



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΠΑΡΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Τηλεϊατρική στα Πλοία"

ΟΝΟΜΑ: ΖΟΜΠΟΥΛΑΚΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

A.M.:2008051

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	1
1. Ιστορικά στοιχεία.....	3
1.1. Ορισμός	3
1.2. Ιστορική αναδρομή.....	5
1.2.1. Σταθμοί στην ιστορία της τηλεϊατρικής.....	6
1.2.2. Φάσεις στην ιστορία της τηλεϊατρικής	7
1.2.3. Μη ηλεκτρονικοποιημένη τηλεϊατρική.....	7
1.2.4. Ηλεκτρονική τηλεϊατρική.....	7
1.2.5. Τηλεγραφία.....	8
1.2.6. Τηλεφωνία.....	8
1.2.7. Ραδιοεπικοινωνία	8
1.2.8. Τηλεόραση κλειστού κυκλώματος.....	8
1.2.9. Ασύρματη επικοινωνία	9
1.3. Ανάγκες που οδήγησαν στην δημιουργία της τηλεϊατρικής	9
1.3.1. Κλάδοι της τηλεϊατρικής.....	11
1.3.2. Εφαρμογές τηλεϊατρικής.....	13
1.3.3. Εμπλεκόμενα μέρη.....	14
1.4. Τηλεϊατρική στα πλοία.....	15
1.5. Προγράμματα τηλεϊατρικής για πλοία.....	16
1.6. Δυνητικά προβλήματα	17
1.6.1. Νομικά προβλήματα Juridical problems.....	17
1.6.2. Προβλήματα οικονομικής φύσεως	18
1.6.3. Τεχνολογικά προβλήματα	18
2. Η τηλεϊατρική στον κόσμο.....	21
2.1. Ηνωμένες Πολιτείες.....	21
2.2. Καναδάς	22
2.3. Ευρώπη	22

2.4.	Ασία	26
2.5.	Αυστραλία.....	27
2.6.	Τηλεϊατρική στην Ελλάδα.....	27
2.6.1.	Δίκτυο Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα.....	27
3.	Τεχνολογική υλοποίηση ενός συστήματος τηλεϊατρικής σε πλοίο	30
3.1.	Δομή συστημάτων τηλεϊατρικής στα πλοία.....	31
3.2.	Αρχιτεκτονική του συστήματος	34
3.3.	Σχεδιασμός συστήματος και τεχνική υλοποίηση.....	35
3.3.1.	Μονάδα τηλεϊατρικής	36
3.3.2.	Κεντρική μονάδα (ή Ιατρική μονάδα)	37
3.3.3.	Νοσοκομειακή βάση δεδομένων.....	41
3.3.4.	Τεχνολογικοί περιορισμοί	41
3.3.5.	Μετάδοση εικόνας	41
3.3.6.	Ταχύτητα μετάδοσης	42
3.3.7.	Συμπίεση και Κρυπτογράφηση.....	42
4.	Μελέτη ενός πραγματικού συστήματος τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα	43
4.1.	Προτεινόμενο σύστημα τηλεϊατρικής	44
4.2.	Υλοποίηση συστήματος.....	44
4.3.	Μέθοδοι για δόμηση, επεξεργασία, αποθήκευση και διαβίβαση ιατρικής πληροφορίας	45
4.4.	Προσαρμοζόμενο μοντέλο επικοινωνίας	46
4.5.	Επιλογή εναλλακτικών δικτύων	48
4.6.	Έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος από απόσταση.....	50
4.7.	Κατανεμημένο σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων	51
5.	Οι κατευθύνσεις της τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα.....	52
5.1.	Αριθμητικά στοιχεία.....	52

5.2.	Περιορισμοί παροχής ιατρικής φροντίδας στα πλοία.....	52
5.3.	Διεθνές πλαίσιο για Telemedical Maritime Assistance Services (TMASS).....	53
5.4.	Εκπαίδευση και κατάρτιση στην παροχή υγειονομικών υπηρεσιών στο πλοίο	54
5.5.	Κατηγοριοποίηση των ασθενειών	54
5.6.	Τηλεϊατρική στη στεριά και στη θάλασσα	55
5.7.	Επαγγελματισμός ή εμπορευματοποίηση.....	55
5.8.	Ένα παράδειγμα αποτελεσματικής χρήσης του ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε ένα πλοίο	56
5.9.	Κινοούμενη ιατρική εικόνα σε πραγματικό χρόνο	57
6.	Οικονομική απόδοση της τηλεϊατρικής στα πλοία	58
6.1.	Οφέλη της τηλεϊατρικής	60
6.1.1.	Διακομιδή ασθενών	60
6.1.2.	Εξοικονόμηση πόρων	61
6.1.3.	Εξοικονόμηση χρόνου επιστροφής του προσωπικού του πλοίου στην υπηρεσία	61
6.1.4.	Ποιότητα θεραπείας	62
6.2.	Η οικονομική απόδοση της τηλεϊατρικής.....	62
7.	Συμπεράσματα.....	64
	Βιβλιογραφία.....	66

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1.	Συνολική αρχιτεκτονική συστήματος	32
Εικόνα 2.	Ροή πληροφορίας στο σύστημα τηλεϊατρικής.....	35
Εικόνα 3.	Παράθυρο ελέγχου του συστήματος – Κεντρική μονάδα	38
Εικόνα 4.	Παράθυρο λήψης και απεικόνισης βιοσημάτων στην Κεντρική μονάδα	39
Εικόνα 5.	Ψηφιακή ακτινογραφία με ηλεκτρονικές επισημάνσεις	40
Εικόνα 6.	Προτεινόμενο δορυφορικό σύστημα	44
Εικόνα 7.	Ενότητες του συνολικού συστήματος τηλεϊατρικής	45
Εικόνα 8.	Γενική δομή ενός συστήματος τηλεϊατρικής	47

Πίνακες

Πίνακας 1.	Τρέχουσες τάσεις και απαιτήσεις από τις εφαρμογές τηλεϊατρικής.....	33
Πίνακας 2.	Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ιατρικής βοήθειας μέσω τηλεϊατρικής σε ένα πλοίο.....	54
Πίνακας 3.	Δυνητικό πλήθος περιστατικών τηλεϊατρικής σε περίοδο ενός έτους	58
Πίνακας 4 .	Δυνητικός αριθμός περιστατικών τηλεϊατρικής ανά ιατρική ειδικότητα (σε διάστημα 12 μηνών)	59
Πίνακας 5.	Εκτιμώμενες διακομιδές από πλοία σε περίοδο 12 μηνών.....	60
Πίνακας 6.	Εξοικονόμηση ανθρωποημερών εργασίας ανά τύπο πλοίου (περίοδος πέντε ετών, οικονομικό έτος 1997 σε δολάρια ΗΠΑ)	61
Πίνακας 7.	Περιστατικά στα οποία μπορεί να προκύψει βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών ανά είδος τηλεϊατρικής τεχνολογίας.....	62
Πίνακας 8.	Καθαρή παρούσα αξία τηλεϊατρικής ανά πλοίο χρησιμοποιώντας δορυφορική ζεύξη (περίοδος πέντε ετών, οικονομικό έτος 1997, αξίες σε δολάρια ΗΠΑ).....	63

Εισαγωγή

Η εργασία αυτή ασχολείται με την εξειδίκευση της τηλεϊατρικής τεχνολογίας στο περιβάλλον της ναυσιπλοΐας. Για να επιτευχθεί αυτό, η εργασία ξεκινά παραθέτοντας έναν ορισμό της τηλεϊατρικής σύμφωνα με την τρέχουσα βιβλιογραφία. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά στις μορφές που η τηλεϊατρική πήρε στη διάρκεια του χρόνου.

Η τηλεϊατρική καλύπτει πολλούς κλάδους της ιατρικής επιστήμης και ήρθε να καλύψει αντίστοιχες ανάγκες παροχής υψηλού επιπέδου ιατρικών υπηρεσιών. Γίνεται παρουσίαση των αναγκών που ώθησαν την τεχνολογία στην ανάπτυξη τηλεϊατρικών εφαρμογών και γίνεται εξειδίκευση στις ιδιαίτερες ανάγκες που αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι και οι επιβάτες των πλοίων. Επίσης γίνεται αναφορά σε προβλήματα (νομικά, τεχνικά, οικονομικά) που μπορούν να ανακύψουν κατά την εφαρμογή της τηλεϊατρικής.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται αναφορά στην εξέλιξη και αποδοχή της τηλεϊατρικής στις ηπείρους με έμφαση στις τηλεϊατρικές εφαρμογές για εξυπηρέτηση πλοίων (όπου αυτό ήταν δυνατό).

Το Κεφάλαιο 3 περιγράφει μια τυπική υλοποίηση ενός συστήματος τηλεϊατρικής για την εξυπηρέτηση πλοίων και περιγράφονται οι κυριότερες λειτουργίες του. Το Κεφάλαιο 4 περιγράφει μια προηγμένη υλοποίηση ενός δικτύου και πρωτοκόλλου τηλεϊατρικής το οποίο προσαρμόζεται στις εκάστοτε επικοινωνιακές υποδομές και συνθήκες.

Στο Κεφάλαιο 5 περιγράφονται παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν την ανάπτυξη και επιτυχή εφαρμογή ενός συστήματος τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα. Επίσης γίνεται αναφορά σε πρότυπα και οδηγίες που έχουν εκδοθεί από διεθνείς φορείς για την παροχή υπηρεσιών υγείας μέσω τηλεϊατρική στο περιβάλλον ενός πλοίου.

Τέλος στο Κεφάλαιο 6 γίνεται μία προσέγγιση της τηλεϊατρικής από οικονομική σκοπιά, ώστε να αναδειχθούν και τα οικονομικά οφέλη που επιφέρει η χρήση της από ένα στόλο πλοίων μιας ναυτιλιακής εταιρείας.

1. Ιστορικά στοιχεία

1.1. Ορισμός

Ο όρος αποτελείται από τη λέξη «Τήλε» ο οποίος έχει την έννοια «εξ αποστάσεως» και τη λέξη ιατρική. Ο αντίστοιχος αγγλικός όρος «telemedicine». Περιγράφει τις τεχνολογίες και διαδικασίες αποστολής δεδομένων και παροχής ιατρικών υπηρεσιών από απόσταση, σε περιπτώσεις όπου μεσολαβεί απόσταση μεταξύ του ασθενούς και του γιατρού. Για την παροχή εξ αποστάσεως ιατρικών υπηρεσιών χρησιμοποιεί τεχνολογίες τηλεματικής, δηλαδή συνδυασμό τεχνολογικών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Επί της ουσίας δεν πρόκειται για κάποια νέα αυθύπαρκτη τεχνολογία, αλλά περιγράφει το συνδυασμό υφιστάμενων τεχνολογιών ώστε να δημιουργηθεί ένα εξειδικευμένο πλαίσιο, κατάλληλο για τις ιδιαίτερες ανάγκες των εφαρμογών ιατρικής βοήθειας (Καστανιά & Roca, 2009).

Συναφής έννοια είναι αυτή της «Τηλε-υγείας». Ο όρος καλύπτει όλες τις εφαρμογές της τηλεματικής στην υγεία. Η τηλε-υγεία περιλαμβάνει την παροχή και επιβεβαίωση της διάγνωσης, την επίβλεψη του ασθενούς, μελέτη της επιδημιολογίας, τη διαχείριση κλινικών και ερευνητικών πληροφοριών, αναζήτηση και ανάκτηση βιβλιογραφίας και ιατρικών εγχειριδίων». Χρησιμοποιεί τεχνολογίες όπως το τηλέφωνο, ο υπολογιστής, το φαξ και εξυπηρετεί ιατρικό προσωπικό και ασθενείς σε όλες τις μονάδες φροντίδας και τα νοσοκομεία. Επίσης χρησιμεύει και στην εκπαίδευση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού (Καστανιά & Roca, 2009).

Ο όρος «τηλεματική» ο οποίος αποτελεί συστατικό στοιχείο της τηλεϊατρικής. Δημιουργήθηκε από τους Γάλλους Simon Nora και Alain Mine το 1976 για να περιγράψει το συνδυασμό της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Με την εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής και της ψηφιακής τεχνολογίας εξελίχθηκε και η τηλεματική. Συνώνυμο της λέξης τηλεματική είναι η λέξη τηλεπληροφορική. Οι σύγχρονες υπηρεσίες τηλεματικής προσφέρουν πρόσβαση σε πηγές πληροφορίας και υπηρεσίες σε απομακρυσμένες περιοχές της ξηράς αλλά και στη θάλασσα (Καστανιά & Roca, 2009), (Madhavan & Khalid, 2013).

Η τηλεϊατρική αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εξελίξεις της τεχνολογίας πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, η οποία ολοκληρώνει την τεχνολογία με την ιατρική. Εφαρμόζοντας τις τεχνολογίες και τις αρχές της στο περιβάλλον της ναυσιπλοΐας, προσφέρεται μια ουσιαστική λύση στο πρόβλημα της ιατρικής υποστήριξης των πληρωμάτων και των επιβαινόντων σε ένα πλοίο κατά τη διάρκεια του πλου.

Η τηλεϊατρική χρησιμοποιεί υποδομές όπως οι δορυφορικές επικοινωνίες και το διαδίκτυο ώστε να είναι δυνατή η προσφορά ιατρικών υπηρεσιών σε ανθρώπους που ζουν σε απομονωμένα σημεία και δεν έχουν πρόσβαση σε ιατρικές υποδομές. Στο ναυτιλιακό τομέα η χρήση της τηλεϊατρικής και του αντίστοιχου εξοπλισμού (όπως ηλεκτροκαρδιογράφοι) διασυνδεδεμένες μέσω δορυφόρων και διαδικτύου με ιατρικά κέντρα αποδεικνύεται εξαιρετικά ωφέλιμη, δεδομένου ότι ένα πλοίο δε μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση σε λιμάνι όταν συμβεί ένα έκτακτο περιστατικό υγείας.

Από αμιγώς οικονομική σκοπιά τα πληρώματα των πλοίων αμείβονται για να λειτουργούν σε ένα πλοίο το οποίο ταξιδεύει μεταξύ των προγραμματισμένων προορισμών. Το κόστος για τις εταιρείες αυξάνει δραματικά εάν πρέπει στο παραμικρό περιστατικό υγείας το πλοίο να αναζητά το πλησιέστερο λιμάνι ώστε να εξυπηρετηθεί το περιστατικό. Η τηλεϊατρική μπορεί να δώσει λύση για την εν πλω αντιμετώπιση θεμάτων υγείας που μπορεί να εμφανισθούν σε κάποιον από τους επιβαίνοντες.

Στο πεδίο της τηλεϊατρικής εντάσσεται και η χρήση τηλεϊατρικού εξοπλισμού (όπως οι ηλεκτροκαρδιογράφοι - ECG) συνδεδεμένου σε ένα δορυφορικό επικοινωνιακό κανάλι ώστε να είναι δυνατή η άμεση διαβίβαση των μετρήσεών του σε ένα ιατρικό κέντρο διασυνδεδεμένο στο δίκτυο. Δεδομένου ότι όλα τα σύγχρονα πλοία σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να διαθέτουν δορυφορική επικοινωνία και υπηρεσίες διαδικτύου και το προσωπικό είναι εκπαιδευμένο στο χειρισμό τέτοιου εξοπλισμού, είναι απολύτως εφικτό η τηλεϊατρική να χρησιμοποιείται στα πλοία, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα.

Για μια ναυτιλιακή εταιρεία η υιοθέτηση τεχνολογίας τηλεϊατρικής μπορεί να αποβεί επιχειρηματικά επωφέλης, υπό την έννοια ότι μπορεί να αποφύγει την πληρωμή εκατομμυρίων σε αποζημιώσεις μελών των πληρωμάτων οι οποίοι έλαβαν με

καθυστερήση ή δεν έλαβαν καθόλου ιατρική φροντίδα. Πέρα όμως από τον οικονομικό παράγοντα, η ναυτιλιακή εταιρεία ενδυναμώνει τη σχέση της με τους εργαζόμενούς της, παρέχοντάς τους ένα κατά το δυνατόν ασφαλές και ανταποκρίσιμο περιβάλλον εργασίας.

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση της τηλεϊατρικής, υπάρχουν και συγκεκριμένα μειονεκτήματα.

Το βασικό μειονέκτημα της υλοποίησης ενός συστήματος τηλεϊατρικής στη ναυτιλία είναι η ευπάθεια των δορυφορικών επικοινωνιών σε φαινόμενα όπως οι «βροχές μετεωριτών» στο διάστημα ή οι καταιγίδες στην ατμόσφαιρα, γεγονός που μπορεί να διακόψει την αποστολή των ιατρικών δεδομένων από και προς το πλοίο.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι αδύνατη η παροχή οποιουδήποτε είδους ιατρικής βοήθειας μέσω του συστήματος τηλεϊατρικής, αφήνοντας έτσι απροστάτευτο τον ασθενή. Για το λόγο αυτό και για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων πρέπει να προβλέπονται και εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης ιατρικών περιστατικών.

Παρόλα όμως τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας της τηλεϊατρικής, είναι γεγονός ότι οι ωφέλειες που προσφέρει είναι πρωτοφανείς για την αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών, όχι μόνο στη ναυτιλία αλλά και στην κοινωνία γενικότερα.

1.2. Ιστορική αναδρομή

Η εμφάνιση της τηλεϊατρικής έγινε αρκετά ξεκινάει από πολύ παλιά. Η ανάπτυξη όμως της πληροφορικής τεχνολογίας και η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών στα μέσα του 20ου αιώνα συντέλεσαν στην αλματώδη εξέλιξή της. Ακόμη και η χρήση του τηλεφώνου συντέλεσε στην παροχή ιατρικών υπηρεσιών από απόσταση. Μερικές από τις πρώτες εμπειρίες τηλεϊατρικής μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

- Το 1906 ο Einthoven, ο οποίος είναι και ο εφευρέτης του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, πέτυχε να κάνει ιατρική διάγνωση από απόσταση μέσω τηλεφώνου. Η τηλεφωνική γραμμή χρησιμοποιήθηκε για τη μετάδοση φωνοκαρδιογραφημάτων και ήχων αναπνοής.

- Το 1920 καταγράφηκε η μετάδοση ιατρικών οδηγιών και συμβουλών σε πλοία μέσω σημάτων Morse.
- Το 1951 έγινε η πρώτη επίδειξη εφαρμογών τηλεϊατρικής στην Αμερική στη Νέα Υόρκη στο πλαίσιο της έκθεσης «New York World's Fair».
- Το 1960 εφαρμόστηκε η τηλεμετρία σε αστροναύτες της NASA.
- Το 1967 υπήρξε η πρώτη εφαρμογή τηλεϊατρικής σε πραγματικές συνθήκες μεταξύ γιατρού και ασθενούς. Επετεύχθη η μεταφορά μιας ακτινολογικής εικόνας μέσω βίντεο, ενώ η επικοινωνία του γιατρού με τον ακτινολόγο διεκπεραιωνόταν μέσω τηλεφωνικής γραμμής.
- Το 1976 έγινε τηλεϊατρική παρακολούθηση βιοσημάτων που προέρχονταν από ασθενή στο βόρειο Οντάριο του Καναδά, μέσω του καναδικού δορυφόρου Hermes. (Καστανιά & Roca, 2009)
- Το 1986 η Mayo Clinic δημιούργησε και εγκατέστησε ένα αμφίδρομο δορυφορικό πρόγραμμα μεταξύ κλινικών στις περιοχές Rochester, Minnesota, Scottsdale και Jacksonville. Το πρόγραμμα αυτό υποστήριζε γιατρούς σε απομακρυσμένες κλινικές, ώστε να έχουν πρόσβαση σε κεντρικές βάσεις δεδομένων που αφορούσαν την πάθηση, όσο και την καθοδήγησή τους από έμπειρους γιατρούς που υπηρετούσαν σε κεντρικές μονάδες (Καστανιά & Roca, 2009).
- Το 1988 το σύστημα της Mayo Clinic επεκτάθηκε και ολοκληρώθηκε με εφαρμογές τηλεπαθολογίας, τηλεακτινολογίας και τηλεκπαίδευσης.
- Το 1989 το Texas tech Health Sciences University υποστήριζε 37 αγροτικές περιοχές με το πρόγραμμα MedNet (Madhavan & Khalid, 2013).

1.2.1. Σταθμοί στην ιστορία της τηλεϊατρικής

- Για να φθάσουμε στις σύγχρονες και προηγμένες εφαρμογές της τηλεϊατρικής, η εξ αποστάσεως άσκηση της ιατρικής έκανε μια διαδρομή διάρκειας άνω των εκατό ετών, κυριότεροι σταθμοί της οποίας ήταν [5]:

- Το 1906, όταν έγινε ιατρική διάγνωση εξ αποστάσεως μέσω τηλεφώνου, με μετάδοση φωνοκαρδιογραφήματος και ήχων αναπνοής, από τον Einthoven (εφευρέτη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος).
- Το 1920, όταν εδόθησαν ιατρικές συμβουλές σε πλοία με σήματα Morse (Σουηδία, Παν/κό Νοσοκομείο Γκέτενμπουργκ).
- Το 1960, όταν έγινε τηλεμετρία βιοσημάτων αστροναυτών (ΝΑΣΑ, ΗΠΑ)
- Το 1967, όταν έγινε η πρώτη εφαρμογή τηλεϊατρικής με αλληλεπίδραση ιατρού-ασθενή (Βοστώνη-ΗΠΑ), μεταφορά ακτινολογικής εικόνας σε video-monitor και συζήτηση κλινικού ιατρού και ακτινολόγου, μέσω τηλεφωνικής γραμμής (Αεροδρόμιο Logan- Γενικό Νοσοκομείο Μασαχουσέτης).
- Το 1976, όταν έγινε τηλεϊατρική παρακολούθηση βιοσημάτων σε ασθενή στο Βόρειο Οντάριο, μέσω του Καναδικού δορυφόρου Hermes. Τέλος,
- Το 1988, έτος κατά το οποίο ολοκληρώνεται το σύστημα τηλεϊατρικών υπηρεσιών, με την τηλεπαθολογία, τηλεακτινολογία και τηλεκπαίδευση.

