



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ – Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ
ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ANNA X. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ

Επιβλέπων : Δημήτριος Γ. Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ – Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ
ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ANNA X. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ

Επιβλέπων : Δημήτριος Γ. Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 8^η Σεπτεμβρίου 2005.

.....
Δημήτριος Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Κωνσταντίνα Νικήτα
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Παναγιώτης Τσανάκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005

.....
ANNA X. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Άννα Χ. Γεωργιάδου, 2005.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλματώδης τεχνολογική ανάπτυξη που σημειώνεται στις μέρες μας δε θα μπορούσε να αφήσει ανεπηρέαστο τον τομέα της ιατρικής, ένα τομέα που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής εξαιτίας των συνεχών εξάρσεων παλιών και νέων νοσημάτων. Η επιστήμη στην υπηρεσία της υγείας δύναται να βοηθήσει στην πρόληψη, διάγνωση και καταπολέμηση παθήσεων που παλαιότερα ήταν αδύνατο να αντιμετωπιστούν.

Είναι φυσικό και αναμενόμενο λοιπόν, στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας διεξόδου της τεχνολογίας στον τομέα της υγείας, πρωτεύοντα ρόλο να κατέχει η ηλεκτροκαρδιογραφία, αφού επικεντρώνεται στο βασικότερο όργανο του ανθρωπίνου οργανισμού, την καρδιά. Η σημαντικότερη πρόοδος που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στον κλάδο αυτό οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην τεχνολογία ασύρματων αισθητήρων και στις εφαρμογές της.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η γνωριμία με τις βασικότερες έννοιες της ηλεκτροκαρδιογραφίας και η παρουσίαση των σημαντικότερων διαθέσιμων εμπορικών και ερευνητικών συστημάτων ασύρματης παρακολούθησης και καταγραφής ΗΚΓ 1 έως και 12 απαγωγών καθώς και των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων. Απώτερος σκοπός της συγγραφής είναι η εισαγωγή των απαραίτητων θεμελίων για την δημιουργία και ανάπτυξη ενός τοπικού δικτύου μικρής εμβέλειας για την αυτόματη καταγραφή και μετάδοση των μετρούμενων ιατρικών δεδομένων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ηλεκτροκαρδιογραφία, ΗΚΓ, καρδιά, καρδιογράφος, ασύρματοι αισθητήρες, IEEE 802.11 (Wi-Fi), Bluetooth, GPRS, RF, τοπικά δίκτυα.

ABSTRACT

The radical technological developments, that are taking place nowadays, couldn't leave the field of medicine unaffected, a field which demands particular attention due to the perpetual outbreak of old and new diseases. Science, when used in service of health, is capable of assisting in the anticipation, diagnosis and treatment of affections, which in the past were impossible to be dealt with.

During this penetration of technology in the field of health, Electrocardiography held and it is still going to hold a key role. If it is not clear from the start why, the answer is simple. It focuses in the most fundamental organ of the human body: the heart. The important progress, which has occurred during the last few years in the sector of medicine, is to be indebted into the technology of wireless sensors and its various applications.

The goal of this thesis is the acquaintance with the basic principles of Electrocardiography and the presentation of the most important available commercial wireless ECG monitoring and registration systems (ECG from 1 until 12 efferences), as well as the systems that are still under research, and their consisting protocols and technologies. The ultimate intention of the writer is to make an introduction to the foundation of a Local Area Network of small range for the automatic registration and transmission of already measured medical data.

KEYWORDS

Electrocardiography, ECG, Heart, Electrocardiographer, wireless sensors, IEEE 802.11 (WiFi), Bluetooth, GPRS, RF, LAN.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Δημήτριο Γ. Κουτσούρη, του οποίου η καθοδήγηση ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα Κωνσταντίνο Περάκη για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση του, καθώς και για τη συνεχή καθοδήγηση που μου παρέχει κατά την εκπόνηση της εργασίας μου.

Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ οφείλω και στον κ. Ευάγγελο Κοτρώζο για τη συνολική συνεισφορά του και τη διαρκή συμπαράστασή του καθόλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στο Ε.Μ.Π.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε και με στηρίζει όλα αυτά τα χρόνια και που χωρίς την πολύτιμη παρουσία της δε θα είχα καταφέρει τίποτα από όσα έχω μέχρι σήμερα επιτύχει.

Αφιερωμένη στην οικογένειά μου,
η οποία μου συμπαραστάθηκε σε όλα
τα χρόνια της φοίτησής μου στο Ε.Μ.Π

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	5
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	15
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ	21
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	23
1.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΗΚΓ	37
1.4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΚΓ	41
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	41
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	42
2.2.1 Αύξηση της μεταφεριμότητας και της κινητικότητας του ασθενή	42
2.2.2 Βελτίωση της ποιότητας των λαμβανόμενων ακτινογραφικών εικόνων	43
2.2.3 Συμμόρφωση με τους κανόνες ασφάλειας του ασθενή	44
2.2.4 Μεγάλος αριθμός ωφελειών για ασθενείς, νοσοκομεία και υγειονομικούς παράγοντες	44
2.3 ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΚΓ 1 ΕΩΣ ΚΑΙ 12 ΑΠΑΓΩΓΩΝ	44
2.3.1 ΑΕΡΟΤΕΛ	45
2.3.1.1 Heartline - Transtelephonic ECG System	45
2.3.1.2 HeartView P12/8 : Προσωπικός Καταγραφέας / Αναμεταδότης ΗΚΓ 12/8 Απαγωγών	46

2.3.1.3 HeartView™: Καταγραφέας / Αναμεταδότης 12 Απαγωγών Για Γιατρούς Γενικής Ιατρικής (GP'S, General Practitioners) Και Εξειδικευμένο Νοσηλευτικό Προσωπικό	46
2.3.1.4 Heart 400: Αναμεταδότης 3 απαγωγών πραγματικού χρόνου	47
2.3.1.5 Heart 2002P/P4 – Looper: Καταγραφέας / Αναμεταδότης Μίας Απαγωγής Για Συνεχή Παρακολούθηση Της Καρδιάς	47
2.3.2 CORSCIENCE	48
2.3.2.1 BlueECG	48
2.3.2.2 BlueBELT	49
2.3.3 COSMED.....	50
2.3.3.1 Quark T12	50
2.3.4 GMP COMPANIES.....	51
2.3.4.1 LifeSync Wireless ECG Monitor	52
2.3.5 J & J	54
2.3.5.1 Wireless C2 – RF : Wearable Physiology Monitoring EMG, EEG, ECG, HRV, Resp, SR, Temp.....	54
2.3.6 NEXAN INC.....	55
2.3.6.1 ClearPath	55
2.3.7 NOVOSENSE.....	59
2.3.7.1 CardioSenseSystem	59
2.3.8 VIVOMETRICS.....	60
2.3.8.1 LifeShirt	60
2.3.9 WELCH ALLYN	63
2.3.9.1 Propaq® LT.....	63
2.3.10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ.....	65
2.3.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	69
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	69
3.2 AMON: Advanced care & alert portable telemedical MONitor.....	70
3.3 MICROSYSTEMS CENTER BREMEN	73
3.3.1 BodyCOM.....	73
3.4 MOBIHEALTH	74
3.5 NASA.....	77
3.5.1 LifeGuard.....	77
3.5.1.1 LifeGuard I	77
3.5.1.2 LifeGuard II (υπο εξέλιξη).....	79

3.6	NORTHUMBRIA UNIVERSITY	79
3.6.1	Hi-Tech Football Shirts	79
3.7	ROKE MANOR RESEARCH.....	80
3.7.1	Wireless Patient Monitor	81
3.8	SOUTHERN POLYTECHNIC STATE UNIVERSITY	82
3.8.1	Πρόγραμμα Ασύρματης Καταγραφής Και Ερμηνείας Ηλεκτροκαρδιογραφικών Δεδομένων	82
3.9	TADIRAN LIFECARA	83
3.9.1	MDKeeper	84
3.10	UNIVERSITY OF KARLSRUHE.....	85
3.11	WEALTHY	86
3.12	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ.....	90
3.13	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΗΚΓ	95	
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	95
4.2	BLUETOOTH	96
4.2.1	Ιστορική αναδρομή	96
4.2.2	Εκδόσεις Bluetooth.....	97
4.2.3	Τοπολογία δικτύου Bluetooth	98
4.2.4	Στοιβα Πρωτοκόλλων του Bluetooth	100
4.2.4.1	Baseband	102
4.2.4.2	LMP	105
4.2.4.3	HCI	106
4.2.4.4	L2CAP	106
4.2.4.5	RFCOMM	107
4.2.4.6	SDP	108
4.2.5	Προφίλ	109
4.2.6	Διαδικασία Εγκατάστασης Σύνδεσης.....	109
4.3	GPRS - GENERAL PACKET RADIO SERVICE	110
4.3.1	Εισαγωγή.....	110
4.3.2	Τα πλεονεκτήματα του GPRS	111
4.3.3	Λειτουργία του GPRS	112
4.4	Wi-Fi.....	114
4.4.1	Εισαγωγή.....	114
4.4.2	802.11a	115

4.4.3	802.11b	116
4.4.4	802.11g	117
4.4.5	Κίνδυνοι Ασφάλειας.....	119
4.5	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.....	121
4.6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	122
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....		125
I.1	ΠΟΛΩΣΗ – ΕΚΠΟΛΩΣΗ – ΑΝΑΠΟΛΩΣΗ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ	125
I.2	ΛΗΨΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	126
I.3	ΑΠΑΓΩΓΕΣ.....	127
I.3.1	Διπολικές ή κλασικές απαγωγές.....	127
I.3.2	Μονοπολικές απαγωγές.....	129
I.4	ΤΡΟΠΟΣ ΛΗΨΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	130
I.5	ΣΚΟΠΟΣ ΛΗΨΗΣ ΤΟΥ ΗΚΓ	131
I.6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΑ		135

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Μορφολογία της καρδιάς και ηλεκτροκαρδιογράφημα	21
Σχήμα 1.2 William Gilbert	24
Σχήμα 1.3 Το είδωλο του Descartes.	24
Σχήμα 1.4 Ηλεκτρική διέγερση	25
Σχήμα 1.5 Λουγδουνική λάγηνος	25
Σχήμα 1.6 Luigi Galvani	27
Σχήμα 1.7 Alessandro Volta	28
Σχήμα 1.8 Carlo Matteucci	28
Σχήμα 1.9 Emil Dubois-Reymond	29
Σχήμα 1.10 Τρόπος διεξαγωγής του πρώτου ΗΚΓ	32
Σχήμα 1.11 Μορφή ηλεκτροκαρδιο-γραφήματος.....	32
Σχήμα 1.12 Σύγχρονο Monitor 'Holter'.....	35
Σχήμα 1.13 Άσκηση κατά τη διεξαγωγή ΗΚΓ.	36
Σχήμα 1.14 Mac 5000, ΗΚΓ 15 απαγωγών.....	37
Σχήμα 2.1 Το παρόν και το παρελθόν των ηλεκτροκαρδιογράφων	41
Σχήμα 2.2 Αυξάνεται η μεταφερισιμότητα και η κινητικότητα του ασθενή	42
Σχήμα 2.3 Αριστερά: Ακτινογραφία που λήφθηκε με την παραδοσιακή ενσύρματη τεχνολογία. Δεξιά: Ακτινογραφία που λήφθηκε με τη σύγχρονη τεχνολογία ασύρματων αισθητήρων.....	43
Σχήμα 2.4 Heartline - Transtelephonic ECG System	45
Σχήμα 2.5 HeartView P12/8	46
Σχήμα 2.6 Με μια απλή διαδικασία 3 βημάτων μπορεί ο ασθενής να καταγράψει ΗΚΓ 8 ή και 12 απαγωγών.	46
Σχήμα 2.7 HeartView™	47
Σχήμα 2.8 Heart 400	47
Σχήμα 2.9 Heart 2002P/P4 – Looper	47
Σχήμα 2.10 Η φορητή συσκευή BlueECG της Corscience.....	48
Σχήμα 2.11 BlueBELT της Corscience.....	49
Σχήμα 2.12 Το σύστημα Quark T12.....	50
Σχήμα 2.13 LifeSync Wireless ECG Monitor.....	52
Σχήμα 2.14 Η συσκευή Wireless C2 – RF της J & J.....	54
Σχήμα 2.15 Το σύστημα ClearPath της εταιρίας Nexan.....	58

Σχήμα 2.16 Το <i>CardioPatch</i> .	59
Σχήμα 2.17 Το LifeShirt έχει τη μορφή γιλέκου.	60
Σχήμα 2.18 Το Propaq LT ζυγίζει λιγότερο από 900g.	63
Σχήμα 2.19 WELCH ALLYN Propaq® LT	64
Σχήμα 3.1 AMON – Block Diagram.	71
Σχήμα 3.2 Πρωτότυπη συσκευή AMON.	71
Σχήμα 3.3 Κάθετη τομή της φορητής μονάδας του πρωτοτύπου AMON.	72
Σχήμα 3.4 Το σύστημα BodyCOM.	73
Σχήμα 3.5 Σύστημα μετάδοσης δεδομένων διαμέσου του ανθρωπίνου δέρματος.	74
Σχήμα 3.6 Η αρχιτεκτονική του MobiHealth BAN.	75
Σχήμα 3.7 Το σύστημα LifeGuard.	77
Σχήμα 3.8 Δοκιμάζοντας το LifeGuard κατά NEEMO V; KC-135 Test.	78
Σχήμα 3.9 Το CPOD.	78
Σχήμα 3.10 “Wireless Patient Monitor”	81
Σχήμα 3.11 Τα 4 τμήματα που συναποτελούν το σύστημα.	82
Σχήμα 3.12 Τρόπος διάγνωσης ταχυκαρδίας από το λογισμικό.	83
Σχήμα 3.13 Το ρολόι MDKeeper.	84
Σχήμα 3.14 Οι μετρήσεις ψηφιοποιούνται από τον πομπό και αποστέλλονται στο δέκτη που μπορεί να είναι μία ποικιλία συσκευών.	85
Σχήμα 3.15 Το πρωτότυπο ένδυμα. Στα παράθυρα A και B απεικονίζονται το ηλεκτρόδιο και το σχετικό αποτύπωμά του στο μπροστινό και πίσω μέρος του ρούχου. Στο παράθυρο C φαίνεται ένας πιεζοανθεκτικός αισθητήρας.	87
Σχήμα 3.16 Το σύστημα WEALTHY αποτελεί ολοκλήρωση των διαδικασιών αίσθησης, προετοιμασίας, προεπεξεργασίας και μετάδοσης των δεδομένων.	88
Σχήμα 4.1 Το Bluetooth logo της	96
Σχήμα 4.2 Σενάριο Αναπήδησης Συχνότητας	99
Σχήμα 4.3 Δίκτυο scatternet αποτελούμενο από δύο piconets.	99
Σχήμα 4.4 Σχηματισμός Piconet.	100
Σχήμα 4.5 Στοίβα πρωτοκόλλων του Bluetooth	101
Σχήμα 4.6 Δομή πακέτου Baseband	104
Σχήμα 4.7 Κλειδιά πιστοποίησης αυθεντικότητας & κρυπτογράφησης	105
Σχήμα 4.8 Αρχιτεκτονική του συστήματος GPRS.	111
Σχήμα 4.9 Το Wi-Fi logo.	114
Σχήμα 4.10 IEEE 802.11 και το μοντέλο ISO.	115

Σχήμα I.1 Καταγραφή του κύματος εκπόλωσης και του κύματος επαναπόλωσης από μια μυϊκή ίνα μυοκαρδίου.....	125
Σχήμα I.2 Σχηματική παράσταση μυοκαρδίου.....	126
Σχήμα I.3 Ανάλογα με την τοποθέτηση του ηλεκτροδίου μπορεί να καταγραφεί (α) θετικό ή (β) αρνητικό ή (γ) διφασικό έπαρμα.....	126
Σχήμα I.4 Σύνδεση των διπολικών ή κλασικών απαγωγών I, II, III. Τρίγωνο Einthoven....	128
Σχήμα I.5 Οι συνδέσεις του σώματος με τον ηλεκτροκαρδιογράφο για την καταγραφή με τις προκάρδιες απαγωγές.....	129
Σχήμα I.6 Τρόπος λήψης του ηλεκτροκαρδιογραφήματος.....	130

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Προαιρετικά χαρακτηριστικά του συστήματος Quark T12	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Σύγκριση του συστήματος LifeSync με τα παραδοσιακά συστήματα τηλεμετρίας.....	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Τα δομικά συστατικά του συστήματος CLEARPATH	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: Συμβατά με το σύστημα LifeShirt συστήματα	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5: Συγκεντρωτικός συγκριτικός πίνακας των εμπορικών ασύρματων συστημάτων	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Στόχοι του προγράμματος MobiHealth	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Συγκεντρωτικός συγκριτικός πίνακας των ερευνητικών προγραμμάτων ...	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Κατάλογος από την IEEE STD 802.11b-1999/Cor 1-2001.....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Wi-Fi	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Συγκεντρωτικός συγκριτικός πίνακας των τεχνολογιών GPRS, Wi-Fi και Bluetooth.....	121

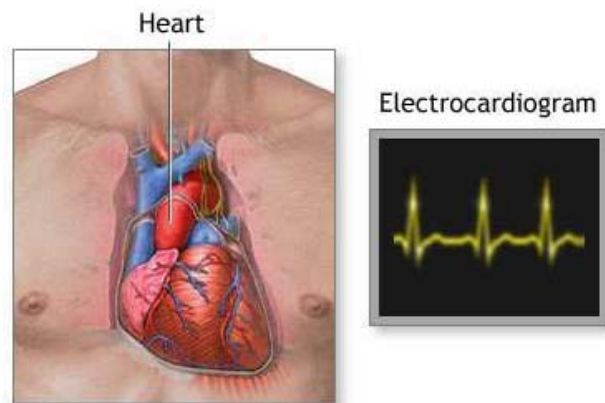
ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Το *ηλεκτροκαρδιογράφημα* (ElectroCardioGram, ECG / EKG) καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς και χρησιμοποιείται για τη διάγνωση διαφόρων ανωμαλιών^[1]. Εδώ και πολλά χρόνια η μέθοδος ηλεκτροκαρδιογραφίας που επικρατεί είναι το *ΗΚΓ των 12 απαγωγών* (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.3), το οποίο λαμβάνεται εύκολα και με εξαιρετική ακρίβεια από το γιατρό ή κάποιο μέλος του νοσηλευτικού προσωπικού. Το ΗΚΓ αυτό είναι αναπαραγωγικό, δηλαδή δίνει την ίδια ακριβώς εικόνα σε επανειλημμένες λήψεις, εφόσον βέβαια στα μεταξύ των λήψεων διαστήματα δε συμβαίνουν μεταβολές των καρδιακών ηλεκτρικών δυναμικών.



Σχήμα 1.1 Μορφολογία της καρδιάς και ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Το συνηθισμένο ΗΚΓ ονομάζεται και *ΗΚΓ ηρεμίας*, επειδή ο εξεταζόμενος κατά τη διάρκεια της λήψεως είναι ξαπλωμένος σε ύπτια θέση, ή *ΗΚΓ επιφανείας*, επειδή τα ηλεκτρόδια με τα οποία ανιχνεύονται τα ηλεκτρικά δυναμικά της καρδιάς, τοποθετούνται στη δερματική επιφάνεια του σώματος(βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.4).

Το ΗΚΓ των 12 απαγωγών καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της σύγχρονης ηλεκτροκαρδιογραφίας. Η συμβολή του είναι εξαιρετική στην άμεση διεκρίνιση και εκτίμηση

της διαταραχής του καρδιακού ρυθμού, εφόσον η εξέταση γίνεται κατά τη διάρκεια της αρρυθμίας, στη διάγνωση του οξέος εμφράγματος του μυοκαρδίου και άλλων κλινικών μορφών της στεφανιαίας νόσου, στην αποκάλυψη διαταραχών της αγωγής του ερεθίσματος, π.χ. αποκλεισμού σκέλους του δεματίου του His, και στη διάγνωση και εκτίμηση υπερτροφίας των κοιλιών ή των κόλπων. Επίσης σημαντική είναι η συμβολή του ΗΚΓ ηρεμίας στη διάγνωση της περικαρδίτιδας, τη μελέτη μυοκαρδιοπαθειών και την αποκάλυψη ηλεκτρολυτικών διαταραχών και τοξικής επιδράσεως της δακτυλίτιδας, της κινιδίνης και άλλων φαρμάκων στην καρδιά (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.5).

Το ΗΚΓ των 12 απαγωγών είναι η μοναδική παρακλινική εξέταση που δεν ζητείται να γίνει από κάποιο εργαστήριο, αλλά λαμβάνεται αμέσως «εν παντί τόπω και χρόνω». Σήμερα, κάθε ασθενής, παθολογικός ή χειρουργικός σε νοσοκομείο, πρέπει να έχει το ΗΚΓ του και αντιστρόφως σε κάθε νοσηλευτικό ίδρυμα, εξωτερικό ιατρείο, αγροτικό ιατρείο, κτλ., πρέπει να είναι δυνατή η μελέτη του ΗΚΓ. Το ΗΚΓ των 12 απαγωγών είναι πια υπόθεση όλων των ιατρών, ανεξαρτήτως ειδικότητας, και ορισμένων νοσηλευτών και παρασκευαστών που εργάζονται σε μονάδες εντατικής παρακολούθησης ασθενών.

Οι άλλες μέθοδοι της ηλεκτροκαρδιογραφίας είναι σχετικά νεότερες, δυσκολότερες και εφαρμόζονται μόνο από εκπαιδευμένους ιατρούς. Σε αυτές περιλαμβάνονται:

- I.** το ΗΚΓ της **δοκιμασίας κοπώσεως**: μερικές φορές λαμβάνεται με λιγότερες από 12 απαγωγές και σήμερα είναι απαραίτητη εξέταση για την επιβεβαίωση της διάγνωσης και την εκτίμηση του βαθμού της στεφανιαίας νόσου.
- II.** η **συνεχής**, επί 24 ή περισσότερες ώρες, **ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση με σύστημα Holter**: χρησιμοποιείται ευρύτατα για την αποκάλυψη αρρυθμιών και τη διάγνωση και εκτίμηση ισχαιμικών κρίσεων του μυοκαρδίου που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του 24ώρου. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται 1 ή 2 απαγωγές μόνο.
- III.** το **προκάρδιο χαρτογραφικό ΗΚΓ** (mapping ECG): λαμβάνεται από πολλά σημεία της προκάρδιας χώρας ή αμέσως από την επιφάνεια της καρδιάς επί χειρουργημένων ασθενών και χρησιμοποιείται σε ορισμένα καρδιολογικά κέντρα περισσότερο για ερευνητικούς σκοπούς επί αρρυθμικού εμφράγματος του μυοκαρδίου, κ.α.
- IV.** το **οισοφάγειο και ενδοκοιλιακό ΗΚΓ**: λαμβάνονται με ηλεκτρόδιο, το οποίο προωθείται αντιστοίχως στον οισοφάγο ή ενδοφλεβίως στον δεξιό κόλπο ή στην δεξιά κοιλία, και χρησιμοποιείται για τη διευκρίνιση ορισμένων αρρυθμιών.

- V.** *το ηλεκτρόγραμμα του His:* είναι και αυτή αιματηρή μέθοδος, δηλαδή λαμβάνεται με χρήση ενός ή περισσότερων ηλεκτροδίων-καθετήρων που προωθούνται στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες και αφορά την καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται από το δεμάτιο του His. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται προς επίλυση δύσκολων αρρυθμολογικών προβλημάτων.
- VI.** Τέλος, μεγάλη είναι η συμβολή της *συνεχούς παρακολούθησης του ΗΚΓ από τηλεοπτική οθόνη* (monitor). Η μέθοδος αυτή, που είναι θεμελιώδης για τη λειτουργία των μονάδων εντατικής θεραπείας ασθενών με οξύ στεφανιαίο επεισόδιο, χρησιμοποιείται στα χειρουργεία κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε επέμβασης. Στην περίπτωση αυτή, από το γιατρό ή συνθηθέστερα τον εκπαιδευμένο νοσηλευτή, παρακολουθείται συνεχώς μία μόνο ηλεκτροκαρδιογραφική απαγωγή για την αποκάλυψη και άμεση αντιμετώπιση διαταραχών του καρδιακού ρυθμού ^[2].

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ηλεκτροκαρδιογραφία, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί στις μέρες μας, είναι αποτέλεσμα ζύμωσης πολλών αιώνων. Σημαντικοί επιστήμονες (ιατροί, φυσιολόγοι, φυσικοί, ηλεκτρολόγοι μηχανικοί, κ.α.) εργάστηκαν σκληρά προκειμένου να διαμορφωθούν οι ηλεκτροκαρδιογραφικές τεχνικές που απαντώνται σήμερα, οι οποίες όχι μόνο συντελούν στη βελτίωση της ιατρικής πρόληψης και περίθαλψης αλλά ταυτόχρονα βελτιώνουν το σύγχρονο τρόπο ζωής με τις διευκολύνσεις τις οποίες παρέχουν.

Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η σημαντικότερη πρόοδος που συντελέστηκε από την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού μέχρι τη σύγχρονη τεχνολογία ασύρματων αισθητήρων για την καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος είναι απαραίτητη η μελέτη ενός, όχι τόσο σύντομου, ιστορικού της ηλεκτροκαρδιογραφίας.

Στην ιστορική αναδρομή που ακολουθεί δόθηκε έμφαση στη διεξόδυση της τεχνολογίας στο χώρο της ιατρικής. Στόχος της συγγραφέως είναι μέσα από την μελέτη του εκτενούς αυτού ιστορικού να επέλθει μια σταδιακή παρουσίαση των θεμελιωδών αρχών και χαρακτηριστικών της ηλεκτροκαρδιογραφίας. Με αυτόν τον τρόπο, η γνωριμία με τις, κατά τα άλλα, δύσκολες αυτές έννοιες θα συντελεστεί ομαλά επιτρέποντας την εις βάθος κατανόησή τους.

17^{ος} και 18^{ος}
αιώνας

Ηλεκτρισμός, παρατηρήσεις των επιπτώσεων του σε ζωικούς ιστούς και η ανακάλυψη του «ζωικού ηλεκτρισμού».

1600

Ο William Gilbert, ιατρός της Βασίλισσας Elizabeth I, Πρόεδρος της Βασιλικής Ιατρικής Σχολής και δημιουργός της «μαγνητικής φιλοσοφίας», εισάγει την λέξη «ηλεκτρικά» για αντικείμενα (μονωτές) που συγκρατούν το στατικό ηλεκτρισμό. Η λέξη αυτή ετυμολογικά πηγάζει από την ελληνική λέξη ήλεκτρο (κεχριμπάρι). Ήταν γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων ότι με τη βοήθεια της τριβής το κεχριμπάρι μπορούσε να ανασηκώσει ελαφρά αντικείμενα. Ο Gilbert πρόσθεσε και άλλα παραδείγματα, όπως το θείο, και περιέγραψε αυτό που αργότερα ονομάστηκε «στατικός ηλεκτρισμός», προκειμένου να το διαχωρίσει από τη μαγνητική δύναμη, που ο ίδιος θεωρούσε μέρος της φιλοσοφίας που θα κατέρριπτε για πάντα την επικρατούσα θεωρία του Αριστοτέλη για την ύλη. *Gilbert W. De Magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure. 1600*



Σχήμα 1.2 William Gilbert

1646

Ο Sir Thomas Browne, ιατρός, ενώ γράφει για να εγείρει το δημόσιο ενδιαφέρον σε διάφορα σοβαρά ζητήματα, είναι ο πρώτος που θα χρησιμοποιήσει τη λέξη «ηλεκτρισμός». Ο Browne αναφέρει ότι: "Ηλεκτρισμός είναι η δύναμη που ελκύει ελαφρά αντικείμενα και εκτρέπει μία βελόνα από την αρχική της θέση". *Browne, Sir Thomas. Pseudodoxia Epidemica; 1646: Bk II, Ch. 1. London*

1660

Ο Otto Von Guericke κατασκευάζει την πρώτη γεννήτρια στατικού ηλεκτρισμού.

1662



Σχήμα 1.3 Το είδωλο του Descartes.

