	96
-CASE–STUDY - Τηλεϊατρική για κατ' οίκον νοσηλεία.....	96
12.ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	98
1.ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	98
-Κίνδυνοι και απαιτήσεις ασφαλείας.....	98
-Μέτρα προστασίας και τεχνικές λύσεις.....	101
-Επαγγελματικό ήθος και χρήση νέων τεχνολογιών.....	104
-Ιατρικό απόρρητο.....	105
-Νόμοι για τους Η/Υ και τα αρχεία.....	105
2.ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	106
-Κρυπτογραφία.....	107
-Πιστοποιητικά.....	111
-Ψηφιακές υπογραφές.....	111
-Συμπεράσματα.....	113
13.ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ... ..	114
-Ιστορική αναδρομή των δορυφορικών επικοινωνιών.....	114
-Κατηγορίες δορυφόρων.....	116
-Γεωσύγχρονοι δορυφόροι.....	117
-Γεωστατικοί δορυφόροι.....	117
-Είδη δορυφορικών κεραιών.....	118
-Παρακολούθηση θέσης δορυφόρου.....	119
-Δομή Δορυφορικού Τηλεπικοινωνιακού συστήματος.....	119
-Διαμόρφωση από ψηφιακά σήματα.....	120
-Ο δορυφορικός διάυλος για κινητές επικοινωνίες.....	121
-Κινητές δορυφορικές τηλεπικοινωνίες.....	122
14.ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ.....	124
15.ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	128
-Οφέλη Πολιτών-ασθενών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων.....	128
-Οφέλη Ιατρών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων.....	128
-Πλεονεκτήματα Τηλεϊατρικής .....	129
-Συμπεράσματα.....	130
-Βιβλιογραφία.....	131



## 1.ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ ΑΠΟΠΕΙΡΑ ΟΡΙΣΜΟΥ

Παράλληλα με τις ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών και στην επιστήμη της πληροφορίας, σημειώθηκε μεγάλη πρόοδος στον τομέα της επικοινωνίας. Επίσης, την τελευταία δεκαετία, διάφορες κοινωνικές πολιτικές και οικονομικές αλλαγές έχουν επηρεάσει την εξέλιξη της παροχής φροντίδας υγείας. Αναλυτικότερα, το ενδιαφέρον εστιάζεται στις δημογραφικές αλλαγές, στο αυξημένο κόστος υπηρεσιών, στις απαιτήσεις για καλύτερη ποιότητα, στο άνοιγμα νέων αγορών, αλλά και στις κοινωνικές πιέσεις για ισότιμες παροχές.

Ειδικότερα, στον τομέα της υγείας, παρατηρείται γήρανση του πληθυσμού και δραματική αύξηση των ατόμων με χρόνιες ασθένειες, που δεν μπορούν να μετακινηθούν εύκολα. Επίσης, το απαγορευτικό κόστος κάποιων μηχανημάτων και η έλλειψη προσωπικού σε απομονωμένες και απομακρυσμένες περιοχές καθιστά απαραίτητη την αναζήτηση πολλών υπηρεσιών σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο που διαθέτει τα απαραίτητα μέσα. Ο συνδυασμός όλων αυτών των εξελίξεων οδήγησε στην υλοποίηση συστημάτων τηλεϊατρικής. Η **τηλεϊατρική** θα μπορούσε να οριστεί ως :

*«Η χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και ηλεκτρονικής πληροφόρησης για την παροχή και υποστήριξη της φροντίδας υγείας όταν η απόσταση χωρίζει τους συμμετέχοντες.»*

Η λέξη «τηλεϊατρική» είναι σύνθετη, αποτελούμενη από τα πρόθεμα «τηλε», που σημαίνει «εξ' αποστάσεως», και τη λέξη «ιατρική» και νοηματοδοτεί την εξ' αποστάσεως άσκηση της. Φυσικά ο παραπάνω ορισμός δεν είναι πλήρης, ούτε διασαφηνίζει τον τρόπο-μέσο, με τον οποίο παρέχεται η ιατρική πληροφορία τόσο από τον ασθενή προς τον ιατρό όσο και μεταξύ των επαγγελματιών υγείας.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η μεταφορά ιατρικών εικόνων (ακτινογραφιών, αξονικών τομογραφιών) από απομακρυσμένες περιοχές σε διαγνωστικά κέντρα και η άμεση παροχή φροντίδας στο σπίτι (όπως με ένα απλό τηλεφώνημα) σε ανθρώπους που έχουν πρόβλημα μετακίνησης.

Τα συστήματα τηλεϊατρικής αναπτύχθηκαν για να καλύψουν αυτές τις ανάγκες και μπορεί να έχουν μία από τις ακόλουθες μορφές:

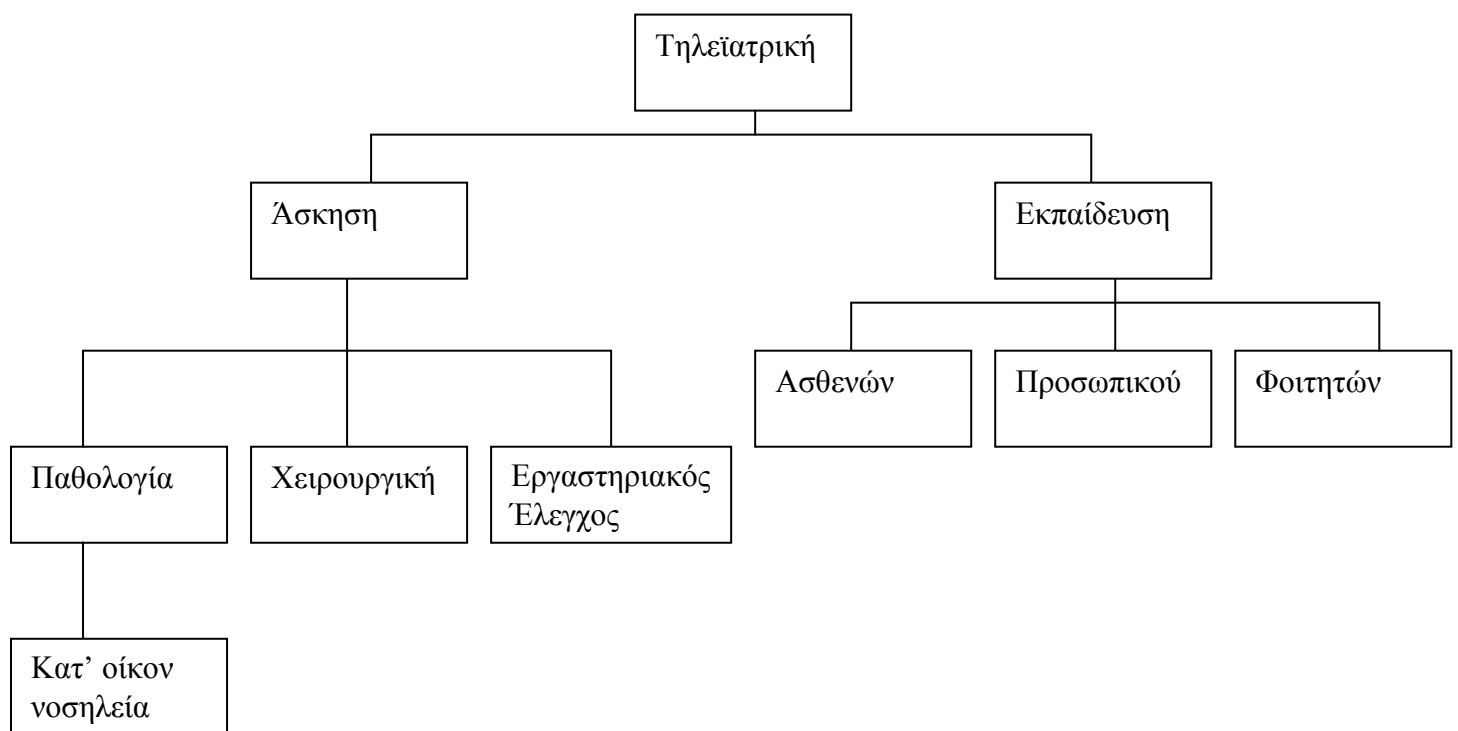
- Τηλεσυμβουλευτική, ορίζεται ως η από απόσταση πρόσβαση στις γνώσεις ή την εξειδίκευση ειδικού.
- Τηλεδιάγνωση, ορίζεται ως η από απόσταση διάγνωση της κατάστασης ενός ασθενή από έναν εξειδικευμένο γιατρό.
- Τηλεπαρακολούθηση, είναι η παρακολούθηση ενός ασθενή που δεν βρίσκεται στο νοσοκομείο.
- Τηλεφροντίδα, είναι η χρήση των δεδομένων τηλεπαρακολούθησης για παροχή βοήθειας.



- Τηλεκπαίδευση, ορίζεται ως η από απόσταση εκπαίδευση ασθενών ή και επαγγελματιών υγείας.
- Συνεργατική διάγνωση, κατά την οποία μια ομάδα επαγγελματιών υγείας που βρίσκονται σε διαφορετικούς χώρους συνεργάζονται για την έκδοση ενός πορίσματος.
- Η πρόσβαση μιας βάσης ιατρικών δεδομένων από απόσταση θα μπορούσε να θεωρηθεί εφαρμογή τηλεϊατρικής.

Για την υλοποίηση όλων αυτών των εφαρμογών είναι σαφές ότι , εκτός από τον υπολογιστικό εξοπλισμό, χρησιμοποιούνται και διάφορες τεχνολογίες τηλεπικοινωνίας (από μια απλή τηλεφωνική γραμμή ως υπερσύγχρονες δορυφορικές επικοινωνίες) .

Κάτω από αυτό το πρίσμα, οι εφαρμογές της τηλεϊατρικής μπορούν να απεικονιστούν σε δομή δέντρου.



Ένας από τους πλέον αποδεκτούς ορισμούς για την τηλεϊατρική είναι αυτός που δίνει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization – WHO), σύμφωνα με τον οποίο ως τηλεϊατρική ορίζεται η παροχή υπηρεσιών από επαγγελματίες υγείας, εκεί όπου η απόσταση είναι ένας κρίσιμος παράγοντας, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών για ανταλλαγή πολύτιμων πληροφοριών για τη διάγνωση, θεραπεία , πρόληψη ασθενειών και για τη συνεχή εκπαίδευση των λειτουργών υγείας, καθώς επίσης και για την έρευνα και αξιολόγηση , αλλά και για όλα αυτά που βρίσκονται στο πεδίο ενδιαφέροντος για την

αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας της κοινωνίας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναγνωρίζει τη τηλεϊατρική έναν εν δυνάμει παράγοντα που θα συνεισφέρει στη στρατηγική «Υγεία για Όλους», συμβάλλοντας στο όραμα για ένα κόσμο όπου τα οφέλη από την ανάπτυξη της επιστήμης, της τεχνολογίας και της δημόσιας υγείας θα τα απολαμβάνουν όλοι οι πολίτες, οπουδήποτε κι αν ζουν. Βέβαια η τηλεϊατρική δεν είναι πανάκεια, αποτελεί όμως λύση

- Εκεί όπου δεν υπάρχει άλλος τρόπος άσκησης της ιατρικής καθώς και
- Εκεί που η εφαρμογή της αποδεδειγμένα βελτιώνει τη ποιότητα των υπηρεσιών υγείας, σε σύγκριση με τους συμβατικούς τρόπους.

### Ανάγκες που καλύπτει η Τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε **απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές**, όπως νησιά, χωριά, κτλ. που διαθέτουν χαμηλή ποιότητα παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Επίσης αποδεικνύεται πολύ χρήσιμη στη ναυσιπλοΐα για τη διάγνωση και ιατρική βοήθεια από απόσταση σε ασθενείς που βρίσκονται σε πλοία, κρουαζιερόπλοια, κλπ. και προφανώς δε διαθέτουν ειδικευμένο ιατρικό προσωπικό.

Χρησιμοποιείται για την **κατ' οίκον νοσηλεία**, σε συμβουλευτικές μονάδες προς γιατρούς, για τις ανάγκες της **τηλεκπαίδευσης** και για την κάλυψη σπάνιων ειδικοτήτων γιατρών. Επίσης, μπορεί να καλύψει και να προλάβει **επείγοντα περιστατικά** που χρειάζονται άμεση επέμβαση, συνήθως σε κινητούς σταθμούς (ασθενοφόρα).

### Εφαρμογές και χρήσεις Τηλεϊατρικής

Παρόλο που υπάρχουν πολλές πιθανές εφαρμογές, ο κύριος σκοπός της τηλεϊατρικής είναι να επιτρέψει στους γιατρούς (ή άλλους παροχείς ιατρικών υπηρεσιών) να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στο μέρος όπου βρίσκεται ο ασθενής, χρησιμοποιώντας συνδυασμό από βίντεο, ήχο, δεδομένα και εικόνες. Οι πληροφορίες αυτές στέλνονται μέσω κάποιας μορφής σύνδεση από τον τόπο όπου γίνεται η αποθήκευση τους (π.χ. νοσοκομεία και κλινικές) στον τόπο όπου χρειάζονται. Η ανάπτυξη εφαρμογών τηλεϊατρικής είναι αρκετά περίπλοκη, λόγω της πληθώρας των διαφορετικών μέσων που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και των διαφορετικών απαιτήσεων που έχει κάθε μέσο. Για παράδειγμα, η μετάδοση των ζωτικών σημάτων ενός ασθενούς δε χρειάζεται μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης. Αντίθετα, οι υψηλής ανάλυσης ιατρικές εικόνες που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση απαιτούν μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης και εύρος ζώνης.



Μερικά γενικά παραδείγματα εφαρμογών τηλεϊατρικής είναι:

- Ιατρική εκπαίδευση από απόσταση γιατρών, νοσηλευτικού προσωπικού κ.τ.λ.
- Παροχή συμβουλών από απόσταση. Εδώ έχουμε ανταλλαγή συμβουλών μεταξύ γιατρών σε διαφορετικά μέρη για σοβαρές περιπτώσεις τραυμάτων και άλλες περιπτώσεις όπου απαιτείται μια δεύτερη γνώμη ή η γνώση ενός ειδικού, π.χ. επείγοντα περιστατικά.
- Διάγνωση από απόσταση από εξειδικευμένους γιατρούς για περιπτώσεις ασθενών που βρίσκονται σε τόπο όπου δεν υπάρχει γιατρός της κατάλληλης ειδικότητας.

Μια άλλη εφαρμογή της τηλεϊατρικής που βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο πειραματικό στάδιο είναι η εκτέλεση εγχειρήσεων από απόσταση (Τηλεχειρουργική). Στον τόπο όπου βρίσκεται ο ασθενής υπάρχει ένας ρομποτικός μηχανισμός, ο οποίος καθοδηγείται από απόσταση από κατάλληλα εκπαιδευμένο γιατρό. Ο γιατρός έχει οπτική επαφή μέσω κάμερας.

### Απαιτήσεις Τηλεϊατρικού συστήματος

Ανάλογα με τη συγκεκριμένη εφαρμογή, ένα τηλεϊατρικό σύστημα μπορεί να χρειάζεται να μεταφέρει και προς τις δύο κατευθύνσεις υψηλής ποιότητας («ποιότητας διάγνωσης») βίντεο, ήχο και εικόνες και αυτή η μεταφορά μάλιστα να γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Επίσης η επεξεργασία εικόνας και άλλες γραφικές λειτουργίες είναι απαραίτητες για την ανάλυση ιατρικών εικόνων, όπως για παράδειγμα η ρύθμιση των επιπέδων φωτεινότητας και αντίθεσης, η τρισδιάστατη απεικόνιση, κλπ.

Οι απαιτήσεις του τηλεϊατρικού συστήματος μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- **Τηλεϊατρικός σταθμός εργασίας:** Η λήψη πληροφορίας από περιφερειακό ιατρικό εξοπλισμό και εικόνων από ιατρικά απεικονιστικά συστήματα και υψηλής ανάλυσης κάμερες, όπως και η υψηλή ποιότητα στην εμφάνιση και επεξεργασία είναι σημαντικά χαρακτηριστικά ενός τηλεϊατρικού συστήματος.
- **Τηλεπικοινωνιακό δίκτυο:** Για να μεγιστοποιήσουμε τη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου μέσου μεταφοράς παρέχοντας ταυτόχρονα την καλύτερη ποιότητα ήχου και βίντεο, το σύστημα πρέπει να προσαρμοστεί σε μια μεγάλη ποικιλία εύρους ζώνης (από 64 kbps μέχρι πάνω από 155 Mbps), ανάλογα με την κλινική εφαρμογή, τα διαθέσιμα τηλεπικοινωνιακά κανάλια και το επιθυμητό επίπεδο αλληλεπίδρασης. Όταν δεν είναι απαραίτητη η αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών, το σύστημα μπορεί να αποθηκεύει πληροφορία και να την προωθεί σε μη πραγματικό χρόνο στον απομακρυσμένο ειδικό.

- **Ανθρώπινη αντίληψη των μέσων:** Για να είναι αποτελεσματική η αλληλεπίδραση σε ένα τηλεϊατρικό σύστημα, θα πρέπει να ελαχιστοποιήσουμε την καθυστέρηση και την εσφαλμένη λειτουργία του δικτύου. Έχει παρατηρηθεί ότι η καθυστέρηση μεταξύ ήχου και βίντεο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 80 msec, ώστε να γίνουν αντιληπτά σε συγχρονισμένα από τον άνθρωπο. Αν και τα κριτήρια ποικίλουν ανάλογα με την περίπτωση, η αποστολή μιας πολύ μεγάλης εικόνας θα πρέπει να ολοκληρωθεί σε λιγότερα από 10 δευτερόλεπτα για την καλύτερη εξυπηρέτηση του χρήστη.

Αυτές οι απαιτήσεις βέβαια χρειάζονται και ένα δίκτυο με εγγυημένο εύρος ζώνης και μικρές καθυστερήσεις για συγκεκριμένο bitrate όπως το ATM. Το ATM είναι ιδανικό για συνδυασμό φωνής, βίντεο και δεδομένων ταυτόχρονα και αποτελεσματικά.

Η κατάλληλη επιλογή της ποιότητας ήχου, εικόνας και βίντεο στην τηλεϊατρική είναι πολύ σημαντική για την εγγύηση σωστών διαγνώσεων από την πλευρά των γιατρών. Η απαιτούμενη ποιότητα εξαρτάται βασικά από την εφαρμογή. Για παράδειγμα η εικόνα που λαμβάνεται για τη διάγνωση μιας ευαισθησίας στο χέρι ενός ασθενούς μπορεί να είναι χαμηλής ποιότητας (π.χ. 200 x 200 pixels, 8 bit, grayscale resolution) και να είναι κατάλληλη για διάγνωση. Ωστόσο, μια ψηφιοποιημένη ακτινογραφία θώρακος για παράδειγμα, χρειάζεται να είναι πολύ υψηλότερης ποιότητας (2000 x 2000 pixels, 12 bit) ώστε να είναι κατάλληλη για διάγνωση.

## 2.ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ

Η πρώτη προσέγγιση για συστήματα τηλεϊατρικής παρουσιάστηκε το 1924 στο εξώφυλλο του περιοδικού «Radio News», όπου εμφανιζόταν ένας «ράδιο-γιατρός» που μπορούσε να μιλά με έναν ασθενή σε πραγματικό χρόνο μέσω ραδιοκυμάτων. Σύμφωνα με μια πρόσφατη ανασκόπηση, η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά σχετικά με την τηλεϊατρική παρουσιάστηκε το 1950, όπου υπήρχε μια αναλυτική περιγραφή μετάδοσης ακτινογραφιών σε τηλεφωνική γραμμή και σε μια απόσταση 44 περίπου χιλιομέτρων.

Μια διαδραστική (Interactive) εφαρμογή τηλεϊατρικής ξεκίνησε στα 1960 για ψυχιατρική συμβουλευτική από τους γιατρούς στο Ψυχιατρικό Ινστιτούτο της Νεμπράσκα. Αυτές οι πρώτες προσπάθειες έδειξαν τόσο τις τεχνικές όσο και τις ιατρικές δυνατότητες για υλοποίηση παρόμοιων συστημάτων και έτυχαν ενθουσιώδους αποδοχής από την ιατρική κοινότητα. Ωστόσο, το θέμα του κόστους-αποτελεσματικότητας συζητήθηκε έντονα καθώς θεωρήθηκε ότι οι τεχνολογίες τηλεϊατρικής ήταν υψηλού κόστους και χωρίς την αντίστοιχη αποτελεσματικότητα. Στα μέσα του 1960, επίσης, αναπτύχθηκαν από την NASA προγράμματα τηλεμετρίας για την παρακολούθηση των φυσιολογικών λειτουργιών των αστροναυτών.

Στην δεκαετία του 1970 αναπτύχθηκαν κάποια πρωτόγονα συστήματα σε απομακρυσμένα χωριά στην Αλάσκα και στον Καναδά. Την ίδια περίοδο, στην Σκωτία, υπήρχαν κάποιες δραστηριότητες τηλεϊατρικής για την παροχή φροντίδας υγείας σε εργάτες πετρελαιοπηγών της Βόρειας θάλασσας αλλά και σε Βρετανούς επιστήμονες που δούλευαν στην Ανταρκτική. Ωστόσο, σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, το κόστος ήταν υψηλό υπήρχε σημαντική έλλειψη ιατρικού πληροφοριακού και επικοινωνιακού εξοπλισμού και πολλοί άλλοι περιορισμοί.

Οι ραγδαίες εξελίξεις στις επικοινωνιακές τεχνολογίες και στις τεχνολογίες υπολογιστών, αλλά και στις τεχνολογίες μετάδοσης πολυμέσων στη δεκαετία του 1990, ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για την μετέπειτα πρόοδο που σημειώθηκε στα σύγχρονα συστήματα τηλεϊατρικής.

Εκτός από τις ΗΠΑ που πρωτοστάτησαν σε τέτοια συστήματα, πολλά προγράμματα υλοποιήθηκαν σε χώρες της Ευρώπης. Στην Νορβηγία υλοποιήθηκε το 1989 ένα πρόγραμμα τηλεϊατρικής για τις απομακρυσμένες περιοχές στο βόρειο τμήμα της χώρας. Το 1989 στην Τουλούζ (Γαλλία) δημιουργήθηκε το Ινστιτούτο Τηλεϊατρικής το οποίο ασχολήθηκε με πολλά ερευνητικά προγράμματα. Ακόμη στην Γερμανία στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Ιταλία έχουν γίνει σημαντικά βήματα εδώ και πολλά χρόνια. Τέλος στην Ελλάδα διάφορες υπηρεσίες τηλεϊατρικής αναπτύχθηκαν από το 1989 και αφορούσαν προγράμματα παροχής ιατρικών υπηρεσιών σε απομακρυσμένες ή απομονωμένες περιοχές της νησιωτικής χώρας.

### Η τηλεϊατρική στην Ελλάδα

Πρωτοποριακές προτάσεις, όμως δεν προέρχονται μόνο από το εξωτερικό, αλλά και από τον ελληνικό χώρο. Ο καθηγητής και βουλευτής Σκεύος Ζερβός (1875-1966),

ο οποίος κατά το Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο είχε καταφύγει στην Αίγυπτο και από εκεί ταξίδευε σε πολλά μέρη της Αφρικής, εφαρμόζοντας τη τηλε-εξέταση, δοκίμασε τη μετάδοση ήχων ακρόασης στην Αθήνα και σε επαρχιακές πόλεις. Τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό της Ιατρικής Εταιρείας Αθηνών. Ο καθηγητής Ζερβός πρότεινε ακόμη την εφαρμογή της τηλεϊατρικής σε πλοία της γραμμής Πειραιάς – Νέα Υόρκη, αλλά η ιδέα του δε πραγματοποιήθηκε λόγω του υπέρογκου κόστους.

Το 1976 ο καρδιολόγος κ. Παπακωσταντίνου σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο παρουσιάζει ένα σύστημα αναλογικής μετάδοσης ΗΚΓ μέσω τηλεφώνου.

Το 1989 είναι χρονιά σταθμός για τη τηλεϊατρική στη χώρα μας. Το Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με το Σισμανόγλειο Νοσοκομείο παρουσιάζουν ένα σύστημα τηλεϊατρικής για την υποστήριξη της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας και δημιουργούν το πρώτο δίκτυο Κέντρων Υγείας συνδεδεμένων με δημόσιο Νοσοκομείο. Το σύστημα αυτό, που επέτρεπε τη μετάδοση ακτινογραφιών αλλά και καρδιογραφημάτων, έδωσε ώθηση στη τηλεϊατρική στη χώρα μας και αποτέλεσε τον προπομπό και άλλων προσπαθειών των τελευταίων χρόνων.

Η τηλεϊατρική μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος στην Ελλάδα εξαιτίας, κυρίως των γεωγραφικών και δημογραφικών της ιδιομορφιών. Παράλληλα, η συνεχής αύξηση του βιοτικού επιπέδου, ο μεγάλος αριθμός των κατ' έτος αλλοδαπών και Ελλήνων επισκεπτών ,εξασκούν συνεχή πίεση για την βελτίωση και αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών φροντίδας υγείας με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας.

Ένα σύστημα τηλεϊατρικής εγκαταστάθηκε στο Σισμανόγλειο Γενικό Περιφερειακό Νοσοκομείο το 1989. Το σύστημα υλοποιήθηκε στα πλαίσια πιλοτικών εφαρμογών του Ελληνικού Προγράμματος Τηλεϊατρικής ,σε συνεργασία με το Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Σκοπός ήταν η παροχή εξειδικευμένων διαγνωστικών και θεραπευτικών πληροφοριών στις υγειονομικές μονάδες που υποστηρίζονται από το σύστημα. Επίσης, σημαντική θεωρήθηκε και η υποστήριξη προγραμμάτων Προληπτικής Ιατρικής, Αγωγής Υγείας και Εκπαίδευσης υγειονομικών στελεχών. Υπάρχουν διάφορα συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας μέσω του συγκεκριμένου δικτύου (Σαντορίνης, Πάρου, Οινουσών, Σκοπέλου, Αστυπάλαιας, Λήμνου, Σουφλίου κ.λ.π). Επίσης, από το 1998 λειτουργούν Τακτικά Τηλεϊατρεία (πνευμονολογικών νοσημάτων, καρδιολογικών νοσημάτων και υπέρτασης, ουρολογικών παθήσεων, ηπατολογικών νοσημάτων, διαβητολογικό, λιποδαιμικό και διαιτητικής αγωγής).

Άλλο ένα σύστημα είναι του Ωνασείου Καρδιοχειρουργικού Κέντρου για καρδιολογικά περιστατικά , το οποίο λειτουργεί από το 1995 και κατόρθωσε να εφαρμόσει την θρομβόλυση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, πράγμα ιδιαίτερα πρωτοποριακό για την Ελλάδα. Το σύστημα είναι ήδη συνδεδεμένο με έξι νησιά του Αιγαίου(Νάξος, Μήλος, Μύκονος, Σκιάθος, Σαντορίνη, Αμοργός).

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ΝΙΚΑ-ΕΚΒΑΝ 502, ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση ενός πιλοτικού συστήματος τηλεϊατρικής στο Νομό Ευβοίας. Το σύστημα ολοκληρώνει εφαρμογές τηλεακτινολογίας και τηλεκαρδιολογίας με την υλοποίηση μίας εύχρηστης και, παράλληλα πολύ ισχυρής εφαρμογής ψηφιοποίησης , μετάδοσης και επισκόπησης ιατρικών εικόνων αλλά και παρακολούθησης καρδιογραφικών δεδομένων. Το σύστημα, σε πρώτη φάση, έχει εγκατασταθεί στο Κέντρο Υγείας της Ιστιαίας και στο νοσοκομείο της Κύμης και υποστηρίζεται από το νοσοκομείο της Χαλκίδας.

Τέλος, στην Κρήτη λειτουργεί το HYGEIAnet, που αποτελεί το πρώτο

ολοκληρωμένο περιφερειακό δίκτυο τηλεματικών εφαρμογών στην υγεία. Πρόκειται για ένα ανοικτό και επεκτάσιμο δίκτυο ευρείας κάλυψης, το οποίο διασυνδέει τους φορείς όλων των βαθμίδων της ιεραρχίας του ΕΣΥ (πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας παροχής υπηρεσιών υγείας).

### Η τηλειατρική στο στρατό



Η σημασία της τηλεϊατρικής φαίνεται και από το ενδιαφέρον που έχουν δείξει οι ένοπλες δυνάμεις πολλών χωρών, και ειδικά ο αμερικανικός στρατός. Ως γνωστό, οι ένοπλες δυνάμεις και η στρατιωτική βιομηχανία βρίσκονται στην πρωτοπορία σε πολλούς τομείς. Πολλές μάλιστα από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για πολιτική χρήση, έχουν ξεκινήσει ως στρατιωτικές εφαρμογές. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που μπορεί να αναφερθεί είναι το Internet, το οποίο ξεκίνησε σαν μια προσπάθεια των αμερικανικών ενόπλων δυνάμεων για την ανάπτυξη ενός δικτύου επικοινωνίας που θα ήταν ανθεκτικό σε εχθρικές επιθέσεις, για να φτάσει σήμερα να χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Και στον τομέα της τηλεϊατρικής, ο αμερικανικός στρατός βρίσκεται στην πρωτοπορία, έχοντας σε ανάπτυξη (το φθινόπωρο του 1996) τουλάχιστον 87 ξεχωριστά προγράμματα τηλεϊατρικής.

Στον στρατιωτικό τομέα η τηλεϊατρική χρησιμοποιείται για την παροχή ιατρικής φροντίδας σε στρατεύματα που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή ή γενικότερα σε περιοχές όπου δεν είναι δυνατόν πάντα να υπάρχουν εξειδικευμένοι γιατροί και συσκευές, ενώ είναι πολύ δύσκολη και η μεταφορά τους. Ο αμερικανικός στρατός ξεκίνησε από το 1993 την εφαρμογή τηλεϊατρικής σε πειραματικό στάδιο, παρέχοντας ιατρική υποστήριξη σε στρατεύματα που βρίσκονταν στην Κροατία και τα Σκόπια. Η επιχείρηση είχε τον τίτλο "Operation Primetime". Η πιο εκτεταμένη χρήση τηλεϊατρικής έγινε από τον αμερικανικό στρατό το 1996, κατά τη διάρκεια της κρίσης στην πρώην Γιουγκοσλαβία, σε μια επιχείρηση με το όνομα "Operation Primetime 3". Στην περιοχή όπου γίνονταν οι επιχειρήσεις της πολυεθνικής δύναμης υπήρχαν προωθημένες ιατρικές μονάδες οι οποίες συνδέονταν μέσω δορυφόρου ή ασύρματης ζεύξης με κεντρικές ιατρικές μονάδες, ακόμα και με μεγάλα νοσοκομεία στην Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι ειδικοί στα κέντρα αυτά παρείχαν συμβουλές στα προωθημένα κέντρα μέσα σε 30 λεπτά. Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή πληροφοριών ήταν τηλεσυνδιάσκεψη, υπέρηχοι, εικόνες κ.τ.λ. με συσκευές που προέρχονταν από τις μεγαλύτερες εταιρείες σε κάθε τομέα (PictureTel, Fuji, Polaroid, Sun Microsystems κ.τ.λ.), μαζί φυσικά με συσκευές που αναπτύχθηκαν από τον ίδιο το στρατό. Η σημασία που δόθηκε στην όλη επιχείρηση φαίνεται από το γεγονός ότι για την εξυπηρέτησή της διατέθηκε το 10% του συνολικού τηλεπικοινωνιακού δυναμικού που υπήρχε στην περιοχή των επιχειρήσεων.

### 3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ

Τα τελευταία χρόνια συντελείτε στο χώρο των τηλεπικοινωνιών μια πραγματική επανάσταση, η οποία επηρεάζει αποφασιστικά τη ζωή όλων μας. Η τεχνολογία εξελίσσεται ταχύτατα. Νέα συστήματα και υπηρεσίες τίθενται στη διάθεση του καταναλωτή. Παράλληλα, οι ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες προσφέρονται σε όλο και χαμηλότερες τιμές. Όλα αυτά συμβαίνουν γιατί τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιείται μια μετάβαση από τα αναλογικά συστήματα και δίκτυα επικοινωνιών στα ψηφιακά.

Τι σημαίνει όμως αναλογική και ψηφιακή πληροφορία, αναλογικό και ψηφιακό σήμα, αναλογική και ψηφιακή μετάδοση δεδομένων; Κάποια δεδομένα χαρακτηρίζονται **αναλογικά** όταν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα παίρνουν συνεχείς τιμές (π.χ. φωνή, εικόνες βίντεο). Αντίθετα κάποια δεδομένα είναι **ψηφιακά** όταν μπορούν να πάρουν συγκεκριμένες διακριτές τιμές σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα (κείμενο, ακέραιοι αριθμοί). **Αναλογικό σήμα** είναι ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται μέσα σε καλώδια, οπτικές ίνες, την ατμόσφαιρα ή ακόμη και το διάστημα, ενώ το ψηφιακό σήμα είναι μια ακολουθία από διακριτικούς παλμούς τάσης. Για παράδειγμα, μια θετική τιμή τάσης μπορεί να συμβολίζει το 1 και μια αρνητική τιμή τάσης να συμβολίζει το 0. **Αναλογική μετάδοση δεδομένων** έχουμε όταν χρησιμοποιούμε αναλογικά σήματα για τη μετάδοση της πληροφορίας, ενώ προφανώς, **ψηφιακή μετάδοση** έχουμε όταν χρησιμοποιούμε ψηφιακά σήματα.

Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε ότι ακόμα και αν έχουμε μια αναλογική πηγή δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα της μετατροπής των δεδομένων σε ψηφιακά και της ψηφιακής μετάδοσης τους. Για παράδειγμα η φωνή μας όταν μιλάμε στο τηλέφωνο αποτελεί μια πηγή πληροφορίας. Όμως με τη χρήση της τεχνολογίας PCM (Pulse Code Modulation) η φωνή μας μετατρέπεται σε μια σειρά από ψηφιακούς παλμούς δηλ. γίνεται ψηφιακή. Με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας μετάδοσης δεδομένων και την ταυτόχρονη ανάπτυξη των υπολογιστών έγινε δυνατή η δημιουργία πλήθους νέων υπηρεσιών που αφορούν όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

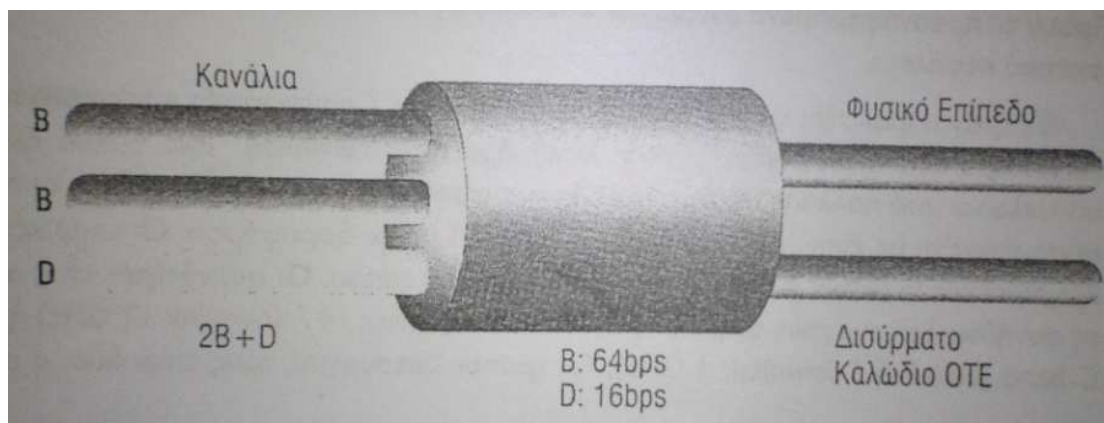
Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις διαφορετικές τεχνολογίες που κυριαρχούν στις μέρες μας καθώς και στις υπηρεσίες που σχετίζονται με τη τηλεϊατρική. Πρώτα πρώτα υπάρχει το δίκτυο **ISDN (Integrated Services Digital Network)**. Το δίκτυο αυτό είναι ένα πλήρες ψηφιακό δίκτυο από τη μια άκρη στην άλλη (end to end). Η φωνή και τα δεδομένα (data) μεταφέρονται μαζί στο κανάλι B (bearer channel) που έχει εύρος ζώνης (bandwidth) 64 Kbit/s. Υπάρχει και ένα άλλο κανάλι D που χρησιμοποιείται για σηματοδότηση και έχει εύρος ζώνης 16Kbit/s ή 64 Kbit/s.

Υπάρχουν δύο τύποι πρόσβασης σε ένα δίκτυο ISDN:

Η **Βασική Πρόσβαση** του ISDN έχει δύο κανάλια B των 64Kbit/s, (για τηλεφωνία, data, fax, οπτική τηλεφωνία) και ένα κανάλι D των 16Kbit/s, οπότε το σύνολο είναι 144Kbit/s. Η **Πρωτεύουσα πρόσβαση** προσφέρει 30 κανάλια B και 1 κανάλι D των 64Kbit/s, οπότε η ταχύτητα μετάδοσης φτάνει τα 1984 Kbit/s. Με τη βασική Πρόσβαση του ISDN μέσα από μια μόνο τηλεφωνική γραμμή μπορούμε να έχουμε τις παρακάτω υπηρεσίες:



- Δύο γραμμές ταυτόχρονης επικοινωνίας: τηλεφωνική επικοινωνία και χρήση Internet ή δύο τηλεφωνικές επικοινωνίες ή τηλεφωνική επικοινωνία και αποστολή ή λήψη fax ή τηλεφωνική και ταυτόχρονα οπτική επικοινωνία.
- Δυνατότητα διασύνδεσης και συμβατότητας με άλλα δίκτυα όπως: Internet , Δημόσιο Επιλεγόμενο Τηλεφωνικό Δίκτυο (PTSN).
- Δυνατότητα οπτικής επικοινωνίας των συνομιλητών με ταυτόχρονη δέσμευση των 2B καναλιών και με την προϋπόθεση ύπαρξης του κατάλληλου εξοπλισμού.



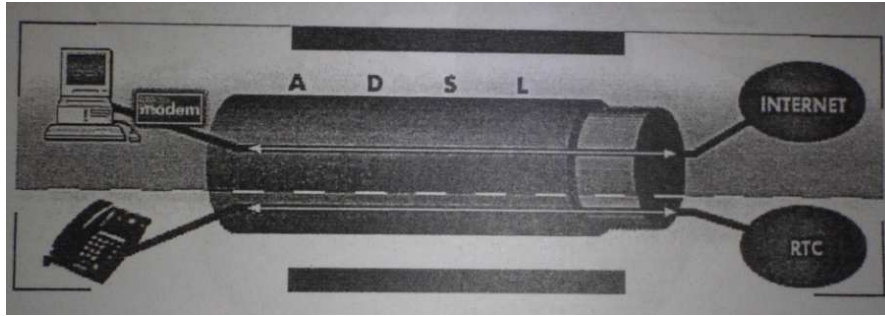
Εικόνα: Βασική Πρόσβαση ISDN

Με τη Βασική Πρόσβαση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις συνήθεις συσκευές όπως είναι το τηλέφωνο και το φαξ, αλλά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και εξειδικευμένες συσκευές για ένα δίκτυο ISDN όπως είναι τα τηλέφωνα ISDN και οι συσκευές φαξ group 4, που επιτρέπουν την ευκρινέστερη και ταχύτερη μετάδοση των φαξ.

Η βασική ISDN πρόσβαση είναι κατάλληλη για εφαρμογές κατ' οίκον νοσηλείας και για εικονοδιάσκεψη μεταξύ μονάδων υγείας (π.χ. Κέντρων Υγείας και Νοσοκομείων). Για τη ποιοτική μετάδοση εικόνας (π.χ. μετάδοση εικόνας υπερηχογραφήματος) απαιτείται η χρησιμοποίηση 3 βασικών συνδέσεων, οπότε η ταχύτητα είναι 386 kbps.

Μια άλλη τεχνολογία που είναι διαθέσιμη στη χώρα μας ονομάζεται **ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)**. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της λύσης είναι ότι χρησιμοποιεί την ήδη υπάρχουσα υποδομή των παροχέων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (π.χ. τον ήδη εγκατεστημένο χαλκό του ΟΤΕ) και προσφέρει μεγάλες ταχύτητες πρόσβασης στο Ίντερνέτ ή σε οποιοδήποτε άλλο δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλων τεχνικών διαμόρφωσης του σήματος (modulation).

Όσον αφορά στον απαιτούμενο εξοπλισμό για να λειτουργήσει το ADSL modem και ένα φίλτρο ή διαχωριστή (splitter). Το modem συνδέει τον Η/Υ ή το LAN μέσω της τηλεφωνικής γραμμής με το δίκτυο του παροχέα τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Οι splitters (διαχωριστές) διαχωρίζουν τη φωνή από τα δεδομένα, επιτρέποντας τη ταυτόχρονη μετάδοση τους πάνω από την ίδια τηλεφωνική γραμμή.

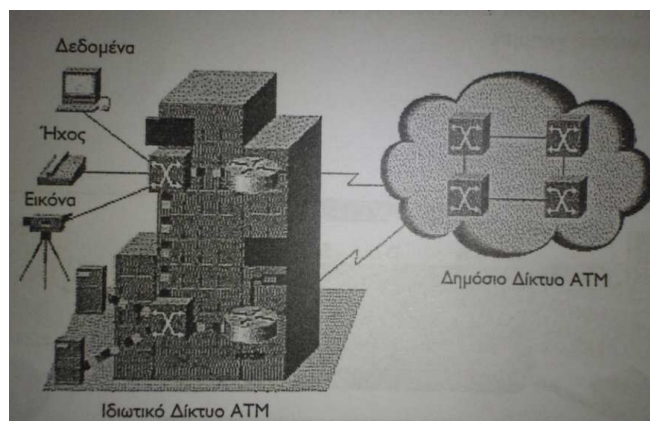


Εικόνα : Σχηματική απεικόνιση του απαιτούμενου εξοπλισμού για να λειτουργήσει το ADSL

Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω ADSL είναι οι παρακάτω:

- Πρόσβαση στο Ιντερνέτ
- Βίντεο κατά παραγγελία
- Πρόσβαση από απόσταση σε τοπικό δίκτυο (LAN)
- Υπηρεσίες πολυμέσων

Επιπλέον, μπορούμε να αναφερθούμε και στο **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**. Στο ATM αναφερόμαστε σε cells, όπως ακριβώς και στο TCP/IP που χρησιμοποιείται ευρέως στο Ιντερνέτ αναφερόμαστε σε πακέτα. Επιτρέπει τη πολυπλεξία (multiplexing) πολλών διαφορετικών συνδέσεων και χρηστών μέσα από το ίδιο καλώδιο. Το cells έχουν συγκεκριμένο μέγεθος: 53 bytes εκ των οποίων τα 48 χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση πληροφορίας (information) και τα 5 ως επικεφαλίδα (header). Προκειμένου να ταξιδέψουν τα cells από τον αποστολέα στον παραλήπτη χρησιμοποιούνται κάποιες «λογικές συνδέσεις» που λέγονται virtual channels. Μια τέτοια τεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία εξαιρετικά γρήγορων κέντρων μεταγωγής (switches). Οι υπηρεσίες που μπορούν να προσφερθούν ποικίλουν: Μπορούν να έχουν κάποια εγγυημένη σταθερή ταχύτητα ανάλογα με τη συμφωνία που έχει γίνει με το χρήστη ή να έχουν μεταβαλλόμενη ταχύτητα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του δικτύου. Κάποιες από τις προσφερόμενες υπηρεσίες μπορεί να είναι μεταφορά βίντεο σε πραγματικό χρόνο (real time video), και αξιοποιείται κυρίως μεταξύ μεγάλων νοσηλευτικών ιδρυμάτων για teleconsulation και για ιατρική εκπαίδευση, μια και τόσο το υψηλό κόστος όσο και η περιορισμένη διαθεσιμότητα, δεν επιτρέπουν ευρύτερη χρήση.



Εικόνα: Ιδιωτικό και Δημόσιο δίκτυο ATM με δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων, ήχου και εικόνας.

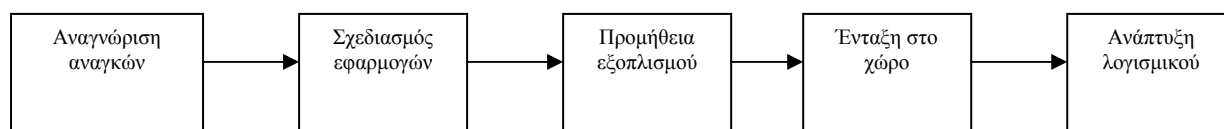
Ιδιαίτερη ανάπτυξη στις μέρες μας γνωρίζουν και τα κινητά συστήματα επικοινωνιών. Ειδικότερα το **GSM (Global System for Mobile Communications)** έχει γνωρίσει παγκόσμια εξάπλωση. Κάθε χρόνο όλο και περισσότεροι είναι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων και αναμένεται σύντομα να ξεπεράσουν σε αριθμό τους χρήστες της σταθερής τηλεφωνίας. Προκειμένου να ανταποκριθεί στις αυξημένες ανάγκες επικοινωνίας το GSM εξελίσσεται συνεχώς. Ήδη είναι διαθέσιμο το **GPRS (General Packet Radio System)** το οποίο προσφέρει σαφώς μεγαλύτερες ταχύτητες διασύνδεσης από τα 14,4 Kbit/s που ήταν μέχρι πρόσφατα διαθέσιμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε κανάλι του σταθμού βάσης (BTS) δε χρησιμοποιείται αποκλειστικά από ένα συνδρομητή αλλά από περισσότερους ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Επιπλέον κάθε συνδρομητής μπορεί να χρησιμοποιήσει ταυτόχρονα περισσότερα από ένα κανάλια ανάλογα και με τις δυνατότητες του κινητού του τηλεφώνου. Το δίκτυο GSM χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε εφαρμογές προνοσομειακής τηλεϊατρικής σε ασθενοφόρα.

Επίσης, σήμερα είναι πλέον διαθέσιμα και τα συστήματα **τρίτης γενιάς (3G)**. Αυτά περιλαμβάνουν το **EDGE** και το **UMTS**. Το πρώτο σύστημα είναι συμβατό με την υπάρχουσα υποδομή ενός δικτύου GSM και μπορεί να προσφέρει ταχύτητες της τάξης των 384 Kbit/s. Παρόμοιες υπηρεσίες μπορεί να προσφέρει και το UMTS. Το UMTS χρησιμοποιεί εντελώς διαφορετική τεχνική διαμόρφωσης σήματος (CDMA) στον αέρα απ' ότι το GSM και προσφέρει ταχύτητες από 384 Kbit/s μέχρι 2 Mbit/s ανάλογα με την απόσταση από το σταθμό βάσης. Με το UMTS αίρονται και οι περιορισμοί στην ταχύτητα, που αποτελούσαν εμπόδιο για την αξιοποίηση της κινητής τηλεφωνίας στην τηλεϊατρική. Έτσι με το UMTS, η μετάδοση εικόνας και βιοσημάτων σε πραγματικό χρόνο από ασθενοφόρα θα είναι εφικτή, ενώ η πραγματοποίηση εικονοδιασκέψεων γιατρού-ασθενούς θα είναι πλέον δυνατή και σε περίπτωση που ο ασθενής ταξιδεύει ή βρίσκεται σε διακοπές.

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθούμε και στις **δορυφορικές επικοινωνίες** και ειδικότερα στα δίκτυα **VSAT (Very Small Aperture Terminal)**. Ένα τέτοιο δίκτυο αποτελείται από πολλούς σταθμούς εδάφους ικανούς για εκπομπή και λήψη, οι οποίοι συνδέονται με έναν hub (καρδιά του δικτύου) μέσω δορυφόρου. Οι κεραιές που χρησιμοποιούν έχουν διάμετρο μεταξύ 0,6 και 3,8 μέτρα. Οι συχνότητες στις οποίες συνήθως λειτουργούν ανήκουν στην ku-band (uplink 14/ downlink 12 GHz) ή στη C-band (uplink 6 / downlink 4 GHz). Οι τρόποι λειτουργίας τους είναι δύο: ή μόνο λαμβάνουν ή εκπέμπουν και λαμβάνουν δεδομένα. Οι αρχιτεκτονικές των δικτύων τέτοιου τύπου ποικίλουν: Multipoint Network, Broadcast Networks κ.α. Ανάλογα με το διαθέσιμο εύρος ζώνης ένα τέτοιο δίκτυο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη παροχή υπηρεσιών δεδομένων, υψηλής ευκρίνειας ραδιοφωνο και υπηρεσίες βίντεο. Το V-SAT δίνει λύσεις σε εφαρμογές τηλεϊατρικής σε μικρά νησιά, όπου το δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας είναι προβληματικό, σε στρατιωτικές εφαρμογές τηλεϊατρικής και σε πλοία.

Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα τηλεϊατρικής επικεντρώνονται στην μεταφορά πληροφοριών σχετικά με τον ασθενή με στόχο τη διάγνωση, θεραπεία, παρακολούθηση και συμβουλευτική των ασθενών από τους ειδικούς. Ένας τεχνικός ορισμός της τηλεϊατρικής τεχνολογίας θα μπορούσε να περιλαμβάνει τις συσκευές και το λογισμικό που επιτρέπουν στους ειδικούς να διαγνώσουν, να θεραπεύσουν, να συμβουλευθούν και να παρακολουθήσουν τον ασθενή από απόσταση.

Για την υλοποίηση των εφαρμογών τηλεϊατρικής ακολουθούνται τα εξής βήματα :



Η αποτελεσματική λειτουργία προϋποθέτει κατάλληλη υποδομή και ανάλογο εξοπλισμό (υλικό και λογισμικό) που θα χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή, τη μετάδοση, την αποθήκευση, την επεξεργασία και την παρουσίαση ήχου-εικόνας και άλλων δεδομένων. Έτσι απαιτούνται :

1. Συσκευές λήψης , όπως ψηφιακές μηχανές , βιντεοκάμερες , ακτινολογικά μηχανήματα και συσκευές παρακολούθησης
2. Δίκτυα υπολογιστών και γραμμές τηλεπικοινωνίας.
3. Λογισμικό τηλεπικοινωνιών συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και των προγραμμάτων πλοήγησης (Browsers) στον Παγκόσμιο Ιστό.
4. Υποστήριξη διαφόρων μορφών επικοινωνίας, όπως εικονοδιάσκεψη (Video-Conferencing) εξ αποστάσεως παρακολούθηση δεδομένων και μεταφορά αρχείων, που εφαρμόζονται κατά την παροχή φροντίδας υγείας σε απομακρυσμένες περιοχές.
5. Συσκευές αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων για την αποθήκευση δεδομένων ασθενών και ψηφιακών εικόνων, όπως για παράδειγμα συστοιχίες δίσκων (disk arrays)



Οι σύγχρονες τεχνολογίες τηλεϊατρικής μπορούν να ταξινομηθούν σε 9 μεγάλες ομάδες καθεμιά από τις οποίες περιλαμβάνει συσκευές και λογισμικό.

<b>Τεχνολογίες</b>	<b>Παραδείγματα συσκευών και λογισμικού</b>	<b>Παραδείγματα Εφαρμογών</b>
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 Τηλεodontιατρική
Ψηφιακές εικόνες	Εργαλεία Μέσα (Φιλμ, μαγνητικές ταινίες) Ψηφιακές κάμερες Σαρωτές Στηθοσκόπια με κάμερα	Τηλεπαθολογία Τηλεακτινολογία Τηλεodontιατρική Τηλεδερματολογία
Υπολογιστές	Συστήματα αποθήκευσης δεδομένων Εξυπηρετητές (Servers) Λογισμικό Ενδιάμεσο λογισμικό (middleware)	Ηλεκτρονικός φάκελος Συστήματα υποστήριξης απόφασης Διαχείριση δεδομένων Εξόρυξη δεδομένων (data mining)
Δίκτυα/Διεπαφές	Κόμβοι, δρομολογητές, εξυπηρετητές, Λογισμικό συστήματος	Διαδίκτυο, τοπικό δίκτυο Μετάδοση δεδομένων
Ρομποτική / Τηλεχειρισμοί	Ιατρικά μηχανήματα Χειριστήρια Απεικονιστικά	Τηλεχειρουργική Τηλεπαθολογία
Αποθήκευση και προώθηση	Βίντεο/Κάρτες ήχου/Σαρωτής/υπολογιστής/κάμερα /μικρόφωνο/λογισμικό	Ηλεκτρονικός φάκελος Αναφορές
Προσομοίωση και Εκπαίδευση	Λογισμικό Οπτικοαουστικά	Τηλεκπαίδευση

Ωστόσο επειδή η τηλεϊατρική είναι άμεσα συνδεδεμένη με την έννοια των μεγάλων αποστάσεων, μας ενδιαφέρει περισσότερο η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών. Έτσι οι τεχνολογίες τηλεϊατρικής μπορούν να ταξινομηθούν με βάση το είδος μετάδοσης σε αποθήκευση και προώθηση (ασύγχρονη μετάδοση) και διαδραστική (Σύγχρονη μετάδοση).

Η αποθήκευση και προώθηση είναι η χαμηλότερου κόστους μέθοδος μετάδοσης σε ένα δίκτυο. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται συνήθως για τη μετάδοση ακτινολογικών εικόνων και περιλαμβάνει επίσης την μετάδοση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή κάποιο άλλου ηλεκτρονικού αρχείου. Από την άλλη πλευρά η διαδραστική μετάδοση είναι ακριβότερη γιατί απαιτεί μετάδοση ήχου βίντεο και εικόνων την ίδια στιγμή. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για διαδραστική μετάδοση περιλαμβάνουν ιδιαίτερα εξειδικευμένο εξοπλισμό. Και στους 2 τύπους μετάδοσης χρησιμοποιείται συμπληρωματικός εξοπλισμός όπως ηλεκτρονικά στηθοσκόπια, συσκευές παρακολούθησης και άλλα. Παρόλο που μερικές φορές οι δύο τρόποι μετάδοσης χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό, όταν είναι εφικτό,

προτιμάται η ασύγχρονη μετάδοση λόγω καλύτερης διαχείρισης του κόστους, ευκολότερης οργάνωσης και αυξημένης παραγωγικότητας.