1.2.2. Φάσεις στην ιστορία της τηλεϊατρικής

1.2.3. Μη ηλεκτρονικοποιημένη τηλεϊατρική

Θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι από το Μεσαίωνα ήδη γιατροί προσέφεραν υπηρεσίες τους από απόσταση, υλοποιώντας έτσι μια πρωτόλεια μορφή «τηλεϊατρικής». Οι πλούσιοι της εποχής έστελναν δείγματα ούρων στον γιατρό τους η εσωκλείανε το ιατρικό ιστορικό τους σε ένα φάκελο και τον έστελναν σε κάποιον φημισμένο γιατρό.

1.2.4. Ηλεκτρονική τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική χρησιμοποιεί κατά κόρον την ψηφιακή τεχνολογία για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών. Η ψηφιακή τεχνολογία χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των ιατρικών πληροφοριών (ιατρικών εικόνων και εγγράφων) καθώς και την καταχώρηση στοιχείων των περιστατικών (βάσεις δεδομένων). Για την επιτυχή διεκπεραίωση μιας συνόδου τηλεϊατρικής απαραίτητη είναι η χρήση της

ψηφιακής τεχνολογίας στη μετάδοση (ψηφιακές τηλεπικοινωνιακές γραμμές) (Madhavan & Khalid, 2013).

1.2.5. Τηλεγραφία

Στα μέσα του 19ου η τηλεγραφία, που είναι προάγγελος του φαξ, χρησιμοποιήθηκε για την ιατρική εξ αποστάσεως. Εφαρμόστηκες στην Αμερική στην τηλεραδιολογία για μετάδοση ακτινογραφιών δοντιών.

1.2.6. Τηλεφωνία

Η τηλεφωνία υιοθετήθηκε πολύ γρήγορα στις υπηρεσίες ιατρικής και βρίσκει εφαρμογή ακόμα και σήμερα. Χαρακτηριστικό πείραμα έγινε το 1910, όταν και χρησιμοποιήθηκε ένα τηλεστηθοσκόπιο το οποίο ενίσχυε έναν ήχο από το στηθοσκόπιο για να μεταδοθεί μέσω της αναλογικής τηλεφωνικής γραμμής στο σημείο όπου βρισκόταν ο γιατρός. Επίσης το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο χρησιμοποιείται παράλληλα για την παροχή ιατρικών πληροφοριών.

1.2.7. Ραδιοεπικοινωνία

Περί τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, η ασύρματη επικοινωνία γινόταν με σήματα Morse και αργότερα μέσω φωνής. Η ραδιοεπικοινωνία λόγω της φύσης της (δεν απαιτούσε καλώδιο) χρησιμοποιήθηκε πάρα πολύ σε πλοία. Χώρες με αναπτυγμένη ναυτιλία επιδεικνύουν εφαρμογές τηλεϊατρικής μέσω ραδιοεπικοινωνίας από το 1920. Η Ιταλία έχοντας υλοποιήσει συστήματα τηλεϊατρικής με χρήση ραδιοεπικοινωνιών μέσω του προγράμματος CIRM, προσέφερε ιατρική βοήθεια σε 35.000 ασθενείς πάνω σε πλοία μέσα στα πρώτα 60 χρόνια λειτουργίας τους.

1.2.8. Τηλεόραση κλειστού κυκλώματος

Από τη δεκαετία του '50 η τεχνολογία τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε στην τηλεϊατρική για την επικοινωνία μεταξύ γιατρών, υλοποιώντας έναν τύπο τηλεδιάσκεψης. Το Nebraska Psychiatric Institute χρησιμοποίησε τέτοιου είδους διατάξεις για την επικοινωνία μεταξύ γιατρών.

1.2.9. Ασύρματη επικοινωνία

Η ανάπτυξη της κυψελωτής κινητής τηλεφωνίας δημιουργήθηκε τις συνθήκες για την ανάπτυξη μιας νέας μορφής τηλεϊατρικής. Η κινητή τηλεϊατρική δίνει τη δυνατότητα στα ασθενοφόρα να στέλνουν φωτογραφίες ή ηλεκτροκαρδιογραφήματα κατευθείαν στα νοσοκομεία.

Στον ασύρματο τρόπο επικοινωνίας εντάσσονται και οι δορυφορικές επικοινωνίες. Η τεχνολογία της δορυφορικής επικοινωνίας επιτρέπει τη διαβίβαση ιατρικών πληροφοριών και την ανάπτυξη περιβαλλόντων υποστήριξης ασθενών από απόσταση σε οποιοδήποτε σημείο της υψηλίου χερσαίου ή υδάτινου. Αυτό σημαίνει ότι δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την προσφορά αναβαθμισμένων υπηρεσιών υγείας εν πλω με συγκριτικά χαμηλό κόστος και περιορισμένες απαιτήσεις σε υποδομές (Καστανιά & Roca, 2009).

1.3. Ανάγκες που οδήγησαν στην δημιουργία της τηλεϊατρικής

Η τηλεϊατρική μπορεί να καλύψει πολλές ανάγκες προσφοράς ιατρικών υπηρεσιών που χωρίς αυτή θα ήταν δύσκολο ή και αδύνατο να καλυφθούν. Υπηρεσίες που μπορούν να προσφερθούν από ένα σύστημα τηλεϊατρικής ενδεικτικά είναι:

- **Προσφορά ιατρικής βοήθειας και υποστήριξης σε απομακρυσμένες περιοχές που είναι δύσκολο να υπάρχουν εγκατεστημένες ιατρικές μονάδες.**

Συχνά σε δυσπρόσιτες ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές οι ασθενείς δε μπορούν να απολαύσουν ποιοτική ιατρική φροντίδα. Η χρήση της τηλεϊατρικής είναι ένας αποδοτικός τρόπος ώστε οι ασθενείς αυτοί να λαμβάνουν αναβαθμισμένες ιατρικές υπηρεσίες και φροντίδα μέσω της καθοδήγησης από εξειδικευμένο προσωπικό μέσω συστημάτων τηλεϊατρικής.

- **Εξασφάλιση ιατρικής υποστήριξης σε επιβάτες και πλήρωμα σε πλοία που ταξιδεύουν.**

Οι συνθήκες υγειονομικής κάλυψης σε ένα πλοίο πολλές φορές χαρακτηρίζονται από την έλλειψη γιατρού ή από προσωπικό το οποίο δεν έχει επαρκείς γνώσεις

για την αντιμετώπιση κάποιου περιστατικού. Η χρήση της τηλεϊατρικής υποκαθιστά την έλλειψη του αντίστοιχου προσωπικού ενώ επιφέρει και οικονομικά οφέλη.

Η τηλεϊατρική στα πλοία αφενός βελτιώνει τις συνθήκες περίθαλψης των υγειονομικών περιστατικών που σημειώνονται σε ένα πλοίο, εξασφαλίζοντας την υποστήριξη του ασθενούς από εξειδικευμένο προσωπικό ανεξαρτήτως απόστασης από τη χερσαία υγειονομική μονάδα. Αφετέρου από οικονομικής άποψης εξοικονομούνται κόστη διακομιδής με εναέρια μέσα, τα οποία είναι υψηλά.

- **Νοσηλεία στο σπίτι.**

Υπάρχουν περιστατικά που από τη φύση τους δεν επιτρέπουν τη μεταφορά των ασθενών από το σημείο σε κάποια μονάδα νοσηλείας. Σε τέτοιες περιστάσεις η τηλεϊατρική δίνει τη δυνατότητα της κατ' οίκον νοσηλείας, επιτρέποντας στο γιατρό να κάνει τη διάγνωση μέσω ιατρικής εικόνας και μετάδοσης των οδηγιών με χρήση τηλεφωνικών γραμμών.

- **Αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών.**

Σε επείγοντα περιστατικά ακόμη και ο ελάχιστος χρόνος μπορεί να αποβεί κρίσιμος για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του περιστατικού και την ευτυχή έκβαση για τον παθόντα. Η επέμβαση ενός γιατρού μέσω ενός συστήματος τηλεϊατρικής εγκατεστημένου σε ένα ασθενοφόρο, είναι δυνατό να δώσει κρίσιμες οδηγίες οι οποίες μπορούν να σώσουν ακόμα και τη ζωή του παθόντα.

- **Υποστήριξη λειτουργίας μονάδων υγείας με περιορισμένο προσωπικό σε περιόδους αιχμής (όπως κέντρα υγείας σε τουριστικές περιοχές).**

Στις τουριστικές περιοχές κατά τις περιόδους αιχμής, συνήθως δεν υπάρχει επαρκές προσωπικό για την αντιμετώπιση του αυξημένου αριθμού περιστατικών. Η τηλεϊατρική είναι σε θέση να αναπληρώσει το προσωπικό, μέσω της παρέμβασης εξειδικευμένων ιατρών από άλλες υγειονομικές μονάδες.

- **Τηλεεκπαίδευση ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού.**

Ειδικευόμενο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό μπορεί να παρακολουθεί εκπαιδευτικά σεμινάρια με χρήση τηλεϊατρικής, τα οποία μπορούν να μεταδώσουν ιατρικές εικόνες και εκπαιδευτικό υλικό παράλληλα με φωνητική διδασκαλία από εξειδικευμένο προσωπικό.

- Αναπλήρωση ιατρικών ειδικοτήτων.

Σε υγειονομικές μονάδες όπου παρατηρείται έλλειψη ειδικοτήτων, η τηλεϊατρική είναι σε θέση να αναπληρώνει τις ελλείψεις αυτές μέσω διάγνωσης, θεραπείας ή ακόμα και επέμβασης μέσω καθοδήγησης από εξειδικευμένους γιατρούς από απόσταση (Madhavan & Khalid, 2013).

1.3.1. Κλάδοι της τηλεϊατρικής

Η τηλεϊατρική έχει εφαρμογές σε πολλές ειδικότητες της ιατρικής.

- **Τηλεψυχιατρική**

Η ψυχιατρική στη ναυτιλία είναι ένας κλάδος της ψυχιατρικής ο οποίος βρίσκει εφαρμογή στο προσωπικό που αναγκάζεται να ζει σε συνθήκες απομόνωσης για μεγάλα διαστήματα, συχνά σε ακραίες συνθήκες οι οποίες είναι ικανές να επιβαρύνουν την ψυχολογική του κατάσταση (Xing Hua, 2010). Η τηλεψυχιατρική είναι κλάδος της τηλεϊατρικής που δίνει δυνατότητα άτομα που χρήζουν ψυχιατρικής παρακολούθησης και βρίσκονται σε απομακρυσμένα ή δυσπρόσιτα σημεία, όπως ένα πλοίο σε περίοδο ταξιδιού να δεχτούν υπηρεσίες ενός ειδικού. Οι επαγγελματίες του κλάδου μπορούν να διαγνώσουν, να συμβουλευθούν ή να επέμβουν σε έκτακτα περιστατικά μέσω του συστήματος της τηλεδιάσκεψης. Είναι ένας κλάδος όπου αναπτύσσεται πολύ γρήγορα. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί 25 προγράμματα τηλεψυχιατρικής στις Η.Π.Α., 1 στον Καναδά, ένα στη Μεγάλη Βρετανία, ένα στη Νορβηγία, ένα στη Φιλανδία και ένα στην Αυστραλία (Xing Hua, 2010).

- **Τηλεχειρουργική**

Η τηλεχειρουργική αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια και βοηθάει στην εκπαίδευση και διεκπεραίωση λαπαροσκοπικών επεμβάσεων. Οι λαπαροσκοπικές συσκευές μεταδίδουν εικόνα και ήχο επιτρέποντας στα

χειρουργεία που τις χρησιμοποιούν να συνδέονται με εκπαιδευτικές και χειρουργικές εγκαταστάσεις. Επιτρέπουν επίσης την επικοινωνία μεταξύ χειρουργών μικρής εμπειρίας με έμπειρους χειρουργούς σε απομακρυσμένα σημεία. Εκτός από τις εξελιγμένες τηλεπικοινωνιακές υποδομές που χρειάζονται για τις εφαρμογές τηλεχειρουργικής, απαιτείται επιπρόσθετα εξειδικευμένο λογισμικό το οποίο μπορεί να προσομοιώσει την επέμβαση στο χειρουργείο και να τηλεκατευθύνει ένα λαπαροσκοπικό όργανο.

- **Τηλεπαθολογία**

Στην τηλεπαθολογία χρησιμοποιούνται οι τηλεπικοινωνίες για την εξ αποστάσεως διεκπεραίωση παθολογικών εξετάσεων από διάφορες ιατρικές ειδικότητες. Έχει προταθεί η κατάταξη των εφαρμογών της τηλεπαθολογίας σε τρεις κατηγορίες. Στη *στατική* όπου αποστέλλονται στατικές εικόνες του ασθενούς στο διαγνωστικό κέντρο μέσω τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Στην *κινητή* τηλεπαθολογία, στην οποία για τη διάγνωση γίνεται χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου από απόσταση. Στη *δυναμική*, όπου εκτός από τις εφαρμογές της κινητής υποστηρίζεται η αποστολή έγχρωμων εικόνων υψηλής ανάλυσης.

- **Τηλεκαρδιολογία**

Η τηλεκαρδιολογία χρησιμοποιείται για τη μεταφορά καρδιογραφημάτων που λαμβάνονται από φορητούς καρδιογράφους. Μετά την καταγραφή του καρδιογραφήματος από τον απομακρυσμένο καρδιογράφο, αυτό στέλνεται σε ψηφιακή μορφή στο κέντρο μέσω δικτύου. Στον ίδιο κλάδο εντάσσονται επίσης η αποστολή ηχοκαρδιογραφημάτων, καρδιακών παλμών και ηχητικών μηνυμάτων και εικόνων. Μέσω των τεχνολογιών αυτών συνεπώς. Ο συγκεκριμένος κλάδος προσφέρει αποτελεσματικές λύσεις στην αντιμετώπισή τους, έως ότου καταστεί δυνατή η διακομιδή του ασθενούς σε κάποια συγκεροτημένη υγειονομική μονάδα.

Οι πρώτες εφαρμογές τηλεκαρδιολογίας εμφανίστηκαν πριν 70 χρόνια μέσω τηλεφωνικού δικτύου για τηλεακρόαση καρδιακών ήχων και αναπνευστικών ακροαστικών ευρημάτων με ευαίσθητα μικρόφωνα. Επίσης στη δεκαετία του 1960 γινόταν ευρεία χρήση της τηλεομοιοτυπίας για τη μετάδοση

καρδιογραφικών και εγκεφαλογραφικών διαγραμμάτων από απομακρυσμένα σημεία προς τα ιατρικά κέντρα.

- **Τηλεοφθαλμολογία**

Η τηλεοφθαλμολογία δίνει τη δυνατότητα σε εξειδικευμένους οφθαλμιάτρους να δίνουν οφθαλμολογικές συμβουλές ή να κάνουν διαγνώσεις από σημεία τα οποία βρίσκονται σε απόσταση από τον εξεταζόμενο. Παράλληλα μπορούν να προτείνουν και την κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή. Ένα σύστημα τηλεοφθαλμολογίας περιλαμβάνει σύστημα λήψης υψηλής ανάλυσης στατικής εικόνας και αποστολής τους στο οφθαλμολογικό κέντρο μέσω της δικτυακής υποδομής (Madhavan & Khalid, 2013).

- **Τηλεραδιολογία**

Η Τηλεραδιολογία είναι η μεταφορά ραδιολογικών εικόνων από μία πηγή παραγωγής ή αποθήκευσης σε ένα άλλο σημείο για διάγνωση ή γνωμάτευση εξ αποστάσεως ή για κλινική αναφορά. Είναι από τους πιο ανεπτυγμένους τομείς της τηλεϊατρικής.

1.3.2. Εφαρμογές τηλεϊατρικής

Με σκοπό να ανταποκρίνονται στα παραπάνω πεδία, οι εφαρμογές της τηλεϊατρικής χρησιμοποιούν όμοια βασικά στοιχεία, όπως συσκευές μέτρησης ιατρικών δεδομένων, μέσα επικοινωνίας, συσκευές απεικόνισης, υπολογιστικά συστήματα για την επεξεργασία και διαχείριση των ιατρικών δεδομένων και την αποστολή της διάγνωσης και των οδηγιών.

Η υποδομή που χρησιμοποιείται για τη συλλογή των απαραίτητων ιατρικών δεδομένων περιλαμβάνει μια Μονάδα Πρόσληψης Βιοσημάτων, η οποία μέσω ενός συνόλου αισθητήρων που τοποθετούνται στον ασθενή και σε συνεργασία με άλλες περιφερειακές συσκευές (όπως ηλεκτροκαρδιογράφους, μικροσκόπια) και κάμερες για λήψη στατικών εικόνων ή βίντεο του ασθενούς. Η μονάδα επεξεργασίας (ένας προσωπικός υπολογιστής ή ένα tablet) δέχεται τα δεδομένα από τις περιφερειακές συσκευές (βιοσήματα, μετρήσεις, βίντεο, δεδομένα γεωγραφικής θέσης, κ.ο.κ.) ώστε στη συνέχεια να αποσταλούν στο ιατρικό κέντρο. Στο ιατρικό κέντρο ο εξειδικευμένος γιατρός εμφανίζει τα δεδομένα που παραλαμβάνονται και διατίθεται

κατάλληλο λογισμικό για την απεικόνιση και αξιολόγησή τους. Η επικοινωνιακές υποδομές που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι δίκτυα PSTN ή ISDN, κυψελωτά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας GSM (2G, 3G), Bluetooth και ραδιοεπικοινωνίες, δορυφορικά συστήματα, LAN, WLAN, WiMAX ή Μητροπολιτικά δίκτυα (MANETs) (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009).

1.3.3. Εμπλεκόμενα μέρη

Η τηλεϊατρική είναι μια αρκετά πολύπλοκη τεχνολογία. Η υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος απαιτεί τη συνεργασία πολλών μερών. Η εμπλοκή είναι άμεση ή έμμεση και ανάλογα μπορεί να υπαχθούν σε κατηγορίες (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009).

- Καταναλωτές υπηρεσιών υγείας (ως επί το πλείστον ασθενείς)
- Επαγγελματίες υγείας (εξειδικευμένοι γιατροί, οικογενειακοί γιατροί, νοσοκόμοι, παραϊατρικά επαγγέλματα, κ.ο.κ.)
- Άλλοι επαγγελματίες του ευρύτερου χώρου της υγείας (διευθυντές, ερευνητές, επιδημιολόγοι, τεχνικοί, μηχανικοί πληροφορικής, στατιστικοί, κ.λπ.).
- Νοσοκομεία και ιατρικά κέντρα
- Εταιρείες τηλεπικοινωνιών
- Κατασκευαστές και προμηθευτές υποδομών.
- Κατασκευαστές υλικού και λογισμικού
- Πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα
- Ασφαλιστικές εταιρείες
- Φαρμακευτικές εταιρείες
- Τα υπουργεία Υγείας
- Οργανισμοί υγείας (εθνικοί και διεθνείς)

- Οργανισμοί προτυποποίησης και χορήγησης αδειών χρήσης (licensing).

Ο κατάλογος αυτός των εμπλεκόμενων μερών δείχνει τις εγγενείς δυσκολίες στην υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης τηλεϊατρικής εφαρμογής, δεδομένου ότι απαιτεί τεράστια προσπάθεια στη διοίκηση, διαχείριση και συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών ρόλων.

1.4. Τηλεϊατρική στα πλοία

Στην Ελλάδα ο θαλάσσιος χώρος είναι μεγάλος. Πρόκειται για ναυτική χώρα με πολλούς ανθρώπους να απασχολούνται στα πλοία και στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις. Πολλοί από αυτούς τους ανθρώπους κάποια στιγμή μπορεί να χρειαστούν ιατρική βοήθεια ενώ βρίσκονται σε ένα ναυτικό ταξίδι. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η συνήθης αντιμετώπιση είναι:

- Η διακομιδή του ασθενούς από αέρος ή θαλάσσης εάν το πλοίο βρίσκεται κοντά σε ακτή, οπότε η επέμβαση εναέριων ή θαλάσσιων σωστικών μέσων είναι εφικτή
- Η αλλαγή πλεύσης του πλοίου για προσέγγιση του κοντινότερου λιμανιού, ώστε ο ασθενής να νοσηλευτή σε νοσοκομείο στην ξηρά.

Η τηλεϊατρική μπορεί να προσφέρει αποτελεσματικές λύσεις στην αντιμετώπιση περιστατικών υγείας σε ένα πλοίο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνώρισε αυτή την προοπτική της τηλεϊατρικής και δημιούργησε το πρόγραμμα MERMAID. Στηρίζεται στη βάση παροχής ιατρικής βοήθειας και συμβουλών για την ασφάλεια αυτών που εργάζονται στη θάλασσα (π.χ. πλοία, ναυτικές βάσεις κ.λ.π.). Αρχικά, έγινε ένας προσδιορισμός του πλήθους των ατόμων που θα μπορούσαν να δεχτούν βοήθεια. Σε όλο τον κόσμο περίπου 1.500.000 άνθρωποι εργάζονται σε δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη θάλασσα (όσον αφορά τα εμπορικά πλοία). Τα περισσότερα πλοία έχουν ικανοποιητική δομή για τη χρήση τεχνολογιών που αφορούν εφαρμογές τηλεϊατρικής. Παρ' όλα αυτά, εκτός ίσως από ένα μικρό αριθμό караβιών κοντά στο 5% δεν υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες (High Speed Data - H.S.D.). Ο αριθμός των κλήσεων τηλεϊατρικής από τη θάλασσα υπολογίζεται μεταξύ των 15.000 και 20.000 το χρόνο σε ολόκληρο τον κόσμο (Anogiannakis & Maglaverá, 1997).