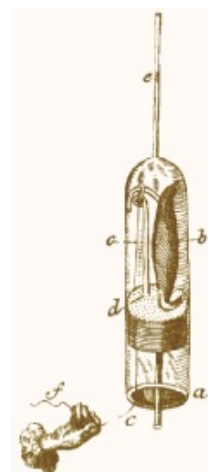
Το έργο του Rene Descartes^[3], Γάλλου φιλοσόφου, δημοσιεύεται (μετά το θάνατό του) και εξηγεί την ανθρώπινη κίνηση έχοντας ως βάση τη σύνθετη μηχανική αλληλεπίδραση ινών, πόρων και «ζωικών ενστίκτων». Επεξεργάστηκε τις ιδέες του κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1630 και εγκατέλειψε την ιδέα δημοσίευσής τους εξαιτίας της εκδίωξης άλλων επαναστατικών πνευμάτων, όπως του Γαλιλαίου. *Descartes R. De Homine (Treatise of Man); 1662: Moyardum & Ieffen, Leiden.*

1664

Ο Jan Swammerdam^[4], ένας Ολλανδός, αναιρεί τη μηχανική θεωρία του Descartes για την κίνηση των ζώων αφαιρώντας την καρδιά από ένα ζωντανό βάτραχο και αποδεικνύοντας ότι μπορούσε ακόμα να κολυμπήσει. Αφαιρώντας τον εγκέφαλο σταμάτησε κάθε είδους κίνηση, γεγονός σύμφωνο με τη θεωρία του Descartes. Ωστόσο, όταν αργότερα ο βάτραχος τεμαχίστηκε και μια νευρική απόληξη διεγέρθηκε με ένα νυστέρι, παρατηρήθηκε σύσπαση των μυών. Το πείραμα αυτό απέδειξε ότι η μυϊκή κίνηση δεν εξαρτάται άμεσα από τον εγκέφαλο.

1668

Ο Swammerdam τελειοποιεί τα πειράματά του πάνω στη μυϊκή συστολή και τη νευρική αγωγή και επιδεικνύει κάποια από αυτά σε ευγενείς, όπως στο Μεγάλο Δούκα Cosimo της Tuscany. Σε ένα από αυτά αναρτούσε ένα μυ σε ένα ορειχάλκινο γάντζο στο εσωτερικό ενός γυάλινου σωλήνα, με ανίχνευση κίνησης από σταγονίδια νερού, και ακολούθως διέγειρε το νεύρο με τη βοήθεια ενός ασημένιου καλωδίου^[3]. Αποτέλεσμα του πειράματος ήταν η παραγωγή μυϊκής κίνησης, η οποία μπορεί να οφειλόταν σε αγωγή ενός μικρού ηλεκτρικού ρεύματος – γεγονός που ο Swammerdam αγνοούσε.



Σχήμα 1.4 Ηλεκτρική διέγερση

1729

Ο Stephen Gray, Άγγλος επιστήμονας, κάνει τη διάκριση μεταξύ αγωγών και μονωτών του ηλεκτρισμού.

1745

Σχήμα 1.5
Λουγδουνική λάγηνος

Ο Ολλανδός φυσικός Pieter van Musschenbroek ανακαλύπτει ότι ένα μερικώς γεμάτο κυλινδρικό δοχείο, το οποίο φέρει ένα καρφί που προεξέχει από το φελλό του στομίου του, μπορεί να αποθηκεύσει ηλεκτρικό φορτίο. Το δοχείο αυτό ονομάστηκε «λουγδουνική λάγηνος», από την ονομασία της τοποθεσίας στην οποία ανακαλύφθηκε. Ο Ewald Georg von Kliest της Pomerania εφηύρε την ίδια συσκευή ανεξάρτητα.

1746

Χρησιμοποιώντας τη «λουγδουνική λάγηνος» ο Jean-Antoine Nollet, Γάλλος φυσικός και προγυμναστής της βασιλικής οικογένειας της Γαλλίας, στέλνει ηλεκτρικό ρεύμα μέσω 180 βασιλικών φυλάκων κατά τη διάρκεια μιας επίδειξης στο βασιλιά Louis XV.

1769

Ο Edward Bancroft, αμερικανός επιστήμονας, υποδεικνύει ότι το shock από το ψάρι Torpedo είναι περισσότερο ηλεκτρικό από ότι μηχανικό. Επιπλέον, αποδεικνύει ότι οι ιδιότητες του shock έφεραν ομοιότητες με τις αντίστοιχες της λουγδουνικής λαγίνου. Το ψάρι Torpedo και άλλα είδη ήταν ευρέως γνωστά για τα ηλεκτρικά shock που προκαλούσαν και χρησιμοποιούνταν συχνά για θεραπευτικούς σκοπούς. Παρόλα αυτά, η ηλεκτρική θεωρία, όπως αυτή είχε διαμορφωθεί εκείνη την εποχή, υπαγόρευε ότι ο ηλεκτρισμός ρέει πάντα μέσω των αγωγών και διαχέεται από περιοχές υψηλού φορτίου σε περιοχές χαμηλού φορτίου. Αφού, λοιπόν, οι ζωντανοί ιστοί ήταν γνωστό ότι αποτελούσαν αγωγούς του ηλεκτρισμού, ήταν αδύνατο να φανταστεί κανείς ότι μπορούσε να υπάρξει μια ηλεκτρική ανισορροπία σε ένα ζώο και συνεπώς ότι αυτό μπορούσε να προκαλέσει ηλεκτρικά shock. Επιπρόσθετα, «το νερό και ο ηλεκτρισμός δεν αναμιγνύονται» και συνεπώς η ιδέα του «ηλεκτρικού ψαριού» ήταν γενικά μη αποδεκτή. *Bancroft, E. An essay on the natural history of Guiana, London: T. Becket and P. A. de Hondt, 1769.*

1773

Ο John Walsh, μέλος της βασιλικής κοινότητας και του Αγγλικού Κοινοβουλίου, επιτυγχάνει ένα ορατό ηλεκτρικό σπινθήρα από ένα ηλεκτροφόρο χέλι, το οποίο βρισκόταν εκτός νερού. Δυστυχώς, δεν δημοσίευσε ποτέ το πείραμά του αν και κέρδισε το μετάλλιο Copley το 1774. *Walsh, J. On the electric property of torpedo: in a letter to Ben. Franklin. Phil. Trans. Royal Soc. 1773;63:478-489*

1774

Οι αιδεσιμότατοι Mr Sowdon and Mr Hawes, φαρμακοποιοί, αναφέρουν τις απρόσμενες επιπτώσεις του ηλεκτρισμού σε μία περίπτωση ανάρρωσης από αιφνίδιο θάνατο, η οποία δημοσιεύτηκε στην ετήσια αναφορά της νεοϊδρυθείσας Ανθρωπιστικής Κοινότητας.

Ο Squires ζούσε απέναντι από ένα σπίτι στο οποίο ένα τρίχρονο κορίτσι, η Catherine Sophia Greenhill, έπεσε από το παράθυρο του πρώτου ορόφου, στις 16 Ιουλίου 1774. Μετά από επιμελείς προσπάθειες, ο φαρμακοποιός δήλωσε ότι τίποτα δεν μπορούσε να γίνει για το παιδί αυτό. Ο Mr Squires, "με τη συγκατάθεση των γονέων, δοκίμασε την επίδραση του ηλεκτρισμού. Τουλάχιστον είκοσι λεπτά μετά το ατύχημα εφάρμοσε ηλεκτροσόκ σε διάφορα σημεία του σώματος του μικρού κοριτσιού χωρίς επιτυχία. Όταν, ωστόσο, εφάρμοσε μερικά ηλεκτροσόκ μέσω του θωρακικού τοιχώματος, παρατήρησε μία ασθενή σφίξη. Αμέσως μετά, το παιδί άρχισε να αναστενάζει και να αναπνέει, αν και με δυσκολία. Σε περίπου δέκα λεπτά έκανε

εμετό λόγω της συμπίεσης του κρανίου. Το κορίτσι ανάρρωσε πλήρως σε μία βδομάδα”.

"Ο Mr. Squires ανέφερε αυτή την εκπληκτική υπόθεση στους ανωτέρω κυρίους με μοναδικό σκοπό να προάγει το καλό της ανθρωπότητας και να εξασφαλίσει ότι στο μέλλον κανένα άτομο δε θα θεωρείται νεκρό παρά μόνο αφού έχει γίνει χρήση όλων των πιθανών μέσων." *Annual Report 1774: Humane Society, London. pp 31-32.*

1775

Ο Abildgaard αποδεικνύει ότι μπορεί να αφαιρέσει τη ζωή με χρήση ηλεκτρικών παλμών ενώ, ταυτόχρονα, μπορεί να επαναφέρει στη ζωή με χρήση ηλεκτροσόκ διαμέσου του θωρακικού τοιχώματος. *Abildgaard, Peter Christian. Tentamina electrica in animalibus. Inst Soc Med Havn. 1775; 2:157-61.*

1780



Σχήμα 1.6 Luigi Galvani

Ο Ιταλός ανατόμος Luigi Galvani αναφέρει ότι ένα τεμαχισμένο πόδι βατράχου συσπάται όταν έρθει σε επαφή με μεταλλικό νυστέρι στη παρουσία μίας ηλεκτρικής συσκευής.

Αργότερα απέδειξε ότι άμεση επαφή με ηλεκτρική γεννήτρια ή με το έδαφος μέσω ενός αγωγού οδηγούσε σε μυϊκή σύσπαση. Ο Galvani χρησιμοποίησε, επίσης, ορειχάλκινους γάντζους συνδεδεμένους με τη σπονδυλική στήλη του βατράχου, οι οποίοι συνδέονταν με τη σιδερένια περίφραξη του κήπου του. Παρατήρησε ότι τα πόδια του βατράχου συσπώνταν κατά τη διάρκεια καταιγίδων, αλλά και κατά τη διάρκεια ημερών με καλοκαιρία. Τα αποτελέσματα αυτά τα απέδωσε στο «ζωικό ηλεκτρισμό» ή στη διατήρηση «νευροηλεκτρικών υγρών» στα ζώα. Το όνομα του Galvani δόθηκε στο γαλβανόμετρο, το οποίο είναι όργανο μέτρησης ηλεκτρισμού – ακριβώς δηλαδή ότι είναι και ο ηλεκτροκαρδιογράφος (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.2).

1788

Ο Charles Kite κέρδισε το ασημένιο μετάλλιο της Ανθρωπιστικής Κοινότητας για την εργασία του με θέμα τη χρήση του ηλεκτρισμού στη διάγνωση και ανάνηψη ατόμων εμφανώς νεκρών.

1791

Ο Galvani ανακαλύπτει ότι η ηλεκτρική διέγερση της καρδιάς ενός βατράχου οδηγεί σε συστολή του καρδιακού μυ.

1792

Σχήμα 1.7 Alessandro Volta

Ο Alessandro Volta, Ιταλός επιστήμονας και εφευρέτης, επιχειρεί να διαψεύσει τη θεωρία του Galvani περί «ζωικού ηλεκτρισμού» υποστηρίζοντας ότι το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται από το συνδυασμό δύο ανόμοιων μετάλλων. Ισχυρίστηκε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα πηγάζει από τα μέταλλα και όχι από τους ζωικούς ιστούς. Προκειμένου να αποδείξει τον ισχυρισμό του, ανέπτυξε τη βολταϊκή στήλη το 1800. Ο ενθουσιασμός για τη χρήση του ηλεκτρισμού οδηγεί σε περαιτέρω προσπάθειες επαναφοράς στη ζωή νεκρών ατόμων. Ο *Frankenstein* της Mary Shelly's δημοσιεύτηκε το 1818. *Louis Figuier, Les merveilles de la Science (Paris, 1867), p.653*

1800 έως 1895

Ο σχεδιασμός ευαίσθητων οργάνων, τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν τα μικρά ηλεκτρικά ρεύματα της καρδιάς.

1819

Ενώ επιδείκνυε σε φοιτητές τη θέρμανση ενός σύρματος λευκόχρυσου με την επίδραση του ηλεκτρισμού από μία βολταϊκή στήλη, ο Δανός φυσικός Hans Oersted παρατήρησε εκτροπή της βελόνας μίας γειτονικής πυξίδας κάθε φορά που έρεε ηλεκτρικό ρεύμα. Με τον τρόπο αυτό ανακάλυψε τον ηλεκτρομαγνητισμό, τον οποίο θεμελίωσε θεωρητικά ο André Marie Ampère.

1820

Ο Johann Schweigger αυξάνει την κίνηση μαγνητικών βελόνων εντός ηλεκτρικών πεδίων με τη δημιουργία σπειρών με το ηλεκτροφόρο καλώδιο. Εισηγείται την περιστροφή του μαγνητικού πεδίου γύρω από ένα ηλεκτροφόρο καλώδιο, γεγονός που αποδείχτηκε αργότερα από το Michael Faraday. Ο Schweigger ανακάλυψε το πρώτο γαλβανόμετρο και κοινοποίησε την ανακάλυψή του στο Πανεπιστήμιο του Halle στις 16 Σεπτεμβρίου 1820.

1842

Ο Carlo Matteucci, καθηγητής φυσικής στο Πανεπιστήμιο της Pisa, αποκαλύπτει ότι ηλεκτρικό ρεύμα συνοδεύει κάθε καρδιακό παλμό. Χρησιμοποιεί, για το σκοπό αυτό, το κομμένο νεύρο του κάτω άκρου ενός βατράχου ως ηλεκτρικό αισθητήρα και τη σύσπαση του μυός ως ένδειξη ηλεκτρικής



Σχήμα 1.8 Carlo Matteucci

δραστηριότητας. *Matteucci C. Sur un phenomene physiologique produit par les muscles en contraction. Ann Chim Phys 1842;6:339-341*

1843

Ο Γερμανός ιατρός Emil Dubois-Reymond περιγράφει ένα «δυναμικό» που συνοδεύει κάθε μυϊκή συστολή. Κατορθώνει να ανιχνεύσει αυτό το μικρό ηλεκτρικό δυναμικό σε ένα μυ σε ηρεμία και παρατηρεί ότι μειώνεται με τη μυϊκή συστολή. Προκειμένου να το επιτύχει αυτό αναπτύσσει ένα από τα πιο ευαίσθητα γαλβανόμετρα της εποχής του. *Du Bois-Reymond, E. Untersuchungen uber thierische Elektricitat. Reimer, Berlin: 1848.*



Σχήμα 1.9 Emil Dubois-Reymond

1850

Περίεργες ακανόνιστες κινήσεις των κοιλιών παρατηρήθηκαν από τον Hoffa κατά τη διάρκεια διαφόρων πειραμάτων πραγματοποίησης ηλεκτροσόκ σε καρδιές ζώων. *Hoffa M, Ludwig C. 1850. Einige neue versuche uber herzbewegung. Zeitschrift Rationelle Medizin, 9: 107-144*

1856

Οι Rudolph von Koelliker και Heinrich Muller επιβεβαιώνουν ότι ηλεκτρικό ρεύμα συνοδεύει κάθε καρδιακό παλμό, συνδέοντας ένα γαλβανόμετρο στη βάση και στην κορυφή μίας εκτεθειμένης κοιλίας. Επιπλέον, εφαρμόζουν μία νευρομυϊκή κατασκευή, παρόμοια με αυτή του Matteucci, στη κοιλία και παρατηρούν μία μυϊκή σύσπαση ακριβώς πριν τη κοιλιακή συστολή και, επιπλέον, μία πολύ μικρότερη σύσπαση μετά τη συστολή. Αυτές οι συσπάσεις αναγνωρίστηκαν αργότερα ως αποτελέσματα των ηλεκτρικών κυμάτων QRS και T. *von Koelliker A, Muller H. Nachweis der negativen Schwankung des Muskelstroms am natuerlich sich kontrahierenden Herzen. Verhandlungen der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft in Wurzburg. 1856;6:528-33.*

1869

Ο Alexander Muirhead, ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός, κατορθώνει να καταγράψει ένα ανθρώπινο ηλεκτροκαρδιογράφημα στο νοσοκομείο του Αγίου Βαρθολομαίου στο Λονδίνο (γεγονός αμφισβητήσιμο).

1872

Ο Γάλλος φυσικός Gabriel Lippmann εφευρίσκει ένα τριχοειδές ηλεκτρόμετρο.

1876

Ο Marey χρησιμοποιεί το ηλεκτρόμετρο για να καταγράψει την ηλεκτρική δραστηριότητα μίας εκτιθέμενης καρδιάς βατράχου. *Marey EJ. Des variations electriques des muscles et du couer en particulier etudies au moyen de*

l'electrometre de M Lippman. Compres Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Acadamie des sciences 1876;82:975-977

1878

Οι Βρετανοί φυσιολόγοι John Burden Sanderson και Frederick Page καταγράφουν την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς με τη βοήθεια ενός τριχοειδούς ηλεκτρόμετρου και αποδεικνύουν ότι αποτελείται από δύο φάσεις (QRS και T). *Burdon Sanderson J. Experimental results relating to the rhythmical and excitatory motions of the ventricle of the frog. Proc R Soc Lond 1878;27:410-414*

1880

Ο Γάλλος φυσικός Arsène d'Arsonval, σε συνεργασία με τον Marcel Deprez, βελτιώνει το γαλβανόμετρο αντικαθιστώντας τη μαγνητική βελόνα, που εκτρεπόταν όταν ηλεκτρικό ρεύμα έρεε μέσω ενός πηνίου που την περιέβαλλε, με ένα σταθερό μαγνήτη και ένα κινητό πηνίο. Εάν συνδεόταν ένας δείκτης στο πηνίο, θα μπορούσε να κινείται κατά μήκος μίας κατάλληλα βαθμονομημένης κλίμακας. Το γαλβανόμετρο του d'Arsonval αποτελεί τη βάση για τα πιο σύγχρονα γαλβανόμετρα. *Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1882, 94: 1347-1350*

1887

Ο Βρετανός ιατρός Augustus D.Waller^[5] της Ιατρικής Σχολής St Mary του Λονδίνου, δημοσιεύει το πρώτο ανθρώπινο ηλεκτροκαρδιογράφημα, το οποίο καταγράφηκε με το τριχοειδές ηλεκτρόμετρο του Thomas Goswell, ενός τεχνικού του εργαστηρίου. *Waller AD. A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. J Physiol (London) 1887;8:229-234*

1889

Ο Ολλανδός ιατρός Willem Einthoven^[6] παρακολουθεί τον Waller να επιδεικνύει την τεχνική του στο πρώτο Διεθνές Συνέδριο Φυσιολόγων στο Bale.

1890

Ο GJ Burch της Οξφόρδης επινοεί μια αριθμητική διόρθωση για τις παρατηρούμενες ταλαντώσεις στο ηλεκτρόμετρο. Αυτή επιτρέπει την εξαγωγή της πραγματικής κυματομορφής ύστερα από εκτενείς υπολογισμούς. *Burch GJ. On a method of determining the value of rapid variations of a difference potential by means of a capillary electrometer. Proc R Soc Lond (Biol) 1890;48:89-93*

1891

Οι Βρετανοί ιατροί William Bayliss και Edward Starling του Πανεπιστημίου του Λονδίνου βελτιώνουν το τριχοειδές ηλεκτρόμετρο. Συνδέουν τους ακροδέκτες στο δεξί χέρι και στο άνω μέρος του θώρακα και λαμβάνουν τα αργότερα ονομαζόμενα κύματα P, QRS και T. Επιπρόσθετα, παρατηρούν μία καθυστέρηση της τάξεως των 0,13 δευτερολέπτων μεταξύ της κολπικής συστολής και της κοιλιακής εκπόλωσης.

On the electromotive phenomena of the mammalian heart. Proc Phys Soc (21st March) in J Physiol (London) 1891;12:xx-xxi

1893

Ο Willem Einthoven εισάγει τον όρο «ηλεκτροκαρδιογράφημα» σε μία συνάντηση του Ολλανδικού Σωματείου Ιατρών. *Einthoven W: Nieuwe methoden voor clinisch onderzoek [New methods for clinical investigation]. Ned T Geneesk 29 II: 263-286, 1893*

1895 έως 1993

Η πρώτη ακριβής καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος και η εξέλιξή της σε εργαλείο κλινικής εξέτασης.

1895

Ο Einthoven, χρησιμοποιώντας ένα βελτιωμένο ηλεκτρόμετρο και μια φόρμα βελτίωσης, ανεξάρτητης αυτής του Burch, διαχωρίζει πέντε εκτροπές τις οποίες ονομάζει P, Q, R, S και T. *Einthoven W. Ueber die Form des menschlichen Electrocardiogramms. Arch f d Ges Physiol 1895;60:101-123*

Γιατί PQRST και όχι ABCDE; Οι τέσσερις εκτροπές, πριν την φόρμα διόρθωσης ονομάστηκαν ABCD και οι πέντε που προήλθαν από αυτές PQRST. Η επιλογή του P είναι ένας μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιεί γράμματα από το δεύτερο μισό της αλφαβήτου. Το N έχει άλλη σημασία στα μαθηματικά και το O χρησιμοποιείται ως αρχή των καρτεσιανών συντεταγμένων. Έτσι, λοιπόν, ο Einthoven χρησιμοποίησε τα γράμματα O.....X για να σηματοδοτήσει τον άξονα του χρόνου στα διαγράμματά του. Το P είναι απλώς το επόμενο γράμμα. Μεγάλη προσπάθεια είχε γίνει για την αποκάλυψη της πραγματικής ηλεκτρικής κυματομορφής του ΗΚΓ εξαλείφοντας την απόσβεση των κινουμένων σωματιδίων στους ενισχυτές και χρησιμοποιώντας φόρμα διόρθωσης. Παρατηρώντας το διάγραμμα του Einthoven του 1895, παρατηρεί κανείς πόσο κοντά είναι στα σύγχρονα ηλεκτροκαρδιογραφήματα. Η μορφή των PQRST διαγραμμάτων ήταν τόσο εντυπωσιακή ώστε οι ερευνητές υιοθέτησαν αυτή την ονομασία, η οποία και χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα.

1897

Ο Clement Ader, Γάλλος ηλεκτρολόγος μηχανικός, αναφέρει το σύστημα ενίσχυσης σημάτων του κώδικα Morse για μετάδοση μέσω υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς. Δεν υπήρχε πρόθεση να χρησιμοποιηθεί ως γαλβανόμετρο. Αργότερα, ο Einthoven επικαλείται τη δουλειά του Ader αλλά αναπτύσσει τη δική του συσκευή

ενίσχυσης. *Ader C. Sur un nouvel appareil enregistreur pour cables sous-marins. C R Acad Sci (Paris) 1897;124:1440-1442*

1901

Ο Einthoven εφευρίσκει ένα νέο γαλβανόμετρο για καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφημάτων χρησιμοποιώντας σύρμα από χαλαζία με ασημένιο περίβλημα, βασιζόμενος στην ιδέα των Deprez και d'Arsonval. Ο Einthoven αναγνωρίζει την ομοιότητα με το σύστημα Ader αλλά αργότερα υπολογίζει ότι το δικό του γαλβανόμετρο είναι στην πραγματικότητα μερικές χιλιάδες φορές πιο ευαίσθητο. *Einthoven W. Un nouveau galvanometre. Arch Neerl Sc Ex Nat 1901;6:625-633*

1902

Ο Einthoven δημοσιεύει το πρώτο ηλεκτροκαρδιογράφημα που καταγράφηκε από ινοειδές γαλβανόμετρο. *Einthoven W. Galvanometrische registratie van het menschilijk electrocardiogram. In: Herinneringsbundel Professor S. S. Rosenstein. Leiden: Eduard Ijdo, 1902:101-107*



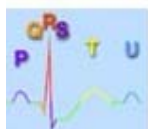
Σχήμα 1.10 Τρόπος διεξαγωγής του πρώτου ΗΚΓ

1903

Ο Einthoven συζητά τη μαζική παραγωγή του ινοειδούς γαλβανόμετρου με το Max Edelmann του Munich και τον Horace Darwin της Εταιρίας Επιστημονικών Οργάνων του Cambridge στο Λονδίνο.

1905

Ο Einthoven αρχίζει τη μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων από το νοσοκομείο στο εργαστήριό του, που βρίσκεται 1.5 km μακριά, μέσω τηλεφωνικών καλωδίων. Στις 22 Μαρτίου καταγράφεται το πρώτο «τηλεκαρδιογράφημα» ενός υγιούς και δραστήριου άντρα. Τα υψηλά R κύματα αποδίδονται στο γεγονός ότι έκανε ποδήλατο από το εργαστήριο στο νοσοκομείο για την καταγραφή του «τηλεκαρδιογραφήματος».

1906

Σχήμα 1.11
Μορφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Ο Einthoven δημοσιεύει την πρώτη παρουσίαση φυσιολογικού και μη φυσιολογικού ηλεκτροκαρδιογραφήματος, τα οποία έχουν καταγραφεί με χρήση ινοειδούς γαλβανόμετρου. Αριστερή και δεξιά κοιλιακή υπερτροφία, αριστερή και δεξιά κοιλιακή υπερτροφία, τα κύματα U (για πρώτη φορά), μεταβολές του συμπλέγματος QRS, έκτακτες κοιλιακές συστολές, κοιλιακοί πτερυγισμοί και πλήρους κολποκοιλιακός αποκλεισμός είναι οι παθήσεις που περιγράφονται. *Einthoven W. Le telecardiogramme. Arch Int de Physiol 1906;4:132-164 (translated into English. Am Heart J 1957;53:602-615)*

1906

Ο Cremer καταγράφει το πρώτο οισοφάγιο ηλεκτροκαρδιογράφημα το οποίο επιτυγχάνει με τη βοήθεια ενός επαγγελματία που καταπίνει σπαθιά. Η οισοφάγια ηλεκτροκαρδιογραφία αναπτύχθηκε αργότερα κατά τη δεκαετία του 1970 για να συμβάλλει στο διαχωρισμό των διαφόρων ειδών κολπικής αρρυθμίας. Επίσης, καταγράφει το πρώτο εμβρυϊκό ηλεκτροκαρδιογράφημα από την επιφάνεια της κοιλιάς μίας εγκύου. *Cremer. Ueber die direkte Ableitung der Aktionströme des menschlichen Herzens vom Oesophagus und über das Elektrokardiogramm des Fötus. Munch. Med. Wochenschr. 1906;53:811*

1908

Ο Edward Schafer του Πανεπιστημίου του Edinburgh είναι ο πρώτος που αγοράζει ινοειδές γαλβανόμετρο για κλινική χρήση.

1909

Ο Thomas Lewis του Κλινικού Πανεπιστημίου του Λονδίνου αγοράζει ινοειδές γαλβανόμετρο, όπως και ο Alfred Cohn του Νοσοκομείου Mt Sinai στη Νέα Υόρκη. Ο Thomas Lewis δημοσιεύει την εργασία του στη BMJ αναφέροντας λεπτομέρειες σχετικές με κλινικές και ηλεκτροκαρδιογραφικές παρατηρήσεις του κολπικού ινιδισμού. *Lewis T. Auricular fibrillation: a common clinical condition. BMJ 1909;42:1528.*

1910

Ο Walter James του Πανεπιστημίου της Columbia και ο Horatio Williams της Ιατρικής Σχολής του Cornell στη Νέα Υόρκη δημοσιεύουν την πρώτη αμερικάνικη έρευνα στην ηλεκτροκαρδιογραφία. Περιγράφουν σε αυτήν την κοιλιακή υπερτροφία, την κολπική και κοιλιακή εκτοπία, τον κολπικό ινιδισμό και τον κοιλιακό ινιδισμό. Οι εγγραφές στάλθηκαν από τα δωμάτια των ασθενών στο δωμάτιο του ηλεκτροκαρδιογράφου μέσω ενός συστήματος καλωδίων. *James WB, Williams HB. The electrocardiogram in clinical medicine. Am J Med Sci 1910;140:408-421, 644-669*

1911

Ο Thomas Lewis δημοσιεύει ένα κλασσικό εγχειρίδιο. *The mechanism of the heart beat. London: Shaw & Sons* και το αφιερώνει στον Willem Einthoven.

1912

Ο Einthoven απευθύνεται στην Ιατρική Κοινότητα Chelsea στο Λονδίνο και περιγράφει ένα ισόπλευρο τρίγωνο που σχηματίζεται από τις απαγωγές I, II και III. Το τρίγωνο αυτό αργότερο ονομάστηκε «τρίγωνο του Einthoven» (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I.3.1). *The different forms of the human electrocardiogram and their signification. Lancet 1912(1):853-861*

1920

Ο Hubert Mann του Ηλεκτροκαρδιογραφικού Εργαστηρίου του Νοσοκομείου στο όρος Sinai περιγράφει την παραγωγή του «μονοκαρδιογραφήματος», του σήμερα αποκαλούμενου «ανυσματοκαρδιογραφήματος». *Mann H. A method of analyzing the electrocardiogram. Arch Int Med 1920;25:283-294*

1924

Ο Willem Einthoven κερδίζει τον βραβείο Nobel για την ανακάλυψη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος^[7].