Καθώς η τεχνολογία της τηλεϊατρικής εξελίσσεται, απαιτούνται δίκτυα που έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν ήχο εικόνες βίντεο και δεδομένα σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο, με μεγάλη αξιοπιστία, μικρή ανθρώπινη παρέμβαση και μικρό κόστος. Πρώτιστης σημασίας είναι το εύρος μετάδοσης που επιτρέπει σε ογκώδη δεδομένα να μεταδίδονται γρήγορα. Ανάμεσα στις διάφορες επιλογές δικτύωσης τα δορυφορικά συστήματα παρέχουν σημαντικές δυνατότητες.

Η χρήση της δορυφορικής επικοινωνίας κάνει εφικτές κάποιες εφαρμογές της τηλεϊατρικής που δεν μπορούν να υλοποιηθούν διαφορετικά: Επείγουσα ιατρική φροντίδα σε αυτοκινούμενες μονάδες, επείγουσα ιατρική φροντίδα σε φυσικές καταστροφές (σεισμούς, πλημμύρες) και φροντίδα της υγείας των αστροναυτών. Επίσης, πολλές άλλες υπάρχουσες υπηρεσίες μπορεί να βελτιωθούν με την χρήση των δορυφόρων. Βέβαια, η χρήση τους κοστίζει αρκετά και δεν είναι πάντα εφικτή.

Μια σημαντική λύση έχει δοθεί με την έλευση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας που διευκολύνουν την επικοινωνία και δίνουν τη δυνατότητα για γρήγορη πρόσβαση σε πληροφορίες.

Στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην τηλεϊατρική θα ήταν λάθος να παραλείψουμε το Διαδίκτυο. Τα χαρακτηριστικά του είναι γενικά γνωστά και το σημαντικότερο όλων είναι η διασύνδεση εκατομμυρίων υπολογιστών με διάφορες γραμμές επικοινωνίας: τηλεφωνικές γραμμές, οπτικές ίνες, μικροκύματα και δορυφόρους. Το διαδίκτυο υποστηρίζει την αποστολή και λήψη ηλεκτρονικών μηνυμάτων και τη μεταφορά αρχείων με διάφορες μεθόδους, όπως το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Protocol – FTP). Μάλιστα η ψηφιακή τεχνολογία επιτρέπει την άμεση καταγραφή των δεδομένων του ασθενή σε ένα υπολογιστή και έπειτα το διαμοιρασμό αυτών των πληροφοριών μέσω Διαδικτύου. Πολλές εφαρμογές φροντίδας υλοποιούνται στο Διαδίκτυο, ώστε να δοθεί η δυνατότητα σε πολλούς ασθενείς απομακρυσμένων περιοχών να αναζητήσουν την βοήθεια γιατρών διαφόρων ειδικοτήτων σε πραγματικό χρόνο. Άλλωστε λόγω χαμηλού κόστους το Διαδίκτυο είναι προσιτό σε πολλούς χρήστες με μακρές οικονομικές δυνατότητες.

Οι ειδικοί του χώρου της τηλεϊατρικής θεωρούν ότι οι τεχνολογίες του χώρου περνούν στην «Τρίτη γενιά» τους. Η «Πρώτη γενιά» χρονολογείται από το 1950 έως το 1989 περίπου και χαρακτηρίζεται από την μετάδοση ακτινολογικών εικόνων. Με την δεύτερη γενιά, τα συστήματα εξελίχθηκαν σε μεγάλο βαθμό με χαρακτηριστικά παραδείγματα την από απόσταση παρακολούθηση και τις τεχνολογίες μεταδόσεις ψηφιακών εικόνων. Με τα συστήματα εικονοδιάσκεψης είμαστε πλέον στην «Τρίτη γενιά» της τηλεϊατρικής τεχνολογίας. Διάφοροι παράγοντες που ωθούν στην τρίτη γενιά είναι μεταξύ άλλων οι ακόλουθοι:

- Ελάττωση του κόστους των τεχνολογιών τηλεπικοινωνίας και βελτίωση της ποιότητας.
- Ελάττωση του κόστους των συσκευών και των εφαρμογών τηλεϊατρικής
- Πρόοδος στην επίλυση προβλημάτων συμβατότητας.

- Σύγκλιση της τηλεϊατρικής τεχνολογίας με τις τηλεπικοινωνίες , το Διαδίκτυο και τις τεχνολογίες υπολογιστών.
- Αυξημένη ζήτηση από κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών για φροντίδα υψηλής ποιότητας στον τόπο διαμονής τους.
- Αλλαγή στις πολιτικές αποζημίωσης των ασφαλιστικών εταιριών.
- Αποδοχή των νέων τεχνολογιών από τους επαγγελματίες υγείας και τα εμπλεκόμενα ιδρύματα.

## **4.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ** **ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ**

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία των επικοινωνιών έχει προσφέρει έναν μεγάλο και ταυτόχρονα συνεχώς αυξανόμενο αριθμό τηλεπικοινωνιακών ευκολιών για την διανομή υπηρεσιών υγείας σε όλο τον κόσμο. Το κεφάλαιο αυτό θα μας βοηθήσει να κάνουμε την όσο το δυνατό βέλτιστη επιλογή του εξοπλισμού προκειμένου να στήσουμε ένα τηλεϊατρικό σύστημα.

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των βασικών τεχνολογιών που απαιτούνται για να στηθεί και να λειτουργήσει ένα σύστημα τηλεϊατρικής. Πρώτα παρουσιάζονται οι τύποι της πληροφορίας που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στην εφαρμογή μας αφού η μετάδοση αυτών των δεδομένων θα καθορίσει και τις απαιτήσεις σε εξοπλισμό. Επίσης συζητούνται οι τεχνικές συμπίεσης με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης. Στη συνέχεια ακολουθεί μια παρουσίαση των τηλεπικοινωνιακών επιλογών για την επίτευξη απομακρυσμένης σύνδεσης ανάμεσα σε σταθμούς εκπομπής και σταθμούς λήψης.

### **4.1. ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Σε μια πρόσωπο με πρόσωπο συμβουλευτική επίσκεψη ο γιατρός μπορεί να χρησιμοποιήσει συνδυασμό των πέντε αισθήσεων –όραση, ακοή, αφή, όσφρηση και γεύση- για να αξιολογήσει την κατάσταση ενός ασθενή. Οι πρώτες τρεις είναι αυτές που χρησιμοποιούνται συνήθως και τα δεδομένα μεταφέρονται απευθείας από τον ασθενή στον παρατηρητή. Στην τηλεϊατρική όμως τα δεδομένα από αισθητήρια πρώτα μετατρέπονται σε ηλεκτρικούς παλμούς για μετάδοση στον απομακρυσμένο γιατρό.

Μέθοδοι για τη μετατροπή ερεθισμάτων όσφρησης και γεύσης σε ηλεκτρικά σήματα είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο, ενώ η αίσθηση της αφής μπορεί να μετατραπεί επιτυχώς σε ηλεκτρικό σήμα αλλά η αντίστροφη διαδικασία είναι δύσκολη και όχι σαφώς κατανοητή. Έτσι η τηλεσυμβουλευτική βασίζεται σε δύο αισθήσεις όραση και ακοή. Η πληροφορία (χρήσιμα δεδομένα) που λαμβάνεται με αυτές τις αισθήσεις χωρίζεται σε τέσσερις τύπους:

- Κείμενο και δεδομένα
- Ήχος
- Στατική (απλή) εικόνα
- Βίντεο (ακολουθία εικόνων)

Ο παρακάτω Πίνακας δίνει παραδείγματα τηλεϊατρικής με τους αντίστοιχους τύπους δεδομένων και το μέγεθος των αρχείων σε kilobytes ή megabytes μετά την ψηφιοποίηση.

Το εύρος των ηλεκτρονικών αρχείων από τις διάφορες πηγές δείχνει την ανάγκη να επιλεγεί ο σωστός εξοπλισμός με την κατάλληλη απόδοση για τις κλινικές ανάγκες. Κατώτερη εκτίμηση ή ανώτερη εκτίμηση των προδιαγραφών των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε απογοήτευση και εγκατάλειψη μιας πολλά υποσχόμενης εφαρμογής.



Πηγή	Τύπος	Τυπικό μέγεθος αρχείου
Σημειώσεις ασθενή	Κείμενο	< 10 KB
Ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο	Ήχος	100 KB
Ακτινογραφία θώρακα	Στατική εικόνα	1 MB
Υπερηχογράφημα εμβρύου (30 s)	Βίντεο	10 MB

Πίνακας : Τυπικά παραδείγματα πληροφορίας στην τηλεϊατρική

Παρακάτω εξετάζονται με περισσότερες λεπτομέρειες τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων πληροφορίας:

### Κείμενο και δεδομένα.

Ηλεκτρονικά έγγραφα όπως εκθέσεις, αλληλογραφία ή ιατρικά αρχεία που περιέχουν κείμενο σε ASCII ή Unicode και αριθμητικά δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν απευθείας σε ψηφιακή μορφή. Το ψηφιοποιημένο αρχείο μπορεί να επεξεργαστεί με έναν επεξεργαστή κειμένου, μια βάση δεδομένων ή ένα πρόγραμμα spreadsheet αλλά αυτό σπάνια χρειάζεται αφού η μεταδιδόμενη πληροφορία είναι ανεξαιρέτως «μόνο για ανάγνωση» ('read-only'). Αν ένα έγγραφο είναι διαθέσιμο μόνο σε χαρτί τότε μπορεί να ψηφιοποιηθεί για μετάδοση με ένα scanner (π.χ. φαξ) ή με μια κάμερα εγγράφων. Αν το κείμενο δεν επιδέχεται οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR) τότε θα είναι σε μορφή εικόνας και δεν μπορεί να τροποποιηθεί με επεξεργαστή κειμένου.

Συχνά πληροφορία σε μορφή κειμένου απαιτείται πριν τη τηλεσυμβουλευτική ή αργότερα σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι πιο αποτελεσματική η αποστολή των εγγράφων με ταχυδρομείο ή ακόμα καλύτερα με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ως επισυναπτόμενα αρχεία.

### Ήχος

Το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο, γνωστό ως PSTN ή και POTS, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση ήχου (π.χ. ομιλίας) και να γίνει έτσι διάγνωση από απόσταση. Όμως η ποιότητα (ευκολία κατανόησης) και το εύρος ζώνης (ικανότητα μεταφοράς πληροφορίας) της αναλογικής τηλεφωνίας σπάνια επαρκούν στις ιατρικές εφαρμογές. Σε αντίθεση, τα ψηφιακά σήματα μπορεί να μεταδοθούν μέσω δικτύου σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς υποβάθμιση του σήματος. Τα ψηφιακά σήματα μπορούν επίσης να επεξεργαστούν για τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος.

Ειδικές κάρτες ήχου (π.χ. η κάρτα Creative Labs SoundBlaster) που μπαίνουν εύκολα σε ένα PC είναι διαθέσιμες για αυτό το σκοπό. Αφού εγκατασταθούν δεν χρειάζεται άλλος εξοπλισμός παρά μόνο ένα μικρόφωνο για τηλεσυμβουλευτική. Αυτές οι κάρτες μπορούν επίσης να λαμβάνουν σήματα ήχου απευθείας από ιατρικές περιφερειακές συσκευές όπως ο υπερηχογράφος. Στο λειτουργικό σύστημα Windows που έχουν τα περισσότερα PC s τα αρχεία ήχου κρατούνται σε WAV format για εύκολη μετάδοση και λήψη. Άλλα συστήματα χρησιμοποιούν διαφορετικά format αρχείων ήχου.

## Στατικές εικόνες

Η ποιότητα της στατικής εικόνας καθορίζεται από το μέγεθος του pixel (στοιχείο εικόνας) σε μια εικόνα και τον αριθμό των επιπέδων χρώματος ή ασπρόμαυρου. Αυτές οι παράμετροι καθορίζονται από την ποιότητα της συσκευής σάρωσης (scanner) που χρησιμοποιεί φωτοευαίσθητους, μετατροπείς διόδου συζευγμένου φορτίου για να ψηφιοποιήσει την εικόνα.

Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του pixel τόσο περισσότερα pixels υπάρχουν σε μια δεδομένη εικόνα και τόσο μεγαλύτερη η ανάλυση της εικόνας. Οι επίπεδες συσκευές σάρωσης συνήθως σκανάρουν έως 1200 σημεία (dots) ή pixels ανά ίντσα (dpi) ενώ η νέα γενιά ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές μπορούν εύκολα να παράγουν μια διαφάνεια των 35 mm με 1000x1200 pixels δηλαδή με πυκνότητα πάνω από δύο εκατομμύρια pixels. Σε κάθε pixel αποδίδεται ένας συγκεκριμένος αριθμός bits που αντιπροσωπεύουν το επίπεδο grey-scale ή χρώματος – συνήθως έως 8 bits (255 επίπεδα) για grey-scale και έως 24 bits (16,77 εκατομμύρια) για χρώμα (βάθος).

Το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να διακρίνει διαφορές στην ποιότητα για τιμές πολύ χαμηλότερες από αυτά τα επίπεδα. Όμως αν ο αριθμός των bits είναι πολύ χαμηλός τότε οι ασπρόμαυρες και έγχρωμες εικόνες χάνουν στην ανάλυση και μοιάζουν με μονόχρωμες εικόνες στις οποίες η λεπτομέρεια χάνεται σε ασχημάτιστα τετραγωνάκια. Γιατί λοιπόν δεν χρησιμοποιούμε πάντα το μέγιστο αριθμό bits; Η απάντηση είναι στο χώρο μνήμης του υπολογιστή που απαιτείται για να αποθηκευθεί μια υψηλής ανάλυσης εικόνα, στο απαιτούμενο εύρος ζώνης και στο χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά.

Για παράδειγμα, το Αμερικάνικο Κολέγιο Ακτινολόγων έχει καθορίσει δύο κατηγορίες ακτινολογικών εικόνων: μικρής ανάλυσης ή small matrix συστήματα πρέπει να ψηφιοποιούν εικόνες των 500 pixel x 500 pixel x 8 bit , ενώ υψηλής ανάλυσης ή large matrix συστήματα απαιτούν ανάλυση στα 2000 pixel x 2000 pixel x 12 bit. Έτσι ένα αρχείο στατικής εικόνας σε χαμηλή ανάλυση (υπερηχογράφημα, μαγνητική τομογραφία, πυρηνική ιατρική) έχει μέγεθος περίπου 250 KB. Ενώ μια στατική εικόνα υψηλής ανάλυσης (ψηφιοποιημένα ακτινογραφικά φιλμ και ακτινογραφία σε υπολογιστή) έχει μέγεθος 4 MB, δηλαδή 16 φορές περισσότερο.

Αν ο ακτινολόγος απαιτεί μια εικόνα έγχρωμη 24-bit υψηλής ανάλυσης το μέγεθος του αρχείου θα είναι 12 MB. Ευτυχώς σπάνια οι ακτινολόγοι απαιτούν έγχρωμες εικόνες, όμως η τηλε-δερματολογία απαιτεί υψηλή ανάλυση και βάθος χρωμάτων για να απεικονίσει καθαρά τις αλλοιώσεις του δέρματος.

Σε κάποιες περιπτώσεις μια εικόνα μπορεί να απεικονιστεί απευθείας από μια οικονομική βιντεοκάμερα ή από την έξοδο βίντεο μιας ιατρικής συσκευής όπως είναι ο υπερηχογράφος. Το σήμα της κάμερας τροφοδοτείται στη συνέχεια σε ένα PC μέσω μιας κάρτας βίντεο και με τη χρήση λογισμικού μετατρέπεται σε στατικές εικόνες. Αν απαιτούνται εικόνες υψηλής ανάλυσης τότε ο εξοπλισμός είναι πιο ακριβός αν και οι τιμές έχουν πτωτική τάση.

## Βίντεο

Στην αντίληψη μας για το βίντεο καθοριστικό ρόλο έχει παίξει η τηλεόραση, σε βαθμό που μια εικονοδιάσκεψη μεταξύ ασθενή ή φροντιστή και γιατρού θεωρείται κοινή πρακτική στην τηλεϊατρική. Για παράδειγμα όταν χρειάζεται βίντεο για να μεταφερθεί η κινητικότητα ενός ασθενή μετά από αντικατάσταση ισχίου συνήθως

χρησιμοποιείται ένα εμπορικό σύστημα εικονοδιάσκεψης παρά ένα πιο ακριβό σύστημα εκπομπής τηλεόρασης. Η έξοδος από τέτοια συστήματα πλησιάζουν την ποιότητα εκπομπής.

Ένα σημαντικό θέμα για διεθνείς τηλεσυμβουλεύσεις είναι η συμβατότητα των αναλογικών σημάτων βίντεο, και κατ' επέκταση ο εξοπλισμός βίντεο στις διάφορες χώρες. Υπάρχουν δύο format που χρησιμοποιούνται ευρέως για αναλογικό βίντεο:

- Το σύστημα NTSC (National Television Standards Committee) που χρησιμοποιείται στη Βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία και έχει 525 γραμμές ανά εικόνα και frame rate 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.
- Το σύστημα PAL (Phase Alternating Line) που χρησιμοποιείται στη Δυτική Ευρώπη, στην Αυστραλία και την Ασία και έχει 625 γραμμές ανά εικόνα και frame rate 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.

Οι περισσότερες σύγχρονες τηλεοράσεις και τα βίντεο έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν το σήμα από το ένα σύστημα στο άλλο. Το format CIF (Common Intermediate Format) δημιουργήθηκε για να παρέχει συμβατότητα ανάμεσα σε NTSC και PAL και προσφέρει χαμηλότερη ανάλυση 288 γραμμών ανά εικόνα και 30 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.

#### **4.2. ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Συμπίεση δεδομένων είναι η επεξεργασία της αρχικής πληροφορίας με σκοπό να καταλαμβάνει μικρότερη χωρητικότητα από ότι αρχικά. Συμπίεση μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε είδους δεδομένα δηλαδή, data, ήχου, στατικής και κινούμενης εικόνας. Η συμπίεση δεδομένων για την τηλεϊατρική είναι κρίσιμο ζήτημα και ο λόγος είναι ότι ο όγκος της πληροφορίας που πρέπει να διακινηθεί αλλά και να αποθηκευτεί είναι τεράστιος.

Η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση software και αυτές τις μεθόδους τις προτιμάμε συνήθως για συμπίεση κειμένου και στατικής εικόνας, ενώ η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιηθεί ταχύτερα με την χρήση Hardware, όπου την προτιμάμε για τις περιπτώσεις συμπίεσης video, ομιλίας, και ήχου.

Η συμπίεση μπορεί να είναι χωρίς απώλειες, οπότε ο αλγόριθμος συμπίεσης/ αποσυμπίεσης (*codec*) είναι αντιστρέψιμος χωρίς την απώλεια δεδομένων ή της πλήρους ανάλυσης της αρχικής εικόνας. Εναλλακτικά ο αλγόριθμος μπορεί να έχει απώλειες οπότε δεδομένα χάνονται για να επιτευχθεί μεγαλύτερος βαθμός συμπίεσης και η αποσυμπίεση δε μπορεί να ανακτήσει την αρχική εικόνα σε πλήρη μορφή. Συνήθως ο βαθμός απώλειας συμπίεσης είναι 1,5-3:1 ενώ το ισοδύναμο απώλειας μπορεί να φτάσει την αναλογία 20 ή ακόμα και 100:1. Με εξαίρεση κάποιες ακτινολογικές εφαρμογές, οι απώλειες συμπίεσης είναι αποδεκτές στην τηλεϊατρική.

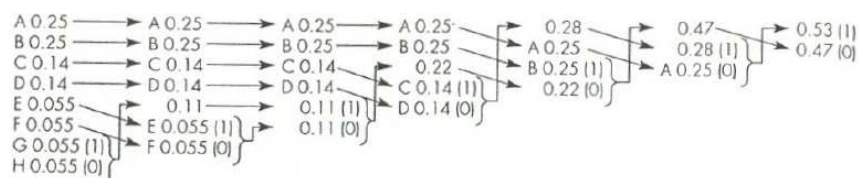
Τύπος δεδομένων	Μέγεθος στατικής εικόνας	Μέγεθος ασυμπίεστου αρχείου (MB)	Μέγεθος συμπίεσμένου αρχείου (KB)	Βαθμός συμπίεσης
Ακτινογραφία	2000x2000x12	5,7	285	20:1
Εικόνα μικροσκοπικής παθολογίας	800x600x24	1,44	96	15:1
Δερματολογική εικόνα	1280x1024x24	3,9	980	4:1
Σετ CT εικόνων (20 εικόνες)	256x256x8	1,3	650	2:1

Πίνακας : Τυπικά παραδείγματα δεδομένων τηλειατρικής και βαθμός συμπίεσης

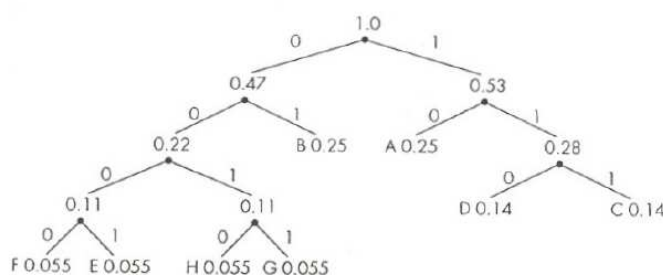
## Συμπίεση κειμένου

### «Στατική κωδικοποίηση Huffman»

Με την μέθοδο της στατικής κωδικοποίησης Huffman πρέπει να υπάρχει μια εκ' των προτέρων γνώση για την στατιστική εμφάνιση του κάθε χαρακτήρα. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή κατασκευάζεται ένα «λεξικό» που αποτελείται από τους κώδικες των γραμμάτων. Τα κωδικογράμματα δεν έχουν σταθερό μήκος. Γράμματα που εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα στο κείμενο κωδικοποιούνται με κωδικογράμματα μικρότερου μήκους. Επιπλέον η στατική κωδικοποίηση κατά Huffman έχει την prefix ιδιότητα, που σημαίνει ότι τα κωδικογράμματα μικρότερου μήκους δεν αποτελούν ποτέ αρχή κωδικογραμμάτων μεγαλύτερου μήκους. Επομένως δεν υπάρχει η πιθανότητα να συμβεί κάποιο σφάλμα στην αποκωδικοποίηση. Για την αποστολή του συμπίεσμένου κειμένου αποστέλλεται πρώτα το λεξικό για να μπορέσει να κάνει την «μετάφραση ο αποκωδικοποιητής», και κατόπιν αποστέλλεται η συμπίεσμένη πληροφορία.



A = (0) (1) → 10  
 B = (1) (0) → 01  
 C = (1) (1) (1) → 111  
 D = (0) (1) (1) → 110  
 E = (1) (0) (0) (0) → 0001  
 F = (0) (0) (0) (0) → 0000  
 G = (1) (1) (0) (0) → 0011  
 H = (0) (1) (0) (0) → 0010



Σχήμα: Παράδειγμα κωδικοποίησης κατά Huffman

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει εκ' των προτέρων γνώση για την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε συμβόλου μπορούμε να εφαρμόσουμε την δυναμική κωδικοποίηση Huffman. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο κάθε σύμβολο που εμφανίζεται για πρώτη φορά αποστέλλεται ασυμπίεστο. Στην συνέχεια κατασκευάζεται δυναμικά το λεξικό της κωδικοποίησης και ο κάθε χαρακτήρας κωδικοποιείται εκείνη την στιγμή σύμφωνα με την κωδικοποίηση που υπάρχει εκείνη την στιγμή το λεξικό. Η κωδικοποίηση αυτή μεταβάλλεται για το κάθε γράμμα μέχρι και με την αποστολή του τελευταίου συμβόλου.

### Συμπίεση στατικής εικόνας

Η στατική εικόνα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τις **graphical εικόνες** ενώ η δεύτερη τις **digitized εικόνες**. Και οι δύο μπορούν να αναπαρασταθούν με την μορφή δισδιάστατου πίνακα. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι graphical εικόνες δημιουργούνται με την παραγωγή κώδικα, ενώ οι digitized όχι.

Στις εφαρμογές τηλεϊατρικής ασχολούμαστε κατά κύριο λόγο με τις digitized εικόνες.

#### *JPEG (Joint Photographic Expert Group)*

- Υπάρχουν διάφορες μορφές αυτής της κωδικοποίησης. Η πιο διαδεδομένη και εφαρμόσιμη έκδοση η οποία εφαρμόζεται τόσο στην ασπρόμαυρη όσο και στη έγχρωμη εικόνα είναι η baseline mode – lossy sequential mode.
- Υπάρχουν πέντε στάδια για να γίνει η κωδικοποίηση: 1)image 2) block preparation 3) Forward DCT 4) Quantization 5) Entropy encoding 6) Framebuilding.
- Σύμφωνα με την Jpeg κωδικοποίηση η αρχική εικόνα χωρίζεται σε blocks. Στην περίπτωση της έγχρωμης εικόνας τα blocks εφαρμόζονται και στους τρεις πίνακες των χρωμάτων (RGB). Στην συνέχεια μετασχηματίζεται το κάθε block με τον μετασχηματισμό DCT. Ακολουθεί το στάδιο του quantization με το οποίο αποκόπτουμε συχνότητες από τους μετασχηματισμένους πίνακες οι οποίες δεν είναι ορατές από το ανθρώπινο μάτι. Στα δεδομένα που προκύπτουν εφαρμόζεται εντροπική κωδικοποίηση και τέλος κατασκευάζονται τα frames τα οποία θα αποσταλούν. Στον αποκωδικοποιητή εφαρμόζεται η αντίστροφη ακριβώς διαδικασία.

### Συμπίεση Video

Το video μαζί με τον ήχο που περικλείει μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα πλήθος εφαρμογών που αφορούν την τηλεϊατρική. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν το videoconferencing, η αποστολή video ιατρικής εικόνας δια μέσω δικτύου. Μια άλλη εφαρμογή επίσης θα μπορούσε να είναι η απομακρυσμένη πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων που περιέχει ιατρική video εικόνα, με δυνατότητα επιλογής στιγμιότυπων με έλεγχο από μακριά.

Η video εικόνα συνήθως λαμβάνεται σε αναλογική μορφή και κατόπιν ψηφιοποιείται. Η μορφή που θα γίνει η ψηφιοποίηση καθώς και η συχνότητα αλλαγής των στιγμιότυπων (frames) καθορίζουν και την ποιότητα της ψηφιακής πλέον εικόνας. Σε κάθε περίπτωση πάντως η μετάδοση ασυμπέστου video είναι μια πράξη ασύμφορη και χρονοβόρα. Για την συμπίεση της video εικόνας έχουν προταθεί αρκετοί τρόποι πολλοί από τους οποίους σήμερα αποτελούν διεθνή standards.

### **Πώς συμπιέζεται η εικόνα**

Μιλώντας για εικόνα video στην ουσία μιλάμε για μια ακολουθία στατικών εικόνων οι οποίες εναλλάσσονται πολύ γρήγορα έτσι ώστε το ανθρώπινο μάτι να αντιλαμβάνεται ότι έχουμε κινούμενη εικόνα. Οι εικόνες που εναλλάσσονται ονομάζονται frames. Ένας απλός τρόπος λοιπόν για να συμπίεσουμε την εικόνα video είναι να συμπίεσουμε την κάθε μία από τις στατικές εικόνες που αποτελούν την κινούμενη εικόνα. Ο τρόπος αυτός συμπίεσης ονομάζεται moving JPEG ή MJPEG. Με αυτόν τον τρόπο όμως θα πετύχουμε συμπίεση η οποία θα είναι σε ποσοστό 10:1 ή 20:1. Το ποσοστό αυτό συμπίεσης όμως δεν είναι ικανοποιητικό αν φανταστούμε για παράδειγμα ότι για παράδειγμα για μια σκηνή 3 sec κινούμενης εικόνας εναλλάσσονται 180 frames.

Θα πρέπει να αναζητήσουμε λοιπόν άλλες μεθόδους για να καταφέρουμε να συμπίεσουμε την εικόνα μας ικανοποιητικά. Η ζητούμενη μέθοδος λοιπόν στηρίζεται στο γεγονός ότι σε κάθε αλλαγή frame το πλάνο χωρίζεται στα τμήματα εκείνα που μένουν ακίνητα με την αλλαγή των frames και στα αντικείμενα εκείνα τα οποία κινούνται. Η καινούργια πληροφορία προέρχεται μόνον από τα αντικείμενα εκείνα τα οποία μεταβάλλουν την κίνησή τους ενώ το ακίνητο σκηνικό θα μπορούσε να μεταδοθεί μία και μόνο φορά μέχρι την στιγμή που θα αλλάξει το πλάνο ή μέχρι την στιγμή που και αυτό θα μεταβάλει την κίνησή του.

Η τεχνική που χρησιμοποιείται ώστε να δείξει την συσχέτιση που έχουν γειτονικά frames στηρίζεται στην πρόβλεψη του περιεχομένου πολλών από τα frames. Η πρόβλεψη αυτή γίνεται από έναν συνδυασμό από προηγούμενα frames και μερικές φορές και από επόμενα. Η ακρίβεια της πρόβλεψης αξιολογείται από την ακρίβεια που θα προσεγγίσουμε την κίνηση ενός αντικειμένου. Η ενέργεια αυτή είναι γνωστή ως motion estimation. Η πληροφορία που στέλνεται είναι μερικά frames συμπεσμένα αυτούσια και τα υπόλοιπα τα οποία περιέχουν την πληροφορία ενός πραγματικού frame αν αφαιρέσουμε την πληροφορία που έχουμε προβλέψει για το συγκεκριμένο frame.

Επειδή η πρόβλεψη τα θέσης των κινούμενων αντικειμένων δεν είναι πάντα απόλυτα σωστή χρειάζεται να αποστείλουμε και συμπληρωματικές πληροφορίες για την σωστή θέση του κινούμενου αντικειμένου. Η πληροφορία αυτή αποτελείται από την διαφορά της πραγματικής θέσης του αντικειμένου από αυτήν που εμείς είχαμε προβλέψει. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται motion compensation.

### **MPEG**

Το Motion Pictures Experts Group έθεσε τα πρότυπα για την κωδικοποίηση (συμπίεση) πολυμεσικών εφαρμογών που σχετίζονται με την μετάδοση video σε συνδυασμό με τον ήχο. Στην τηλεοπτική η μετάδοση αποσπασμάτων video τόσο σε πραγματικό όσο και σε μη πραγματικό χρόνο αποτελεί ένα πολύ σπουδαίο εργαλείο, κυρίως για τις εφαρμογές της τηλεχειρουργικής, της τηλεψυχιατρικής αλλά και της

τηλεσυνδιάσκεψης με σκοπό την εκπαίδευση προσωπικού σε θέματα υγείας. Οι μορφές κωδικοποίησης MPEG οι οποίες χρησιμοποιούμε στην τηλεοπτική είναι:

- MPEG 1: πρόκειται για εικόνα η οποία μπορεί να φτάσει σε ανάλυση τα 352x288 pixels. Είναι κατάλληλο για αποθήκευση VHS ποιότητας ήχου και εικόνας σε ψηφιακή μορφή. Η ταχύτητα με την οποία μπορούμε να αποσυμπιέσουμε στη συνέχεια την κωδικοποιημένη πληροφορία φτάνει τα 1.5 Mbps, ταχύτητα όχι και τόσο ικανοποιητική.
- MPEG 2: Η μορφή αυτή είναι κατάλληλη για κωδικοποίηση και μεταφορά ποιότητας studio ήχου και εικόνας. Το format αυτό καλύπτει 4 μορφές ανάλυσης:

-Low: Καλύπτει ανάλυση 352x288 pixels. Είναι συμβατό με το πρότυπο MPEG 1 και παράγει ποιότητα εικόνας VHS. Ο ήχος που παράγεται είναι ποιότητας CD ενώ η ταχύτητα πρόσβασης είναι τα 4 Mbps.

-Main: Η ανάλυση που καλύπτει είναι τα 720x576 pixels. Παράγει studio ποιότητα εικόνας ενώ παράγει πολυκάναλο ήχο ποιότητας CD. Η ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 15Mbps ή τα 20 Mbps.

-High 1440: Καλύπτει ανάλυση 1440x1152 pixels. Προορίζεται για την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) και ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 60 ή τα 80 Mbps.

-High: Καλύπτει ανάλυση 1920x1152 pixels. Προορίζεται για την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας με ευρεία οθόνη (wide screen High Definition TV). Εδώ η ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 80 ή τα 100 Mbps.

- MPEG 4: Σχετίζεται με την δυνατότητα να μεταδίδουμε ήχο και εικόνα από κανάλια που έχουν πολύ χαμηλό εύρος ζώνης (4.8 – 64 Kbps).

### **Πως γίνεται η συμπίεση**

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο η κινούμενη εικόνα αποτελείται στην ουσία από μια σειρά στατικών εικόνων οι οποίες εναλλάσσονται γρήγορα μπροστά από τον θεατή. Πόσο διαφορετικές όμως είναι αυτές οι εικόνες μεταξύ τους; Στην ουσία αυτό που συμβαίνει ή ότι οι εικόνες αυτές ή αλλιώς τα στιγμιότυπα αυτά μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους αφού εάν το πλάνο παραμένει σταθερό, υπάρχει ένα κομμάτι στην εικόνα το οποίο δεν μεταβάλλεται ενώ κάποια στοιχεία στην εικόνα μεταβάλλονται με την έννοια της μετακίνησης. Για παράδειγμα ένα αυτοκίνητο το οποίο τρέχει μπροστά από ένα κτίριο, για όσο χρονικό διάστημα κρατάει αυτή η σκηνή το κτίριο παραμένει σταθερό και αμετακίνητο καθ' όλη τη διάρκεια, ενώ το αυτοκίνητο μετακινείται μέσα στο πλάνο προς τα μία κατεύθυνση. Μια τυπική τιμή εναλλαγής των καρέ είναι τα δεκαπέντε καρέ το δευτερόλεπτο ενώ η συγκεκριμένη σκηνή μπορεί να διαρκέσει αρκετό χρονικό διάστημα.

Αν εμείς, για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί αυτή σκηνή κωδικοποιήσουμε μόνο τις μετακινήσεις που γίνονται ενώ κωδικοποιήσουμε μία μόνο φορά το στατικό κομμάτι της εικόνας έχουμε τεράστιο κέρδος. Επιπλέον οι μετακινήσεις μπορούν να κωδικοποιηθούν με την χρήση διανυσμάτων. Το συμπέρασμα που μπορούμε να

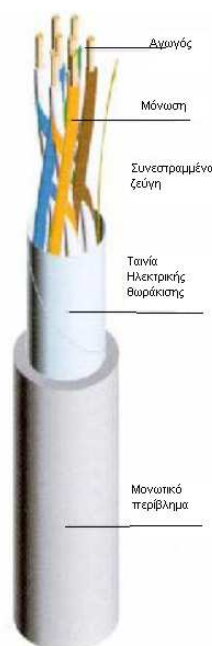
βγάλουμε εύκολα από τα παραπάνω είναι ότι η συμπίεση για παράδειγμα μιας ταινίας θα απαιτούσε την γνώση του περιεχομένου αυτής, αφού σε κάθε καινούργιο πλάνο θα πρέπει να κωδικοποιήσουμε ξανά ολόκληρη την σκηνή μιας και δεν θα υπάρχει πλέον σταθερό κομμάτι της εικόνας. Αυτό είναι κάτι το οποίο δεν μας ικανοποιεί αφού η κωδικοποίηση video θα πρέπει να γίνεται ανεξάρτητα του περιεχομένου του. Τα frames (καρέ) κωδικοποιούνται είτε ως I frames (Intracoded frames) τα οποία κωδικοποιούνται ανεξάρτητα, είτε ως Predictive frames τα οποία χωρίζονται στα P (predictive) και τα B (bidirectional) frames.

### **4.3.ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

#### Καλώδια διπλής σύζευξης (Twisted pair)

Πρόκειται για το απλούστερο και φθηνότερο μέσο που μπορεί να χρησιμοποιήσει κανείς για τηλεπικοινωνιακή ζεύξη δύο σημείων. Προκειμένου να επιτευχθεί η ζεύξη χρησιμοποιούνται συνήθως δύο συρμάτινοι αγωγοί μονωμένοι μεταξύ τους. Το ζεύγος είναι ιδανικό για χρήση σε ζεύξεις μικρών αποστάσεων λόγω του μικρού του κόστους και της εύκολης χρήσης του. Προκειμένου να περιοριστεί η λήψη ανεπιθύμητων σημάτων (ηλεκτρονικός θόρυβος) οι δύο συρμάτινοι αγωγοί είναι συνεστραμμένοι μεταξύ τους. Τα καλώδια που περιέχουν ζεύγη συναντώνται στις συνδέσεις μεταξύ τηλεφώνων, ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ., ενώ χρησιμοποιούνται στη μετάδοση αναλογικών σημάτων αλλά και ψηφιακών σημάτων.

Τα καλώδια διπλής σύζευξης υπάρχουν στις μορφές: STP (Shielded Twisted Pair), UTP (Unshielded Twisted Pair) και FTP (Foiled Twisted Pair). Το εύρος ζώνης που μεταφέρουν εξαρτάται από το πάχος του καλωδίου και την απόσταση, αλλά συνήθως αρκετά Mbps μπορούν να επιτευχθούν σε αρκετά χιλιόμετρα. Για μεταφορά αναλογικού σήματος χρειάζεται ενίσχυση κάθε 5-6 Km ενώ για μεταφορά ψηφιακού σήματος κάθε 2-3 Km. Λόγω του χαμηλού κόστους και της ικανοποιητικής απόδοσης η εφαρμογή τους είναι ευρεία.



Εικόνα : Θωρακισμένο καλώδιο με πολλαπλά συνεστραμμένα ζεύγη χάλκινων αγωγών.



Τα δισύρματα καλώδια μπορούν να μεταδώσουν σήματα με συχνότητα μερικών εκατοντάδων MHz. Σήματα με μεγαλύτερη συχνότητα είναι αδύνατον να μεταδοθούν μέσα από τα καλώδια αυτά. Η ακριβής τιμή της μέγιστης συχνότητας, η οποία μπορεί να μεταδοθεί από ένα δισύρματο καλώδιο, εξαρτάται από τις διαστάσεις των αγωγών και ονομάζεται **εύρος ζώνης** (bandwidth). Το εύρος ζώνης μεγαλώνει όσο μεγαλώνει και η διάμετρος του κάθε χάλκινου αγωγού. Ανάλογα με τη μέγιστη συχνότητα μετάδοσης τα καλώδια με χάλκινα συνεστραμμένα ζεύγη χωρίζονται στις κατηγορίες που φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα. Η πιο συνηθισμένη είναι η κατηγορία 5 που χρησιμοποιείται ευρύτατα στα δίκτυα υπολογιστών.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
3	Μέγιστη συχνότητα 16 MHz
4	Μέγιστη συχνότητα 20 MHz
5	Μέγιστη συχνότητα 100 MHz
6	Μέγιστη συχνότητα 250 MHz
7	Μέγιστη συχνότητα 600 MHz
Προδιαγραφές καλωδίων σύμφωνα με το ISO/IEC 11801 και ANSI/TIA/EIA-568	

Πίνακας : Κατηγορίες χάλκινων συνεστραμμένων ζευγών

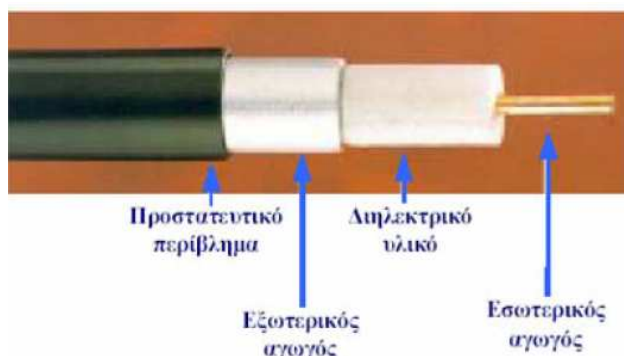
### Ομοαξονικό καλώδιο

Ένα άλλο φυσικό μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται στα δίκτυα αλλά και σε άλλες εφαρμογές (για παράδειγμα στη καλωδιακή τηλεόραση), είναι το ομοαξονικό καλώδιο. Το ομοαξονικό καλώδιο λόγω της κατασκευής του παρουσιάζει σημαντικά καλύτερη συμπεριφορά στα εξής:

- α) επιτρέπει τη μετάδοση αναλογικών σημάτων με μεγάλο εύρος ζώνης, τυπικά 500 MHz,
- β) επιτρέπει τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων με υψηλό ρυθμό μετάδοσης, 10 εκατομμύρια bit ανά δευτερόλεπτο (10·10<sup>9</sup>bit/s ή 10Gbit/s ή 10Gb/s ή 10Gbps, Giga bit per second),
- γ) έχει μικρότερη εξασθένηση και επομένως μπορεί να μεταδώσει ένα σήμα σε μεγάλη απόσταση,
- δ) παρουσιάζει μεγαλύτερη αναισθησία στο θόρυβο,
- ε) είναι ασφαλές.

Όπως φαίνεται και στην παρακάτω Εικόνα ένα ομοαξονικό καλώδιο σχηματίζεται από δύο αγωγούς με κυλινδρικό σχήμα. Ο εσωτερικός αγωγός είναι μέσα στον εξωτερικό κατά τέτοιον τρόπο, ώστε ο δεύτερος να περιβάλλει πλήρως τον πρώτο. Ακριβώς, επειδή οι δύο αγωγοί έχουν κοινό άξονα, τα καλώδια αυτού του τύπου ονομάζονται ομοαξονικά.

Οι δύο αγωγοί διαχωρίζονται πλήρως μεταξύ τους με τη χρήση ενός μονωτικού υλικού, το οποίο από τη μία αποτρέπει την αγωγή επαφή μεταξύ τους και από την άλλη επιτρέπει τη διάδοση του σήματος. Τα μονωτικά αυτά υλικά ονομάζονται διηλεκτρικά. Εξωτερικά το καλώδιο περιβάλλεται από ειδικό μονωτικό και προστατευτικό περίβλημα.



Εικόνα: Ομοαξονικό καλώδιο

Η μετάδοση του σήματος στα ομοαξονικά καλώδια γίνεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται στο διηλεκτρικό υλικό με συνεχείς ανακλάσεις μεταξύ των δύο αγωγών του καλωδίου. Ακριβώς λόγω της κατασκευής του, το εσωτερικό του ομοαξονικού καλωδίου, μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η διάδοση, επιδέχεται ελάχιστο θόρυβο. Ελάχιστη είναι επίσης και η επίδραση εξωτερικών παρεμβολών. Για το λόγο αυτό το ομοαξονικό καλώδιο προσφέρεται για ασφαλείς μεταδόσεις. Ο εξωτερικός αγωγός του καλωδίου κατά τη σύνδεσή του στις διάφορες συσκευές συνήθως γειώνεται και τότε ονομάζεται εξωτερικός αγωγός γης.

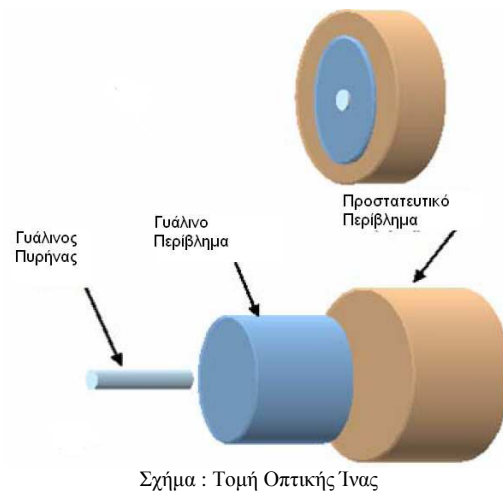
Τα ομοαξονικά καλώδια χρησιμοποιούνται για μετάδοση τόσο αναλογικών όσο και ψηφιακών σημάτων. Αν κάποια εφαρμογή απαιτεί ζεύξεις μεγάλων αποστάσεων, είναι απαραίτητη η χρήση ενισχυτών – αναμεταδοτών ανά τακτά διαστήματα. Λόγω των ιδιοτήτων τους αυτών χρησιμοποιούνται σε πολλαπλές εφαρμογές, όπως σε τοπικά δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών, σε υπεραστικές συνδέσεις του τηλεφωνικού δικτύου αλλά και στην καλωδιακή τηλεόραση.

Ένα μειονέκτημα των ομοαξονικών καλωδίων είναι ότι λόγω της κατασκευής τους είναι αρκετά άκαμπτα και απαιτούν επίσης ειδικούς συνδετήρες (connectors) για να συνδεθούν με τις διάφορες τερματικές συσκευές. Σήμερα μπορεί να συναντήσει κανείς πληθώρα ομοαξονικών καλωδίων με διαμέτρους που ξεκινούν από 0,5 και φτάνουν τα 3 εκατοστά. Σύμφωνα με την τυποποίηση τους τα ομοαξονικά καλώδια χαρακτηρίζονται από τα αρχικά RG και αριθμούς που προσδιορίζουν τη διάμετρο του εσωτερικού αγωγού τους και το είδος του διηλεκτρικού υλικού που υπάρχει μεταξύ των δύο αγωγών.

### Οπτικές ίνες

Οι οπτικές ίνες είναι νέοι τρόποι μετάδοσης δεδομένων με την χρήση φωτός. Έχουν τρία χαρακτηριστικά μέρη: πηγή φωτός, μέσω μεταφοράς, ανιχνευτής. Ένας παλμός φωτός δίνει 1 bit και η απουσία φωτός 0 bit. Το μέσο μεταφοράς είναι μια πολύ λεπτή ίνα γυαλιού και ο ανιχνευτής δίνει ένα ηλεκτρικό παλμό όταν φως πέφτει σε αυτόν. Τοποθετώντας μια οπτική πηγή στην μια άκρη της ίνας και ένα ανιχνευτή

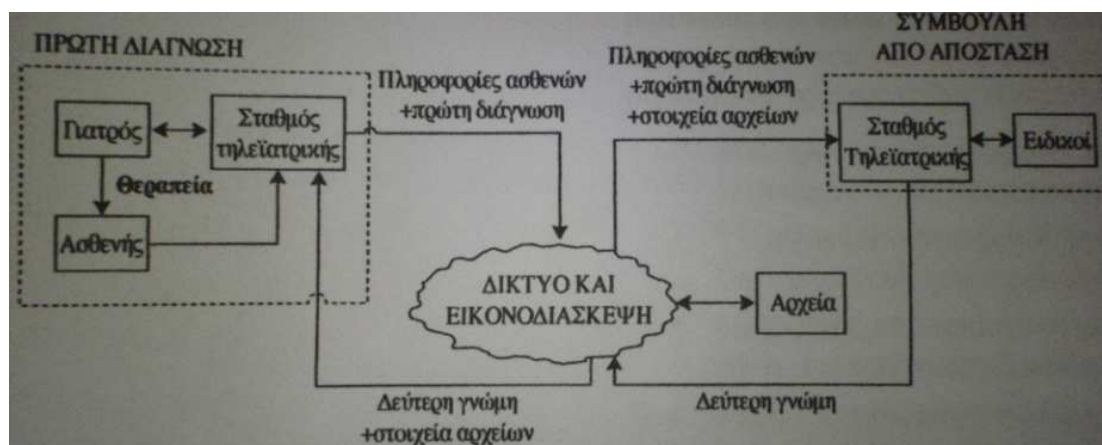
στην άλλη, έχουμε ένα απλό σύστημα μεταφοράς οπτικών παλμών που μετατρέπονται στην έξοδο σε ηλεκτρικούς παλμούς.



## 5.ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ

### 5.1.Τηλεσυμβουλευτική και τηλεδιάγνωση

Με τον όρο Τηλεσυμβουλευτική εννοούμε το διαμοιρασμό ιατρικών εικόνων και άλλων δεδομένων του ασθενή μεταξύ του γιατρού που τον εξετάζει και ενός ή περισσοτέρων ειδικών, οι οποίοι βρίσκονται σε άλλες περιοχές. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα. Σε αυτή την περίπτωση η πρώτη διάγνωση γίνεται από τον κατά τόπο γιατρό, ενώ οι ειδικοί τον βοηθούν να καταλήξει σε μια πιο ακριβή διάγνωση.



Σχήμα : Τηλεσυμβουλευτική. Ο τοπικός γιατρός κάνει την πρώτη διάγνωση, διοχετεύει τις πληροφορίες στους ειδικούς και εκείνοι χρησιμοποιώντας επιπλέον στοιχεία (από αρχεία και πληροφορίες του ασθενή) τον συμβουλεύουν προς την ορθή κατεύθυνση. Στην τηλεδιάγνωση η πρώτη διάγνωση γίνεται από τους ειδικούς και ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία.

Οι ειδικοί αξιολογούν τα δεδομένα που λαμβάνουν και ανατρέχουν σε προυπάρχουσες πληροφορίες του ασθενή που είναι αποθηκευμένες στο σύστημα του ηλεκτρονικού φακέλου, στα συστήματα αρχειοθέτησης και διαχείρισης εικόνων και σε άλλα συστήματα. Η επικοινωνία μεταξύ του τοπικού γιατρού και των ειδικών μπορεί να γίνει και σε περιβάλλον εικονοδιάσκεψης, ιδιαίτερα όταν απαιτείται αμεσότητα στην επικοινωνία.

Η τηλεδιάγνωση ομοίως αναφέρεται στο διαμοιρασμό ιατρικών εικόνων και άλλων δεδομένων του ασθενή μεταξύ του γιατρού που τον εξετάζει και ενός ή περισσοτέρων ειδικών, αλλά η πρώτη διάγνωση γίνεται από τους ειδικούς. Είναι αυτονόητο ότι στην τηλεδιάγνωση η απώλεια πληροφοριών κατά την μετάδοση όπως η κακή ποιότητα στην εικόνα, είναι απαγορευτική. Η τηλεδιάγνωση μπορεί να εφαρμοστεί ιδιαίτερα σε επείγουσες περιπτώσεις που δεν υπάρχει κάποιος γιατρός παρών στο περιστατικό και πρέπει να γίνει άμεση εκτίμηση τόσο της κατάστασης του ασθενή όσο και της ανάγκης μεταφοράς του σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο.

Οι εφαρμογές της τηλεδιάγνωσης και της Τηλεσυμβουλευτικής είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την Ελλάδα καθώς η γεωγραφική της κατανομή απαιτεί σύγχρονους τρόπους πρόσβασης απομακρυσμένων και δύσβατων περιοχών που δεν διαθέτουν εξειδικευμένο ή οποιοδήποτε ιατρικό προσωπικό. Όταν η τηλεδιάγνωση πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο γεννώνται σημαντικά οφέλη και για την προνοσοκομειακή επείγουσα ιατρική, όπως για τη διακομιδή με ελικόπτερο σε νησιωτική περιοχή.

Η τηλεδιάγνωση βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους τομείς της ιατρικής επιστήμης όπως την καρδιολογία (τηλεκαρδιολογία) και την ακτινολογία (τηλεακτινολογία), την πνευμονολογία (τηλεπνευμονολογία) και την παθολογία (τηλεπαθολογία). Τέλος, ο συνδυασμός προηγμένων υπηρεσιών τηλεπαρακολούθησης και τηλεδιάγνωσης ευνοεί τη δυνατότητα τηλεδιαχείρισης των διαγνωστικών και θεραπευτικών διαδικασιών.

## 5.2.Συνεργατική διάγνωση

Πολλές φορές για να γίνει η τελική διάγνωση της κατάστασης ενός ασθενή, είναι απαραίτητο να συνεργάζονται γιατροί διαφορετικών ειδικοτήτων που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες. Είναι αυτονόητο ότι σε σοβαρές περιπτώσεις η διάγνωση πρέπει να γίνεται γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια. Η συνεργατική διάγνωση, ως εφαρμογή της Τηλεϊατρικής, δίνει την λύση σε αυτή την περίπτωση. Οι συνεργαζόμενοι γιατροί χρησιμοποιούν την τεχνολογία της τηλεϊατρικής και ανταλλάσσουν πληροφορίες, όπως εικόνες και εργαστηριακά δεδομένα ασθενή, και παρουσιάζουν τις απόψεις τους. Ακολουθώντας, καταλήγουν σε μια κοινή απόφαση, όχι μόνο για την νόσο αλλά και για το σχέδιο θεραπείας που πρέπει να ακολουθήσουν. Σε αυτή τη διαδικασία μπορεί να συμμετέχουν δύο ή περισσότεροι γιατροί διαφορετικών ειδικοτήτων.

Οι τρόποι επικοινωνίας δεν αποκλείουν την παραδοσιακή απλή τηλεφωνική συνεννόηση ή τη χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αλλά επεκτείνονται με τις εικονοδιασκέψεις, όπου συνυπάρχουν οι δυνατότητες μετάδοσης πολυμέσων (ήχος, βίντεο, και εικόνα)

## 5.3.Τηλεφροντίδα στο σπίτι

Η φροντίδα στο σπίτι είναι ένα πεδίο εφαρμογής της τηλεϊατρικής, όπου χρήστης μια υπηρεσίας είναι ο ασθενής στο σπίτι και παροχέας είναι ένα μηχάνημα που βρίσκεται στο σπίτι του ασθενή αλλά ελέγχεται από κάποιον άνθρωπο από απόσταση. Αυτού του είδους οι υπηρεσίες αποτελούν την τηλεφροντίδα. Μερικά παραδείγματα τηλεφροντίδας είναι τα ακόλουθα:

- Συστήματα ασφαλείας (Συστήματα τηλεσυναγερμού ή απλού συναγερμού, πυρασφάλειας και λοιπές συσκευές προειδοποίησης)
- Υποστήριξη καθημερινών δραστηριοτήτων με συστήματα υποβάθμισης και συστήματα ελέγχου/συμβουλής από απόσταση.