1.5. Προγράμματα τηλεϊατρικής για πλοία

Η χρήση της τηλεϊατρικής στα πλοία, σε σχέση με το δυνητικό της όφελος, έχει απασχολήσει σημαντικά τις μεγάλες ναυτιλιακές εταιρίες, ενώ οι μικρές φαίνεται ότι την αγνόησαν (Patel, 2002). Η χρήση ωστόσο αυτής της σχετικά νέας τεχνολογίας, είναι σημαντικά επωφελής, όχι μόνο από πλευράς προστασίας της υγείας των πληρωμάτων και των επιβαινόντων στα πλοία γενικότερα, αλλά και από οικονομικής πλευράς· κι αυτό γιατί, οι υπεύθυνοι παροχής ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης στα πλοία, είτε δεν είναι γιατροί, οπότε δεν έχουν το αντίστοιχο επίπεδο εκπαίδευσης και εμπειρίας, είτε είναι γιατροί, αλλά σπάνια έχουν την εξειδικευμένη γνώση και εκπαίδευση για να αντιμετωπίσουν το σύνολο των περιστατικών διαφορετικών ιατρικών ειδικοτήτων. Αναγκαίες καθίστανται επομένως οι διακομιδές ασθενών από τα πλοία, οι οποίες είναι αφενός μεν δαπανηρές (λόγω του κόστους μισθώσεως ελικοπτέρου), αφετέρου, μερικές φορές τουλάχιστον αδύνατες, λόγω των περιορισμών που μπορεί να προκύψουν από άσχημες καιρικές συνθήκες είτε μεγάλης αποστάσεως από τις ακτές. Το κόστος εξάλλου εκτροπής της πορείας του πλοίου, για αποβίβαση ασθενούς ή τραυματία είναι μεγάλο (συνυπολογιζόμενης της απώλειας κέρδους για τον πλοιοκτήτη). Νόσοι και κακώσεις εν πλω, παραμένουν η κύρια αιτία ασφαλιστικών αξιώσεων από τους πλοιοκτήτες. Μέχρι και το ένα τρίτο των ασφαλιστικών απαιτήσεων εγείρονται από τραυματισμούς, νόσους και επαναπατρισμούς μελών πληρωμάτων και επιβαινόντων στα πλοία γενικότερα. Εντούτοις, με τις δυνατότητες των σύγχρονων τηλεϊατρικών προγραμμάτων, μπορεί να γίνει ταχεία εκτίμηση της κατάστασης ασθενούς ή τραυματία, έτσι ώστε να λαμβάνεται έγκαιρα και έγκυρη απόφαση για διακομιδή (όταν αυτό απαιτείται) ή για παραμονή στο πλοίο και χορήγηση της κατάλληλης αγωγής, μετά οδηγία ειδικού ιατρού από τη στεριά. Σε ορισμένα περιστατικά μάλιστα, η απόφαση περί διακομιδής ή όχι, μπορεί να είναι κρίσιμη για τον ασθενή, γιατί η διακομιδή αυτή καθαυτή, μπορεί να γίνει αιτία περαιτέρω ιατρικών επιπλοκών.

Δύο είναι τα προγράμματα τηλεϊατρικής που έχουν εφαρμοσθεί στα πλοία, το MEDASHIP (Medical Assistance for Ships) (Europe's Information Society) με λειτουργία στις Ευρωπαϊκές θάλασσες και το MERMAID (Medical Emergency Aid Through Telematics), με λειτουργία σε όλους τους ωκεανούς (Anogiannakis &

Maglavera, 1997). Το MEDASHIP ιδρύθηκε και επιχορηγήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση, με τη συνεργασία τεσσάρων Ευρωπαϊκών Κέντρων από Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία και Ελλάδα, όπου την ευθύνη λειτουργίας είχε το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών “Δημόκριτος”.

Σκοπός του προγράμματος ήταν να καλύψει κατά τα τρία πρώτα χρόνια λειτουργίας του, το 0,5% των εμπορικών πλοίων και το 4% των επιβατηγών και κρουαζιερόπλοίων, δηλαδή περί τα 65 εμπορικά και 80 επιβατηγά ή κρουαζιερόπλοια. Ευρωπαϊκής χορηγίας είναι επίσης και το πρόγραμμα MERMAID (Anogiannakis & Maglavera, 1997), με χαρακτηριστικά ανάλογα του MEDASHIP, που καλύπτει όμως όλους τους ωκεανούς.

1.6. Δυνητικά προβλήματα

Η τηλεϊατρική δεν είναι πάντα εύκολο να υλοποιηθεί ή να υποστηριχθεί. Σύμφωνα με (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009) ένα έργο τηλεϊατρικής πρέπει να ικανοποιεί ένα σύνολο παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: νομικοί, οικονομικοί και τεχνολογικοί. Παρόλο που τα όρια των κατηγοριών αυτών δεν είναι απολύτως ξεκάθαρα, μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες ομάδες:

1.6.1. Νομικά προβλήματα Juridical problems

Ευθύνη και ιατρική αμέλεια. Πρόκειται για ένα σημαντικό ζήτημα, δεδομένου ότι σε ένα σύστημα τηλεϊατρικής όπου μπορούν να συμβούν διάφορες δυσλειτουργίες (προβλήματα δικτύου, δυσλειτουργίες διασυνδεδεμένων συσκευών ή αστοχίες του λογισμικού) μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες πλημμελούς παροχής υπηρεσιών υγείας με πιθανά δυσμενή αποτελέσματα για τον ασθενή. Ένα τέτοιο περιστατικό μπορεί να εγείρει νομικές κυρώσεις απέναντι στο προσωπικό το οποίο έχει αναλάβει τη διαδικασία της περίθαλψης του ασθενούς. Ένα νομικό επίσης ζήτημα είναι η κατανομή της ευθύνης μεταξύ του ειδικού γιατρού που δίνει τις οδηγίες ή του προσωπικού που διενεργεί τις ενέργειες περίθαλψης. Το νομικό ζήτημα περιπλέκεται, όταν οι υπηρεσίες παρέχονται σε διαφορετικές χώρες (όπως στην περίπτωση ενός πλοίου που ταξιδεύει), όπου οι νομοθεσίες διαφέρουν.

Θέματα δικαιωμάτων άσκησης καθηκόντων. Αφενός στα πλοία δεν επιβαίνει εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό ικανό και αδειοδοτημένο να παράσχει ιατρική βοήθεια σε έκτακτα περιστατικά υγείας, ειδικά χωρίς την καθοδήγηση κάποιου ειδικού. Αφετέρου δεν είναι εφικτό στο πλήρωμα κάθε πλοίου να περιλαμβάνονται εξειδικευμένοι γιατροί (παθολόγοι, καρδιολόγοι ή ορθοπεδικοί).

1.6.2. Προβλήματα οικονομικής φύσεως

Κόστος και αποπληρωμή των τηλεϊατρικών υπηρεσιών. Η τιμολόγηση και πληρωμή των εξόδων μιας συνόδου τηλεϊατρικής υποστήριξης γίνεται στη χώρα που αυτές παρέχονται στο πλοίο. Συνεπώς πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός αξιόπιστης τιμολόγησης αλλά και είσπραξης των αντίστοιχων εξόδων, μέσω των εθνικών ασφαλιστικών ταμείων των εμπλεκόμενων μερών.

Τηλεπικοινωνιακά κόστη. Σε πολλές χώρες υφίστανται περιορισμοί στον ανταγωνισμό των επικοινωνιακών παρόχων, με αποτέλεσμα τα τηλεπικοινωνιακά κόστη να διατηρούνται υψηλά, ειδικά για εφαρμογές όπως η τηλεϊατρική.

Κόστος εξοπλισμού. Η πλειονότητα του εξοπλισμού σε υλικό και λογισμικό που προορίζεται για εφαρμογές τηλεϊατρικής, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που ενσωματώνει έχει συγκριτικά υψηλότερο κόστος.

1.6.3. Τεχνολογικά προβλήματα

Κλειστά συστήματα. Πολλές φορές τα συστήματα τηλεϊατρικής που χρησιμοποιούνται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας είναι κλειστής αρχιτεκτονικής και ενσωματώνουν περιορισμένα χαρακτηριστικά διαλειτουργικότητας με άλλα ιατρικά συστήματα (όπως Συστήματα Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου).

Εύρος ιατρικών ειδικοτήτων της τηλεϊατρικής. Όπως έχει ήδη αναφερθεί (§1.3.1 - Κλάδοι της τηλεϊατρικής, σελ. 3) η τηλεϊατρική καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ιατρικών ειδικοτήτων, με αποτέλεσμα πολλές φορές να παρατηρείται πλεονασμός στις υλοποιήσεις των εφαρμογών, έλλειψη διαμοιρασμού κόστους σε κοινές εφαρμογές αλλά και ασυμβατότητες μεταξύ των συστημάτων.

Επικοινωνιακά δίκτυα. Σε περιοχές όπως τα νησιά ή η ανοικτή θάλασσα η διαθεσιμότητα δικτύων GSM ή δορυφορικών πολλές φορές περιορίζεται από παράγοντες όπως η απόσταση από τις κεραιές ή οι καιρικές συνθήκες. Επίσης πολλές φορές η ισχύς του σήματος εξασθενεί, δημιουργώντας διακοπές και καθυστερήσεις στη μετάδοση των ιατρικών δεδομένων μιας εφαρμογής τηλεϊατρικής (Madhavan & Khalid, 2013).

Διαθέσιμοι πόροι για εφαρμογές τηλεϊατρικής. Για να είναι σε θέση ένα σύστημα τηλεϊατρικής να εξυπηρετεί ένα μεγάλο εύρος ιατρικών περιστατικών, είναι απαραίτητο να διαθέτει διαφορετικές ιατρικές συσκευές διασυνδεδεμένες σε αυτό. Το ζήτημα που εγείρεται είναι κατά πόσο ο εξοπλισμός ικανοποιεί τα ιατρικά πρότυπα και αν αποτρέπει τους ειδικούς να το χρησιμοποιούν στην περίπτωση που αυτός είναι ανεπαρκής. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η ποιότητα και η ανάλυση μιας ακτινογραφικής εικόνας που μεταδίδεται δεν καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις, ώστε η διάγνωση να είναι ακριβής και έγκυρη. Επίσης εμφανίζονται περιπτώσεις στις οποίες οι χειριστές των συσκευών δεν έχουν τις κατάλληλες γνώσεις και ικανότητες ώστε να κάνουν τις απαραίτητες ρυθμίσεις, με αποτέλεσμα τα αποτελέσματα των καταγραφών να είναι μη ικανοποιητικά. Η τηλεϊατρική στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτεί ακριβές υποδομές και σύνθετες ρυθμίσεις, παράγοντες ανασταλτικοί για τη γενικευμένη εφαρμογή τους στη ναυσιπλοΐα (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009).

Δόμηση των ιατρικών πληροφοριών:

Μεταβλητότητα των περιστατικών που εξυπηρετούνται απ' την τηλεϊατρική. Η χρήση ενός συστήματος τηλεϊατρικής σε ένα πλοίο ενδέχεται να εξυπηρετήσει περιστατικά πολλαπλών μορφών (καρδιακά επεισόδια, πνευμονίες, τραυματισμούς). Κάθε περιστατικό έχει ανάγκη συλλογής διαφορετικών ιατρικών πληροφοριών από τον ασθενή μέσω των ιατρικών συσκευών. Το γεγονός αυτό δημιουργεί πολλά διαφορετικά σύνολα δεδομένων διαφορετικών δεδομένων, τα οποία το σύστημα πρέπει να διαχειρίζεται αποτελεσματικά.

Απουσία ενός κοινού πρωτοκόλλου για την ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων μεταξύ ετερογενών Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας. Σήμερα

χρησιμοποιούνται πολλαπλά πρωτόκολλα, τα οποία δημιουργούν ασυμβατότητες στη διαλειτουργικότητα των συστημάτων.

2. Η τηλεϊατρική στον κόσμο

2.1. Ηνωμένες Πολιτείες

Οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν από τις πρώτες χώρες η οποία επένδυσε στην εξέλιξη προγραμμάτων τηλεϊατρικής. Στις ΗΠΑ επίσης παρατηρείται η μεγαλύτερη εξέλιξη τεχνολογιών τηλεϊατρικής. Το 1992 δημιουργήθηκε η American Telemedicine Association (ATA), η οποία μέχρι το 1996 αριθμούσε 490 μέλη. Η ATA προσφέρει υπηρεσίες όπως η δερματολογία, η νευρολογία, η παιδιατρική, η ογκολογία, η ψυχιατρική και άλλες μορφές διάγνωσης από απόσταση (Καστανιά & Roca, 2009).

Σημαντικές εφαρμογές της τηλεϊατρικής υλοποιήθηκαν από τη NASA για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών στις διαστημικές αποστολές. Οι επανδρωμένες αποστολές στο διάστημα έχουν αυξημένες ανάγκες υγειονομικής υποστήριξης των αστροναυτών από γιατρούς υψηλής εξειδίκευσης, οι οποίοι δεν είναι δυνατό να συμμετέχουν στις αποστολές. Οι τεχνολογίες της τηλεϊατρικής αποτελούν μοναδική λύση στα ζητήματα υγειονομικής παρακολούθησης και αντιμετώπισης περιστατικών υγείας των αστροναυτών.

Εκτός από τη NASA και ο στρατός των Ηνωμένων Πολιτειών χρησιμοποιεί τηλεϊατρική. Το 1992 συγκροτήθηκε το γραφείο διαχείρισης προηγμένης ιατρικής τεχνολογίας στο Maryland. Το συγκεκριμένο γραφείο υποστήριξε με εφαρμογές τηλεϊατρικής τις αποστολές του αμερικανικού στρατού στη Βοσνία και τη Σομαλία.

Το 1994 το Γενικό Νοσοκομείο της Βοστώνης ίδρυσε την εταιρεία WellCare με σκοπό την παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε χώρες της Μέσης Ανατολής χρησιμοποιώντας τηλεφωνικά δίκτυα. Το 1994 επίσης τα κέντρα υγείας 38 αγροτικών περιοχών των ΗΠΑ ελάμβαναν υπηρεσίες διάγνωσης από το Oklahoma Telemedicine Network (Oklahoma State University Center for Health Sciences, 2014).

Στις Η.Π.Α οι υπηρεσίες χρεώνονται στο σημείο παροχής τους. Αυτό σημαίνει ότι ο ασθενής πληρώνει τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής στη μονάδα υγείας ή γενικότερα στο σημείο που εξυπηρετείται.

2.2. Καναδάς

Προγράμματα τηλεϊατρικών υπηρεσιών δημιουργήθηκαν στον Καναδά τη δεκαετία του '70. Χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές επικοινωνίες για την αποστολή ιατρικών δεδομένων σε απομακρυσμένες περιοχές της χώρας.

Από το 1995 η καναδική κυβέρνηση ξεκίνησε το σχεδιασμό υποδομών πληροφορικής υγείας και το 1995 το καναδικό δίκτυο έρευνας Canarie υποστήριξε με επιστημονικούς πόρους το εθνικό δίκτυο πληροφοριών υγείας. Το καναδικό αυτό δίκτυο έχει συμπεριλάβει 17 εφαρμογές τηλε-υγείας.

Ο ιδιωτικός τομέας επίσης έχει διαδραματίσει ρόλο στην επέκταση της τηλεϊατρικής στη χώρα. 11 καναδικές εταιρίες τηλεφωνίας δημιούργησαν ένα ενιαίο κέντρο υποστήριξης πολιτών με θέματα υγείας.

Στον Καναδά από την άλλη υπάρχουν δημόσιες και ιδιωτικές προσφερόμενες υπηρεσίες τηλεϊατρικής με διαφορετικές κλίμακες χρεώσεων. [44]

2.3. Ευρώπη

Ηνωμένο Βασίλειο

Από το 1998 δημιουργήθηκαν 4 κέντρα τηλεϊατρικής στο Ηνωμένο Βασίλειο: Aberdeen στη Σκωτία, Powys, Guy's Hospital και Hammersmith Hospital στο Λονδίνο και το Queen's University στο Μπέλφαστ. Στο Aberdeen υπήρχε σύνδεση με το συντονιστικό κέντρο ιατρικών υπηρεσιών RGIT, όπου και συγκεντρώνονταν και ανταλλάσσονταν ιατρικά δεδομένα μέσω κινητών τηλεφώνων και δορυφόρων. Το Guy's Hospital επιδεικνύει εξειδίκευση στον τομέα της τηλεψυχιατρικής. Το Hammersmith hospital συμμετέχει στο δίκτυο υψηλών ταχυτήτων Super-Janet Network και συνδέει 14 περιοχές.

Το Super-Janet Network έχει επαρκείς υποδομές και εύρος ζώνης για υποστήριξη εφαρμογών μέσω των συμμετεχόντων σε αυτό: 3D απεικόνιση υπερήχων με τα νοσοκομεία Queen's και Charlotte, βελτίωση τομογραφίας μέσω τεχνολογίας PET στο Εδιμβούργο, τηλεπαθολογία Μάντσεστερ, εκπαίδευση από απόσταση μέσω

βίντεο και πρόσβαση στη Βρετανική Βιβλιοθήκη στο πανεπιστήμιο UCL του Λονδίνου. Στο Super-Janet Network βασίστηκε και το πρόγραμμα τηλεεκπαίδευσης ISURRECT. Στο πλαίσιο του προγράμματος υλοποιείται η διδασκαλία χειρουργικής με σύνδεση 6 σχολών ιατρικής, μέσω ζωντανής αναμετάδοσης μαθημάτων στο αμφιθέατρο αλλά και ανταλλαγή ιατρικών εικόνων για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Το 1992 υλοποιήθηκε ένα πρόγραμμα στο νοσοκομείο Royal Victoria για αντιμετώπιση μικροτραυματισμών μέσω τηλεϊατρικής. Το 1994 ιδρύθηκε το Academic Institute of Telemedicine στο Queen's University. Το ίδιο έτος ξεκίνησε συνεργασία ανάμεσα σε νοσοκομεία του Ηνωμένου Βασιλείου για την υλοποίηση υπερήχων από απόσταση μέσω τηλεπικοινωνιακής γραμμής 2Mbps. Τέλος η UK National Health Service ανέπτυξε ένα εικονικά ιδιωτικό δίκτυο (VPN) με το όνομα NHSnet, σχεδιασμένο για την πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες μόνο σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό (Καστανιά & Roca, 2009).

Γερμανία

Στη Γερμανία περίπου το 1% του ετήσιου προϋπολογισμού υγείας κατευθύνεται σε επενδύσεις τηλεϊατρικής.

Ήδη από το 1986 ξεκίνησε στο Ανόβερο πρόγραμμα τηλεϊατρικής στο οποία χρησιμοποιούνταν δικτυακή επικοινωνία μέσω βίντεο για την επικοινωνία και των ιατρικών κέντρων της περιοχής και την ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών και παροχή υπηρεσιών υγείας από απόσταση. Το 1998 στο Βερολίνο ξεκίνησε πρόγραμμα τηλε-ραδιολογίας και το πανεπιστήμιο της Στουτγκάρδης ξεκίνησε πρόγραμμα τηλε-παθολογίας. Στη Γερμανία επίσης αναπτύχθηκε το δίκτυο υψηλών ταχυτήτων SICONET (Stereoscopic Image Communication Network) για την ανταλλαγή κινούμενης στερεοσκοπικής ιατρικής εικόνας.

Το 1997 η Deutsche Telecom σε συνεργασία με τον Γερμανικό Ιατρικό Σύλλογο ανέπτυξαν ένα δίκτυο υγείας που συνδέει όλους τους ειδικευόμενους γιατρούς της χώρας και τους φορείς στους οποίους αυτοί απασχολούνται. Επίσης βρίσκονται σε εξέλιξη προγράμματα ανταλλαγής ήχου και βίντεο μεταξύ οικιών και ιατρικών κέντρων για την παροχή κατ' οίκον ιατρικών υπηρεσιών: πρώτες βοήθειες, επείγουσα βοήθεια, υποστήριξη θεραπείας και υποστήριξη του υποστηρικτικού προσωπικού.

Γαλλία

Η Γαλλία ξεκίνησε τη χρήση της τηλεϊατρικής από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Ήδη από το 1947 το Centre of Maritime Health Care Consultation άρχισε να προσφέρει υπηρεσίες ιατρικών γνωματεύσεων μέσω τηλεφώνου αλλά και ραδιοτηλεφώνου. Με τη δημιουργία των υπηρεσιών SAMU και SAMUR το 1968 η τηλεϊατρική στη Γαλλία άρχισε να εξελίσσεται πολύ γρήγορα. Το 1991 η χώρα υιοθέτησε τη σύσταση της ευρωπαϊκής ένωσης για έναν ενιαίο εθνικό αριθμό κλήσης - το 112 - για υποστήριξη επειγόντων περιστατικών από εξειδικευμένο προσωπικό. Από το 1993 πάνω από 20 νοσοκομεία στη χώρα χρησιμοποιούν τηλέφωνο και βίντεο για τις ανάγκες της τηλεϊατρικής.

Ισπανία

Στην Ισπανία το 1990 δημιουργήθηκε από τη Γενική Διεύθυνση Τηλεπικοινωνιών το πρόγραμμα REVISA, ένα πρόγραμμα ιατρικής φροντίδας στα Κανάρια Νησιά. Τα νοσοκομεία των νησιών εφοδιάστηκαν με βιντεόφωνα και βιντεοκάμερες μεγάλης ευκρίνειας για να καταγράφουν τα ιατρικά συμβούλια.

Το 1991 στα Κανάρια Νησιά η πολυεθνική CAT AI εφάρμοσε τεχνολογία ανάλυσης DNA από απόσταση. Το εγχείρημα όμως αυτό λόγω υψηλού κόστους και χαμηλής χρηματοδότησης έφθινε, έως ότου σταμάτησε ολοκληρωτικά τη δραστηριότητά του.