1928

Οι Ernstine και Levine αναφέρουν τη χρήση λυχνιών για την ενίσχυση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. *Ernstine AC, Levine SA. A comparison of records taken with the Einthoven string galvanometer and the amplifier-type electrocardiograph. Am Heart J 1928;4:725-731*

1928

Η εταιρία του Frank Sanborn (ιδρυθείσα το 1917, αποκτηθείσα από τη Hewlett-Packard το 1961 και αποκαλούμενη από το 1999 Philips Medical Systems)^[8] μετατρέπει το επιτραπέζιο μοντέλο ηλεκτροκαρδιογράφου στο πρώτο φορητό ηλεκτροκαρδιογράφο που ζυγίζει 50 λίβρες και τροφοδοτείται με φορητή μπαταρία των 6 Volt.

1931

Οι Charles Wolferth και Francis Wood περιγράφουν την έξαρση στηθαγχικών κρίσεων κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης. Μελέτησαν μεταβολές στο ΗΚΓ, υγιών και μη, ασθενών αλλά σταμάτησαν την έρευνά τους γιατί θεωρήθηκε επικίνδυνη στο να παρουσιαστούν στηθαγχικές κρίσεις σε όλους τους μετέχοντες αδιακρίτως. *Wood FC, Wolferth CC, Livezey MM. Angina pectoris. Archives Internal Medicine 1931;47:339*

1932

Οι Goldhammer και Scherf προτείνουν τη χρήση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος μετά από άσκηση για τη διάγνωση της στεφανιαίας ανεπάρκειας. *Goldhammer S, Scherf D. Elektrokardiographische untersuchungen bei kranken mit angina pectoris. Z Klin Med 1932;122:134*

1932

Οι Charles Wolferth και Francis Wood περιγράφουν την κλινική χρήση των θωρακικών απαγωγών. *Wolferth CC, Wood FC. The electrocardiographic diagnosis of coronary occlusion by the use of chest leads. Am J Med Sci 1932;183:30-35*

1934

Ο Frank Wilson ενώνοντας τα καλώδια από το δεξί και αριστερό άνω άκρο και το δεξί κάτω άκρο με αντίσταση των 5000 Ohm ορίζει το αποκαλούμενο «αδιάφορο ηλεκτρόδιο» το οποίο αργότερα ονομάστηκε «κεντρικό τερματικό του Wilson» (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.3.2). Αυτό δρα σα γείωση και συνδέεται στον αρνητικό ακροδέκτη του ηλεκτροκαρδιογράφου. Το ηλεκτρόδιο που συνδέεται με το θετικό ακροδέκτη γίνεται με τον τρόπο αυτό μονοπολικό και μπορεί να συνδεθεί οπουδήποτε στο σώμα. Ο Wilson ορίζει της μονοπολικές απαγωγές των VR, VL και VF, όπου το 'V' από τη αγγλική λέξη voltage. *Wilson NF, Johnston FE, Macleod AG, Barker PS. Electrocardiograms that represent the potential variations of a single electrode. Am Heart J. 1934;9:447-458.*

1938

Η American Heart Association και η Cardiac Society της Μεγάλης Βρετανίας καθορίζουν τις θέσεις και καλωδιώσεις των θωρακικών απαγωγών V1 - V6 (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.3.2). *Barnes AR, Pardee HEB, White PD. et al. Standardization of precordial leads. Am Heart J 1938;15:235-239*

1942

Ο Emanuel Goldberger αυξάνει την τάση των μονοπολικών απαγωγών του Wilson κατά 50% και οδηγείται στις ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές των άκρων aVR, aVL και aVF (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.3.2). Προστιθέμενες στις τρεις διπολικές απαγωγές των άκρων του Einthoven και στις έξι προκάρδιες απαγωγές οδηγούν στο ηλεκτροκαρδιογράφημα των 12 απαγωγών που χρησιμοποιείται σήμερα.

1942

Ο Arthur Master, τυποποιεί την εξέταση δύο βημάτων για την καρδιακή λειτουργία. *Master AM, Friedman R, Dack S. The electrocardiogram after standard exercise as a functional test of the heart. Am Heart J. 1942;24:777*

1949

Ο Norman Jeff Holter αναπτύσσει ένα σακίδιο βάρους 75 λιβρών το οποίο μπορεί να καταγράψει το ΗΚΓ αυτού που το φοράει και να το μεταδώσει. Το σύστημα αυτό, το Monitor Holter, μειωμένο σε μέγεθος και σημαντικά βελτιωμένο, χρησιμοποιείται στα ασθενοφόρα για την καταγραφή ΗΚΓ των ασθενών. *Holter NJ, Generelli JA. Remote recording of physiologic data by radio. Rocky Mountain Med J. 1949;747-751.*



Σχήμα 1.12 Σύγχρονο Monitor 'Holter'

1953

Ο Osborn, πειραματιζόμενος με υποθερμικούς σκύλους, περιγράφει το J (junctional) κύμα, γνωστό σήμερα ως «κύμα Osborn». *Osborn JJ. Experimental hypothermia: respiratory and blood pH changes in relation to cardiac function. Am J Physiol 1953;175:389.*

1963

Σχήμα 1.13 Άσκηση κατά τη διεξαγωγή ΗΚΓ.

Ο Robert Bruce και οι συνάδελφοί του περιγράφουν την πολυεπίπεδη εξέταση γνωστή ως πρωτόκολλο Bruce. "Δεν θα αγοράζατε ποτέ ένα μεταχειρισμένο αυτοκίνητο χωρίς να το οδηγήσετε και να εξακριβώσετε την καλή κατάσταση της μηχανής," λέει ο Bruce, "και ακριβώς το ίδιο ισχύει για την αξιολόγηση του τρόπου λειτουργίας της καρδιάς." *Bruce RA, Blackman JR, Jones JW, Srait G. Exercise testing in adult normal subjects and cardiac patients. Pediatrics 1963;32:742. Bruce RA, McDonough JR. Stress testing in screening for*

cardiovascular disease. Bull. N.Y. Acad Med. 1969;45:1288

1963

Οι Baule και McFee είναι οι πρώτοι που κάνουν χρήση του μαγνητοκαρδιογραφήματος, δηλαδή της ανίχνευσης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται κατά την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς. Είναι μία μέθοδος που μπορεί να ανιχνεύσει το ΗΚΓ χωρίς τη χρήση δερματικών ηλεκτροδίων. Αν και μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος, δεν έγινε ποτέ αποδεκτή κλινικά, εν μέρει λόγω του υψηλού της κόστους. *Baule GM, McFee R. Detection of the magnetic field of the heart. Am Heart J. 1963;66:95-96.*

1968

Ο Henry Marriott εισάγει τη τροποποιημένη θωρακική απαγωγή 1 (MCL1, Modified Chest Lead 1) για την παρακολούθηση ασθενών στη Μονάδα Στεφανιαίας Θεραπείας.

1992

Οι Cohen και He περιγράφουν ένα νέο μη επεμβατικό τρόπο ακριβούς χαρτογράφησης της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς με τη χρήση Λαπλασιανών συντεταγμένων στην επιφάνεια του ανθρωπίνου σώματος. *He B, Cohen RJ. Body surface Laplacian ECG mapping. IEEE Trans Biomed Eng 1992;39(11):1179-91*

1993

Ο Robert Zalski, καθηγητής του μαθήματος Πρώτων Βοηθειών στο πανεπιστήμιο Wayne στο Detroit, και οι συνάδελφοί του δημοσιεύουν ένα άρθρο με θέμα την κλινική χρησιμότητα του ηλεκτροκαρδιογραφήματος 15 απαγωγών, το οποίο κάνει χρήση των V4R, V8 και V9 για τη διάγνωση οξέων στεφανιαίων συνδρόμων. Όπως στην περίπτωση της προσθήκης των 6 προτυποποιημένων θωρακικών απαγωγών το 1938, αυτές οι πρόσθετες απαγωγές αυξάνουν την ευαισθησία του ΗΚΓ για την ανάδειξη αποκλεισμού του μυοκαρδίου. *Zalski RJ, Cook D, Rydman R. Assessing the diagnostic value of an ECG containing leads V4R, V8, and V9: The 15-lead ECG. Ann Emerg Med 1993;22:786-793*



Σχήμα 1.14 Mac 5000, ΗΚΓ 15 απαγωγών

1993 έως σήμερα

Τα αποφασιστικά βήματα της τεχνολογίας ασύρματων αισθητήρων στην ηλεκτροκαρδιογραφία.

Πληθώρα εταιριών διεξάγουν έρευνες για τη βελτίωση των υπαρχόντων ηλεκτροκαρδιογράφων με στόχο τη μείωση του μεγέθους τους και τη βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας ΗΚΓ. Προς τα τέλη αυτής της δεκαετίας παρατηρείται μία στροφή στο χώρο των ασύρματων αισθητήρων, η τεχνολογία των οποίων είναι πολλά υποσχόμενη και δίνει τη δυνατότητα αντιστάθμισης των αδυναμιών της ενσύρματης ηλεκτροκαρδιογραφίας.

1.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΗΚΓ

Παρά τη σημαντική πρόοδο που σημειώθηκε τον τελευταίο αιώνα στο χώρο της καρδιογραφίας δεν κατέστη δυνατό να αντιμετωπιστούν οι περιορισμοί που παρουσιάζει το ΗΚΓ, μερικοί από τους οποίους αναφέρονται στη συνέχεια:

- I.** Το ΗΚΓ είναι μια στατική εικόνα και για αυτό αποτυγχάνει να απεικονίσει σοβαρά υποβόσκοντα καρδιακά προβλήματα τη στιγμή που ο ασθενής δεν φέρει τα αντίστοιχα συμπτώματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της αδυναμίας του ΗΚΓ αποτελεί ένας ασθενής με ιστορικό περιοδικής στηθάγχης λόγω σοβαρής βλάβης της

στεφανιαίας αρτηρίας. Ο ασθενής αυτός μπορεί να παρουσιάζει ένα πλήρως φυσιολογικό ΗΚΓ τη χρονική στιγμή που δεν υποφέρει από συμπτώματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το ΗΚΓ που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια του τεστ κοπώσεως μπορεί να αναδείξει μία κάποια ανωμαλία σε αντίθεση με το σύνηθες ΗΚΓ το οποίο θέλει τον ασθενή ξαπλωμένο και σε κατάσταση ξεκούρασης.

- II.** Πολλές μη φυσιολογικές εικόνες ΗΚΓ μπορεί να είναι ασαφείς με αποτέλεσμα να επιδέχονται πολλές διαφορετικές διαγνωστικές ερμηνείες. Μπορεί ακόμα να είναι απολύτως φυσιολογικές και να μην υποδεικνύουν καμία ανωμαλία. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται, συνήθως, λεπτομερή εξέταση από τον καρδιολόγο καθώς επίσης και επιπλέον εξετάσεις (όπως φωνοκαρδιογράφημα, τεστ κοπώσεως, κτλ.).
- III.** Σε ορισμένες περιπτώσεις, το ΗΚΓ είναι εντελώς φυσιολογικό παρά την παρουσία μιας υποβόσκουσας καρδιακής κατάστασης, η οποία υπό κανονικές συνθήκες θα διαγραφόταν στο ΗΚΓ. Τα αίτια είναι άγνωστα ωστόσο είναι σημαντικό να έχουμε υπόψη μας ότι ένα φυσιολογικό ΗΚΓ δεν συνεπάγεται απαραίτητα την απουσία καρδιακών παθολογικών καταστάσεων^[7].

Όλοι αυτοί οι περιορισμοί σε συνδυασμό με τη σπουδαιότητα του ΗΚΓ οδήγησαν σε μία σειρά μελετών και ερευνών που είχαν σα στόχο να βελτιώσουν τις δυνατότητες του ΗΚΓ και να διευκολύνουν τη διεξαγωγή του.

1.4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Electrocardiogram (ECG, EKG) library (Authors: Dean Jenkins, Specialist Registrar, UWCM, Cardiff, Wales, and Stephen Gerred, Registrar, Auckland, New Zealand)
<http://www.ecglibrary.com/ecghist.html>
- [2] Παύλου Κ. Τούτουζα, *Καρδιολογία* (Έκδοση Γ'), Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνος, Αθήνα 1999.
- [3] Bibliotheque Inter-Universitaire de Medicine, Παρίσι.
- [4] Cobb, Matthew. Exorcizing the animal spirits: Jan Swammerdam on nerve function. *Nature Reviews, Neuroscience* 2002;3:395-400
- [5] Burchell HB. A centennial note on Waller and the first human electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1987;59:979-983
- [6] Snellen HA. Willem Einthoven (1860-1927) Ο πατέρας της ηλεκτροκαρδιογραφίας. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 1995. *with thanks to Kees Swenne*
- [7] Nobel Institute. Ομιλία παρουσίασης του καθηγητή JE Johansson. Το βραβείο Nobel στη Φυσιολογία ή Ιατρική 1924.
- [8] [Hewlett-Packard - 'History and Mission'](#)
- [9] [The Bakken Library and Museum](#)
- [10] Fye WB. Η Ιστορία Της Προέλευσης, Αξιολόγησης Και Επίδρασης Της Ηλεκτροκαρδιογραφίας. *Am J Cardiol* 1994;73:937-949
- [11] [North American Society of Pacing and Electrophysiology](#)
- [12] Pumphrey S. Latitude and the Magnetic Earth. Icon books, Cambridge: 2002.
- [13] Royal Humane Society, Annual Reports. Brettenham House, Lancaster Place, London, WC2 7EP.

- [14] Schamroth L. The 12 Lead Electrocardiogram. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 1989.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2

ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΔΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΚΓ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την εμφάνιση του ΗΚΓ το 1902 μέχρι σήμερα, έχει σημειωθεί σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογία των ηλεκτροκαρδιογράφων, που στην πρωτόγονη μορφή τους κατελάμβαναν δύο δωμάτια και απαιτούσαν τουλάχιστον πέντε τεχνικούς για το χειρισμό τους. Σήμερα, αποτελούν μία μικρού βάρους, συνεπτυγμένη και φορητή συσκευή σε αντιδιαστολή με την αρχική εικόνα που παρουσίαζαν^[1].



Σχήμα 2.1 Το παρόν και το παρελθόν των ηλεκτροκαρδιογράφων

Ωστόσο, παρά την ουσιαστική βελτίωση, εξακολουθούσαν να υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί και τεχνικά προβλήματα κατά τη διεξαγωγή του ΗΚΓ, που κατά κύριο λόγο οφείλονταν στο μεγάλο όγκο καλωδίων που απαιτούνταν τόσο για τη σύνδεση των προσκολλημένων στο σώμα του ασθενή ηλεκτροδίων με τον ηλεκτροκαρδιογράφο όσο και για τη σύνδεση του ίδιου του ηλεκτροκαρδιογράφου με το τερματικό ενός δικτύου που θα επέτρεπε τη μετάδοση της πληροφορίας σε απομακρυσμένα τερματικά.

Εντυπωσιακή πρόοδος έχει σημειωθεί στην αντιμετώπιση του πρώτου αυτού κύριου προβλήματος με την εισαγωγή και τη διάθεση στην αγορά μίας πληθώρας ασύρματων αισθητήρων για την καταγραφή ΗΚΓ 1 έως και 12 απαγωγών. Αυτοί έχουν να επιδείξουν ποικίλα πλεονεκτήματα, τα σημαντικότερα από τα οποία αναπτύσσονται στην επόμενη παράγραφο.

2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Η χρήση των ασύρματων αισθητήρων κατά την καταγραφή του ΗΚΓ οδήγησε στην αντιμετώπιση αρκετών μειονεκτημάτων της ενσύρματης τεχνολογίας προσφέροντας μία πληθώρα ελκυστικών πλεονεκτημάτων, τα οποία κατηγοριοποιούνται στα ακόλουθα:

- I.** Αύξηση της μεταφερισιμότητας και της κινητικότητας του ασθενή.
- II.** Βελτίωση της ποιότητας των λαμβανόμενων ακτινογραφικών εικόνων.
- III.** Συμμόρφωση με τους κανόνες ασφάλειας του ασθενή.
- IV.** Μεγάλος αριθμός ωφελειών για ασθενείς, νοσοκομεία και υγειονομικούς παράγοντες^[1].

Στη συνέχεια παρουσιάζονται με περισσότερη λεπτομέρεια καθένα από τα ανωτέρω προτερήματα της σύγχρονης τεχνολογίας ασύρματων αισθητήρων.

2.2.1 Αύξηση της μεταφερισιμότητας και της κινητικότητας του ασθενή



Σχήμα 2.2 Αυξάνεται η μεταφερισιμότητα και η κινητικότητα του ασθενή

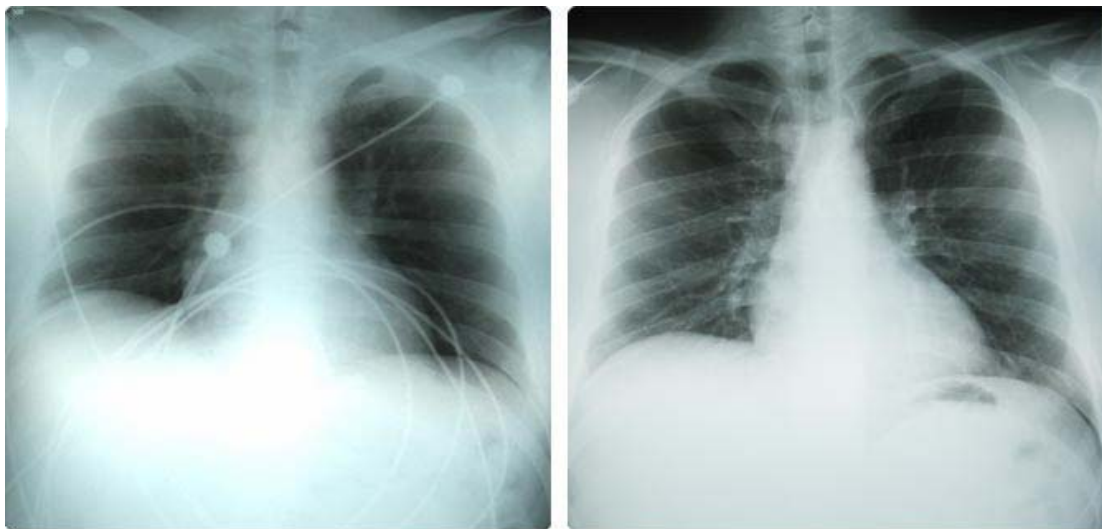
Με τον ασύρματο ΗΚΓ δε χρησιμοποιούνται πια καλώδια και δεν απαιτείται η μετακίνηση του μόνιτορ ΗΚΓ, επιτρέποντας την ελευθερία κινήσεων του ασθενή. Το σύστημα ασύρματου ΗΚΓ μετακινείται μαζί με τον ασθενή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί

οπουδήποτε, εντός ή εκτός του νοσοκομείου, απαιτηθεί παρακολούθηση και καταγραφή του ΗΚΓ, με απλή ασύρματη σύνδεσή του στα ήδη υπάρχοντα μόνιτορ. Πιο συγκεκριμένα:

- I.** Αυξάνει την ελευθερία του ασθενή και βελτιώνει την ποιότητα ζωής του.
- II.** Απελευθερώνει τον ασθενή από τη συνεχή σύνδεσή του με τον ΗΚΓ ή το κινούμενο μόνιτορ.
- III.** Επιτρέπει την καταγραφή του ΗΚΓ χωρίς τη μετακίνηση του μόνιτορ.
- IV.** Παρέχει άνεση και ευκολία κατά τις διαδικασίες ελέγχου stress και κοπώσεως.
- V.** Μειώνει την απώλεια χρόνου του νοσηλευτικού προσωπικού που ασχολείται με λάθος συναγερούς που οφείλονται στο μπέρδεμα των συμβατικών καλωδίων.
- VI.** Ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο πτώσης του ασθενή από πιθανό μπλέξιμο των συμβατικών καλωδίων.

2.2.2 Βελτίωση της ποιότητας των λαμβανόμενων ακτινογραφικών εικόνων

Επιτρέπει την ανεμπόδιστη λήψη ακτινογραφιών χωρίς την ακατάστατη παρουσία των συμβατικών καλωδίων . Έτσι :



Σχήμα 2.3 Αριστερά: Ακτινογραφία που λήφθηκε με την παραδοσιακή ενσύρματη τεχνολογία. Δεξιά: Ακτινογραφία που λήφθηκε με τη σύγχρονη τεχνολογία ασύρματων αισθητήρων.

- I.** Ελαττώνει την ανάγκη επανάληψης ακτινογραφιών λόγω παρεμβολής των καλωδίων στην εικόνα.
- II.** Περιορίζει την έκθεση του ασθενή σε ακτινοβολία στο ελάχιστο δυνατό.

2.2.3 Συμμόρφωση με τους κανόνες ασφάλειας του ασθενή

- I. Μειώνει τον αριθμό των λανθασμένων συναγερμών που οφείλονται σε μπλέξιμο των καλωδίων, ελαττώνοντας το χρόνο που το νοσηλευτικό προσωπικό αφιερώνει σ' αυτό το θέμα (μελέτες έχουν δείξει ότι ο χρόνος αυτός υπερβαίνει τα 40' τη μέρα).
- II. Μειώνει τον κίνδυνο μόλυνσης των ασθενών που μπορεί να προκληθεί από την επαναχρησιμοποίηση των συμβατικών καλωδίων. Το ένα και μοναδικό καλώδιο που τοποθετείται στο σύστημα ασύρματου ΗΚΓ για τη σύνδεσή του με το σώμα του ασθενή (σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις δεν υφίσταται ούτε αυτό), είναι συνήθως αναλώσιμο και χρησιμοποιείται μόνο για έναν ασθενή κάθε φορά.

2.2.4 Μεγάλος αριθμός ωφελειών για ασθενείς, νοσοκομεία και υγειονομικούς παράγοντες

- I. Αύξηση της άνεσης και της ασφάλειας του ασθενή .
- II. Διευκόλυνση του νοσηλευτικού προσωπικού στην παρακολούθηση και διαχείριση της θεραπείας των ασθενών^[2].
- III. Βελτιωμένη ποιότητα του λαμβανομένου ΗΚΓ.
- IV. Βελτίωση της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών από τα νοσοκομεία.
- V. Εύκολη και μικρού κόστους προσαρμογή του συστήματος ασύρματου ΗΚΓ στην ήδη υπάρχουσα υποδομή του νοσοκομείου.
- VI. Υψηλής ποιότητας διαφοροποίηση με χαμηλή επένδυση σε τεχνολογία και χρόνο.

2.3 ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΚΓ 1 ΕΩΣ ΚΑΙ 12 ΑΠΑΓΩΓΩΝ

Στις παραγράφους που ακολουθούν είναι συγκεντρωμένοι οι πιο σύγχρονοι ασύρματοι αισθητήρες για καταγραφή ΗΚΓ που διατίθενται στην αγορά, ταξινομημένοι βάση των εταιριών παραγωγής τους, ενώ για κάθε έναν από αυτούς γίνεται μια ανάλυση των τεχνικών χαρακτηριστικών του.

2.3.1 AEROTEL

Η εταιρία AEROTEL είναι πρωτοπόρος στον τομέα της τηλεϊατρικής. Ειδικεύεται σε ιατρικές διαγνωστικές συσκευές για συνεχή, μακράς διάρκειας παρακολούθηση. Το προσωπικό της εταιρίας AEROTEL αποτελείται από μηχανικούς, που έχουν αναπτύξει μοναδικά σε σχέδιο και λειτουργία συστήματα επεξεργασίας, παρέχοντας στους πελάτες ένα πλήρες δίκτυο ιατρικής παρακολούθησης (το AerotelNet.com)^[3].

2.3.1.1 Heartline - Transtelephonic ECG System

Η τεχνολογία διατηλεφωνικού ΗΚΓ “Heartline” της AEROTEL ελαχιστοποιεί τον χρόνο άμεσης και αποτελεσματικής ιατρικής παρέμβασης σε περιπτώσεις κρίσεων καρδιοπαθών ασθενών. Η τεχνολογία “Heartline” επιτρέπει στους ασθενείς να επιστρέψουν στην καθημερινότητά τους γνωρίζοντας ότι οποιαδήποτε αλλαγή της καρδιολογικής τους κατάστασης μπορεί να διαγνωστεί άμεσα από τον υπεύθυνο ιατρό τους απλά μέσω ενός τηλεφωνήματος. Επιπλέον, η τεχνολογία “Heartline” δίνει τη δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό να ανταλλάξει απόψεις για την κατάσταση των ασθενών.



Σχήμα 2.4 Heartline - Transtelephonic ECG System

Η τεχνολογία “Heartline” χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 32 συστήματα παρακολούθησης διεθνώς.

Όλα τα μοντέλα Heartline είναι μικρές, φορητές συσκευές (παρόμοιες σε μέγεθος με ένα κινητό τηλέφωνο) που φέρουν ηλεκτρόδια τα οποία συνδέονται σε συγκεκριμένες θέσεις στο σώμα του ασθενούς. Μόλις ενεργοποιηθούν, οι συσκευές καταγράφουν το ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα και το μεταδίδουν μέσω του ακουστικού της τηλεφωνικής συσκευής σε ένα ιατρικό κέντρο, όπου ένας σταθμός ΗΚΓ με χρήση Η/Υ απεικονίζει τα λαμβανόμενα δεδομένα.

Η τεχνολογία Heartline περιλαμβάνει δεκάδες μοντέλα τα οποία χωρίζονται σε ομάδες διαφόρων διαγνωστικών εφαρμογών και αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει μοντέλα ειδικά σχεδιασμένα για on-line μετάδοση ΗΚΓ. Η δεύτερη ομάδα είναι αφιερωμένη στην off-line καταγραφή ΗΚΓ και μετάδοσή του μέσω τηλεφώνου για διαγνωστική εφαρμογή. Και στις δύο ομάδες ο αριθμός ηλεκτροδίων που ο ασθενής πρέπει να συνδέσει στο σώμα του ποικίλει.

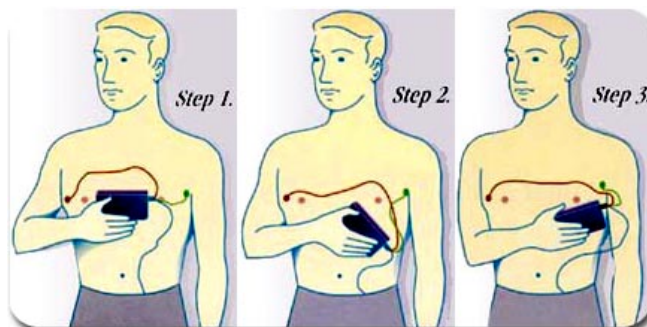
2.3.1.2 HeartView P12/8 : Προσωπικός Καταγραφέας / Αναμεταδότης ΗΚΓ 12/8 Απαγωγών



Σχήμα 2.5 HeartView P12/8

Το HeartView P12/8 διαθέτει διακόπτη επιλογής καταγραφής ΗΚΓ 8 ή 12 απαγωγών. Περιλαμβάνει 3 ενσύρματους αισθητήρες για σύνδεση στο σώμα του ασθενούς και 4 μεταλλικά ηλεκτρόδια για το στήθος (ενσωματωμένα στο πίσω μέρος της συσκευής). Έχει δυνατότητα καταγραφής 2.5sec ανά απαγωγή και 10 sec της απαγωγής II ως απαγωγή αναφοράς.

Με μία απλή διαδικασία 3 βημάτων μπορεί εύκολα ο ασθενής να καταγράψει ΗΚΓ 8 ή 12 απαγωγών αλλάζοντας απλώς τη θέση της συσκευής: Στην πρώτη φάση, καταγράφονται αυτόματα οι απαγωγές των άκρων I, II, III, οι ενισχυμένες απαγωγές των άκρων aVR, aVL, aVF, και οι θωρακικές απαγωγές V1 και V2. Στη δεύτερη φάση καταγράφονται οι απαγωγές V3 και V4 ενώ στην τρίτη και τελευταία φάση καταγράφονται οι V5 και V6.



Σχήμα 2.6 Με μια απλή διαδικασία 3 βημάτων μπορεί ο ασθενής να καταγράψει ΗΚΓ 8 ή και 12 απαγωγών.

Το HeartView P12/8 Μεταδίδει ΗΚΓ 12 απαγωγών συνεχώς με την παρεμβολή σήματος αναφοράς 1mV. Έχει μικρό μέγεθος και ζυγίζει μόλις 110g χωρίς τις μπαταρίες.