- Διαχείριση από απόσταση και έλεγχος των συσκευών που βρίσκονται στο σπίτι από τους επαγγελματίες υγείας (τηλεχειρισμός συστημάτων αερισμού)

Η συγκεκριμένη εφαρμογή τηλεϊατρικής μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή στην περίπτωση ενός συστήματος συναγερμού και επιτήρησης ενός ηλικιωμένου. Το σύστημα συναγερμού διεγείρεται είτε από τον ηλικιωμένο είτε αυτόματα. Η αυτόματη διέγερση του γίνεται όταν ο ασθενής χάσει τις αισθήσεις του ή αδυνατεί να πιάσει το κουμπί συναγερμού ή όταν δεν μπορεί να μετακινηθεί εύκολα προς την συσκευή. Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

- Μια συσκευή ενεργοποίησης συναγερμού
- Τον κεντρικό σταθμό επιτήρησης που ελέγχει τη συσκευή παρακολούθησης του ασθενή
- Ένα μέσο επικοινωνίας που μπορεί να είναι ακόμη και μια απλή τηλεφωνική γραμμή
- Πιθανόν ένα ευρύτερο δίκτυο που μπορεί να συνδέει το σπίτι του ηλικιωμένου με κάποιο συγγενή ή γείτονα σε κοντινή απόσταση, ώστε σε περίπτωση συναγερμού ταυτόχρονα με το κέντρο να ειδοποιηθεί άμεσα και κάποιος που βρίσκεται πού κοντά στον ασθενή

#### 5.4. Τηλεκπαίδευση



Τα συστήματα τηλεϊατρικής χρησιμοποιούνται επίσης στην εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας. Διάφορες εφαρμογές προσομοίωσης μπορούν να διανεμηθούν μέσω δικτύου από εκπαιδευτές, όπως η εφαρμογή προσομοίωσης Voxel Man που επιτρέπει την εξάσκηση των φοιτητών σε χειρουργικές επεμβάσεις στον εγκέφαλο. Επιπλέον, το Διαδίκτυο σε συνδυασμό με τις σύγχρονες τεχνολογίες υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή δεδομένων, την παραγωγή γνώσης και τη διανομή της στους ενδιαφερόμενους.

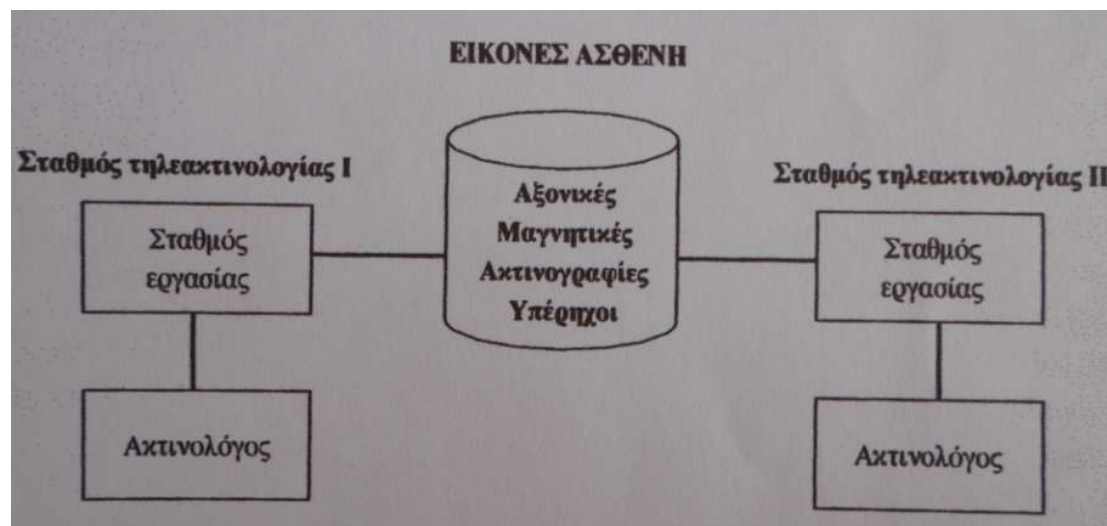
Ένα σύστημα τηλεκπαίδευσης μπορεί να έχει τη μορφή διδασκαλίας σε ένα ή περισσότερους εκπαιδευόμενους σε πραγματικό χρόνο ή τη μορφή αποστολής εκπαιδευτικού υλικού μέσω δικτύου. Ένα τέτοιο σύστημα ανάλογα με τη μορφή του μπορεί να συνδέει δύο ή περισσότερους σταθμούς δηλαδή ο εκπαιδευτής μπορεί να συνδεθεί με ένα ή περισσότερα κέντρα και να διδάξει πολλαπλάσιους

εκπαιδευόμενους. Γενικά, προτιμάται η χρήση πολυμέσων (εικόνες, βίντεο, ήχος) μαζί με απλά δεδομένα ενώ η διδασκαλία γίνεται σε περιβάλλον εκμονοδιάσκεψης για να υπάρχει αμεσότητα στην επικοινωνία.

### 5.5. Τηλεακτινολογία

Όπως προαναφέρθηκε, διάφορες κλινικές εφαρμογές τηλεϊατρικής είναι η τηλεακτινολογία, η τηλεπαθολογία, η τηλεδερματολογία, η τηλεογκολογία και η τηλεψυχιατρική. Η τηλεακτινολογία είναι η πιο δημοφιλής από τις υπόλοιπες. Άλλωστε μια από τις πρώτες σκέψεις που έγινε πράξη αφορούσε τη μετάδοση εικόνων ασθενών. Ένα σύστημα τηλεακτινολογίας επιτρέπει τη μετάδοση εικόνων ασθενών. Ένα σύστημα τηλεακτινολογίας επιτρέπει τη μετάδοση εικόνων (ακτινογραφιών, αξονικών/μαγνητικών τομογραφιών και άλλων) σε απόσταση χωρίς να απαιτείται η φυσική μεταφορά εικόνων από το ένα σημείο στο άλλο ή η μεταφορά των ασθενών σε εξειδικευμένα κέντρα. Έτσι οι εικόνες των ασθενών λαμβάνονται σε οποιοδήποτε σημείο (εφόσον υπάρχει ο αναγκαίος εξοπλισμός) και μεταδίδονται σε ένα εξειδικευμένο κέντρο με έμπειρο προσωπικό που τις αξιολογεί.

Οι εικόνες είτε είναι εξ αρχής σε ψηφιακή μορφή είτε ψηφιοποιούνται εκ των υστέρων με έναν ειδικό σαρωτή. Ακολουθώς αποθηκεύονται σε ένα σύστημα αρχειοθέτησης και διαχείρισης εικόνων ή μεταδίδονται απευθείας. Η μετάδοση γίνεται μεταξύ 2 σταθμών (αποστολέας – παραλήπτης) και πρέπει να εφαρμόζονται πρότυπα και κανόνες όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα : Οι εικόνες αποθηκεύονται σε ένα σύστημα αρχειοθέτησης και διαχείρισης εικόνων και μεταδίδονται απευθείας. Η μετάδοση γίνεται μεταξύ 2 σταθμών (αποστολέας – παραλήπτης) και πρέπει να εφαρμόζονται πρότυπα και κανόνες. Στο συγκεκριμένο σχήμα τόσο ο αποστολέας όσο και ο παραλήπτης είναι ακτινολόγοι και συνεργάζονται για να εκδώσουν τη γνωμάτευση.

Η μετάδοση των ακτινολογικών εικόνων γίνεται μέσω τηλεφωνικών γραμμών, τοπικών δικτύων ή δορυφόρων. Τέλος, φτάνοντας στον παραλήπτη εμφανίζονται στον υπολογιστή του και αξιολογούνται.



Οι χρήστες σε ένα σύστημα τηλεακτινολογίας μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Ο διαχωρισμός αυτός συνδέεται άμεσα με τις διαφορετικές όψεις ενός συστήματος τηλεακτινολογίας:

- Ακτινολόγοι σε ετοιμότητα: Αυτοί οι χρήστες διαθέτουν ένα σταθμό λήψης στο σπίτι τους. Το νοσοκομείο στο οποίο εργάζονται τους μεταδίδει εικόνες για άμεση επισκόπηση και γνωμάτευση, χωρίς απώλεια χρόνου.
- Ακτινολόγοι στο νοσοκομείο : Οι εικόνες του ασθενή μεταδίδονται στο ακτινολογικό τμήμα και αξιολογούνται χωρίς χρονοτριβή από την εκεί ομάδα γιατρών. Η μετάδοση γίνεται μέσω του τοπικού δικτύου του νοσοκομείου οπότε το συγκεκριμένο σενάριο περιορίζεται στο χώρο του νοσοκομείου.
- Γιατροί πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας και απομονωμένων περιοχών. Οι ανειδίκευτοι γιατροί αυτής της κατηγορίας στέλνουν τις εικόνες του ασθενή σε ένα κεντρικό νοσοκομείο για αξιολόγηση από έναν έμπειρο και εξειδικευμένο ακτινολόγο. Η μετάδοση γίνεται μέσω τηλεφωνικών γραμμών ή μέσω δορυφόρου.

Η τηλεακτινολογία εφαρμόζεται σε πολλές περιπτώσεις όπως σε στρατιωτικές εφαρμογές , σε ιδιωτικά και δημόσια ιδρύματα, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Οι ιατρικές εικόνες που μπορούν να ψηφιοποιηθούν και να μεταφερθούν μέσω δικτύου είναι διαφορών ειδών : Αξονικές τομογραφίες (CT), μαγνητικές τομογραφίες αγγειογραφίες, τομογραφίες με εκπομπή ποζιτρονίων (PET) , τομογραφίες εκπεμπομένων φωτονίων (SPECT), υπέρηχοι και σπινθηρογραφήματα με κάμερα.

Η τηλεακτινολογία καταρχήν αναβαθμίζει τη φροντίδα των ασθενών όπως στην περίπτωση των ασθενών που δεν πρέπει να μετακινούνται. Επίσης τα έξοδα μετακινήσεων μειώνονται και οι νοσοκομειακοί πόροι αξιοποιούνται καλύτερα. Επιπλέον οι γιατροί των απομακρυσμένων περιοχών μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε μεγάλα ακαδημαϊκά κέντρα για βοήθεια στην ερμηνεία δύσκολων και προβληματικών περιπτώσεων. Τέλος η τηλεακτινολογία προσφέρει σημαντικές υπηρεσίες σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης, όπου ο παράγοντας χρόνος στην λήψη αποφάσεων είναι πολύ σημαντικός.

Η κλινική αποδοχή της τηλεακτινολογίας και η σχέση κόστους αποτελέσματος των συστημάτων τηλεακτινολογίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ενδεικτικά αναφέρονται η εμπιστοσύνη που έχει ο ακτινολόγος για την ποιότητα των εικόνων που λαμβάνει η αποτελεσματικότητα των σταθμών αποστολής και λήψης ο χρόνος μετάδοσης και το κόστος του εξοπλισμού και μετάδοσης.

## 5.6.Τηλεχειρουργική

Η τηλεχειρουργική ασχολείται με (α) τη δυνατότητα χειρουργικής επέμβασης σε απομακρυσμένα μέρη και (β) τη δυνατότητα ενίσχυσης της χειρουργικής δεξιότητας. Η δυνατότητα χειρουργικής παρουσίας στο διάστημα, στον τόπο μίας φυσικής καταστροφής, στο μέτωπο πολεμικών επιχειρήσεων, σε απομονωμένους ερευνητικούς σταθμούς ή στα νησιά ενός αρχιπελάγους είναι πραγματικά ελκυστική. Ίσως, όμως, το σημαντικότερο πλεονέκτημα της τηλεχειρουργικής είναι η δυνατότητα να ενισχύει τη χειρουργική παρέμβαση με την αύξηση της ακρίβειας,



της σταθερότητας ή της ποιότητας της απτικής αίσθησης και, κατ' αυτό τον τρόπο, να επιτρέπει την εκτέλεση μικροχειρουργικών ή ενδοαγγειακών επεμβάσεων.

Για να τονιστεί η αξία της ενίσχυσης της χειρουργικής δεξιότητας που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρομποτικών συστημάτων και τη χειρουργική επέμβαση από απόσταση, θα πρέπει να σημειωθούν τα φυσικά όρια ακόμη και του πλέον εκπαιδευμένου ανθρώπινου χεριού. Για παράδειγμα, ακόμη και με την χρήση των ισχυρότερων μικροσκοπίων είναι αδύνατη η ελεγχόμενη κίνηση σε απόσταση μικρότερη των 100μm ( $100 \cdot 10^{-6}$  μέτρα). Όμως σε μερικές χειρουργικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα στη χειρουργική του αμφιβληστροειδούς με λέιζερ, η επιθυμητή ακρίβεια είναι της τάξης των 10-20μm καθώς το τοπικό αγγειακό δίκτυο έχει μια πυκνότητα περίπου 25μm. Η αξία της επιθυμητής ακρίβειας αποκαλύπτεται από το γεγονός ότι ο τραυματισμός ενός εκ των αγγείων προκαλεί αιμάτωμα και επακόλουθη τύφλωση.

Ωστόσο, το κύριο πλεονέκτημα που παρέχουν οι ρομποτικοί βραχίονες είναι η δυνατότητα τηλεχειρουργικής παρέμβασης σε περιοχές που είναι αντικειμενικά δυσπρόσιτες (για παράδειγμα στο διάστημα) ή δυσχερώς προσπελάσιμες ανατομικά (για παράδειγμα η ανατομική περιοχή της βάσεως του εγκεφάλου).

## 5.7. Τηλεραδιολογία

Ως τηλεραδιολογία ορίζεται η ηλεκτρονική μεταφορά ραδιολογικών εικόνων, όπως εικόνες υπερήχων, ακτινογραφίες, κ.α., από μια περιοχή σε μια άλλη όπου υποθέτουμε ότι υπάρχει εξειδικευμένη ομάδα γιατρών με σκοπό την παροχή διάγνωσης ή και συμβουλής με βάση πάντα την ηλεκτρονική εικόνα που τους έχει αποσταλεί.

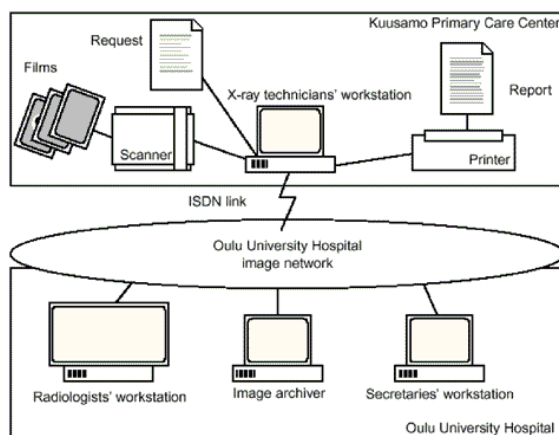
Ειδικά για τον τομέα της ραδιολογίας το σύστημα που πρόκειται να εγκατασταθεί θα πρέπει:

1. Να είναι αξιόπιστο.
2. Να παρέχει υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικές εικόνες.
3. Η πρόσβαση στην ιατρική εικόνα να γίνεται εύκολα και γρήγορα.
4. Το σύστημα να είναι εύκολα χρησιμοποιούμενο.

Η τηλεραδιολογία είναι ο κλάδος εκείνος της τηλεϊατρικής ο οποίος βρίσκει ίσως την μεγαλύτερη απήχηση. Ένας γιατρός ο οποίος έχει τον εξοπλισμό και την ικανότητα να λαμβάνει ψηφιακές ραδιολογικές εικόνες, καθώς και τον εξοπλισμό να τις αποστείλει μπορεί να ζητήσει την συμβουλή ή και την γνωμάτευση ενός πιο εξειδικευμένου συναδέλφου του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η άσκοπη μεταφορά του ασθενούς, ενώ η ποιότητα παροχής υπηρεσιών υγείας αναβαθμίζεται. Εξοικονομούνται επίσης αρκετά χρήματα.

Τα βασικά μέρη ενός συστήματος τηλεραδιολογίας είναι:

1. Λήψη – Διαχείριση ψηφιακής εικόνας.
2. Παρουσίαση εικόνας.
3. Δίκτυο τηλεπικοινωνιών.
4. Διερμηνεία.



### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Ανάλογα με την εφαρμογή και το είδος της ραδιολογικής εικόνας που έχουμε να αποστείλουμε χρειαζόμαστε και την κατάλληλη ανάλυση για τις εικόνες μας. Ο παρακάτω πίνακας είναι ενδεικτικός:

ΤΥΠΟΣ ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ	ΑΝΑΛΥΣΗ	FILE SIZE
Ακτίνες X	2048 × 2048×12 bits 512×512×10 bits 1024×1024×10 bits	32 Mb
Μαστογραφία	4096×5120×12 bits	160 Mb
Υπολογιστική Τομογραφία (CT)	512×512×12 bits	15 Mb
Μαγνητική Τομογραφία (MRI)	256×256×12 bits×50 images	6,3 Mb
Υπέρηχος	256×256×8 bits 640×480×8 bits	1,5 Mb
Πυρηνική Ιατρική	128×128×8 bits	0,4 Mb

Η λήψη της ψηφιακής ιατρικής εικόνας μπορεί να γίνει ως εξής:

- α. Από αναλογικό φιλμ μέσω π.χ. ενός laser scanner.
- β. Με την απευθείας λήψη ψηφιακών ραδιολογικών εικόνων μέσω ψηφιακών ραδιολογικών μηχανημάτων.
- γ. Από την αναλογική έξοδο του ραδιολογικού μηχανήματος με την χρήση frame grabber.

Ειδικότερα όσο αφορά την ραδιολογία έχει αναπτυχθεί το πρότυπο εικόνας DICOM.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

- 1) Η χρήση μοντέλων πληροφοριών ως βάση σχεδίασης για την ανάπτυξη δομών δεδομένων.
- 2) Εφαρμογή στα δίκτυα και όχι μόνο σε επικοινωνία σημείου με σημείο (point to point). Το πρότυπο DICOM ενθαρρύνει την διασύνδεση του εξοπλισμού λήψης της εικόνας με τα

δίκτυα ενώ είναι συμβατό και με την point to point μετάδοση. Καθορίζει επίσης ως μοντέλο επικοινωνίας το client – server.

3) Η ύπαρξη «επιπέδων προσαρμογής» (conformance levels) για το υλικό του συστήματος, ως προς την αντίδρασή τους στις εντολές του χειριστή και στην μεταφορά δεδομένων.

#### Συμπίεση δεδομένων:

Πολλά τηλεραδιολογικά συστήματα συμπιέζουν την εικόνα και τα δεδομένα που πρόκειται να αποστείλουν είτε διότι το bandwidth του δικτύου δεν επιτρέπει στην πληροφορία να μεταδοθεί αυτούσια είτε διότι ο αποθηκευτικός χώρος που υπάρχει για τα αρχεία είναι περιορισμένος. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι συμπίεσης δεδομένων λοιπόν για τις εφαρμογές τηλεραδιολογίας είναι ο Huffman coding και ο αλγόριθμος run – length. Για την συμπίεση της ψηφιακής εικόνας συνήθως χρησιμοποιείται η JPEG συμπίεση εικόνας καθώς επίσης και ο wavelet transform ο οποίος χρησιμοποιείται για υψηλό βαθμό συμπίεσης (30:1) κυρίως για εικόνες υψηλής ανάλυσης (mammography). Ο wavelet transform είναι διακριτός γραμμικός μετασχηματισμός ο οποίος αποσυνθέτει το αρχικό φάσμα του σήματος σε μόνιμες συχνότητες χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα φίλτρα και στην συνέχεια την κωδικοποίησή τους ανά συχνότητες.

#### Παρουσίαση Εικόνας:

Για τις εφαρμογές της τηλεραδιολογίας όπου και η πιο ασήμαντη λεπτομέρεια μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην διάγνωση η οπτική αντίληψη πρέπει να είναι συγκρίσιμη τουλάχιστον με την ποιότητα εκτύπωσης laser σε φιλμ. Τα χαρακτηριστικά της παρουσιαζόμενης εικόνας είναι:

1. Η πιστότητα (Fidelity) καθορίζεται τόσο από την μέτρηση φυσικών παραμέτρων της εικόνας όπως ο φωτισμός (luminance) το dynamic range, η παραμόρφωση (distortion), η ανάλυση της εικόνας και τέλος ο θόρυβος, όσο και από ψυχοτεχνικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα κάποια tests που αφορούν λεπτομέρειες για την επιθυμητή αντίθεση της εικόνας.

2. Το ποσό της πληροφορίας που περιέχει μια τέτοια εικόνα και αυτό ορίζεται για παράδειγμα από την ικανότητα όρασης και διάγνωσης κάποιων σημαντικών λεπτομερειών πάνω στην εικόνα καθώς επίσης και η ικανότητα εξακρίβωσης κάποιων ανωμαλιών.

### 5.8. Τηλεκαρδιολογία

Οι πρώτες εφαρμογές τηλεκαρδιολογίας εμφανίστηκαν εδώ και 70 χρόνια, χρησιμοποιώντας το τηλεφωνικό δίκτυο για την “τηλε-ακρόαση” καρδιακών ήχων και αναπνευστικών ακροαστικών ευρημάτων χρησιμοποιώντας ευαίσθητα μικρόφωνα συνδεδεμένα στο τηλεφωνικό δίκτυο. Η τηλεκαρδιολογία, ξεκίνησε να αναπτύσσεται περισσότερο την δεκαετία του 1970 όπου χρησιμοποιήθηκε το FAX για τη μετάδοση καρδιογραφικών και εγκεφαλογραφικών εκτυπώσεων μέσω τηλεφωνικού δικτύου.

Σήμερα η τηλεκαρδιολογία χρησιμοποιείται κυρίως για να μεταδίδει καρδιογραφήματα που λαμβάνονται από φορητούς και μη καρδιογράφους με 12 ακροφύσια (βεντούζες) από όπου λαμβάνεται το σήμα. Οι σταθμοί στην συνέχεια μπορούν να εγγράψουν το σήμα αυτό και να το αποστείλουν μέσω δικτύου

ενσύρματου ή και ασύρματου. Στην περιοχή της τηλεκαρδιολογίας απευθύνεται και η αποστολή ηχοκαρδιογραφημάτων, καρδιακών παλμών, ηχητικών μηνυμάτων και εικόνων.

### Βασικές απαιτήσεις:

Οι βασικές απαιτήσεις για μια τηλεκαρδιολογική εφαρμογή είναι τόσο τεχνικές όσο και οργανωτικές.

#### A. Οργανωτικές απαιτήσεις και υποστηρικτικά συστήματα:

- Μια ομάδα από ειδικούς καρδιολόγους που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ειδικοτήτων (ειδικός καρδιολόγος, επεμβατικός καρδιολόγος, καρδιοχειρουργός), καθώς επίσης και από το κατάλληλο νοσηλευτικό προσωπικό.
- Η υπηρεσία θα πρέπει να είναι διαθέσιμη σε 24ωρη βάση.
- Ο χρόνος απόκρισης της υπηρεσίας θα πρέπει να είναι μικρότερος της μισής ώρας, χρόνος κρίσιμος για την αντιμετώπιση εμφραγμάτων.

#### B. Τεχνικές απαιτήσεις:

- Personal Computer (PC)
- Ψηφιακός ηλεκτροκαρδιογράφος (digital ECG) συνδεδεμένος με το PC συνήθως από την σειριακή θύρα
- Ελάχιστη απαίτηση αφιερωμένης τηλεφωνικής γραμμής (ασύρματη ή ενσύρματη)

Στην περίπτωση χρήσης δικτύων υψηλής ταχύτητας είναι δυνατή η χρήση επιπλέον εξοπλισμού όπως:

- Ηλεκτροκαρδιογράφημα, ηχοκαρδιογράφημα, μετάδοση ζωτικού σήματος, μετάδοση αυτών σε πραγματικό χρόνο (απαίτηση για δίκτυο 256 Kbps).
- Videoconferencing.
- Δυνατότητα αναζήτησης σε βάση δεδομένων παλαιότερων ηλεκτροκαρδιογραφημάτων καθώς και πληροφοριών που σχετίζονται με ιατρικά δεδομένα του ασθενούς.

## 5.9.Τηλεπαθολογία

Η τηλεπαθολογία είναι η χρήση τηλεπικοινωνιακών και υπολογιστικών μέσων για την εξ' αποστάσεως διευκόλυνση παθολογοανατομικών εξετάσεων. Ήδη από το 1968 είχε αναπτυχθεί μία πειραματική διάταξη ή οποία με την χρήση μίας ασπρόμαυρης κάμερας συνδεδεμένης σε ένα μικροσκόπιο μετέδιδε εικόνες παθολογοανατομικές μέσω μικροκυματικής ζεύξης. Παρότι η εφαρμογή δεν είχε κλινικό χαρακτήρα, πέτυχε να αναδείξει τις δυνατότητες ανάπτυξης τέτοιων τηλεϊατρικών εφαρμογών. Το 1986 με την χρήση δορυφορικών διαύλων και μίας υψηλής ευκρίνειας κάμερας συνδεδεμένης σε ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έγινε δυνατή η μετάδοση υψηλής ανάλυσης εικόνων

βιοψίας αλλά και ο εξ' αποστάσεως μηχανικός έλεγχος του μικροσκοπίου (εστίαση, μεγέθυνση, κλπ).

Οι εφαρμογές της τηλεπαθολογίας μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

**A) Στατική τηλεπαθολογία** η οποία περιλαμβάνει τις εφαρμογές αποστολής στατικών εικόνων με διάφορους τρόπους.

**B) Κινητική τηλεπαθολογία** η οποία περιλαμβάνει τις περιπτώσεις χειρισμού του μικροσκοπίου από απόσταση. Οι εικόνες μπορούν να σταλούν με πλήρη ανάλυση ή σε αντίθετη περίπτωση ως στατικές εικόνες που έχουν υποστεί συμπίεση ή ταυτόχρονα και τις δύο.

**Γ) Δυναμική τηλεπαθολογία** η οποία εκτός από τις εφαρμογές της B κατηγορίας συμπεριλαμβάνει την ικανότητα αποστολής έγχρωμων μη συμπιεσμένων εικόνων σε πραγματικό χρόνο.

#### Βασικές απαιτήσεις:

Για όποια εφαρμογή της τηλεπαθολογίας και αν μιλάμε, ο τυπικός εξοπλισμός περιλαμβάνει μια υψηλής ευκρίνειας κάμερα συνδεδεμένη σε ένα μικροσκόπιο, ένα υπολογιστικό σταθμό ψηφιοποίησης κωδικοποίησης και μετάδοσης εικόνας (όταν η κάμερα δεν παράγει ψηφιακά δεδομένα, δηλ. πρόκειται για αναλογική CCD κάμερα), καθώς και το υπολογιστικό σύστημα λήψης απεικόνισης και αποθήκευσης για την πλευρά του ειδικευόμενου ιατρού.

Γενικά οι απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος είναι:

1) Multimedia βάση δεδομένων για πιθανή ανασκόπηση προηγούμενων βιοψιών: Αποτελεί μια από τις βασικότερες απαιτήσεις για ένα σύστημα τηλεπαθολογίας αφού για την εξαγωγή μιας διάγνωσης ή για την παρακολούθηση της πορείας μιας ασθένειας απαιτούνται και εικόνες που έχουν ληφθεί στο παρελθόν.

2) Έγχρωμες εικόνες κατάλληλης ανάλυσης κάτι που εξαρτάται από την ισχύ του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου: Η διάγνωση στην τηλεπαθολογία στηρίζεται στην ανάλυση της έγχρωμης εικόνας. Με 8 bit dynamic range μπορεί να παρουσιαστεί επαρκές ποσοστό πληροφορίας. Τα συστήματα απόκτησης εικόνας της τηλεπαθολογίας στηρίζονται σε βιντεοκάμερες που έχουν μη γραμμική απόκριση (gamma correction). Το φαινόμενο αυτό αντιστρέφεται στην παρουσίαση της εικόνας.

3) Δυνατότητα ελέγχου του χρώματος από απόσταση: Επειδή η διάγνωση στην τηλεπαθολογία στηρίζεται πολύ στην έγχρωμη εικόνα που λαμβάνει ο εξ' αποστάσεως γιατρός, μια πιθανή αλλοίωση στο χρώμα μιας περιοχής της εικόνας από εξωγενείς παράγοντες, είναι πιθανό να έχει ως αποτέλεσμα μια λανθασμένη διάγνωση. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο στην τεχνολογία συστημάτων τηλεπαθολογίας να ενσωματωθεί και η θεωρία χρωμάτων καθώς και ο αλγόριθμος gamma correction που είναι ενσωματωμένος στις κάμερες και στις συσκευές παρουσίασης του συστήματος.

4) Ελεγχόμενη δειγματοληψία: Τα διαγνωστικά λάθη εξαιτίας της λανθασμένης λήψης της εικόνας ή σημείων της εικόνας φτάνουν το 6,3 με 9%. Ο έλεγχος του μικροσκοπίου μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους. Η πιο προηγμένη από αυτές περιλαμβάνει έλεγχο του μικροσκοπίου από απόσταση κάτι το οποίο δεν είναι ούτε πολύ δύσκολο ούτε και ακριβό αφού τα περισσότερα ηλεκτρονικά μικροσκόπια έχουν μηχανισμούς χειρισμού του μικροσκοπίου. Την εικόνα που λαμβάνουμε από το μικροσκόπιο την διακρίνουμε σε low power (σχετικά χαμηλής ανάλυσης και χαμηλό zoom) και σε high power εικόνες (υψηλή ανάλυση, zoom σε κάποιες περιοχές).

Η εικόνα που λαμβάνεται από το μικροσκόπιο μπορεί:

- Να την καθορίσει ο εξ' αποστάσεως γιατρός και να λάβει high power εικόνα σε όποια περιοχή κρίνει αυτός.
- Να ληφθεί αυτόματα από ρομποτικό μικροσκόπιο αλλά σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει καθορισμός για το ποια σημεία της εικόνας έχουν ληφθεί ως high power εικόνες.
- Μπορούμε να λάβουμε όλα τα πεδία της εικόνας ως high power συνολικά.
- Μπορούμε με κάμερες υψηλής ανάλυσης να πάρουμε low power εικόνα και στην συνέχεια όπου ζητηθεί να επικεντρωθεί το ενδιαφέρον με high power εικόνα.

5) Συστήματα ασφαλείας: Στις περιπτώσεις συστημάτων τηλεπαθολογίας θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα που λαμβάνονται σε περιπτώσεις συστημάτων τηλεϊατρικής. Όπως η ψηφιακή υπογραφή, η πιστοποίηση της αποστελλόμενης-λαμβανόμενης εικόνας και ο έλεγχος από απόσταση του μικροσκοπίου.

Είναι σαφές ότι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά είναι η διακριτική ικανότητα του συστήματος ψηφιοποίησης και απεικόνισης των δεδομένων (τόσο για την στατική και την κινητική τηλεπαθολογία όσο και για την δυναμική) και το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού δικτύου για την περίπτωση της δυναμικής τηλεπαθολογίας.

Σήμερα είναι δυνατή η ψηφιοποίηση εικόνας από οποιαδήποτε ενδοσκοπική συσκευή, με αποτέλεσμα να μπορούν να υλοποιηθούν εφαρμογές τηλεπαθολογίας για ενδοσκοπικές εξετάσεις. Διακρίνονται είτε σε εφαρμογές στις οποίες αποθηκεύονται και αποστέλλονται στατικές εικόνες ενδοσκόπησης, είτε σε εφαρμογές όπου ο «εξειδικευμένος» ιατρός παρακολουθεί on-line τις εικόνες που παράγει η ενδοσκοπική συσκευή και δίνει οδηγίες για την χρήση της στον «μη εξειδικευμένο» ιατρό.

## 5.10.Τηλεδερματολογία

Ο στόχος της τηλεδερματολογίας, είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή με κύριο σκοπό την παροχή συμβουλών, διαγνωστικών και θεραπευτικών οδηγιών σε κάποιον μη ειδικευμένο δερματολόγο. Οι εφαρμογές τηλεδερματολογίας είναι απλές. Ο ασθενής με το δερματολογικό πρόβλημα βρίσκεται στην κλινική Α (που συνήθως στελεχώνεται από ένα γενικό ιατρό) και ο εξειδικευμένος

δερματολόγος βρίσκεται στην κλινική Β. Δερματολογικές εικόνες, ιστορικό του ασθενούς, εργαστηριακές αναλύσεις, και οτιδήποτε άλλο σχετικό δεδομένο μεταδίδεται ηλεκτρονικά από το Α στο Β, όπου ο δερματολόγος αξιολογεί τα κλινικά δεδομένα, προβαίνει σε διάγνωση, και καθορίζει τις περαιτέρω πράξεις. Η τηλεδερματολογία είναι από τους πιο σημαντικούς κλάδους στον χώρο της τηλεϊατρικής και αυτό διότι τα δερματολογικά περιστατικά είναι πάρα πολλά (περίπου το 30% των συνολικών περιστατικών) και όμως αυτά ή δεν αντιμετωπίζονται σωστά ή αντιμετωπίζονται ελλιπώς λόγω έλλειψης εξειδικευμένου δερματολόγου.

### Τεχνικές:

Γενικά την τηλεδερματολογία μπορούμε να την χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες. Πρόκειται για αυτήν που ασκείται σε πραγματικό χρόνο και για την τηλεδερματολογία που ασκείται σε μη πραγματικό χρόνο αφού πρώτα αποθηκευτεί ηλεκτρονικά το απαραίτητο ιατρικό υλικό σε ηλεκτρονική μορφή.

#### 1. Τηλεδερματολογία σε μη πραγματικό χρόνο.

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή λαμβάνονται κάποιες στατικές εικόνες ή κάποιο video. Οι αρχικές αυτές εικόνες και το video μπορούν να είναι σε αναλογική ή σε ψηφιακή μορφή. Στην δεύτερη περίπτωση δεν αντιμετωπίζουμε πρόβλημα και μπορεί να γίνει απευθείας αποθήκευση αυτών στον τοπικό υπολογιστή κάποιου απομακρυσμένου αγροτικού ιατρείου και κατόπιν αποστολή τους στο συνεργαζόμενο εξειδικευμένο ιατρικό κέντρο. Στην περίπτωση που το υλικό που λαμβάνεται είναι σε αναλογική μορφή θα έχουμε την διαδικασία ψηφιοποίησης της πληροφορίας μας. Σε κάθε περίπτωση όμως θέλουμε φωτογραφίες και video υψηλής ακρίβειας στην αναπαράστασή τους. Για την γρηγορότερη μετακίνησή τους δια μέσου του δικτύου είναι πιθανή η συμπίεση των δεδομένων μας (Jpeg για τις εικόνες mpeg για το video).

Η τεχνική αυτή βέβαια παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

#### Πλεονεκτήματα:

- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη οργάνωση.
- Είναι μια πολύ οικονομική τεχνική (π.χ. μπορεί να γίνει μέσω χρήση e-mail).
- Ο χρόνος ασχολίας του εξειδικευμένου γιατρού φτάνει κατά μέσο όρο τα 6 min.

#### Μειονεκτήματα:

- Ο ειδικός γιατρός δεν έχει δυνατότητα χειρισμού της εικόνας που του αποστέλλεται π.χ. να την δει από διαφορετική γωνία.
- Έλλειψη συνοδευτικών – κλινικών πληροφοριών που είναι χρήσιμες για την διάγνωση.
- Δεν υπάρχει οπτική επαφή με τον ασθενή.

#### 2. Τηλεδερματολογία σε πραγματικό χρόνο.

Με την τεχνική αυτή έχουμε μετάδοση ιατρικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ υπάρχει και άμεση επαφή του γενικού γιατρού με τον εξειδικευμένο γιατρό αν είναι δυνατόν με την μορφή τηλεσυνδιάσκεψης. Με τις σύγχρονες τεχνικές συμπίεσης δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης εικόνας μέσα από κοινή τηλεφωνική γραμμή, η ποιότητα της αναπαραγόμενης εικόνας όμως δεν είναι η επιθυμητή. Επίσης μια άλλη λύση είναι η χρήση του PC ως μέσο για videoconferencing με τη χρήση κάποιας κάμερας και μιας ειδικής κάρτας.

Η ποιότητα επικοινωνίας τόσο στον ήχο όσο και στην εικόνα είναι σχετικά καλή. Με την χρήση πιο εξειδικευμένου και φυσικά πιο ακριβού εξοπλισμού είναι δυνατή η επικοινωνία με broadcast quality. Από την στιγμή που ο εξειδικευμένος γιατρός βλέπει από το monitor την ιατρική εικόνα θα πρέπει να απαντήσει τόσο στον ανειδίκευτο γιατρό όσο και στον ασθενή. Θα υπάρχει λοιπόν μια μορφή τηλεσυνδιάσκεψης ανάμεσα σε αυτούς.

Και αυτή η μέθοδος έχει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα.

#### Πλεονεκτήματα:

- Υπάρχει άμεση επαφή του εξειδικευμένου γιατρού τόσο με τον ανειδίκευτο όσο και με τον ασθενή.
- Μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την εξ' αποστάσεως διάγνωση.
- Ελαττώνει τις επισκέψεις του ασθενούς καθώς και την παραμονή του στο νοσοκομείο αφού μπορεί να γίνει ασφαλής διάγνωση και αντιμετώπιση του περιστατικού από μακριά.
- Επιτυγχάνεται καλύτερη εκπαίδευση του ανειδίκευτου γιατρού στα δερματολογικά περιστατικά.

#### Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος.
- Ο χρόνος που ασχολείται ο εξειδικευμένος γιατρός με το περιστατικό λόγω του χρόνου της συνδιάσκεψης φτάνει τα 10 – 25 min.
- Σύστημα το οποίο είναι ευαίσθητο σε δυσλειτουργίες άρα με ελαττωμένη αξιοπιστία.

Με την τεχνική αυτή της τηλεδερματολογίας θα πρέπει φυσικά να υπάρχει συγχρονισμός του προγράμματος του εξειδικευμένου γιατρού σύμφωνα με τα περιστατικά που θα προκύψουν αφού μιλάμε για επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Με την μέθοδο όμως αυτή η μετακίνηση του ασθενούς θα συμβεί μόνο σε εκείνη την περίπτωση που το περιστατικό δεν θα μπορεί να αντιμετωπιστεί θεραπευτικά στο τοπικό νοσοκομείο.

Για την λειτουργία ενός συστήματος τηλεδερματολογίας λοιπόν μπορεί να απαιτηθεί κάποιος φτηνός ή ακριβότερος εξοπλισμός. Σε κάθε περίπτωση πάντως χρειάζονται μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, μια video camera για τα δερματολογικά περιστατικά τα οποία είναι πιο επιφανειακά, καθώς και ένα δερματοσκόπιο που υπάρχει η δυνατότητα να μεταδίδει ηλεκτρονικά την εικόνα. Σε κάθε περίπτωση επίσης πρέπει να προσεχθεί ο φωτισμός στον χώρο που λαμβάνονται οι φωτογραφίες.



### 5.11.Τηλεοφθαλμολογία

Η τηλεοφθαλμολογία, έχει ως σκοπό την παροχή οφθαλμολογικών διαγνώσεων – συμβουλών, παράλληλα με την πιθανή χορήγηση της κατάλληλης φαρμακευτικής αγωγής.

Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής τα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεοφθαλμολογίας είναι το σύστημα ανάκτησης και ψηφιοποίησης εικόνας και το σύστημα μετάδοσης ψηφιακών εικόνων. Στις περισσότερες εφαρμογές τηλεοφθαλμολογίας απαιτείται η μετάδοση ακίνητων ψηφιακών εικόνων. Αυτό σημαίνει ότι η ανάκτηση της εικόνας θα γίνει απευθείας ψηφιακά αν φυσικά διαθέτουμε τον κατάλληλο ιατρικό εξοπλισμό ή θα περιλαμβάνεται μια διαδικασία ψηφιοποίησης της αναλογικής εικόνας που θα πάρουμε.

Στην συνηθέστερη περίπτωση έχουμε την χρήση μιας CCD κάμερας μπροστά από ένα οφθαλμολογικό μικροσκόπιο ή μια ακτινοσκοπική αγγειογραφική συσκευή. Τελευταία έχουμε την χρήση ψηφιακής κάμερας συνδεδεμένης με τα οφθαλμολογικά όργανα εξέτασης παράγοντας ψηφιακές φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης. Μια άλλη δυνατότητα είναι η ψηφιοποίηση εικόνων από Οφθαλμοσκόπιο Laser (Scanning Laser Ophthalmoscope) για την εξέταση ανωμαλιών του αμφιβληστροειδούς.

Σε κάθε περίπτωση, οι διαγνωστικές εικόνες ψηφιοποιούνται, αποθηκεύονται και σε ύστερο χρόνο μεταδίδονται στον εξειδικευμένο οφθαλμίατρο για γνωμάτευση και παροχή περαιτέρω οδηγιών.

### 5.12.Τηλεψυχιατρική

Η Τηλεψυχιατρική είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον κεφάλαιο στην τεχνολογία επικοινωνιών. Περίπλοκες συναισθηματικές πληροφορίες χρειάζεται να αποτυπωθούν και να διαβιβασθούν και είναι συχνά περίπλοκο λόγω της συναισθηματικής θέσης του ασθενούς και της ψυχοπαθολογικής κατάστασης. Τέτοιες δυσκολίες μπορούν να ξεπεραστούν όταν ο ειδικός είναι σε θέση να σχεδιάσει ένα ασφαλές μέρος για την αλληλεπίδραση γιατρού ασθενούς. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την τηλεψυχιατρική συνοψίζονται παρακάτω:

- Ειδική προσοχή στην ποιότητα του ήχου.
- Κατάλληλο εύρος ζώνης για να διασφαλίζει ότι ο λόγος δεν αλλάζει χρονικά και είναι σε συμφωνία με το βλέμμα.
- Κατάλληλο περιβάλλον όπου επιτρέπει τον έλεγχο των εκφράσεων του προσώπου και του σώματος. Αυτό ίσως περιλαμβάνει όψεις από διαφορετικές κάμερες η καταγραφή με κάμερα από απόσταση.
- Ικανή εκπαίδευση προσωπικού για να διεξάγουν τις εξ' αποστάσεως συνεντεύξεις.
- Κατάλληλος χώρος όπου διασφαλίζεται η απομόνωση και ιδιωτικότητα.

Στην τηλεψυχιατρική ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να αποδοθεί σε τρεις παράγοντες.

## Ήχος

Η ποιότητα του ήχου είναι βαρύνουσα σημασίας. Τα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη στον ακουστικό σχεδιασμό ενός δωματίου τηλεσυνδιάσκεψης είναι: α) επαρκής χρήση των μικρόφωνων, β) η ακουστική ιδιαιτερότητα του δωματίου, γ) έλεγχος στην εξάλειψη της αντήχησης και δ) τα πρωτόκολλα τηλεδιάσκεψης.

### Έλεγχος του περιβάλλοντος χώρου

Πρέπει να μοιάζει με το γραφείο του γιατρού, και ο ασθενής πρέπει να γνωρίζει σε ποιον απευθύνεται.

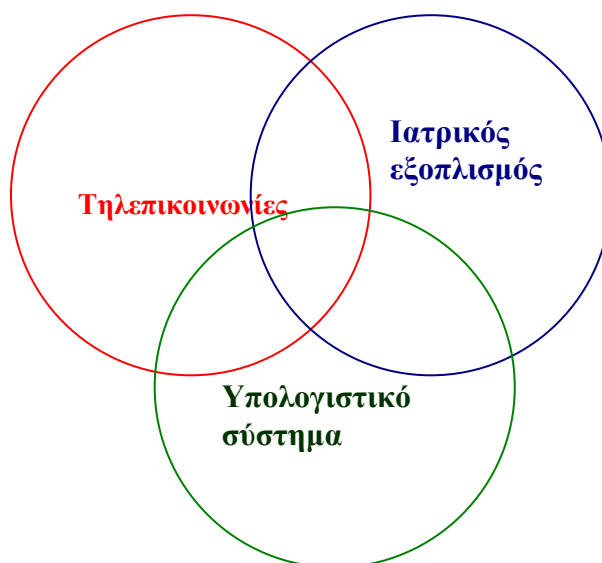
### Έλεγχος εκφράσεων προσώπου και σώματος

Οι παράμετροι που ελέγχονται στην ψυχιατρική εξέταση είναι: ο περιβάλλον χώρος, η στάση του ασθενούς και οι εκφράσεις του προσώπου. Για να ελέγχονται εύκολα όλοι αυτοί οι παράγοντες κατάλληλο εύρος ζώνης απαιτείται για να διασφαλίζει επαρκή ποιότητα εικόνας με ταυτόχρονη μεταφορά ήχου. Επίσης cameras ταυτόχρονα να βλέπουν από διαφορετικά σημεία και να επιτρέπουν την εστίαση για τον έλεγχο ελάχιστων κινήσεων.

## 6.ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ

Η ανάπτυξη μιας τηλεϊατρικής υπηρεσίας, απαιτεί πέρα από το επιστημονικό δυναμικό και τη διοικητική της διάρθρωση, υποδομή που ποικίλει ανάλογα με τη φύση της. Ο εξοπλισμός όλων των εφαρμογών τηλεϊατρικής, συνδυάζει:

- Τηλεπικοινωνιακή υποδομή, ενσύρματη ή ασύρματη.
- Ιατρικό εξοπλισμό, που μπορεί να αφορά είτε συνήθεις ιατρικές συσκευές, είτε συσκευές κατασκευασμένες ειδικά για τηλεϊατρικές εφαρμογές ή ακόμη και μικροσκοπικούς αισθητήρες καταγραφής βιοσημάτων.
- Συστήματα επεξεργασίας δεδομένων (που μπορεί να είναι προσωπικοί υπολογιστές, μεγαλύτεροι διακομιστές ή ακόμη και μικροσκοπικοί επεξεργαστές που ενσωματώνονται σε «έξυπνα ρούχα»).



Σχήμα: Σύγκλιση τεχνολογιών στην ανάπτυξη μιας τηλεϊατρικής υπηρεσίας.

Ο εξοπλισμός που θα επιλεγεί στο σχεδιασμό ενός προγράμματος τηλεϊατρικής εξαρτάται από τις ανάγκες που χρειάζεται να καλύψει. Για παράδειγμα:

- Στην πρωτοβάθμια φροντίδα (Κέντρα Υγείας) μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε υπολογιστές συνδεδεμένοι με ιατρικές συσκευές είτε ειδικά συστήματα εικονοδιάσκεψης (ή τηλεδιάσκεψης) συνδεδεμένα με κάμερα.
- Για τη κατ' οίκον νοσηλεία, υπάρχουν συσκευές, όπως σπιρόμετρα, καρδιογράφοι, πιεσόμετρα κτλ. που συνδέονται απευθείας με το τηλέφωνο, ώστε να απλουστεύεται η χρήση και να είναι δυνατός ο χειρισμός από άτομα μη εξοικειωμένα

με τη τεχνολογία, όπως ηλικιωμένοι. Άλλη κατηγορία συσκευών που απευθύνονται στον ίδιο χώρο είναι τα ολοκληρωμένα συστήματα για κατ' οίκον τηλενοσηλεία.

- Για τη προνοσοκομειακή φροντίδα (ασθενοφώρα), υπάρχουν εξειδικευμένα συστήματα και συσκευές για τη συγκεκριμένη χρήση.

Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα συστήματα τηλεϊατρικές, καθώς και στον ιατρικό εξοπλισμό που είναι κατάλληλος για τηλεϊατρικές εφαρμογές στην υγεία.

## Καρδιογράφοι

Οι πιο κατάλληλοι **καρδιογράφοι** για τηλεϊατρικές εφαρμογές είναι όσοι διαθέτουν τη δυνατότητα σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή και κατάλληλο λογισμικό. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ένα κοινά αποδεκτό πρωτόκολλο μεταξύ των κατασκευαστών ώστε το αρχείο ενός ΗΚΓ να είναι αξιοποιήσιμο, αλλά το πρωτόκολλο SCR (Standard Communication Protocol) φαίνεται να κερδίζει συνεχώς έδαφος. Η καθιέρωση ενός κοινού πρωτοκόλλου θα είχε το πρακτικό αντίκρυσμα της άμεσης ανάγνωσης ενός ΗΚΓ αρχείου χωρίς να έχει σημασία ποιου κατασκευαστή καρδιογράφο χρησιμοποιήσει ο αποστολέας και τι είδος λογισμικό διαθέτει ο λήπτης.

Υπάρχουν και καρδιογράφοι με ενσωματωμένη δυνατότητα αποστολής σήματος, κάνοντας χρήση σταθερής τηλεφωνικής γραμμής ή κινητής τηλεφωνίας, οι οποίοι προορίζονται κυρίως για εφαρμογές συνδρομητικών υπηρεσιών άμεσης επέμβασης και κατ' οίκον νοσηλείας.

Τέλος διατίθενται στην αγορά και κινητά τηλέφωνα, στο πίσω μέρος των οποίων υπάρχουν ηλεκτρόδια για μετάδοση μιας απαγωγής σε περίπτωση συμπτωματικής αρρυθμίας ή άλλου επεισοδίου, ενώ διαθέτουν και σύστημα GPS (Global Positioning System) για τον εντοπισμό του κατόχου σε περίπτωση που αυτός χάσει τις αισθήσεις του.



Εικόνα: Καρδιογράφος με δυνατότητα σύνδεσης Η/Υ και τηλεφωνική γραμμή.

## Ηλεκτρονικά Στηθοσκόπια

Τα ηλεκτρονικά στηθοσκόπια εξυπηρετούν πολλούς σκοπούς: πέραν της προφανούς χρησιμότητας για μετάδοση των ήχων σε εφαρμογές τηλεϊατρικής, παρέχουν δυνατότητες αποθήκευσης ήχων για σύγκριση σε δεύτερο χρόνο, ενσωμάτωσης στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο του ασθενούς, ενίσχυσης της έντασης των ήχων, αναπαραγωγής του με διαφορετική συχνότητα (π.χ., με μισή συχνότητα για τη διευκρίνιση ενός φυσήματος), εφαρμογή ειδικών φίλτρων, καθώς και χρησιμοποίησή τους για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Τα πρώτα ηλεκτρονικά στηθοσκόπια υστερούσαν σημαντικά σε σχέση με τα συμβατικά, σε βαθμό που η κλινική τους χρήση βρισκόταν υπό αμφισβήτηση. Σήμερα όμως διατίθενται ηλεκτρονικά στηθοσκόπια που είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα και παρέχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης του ηχητικού αρχείου είτε στην ενσωματωμένη μνήμη τους είτε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, και μετάδοσή του σε δεύτερο χρόνο. Υπάρχουν επίσης και ηλεκτρονικά στηθοσκόπια που μεταδίδουν τον ήχο σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα: Ηλεκτρονικό Στηθοσκόπιο.

## Σπιρόμετρα & Οξύμετρα

Σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά πολλά σπιρόμετρα που παρέχουν τη δυνατότητα σύνδεσης με Η/Υ. Σε αρκετές περιπτώσεις το παρεχόμενο λογισμικό δίνει τη δυνατότητα μετάδοσης των δεδομένων σε σταθμό λήψης.

Υπάρχουν ακόμη ροόμετρα και σπιρόμετρα που είτε έχουν ενσωματωμένο modem (ψηφιακή μετάδοση) είτε προσαρμόζονται στο ακουστικό του κοινού τηλεφώνου (αναλογική μετάδοση) για την αποστολή των δεδομένων. Επίσης έχουν κυκλοφορήσει και συνδυασμοί σπιρόμετρου και οξύμετρου σε μορφή κάρτας PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), που επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους σε φορητούς (laptop). Τέλος είναι διαθέσιμα εμπορικά και οξύμετρα με τεχνολογία Bluetooth, ο πομπός των οποίων μοιάζει με ρολόι και

μεταδίδουν ασύρματα τις μετρήσεις σε ένα δέκτη εντός του σπιτιού, ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να αποστέλλει τις τιμές σε κάποιο κέντρο παρακολούθησης.



Εικόνα: Οξύμετρο με τεχνολογία Bluetooth.

### Ηλεκτρονικά πιεσόμετρα

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει ένα ηλεκτρονικό πιεσόμετρο είναι μνήμη και έξοδος σύνδεσης με Η/Υ. Πέραν της ενσωμάτωσής τους σε ένα πλήρες τερματικό τηλεϊατρικής, η χρησιμότητα των ηλεκτρονικών πιεσόμετρων εντοπίζεται επίσης στη διάγνωση της «υπέρτασης της λευκής μπλούζας», μέσω μετρήσεων στο σπίτι. Σήμερα διατίθενται στην αγορά ηλεκτρονικά πιεσόμετρα με ενσωματωμένο modem για αποστολή των μετρήσεων, ενώ αναπτύσσεται και ένα νέο μοντέλο υπηρεσίας, κατά την οποία ο ασθενής ενοικιάζει, μετά από υπόδειξη του γιατρού του, ένα ειδικό ηλεκτρονικό πιεσόμετρο από το πλησιέστερο συμβεβλημένο φαρμακείο, και εν συνεχεία μέσω του διαδικτύου η συσκευή προγραμματίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του γιατρού. Τα δεδομένα αποθηκεύονται και μεταδίδονται σε τακτά χρονικά διαστήματα σε ένα κέντρο λήψης, στο οποίο έχει πρόσβαση και ο θεράπων ιατρός, μέσω του διαδικτύου.



Εικόνα: Ηλεκτρονικό πιεσόμετρο με αυτόματη τηλεφωνική αποστολή των μετρήσεων.