Το 1994 μέσω του προγράμματος FEST νοσοκομεία στη Καταλωνία, τη Βαρκελώνη και τη Μανρέζα συνδέθηκαν μεταξύ τους μέσω γραμμών ISDN ταχύτητας 128kbs σε δίκτυο οπτικών ινών. Την ίδια χρονιά με τη βοήθεια χρηματοδότησης από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα πολλά ισπανικά προγράμματα άρχισαν να πειραματίζονται με εφαρμογές τηλεϊατρικής.

Το 1996 ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα τηλεκαρδιολογίας μεταξύ της Μαδρίτης και περιφερειακών Κέντρων Υγείας. Το 1996 επίσης το Υπουργείο Άμυνας της Ισπανίας μέσω δορυφόρου μπόρεσε να συνδέσει το στρατιωτικό νοσοκομείο της Μαδρίτης με το μέτωπο της Βοσνίας-Ερζεγοβίνης.

Ολλανδία

Στην Ολλανδία η ιατρική φροντίδα μέσω τηλεϊατρικής είναι αρκετά ανεπτυγμένη. Υπάρχει σύνδεση μεταξύ νοσοκομείων, γιατρών και φαρμακείων. Η σύνδεση αυτή είναι η εξέλιξη ενός προγράμματος που συνδέει επαγγελματίες μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Το 1991 υπογράφηκε συμβόλαιο μεταξύ των ναυτιλιακών εταιρειών και του Υπουργείου Μεταφορών της χώρας για την υλοποίηση προγραμμάτων τηλεϊατρικής στα πλοία. Στο πλαίσιο αυτό πάνω από 300 γιατροί μπορούν να λαμβάνουν ιατρικά αποτελέσματα, ακτινογραφίες κ.α. από πλοία και να στέλνουν πίσω γνωματεύσεις και ιατρικές συμβουλές.

Ιταλία

Στην Ιταλία από το 1935 ήδη ξεκίνησε μια προσπάθεια για να υπάρχει ιατρική υποστήριξη σε πλοία και σε νησιά. Πάνω στα πλοία οι εξετάσεις που γίνονταν δινόταν μέσω ραδιοσυχνοτήτων σε ιατρικά κέντρα στην ξηρά. Από το 1970 και μετά ξεκίνησε η μετάδοση ιατρικών δεδομένων καθαυτών μέσω τηλεφωνικών γραμμών και το 1987 ξεκίνησε η ανταλλαγή ιατρικών εικόνων μέσω των πλέον σύγχρονων συστημάτων επικοινωνίας.

Η πρώτη μελέτη στον τομέα της τηλεϊατρικής ξεκίνησε στη Φλωρεντία και η πρώτη χρήση της στη Τεργέστη. Το 1986 η Ευρωπαϊκή Κοινότητα προώθησε ένα πρόγραμμα για την κατανόηση της ωφέλειας που μπορεί να επιφέρουν οι τηλεπικοινωνίες στην ιατρική. Στο πολυτεχνείο του Μιλάνου δημιουργήθηκε ένα από τα πρώτα εργαστήρια τηλε-ρομποτικής για την εξ αποστάσεως πραγματοποίησης τηλεχειρουργικής. Το 1995 στο ίδιο εργαστήριο πραγματοποιήθηκε η πρώτη βιοψία μέσω τηλεχειρουργικής.

Στην Ιταλία εκτός των άλλων αναπτύχθηκε πρόγραμμα τηλεδιδασκαλίας μεταξύ ακαδημαϊκών κέντρων στη Γένοβα. Υπήρχαν επίσης και αποστολές ιατρικού προσωπικού με υποστήριξη τηλεϊατρικής στο Σαράγεβο, με δορυφορική σύνδεση των φορητών μονάδων στο Σαράγεβο με Κέντρα τηλεϊατρικής σε Μιλάνο και Ρώμη.

Νορβηγία

Όπως και στην Ιταλία έτσι και στην Νορβηγία οι βάσεις της τηλεϊατρικής τέθηκαν πολύ νωρίς. Από το 1920 δημιουργήθηκε υπηρεσία υποστήριξης ιατρικής βοήθειας στα πλοία. Το 1986 μία εταιρία τηλεπικοινωνιών άρχισε να επενδύει χρήματα για συσκευές και συστήματα τηλεϊατρικής.

Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες υπάρχει χρέωση σε όλες ή σε κάποιες υπηρεσίες τηλεϊατρικής. Υπάρχουν βέβαια και χρηματοδοτούμενα προγράμματα από τα κράτη. Η πρώτη ευρωπαϊκή χώρα που επέβαλε χρέωση σε τηλεϊατρικές υπηρεσίες ήταν η Νορβηγία (Καστανιά & Roca, 2009).

2.4. Ασία

Ιαπωνία

Στην Ιαπωνία εφαρμογές τηλεϊατρικής δημιουργήθηκαν από το 1971 με τη χρήση κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης για τη διαβίβαση εικόνας του ασθενούς. Τη δεκαετία του '80 η εξέλιξη συνεχίστηκε με τη μετάδοση ιατρικών δεδομένων από απλές τηλεφωνικές γραμμές και το '90 η μετάδοση ήχου και εικόνας μέσω γραμμών ISDN.

Κίνα

Οι τηλεπικοινωνιακές υποδομές της Κίνας βασίζονται σε οπτικές ίνες και εφαρμογές τηλεϊατρικής έχουν αναπτυχθεί κυρίως στο Χόνγκ Κόνγκ όπου υπάρχουν σε εξέλιξη τέσσερα προγράμματα τηλεραδιολογίας. Το 1996 ιδρύθηκε στην Κίνα η Κοινότητα Τηλεϊατρικής.

Αραβικές Χώρες

Το νοσοκομείο King Faisal Specialist Hospital χρησιμοποιεί τη δορυφορική σύνδεση INTRSAT για σύνδεση του με το George Washington University Medical Center στις Η.Π.Α όπως και με άλλα νοσοκομεία της Αμερικής.

2.5. Αυστραλία

Οι πρώτες προσπάθειες δορυφορικής σύνδεσης απομονωμένων περιοχών με αστικά κέντρα για τηλεϊατρικές εφαρμογές ξεκίνησαν το 1960 από επιστήμονες στην Αυστραλία. Προσφέρονται συστηματικά ολοκληρωμένα προγράμματα τηλεϊατρικής σε γεωγραφικά απομακρυσμένες ζώνες (Καστανιά & Roca, 2009).

2.6. Τηλεϊατρική στην Ελλάδα

- Το 1988 η Ιατρική Σχολή Αθηνών ανέπτυξε νέες τεχνολογίες τηλεματικής για την πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας. Την ίδια χρονιά το πρόγραμμα Science for stability του NATO σε συνεργασία με την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας προμηθεύει δύο τερματικούς σταθμούς τηλεϊατρικής. Ο ένας εγκαταστάθηκε στο Σισμανόγλειο νοσοκομείο.
- Το 1989 γίνεται με επιτυχία η σύνδεση του Σισμανόγλειου νοσοκομείου με το κέντρο υγείας Πάρου. Είχαν προηγηθεί η συνεργασία του νοσοκομείου με την Ιατρική Σχολή και δοκιμαστική σύνδεση με το κέντρο υγείας Σπάτων.
- Το 1990 γίνεται η σύνδεση του Σισμανόγλειου Νοσοκομείου με το Νομαρχιακό νοσοκομείο Καρπενησίου. Παράλληλα ιδρύεται και η Ελληνική Εταιρεία Τηλεϊατρικής.
- Το 1991 ξεκινάει πιλοτικό πρόγραμμα τηλεϊατρικής και γίνεται η εγκατάσταση τερματικών σε 13 κέντρα υγείας σε όλη την Ελλάδα. Ο Ο.Τ.Ε μπαίνει και αυτός στο πρόγραμμα και εγκαθιστά δύο τερματικά στο Σισμανόγλειο νοσοκομείο.

2.6.1. Δίκτυο Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα

Τα νοσοκομεία και τα κέντρα υγείας που μπήκαν στο πρόγραμμα τηλεϊατρικής στην Ελλάδα ήταν:

1. Κέντρο υγείας Αμυνταίου
2. Κέντρο υγείας Γυθείου

3. Κέντρο υγείας Θεσπρωτικού
4. Κέντρο υγείας Σαντορίνης
5. Νοσοκομείο-κέντρο υγείας Λήμνου
6. Κέντρο υγείας Ιθάκης
7. Κέντρο υγείας Πάρου
8. Κέντρο υγείας Σκοπέλου
9. Κέντρο υγείας Σουφλίου
10. Κέντρο υγείας Τσοτυλίου
11. Νοσοκομείο-κέντρο υγείας Φιλιατρών
12. Κέντρο υγείας Εχίνου
13. Περιφερικό ιατρείο Αστυπάλαιας
14. Περιφερικό ιατρείο Φούρνων Ικαρίας
15. Περιφερικό ιατρείο Κουρουνίων Χίου
16. Περιφερικό ιατρείο Οινουσσών
17. Κέντρο υγείας Παραμυθιάς
18. Κέντρο υγείας Άντισσας Μυτιλήνης
19. Περιφερικό ιατρείο Καστελόριζου

Κάποια περιφερικά ιατρεία εντάχθηκαν στο πρόγραμμα τηλεϊατρικής μέσω τηλεφώνου και φαξ. Αυτά είναι:

1. Περιφερικό ιατρείο Αγαθονησίου
2. Περιφερικό ιατρείο Αγίου Ευστρατίου

3. Περιφερικό ιατρείο Ηράκλειας Νάξου
4. Περιφερικό ιατρείο Τυμφηροστού
5. Κέντρο υγείας Καρπάθου
6. Περιφερικό ιατρείο Κιμώλου
7. Περιφερικό ιατρείο Κουφονησίων
8. Περιφερικό ιατρείο Λειψών
9. Περιφερικό ιατρείο καλάμου Λευκάδος
10. Περιφερικό ιατρείο Μύτικα Λευκάδος
11. Περιφερικό ιατρείο Φολεγάνδρου

Στο ολοκληρωμένο δίκτυο τηλεϊατρικής το 1992 αντιμετωπίστηκαν πάνω από 4.500 περιστατικά, τόσο έκτακτα είτε χρόνια (Τσαγκάρης, Χατζηπανταζή, Τσαρούχη, & Τσαντούλας, 2000).

3. Τεχνολογική υλοποίηση ενός συστήματος τηλεϊατρικής σε πλοίο

Στο περιβάλλον ενός πλοίου είναι σύνηθες το προσωπικό που καλείται να παράσχει τις πρώτες βοήθειες ή να περιθάλψει έναν ασθενή ή τραυματία να μη διαθέτει το θεωρητικό υπόβαθρο και την εμπειρία να ανταπεξέλθει σε όλα τα περιστατικά. Αυτό το πρόβλημα επιλύεται με χρήση της τηλεϊατρικής, δίνοντας τη δυνατότητα εξειδικευμένοι καρδιολόγοι, ορθοπαιδικοί, νευροχειρουργοί και γιατροί άλλων ειδικοτήτων να είναι εικονικά παρόντες στο περιστατικό και να παρέχουν τις συμβουλές και την αναγκαία καθοδήγηση. Για να γίνει αυτό δυνατό πρέπει να τίθενται στη διάθεση του γιατρού τα βιοσημάτα του ασθενούς καθώς και ψηφιακές εικόνες του. Σύμφωνα με τους (Madhavan & Khalid, 2013) έρευνα στο πεδίο της τηλεϊατρικής δείχνει ότι η τηλεϊατρική στα επείγοντα περιστατικά είναι η τέταρτη στη σειρά πιο ζητούμενη υπηρεσία τηλεϊατρικής, σε ένα ποσοστό 39,8% των ερωτηθέντων.

Με την πάροδο των ετών έχουν εμφανιστεί συστήματα για την παρακολούθηση του ασθενούς από απόσταση (The American Telemedicine Association, 2012) καθώς και συστήματα τηλεμετρίας (Government of Saakatsewan, 2012) για την καταγραφή υγειονομικών παραμέτρων του ασθενούς. Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα έχουν τη δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας, διευκολύνοντας έτσι τη χρησιμοποίησή τους στο χώρο που νοσηλεύεται ο ασθενής και μπορούν να εφαρμοστούν και στα πλοία.

Τα σύγχρονα συστήματα τηλεϊατρικής υποστηρίζουν τεχνικές τόσο για τη μετάδοση δεδομένων και ψηφιακών εικόνων σε πραγματικό χρόνο, όσο και για την αποθήκευσή τους και προώθησή τους (store and forward) σε μεταγενέστερο χρόνο. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί στη ναυσιπλοΐα, δεδομένου ότι έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μπορεί να διαχειριστεί την επικοινωνία δεδομένων μεταξύ του πλοίου και ενός κέντρου τηλεϊατρικής σε ένα ιατρικό κέντρο.

- Προάγει τις υπηρεσίες υποστήριξης επειγόντων περιστατικών σε ένα πλοίο, παρέχοντας πρόσβαση εξειδικευμένου προσωπικού σε συσκευές τηλεμετρίας, οι οποίες βρίσκονται εγκατεστημένες στο πλοίο.
- Δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης του ασθενούς από απόσταση, ενώ αυτός βρίσκεται στο πλοίο (έως ότου διακομισθεί σε ένα νοσοκομείο στην ξηρά), μέσω διαβίβασης δεδομένων και εικόνων στο νοσοκομείο όπου βρίσκεται ο αρμόδιος γιατρός.

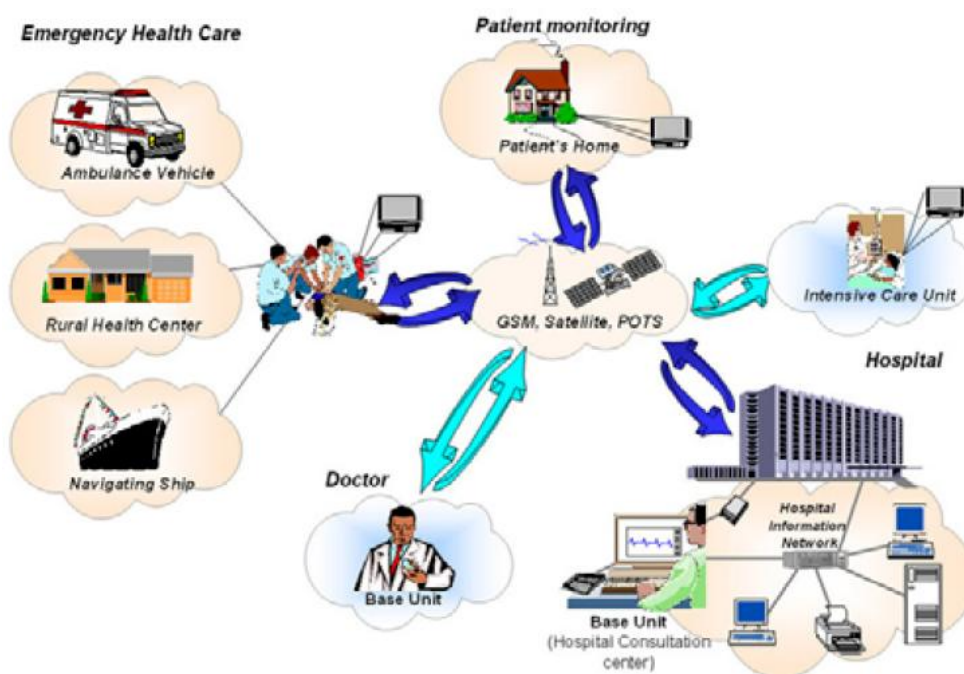
Η Μονάδα τηλεϊατρικής του πλοίου πρέπει να είναι συμβατή με τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που υποστηρίζουν τα συστήματα καταγραφής υγειονομικών παραμέτρων των κυριότερων κατασκευαστών (ενδεικτικά: Johnson & Johnson CRITIKON Dinamap Plus και Welch Allyn -Protocol - Propaq). Η μονάδα αυτή μπορεί να αποστέλλει στο νοσοκομείο ηλεκτροκαρδιογραφήματα, βιοσήματα (πίεση αίματος, θερμοκρασία, καρδιακούς παλμούς, κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο, κ.α.), στατικές εικόνες και βίντεο του ασθενούς, χρησιμοποιώντας ποικιλία επικοινωνιακών δικτύων (δορυφορικά και GSM). Ένα σύστημα τηλεϊατρικής είναι απαραίτητο να διαθέτει μία μονάδα εγκατεστημένη σε ένα νοσοκομείο ή ιατρικό κέντρο. Αναφερόμαστε σε αυτή τη μονάδα με τον όρο «Κεντρική μονάδα». Η Κεντρική μονάδα αποτελείται από ένα σύνολο ενοτήτων λογισμικού οι οποίες λαμβάνουν τα δεδομένα της Μονάδας τηλεϊατρικής, αποστέλλει πληροφορίες πίσω σε αυτήν και αποθηκεύει όλα τα δεδομένα. Για την επικοινωνία των δύο μερών χρησιμοποιείται το δικτυακό πρωτόκολλο TCP/IP.

3.1. Δομή συστημάτων τηλεϊατρικής στα πλοία

Ένα σύστημα τηλεϊατρικής το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα πλοίο αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία:

1. Τη *Μονάδα τηλεϊατρικής* (η οποία μπορεί να είναι φορητή ή σταθερή).
2. Την *Κεντρική μονάδα* (ή *ιατρική μονάδα*), η οποία μπορεί επίσης να είναι φορητή ή σταθερή. Αυτή βρίσκεται εγκατεστημένη σε ένα κεντρικό νοσοκομείο.

Η Εικόνα 1 απεικονίζει τη συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος. Η Μονάδα τηλεϊατρικής είναι εγκατεστημένη σε κατάλληλο χώρο του πλοίου (συνήθως στο ιατρείο του) ενώ η κεντρική μονάδα στο νοσοκομείο, όπου και αποστέλλονται τα δεδομένα και οι ιατρικές εικόνες του ασθενούς για επεξεργασία και προσδιορισμό της θεραπείας. Η Μονάδα τηλεϊατρικής είναι υπεύθυνη για τη συλλογή των ιατρικών πληροφοριών του ασθενούς και την αυτόματη αποστολή τους στην κεντρική μονάδα. Η κεντρική μονάδα αποτελείται από ένα σύνολο ενοτήτων λογισμικού οι οποίες λαμβάνουν τα δεδομένα της Μονάδας τηλεϊατρικής, αποστέλλει πληροφορίες πίσω σε αυτήν και αποθηκεύει όλα τα δεδομένα σε μια τοπική βάση δεδομένων. Η κεντρική μονάδα συντίθεται από διαφορετικές εφαρμογές, σύμφωνα με τις υπηρεσίες που προσφέρει το νοσοκομείο.



Εικόνα 1. Συνολική αρχιτεκτονική συστήματος

Οι τρέχουσες τάσεις των εφαρμογών τηλεϊατρικής καταγράφονται στον Πίνακα 1. Για την καταγραφή χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο κριτηρίων που επιδρά στην ανάπτυξη ενός συστήματος τηλεϊατρικής στο περιβάλλον ενός πλοίου (κόστος, μεταφοριμότητα, αυτονομία, βάρος και μέγεθος της μονάδας τηλεϊατρικής, τύπος και ποιότητα της υπολογιστικής μονάδας και της κάμερας, δικτυακό μέσο).

Πίνακας 1. Τρέχουσες τάσεις και απαιτήσεις από τις εφαρμογές τηλεϊατρικής

Εφαρμογές τηλεϊατρικής	Βασικές ανάγκες							
	Κόστος	Μεταφερισιμό- τητα	Αυτονομία	Μικρό μέγεθος & βάρος	Είδος προσωπικού υπολογιστή	Ποιότητα κάμερας	Δίκτυο επικοινωνίας	Φιλικότητα στο χρήστη
Ασθενοφόρο	Μέση/Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Tablet	Μέση/Υψηλή	GSM	Μέση/Υψηλή
Πλοίο	Μέση/Υψηλή	Χαμηλή/Μέση	Χαμηλή/Μέση	Χαμηλή	Desktop/Laptop	Μέση/Υψηλή	GSM/Satellite	Μέση/Υψηλή
Κατ' οίκον βοήθεια	Χαμηλή	Χαμηλή/Μέση	Χαμηλή/Μέση	Χαμηλή	Desktop/Laptop	Μέση/Υψηλή	POTS	Υψηλή
Εντατική θεραπεία	Μέση/Υψηλή	Χαμηλή/Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Desktop	Υψηλή	POTS,/GSM	Μέση/Υψηλή

3.2. Αρχιτεκτονική του συστήματος

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 1, το χαμηλό κόστος είναι σημαντικός παράγοντας για την υλοποίηση ενός συστήματος τηλεϊατρικής στα πλοία, δεδομένου ότι οι ναυτιλιακές εταιρείες επωμίζονται ένα πολλαπλασιαστικό κόστος εξοπλισμού του στόλου της με τον αντίστοιχο ιατρικό και τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό. Η μεταφερισιμότητα και η αυτονομία δεν παίζουν σημαντικό ρόλο για μια εφαρμογή τηλεϊατρικής σε πλοίο, δεδομένου ότι οι συσκευές παραμένουν στο χώρο του πλοίου και δεν υπάρχει ανάγκη μεταφοράς τους σε άλλο χώρο κατά τη διακομιδή του ασθενούς. Επίσης το πλοίο διαθέτει αποθέματα ενέργειας για την τροφοδοσία των συσκευών με ηλεκτρική ενέργεια. Ο τύπος της υπολογιστικής μονάδας κατά προτίμηση είναι ένας υπολογιστής γραφείου ή φορητός (laptop), ο οποίος μπορεί να στερεωθεί στο χώρο του ιατρείου του πλοίου κατά τρόπο ώστε να μην επηρεάζεται από τις δυσμενείς συνθήκες (θαλασσοταραχή). Η ποιότητα της κάμερας θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι όσο το δυνατόν πιο υψηλή, δεδομένου ότι η ιατρική εικόνα έχει απαιτήσεις λεπτομερούς απεικόνισης ώστε η διάγνωση να γίνεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Το επικοινωνιακό δίκτυο μπορεί να είναι το GSM (σε περιπτώσεις ακτοπλοϊκών ταξιδιών). Για περιπτώσεις ναυτικών ταξιδιών στην ανοικτή θάλασσα η επιλογή είναι το δορυφορικό δίκτυο, το οποίο όμως έχει αυξανόμενο κόστος όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις ταχύτητας και ποιότητας επικοινωνίας. Η φιλικότητα προς το χρήστη είναι σημαντικός παράγοντας για όλες τις εφαρμογές, ειδικά για τις εφαρμογές της Μονάδας τηλεϊατρικής όπου το προσωπικό που τις χρησιμοποιεί δεν έχει τις γνώσεις, την εξειδίκευση και την εξοικείωση με τα ιατρικά συστήματα.