2.3.1.3 HeartView™: Καταγραφέας / Αναμεταδότης 12 Απαγωγών Για Γιατρούς Γενικής Ιατρικής (GP'S, General Practitioners) Και Εξειδικευμένο Νοσηλευτικό Προσωπικό

Το HeartView™ χρησιμοποιεί ένα καλώδιο 10 ηλεκτροδίων για την καταγραφή ΗΚΓ 12 απαγωγών. Έχει δυνατότητα καταγραφής 2.5sec ανά απαγωγή και 10 sec της απαγωγής II ως απαγωγή αναφοράς. Μεταδίδει ΗΚΓ 12 απαγωγών συνεχώς είτε με την παρεμβολή σήματος αναφοράς 1mV διαμέσου τηλεφώνου είτε μέσω RS232 σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έχει μικρό μέγεθος και ζυγίζει μόλις 110g χωρίς τις μπαταρίες. Μεταδίδει στα 0.05Hz - 150Hz.



Σχήμα 2.7 HeartView™

Είναι κατάλληλο για χρήση από ιατρούς γενικής ιατρικής (GP'S) ή εξειδικευμένο νοσηλευτικό προσωπικό ώστε να καταστεί δυνατή η μετάδοση του ΗΚΓ του ασθενούς μέσω τηλεφώνου σε καρδιολογικό διαγνωστικό κέντρο.

2.3.1.4 Heart 400: Αναμεταδότης 3 απαγωγών πραγματικού χρόνου

Το Heart 400 διαθέτει 3 ηλεκτρόδια για σύνδεση στον ασθενή με τη βοήθεια των οποίων γίνεται καταγραφή και μετάδοση των απαγωγών I, II, III. Δεν υπάρχει λόγος αλλαγής της θέσης των ηλεκτροδίων ενώ η επιλογή της απαγωγής γίνεται άμεσα με το πάτημα ενός κουμπιού.

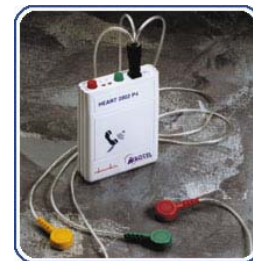


Σχήμα 2.8 Heart 400

Το Heart 400 χρησιμοποιείται για τρεις κυρίως εφαρμογές: τη μετάδοση του ΗΚΓ ενός ασθενούς σε κέντρα επειγόντων περιστατικών, την περιοδική καταγραφή ΗΚΓ και, τέλος, τη συμβολή στην έρευνα φαρμακευτικών προγραμμάτων.

2.3.1.5 Heart 2002P/P4 – Looper: Καταγραφέας / Αναμεταδότης Μίας Απαγωγής Για Συνεχή Παρακολούθηση Της Καρδιάς

Η χρήση του Heart 2002P συνίσταται για την παρακολούθηση κατάγματος του μυοκαρδίου, την ανίχνευση ασταθούς αρρυθμίας, την ανάλυση ST για αιτιολόγηση στηθάγχης, την αποκατάσταση καρδιοπαθών και την παρακολούθηση θεραπείας έναντι της αρρυθμίας.



Σχήμα 2.9 Heart 2002P/P4 – Looper

2.3.2 CORSCIENCE

Η εταιρία CORSCIENCE προσφέρει έρευνα, ανάπτυξη και παραγωγή σε υψηλό επιστημονικό και τεχνολογικό επίπεδο. Στόχος της εταιρίας είναι η χρήση της ηλεκτρολογίας στην υπηρεσία της ιατρικής, ώστε να προκύψουν νέες διαγνωστικές και θεραπευτικές συσκευές για καρδιολογικές ανωμαλίες^[4].

2.3.2.1 BlueECG

Τα σύγχρονα ηλεκτροκαρδιογραφικά συστήματα ανακτούν τα ηλεκτρικά σήματα του ασθενούς μέσω καλωδίων σύνδεσης. Τέτοια καλώδια είναι συνήθως ακριβά και επιρρεπή σε παρεμβολές. Επηρεάζονται αισθητά από την κίνηση των ασθενών, που προκαλεί παρεμβολή θορύβου στις μετρήσεις. Επιπλέον, για λόγους ασφάλειας, απαιτείται απομόνωση του ασθενούς.

Το μοντέλο Bluetooth ECG που αναπτύχθηκε από την CORSCIENCE είναι μία ιδανική εναλλακτική λύση αφού ανιχνεύει το ΗΚΓ από το σώμα του ασθενούς, το ψηφιοποιεί και ακολούθως το αποστέλλει ασύρματα σε ένα κέντρο παρακολούθησης. Το μοντέλο αυτό είναι ένα συμπαγές όργανο ΗΚΓ το οποίο μπορεί να φορεθεί. Μπορεί να μεταφέρει ασύρματα ΗΚΓ 3, 6 ή και 12 απαγωγών σε μία απόσταση 25 μέτρων από το monitor. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται τεχνολογία Bluetooth.



Σχήμα 2.10 Η φορητή συσκευή BlueECG της Corscience.

Το μοντέλο αυτό διακρίνεται για την απλή λειτουργία του. Φέρει ένα clip που επιτρέπει στη συσκευή να προσαρμοστεί στο ρουχισμό του ασθενούς ή στο κρεβάτι του νοσοκομείου. Στην οθόνη του επιδεικνύονται η καρδιακή συχνότητα, η κατάσταση των μπαταριών, κτλ.

Ο χρόνος αυτονομίας του, με τη χρήση δύο συνήθων μπαταριών AA και με συχνότητα δειγματοληψίας 500 Hz, είναι περισσότερο από 10 ώρες. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης επαναφορτιζόμενων μπαταριών. Μεγαλύτερος χρόνος αυτονομίας μπορεί να επιτευχθεί ελαττώνοντας τον αριθμό των καναλιών ή επιλέγοντας μικρότερη συχνότητα δειγματοληψίας.

2.3.2.2 BlueBELT

Ο κλασικός τρόπος καταγραφής ΗΚΓ δεν είναι κατάλληλος για μακρόχρονη παρακολούθηση των ασθενών. Έτσι, τα πιο σπάνια καρδιακά γεγονότα δεν ανιχνεύονται με τον τρόπο αυτό. Σε περιπτώσεις πραγματικά επείγουσας ανάγκης μπορούν μονάχα να ανιχνεύσουν τα αίτια θανάτου. Για το λόγο αυτό, η CORSCIENCE ανέπτυξε μία έξυπνη ζώνη στήθους, την BlueBELT.



Σχήμα 2.11 BlueBELT της Corscience.

Η συσκευή BlueBELT είναι μία μικρή, φορητή συσκευή καταγραφής με αυτόματο σύστημα συναγερμού. Χάρη στη μορφή της (απλή ζώνη που προσαρμόζεται στο στήθος), είναι άνετη

στη χρήση ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την απόκτηση ενός σίγουρου ΗΚΓ μίας απαγωγής, χωρίς ενοχλητικά ηλεκτρόδια και αυτοκόλλητους αισθητήρες, επιτρέποντας τη μακρόχρονη χρήση της.

Το BlueBELT είναι κατάλληλο για αντικατάσταση των υπαρχόντων ηλεκτροκαρδιογράφων. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιεί ικανοποιούν τις απαιτήσεις αξιοπιστίας και ασφάλειας. Επιπρόσθετα, διαθέτει έναν ολοκληρωμένο αισθητήρα κίνησης που εξαλείφει τον θόρυβο.

Ο χρήστης της συσκευής BlueBELT έχει εγγυημένη συνεχή ιατρική παρακολούθηση. Τα αίτια των συνήθων καρδιακών γεγονότων, όπως της καρδιακής συγκοπής, καταγράφονται και αποθηκεύονται ενώ ταυτόχρονα αποστέλλεται μέσω της σύνδεσης Bluetooth σήμα συναγερμού στο κέντρο παρακολούθησης. Έτσι, οι απαραίτητες ενέργειες παροχής βοήθειας μπορούν να ξεκινήσουν άμεσα.

Οι βασικές λειτουργίες συνοψίζονται στις ακόλουθες:

- I.** Αυτόματη ανίχνευση ταχυκαρδίας, βραδυκαρδίας και απόλυτης αρρυθμίας.
- II.** Έξυπνο σύστημα διαχείρισης συναγερμού δύο επιπέδων.
- III.** Ασύρματη μετάδοση των κατεγραμμένων γεγονότων που πυροδοτείται με το απλό πάτημα ενός κουμπιού.
- IV.** Εύκολη προσαρμογή της ζώνης στήθους στις ανάγκες κάθε ασθενούς.
- V.** Εύκολος καθαρισμός και αποστείρωση.

Η ζώνη στήθους μπορεί να λειτουργήσει με μία συνήθη μπαταρία ή με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

2.3.3 COSMED

2.3.3.1 Quark T12

Το Quark T12 είναι ένα νέο σύστημα καταγραφής ΗΚΓ 12 απαγωγών (I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6), το οποίο σχεδιάστηκε από τη COSMED^[5] για την παρακολούθηση των ασθενών κατά την άσκηση αλλά και κατά την ηρεμία. Με το Quark T12 μεταδίδονται όλες οι απαγωγές στιγμιαία από ένα ψηφιακό ραδιοφωνικό αναμεταδότη στην κάρτα-δέκτη PCMCIA που είναι εγκατεστημένη στον προσωπικό μας υπολογιστή.



Σχήμα 2.12 Το σύστημα Quark T12.

Το Quark T12 παρέχει ένα απρόσμενα καθαρό ΗΚΓ χωρίς να διακυβεύεται η διαγνωστική αξία των ηλεκτροκαρδιογραφικών δεδομένων. Επιπρόσθετα, η COSMED δίνει τη δυνατότητα της πλήρους ολοκλήρωσης 12 ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών σε συνδυασμό με μεταβολικά δεδομένα.

Το σύστημα Quark T12 είναι πλήρως συμβατό με τα συστήματα της COSMED για αναπνευστική παρακολούθηση. Ανάλογα με τις απαιτήσεις και τα ενδιαφέροντα, είναι δυνατή η επιλογή μεταξύ σταθερών και φορητών συσκευών καρδιοαναπνευστικής παρακολούθησης.

Το σύστημα Quark T12 αποτελείται από ένα φορητό πομπό και μία κάρτα-δέκτη PCMCIA εγκατεστημένη σε ένα σύνηθες PC. Ο μικρός αναμεταδότης (200g) προσαρτάται στον ασθενή μέσω μίας ελαστικής ζώνης. Λειτουργεί με τη χρήση 2 αλκαλικών μπαταριών AA με δυνατότητα αυτονομίας για 30 περίπου ώρες. Η περιοχή κάλυψης εκτείνεται σε απόσταση 60-80 μέτρα από την κεραία. Όλες οι απαγωγές απεικονίζονται σε πραγματικό χρόνο.

Τα ηλεκτροκαρδιογραφικά δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης αναφορών, κατά τη διάρκεια της άσκησης ή μετά από αυτήν, μέσω συνήθων εκτυπωτών. Οι απαγωγές απεικονίζονται με συγκεκριμένο τρόπο, ωστόσο η σειρά παρουσίασής τους ρυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Το σύστημα ανιχνεύει τα συμπλέγματα QRS σε όλες τις απαγωγές και επιδεικνύει όλες τις βασικές παραμέτρους, γραφικά και αριθμητικά.

Το λογισμικό Quark T12 Windows PC παρέχει μία απaráμιλλη ευχρηστία και πολλαπλή χρησιμότητα. Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα μεταβολικά συστήματα της COSMED, το σύστημα μπορεί να απεικονίζει ηλεκτροκαρδιογραφικές κυματομορφές πραγματικού χρόνου στην ίδια οθόνη με δεδομένα ανταλλαγής αερίων. Κάθε κυματομορφή μπορεί να μεγεθυνθεί ή να «παγώσει» για λεπτομερειακή ανάλυση. Μερικά από τα προαιρετικά χαρακτηριστικά του συστήματος παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1	
I. Ανάλυση αρρυθμίας	Αυτόματη ανίχνευση, αποθήκευση και εκτύπωση (10 δευτερόλεπτα από κάθε μία από τις 12 απαγωγές) από ενδεχόμενα γεγονότα αρρυθμίας.
II. ΗΚΓ ηρεμίας	Αυτόματη ερμηνεία και εκτύπωση μίας δοκιμής ΗΚΓ, η οποία διεξάγεται όταν ο ασθενής βρίσκεται σε ηρεμία.
III. Εξοπλισμός ανάλυσης ανταλλαγής αερίων	Συμβατότητα με σταθερά (Quark b2, Quark PFT) ή φορητά (K4b2) μηχανήματα ανταλλαγής αερίων.
IV. Τρόλεϋ	Συμπαγές τρόλεϋ διατίθεται ύστερα από απαίτηση του ασθενούς.

2.3.4 GMP COMPANIES

Η GMP Companies, Inc.^[7] αποκτά, αναπτύσσει και διαθέτει στην αγορά φαρμακευτικές, διαγνωστικές και ιατρικές συσκευές. Η τεχνολογία, στην οποία βασίζονται οι συσκευές αυτές, προέρχεται από ιατρικά κέντρα, ανεξάρτητους εφευρέτες, ερευνητικά κέντρα και συνεταιρισμούς. Η GMP Companies αναπτύσσει και παράγει μαζικά ποικίλες ιατρικές

τεχνολογίες, σχετιζόμενες με την περίθαλψη ασθενών που πάσχουν από διαβήτη, γλαύκωμα, γενετικές ανωμαλίες, καρδιολογικές ασθένειες, καρκίνο και νευρολογικές διαταραχές.

2.3.4.1 LifeSync Wireless ECG Monitor

Το σύστημα LifeSync Wireless ECG, το οποίο αναπτύχθηκε από τη GMP Wireless Medicine, Inc., είναι το πρώτο σύστημα ηλεκτροκαρδιογραφικής παρακολούθησης 12



Σχήμα 2.13 LifeSync Wireless ECG Monitor

απαγωγών το οποίο εξαλείφει τα καλώδια μεταξύ ασθενών και monitor κάνοντας χρήση της τεχνολογίας Bluetooth. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε κατά το σχεδιασμό του ώστε να είναι λιγότερο απειλητικό στην εμφάνιση και περισσότερο άνετο για τον ασθενή.

Το σύστημα LifeSync βραβεύτηκε από τα βραβεία MDEA (Medical Design Excellence Awards) 2005, όπου διακρίθηκε στην κατηγορία Πρώτων Βοηθειών και Εντατικής Θεραπείας, για την πρωτοποριακή εμφάνιση και σχεδιασμό του^[6].

Χάρη στην ιδιαίτερη κατασκευή του, το σύστημα LifeSync ελαχιστοποιεί το χρόνο που διατίθεται από το νοσηλευτικό προσωπικό στην σύνδεση και αποσύνδεση των καλωδίων κατά τη μεταφορά των ασθενών ενώ ταυτόχρονα διευκολύνει τη μεταφοριμότητα και κινητικότητα των τελευταίων. Επιπλέον, αυξάνει την άνεση τους και εξαλείφει τον κίνδυνο μόλυνσης από επαναχρησιμοποιημένα και ατελώς καθαρισμένα ηλεκτρόδια. Το σύστημα LifeSync ενδείκνυται για συνεχή παρακολούθηση, καταγραφή ΗΚΓ 12 απαγωγών και τεστ κοπώσεως^[8].

Πιο αναλυτικά, το σύστημα αποτελείται από:

- I. Πομποδέκτη οθόνης:** Εφάπτεται σε ένα ήδη υπάρχον μόνιτορ ΗΚΓ με τα συνήθη καλώδια ΗΚΓ. Λαμβάνει αναπνευστικά και ηλεκτροκαρδιογραφικά δεδομένα ασύρματα από τον πομποδέκτη του ασθενή.
- II. Πομποδέκτη ασθενή:** Αποκτά τα αναπνευστικά και ηλεκτροκαρδιογραφικά δεδομένα μέσω του διαθέσιμου συστήματος LeadWear™ και τα μεταδίδει στον πομποδέκτη

οθόνης κάνοντας χρήση της τεχνολογίας Bluetooth. Προσαρτάται στον ασθενή με το περιβραχιόνιο LifeSync μίας χρήσης ή απλά τοποθετείται στο ρουχισμό του.

III. Σύστημα LeadWear™ που αντικαθιστά τα καλώδια: Τα υπάρχοντα ηλεκτρόδια συνδέονται άμεσα στο σύστημα LeadWear™. Το σύστημα αυτό διατίθεται σε 3 μεγέθη κατάλληλα για ενήλικους και έφηβους. Κυκλοφορεί σε δύο σχέδια: για καταγραφή 3/5 απαγωγών και για καταγραφή 12 απαγωγών.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαφορές του LifeSync από τα παραδοσιακά συστήματα τηλεμετρίας (όπως αυτές αναφέρονται από την ίδια την κατασκευάστρια εταιρία).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2	
LifeSync® Wireless ECG System	Παραδοσιακά Συστήματα Τηλεμετρίας
Ιδανικό για παρακολούθηση των ασθενών κατά τη μεταφορά και τη νοσηλεία τους.	Ιδανικό για παρακολούθηση από κεντρικό σταθμό.
Κάνει δυνατή τη κινητικότητα του ασθενούς χωρίς περιορισμούς εφόσον έχουν ρυθμιστεί κατάλληλα οι πομποδέκτες.	Κάνει δυνατή τη κινητικότητα του ασθενούς εντός της περιοχής ραδιοκάλυψης της κεραίας (απαιτείται μεταφορά του monitor για μετακίνηση του ασθενούς εκτός αυτής της περιοχής).
Ικανό για παρακολούθηση ΗΚΓ 3, 5 ή και 12 απαγωγών καθώς και για διαγνωστικές δοκιμές 12 απαγωγών.	Ικανό για παρακολούθηση ΗΚΓ 3 ή 5 απαγωγών (κάποια συστήματα παρέχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και ΗΚΓ 12 απαγωγών).
Λειτουργεί με υπάρχοντα ΗΚΓ monitor ή διαγνωστικές μηχανές 12 απαγωγών.	Λειτουργεί μόνο μέσα στην περιοχή κάλυψης μίας κεραίας και εν τη παρουσία ενός κεντρικού σταθμού παρακολούθησης.
Αμφίδρομη επικοινωνία διόρθωσης λαθών με τεχνολογία Bluetooth στα 2.4 GHz.	Μονόδρομη επικοινωνία.

Διαγνωστικές δοκιμές 12 απαγωγών διεξάγονται εύκολα και γρήγορα.	Διαγνωστικές δοκιμές 12 απαγωγών διεξάγονται μόνο με την σύνδεση και αποσύνδεση καλωδίων απαγωγών.
--	--

2.3.5 J & J

Για πολλά χρόνια, ο προκάτοχος της σειράς προϊόντων C2 ήταν το νούμερο 1 σε πωλήσεις^[9]. Με το σύστημα αυτό είχαν εφοδιαστεί τα πανεπιστήμια του Harvard και του Yale, πολλές στρατιωτικές εγκαταστάσεις του Ηνωμένου Βασιλείου, καθώς και περισσότερα από 1000 άλλα πανεπιστήμια και ιδιωτικά ιατρεία. Σήμερα, με το λογισμικό Windows, η σειρά προϊόντων C2 διατίθεται σε χαμηλό κόστος και με εντυπωσιακό εξοπλισμό.

2.3.5.1 Wireless C2 – RF : Wearable Physiology Monitoring EMG, EEG, ECG, HRV, Resp, SR, Temp

Αυτή η μικρή, φορητή συσκευή πολλαπλής χρήσης, χρησιμοποιεί την τελευταία λέξη της ψηφιακής τεχνολογίας για τη δημιουργία μίας ραδιοφωνικής σύνδεσης με το φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή του ασθενούς. Το ταχύτατο USB interface και τα 6 κανάλια που διαθέτει, προσφέρουν λειτουργικότητα όμοια ή ανωτέρου επιπέδου από οποιοδήποτε διαθέσιμο ενσύρματο σύστημα. Το νέο λογισμικό Windows της J&J απεικονίζει τα σήματα, δημιουργεί μηνύματα ανάδρασης, συγκεντρώνει τα δεδομένα, τυπώνει αναφορές και εξάγει φακέλους δεδομένων συμβατούς με τα υπάρχοντα λογισμικά. Περιλαμβάνει αυτόματο έλεγχο της αντίστασης των ηλεκτροδίων, εύκολη προσαρμογή των αισθητήρων χωρίς χρήση gel και γρήγορη δειγματοληψία 1024 SPS (Sample Per Second) για υψηλής ποιότητας απεικόνιση. Το C2-RF υποστηρίζει ταυτόχρονη παρακολούθηση των ακολούθων:



Σχήμα 2.14 Η συσκευή Wireless C2 – RF της J & J.

I. 2 EMG κανάλια

- II.** 1 EMG κανάλι, θερμοκρασία και δερματική αντίσταση
- III.2** EEG κανάλια με δοκιμή αντίστασης ηλεκτροδίων
- IV.** ECG με ακατέργαστη κυματομορφή, HR, φάσμα HRV, κυματομορφή αναπνοής, θερμοκρασία και δερματική αντίσταση
- V.** 2 κανάλια θερμοκρασίας, 2 κανάλια δερματικής αντίστασης

2.3.6 NEXAN INC

Η εταιρία Nexan Inc έχει αφιερωθεί στην αύξηση της πληροφόρησης, κατανόησης και θεραπείας ανωμαλιών που σχετίζονται με την καρδιά και τους πνεύμονες. Με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, κλινικής έρευνας και κορυφαίων καρδιολόγων και πνευμονολόγων, η εταιρία Nexan βελτιώνει την νοσηλεία των ασθενών^[10].

Ο αριθμός των καρδιοπαθών στο Ηνωμένο Βασίλειο ανέρχεται στα 5 εκατομμύρια και προβλέπεται να αυξηθεί στα 10 εκατομμύρια μέχρι το 2010. Σύμφωνα με δημοσιευμένες πληροφορίες, το 50% αυτών των ασθενών πάσχει από αναπνευστικές ανωμαλίες κατά τη διάρκεια του ύπνου ενώ μόνο το υπόλοιπο 50% πάσχει από καρδιακές ανωμαλίες. Για το λόγο αυτό, η εταιρία Nexan ανέπτυξε το σύστημα ClearPath.

2.3.6.1 ClearPath

Το σύστημα ClearPath της Nexan καταγράφει τα δεδομένα που σχετίζονται με την αναπνοή, καρδιακή λειτουργία και συγκέντρωση οξυγόνου στο αίμα, κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου, ανεξάρτητα με το αν ο ασθενής βρίσκεται εντός ή εκτός σπιτιού. Είναι εύκολο στην εφαρμογή, άνετο στη χρήση και προσφέρει υψηλής ανάλυσης καταγραφή δεδομένων.

Το σύστημα στηρίζεται στον αισθητήρα, ένα προσαρμόσιμο αυτοκόλλητο συλλογής δεδομένων, ο οποίος προσαρτάται στο στήθος του ασθενούς και ο οποίος περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα ηλεκτρόδια. Τα δεδομένα μεταδίδονται σε έναν ελαφρύ υπολογιστή χειρός (Partner). Μετά την καταγραφή συνεχούς ΗΚΓ, αναπνευστικών πληροφοριών και δεδομένων οξυμετρίας επί 24 ώρες, το λογισμικό του ClearPath παρουσιάζει αναλυτικά δεδομένα στον υπεύθυνο ιατρό.

Πιο αναλυτικά, τα επί μέρους τμήματα του συστήματος παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

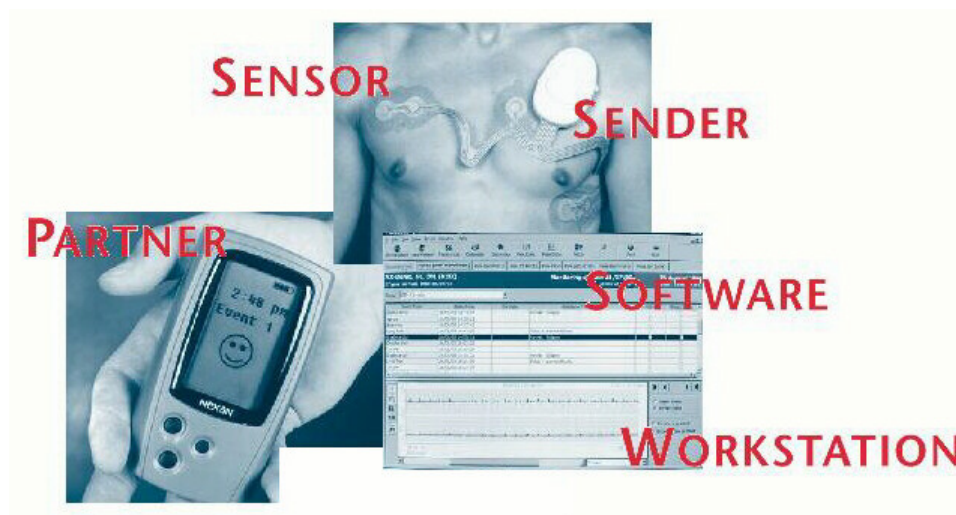
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3		
ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ CLEARPATH ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ		ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ
ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	A	<p>Περιλαμβάνει αισθητήρες ΗΚΓ 2 απαγωγών και αναπνευστικής λειτουργίας σε ένα μοναδικό αυτοκόλλητο τμήμα. Εφαρμόζεται από μέλος του νοσηλευτικού προσωπικού ή και τον ίδιο τον ασθενή. Βασικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Είναι ασύρματος, επιτρέποντας ελευθερία κινήσεων στον ασθενή. II. Διατίθεται σε διάφορα μεγέθη. III. Είναι μίας χρήσεως. IV. Κάθε αισθητήρας μπορεί να φορεθεί για περίπου 24 ώρες προτού πεταχθεί. V. Οι ασθενείς μπορούν να φορούν καινούργιους αισθητήρες καθημερινά. VI. Είναι εύκολος στη χρήση και στην εφαρμογή.
ΠΟΜΠΟΣ	A	<p>Ραδιοφωνικός αναμεταδότης (916 MHz). Θύρα για προαιρετικό αισθητήρα SpO₂. Είναι ελαφρύς, άνετος, διακριτικός. Αναμεταδίδει σε απόσταση 10 μέτρων μέσα στο σπίτι.</p>
PARTNER	A	<p>Προσφέρει ζωντανή απεικόνιση για τα μέλη του νοσηλευτικού προσωπικού ώστε να ελέγχεται η ακεραιότητα και ορθότητα των δεδομένων. Αποθηκεύει συνεχόμενα δεδομένα διάρκειας 24 ωρών. Διαθέτει δύο κουμπιά γεγονότων. Επιδεικνύει τη συλλογή δεδομένων. Προειδοποιεί όταν ο ασθενής βρεθεί εκτός της περιοχής κάλυψης του πομπού. Βασικά χαρακτηριστικά του</p>

		<p>συνέταιρου:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Ασύρματη μετάδοση σε απόσταση περίπου 27 μέτρων, ανάλογα με το περιβάλλον. II. Είναι φορητός. Χωράει άνετα στην τσέπη ή στην τσάντα του ασθενούς επιτρέποντάς του να τον έχει συνεχώς μαζί του. III. Μπορεί να επιδεικνύει δεδομένα για την επιτυχή εγκατάσταση και έλεγχο του λογισμικού. IV. Κατεβάζει αυτόματα δεδομένα στο σταθμό εργασίας ClearPath.
ΣΤΑΘΜΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	A	Υψηλής ταχύτητας σειριακός ακροδέκτης για σύνδεση του Συνέταιρου στο Σταθμό Εργασίας του ClearPath.
ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	A	Ηλεκτρονικός υπολογιστής σε κλινικό γραφείο με εγκατεστημένο κατάλληλο λογισμικό.
SOFTWARE	A	<p>Με βάση Windows. Λειτουργεί στο Σταθμό Εργασίας. Αναλύει και παρουσιάζει ηλεκτροκαρδιογραφικά δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των αρρυθμιών. Επιπλέον, παρουσιάζει αναπνευστικά δεδομένα καθώς και τυχόν αποκορεσμό οξυγόνου. Βασικά χαρακτηριστικά του software:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Επιδεικνύει την ανάλυση του ΗΚΓ και της αναπνευστικής λειτουργίας βοηθώντας στην ερμηνεία και τη διάγνωση. II. Εστιάζει την προσοχή σε συγκεκριμένα καρδιολογικά και αναπνευστικά γεγονότα. III. Καταστρώνει τα προγράμματα παρακολούθησης των ασθενών.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΤΡΙΤΗΣ ΗΚΓ ΑΠΑΓΩΓΗΣ	Π	Συνδέεται στον Αισθητήρα για παρακολούθηση μίας τρίτης απαγωγής.
ΟΞΥΜΕΤΡΟ	Π	Αισθητήρας SpO ₂ . Διαθέσιμες εκδοχές: clip στο χέρι ή στο δάκτυλο, ή αυτοκόλλητος αισθητήρας δακτύλου μίας χρήσης.
ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ	Π	Κάρτα καταγραφής των γεγονότων του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς.

Όπου: Α = Απαραίτητο συστατικό

Π = Προαιρετικό συστατικό



Σχήμα 2.15 Το σύστημα ClearPath της εταιρίας Nexan.