### Συστήματα κατ' οίκον νοσηλείας

Τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους αρκετά ολοκληρωμένα συστήματα τηλεϊατρικής που φιλοδοξούν να καλύψουν ανάγκες της κατ'οίκον νοσηλείας. Έχουν το πλεονέκτημα της ενιαίας και εργονομικής κατασκευής και της ευχρηστίας, μια και ο χρήστης δεν απαιτείται να έχει γνώσεις χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Τα συστήματα κατ'οίκον νοσηλείας έχουν συνήθως μια οθόνη για την τηλεδιάσκεψη του ασθενούς με το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό και έναν αριθμό συσκευών, που ποικίλουν ανάλογα με την εφαρμογή (πιεσόμετρο, ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο, σπιρόμετρο, μετρητής σακχάρου ή ακόμη και καρδιογράφος). Μερικά από αυτά τα συστήματα διαθέτουν και οθόνη αφής.

Ένα τέτοιο σύστημα που προορίζεται για χρήση από επισκέπτη νοσηλευτή, έχει αναπτυχθεί από την ελληνική εταιρεία Proton Labs, στα πλαίσια του ευρωπαϊκού έργου Ari-Act. Το σύστημα αποτελείται από φορητό τερματικό και σταθμό λήψης και επιτρέπει στο νοσηλευτή να έχει πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς, να καταγράφει την κλινική του εικόνα, να μεταδίδει βιοσήματα (καρδιογράφημα, σπιρομέτρηση, οξυμετρία, αρτηριακή πίεση, καρδιακούς τόνους) και να πραγματοποιεί τηλεδιάσκεψη με τους θεράποντες ιατρούς του συντονιστικού κέντρου, όταν αυτό είναι αναγκαίο. Έχει σχεδιαστεί ώστε να εξασφαλίζει φιλικότητα και εργονομία, χάρη στο μικρό του μέγεθος και βάρος και στην οθόνη αφής (με γραφίδα).

Σε άλλες περιπτώσεις για τις εφαρμογές κατ'οίκον παρακολούθησης χρησιμοποιείται ένας συνηθισμένος ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος διαθέτει κατάλληλο λογισμικό, στον οποίο συνδέονται οι απαιτούμενες για την κατ'οίκον παρακολούθηση ιατρικές συσκευές.



Εικόνα: Το σύστημα τηλεϊατρικής για κατ'οίκον νοσηλεία, που αναπτύχθηκε στο έργο ARI-ACT, το οποίο συντονίζεται από την Περιφέρεια Αττικής.

## Συστήματα τηλεϊατρικής με δυνατότητα μεταφοράς και αποθήκευσης απεικονίσεων

Τα περισσότερα συστήματα τηλεϊατρικής έχουν δυνατότητες μεταφοράς και αποθήκευσης ακτινολογικών εικόνων που προέρχονται από τα απεικονιστικά συστήματα (CR, CT, MRI, NM, CAT, κλπ) ενός ακτινολογικού τμήματος. Μέσω των συστημάτων αυτών είναι δυνατόν οι ακτινογραφίες να μεταφέρονται άμεσα (με χρήση του πρωτοκόλλου DICOM) ή έμμεσα (με χρήση ιατρικών ψηφιακοποιητών /film digitizers) από μηχάνημα σε μηχάνημα, από υπολογιστή σε υπολογιστή και από νοσοκομείο σε νοσοκομείο.

### Συσκευές Υπερήχων

Οι περισσότερες σύγχρονες συσκευές υπερήχων διαθέτουν ψηφιακές εξόδους σύνδεσης με Η/Υ και ακολουθούν το πρωτόκολλο DICOM, γεγονός που τις καθιστά κατάλληλες για μετάδοση εικόνας. Η μετάδοση μπορεί να είναι σε πραγματικό χρόνο (real time), οπότε κρίσιμη παράμετρος είναι το εύρος της τηλεπικοινωνιακής σύνδεσης (πάνω από 386Kbps), ή με τη μέθοδο της τοπικής αποθήκευσης και αποστολής σε δεύτερο χρόνο (store & forward).

Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στο γεγονός πως κυκλοφορούν σήμερα και φορητοί υπέρηχοι που διαθέτουν δυνατότητες μετάδοσης εικόνας και αποτελούν ιδανική λύση για κινητές ιατρικές μονάδες, κέντρα υγείας ή εφαρμογές κατ' οίκον νοσηλείας.



Εικόνα: Φορητός υπέρηχος.

### Συστήματα μεταφοράς εικόνας video

Στις εφαρμογές όπου η εικόνα παίζει τον κεντρικό ρόλο στη διάγνωση (παθολογοανατομία, οφθαλμολογία, δερματολογία κτλ) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν:

- Εξειδικευμένα συστήματα για την συγκεκριμένη ειδικότητα πχ. συστήματα για παθολογική ανατομία με δυνατότητα ελέγχου του μικροσκοπίου που βρίσκεται στο



απομακρυσμένο σημείο, με μετακίνηση του οπτικού πεδίου μέσω ειδικού χειριστηρίου (μνεία σε αυτά τα συστήματα γίνεται στο σχετικό κεφάλαιο).

- CCD κάμερες που προσαρμόζονται πάνω σε υπάρχων εξοπλισμό (πχ. σε σχισμοειδή λυχνία) και επιτρέπουν τη μετάδοση της εικόνας.

### Συστήματα Εικονοδιάσκεψης – Τηλεδιάσκεψης

Τα συστήματα εικονοδιάσκεψης διαθέτουν χαρακτηριστικά που τα κάνουν ιδιαίτερα ελκυστικά για κάποιες εφαρμογές τηλεϊατρικής. Αυτά είναι κυρίως η ευχρηστία, η εργονομία, η απλότητα στη χρήση και η σύνδεση με απεικονιστικά συστήματα, εξεταστικά όργανα (οφθαλμοσκόπιο, ωτοσκόπιο κτλ). Είναι αυτόνομα συστήματα που δεν απαιτούν για τη λειτουργία τους ηλεκτρονικό υπολογιστή. Συνδέονται και με document κάμερα, για τη μετάδοση ψηφιοποιημένων πληροφοριών. Αποτελούν μια πολύ καλή επιλογή για εφαρμογές τηλε-συμβουλευτικής, διμερών ή πολυμερών ιατρικών συσκέψεων αλλά και για την εξ' αποστάσεως ιατρική εκπαίδευση. Λειτουργούν με τη χρήση διαφόρων τηλεπικοινωνιακών υποδομών (μέσω IP, ISDN συνδέσεων, κτλ). Διαθέτουν επίσης υψηλές προδιαγραφές ασφαλείας στη μετάδοση των δεδομένων.



Εικόνα: Σύστημα εικονοδιάσκεψης - τηλεδιάσκεψης

### Εφαρμογές Ρομποτικής

Ένα άλλο αντικείμενο εντατικής έρευνας αποτελεί η ανάπτυξη εξοπλισμού που θα επιτρέπει στους θεράποντες ιατρούς να έχουν άμεση γνώση της κατάστασης των ασθενών τους και όταν βρίσκονται μακριά από το νοσοκομείο, ή να έχουν πρόσβαση σε εξετάσεις τους. Το Ιατρικό Κέντρο του Πανεπιστημίου UC Davis διερευνά μία πρωτοποριακή λύση που επιτρέπει στους θεράποντες ιατρούς να ελέγχουν προσωπικά την πορεία της υγείας των ασθενών τους μετά από μία χειρουργική επέμβαση, χωρίς να βρίσκονται δίπλα τους, με τη χρήση ενός robot.

Από το γραφείο ή το σπίτι του, με τη χρήση ενός χειριστηρίου, ο θεράπων ιατρός μπορεί να καθοδηγήσει το ευκίνητο robot στους διαδρόμους του νοσοκομείου και στα δωμάτια των ασθενών του, μέσω του ασύρματου δικτύου του νοσοκομείου. Εξοπλισμένο με μια κάμερα, οθόνη TV και μικρόφωνο, το robot επιτρέπει στο γιατρό να συνομιλεί με τον ασθενή του με τον ίδιο σχεδόν τρόπο που το έκανε παραδοσιακά. Μέσω της κάμερας, ο γιατρός μπορεί να μεγεθύνει και να επισκοπήσει τη χειρουργική τομή, αλλά και να ελέγχει τα ζωτικά σημεία του ασθενούς.

Το ζητούμενο είναι αν η μέθοδος αυτή θα αποδειχθεί ασφαλής και αποτελεσματική. Πρόσφατη μελέτη στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins, κατέληξε πως οι ασθενείς προτιμούν τη θέα του γιατρού τους μετά από τη χειρουργική επέμβαση παρά του εφημερεύοντος που δε γνωρίζουν προσωπικά, ακόμα κι αν η επίσκεψη γίνεται «εικονικά».



Εικόνες: Έλεγχος της υγείας των ασθενών με την χρήση ενός Robot.

## Ηλεκτρονικά Κιόσκια Υγείας

Πρόσφατα έκαναν την εμφάνιση τους και «ηλεκτρονικά κιόσκια» σχεδιασμένα για τηλεϊατρικές εφαρμογές. Απευθύνονται κυρίως σε κοινότητες γεωγραφικά απομακρυσμένες από κεντρικά νοσοκομεία, προσφέροντας εξ' αποστάσεως παρακολούθηση χρονίως πασχόντων αλλά και μία πρώτη εκτίμηση σε επείγοντα περιστατικά.

Με τη χρήση μιας μαγνητικής κάρτας, αντίστοιχης των τραπεζικών ΑΤΜ, που επιτρέπει την ταυτοποίηση του χρήστη και την εξατομίκευση των μετρήσεων, είναι δυνατόν να μετρηθεί το βάρος, η αρτηριακή πίεση, ο καρδιακός ρυθμός, η γλυκόζη αίματος και ο κορεσμός αιμοσφαιρίνης. Οι μετρήσεις αυτές μεταδίδονται σε συνεργαζόμενο ιατρικό κέντρο.



Εικόνα: Ηλεκτρονικό κιόσκι για προληπτικό έλεγχο εξ' αποστάσεως.

## Σύνοψη

Καταλήγοντας, θα ήταν σκόπιμο να επισημάνουμε πως η ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου του ιατρικού εξοπλισμού και η διαρκής τεχνολογική εξέλιξη παρέχουν σήμερα στους σχεδιαστές μίας τηλεματικής εφαρμογής υγείας πολλαπλές επιλογές. Αυτό όμως δε σημαίνει πως και η τελική απόφαση είναι εύκολη, μιας και είναι ανάγκη να συνυπολογιστεί μια σειρά παραγόντων που θα βαρύνουν σε αυτή την κρίση.

Για παράδειγμα, μία κομβική απόφαση είναι κατά πόσο η εφαρμογή θα περιλαμβάνει τηλε-διάσκεψη, αποστολή ζωτικών σημάτων ή και τα δύο, και αν αυτό θα γίνεται μέσω PC-based συστημάτων ή συστημάτων εικονοδιάσκεψης (δύο ή πολλαπλών σημείων). Επίσης αν για τα PC-based συστήματα θα αναπτυχθεί μία εφαρμογή (custom made solution) ή θα χρησιμοποιηθεί μία έτοιμη, εμπορικά διαθέσιμη λύση. Ένα άλλο ζήτημα αφορά στη συνεργασία αυτών των εφαρμογών με τα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομείων, όπου αυτά υπάρχουν. Κρίσιμο είναι το θέμα της αναβάθμισης των εφαρμογών αυτών, αλλά και της τεχνικής τους υποστήριξης, παράγοντες που είναι ανάγκη να λαμβάνονται υπόψη, όπως επίσης και το κατά πόσο το λογισμικό είναι φιλικό προς το χρήστη και αν διατίθεται στην ελληνική γλώσσα.

Παράγοντες που παίζουν ρόλο στην επιλογή επιμέρους ιατρικών συσκευών για τηλεϊατρική χρήση είναι ο εργονομικός τους σχεδιασμός, το λογισμικό που τις συνοδεύει (αν στόχος είναι η ανάπτυξη λογισμικού είναι σημαντικό ο κατασκευαστής να παρέχει λογισμικό ανάπτυξης- software development kit), οι εγκρίσεις CE ή και FDA, και σε περίπτωση ασύρματων εφαρμογών, οι προδιαγραφές προστασίας από παρεμβολές κλπ.

Συμπερασματικά, το πιο κρίσιμο σημείο είναι η προσεκτική καταγραφή των ιατρικών αναγκών για τη λήψη οποιασδήποτε απόφασης για εξοπλισμό τηλεϊατρικής. Όσο εξελιγμένες δυνατότητες και αν διαθέτει ένα σύστημα, η αποδοχή του από τους ίδιους τους χρήστες (ασθενείς και επαγγελματίες υγείας) είναι αυτή που θα το καθιερώσει. Και μόνο η προσεκτική ανάλυση των αναγκών των χρηστών και η εκπόνηση ενός οργανωμένου σχεδίου κάλυψής τους μπορεί να αποτελέσει παράγοντα επιτυχίας.

## **7.HOME CARE ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ E-HEALTH**

### To home care σήμερα

Ο αυξανόμενος αριθμός των ατόμων της τρίτης ηλικίας και των χρόνιων ασθενών στις δυτικές κοινωνίες του σήμερα, ως και η αυξημένη ανάγκη τους για υψηλής ποιότητας φροντίδα, έχει οδηγήσει τα συστήματα υγείας σε δυσβάστακτη αύξηση των δαπανών και σε συνεχή αναζήτηση νέων μορφών οργάνωσης.

Οι χρόνιοι ασθενείς αποτελούν το 1% του πληθυσμού που απορροφούν το 30% των πόρων των ασφαλιστικών οργανισμών σήμερα, ενώ υπολογίζεται ότι το 2020 θα απορροφούν περί το 80% των συνολικών προϋπολογισμών τους.

Έτσι ολοένα και περισσότερο επιδιώκεται η ενεργοποίηση των πρωτοβάθμιων δομών και η μετακίνηση των υπηρεσιών πλησιέστερα προς τον πολίτη / ασθενή.

Κεντρικό στόχο αποτελεί η παραμονή του χρόνιου ασθενή στη βέλτιστη δυνατή κατάσταση απολαμβάνοντας την άνεση και ασφάλεια του σπιτιού του, μακράν του Νοσοκομείου, έχοντας την πρέπουσα παρακολούθηση ώστε να προλαμβάνονται οι παροξύνσεις και επιπλοκές της νόσου.

Έτσι η παροχή υπηρεσιών home care αποτελεί τα τελευταία χρόνια τον ταχύτερα αναπτυσσόμενο τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας. Στη Β. Αμερική έχουν αναπτυχθεί και λειτουργούν τα τελευταία χρόνια πάνω από 10.000 φορείς, δημόσιοι και ιδιωτικοί που προσφέρουν αντίστοιχες υπηρεσίες.

Οι υπηρεσίες αυτές, όπως τουλάχιστον προσφέρονται μέχρι σήμερα, εμφανίζουν τεράστια ποικιλομορφία και κυμαίνονται ευρέως ως προς την οργάνωση, περιεχόμενο και στελέχωση. Αυτό σημαίνει τη συνύπαρξη πολλαπλών φορέων που προσφέρουν κάτω από τον ίδιο τίτλο ακαδημαϊκού επιπέδου, υψηλής εξειδίκευσης και ποιότητας υπηρεσίες μέχρι γενικού περιεχομένου υποβοηθητικές υπηρεσίες της τρέχουσας καθημερινότητας των ασθενών.

Μέσα από τη συντονισμένη δράση των παραπάνω φορέων το home care καλείται να προσφέρει ένα σύνθετο πλέγμα ολοκληρωμένων υπηρεσιών πολλαπλών ειδικοτήτων στο χρόνο πάσχοντα. Αυτές καλύπτουν ανάγκες αποκατάστασης, εκπαίδευσης, τακτικής παρακολούθησης και πρόληψης (δευτερογενούς και τριτογενούς), ως και πλήρους κατ' οίκον νοσηλείας, όπου και όποτε αυτό είναι εφικτό.

Τα αποτελέσματα των υπηρεσιών αυτών περιλαμβάνουν τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών, την αύξηση του βαθμού της ανεξαρτησίας τους στις καθημερινές τους δραστηριότητες, καθώς και τη συγκράτηση του κόστους για την αντιμετώπισή τους.

Η συγκράτηση του κόστους επιτυγχάνεται κυρίως με τη μείωση του αριθμού των αλληπάλληλων εισαγωγών στο Νοσοκομείο (30-50%). Ο τελευταίος παράγοντας στο σημερινό οικονομικό περιβάλλον αποκτά καθοριστική σημασία. Θεωρείται βέβαιο ότι οι υπηρεσίες του home care, δεν έχουν ακόμη επιτύχει το μέγιστο των δυνατοτήτων τους και έχουν πολλά περισσότερα να προσφέρουν στη μείωση των ενδονοσοκομειακών ημερών νοσηλείας. Έτσι μπορούν να απελευθερώνονται νοσοκομειακές κλίνες με τη μεγάλη οικονομική και κοινωνική σημασία που αυτό συνεπάγεται.

## Ο ρόλος του e- health

Στο περιβάλλον αυτό ιδιαίτερο ρόλο έχει παίξει η είσοδος των νέων τεχνολογιών τα τελευταία χρόνια. Και αυτό διότι έχουν επιτύχει τη μετατροπή πολύπλοκων διαγνωστικών και θεραπευτικών συσκευών, παλαιότερα θεωρούμενων ως αποκλειστικά νοσοκομειακών, σε εύχρηστες, μικρού μεγέθους συσκευές κατάλληλες για χρήση στο σπίτι.

Έχουν συμβάλει επίσης στην ανάπτυξη προηγμένων πληροφοριακών συστημάτων και στη δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ τους, μέσω των συνεχώς προαγόμενων ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων (e-health).

Τα συστήματα αυτά δύνανται επίσης να επικοινωνούν ψηφιακά και με ποικιλία ιατρικών συσκευών, παρέχοντας τη δυνατότητα πλήρους παρακολούθησης και αξιολόγησης των ασθενών από οποιαδήποτε απόσταση. Έτσι έχουν αναπτυχθεί ειδικά συστήματα που δίνουν τεράστιες δυνατότητες στην κατ' οίκον παρακολούθηση και νοσηλεία (Home telehealth ή home telecare).

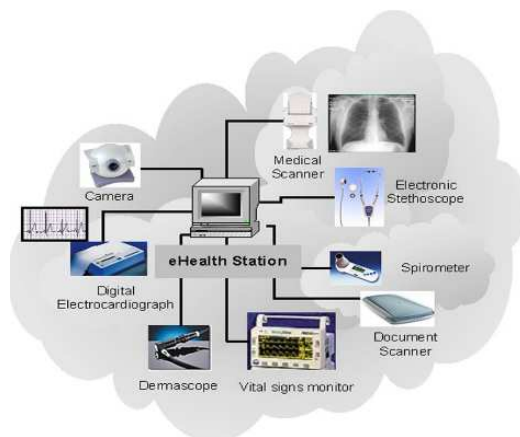


Τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι:

- Ο ηλεκτρονικός ολοκληρωμένος φάκελος υγείας (ΟΦΥ) του ασθενούς, ο οποίος συνεχώς ανανεούμενος αποτελεί το θεμέλιο όλων των πληροφοριακών συστημάτων υγείας του σήμερα. Πάνω σ' αυτόν οικοδομούνται και περιστρέφονται συνεχώς όλες οι παρεχόμενες υπηρεσίες από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.
- Η δυνατότητα ζωντανής επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδραστικού video από την οικία του ασθενούς στο κέντρο παρακολούθησης, μέσω των αυξημένης χωρητικότητας ψηφιακών συνδέσεων (ISDN, ADSL κ.ά.)
- Η δυνατότητα μετάδοσης, επίσης σε πραγματικό χρόνο, μιας μεγάλης ποικιλίας βιοσημάτων από το σπίτι του ασθενούς όπως ΗΚΓ φημα, σπυρομέτρηση, ροομετρία, αρτηριακή πίεση, γλυκόζη αίματος, εξετάσεις πηκτικότητας αίματος, οξυμέτρηση, θερμομέτρηση, βάρος σώματος.

Το διαδίκτυο επίσης χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο σαν ιδιαίτερα προσιτό μέσο μετάδοσης και αποθήκευσης δεδομένων σε πολλά προγράμματα κατ' οίκον παρακολούθησης χρόνιων ασθενών, όπως ασθματικών, υπερτασικών κα.

Η έρευνα όμως των τελευταίων χρόνων έχει προχωρήσει ακόμη περισσότερο. Χάρη στη νανοτεχνολογία αναπτύσσονται μικρές φορητές αλλά και φορετές (wearable) διαγνωστικές συσκευές (sensors), οι οποίες δύνανται να συλλέγουν και να μεταδίδουν συνεχώς τα προκαθορισμένα βιοσήματα των ασθενών στα κέντρα παρακολούθησης μέσω ασύρματων συνδέσεων. Έτσι η παρακολούθηση των ασθενών μπορεί να γίνεται σε 24ωρη βάση και κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες με την προφανή σημασία που αποκτά το γεγονός από ιατρική και κοινωνική σκοπιά.



Η σημασία της εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών στη κλινική πράξη είναι μεγάλη διότι:

- **Καταργούν το φραγμό της απόστασης μεταξύ ασθενούς και θεραπευτή.**
- **Επιτρέπουν στον κατάλληλο κάθε φορά θεραπευτή, να εξετάζει και να αξιολογεί το συγκεκριμένο ασθενή με την πρέπουσα συχνότητα και μεθοδολογία, ώστε να αναλαμβάνονται οι καταλληλότερες γι' αυτόν θεραπευτικές ή προληπτικές ενέργειες.**

Το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερη αξία στην κλινική πράξη της εποχής μας, όπου οι κλινικοί θεραπευτές όλων των ειδικοτήτων εξειδικεύονται ολοένα και περισσότερο σε επί μέρους τομείς και έτσι η πρόσβαση των ασθενών σε αυτούς με τις συμβατικές μεθόδους γίνεται ολοένα και δυσχερέστερη.

Ιδιαίτερα στην εποχή μας που το κόστος των υπηρεσιών διογκώνεται διαρκώς, η τάση περιστολής του προσωπικού γίνεται ολοένα και εμφανέστερη και συγχρόνως μεγαλώνει η κοινωνική απαίτηση για συνολικότερη και ποιοτικότερη φροντίδα, η υιοθέτηση των κατ' οίκον e-health υπηρεσιών αποτελεί την απάντηση για την αύξηση της παραγωγικότητας και αποτελεσματικότητας του συστήματος παροχής της φροντίδας.

Οι μελέτες αυτές παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα πρωτοκόλλων που χρησιμοποιήθηκαν, τεχνολογιών που υιοθετήθηκαν, ως και επί μέρους διαγνωστικών και θεραπευτικών στόχων τους οποίους συμπεριέλαβαν. Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι αυτοί ήταν:

- Διαγνωστική φροντίδα
- Φροντίδα σε πρωτοβάθμιες μονάδες υγείας

- Φροντίδα οξείας φάσης (home hospitalization)
- Χρόνια φροντίδα (follow up - tele-monitoring)
- Αποκατάσταση (tele-rehabilitation)
- Συνέχιση της φροντίδας
- Προληπτική φροντίδα
- Εκπαίδευση για αυτοδιαχείριση
- Μετεγχειρητική φροντίδα

Οι ασθενείς που συμμετείχαν έπασχαν από ένα επίσης μεγάλο φάσμα παθήσεων:

- Χρόνια αναπνευστικά νοσήματα (άσθμα, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια)
- Καρδιακή ανεπάρκεια
- Υπέρταση
- Διαβήτης
- Νεοπλάσματα και ασθενείς τελικού σταδίου (Hospice)
- Αποθεραπεία τραύματος
- Ψυχιατρικές παθήσεις
- Υπερήλικες μη αυτοεξυπηρετούμενοι

Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών, αν και δύσκολο να αξιολογηθούν κάτω από ένα ενιαίο πλαίσιο, ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά τόσο για τους ασθενείς και τους οικείους τους, όσο και για τους ασφαλιστικούς τους οργανισμούς. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο προχωρούν ολοένα και περισσότερο στην αναγνώριση, κοστολόγηση και αποζημίωση των υπηρεσιών αυτών, τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα σύμφωνα πάντα με το κοινωνικό-ασφαλιστικό σύστημα της κάθε χώρας.

### Ανάπτυξη δικτύων παροχής κατ' οίκον e-health υπηρεσιών

Ιδανική προοπτική για το μέλλον αποτελεί η ανάπτυξη δικτύων πολλαπλών φορέων για τη συντονισμένη παροχή κατ' οίκον e- health υπηρεσιών, σύμφωνα με συγκλίνουσες απόψεις πολλών οργανισμών και σχεδιαστών πολιτικών υγείας.

Τέτοια δίκτυα θα εξασφαλίζουν ισχυρούς και μόνιμους δεσμούς μεταξύ του προσωπικού παροχής φροντίδας, των νοσοκομείων, των πρωτοβάθμιων κοινωνικών δομών, των ασθενών και των ασφαλιστικών φορέων. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα καλύτερης πρόσβασης στο σύστημα παροχής φροντίδας και στους λειτουργούς του, το οποίο μεταφράζεται σε καλύτερη ποιότητα φροντίδας. Δίδεται ακόμη η ευκαιρία στα τριτοβάθμια νοσοκομεία και εξειδικευμένα κέντρα να δρουν σε στενή συνεργασία με τις τοπικές κοινωνίες όπου ανήκουν, παρέχοντας ένα ευρύ φάσμα υψηλής ποιότητας ασθενοκεντρικών υπηρεσιών.

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα τέτοιων δικτύων περιλαμβάνουν:

- Παροχή της κατάλληλης φροντίδας στον κατάλληλο τόπο και χρόνο από τον κατάλληλο θεραπευτή.
- Βελτίωση της συμμόρφωσης των ασθενών στη χορηγηθείσα θεραπεία και της ενεργού συμμετοχής τους σ' αυτήν (self management), ως και ενίσχυση και αξιο-

ποίηση της συμμετοχής των οικείων τους. Ειδικά για τη χώρα μας ο παράγων αυτός έχει ιδιαίτερη σημασία, λόγω των στενών οικογενειακών δεσμών που υπάρχουν και λειτουργούν.

- Βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών, του αισθήματος ασφάλειας και άνεσης και μείωση της εξάρτησης τους από τις υπηρεσίες παροχής φροντίδας.
- Σημαντική μείωση του αριθμού των αλληπάλληλων εισαγωγών και της διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο, των επισκέψεων στα επείγοντα και του ποσοστού χρήσης των πρωτοβάθμιων δομών παροχής φροντίδας και υποστήριξης.
- Βελτίωση της ποιότητας παροχής υπηρεσιών με ενίσχυση της πρόληψης και της προαγωγής υγείας, αποτελεσματικότερη διακίνηση των ασθενών μεταξύ των δομών του συστήματος και αποφυγή δαπανηρών διακομιδών.
- Κατάργηση των γεωγραφικών περιορισμών με τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων και ειδικής γνώσης και μεγάλη βελτίωση της προσβασιμότητας των ασθενών των απομακρυσμένων περιοχών σε ποιοτικότερη φροντίδα.

Είναι βέβαιο ότι οι νέες τεχνολογίες μας βάζουν σε μία καινούργια και γοητευτική εποχή. Πολλά ακόμη θα αποκαλυφθούν σχετικά με τα αποτελέσματα των ηλεκτρονικών υπηρεσιών στην παροχή φροντίδας, στην υγεία των ασθενών, στο βαθμό αποδοχής και ικανοποίησης που θα συναντήσουν, στο ρόλο που θα παίξουν οι διοικήσεις και το κλινικό προσωπικό των φορέων υγείας, καθώς επίσης και στο πως οι τεχνολογίες αυτές θα επηρεάσουν την προσβασιμότητα και την οικονομία των υπηρεσιών υγείας στη νέα αυτή εποχή.

### Σχόλια – συμπεράσματα

Θα πρέπει να τονίσουμε τη σημασία των υπηρεσιών αυτών για τους ασθενείς των απομακρυσμένων περιοχών, παράγοντα ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας. Εάν οι εξειδικευμένες υπηρεσίες αποτελούν για τη συντριπτική πλειοψηφία των ασθενών των μεγάλων αστικών κέντρων, θεωρητική έστω πιθανότητα στην καθημερινή πραγματικότητα, για τους αντίστοιχους ασθενείς των ακριτικών περιοχών, ισχύει ο πλήρης αποκλεισμός. Η υιοθέτηση των e-health υπηρεσιών για την εξυπηρέτηση των ασθενών αυτών αποτελεί το πεδίο της πλήρους δικαίωσης τους, αφού η εφαρμογή τους μπορεί να καταργήσει αυτόν τον αποκλεισμό, με μόνη επιβάρυνση αμελητέα αύξηση του τηλεπικοινωνιακού κόστους.

Με την εξέλιξη των έργων της Κοινωνίας της Πληροφορίας, που γίνεται στη φάση αυτή στη χώρα μας για τα ολοκληρωμένα συστήματα πληροφοριακής και τηλεματικής υγείας, ως και του προγράμματος «σύζευξης», τα παραπάνω δεν αποτελούν θεωρητικό ευχολόγιο, αλλά δυνητικά άμεσα υλοποιήσιμες προοπτικές.

Οι τεχνολογίες του σήμερα αποτελούν κατάλληλα εργαλεία για ένα τέτοιο συντονισμό. Οι δυνατότητες τους βελτιώνονται ραγδαία με την πάροδο του χρόνου και το κόστος τους μειώνεται εκθετικά με τη χρήση τους. Αυτό που απαιτείται είναι



αντίστοιχος συντονισμός των αντιλήψεων, νοοτροπιών και πρακτικών μας, ώστε να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε τις μεγάλες δυνατότητες που μας δίνουν.

Αναμένεται επίσης πως τα οφέλη της τηλεφροντίδας σε συνδυασμό με τις αλλαγές στο ασφαλιστικό σύστημα θα παρέχουν στο εγγύς μέλλον σημαντικά κίνητρα και ευκαιρίες για τηλεϊατρικές υπηρεσίες από τις οποίες, ταυτόχρονα, προσδοκάτε βελτίωση στην ποιότητα ζωής και για αρκετούς ασθενείς από το γηράσκοντα πληθυσμό. Νέα μοντέλα οικονομικής κάλυψης βασισμένα είτε σε ομαδοποίηση ασθενών σύμφωνα με τη διάγνωση, είτε για ασθενείς με κάθαρση, σε σταθερό κόστος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ανεξάρτητα από την αγωγή, είναι υπό συζήτηση και θα εφαρμοστούν σύντομα.

## 8. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών ένα στα 10 άτομα παγκοσμίως είναι ηλικίας 60 ετών και άνω. Συγκεκριμένα, 320 εκατομμύρια γυναίκες και 247 εκατομμύρια άνδρες ήταν άνω των 60 ετών στο τέλος του 2000. Το 81 % των γυναικών άνω των 80 ετών ζει σε αναπτυγμένες χώρες. Η πλειοψηφία των ατόμων της τρίτης ηλικίας επιθυμούν να παραμένουν στην οικία τους εφ' όσον μπορούν να φροντίσουν τον εαυτό τους και να αποφύγουν τη διαμονή σε θεραπευτικό ίδρυμα ή οίκο ευγηρίας, ένας στόχος που συνεπάγεται μείωση της οικονομικής επιβάρυνσης του συστήματος υγείας.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν τη λειτουργική ανεξαρτησία των ατόμων της τρίτης ηλικίας με βάση την κατανόηση των αναγκών και δυνατοτήτων τους (αισθητηριακών, κινητικών και νοητικών) και του κοινωνικού και φυσικού περιβάλλοντός τους. Η τεχνολογία μπορεί να δημιουργήσει τις συνθήκες υποστήριξης της λειτουργικής ανεξαρτησίας και να συμβάλει σημαντικά στην αποφυγή ατυχημάτων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις τομείς εφαρμογής τεχνολογιών τηλειατρικής για άτομα της τρίτης ηλικίας.



### Τηλεπαρακολούθηση ασθενών από το σπίτι

Παγκοσμίως δίνεται διαρκώς και μεγαλύτερη έμφαση στην πρωτογενή φροντίδα προκειμένου για τη βελτίωση των ιατρικών υπηρεσιών. Συνυφασμένη με την τάση της παροχής ιατρικών υπηρεσιών να αλλάζει συνεχώς είναι και η αύξηση των απαιτήσεων για τέτοιου είδους υπηρεσίες καθώς και ο ανθρωποκεντρικός τους χαρακτήρας, ως αποτέλεσμα των δημογραφικών αλλαγών, της αύξησης του ποσοστού των ηλικιωμένων στον πληθυσμό, καθώς και το γεγονός ότι δίνεται έμφαση πλέον σε άλλα είδη των ασθενειών – μη μολυσματικών. Ακόμη, καθώς οι ασθενείς έχουν ολοένα και περισσότερο διαθέσιμο εισόδημα, η ιατρική και η προληπτική ιατρική αυξάνουν σε πιθανότητα και δυναμική, ενώ ο νέος τύπος ασθενή που διαμορφώνεται και οι ιδιαιτερότητες στην παροχή των υπηρεσιών Υγείας δημιουργούν την ανάγκη για νέες πρωτοβουλίες σε αυτόν τον τομέα.

Παγκοσμίως, οι παροχείς Υπηρεσιών Υγείας έχουν προχωρήσει στο συνδυασμό της διαχείρισης των πληροφοριών με τις τεχνολογίες της επικοινωνίας σε ένα μοντέλο «νοσοκομείο χωρίς τοίχους». Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι όσο αυξάνει η πίεση για την εισαγωγή της νοσοκομειακής περίθαλψης στην καθημερινή μας ζωή, τόσο θα δίνεται μεγαλύτερη έμφαση και στην χρήση της φροντίδας από το σπίτι. Ακόμη, οι εξελίξεις στις απαιτήσεις Υγείας έχουν αλλάξει το σκηνικό από τον έλεγχο οξέων μολυσματικών ασθενειών που κυρίως συναντούσαμε πριν, σε περισσότερο χρόνιες μη μολυσματικές ασθένειες όπως είναι οι καρδιαγγειακές και αναπνευστικές παθήσεις, ο διαβήτης κλπ.

Σήμερα η φροντίδα από το σπίτι ( Τηλε-παρακολούθηση) συναντάτε σε σημαντικό βαθμό. Αναφέρεται δε τόσο σε εφαρμογές απλές, όπως είναι η παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας, η παρακολούθηση του συνδρόμου Sudden Infant Death (SIDS), μελέτες άπνοιας ύπνου και αξιολόγηση λειτουργίας διαβήτη και της αναπνευστικής λειτουργίας, που έχουν ως στόχο τους περισσότερο τη διάγνωση, όσο και σε εφαρμογές για συνεχή Τηλε-παρακολούθηση του ασθενή. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι ο αριθμός των ασθενών που παρακολουθούνται από το σπίτι τους αυξάνει εκθετικά.

Παραδείγματα εφαρμογών Τηλεϊατρικής γενικά και ειδικότερα συστημάτων Τηλεπαρακολούθησης από το σπίτι έχουν αποδείξει την ανάγκη για τέτοιες προσπάθειες, ενώ το 1996, ερευνητές του Εργαστηρίου Βιοϊατρικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου έδειξαν με επιτυχία τη μετάδοση δεδομένων ΗΚΓ (ΗλεκτροΚαρδιοΓράφημα) σε πραγματικό χρόνο από ένα κινούμενο ασθενοφόρο, χρησιμοποιώντας κινητές επικοινωνίες, ενώ υπήρξαν και άλλες τέτοιες εφαρμογές με ασύρματα μέσα μετάδοσης. Τα οφέλη περιλαμβάνουν δραστική περικοπή του κόστους νοσοκομειακής περίθαλψης, ενώ ο ασθενής αισθάνεται πιο άνετα. Με την χρήση μάλιστα φθηνού εξοπλισμού Τηλε – Διάσκεψης που λειτουργεί πάνω από απλές τηλεφωνικές γραμμές που υπάρχουν στο σπίτι του ασθενή και χωρίς παράλογες τηλεπικοινωνιακές απαιτήσεις, οι παροχείς Υγείας διατηρούν υψηλό το επίπεδο των παρεχομένων υπηρεσιών ενώ μειώνουν τις επισκέψεις των ασθενών στις νοσοκομειακές μονάδες.

Παράλληλα, πλήθος διαγνωστικών ιατρικών συσκευών δίνουν στον ιατρό τη δυνατότητα να βλέπει αλλά και να αλληλεπιδρά με τον ασθενή του. Για παράδειγμα, ένα ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο μπορεί να μεταδίδει σε απόσταση ήχους καρδιάς αλλά και των πνευμόνων (για ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια), ενώ παλμική οξυμετρία και δεδομένα αναπνευστικής ροής μπορούν να μεταδίδονται ηλεκτρονικά (για ασθενείς με χρόνιες αναπνευστικές διαταραχές.) Διαβητικοί ασθενείς μπορούν να παρακολουθούνται εξ' αποστάσεως όσον αφορά το επίπεδο γλυκόζης στο αίμα τους πριν τους εγχυθεί η σωστή δόση ινσουλίνης. Ακόμη, η αρτηριακή πίεση και ο καρδιακός παλμός μωρού και μητέρας σε γυναίκες που εγκυμονούν μπορεί να παρακολουθείται από το σπίτι, ενώ η λίστα παρόμοιων δυνατοτήτων αυξάνεται καθημερινά καθώς εξελίσσεται και η απαραίτητη τεχνολογία.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω οι παροχείς Υγείας χρειάζεται να εξερευνήσουν τις παραμέτρους εκείνες που θα καθορίσουν τα προϊόντα, υποσυστήματα, υπηρεσίες και πρότυπα για την ολοκλήρωση συστημάτων σε ένα περιβάλλον Τηλεπαρακολούθησης από το σπίτι. Αν επιτύχουν σε αυτό μπορούμε να

οδηγηθούμε σε μείωση του κόστους και περισσότερο αποτελεσματικές υπηρεσίες Υγείας, ειδικά σε περιοχές περιορισμένης υποδομής ή γεωγραφικά μη ευνοημένες.



### «Έξυπνες οικίες»

Ο όρος «έξυπνη οικία» αναφέρεται στο χώρο διαμονής ατόμων της τρίτης ηλικίας εξοπλισμένο με την κατάλληλη ηλεκτρονική υποδομή που καθιστά δυνατή την ιατρική παρακολούθηση των ενοίκων, την πρόληψη ατυχημάτων και την άμεση επέμβαση σε περιπτώσεις ασθένειας ή κινδύνου. Μια τέτοια οικία είναι συνδεδεμένη με τοπική μονάδα τεχνητής ευφυΐας (local intelligence unit) για τη συγκέντρωση και επεξεργασία των καταγεγραμμένων δεδομένων και παραμέτρων και με μια απόμακρη μονάδα ελέγχου (remote control center).

Μια παρόμοια εφαρμογή έχει αναπτυχθεί στο Eindhoven της Ολλανδίας. Πρόκειται για ένα πρότυπο σπίτι εξοπλισμένο με ανιχνευτές για τον αυτόματο έλεγχο της θερμοκρασίας και του φωτισμού, την αναγνώριση ατυχημάτων και συστήματα τηλεδιάσκεψης για επικοινωνία των κατοίκων με θεραπευτικό προσωπικό και συγγενικά πρόσωπα. Μία άλλη ερευνητική ομάδα έθεσε σε εφαρμογή το «έξυπνο δωμάτιο» για άτομα της τρίτης ηλικίας στην Τουλούζη και στη Γρενόβλη στη Γαλλία. Το πρόγραμμα αυτό ονομάστηκε PROSAFE και αποβλέπει στην αναγνώριση ατυχημάτων στο χώρο της οικίας και την παρακολούθηση των καθημερινών λειτουργιών και τον εντοπισμό απρόβλεπτων αλλαγών στο βαθμό λειτουργικότητας των ενοίκων. Συγκεκριμένα το πρόγραμμα αυτό δοκιμάστηκε με ηλικιωμένους ασθενείς που έπασχαν από τη νόσο του Αλτσχάιμερ.

### Υποστήριξη της φαρμακευτικής αγωγής



Ένα σημαντικό πρόβλημα της κατ'οίκον φροντίδας ατόμων της τρίτης ηλικίας είναι η πολυπλοκότητα της φαρμακευτικής αγωγής τους. Συχνά, μια τέτοια αγωγή περιλαμβάνει πολλαπλά φάρμακα με διαφορετικές δοσολογίες. Λειτουργικοί περιορισμοί και απώλεια μνήμης των ασθενών έχουν σαν αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις την παράλειψη της λήψης ενός φαρμάκου ή ακόμα και τη λανθασμένη δοσολογία. Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη στις Ηνωμένες Πολιτείες, η πλειοψηφία των ηλικιωμένων ατόμων που απολαμβάνουν υπηρεσίες κατ'οίκον φροντίδας, λαμβάνουν τουλάχιστον τέσσερα σκευάσματα καθημερινά.

Προβλήματα με τη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής αυξάνουν το κόστος της παροχής υπηρεσιών υγείας και συχνά οδηγούν σε απρόβλεπτη και παρατεταμένη νοσηλεία των ασθενών. Η υποστήριξη των ηλικιωμένων ασθενών στη διαχείριση της φαρμακευτικής τους αγωγής μπορεί να μειώσει το κόστος παροχής υπηρεσιών και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ασθενών. Επιπλέον, σύμφωνα με πλήθος κλινικών μελετών, η βελτίωση της διαχείρισης της φαρμακευτικής αγωγής οδηγεί σε βελτίωση των παραμέτρων υγείας.

Η τηλεϊατρική έχει τη δυνατότητα να συνεισφέρει στην καλύτερη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής δίνοντας τη δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό να ελέγχει τη λήψη των φαρμάκων κατά τη διάρκεια μιας τηλεδιάσκεψης, και παρέχοντας μηχανισμούς υπενθύμισης και πρόληψης. Σε μια κλινική μελέτη ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια που συμμετείχαν στο πρόγραμμα κατ'οίκον τηλεϊατρικής ακολούθησαν τη φαρμακευτική αγωγή με μεγαλύτερη ακρίβεια και συνέπεια από τους ασθενείς που απολάμβαναν μόνο την παραδοσιακή κατ'οίκον φροντίδα. Η χρήση τηλεφωνικών μηνυμάτων σε ένα άλλο πρόγραμμα τηλεϊατρικής είχε σαν αποτέλεσμα οι ασθενείς να βελτιώσουν την ικανότητα τους να διαχειρίζονται τη φαρμακευτική τους αγωγή.

### Χρήση ρομποτικής στην κατ'οίκον φροντίδα ηλικιωμένων ασθενών



Ένας ευρύς ορισμός του «ρομπότ» είναι αυτός ενός επαναπρογραμματιζόμενου χειριστή γενικής χρήσεως με εξωτερικούς αισθητήρες και συστήματα ελέγχου. Η χρήση των ρομπότ αρχικά είχε περιοριστεί σε βιομηχανικά και αμυντικά συστήματα αλλά σύντομα άρχισε να εξαπλώνεται και στο χώρο της υγείας.

Το πρόγραμμα NurseBot ξεκίνησε το 1998 ως αποτέλεσμα συνεργασίας ερευνητικών ιδρυμάτων και του ιδιωτικού τομέα, με σκοπό τη δημιουργία ενός ρομπότ που θα βοηθά ηλικιωμένα άτομα στο βάδισμα και θα μεταφέρει μικρά αντικείμενα ακολουθώντας προφορικές εντολές. Στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος δύο

μοντέλα έχουν αναπτυχθεί με τις ονομασίες Flo και Pearl με δυνατότητες κίνησης, υποστήριξης βάρους, αναγνώρισης φωνής, ενσωματωμένη οθόνη για καθοδήγηση του ασθενή και προβολή μηνυμάτων, διαθέτοντας λεξιλόγιο χιλιάδων λέξεων.

Ένα παρόμοιο ρομπότ με την ονομασία Carebot χρησιμοποιείται για την υποστήριξη ηλικιωμένων που ζουν μόνοι τους. Το ρομπότ αυτό είναι από τα λεγόμενα «ανθρωποειδή» καθώς έχει κατασκευαστεί ώστε να παρουσιάζει την ανατομία και μορφή ενός ανθρώπου. Χρησιμοποιεί νευρωνικά δίκτυα για να «μαθαίνει» ήχους, εικόνες και δονήσεις. Με το κατάλληλο λογισμικό, μπορεί να καταγράφει τους κτύπους της καρδιάς του ασθενή σε 24ωρη βάση. Χρησιμοποιώντας το νευρωνικό δίκτυο, είναι εφικτή η διάκριση ανάμεσα σε μία «φυσιολογική» και σε μία έκτακτη κατάσταση. Το ρομπότ σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης μπορεί να καλέσει ασθενοφόρο, την αστυνομία, συγγενικό πρόσωπο ή όποιο άλλο αριθμό έχει προγραμματιστεί να καλεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις. Το σύστημα χρησιμοποιεί κάμερες για την καταγραφή πτώσεων ή άλλων ατυχημάτων.

Στην Οσάκα της Ιαπωνίας ένας οίκος ευγηρίας στην επαρχία Κουριέν, έχει εξοπλίσει κάθε δωμάτιο με συσκευές ρομπότ της εταιρείας Matsushita που κάνουν ερωτήσεις στους ασθενείς, καταγράφουν και επεξεργάζονται τις απαντήσεις που λαμβάνουν. Τα ρομπότ αυτά είναι επίσης εξοπλισμένα με ανιχνευτές ώστε να παρακολουθούν τις κινήσεις των ασθενών, το ρυθμό αναπνοής τους και να καταγράφουν μια ασυνήθιστη ή απρόβλεπτη εξέλιξη, οπότε ειδοποιούν το νοσηλευτικό προσωπικό.

### Προδιαγραφές για σχεδιασμό τηλεϊατρικών εφαρμογών για άτομα της τρίτης ηλικίας

Πολλοί οργανισμοί και σωματεία έχουν δημιουργήσει μια σειρά από οδηγίες για την ανάπτυξη ιστοσελίδων και εφαρμογών τηλεϊατρικής για ηλικιωμένους ασθενείς. Οι οδηγίες W3E (W3E Guidelines) αφορούν στην ανάπτυξη τηλεϊατρικών εφαρμογών βασισμένων στο διαδίκτυο που απευθύνονται σε ηλικιωμένους ασθενείς. Οι 128 οδηγίες αυτές περιγράφουν τη δημιουργία απλών ιστοσελίδων με στοιχεία σχεδιασμού για χρήστες με προβλήματα όρασης, ακοής αλλά και κινητικών δυσλειτουργιών, οδηγίες για επιλογή χρωμάτων, ήχων και οργάνωσης του περιεχομένου μιας ιστοσελίδας, μηχανισμούς πλοήγησης, θέματα εκπαίδευσης ασθενών και οδηγίες για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών μηνυμάτων μεταξύ ασθενών και νοσηλευτικού προσωπικού.

Συγκεκριμένα, οι οδηγίες αυτές αφορούν στο σχεδιασμό ιστοσελίδων, λογισμικού και άλλων συσκευών για άτομα της τρίτης ηλικίας, δίνοντας έμφαση σε απλές και προσιτές επιφάνειες εργασίας. Η επιλογή των κειμένων, οδηγιών και παρουσίασης γραφικών, πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους λειτουργικούς περιορισμούς των χρηστών.

### Συμπεράσματα

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη τηλεϊατρικών εφαρμογών για άτομα τρίτης ηλικίας απαιτεί την αποδοχή της τεχνολογίας και τη συνεργασία των ατόμων αυτών. Η επιδείνωση της υγείας του ασθενή μπορεί μακροπρόθεσμα να καταστήσει δύσκολη ή και αδύνατη τη χρήση μιας συσκευής. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο η συνεχής αξιολόγηση της χρηστικότητας των συσκευών και συστημάτων για κάθε χρήστη.

Επιπλέον, ο σχεδιασμός τηλεϊατρικών εφαρμογών πρέπει να προβλέπει και μηχανισμούς συντήρησης της τεχνολογίας και εκπαίδευσης του νοσηλευτικού προσωπικού. Η τεχνολογία μπορεί να συνεισφέρει στην ενεργή συμμετοχή των ασθενών στις διαδικασίες παροχής υγείας, αλλά μπορεί να αποτελέσει και εμπόδιο αν οι εφαρμογές της τεχνολογίας δεν έχουν σχεδιαστεί ώστε να απευθύνονται στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες των χρηστών.

Σύγχρονες τεχνολογίες έχουν διεισδύσει στο χώρο της υγείας αποσκοπώντας στην βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ταυτόχρονα, η χρήση της τεχνολογίας είναι συχνά ταυτισμένη με την πολυπλοκότητα, κάτι που μπορεί να αποβεί αρνητικός παράγοντας στην αποδοχή τέτοιων εφαρμογών από ασθενείς. Η τηλεϊατρική μπορεί να παίξει αποφασιστικό ρόλο στην κοινωνική ενσωμάτωση ατόμων και να δώσει ευκαιρίες ίσης πρόσβασης στις υπηρεσίες υγείας σε άτομα τρίτης ηλικίας και άτομα με αναπηρίες. Οι ηλικιωμένοι είναι συχνά αντιμέτωποι με καταστάσεις όπου οι συνήθειες τεχνολογικές εφαρμογές δεν είναι κατάλληλες για αυτούς είτε λόγω των συνθηκών χρήσης είτε λόγω έλλειψης εκπαίδευσης. Η τηλεϊατρική πρέπει να διασφαλίζει το λεγόμενο «κοινωνικό χαρακτήρα» της τεχνολογίας με εφαρμογές προσιτές σε ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες.

## **9. ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ**

Η κατ' οίκον φροντίδα είναι διεθνώς ένας ραγδαία εξελισσόμενος τομέας υπηρεσιών υγείας που περιλαμβάνει νοσηλευτικές και φυσιοθεραπευτικές παροχές, καθώς και επεμβάσεις κοινωνικής πρόνοιας και απευθύνεται σε ασθενείς και συγγενικά τους πρόσωπα στο χώρο της οικίας τους. Οι υπηρεσίες αυτές συνεισφέρουν στην παρακολούθηση ασθενών και την υποστήριξη τους σε καθημερινές λειτουργίες, συνήθως κατά την επιστροφή τους στην κατοικία τους μετά από νοσοκομειακή περίθαλψη.

Ο στόχος της κατ' οίκον φροντίδας είναι η βελτίωση της λειτουργικότητας των ασθενών, κάτι που απαιτεί τη διάγνωση και αντιμετώπιση σωματικών και ψυχολογικών προβλημάτων. Η κατ' οίκον φροντίδα:

- Οδηγεί σε μείωση του χρόνου παραμονής στο νοσοκομείο με συνακόλουθο περιορισμό του κόστους νοσηλείας.
- Προσφέρει προστασία του ασθενούς από ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις, οι οποίες προκαλούνται από πολυανθεκτικά μικρόβια του νοσοκομειακού περιβάλλοντος και τα οποία αντιμετωπίζονται πολύ δυσκολότερα από τα μικρόβια της κοινότητας.
- Έχει ευεργετική επίδραση στην ψυχική σφαίρα, μια και το νοσοκομειακό περιβάλλον αποτελεί από μόνο του έναν αγχογόνο παράγοντα.
- Δίνει τη δυνατότητα ευκολότερης φροντίδας του ασθενούς από τους οικείους.
- Προσφέρει ταχύτερη κινητοποίηση του ασθενούς στο γνώριμο περιβάλλον του σπιτιού, με συνεπακόλουθη μείωση της πιθανότητας θρομβώσεων των άκρων που συμβαίνουν συχνά μετά από παρατεταμένες νοσηλείες.



Νοσηλευτές που επισκέπτονται ασθενείς σε τακτικά διαστήματα στο χώρο της οικίας τους, αναπτύσσουν προσωπικές σχέσεις μαζί τους και προσφέρουν ένα φάσμα υπηρεσιών που καθιστά δυνατή την αδιάλειπτη πρόσβαση ασθενών σε εξειδικευμένες υπηρεσίες υγείας. Η τακτική επίβλεψη και επικοινωνία έχουν σαν αποτέλεσμα να τηρούν οι ασθενείς με μεγαλύτερη ακρίβεια την επιλεγμένη φαρμακευτική αγωγή, επιτυγχάνοντας καλύτερη συμμόρφωση με τη θεραπεία. Μελέτες αποδεικνύουν ότι οι νοσηλευτικές επισκέψεις κατ' οίκον μπορούν να βελτιώσουν την υγεία των ασθενών με την έγκαιρη αναγνώριση νέων προβλημάτων ή συμπτωμάτων.

Σε μία έρευνα διαπιστώθηκε ότι η κατ' οίκον φροντίδα ηλικιωμένων ασθενών σε σχετικά καλή κατάσταση υγείας, οδήγησε στον εντοπισμό κατά μέσο όρο τεσσάρων συμπτωμάτων και μέχρι οκτώ νέων θεραπευτικών παρεμβάσεων για κάθε ασθενή.



Μια συστηματική μελέτη προγραμμάτων κατ' οίκον φροντίδας οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αυτού του είδους τα προγράμματα οδηγούν σε μείωση της συχνότητας επισκέψεων σε νοσοκομείο ή ιατρικό κέντρο, μείωση των ημερών παραμονής σε νοσοκομεία και του συνολικού κόστους παροχής υπηρεσιών υγείας.

Μια σειρά παραγόντων μπορούν να απειλήσουν τη βιωσιμότητα τέτοιων προγραμμάτων όπως το θέμα της οικονομικής κάλυψης που μπορεί να αποβεί προβληματική για τα ασφαλιστικά ταμεία δεδομένης της μακροζωίας και της υπογεννητικότητας. Η γεωγραφική απόσταση καθιστά τις νοσηλευτικές επισκέψεις σχεδόν αδύνατες για ασθενείς που ζουν σε απομονωμένες ή ακριτικές περιοχές.