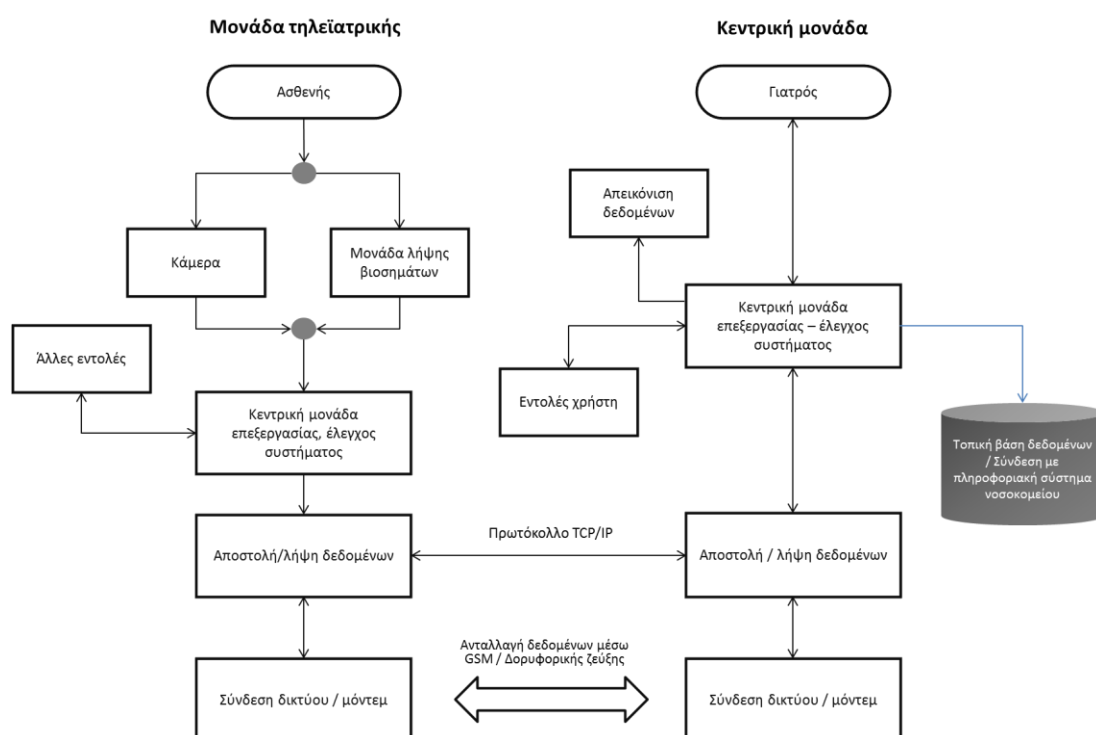
Εκτός από τα παραπάνω, οι εφαρμογές τηλεϊατρικής πρέπει να πληρούν κάποια επιπλέον κριτήρια όπως η ασφάλεια των πληροφοριών και το είδος της μετάδοσης (σε πραγματικό χρόνο ή αποθήκευση και προώθηση – store and forward).

3.3. Σχεδιασμός συστήματος και τεχνική υλοποίηση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ένα σύστημα τηλεϊατρική στη γενικότητα απαρτίζεται από δύο βασικές ενότητες (Εικόνα 1).

1. Τη «Μονάδα τηλεϊατρικής», η οποία είναι εγκατεστημένη στο πλοίο.
2. Την «Κεντρική μονάδα», η οποία είναι εγκατεστημένη στο νοσοκομείο και η οποία χρησιμοποιείται από το γιατρό ο οποίος κάνει τη διάγνωση ή παρακολουθεί την εξέλιξη της κατάστασης της υγείας του ασθενούς.

Η Μονάδα τηλεϊατρικής είναι υπεύθυνη για τη συλλογή και την αποστολή των βιοδεικτών, των εικόνων και των βίντεο από το πλοίο στη θέση του γιατρού που χειρίζεται το περιστατικό. Η Κεντρική μονάδα έχει την ευθύνη της λήψης και απεικόνισης των εισερχόμενων δεδομένων. Η ροή των πληροφοριών μεταξύ των δύο σημείων απεικονίζεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2. Ροή πληροφορίας στο σύστημα τηλεϊατρικής

Η καθιερωμένη αρχιτεκτονική των συστημάτων τηλεϊατρικής έως σήμερα είναι του πελάτη – διακομιστή (client – server). Η Μονάδα τηλεϊατρικής είναι ο πελάτης και η Κεντρική μονάδα είναι ο διακομιστής. Η επικοινωνία των δύο μερών διεκπεραιώνεται με χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP, το οποίο προσφέρει ασφαλή μετάδοση δεδομένων και διαλειτουργικότητα σε διαφορετικά δίκτυα (GSM, δορυφορικά)

3.3.1. Μονάδα τηλεϊατρικής

Η Μονάδα τηλεϊατρικής απαρτίζεται από τέσσερις ενότητες:

1. Την ενότητα πρόληψης βιοσημάτων
2. Την ψηφιακή κάμερα για λήψη εικόνας και βίντεο
3. Την ενότητα επεξεργασίας (ένας προσωπικός υπολογιστής) και
4. Την ενότητα επικοινωνίας (GSM, δορυφορικό δίκτυο).

Η μονάδα πρόσληψης των βιοσημάτων έχει τέτοιο σχεδιασμό ώστε να λειτουργεί και να επικοινωνεί με τις ιατρικές μετρητικές συσκευές με τα πρότυπα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία των ιατρικών οργάνων (ενδεικτικά i) CRITIKON DINAMAP PLUS Monitor Model 8700/9700 family of monitors, ii) PROTOCOL-Welch Allyn Propaq 1xx Vital Signs Monitor, iii) PROTOCOL-Welch Allyn Propaq Encore 2xx Vital Signs Monitor

Τα βιοσημάτα που συλλέγονται από τον ασθενή και στη συνέχεια αποστέλλονται στην Κεντρική μονάδα είναι:

- Ηλεκτροκαρδιογραφήματα (ECG).
- Κορεσμός σε οξυγόνο (Oxygen Saturation - SpO2).
- Καρδιακοί παλμοί (Heart Rate - HR).
- Επεμβατική πίεση αίματος (Invasive blood Pressure - IP).
- Θερμοκρασία (Temperature - Temp)

- Αναπνοή (Respiration - Resp)

Η υπολογιστική μονάδα μπορεί να είναι:

- Μία φορητή μονάδα tablet με μεγάλη αυτονομία και μικρό μέγεθος (σε περιπτώσεις όπου η μετακίνηση είναι κρίσιμη παράμετρος)
- Ένα φορητός υπολογιστής ή υπολογιστής γραφείου, σε περιπτώσεις όπου η αυτονομία δεν παίζει ρόλο και όπως σε ένα πλοίο πρέπει να είναι στερεωμένα με τρόπο ώστε να ανταπεξέρχονται στις έντονες ταλαντώσεις του σκάφους.

Η υπολογιστική μονάδα είναι εξοπλισμένη με το κατάλληλο μόντεμ ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο δίκτυο.

Η Μονάδα τηλεϊατρικής λαμβάνει ψηφιακές εικόνες και βίντεο του ασθενούς. Για την κωδικοποίηση της πληροφορίας και την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας με άλλες πλατφόρμες, χρησιμοποιούνται πρότυπες μορφές κωδικοποίησης (JPEG για τις στατικές εικόνες και MPEG για το βίντεο).

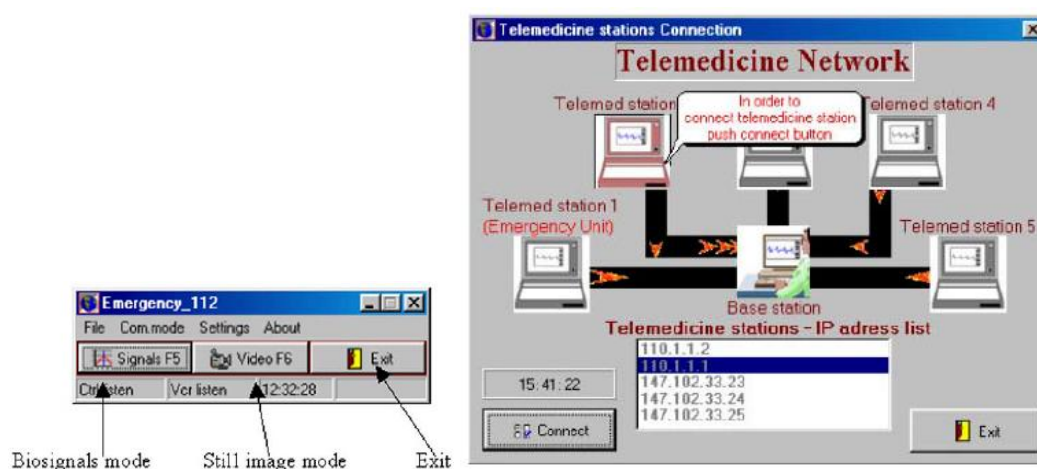
Ο έλεγχος της Μονάδας τηλεϊατρικής είναι απολύτως αυτόματος. Η μόνη ενέργεια που απαιτείται απ' το χειριστή της μονάδας είναι να συνδέσει τη συσκευή καταγραφής των βιοσημάτων στον ασθενή και να ενεργοποιήσει την υπολογιστική μονάδα, η οποία αυτόματα συνδέεται στην Κεντρική μονάδα.

3.3.2. Κεντρική μονάδα (ή Ιατρική μονάδα)

Η Κεντρική μονάδα αποτελείται από έναν προσωπικό υπολογιστή εξοπλισμένο με ένα μόντεμ μέσω του οποίου γίνεται η ανταλλαγή των δεδομένων με τη Μονάδα τηλεϊατρικής. Συνήθως η μονάδα αυτή είναι εγκατεστημένη σε μία ειδική αίθουσα του νοσοκομείου («Αίθουσα τηλεϊατρικής»). Ο ίδιος υπολογιστής αναλαμβάνει την απεικόνιση των εισερχόμενων σημάτων από τη Μονάδα τηλεϊατρικής. Εάν ο ειδικός γιατρός χρησιμοποιεί την Κεντρική μονάδα έξω από τα όρια της αίθουσας τηλεϊατρικής του νοσοκομείου (όπως στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας – Εικόνα 1), τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας φορητός υπολογιστής με ένα GSM μόντεμ. Όταν η Κεντρική μονάδα χρησιμοποιείται στην Αίθουσα τηλεϊατρικής, τότε η υπολογιστική μονάδα μπορεί να συνδέεται ενσύρματα και με το δίκτυο του

νοσοκομείου (Hospital Information Network – HIS), ενώ παράλληλα διαθέτει και δορυφορική μόντεμ για τη διασύνδεση με το πλοίο.

Μέσω της Κεντρικής μονάδας ο χρήστης έχει τον πλήρη έλεγχο της τηλεϊατρικής συνόδου. Είναι σε θέση να παρακολουθεί τη σύνδεση με μια Μονάδα τηλεϊατρικής και να διαβιβάζει σε αυτήν εντολές (όπως τι τύπου δεδομένα θα αποστείλει η Μονάδα τηλεϊατρικής – βιοσήματα ή εικόνες) (Εικόνα 3). Ο χειριστής της Κεντρικής μονάδας μπορεί να επιλέξει να συνδεθεί σε οποιαδήποτε από τις συνδεδεμένες Μονάδες τηλεϊατρικής που βρίσκονται διασυνδεδεμένες στο δίκτυο.



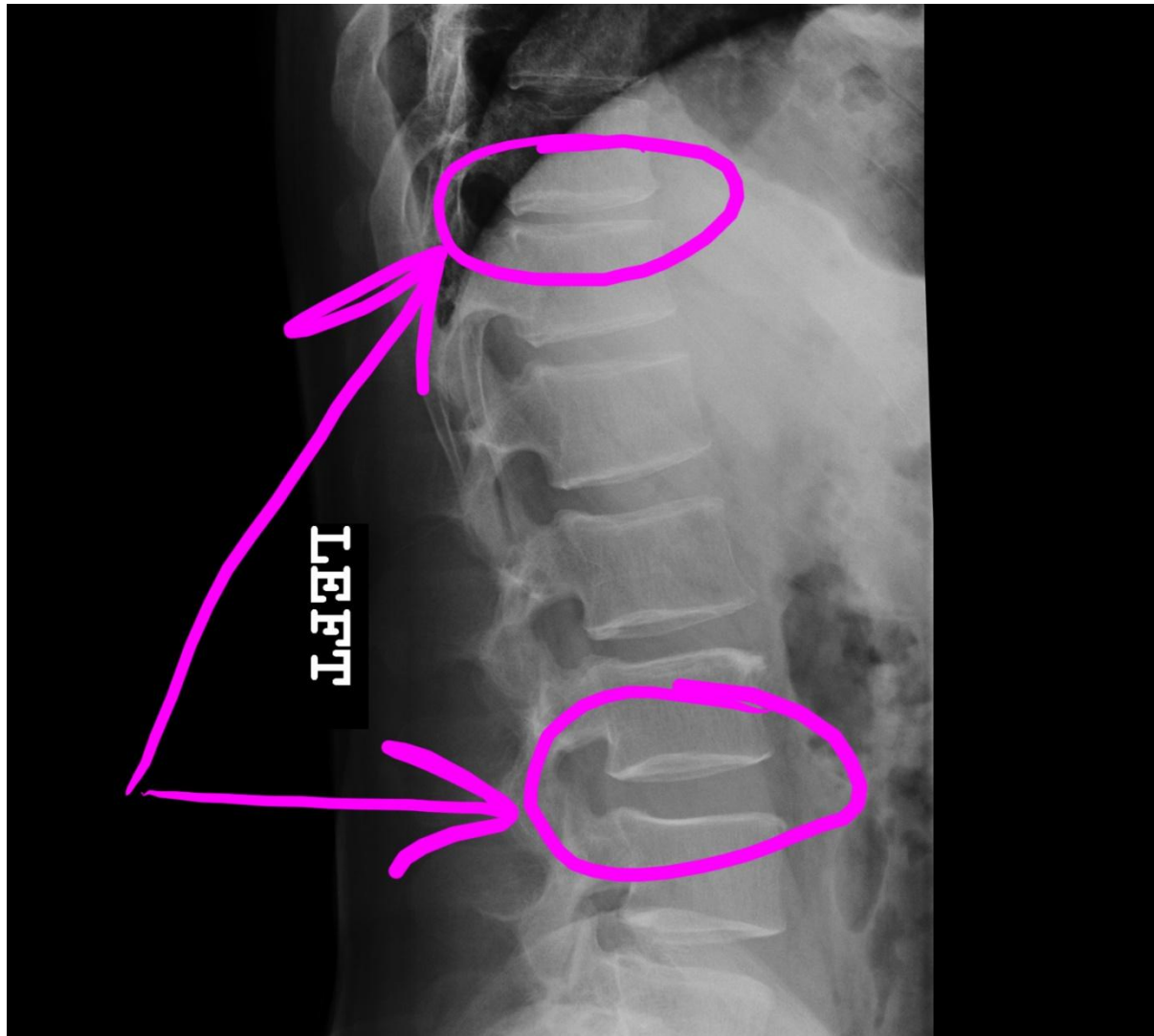
Εικόνα 3. Παράθυρο ελέγχου του συστήματος – Κεντρική μονάδα

Ο χειριστής της Κεντρικής μονάδας μπορεί να παρακολουθεί τα βιοσήματα, τις εικόνες ή το βίντεο που λαμβάνεται από την Μονάδα τηλεϊατρικής, διατηρώντας συνεχή online επικοινωνία με το σημείο νοσηλείας του ασθενούς. Ο γιατρός (χειριστής) μπορεί να διαβιβάζει οποιαδήποτε εντολή διατίθεται απ' το σύστημα, ώστε να έχει πρόσβαση είτε σε βιοσήματα, είτε σε στατικές εικόνες είτε σε βίντεο του ασθενούς. Η Εικόνα 4 παρουσιάζει ένα τυπικό παράθυρο στην οθόνη της Κεντρικής μονάδας όπου απεικονίζονται βιοσήματα.



Εικόνα 4. Παράθυρο λήψης και απεικόνισης βιοσημάτων στην Κεντρική μονάδα

Όταν το σύστημα διαχειρίζεται στατικές εικόνες, ο γιατρός μπορεί να κάνει επισημάνσεις με σχήματα και κείμενο πάνω στην εικόνα και να στείλει τις επισημάνσεις αυτές πίσω στη Μονάδα τηλεϊατρικής, ώστε ο αρμόδιος για την περίθαλψη του ασθενούς να καθοδηγηθεί στις ενέργειες που πρέπει να κάνει. Επισημάνσεις μπορεί να κάνει και ο χρήστης της Μονάδας τηλεϊατρικής και να τις αποστείλει πίσω στην Κεντρική μονάδα.



Εικόνα 5. Ψηφιακή ακτινογραφία με ηλεκτρονικές επισημάνσεις

Όταν ανταλλάσσονται βιοσήματα (Εικόνα 4), η μετάδοση μπορεί να γίνεται με δύο τρόπους:

- Με συνεχή ροή (continuous way)
- Με αποθήκευση και μεταγενέστερη μετάδοση (store and forward)

Η επιλογή του τρόπου γίνεται ανάλογα με τα κανάλια μετάδοσης της κομματομορφής του ηλεκτροκαρδιογραφήματος και την ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων του δικτύου. Στην περίπτωση συνεχούς ροής η Κεντρική μονάδα μπορεί να διαβιβάζει απευθείας εντολές στη συσκευή λήψης των βιοσημάτων χωρίς την παρέμβαση του χειριστή της

Μονάδας τηλεϊατρικής. Επίσης μπορεί να παγώσει τη ροή του εισερχόμενου ηλεκτροκαρδιογραφήματος, να μεταφερθεί μπρος ή πίσω στην κυματομορφή και να πραγματοποιήσει μετρήσεις της κυματομορφής.

3.3.3. Νοσοκομειακή βάση δεδομένων

Η Κεντρική μονάδα διαθέτει μία βάση δεδομένων στην οποία καταγράφονται προκαθορισμένες πληροφορίες για κάθε περιστατικό (αριθμός περιστατικού, ημερομηνία και ώρα, αρχική και τελική διάγνωση, αρχεία βιοσημάτων, κ.λπ. Τα στοιχεία αυτά επιβάλλονται από την οδηγία " Standard Practice for View of Emergency Medical Care in the Electronic Health Record " (κωδικός οδηγίας E-1744-04) της American Society for Testing and Materials (ASTM) (ASTM International, 2010).

3.3.4. Τεχνολογικοί περιορισμοί

Για τον περιορισμό του όγκου της παραγόμενης πληροφορίας από τις συσκευές μέτρησης βιοσημάτων, χρησιμοποιούνται τεχνικές δειγματοληψίας. Τα δεδομένα του ηλεκτροκαρδιογράφου δειγματοληπτούνται με ρυθμό 200 δείγματα / δευτερόλεπτο με 10 bits / δείγμα (ή 12 bits / δείγμα), μέθοδος που δημιουργεί όγκο πληροφορίας 2000 bits / sec (ή 2400 bits / sec). Τα σήματα SpO2 και CO2 δειγματοληπτούνται με ρυθμό 100 δειγμάτων / δευτερόλεπτο με 10 bits / δείγμα. Για τα υπόλοιπα βιοσημάτα (HR, NIBP, BP, Temp) αποστέλλονται μόνο οι τάσεις των τιμών με ρυθμό ένας υπολογισμός ανά δευτερόλεπτο. Αυτή η μέθοδος προσθέτει μικρό φορτίο στο δίκτυο, της τάξης των 200 bit / sec.

3.3.5. Μετάδοση εικόνας

Οι εικόνες που λαμβάνονται από την ψηφιακή κάμερα έχουν διάσταση 320x240 pixels. Σε μη συμπιεσμένη μορφή το μέγεθος της εικόνας είναι 115,2 Kbytes. Με χρήση αλγόριθμου συμπίεσης JPEG με μηδενική απώλεια, το μέγεθος της εικόνας γίνεται 48,4 Kbytes ενώ αν ο αλγόριθμος συμπίεσης έχει απώλεια πληροφορίας 10% το μέγεθος της εικόνας θα είναι 24,2 Kbytes (William & Mitchell, 1993).

3.3.6. Ταχύτητα μετάδοσης

Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσω δικτύου GSM ή δορυφορικής ζεύξης. Τα δίκτυα GSM επιτρέπουν ταχύτητες έως 60Kbps. Η ταχύτητα της δορυφορικής ζεύξης εξαρτάται από τον εξοπλισμό και το δορυφορικό δίκτυο και κυμαίνεται από τα 9,6 kbps έως 134 kbps.