Το σύστημα δεν περιλαμβάνει συναγερμούς ειδοποίησης ωστόσο καταγράφει συνεχώς:

- I.** ΗΚΓ 2 ή τριών απαγωγών.
- II.** την αναπνευστική λειτουργία και συχνότητα.
- III.** Τον κορεσμό οξυγόνου στο αίμα (οξυμετρία).

2.3.7 NOVOSENSE

Η Novosense AB ιδρύθηκε το 2004 ως αποτέλεσμα συνεργασίας των Acreo AB, Protego AB, Tilly Medical AB και Fredrik Sebelius. Βρίσκεται στο Lund, στο επιστημονικό πάρκο Ideon, μια οργανωμένη περιοχή για τεχνολογικές εταιρίες συνεργαζόμενες με το πανεπιστήμιο του Lund (το μεγαλύτερο πανεπιστήμιο στη Σκανδιναβία).

Η Novosense δημιουργήθηκε με στόχο την ανάπτυξη τεχνολογίας ΗΚΓ επόμενης γενιάς χρησιμοποιώντας ασύρματους αισθητήρες μίας χρήσης (DWEST, Disposable Wireless ECG Sensing Technology). Η τεχνολογία DWEST είναι οικονομικά αποδοτική κάνοντας χρήση εξοπλισμού χαμηλού κόστους και εύκολης διακίνησης^[11].

2.3.7.1 CardioSenseSystem

Το πρώτο προϊόν της Novosense είναι ένα σύστημα ΗΚΓ, ονομαζόμενο *CardioSenseSystem*, το οποίο έχει σχεδιασθεί με στόχο να αντικαταστήσει το σταθερό, καθώς και το φορητό εξοπλισμό καταγραφής ΗΚΓ των Μονάδων Εντατικής Θεραπείας των νοσοκομείων. Το σύστημα περιλαμβάνει συσκευές καταγραφής και μετάδοσης μίας χρήσης, μία συσκευή λήψης καλούμενη *CardioBase* και ένα τελικό σύστημα παρουσίασης, αποθήκευσης και επεξεργασίας των ηλεκτροκαρδιογραφικών δεδομένων.

Βασική ιδέα είναι η μέτρηση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων εντελώς ασύρματα με χρήση μονάδων χαμηλού κόστους, μίας χρήσης, με τρόπο παρόμοιο με τα σύγχρονα ενσύρματα ηλεκτρόδια μίας χρήσης. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι δε χρειάζονται καλώδια, ελαχιστοποιώντας έτσι τον κίνδυνο αποσύνδεσης των ηλεκτροδίων. Η νεωτεριστική τεχνολογία μέτρησης ΗΚΓ της Novosense καθιστά δυνατή την καταγραφή όλων των ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών με τη βοήθεια φορητών συσκευών μίας χρήσης καλούμενων *CardioPatch*.

Ο αισθητήρας *CardioPatch* προσκολλάται στο σώμα και έχει τη μορφή των παραδοσιακών ηλεκτροδίων ΗΚΓ. Ωστόσο, το *CardioPatch* είναι μία πλήρως ολοκληρωμένη μονάδα η οποία περιλαμβάνει ηλεκτρόδια, ενισχυτή ΗΚΓ, ένα ραδιοπομπό και στοιχεία ταυτοποίησης. Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται είναι τα συνήθη τύπου υγρού gel και συνδέονται με πρωτότυπα ηλεκτρονικά κυκλώματα μετρήσεων. Το *CardioPatch* μεταδίδει το ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα 24 ώρες το 24ώρο στο λήπτη *CardioBase*.



Σχήμα 2.16 Το *CardioPatch*.

Το *CardioBase* κάνει χρήση υψηλής τεχνολογίας επεξεργασίας σήματος για την ασφαλή και ακριβή μετάδοση των ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων.

Διαφορετικό φάσμα συχνοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τους κανονισμούς της εκάστοτε αγοράς.

Το *CardioPatch* θα κατασκευαστεί με μοναδική τεχνολογία, επιτρέποντας μαζική παραγωγή με μικρό κόστος, χάρη στη συμφωνία με την εταιρία Acgeo, η οποία έχει αναπτύξει ένα οικονομικό τρόπο παρασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ενώ επιπλέον παράγει τυπωμένα ηλεκτρονικά συστήματα αποδοτικά και με χαμηλό κόστος.

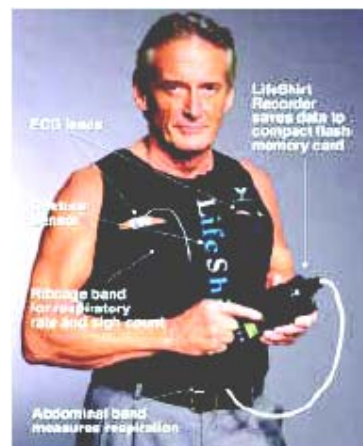
2.3.8 VIVOMETRICS

Η εταιρία Vivometrics^[12] παρέχει προϊόντα και υπηρεσίες συνεχούς παρακολούθησης σε ασθενοφόρα που έχουν ως στόχο να βελτιώσουν την ταχύτητα, τα αποτελέσματα και τους οικονομικούς παράγοντες της φαρμακευτικής έρευνας. Επιπρόσθετα, η εταιρία VivoMetrics παρέχει εργαλεία που βοηθούν τους ακαδημαϊκούς ερευνητές στην ανακάλυψη νέων διαγνωστικών τεχνικών.

2.3.8.1 LifeShirt

Το σύστημα LifeShirt εισάγει την έννοια της συνεχούς και σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης ανθρώπων που ρισκάρουν τη ζωή τους για το δημόσιο καλό. Το σύστημα LifeShirt από τη VivoMetrics είναι μία μικρογραφία της μονάδας εντατικής παρακολούθησης, που σήμερα χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 1000 νοσοκομεία παγκοσμίως και αναφέρεται σε περισσότερα από 1600 επιστημονικά εγχειρίδια.

Το σύστημα LifeShirt είναι το πρώτο μη επεμβατικό σύστημα παρακολούθησης για ασθενοφόρα, το οποίο μπορεί να συλλέγει καρδιολογικά, αναπνευστικά και άλλα φυσιολογικά δεδομένα και να τα συσχετίζει.



Σχήμα 2.17 Το LifeShirt έχει τη μορφή γιλέκου.

Συλλέγει ιατρικά δεδομένα κατά τη διάρκεια της ημέρας, παρέχοντας σε φαρμακολογικούς και ακαδημαϊκούς ερευνητές συνεχή στοιχεία για την κατάσταση της υγείας του φέροντος το σύστημα υπό συνθήκες καθημερινής δραστηριότητας (δουλειά, σχολείο, άσκηση, ύπνος).

Το σύστημα συγκεντρώνει, αναλύει και εξάγει αναφορές για τη καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την τρέχουσα κατάσταση του ασθενούς. Επιπλέον, συσχετίζει δεδομένα από περιφερειακές συσκευές, οι οποίες παρακολουθούν την πίεση του αίματος, τον κορεσμό οξυγόνου στο αίμα, ΗΚΓ, ΗΕΓ, την περιοδική κίνηση των άκρων και τη θερμοκρασία του σώματος.

Χρησιμοποιεί επαγωγική αναπνευστική πληθυσμογραφία για την παρακολούθηση της αναπνοής διαπερνώντας ένα συνεχές, μικρής τάσης ηλεκτρικό ρεύμα διαμέσου αντιδιαμετρικών ημιτονοειδών τοξοειδών καλωδίων που περιβάλλουν την κοιλιά και την πνευμονική κοιλότητα.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από το LifeShirt garment, τον καταγραφέα / πομπό LifeShirt, το πραγματικού χρόνου VivoMonitor TM software και το software VivoLogic ανάλυσης και αναφοράς. Το σύστημα μετράει συνεχώς παραμέτρους της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε δραστηριότητας. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων με πατενταρισμένους αλγορίθμους, το σύστημα συγκρίνει τα εισερχόμενα δεδομένα με τα φυσιολογικά αναμενόμενα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται σε μία οθόνη ώστε να είναι εύκολη η λήψη αποφάσεων.




- I. LifeShirt Garment:** Το LifeShirt είναι ένα ελαφρύ (250g), άνετο, εύχρηστο, με δυνατότητα πλυσίματος γιλέκο το οποίο φέρει ενσωματωμένους αισθητήρες. Για την μέτρηση της αναπνευστικής λειτουργίας, αισθητήρες περιβάλλουν την κοιλιά και την πνευμονική κοιλότητα. Ένα κανάλι ΗΚΓ μετράει την καρδιακή συχνότητα και ένα επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων καταγράφει το επίπεδο δράσης. Προαιρετικές συσκευές μετρούν τη θερμοκρασία και τον κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο.
- II. LifeShirt Recorder/Transmitter and Digital Patient Diary:** Το σύστημα LifeShirt περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο καταγραφέα / πομπό, ο οποίος κρυπτογραφεί συνεχώς και μεταδίδει τα δεδομένα της φυσικής κατάστασης αυτού που φέρει το LifeShirt garment στο κέντρο παρακολούθησης. Υψηλής ανάλυσης κυματομορφές δεδομένων αποθηκεύονται, επίσης, σε μία κάρτα μνήμης που βρίσκεται ενσωματωμένη στον καταγραφέα / πομπό για μελλοντική επισκόπηση. Ακόμα, οι

ασθενείς μπορούν να καταγράφουν δεδομένα σχετικά με τα συμπτώματα, τη διάθεση και τη δραστηριότητά τους στο προσωπικό τους ηλεκτρονικό ημερολόγιο, επιτρέποντας στους ερευνητές να ανταλλάσσουν απόψεις για καλύτερη εξαγωγή γνώμатеυσης.

- III. VivoMonitor Software:** Το λογισμικό που ανέπτυξε η VivoMetrics είναι ένα ισχυρό εργαλείο για απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο ζωτικών δεδομένων. Κάθε παράμετρος απεικονίζεται και ενημερώνεται κάθε δευτερόλεπτο χρησιμοποιώντας πατενταρισμένους αλγορίθμους. Με ένα απλό κλικ του ποντικιού είναι διαθέσιμη μία επισκόπηση των 30 δευτερολέπτων κάθε παραμέτρου.

Τα δεδομένα μπορούν να διατεθούν μέσω του Internet ή να συλλέγονται από κάρτες μνήμης στο Κέντρο Δεδομένων της VivoMetrics, όπου αναλυτές και ειδικοί βάσεων δεδομένων τα επεξεργάζονται κάνοντας χρήση του λογισμικού VivoLogic. Επιπρόσθετα, το Κέντρο Δεδομένων παρέχει τεχνική υποστήριξη για τους χρήστες του συστήματος.

Το σύστημα LifeShirt είναι συμβατό με τα ακόλουθα συστήματα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4	
I. Ηλεκτροεγκεφαλογράφος Oxford BioSomnia	
II. Monitor παρακολούθησης της κίνησης των κάτω άκρων PAM-RL	
III. Οξύμετρο Nonin Xpod	

<p>IV. Καπνογράφος Oridion VitalCap</p>	
<p>V. Monitor μη επεμβατικής παρακολούθησης της πίεσης του αίματος Critikon Dinamap Pro 100</p>	
<p>VI. Αισθητήρας θερμοκρασίας τυμπανικής μεμβράνης Exacon Scientific A/S</p>	
<p>VII. Μικρόφωνο CON-SPACE (μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο του και όχι με την παρουσία άλλων περιφερειακών συσκευών).</p>	

Το σύστημα LifeShirt εισάγει μία εξαιρετη τεχνολογία παρακολούθησης στον κόσμο της ιατρικής. Διατίθεται σε διάφορα μεγέθη για ενήλικους και παιδιά ηλικίας 5 έως 17 ετών, ωστόσο δεν πωλείται απευθείας σε καταναλωτές.

2.3.9 WELCH ALLYN

2.3.9.1 Propaq® LT



Σχήμα 2.18 Το Propaq LT ζυγίζει λιγότερο από 900g.

Το νέο Propaq LT είναι ένα μόνιτορ κατάλληλο για τη σύγχρονη απαιτητική δραστηριότητα στα νοσοκομεία κάνοντας δυνατή τη χρήση του σε μέρη του νοσοκομείου που παλαιότερα οι τεχνολογικοί περιορισμοί δεν

επέτρεπαν. Χάρη στην ευχρηστία του, το νέο Propaq LT είναι ιδανική επιλογή για νοσηλευτικό προσωπικό σε ορόφους γενικής ιατρικής φροντίδας.








Κάνοντας χρήση ασύρματης τεχνολογίας, συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των μόνιτορ ασθενοφόρου, κλίνης και φορητού: αξιοπιστία, διάρκεια και οικονομικότητα. Είναι κατασκευασμένο από ανθεκτικά υλικά που αντέχουν την πτώση από ύψος 180cm. Καταγράφει ΗΚΓ 3 ή και 5 απαγωγών (επιλογή μεταξύ των I, II, III, aVR, AVL, AVF, V6), τον κορεσμό οξυγόνου στο αίμα και την αναπνευστική δραστηριότητα. Παρέχει τη δυνατότητα ασύρματης διασύνδεσης με το κεντρικό σταθμό Welch Allyn Acuity μέσω FlexNet™. Σχεδιασμένο για χρήση τόσο σε ανήλικους όσο και σε ενήλικους.


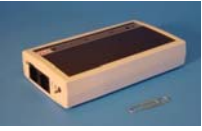






Σχήμα 2.19 WELCH ALLYN Propaq® LT

Το νέο Propaq LT συνδέεται σε μία έγχρωμη οθόνη απεικόνισης δίνοντας τη δυνατότητα επιλογής απεικόνισης των λαμβανόμενων σημάτων. Μπορεί να επικοινωνήσει με οποιοδήποτε υπολογιστή που φέρει Windows 2000/XP μέσω θύρας USB επιτρέποντας στο χρήστη να παρακολουθεί και να εκτυπώνει (αν το επιθυμεί) αναφορές των ζωτικών σημάτων του ασθενούς.

2.3.10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5				
ΕΤΑΙΡΙΑ	ΠΡΟΙΟΝ	ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ
AEROTEL	HEARTVIEW P12/8	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	Απαγωγές: 8 ή 12 Βάρος: 110g Εύκολη καταγραφή ΗΚΓ από τον ασθενή.	
	HEARTVIEW™		Απαγωγές: 12 Βάρος: 110g Χρήση από εξειδικευμένο προσωπικό.	
	HEART 400		Απαγωγές: 3 Άμεση επιλογή της μετρούμενης απαγωγής.	
	HEART 2002P/P4 – LOOPER		Απαγωγές: 1	
CORSCIENCE	BlueECG	BLUETOOTH	Απαγωγές: 3, 6 ή 12 Μέτρηση καρδιακής συχνότητας. Απλή εφαρμογή. Εύκολη προσαρμογή.	
	BlueBELT		Απαγωγές: 3. Έυκολη προσαρμογή. Αξιόπιστο και ασφαλές.	
COSMED	QUARK T12	RF	Απαγωγές: 12 Δυνατότητα αυτονομίας: 30ώρες. Αυτόνομη ανίχνευση, αποθήκευση και εκτύπωση ΗΚΓ.	

GMP COMPANIES	LIFESYNC	BLUETOOTH	Απαγωγές: 12 Παρακολούθηση της καρδιακής συχνότητας.	
J & J	WIRELESS C2 - RF	RF	Απαγωγές: 2 Ηλεκτρομυογράφημα, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, θερμοκρασία, δερματική αντίσταση.	
NEXAN	CLEARPATH	RF	Απαγωγές: 2 ή 3 Παρακολούθηση αναπνοής, οξυμετρίας και καρδιακής συχνότητας.	
NOVOSENSE	CARDIOSENSE SYSTEM	RF	Απαγωγές: 12	
VIVOMETRICS	LIFESHIRT	INTERNET	Παρακολούθηση πίεσης του αίματος, οξυμετρίας, ΗΕΓ, θερμοκρασίας. Βάρος: 250g	
WELCH ALLYN	PROPAQ LT	WI-FI	Απαγωγές: 3 ή 5 Παρακολούθηση οξυμετρίας και αναπνοής.	

2.3.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Lifesync
<http://www.wirelessecg.com/>

- [2] Mobihealth Project
<http://www.mobihealth.org/>

- [3] Aerotel Medical Systems
<http://aerotel.com/Products/>

- [4] Corscience ECG modules
<http://www.corscience.de>

- [5] COSMED
<http://www.cosmed.it/products.cfm>

- [6] Lifesync Wireless ECG – News media
http://www.wirelessecg.com/news_media/news_items/4_06_05.html

- [7] Lifesync Wireless ECG
http://www.wirelessecg.com/about_lifesync/index.html

- [8] Business Week on line
<http://images.businessweek.com/ss/05/06/idea2005/source/114.htm>

- [9] Future Health
<http://www.futurehealth.org/j%20&%20j%20c%202.htm#Wireless>

- [10] Nexan Inc, Cardiopulmonary Care
http://www.nexan.info/Sensor_and_sender00.htm

- [11] Novosense AB
<http://www.novosense.se>

- [12] Vivometrics

<http://www.vivometrics.com/>

[13] Welch Allyn

www.welchallyn.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκπληκτικές δυνατότητες της τεχνολογίας των ασύρματων αισθητήρων στην υπηρεσία της ιατρικής δεν ήταν δυνατό να μη δελεάσουν το ερευνητικό, ανήσυχο πνεύμα των επιστημόνων, οι οποίοι δεν αρκέστηκαν στα μέχρι τώρα υλοποιημένα συστήματα αλλά προχώρησαν παραπέρα, στοχεύοντας στην περαιτέρω τελειοποίηση των ασύρματων συστημάτων παρακολούθησης της καρδιακής λειτουργίας.

Σήμερα, βρίσκονται υπό εξέλιξη μία πληθώρα ερευνητικών προγραμμάτων, πολλά εκ των οποίων αναμένεται να ολοκληρωθούν με το πέρας αυτού του έτους. Ιδιαίτερα εντυπωσιακή είναι η προσπάθεια της Philips για κατασκευή ενός περιβάλλοντος υψηλής ευφυΐας, που κάνει χρήση μικροσκοπικών αισθητήρων για την αλληλεπίδραση με τον ανθρώπινο παράγοντα. Στο πρόγραμμα αυτό προβλέπεται και η ενσωμάτωση ασύρματων αισθητήρων σε καρέκλες γραφείου, για την παρακολούθηση των ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Αν και εντυπωσιακό, το ανωτέρω παράδειγμα δεν αποτελεί παρά μόνο ένα δείγμα της εφευρετικότητας και της φαντασίας των σύγχρονων ερευνητών, που συνεργάζονται και συναγωνίζονται με στόχο την κατασκευή συσκευών και συστημάτων που θα διευκολύνουν ασθενείς και ιατρικό προσωπικό, παρέχοντας πλήθος οφελών.

Κύριες απαιτήσεις των ασθενών – χρηστών, όσον αφορά τις φορητές μονάδες παρακολούθησης της καρδιακής λειτουργίας, είναι:

- I.** Η φορητότητα: μικρό μέγεθος, μικρό βάρος, εργονομικό σχήμα, όχι συνδέσεις σε μεγάλα μηχανήματα, μεγάλη απόσταση ασύρματης μετάδοσης των συλλεγόμενων δεδομένων.
- II.** Η φιλικότητα προς το χρήστη.
- III.** Ο αυτοματισμός: η δυνατότητα μέτρησης και αποστολής δεδομένων χωρίς την ανάμειξη του ασθενή.

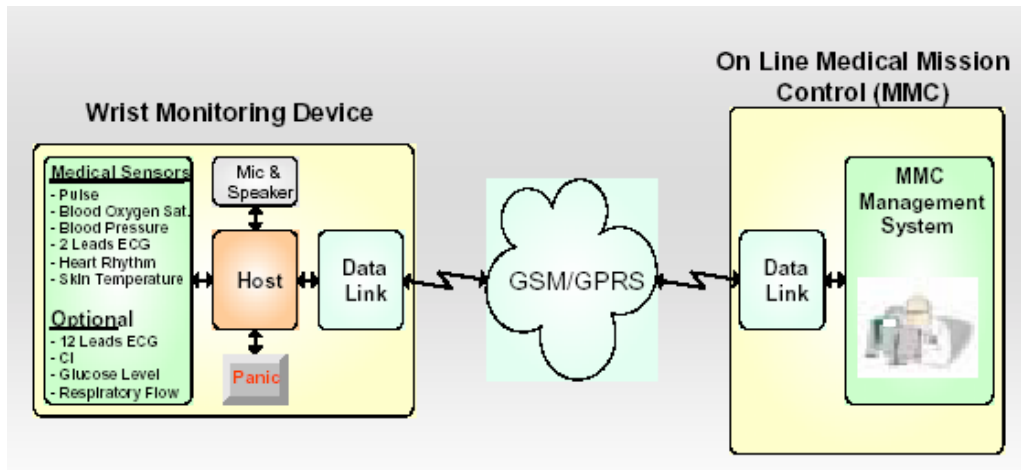
Από την άλλη πλευρά, το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό επιδιώκει:

- I.** Την καταγραφή πολλαπλών μετρήσεων: ΗΚΓ, καρδιακής συχνότητας, πίεσης του αίματος, οξυμετρίας, θερμοκρασίας.
- II.** Την ευελιξία του συστήματος: αναμετάδοση σε πραγματικό χρόνο, περιοδική αναμετάδοση.
- III.** Την αποφυγή λοιμώξεων: ελαχιστοποίηση της σύνδεσης εσωτερικών και εξωτερικών συσκευών.
- IV.** Τον αυτοματισμό: ανάλυση των δεδομένων, προειδοποίηση σε περίπτωση ανίχνευσης ανωμαλιών.

Έχοντας τις απαιτήσεις αυτές σαν κατευθυντήριο άξονα και κάνοντας χρήση της τεχνολογίας του 21^{ου} αιώνα, οι σύγχρονες ερευνητικές ομάδες έχουν να επιδείξουν μία εκπληκτική συλλογή προγραμμάτων. Μέρος αυτής παρατίθεται στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου.

3.2 AMON: Advanced care & alert portable telemedical MONitor

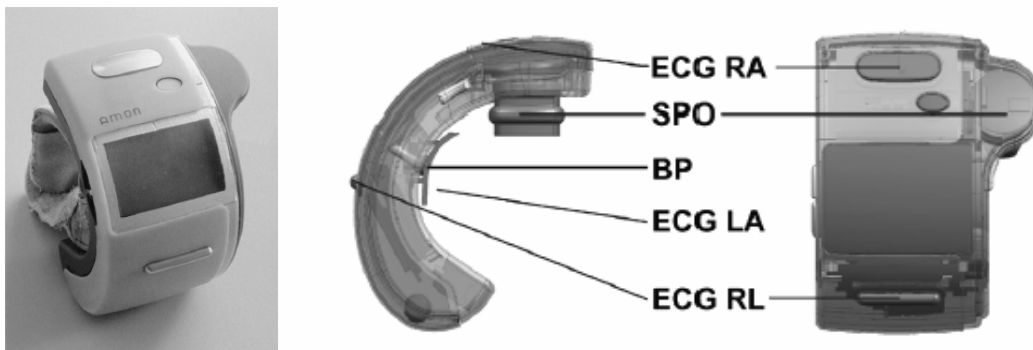
Παρά την μεγάλη ποικιλία φορητών ιατρικών συσκευών που διατίθενται σήμερα στην αγορά, η πλειοψηφία αυτών δεν είναι κατάλληλη για την παρακολούθηση ασθενών υψηλού κινδύνου αφού αδυνατούν να παρέχουν on-line ανάλυση των δεδομένων και συνεχή καταγραφή περισσότερων από 2 ή 3 παραμέτρων^[1].



Σχήμα 3.1 AMON – Block Diagram.

Το σύστημα που αναπτύσσεται από το πρόγραμμα AMON^[2] ανήκει στην επόμενη γενιά ιατρικών συστημάτων παρακολούθησης, όντας πλήρως φορητό και στοχεύοντας στη βελτίωση της παρεχόμενης ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης σε χρόνιους ασθενείς υψηλού κινδύνου. Οι νεοτερισμοί που εισάγει το εν λόγω πρόγραμμα είναι οι ακόλουθοι:

- I. Παρακολούθηση και καταγραφή πολλαπλών παραμέτρων:** Το σύστημα παρακολουθεί συνεχώς και καταγράφει τους παλμούς, τον κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο και την θερμοκρασία του ασθενή. Επιπλέον, περιλαμβάνει έναν αισθητήρα επιτάχυνσης που επιδεικνύει το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας. Πρόσθετες μετρήσεις της πίεσης του αίματος και ΗΚΓ μπορούν να ληφθούν αν αυτό είναι απαραίτητο.

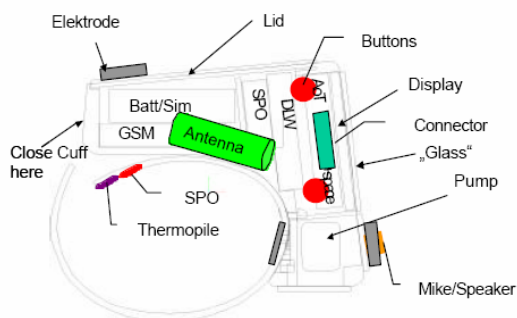


Σχήμα 3.2 Πρωτότυπη συσκευή AMON.

- II. On-line ανάλυση της κατάστασης της υγείας:** Χρησιμοποιώντας τις συνεχώς παρακολουθούμενες παραμέτρους, το σύστημα αναλύει on-line την κατάσταση της υγείας του ασθενούς. Σε περίπτωση εκτροπής των παραμέτρων από τα φυσιολογικά επίπεδα, λαμβάνονται πρόσθετες μετρήσεις, συμπεριλαμβανομένου ΗΚΓ και πίεσης του αίματος.

- III. Αυτόματοι και χειροκίνητοι συναγερμοί:** Εάν η ανάλυση των πρόσθετων παραμέτρων επιβεβαιώσει κάποια ανωμαλία, το σύστημα μπορεί αυτόματα να ειδοποιήσει τον ιατρό στο απομακρυσμένο Ιατρικό Κέντρο κάνοντας χρήση της ενσωματωμένης ζεύξης κινητής τηλεφωνίας. Κύριο πλεονέκτημα του AMON αποτελεί η συνθετότητα των αλγορίθμων ανάλυσης που εγγυάται περιορισμό στο ελάχιστο των λανθασμένων συναγερμών. Το σύστημα διαθέτει, επίσης, και χειροκίνητο συναγερμό ο οποίος μπορεί να τεθεί σε λειτουργία από τον ίδιο τον ασθενή όταν αισθανθεί την ανάγκη βοήθειας για οποιοδήποτε λόγο. Όλα τα καταγεγραμμένα δεδομένα, σε περίπτωση συναγερμού, αποστέλλονται στο ιατρικό κέντρο παρέχοντας στους ιατρούς τις απαραίτητες πληροφορίες για ακριβή διάγνωση.
- IV. Αλληλοδραστική επικοινωνία:** Το σύστημα επιτρέπει στο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό να επικοινωνήσει με τον ασθενή χρησιμοποιώντας απλά μηνύματα που επιδεικνύονται στην οθόνη. Επιπρόσθετα, το προσωπικό του ιατρικού κέντρου μπορεί να ελέγχει τη συσκευή AMON και να την προσαρμόζει στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή.
- V. Σχήμα ρολογιού χειρός:** Όλα τα τμήματα του AMON, τα ηλεκτρονικά, οι αισθητήρες και η μπαταρία που του παρέχει αυτονομία 24 ωρών, περιλαμβάνονται σε ένα εξάρτημα που έχει τη μορφή ρολογιού χειρός.

Το σύστημα AMON αποτελείται από το υποσύστημα αισθητήρων, ένα interface χρήστη, μία μονάδα ψηφιακής επεξεργασίας δεδομένων και μία μονάδα τροφοδοσίας^[3].



Σχήμα 3.3 Κάθετη τομή της φορητής μονάδας του πρωτοτύπου AMON.

Η συσκευή παρακολούθησης χειρός (Wrist-mounted Monitoring Device, WMD) περιλαμβάνει αισθητήρες καρδιακής συχνότητας, καρδιακού ρυθμού, ΗΚΓ 2 απαγωγών, πίεσης αίματος, κορεσμού O₂ και θερμοκρασίας σώματος.