Η τηλεϊατρική μπορεί να αποτελέσει μια μέθοδο αντιμετώπισης προβλημάτων πρόσβασης και κόστους σε υπηρεσίες παροχής κατ' οίκον φροντίδας. Η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να εξαλείψει το χρόνο και τα έξοδα μετάβασης του νοσηλευτή και να αυξήσει τον αριθμό ασθενών που ελέγχει καθημερινά. Εφαρμογές τηλεπικοινωνιών μπορούν να καταστήσουν δυνατή την επικοινωνία του νοσηλευτή στον ιατρικό χώρο με τον ασθενή στην οικία του, μέσω τηλεδιάσκεψης (videoconferencing) μια τέτοια επικοινωνία χαρακτηρίζεται ως «εικονική επίσκεψη» (virtual visit).

### Προστασία προσωπικών δεδομένων

Λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογικές προόδους, ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις όσον αφορά τη φύλαξη και προστασία κλινικών και άλλων προσωπικών δεδομένων. Δικλείδες ασφαλείας της προστασίας των δεδομένων αυτών είναι αναγκαίες όταν εισάγονται νέες μέθοδοι παροχής υπηρεσιών υγείας όπως τηλεδιασκέψεις, καταγραφή και αποθήκευση ταινιών και ψηφιακών εικόνων και μετάδοση δεδομένων μέσω ενσύρματων, δορυφορικών ή άλλων δικτύων. Σε μερικές περιπτώσεις η παρουσία προσωπικού τεχνικής υποστήριξης κατά τη διάρκεια μιας τηλεδιάσκεψης θα μπορούσε να θεωρηθεί από τους ασθενείς ως παραβίαση του ιατρικού απόρρητου. Οι ασθενείς συχνά δεν είναι ενήμεροι για τις τεχνικές υποδομές και τη λειτουργία του εξοπλισμού, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις των δυνατοτήτων της παραβίασης των προσωπικών τους δεδομένων.

Σε πολλές εφαρμογές που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο, οι ασθενείς χρησιμοποιούν συσκευές τηλεμετρίας και συμπληρώνουν ερωτηματολόγια σε ιστοσελίδες διαβιβάζοντας το σύνολο των δεδομένων καθημερινά σε έναν κεντρικό υπολογιστή δικτύου που επιβλέπεται από ιδιωτική εταιρεία. Η εταιρεία αυτή επιτρέπει στο νοσηλευτικό προσωπικό τη σύνδεση με το σύστημα και την πρόσβαση στα στοιχεία των ασθενών τους. Τέτοιες εφαρμογές απαιτούν τον καθορισμό των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας ιατρικών δεδομένων και πρόσβασης των ασθενών στους ιατρικούς φακέλους.

### Προσιτός σχεδιασμός

Πολλοί ασθενείς που απολαμβάνουν υπηρεσίες κατ' οίκον φροντίδας είναι ηλικιωμένοι και έχουν σε μερικές περιπτώσεις λειτουργικούς περιορισμούς λόγω γήρανσης ή και της ασθένειάς τους. Ένας λειτουργικός περιορισμός περιγράφει μια μειωμένη αισθητηριακή, πνευματική ή σωματική απόδοση που οφείλεται σε γήρανση, προσωρινή βλάβη ή μακροχρόνιες ειδικές ανάγκες που αποτρέπουν ένα άτομο από την επικοινωνία, την εργασία ή απλά τη λειτουργία σε ένα περιβάλλον στο βαθμό που άλλοι συνάνθρωποι του μπορούν να λειτουργήσουν. Ο προσιτός σχεδιασμός

είναι ένα σημαντικό ποιοτικό κριτήριο για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο και άλλες τεχνολογίες, αλλά αγνοείται συχνά από τους σχεδιαστές των εφαρμογών αυτών, οι οποίοι αμελούν το γεγονός ότι πολλοί χρήστες είναι άπειροι με την τεχνολογία και έχουν πιθανώς λειτουργικούς περιορισμούς. Για το λόγο αυτό, τα συστήματα κατ' οίκον τηλεϊατρικής πρέπει να υποβάλλονται σε διεξοδικές δοκιμές στη φάση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης.

### Αξιολόγηση τηλεϊατρικών εφαρμογών στην κατ' οίκον φροντίδα

Η επιτυχία ενός συστήματος τηλεϊατρικής κατ' οίκον φροντίδας πρέπει να αξιολογηθεί με βάση τα εξής κριτήρια:

- **Επίδραση σε κλινικές παραμέτρους**

Η τηλεϊατρική κατ' οίκον, για να γίνει αποδεκτή ως αναδυόμενη μορφή παροχής υπηρεσιών υγείας, πρέπει να ασκήσει θετική επίδραση στην υγεία των ασθενών. Σύγχρονες τεχνολογίες επιτρέπουν την εντατική παρακολούθηση ιατρικών παραμέτρων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στην έγκαιρη διάγνωση και παρέμβαση. Επιπλέον, η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για να ενισχύσει τη συμμόρφωση των ασθενών με τη φαρμακευτική αγωγή και να προωθήσει την εκπαίδευση ασθενών.

- **Διαδικασίες**

Θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι οι τηλεδιασκέψεις επιδρούν στη σχέση μεταξύ του νοσηλευτή και του ασθενή λόγω της έλλειψης προσωπικής επαφής. Η επικοινωνία σε παραδοσιακές επισκέψεις νοσηλευτών θεωρείται «πιο αυθόρμητη, με ελεύθερη ροή» σε σχέση με τηλεδιασκέψεις. Κάποιος θα μπορούσε επίσης να υποστηρίξει ότι η χρήση της τηλεϊατρικής ίσως εκφοβίσει τους ασθενείς και τους οδηγήσει να κρατούν μια επιφυλακτική στάση κατά τη διάρκεια εικονικών επισκέψεων. Η φύση της επικοινωνίας στις εικονικές επισκέψεις οικιακής φροντίδας έχει εξεταστεί ως ένα ορισμένο βαθμό. Σε μια μελέτη το περιεχόμενο 122 εικονικών επισκέψεων αναλύθηκε και εντοπίστηκαν οι ακόλουθες παράμετροι επικοινωνίας: αξιολόγηση της κλινικής εικόνας του ασθενή, συζήτηση προσωπικών ζητημάτων, γενική (άτυπη) συζήτηση, εκπαίδευση, διοικητικά/διαδικαστικά θέματα, τεχνικά ζητήματα και βαθμός αποδοχής της τεχνολογίας από τους ασθενείς. Αν και υπάρχουν δραστηριότητες που δεν μπορούν σαφώς να εκτελεστούν κατά τη διάρκεια μιας εικονικής επίσκεψης, τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι η τηλεϊατρική έχει τη δυνατότητα υποστήριξης και εμπλουτισμού της κατ' οίκον φροντίδας.

- **Κόστος παροχής υπηρεσιών**

Οι εικονικές επισκέψεις πρέπει να παρέχουν μια οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση στην παραδοσιακή κατ' οίκον φροντίδα. Η οικονομική ανάλυση ενός συστήματος τηλεϊατρικής βασίζεται στη σύγκριση των συνολικών εξόδων και αποδόσεων στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης του συστήματος με αυτών της παραδοσιακής φροντίδας. Η μείωση κόστους με τη χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων είναι δυνατή εάν συμβάλει σε μείωση του αριθμού επισκέψεων στα Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών αλλά και των εισαγωγών για νοσηλεία, έγκαιρη πρόληψη και

εκπαίδευση που οδηγεί σε βελτίωση των επιλογών τρόπου ζωής των ασθενών και της συμμόρφωσής τους με τη φαρμακευτική αγωγή.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι ο αριθμός πραγματικών επισκέψεων θα μπορούσε σε μερικές περιπτώσεις να μειωθεί με την αντικατάστασή τους με εικονικές επισκέψεις, γεγονός που θα απαλλάξει από την ανάγκη μετακινήσεων και από τις σχετικές δαπάνες. Χρησιμοποιώντας φορητές συσκευές και τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών, ιατρικές παράμετροι μπορούν να συλλέγονται και να ερμηνευθούν αρκετές φορές κατά τη διάρκεια μιας ημέρας και όχι μόνο κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων εβδομαδιαίων επισκέψεων. Αυτό επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση και την επέμβαση σε περιπτώσεις επιδείνωσης της υγείας των ασθενών.

- **Βαθμός αποδοχής από ασθενείς και συγγενείς**

Ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό των τηλεϊατρικών εφαρμογών στην κατ' οίκον φροντίδα είναι το ότι η απαιτούμενη τεχνολογία εγκαθίσταται στην οικία του ασθενή και ο χειρισμός της γίνεται από τους ίδιους τους ασθενείς ή συγγενικά τους πρόσωπα. Η επιτυχία μιας τέτοιας εφαρμογής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποδοχή της από τους ασθενείς και τους συγγενείς τους. Ως μέτρο της αποδοχής της κατ'οίκον τηλε-φροντίδας έχει αναπτυχθεί το ειδικό ερωτηματολόγιο TMPQ (Telehomecare Perception Questionnaire), που αξιολογεί την άποψη των ασθενών όσο αφορά τα θετικά και αρνητικά σημεία τηλεϊατρικών εφαρμογών. Συγκεκριμένα το ερωτηματολόγιο αυτό καλύπτει θέματα όπως άποψη των ασθενών για την ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών υγείας, το κόστος τους, η επίπτωση σε νοσηλευτές, η ευκολία χρήσης του εξοπλισμού, η αποδοχή του θεσμού των εικονικών επισκέψεων, η προστασία και ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων, η έλλειψη προσωπικής επαφής, το μειωμένο αίσθημα οικειότητας, η δυνατότητα αναφοράς και σχολιασμού προβλημάτων κατά τη διάρκεια μιας εικονικής επίσκεψης και η γενική εντύπωση για το θεσμό της κατ' οίκον τηλεϊατρικής και των μελλοντικών της εφαρμογών.

- **Βαθμός αποδοχής από νοσηλευτικό προσωπικό**

Η χρήση τηλεϊατρικής κατ' οίκον έχει άμεση επίδραση στον τρόπο εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού. Οι νοσηλευτές πρέπει να εκπαιδευτούν στη χρήση της τεχνολογίας ώστε να μπορούν να διεξάγουν εικονικές επισκέψεις και να επικοινωνούν με τους ασθενείς τους. Επομένως ο βαθμός αποδοχής ενός συστήματος από το νοσηλευτικό προσωπικό είναι καθοριστικός για την επιτυχία του.

### Συμπεράσματα

Η τηλεϊατρική φέρνει επανάσταση στο χώρο της κατ' οίκον φροντίδας, όχι αναγκαστικά με την αντικατάσταση των πραγματικών από εικονικές επισκέψεις, αλλά ως εργαλείο για την ενίσχυση και τον εμπλουτισμό της υπάρχουσας υποδομής. Η επιτυχία τέτοιων εφαρμογών εξαρτάται από το βαθμό με τον οποίο μπορεί ο νοσηλευτής να επικοινωνήσει με τον ασθενή και να παρακολουθήσει την πορεία υγείας του παρά τη γεωγραφική απόσταση. Η πρόκληση για ερευνητές, σχεδιαστές και χρήστες τέτοιων εφαρμογών τηλεϊατρικής είναι η αξιοποίηση των δυνατοτήτων και η γνώση των περιορισμών της τεχνολογίας.

## 10.ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ: ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η ραγδαία εξέλιξη στους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών - και ειδικότερα στους τομείς της ασύρματης και κινητής τηλεφωνίας - και η σύγκλιση τους («τηλεματική») οδηγούν σε μια νέου είδους υποδομή πληροφοριών (τηλεϊατρική), η οποία έχει την ικανότητα να υποστηρίζει μια σειρά από προηγμένες υπηρεσίες ιατρικής. Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να δώσει μια συνοπτική εικόνα των εφαρμογών ασύρματων συστημάτων τηλεϊατρικής. Θα παρουσιαστεί μια σύντομη περίληψη του φάσματος αυτών των εφαρμογών και των πιθανών ωφελειών αυτών των προσπαθειών, ακολουθούμενη από παραδείγματα επιτυχημένων εφαρμογών που αφορούν τον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενή, την τηλεϊατρική πρώτων βοηθειών, την τηλε-ακτινολογία και την κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών.

Το κεφάλαιο αυτό έχει την ακόλουθη δομή: Στο Μέρος 2, γίνεται γενική περιγραφή των ασύρματων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα τηλεϊατρικής. Στο Μέρος 3 καλύπτεται η μετάδοση ψηφιακών εικόνων και βίντεο. Στο Μέρος 4 δίνεται μια επισκόπηση των διαφόρων συστημάτων ασύρματης τηλεϊατρικής, εμπειρισταωμένη με παρουσιάσεις από επιστημονικά συνέδρια ή δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά. Μια επιλογή μελετών που αφορούν αυτά τα συστήματα παρουσιάζεται στο Μέρος 5, η οποία ακολουθείται από τα συμπεράσματα στο Μέρος 6.

### Ασύρματες Τεχνολογίες

Σε αυτό το μέρος, γίνεται περιγραφή των κυριότερων ασύρματων τηλεπικοινωνιακών τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν στα συστήματα ασύρματης τηλεϊατρικής. Οι τεχνολογίες αυτές είναι τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας GSM, οι δορυφορικές επικοινωνίες και τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (Wireless LAN = WLAN). Τα συστήματα αυτά παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα. Στη συνήθη του λειτουργία το σύστημα GSM προσφέρει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων μέχρι 9.6 kbps.

Τύπος	Υπο-σύστημα	Μπάντα συχνότητας	Ρυθμός μετάδοσης
GSM	GSM-900	900MHz	9.6 – 43.3 kbps
	GSM-1800	1800MHz	9.6 – 43.3 kbps
	GSM-1900	1900MHz	9.6 – 43.3 kbps
GPRS	GPRS	900/1800/1900 MHz	171.2 kbps
Wireless LAN	IEEE 802.11a	5GHz	20 Mbps
	IEEE 802.11b	2.4GHz	11 Mbps
	Hiperlan1	5GHz	20 Mbps
	Hiperlan2	5GHz	54 Mbps
	Bluetooth	2.4GHz	723.2 Kbps
Satellite	ICO	C, S band	2.4 kbps
	Globalstar	L, S, C band	7.2 kbps
	Iridium	L, Ka band	2.4 kbps
	Cyberstar	Ku, Ka band	400 kbps-30 Mbps
	Celestri	Ka band and 40-50 GHz	155 Mbps
	Teledesic	Ka band	16 kbps - 64 Mbps
	Skybridge	Ku band	16 kbps – 2 Mbps

Πίνακας: Πρότυπα για τα κυριότερα ασύρματα δίκτυα επικοινωνίας.

Με την πάροδο του χρόνου έχει εισαχθεί μια νέα τεχνική στη λειτουργία του GSM, η οποία ονομάζεται High Speed Circuit Switched Data (HSCSD). Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την ταυτόχρονη χρήση χρονοθυρίδων (time slots) όταν αποστέλλονται ή παραλαμβάνονται δεδομένα. Έτσι ο χρήστης μπορεί να αυξήσει τη μετάδοση δεδομένων σε 14.4 kbps (μια αύξηση 50%), ή ακόμα και να την τριπλασιάσει στα 43.3 kbps.

Τα συστήματα κινητών τηλεπικοινωνιών έχουν εξελιχθεί από τη δεύτερη γενιά 2G στη 2.5G (iDEN, 64 kbps; GPRS, 171 kbps; EDGE, Enhanced Data rate for GSM Evolution, 384 kbps) και ακολούθως σε 3G συστήματα, τρίτης γενιάς (W-CDMA wideband code-division multiple access; CDMA2000, TD-, CDMA). Αυτή η εξέλιξη θα βοηθήσει στην παροχή ταχύτερων ρυθμών μεταφοράς δεδομένων, επιτρέποντας έτσι την ανάπτυξη συστημάτων τηλεϊατρικής που απαιτούν υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, και που τώρα μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με ενσύρματα δίκτυα επικοινωνιών. Τα δορυφορικά συστήματα μπορούν να προσφέρουν μεγάλο εύρος ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων, ξεκινώντας με 2.4 kbps, και ανεβαίνοντας σε μεγαλύτερες ταχύτητες, μέχρι 2 x 64 kbps ή και ακόμα πιο πάνω. Η επικοινωνία μέσω δορυφόρου έχει το πλεονέκτημα ότι είναι εφικτή σε όλο τον πλανήτη.

Το WLAN είναι ένα ευέλικτο σύστημα μεταφοράς δεδομένων, που εφαρμόζεται σαν μια επέκταση ή σαν εναλλακτική λύση ενός ενσύρματου τοπικού δικτύου (Local Area Network = LAN). Χρησιμοποιώντας τεχνολογία για ραδιοσυχνότητες, τα WLAN μεταδίδουν και λαμβάνουν δεδομένα ασύρματα, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για καλωδιακές συνδέσεις. Έτσι τα WLAN συνδυάζουν τη μεταφορά δεδομένων με την κινητικότητα του χρήστη. Γίνονται όλο και πιο δημοφιλή σε αρκετές «κάθετες αγορές», συμπεριλαμβανομένων της υγείας, του λιανικού εμπορίου, της βιομηχανικής παραγωγής, της αποθήκευσης και της ακαδημαϊκής κοινότητας. Αυτές οι βιομηχανίες κέρδισαν από την αύξηση στην παραγωγικότητα με τη χρήση κινητών τερματικών και μικρών υπολογιστών παλάμης που μεταδίδουν πληροφορίες σε «πραγματικό χρόνο» (real time) προς τους κεντρικούς υπολογιστές για επεξεργασία. Σήμερα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα αναγνωρίζονται ευρέως σαν μια εναλλακτική λύση γενικής χρήσης για μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Σύμφωνα με τις τάσεις που υπάρχουν σήμερα θα μπορούσε να γίνει η πρόβλεψη ότι αυτή η τεχνολογία θα διεισδύσει στον τομέα της υγείας στο άμεσο μέλλον.

## Μετάδοση Ψηφιακών Εικόνων και Βίντεο

### *1. Μετάδοση Ψηφιακών Εικόνων*

Η χρήση ψηφιακής απεικόνισης στην ιατρική έχει ωφεληθεί σημαντικά μετά από τη σύσταση της επιτροπής για τη Ψηφιακή Απεικόνιση και Επικοινωνία στην Ιατρική (DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine). Η επιτροπή συστάθηκε το 1983 από το Αμερικανικό Κολέγιο Ακτινολογίας (American College of Radiology = ACR) και τον Εθνικό Οργανισμό Κατασκευαστών Μηχανημάτων (National Equipment Manufacturers Association – NEMA. Μέσα από αυτή την επιτροπή έχει προκύψει το πρωτόκολλο για ψηφιακή απεικόνιση και ανταλλαγή ιατρικών εικόνων DICOM, το οποίο έχει ήδη καθιερωθεί και υιοθετηθεί από το σύνολο σχεδόν των κατασκευαστών ιατρικών απεικονιστικών μηχανημάτων. Για τις σταθερές εικόνες, το DICOM υιοθέτησε διάφορες παραλλαγές του JPEG, όπως το «χωρίς απώλειες» (lossless) JPEG-LS και αναμένεται ότι θα υιοθετηθεί το

JPEG2000. Για το ψηφιακό βίντεο η επιτροπή DICOM πιθανόν να υιοθετήσει το πρότυπο MPEG.

Βασικά δεν υπάρχουν θεωρητικές απαιτήσεις για το εύρος ζώνης (bandwidth) στη μεταφορά ιατρικών εικόνων. Πρακτικά η έλλειψη σε εύρος ζώνης μπορεί να εξισορροπηθεί με αυξημένο χρόνο μετάδοσης. Όμως, ιατρικές εικόνες υψηλής ποιότητας, όπως μια απλή ακτινογραφία θώρακα, μπορεί να χρειάζονται από 40 ως 50 MB. Πρακτικά μιλώντας, είναι επιθυμητό τουλάχιστον να είναι δυνατή η μετάδοση ιατρικών εικόνων στη διάρκεια μιας μόνο επίσκεψης του ασθενή, ώστε να αποφευχθεί και δεύτερη επίσκεψη.

Λόγω της χρήσης των ιατρικών εικόνων για διάγνωση, οι τεχνικές συμπίεσης ιατρικών εικόνων εστιάστηκαν κατά κύριο λόγο πάνω σε «τεχνικές χωρίς απώλειες» (*lossless*) μεθόδους, όπου η εικόνα μπορεί να αναπαραχθεί με ακρίβεια από την συμπίεσμένη εικόνα. Δυστυχώς οι τεχνικές αυτές μπορούν να πετύχουν μόνο περιορισμένη αναλογία συμπίεσης, συνήθως μεταξύ 2 και 3.7. Με τις «τεχνικές με απώλειες» (*lossy*) η αρχική εικόνα αναπαρίσταται μόνο κατά προσέγγιση από τη συμπίεσμένη εικόνα. Για αυτό το λόγο η υιοθέτηση τέτοιων τεχνικών συμπίεσης εικόνων απαιτεί την προσεκτική αξιολόγηση της επίδρασης που έχει η συμπίεση πάνω στο διαγνωστικό αποτέλεσμα. Γενικά, για να έχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα απαιτείται η μελέτη της επίδρασης της συμπίεσης σε διαφορετικές διαγνωστικές καταστάσεις. Είναι σαφές ότι το φόντο των περισσοτέρων εικόνων δεν έχει καθόλου διαγνωστική αξία. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τεχνικές «περιοχής ενδιαφέροντος» («region of interest» = ROI) για να αποφευχθεί η συμπίεση του φόντου, και έτσι να επιτευχθούν σοβαρές βελτιώσεις στις αναλογίες συμπίεσης. Για παράδειγμα, σε εικόνες όπου η περιοχή ενδιαφέροντος καλύπτει περίπου 20% της ολικής εικόνας έχουν αναφερθεί αναλογίες συμπίεσης κατά μέσο όρο 15.1 χρησιμοποιώντας *JPEG-LS*, ενώ όταν χρησιμοποιηθεί ολόκληρη η εικόνα σαν περιοχή ενδιαφέροντος η κατά μέσο όρο αναλογία συμπίεσης φτάνει μόνο μέχρι το 2.58.

Μια άλλη λύση είναι να χρησιμοποιηθεί μια εξέταση αντίληψης, όπου ζητείται από τους συμμετέχοντες να βρουν ποια είναι η αρχική εικόνα από ένα σύνολο που απαρτίζεται από συμπίεσμένες εικόνες και την αρχική εικόνα. Είναι σαφές ότι εάν δεν μπορούν να ξεχωρίσουν την αρχική εικόνα, τότε οι συμπίεσμένες εικόνες που εκλαμβάνονται σαν αρχικές δεν θα επηρεάσουν τη διάγνωση. Αυτή η τεχνική οδηγεί σε «*lossless*» τεχνικές, όπου η ασυμπίεστη εικόνα διαφέρει από την αρχική κατά μόνο μικρό βαθμό ( $\pm 1$ ,  $\pm 2$ , από 4096 πιθανούς βαθμούς διαφορετικότητας). Για σύγκριση, το *JPEG-LS* & «*lossless*» μορφή μπορεί να δώσει ένα μέσο όρο συμπίεσης 2.58, ο οποίος βελτιώνεται σε 3.83 στην σχεδόν «*lossless*» μορφή ( $\pm 1$  βαθμούς). Επιπλέον, για μια περιοχή ενδιαφέροντος που καλύπτει το 20% της έκτασης της εικόνας, ο μέσος όρος συμπίεσης βελτιώνεται από το 15.1 στο 22.0.

## 2.Η Μετάδοση Ψηφιακού Βίντεο

Όπως αναφέρθηκενωρίτερα, η επιτροπή DICOM δεν έχει υιοθετήσει ακόμα οποιοδήποτε πρότυπο για τη συμπίεση ψηφιακού βίντεο. Η υιοθέτηση του MPEG-2 είναι πιθανή, αλλά αυτό περιορίζεται από την απαίτηση που έχει το MPEG-2 για τη μέθοδο σταθερής - καθυστέρησης έτσι που να γίνεται ο συγχρονισμός των εικόνων (frame synchronization). Η απαίτηση για σταθερή-καθυστέρηση δεν καλύπτεται από δίκτυα ATM (Asynchronous Transfer Mode = Ασύγχρονη Μεταφορά), κάνοντας δύσκολη την παράδοση MPEG-2 βίντεο μέσω ATM Πέραν τούτου όμως, μπορεί να γίνει η μετάδοση βίντεο σε μη πραγματικό χρόνο («offline»).

Είναι σημαντικό να γίνει ο διαχωρισμός μεταξύ των απαιτήσεων για μετάδοση βίντεο σε «πραγματικό χρόνο» («realtime») και μετάδοση σε «μη πραγματικό χρόνο» βίντεο, ιατρικό βίντεο και ήχο για διαγνωστικές εφαρμογές, και μη διαγνωστικό βίντεο και ήχο. Η μετάδοση βίντεο σε «πραγματικό χρόνο» για διαγνωστικές εφαρμογές είναι σαφώς η πλέον απαιτητική περίπτωση. Η μετάδοση βίντεο σε μη πραγματικό χρόνο ουσιαστικά περιορίζεται από την απαίτηση να προσφέρεται αλληλεπίδραση μεταξύ του ασθενή και του ιατρού. Οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου διαγνωστικών ηχητικών σημάτων περιλαμβάνουν τη μετάδοση στηθοσκοπήσεως ή τη μετάδοση του ηχητικού τμήματος που συνοδεύει το διαγνωστικό βίντεο. Έχει επιτευχθεί καλής ποιότητας διαγνωστικό ηχητικό σήμα στα 38-128 kbps χρησιμοποιώντας Dolby AC-2, ενώ ο ήχος MPEG-I Layer 2 (32-256 kbps) ή Dolby AC-3 (96- 768 kbps) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί. Για μη-διαγνωστικές εφαρμογές, όπως οι τηλε-συνδιασκέψεις, τα πρωτόκολλα H.261(με 64 kbps - 1.92 Mbps) και H.263 με (15-64 kbps) μπορεί να είναι αποδεκτά. Μια τυπική εφαρμογή χρειάζεται ένα διαγνωστικό ηχητικό σήμα και ιατρικό βίντεο, πέραν του προτύπου βίντεο για τηλε-συνδιάσκεψη.

Λόγω των υψηλών απαιτήσεων για εύρος ζώνης και του προβλήματος συγχρονισμού της εικόνας, οι επιτυχείς μέθοδοι για τη μετάδοση διαγνωστικού βίντεο σε πραγματικό χρόνο πολύ πιθανόν να απαιτήσουν την υιοθέτηση του προτύπου MPEG-4. Το πρόβλημα του συγχρονισμού της εικόνας λύνεται στο MPEG-4 με τη χρήση χρονικής σφραγίδας (time stamp) πάνω σε κάθε εικόνα (frame). Μια πιθανή μέθοδος για την επίτευξη αποδεκτής συμπίεσης βίντεο για διαγνωστικούς σκοπούς μπορεί να είναι η χρήση κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης οι οποίες βασίζονται πάνω στο αντικείμενο. Στις μεθόδους κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης που βασίζονται πάνω στο αντικείμενο, διανέμονται διαφορετικοί ρυθμοί μετάδοσης (bit rates) στα διάφορα μέρη του ψηφιακού βίντεο, ανάλογα με το επίπεδο της διαγνωστικής σπουδαιότητας. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι μπορεί να μειώσει σημαντικά το εύρος που απαιτείται, ενώ διατηρεί υψηλής ποιότητας εικόνες βίντεο από τις περιοχές διαγνωστικού ενδιαφέροντος. Σαν παράδειγμα, πρέπει να τονιστεί ότι το μεγαλύτερο μέρος του εύρους στη μετάδοση ψηφιακού βίντεο απαιτείται για να παρακολουθούνται κινούμενα αντικείμενα στο βίντεο. Σαφώς, εάν δεν υπάρχει κίνηση μεταξύ διαδοχικών εικόνων, τότε μπορεί να επιτευχθεί υψηλής ποιότητας βίντεο απλά με την κωδικοποίηση των μικρών διαφορών μεταξύ των διαδοχικών εικόνων του βίντεο (frames). Αυτό θα γινόταν αυτόματα αντιληπτό σε όλα τα πρότυπα για συμπίεση βίντεο. Επιπλέον, σε πολλές κλινικές εφαρμογές - όπως στον τραυματισμό ατόμων - είναι φανερό ότι το σταθερό-ακίνητο μέρος του βίντεο έχει σοβαρή σημασία, σε αντίθεση με τα αντικείμενα που κινούνται στο περιβάλλον. Ένα μειονέκτημα της κωδικοποίησης βασισμένης στο αντικείμενο είναι ότι δεν είναι πάντοτε σαφές ποιο μέρος του βίντεο έχει την διαγνωστική σημασία. Αυτό το εμπόδιο μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση μεθόδων αλληλεπίδρασης (interactive), όπου ο χρήστης μπορεί από μόνος του να επιλέξει την περιοχή ενδιαφέροντος.

## Συστήματα Ασύρματης Τηλεϊατρικής

Οι βάσεις δεδομένων INSPEC και MEDLINE ερευνήθηκαν με τις ακόλουθες λέξεις-κλειδιά: τηλεϊατρική και κινητό, (telemedicine & mobile) τηλεϊατρική και GSM, (telemedicine & GSM) τηλεϊατρική και GPRS (telemedicine & GPRS).

Ο αριθμός των μελετών (περιλαμβανομένων παρουσιάσεων σε επιστημονικά συνέδρια και μελετών σε επιστημονικά περιοδικά) που εκδόθηκαν κάτω από αυτές τις



κατηγορίες στα έτη 1979 μέχρι 2001 ήταν 132. Αυτά τα συστήματα καλύπτουν ένα σημαντικό μέρος του όλου φάσματος εφαρμογών της τηλεματικής στον χώρο της υγείας. Οι αναφορές είναι χωρισμένες σε ομάδες κατά κύριο λόγο σαν ασύρματες τεχνολογίες: κινητή τηλεφωνία GSM, δορυφορικά συστήματα, τεχνολογία ραδιοσημάτων και ασύρματα δίκτυα (WLAN). Κάτω από κάθε τέτοια τεχνολογική ομάδα, τα συστήματα κατανέμονται σε υποομάδες σαν επείγοντα περιστατικά, τηλε-καρδιολογία, τηλε-ακτινολογία, τηλε-ψυχιατρική, τηλε-οφθαλμολογία, και παρακολούθηση εξ' αποστάσεως (η οποία περιλαμβάνει παρακολούθηση σε αγροτικά κέντρα υγείας, κατ' οίκον παρακολούθηση και παρακολούθηση ασθενή σε απόμακρες και απομονωμένες τοποθεσίες). Επιπρόσθετα, στον Πίνακα 2, τα δεδομένα που μεταδίδονται είναι κωδικοποιημένα κάτω από τις ακόλουθες στήλες: «ΒΙΟ» Ευρήματα για (κλινικά) βιο-σήματα, «ΕΙΚ» για ιατρική εικόνα ή βίντεο, «ΦΑ» για ηλεκτρονικό φάκελο ασθενή και «ΤΔ» για τηλε-συνδιάσκεψη, όπου (Η) είναι για ήχο, (Ε) για εικόνα κα» (Β) για βίντεο. Η τελευταία στήλη στον Πίνακα 2 δίνει κάποια σχόλια που χαρακτηρίζουν το σύστημα που περιγράφεται.

Στην πλειοψηφία των εφαρμογών (18) χρησιμοποιήθηκε το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM και οι μελέτες δημοσιεύτηκαν μεταξύ των ετών 1999 και 2001. Αυτές οι εφαρμογές κάλυψαν τους τομείς της τηλεϊατρικής για επείγοντα περιστατικά (8), τηλε-παρακολούθησης (4) και τηλε-καρδιολογίας (3). Οι δορυφορικές επικοινωνίες επίσης χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές εφαρμογές τηλεϊατρικής (12). Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα χρησιμοποιήθηκαν για παρακολούθηση εξ' αποστάσεως (8) και λιγότερο για τηλεματική επειγόντων περιστατικών (2) και τηλε-καρδιολογία (2). Τα δορυφορικά συστήματα έχουν το πλεονέκτημα της παγκόσμιας κάλυψης και προσφέρουν μια ποικιλία ταχυτήτων μετάδοσης δεδομένων. Παρόλα αυτά οι δορυφορικές επικοινωνίες έχουν το μειονέκτημα του υψηλού κόστους λειτουργίας. Μερικά συστήματα τηλεϊατρικής που χρησιμοποιούν αναλογικό ράδιο-σήμα έχουν αναπτυχθεί για να υποστηρίξουν αεροπλάνα και πλοία σε απομονωμένες περιοχές. Η δε αναδυόμενη τεχνολογία WLAN ήδη εφαρμόζεται για τηλεϊατρική επειγόντων περιστατικών και τηλε-καρδιολογία.

Συγγραφείς	Έτος	Περιοχή	Μεταδιδόμενα δεδομένα				Σχόλια
			Σήματα <sup>1</sup>	ΕΙΚ <sup>1</sup>	ΦΑ <sup>1</sup>	HEB <sup>1</sup>	
<b>GSM</b>							
Schaechinger et al. <sup>[15]</sup>	99	Επείγοντα					Γρήγορη εισαγωγή σε νοσοκομείο
Karlsten et al. <sup>[16]</sup>	00	Επείγοντα	ECG				Υποστήριξη πρώτων βοηθειών σε ασθενοφόρο
Yan Xiao et al. <sup>[17]</sup>	00	Επείγοντα	BIO			B	Υποστήριξη νευρολογικής εξέτασης σε ασθενοφόρο
Anantharaman et al.	01	Επείγοντα	ECG				Προ-νοσοκομειακή υποστήριξη
Rodriguez et al. <sup>[18]</sup>	01	Επείγοντα	ECG				Χειρισμός καρδιακής προσβολής
Istepanian et al. <sup>[20],[21]</sup>	01	Επείγοντα	ECG				Συμπύεση Ηλεκτροκαρδιογραμ/τος με τη χρήση Wavelet
Pavlopoulos et al. <sup>[22],[23]</sup>	01	Επείγοντα	ECG, BP Temp, S <sub>v</sub> O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>			H, E	Φορητή συσκευή τηλευποστήριξης
Giovas et al. <sup>[24]</sup>	98	Επείγοντα	ECG				Μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραμ/τος
Reifart et al. <sup>[25]</sup>	97	Τηλε-καρδιολογία	ECG				Μετάδοση 12- απαγωγών ηλεκτροκαρδιογραφήματος



Istepanian et al. <sup>[24]</sup>	99	Τηλε-καρδιολογία	ECG, PPG			IS-54&GSM πρότυπα κινητής τηλεφωνίας
Scalvini et al. <sup>[27]</sup>	00	Τηλε-καρδιολογία	ECG			Αξιολόγηση υπηρεσίας ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε επείγοντα περιστατικά
Reponen et al. <sup>[28]</sup>	00	Τηλε-ακτινολογία		CT		Τηλε-συμβούλευση για θέματα αξονικής τομογραφία με την χρήση φορητών υπολογιστών παλάμης PDA
Schulze et al. <sup>[29]</sup>	00	Τηλε-ψυχολογία				Υποστήριξη ασθενών με διαταραχές εγκεφάλου
Yogesani et al. <sup>[30]</sup>	00	Τηλε-παθολογία	ODI			Παρακολούθηση γλαυκώματος
Hofman et al. <sup>[31]</sup>	96	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως	BIO			Γενικής χρήσης σύστημα τηλεϊατρικής
Butera et al. <sup>[32]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως				Υποστήριξη σε περιπτώσεις καταστροφών
Bukhers et al. <sup>[33]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως			[	Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, τραυματιών στρατιωτών από το πεδίο της μάχης
Woodward et al. <sup>[34]</sup>	01	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως		ECG		Μετάδοση ECG με τη χρήση κινητής τηλεφωνίας

Πίνακας 1: Επιλεγμένες εφαρμογές Ασύρματων Συστημάτων Τηλεϊατρικής GSM

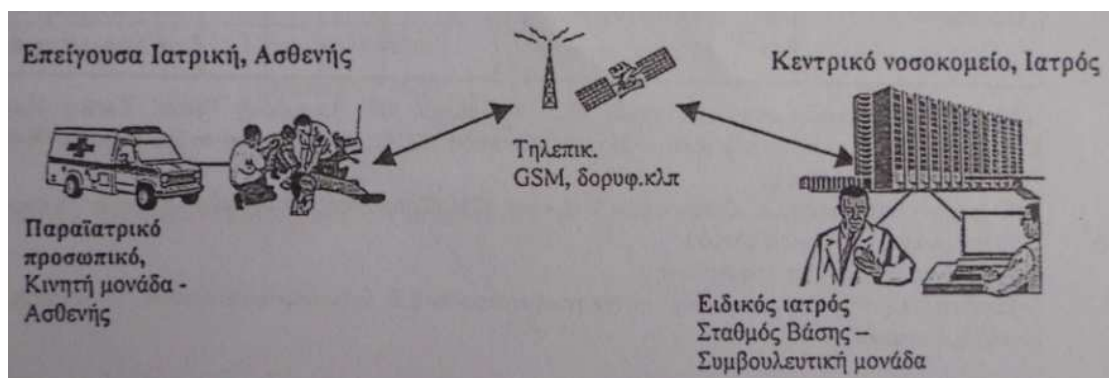
Συγγραφείς	Έτος	Περιοχή	Μεταδιδόμενα δεδομένα				Σχόλια
			Σήματα <sup>1</sup>	EIK <sup>1</sup>	ΦΑ <sup>1</sup>	HEB <sup>1</sup>	
<b>Δορυφορικές επικοινωνίες</b>							
Murakami et al. <sup>[35]</sup>	94	Επείγοντα	ECG, BP			H, E Τηλεϊατρική υποστήριξη σε αεροπλάνα και καράβια	
Kyriacou et al. <sup>[22]</sup>	01	Επείγοντα, Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως	ECG, BP			H, E Φορητή συσκευή τηλεσυμβούλευσης	
Stewart et al. <sup>[24]</sup>	99	Τηλε-ακτινολογία		US		B Συμπίεση εικόνων υπερήχων	
Takizawa et al. <sup>[27]</sup>	01	Τηλε-ακτινολογία		CT		Κινούμενο φορητό με Spiral CT mobile van (παρακολούθηση καρκίνου του πνεύμονα)	
Yogesani et al. <sup>[30]</sup>	00	Τηλε-οφθαλμολογία		ODI		Παρακολούθηση γλαυκώματος	
Otto et al. <sup>[34]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως	ECG, BP			B Περιπτώσεις καταστροφών	
Anogianakis et al. <sup>[29]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως			[	Τηλεϊατρική για καράβια	
Samiotakis et al. <sup>[40]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως			[	Βασικές υπηρεσίες τηλεϊατρικής	
Navein et al. <sup>[41]</sup>	98	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως				B <sup>1</sup> Φορητή συσκευή τηλεϊατρικής του Αμερικανικού στρατού	

Lamminen et al. <sup>[42]</sup>	99	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως			H	Υποστήριξη ταξιδιωτών
Pitsillides et al. <sup>[43]</sup>	99	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως			[ B	Παρακολούθηση ασθενών με καρκίνο
Harnett et al. <sup>[44]</sup>	00	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως				Παρακολούθηση υποξίας
<b>RADIO</b>						
Schimizu et al. <sup>[45]</sup>	99	Επείγοντα	ECG, BP			B Τηλείατρική υποστήριξη σε αεροπλάνα και καράβια
Fuchs et al. <sup>[46]</sup>	79	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως				B Τηλείατρική υποστήριξη σε απομονωμένες περιοχές
<b>WLAN</b>						
Banitsas et al. <sup>[47]</sup>		Επείγοντα			[ H,B	Φορητό συσκευή σε υπηρεσία επειγόντων και ατυχημάτων
Reponen et al. <sup>[48]</sup>	00	Τηλε-ακτινολογία		CT	[	Ιατρικός φάκελος ασθενή, τηλεσυμβούλευση
Finkelstein et al. <sup>[49]</sup>	98	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως	FVC			Κατ'οίκον παρακολούθηση ασθενών με άσθμα
Goussal et al. <sup>[50]</sup>	97	Παρακολούθηση εξ'αποστάσεως				Τηλείατρική υποστήριξη σε απομονωμένες περιοχές

Πίνακας 2: Επιλεγμένες εφαρμογές Ασύρματων Συστημάτων Τηλείατρικής, δορυφορικές επικοινωνίες.

## Παραδείγματα Ερευνητικών Έργων

Σε αυτό το τμήμα, παρουσιάζονται παραδείγματα επιτυχημένων συστημάτων ασύρματης τηλεϊατρικής για τους τομείς της τηλεϊατρικής επειγόντων περιστατικών, την τηλε-καρδιολογία, την τηλε-ακτινολογία, τον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενή και την κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών.



Εικόνα: Γενική ιδέα των έργων «Ambulance» και «Emergency-112»

### 1. Τηλείατρική για Επείγοντα Περιστατικά: Εφαρμογές για Ασθενοφόρα και Επείγοντα-112

Ένα παράδειγμα τηλεϊατρικής εφαρμογής, και μάλιστα με ελληνικό ενδιαφέρον, είναι το σύστημα "Ambulance", το οποίο προέκυψε από ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα και στο οποίο συμμετέχει σε σημαντικό βαθμό το Εργαστήριο Βιοϊατρικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρόκειται για ένα σύστημα που είχε σκοπό την παροχή ιατρικών συμβουλών σε επείγοντα περιστατικά κατά το στάδιο της μεταφοράς του ασθενούς με ασθενοφόρο στο νοσοκομείο. Το ασθενοφόρο ήταν εξοπλισμένο με φορητό υπολογιστή, ο οποίος δέχονταν δεδομένα από ιατρικές συσκευές, π.χ. το καρδιογράφημα του ασθενούς, πίεση, σφυγμούς κ.τ.λ., καθώς και εικόνες από φορητή ψηφιακή κάμερα. Τα δεδομένα στέλνονταν μέσω κινητής τηλεφωνίας (GSM) στο νοσοκομείο, όπου τα έβλεπε ειδικευμένος γιατρός, που έστελνε με τη σειρά του οδηγίες στο προσωπικό του ασθενοφόρου για τις κινήσεις που πρέπει να κάνουν.

Η σημασία του συστήματος και άλλων παρόμοιων είναι μεγάλη, αφού το πρώτο χρονικό διάστημα κατά τη μεταφορά του ασθενούς είναι εξαιρετικά κρίσιμο και η πραγματοποίηση των σωστών κινήσεων κατά τη διάρκειά του, μπορεί να σώσει τη ζωή του ασθενούς.

Η παροχή έγκαιρης και αποτελεσματικής ιατρικής φροντίδας σε επείγοντα περιστατικά με τη βοήθεια της τηλεϊατρικής σύνδεσης είναι περιοχή ενδιαφέροντος των ερευνητικών προγραμμάτων Ambulance HCI00I και Emergency-112 HC4027. Ο στόχος του ερευνητικού προγράμματος «Ambulance» ήταν η ανάπτυξη συσκευής η οποία να μπορεί να κάνει σε πραγματικό χρόνο μετάδοση κρίσιμων βιοσημάτων καθώς επίσης και σταθερών εικόνων του ασθενή, χρησιμοποιώντας κινητή τηλεφωνία GSM. Η κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από παραϊατρικό ή μη εξειδικευμένο προσωπικό που ασχολείται με επείγοντα περιστατικά, ώστε να παίρνουν οδηγίες από κάποιους ειδικούς ιατρούς. Το σύστημα απαρτίζεται από δύο μονάδες: (1) την κινητή μονάδα, η οποία βρίσκεται σε ένα ασθενοφόρο κοντό στον ασθενή και (2) τη συμβουλευτική μονάδα, η οποία βρίσκεται στο νοσοκομείο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ειδικούς για να δώσουν οδηγίες. Το σύστημα επιτρέπει να γίνει τηλε-διάγνωση, υποστήριξη ασθενούς εξ' αποστάσεως και ιατρική τηλεσυμβούλευση μεταξύ νοσηλευτών που βρίσκονται στο χώρο του ατυχήματος και των ειδικών ιατρών που βρίσκονται σε ένα κέντρο συντονισμού εκτάκτων αναγκών ή σε ένα εξειδικευμένο νοσοκομείο.

Το ερευνητικό πρόγραμμα Emergency-112, το οποίο ήταν η επέκταση του προγράμματος Ambulance, σκόπευε στην ανάπτυξη μιας σύνθετης κινητής ιατρικής συσκευής για τηλεϊατρική επειγόντων περιστατικών. Το σύστημα επιτρέπει την μετάδοση κρίσιμων βιο-σημάτων (ηλεκτροκαρδιογράφημα ECG, αρτηριακή πίεση BP, καρδιακές σφίξεις HR, ποσοστό οξυγόνωσης του αίματος SpO, θερμοκρασία), και σταθερών εικόνων του ασθενή, από το χώρο του έκτακτου περιστατικού προς κάποιο κέντρο ελέγχου επειγόντων περιστατικών. Έτσι μπορούν οι ιατροί να εμπλέκονται άμεσα στην προ-νοσοκομειακή φροντίδα με πιο αποτελεσματικό τρόπο, βελτιώνοντας την εξέλιξη του ασθενή και μειώνοντας τη θνησιμότητα.

Το σύστημα σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί μέσω διάφορων τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων, όπως οι δορυφορικές συνδέσεις, η κινητή τηλεφωνία GSM, η σταθερή τηλεφωνία POTS και ψηφιακή σταθερή τηλεφωνία ISDN. Στο έργο Emergency-112 δόθηκε έμφαση στη μεγιστοποίηση της μελλοντικής πιθανής εφαρμογής του συστήματος μέσω της χρησιμοποίησης διαφόρων επικοινωνιακών συνδέσεων (σταθερών- ενσύρματων και ασύρματων), καθώς και μέσω της αύξησης της ολικής χρησιμότητας του συστήματος, με εστίαση στην προηγμένη λειτουργική χρηστικότητα (user interface) και στην εργονομία. Το σύστημα απαρτίζεται από δύο μονάδες. Η πρώτη είναι η μονάδα του ασθενή, η οποία είναι η μονάδα που τοποθετείται δίπλα από τον ασθενή. Αυτή η μονάδα μπορεί να λειτουργήσει αυτόματα μέσω διάφορων επικοινωνιακών μέσων και έχει διάφορα λειτουργικά χαρακτηριστικά (ανάλογα με την περίπτωση που αντιμετωπίζεται). Η δεύτερη

μονάδα είναι η μονάδα που βρίσκεται εκεί που είναι ο εξειδικευμένος ιατρός. Αυτή η μονάδα μπορεί να λειτουργήσει αυτόματα μέσω διάφορων επικοινωνιακών μέσων και έχει διάφορα λειτουργικά χαρακτηριστικά (ανάλογα με το που βρίσκεται ο ειδικός ιατρός). Το τελικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την παροχή επείγουσας ιατρικής φροντίδας διαμέσου διάφορων επικοινωνιακών συνδέσεων (ασθενοφόρα, αγροτικά ιατρικά κέντρα ή οποιοδήποτε άλλο απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο, σκάφη εν πλω) και για την κατ' οίκο παρακολούθηση ασθενών. Το πρόγραμμα Emergency-112 έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε τρεις Ευρωπαϊκές χώρες (Ελλάδα, Ιταλία και Κύπρος) από το 1998.

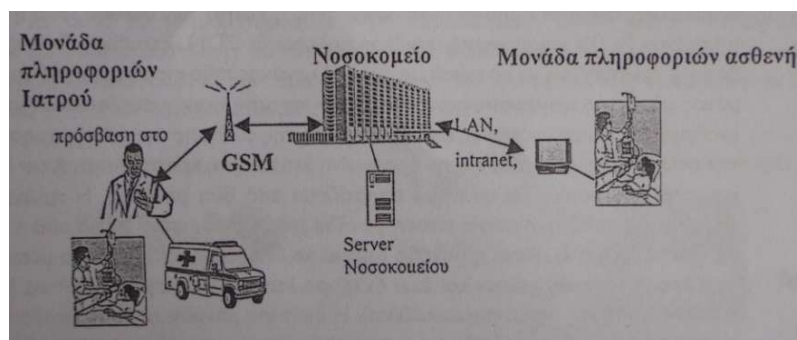
## *2. Τηλε-ακτινολογικό Σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί κινούμενο φορτηγό όχημα με τη χρήση Αξονικού Τομογράφου και Υψηλής- Ταχύτητας Δορυφορική Επικοινωνία*

Σε αυτό το σύστημα, ένα κλειστό φορτηγό μεταφέρει έναν αξονικό τομογράφο για ολόσωμη σπειροειδή εξέταση (whole-body spiral-computed-tomography scanner) και ένα δεύτερο φορτηγάκι μεταφέρει τα μηχανήματα δορυφορικής επικοινωνίας. Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη αξονικής τομογραφίας, σε πραγματικό χρόνο, αμφίδρομη μεταφορά (δεδομένων) εικόνας και τηλε-συνδιάσκεψη με συμβουλευτικό ιατρικό κέντρο, στο οποίο βρίσκονται ιατροί από διάφορες ειδικότητες. Το προσωπικό του συστήματος αποτελείται από δύο οδηγούς, ένα τεχνικό ακτινολογίας ο οποίος χειρίζεται τον αξονικό τομογράφο και την μονάδα τηλεπικοινωνιών. Το κινητό φορτηγάκι με τον τομογράφο είναι μήκους 12 μέτρων και είναι εξοπλισμένο με αξονικό τομογράφο για ολόσωμη εξέταση, σχεδιασμένο για διερεύνηση ασθενειών του πνεύμονα. Επιπλέον, το φορτηγό διαθέτει ηλεκτρονικό υπολογιστή για τη μετάδοση των δεδομένων από τον τομογράφο (CT), μηχανήματα για τηλεσυνδιάσκεψη, ένα εκτυπωτή εικόνων, μια τηλεομοιοτυπική μηχανή και εξοπλισμό για καρδιοπνευμονική ανάνηψη. Το σταθερό διαγνωστικό κέντρο είναι εξοπλισμένο με ένα server Sun Sparc 1000, που έχει σειρά δίσκων RAID 7 με χωρητικότητα 209GB και σταθμό για εξέταση εικόνας που έχει δύο μονόχρωμες οθόνες 21 ιντσών, ανάλυσης 1728 X 2304, και μια έγχρωμη οθόνη ανάλυσης 1280 x 1600. Η κινητή και η σταθερή μονάδα επικοινωνούν μεταξύ τους με 155 Mbps με ασύγχρονη μετάδοση (ATM) μέσω δορυφόρου ή ψηφιακών συνδέσεων ISDN. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε για την ανταλλαγή των εικόνων ήταν το DICOM 3.0 και για την προβολή των τομογραφιών ώστε να γίνει διάγνωση σε πραγματικό χρόνο. Χρειάζονται 10 λεπτά για να μεταδοθούν 16.5 MB. Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση 19,117 ανθρώπων σε 29 επαρχίες στην Ιαπωνία. Αυτό κατέληξε στη διάγνωση 75 περιπτώσεων πρώιμου καρκίνου του πνεύμονα, οι οποίες στη συνέχεια αντιμετωπίστηκαν με μερική πνευμονοεκτομή. Πέραν τούτου, το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε αγροτικές περιοχές, σε αθλητικές συναντήσεις και για κατ'οίκον παρακολούθηση ασθενών. Η χρησιμότητα του προτεινόμενου συστήματος περιορίζεται από το υψηλό αρχικό κόστος για την κατασκευή του συστήματος (US\$ 8,000,000), από τον αριθμό των ατόμων που εξετάζονται, καθώς και από το κόστος των δορυφορικών επικοινωνιών. Αυτό το κόστος μπορεί να μειωθεί σημαντικά με το να κατασκευαστούν 10 παρόμοια φορτηγά με τομογράφους, με το διπλασιασμό του αριθμού των ατόμων που εξετάζονται και με την μετάδοση των εικόνων χρησιμοποιώντας multi – port format και συμπίεση εικόνων.

### 3. Ηλεκτρονικός Φάκελος Ασθενή: Κινητά Ιατρικά Δεδομένα (MOMEDA)

Σκοπός του έργου αυτού είναι η ικανοποιητική και συνεχής πληροφόρηση του ασθενή κατά τη διάρκεια πολύπλοκων ιατρικών διαδικασιών, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για ενημέρωση του ασθενή. Επιπλέον, οι ασθενείς ενόσω είναι στο νοσοκομείο έχουν ανάγκη να συνεχίζουν την καθημερινή τους ρουτίνα, ή τουλάχιστον να μπορούν να επικοινωνούν μέσω μοντέρνων τηλεπικοινωνιακών μέσων με τον έξω κόσμο (για παράδειγμα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου). Από την άλλη πλευρά, οι ειδικοί ιατροί που κινούνται μέσα ή έξω από το νοσοκομείο χρειάζεται να έχουν ολική και συνεχή πληροφόρηση για τα δεδομένα / αρχείο του ασθενή τους, ώστε να μπορούν να προσφέρουν την καλύτερη ιατρική φροντίδα.

Αυτά είναι τα κύρια ζητήματα που αντιμετώπισε το πρόγραμμα τηλεϊατρικής Momeda HC4015, το οποίο χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή/DGXIII Πρόγραμμα Εφαρμογής της Τηλεματικής στην υγεία. Το σύστημα απαρτιζόταν κυρίως από δύο μονάδες, (1) τη μονάδα με τις πληροφορίες του ασθενή και (2) τη μονάδα με τις πληροφορίες του ιατρού.