Ο πραγματικός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων μέσω μιας τηλεπικοινωνιακής γραμμής ποτέ δε φτάνει το μέγιστο ρυθμό που υποστηρίζει και επηρεάζεται από το συνολικό φόρτο του δικτύου, την περιοχή αλλά και τις καιρικές συνθήκες. Ανάλογα με την ταχύτητα του δικτύου τα δεδομένα μπορούν να μεταδίδονται από τη Μονάδα τηλεϊατρικής προς την Κεντρική μονάδα online ή αν αυτή είναι χαμηλή τα δεδομένα αποθηκεύονται τοπικά και μεταδίδονται σε μορφή αρχείων σε μεταγενέστερο χρόνο (store-and-forward).

3.3.7. Συμπίεση και Κρυπτογράφηση

Για τον περιορισμό του μεγέθους των δεδομένων που διαβιβάζονται μέσω των δικτύων, εκτός από τις τεχνικές δειγματοληψίας εφαρμόζονται και αλγόριθμοι συμπίεσης. Ο πλέον διαδεδομένος αλγόριθμος συμπίεσης είναι ο Huffman (Salomon, 2008). Με τη χρήση του προκύπτει περιορισμός του μεγέθους των μεταδιδόμενων δεδομένων μεταξύ των μονάδων της τάξης του 1.5:1.

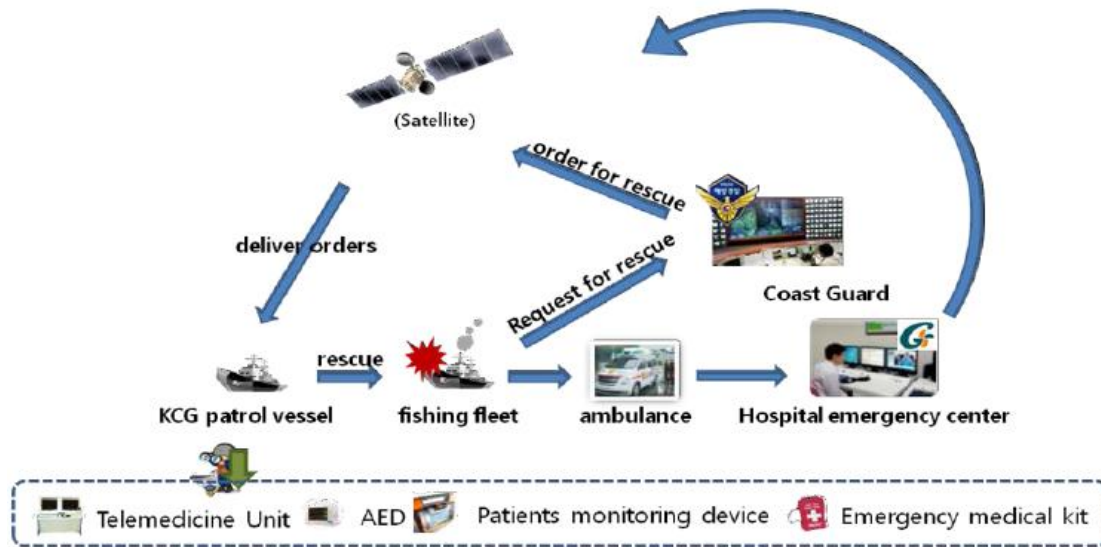
Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει Οδηγία (97/66/EC) σχετικά με την επεξεργασία των ιατρικών δεδομένων στον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Βάσει της οδηγίας επιβάλλεται η χρήση αλγόριθμου κρυπτογράφησης. Για συμβατότητα με την οδηγία αυτή τα συστήματα τηλεϊατρικής ενσωματώνουν αλγόριθμους κρυπτογραφίας (όπως ο Blowfish cipher algorithm) (Hersh, 1995).

4. Μελέτη ενός πραγματικού συστήματος τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα

Στις συνθήκες ενός θαλάσσιου ταξιδιού είναι δύσκολο να προσφερθούν εγκαίρως και με τον κατάλληλο τρόπο οι πρώτες βοήθειες στην περίπτωση ενός ατυχήματος ή ενός περιστατικού υγείας. Η καθυστέρηση αυτή ενδέχεται να θέσει σε κίνδυνο ακόμη και τη ζωή του ασθενούς. Ο αριθμός των επειγόντων περιστατικών στα θαλάσσια ταξίδια παρουσιάζει αύξηση κάθε χρόνο. Συνεπώς πρέπει να εφαρμοστεί ένα μοντέλο τηλεϊατρικής το οποίο θα είναι σε θέση να αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τέτοιου είδους περιστατικά (Wootton, Craig, & Patterson, 2006). Ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να διαθέτει τις απαραίτητες υποδομές υλικού, λογισμικού και επικοινωνίας, ενώ θα πρέπει να υποστηρίζεται από ένα σύστημα εκπαίδευσης και καθοδήγησης του μη εξειδικευμένου προσωπικού του πλοίου στη διεκπεραίωση ιατρικών πράξεων. Απαραίτητη προϋπόθεση του συστήματος είναι η διασύνδεσή του με μία ιατρική μονάδα, όπου υπάρχει το κατάλληλο προσωπικό και είναι δυνατή η αξιολόγηση των ιατρικών δεδομένων που μεταδίδονται από το πλοίο.

Η κοινή πρακτική στα πλοία όταν συμβεί ένα έκτακτο περιστατικό υγείας είναι να καλείται μέσω δορυφορικού τηλεφώνου κέντρο υγειονομικής υποστήριξης που συγκροτεί ένα δίκτυο πανεπιστημιακών νοσοκομείων στον αριθμό κλήσης 1339. Μέσω της τηλεφωνικής γραμμής γίνονται οι απαραίτητες συνεννοήσεις και διαβιβάζεται η συνταγή φαρμάκων που πρέπει να χορηγηθούν όπως και οι οδηγίες για την περίθαλψή του. Αυτού του είδους η αντιμετώπιση έχει υψηλό κόστος λόγω χρήσης της δορυφορικής γραμμής και είναι αναποτελεσματική. Για την αντιμετώπιση τέτοιου είδους θεμάτων, δημιουργήθηκε το δορυφορικό ναυτιλιακό δίκτυο INMARSAT (INMARSAT). Η υποδομή αυτή χρησιμοποιείται σήμερα στα πλοία μέσου και μεγάλου μεγέθους και τους παρέχει ταχύτητες 64kbps οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν την επικοινωνία μέσω του δικτυακού πρωτοκόλλου TCP/IP.

4.1. Προτεινόμενο σύστημα τηλεϊατρικής



Εικόνα 6. Προτεινόμενο δορυφορικό σύστημα

Η δορυφορική επικοινωνία και η ασύρματη κυψελωτή επικοινωνία είναι σήμερα σε θέση να προσφέρουν υπηρεσίες διαδικτύου στη θάλασσα. Ειδικά για την κυψελωτή επικοινωνία, αυτή είναι διαθέσιμη σε παράκτιες θαλάσσιες διαδρομές, όπου η εμβέλεια των κεραιών κινητής τηλεφωνίας είναι επαρκής.

Στην Εικόνα 6 απεικονίζεται ένα εννοιολογικό διάγραμμα των επικοινωνιακών διαδρομών στη ναυτιλία. Το σύστημα τηλεϊατρικής αποστέλλει τις πληροφορίες του ασθενούς, ενδεχομένως στοιχεία εξετάσεων του καθώς και τα συμπτώματα που εμφανίζει σε νοσοκομεία και κέντρα διάσωσης μέσω δορυφορικής επικοινωνίας.

4.2. Υλοποίηση συστήματος

Το δορυφορικό σύστημα επικοινωνιών απαρτίζεται από μία δορυφορική κεραία, ένα μηχανισμό ελέγχου της δορυφορικής κεραίας και ένα δορυφορικό μόντεμ. Το πλοίο διαθέτει κατάλληλο λογισμικό το οποίο μπορεί να διατηρήσει τις πληροφορίες του ασθενούς, το ιατρικό του ιστορικό και άλλες χρήσιμες πληροφορίες. Η Εικόνα 7 απεικονίζει το υλικό διασύνδεσης του τηλεϊατρικού εξοπλισμού του πλοίου. Προκειμένου οι οδηγίες περιθάλψης να διαβιβάζονται μέσω βίντεο οι

επικοινωνιακές γραμμές πρέπει να υποστηρίζουν ταχύτητες μεγαλύτερες από 512kbps .



Εικόνα 7. Ενότητες του συνολικού συστήματος τηλεϊατρικής

4.3. Μέθοδοι για δόμηση, επεξεργασία, αποθήκευση και διαβίβαση ιατρικής πληροφορίας

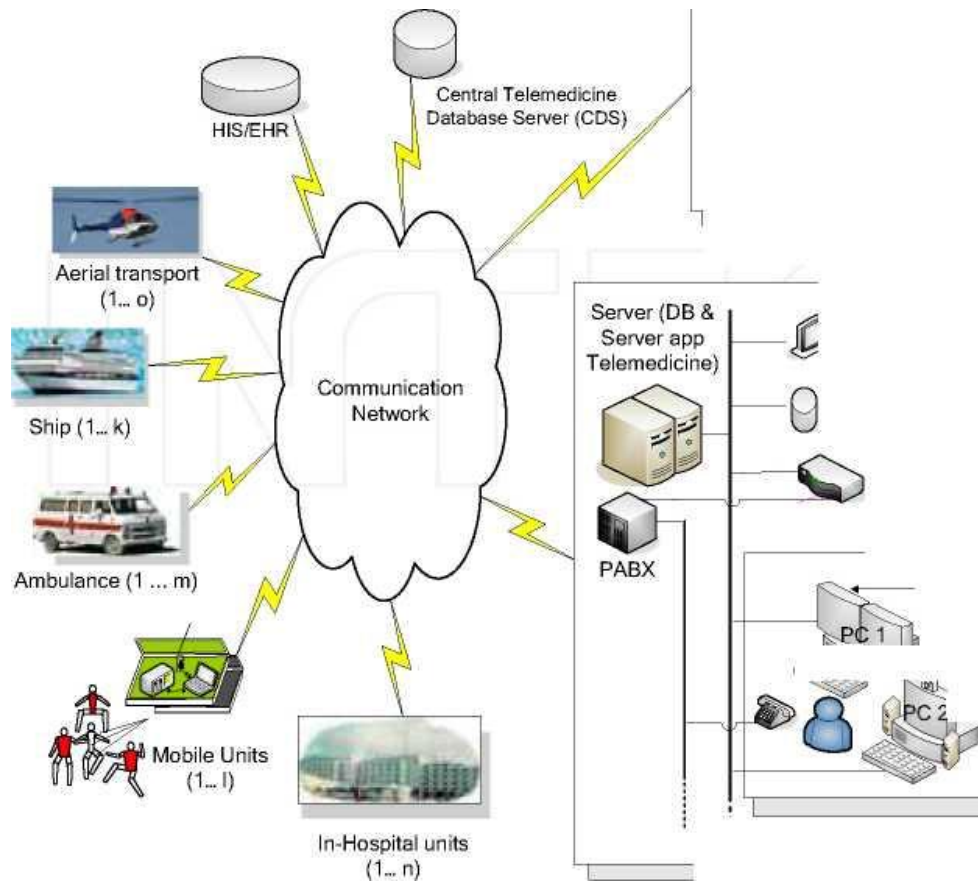
Έχει ήδη γίνει αναφορά σε νομικά και οικονομικά ζητήματα που άπτονται της υλοποίησης και εφαρμογής ενός συστήματος τηλεϊατρικής. Θα επικεντρωθούμε στα τεχνολογικά ζητήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή ενός συστήματος τηλεϊατρικής στο περιβάλλον ενός πλοίου.

Για την αντιμετώπιση και επίλυση των τεχνολογικών ζητημάτων που προκύπτουν σε μια υλοποίηση τηλεϊατρικής έχουν γίνει διάφορες μελέτες και υλοποιήσεις. Θα παρουσιαστεί μία πραγματική υλοποίηση (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009). Το συγκεκριμένο σύστημα ενσωματώνει σχεδιασμό κατάλληλο για διασύνδεση πολλών τύπων τερματικών σημείων και κινητών τερματικών σημείων (όπως ασθενοφόρα, πλοία και αεροσκάφη) μέσω διαφορετικών επικοινωνιακών δικτύων. Το σύστημα προτείνει το χειρισμό των ζωτικής σημασίας ιατρικών πληροφοριών του ασθενούς κατά απόλυτη προτεραιότητα (όπως ένα καρδιογράφημα) ενώ τα υπόλοιπα είδη πληροφοριών λαμβάνουν χαμηλότερη προτεραιότητα (τηλεδιάσκεψη βίντεο, φωνητική

επικοινωνία). Το σύστημα υλοποιεί την ιεράρχηση, μεταγωγή και ελέγχει την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) βάσει ενός προηγμένου αλγόριθμου. Το σύστημα υλοποιεί επίσης μία κατανεμημένη βάση δεδομένων η οποία ελέγχεται και συντονίζεται από έναν κεντρικό διακομιστή. Η βάση δεδομένων αυτή διαχειρίζεται τις πληροφορίες του ασθενούς, τα δεδομένα των εξετάσεών του και τις θεραπείες για κάθε ένα από τα Κέντρα Συντονισμού Τηλεϊατρικής - ΚΣΤ (Telemedicine Coordination Centers - TCC). Οι γιατροί και άλλο υποστηρικτικό ιατρικό προσωπικό μπορούν να συμμετέχουν σε μια σύνοδο τηλεϊατρικής υποστήριξης μέσω σταθμών εργασίας στα ΚΣΤ ή μέσα από Περιφερειακές Αίθουσες Τηλεϊατρικής - ΠΑΤ (Regional Teleconference Rooms - RTR).

4.4. Προσαρμοζόμενο μοντέλο επικοινωνίας

Σε πολλά περιστατικά η ορθή διάγνωση βασίζεται στο πλήθος και το είδος πληροφοριών σχετικών με την κατάσταση της υγείας του ασθενούς (Mandellos, Koutelakis, Panagiotakopoulos, Koukias, & Lymberopoulos, 2009). Σε ορισμένες περιπτώσεις ο γιατρός πρέπει να έχει πρόσβαση σε περισσότερες πληροφορίες, εκτός από αυτές που προέρχονται από τις διαγνωστικές συσκευές. Τέτοιου είδους πληροφορίες είναι δημογραφικά δεδομένα, το ιατρικό ιστορικό του, καταγωγή, πιθανές αλλεργίες, κοκ. Αυτά τα δεδομένα ενδεχομένως να επιδράσουν στη σωστή θεραπεία (για παράδειγμα η αλλεργία σε κάποια ουσία αποκλείει τη χρήση κάποιων φαρμάκων) ή το χειρισμό του ασθενούς (η μετάγγιση αίματος απαγορεύεται από ορισμένες θρησκείες). Ο γιατρός πρέπει να λάβει διαφορετικές μετρήσεις για ζωτικές λειτουργίες του ασθενούς ανάλογα με το περιστατικό και τα συμπτώματα (ηλεκτροκαρδιογράφημα για καρδιακές παθήσεις - ECG, σε πνευμονικές παθήσεις χρειάζεται μέτρηση του κορεσμού του αίματος σε οξυγόνο SPO2, σε άλλες παθήσεις χρειάζεται τη θερμοκρασία σώματος - TEMP, κοκ.) ή την πίεση του αίματος (NiBP). Επιπρόσθετα, ο συνολικός όγκος των πληροφοριών που συλλέγεται ποικίλει από περιστατικό σε περιστατικό.



Εικόνα 8. Γενική δομή ενός συστήματος τηλεϊατρικής

Αυτή η διαφορετικότητα του τύπου και του όγκου των πληροφοριών δημιουργεί την ανάγκη ενός πρωτοκόλλου μεταφοράς, το οποίο να προσαρμόζεται σε κάθε περίπτωση, ώστε να ελαχιστοποιεί το χρόνο μετάδοσης, το χρόνο ανάκαμψης σε περίπτωση αποτυχίας λόγω δυσλειτουργίας του δικτύου και να αξιοποιεί αποδοτικά τον αποθηκευτικό χώρο. Ήδη έχει προταθεί το πρωτόκολλο SCP-ECG (Health Informatics, 2002), το οποίο διαχειρίζεται ένα βασικό σύνολο δημογραφικών δεδομένων και δεδομένων ηλεκτροκαρδιογράφων. Λόγω της ποικιλότητας των πληροφοριών που παράγει ένα σύστημα τηλεϊατρικής, είναι απαραίτητες επεκτάσεις στο πρωτόκολλο SCP-ECG. Οι επεκτάσεις αυτές υλοποιούνται μέσω «συλλογών ενότητων» (sections collection). Κάθε ενότητα χειρίζεται διαφορετικό τύπο δεδομένων. Μία κεντρική ενότητα του πρωτοκόλλου τηρεί πληροφορίες για τις υπόλοιπες ενότητες (ύπαρξη ή όχι μιας ενότητας, μήκος δεδομένων, θέση έναρξης των δεδομένων της ενότητας από την αρχή του αρχείου (offset)). Το πλεονέκτημα του πρωτοκόλλου είναι ότι επιτρέπει τη διαχείριση δεδομένων στις αντίστοιχες ενότητες

μόνο όταν αυτά είναι παρόντα. Το αναπτυγμένο πρωτόκολλο υποστηρίζει δημογραφικά δεδομένα του ασθενούς, δεδομένα του επαγγέλματός του, ιατρικό ιστορικό, σύντομη περιγραφή του περιστατικού, την αρχική διάγνωση, την αλλεργιολογική κατάσταση και μετρήσεις ECG, SPO₂, NiBP, TEMP, Heart Rate and CO₂

Οι χρήστες του συστήματος έχουν τη δυνατότητα μέσω ενός τερματικού ηλεκτρονικού υπολογιστή να διαχειρίζονται τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα (όπως η περιγραφή του περιστατικού ή οι καταγραφές του ιατρικών συσκευών). Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται κωδικοποιούνται σύμφωνα με το πρωτόκολλο και αποστέλλονται στο ΚΣΤ.

Ένα τέτοιου είδους πρωτόκολλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία ιατρικών περιστατικών. Η ικανότητα του πρωτοκόλλου να διαχειρίζεται μόνο τα παραγόμενα δεδομένα ανά περιστατικό έχει το πλεονέκτημα κάθε φορά να παράγεται ο ελάχιστος δυνατός όγκος πληροφορίας, γεγονός το οποίο προσδίδει μεγάλη ευελιξία τόσο στη διαχείριση όσο και στην ταχύτητα μετάδοσής τους.

4.5. Επιλογή εναλλακτικών δικτύων

Σε μια εφαρμογή τηλεϊατρικής η σταθερότητα στο επικοινωνιακό κανάλι μεταξύ των κινητών μονάδων και των ΚΣΤ και η καλύτερη δυνατή ποιότητα μέσω των διαθέσιμων δικτύων είναι παράγοντες μεγάλης σημασίας. Η αποστολή των πληροφοριών που σχετίζονται με τις ζωτικές λειτουργίες του ασθενούς είναι κρίσιμης σημασίας, γιατί βάσει αυτών το παραϊατρικό προσωπικό των Κινητών Φορέων - ΚΦ (Moving Transports - MT) θα παράσχει κρίσιμες οδηγίες όσο το δυνατόν συντομότερα. Για το σκοπό αυτό ένα σύστημα τηλεϊατρικής πρέπει να αξιοποιεί όλα τα διαθέσιμα δίκτυα και μέσα επικοινωνίας, ώστε να εγγυάται την επιτυχή μετάδοση των κρίσιμων πληροφοριών των ζωτικών λειτουργιών του ασθενούς κάτω από όλες τις συνθήκες (Εικόνα 8).

Ανάλογα με το είδος του πλοίου και της διαδρομής του μπορούν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι εξής δικτυακές υποδομές:

- **GPRS:** προσφέρει ευρύτατη γεωγραφική κάλυψη (ιδιαίτερα στην ξηρά) αλλά στην ανοικτή θάλασσα η εμβέλεια των κεραιών δεν επαρκεί. Επίσης έχει χαμηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων.
- **Mobile Asymmetric Digital Subscriber Line (M-ADSL):** προσφέρει υψηλές ταχύτητες με χαμηλό κόστος αλλά έχει περιορισμένη γεωγραφική κάλυψη.
- Για τις περιπτώσεις πλοίων τα οποία ταξιδεύουν στην ανοικτή θάλασσα χρησιμοποιούνται δορυφορικά δίκτυα και αντίστοιχα δορυφορικά μόντεμ.

Η επιλογή του ασύρματου δικτύου γίνεται βάσει της ποιότητας της υπηρεσίας που προσφέρεται (Quality of Service – QoS) και όχι μόνο τη διαθεσιμότητά του. Επιπρόσθετα η επιλογή του δικτύου γίνεται βάσει των προτεραιοτήτων που έχει κάθε είδος πληροφορίας που θα διακινηθεί. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται επιλέγει τη δικτυακή υποδομή που θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της τηλεϊατρικής συνόδου.

Σε οποιαδήποτε επικοινωνία μεταξύ Κινητών Μονάδων (KM) (Mobile Units – MU) και ΚΣΤ πραγματοποιούνται δύο διακριτές και ανεξάρτητες κλήσεις (C1 και C2) από την KM στο ΚΣΤ. Η κλήση C1 ενεργοποιεί τη μετάδοση των δεδομένων ζωτικής σημασίας και η C2 ενεργοποιεί είτε μία τηλεφωνική σύνδεση μέσω μιας συμβατικής τηλεφωνικής συσκευής είτε μια σύνοδο τηλεδιάσκεψης, στην οποία ανάλογα με το εύρος ζώνης είναι δυνατή η αποστολή κειμένου, φωνής και βίντεο σύμφωνα με μια προκαθορισμένη ιεραρχική προτεραιότητα. Σε κάθε περίπτωση για τη διεκπεραίωση μιας συνόδου αντιμετώπισης ενός περιστατικού μπορούν να χρησιμοποιούνται μία ή περισσότερες συνδέσεις

Οι προτεραιότητες αντιστοιχούνται ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που πρέπει να διακινηθεί κάθε φορά, όταν το εύρος ζώνης είναι επαρκές. Παραδείγματα της εφαρμογής του αλγόριθμου είναι:

- Σε ένα δίκτυο GPRS και στην περίπτωση όπου η διαθέσιμη ταχύτητα είναι χαμηλή, θα διεκπεραιώνεται μόνο η μετάδοση των ιατρικών δεδομένων ζωτικής σημασίας. Εάν η ταχύτητα είναι επαρκής, τότε ενεργοποιείται και η μετάδοση κειμένου.