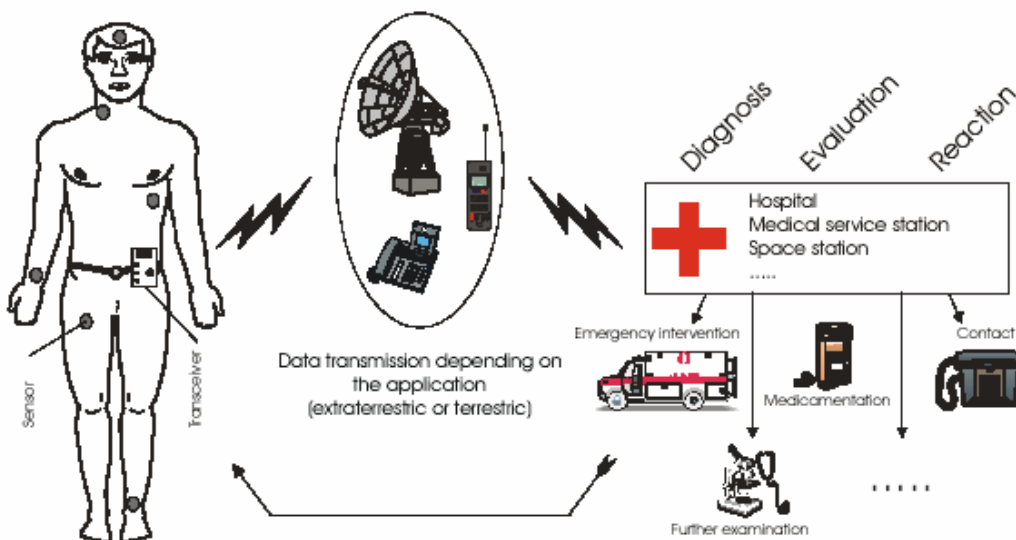
3.3 MICROSYSTEMS CENTER BREMEN

3.3.1 BodyCOM

Στόχος του προγράμματος BodyCOM^[4] είναι να επιτρέψει την on-line παρακολούθηση ιατρικών πληροφοριών με ταυτόχρονη μείωση του κόστους της. Επιπρόσθετα, το σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχει τη μέγιστη δυνατή άνεση κατά τη διάρκεια χρήσης του, επιτρέποντας την παρακολούθηση ατόμων που βρίσκονται σε οποιαδήποτε κατάσταση, για παράδειγμα πυροσβεστών, στρατιωτών ή αστροναυτών.

Ιατρικές πληροφορίες αποκτώνται με τη χρήση μικροαισθητήρων και κατάλληλων μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων, τα οποία συνδέονται στο ανθρώπινο σώμα. Σύγχρονες τεχνολογίες με βάση την σιλικόνη επιτρέπουν την ολοκλήρωση των ηλεκτρονικών που απαιτούνται για την απόκτηση, επεξεργασία και μετάδοση σημάτων σε ένα μόνο chip.

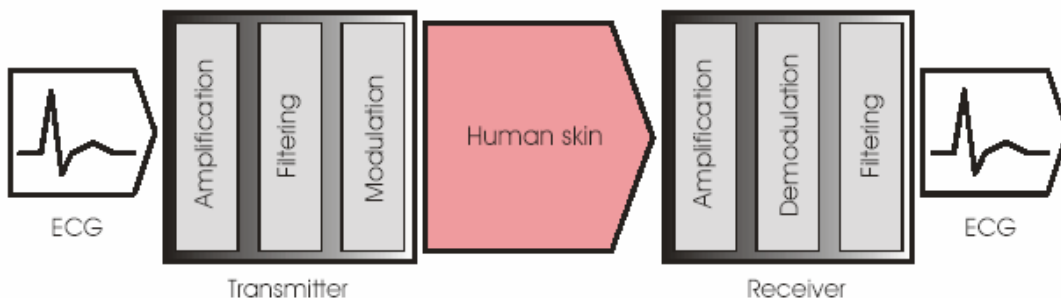
Τα αποκτημένα σήματα μεταδίδονται μέσω του ανθρωπίνου δέρματος σε ένα αναμεταδότη, ο οποίος μπορεί να προωθήσει τις πληροφορίες σε οποιοδήποτε μέρος στον κόσμο, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα τηλεφωνικές γραμμές.



Σχήμα 3.4 Το σύστημα BodyCOM.

Όλες οι προωθούμενες πληροφορίες μπορούν να αξιολογηθούν από ειδικούς ώστε να εκκινηθεί αν απαιτείται θεραπεία ή επείγουσα παρέμβαση.

Στο MCB (Microsystems Centre Bremen) έχει ήδη κατασκευαστεί ένα πρωτότυπο σύστημα για να επιδείξει το εφαρμόσιμο της μετάδοσης δεδομένων διαμέσου του ανθρώπινου δέρματος. Επιτρέπει την εκπομπή σημάτων ΗΚΓ από το στήθος στο ισχίο χρησιμοποιώντας διαμόρφωση συχνότητας (FM).



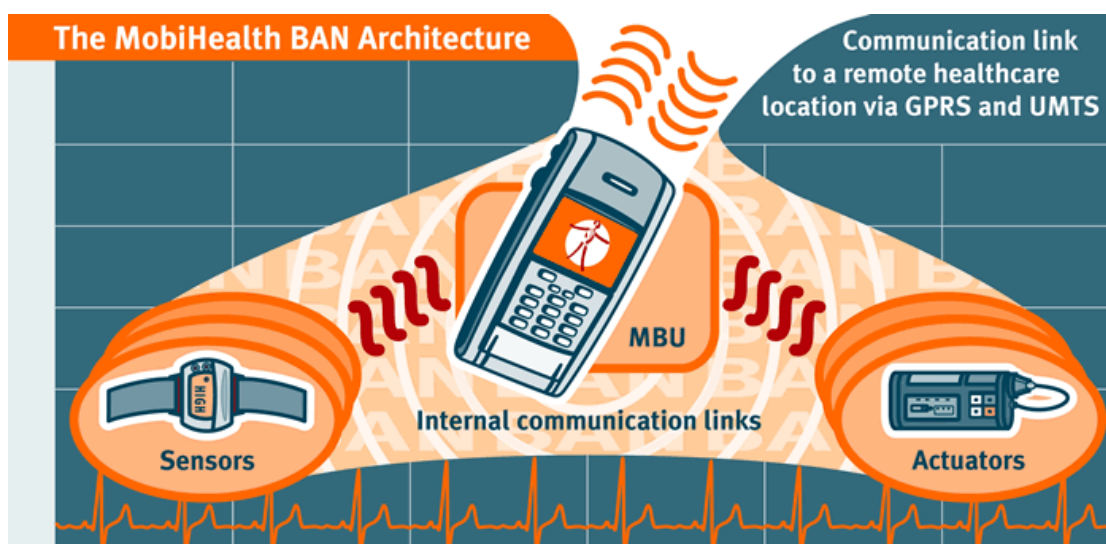
Σχήμα 3.5 Σύστημα μετάδοσης δεδομένων διαμέσου του ανθρώπινου δέρματος.

Το ανεπτυγμένο αναλογικό σύστημα περιορίζεται από άποψη αξιοπιστίας και προσαρμοστικότητας. Προκειμένου να βελτιωθούν και τα δύο, οι προσπάθειες στο μέλλον εστιάζονται σε μία ψηφιακή προσέγγιση. Πρόθεσή του MCB είναι η απόκτηση ενός συστήματος πολλαπλών διαφορετικών αισθητήρων, πχ. για θερμοκρασία, πίεση, ΗΚΓ ή ΗΕΓ (ηλεκτροεγκεφαλογράφημα).

3.4 MOBIHEALTH

Το MobiHealth^[5] είναι ένα πρόγραμμα κινητής ιατρικής φροντίδας το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ο συνεταιρισμός MobiHealth αποτελείται από 14 εταιρούς από 5 Ευρωπαϊκές χώρες. Οι συμμετέχοντες περιλαμβάνουν: νοσοκομεία και χορηγούς ιατρικής φροντίδας, πανεπιστήμια, χειριστές κινητών δικτύων, χορηγούς υπηρεσιών κινητών επικοινωνιών και προμηθευτές hardware. Στόχος του προγράμματος είναι η ανάπτυξη και δοκιμή νέων κινητών επικοινωνιών στον τομέα της ιατρικής, βελτιώνοντας τις προσφερόμενες στον ασθενή υπηρεσίες.

Το πρόγραμμα MobiHealth επιτρέπει στους ασθενείς να κινούνται κατά τη διάρκεια ιατρικών ελέγχων και παρακολούθησης ζωτικών λειτουργιών. Οι ασθενείς φέρουν ένα ελαφρύ σύστημα παρακολούθησης - το MobiHealth BAN (Body Area Network) – το οποίο προσαρμόζεται στις ατομικές ανάγκες τους. Φυσικές μετρήσεις, όπως η πίεση του αίματος ή ΗΚΓ, μετρούνται από το MobiHealth BAN και μεταδίδονται ασύρματα από αυτό στο γιατρό, στο νοσοκομείο ή στο κέντρο υγείας. Με τον τρόπο αυτό, ένας ασθενής, που χρειάζεται παρακολούθηση για μικρές ή μεγάλες χρονικές περιόδους, δεν είναι υποχρεωμένος να παραμείνει στο νοσοκομείο αλλά είναι ελεύθερος να ακολουθήσει τις συνήθεις καθημερινές του δραστηριότητες.



Σχήμα 3.6 Η αρχιτεκτονική του MobiHealth BAN.

Οι στόχοι του προγράμματος MobiHealth, κατηγοριοποιημένοι, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1	
ΤΑΜΕΙΑ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ	ΠΑΡΟΧΕΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
I. Μείωση των εξόδων περίθαλψης. II. Καλύτερη διαχείριση πόρων. III. Σημαντική βελτίωση των φαρμακοοικονομικών παραγόντων.	I. Αποδεδειγμένη λειτουργικότητα και χρησιμότητα. II. Ικανοποιητικά και πειστικά επιχειρηματικά μοντέλα.

ΠΑΡΟΧΕΙΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ	ΑΣΘΕΝΕΙΣ
<p>I. Βελτιωμένη διαχείριση και παρακολούθηση της θεραπείας των ασθενών.</p> <p>II. Πρόληψη επειγόντων και μη αναστρέψιμων γεγονότων.</p> <p>III. Υψηλής ποιότητας διαφοροποίηση με ασήμαντη επένδυση σε τεχνολογία και χρόνο.</p> <p>IV. Απομακρυσμένη παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης αθλητών.</p> <p>V. Απομακρυσμένη αντιμετώπιση κλινικών περιστατικών.</p>	<p>I. Αυξημένη ελευθερία και βελτιωμένη ποιότητα ζωής των ασθενών.</p> <p>II. Ευέλικτη, αποδοτική και προσωποποιημένη θεραπεία.</p> <p>III. Σιγουριά.</p> <p>IV. Απομακρυσμένη παρακολούθηση χρόνιων ασθενών.</p> <p>V. Απομακρυσμένη παροχή βοήθειας και παρακολούθηση στο περιβάλλον του σπιτιού.</p> <p>VI. Απομακρυσμένη βοήθεια σε περιπτώσεις ατυχημάτων και επειγόντων περιστατικών.</p>

Οι υπηρεσίες που παρέχει το MobiHealth βασίζονται στις τεχνολογίες GPRS και UMTS. Η εισαγωγή αυτών των υπηρεσιών γίνεται δυνατή με την ολοκλήρωση των αισθητήρων σε ένα ασύρματο δίκτυο σώματος (BAN). Τα ζωτικά σήματα (ΗΚΓ, κορεσμός οξυγόνου στο αίμα, γλυκόζη, πίεση αίματος, θερμοκρασία) μετρούνται και ακολουθούν μεταδίδονται με ήχο και εικόνα στο χορηγό ιατρικής φροντίδας.

Οι επιλογές για τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί ως βάση για το λογισμικό του MobiHealth περιλαμβάνει κινητά τηλέφωνα και Personal Digital Assistants (PDAs), που λειτουργούν ως Mobile Base Units (MBUs). Οι αισθητήρες και οι λειτουργίες των αισθητήρων προσαρμόζονται ώστε να ικανοποιούν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις των εφαρμογών του MobiHealth.

Με το πρόγραμμα αυτό γίνεται δυνατή η παρακολούθηση, αποθήκευση και μετάδοση ζωτικών σημάτων που συλλέγονται από το BAN. Επιπλέον, είναι δυνατή η προσαρμογή των υπηρεσιών στις ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών, ώστε να γίνεται δυνατή η άμεση αντιμετώπιση συγκεκριμένων καταστάσεων.

Από το πρόγραμμα αυτό μπορούν να επωφεληθούν ασθενείς που πάσχουν από κοιλιακή αρρυθμία και οι οποίοι ακολουθούν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Οι καρδιακές

αρρυθμίες είναι συχνές, ιδιαίτερα σε άτομα μεγάλης ηλικίας, και σε πολλές περιπτώσεις σχετίζονται με στεφανιοπάθειες. Τέτοιου είδους ασθενείς πρέπει να παρακολουθούνται στενά, καθημερινά και να μελετάται η αποδοτικότητα της θεραπείας. Το πρόγραμμα MobiHealth δίνει τη δυνατότητα αποστολής ΗΚΓ και πίεσης του αίματος από το σπίτι ή οπουδήποτε αλλού στο κέντρο υγείας, όπου τα ζωτικά σήματα παρακολουθούνται από τον υπεύθυνο καρδιολόγο.

Μια άλλη κατηγορία ασθενών που μπορούν να απολαύσουν τα οφέλη του MobiHealth είναι οι ασθενείς με αναπνευστικά προβλήματα, οι οποίοι προσπαθούν να βελτιώσουν τη σωματική τους κατάσταση. Το πρόγραμμα στοχεύει στην επίβλεψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων που βασίζονται στον έλεγχο της ταχύτητας βαδίσματος με χρήση του BAN. Ο φυσιοθεραπευτής μπορεί να λαμβάνει τις σχετικές με τον ασθενή πληροφορίες on-line και να δίνει οδηγίες και συμβουλές.

Το πρωτότυπο MobiHealth BAN είναι ήδη διαθέσιμο και η δοκιμαστική έξοδός του στην αγορά θα γινόταν την 1^η Μαρτίου.

3.5 NASA

3.5.1 LifeGuard

Το σύστημα LifeGuard^[6] αναπτύχθηκε με στόχο την παρακολούθηση της υγείας των αστροναυτών κατά τη διάρκεια πτήσεων στο διάστημα και αποστολών εκτός διαστημοπλοίων, καθώς και κατά τη διάρκεια ασκήσεων ρουτίνας. Αυτή η συσκευή θα εξελιχθεί περαιτέρω ώστε να υποστηρίξει αντιμετώπιση επειγόντων ιατρικών απροόπτων κατά τη διάρκεια αποστολών.



Σχήμα 3.7 Το σύστημα LifeGuard.

3.5.1.1 LifeGuard I

Το σύστημα LifeGuard I δοκιμάστηκε στο HPC (Human Powered Centrifuge) της NASA. Οι συμμετέχοντες στη δοκιμή, φορώντας μονάδες CPOD, ποδηλατούσαν ενώ την ίδια στιγμή τα ζωτικά τους σήματα μεταδίδονταν ασύρματα σε ένα σημείο πρόσβασης Bluetooth και από εκεί σε ένα laptop εξοπλισμένο με θύρα Bluetooth σε διπλανό δωμάτιο.

Τα ζωτικά σήματα μπορούσαν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο ενώ παράλληλα καταγράφονταν στο CPOD.



Σχήμα 3.8 Δοκιμάζοντας το LifeGuard κατά NEEMO V; KC-135 Test.

χαρακτηριστικών του συστήματος.

Το σύστημα LifeGuard δοκιμάστηκε, επίσης, και κατά την αποστολή “NEEMO V” (NASA Extreme Environment Mission Operations) τον Ιούνιο του 2003. Η αποστολή περιελάμβανε δοκιμές ασκήσεων, απομακρυσμένη διάγνωση των καταγραμμένων δεδομένων και δοκιμές προσδιορισμού της περιοχής κάλυψης της Bluetooth σύνδεσης. Οι παρατηρήσεις που προέκυψαν βοήθησαν στη βελτίωση σημαντικών

Το σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αισθητήρων και τη κεντρική μονάδα CPOD. Οι περισσότερες μετρήσεις στο σύστημα γίνονται με αισθητήρες που δεν είναι ενσωματωμένοι στο CPOD. Οι μόνοι που δεν ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι δύο επιταχυνσιόμετρα, για μετρήσεις κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων, και ένας αισθητήρας, για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Οι μετρήσεις ΗΚΓ και αναπνοής γίνονται με τα παραδοσιακά ηλεκτρόδια και μετρούνται οι απαγωγές II και V5. Ο κορεσμός οξυγόνου στο αίμα (SPO₂) μετράται με οξύμετρο παλμών που συνήθως εφαρμόζεται στο δάκτυλο ή στο λοβό του αυτιού. Στην περίπτωση που επιδιώκουμε κινητικότητα του ασθενή, ο εύκαμπτος αισθητήρας του δακτύλου είναι η καλύτερη επιλογή. Επιπλέον, τα οξύμετρα έχουν δική τους μονάδα ψηφιοποίησης των δεδομένων που μεταδίδει δεδομένα στο CPOD με ρυθμό περίπου ένα δείγμα το δευτερόλεπτο. Μια σθηθοσκοπική συσκευή εφαρμοζόμενη στο μανίκι μετρά συστολική και διαστολική πίεση.

Όλα τα δεδομένα λαμβάνονται και αποθηκεύονται στο CPOD, το οποίο τα καταχωρεί, τα μεταδίδει ασύρματα ή ενσύρματα σε ένα σταθμό και προβάλλει τις μετρήσεις. Έχει, επίσης, μια flash μνήμη, 3 θύρες για εξωτερικούς αισθητήρες, RS-232 θύρα για καλωδιακή σύνδεση με τον υπολογιστή και διαθέτει τεχνολογία Bluetooth. Μια συνήθης LCD οθόνη προβάλλει πληροφορίες για την κατάσταση της συσκευής και στιγμιότυπα των μετρούμενων παραμέτρων. Ένα κουμπί στο μπροστά μέρος της συσκευής χρησιμοποιείται για την αποθήκευση



Σχήμα 3.9 Το CPOD.

γεγονότων. Το CPOD είναι εύκολο στη χρήση και μπορεί να προγραμματιστεί εξολοκλήρου από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εφόσον προγραμματιστεί, θα μπορεί να καταγράφει τα δεδομένα των αισθητήρων για το χρονικό διάστημα των 9 ωρών το μέγιστο.

Για εφαρμογές που περιλαμβάνουν κίνηση απαιτείται ένα ανθεκτικό σύστημα. Για το λόγο αυτό το Lifeguard είναι συμβατό με το Accutracker II της Suntech Medical.

3.5.1.2 LifeGuard II (υπο εξέλιξη)

Γίνεται προσπάθεια ενίσχυσης της ελαστικότητας του συστήματος SHMS ενώ ταυτόχρονα επιδιώκεται η εξασφάλιση της στιβαρότητας του συστήματος LifeGuard I. Επιδιώκεται:

- I.** Ο πυρήνας του συστήματος να αναπαριστά μία ευέλικτη πλατφόρμα επεξεργασίας.
- II.** Το σύστημα να είναι ικανό να υποστηρίξει πληθώρα διαδικασιών παρακολούθησης βιολογικών και φυσιολογικών περιβαλλοντολογικών εφαρμογών.
- III.** Δυνατότητα χρήσης ποικίλων ασύρματων τεχνολογιών.
- IV.** Δυνατότητα φορητής μνήμης για γρήγορη αποθήκευση μεγάλης ποσότητας δεδομένων.
- V.** Χρήση μπαταριών για βελτίωση μεγέθους και βάρους της συσκευής.

3.6 NORTHUMBRIA UNIVERSITY

3.6.1 Hi-Tech Football Shirts

Ο φοιτητής David Evans του Πανεπιστημίου Northumbria^[7] ανέπτυξε μίας υψηλής τεχνολογίας φανέλα για ποδοσφαιριστές με ενσωματωμένους αισθητήρες ΗΚΓ και εφίδρωσης. Η φανέλα αυτή χρησιμοποιεί αισθητήρες ΗΚΓ για την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς και αποστέλλει σήματα σε έναν υπολογιστή στο πάγκο της ομάδας, ειδοποιώντας τους μάνατζερ, προπονητές και φυσιοθεραπευτές για τυχόν ανωμαλίες της καρδιακής λειτουργίας των παικτών.

Ταινίες σιλκόνης συνδέονται στο επάνω μέρος την πλάτης των ποδοσφαιριστών και αντιδρούν στην εφίδρωση, παρακολουθώντας τα επίπεδα αφυδάτωσης και επιδεικνύοντας τότε ένας παίκτης είναι κουρασμένος ή αφυδατωμένος και χρήζει αντικατάστασης.

Επιπρόσθετα, ένας αισθητήρας στο μανίκι επιτρέπει στον προπονητή να επικοινωνεί με τους παίκτες του στο γήπεδο στέλλοντας ραδιοκύματα σε ένα αναμεταδότη, που ειδοποιεί τον παίκτη, με μία μικρή δόνηση, να κοιτάξει προς την πλευρά του πάγκου.

Τα δεδομένα αποστέλλονται πίσω σε ένα laptop ή PDA μέσω ενός μικρού πάνελ ραδιοσυχνότητων στο κάτω μέρος της φανέλας, επιτρέποντας στον προπονητή να επιβλέπει την ομάδα ως σύνολο ή επιλέγοντας την παρακολούθηση συγκεκριμένων παικτών.

Η φανέλα είναι κατασκευασμένη από ηλεκτρο-υφαντικά υλικά που επιτρέπουν την πλήση της και έχει ήδη τραβήξει το ενδιαφέρον από διάφορες κατασκευαστικές εταιρίες αθλητικών προϊόντων. Ο κατασκευαστής της David Evans ελπίζει ότι θα έχει ήδη εισέλθει στη μαζική παραγωγή και θα είναι έτοιμη προς χρήση μέχρι το Παγκόσμιο Πρωτάθλημα του 2006. Μάλιστα, ασχολείται ήδη με την κατασκευή ειδικών αθλητικών μπουτών με ενσωματωμένο σύστημα ανίχνευσης πίεσης.

3.7 ROKE MANOR RESEARCH

Η Roke Manor Research^[8] είναι μία επιχείρηση έρευνας και ανάπτυξης ηλεκτρονικών που υπάγεται στη Siemens. Έχοντας τη βάση της στο Ηνωμένο Βασίλειο και διαθέτοντας προσωπικό 450 υπαλλήλων, είναι υπεύθυνη για τις πιο καινοτομικές τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο των κινητών επικοινωνιών και των ηλεκτρονικών αισθητήρων, τα τελευταία 45 χρόνια.

Στις 30 Απριλίου 2003, η Roke Manor Research ανακοίνωσε την ανάπτυξη ενός πρωτότυπου συστήματος για την απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών. Στόχος του 'Wireless Patient Monitor' ήταν η παρακολούθηση των ασθενών κατά την ανάρρωση στο σπίτι τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα Bluetooth και GPRS.

3.7.1 Wireless Patient Monitor

Ο ασθενής φέρει μία μικρή συσκευή που περιλαμβάνει αισθητήρες ζωτικών σημάτων, πχ. θερμοκρασίας, ΗΚΓ και πίεσης, η οποία επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση του



Σχήμα 3.10 “Wireless Patient Monitor”

ασθενή 24 ώρες το 24ωρο. Του διατίθεται, επίσης, μία μονάδα PDA για την επεξεργασία των λαμβανόμενων δεδομένων και η οποία δρα ως θύρα σύνδεσης με τη θεραπευτική μονάδα του νοσοκομείου. Στη συσκευή υπάρχει επιπλέον ένα κουμπί πανικού, με το οποίο γίνεται δυνατή η ανθρώπινη αλληλεπίδραση ανάμεσα στον ασθενή και το νοσοκομείο σε περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών.

Για τη διαφύλαξη της διάρκειας ζωής της μπαταρίας, η μονάδα PDA επικοινωνεί μέσω

Bluetooth σε ένα τερματικό GPRS. Το τερματικό βρίσκεται είτε στη βάση του, στο σπίτι του ασθενούς, είτε φέρεται από τον ασθενή όταν υπάρχει ανάγκη μετακίνησης εκτός σπιτιού. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, ακατέργαστα δεδομένα αποστέλλονται περιοδικά στην εφαρμογή του server, όπου και αποθηκεύονται για πιθανή μελλοντική επεξεργασία και εισαγωγή στον προσωπικό ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενούς.

Η συσκευή ενεργοποιεί τον συναγερμό σε περίπτωση ανίχνευσης κάποιας ανωμαλίας, όπως για παράδειγμα όταν το PDA ανιχνεύσει κάποια αλλαγή των ζωτικών σημάτων του ασθενούς τα οποία μπορεί να ερμηνευτούν σε πρώιμα στάδια μόλυνσης, όταν τα ακατέργαστα δεδομένα αποτύχουν να φτάσουν στην εφαρμογή του server ή όταν ο ασθενής πιέσει το κουμπί πανικού. Σε οποιαδήποτε από αυτές τις περιπτώσεις, η εφαρμογή του server εκδίδει μήνυμα συναγερμού μέσω SMS και ειδοποιεί τον υπεύθυνο ιατρό, ο οποίος ακολούθως μεσολαβεί και αντιμετωπίζει την εκάστοτε περίπτωση.

Η ασφάλεια υπήρξε σημαντική παράμετρος κατά το σχεδιασμό του εν λόγω monitor. Η Roke Manor Research επιδίωξε να διασφαλίσει τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ του ασθενούς και του νοσοκομείου ώστε να παραμείνουν ανώνυμα και να προστατευτούν από τυχόν παρεμβολές και υποκλοπές.

Περαιτέρω ανάπτυξη και βελτίωση του monitor είναι ήδη στα άμεσα σχέδια της επιχείρησης. Στόχος τους, να δημιουργήσουν μία εμφανώς μικρότερη και πιο άνετη φορητή συσκευή.

3.8 SOUTHERN POLYTECHNIC STATE UNIVERSITY

Αρχικά ονομαζόμενο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Georgia (Georgia's Technology University), το SPSU^[9] είναι ένα ειδικό τμήμα του πανεπιστημίου της Georgia το οποίο έχει σα στόχο τη χρήση της τεχνολογίας για την επίλυση σημαντικών σύγχρονων προβλημάτων.

Το SPSU σε συνεργασία με τα λύκεια Kennesaw Mountain (KMH, Kennesaw Mountain High School) και South Cobb (SCH, South Cobb High School) διεξάγουν μία εργασία, στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού προγράμματος, με θέμα την κατ' οίκον ασύρματη καταγραφή ΗΚΓ.

3.8.1 Πρόγραμμα Ασύρματης Καταγραφής Και Ερμηνείας Ηλεκτροκαρδιογραφικών Δεδομένων

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει την παρακολούθηση ασθενών που υποφέρουν από καρδιακές παθήσεις. Αναπτύσσεται, στο παρόν, λογισμικό για την ανάλυση των σημάτων ώστε να καταστεί ευκολότερη η διάγνωση της καρδιολογικής κατάστασης του ασθενή. Τα σήματα μπορούν επίσης να απεικονιστούν στο PDA του ασθενούς ή / και να μεταδοθούν στο γραφείο του ιατρού.

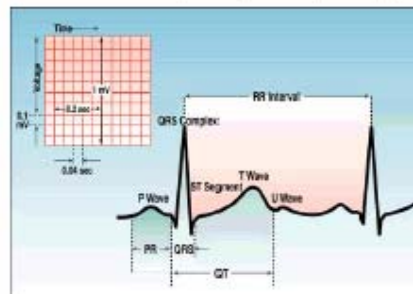


Σχήμα 3.11 Τα 4 τμήματα που συναποτελούν το σύστημα.

Το τεχνικομηχανικό τμήμα του πρωτότυπου αυτού συστήματος έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι φορητό και οικονομικά συμφέρον για κατ' οίκον τηλειατρικές εφαρμογές. Επιπρόσθετα, η συσκευή θα υποστηρίξει την ασύρματη πρόσβαση και κινητικότητα του ασθενή μέσω του διαθέσιμου interface. Τα

αποτελέσματα της έρευνας θα είναι προσαρμόσιμα σε ένα ευρύ φάσμα συστημάτων που επιθυμεί να απαλλαχθεί από τα δεσμά των ενσύρματων συνδέσεων και να κάνει χρήση ασύρματων αισθητήρων.

Στο σύστημα αυτό γίνεται χρήση του πρωτοκόλλου 802.11b (WiFi). Ο ασύρματος σύνδεσμος και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για ΗΚΓ, οι οποίοι μεταδίδουν τα ηλεκτροκαρδιογραφικά σήματα, σχηματίζουν μία ολοκληρωμένη μονάδα. Ο θόρυβος στα αναλογικά σήματα φιλτράρεται με χρήση hardware ενώ γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης βαθμίδας λογισμικού για επιπλέον αφαίρεση θορύβου. Με τον τρόπο αυτό θα διασφαλιστεί η ποιότητα και η ακριβής μορφή της κυματομορφής του ΗΚΓ στο PDA του ασθενούς.