Σχήμα: Η γενική ιδέα του έργου «Momeda»

Ο κύριος σκοπός της μονάδας πληροφοριών του ασθενή ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος επίδειξης πληροφοριών με την ονομασία Προσωπικό Ιατρικό Σύστημα (Personalized Medical System-PMIS. Το σύστημα επιτρέπει πρόσβαση του ασθενή σε εξατομικευμένη (customized) πληροφόρηση για τη συγκεκριμένη ασθένεια και τα προβλήματα που του προκαλεί, για τις ιατρικές εξετάσεις που θα κάνει, τη θεραπεία που πρόκειται να ακολουθήσει και για τον τρόπο ζωής (life-style) που πρέπει να ακολουθείται κατά την διάρκεια της παραμονής του στο νοσοκομείο και αργότερα.

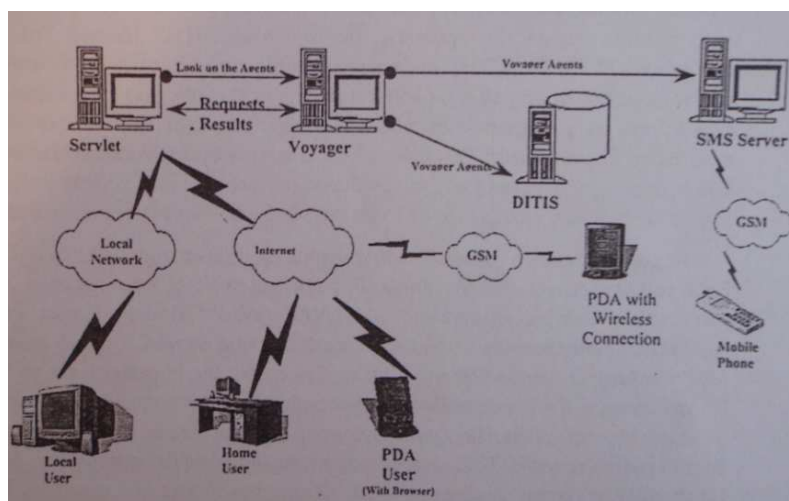
Ο κύριος σκοπός της μονάδας πληροφοριών του ιατρού ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος επίδειξης πληροφοριών που επιτρέπει στο θεράποντα ιατρό να έχει πρόσβαση στον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενή, χρησιμοποιώντας μια συνοδευτική συσκευή παλάμης, συνδεδεμένης με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM. Αναπτύχθηκε μια συσκευή βασισμένη στο Nokia Communicator και εξετάστηκε στη διάρκεια του προγράμματος. Ο χρήστης αυτής της συσκευής μπορούσε να συνδεθεί με τον κεντρικό εξυπηρέτη (server) του νοσοκομείου και να παραλάβει ηλεκτρονικά αρχεία ασθενών και ιατρικές εικόνες, όπως μαγνητικές απεικονίσεις (MRI). Το πρόγραμμα δοκιμάστηκε επιτυχώς σε τρεις Ευρωπαϊκές χώρες (Φιλανδία, Ιταλία, και Ελλάδα).



#### 4.ΔΙΤΗΣ: Ιατρική Ομάδα Συνεργασίας για Κατ' Οίκον Θεραπεία Καρκινοπαθών

Πολύπλοκες και χρόνιες ασθένειες, όπως ο καρκίνος, απαιτούν τη χρήση ειδικών πρωτοκόλλων θεραπείας, που εφαρμόζονται και παρακολουθούνται από μια συντονισμένη ομάδα επαγγελματιών. Η κατ' οίκον φροντίδα για χρόνιες ασθένειες (π.χ. καρκίνος) από μια ομάδα επαγγελματιών, είναι συχνά μια αναγκαιότητα, λόγω μεγάλων χρονικών διαστημάτων θεραπείας και παρακολούθησης της ασθένειας. Σε αντίθεση, η νοσοκομειακή θεραπεία είναι περιορισμένη, και συχνά γίνεται κατά απαίτηση για σύντομες χρονικές περιόδους. Επειδή δεν είναι δυνατόν για τη θεραπευτική ομάδα να είναι κοντά στον ασθενή όλες τις φορές που αυτός υπόκειται σε θεραπεία, ο κύριος σκοπός του προγράμματος είναι να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, μέσω ενός δικτύου ιατρικής συνεργασίας, με το όνομα ΔΙΤΗΣ (Δίκτυο Τηλεϊατρικής Συνεργασίας). Το ΔΙΤΗΣ είναι ένα σύστημα που υποστηρίζει «πλασματικές» ιατρικές ομάδες οι οποίες ασχολούνται με την κατ' οίκον φροντίδα καρκινοπαθών στην Κύπρο και χρησιμοποιείται τώρα και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Στοχεύει να υποστηρίξει τη δημιουργία, τη διεύθυνση, και το συντονισμό των «πλασματικών» ιατρικών ομάδων για τη συνεχή κατ' οίκον θεραπεία των ασθενών, και εάν υπάρξει ανάγκη, για περιοδικές επισκέψεις σε μέρη για εξειδικευμένη θεραπεία και στο σπίτι.

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του συστήματος τηλε-συνεργασίας ΔΙΤΗΣ βασίζεται στο διαδίκτυο και στην υπηρεσία του δικτύου κινητής τηλεφωνίας GSM/WAP (WAP=Wireless Access Protocol). Αποτελείται από τέσσερα τμήματα. Το πρώτο τμήμα απαρτίζεται από «mobile agents» π.χ. Anglets workbench της IBM, το Concordia της Mitsubishi, και το Voyager, για την εφαρμογή κάποιας ευέλικτης υποδομής που να υποστηρίζει τους μετακινούμενους χρήστες. Οι 'mobile agents' μπορούν να επεκταθούν ώστε να προσφέρουν ευφυΐα και συνεργασία. Το δεύτερο τμήμα είναι μια βάση δεδομένων στο Διαδίκτυο για τη φύλαξη και την επεξεργασία του Ηλεκτρονικού Ιατρικού φακέλου. Το τρίτο τμήμα είναι ένα σύστημα τηλε-συνεργασίας για τη διανομή πληροφοριών, την επικοινωνία της ομάδας και το συντονισμό των δραστηριοτήτων της ομάδας. Το τέταρτο τμήμα είναι μια έξυπνη προσαρμοστική πλατφόρμα (adaptive intelligent interface) για πρόσβαση στη βάση δεδομένων από διάφορα σημεία, όπως οι κινητές μονάδες υπολογιστή με σύνδεση GSM στο διαδίκτυο και οι σταθερές μονάδες με πρόσβαση στο διαδίκτυο που υποστηρίζουν την τηλε-συνεργασία.



Σχήμα: Η υποδομή δικτύου του Συστήματος για ιατρική συνεργασία ΔΙΤΗΣ.

## Συστήματα Επείγουσας Τηλεϊατρικής

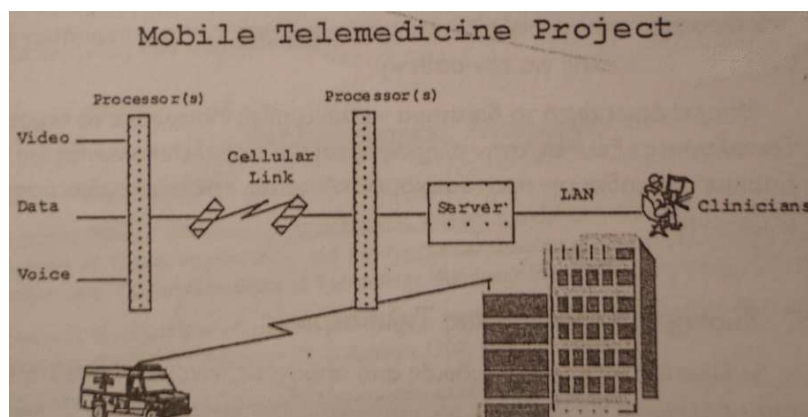
Η δυνατότητα να δει ο ειδικός από απόσταση, εικόνες ή video του περιστατικού, του παρέχει τη δυνατότητα να μεταδώσει την εμπειρία του. Ο ειδικός μπορεί να προβεί σε εκτίμηση και να λάβει διαγνωστικές και θεραπευτικές αποφάσεις, βασισμένος ή όχι μόνο στη μετάδοση του ήχου αλλά και εικόνας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η προετοιμασία του νοσοκομείου να είναι ταχύτερη και εστιασμένη στις ανάγκες του συγκεκριμένου ασθενούς. Επιπλέον το περιστατικό θα κατευθύνεται προς νοσοκομεία με την κατάλληλη υποδομή, ενώ η έναρξη της θεραπείας μπορεί να γίνεται ενώ ο ασθενής βρίσκεται ακόμη καθ' οδόν.

Οι ασύρματες επικοινωνίες και η κινητή τηλεφωνία παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην προνοσοκομειακή φροντίδα, καλύπτοντας την ανάγκη on-line διοικητικής και ιατρικής επικοινωνίας. Παρότι η μετάδοση φωνής ήταν η ισχύουσα πρακτική τις τελευταίες δεκαετίες, οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες και οι αναμενόμενες στα επόμενα, έχουν επιτρέψει τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ κινούμενων ασθενοφόρων και ειδικών ιατρών.

Η μετάδοση δεδομένων μέσω κινητής τηλεφωνίας και δικτύων παρέχει μία οικονομική λύση, με ευρεία γεωγραφική κάλυψη και ασφάλεια μετάδοσης. Παρόλα αυτά, υπάρχουν μια σειρά θεμάτων που σχετίζονται με τη μετάδοση video από κινούμενο ασθενοφόρο. Τα πιο σημαντικά προβλήματα είναι το διατιθέμενο bandwidth (ο όγκος δηλαδή των δεδομένων που μεταδίδονται σε δεδομένο χρόνο) και το κατά πόσο είναι εφικτή η μετάδοση. Εκτός των περιορισμών που θέτει το χαμηλό bandwidth στην ποιότητα και τη ροή της εικόνας, πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό δυσκολίες στη σύνδεση και την ποιότητα. Ως αποτέλεσμα, μοντέλα συμπίεσης video όπως το MPEG είναι δύσκολο να αξιοποιηθούν για τις ανάγκες της εφαρμογής, που απαιτεί για παράδειγμα επιλογή συγκεκριμένων τμημάτων video για μετάδοση μέσα από το περιορισμένο bandwidth.

Στο Πανεπιστήμιο του Maryland σχεδιάστηκε ένα σύστημα τηλεϊατρικής χρησιμοποιώντας το μέγιστο δυνατό αριθμό δοκιμασμένων, εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων. Το σύστημα αποτελείται από δύο βασικά συστατικά: μία φορητή μονάδα για χρήση στα ασθενοφόρα και ένα σταθμό λήψης στο νοσοκομείο, με σύνδεση με το εσωτερικό του δικτύου των υπολογιστών.

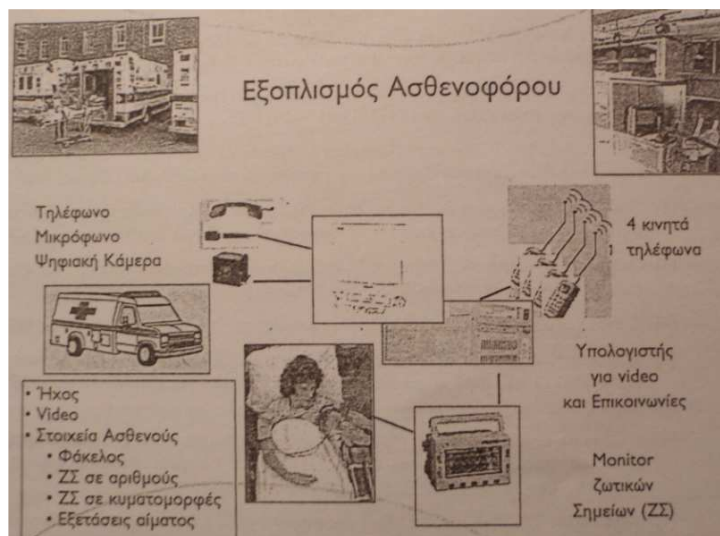
Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει το συνολικό σχεδιασμό του συστήματος και τη ροή πληροφοριών σε αυτό. Δεδομένα που περιέχουν video, εικόνες και βιοσήματα του ασθενούς μεταδίδονται χωριστά από τη φωνή.



Εικόνα: Σχηματική απεικόνιση του συστήματος.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος ενσωματώνει τις ακόλουθες συσκευές μέσα στο ασθενοφόρο:

- Ψηφιακή κάμερα, τηλεόραση, μικρόφωνο.
- Εξοπλισμό παρακολούθησης ζωτικών σημμάτων.
- Υπολογιστή τύπου tablet με οθόνη αφής και λογισμικό αναγνώρισης γραφής με το χέρι.
- Σύστημα για τη διαχείριση του σήματος μέσω της παράλληλης σύνδεσης 2-8 ψηφιακών συσκευών κινητής τηλεφωνίας.



Εικόνα: Αρχιτεκτονική του συστήματος στο ασθενοφόρο.

Ο υπολογιστής του ασθενοφόρου συνδυάζει τα βιοσήματα του ασθενούς και τα δεδομένα που εισάγει το πλήρωμα του ασθενοφόρου και τα ενσωματώνει στην εικόνα video που λαμβάνει το νοσοκομείο. Ένα ανεξάρτητο σύστημα καταγραφής video μέσα στο ασθενοφόρο καταγράφει την εικόνα και τον ήχο, ώστε να είναι δυνατή η μεταγενέστερη σύγκριση με τις μεταδιδόμενες στο νοσοκομείο πληροφορίες. Για τη μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιείται παράλληλη συνδεσμολογία κινητών τηλεφώνων (με ταυτόχρονη μετάδοση) για βέλτιστη απόδοση.

Δυστυχώς, το χαμηλό bandwidth της κινητής τηλεφωνίας περιορίζει τα δεδομένα που μπορούν να σταλούν σε «πραγματικό χρόνο» στο νοσοκομείο. Παρότι πολλά ζωτικά σήματα αντιπροσωπεύονται από αριθμούς (πχ. καρδιακός ρυθμός, τελοεκπνευστικό CO<sub>2</sub>, κτλ) και έτσι δεν απαιτούν υψηλό bandwidth, το εύρος που απαιτείται για εικόνες video, ήχους και κυματομορφές όπως το καρδιογράφημα είναι πολύ υψηλότερο.

Στην πλευρά του νοσοκομείου, τα δεδομένα λαμβάνονται μέσω κοινών τηλεφωνικών συνδέσεων με συμβατικά modems και αποθηκεύονται σε ένα διακομιστή και προδιαγραφές ασφαλείας. Τα δεδομένα στο διακομιστή αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων (Microsoft SQL). Η βάση δεδομένων συνεργάζεται με έναν άλλο διακομιστή (Microsoft Internet Information Server) και με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στο εσωτερικό δίκτυο του νοσοκομείου. Έτσι οι γιατροί με τη χρήση ενός κοινού προγράμματος πλοήγησης διαδικτύου με το οποίο είναι



εξοικειωμένοι έχουν πρόσβαση στα δεδομένα του ασθενοφόρου σε πραγματικό χρόνο από τους υπολογιστές του γραφείου τους, μέσω του τοπικού δικτύου του νοσοκομείου.

### Μέλλον της τηλεϊατρικής σε ασθενοφόρα

Η μετάδοση δεδομένων όπως εικόνες, video, και βιοσήματα, μπορεί να αποδειχτεί χρησιμότερη για τους ασθενείς και το σύστημα επείγουσας βοήθειας (EKAB). Ευρύτερη εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών, με τη χρήση μεγαλύτερου τηλεπικοινωνιακού bandwidth και νέων επιτευγμάτων πληροφορικής, μπορεί να αλλάξει το κρίσιμο εκείνο σημείο στο οποίο ξεκινά η εκτίμηση και η αντιμετώπιση του περιστατικού. Μικρού μεγέθους υπολογιστές (Wearable computers) και δίκτυα υψηλών ταχυτήτων είναι πιθανόν να αξιοποιηθούν σε μια νέα γενιά τηλεϊατρικών συστημάτων στην προνοσοκομειακή φροντίδα. Για παράδειγμα, στον τόπο ενός τροχαίου, τα θύματα μπορούν να βοηθηθούν άμεσα από τον εξ αποστάσεως ειδικό (πχ. νευροχειρουργό). Κατά τη διάρκεια της διακομιδής, ειδικά αν αυτή αναμένεται να διαρκέσει πολύ λόγω της απόστασης από το νοσοκομείο, η κατάσταση των ασθενών μπορεί να εκτιμάται, ενώ παρέχεται η δυνατότητα περισσότερων επιλογών αντιμετώπισης χάρη στη γνώμη του ειδικού. Η ανάπτυξη μελλοντικών συστημάτων είναι πολύ πιθανό να αυξήσει την αποτελεσματικότητα ανάλογων εφαρμογών.

Με την παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς (3G), αναμένεται πως τα συστήματα μετάδοσης εικόνας θα συγκαταλέγονται στο βασικό εξοπλισμό των ασθενοφόρων, όπως συμβαίνει με τους ασυρμάτους. Η εξ' αποστάσεως οπτική επαφή που προσφέρουν τα συστήματα αυτά, θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των ειδικών ιατρών, προσφέροντας περισσότερες διαγνωστικές δυνατότητες και θεραπευτικές επιλογές ενώ ο ασθενής βρίσκεται καθ' οδόν.

### Τεχνική Υποστήριξη Τηλεϊατρικών υπηρεσιών

Η τεχνική διαχείριση των υπηρεσιών τηλεϊατρικής είναι ένα κρίσιμο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένας διοικητής νοσοκομείου. Η αγορά της βιοϊατρικής τεχνολογίας έχει σαφώς δείξει ότι η τεχνική υποστήριξη είναι μια απαραίτητη πτυχή προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα της υπηρεσίας σ' αυτήν την εφαρμογή υψηλής τεχνολογίας. Επομένως οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής, που χαρακτηρίζονται από καινοτομία, απαιτούν τόσο ικανότητες όσο και ανθρώπινο δυναμικό προκειμένου να παρέχουν την κατάλληλη τεχνική υποστήριξη χρηστών.

### Τομείς εφαρμογής σε μια υπηρεσία τηλεϊατρικής

Μια υπηρεσία τηλεϊατρικής και γενικά ένα σύστημα τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνιών ICT (Information Communication & Technology) σε ένα μεγάλο νοσοκομείο είναι αρκετά σύνθετο, δεδομένης της τάσης να χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών για διαφορετικές εφαρμογές, περιλαμβάνοντας πολλούς τομείς πέρα από τους ήδη γνωστούς όπως αυτούς της πληροφορικής και των ιατρικών εφαρμογών. Με μια πρώτη ματιά δεν είναι εύκολο να καθοριστούν τα τεχνικά όρια μιας τηλεϊατρικής υπηρεσίας: για παράδειγμα, ο

παραδοσιακός τρόπος επικοινωνίας (τηλέφωνο και ενδοσυνεννόηση) κάνει όλο και μεγαλύτερη τη χρήση των τεχνολογικών δικτύων (VoIP: φωνή πάνω από IP) και αυτό απαιτεί ενσωμάτωση στις παραδοσιακές τεχνολογίες πληροφορικής. Προκειμένου να αναλυθούν σε βάθος τα διαχειριστικά προβλήματα, θα ήταν σκόπιμη η δημιουργία ενός σχηματικού διαγράμματος των πιο κοινών λειτουργικών ομάδων στα συστήματα πληροφορικής και επικοινωνιών (ICT) και της σχέσης τους με την υπηρεσία τηλεϊατρικής.

Ένας τεράστιος αριθμός διαφορετικών υπηρεσιών και εφαρμογών όπως το τηλέφωνο, οι αισθητήρες ασφάλειας, τα συστήματα ανίχνευσης παρακολούθησης, χρησιμοποιούν ανάλογες λειτουργικές ομάδες, οι οποίες αποτελούν φυσικά, το βασικό μονοπάτι και για όλες τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής. Με άλλα λόγια όλα αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν καλώδια, αλλά μόνο ο εξοπλισμός του δικτύου (switches, routers, gateway) παρουσιάζει ενδιαφέρον από πλευράς υπηρεσιών τηλεϊατρικής. Αυτοί οι εξοπλισμοί είναι επιφορτισμένοι με τη γέννηση και μεταφορά της πληροφορίας μέσα στο δίκτυο, επομένως σε πολλές περιπτώσεις η σωστή τεχνική διαχείριση τέτοιου εξοπλισμού έχει επιπτώσεις στις αποδόσεις των εφαρμογών τηλεϊατρικής.

### Ταξινόμηση της διαχείρισης τεχνικών υπηρεσιών

Γενικά, οι διοικητικές υπηρεσίες και ειδικά εκείνες που αφορούν στις εφαρμογές πληροφορικής και επικοινωνιών (ICT), μπορούν να ταξινομηθούν ως ακολούθως:

<b>Εργασίες Ρουτίνας</b>	<b>Εξαιρετικές Περιπτώσεις</b>
Προληπτικές	Διορθωτικές
1 <sup>ο</sup> επίπεδο	2 <sup>ο</sup> επίπεδο

Πίνακας: Ταξινόμηση εφαρμογών ICT.

Μια πιο λεπτομερής περιγραφή αυτών των δύο μεγάλων περιοχών, όχι και τόσο δύσκολη, είναι η εξής: κατά πρώτον να συμπεριληφθούν όλες οι συνήθεις δραστηριότητες, και κατά δεύτερον εκείνες οι δραστηριότητες που πρέπει να θεωρηθούν περιστασιακές.

Ο φόρτος εργασίας της διαχείρισης των σταθμών εργασίας εξαρτάται από τον αριθμό των υπολογιστών του δικτύου. Εντούτοις η τεχνολογία που βασίζεται στο Internet μείωσε το φόρτο του δεύτερου επιπέδου διαχείρισης, λόγω της διατήρησης μόνο κάποιων συγκεκριμένων σταθμών εργασίας σε σύγκριση με το πρώτο επίπεδο που διαχειρίζεται τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

	<b>Εργασίες Ρουτίνας</b>	<b>Εξαιρετικές Περιπτώσεις</b>
	Προληπτικές	Επανορθωτικές
	1 <sup>ο</sup> επίπεδο	2 <sup>ο</sup> επίπεδο
Καλωδίωση	Έλεγχος καλωδίωσης, Συντήρηση.	Προσθήκη ή αφαίρεση καλωδιώσεων, δίκτυο οπτικών ινών. Εξειδικευμένες εγκαταστάσεις.
Εξοπλισμός Δικτύου	-Διαχείριση εικονικού δικτύου -Λήψη αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά αρχικών ρυθμίσεων -Επίλυση βασικών προβλημάτων.	Νέα ρύθμιση παραμέτρων συστήματος, διαχείριση περιαγωγής πακέτων, ανάλυση κίνησης πακέτων.
Εξυπηρετητές	-Λήψη αντιγράφων ασφαλείας αρχείων, δεδομένων και επαναφορά τους εφόσον απαιτηθεί. -Διαχείριση χρηστών.	Εγκατάσταση λειτουργικών συστημάτων, αναβάθμιση, επίλυση προβλημάτων, ανάλυση απόδοσης συστήματος, υποστήριξη λογισμικού.
Σταθμοί εργασίας	Εγκατάσταση και διαχείριση θέσεων εργασίας, εκπαίδευση και υποστήριξη των χρηστών (Helpdesk)	-Υποστήριξη Hardware -Αναβάθμιση θέσεων εργασίας -Εξειδικευμένες εφαρμογές -Ειδική εκπαίδευση
Απαιτούμενα προσόντα	Γενικής φύσεως	Εξειδικευμένα
Απαιτούμενος χρόνος	Πολύς	Λίγος
Κρισιμότητα	Όχι	Ναι

Πίνακας: Λεπτομερής περιγραφή αυτών των δύο μεγάλων περιοχών: «Εργασίες ρουτίνας και Εξαιρετικές Περιπτώσεις»

Μέχρι λίγα χρόνια πριν, οποιαδήποτε νέα εφαρμογή απαιτούσε την εγκατάσταση ειδικού και συγκεκριμένου εξυπηρετητή σε όλα τα PC στα οποία θα έτρεχε η εφαρμογή. Τώρα χάρη στις τεχνολογίες διαδικτύου, απαιτείται ακριβώς μια εγκατάσταση στον κεντρικό υπολογιστή της εφαρμογής. Με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι οι δραστηριότητες του πρώτου επιπέδου σχετίζονται με τη λειτουργική δραστηριότητα, στην οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες του χρήστη.

Οι δραστηριότητες του δεύτερου επιπέδου αναφέρονται κυρίως στα βασικά τεχνολογικά προβλήματα που δε σχετίζονται με τις ανάγκες των χρηστών.

Είναι σημαντικό ότι το προσωπικό του 1<sup>ου</sup> επιπέδου έχει ένα ευρύ πεδίο ικανοτήτων προκειμένου να κατανοήσει και να αναλύσει καλύτερα τα αιτήματα των χρηστών και να προτείνει λύσεις για την επίλυση των οργανωτικών προβλημάτων. Από την άλλη πλευρά, το προσωπικό για τις δραστηριότητες του 2<sup>ου</sup> επιπέδου πρέπει να είναι εξειδικευμένο και αρμόδιο για τη διαχείριση των κεντρικών βάσεων δεδομένων.

### Συμπεράσματα

Αυτό το κεφάλαιο προσπάθησε να δώσει μια εικόνα των ολοκληρωμένων, των ενεργεία και των αναδυομένων εφαρμογών χρήσης της πληροφορικής στα συστήματα υγείας. Οι τεχνολογίες ασύρματης τηλεϊατρικής - συνδυασμένες με αναδυόμενες τεχνολογικές τάσεις όπως το «pervasive computing» (που επιτρέπει τη «συνεχή» αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και ηλεκτρονικού υπολογιστή και με πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων πολυμέσων, «έξυπνες» κάρτες), τεχνολογία έξυπνων-πρακτόρων (intelligent-agents), εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου στον τομέα της παροχής ιατρικών υπηρεσιών, Διαδίκτυο με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, και υπηρεσίες εστιασμένες στον πολίτη - υπόσχονται λύσεις για μελλοντικές εφαρμογές στις υπηρεσίες υγείας.

## **11.ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ**

Με την εξέλιξη και συνεχή ανάπτυξη των συστημάτων και υπηρεσιών τηλεϊατρικής, η ανάγκη για οριοθέτηση κατευθυντήριων οδηγιών και πολιτικών στην υλοποίηση τους γίνεται ολοένα και σημαντικότερη. Με δεδομένο ότι η τηλεϊατρική αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο παροχής υπηρεσιών υγείας, που υποστηρίζεται από τις νέες τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής και όχι απλά ένα πλήθος τεχνολογικών εργαλείων και υποδομών, είναι επίσης επιτακτική η υιοθέτηση προτύπων (standards) που να διασφαλίζουν την ορθή και αξιόπιστη λειτουργία των συστημάτων σε συνδυασμό με την τεκμηριωμένη υποστήριξη των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα πρότυπα και οι κατευθυντήριες οδηγίες που εφαρμόζονται ή πρόκειται να εφαρμοστούν στα συστήματα και τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής και που καλύπτουν τόσο το τεχνολογικό όσο και το κλινικό και οργανωτικό πλαίσιο.

### **Η αναγκαιότητα προτυποποίησης στα συστήματα τηλεϊατρικής**

Με βάση τον ορισμό του Food and Drug Administration(FDA), τηλεϊατρική ορίζεται «η παροχή υπηρεσιών υγείας και συμβουλευτικών υπηρεσιών σε ασθενείς και η από απόσταση μετάδοση πληροφοριών σχετικών με την υγεία, με τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (τηλεματικής)» και περιλαμβάνει:

- Υπηρεσίες από απόσταση κλινικής, προληπτικής ή διαγνωστικής αντιμετώπισης περιστατικών, όπου η έμπειρη ιατρική γνώση δε βρίσκεται στον ίδιο φυσικό χώρο με τον ασθενή.
- Συμβουλευτικές υπηρεσίες.
- Υπηρεσίες τηλεπαρακολούθησης ασθενών.
- Υπηρεσίες αποκατάστασης.
- Υπηρεσίες εκπαίδευσης ιατρών αλλά και ασθενών.

Οι αλματώδεις εξελίξεις στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής των τελευταίων ετών έχουν διαμορφώσει ένα εξαιρετικά πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη τεχνολογιών και συστημάτων τηλεϊατρικής και κυρίως για την αποδοχή τους από τους χρήστες (ιατρούς, νοσηλευτές, ασθενείς, κλπ.).

Οι σύγχρονες τάσεις στα συστήματα τηλεϊατρικής είναι ευθυγραμμισμένες με τις αντίστοιχες τάσεις τόσο στην Πληροφορική Υγείας όσο και στην Ιατρική. Οι τάσεις αυτές απαιτούν συστήματα και υπηρεσίες ασθενοκεντρικά (patient- centric) προσαρμοσμένα στις ανάγκες των χρηστών. Είναι δεδομένη δε η απαίτηση για συσκευές και συστήματα μη επεμβατικά, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από «μη εξειδικευμένο» προσωπικό. Επιπλέον, λόγω της διαχείρισης ιατρικών

δεδομένων, τα συστήματα τηλεϊατρικής πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις ασφάλειας, αξιοπιστίας αλλά και διασφάλισης του απορρήτου των προσωπικών δεδομένων.

Τέλος οι σύγχρονες τηλεματικές τεχνολογίες επιτρέπουν πλέον τη χρήση συστημάτων από οπουδήποτε (anywhere) και οποτεδήποτε (anytime). Με βάση τα δεδομένα αυτά, καλούμαστε να αναπτύξουμε και να υλοποιήσουμε συστήματα τηλεϊατρικής. Παρόλα αυτά, υπάρχουν συγκεκριμένα θέματα και προβλήματα που οφείλουμε να αντιμετωπίσουμε έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι παραπάνω απαιτήσεις. Συγκεκριμένα:

- **Συλλογή δεδομένων:** Τα περισσότερα συστήματα συλλογής ιατρικών δεδομένων έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες υγείας (ιατρούς, νοσηλευτές, κλπ.) γεγονός που δημιουργεί σοβαρότατο πρόβλημα στη χρήση τους από ασθενείς ή άτομα του περιβάλλοντος τους. Για παράδειγμα, ένας ηλεκτροκαρδιογράφος (σαν και αυτούς που συναντάμε στα νοσοκομεία) είναι γενικά μία περίπλοκη συσκευή που πολύ δύσκολα θα μπορούσε να τη χειριστεί κάποιος ασθενής στο σπίτι του.
- **Μετάδοση δεδομένων:** Είναι γεγονός ότι τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια κυρίως σε επίπεδο ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων αλλά και αξιοπιστίας. Από την άλλη πλευρά όμως, οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής συνήθως εφαρμόζονται σε απομακρυσμένες περιοχές όπου οι τηλεπικοινωνιακές υποδομές είναι πιθανόν να εμφανίζουν αδυναμίες. Επειδή δε και οι χρήστες των συστημάτων τηλεϊατρικής είναι τις περισσότερες φορές άτομα χωρίς ιδιαίτερη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες, είναι εξαιρετικά σημαντική η υλοποίηση συστημάτων με διαφανείς μηχανισμούς προς τους χρήστες (χωρίς την ανάγκη παρέμβασης).
- **Διαχείριση ιατρικών δεδομένων:** Αποτελεί πλέον κοινή αντίληψη, ότι η ανάγκη διαχείρισης των ιατρικών δεδομένων σε επίπεδο ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου (electronic patient record) είναι προϋπόθεση για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών. Ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου ο ιατρός που καλείται να εξυπηρετήσει ένα περιστατικό δεν έχει προηγούμενη γνώση του ιστορικού του ασθενούς (πράγμα αρκετά συνηθισμένο στις εφαρμογές τηλεϊατρικής), είναι εξαιρετικά σημαντικό να υφίσταται υλοποιημένος ιατρικός φάκελος σε ηλεκτρονική μορφή. Σε αυτή την περίπτωση τα γνωστά προβλήματα του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου (κωδικοποίηση, minimum, data sets, κλπ) πρέπει να αντιμετωπιστούν επαρκώς.
- **Ασφάλεια και προστασία δεδομένων.** Τα τελευταία χρόνια, όλα τα συστήματα υγείας έχουν υποχρεωθεί στην υιοθέτηση και εφαρμογή πολύ αυστηρών διαδικασιών (και μηχανισμών) για την προστασία ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων (όπως τα δεδομένα ιατρικού περιεχομένου). Η τηλεϊατρική, ως μία μορφή ιατρικής, εμπίπτει σε όλες αυτές τις απαιτήσεις. Δεδομένης δε της αναγκαιότητας μετάδοσης ιατρικών δεδομένων στις εφαρμογές τηλεϊατρικής, είναι προφανές ότι οι μηχανισμοί προστασίας των δεδομένων και διασφάλισης του απορρήτου καθίστανται εξαιρετικά σημαντικοί.

Είναι λοιπόν σαφές ότι στην υλοποίηση συστημάτων και εφαρμογών τηλεϊατρικής είναι απαραίτητο να καθοριστούν πρότυπα, διαδικασίες και κατευθυντήριες οδηγίες που να διασφαλίζουν τις παραπάνω σημαντικές απαιτήσεις αλλά και παράλληλα να

οδηγούν σε λύσεις τα ζητήματα που αφορούν στην επιτυχία (τόσο από πλευράς ιατρικής όσο και τεχνικοοικονομικής) των διαφορετικών υπηρεσιών τηλεϊατρικής.

## Φορείς Τυποποίησης για συστήματα και εφαρμογές Τηλεϊατρικής

Είναι γεγονός ότι τα ζητήματα τυποποίησης που αφορούν εφαρμογές τηλεϊατρικής και γενικότερα εφαρμογές πληροφορικής υγείας, έχουν απασχολήσει ένα πολύ μεγάλο αριθμό φορέων τυποποίησης αλλά και επιστημονικών εταιρειών τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο.

### *1. CEN/TC 251*

Το CEN (European Committee for Standardization) είναι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τυποποίηση. Τα μέλη του περιλαμβάνουν τις εθνικές επιτροπές τυποποίησης των χωρών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και μαζί με το CENELEC (που ασχολείται με τα θέματα ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης) και το ETSI(που ασχολείται με τα θέματα των τηλεπικοινωνιών), συντονίζουν τα θέματα τυποποίησης σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Για τα θέματα που αφορούν την ιατρική πληροφορική, έχει δημιουργηθεί η τεχνική επιτροπή (Technical Committee –TC)TC 251 του CEN, που έχει την ευθύνη για το συντονισμό και την παρακολούθηση της ανάπτυξης προτύπων ιατρικής πληροφορικής και την προώθηση και υιοθέτηση αυτών.

### *2. ACR*

Το ACR (American College of Radiology) είναι ένας μη κερδοσκοπικός επιστημονικός φορέας (επιστημονική εταιρεία) των ακτινολόγων και ακτινοογκολόγων στις Ηνωμένες Πολιτείες, με περισσότερα από 30.000 μέλη. Στους ευρύτερους σκοπούς του ACR σημαντικό στοιχείο αποτελεί και ο προσδιορισμός και η συνεχής εξέλιξη τεχνικών προτύπων αλλά και κατευθυντήριων οδηγιών που αφορούν στην παροχή υπηρεσιών με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα και από την ηλεκτρονική σελίδα του φορέα στο [www.acr.org](http://www.acr.org)

### *3. HL7-Health Level Seven*

Το HEALTH level Seven είναι ένας οργανισμός τυποποίησης εγκεκριμένος από το ANSI (American National Standards Institute), που ιδρύθηκε το 1987 και σήμερα περιλαμβάνει περισσότερα από 2.000 μέλη από μονάδες παροχής υπηρεσιών υγείας, προμηθευτές συστημάτων και εταιρείες συμβούλων. Η βασική δραστηριότητα του οργανισμού HL7είναι η ανάπτυξη και εξέλιξη προτύπων για την ανταλλαγή, διαχείριση και ολοκλήρωση δεδομένων που υποστηρίζουν την παροχή υπηρεσιών υγείας μέσω ενός κοινού πρωτοκόλλου (HL7 protocol) για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων υγείας.

### *4. IEEE*

Το IEEE (Institute of Electronics Engineers) είναι ένας μη-κερδοσκοπικός τεχνικός και επιστημονικός οργανισμός με περισσότερα από 360.000 μέλη σε περισσότερες από 175 χώρες. Το IEEE διαδραματίζει ένα καθοριστικό ρόλο στα

τεχνικά ζητήματα παγκοσμίως και ειδικότερα στα θέματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών αλλά και στα θέματα βιοϊατρικής τεχνολογίας. Ειδικά στο θέμα της προτυποποίησης, το IEEE έχει περισσότερα από 900 ενεργά πρότυπα και τουλάχιστον 700 σε φάση ανάπτυξης (standards .ieee.org). Στα ζητήματα που αφορούν τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής σημαντικά θεωρούνται τα πρότυπα που αφορούν τις ασύρματες επικοινωνίες με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα την ομάδα προτύπων IEEE 802.11, πρότυπα που αφορούν στην ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού, αλλά και την ομάδα προτύπων IEEE 1073 για την επικοινωνία μεταξύ ιατρικών συσκευών.

## 5. American Telemedicine Association

Η Αμερικανική Εταιρεία Τηλεϊατρικής (American Telemedicine Association-ATA) είναι ένας μη-κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 1993 και στοχεύει στην προβολή και επέκταση της τηλεϊατρικής διεθνώς. Στην ATA μετέχουν φορείς από το χώρο της υγείας, της τεχνολογίας, ιατρικοί επιστημονικοί οργανισμοί, αλλά και κυβερνητικές οργανώσεις δίνοντας έτσι έναν ευρύτερο χαρακτήρα στον οργανισμό.

Στο θέμα της τυποποίησης, η ATA έχει συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη και εξέλιξη κατευθυντηρίων οδηγιών σε υπηρεσίες τηλεϊατρικής. Ενδεικτικά αναφέρονται οι οδηγίες που αφορούν τηλεϊατρική για κατ' οίκον νοσηλεία (telehomecare) για τηλε-παθολογία (telepathology), τηλε-δερματολογία, τηλε-ψυχιατρική, κλπ.

### Πρότυπα συμπίεσης ιατρικών δεδομένων

Το θέμα της συμπίεσης ιατρικών δεδομένων προκύπτει όταν είναι αναγκαία η αποθήκευση ή μετάδοση ψηφιακών δεδομένων που καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο. Το παραπάνω είναι εξαιρετικά συχνό στις εφαρμογές τηλεϊατρικής σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η μετάδοση ψηφιακών εικόνων (σταθερών ή κινουμένων) ή σε περιπτώσεις που το διαθέσιμο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο είναι μικρού εύρους ζώνης (low bandwidth) όπως για παράδειγμα δίκτυα κινητών επικοινωνιών, δορυφορικά δίκτυα, ακόμα και ISDN γραμμές. Το θέμα της συμπίεσης των ιατρικών δεδομένων γίνεται εξαιρετικά σημαντικό δεδομένης της απαίτησης της νομοθεσίας (αλλά και της ιατρικής πρακτικής) περί «μη αλλοίωσης της πρωτογενούς πληροφορίας» κατά την συμπίεση. Με άλλα λόγια στην ιατρική (και άρα στην τηλεϊατρική) δεν επιτρέπεται η συμπίεση δεδομένων με απώλειες (lossy compression) αν τα δεδομένα αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για διαγνωστικούς σκοπούς.

Το γεγονός αυτό καθιστά απαγορευτική τη χρήση αλγόριθμων συμπίεσης που επιτυγχάνουν μεν υψηλά ποσοστά συμπίεσης αλλά παράλληλα επιφέρουν μεταβολές (έστω και μικρές) στην πρωτογενή πληροφορία. Τα θέματα που αφορούν στην συμπίεση ιατρικών εικόνων χωρίς απώλειες αντιμετωπίζονται με τη χρησιμοποίηση αλγορίθμων συμπίεσης δεδομένων χωρίς απώλειες (lossless). Οι αλγόριθμοι συμπίεσης εικόνων μπορούν να διαχωριστούν σε τυποποιημένους (standardized) και «ιδιόκτητους» (proprietary). Οι τυποποιημένοι αλγόριθμοι αναπτύσσονται, εκδίδονται και συντηρούνται από διεθνείς οργανισμούς όπως ο ISO (International Standards Organization) και ο ITU (International Telecommunication Union). Ένα από τα πιο διαδεδομένα πρότυπα συμπίεσης εικόνων με σημαντικές εφαρμογές και στην υγεία είναι το πρότυπο JPEG (Joint Photographic Experts Group) που παρουσιάστηκε στα μέσα της δεκαετίας του 80 από κοινού (εξ' ου και το αρχικό joint) από τον ISO

και την ITU. Το σημαντικό χαρακτηριστικό του JPEG είναι ότι επιτρέπει τη συμπίεση σε διάφορα επίπεδα (ποσοστά) δίνοντας έτσι τη δυνατότητα επιλογής της ποιότητας της συμπιεσμένης εικόνας (έναντι της αρχικής) έτσι ώστε οι απώλειες να μην είναι ορατές στους ιατρούς (near-lossless algorithms). Η near-lossless συμπίεση είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου η εικόνα χρησιμοποιείται για τηλε-συμβουλευτικές υπηρεσίες (teleconsultation), στις οποίες ο χρόνος μετάδοσης μειώνεται σημαντικά ενώ η διαγνωστική αξία των εικόνων επί της ουσίας δεν υποβιβάζεται. Πρόσφατα, παρουσιάστηκε ο αλγόριθμος JPEG2000 που είναι βασισμένο στη μαθηματική θεωρία των κυματιδίων (WAVELETS). Το πρότυπο JPEG2000 προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του JPEG, τα οποία είναι εξαιρετικά χρήσιμα σε εφαρμογές ιατρικής και τηλεϊατρικής. Σημαντικότερα θεωρούνται η δυνατότητα κωδικοποίησης της «περιοχής ενδιαφέροντος» (region-of-interest, ROI) σε υψηλότερη ανάλυση, η δυνατότητα συμπίεσης χωρίς απώλειες (lossless compression) η καλύτερη συμπεριφορά του αλγορίθμου σε σφάλματα και η στιβαρότητα του.

### Οδηγίες και Θεσμικό πλαίσιο προστασίας προσωπικών δεδομένων

Όπως είναι γνωστό, τα δεδομένα που αφορούν στην υγεία ενός ατόμου αποτελούν δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα τα οποία προστατεύονται διεθνώς αλλά και στη χώρα μας με ειδικές ρυθμίσεις. Η Ευρωπαϊκή Σύμβαση των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου έχει ορίσει αυστηρά κριτήρια αναφορικά με την προστασία των ιατρικών δεδομένων και τις προϋποθέσεις ανακοίνωσής τους σε τρίτους. Η οδηγία 95/46 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ο Ν. 2472/1997 της χώρας μας που αφορά στην αυτοματοποιημένη και μη αυτοματοποιημένη επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα ορίζει σαφώς ότι τα ιατρικά δεδομένα (τα οποία αποτελούν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα) υπόκεινται σε ειδικές ρυθμίσεις ασφάλειας και προστασίας. Επίσης μέσω της οδηγίας 97/66 και του Ν. 2774/99 που μεταφέρει την αντίστοιχη οδηγία στο εσωτερικό δίκαιο της χώρας μας, περιγράφονται οι υποχρεώσεις περί προστασίας των προσωπικών δεδομένων στον τηλεπικοινωνιακό τομέα σε επίπεδο δημόσιων τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Κατά συνέπεια, οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής, που χρησιμοποιούν τέτοια τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, οφείλουν να πληρούν τις προϋποθέσεις που ο νόμος ορίζει.

Τέλος, το ιατρικό απόρρητο κατοχυρώνεται στο πλαίσιο του Ποινικού Κώδικα αφού κάθε παραβίασή του από ιατρούς ή παραϊατρικό προσωπικό αποτελεί αδίκημα, εκτός αν η αποκάλυψη των πληροφοριών από πλευράς ιατρού γίνεται στο πλαίσιο της εκπλήρωσης των καθηκόντων του. Συνεπώς, οποιαδήποτε υπηρεσία ή εφαρμογή τηλεϊατρικής τίθεται σε λειτουργία, όλοι οι παραπάνω περιορισμοί προστασίας των προσωπικών δεδομένων οφείλουν να ικανοποιούνται συνολικά.

### CASE –STUDY - Τηλεϊατρική για κατ' οίκον νοσηλεία

Με δεδομένη την ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για παροχή υπηρεσιών υγείας κατ' οίκον, είναι σημαντική η ανάγκη για ανάπτυξη συστημάτων τηλεματικής για τηλεπαρακολούθηση ασθενών στο σπίτι (ή σε χώρους εκτός νοσοκομείου) και γενικότερα τηλεϊατρική για κατ' οίκον νοσηλεία. Στο πλαίσιο του έργου της Ευρωπαϊκής Ένωσης VITAL-HOME, ανέπτυξε ένα πρωτοπόρο σύστημα τηλεϊατρικής για



κατ' οίκον νοσηλεία. Το σύστημα αποτελείται από μία φορητή μονάδα συλλογής και μετάδοσης ζωτικών σημάτων ασθενούς και ένα σταθμό βάσης όπου γίνεται η λήψη και η τηλεπαρακολούθηση των παραμέτρων του ασθενούς. Η φορητή συσκευή επιτρέπει την καταγραφή ΗΚΓ 3/12 απαγωγών, αρτηριακής πίεσης, οξυμετρίας, θερμοκρασίας, αναπνευστικών παραμέτρων, κλπ. και τη μετάδοση τους στο σταθμό βάσης μέσω τηλεπικοινωνιακών, δικτύων (ενσύρματων ή ασύρματων) που υλοποιούν το πρωτόκολλο TCP/IP. Σημαντική παράμετρος του έργου VITAL-HOME ήταν η απόφαση για χρήση διεθνών προτύπων για την πρόσβαση και μετάδοση των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ διαλειτουργούντων ιατρικών συσκευών και πληροφοριακών συστημάτων. Για τις ανάγκες του πιλοτικού συστήματος η συλλογή των ιατρικών μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός παρακλίνιου monitor, ενώ η επικοινωνία και κωδικοποίηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την υλοποίηση ενός interface βασισμένου στο πρότυπο VITAL.

Αντίστοιχα για τις ανάγκες της αρχειοθέτησης των μεταδιδόμενων δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο DICOM Supplement 30 που περιγράφει ένα πληροφοριακό μοντέλο για την αρχειοθέτηση ιατρικών δεδομένων (σήματα και στοιχεία ασθενούς). Ο συνδυασμός αυτών των δυο προτύπων (VITAL DICOM Sup.30) έδωσε τη δυνατότητα να αλληλοσυμπληρωθούν οι ελλείψεις του κάθε προτύπου χωριστά αλλά και να αξιοποιηθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό τα δυνατά σημεία κάθε ενός προτύπου. Αξιοσημείωτο είναι ότι στο πλαίσιο του έργου VITAL HOME και στην υλοποίηση του πρωτοτύπου μελετήθηκαν οι ιδιαίτερες απαιτήσεις και χαρακτηριστικά εφαρμογών τηλεϊατρικής για κατ' οίκον νοσηλεία έτσι ώστε να ικανοποιηθούν ζητήματα ασφάλειας, ευχρηστίας, διαθεσιμότητας, αυτονομίας, κλπ.

Ένα επιπλέον σημείο που προέκυψε από το συγκεκριμένο έργο ήταν ότι η ιδέα για μία κοινή αρχιτεκτονική σε επίπεδο δεδομένων (common data architecture), πλατφόρμες και συστήματα ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή (Platform Independent and Vendor – systems) οδηγούν απευθείας στο W3C consortium (World Wide WEB Consortium) και στην γλώσσα xml. Η XML είναι πλέον σαφές ότι μπορεί να παρέχει τα μέσα για τη διαχείριση και μετάδοση κλινικών δεδομένων με τρόπο τυποποιημένο και αποδοτικό.

## **12.ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ**

### **1.ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

Η χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στην υγεία, ενώ παρέχει σημαντικά κλινικά και επιχειρησιακά οφέλη, εμπεριέχει πολλούς κινδύνους ασφάλειας των πληροφοριών. Η έννοια της ασφάλειας σχετίζεται με την ικανότητα του συστήματος να προστατεύει τις πληροφορίες από τυχόν αλλοιώσεις και καταστροφές, καθώς και από μη εξουσιοδοτημένη χρήση των πόρων του. Σχετίζεται επίσης, με την ικανότητα του συστήματος να παρέχει ορθές και αξιόπιστες πληροφορίες, οι οποίες να είναι διαθέσιμες στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κάθε φορά που αυτοί τις αναζητούν. Όλα τα παραπάνω αποκτούν μεγαλύτερη σημασία όταν αναφερόμαστε σε ιατρικά πληροφοριακά συστήματα, όπως τα συστήματα τηλεϊατρικής, όπου διακινούνται ιδιαίτερα ευαίσθητες πληροφορίες, οι οποίες είναι κρίσιμες για τη ζωή και την υγεία των ασθενών.

Στη συνέχεια, εντοπίζουμε κατ' αρχήν τους βασικούς κινδύνους και τις απειλές σε εφαρμογές τηλεϊατρικής και ορίζουμε τις βασικές απαιτήσεις ασφάλειας που θα πρέπει να ικανοποιεί ένα τέτοιο σύστημα. Έπειτα, παρουσιάζουμε τις σύγχρονες τεχνικές λύσεις και τις προτεινόμενες αρχιτεκτονικές ασφάλειας και τέλος ολοκληρώνουμε με τη σύνοψη των βασικών σημείων και την εξαγωγή κάποιων κρίσιμων συμπερασμάτων.

### **ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Ένα σύστημα τηλεϊατρικής είναι κατά κανόνα ένα καταναμημένο σύστημα, που χρησιμοποιεί διάφορα τηλεπικοινωνιακά μέσα (ISDN, ασύρματα δίκτυα GSM, δορυφορικές συνδέσεις, διαδίκτυο, κλπ) για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ απομακρυσμένων σταθμών, στα πλαίσια μιας τηλεϊατρικής συνόδου. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε ότι οι κίνδυνοι και οι απειλές ασφάλειας που αντιμετωπίζονται δεν διαφέρουν πολύ από οποιοδήποτε άλλο καταναμημένο πληροφοριακό σύστημα. Οι κίνδυνοι αυτοί προέρχονται είτε από ατύχημα, είτε από εσκεμμένες πράξεις (από κακόβουλους χρήστες ή εισβολείς) και έχουν σαν αποτέλεσμα την υποκλοπή και διάθεση απόρρητων πληροφοριών σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες, την καταστροφή, χάλκευση ή αλλοίωση των πληροφοριών, και τέλος τη διακοπή της λειτουργίας του συστήματος και διάθεσης των πληροφοριών. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, οι τρεις βασικές απαιτήσεις ασφάλειας είναι:

#### **Η εμπιστευτικότητα**

Η εμπιστευτικότητα (confidentiality) των πληροφοριών, δηλαδή η «αποφυγή διάθεσης ή αποκάλυψης της πληροφορίας σε μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα». Αυτό

αφορά τη μη εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη όχι μόνο των δεδομένων αυτών καθαυτών, αλλά ακόμα και της ύπαρξής τους. Έτσι για παράδειγμα, το γεγονός ότι κανείς έχει φάκελο για κάποιο λοιμώδες νόσημα, είναι εξίσου σημαντικό με το περιεχόμενο του. Μια έκφανση της εμπιστευτικότητας είναι και η ιδιωτικότητα (privacy), που αφορά την προστασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, δηλαδή αυτών που αφορούν συγκεκριμένα πρόσωπα. Στον τομέα της ιατρικής φροντίδας η εμπιστευτικότητα ερμηνεύεται ως διαφύλαξη της προσωπικής πληροφορίας και του ιατρικού απορρήτου. Το θέμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε συστήματα τηλεϊατρικής, όπου ανταλλάσσονται δεδομένα άμεσα συνδεδεμένα με αναγνωρίσιμα άτομα, τις ασθένειες, τις θεραπείες τους και συχνά τις κοινωνικές τους συνήθειες. Τα δεδομένα αυτά θεωρούνται αυστηρός εμπιστευτικός και η αποκάλυψή τους μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνική θέση, στην υγεία, ή ακόμα και στη ζωή των σχετιζόμενων ατόμων.

### Η ακεραιότητα

Η ακεραιότητα (integrity) των πληροφοριών, δηλαδή η «πρόληψη μη εξουσιοδοτημένης μεταβολής πληροφοριών», όπως παραποίηση ή διαγραφή, συμπεριλαμβανομένης και της μη εξουσιοδοτημένης δημιουργίας δεδομένων. Στον τομέα της τηλεϊατρικής όπου τα δεδομένα, π.χ. μετρήσεις βιοσημάτων, αποτελέσματα εξετάσεων, κλπ είναι συχνά το βασικό μέσο για τη λήψη αποφάσεων, η ακεραιότητα της πληροφορίας είναι ζωτικής σημασίας. Η λήψη παραποιημένων ή πλαστών πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη διάγνωση και περίθαλψη του ασθενούς, θέτοντας τη ζωή του σε άμεσο κίνδυνο.

### Η διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα (availability) των πληροφοριών, δηλαδή η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης και χρήσης ενός πληροφοριακού συστήματος οποτεδήποτε αυτό απαιτείται. Σε συστήματα τηλεϊατρικής, η απαιτούμενη διαθεσιμότητα είναι σε πολλές περιπτώσεις 24 ώρες το 24-ωρο, επί καθημερινής βάσης, όπως σε συστήματα παρακολούθησης εξ' αποστάσεως όπου έστω και λίγα λεπτά διακοπής της λειτουργίας είναι δυνατό να θέσουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. Παραδείγματα επιθέσεων κατά της διαθεσιμότητας διαδικτυακών τηλεϊατρικών υπηρεσιών είναι οι επιθέσεις Denial of Service (DoS attacks) καθώς και διάφορα κακόβουλα προγράμματα (ιοί), τα οποία εισέρχονται στα συστήματα και προκαλούν καταστροφές σε προγράμματα και αρχεία.