- Στην περίπτωση ενός ασύρματου δικτύου (IEEE 802.11a/b/g) ή χρήσης ενός δορυφορικού μόντεμ, εάν η ταχύτητα πέφτει, η υψηλότερη προτεραιότητα δίνεται στις ζωτικές ιατρικές πληροφορίες και έπονται τα δεδομένα της τηλεδιάσκεψης.

4.6. Έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος από απόσταση

Κάθε ΚΣΤ διαθέτει ένα Σταθμό Διαχείρισης- ΣΔ (Management Workstation – MW), έναν αριθμό Σταθμών Θεραπείας – ΣΘ (Treatment Workstations – TW) και έναν Τοπικό Διακομιστή Βάσης Δεδομένων – ΤΔΒΔ (Local Database Server – LDS) για την αποθήκευση του συνόλου των δεδομένων του εκάστοτε περιστατικού. Ο ΣΔ έχει εγκατεστημένο ένα λογισμικό διαχείρισης κλήσεων, το οποίο και διαχειρίζεται τις κλήσεις από τον ΚΦ προς το ΚΣΤ και την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ τους. Όταν μία κλήση φτάνει στο ΚΣΤ στον ΣΔ υπάρχει οπτική και ηχητική ένδειξη ώστε να ειδοποιηθεί ο χειριστής για την επίτευξη της σύνδεσης. Ο ΣΔ επιλέγει τον κατάλληλο ΣΘ ο οποίος και θα διαχειριστεί το περιστατικό. Η εφαρμογή διαχείρισης κλήσεων επιτρέπει στο διαχειριστή του ΚΣΤ να κατευθύνει την εισερχόμενη κλήση σε ένα σταθμό εργασίας, να ανακατευθύνει μια σύνοδο σε έναν άλλο σταθμό εργασίας, να συνδέσει ή να αποσυνδέσει μια τερματική ιατρική συσκευή σε μια ενεργή σύνοδο, να καλέσει επιπλέον συμμετέχοντες στη σύνοδο, κ.ο.κ.

Η εφαρμογή διαχείρισης κλήσεων είναι επίσης υπεύθυνη για τη συντήρηση του συστήματος τηλεϊατρικής. Μέσω της εφαρμογής αυτής ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να εκκινήσει, να διακόψει και να επανεκκινήσει τους proxy servers που μεσολαβούν στην επικοινωνία μεταξύ ΚΜ και ΣΘ. Επιπρόσθετα προσφέρει τη δυνατότητα να σηματοδοτούνται τα εκάστοτε περιστατικά ανάλογα με την επιτυχία ή όχι της αντιμετώπισής τους (εάν η επικοινωνία διακόπηκε ή υπήρξε έλλειμμα πληροφορίας που προσφέρθηκε στο ΚΣΤ)

4.7. Κατανεμημένο σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων

Οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται σε μια τηλεϊατρική σύνοδο ακολουθούν ιεραρχική δομή, η οποία συγκροτείται από τρεις βασικές πληροφοριακές οντότητες: *Ασθενής – Περιστατικό – Εξετάσεις* (Μετρήσεις ζωτικών οργάνων, ψηφιακές εικόνες και βίντεο του ασθενούς). Τα συστήματα αποθήκευσης αυτών των δεδομένων που υλοποιούνται σε κάθε ΚΣΤ συγκροτούν ένα κατανεμημένο σύστημα βάσεων δεδομένων, δεδομένου ότι κάθε ΚΣΤ αποθηκεύει τις πληροφορίες των περιστατικών που απευθύνονται σε αυτό. Μια κεντρική βάση δεδομένων διασυνδέεται στις περιφερειακές βάσεις των ΚΣΤ και συγκεντρώνει τα δεδομένα τους. Κάθε Εξέταση μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ολοκληρωμένο τμήμα ενός Περιστατικού. Οι Εξετάσεις συσχετίζονται με ένα ΚΣΤ και τα γνωρίσματα ενός Περιστατικού αποθηκεύονται στον LDS του. Τα διαφορετικά Περιστατικά τα οποία αντιστοιχούν σε ένα Ασθενή ενδέχεται να συσχετίζονται με διαφορετικά ΚΣΤ. Για το λόγο αυτό ο Κεντρικός Διακομιστής Βάσης Δεδομένων – ΚΔΒΔ (Central Database Server – CDS) του συστήματος τηλεϊατρικής είναι σχεδιασμένος να διατηρεί εγγραφές για τους Ασθενείς και τα Περιστατικά. Το περιεχόμενο των Εξετάσεων το οποίο συσχετίζεται με ένα Περιστατικό αποθηκεύεται στον LDS του ΚΣΤ το οποίο και διαχειρίστηκε το περιστατικό. Στο επίπεδο του CDS διατηρείται μια αναφορά στον LDS του ΚΣΤ ο οποίος και διατηρεί τα δεδομένα των Εξετάσεων. Οποιοδήποτε αίτημα πρόσβασης σε δεδομένα περιστατικών απευθύνεται στον CDS και αν απαιτηθεί πρόσβαση στα δεδομένα Εξετάσεων, τότε γίνεται πρόσβαση στον LDS ο οποίος και έχει καταχωρημένα τα συγκεκριμένα δεδομένα τα οποία σχετίζονται με το συγκεκριμένο Περιστατικό.

Η κεντρική βάση δεδομένων θα διασυνδέεται είτε με το Κεντρικό Νοσοκομειακό Πληροφοριακό Σύστημα (Hospital Information System – HIS) είτε με ένα σύστημα Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (Electronic Health Record – EHR), ώστε να ενημερώνονται τα δεδομένα του ασθενούς με τα δεδομένα του περιστατικού που αντιμετωπίστηκε με τηλεϊατρική (Εικόνα 8).

5. Οι κατευθύνσεις της τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα

Η τηλεϊατρική στο περιβάλλον των πλοίων διαφέρει σε πολλά σημεία από την τηλεϊατρική σε επίγειες εφαρμογές. Το γεγονός αυτό απαιτεί την ανάπτυξη ιδιαίτερων υποδομών, οι οποίες θα εξεταστούν στη συνέχεια.

5.1. Αριθμητικά στοιχεία

Η θάλασσα καλύπτει 361 τετραγωνικά χιλιόμετρα της επιφάνειας της υδρογείου. 50.000 εμπορικά πλοία διεκπεραιώνουν το παγκόσμιο ναυτιλιακό εμπόριο, μεταφέροντας οποιοδήποτε καταναλωτικό αγαθό. 150 ναυτικές χώρες εμπλέκονται στο θαλάσσιο εμπόριο και περισσότερο από 1.000.000 εργαζόμενοι απασχολούνται στη ναυτιλιακή βιομηχανία (Europe's Information Society), (Horneland, 2009).

5.2. Περιορισμοί παροχής ιατρικής φροντίδας στα πλοία

Τα πλοία καλύπτουν τεράστιες αποστάσεις και για μεγάλα χρονικά διαστήματα βρίσκονται εκτός ακτίνας δράσης των ελικοπτέρων έρευνας και διάσωσης. Εάν κάποιο μέλος του πληρώματος ασθενήσει ή έχει κάποιο ατύχημα στο διάστημα αυτό, οι υπηρεσίες ιατρικής φροντίδας και περίθαλψης επαφίενται σε κάποιο ή κάποια μέλη του πληρώματος με περιορισμένη εκπαίδευση στην αντιμετώπιση ιατρικών θεμάτων και παροχής πρώτων βοηθειών (International Maritime Organization, 2010). Μια τέτοια κατάσταση μπορεί να διαρκέσει ημέρες ή και εβδομάδες έως ότου καταστεί δυνατή η διακομιδή του ασθενούς σε κάποια οργανωμένη μονάδα παροχής ιατρικής περίθαλψης. Η εξειδικευμένη ιατρική βοήθεια περιορίζεται στη διαβίβαση ιατρικών συμβουλών μέσω ασυρμάτου από ένα ιατρικό κέντρο. Ο εξοπλισμός και τα φάρμακα που διατίθενται στο πλοίο είναι πολύ περιορισμένα σε σύγκριση με μια οργανωμένη υγειονομική μονάδα.

5.3. Διεθνές πλαίσιο για Telemedical Maritime Assistance Services (TMASs)

Το πιο σημαντικό διεθνές κανονιστικό πλαίσιο για την παροχή ιατροφαρμακευτικών υπηρεσιών στα πλοία είναι η «Σύμβαση ILO (No. 164)», η οποία συνάφθηκε το 1987. Η σύμβαση αυτή επέκτεινε την Οδηγία «Medical Advice at Sea Recommendation R106» του 1958 ενώ αντικαταστάθηκε το 2006 από τη Maritime Labour Convention (MLC). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) έχει συστήσει μια λίστα φαρμακευτικών σκευασμάτων τα οποία πρέπει να είναι διαθέσιμα σε επάρκεια σε ένα πλοίο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει οδηγίες για παροχή ιατρικών υπηρεσιών στα πλοία με την EEC Directive 92/29. Τα προσόντα που πρέπει να έχουν οι ναυτικοί σε σχέση με την παροχή υγειονομικής βοήθειας καταγράφονται στη Σύμβαση STCW (STCW Convention). Πολλά απ' τα ναυτικά έθνη εκδίδουν εγχειρίδια οδηγιών για την παροχή υγειονομικής υποστήριξης ενώ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει εκδώσει τον παγκόσμιο οδηγό με τίτλο «International Medical Guide for Ships (IMGS)» (Horneland, 2009).

Η σύμβαση MLC επιβάλλει αυστηρότερες προδιαγραφές σε σχέση με τη Σύμβαση ILO 164. Η διατύπωση είναι: «οι υγειονομικές υπηρεσίες που προσφέρονται στους εργαζόμενους σε ένα πλοίο πρέπει να είναι κατά το δυνατόν συγκρίσιμες με αυτές που απολαμβάνουν οι εργαζόμενοι στην ξηρά» (ILO, 2006).

Οι TMAS πρέπει να είναι διαθέσιμες οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας (ή της νύχτας) χωρίς χρέωση με ένα βέλτιστο επίπεδο διαθεσιμότητας εξοπλισμού. Όλα τα σκάφη πρέπει να διαθέτουν ένα σύνολο επικοινωνιακών συσκευών και πρέπει να διατίθεται και επαρκής αριθμός επίγειων επικοινωνιακών σταθμών με σκοπό την αποστολή ιατρικών συμβουλών και οδηγιών στο πλοίο. Επίσης όλα τα πλοία πρέπει να διαθέτουν έναν οδηγό υγειονομικών υπηρεσιών καθώς και ένα διεθνή κώδικα σημάτων. Όλοι οι γιατροί που παρέχουν ιατρικές συμβουλές πρέπει να λαμβάνουν κατάλληλη εκπαίδευση και να είναι γνώστες της κατάστασης που επικρατεί σε ένα πλοίο.

5.4. Εκπαίδευση και κατάρτιση στην παροχή υγειονομικών υπηρεσιών στο πλοίο

Στον Πίνακα 2 καταγράφονται οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν το αποτέλεσμα της ιατρικής βοήθειας που παρέχεται πάνω σε ένα πλοίο. Ορισμένοι παράγοντες είναι πιο εύκολο να εξασφαλιστούν ενώ άλλοι προϋποθέτουν μεγάλη προσπάθεια και κόστος ώστε να είναι διαθέσιμες.

Πίνακας 2. Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ιατρικής βοήθειας μέσω τηλείατρικής σε ένα πλοίο

ΠΛΟΙΟ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΜΑΣ	ΛΙΜΑΝΙΑ
Ιατρικός εξοπλισμός	Προδιαγραφές υγείας	Διαθεσιμότητα	Κίνδυνοι
Επικοινωνιακός εξοπλισμός	Εκπαίδευση	Εξοπλισμός	Αποστάσεις
	Ικανότητες	Γιατροί	Δυνατότητες διακομιδής
	Εμπειρία	Εμπειρία	Λιμάνια

Το πεδίο της εκπαίδευσης και κατάρτισης επιδέχεται σημαντική βελτίωση. Ο οδηγός IMGS και διάφοροι άλλοι οδηγοί υγειονομικής περίθαλψης για ναυτικούς μοιάζουν περισσότερο με εγχειρίδια και εκπαιδευτικά βοηθήματα παρά με πρακτικούς οδηγούς για τη διαχείριση συγκεκριμένων καταστάσεων (ασθενειών και τραυματισμών) πάνω σε ένα πλοίο.

5.5. Κατηγοριοποίηση των ασθενειών

Ο κατάλογος παθήσεων με τίτλο «International Classification of Diseases (ICD)» (World Health Organization, 2010) στην τρέχουσα 10^η έκδοσή του αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο έχει γραφεί βασισμένο στο ιατρικό ιστορικό των ασθενών, τις εξειδικευμένες εξετάσεις στις οποίες υποβλήθηκαν (συνήθως σε ένα νοσοκομείο) αλλά και εργαστηριακά ευρήματα. Είναι σχεδόν απίθανο να τηρηθούν τα κριτήρια του ICD-10 στο περιβάλλον ενός πλοίου.

Σε ένα πλοίο δεν είναι δυνατό να υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό το οποίο να είναι σε θέση να αξιολογήσει το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς ή να τον υποβάλλει στις απαραίτητες εξετάσεις και προφανώς δεν είναι δυνατό να προκύψουν εργαστηριακά αποτελέσματα εξετάσεων λόγω έλλειψης του κατάλληλου εξοπλισμού.

Ο οδηγός «International Classification of Primary Care (ICPC-2)» (World Health Organization, 2003) βρίσκεται στη 2^η έκδοσή του και βασίζεται στο ιστορικό των ασθενειών, τις εξετάσεις από επαγγελματίες της πρωτοβάθμιας υγείας ενώ περιλαμβάνει ελάχιστα ή καθόλου εργαστηριακά αποτελέσματα. Ο οδηγός ICPC-2 έχει σχεδιαστεί για να περιγράφει καταστάσεις οι οποίες έχουν κοινά χαρακτηριστικά χωρίς να επαληθεύει τις συνθήκες στο επίπεδο που το κάνει ο ICD-10.

Οι αναφορές και τα στατιστικά δεδομένα από διαφορετικά TMAS σε όλη την υφήλιο δείχνουν κοινές κατανομές. Οι ασθένειες είναι πιο συχνές από τους τραυματισμούς. Τα περισσότερα συμβάντα είναι μικρής επικινδυνότητας παρά μεγάλης. Τα στατιστικά δεδομένα είναι κατανεμημένα σε αραιά χρονικά διαστήματα λόγω των λίγων μονάδων TMAS και του όχι καλά οργανωμένου δικτύου συνεργασίας μεταξύ τους.

5.6. Τηλεϊατρική στη στεριά και στη θάλασσα

Η σημαντικότερη διαφορά της τηλεϊατρικής μεταξύ δύο σημείων στη στεριά και της τηλεϊατρικής μεταξύ στεριάς και πλοίου είναι ότι στην πρώτη περίπτωση εμπλέκονται ειδικοί της υγείας ενώ στη δεύτερη γιατροί από τη μια πλευρά και ναυτικοί από την άλλη. Στη στεριά ο χρόνος που μεσολαβεί μέχρι τη διακομιδή του ασθενούς σε μια μονάδα υγείας είναι σχετικά μικρός ενώ στη θάλασσα η διακομιδή δεν είναι απλή διαδικασία και μπορεί να απαιτήσει ημέρες ή και εβδομάδες έως ότου το πλοίο βρεθεί στην ακτίνα δράσης σωστικών μέσων.

Επιπρόσθετα η χαμηλή χωρητικότητα των επικοινωνιακών καναλιών στη θάλασσα, προκαλεί καθυστερήσεις στη μετάδοση δεδομένων και ιατρικών εικόνων μεταξύ των πλοίων και των ιατρικών σταθμών στη στεριά.

5.7. Επαγγελματισμός ή εμπορευματοποίηση

Από την πλευρά των εταιρειών που αναπτύσσουν συστήματα τηλεϊατρικής υπάρχει πίεση προς τους πλοιοκτήτες ώστε αυτοί να πειστούν για την αναγκαιότητα και τα οφέλη από την εγκατάσταση προηγμένου εξοπλισμού τηλεϊατρικής στα πλοία. Συχνά

τέτοιες προσεγγίσεις φέρνουν αντίθετα αποτελέσματα δημιουργώντας επιφυλακτικότητα από την πλευρά των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Διάφορες πιλοτικές υλοποιήσεις ενδέχεται να δημιουργήσουν λανθασμένα αποτελέσματα, δεδομένου ότι η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος γίνεται με σκοπό να δημιουργήσει ένα αίσθημα ασφάλειας στο πλήρωμα τόσο πριν όσο και μετά την εγκατάσταση. Αυτή η προσέγγιση τέτοιες πρακτικές μπορεί να θεωρηθούν συγκαλυμμένες πρακτικές μάρκετινγκ και να απορριφθούν από τις εταιρείες.

Η επαγγελματική συμπεριφορά επιβάλλει η ανάπτυξη ενός συστήματος τηλεϊατρικής σε ένα στόλο να βασίζεται στο αναγκαίο και το χρήσιμο. Αυτό σημαίνει την εγκατάσταση μόνο του χρήσιμου εξοπλισμού και την πραγματοποίηση μελετών για την αξιολόγηση του οφέλους σε σχέση με την επένδυση του νέου εξοπλισμού. Το αποτέλεσμα είναι η παροχή υγειονομικών υπηρεσιών βασισμένων στις πραγματικές ανάγκες παρά στην αίσθηση.

5.8. Ένα παράδειγμα αποτελεσματικής χρήσης του ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε ένα πλοίο

Το ECG είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την παροχή υπηρεσιών υγείας στις επίγειες εγκαταστάσεις – κυρίως στα νοσοκομεία – αλλά και στις μονάδες πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Ένα τέτοιο σύστημα αυξάνει τα επίπεδα ασφάλειας εν πλω, βελτιώνοντας τις διαδικασίες ιατρικής διάγνωσης και φροντίδας. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμο στα πρόδρομα στάδια εκδήλωσης μιας πάθησης. Στην περίπτωση εκδήλωσης ενός μυοκαρδιακού επεισοδίου, οι αποφάσεις για την αντιμετώπισή του πρέπει να λαμβάνονται στην έναρξη της εκδήλωσης των συμπτωμάτων και πρέπει να βασίζονται στο ιστορικό του ασθενούς και στα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων.

Πλοιοκτήτες εξοπλίζουν τα σκάφη τους με ECGs ώστε τα περιστατικά μυοκαρδιακών επεισοδίων να αντιμετωπίζονται βάσει των ιατρικών συμβουλών από γιατρούς οι οποίοι δεν έχουν μεγάλη εμπειρία πρωτοβάθμιας περίθαλψης σε απομακρυσμένα περιβάλλοντα, όπως τα πλοία ή δεν έχουν εμπειρία ανάλυσης ενός ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας μεθόδου είναι ότι

παρέχεται η δυνατότητα σε ένα άτομο που υπέστη ένα μυοκαρδιακό επεισόδιο να παραμείνει σε ελεγχόμενη κατάσταση στο πλοίο, έως ότου αυτό προσεγγίσει κάποιο λιμάνι.

Η θρομβόλυση είναι μια αποτελεσματική αντιμετώπιση ενός μυοκαρδιακού επεισοδίου αλλά είναι δύσκολο έως σήμερα να διενεργείται σε ένα πλοίο στο οποίο δεν επιβαίνουν εξειδικευμένοι γιατροί και πόσω μάλλον στο οποίο δεν υπάρχει μονάδα εντατικής θεραπείας. Επίσης είναι πολύ δύσκολο να διεκπεραιωθεί η απαραίτητη διάγνωση 12 παραμέτρων στο περιβάλλον του πλοίου.

Τα πλεονεκτήματα ενός ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε ένα πλοίο πρέπει να εξισορροπούνται με τις δυσκολίες στην κατασκευή και ανάπτυξη του απαραίτητου εξοπλισμού, ο οποίος μπορεί να ανταπεξέλθει στις συνθήκες ενός πλοίου. Επίσης πρέπει να είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε ο χειρισμός του να είναι εφικτός από το προσωπικό του πλοίου αλλά και οι ρυθμίσεις και η συντήρησή του να γίνονται εν πλω.

5.9. Κινούμενη ιατρική εικόνα σε πραγματικό χρόνο

Η χρήση κινούμενης ιατρικής εικόνας είναι μια διαδεδομένη πρακτική σε χειρουργεία εφαρμογές τηλείατρικής. Αντίθετα στο περιβάλλον των πλοίων όπου η διαθέσιμη χωρητικότητα και ταχύτητα των επικοινωνιακών καναλιών είναι περιορισμένη, η δυνατότητα χρήσης κινούμενης ιατρικής εικόνας είναι περιορισμένη.

Οι στατικές εικόνες χρησιμοποιούνται για πολλά χρόνια ιδιαίτερα σε περιστατικά τραυματισμών και δερματολογικών παθήσεων. Υπάρχουν περιστατικά στα οποία η κινούμενη εικόνα σε πραγματικό χρόνο προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες στην αξιολόγηση ενός περιστατικού (όπως για παράδειγμα στην καθοδήγηση ενός μέλους του πληρώματος στην αποκατάσταση ενός εξαρθρωμένου συνδέσμου).