Σχήμα 3.12 Τρόπος διάγνωσης ταχυκαρδίας από το λογισμικό.

Η εφαρμογή του λογισμικού ανάλυσης του ΗΚΓ θα «τρέχει» στο σημείο πρόσβασης του ασθενή από το σπίτι (home-gateway). Στόχος του λογισμικού είναι η διάγνωση ταχυκαρδίας, μίας κοινής καρδιολογικής πάθησης, που χαρακτηρίζεται από στενά ή ευρεία συμπλέγματα QRS.

3.9 TADIRAN LIFECARA

Η Tadiran LifeCare^[10] ιδρύθηκε το 2005 ως τμήμα της εταιρίας Tadiran Spectralink Ltd., ενός εξειδικευμένου παρόχου προηγμένων ασύρματων τεχνολογικών λύσεων για σημαντικές εφαρμογές στους τομείς της άμυνας, των αερομεταφορών, των επίγειων μεταφορών και της ιατρικής περίθαλψης.

Το τμήμα Tadiran LifeCare έχει σα στόχο την ανάπτυξη πρωτοποριακών λύσεων ασύρματης παρακολούθησης για τη βελτίωση της υγείας, της ασφάλειας και της ποιότητας ζωής των ασθενών. Τα προϊόντα του ποικίλουν από απλές εφαρμογές χρηστών έως σύνθετες λύσεις ηλεκτρονικής υγείας, όπως προηγμένες φορητές συσκευές για την παρακολούθηση των ζωτικών σημάτων των ασθενών.

Η εταιρία Tadiran Spectralink βραβεύτηκε με το Ευρωπαϊκό Βραβείο IST 2004 για την τελειότητα και την πρωτοπορία στον τομέα των φορητών συσκευών παρακολούθησης υγείας.

3.9.1 MDKeeper

Το MDKeeper^[11] αποτελεί ένα ρολόι διαφορετικό από τα άλλα αφού ενσωματώνει ένα πλήθος ιατρικών αισθητήρων, οι οποίοι διευκολύνουν την παρακολούθηση ευαίσθητων ομάδων.

Η κατασκευάστρια εταιρεία Tadiran Spectralink επέλεξε την Siemens για να εξοπλίσει το ιατρικό ρολόι με ένα GSM/GPRS radio module. Το MDKeeper λειτουργεί και σαν κινητό τηλέφωνο αλλά και σαν επεξεργαστική μονάδα, η οποία μετρά και αναλύει κάθε στιγμή τα δεδομένα που λαμβάνει από τους ειδικούς αισθητήρες, ενώ παράλληλα μεταδίδει τα αποτελέσματα των αναλύσεων σε κάποιο ιατρικό κέντρο το οποίο παρακολουθεί τον ασθενή.



Σχήμα 3.13 Το ρολόι MDKeeper.

Ειδικά σχεδιασμένο για άτομα που χρειάζονται συνεχή ιατρική παρακολούθηση, όπως καρδιοπαθείς, ασθενείς με προβλήματα του κυκλοφορικού συστήματος, ηλικιωμένους, ασθενείς με αναπηρίες και χρόνιες παθήσεις, το MDKeeper μετράει ζωτικές πληροφορίες όπως τον σφυγμό, τον καρδιακό ρυθμό (ECG ή EKG) και τα επίπεδα οξυγόνου στο αίμα. Στην συνέχεια, μπορεί να αποθηκεύει τις πληροφορίες και να τις μεταδίδει σε κάποιες προκαθορισμένες χρονικές στιγμές ή, σε περίπτωση επείγοντος περιστατικού, να μεταδίδει σε πραγματικό χρόνο τις πληροφορίες σε κάποιο ιατρικό κέντρο και να ειδοποιεί παράλληλα και τον γιατρό του ασθενούς.

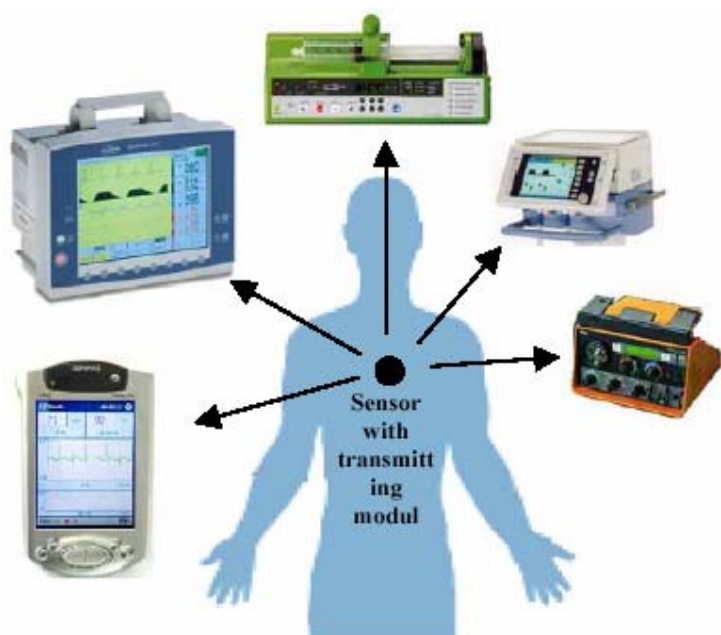
Χάρη στην εύκολη τοποθέτηση και λειτουργία του, οι ασθενείς δεν θα χρειάζεται να τοποθετούν τις παραδοσιακές συσκευές με ηλεκτροδία σε όλο τους το σώμα, να βγάζουν τα ρούχα τους και να προσπαθούν να καλέσουν σε βοήθεια.

Η συσκευή αναμένεται να κυκλοφορήσει στις ΗΠΑ στις αρχές του 2006, αφού οι

τελικές δοκιμές θα ολοκληρωθούν μέσα στο τρέχον έτος, ενώ αργότερα θα κυκλοφορήσει και σε άλλες χώρες, μεταξύ των οποίων πιθανόν να βρίσκεται και η Ελλάδα. Τέλος, η τιμή του θα κυμαίνεται ανάλογα με τους αισθητήρες που θα διαθέτει και την ασφαλιστική κάλυψη του ασθενούς.

3.10 UNIVERSITY OF KARLSRUHE

Το πανεπιστήμιο της Karlsruhe διεξήγαγε μία κατασκευαστική μελέτη που είχε σα στόχο τη μόνιμη εγκατάσταση ενός αναμεταδότη στον ασθενή κατά την έναρξη της θεραπευτικής αγωγής. Ο αναμεταδότης αυτός πολυπλέκει και ενισχύει τις λαμβανόμενες μετρήσεις από τους αισθητήρες στο σώμα του ασθενή, οι οποίες ακολούθως ψηφιοποιούνται και αποστέλλονται στο δέκτη, που μπορεί να είναι μία ποικιλία συσκευών.



Σχήμα 3.14 Οι μετρήσεις ψηφιοποιούνται από τον πομπό και αποστέλλονται στο δέκτη που μπορεί να είναι μία ποικιλία συσκευών.

Απώτερος σκοπός της μελέτης ήταν η πραγματοποίηση της ασύρματης μετάδοσης ζωτικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο προς ένα εμπορικό PDA.

Το σημαντικότερο θέμα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί κατά την διεξαγωγή της μελέτης ήταν η εξασφάλιση της στιβαρότητας της ραδιοφωνικής σύνδεσης και της ασφάλειας των

μετρήσεων. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η τεχνολογία Bluetooth λόγω της δυνατότητας της ικανοποίησης όλων των απαιτήσεων για τη μετάδοση ιατρικών δεδομένων^{[12],[13]}. Χρησιμοποιώντας μεταπήδηση συχνότητας και διαδικασίες διόρθωσης λαθών, η σύνδεση είναι ασφαλής από θόρυβο και τυχόν παραποιήσεις. Η τεχνολογία Bluetooth υποστηρίζει, επιπλέον, κρυπτογράφηση η οποία προστατεύει τις μετρήσεις από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

Το hardware του αισθητήρα βασίζεται σε ένα μοντέλο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος και το οποίο υποστηρίζει το πρωτόκολλο Bluetooth. Ο λήπτης αποτελείται συνήθως είτε από ένα PDA είτε από ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή χειρός, στα οποία εγκαθίσταται το λογισμικό, το οποίο αποκαλείται “BlueOx”. Το λογισμικό αυτό επιτρέπει την αναπαράσταση ΗΚΓ, οξυμετρίας και πληθυσμογραφίας, καθώς και την απεικόνιση με αριθμητική μορφή της συγκέντρωσης οξυγόνου και των καρδιακών παλμών σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, είναι δυνατή η παρακολούθηση όλων των ζωτικών σημάτων ταυτόχρονα^[14].

Η μέγιστη απόσταση μετάδοσης δεδομένων δεν υπερβαίνει τα 10 m, απόσταση που ωστόσο είναι σίγουρα μεγαλύτερη από τα χρησιμοποιούμενα καλώδια.

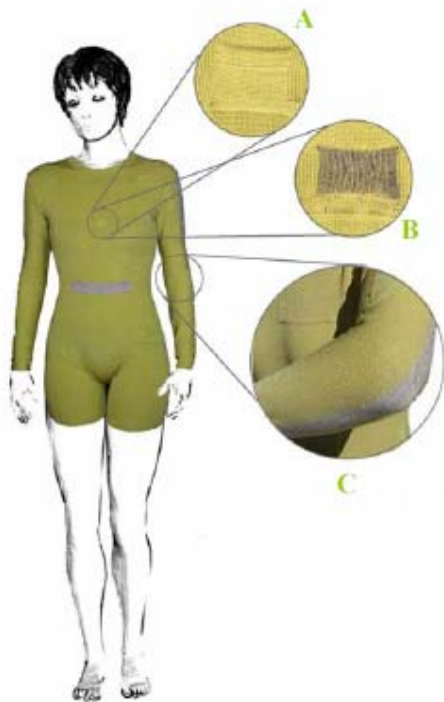
Η μελέτη αυτή μπορεί να βρει εφαρμογή στην παρακολούθηση ασθενών κατά τη μεταφορά τους στο ασθενοφόρο, καθώς και στη συνεχή παρακολούθηση κατ’ οίκων ασθενών.

3.11 WEALTHY

Το καινοτομικό σύστημα WEALTHY, στο οποίο συμμετέχουν το Πανεπιστήμιο της Πίζας στην Ιταλία, το “Centre Suisse d’Electronique et de Microtechnique” στην Ελβετία, η “Atkosoft S.A.” στην Ελλάδα, το “Institut National des Sciences Appliquees de Lyon” στη Γαλλία, το “Istituto Scientifico H San Raffaele” στην Ιταλία, το “Centre de Recherces du Service de Sante des Armees” στη Γαλλία, το “Messe Frankfurt GmbH” στη Γερμανία και το “Centre National de la Recherche Scientifique” στη Γαλλία, χρησιμοποιεί αγωγίμα και πιεζοηλεκτρικά υλικά υπό τη μορφή ινών και νημάτων ως αισθητήρες και ηλεκτρόδια.

Το σύστημα WEALTHY είναι μία πρωτοποριακή συσκευή ικανή να προσφέρει στους χρήστες της βελτιωμένη παροχή ιατρικών υπηρεσιών. Η ολοκλήρωση πολλαπλών παραμέτρων και η συνεχής μετάδοσή τους σε ένα κλινικό κέντρο παρακολούθησης κάνει το σύστημα μοναδικό, προσδίδοντας του σημαντικά προτερήματα έναντι των υπολοίπων σύγχρονων ιατρικών συσκευών.

Ο συνηθισμένος ηλεκτροκαρδιογράφος Holter (24 ώρες συνεχούς παρακολούθησης 2-3 ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών) ή οι συσκευές μέτρησης της πίεσης του αίματος που



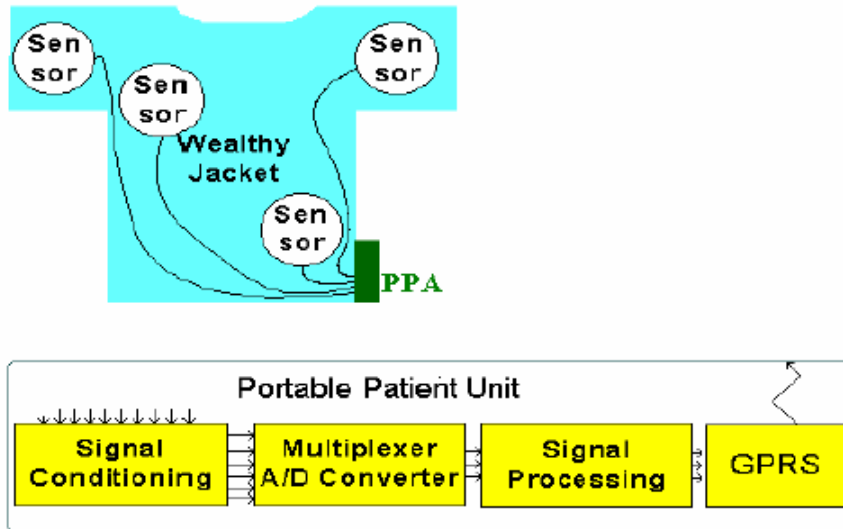
Σχήμα 3.15 Το πρωτότυπο ένδυμα. Στα παράθυρα A και B απεικονίζονται το ηλεκτρόδιο και το σχετικό αποτύπωμα του στο μπροστινό και πίσω μέρος του ρούχου. Στο παράθυρο C φαίνεται ένας πιεζοανθεκτικός αισθητήρας.

χρησιμοποιούνται στα ασθενοφόρα είναι στην πραγματικότητα απλοί καταγραφείς, οι οποίοι πρέπει να τεθούν σε λειτουργία και μετά να επανέλθουν στα νοσοκομεία ή στις κλινικές. Η ανάλυση των δεδομένων είναι off-line και μόνο μία καθυστερημένη ιατρική γνώμάτευση μπορεί να παραχθεί όταν εντοπιστούν ανωμαλίες. Αυτά τα συστήματα, λοιπόν, χρησιμοποιούνται για μη επείγουσα διάγνωση (για παράδειγμα για επιβεβαίωση ότι αναφερόμενο από τον ασθενή αίσθημα παλμών οφείλεται σε καρδιακή αρρυθμία) ή για τον εντοπισμό τυχόν αδυναμιών στην αποτελεσματικότητα της θεραπείας (για παράδειγμα ενός φαρμάκου που μειώνει την πίεση του αίματος). Ωστόσο, δεν είναι πρακτικά όταν ιατρικά δεδομένα πρέπει να αποκτούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Το σύστημα WEALTHY, από την άλλη πλευρά, μοιάζει περισσότερο με τις συσκευές παρακολούθησης που χρησιμοποιούνται στις μονάδες εντατικής θεραπείας, οι οποίες παρακολουθούν συνεχώς το ΗΚΓ, την αναπνοή, κτλ. και επιτρέπουν τη διαχείριση ασθενών βαρέων νοσημάτων. Η εμπειρία που αποκτήθηκε από τις συσκευές αυτές χρησιμοποιήθηκε για τα περισσότερα χαρακτηριστικά του συστήματος WEALTHY: αυτόματη ανάλυση του ΗΚΓ και παραγωγή συναγερωμών, παρακολούθηση της αναπνευστικής λειτουργίας, κτλ.

Ο πυρήνας του συστήματος είναι ένα υφασμάτινο στοιχείο στο οποίο υπάρχουν ενσωματωμένοι αισθητήρες. Είναι άνετο, όπως ένα κοινό κομμάτι ρουχισμού, και αποτελείται από μηχανήματα που αποτελούν μέρος της πλέξης του. Επιπλέον, η θέση των ηλεκτροδίων και των αισθητήρων είναι σταθερή και η ελαστικότητα του υφάσματος επιτρέπει καλή εφαρμογή στο σώμα. Συνοδεύεται από μία φορητή ηλεκτρική μονάδα όπου αποκτά, επεξεργάζεται και αποστέλλει τα σήματα. Ένα σύστημα παρακολούθησης επιτρέπει

παρέκταση του ευρητήριου, κατεύθυνση της ροής των δεδομένων, συναγερμούς διαχείρισης καθώς και δημιουργία βάσης δεδομένων.



Σχήμα 3.16 Το σύστημα WEALTHY αποτελεί ολοκλήρωση των διαδικασιών αίσθησης, προετοιμασίας, προεπεξεργασίας και μετάδοσης των δεδομένων.

Το ένδυμα αποτελείται από υφασμάτινους αισθητήρες, που στηρίζονται σε πιεζοανθεκτικά νήματα, και νηματοειδή ηλεκτρόδια, υλοποιημένα με μεταλλικές ίνες, και μπορεί να καταγράφει τα ζωτικά σήματα αυτού που το φέρει καθημερινά. Το σύστημα μπορεί να παρακολουθεί:

- I.** το αναπνευστικό σύστημα,
- II.** ηλεκτροκαρδιογράφημα,
- III.** ηλεκτρομυογράφημα,
- IV.** αισθητήρες κίνησης και
- V.** θερμοκρασία.






Ένα ασύρματο μικροσκοπικό σύστημα μικρής εμβέλειας μπορεί να ενσωματωθεί στο ένδυμα και να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση σημάτων στα WEALTHY box/PCs, σε PDA ή σε κινητά τηλέφωνα.





Ένα έξυπνο σύστημα παρακολούθησης για λειτουργίες συναγερμού, ικανού να διανέμει τις απαραίτητες πληροφορίες στους υπεύθυνους ιατρούς είναι ένα αναγκαίο εργαλείο το οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθεί.

Τα περισσότερα σήματα αποστέλλονται στο Σύστημα Παρακολούθησης, χωρίς να προηγηθεί επεξεργασία, όπου και αναλύονται off-line. Προκειμένου να μειωθεί ο φόρτος δεδομένων στην ασύρματη σύνδεση προς το Κεντρικό Σύστημα Παρακολούθησης, κάποιες από τις μετρήσεις των αισθητήρων μπορούν να υποστούν επεξεργασία στη φορητή μονάδα του ασθενή (PPU, Portable Patient Unit) για την εξαγωγή βασικών παραμέτρων. Τοπική προεπεξεργασία έχει εφαρμοστεί στο ΗΚΓ με στόχο την εξαγωγή της καρδιακής συχνότητας. Η φορητή μονάδα του χρήστη έχει σχεδιαστεί ώστε να φέρει ένα φιλικό interface με δύο ενδεικτικές λυχνίες και ένα βομβητή για προειδοποίηση του χρήστη.

Το σύστημα προσφέρεται για παρακολούθηση ασθενών που πάσχουν από καρδιακές ανωμαλίες και οι οποίοι μετά την αποκατάστασή τους επιστρέφουν στις καθημερινές τους δραστηριότητες.

3.12 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2				
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
Tadiran Spectralink, MDirect Ltd., Aurelia Microelettronica S.p.a, ETH Zurich, Art of Technology, AP-HP / SAMU92	AMON	GPRS	Παρακολούθηση καρδιακής συχνότητας, ΗΚΓ 2 απαγωγών, πίεσης αίματος, κορεσμού O ₂ και θερμοκρασίας σώματος.	
MICROSYSTEMS CENTER BREMEN	BODYCOM	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	Παρακολούθηση ΗΚΓ, ΗΕΓ, θερμοκρασίας και πίεσης.	
14 ΕΤΑΙΡΟΙ ΑΠΟ 5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ	MOBIHEALTH	GPRS, UMTS	Παρακολούθηση πίεσης αίματος, ΗΚΓ, γλυκόζης και θερμοκρασίας.	
NASA	LIFEGUARD I	BLUETOOTH	Παρακολούθηση ΗΚΓ, θερμοκρασίας και πίεσης.	
	LIFEGUARD II		(υπό εξέλιξη)	(υπό εξέλιξη)
NORTHUMBRIA UNIVERSITY	HI-TECH FOOTBALL SHIRTS	RF	Παρακολούθηση ΗΚΓ και εφίδρωσης.	
ROKE MANOR RESEARCH	WIRELESS PATIENT MONITOR	BLUETOOTH, GPRS	Παρακολούθηση ΗΚΓ, θερμοκρασίας και πίεσης.	

SOUTHERN POLYTECHNIC STATE UNIVERSITY	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΗΚΓ	WI-FI	Παρακολούθηση ΗΚΓ και καρδιακής συχνότητας.	
TADIRAN LIFECARA	MDKEEPER	GPRS	Παρακολούθηση σφυγμού, κορεσμού οξυγόνου στο αίμα και ΗΚΓ.	
UNIVERSITY OF KARLSRUHE	WIRELESS MONITORING	BLUETOOTH	Συλλογή ποικίλων βιοσημάτων.	
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ	WEALTHY	GPRS	Παρακολούθηση ΗΚΓ, ΗΜΓ, πίεσης και άλλων βιοσημάτων.	

3.13 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] AMON : Advanced care & alert portable telemedical MONitor
<http://www.sbf.admin.ch/htm/services/publikationen/international/frp/eu-abstracts/html/fp/fp5/5is00.0280-1.html>
- [2] AMON : Advanced care & alert portable telemedical MONitor
<http://www.sbf.admin.ch/htm/services/publikationen/international/frp/eu-abstracts/html/fp/fp5/5is00.0280-2.html>
- [3] AMON : Advanced care & alert portable telemedical MONitor
<http://www.aramis-research.ch/d/13378.html>
- [4] Microsystems Center Bremen
www.mcb.uni-bremen.de
- [5] Mobihealth Project
<http://www.mobihealth.org/>
- [6] Nasa Research
<http://www.nasa.gov/centers/ames/research/technology-onepaggers/life-guard.html>
- [7] Hi-Tech Football Shirts Monitor Players Vitals
<http://www.azom.com/details.asp?newsID=1590>
- [8] Remote Patient Monitoring System
http://www.roke.co.uk/markets/medical/patient_monitoring.asp
- [9] Southern Polytechnic State University
<http://www.spsu.edu/>
- [10] Tadiran Spectralink
<http://www.tadspec.com/home.php>
- [11] Mdkeeper: Ρολόι... Ιατρικό Κέντρο!

<http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?threadid=80042>

- [12] C. Moor, M. Schwaibold, J.Schöchlin, A. Bolz „Bluetooth als drahtloses Datenerfassungsnetzwerk für Medizinische Anwendungen“, *Biomedizinische Technik*, vol. 45 - suppl. 1, pp. 488-489, 2001
- [13] J. Bray, C.F. Sturman, *BLUETOOTH – connect without cables*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2001
- [14] WideXS
<http://www.hsr.nl/bobkemp/edf/edf.htm>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΗΚΓ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται μία αρκετά λεπτομερής ανάλυση και σύγκριση των τεσσάρων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ασύρματης καταγραφής ΗΚΓ, όπως αυτά παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Οι εν λόγω τεχνολογίες είναι οι: Bluetooth, GPRS, Wi-Fi και RF. Προφανώς, οι τεχνολογίες αυτές δεν αποτελούν μοναδικές λύσεις για την κατασκευή συστήματος ασύρματης παρακολούθησης και λήψης ΗΚΓ, αλλά είναι σίγουρα οι ταχύτερα αναπτυσσόμενες της εποχής μας.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις τρεις πρώτες, αφού η χρήση ραδιοφωνικών συχνοτήτων για ασύρματη μετάδοση ιατρικών δεδομένων είναι ιδιαίτερως κοινότυπη και τείνει να ξεπεραστεί, δίνοντας τη θέση της στις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες του 20^{ου} αιώνα.

Ο συγκεντρωτικός πίνακας στο τέλος του κεφαλαίου επιτρέπει την ανάδειξη της καταλληλότερης τεχνολογίας για το εκάστοτε σύστημα και εφαρμογή. Στον πίνακα αυτό δεν περιλαμβάνεται η τεχνολογία RF αφού η συγγραφέας υποστηρίζει σθεναρά τη μελλοντική εξάλειψη των εφαρμογών της στον τομέα της ιατρικής.

4.2 BLUETOOTH

Η τεχνολογία Bluetooth πήρε το όνομά της από το Harald Blåtand (Harold Bluetooth στα αγγλικά), βασιλιά της Δανίας και της Νορβηγίας από το 935 και 936 αντίστοιχα έως το 940, ο οποίος έγινε γνωστός για την προσπάθειά του να ενώσει τις πολεμοχαρείς φυλές της Δανίας, της Νορβηγίας και της Σουηδίας. Η τεχνολογία Bluetooth, αντίστοιχα, στόχευε στην ενοποίηση διαφορετικών τεχνολογιών, όπως των υπολογιστών και των κινητών τηλέφωνων.



Σχήμα 4.1 Το Bluetooth logo της Bluetooth Special Interest Group, Inc., U.S.A.

Το Bluetooth είναι η ταχύτερα υιοθετημένη τεχνολογία στην ιστορία των τηλεπικοινωνιών, ενώ ήδη έχει γίνει το πρότυπο εκατομμυρίων ηλεκτρονικών συσκευών (κινητών τηλεφώνων, φορητών υπολογιστών και άλλων).

4.2.1 Ιστορική αναδρομή

Η Ομάδα Ειδικού Ενδιαφέροντος (Special Interest Group) του Bluetooth σχηματίστηκε το Φεβρουάριο του 1998 από τις εταιρίες Ericsson, IBM, Intel, Nokia και Toshiba και η εργασία αυτής κοινοποιήθηκε στις 26 Ιουλίου του 1999. Σκοπός αυτής δεν ήταν μόνο η ανάπτυξη μιας τεχνολογίας αντικατάστασης καλωδίων, αλλά μιας προδιαγραφής η οποία θα διευκολύνει την ασύρματη διασύνδεση συσκευών προσφέροντας ελευθερία κίνησης, απλότητα, αξιοπιστία, πολλαπλή χρησιμότητα, προσαρμοστικότητα και ασφάλεια στην επικοινωνία.

Η αρχική ιδέα ήταν της Ericsson, που στόχευε στη δημιουργία ενός προτύπου το οποίο θα αντικαταστούσε τα καλώδια, εκπέμποντας την πληροφορία με μία συγκεκριμένη συχνότητα. Όμως, το αναμενόμενο μικρό κόστος των chip Bluetooth και η πολύ μικρή κατανάλωση ισχύος, επεσήμαναν τη δυνατότητα χρησιμοποίησής του σε πλειάδα εφαρμογών. Αυτή τη δυνατότητα διέκριναν πολλές εταιρίες, πρωτοπόρες στους χώρους των τηλεπικοινωνιών, των υπολογιστών και των δικτύων, και επένδυσαν στην ανάπτυξη του Bluetooth. Ανάμεσά τους, εκτός των προαναφερθέντων συμπεριλαμβάνονται και η 3Com, η Microsoft, η Motorola και άλλες.

Σήμερα, η τεχνολογία Bluetooth χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ PDA, κινητών τηλεφώνων, φορητών υπολογιστών, προσωπικών

υπολογιστών, εκτυπωτών, ψηφιακών μηχανών, κτλ., έχοντας ιδιαίτερη απήχηση στο καταναλωτικό κοινό. Η BMW ήταν η πρώτη αυτοκινητοβιομηχανία που εγκατέστησε την handsfree Bluetooth τεχνολογία στα αυτοκίνητά της. Ακολούθησαν και άλλες, όπως η Toyota και η Lexus. Τα Bluetooth car kits επιτρέπουν στους χρήστες με Bluetooth κινητά τηλέφωνα να χρησιμοποιούν μερικές λειτουργίες των κινητών τους ενώ το κινητό τους είναι μέσα στην τσέπη τους ή στο χαρτοφύλακά τους.

Το Bluetooth λειτουργεί στην ISM ζώνη των 2.45 GHz και υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 720 kbps. Στην Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες το προσφερόμενο φάσμα συχνοτήτων χωρίζεται σε 79 κανάλια, τα οποία αποδίδονται στη ζώνη 2.402 - 2.480 GHz και τα οποία απέχουν 1 MHz μεταξύ τους. Στη Γαλλία το προσφερόμενο φάσμα συχνοτήτων είναι αρκετά περιορισμένο (μόλις 26 MHz) και χωρίζεται σε 23 κανάλια RF τα οποία απέχουν μεταξύ τους επίσης 1 MHz. Το Bluetooth μπορεί να εγκαταστήσει μια ασφαλή και αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών που απέχουν 10 m μεταξύ τους χωρίς απαραίτητα να τις συνδέει οπτικός δρόμος.