### Η εξακρίβωση Ταυτότητας

Η υπηρεσία εξακρίβωσης ταυτότητας (Authentication service) παρέχει εγγύηση για την ταυτότητα μιας οντότητας. Αυτό σημαίνει ότι όταν ισχυρίζεται κάποιος ότι έχει μια συγκεκριμένη ταυτότητα (ή ένα συγκεκριμένο user name), η υπηρεσία εξακρίβωσης ταυτότητας θα παρέχει τα μέσα για να επιβεβαιώσει την ορθότητα αυτού του ισχυρισμού.

Υπάρχουν δύο είδη εξακρίβωσης ταυτότητας, ανάλογα με το αν εξακριβώνουμε την ταυτότητα οντότητας ή την ταυτότητα προέλευσης δεδομένων.

Αυτά είναι τα εξής :

- Εξακρίβωση ταυτότητας χρήστη (user authentication)

- Εξακρίβωση ταυτότητας προέλευσης δεδομένων (data origin authentication)

### Εξακρίβωση ταυτότητας χρήστη (User authentication)

Η εξακρίβωση ταυτότητας ενός χρήστη γίνεται συνήθως :

- Με κάτι που γνωρίζει (για παράδειγμα ένα κωδικό πρόσβασης)
- Με κάτι που έχει στην κατοχή του (π.χ. μια έξυπνη κάρτα)
- Με συνδυασμό και των δύο παραπάνω (π.χ. ο χρήστης να έχει μια έξυπνη κάρτα και να γνωρίζει το PIN (Personal Identification Number) για να μπορεί να κάνει χρήση της κάρτας)

Η τελευταία περίπτωση είναι αυτή που μας προσφέρει τη μεγαλύτερη ασφάλεια. Χρησιμοποιείται ευρέως η τεχνική πρόκληση/απόκριση (challenge-response) για την εξακρίβωση της ταυτότητας του χρήστη. Το σύστημα σε αυτή την περίπτωση στέλνει στο χρήστη ένα τυχαίο αριθμό (challenge), ο χρήστης το μετατρέπει χρησιμοποιώντας την μυστική πληροφορία που κατέχει για να πιστοποιεί την ταυτότητα του, και το αποτέλεσμα το στέλνει σαν απάντηση (response) πίσω στο σύστημα.

Με χρήση της ασυμμετρικής κρυπτογραφίας η επιβεβαίωση της ταυτότητας του χρήστη γίνεται χωρίς να χρειάζεται το σύστημα να γνωρίζει το μυστικό των χρηστών, δηλαδή το ιδιωτικό τους κλειδί, αλλά αρκεί για να γίνει η εξακρίβωση της ταυτότητας η γνώση του δημόσιου κλειδιού. Για παράδειγμα το σύστημα στέλνει ένα τυχαίο challenge στο χρήστη, ο οποίος με χρήση έξυπνης κρυπτογραφικής κάρτας το κρυπτογραφεί με το ιδιωτικό του κλειδί, και το στέλνει πίσω στο σύστημα ως response. Το σύστημα κάνει πιστοποίηση ταυτότητας αποκρυπτογραφώντας το response με το δημόσιο κλειδί του υποτιθέμενου χρήστη, και συγκρίνοντας το αποτέλεσμα της αποκρυπτογράφησης με το αρχικό challenge. Αν το αρχικό challenge και το αποτέλεσμα της αποκρυπτογράφησης είναι ίδια, τότε έχει γίνει επιτυχώς η πιστοποίηση ταυτότητας του χρήστη.

### Εξακρίβωση της ταυτότητας προέλευσης δεδομένων (Data origin authentication)

Πρέπει να εξακριβώσουμε αν ο αποστολέας των δεδομένων είναι αυθεντικός. Με τη χρήση της κρυπτογραφίας μπορούμε να εξακριβώσουμε αν κάποιος έχει εμποδίσει το μήνυμα του αυθεντικού αποστολέα, και το έχει αντικαταστήσει με ένα πλαστό μήνυμα.

### Η μη άρνηση πράξης

Η μη άρνηση πράξης (non-repudiation) προστατεύει από την άρνηση μιας οντότητας που έλαβε μέρος σε μια επικοινωνία (communication), να παραδεχτεί ότι έχει λάβει μέρος σε αυτήν. Η μη άρνηση πράξης μαζί με τον έλεγχο της προέλευσης των δεδομένων προστατεύει από τις προσπάθειες του αποστολέα να αρνηθεί ότι έστειλε το μήνυμα, ενώ μαζί με την έλεγχο παράδοσης προστατεύει από προσπάθειες του παραλήπτη να αρνηθεί, ψευδώς, την παραλαβή του μηνύματος.

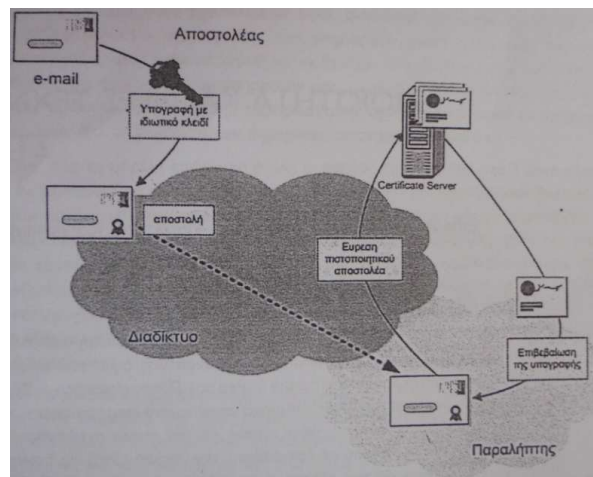
Μπορούμε να έχουμε μη άρνηση πράξης με τη χρήση των ψηφιακών υπογραφών.

Επιπλέον, σε ιατρικά πληροφοριακά συστήματα ο ασθενής θα πρέπει να είναι βέβαιος ότι οι προσωπικές του πληροφορίες, ή τα ευαίσθητα προσωπικά του δεδομένα (που είτε δίδονται από τον ίδιο, είτε δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της θεραπείας του) συλλέγονται, αποθηκεύονται και επεξεργάζονται με ένα τρόπο που αποκλείει τυχόν λάθη, διατίθενται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες και χρησιμοποιούνται με νόμιμο τρόπο.

## ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Τα μέτρα προστασίας και οι τεχνικές λύσεις που υπάρχουν σήμερα είναι πολλές, ειδικά τα τελευταία χρόνια που το πρόβλημα της ηλεκτρονικής ασφάλειας έχει τύχει ιδιαίτερης προσοχής. Μια ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική ασφάλειας περιλαμβάνει κατ' αρχήν συστήματα προστασίας του εσωτερικού δικτύου (firewalls), καθώς και επιπλέον μέτρα για τη διασφάλιση του εξοπλισμού και της διαθεσιμότητας των υπηρεσιών, όπως συστήματα εντοπισμού εισβολών (intrusion detection systems), λήψη αντιγράφων ασφάλειας (backup), κλπ.

Στην πρώτη γραμμή άμυνας ενάντια σε επίδοξους εισβολείς, συναντάμε το σύστημα αναγνώρισης (identification) και αυθεντικοποίησης (authentication) των χρηστών, το οποίο αποσκοπεί να αποτρέψει μη εξουσιοδοτημένους χρήστες από το να αποκτήσουν πρόσβαση σε πόρους και πληροφορίες του συστήματος. Η αναγνώριση και αυθεντικοποίηση επιτρέπει την εγκαθίδρυση της σχέσεως εμπιστοσύνης που είναι απαραίτητη για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών και αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποκάλυψη απόρρητων ιατρικών πληροφοριών, ειδικά σε εφαρμογές τηλεϊατρικής όπου τα εμπλεκόμενα μέρη (γιατροί, νοσηλευτές, κλπ) βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες και δεν υπάρχει άμεση επαφή.



Σχήμα: Ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική ασφάλειας σε σύστημα τηλεϊατρικής.

Οι συνήθεις μέθοδοι περιλαμβάνουν τα γνωστά usernames και passwords, ενώ πιο προηγμένα συστήματα χρησιμοποιούν μαγνητικές ή έξυπνες κάρτες, συνήθως σε συνδυασμό με κωδικούς PIN. Ωστόσο, η σύγχρονη τάση επιβάλλει την ενίσχυση της ασφάλειας με τεχνικές ελέγχου βιομετρικών χαρακτηριστικών (biometrics), όπως δακτυλικό αποτύπωμα, ίριδα, κλπ. Όταν ο χρήστης θα απαιτήσει πρόσβαση σε ένα

σύστημα, του ζητάτε να εισάγει κάποιο βιομετρικό χαρακτηριστικό όπως π.χ. δακτυλικό αποτύπωμα. Στη συνέχεια το αποτύπωμα αυτό συγκρίνεται με κάποια φόρμα (φόρμα ή template είναι η ψηφιακή αναπαράσταση ενός ανθρώπινου βιομετρικού χαρακτηριστικού) που βρίσκεται αποθηκευμένη σε κάποια ασφαλή βάση δεδομένων ή πάνω σε μια έξυπνη κάρτα, ώστε να πιστοποιηθεί μοναδικά η ταυτότητα.

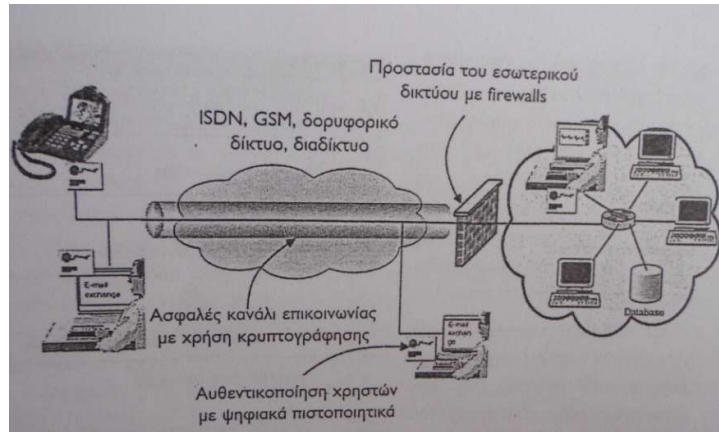
Οι ειδικές απαιτήσεις του χώρου της υγείας επιβάλλουν επίσης την αναγνώριση της επαγγελματικής ιδιότητας και του ρόλου κάθε χρήστη μέσα στον οργανισμό, καθώς με αυτό τον τρόπο ορίζονται και ειδικά δικαιώματα πρόσβασης σε απόρρητες ιατρικές πληροφορίες και ηλεκτρονικές ιατρικές εφαρμογές. Αυτό υλοποιείται με τα λεγόμενα ψηφιακά πιστοποιητικά (digital certificates), τα οποία είναι ηλεκτρονικά έγγραφα που περιέχουν στοιχεία ταυτότητας και ιδιότητας ενός ατόμου.

Η έκδοση των πιστοποιητικών γίνεται από τις λεγόμενες Αρχές Πιστοποίησης (Certification Authorities), οι οποίες εγγυώνται και την εγκυρότητα τους. Σε πολλές χώρες άλλωστε, τα ψηφιακά πιστοποιητικά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις λεγόμενες Κάρτες Επαγγελματιών Υγείας (Health Professional Cards) παρέχοντας έτσι ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας.

Η προστασία της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών βασίζεται στην τεχνολογία της κρυπτογραφίας. Η κρυπτογράφηση αφορά ουσιαστικά την τεχνική μετατροπής των δεδομένων σε μια μορφή στην οποία θα αποκρύπτετε το περιεχόμενο τους, έτσι ώστε να είναι αδύνατο στον εισβολέα ή υποκλοπέα να διαβάσει το περιεχόμενο ενός μηνύματος. Η αντίστροφη διαδικασία, ανάκτησης των αρχικών δεδομένων από κρυπτογραφημένο κείμενο, ονομάζεται αποκρυπτογράφηση. Υπάρχουν σύγχρονες τεχνικές (όπως κρυπτογράφηση δημοσίου κλειδιού) που καθιστούν πρακτικά και υπολογιστικά εξαιρετικά δύσκολο το «σπάσιμο» ενός κρυπτογραφήματος.

Σε εφαρμογές τηλεϊατρικής είναι απαραίτητη η κρυπτογράφηση της επικοινωνίας σε περιπτώσεις που μεταδίδονται ευαίσθητα ιατρικά δεδομένα, ιδιαίτερα όταν αυτά συνοδεύονται από πληροφορίες σχετικές με την ταυτότητα του ασθενούς. Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σήμερα για διάφορες εφαρμογές, όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, εφαρμογές monitoring, web εφαρμογές, περιλαμβάνουν το SSL, IPsec, PGP, κλπ. Μέθοδοι κρυπτογράφησης εφαρμόζονται και σε συστήματα ασύρματης μετάδοσης όπως το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM. Μάλιστα σε νεότερα συστήματα, όπως τα δίκτυα GPRS και τα συστήματα τρίτης γενιάς (3G), υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής των ίδιων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων όπως στο διαδίκτυο.

Για τη διασφάλιση της ακεραιότητας και της αυθεντικότητας ηλεκτρονικών εγγράφων και πληροφοριών χρησιμοποιούνται οι ψηφιακές υπογραφές (digital signatures). Οι ψηφιακές υπογραφές δίνουν τη δυνατότητα στον παραλήπτη να πιστοποιήσει τόσο την ακεραιότητα του περιεχομένου ενός μηνύματος, όσο και την ταυτότητα του αποστολέα. Στην τηλεϊατρική, η ψηφιακή υπογραφή χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών που απαιτούν την ανταλλαγή ιατρικών εγγράφων, όπως για παράδειγμα σε υπηρεσίες όπου γιατροί ανταλλάσσουν ιατρικά έγγραφα και απόψεις σχετικές με τη θεραπεία ενός ασθενούς μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Σε αυτή την περίπτωση, κάθε e-mail θα πρέπει να υπογράφεται ψηφιακά ώστε ο παραλήπτης να μπορεί να πιστοποιήσει την ταυτότητα του αποστολέα αλλά και ότι το περιεχόμενο του μηνύματος (και πιθανά επισυναπτόμενα έγγραφα) δεν έχει αλλοιωθεί.



Σχήμα: Διαδικασία ψηφιακής υπογραφής e-mail.

### Αναφορικά:

#### Φυσική Προστασία των Δεδομένων

Η φυσική προστασία των ιατρικών δεδομένων που φυλάγονται σε ηλεκτρονική μορφή περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

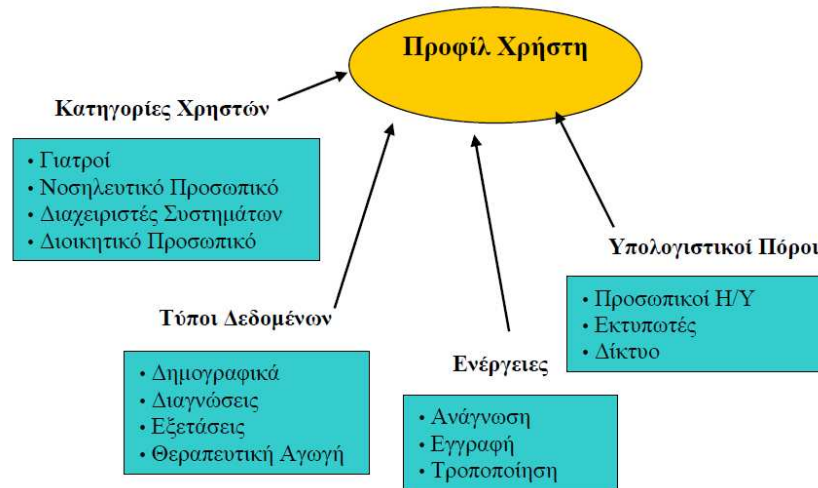
1. Προστασία των υπολογιστικών κέντρων.
2. Εγκατάσταση του ηλεκτρονικού εξοπλισμού σε προστατευμένους χώρους.
3. Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας σε τακτά χρονικά διαστήματα και αποθήκευση αυτών σε διαφορετικές τοποθεσίες από την πηγή τους.

#### Επώνυμη Χρήση των Δεδομένων

Η χρήση των πληροφοριακών συστημάτων που διαχειρίζονται τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να είναι προστατευμένη και να γίνεται επώνυμα. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την πληκτρολόγηση ονόματος χρήστη και κωδικού, είτε με κάρτες μικροεπεξεργαστών (smart cards). Κάθε εισαγωγή, τροποποίηση ή διαγραφή δεδομένων πρέπει να συσχετίζεται με έναν και μοναδικό χρήστη, ο οποίος θα έχει την άδεια να πραγματοποιήσει τη συγκεκριμένη ενέργεια.

#### Δικαιώματα στην Πρόσβαση των Δεδομένων

Τα δικαιώματα των χρηστών στην πρόσβαση των δεδομένων και του ηλεκτρονικού εξοπλισμού, καταγράφονται στο “προφίλ” του χρήστη (user profile). Το διοικητικό προσωπικό δεν έχει την εξουσιοδότηση να προσπελαύνει ιατρικά δεδομένα. Ορισμένα ιατρικά δεδομένα και ακόμα περισσότερο η τροποποίηση παλαιών δεδομένων ή θεραπευτικής αγωγής μπορούν να τροποποιηθούν μόνο από συγκεκριμένους επαγγελματίες υγείας. Ελεγχόμενη είναι επίσης και η πρόσβαση στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό του φορέα υγείας.



### Κρυπτογράφηση Δεδομένων

Η κρυπτογράφηση των δεδομένων κωδικοποιεί την ιατρική πληροφορία με τέτοιο τρόπο ώστε μόνο οι χρήστες με εξουσιοδότηση να μπορούν να την αποκωδικοποιήσουν. Ακόμα και οι τεχνικοί ή οι διαχειριστές των συστημάτων και των βάσεων δεδομένων δεν είναι σε θέση να διαβάσουν τα δεδομένα. Η κρυπτογράφηση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας υλικό ή λογισμικό και πραγματοποιείται με τη χρήση ενός “κλειδιού”. Δηλαδή ενός αριθμού, σε συνάρτηση με τον οποίο γίνεται η τροποποίηση κάθε χαρακτήρα των ιατρικών δεδομένων. Αυτό το “κλειδί” είναι απαραίτητο σε όποιον θέλει να έχει πρόσβαση στα δεδομένα.

### Συστήματα Επιτήρησης

Η επιτήρηση που μπορούμε να έχουμε είναι δύο ειδών:

- Επιτήρηση των συναλλαγών με το πληροφοριακό σύστημα (transaction log).
- Επιτήρηση της προσπέλασης στο σύστημα, ιδιαίτερα μέσω του δικτύου Η/Υ.

## ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΉΘΟΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διατήρηση των δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή είναι στο επίκεντρο τα τελευταία χρόνια. Αν και οι ηθικές αρχές είναι παγκοσμίως ίδιες, το νομικό πλαίσιο διαφέρει από χώρα σε χώρα.

Η Παγκόσμια Ιατρική Ένωση (World Medical Association) αναγνωρίζει τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι Η/Υ και η νέα τεχνολογία, ενώ ταυτόχρονα κάνει συστάσεις για τη νόμιμη χρήση των ιατρικών δεδομένων. Άλλοι οργανισμοί, όπως το International Conference of Medical Professionals προσπαθεί να δημιουργήσει νέους κώδικες ιατρικού ήθους. Όλοι αυτοί οι διεθνείς οργανισμοί προσπαθούν να θέσουν ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο θα κινηθούν οι εθνικοί ιατρικοί σύλλογοι και οργανώσεις.



## ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΠΟΡΡΗΤΟ

Το ιατρικό απόρρητο είναι υποχρεωτικό από το νόμο για κάθε επαγγελματία υγείας. Το απόρρητο αφορά οτιδήποτε μαθαίνει ο επαγγελματίας υγείας όταν ασκεί τα καθήκοντα του. Δηλαδή ότι του έχει λεχθεί, ότι έχει δει, ακούσει ή καταλάβει. Ο υγειονομικός είναι, επίσης, υπεύθυνος για την προστασία των ιατρικών φακέλων (ηλεκτρονικών ή χάρτινων) από μη εξουσιοδοτημένη χρήση. Τέλος όταν πραγματοποιεί ιατρική έρευνα ή ανακοινώνει αποτελέσματα θα πρέπει να εξασφαλίσει την ανωνυμία των δεδομένων.



## ΝΟΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ Η/Υ ΚΑΙ ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ

### Δήλωση Διατήρησης Αρχείων

Κάθε οργανισμός, φορέας ή επιχείρηση που διατηρεί ηλεκτρονικό αρχείο που περιέχει προσωπικά στοιχεία ιδιωτών, οφείλει να το δηλώνει στον τύπο. Ανάμεσα στα άλλα προσωπικά στοιχεία που αφορούν την προσωπική και κοινωνική ζωή και η διατήρηση ιατρικών δεδομένων από κάποιον φορέα υγείας, εγείρει αυτή την υποχρέωση. Τα στοιχεία που πρέπει να δηλώνονται είναι τα εξής:

1. Ο ακριβής σκοπός διατήρησης του αρχείου.
2. Ο οργανισμός που τα διατηρεί, αλλά και αυτοί οι οργανισμοί που παράγουν ή ελέγχουν τα δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα.
3. Οι λειτουργικές αρχές της ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων.
4. Τα μέτρα που λαμβάνονται για τη προστασία των δεδομένων.
5. Ο τύπος των δεδομένων.
6. Οι χρήστες.
7. Κάθε σύνδεση με αρχεία ή βάσεις δεδομένων άλλων οργανισμών.

## 2. ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η υποδομή συστήματος ασφαλείας PKI (Public Key Infrastructure) χρησιμοποιείται για να μπορέσουν δύο άτομα που δεν γνωρίζονται να ανταλλάξουν ευαίσθητη πληροφορία πάνω από ένα ανασφαλές δίκτυο όπως είναι το Internet. Οι Αρχές Πιστοποίησης ελέγχουν την Υποδομή Συστήματος Ασφαλείας που χρησιμοποιεί Ασύμμετρη Κρυπτογραφία δηλαδή δημοσία και ιδιωτικά κλειδιά. PKI είναι το συνολικό σύστημα το οποίο αποτελείται από:

- Αρχές Πιστοποίησης (CAs), οι οποίες ελέγχουν και διαχειρίζονται το PKI, εκδίδουν πιστοποιητικά δημοσίων κλειδιών, και επιβάλλουν πολιτικές στην περιοχή τους (domain).
- Αρχές εγγραφής (RAs), που ενεργούν εκ μέρους των Αρχών Πιστοποίησης (CAs) για να δηλώνουν εγγραφόμενους στην περιοχή που διαχειρίζεται η Αρχή Πιστοποίησης.
- Συστήματα διαχείρισης πιστοποιητικών (Certificate management systems/CMS) για τη διαχείριση των πιστοποιητικών καθ' όλη τη διάρκεια ισχύς τους. Η Αρχή Πιστοποίησης χρησιμοποιεί και ελέγχει το σύστημα διαχείρισης πιστοποιητικών (CMS).
- Καταλόγους X.500 (directories), που είναι χώροι αποθήκευσης των πιστοποιητικών δημοσίων κλειδιών κρυπτογράφησης όπως επίσης και δημόσιας πληροφορίας για τους κατόχους των πιστοποιητικών και χρησιμοποιούνται κατά την επαλήθευση των ψηφιακών πιστοποιητικών.

Το PKI είναι ένα δίκτυο όπου υπάρχουν σχέσεις εμπιστοσύνης. Οι εγγραφόμενοι δημιουργούν σχέση εμπιστοσύνης (trust relationship) με την Αρχή Πιστοποίησης. Οι Αρχές Πιστοποίησης με τη σειρά τους δημιουργούν σχέση εμπιστοσύνης με άλλες Αρχές Πιστοποίησης για να κάνουν δυνατή την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών περιοχών (domains) στα πλαίσια του PKI. Σε μια συναλλαγή μεταξύ δυο ατόμων που είναι άγνωστα μεταξύ τους οι Αρχές Πιστοποίησης λειτουργούν σαν έμπιστες τρίτες οντότητες (Trusted Third Parties). Όταν η συναλλαγή γίνεται μεταξύ δύο πλευρών που είναι άγνωστες μεταξύ τους, ένα πιστοποιητικό υπογεγραμμένο και επιβεβαιωμένο (verified) είναι αρκετό για να δημιουργηθεί σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ των δύο αυτών πλευρών.

Η Υποδομή Συστήματος Ασφαλείας χρήση Δημοσίων Κλειδιών (PKI) με κατάλληλη ασφάλεια, διαχείριση και τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιβάλλει πολιτικές για την ίδια πληροφορία, για τον έλεγχο ροής της πληροφορίας. Χρησιμοποιείται ακόμη για την αναγνώριση πιθανών απειλών για την ασφάλεια και επίσης παρέχει υπηρεσίες ψηφιακής χρόνο-σφραγίδας (digital timestamping services). Μπορεί επίσης να χρησιμεύσει για την ασφαλή αποθήκευση της πληροφορίας. Το PKI είναι απαραίτητο για να δημιουργήσει ένα αξιόπιστο περιβάλλον για συναλλαγές ηλεκτρονικού εμπορίου και ασφαλείς επικοινωνίες τόσο για τα άτομα όσο και για τους οργανισμούς.

Καθώς όλο και περισσότερες επιχειρήσεις παγκοσμίως αντιλαμβάνονται τις δυνατότητες

που τους παρέχει το Internet και αρχίζουν να επεκτείνονται σε αυτό, η ανάγκη για ταυτοποίηση και πιστοποίηση στις ηλεκτρονικές συναλλαγές έχει γίνει πολύ σημαντική. Η φυσική ανωνυμία που παρέχει το Internet, όπου τα άτομα ως ταυτότητα έχουν συνήθως μια ηλεκτρονική διεύθυνση (e-mail address), είναι το κύριο εμπόδιο στη χρήση των ψηφιακών δικτύων για τις επιχειρήσεις. Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα αξιοπιστίας χρησιμοποιείται το PKI.

Πολλοί οργανισμοί χρειάζονται καθολικές λύσεις όσον αφορά το PKI που να βασίζονται σε ανοιχτά συστήματα (open standards) για να τους παρέχουν ένα ευρύ φάσμα από ασφαλείς δικτυακές εφαρμογές.

## ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ

Οι κρυπτογραφικές τεχνικές, όπως η κρυπτογράφηση και οι ψηφιακές υπογραφές, είναι οι δομικοί λίθοι στην υλοποίηση των υπηρεσιών ασφαλείας.

### 1.Κρυπτογράφηση και Αποκρυπτογράφηση

Το βασικότερο μέρος της κρυπτογραφίας είναι το κρυπτογραφικό σύστημα (cryptosystem). Το κρυπτογραφικό σύστημα ορίζει ένα ζεύγος από μετασχηματισμούς δεδομένων. Ο πρώτος μετασχηματισμός, που ονομάζεται κρυπτογράφηση (encryption), χρησιμοποιείται για να μετασχηματίσει απλό κείμενο (plaintext) σε ένα format, το οποίο δεν μπορεί να διαβαστεί, και το ονομάζουμε κρυπτογραφημένο κείμενο (ciphertext). Εφαρμόζοντας το δεύτερο μετασχηματισμό, ο οποίος ονομάζεται αποκρυπτογράφηση (decryption) στο κρυπτογραφημένο κείμενο, παίρνουμε ως αποτέλεσμα το αρχικό απλό κείμενο.

Ο μετασχηματισμός της κρυπτογράφησης παίρνει ως είσοδο εκτός από το απλό κείμενο και το κρυπτογραφικό κλειδί. Όμοια, και για την αποκρυπτογράφηση χρειάζεται το κατάλληλο κλειδί αποκρυπτογράφησης. Τα κλειδιά αυτά είναι ένας αριθμός από τυχαία ψηφία (random bitvector). Στην σύγχρονη κρυπτογραφία, η δυνατότητα να διατηρείται κρυφή η κρυπτογραφημένη πληροφορία δεν βασίζεται στον κρυπτογραφικό αλγόριθμο, ο οποίος είναι ευρέως γνωστός, αλλά στο κλειδί που χρησιμοποιείται με τον αλγόριθμο για την κρυπτογράφηση ή την αποκρυπτογράφηση. Η αποκρυπτογράφηση με το σωστό κλειδί είναι πολύ απλή. Αλλά χωρίς το σωστό κλειδί είναι πολύ δύσκολη, και στις περισσότερες περιπτώσεις αδύνατη. Για αυτό είναι πολύ σημαντικό να διαχειριζόμαστε σωστά τα κλειδιά και να τα κρατάμε μυστικά όταν είναι απαραίτητο.

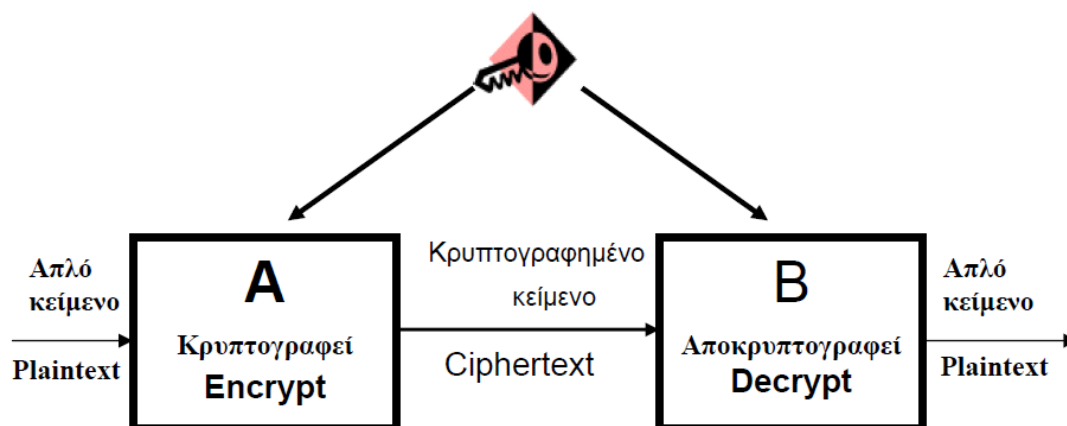
Το κρυπτογραφικό σύστημα παρέχει διασφάλιση του απόρρητου των πληροφοριών (confidentiality) που στέλνονται μεταξύ των συναλλασσόμενων μερών. Έτσι, αν βρεθούν στα "χέρια" τρίτων, θα τους είναι άχρηστες, μιας και δεν θα μπορούν να αντιληφθούν το περιεχόμενο τους, αφού δεν θα γνωρίζουν το κλειδί αποκρυπτογράφησης. Υπάρχουν δύο βασικά είδη κρυπτογράφησης. Η συμμετρική και η ασυμμετρική (ή κρυπτογράφηση με δημόσιο κλειδί / public-key cryptography).

### Συμμετρική κρυπτογραφία

Στη συμμετρική κρυπτογραφία, το κλειδί κρυπτογράφησης είναι το ίδιο με το κλειδί αποκρυπτογράφησης. Για να διασφαλιστεί το απόρρητο των πληροφοριών

(confidentiality) που στέλνονται μεταξύ των συναλλασσόμενων μερών, το συμμετρικό σύστημα δουλεύει ως εξής :

Έστω ότι τα συστήματα A και B θέλουν να έχουν μια ασφαλή επικοινωνία. Τότε πρέπει μόνο αυτά τα δύο να γνωρίζουν το κλειδί κρυπτογράφησης. Το κλειδί πρέπει να διατηρείται κρυφό από όλα τα άλλα συστήματα. Έτσι τα μηνύματα που στέλνονται από το σύστημα A στο B κρυπτογραφούνται με αυτό το κλειδί, και κανένα άλλο σύστημα δεν μπορεί να τα αποκρυπτογραφήσει



Σχήμα: Συμμετρική κρυπτογραφία.

Ο πιο γνωστός αλγόριθμος για συμμετρική κρυπτογράφηση είναι ο DES [FIPS 46-2] (Data Encryption Standard), που υιοθετήθηκε το 1977 από το Αμερικανικό NBS (National Bureau of Standards) ως FIPS 46.

Ο DES είναι αλγόριθμος κρυπτογράφησης μπλοκ, με μέγεθος μπλοκ 64 ψηφίων (64 bits). Ο DES χρησιμοποιεί κλειδί 56 ψηφίων (56-bit), το οποίο δυστυχώς είναι μικρού μήκους. Έχει υπολογιστεί ότι για να γίνει διεξοδική αναζήτηση όλων των πιθανών τιμών του κλειδιού σε μία μέρα απαιτείται μια επένδυση US\$200,000. Για να γίνει η παραπάνω διαδικασία είναι αρκετός μόνο μικρός αριθμός απλών κειμένων με το αντίστοιχο κρυπτογραφημένο κείμενο. Γενικά ο DES μπορεί να σπάσει αν χρησιμοποιηθούν πολύ ισχυροί υπολογιστές ή ειδικό hardware. Είναι ακόμα ισχυρός για hackers που προσπαθούν να τον σπάσουν με τυχαίες προσπάθειες, αλλά κυβερνήσεις που κατέχουν ειδικό hardware, μεγάλοι οργανισμοί ή εγκληματικές οργανώσεις μπορούν να τον σπάσουν εύκολα. Για αυτό το λόγο δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε καινούργιες εφαρμογές.

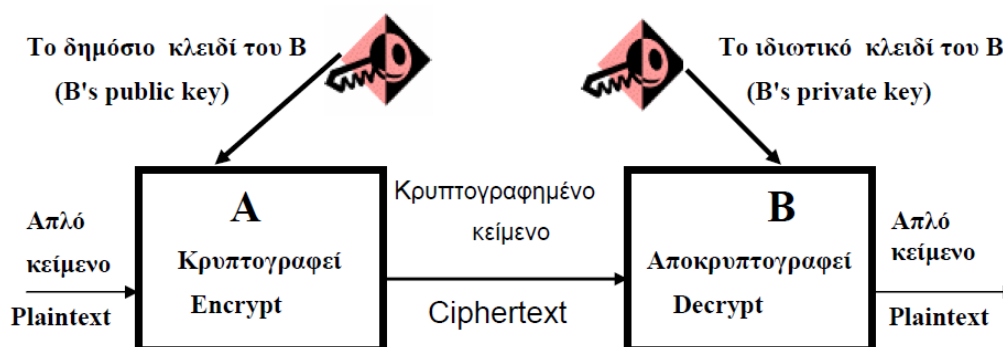
Μεγαλύτερη ασφάλεια μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση του triple-DES. Με τον triple-DES χρησιμοποιούμε αποτελεσματικά κλειδί 112 ψηφίων (112 bits), το οποίο είναι επαρκώς μεγάλο. Ο triple-DES βασίζεται στη χρησιμοποίηση του DES τρεις φορές.

### Ασύμμετρη κρυπτογραφία

Η ασύμμετρη κρυπτογραφία ή αλλιώς κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού (public-key cryptography), είναι η πιο πρόσφατη μέθοδος κρυπτογραφίας. Αντίθετα με τα

συμμετρικά συστήματα το κλειδί που χρησιμοποιείται για την κρυπτογράφηση είναι διαφορετικό από αυτό που χρησιμοποιείται για την αποκρυπτογράφηση. Κάθε άτομο έχει ένα ζεύγος μοναδικών κλειδιών. Ένα μήνυμα που κρυπτογραφήθηκε με ένα από αυτά τα κλειδιά μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο το άλλο κλειδί του ίδιου ζεύγους. Το ένα κλειδί του ζεύγους, το οποίο ονομάζεται ιδιωτικό κλειδί (private key) διατηρείται κρυφό, ενώ το άλλο το δημόσιο κλειδί (public key) πρέπει να είναι διαθέσιμο στους άλλους χρήστες, για να χρησιμοποιείται για την κρυπτογράφηση της πληροφορίας που στέλνεται στον κάτοχο του κλειδιού. Αν ο χρήστης A θέλει να στείλει ένα μήνυμα στο B, το κρυπτογραφεί με το δημόσιο κλειδί του B.

Επειδή ο B είναι ο μόνος που έχει πρόσβαση στο ιδιωτικό του κλειδί, μόνο αυτός μπορεί να αποκρυπτογραφήσει το μήνυμα και να το διαβάσει.



Σχήμα: Ασύμμετρη κρυπτογραφία.

Οι ασύμμετρες μέθοδοι είναι σημαντικές γιατί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταβίβαση κλειδιών κρυπτογράφησης ή άλλων δεδομένων χωρίς να χρειάζεται οι συναλλασσόμενοι να συμφωνήσουν εκ των προτέρων για ένα κοινό μυστικό κλειδί. Όλες οι γνωστές μέθοδοι ασύμμετρης κρυπτογράφησης είναι αρκετά αργές, και χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο για να κρυπτογραφήσουν κλειδιά που χρησιμοποιούνται μόνο για μία επικοινωνία (session keys), με τα οποία κατόπιν για να κρυπτογραφείται μεγάλος όγκος δεδομένων χρησιμοποιώντας συμμετρική κρυπτογράφηση.

### Σύγκριση συμμετρικής και ασύμμετρης κρυπτογράφησης

Τα πλεονεκτήματα των ασύμμετρων συστημάτων κρυπτογράφησης είναι τα εξής:

- Δεν είναι απαραίτητη η ανταλλαγή και η γνώση ενός κοινού (κρυφού) κλειδιού από τον αποστολέα και τον παραλήπτη όπως στα συμμετρικά συστήματα. Άρα είναι δυνατή η αυθόρμητη επικοινωνία με οποιοδήποτε άλλον χρησιμοποιώντας ένα πιστοποιητικό για την εύρεση και πιστοποίηση δημόσιου κλειδιού που ανήκει στο άτομο με το οποίο θέλουμε να επικοινωνήσουμε.
- Είναι απαραίτητος ένας μικρός μόνο αριθμός ζευγών κλειδιών (ίσως με τον αριθμό των χρηστών), ενώ στη συμμετρική κρυπτογράφηση ο αριθμός των κλειδιών που απαιτούνται είναι  $N(N-1)/2$ , όπου N ο αριθμός των χρηστών.
- Δεν υπάρχει πρόβλημα στην προσθήκη νέων μελών όπως υπάρχει στη συμμετρική κρυπτογράφηση, που κάθε χρήστης πρέπει να ανταλλάξει ένα κρυφό κλειδί με κάθε νέο χρήστη.

- Οι ασύμμετρες μέθοδοι προσφέρονται για τη δημιουργία ηλεκτρονικών υπογραφών, ενώ οι συμμετρικές μέθοδοι όχι. Στο συμμετρικό σύστημα κρυπτογράφησης το κρυφό κλειδί πρέπει να είναι γνωστό σε κάθε χρήστη που θέλει να επιβεβαιώσει μια υπογραφή. Συνεπώς στο συμμετρικό σύστημα δεν διασφαλίζεται η αυθεντικότητα της υπογραφής γιατί μπορεί να υπογράψει οποιοσδήποτε από αυτούς που γνωρίζουν το κρυφό κλειδί.

Τα μειονεκτήματα των ασύμμετρων συστημάτων κρυπτογράφησης είναι:

- Μέχρι τώρα δεν υπάρχει ασύμμετρο σύστημα κρυπτογράφησης που να είναι ασφαλές και ταυτόχρονα τόσο γρήγορο όσο τα συμμετρικά.
- Είναι απαραίτητη η διαχείριση των δημόσιων κλειδιών στα ασύμμετρα συστήματα. Τα δημόσια κλειδιά δεν είναι απαραίτητο να μεταδίδονται κρυφά αλλά απαιτείται να είναι απαραίτητως αυθεντικά. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται τα πιστοποιητικά δημόσιων κλειδιών (public key certificates) που είναι δημόσια διαθέσιμα μέσω της Αρχής Πιστοποίησης που δημοσιοποιεί τα δημόσια κλειδιά σε ένα κατάλογο (directory).

### Αλγόριθμοι σύνοψης μηνύματος

Μια συνάρτηση κατακερματισμού (hash function) είναι μια αριθμητική συνάρτηση που μετατρέπει είσοδο οποιουδήποτε μήκους σε έξοδο σταθερού μήκους, που ονομάζεται τιμή κατακερματισμού (hash value). Όταν υπογράφουμε ηλεκτρονικά ένα μήνυμα, χρησιμοποιούμε την συνάρτηση κατακερματισμού για να παράγουμε την τιμή κατακερματισμού του μηνύματος. Η τιμή κατακερματισμού είναι ένα αλφαριθμητικό σταθερού μήκους, που δεν εξαρτάται από το μήκος του μηνύματος και είναι μικρότερο από αυτό.

Η τιμή κατακερματισμού ονομάζεται και σύνοψη μηνύματος (message digest). Επειδή η συνάρτηση κατακερματισμού παράγει την σύνοψη ενός μηνύματος, οι συναρτήσεις αυτές ονομάζονται και αλγόριθμοι σύνοψης μηνύματος (message digest algorithms). Ο σκοπός ενός αλγόριθμου σύνοψης μηνύματος είναι να παράγει μια αναπαράσταση του μηνύματος, που να είναι μικρότερη από αυτό και να κρυπτογραφείται γρηγορότερα.

Οι αλγόριθμοι σύνοψης μηνύματος πρέπει να είναι μονόδρομες συναρτήσεις (one-way functions). Αυτό σημαίνει ότι η συνάρτηση πρέπει να μπορεί να υπολογίσει εύκολα την σύνοψη του μηνύματος όταν της δίνουμε το μήνυμα, αλλά πρέπει να είναι σχεδόν αδύνατο να υπολογίσει το μήνυμα όταν της δίνουμε την σύνοψη του μηνύματος. Με αυτήν την προϋπόθεση εξασφαλίζουμε το γεγονός, ότι άτομα που έχουν πρόσβαση στην σύνοψη του μηνύματος είναι δύσκολο να ανακαλύψουν το μήνυμα από την σύνοψη του.

Οι αλγόριθμοι σύνοψης μηνύματος πρέπει επίσης να παράγουν μοναδική τιμή κατακερματισμού για κάθε μήνυμα. Δηλαδή πρέπει να είναι σχεδόν αδύνατο να βρεθούν δυο διαφορετικά μηνύματα με λογικό νόημα που να έχουν την ίδια σύνοψη μηνύματος. Με αυτές τις προϋποθέσεις εξασφαλίζουμε ότι κανένας δεν θα μπορεί να αντικαταστήσει το μεταδιδόμενο μήνυμα με ένα άλλο μήνυμα της εκλογής που να έχει την ίδια σύνοψη. Δύο παραδείγματα αλγορίθμων σύνοψης μηνύματος είναι :

- MD5 (Message Digest Algorithm 5) που αναπτύχθηκε από τα RSA Laboratories. Ο MD5 παράγει σύνοψη μηνύματος μήκους 128 ψηφίων (128

bits). Το περισσότερο λογισμικό που διαχειρίζεται πιστοποιητικά υποστηρίζει μόνο τον MD5.

- Ο SHA-1 (secure hash Algorithm), ένας αλγόριθμος σύνοψης μηνύματος που αναπτύχθηκε από το NIST (National Institute of Standards and Technology) και το NSA (National Security Agency). Ο SHA-1 παράγει σύνοψη μηνύματος μήκους 160-bit. Είναι πιο αργός από τον MD5, αλλά το μήκος της σύνοψης μηνύματος που παράγει είναι μεγαλύτερο, πράγμα που τον κάνει πιο ανθεκτικό σε επιθέσεις που διαλέγουν μηνύματα τυχαία, προσπαθώντας να παράγουν την ίδια σύνοψη μηνύματος.

## ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ

Τα δημόσια κλειδιά (public keys) μας δίνουν τη δυνατότητα να πιστοποιήσουμε την ταυτότητα ενός χρήστη (authenticate user). Πρέπει όμως να υπάρχει η εγγύηση ότι το δημόσιο κλειδί που κατέχουμε είναι αυθεντικό και ανήκει στον χρήστη που θέλουμε.

Για να είμαστε σίγουροι ότι το δημόσιο κλειδί ανήκει σε ένα συγκεκριμένο άτομο πρέπει να υπάρχει ένα πιστοποιητικό από μια έγκυρη αρχή που να το βεβαιώνει. Αυτό το πιστοποιητικό μπορεί ταυτόχρονα να χρησιμεύσει σαν πιστοποίηση επιβεβαίωσης της ταυτότητας του χρήστη.

Ένα πιστοποιητικό (certificate) [ISO 9594-8] είναι ένα ψηφιακό κείμενο που εγγυάται για την ταυτότητα ενός ατόμου, ενός υπολογιστικού συστήματος ή μίας επιχείρησης. Το πιστοποιητικό συνδέει την ταυτότητα του κατόχου του με ένα συγκεκριμένο δημόσιο κλειδί. Αυτό το δημόσιο κλειδί αντιστοιχεί στο ιδιωτικό κλειδί το οποίο ο κάτοχος του χρησιμοποιεί για να κρυπτογραφεί ή για να υπογράψει ηλεκτρονικά. Η σύνδεση ενός δημόσιου κλειδιού με μια οντότητα πιστοποιείται από μια Αρχή Πιστοποίησης (Certification Authority) η οποία υπογράφει το πιστοποιητικό με το ιδιωτικό της κλειδί.

## ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ

Η ψηφιακή υπογραφή μας δίνει τη δυνατότητα να επιβεβαιώνουμε ότι :

- Ένα συγκεκριμένο άτομο έστειλε ένα μήνυμα. Δηλαδή ότι το μήνυμα το έστειλε ο "πραγματικός" αποστολέας και όχι κάποιος άλλος.
- Ότι το "αρχικό" μήνυμα που στάλθηκε από τον αποστολέα δεν το άλλαξε κάποιος άλλος κατά τη μετάδοση του πριν να φτάσει στον παραλήπτη.

Η παρακάτω διαδικασία εξηγεί πως δημιουργείται και χρησιμοποιείται η ψηφιακή υπογραφή:

1) Ο αποστολέας χρησιμοποιεί ένα αλγόριθμο σύνοψης μηνύματος για να δημιουργήσει μια μικρότερη έκδοση του μηνύματος, η οποία μπορεί να κρυπτογραφηθεί. Αυτή η συντομότερη έκδοση ονομάζεται σύνοψη του μηνύματος (message digest).

2) Ο αποστολέας χρησιμοποιεί το ιδιωτικό του κλειδί για να κρυπτογραφήσει την σύνοψη του μηνύματος.

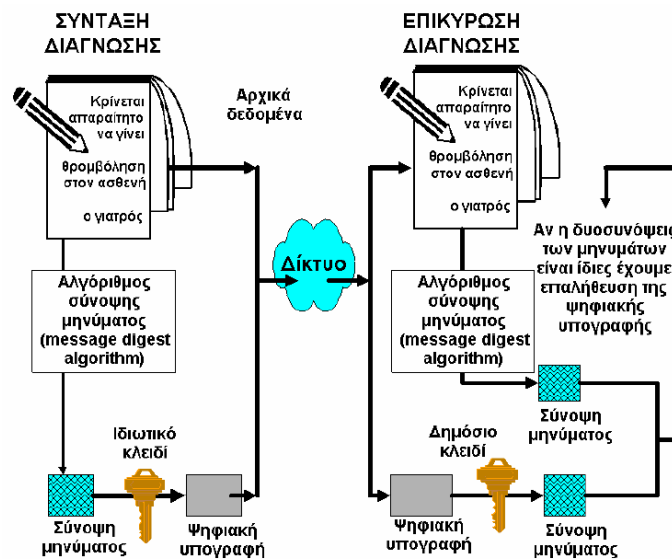
3) Ο αποστολέας στέλνει μαζί με το αρχικό μήνυμα και την κρυπτογραφημένη σύνοψη του μηνύματος στον παραλήπτη.

4) Όταν λάβει το μήνυμα ο παραλήπτης αποκρυπτογραφεί την σύνοψη του μηνύματος με το δημόσιο κλειδί του αποστολέα.

5) Ο παραλήπτης εφαρμόζει τη αλγόριθμο σύνοψης στο αρχικό μήνυμα για να υπολογίσει την σύνοψη του.

6) Ο παραλήπτης συγκρίνει την αποκρυπτογραφημένη σύνοψη του μηνύματος με τη σύνοψη που έχει παράγει ο ίδιος.

- Αν οι δύο συνόψεις είναι ίδιες, ο παραλήπτης ξέρει ότι το μήνυμα στάλθηκε πραγματικά από το πρόσωπο που ισχυρίζεται ότι είναι ο αποστολέας και ότι το μήνυμα δεν αλλάχθηκε κατά την μετάδοση του.
- Αν οι συνόψεις είναι διαφορετικές, ο αποστολέας ξέρει ότι είτε το μήνυμα στάλθηκε από κάποιον άλλον που ισχυρίζεται ότι είναι ο αποστολέας ή ότι το μήνυμα μεταβλήθηκε ή καταστράφηκε κατά τη μετάδοση του.



Σχήμα: Μεταφορά μηνύματος με χρήση ψηφιακής υπογραφής

Η κρυπτογραφημένη σύνοψη του μηνύματος χρησιμεύει σαν ψηφιακή υπογραφή για το μήνυμα. Η υπογραφή επαληθεύει την ταυτότητα του αποστολέα και τα περιεχόμενα του μηνύματος. Η διαδικασία για την κατασκευή των ψηφιακών υπογραφών προσδιορίζεται στο PKCS-1 [PKCS#1], που είναι μέρος των προτύπων των RSA Laboratories για την κρυπτογραφία.

Σήμερα η ανάγκη για αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών σε πληροφοριακά συστήματα, και για ηλεκτρονική επικοινωνία των δεδομένων γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Η χρήση του διαδικτύου για διάφορες εφαρμογές e-health έχει αρχίσει να εξαπλώνεται κυρίως στις Η.Π.Α. και με κάποια καθυστέρηση και στην Ευρώπη.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σαν συμπέρασμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα ζητήματα ασφάλειας σε τηλεϊατρικές εφαρμογές είναι σημαντικά και θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση των συστημάτων αυτών. Επίσης, η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου σε εφαρμογές τηλεϊατρικής, επιβάλλει την εφαρμογή ακόμα πιο ισχυρών μέτρων ασφάλειας, καθώς οι κίνδυνοι και οι απειλές που *ελλοχεύουν* είναι σαφώς μεγαλύτεροι από τα υπόλοιπα δίκτυα. Οι βασικές απαιτήσεις είναι τα δεδομένα και οι πληροφορίες να είναι σωστά, μη παραποιημένα, και προσβάσιμα οποτεδήποτε χρειάζονται μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Από τεχνικής άποψης οι λύσεις που υπάρχουν είναι πολλές και το επίπεδο προστασίας που παρέχουν είναι ικανοποιητικό, σχεδόν για το σύνολο των απαιτήσεων. Ωστόσο, θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να λαμβάνονται υπόψη και ζητήματα απόδοσης, εφόσον σε τηλεϊατρικές υπηρεσίες είναι σημαντική η διατήρηση του επιπέδου ποιότητας των υπηρεσιών. Οι λύσεις ασφάλειας δεν θα πρέπει να επηρεάζουν το σύστημα όσον αφορά στην απόδοση, λειτουργικότητα, επιδόσεις και ταχύτητα. Επίσης, είναι σημαντικό τα μέτρα ασφάλειας να μη δυσκολεύουν ή καθυστερούν την πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες και να μην επιβαρύνουν το γιατρό ή νοσηλευτή που είναι επιφορτισμένος με την παροχή ιατρικής φροντίδας.

Επειδή τεχνικά η αύξηση των μέτρων ασφάλειας (π.χ. ισχυρότεροι κρυπτογραφικοί αλγόριθμοι) επιβάλλει μείωση της λειτουργικότητας, της ευχρηστίας και της αποδοτικότητας ενός συστήματος, η πρόκληση είναι η εύρεση της χρυσής τομής που θα εξισορροπεί τους δυο αυτούς παράγοντες. Γι' αυτό λοιπόν, θα πρέπει με κατάλληλες τεχνικές αποτίμησης κινδύνων (Risk Assessment) να εντοπίζονται και να αποτιμώνται οι κίνδυνοι ασφάλειας και να εφαρμόζονται τα κατάλληλα μέτρα σε κάθε περίπτωση τόσο σε τεχνικό (τηλεπικοινωνίες, λογισμικό, εφαρμογές) όσο και σε φυσικό επίπεδο (συσκευές, χώροι κλπ).

Πρέπει επίσης να τονίσουμε την καταλυτική επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στο θέμα της ασφάλειας. Για παράδειγμα, ακόμα και το ισχυρότερο σύστημα κρυπτογράφησης είναι άχρηστο, αν ο χρήστης που (εξουσιοδοτημένα) έχει διαβάσει ένα απόρρητο έγγραφο, το αφήσει έπειτα σε κοινή θέα στην οθόνη του υπολογιστή του. Αντίστοιχα, η αποκάλυψη από αμέλεια των κωδικών πρόσβασης ενός χρήστη, καθιστά αυτόματα το σύστημα ευάλωτο σε εισβολείς. Έτσι λοιπόν, πέρα από τα οποιαδήποτε τεχνικά μέτρα που λαμβάνονται, είναι σημαντικό το προσωπικό που χρησιμοποιεί τις τηλεϊατρικές εφαρμογές να ενημερωθεί και να ευαισθητοποιηθεί στα θέματα ασφάλειας. Επιπλέον, οι οργανισμοί που παρέχουν τις υπηρεσίες αυτές, θα πρέπει να έχουν καταρτίσει σαφείς πολιτικές ασφάλειας καθώς επίσης και διαδικασίες που θα ακολουθούνται, τόσο στην καθημερινή πρακτική, όσο και σε περιπτώσεις ανεπάρκειας κάποιου συστήματος.