6. Οικονομική απόδοση της τηλεϊατρικής στα πλοία

Οι (Garcia, Stoloff, Thomason, & Shia, 1997) πραγματοποίησαν μια εξαιρετικά εμπεριστατωμένη μελέτη σχετικά με τα οικονομικά και ποιοτικά οφέλη της τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα. Πρόκειται για μια μοναδική μελέτη, η οποία δεν έχει επικαιροποιηθεί από άλλους ερευνητές έως σήμερα. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή υπολογίστηκε η δυνητική ζήτηση υπηρεσιών τηλεϊατρικής στη ναυσιπλοΐα. Εάν όλα τα πλοία ήταν εξοπλισμένα με υποδομές τηλεϊατρικής σε διάστημα ενός έτους θα προκαλούνταν πάνω από 18.500 κλήσεις υποστήριξης περιστατικών υγείας μέσω τηλεϊατρικής (Πίνακας 3). Ο αριθμός αυτός αντιπροσωπεύει το 6,7% των συνολικών περιστατικών που καταγράφονται ετήσια στη ναυσιπλοΐα.

Πίνακας 3. Δυνητικό πλήθος περιστατικών τηλεϊατρικής σε περίοδο ενός έτους

	Πλήθος κλήσεων	Ποσοστό επί του συνόλου
Σύνολο	18,829	100.0
Βελτίωση ποιότητας υπηρεσιών λόγω τηλεϊατρικής	12,484	66.3
Χωρίς απαραίτητη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού λήψης βιοσημάτων	10,259	54.5
Με απαραίτητη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού λήψης βιοσημάτων	2,222	11.8

Όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 3, η πλειονότητα (79%) των περιστατικών μπορούν να αντιμετωπιστούν χωρίς προηγμένο τεχνολογικό εξοπλισμό τηλεϊατρικής, με χρήση συμβατικών μεθόδων όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και το τηλέφωνο. Η τηλεραδιολογία και η τηλεδιάσκεψη βίντεο χρησιμοποιούνται σε ποσοστό 12% και 9% του συνόλου των περιστατικών.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς της μελέτης, η τηλεϊατρική βελτιώνει την ποιότητα της περίθαλψης στα δύο τρίτα των περιστατικών. Από αυτές, πάνω από 80% δε χρειάζονται εξειδικευμένο εξοπλισμό λήψης βιοσημάτων για να επιτύχουν τα

συγκεκριμένα ποιοτικά αποτελέσματα. Το υπόλοιπο 20% από τη φύση του απαιτεί τη χρήση του ειδικού ιατρικού μετρητικού εξοπλισμού.

Ο Πίνακας 4 δείχνει την κατανομή των ιατρικών ειδικοτήτων που διαχειρίστηκαν τα περιστατικά τηλεϊατρικής. Περίπου το 21,4% καλύφθηκε από γενικούς γιατρούς.

Πίνακας 4 . Δυνητικός αριθμός περιστατικών τηλεϊατρικής ανά ιατρική ειδικότητα (σε διάστημα 12 μηνών)

Ειδικότητα	Πλήθος περιστατικών
Ορθοπεδικοί	4,564
Γενικοί γιατροί	4,032
Οφθαλμολόγοι	1,117
Εσωτερική ιατρική	1,084
Ουρολόγοι	1,076
Γαστρεντερολόγοι	1,070
Δερματολόγοι	970
Ωτορινολαρυγγολόγοι	820
Γενικοί χειρουργοί	644
Νευρολόγοι	609
Γυναικολόγοι	460
Οδοντίατροι	436
Καρδιολόγοι	434
Ψυχίατροι	403
Πνευμονολόγοι	190
Προληπτικοί γιατροί	180
Λοιμωξιολόγοι	153
Ποδίατροι	125
Αγγειολόγοι	107
Νεφρολόγοι	90
Ρευματολόγοι	81
Ιατροί του αναπνευστικού	72
Ραδιολόγοι	46
Αλλεργιολόγοι	37
Φυσιοθεραπευτές	26
Σύνολο	18.829

Οι κλήσεις ορθοπεδικών είναι οι πλέον συχνές (24,2%) ενώ δεύτερη σε αιτήματα είναι η ειδικότητα των οφθαλμιάτρων με 5,9%.

6.1. Οφέλη της τηλεϊατρικής

6.1.1. Διακομιδή ασθενών

Ως διακομιδές για ιατρικούς λόγους (MEDEVACs στην ορολογία της ναυσιπλοΐας) προσδιορίζονται οι μεταφορές επιβαινόντων σε ένα πλοίο σε κάποιο νοσοκομείο στην ξηρά για την παροχή πρόσθετης ιατρικής βοήθειας. Οι διακομιδές γίνονται συνήθως με αεροπορικά μέσα ή με τροποποίηση του πλου του σκάφους ώστε να προσεγγίσει το κοντινότερο λιμάνι για αποβίβαση του ασθενούς και μεταφορά του σε νοσοκομείο. Οι διακομιδές έχουν εξαιρετικά αυξημένο κόστος, όπως προκύπτει από τα στοιχεία που παρατίθενται στη συνέχεια.

Σύμφωνα με τη μελέτη σε περίοδο 12 μηνών (από 1^η Σεπτεμβρίου 1995 έως 1^η Σεπτεμβρίου 1996) καταγράφηκαν 911 διακομιδές με μέσα του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Εκτιμώμενες διακομιδές από πλοία σε περίοδο 12 μηνών

	Σύνολο	Πλήθος διακομιδών ανά τύπο σκάφους
Μεταφορικά	296	23
Επιβατηγά	395	10
Μικρά σκάφη	139	1
Υποβρύχια	81	1
Σύνολο	911	

Η χρήση συστημάτων τηλεϊατρικής θα μπορούσε να αποτρέψει αρκετές διακομιδές (MEDEVACs).

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς της μελέτης το 28,3% των MEDEVACs στην περίοδο των 12 μηνών θα μπορούσε να αποφευχθεί και οι ασθενείς να λάβουν αποτελεσματική περίθαλψη στο πλοίο με υποστήριξη τηλεϊατρικής. Ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι μια μελέτη του οργανισμού NHRC (Nice, 1984) του 1984 συγκλίνει στο ότι η επικοινωνία των γιατρών με το διαπιστευμένο προσωπικό του πλοίου για παροχή ιατρικής βοήθειας θα είχε οδηγήσει στην αποφυγή του 28% των MEDEVACs που πραγματοποιήθηκαν.

6.1.2. Εξοικονόμηση πόρων

Οι διακομιδές έχουν αυξημένο κόστος γιατί απαιτούν:

- Κόστη καυσίμων και συντήρησης των εναέριων μέσων.
- Κόστος υπάμενου προσωπικού. Η εκτιμώμενη δαπάνη είναι \$789,60 ανά διακομιδή.
- Κόστος συνοδευτικού ιατρικού προσωπικού. Το κόστος υπολογίζεται σαν απώλεια παραγωγικότητας λόγω απουσίας του προσωπικού από τη θέση εργασίας του κατά τη διάρκεια της διακομιδής. Η απώλεια αυτή υπολογίζεται στα \$147 ημερησίως για κάθε μέλος του ιατρικού προσωπικού που μετέχει στη διακομιδή.

6.1.3. Εξοικονόμηση χρόνου επιστροφής του προσωπικού του πλοίου στην υπηρεσία

Βελτιώνοντας την ποιότητα των παρεχόμενων υγειονομικών υπηρεσιών μέσω της χρήσης τηλεϊατρικής, συντομεύεται ο χρόνος επιστροφής του ασθενούς στην υπηρεσία του, εξοικονομώντας ανθρωποώρες εργασίας και συνεπώς αυξάνοντας την παραγωγικότητα. Ο Πίνακας 6 καταγράφει την εξοικονόμηση χρόνου εργασίας λόγω της βραχύτερης νοσηλείας με τη βοήθεια της τηλεϊατρικής.

Πίνακας 6. Εξοικονόμηση ανθρωποημερών εργασίας ανά τύπο πλοίου
(περίοδος πέντε ετών, οικονομικό έτος 1997 σε δολάρια ΗΠΑ)

	Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και διαδίκτυο	Τηλεφωνο και Fax	Τηλεδιάσκεψη βίντεο	Τηλεραδιολογία
Μεταφορικά πλοία	16,623	6,596	8,180	32,718
Επιβατηγά	3,592	1,425	1,767	7,069
Μικρά σκάφη	1,863	488	89	931b
Υποβρύχια	1,031	147	147	0

6.1.4. Ποιότητα θεραπείας

Οι ειδικοί της έρευνας εντόπισαν περιπτώσεις στις οποίες οι σύνοδοι τηλεϊατρικής βελτιώνουν την ποιότητα της περίθαλψης. Η βελτίωση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της ακριβέστερης διάγνωσης και της παρακολούθησης της πορείας αποκατάστασης της υγείας του ασθενούς από απόσταση. Ο Πίνακας 7 αναλύει τα ποσοστά περιστατικών στα οποία μπορεί να προκύψει βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών ανά είδος τηλεϊατρικής τεχνολογίας που χρησιμοποιείται.

Πίνακας 7. Περιστατικά στα οποία μπορεί να προκύψει βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών ανά είδος τηλεϊατρικής τεχνολογίας

	Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και διαδίκτυο	Τηλέφωνο και fax	Τηλεδιάσκεψη βίντεο	Τηλεραδιολογία
Επιβατηγά / Μεταφορικά	32.5	19.2	2.3	26.9
Μικρά σκάφη	22.2	23.9	1.9	18.3
Υποβρύχια	14.3	11.9	1.2	2.4
Σύνολο	26.5	20.4	2.1	21.0

6.2. Η οικονομική απόδοση της τηλεϊατρικής

Η μελέτη υπολόγισε την καθαρή παρούσα αξία – οφέλη μείον επένδυση τηλεϊατρικής – για την εφαρμογή της στα πλοία.

Θεωρώντας ότι το πλοίο χρησιμοποιεί δορυφορική ζεύξη για την επικοινωνία με το Κέντρο τηλεϊατρικής, ο Πίνακας 8 παρουσιάζει την καθαρή παρούσα αξία της τηλεϊατρικής. Η χρήση του δορυφορικού καναλιού για εφαρμογές τηλεϊατρικής δεν επιβαρύνει πρόσθετα τον προϋπολογισμό του στόλου μιας ναυτιλιακής εταιρείας.

Πίνακας 8. Καθαρή παρούσα αξία τηλεϊατρικής ανά πλοίο χρησιμοποιώντας δορυφορική ζεύξη (περίοδος πέντε ετών, οικονομικό έτος 1997, αξίες σε δολάρια ΗΠΑ).

	Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και διαδίκτυο	Τηλέφωνο και fax	Τηλεδιάσκεψη βίντεο	Τηλεραδιολογία
Εμπορικά	32,674	13,365	11,478	19,541
Επιβατηγά	17,208	7,151	3,674	(7,674)
Μικρά σκάφη	2,130	556	(5,629)	(22,141)
Υποβρύχια	6,152	2,598	(4,447)	n/a

- Η καθαρή παρούσα αξία αντιπροσωπεύει την εξοικονόμηση χρημάτων λόγω εξοικονομούμενων ανθρωποημερών και των MEDEVCS που εξοικονομούνται μείον το κόστος των υποδομών τηλεϊατρικής
- Περιλαμβάνει και πλοία του Πολεμικού Ναυτικού.

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και διαδίκτυο

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και το διαδίκτυο αποτελούν οικονομικές λύσεις για όλες τις πλατφόρμες τηλεϊατρικής. Η εξοικονόμηση κόστους για μια περίοδο 5 ετών κυμαίνεται από \$32.650 για τα εμπορικά πλοία έως \$2.150 για τα μικρά σκάφη

Τηλέφωνο και fax

Η χρήση του τηλεφώνου και του fax επίσης αποδεικνύεται ιδιαίτερα οικονομική. Το σύνολο της εξοικονόμησης πόρων ανά πλοίο κυμαίνεται από \$13.350 για τα εμπορικά πλοία έως \$550 για τα υποβρύχια.

Τηλεδιάσκεψη μέσω βίντεο

Η συγκεκριμένη μορφή επικοινωνίας είναι οικονομική για τα εμπορικά και επιβατηγά σκάφη. Η εξοικονόμηση πόρων σε διάστημα πενταετίας κυμαίνεται από \$11.500 και \$3.650 για τα εμπορικά και επιβατηγά σκάφη αντίστοιχα.

7. Συμπεράσματα

Οι περιορισμοί της παροχής ιατρικών υπηρεσιών εν πλω έχουν αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια. Οι πρακτικές της παροχής ιατρικών υπηρεσιών σε χερσαίο περιβάλλον δε μπορούν να μεταφερθούν αυτούσιες στο περιβάλλον ενός πλοίου που ταξιδεύει για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Τα οράματα και οι στόχοι για προηγμένο Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS) όπως περιγράφονται στη συνθήκη MLC 2006 είναι πολύ προκλητικά αλλά ταυτόχρονα δύσκολο να επιτευχθούν στο κοντινό μέλλον.

Ο μεγαλύτερος ανασταλτικός παράγοντας στην αλυσίδα είναι το μορφωτικό επίπεδο των πληρωμάτων και η εξειδικευμένη εκπαίδευσή τους στην ιατρική φροντίδα. Η βελτίωση αυτών των παραμέτρων μπορεί να προκύψει μέσα από διεθνείς συναινέσεις ώστε να επιτευχθούν κοινά ελάχιστα επίπεδα απαιτήσεων. Η αναθεώρηση της STCW (International Maritime Organization, 2010) εντάσσεται σ' αυτή τη διαδικασία. Τα ιατρικά εγχειρίδια που προορίζονται για τους ναυτικούς θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα περισσότερο σαν εγχειρίδια για τη διαχείριση συγκεκριμένων περιστατικών παρά σαν βιβλία προσανατολισμένα στην ιατρική εκπαίδευση.

Οι σχετικά μικρές μονάδες TMAS και τα σποραδικά στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν την ανάγκη δημιουργίας ενός πυκνότερου δικτύου με στενότερη συνεργασία μεταξύ των κόμβων του.

Η διαδικασία δημιουργίας ομογενών διαδικασιών TMAS πρέπει να περιλαμβάνει την ακριβή περιγραφή της ιατρικής υπηρεσίας καθώς και τη συμφωνία για το επίπεδο της επιθυμητής υπηρεσίας εν πλω.

Είναι απαραίτητη η ανάπτυξη προτύπων και γενικευμένων πρωτοκόλλων. Επίσης πρέπει να επεκταθεί η αρμοδιότητα των υφιστάμενων TMAS και να ενθαρρυνθούν περισσότερα κράτη να δημιουργήσουν νέα κέντρα τηλεϊατρικής. Οι πληροφορίες

των TMAS πρέπει να διαχέονται στο δίκτυο και η λειτουργία του να διέπεται από πολιτικές, δράσεις, συστήματα, εκπαίδευση και έρευνα.

Οι συνθήκες ICD-10 και ICPC-2 δεν ανταποκρίνονται στην κατηγοριοποίηση των περιστατικών των TMAS. Καμιά απ' τις δυο δεν ανταποκρίνεται σε περιστατικά κατά τα οποία μη εξειδικευμένα άτομα πρέπει να ανατρέξουν στο ιστορικό του ασθενούς και να διεξάγουν τις απαραίτητες εξετάσεις, ακόμη και αν κατευθύνονται από έναν γιατρό από την ξηρά.

Η ανάπτυξη ενός εξειδικευμένου διαγνωστικού εργαλείου το οποίο ανταποκρίνεται στις συνθήκες της ναυσιπλοΐας μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη, αλλά θα απαιτούσε συμβιβασμούς όταν γίνεται σύγκρισή του με υπηρεσίες νοσοκομείων ή μονάδων πρωτοβάθμιας υγείας στην ξηρά.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι, με το δεδομένο ότι η αξία της ανθρώπινης ζωής είναι ανεκτίμητη, ο μόνος δυναμικά εξελισσόμενος παράγων παροχής ιατρικής και νοσηλευτικής φροντίδας υψηλού επιπέδου, σε ασθενείς που δεν έχουν τρόπο πρόσβασης σε Μονάδες Υγείας του επιπέδου αυτού, όπως εν προκειμένω οι ναυτικοί και επιβάτες πλοίων, είναι η τηλεϊατρική. Πρόβλημα όμως παραμένει το υψηλό κόστος των δορυφορικών τηλεπικοινωνιών, μολονότι το αντίστοιχο των ενσύρματων έχει μειωθεί σημαντικά. Είναι επομένως ευθύνη των φορέων παροχής υγείας, η παρακολούθηση και ενημέρωση επί των εξελίξεων της τηλεϊατρικής, η εκπαίδευση και ο σχεδιασμός προγραμματισμένων δράσεων για ευρύτερη και αποδοτικότερη εφαρμογή τηλεϊατρικών προγραμμάτων, τόσο στον κόσμο της ναυσιπλοΐας, όσο και στο γενικό πληθυσμό. Θα πρέπει μόνον να έχουμε κατά νου ότι η τηλεϊατρική, ναι μεν είναι η ιδεωδέστερη λύση για τους ασθενείς που δεν έχουν άλλη δυνατότητα πρόσβασης σε Μονάδες Παροχής Υπηρεσιών Υγείας υψηλού επιπέδου, σε καμία όμως άλλη περίπτωση δε μπορεί να υποκαταστήσει την κλινική άσκηση της ιατρικής, δίπλα στο κρεβάτι του αρρώστου, όχι μόνο διότι τότε οι διαγνωστικές και θεραπευτικές δυνατότητες είναι περισσότερες, αλλά και διότι η διαπροσωπική σχέση και η ψυχική επαφή που αναπτύσσεται μεταξύ ασθενούς και ιατρού, δε μπορεί να υποκατασταθεί από οθόνες και καλώδια.

Βιβλιογραφία

1. Anogiannakis, G., & Maglavera, S. (1997). The MERMAID project intranet: mixing satellite and terrestrial telecommunications for achieving “healthcare for all”. *EU's Initiatives in Satellite Communications - Mobile (Digest No: 1997/087), IEE Colloquium on* (σσ. 8/1 - 8/5). London: IET.
2. ASTM International. (2010). *Standard Practice for View of Emergency Medical Care in the Electronic Health Record*. Ανάκτηση από ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/E1744.htm>
3. Europe's Information Society. (n.d.). *Medical Assistance for Ships*. Ανάκτηση November 12, 2014, από Europe's Information Society Thematic Portal: http://ec.europa.eu/information_society/activities/eten/cf/opdb/cf/project/index.cfm?mode=desc&project_ref=ETEN-27271
4. Garcia, F. E., Stoloff, P. H., Thomason, J. E., & Shia, D. S. (1997). *A Cost-Benefit Analysis of Shipboard Medicine*. Alexandria, Virginia: Center for Naval Analyses.
5. Government of Saskatchewan. (2012). *Picture Archiving & Communication System (PACS)*. Ανάκτηση από Government of Saskatchewan: <http://www.health.gov.sk.ca/pacs>
6. Health Informatics. (2002). *Standard Communication Protocol - Computer assisted electrocardio-*.
7. Hersh, W. (1995). *The Electronic Medical Record: Promises and Problems*.
8. Horneland, A. (2009). *Maritime telemedicine - where to go and what to do*. Bergen, Norway: Norwegian Centre for Maritime Medicine.
9. ILO. (2006). *Maritime Labour Convention*.
10. INMARSAT. (n.d.). *INMARSAT*. Ανάκτηση από INMARSAT: <http://www.inmarsat.com>

11. International Maritime Organization. (2010). *ADOPTION OF THE FINAL ACT AND ANY INSTRUMENTS, RESOLUTIONS AND RECOMMENDATIONS RESULTING FROM THE WORK OF THE CONFERENCE*.
12. Madhavan, R., & Khalid, S. (2013). *Telemedicine*. Intech.
13. Mandellos, G. J., Koutelakis, G. V., Panagiotakopoulos, T. C., Koukias, M. N., & Lymberopoulos, D. K. (2009). Requirements and solutions for advanced Telemedicine applications. Στο C. Barros de Mello, *Biomedical Engineering* (σσ. 645 - 658). Intech.
14. Nice, D. S. (1984). *A Survey of U.S. Naval Medical Communications and Evacuations at Sea*. San Diego: Naval Health Research Center.
15. Oklahoma State University Center for Health Sciences. (2014). *OSU Mobile TeleHealth Clinic*. Ανάκτηση από Oklahoma State University Center for Health Sciences: <http://www.healthsciences.okstate.edu/telehealth/mtc/>
16. Patel, T. (2002). Current Challenges in Maritime Telemedicine. *4th Congress on Telemedicine*. Tromso, Norway: Norsk Telemed.
17. Salomon, D. (2008). Huffman Coding. Στο D. Salomon, *A Concise Introduction to Data Compression* (σσ. 61-91). London: Springer-Verlag.
18. The American Telemedicine Association. (2012). *Telemedicine Case Studies*. Ανάκτηση από The American Telemedicine Association: <http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/telemedicine-case-studies#.VKxoriuzKSo>
19. William, B., & Mitchell, J. L. (1993). *JPEG Still Image Data Compression Standard*. Pennebaker.
20. Wootton, R., Craig, J., & Patterson, V. (2006). Introduction to Telemedicine. *Royal Society of Medicine*.
21. World Health Organization. (2003). *International Classification of Primary Care, Second edition (ICPC-2)*. WHO.
22. World Health Organization. (2010). *International Classification of Diseases (ICD)*. WHO.

23. Xing Hua, S. (2010). *Maritime Medical Psychology*. Second Military Medical University.
24. Καστανιά, Α. Ν., & Roca, F. (2009). *Εγχειρίδιο Τηλεϊατρικής*. Παπαζήση.
25. Τσαγκάρης, Μ., Χατζηπανταζή, Π., Τσαρούχη, Α., & Τσαντούλας, Δ. (2000). *Επιστημονικά χρονικά Σεισμανολογείου*. Αθήνα.