## 13.ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ



Η τηλεϊατρική σαν πολυμεσική εφαρμογή απαιτεί πολυμεσικές υπηρεσίες. Για αυτό το λόγο απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης με σκοπό τη μετάδοση εικόνων και βίντεο. Οι περισσότερες τηλεϊατρικές εφαρμογές είναι αρκετά απλές και μπορούν να υλοποιηθούν με τα σημερινά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις απαιτούν μία καλά μελετημένη και υψηλού κόστους δομή, καθώς διαφορετικά είδη πληροφοριών, όπως δεδομένα, ήχος, εικόνα και βίντεο έχουν διαφορετικές τεχνικές απαιτήσεις.

Ωστόσο, η ανάπτυξη των επίγειων σταθμών που προσφέρουν σχετικά μικρό εύρος ζώνης σε τεμαχικά μικρού μεγέθους (**VSAT** - Very Small Aperture Terminal), δίνει τη δυνατότητα για μετάδοση χαμηλού κόστους. Έτσι, η δορυφορική τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση τηλεϊατρικών υπηρεσιών σε περιοχές που δε διαθέτουν επίγεια δίκτυα προηγμένης τεχνολογίας.

Οι πρώτες προσπάθειες δορυφορικής σύνδεσης απομονωμένων περιοχών με αστικά κέντρα για τηλεϊατρικές εφαρμογές ξεκίνησαν το 1960 από επιστήμονες στον Καναδά και την Αυστραλία. Σήμερα οι φορητοί επίγειοι σταθμοί μπορούν να λειτουργούν με διάφορες πηγές ισχύος. Η επικοινωνία μεταξύ του δορυφόρου και του επίγειου σταθμού γίνεται στις μικροκυματικές συχνότητες.

### Ιστορική αναδρομή των δορυφορικών επικοινωνιών.

Είναι γεγονός ότι οι δορυφόροι παρέχουν τη δυνατότητα τηλεπικοινωνιακής κάλυψης μεγάλων γεωγραφικών περιοχών. Η δυνατότητα αυτή είναι καθοριστικής σημασίας σε εφαρμογές όπως η διασύνδεση μεγάλων τηλεπικοινωνιακών κόμβων, οι κινητές τηλεπικοινωνίες, οι τηλεοπτικές ζεύξεις κλπ. Μάλιστα, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η χρησιμοποίηση γεωσύγχρονων δορυφόρων για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων έχει αναπτυχθεί ταχύτατα. Η τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων συνεχώς εξελίσσεται και οι δορυφορικές επικοινωνίες αναμένεται να έχουν σημαντικότατο ρόλο στα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα.

Το 1945, ο Arthur Clarke δημοσίευσε τις ιδέες του για τη χρησιμοποίηση γεωστατικών δορυφόρων στις παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες. Από το 1950 έγινε αντιληπτό ότι ένας δορυφόρος πάνω από τη Γη θα προσέφερε πολλά πλεονεκτήματα

στις επικοινωνίες μεταξύ επίγειων σταθμών που δεν έχουν οπτική επαφή, αν το σήμα του επίγειου πομπού εκπεμπόταν προς το δορυφόρο, ο οποίος θα το επέστρεφε προς το τελικό του προορισμό.

Ο πρώτος μεγάλος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος, που εκτοξεύθηκε το 1956 ήταν ο Echo και ήταν παθητικός, δηλαδή δεν πραγματοποιούσε επεξεργασία του σήματος αλλά το ανακλούσε προς τη Γη. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βασική βελτίωση σε σχέση με τις ιονοσφαιρικές μεταδόσεις ήταν ο μη τυχαίος χαρακτήρας των ανακλαστικών ιδιοτήτων του ανακλαστήρα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν οι πρώτες δορυφορικές υπερατλαντικές ζεύξεις.

Λίγο αργότερα το πρόβλημα της χαμηλής ισχύος στη κάτω ζεύξη λύθηκε με την εκτόξευση ενεργών δορυφόρων, οι οποίοι αναμετέδιδαν το λαμβανόμενο σήμα, αφού προηγουμένως το είχαν ενισχύσει. Ενδεικτικά αναφέρονται οι δορυφόροι Score 1958, Courier 1960, Teslar 1962, Syncom 1963. Το 1964 εκτοξεύεται ο πρώτος γεωστατικός δορυφόρος για εμπορική χρήση. Η σειρά INTLESAT αρχίζει να λειτουργεί το 1965. Το 1972 τέθηκε σε λειτουργία το πρώτο δορυφορικό σύστημα επικοινωνιών για οικιακή χρήση στον Καναδά, ενώ τέθηκε σε τροχιά ο INTERSPUTNIK. Το 1975 πραγματοποιήθηκε το πρώτο επιτυχές πείραμα απευθείας εκπομπών μέσω δορυφόρου μεταξύ Η.Π.Α- Ινδίας. Το 1977 συντάχθηκε από την ITU ο κανονισμός για δορυφορικές εκπομπές απευθείας σε χρήστες, ενώ το 1979 άρχισε να λειτουργεί ο διεθνής οργανισμός δορυφορικών επικοινωνιών ναυσιπλοΐας INMARSAT (International Maritime Satellite organization).

Το 1981, έγινε η πρώτη διαστημική πτήση με σκάφος που ήταν δυνατό να αναχρησιμοποιηθεί, ενώ το 1982 λειτούργησαν για πρώτη φορά διεθνείς τηλεπικοινωνίες ναυσιπλοΐας. Το 1984 στην Ιαπωνία λειτούργησε, επίσης για πρώτη φορά, δορυφορικό δίκτυο εκπομπών απευθείας στο τελικό χρήστη. Το 1987 έγιναν επιτυχημένες ζεύξεις σε επίγειο σύστημα κινητών επικοινωνιών από τον INMARSAT, ενώ κατά τα έτη 1989-1990 το σύστημα του οργανισμού επεκτάθηκε σε επίγειες και αεροναυτικές χρήσεις. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των δορυφορικών επικοινωνιών το εύρος ζώνης των ζευξεων εμφανίζεται σημαντικά αυξημένο σε σχέση με τις πρώτες εφαρμογές.

Η θέση των δορυφορικών ζευξεων στις σύγχρονες τηλεπικοινωνίες είναι σημαντική. Πλέον, ο τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος δεν είναι ένας απλός επαναλήπτης που απλώς συνδέει δύο επίγειους σταθμούς, αλλά αποτελεί μέρος ενός υψηλής χωρητικότητας τηλεπικοινωνιακού δικτύου με δυνατότητες πολλαπλής εκπομπής και προσπέλασης. Κάθε επίγειος σταθμός που βρίσκεται στη περιοχή κάλυψης ενός δορυφόρου μπορεί να μεταδίδει ή να λαμβάνει ραδιοκύματα από ή προς άλλο επίγειο σταθμό που βρίσκεται στη περιοχή κάλυψης του δικτύου όπου ανήκει ο δορυφόρος. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αρχιτεκτονική των δορυφορικών δικτύων που επιτρέπει την εκπομπή και λήψη από ανεξάρτητους σταθμούς με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των παρεμβολών μεταξύ των σημάτων των επίγειων σταθμών.



## Κατηγορίες δορυφόρων

Οι σημαντικότερες κατηγορίες δορυφόρων είναι:

1. Οι **τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι**, που διεκπεραιώνουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, αναμεταδίδουν τηλεοπτικά προγράμματα, δεδομένα κ.λπ. Σε παγκόσμιο επίπεδο κυριαρχούν δύο οργανισμοί, στη δικαιοδοσία των οποίων περιλαμβάνονται η κατασκευή, η λειτουργία και η δημιουργία δικτύου δορυφόρων: ο Intelsat (Διεθνής Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων) και ο Inmarsat (Διεθνής Οργανισμός Δορυφόρων Θαλάσσιας Τηλεπικοινωνίας). Σε αυτούς συμμετέχει και η Ελλάδα, που ωστόσο εξυπηρετεί ένα μικρό ποσοστό των τηλεπικοινωνιών της μέσω δορυφόρων.

2. Οι **δορυφόροι πλοήγησης**, που αποτελούν τη βάση ενός συστήματος προσανατολισμού και καθορισμού πορείας, κυρίως για αεροπλάνα και πλοία. Το σύστημα αυτό, που είναι ταχύτερο και ακριβέστερο από τα άλλα συστήματα πλοήγησης, έχει εφαρμοστεί και για τον προσανατολισμό και τον καθορισμό της πορείας αυτοκινήτων (επιβατικών και φορτηγών). Σε παγκόσμιο επίπεδο η πλοήγηση μέσω δορυφόρων διεξάγεται από τους δορυφόρους του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού (Global Positioning System) των ΗΠΑ, που έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίζουν τη θέση πλοίων και αεροπλάνων σε οποιοδήποτε σημείο της Γης όλο το 24ωρο.

3. Οι **δορυφόροι γεωλογικών ερευνών**, που χρησιμοποιούνται τόσο για τον εντοπισμό ορυκτών κοιτασμάτων και την παρατήρηση γεωλογικών σχηματισμών όσο και για τη συλλογή σεισμολογικών δεδομένων. Προς την κατεύθυνση αυτή σημαντική είναι και πάλι η συμβολή των δορυφόρων του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού, που συνδέονται με επίγειους σταθμούς και εντοπίζουν τις μικρομετατοπίσεις των τμημάτων του φλοιού της γης. Τα στοιχεία που μεταδίδουν χρησιμοποιούνται για τη σαφή διάκριση κύριων και δευτερευουσών σεισμογενών ζωνών, ενώ θεωρείται ότι θα βοηθήσουν μελλοντικά στη πρόβλεψη των σεισμών. Από το 1994 η Ελλάδα συμμετέχει μέσω του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Αθηνών στο πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Δορυφορική Μετάδοση Σεισμολογικών Δεδομένων κατά μήκος της Μεσογείου".

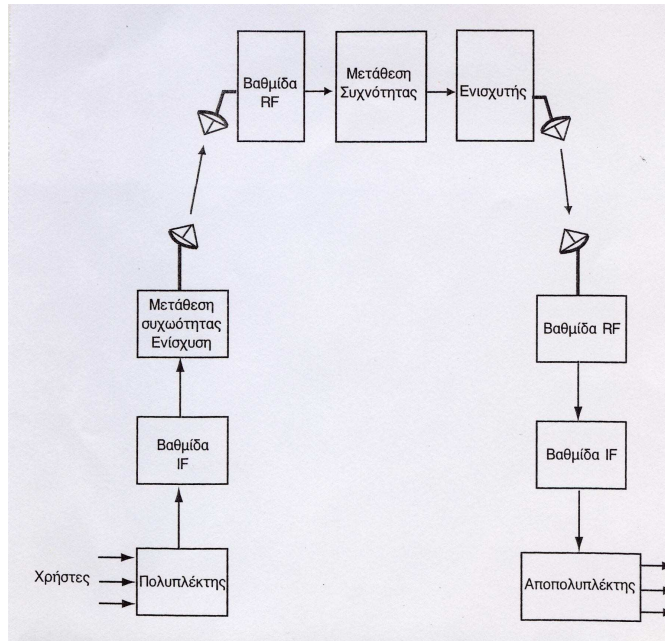
4. Οι **επιστημονικοί και ερευνητικοί δορυφόροι** που ερευνούν τον περιγήινο διαστημικό χώρο.

5. **Δορυφόροι φωτογραφικής αναγνώρισης.**

6. **Δορυφόροι ηλεκτρονικής παρακολούθησης.**

7. **Δορυφόροι αντίχνευσης πυρηνικών εκρήξεων.**

8. **Δορυφόροι ωκεανογραφίας.**



Σχήμα : Βασικές βαθμίδες συστήματος δορυφορικών επικοινωνιών.

### Γεωσύγχρονοι δορυφόροι

Ο όρος γεωσύγχρονος δορυφόρος προσδιορίζει το δορυφόρο εκείνο ο οποίος έχει περίοδο περιστροφής ίση με τη περίοδο περιστροφής της Γης δηλ.  $T=23h\ 56min\ 4.1\ sec$ . Το ύψος του γεωσύγχρονου δορυφόρου είναι 37786 Km. Η ταχύτητα του δορυφόρου στη τροχιά αυτή είναι 3075 m/sec. Τόσο η κλίση, όσο και η εκκεντρότητα της γεωσύγχρονης τροχιάς μπορούν να έχουν οποιαδήποτε τιμή.

Το ίχνος του δορυφόρου επί της γήινης επιφάνειας ορίζεται ως η καμπύλη που διαγράφεται πάνω στην επιφάνεια της Γης από το σημείο όπου η ευθεία που ενώνει το κέντρο της Γης με το δορυφόρο τέμνει τη γήινη επιφάνεια.

### Γεωστατικοί δορυφόροι

Ο γεωστατικός δορυφόρος είναι ο γεωσύγχρονος δορυφόρος του οποίου η τροχιά έχει μηδενική εκκεντρότητα και κλίση. Σύμφωνα με τη προηγούμενη παράγραφο, αν το επίπεδο της τροχιάς του δορυφόρου είναι το ισημερινό επίπεδο, η τροχιά του είναι κυκλική και η ταχύτητα περιστροφής του ταυτίζεται με αυτή της Γης, ο δορυφόρος φαίνεται από τον επίγειο σταθμό ως ένα σταθερό σημείο στον ουρανό. Όμως οι γεωστατικοί δορυφόροι εμφανίζουν μικρή ολίσθηση κίνησης έτσι ώστε η τροχιά τους να παρουσιάζει μια μικρή κλίση  $\theta_i$ . Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε φαινόμενα έλξεων από τον ήλιο ή από τη σελήνη και, αν δεν ληφθεί πρόνοια, μπορεί να δημιουργήσει, γωνία κλίσης αρκετών μοιρών κατά τη διάρκεια ενός έτους. Για το λόγο αυτό, η τροχιά του γεωστατικού δορυφόρου διορθώνεται περιοδικά, ώστε να παραμένει στο ισημερινό επίπεδο.

Υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα της γεωστατικής τροχιάς λόγω των οποίων αυτή χρησιμοποιείται στα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών.

- Ο δορυφορικός αναμεταδότης φαίνεται σταθερός από τους επίγειους σταθμούς που βρίσκονται στη περιοχή κάλυψης. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι λειτουργικές απαιτήσεις των επίγειων σταθμών εδάφους, διότι, αφενός, η παρακολούθηση της θέσης του δορυφόρου είναι απλή, και , αφετέρου τα χαρακτηριστικά μετάδοσης ( σε ότι αφορά την εξάρτησή τους από την απόσταση πομπού και δέκτη ), δεν μεταβάλλονται.
- Η κάλυψη της Γης που παρέχουν οι γεωστατικοί δορυφόροι είναι επαρκής για τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές του πλανήτη.

Όμως, υπάρχουν και μειονεκτήματα της γεωστατικής τροχιάς. Συγκεκριμένα:

- Η χρονική καθυστέρηση της μετάδοσης είναι σημαντική, λόγω της μεγάλης απόστασης μεταξύ δορυφόρου και επίγειου σταθμού, δυσκολεύοντας τις αμίδρομες επικοινωνίες πραγματικού χρόνου.
- Όταν ο ήλιος βρίσκεται μέσα στο εύρος του κύριου λοβού ακτινοβολίας του επίγειου σταθμού, οπότε αποτελεί ισχυρή πηγή θορύβου, παρατηρείται μείωση της ποιότητας της επικοινωνίας. Τα μικρά αυτά χρονικά διαστήματα ελάττωσης της ποιότητας των ζεύξεων είναι πάντως προβλέψιμα.
- Τέλος, κυρίως λόγω της μεγάλης απόστασης, οι γεωστατικοί δορυφόροι δεν προτείνονται για χρήση σε εφαρμογές δορυφορικών κινητών τηλεπικοινωνιών

### Είδη δορυφορικών κεραιών

Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη κεραιών που χρησιμοποιούνται στους δορυφόρους. Αυτά είναι:

- **Μονόπολα και δίπολα.** Χρησιμοποιούνται σε φορητά τερματικά κυρίως σε συστήματα δορυφορικών κινητών τηλεπικοινωνιών. Τα δίπολα έχουν διάγραμμα ακτινοβολίας με ημισφαιρική μορφή και ακτινοβολούν πεδίο πολωμένο κατά τη διεύθυνση του δίπολου.
- **Χοανοκεραίες και ελικοειδείς κεραιές.** Είναι μικρότερων διαστάσεων σε σχέση με το παραβολικό κάτοπτρο, έχουν όμως υψηλή κατευθυντικότητα, όμως τα διαγράμματα ακτινοβολίας τους παρουσιάζουν υψηλότερους πλευρικούς λοβούς.
- **Στοιχειοκεραίες.** Είναι ένας ιδιαίτερα χρήσιμος τύπος κεραιάς. Η δυνατότητα ηλεκτρονικού ελέγχου του διαγράμματος ακτινοβολίας της με κατάλληλη εκλογή της φάσης στην τροφοδοσία των στοιχείων της αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα σε πολλές εφαρμογές, όπως σε δορυφορικά συστήματα ναυσιπλοΐας.
- **Παραβολικά κάτοπτρα.** Η περισσότερο χρησιμοποιούμενη κεραιά στις δορυφορικές ζεύξεις είναι η παραβολική. Παρουσιάζει συμμετρικό διάγραμμα

ακτινοβολίας με υψηλή κατευθυντικότητα. Τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι το υψηλό κέρδος και η μικρής στάθμης πλευρικοί λοβοί.

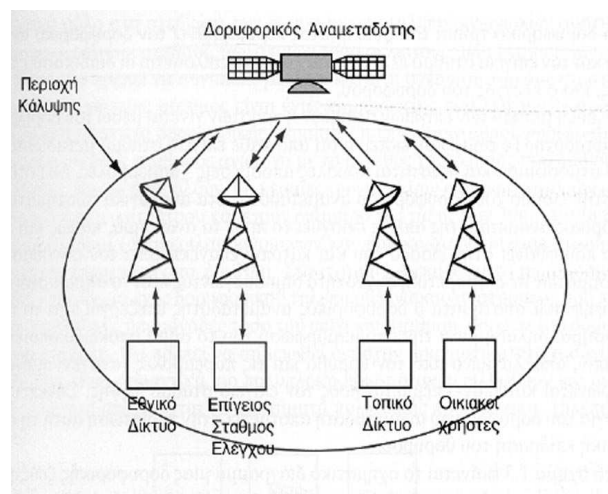
### Παρακολούθηση θέσης δορυφόρου

Μια σειρά από τεχνικές είναι διαθέσιμες για τον καθορισμό της τροχιάς ενός δορυφόρου. Οι αισθητήρες ταχύτητας και επιτάχυνσης πάνω στο δορυφόρο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εντοπιστεί η αλλαγή στην τροχιά από την τελευταία καταγεγραμμένη θέση. Ο επίγειος σταθμός μπορεί επίσης να παρατηρήσει την ολίσθηση Doppler από τη φέρουσα της τηλεμετρίας ή τη φέρουσα του πομπού. Μαζί με τις ακριβείς μετρήσεις γωνίας από την κεραία του επίγειου σταθμού, η μέτρηση της απόστασης του δορυφόρου χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών της τροχιάς του.

Αυτό μπορεί να γίνει με την μετάδοση ενός παλμού ή μιας παλμοσειράς από τον επίγειο σταθμό στο δορυφόρο και την παρατήρηση της χρονικής καθυστέρησης μέχρι τη λήψη αυτού του σήματος από τον επίγειο σταθμό. Η καθυστέρηση διάδοσης στο δορυφόρο πρέπει να είναι γνωστή επακριβώς και περισσότεροι από ένας επίγειοι σταθμοί μπορούν να κάνουν μετρήσεις της απόστασης. Με όργανα μέτρησης ακριβείας και τη χρήση μερικών επίγειων 42 σταθμών με αρκετή απόσταση μεταξύ τους, η θέση του δορυφόρου μπορεί να καθοριστεί με απόκλιση 10 μέτρων.

### Δομή Δορυφορικού Τηλεπικοινωνιακού συστήματος

Ένα δορυφορικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα αποτελείται από το **δορυφορικό τμήμα** και το **επίγειο τμήμα** του. Τα χαρακτηριστικά κάθε τμήματος εξαρτώνται από το κατά πόσο το σύστημα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε στατικές τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές, εφαρμογές δορυφορικών κινητών τηλεπικοινωνιών ή εφαρμογές απευθείας εκπομπών. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα σχηματικό διάγραμμα ενός δορυφορικού τηλεπικοινωνιακού συστήματος.



Σχήμα: Δορυφορικό Τηλεπικοινωνιακό σύστημα.

Το δορυφορικό τμήμα του συστήματος περιλαμβάνει τον δορυφορικό αναμεταδότη και τον επίγειο σταθμό ελέγχου στον οποίο εκτελούνται οι διαδικασίες τηλεμετρίας και ο έλεγχος του δορυφόρου. Η ζεύξη μεταξύ των επίγειων σταθμών ή χρηστών γίνεται μέσω του δορυφορικού αναμεταδότη. Το σήμα που εκπέμπεται από κάθε επίγειο σταθμό μεταδίδεται μέσα στην ατμόσφαιρα και υφίσταται ποικίλες αποσβέσεις – παρεμβολές, έως ότου φτάσει στην είσοδο του δορυφορικού αναμεταδότη.

Στα αναλογικά σήματα, ο δορυφορικός αναμεταδότης απλώς ενισχύει το προς τα άνω σήμα, καθώς και τον θόρυβο που φτάνει στην είσοδό του και κατόπιν επανεκπέμπει τον συνδυασμό των δύο σημάτων σε διαφορετική συχνότητα δημιουργώντας έτσι το σήμα κάτω ζεύξης. Στα ψηφιακά συστήματα ο δορυφορικός αναμεταδότης επεξεργάζεται το προς τα άνω σήμα, δηλαδή μετά την αποδιαμόρφωσή του το σήμα αποκωδικοποιείται και κατόπιν, απαλλαγμένο από τον θόρυβο και τις παρεμβολές (αναγεννημένο), διαμορφώνεται και επανεκπέμπεται προς τον επίγειο σταθμό λήψης.

Συνεπώς η λειτουργία του δορυφορικού αναμεταδότη αποτρέπει στην περίπτωση αυτή τη συσσωρευτική επίδραση του θορύβου. Με την τοποθέτηση δορυφόρων σε κατάλληλες θέσεις γύρω από τη γη μπορούν να επιτυγχάνονται παγκόσμιες ζεύξεις μεταξύ επίγειων σταθμών – χρηστών που βρίσκονται σε διαφορετικά ημισφαίρια. Σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση των δορυφορικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων παίζουν οι επίγειοι σταθμοί, των οποίων τόσο οι λειτουργικοί περιορισμοί, όσο και το κόστος θα πρέπει να συνυπολογίζονται κατά τη σχεδίαση του συστήματος.

Κατά βάση, ο επίγειος σταθμός είναι ένας πομποδέκτης που λειτουργεί σε συνδυασμό με ένα σύστημα δορυφορικής κεραίας. Οι επίγειοι σταθμοί χωρίζονται σε μεγάλους και μικρούς σταθμούς ανάλογα με το μέγεθος της κεραίας που διαθέτουν και της ισχύος που ακτινοβολούν.

### Διαμόρφωση από ψηφιακά σήματα

Τα σύγχρονα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών σε πολύ μεγάλο βαθμό διαχειρίζονται ψηφιακής μορφής σήματα, δηλαδή σήματα που απαρτίζονται από ακολουθίες δυαδικών ψηφίων. Στο τμήμα εκπομπής ενός επίγειου σταθμού, η ακολουθία των ψηφίων πληροφορίας διαμορφώνει το υψίσυχνο φέρον της προς τα άνω ζεύξης. Στο τμήμα λήψης του επίγειου σταθμού, γίνεται η αποδιαμόρφωση του σήματος της κάτω ζεύξης με στόχο την αξιόπιστη αναπαραγωγή της αρχικής ακολουθίας ψηφίων πληροφορίας. Ενώ στις αναλογικές επικοινωνίες στόχος του τηλεπικοινωνιακού συστήματος είναι η πιστή αναπαραγωγή του αναλογικού σήματος, στις ψηφιακές επικοινωνίες ο στόχος είναι η ορθή απόφαση για τα ψηφία πληροφορίας από τα οποία αποτελείται το ψηφιακό σήμα. Η διαφοροποίηση αυτή ως προς το στόχο διευκολύνει τη λειτουργία του συστήματος λήψης και αυξάνει σημαντικά την αξιοπιστία ενός ψηφιακού συστήματος επικοινωνιών σε σχέση με ένα αντίστοιχο αναλογικό σύστημα.

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι ψηφιακές επικοινωνίες είναι:



- Υψηλή αξιοπιστία, ευστάθεια και προσαρμοστικότητα στη διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.
- Αποθήκευση και αναχρησιμοποίηση των ψηφιακών σημάτων με αξιοπιστία και ταχύτητα ώστε να αίρονται οι δυσαρμονίες μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.
- Ελάττωση της δυσμενούς επίδρασης του θορύβου με χρήση επαναληπτών.
- Ευελιξία στην ικανοποίηση των προδιαγραφών μιας ζεύξης με ανταλλαγή εύρους ζώνης συχνοτήτων και ισχύος σήματος.
- Ευκολία πολύπλεξης και σηματοδοσίας.
- Κωδικοποίηση για διόρθωση λαθών και κρυπτογράφηση για την ασφάλεια των επικοινωνιών.
- Αρθρωτή υλοποίηση που προσφέρει τη δυνατότητα αναβάθμισης και την ευκολία ενσωμάτωσης νέων υπηρεσιών.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα έχουν καταστήσει τις ψηφιακές επικοινωνίες κύριο τρόπο μετάδοσης σημάτων τόσο στις δορυφορικές επικοινωνίες όσο και στο σύνολο των τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.



### Ο δορυφορικός διάυλος για κινητές επικοινωνίες

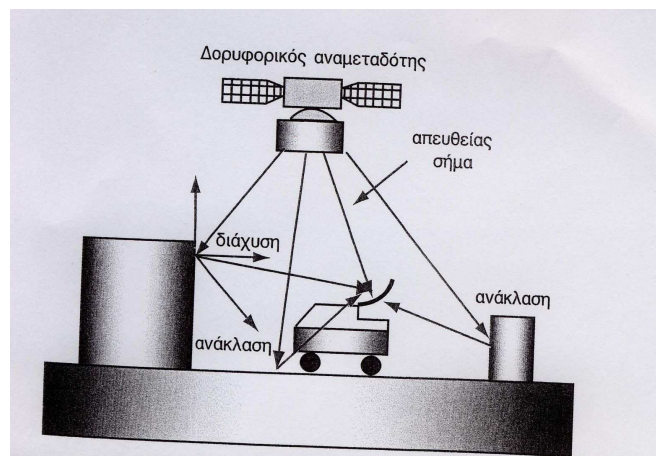
Η σύγχρονη τάση στις κινητές επικοινωνίες είναι να περιληφθούν οι εφαρμογές που εξυπηρετούν κινούμενους χρήστες (κινητές δορυφορικές επικοινωνίες). Στο περιβάλλον του κινητού χρήστη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο τηλεπικοινωνιακός διάυλος μεταβάλλεται συνεχώς αφού ο επίγειος σταθμός κινείται.

- Τα κινητά τερματικά χρησιμοποιούν κεραίες με μεγάλο εύρος δέσμης (μικρής κατευθυντικότητας) που χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό διάκρισης του απευθείας σήματος από τα σήματα που φθάνουν στον κινητό σταθμό λόγω ανακλάσεων σε γειτονικούς σκεδαστές.
- Το λαμβανόμενο σήμα είναι σημαντικά εξασθενημένο όταν το κινητό τερματικό βρίσκεται σε περιοχές σκιάς και παρουσιάζει διαλείψεις λόγω πολύοδης διάδοσης.
- Η φασματική πυκνότητα ισχύος του θορύβου εξαρτάται από τη ταχύτητα του κινητού επίγειου σταθμού.

Ανάλογα με τη θέση του κινητού επίγειου σταθμού, οι δορυφορικοί δίαυλοι στις κινητές δορυφορικές επικοινωνίες χαρακτηρίζονται ως θαλάσσιοι, εναέριοι ή επίγειοι.

Λόγω της τυχειότητας των λαμβανόμενων σημάτων, αυτά χαρακτηρίζονται από τη στατιστική του κατανομή. Στη γενική περίπτωση, το κύμα που φθάνει στον κινητό επίγειο δέκτη αντιστοιχεί στο διανυσματικό άθροισμα του απευθείας κύματος και των κυμάτων που φθάνουν στο δέκτη από ανάκλαση και διάχυση. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ο δίαυλος των κινητών δορυφορικών επικοινωνιών.



Σχήμα: Κινητές δορυφορικές επικοινωνίες

### Κινητές δορυφορικές τηλεπικοινωνίες

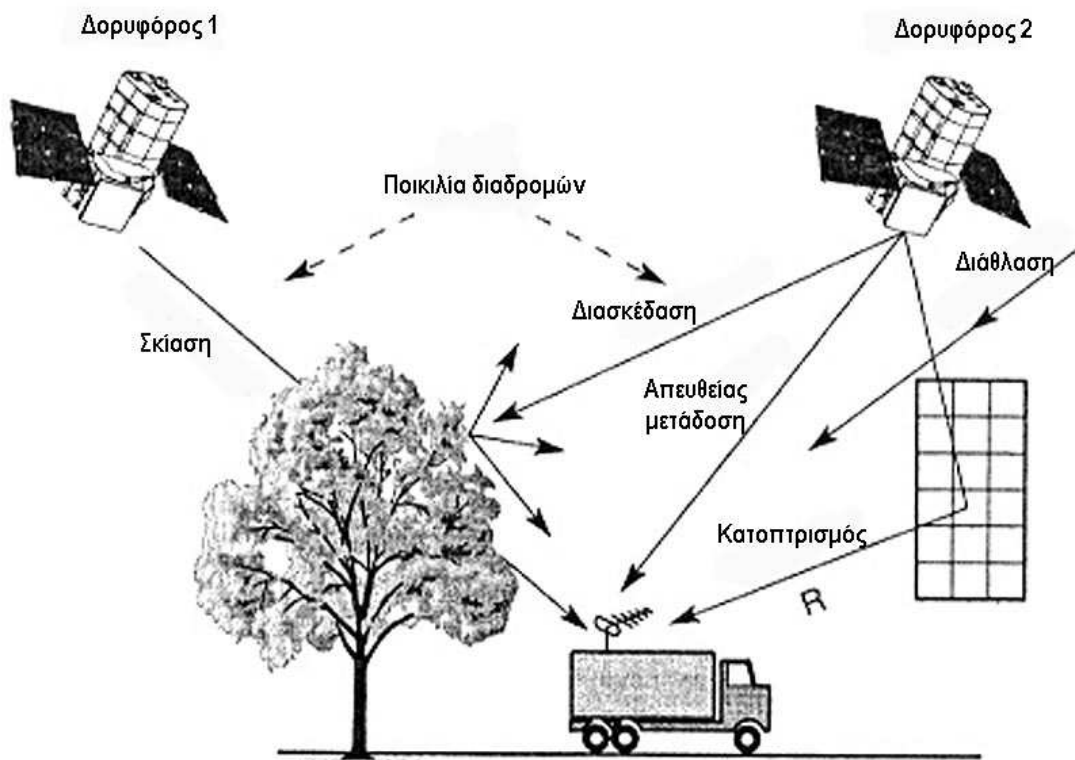
Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η παροχή ραδιοκάλυψης με επίγεια δίκτυα δεν είναι πρακτική, όπως σε μέσα μεταφοράς (π.χ. πλοία). Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι κινητές δορυφορικές επικοινωνίες δίνουν τη λύση.

Ένας τρόπος για γενική κατάταξη των συστημάτων **MSS** (Mobile Satellite System) είναι σύμφωνα με το ύψος της τροχιάς των δορυφόρων: δορυφόροι χαμηλής τροχιάς (LEOs), σε ύψος της τάξης των 1000 km, δορυφόροι μέσης τροχιάς (MEOs), σε ύψος της τάξης των 10000 km και δορυφόροι μεγάλου ύψους, ελλειπτικής τροχιάς (HEOs), με ευρέως μεταβαλλόμενο ύψος. Τα δημόσια συστήματα GEOs περιλαμβάνουν το **INMARSAT-M**, το **MSAT**, το **ACTS**, το **MOBILESAT** και το **NSTAR**. Τα συστήματα LEOs περιλαμβάνουν το **Iridium** (66 δορυφόροι στα 770

km περίπου), το **Teledesic** (840 δορυφόροι στα 700 km). Το σύστημα **Odyssey** είναι μια πρόταση για σύστημα MEOs με 12 δορυφόρους στα 10600 km και η πρόταση **ELMSAT** προδιαγράφει ένα σύστημα HEOs με δύο ή τρεις δορυφόρους.

Τα βασικά προβλήματα στις δορυφορικές κινητές τηλεπικοινωνίες προκαλούνται από τα δύσκολα περιβάλλοντα διάδοσης και από το μικρό μέγεθος της τερματικής συσκευής.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τη γεωμετρία της διαδρομής ενός σήματος που χαρακτηρίζει τα χαρακτηριστικά διάδοσης για ένα επίγειο κινητό κανάλι.



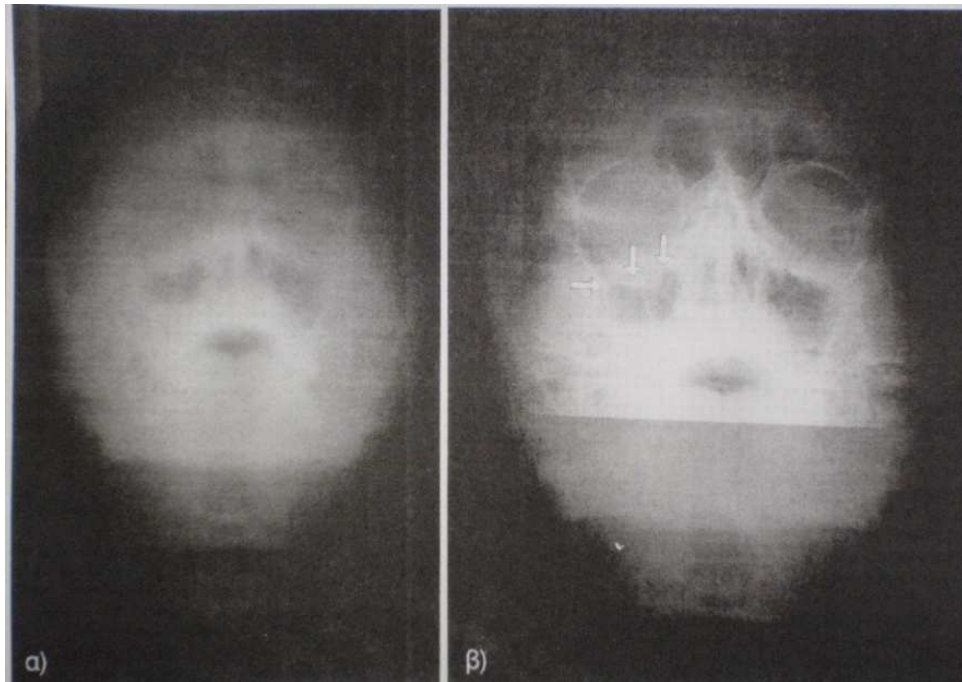
Σχήμα: Διαδρομή σήματος κινητών δορυφορικών τηλεπικοινωνιών

## 14.ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ

Παρουσίαση μερικών χαρακτηριστικών περιπτώσεων αντιμετώπισης ιατρικών περιστατικών (Πνευμονολογικό, Καρδιολογικό, Οστά), από το κέντρο Τηλεϊατρικής του Σισμανόγλειου Νοσοκομείου. Τα παρακάτω περιστατικά προέρχονται από διάφορες απομονωμένες περιοχές της χώρας μας.

Η παρουσίαση τους δηλώνει την ποικιλία των περιστατικών που αντιμετωπίζουν οι γιατροί του Σισμανόγλειου οι οποίοι ασχολούνται με την Τηλεϊατρική και την ουσιαστική συμβολή τους στην αντιμετώπιση τους, σε στενή συνεργασία με τους συναδέλφους των κέντρων Υγείας, αλλά συγχρόνως, έχει και τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα που προκύπτει από την ανάλυση των περιστατικών αυτών.

### ΟΣΤΑ



### ΙΣΤΟΡΙΚΟ:

Πρόκειται για Αιγύπτιο ναυτεργάτη, 42 ετών. Την στιγμή που έδενε τον κάβο του πλοίου της γραμμής, ο κάβος έσπασε και η μια άκρη τον χτύπησε στο πρόσωπο, τραυματίζοντας τον. Γρήγορα σχηματίστηκε αιμάτωμα στην δεξιά ζυγωματική χώρα.

Ο τραυματίας ημιλιπόθυμος, μεταφέρθηκε στο Κ.Υ. Πάρου, όπου υποβλήθηκε σε ακτινογραφία κρανίου και κόλπων προσώπου. Ζητήθηκε η γνώμη των ιατρών του νοσοκομείου μας, μέσω του συστήματος Τηλεϊατρικής.

### ΣΧΟΛΙΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟΥ:

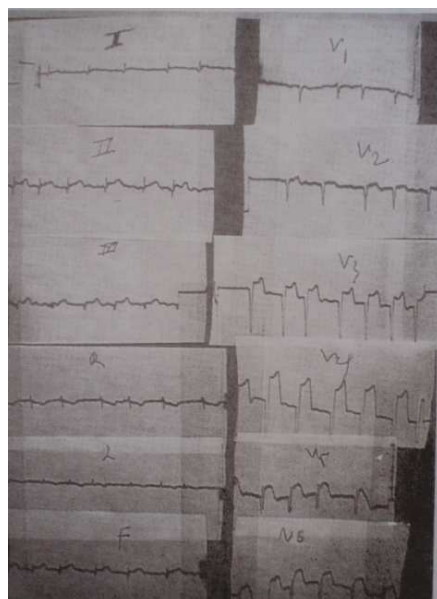
Η πρώτη εντύπωση ήταν πως δεν υπάρχει οριστική κάκωση, παρά μόνο συλλογή υγρού στο δεξιό ιγμόρειο. Ωστόσο, η εικόνα ήταν θολή και το ιστορικό αρκετά ενισχυτικό πιθανής οστικής κάκωσης. Έτσι ζητήθηκε μιας καλύτερης ποιότητας ακτινογραφία. Πράγματι, η νέα ακτινογραφία έθεσε πλέον την υποψία κατάγματος στο έδαφος του οφθαλμικού κόγχου.

Το γεγονός αυτό μας παρακίνησε να επεξεργαστούμε την εικόνα (Histogram). Μετά την επεξεργασία, αναδείχθηκε καθαρά, εικόνα αποσπαστικού κατάγματος του οφθαλμικού κόγχου. Η συλλογή, προφανώς, οφείλεται σε αιμορραγία ή κήλη μαλακών ιστών του κόγχου μέσα στο ιγμόρειο άντρο.

### ΕΚΒΑΣΗ

Ο τραυματίας μεταφέρθηκε στο ΚΑΤ για περαιτέρω αντιμετώπιση.

### ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ



## ΙΣΤΟΡΙΚΟ:

Πρόκειται για άνδρα, 87 ετών, που προσήλθε στο Κ.Υ. αιτώμενος βάρους στο επιγάστριο και αιμωδία των άνω άκρων από 2ώρου. Του έγινε Η.Κ.Γ. όπου διαπιστώθηκε οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου. Το περιστατικό αυτό, για την ιστορία, είναι το πρώτο για το οποίο έγινε χρήση υπηρεσιών του Κέντρου Τηλεϊατρικής.

## ΣΧΟΛΙΑ – ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟΥ:

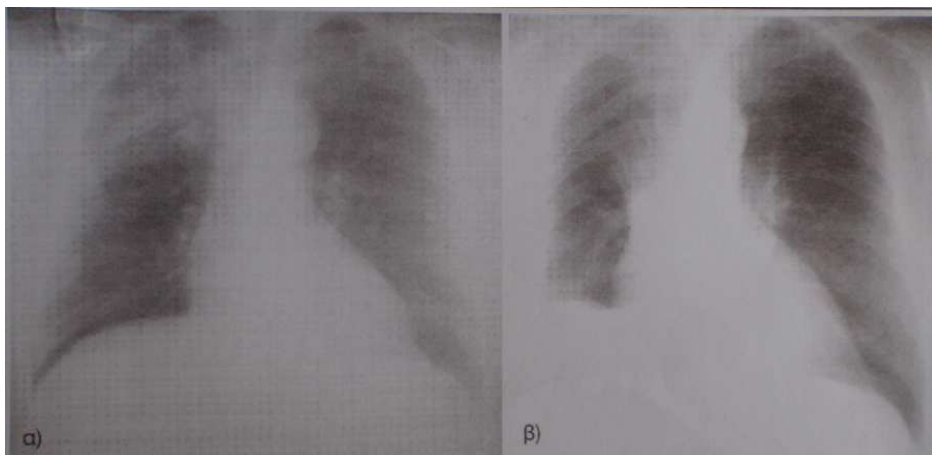
Πρόκειται για Η.Κ.Γ. , στο οποίο παρατηρείται ρεύμα βλάβης στις απαγωγές II, III, AVF, V1-V5. Εικόνα συμβατή με διπλό έμφραγμα μυοκαρδίου, προσθίου και κατωτέρου τοιχώματος.

## ΕΚΒΑΣΗ:

Λόγω κακών καιρικών συνθηκών (άνεμοι 9 Boffors), ήταν αδύνατη η διακομιδή του ασθενούς για νοσηλεία, σε νοσοκομείο με μονάδα εντατικής θεραπείας. Έτσι, αναγκαστικά παρακολούθησε και υποστηρίχθηκε μέσω του συστήματος Τηλεϊατρικής, από τους καρδιολόγους του Σισμανόγλειου Νοσοκομείου. Επί 4 συνεχείς μέρες, στα πλαίσια υποστήριξης του ασθενούς, διεβιβάζετο Η.Κ.Γ. ανά 6ωρο.

Με επιτυχία αντιμετωπίστηκε η αρρυθμία (κολπική μαρμαρυγή) που εμφάνισε την δεύτερη ημέρα της νοσηλείας του, ως επιπλοκή του εμφράγματος.

## ΠΝΕΥΜΟΝΟΛΟΓΙΚΟ



## ΙΣΤΟΡΙΚΟ:

Άνδρας 50 ετών, βαρύς καπνιστής, προσήλθε στο Κ.Υ., αναφερόμενος έντονη δύσπνοια, βήχα με ελάχιστη βλεννοπυώδη απόχρεμψη. Ακροαστικά ευρήματα υπήρξαν: ξηροί ρόγχοι και κυρίως σαφής μείωση του αναπνευστικού ψιθυρίσματος δεξιά. Στην ακτινογραφία θώρακος, αναδείχθηκε σκίαση στον δεξιό άνω λοβό. Ζητήθηκε η βοήθεια των Πνευμονολόγων μέσω του συστήματος Τηλεϊατρικής.

## ΣΧΟΛΙΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟΥ:

Στην ακτινογραφία θώρακος, παρατηρείται ομότιμος σκίαση στον δεξιό άνω λοβό, συμβατή προς νεοπλασματική επεξεργασία. Συνεστήθη περαιτέρω διερεύνηση σε Πνευμονολογικό Τμήμα.

## ΕΚΒΑΣΗ:

Ο ασθενής εισήχθη στο Σισμανόγλειο Νοσοκομείο, όπου ο συμπληρωματικός έλεγχος, επιβεβαίωσε την αρχική διάγνωση. Υποβλήθηκε σε δεξιά άνω λοβεκτομή πνεύμονος. Έγινε πλήρης εκτομή του όγκου. Κατά τον έλεγχο, στον οποίο υπεβλήθη ο ασθενής δεν αναδείχθηκαν μεταστάσεις. Ιστολογικά επρόκειτο για πλακώδους τύπους νεόπλασμα πνεύμονος, που σταδιοποιήθηκε σε T2 No Mo νόσο.

Έκτοτε, παρακολουθείται μέσω Τηλεϊατρικής, με ακτινολογικό έλεγχο ανά εξάμηνο. Σήμερα, δύο χρόνια μετά την επέμβαση, η κατάσταση τη υγείας του ασθενούς εξελίσσεται ικανοποιητικά. Η δεύτερη ακτινογραφία έγινε 2 χρόνια μετά την επέμβαση.

## **15.ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

### **Οφέλη Πολιτών-ασθενών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων :**

Η προσφορά της Τηλεϊατρικής στον πολίτη είναι πολύπλευρη:

- Άμεση επαφή με τον ιατρό, ακόμη και αν εκείνος βρίσκεται χιλιόμετρα μακριά.
- Άμεση εξυπηρέτηση και αύξηση της ποιότητας περίθαλψης, αποφεύγοντας τις επαναλήψεις, τις καθυστερήσεις και τα λάθη.
- Άμεση ενημέρωση για θέματα δημόσιας υγείας, επιδημίες, πρόληψη.
- Ταχύτερος χρόνος ανάρρωσης, μικρότερη χρήση μη απαραίτητων φαρμάκων και μείωση εξόδων για ασθενείς και νοσοκομεία.

### **Οφέλη Ιατρών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων :**

Τα οφέλη που έχει ένας ιατρός με την χρήση των τηλεϊατρικών συστημάτων είναι:

- Μπορεί να κάνει διάγνωση του ασθενή που βρίσκεται σε απομακρυσμένο χωριό.
- Μπορεί να ζητήσει την γνώμη ενός εξειδικευμένου συναδέλφου για τον εξεταζόμενο ασθενή (είτε από το εκτός είτε εντός Ελλάδος).
- Άμεση πρόσβαση στο αρχείο ασθενών (patient record). Έτσι μπορεί να δει το ιστορικό του ασθενούς μειώνοντας τον χρόνο διάγνωσης.
- Άμεση πληροφόρηση και ενημέρωση.
- Άμεση επικοινωνία με τους συναδέλφους του μέσω δικτύου.

Από τις βασικότερες υπηρεσίες της Τηλεϊατρικής πάνω σε αυτόν τον τομέα είναι η τηλεδιάσκεψη. Η τηλεδιάσκεψη παρέχει τη δυνατότητα για οπτικοακουστική επαφή μεταξύ απομακρυσμένων σημείων χρησιμοποιώντας κάμερες και μικρόφωνα καθώς και δικτυακό εξοπλισμό.

Έτσι οι ιατροί μπορούν να πραγματοποιήσουν:

- Ιατρικά συμβούλια μεταξύ των νοσοκομείων της περιοχής.
- Διάγνωση σε ασθενείς σε άλλο νοσοκομείο.
- Παροχή συμβουλών σε μη ειδικευμένους ιατρούς ή σε ιατρούς άλλης ειδικότητας. Αυτό αποκτά καίρια σημασία στην περίπτωση των κέντρων υγείας, ειδικά στην περίπτωση απομακρυσμένων περιοχών καθώς και στην αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών.
- Επίσης οι φοιτητές Ιατρικής μπορούν να παρακολουθήσουν χειρουργικές επεμβάσεις, καθώς και διαλέξεις που γίνονται σε άλλα σημεία.



## Πλεονεκτήματα Τηλεϊατρικής

Η τηλεϊατρική προσφέρει λύση σε προβλήματα όπως η πρόσβαση για παροχή βοήθειας μεγάλου μέρους του πληθυσμού, συνεχής αύξηση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης, και ανισότητα στην ποιότητα σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

Οι **τάσεις** που παρατηρούνται παγκόσμια είναι :

- Η χρήση της τηλεϊατρικής για παροχή βοήθειας σε ασθενείς στο σπίτι μπορεί να μειώσει το χρόνο και το κόστος μεταφοράς του ασθενή.
- Στα πλαίσια του στρατιωτικού περιβάλλοντος η παροχή βοήθειας σε στρατιώτες που βρίσκονται στην επαρχία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης με αποστολή εικόνων σε κεντρικά ιατρικά κέντρα ή στα στρατιωτικά νοσοκομεία για αξιολόγηση και κατάλληλη αγωγή ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης από εξειδικευμένο στρατιωτικό ιατρικό προσωπικό.
- Η σύνδεση των ερευνητών στρατιωτικών γιατρών παρά την γεωγραφική απόσταση για ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών και εικόνων .
- Εξαιτίας της τηλεϊατρικής , η γεωγραφική απομόνωση και απόσταση παύει να είναι ένα αξεπέραστο εμπόδιο για παροχή έγκαιρων και ποιοτικών ιατρικών υπηρεσιών.
- Ο περιορισμός του κόστους της παρεχόμενης περίθαλψης λόγω της εξ απόστασης βοήθειας.
- Η βελτίωση της ποιότητας ως αποτέλεσμα της παροχής συντονισμένης και συνεχούς βοήθειας προς τους ασθενείς, της αποτελεσματικής και συνεχούς εκπαίδευσης του στρατιωτικού ιατρικού προσωπικού και των αποτελεσματικών εργαλείων για τη λήψη αποφάσεων.
- Η τηλεϊατρική επιτρέπει να γίνονται εγκυρότερες διαγνώσεις (cross-check) και επιπλέον τη διάχυση της ιατρικής πληροφορίας.
- Από την οικονομική σκοπιά με την τηλεϊατρική κερδίζουμε σε χρόνο και χρήμα, αφού μειώνεται το κόστος , αλλά και οι άσκοπες μετακινήσεις.
- Ιατρικό υποσύστημα-Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας. Είναι κοινή διαπίστωση ότι ο όγκος των πληροφοριών που σχετίζονται με την φροντίδα του ασθενούς έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια, πράγμα που σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην ενσωμάτωση μεγάλου αριθμού εργαστηριακών και παρακλινικών εξετάσεων στους φακέλους των ασθενών, αυξάνοντας σημαντικά τον όγκο τους. Επιπλέον, τα χειριστικά καθήκοντα των γιατρών γίνονται διαρκώς περισσότερα, καθώς η πολυπλοκότητα των ιδρυμάτων παροχής υπηρεσιών υγείας αυξάνει.

## Συμπεράσματα

Παρόλο που ένα σύστημα τηλεϊατρικής εισάγει νέα δεδομένα, νέες τεχνολογίες και άγνωστες συνθήκες εργασίας στους επαγγελματίες υγείας, συγχρόνως αλλάζει τις κλινικές διαδικασίες και αυξάνει το φόρτο εργασίας στα πρώτα στάδια υλοποίησής του. Όλα αυτά είναι πιθανόν να εγείρουν αντιδράσεις από το προσωπικό που, συνήθως, δεν είναι δεκτικό σε μεγάλες αλλαγές. Το αυξημένο κόστος τις αρχικής εγκατάστασης των συστημάτων τηλεϊατρικής και της εκπαίδευσης του προσωπικού, αλλά και οι απαραίτητες οργανωτικές αλλαγές που προκύπτουν αυξάνουν το βαθμό δυσκολίας.

Η επέκταση των υπηρεσιών Τηλεϊατρικής σε όλες τις ιατρικές μονάδες (πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας φροντίδας υγείας), απαιτεί την εκπαίδευση μεγάλου αριθμού στελεχών διαφόρων ειδικοτήτων για εύκολο χρονικό διάστημα, πράγμα που σημαίνει ότι κάποιος επαγγελματίας υγείας μπορεί να απέχουν των καθηκόντων τους καιρό.

Ωστόσο, η τηλεϊατρική μπορεί να προσφέρει πολλαπλάσια οφέλη ελαττώνοντας το κόστος της φροντίδας υγείας χωρίς την επιβάρυνση της ποιότητας. Επίσης παρέχει ιατρικές υπηρεσίες υψηλής ποιότητας σε υποβαθμισμένες περιοχές αναβαθμίζοντας τις ιατρικές υπηρεσίες σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, υποστηρίζει τη συνεργασία των επαγγελματιών υγείας όλων των βαθμίδων και τους εκπαιδεύει.

Θα μπορούσε κανείς να φανταστεί τη μελλοντική παροχή της φροντίδας υγείας βασισμένη σε συστήματα τηλεϊατρικής σαν ένα νέο μεγάλο οργανισμό που συνδυάζει κλινικές, νοσοκομεία, ιατρεία ή ακόμα και σπίτια και χώρους εργασίας. Σε αυτό το πλαίσιο, διοικητές, διαχειριστές, επαγγελματίες υγείας, ασθενείς, ερευνητές και άλλοι εργαζόμενοι θα διασυνδέονται σε ένα αποκεντρωμένο και συνεργατικό οργανισμό, όπου η τεχνολογία θα παίζει τον πρωταρχικό ρόλο στην υλοποίηση και ορθή λειτουργία του μοντέλου.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Τηλεϊατρική στην πράξη, Εκδόσεις : «Εν πλω», Μ. Περδικούρη , Π. Γιάβας , Δ. Παπαδογιάννης.
- [2] Πληροφορική Υγείας, Εκδόσεις : «Δίαυλος», Τ. Μπότσης , Σ. Χαλκιώτης
- [3] Τηλεϊατρική : Σημειώσεις Παπαχαριλάου Γιάννης
- [4] Εγκυκλοπαίδεια επειγόντων ιατρικών περιστατικών του κέντρου Τηλεϊατρικής του Συσμανόγλειου Νοσοκομείου.
- [5] Τάσεις και πρότυπα στις επικοινωνίες ιατρικών συσκευών : Σημειώσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
- [6] Δορυφορικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις : «Τζιόλα», Χ. Καψάλης, Π. Κωττής
- [7] Ν.Καραβάς «Μετάδοση Πληροφορίας με εφαρμογές στην Τηλεϊατρική και Τηλεκπαίδευση μέσω πολιτικών και στρατιωτικών Δικτύων Επικοινωνιών. Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα
- [8] Ι. Λύτρα «Οι δορυφορικές επικοινωνίες στην υπηρεσία της τηλεϊατρικής» Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα
- [9] Guide to health Informatics , Enrico Coiera , Hodder Arnold
- [10] Site : Mosby's Medical Encyclopedia