Το Bluetooth δεν θα πρέπει να συγχέεται με το WiFi, ένα γρηγορότερο πρωτόκολλο με ακριβότερο hardware, που καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση και χρησιμοποιεί το ίδιο εύρος συχνοτήτων. Το Bluetooth είναι στην ουσία αντικατάσταση του καλωδίου για τη δημιουργία μιας προσωπικής περιοχής διασύνδεσης (PAN), ενώ το WiFi για τη δημιουργία μιας τοπικής περιοχής διασύνδεσης (LAN).

4.2.2 Εκδόσεις Bluetooth

I. Bluetooth 1.0 και 1.0b

Οι εκδόσεις 1.0 και 1.0b παρουσίασαν πολλά προβλήματα και πολλοί κατασκευαστές δυσκολεύτηκαν στην παραγωγή αποδοτικών συσκευών. Επιπλέον, ήταν υποχρεωτική η μετάδοση της Bluetooth Hardware Device Address (BD_ADDR) στην διαδικασία της χειραφίας, καθιστώντας αδύνατη την ανωνυμία στην επικοινωνία, γεγονός που καθυστέρησε την δημιουργία υπηρεσιών που προορίζονταν για λειτουργία με χρήση Bluetooth, όπως το Consumerium.

II. Bluetooth 1.2

Η έκδοση αυτή είναι συμβατή με την 1.0 και οι κυριότερες επεκτάσεις της είναι οι ακόλουθες:

- I.** *Adaptive Frequency Hopping (AFH)*, το οποίο βελτιώνει την ευαισθησία σε παρεμβολές με την αποφυγή χρησιμοποίησης συνωστισμένων συχνοτήτων στη ακολουθία αλλαγής καναλιών.
- II.** Μεγαλύτερες ταχύτητες επικοινωνίας στην πράξη.
- III.** *Extended Synchronous Connections (eSCO)*, το οποίο βελτιώνει την ποιότητα φωνής σε audio συνδέσεις με την δυνατότητα αναμετάδοσης των αλλοιωμένων πακέτων.

III. Bluetooth 2.0

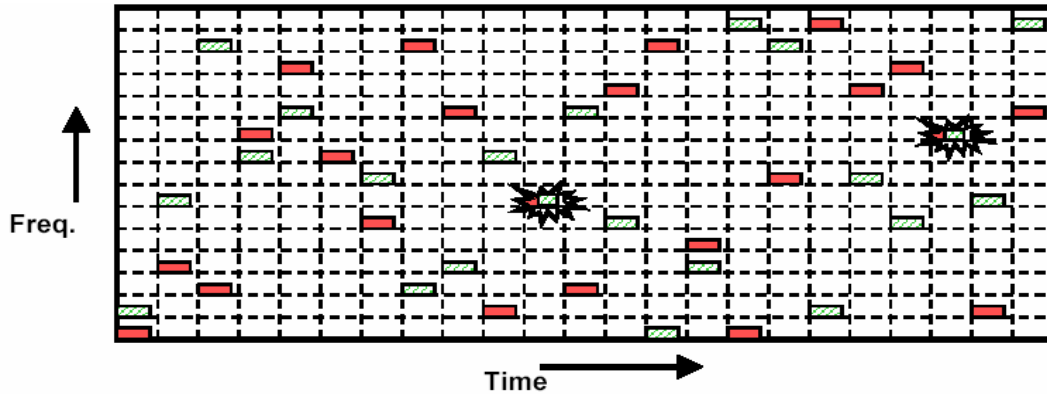
Δεν υπάρχουν δεδομένες πληροφορίες για το τι θα περιλαμβάνει η έκδοση αυτή, αλλά κάποιες λεπτομέρειες έχουν ανακοινωθεί από την Ericsson.

- I.** Εισάγονται τα *non-hopping βραχείας ζώνης κανάλια* για διαφημιστικές εφαρμογές, στα οποία δεν υπάρχει η ανάγκη της «χειραψίας» με κάθε συσκευή, μια διαδικασία που σήμερα απαιτεί περίπου ένα sec.
- II.** Μη κρυπτογραφημένες πληροφορίες, όπως οι χρόνοι αφίξεως των δημόσιων συγκοινωνιών, πληροφορίες για το κυκλοφοριακό και οδηγίες δρομολόγησης των αυτοκινήτων, ακόμη και όταν οι συσκευές κινούνται με μεγάλη ταχύτητα.
- III.** Μεγαλύτερες ταχύτητες σύνδεσης.
- IV.** Πολλαπλά επίπεδα ταχύτητας συνδέσεων.

4.2.3 Τοπολογία δικτύου Bluetooth

Ένα δίκτυο Bluetooth αποτελείται από έναν αριθμό συσκευών, κάθε μία εκ των οποίων μπορεί να λειτουργεί είτε ως αφέντης (master) είτε ως σκλάβος (slave). Οι συσκευές αυτές είναι συμμετρικές, δηλαδή μπορούν να είναι είτε αφέντες είτε σκλάβοι στο ίδιο δίκτυο.

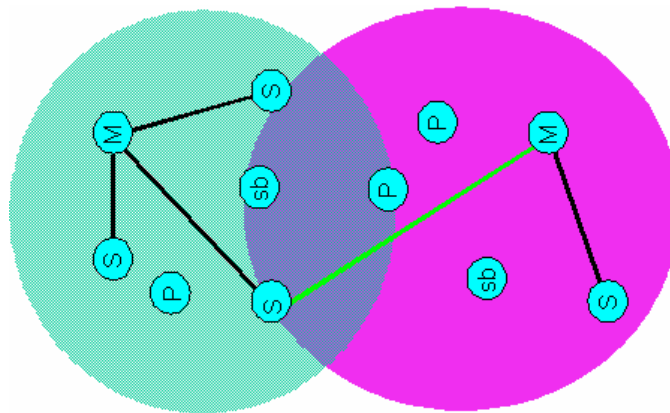
Αφέντης καλείται η συσκευή η οποία εκκινά τη σύνδεση και **σκλάβοι** οι υπόλοιπες συσκευές, με τις οποίες συνδέεται ο αφέντης. Η διασύνδεση αυτή των συσκευών έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός δικτύου Bluetooth, το οποίο καλείται πικο-δίκτυο (**piconet**). Σε κάθε τέτοιο δίκτυο, μία μόνο συσκευή μπορεί να δρα ως αφέντης και είναι αυτή η οποία ρυθμίζει το ρολόι και καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι πομποδέκτες αναπηδούν από το ένα κανάλι στο άλλο (αναπήδηση συχνότητας). Κάθε αφέντης σε ένα πικο-δίκτυο μπορεί να συνδεθεί ταυτόχρονα σε 7 ενεργούς ή 200 ανενεργούς σκλάβους. Προφανώς, στην απλούστερη περίπτωση ένας αφέντης συνδέεται με έναν σκλάβο. Κάθε πικο-δίκτυο έχει μέγιστη χωρητικότητα (1 Msymbol/s) και μοναδική ταυτότητα αναπήδησης (hopping ID).



Σχήμα 4.2 Σενάριο Αναπήδησης Συχνότητας

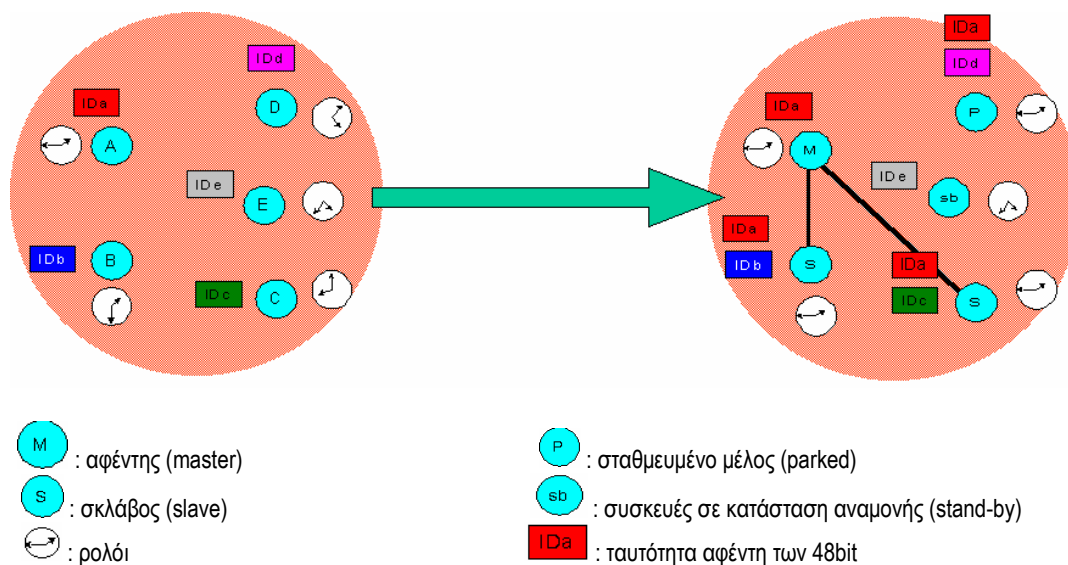
Ένα σενάριο αναπήδησης συχνότητας (Frequency Hopping) απεικονίζεται στο σχήμα ανωτέρω. Στο σενάριο αυτό απεικονίζονται και δύο «μπλοκαρίσματα» μετάδοσης (οι δύο συσκευές προσπαθούν να μεταδώσουν την ίδια χρονική στιγμή στην ίδια συχνότητα), ενώ το σφάλμα που προκαλείται από αυτές διορθώνεται από τους αλγορίθμους Διόρθωσης Λαθών (FEC).

Η σύνδεση πολλών riconets, οι οποίες μοιράζονται κοινές συσκευές master ή slave, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ευρύτερου δικτύου το οποίο καλείται **scatternet** και το οποίο διατηρεί τις ιδιότητες των riconets. Για τη συμμετοχή μιας συσκευής σε διάφορα riconets, απαραίτητη είναι η πολυπλεξία χρόνου. Το ακόλουθο σχήμα απεικονίζει ένα δίκτυο scatternet το οποίο αποτελείται από δύο riconets. Κάθε ένα από τα δίκτυα αυτά έχει από έναν αφέντη (M:Master), ο οποίος συνδέεται με σκλάβους (S:Slaves), κάποιες ανενεργές συσκευές (P:Parked) και ορισμένες συσκευές που δεν έχουν ακόμα ενταχθεί στο υποδίκτυο, (SB:Stand By).



Σχήμα 4.3 Δίκτυο scatternet αποτελούμενο από δύο riconets.

Όλες οι συσκευές που ανήκουν σε ένα πικο-δίκτυο εκτελούν μαζί την αναπήδηση συχνότητας. Για το σχηματισμό του δικτύου, ο αφέντης δίνει στους σκλάβους τη δική του ταυτότητα (device ID) των 48 bit, η οποία καθορίζει τον τρόπο αναπήδησης, καθώς και το δικό του ρολόι, το οποίο καθορίζει τη φάση στον τρόπο αναπήδησης. Οι συσκευές που δεν ανήκουν στο δίκτυο είναι σε κατάσταση αναμονής, ενώ στις υπόλοιπες η διευθυνσιοδότηση εξαρτάται από το αν είναι ενεργές ή όχι. Τόσο στον αφέντη όσο και στους σκλάβους δίνεται μία διεύθυνση ενεργού μέλους (Active Member Address – AMA) των 3 bit, ενώ στις ανενεργές συσκευές δίνεται μία διεύθυνση σταθμευμένου μέλους (Parked Member Address – PMA) των 3 bit. Αυτά φαίνονται παραστατικότερα στο ακόλουθο σχήμα:

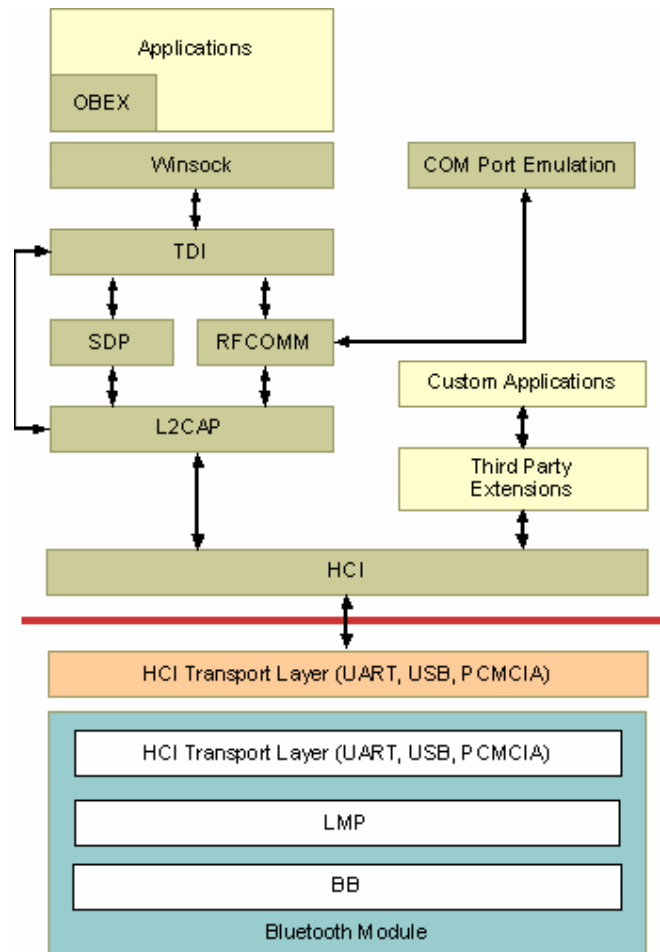


Σχήμα 4.4 Σχηματισμός Piconet

Στο σχήμα αυτό, οι συσκευές B και C γίνονται σκλάβοι και αποκτούν τόσο την ταυτότητα του αφέντη όσο και το ρολόι του, ενώ διατηρούν παράλληλα και τη δική τους ταυτότητα. Η συσκευή D επίσης διατηρεί την ταυτότητά της, ωστόσο λαμβάνει επιπλέον μία διεύθυνση σταθμευμένου μέλους και συντονίζεται με το ρολόι του αφέντη, ενώ η συσκευή E είναι εν αναμονή και διατηρεί τα δικά της χαρακτηριστικά (ταυτότητα και ρολόι), χωρίς να ενημερώνεται για την ταυτότητα του αφέντη.

4.2.4 Στοιβα Πρωτοκόλλων του Bluetooth

Η στοιβα πρωτοκόλλων της τεχνολογίας Bluetooth απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 4.5 Στοιβα πρωτοκόλλων του Bluetooth

Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των πρωτοκόλλων της στοίβας:

OBEX (Object Exchange): είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής αντικειμένων, το οποίο εφαρμόζεται πάνω στο Winsock για μεταφορές Bluetooth και IRDA.

TDI (Transport Driver Interface): στην αρχιτεκτονική λειτουργίας των Microsoft® Windows® CE .NET, είναι ένα interface το οποίο χρησιμεύει σε στρώμα προσαρμογής σε βασισμένα σε Winsock APIs χρηστών. Απομονώνει την υψηλά ασύγχρονη callback αρχιτεκτονική της στοίβας που παρουσιάζει ένα *Windows Sockets Specification 1.1* interface.

COM Port Emulation: στα Windows CE, επιτρέπει τη δημιουργία ουσιαστικών θυρών COM πάνω από κανάλια RFCOMM. Φιλοξενεί προφίλ πρόσβασης τύπου dial-up και LAN.

SDP (Service Discovery Protocol): είναι ένα πρωτόκολλο υπηρεσίας ανακάλυψης Bluetooth, το οποίο ασχολείται με τη δημοσίευση και ανακάλυψη υπηρεσιών που τρέχουν πάνω από τη στοίβα Bluetooth.

RFCOMM (Serial Cable Emulation Protocol): είναι η προσαρμογή της τεχνολογίας Bluetooth στο πρωτόκολλο TS07.10. Η πολυπλεξία και ο έλεγχος της ροής δεδομένων μεταξύ συσκευών και εφαρμογών γίνονται εδώ.

L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol): είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth το οποίο χειρίζεται την πολυπλεξία, χωρίς ωστόσο να ασχολείται με τον έλεγχο ροής δεδομένων. Βασίζεται σε μία αξιόπιστη ζεύξη μεταξύ συσκευών, η οποία παράχεται από το Bluetooth hardware.

HCI (Host Controller Interface): είναι ένα βασικό interface του Bluetooth hardware, υπεύθυνο για διαχείριση ελέγχου, εγκατάσταση ζεύξης και διατήρηση αυτής.

HCI Transport Layer: είναι ένα στρώμα μεταφοράς, το οποίο παραδίδει εντολές HCI στο Bluetooth hardware.

LMP (Link Manager Protocol): είναι το πρωτόκολλο που χειρίζεται την εγκατάσταση ζεύξεων μεταξύ των συσκευών Bluetooth. Περιλαμβάνει κρυπτογράφηση και εξουσιοδότηση.

BB (Baseband): καθιστά δυνατή τη φυσική ζεύξη ραδιοφωνικών συχνοτήτων (RF) μεταξύ των μονάδων Bluetooth που συναποτελούν το δίκτυο piconet.

Κάθε στρώμα, με εξαίρεση το στρώμα μεταφοράς HCI, υλοποιείται ως μία ξεχωριστή οντότητα η οποία διαθέτει τα interface της πάνω και κάτω μέσω πινάκων. Κάθε interface ορίζεται αυστηρά. Δεν υπάρχουν άλλες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των τμημάτων της στοίβας. Κάθε στρώμα μπορεί να αντικατασταθεί.

Στις ακόλουθες παραγράφους εξετάζονται αναλυτικότερα τα βασικά στρώματα της αρχιτεκτονικής Bluetooth και γίνεται ανάλυση των πρωτοκόλλων της.

4.2.4.1 Baseband

Το Baseband είναι το φυσικό στρώμα του Bluetooth. Πέραν των υπηρεσιών που παρέχει, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται η διόρθωση λάθους, η επιλογή αναπήδησης και η ασφάλεια του Bluetooth, το στρώμα αυτό αναλαμβάνει τη διαχείριση των φυσικών καναλιών και των συνδέσεων.

Το πρωτόκολλο Baseband καθορίζει την προδιαγραφή για τον Ελεγκτή Ζεύξης (Link Controller – LC) του Bluetooth, ο οποίος συνεργάζεται με τον Διαχειριστή της Ζεύξης (Link

Manager) για την πραγματοποίηση ρουτινών χαμηλών επιπέδων, όπως τη διασύνδεση ζεύξεων και τον έλεγχο ισχύος. Διαχειρίζεται επίσης ασύγχρονες και σύγχρονες συνδέσεις, χειρίζεται πακέτα και στέλνει μηνύματα paging και inquiry για να αναζητήσει ή και να αποκτήσει πρόσβαση σε συσκευές Bluetooth που βρίσκονται στην περιοχή.

Ο πομποδέκτης baseband εφαρμόζει ένα σχέδιο Αμφίδρομης Επικοινωνίας με Διαίρεση Χρόνου (Time Division Duplex - TDD), το οποίο σημαίνει ότι εναλλακτικά εκπέμπει και δέχεται δεδομένα με σύγχρονο τρόπο. Το κανάλι διαιρείται σε χρονοσχισμές (διάρκειας 625 μ s έκαστη), όπου κάθε σχισμή αντιστοιχεί σε μια RF συχνότητα αναπήδησης, ενώ διαδοχικές αναπηδήσεις αντιστοιχούν σε διαφορετικές RF συχνότητες αναπήδησης. Οι χρονοσχισμές είναι αριθμημένες σύμφωνα με το ρολόι του αφέντη του πικο-δικτύου.

Το στρώμα αυτό χειρίζεται δύο τύπους ζεύξεων: Σύγχρονες Με Σύνδεση (Synchronous Connection-Oriented - SCO) και Ασύγχρονες Χωρίς Σύνδεση (Asynchronous Connection-Less - ACL). Η ζεύξη SCO είναι μια συμμετρική, από σημείο σε σημείο ζεύξη, μεταξύ του αφέντη και ενός σκλάβου στο piconet. Ο αφέντης διατηρεί τη ζεύξη SCO με τη χρησιμοποίηση δεσμευμένων σχισμών σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο αφέντης μπορεί να υποστηρίξει μέχρι τρεις ταυτόχρονες συνδέσεις SCO ενώ οι σκλάβοι μπορούν να υποστηρίξουν δύο ή τρεις τέτοιες συνδέσεις. Τα πακέτα SCO χρησιμοποιούνται για φωνητική μετάδοση (64 kbps) και δεν αναμεταδίδονται ποτέ.

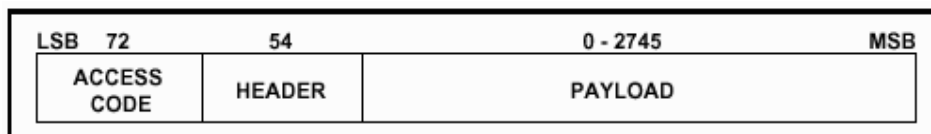
Η ζεύξη ACL είναι μια ζεύξη από σημείο σε πολλαπλά σημεία μεταξύ του αφέντη και όλων των σκλάβων που συμμετέχουν στο piconet. Στις σχισμές οι οποίες δεν δεσμεύονται για συνδέσεις SCO, ο αφέντης μπορεί να εγκαταστήσει μια σύνδεση ACL σε μια ανα-σχισμή βάση με οποιοδήποτε σκλάβο, συμπεριλαμβανομένου και του σκλάβου που τυχόν δεσμεύεται ήδη με μια σύνδεση SCO. Μόνο μία σύνδεση ACL μπορεί να υπάρξει. Για τα περισσότερα πακέτα ACL εφαρμόζεται αναμετάδοση.

Στις συσκευές Bluetooth εκχωρούνται τέσσερις δυνατοί τύποι διευθύνσεων:

- I. *BD_ADDR*** (Bluetooth Device Address), Διεύθυνση Συσκευής Bluetooth: Σε κάθε πομποδέκτη Bluetooth διατίθεται μια μοναδική διεύθυνση συσκευής των 48 bit. Αυτή διαιρείται σε ένα πεδίο LAP των 24 bit, ένα πεδίο NAP των 16 bit και ένα πεδίο UAP των 8 bit.

- II. AM_ADDR** (Active Member Address), Διεύθυνση Ενεργού Μέλους: Είναι ένας αριθμός 3 bit. Ισχύει μόνο εφ' όσον ο σκλάβος είναι ενεργός στο κανάλι. Μερικές φορές καλείται επίσης διεύθυνση MAC μιας μονάδας Bluetooth.
- III. PM_ADDR** (Parked Member Address), Διεύθυνση Σταθμευμένου Μέλους: Είναι μια διεύθυνση μελών 8 bit που διαχωρίζει τους σταθμευμένους σκλάβους και ισχύει μόνο εφ' όσον οι σκλάβοι είναι σταθμευμένοι.
- IV. AR_ADDR** (Access Request Address), Διεύθυνση Αίτησης Πρόσβασης: Αυτή χρησιμοποιείται από το σταθμευμένο σκλάβο για να καθορίσει τη μισή σχισμή στο παράθυρο πρόσβασης που του επιτρέπεται για την αποστολή στον αφέντη μηνυμάτων αίτησης πρόσβασης. Ισχύει μόνο εφ' όσον ο σκλάβος είναι σταθμευμένος και δεν είναι απαραίτητως μοναδική.

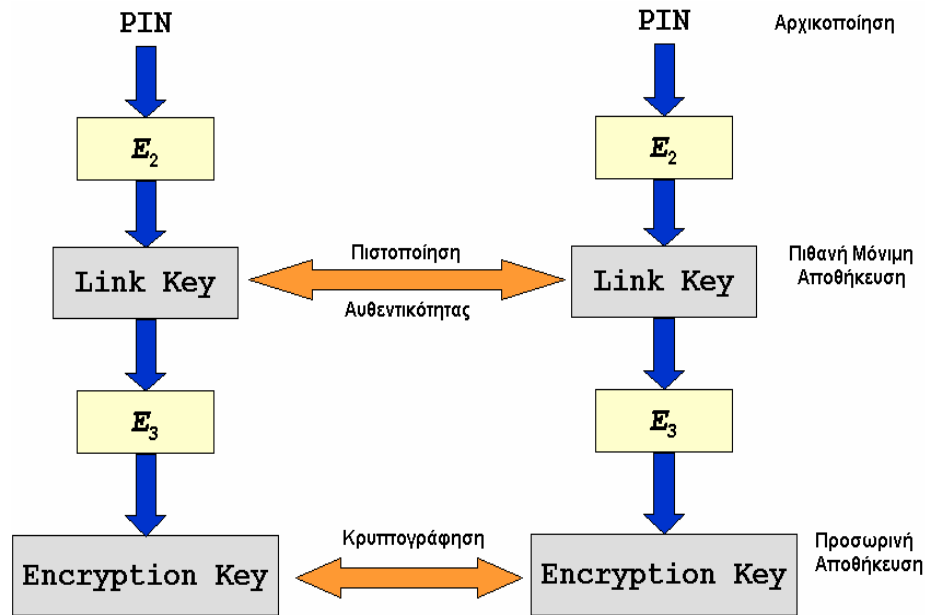
Όλος ο όγκος των δεδομένων στο κανάλι του piconet μεταβιβάζεται σε πακέτα. Για το στρώμα Baseband του συστήματος Bluetooth καθορίζονται 13 διαφορετικοί τύποι πακέτων και όλα τα υψηλότερα στρώματα χρησιμοποιούν αυτά τα πακέτα για να συνθέσουν PDUs υψηλότερων επιπέδων. Κάθε πακέτο περιέχει τρία πεδία: τον κωδικό πρόσβασης (68/72 bit), την επικεφαλίδα (54 bit), και το ωφέλιμο φορτίο (0-2745 bit).



Σχήμα 4.6 Δομή πακέτου Baseband

Ο ελεγκτής Bluetooth έχει δύο βασικές καταστάσεις λειτουργίας: την Αναμονή και τη Σύνδεση. Η Αναμονή είναι η προκαθορισμένη κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ισχύος σε μία μονάδα Bluetooth. Τρέχει μόνο το εγγενές ρολόι και δεν υπάρχει καμία αλληλεπίδραση με οποιαδήποτε συσκευή. Στην κατάσταση της Σύνδεσης, ο αφέντης και ο σκλάβος μπορούν να ανταλλάξουν πακέτα, χρησιμοποιώντας τον Κωδικό Πρόσβασης Καναλιών CAC και το ρολόι Bluetooth του αφέντη.

Μια συσκευή Bluetooth σε κατάσταση σύνδεσης μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε από τις τέσσερις ακόλουθες καταστάσεις: Active (Ενεργή), Hold (Συγκράτησης), Sniff (Ανίχνευσης) και Park (Στάθμευσης).



Σχήμα 4.7 Κλειδιά πιστοποίησης αυθεντικότητας & κρυπτογράφησης

Η ασφάλεια στην επικοινωνία επιτυγχάνεται με την πιστοποίηση της αυθεντικότητας και την κρυπτογράφηση των πληροφοριών. Για αυτήν τη μορφή ασφάλειας απαραίτητη είναι μια δημόσια διεύθυνση, η οποία είναι μοναδική για κάθε συσκευή (BD_ADDR), δύο μυστικά κλειδιά (κλειδί πιστοποίησης αυθεντικότητας και κλειδί κρυπτογράφησης) και μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών. Μια συσκευή κάνει την πιστοποίηση με την έκδοση μιας πρόκλησης, στην οποία η άλλη συσκευή πρέπει να στείλει μια απάντηση, η οποία θα βασίζεται στην πρόκληση, στην BD_ADDR και σε ένα κλειδί σύνδεσης κοινό μεταξύ τους. Μετά από την πιστοποίηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κρυπτογράφηση για την επικοινωνία.

4.2.4.2 LMP

Το Πρωτόκολλο Διαχειριστή της Ζεύξης (Link Manager Protocol) χρησιμοποιείται από οποιαδήποτε πλευρά, είτε αυτή του πομπού είτε αυτή του δέκτη, για το σχηματισμό, την εγκατάσταση και τον έλεγχο της ζεύξης. Οι Διαχειριστές Ζεύξης εκτελούν επιπλέον πιστοποιήσεις αυθεντικότητας ενώ ανακαλύπτουν και άλλους απομακρυσμένους LMs και επικοινωνούν με αυτούς μέσω του πρωτοκόλλου (LMP). Για να εκτελέσει το ρόλο του φορέα παροχής υπηρεσιών, ο LM χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του ελλοχεύοντος ελεγκτή συνδέσεων (LC).

Το πρωτόκολλο LMP αποτελείται ουσιαστικά από διάφορες Μονάδες Δεδομένων Πρωτοκόλλου (Protocol Data Units - PDU), που στέλνονται από μια συσκευή σε κάποια άλλη, όπως αυτό καθορίζεται από το AM_ADDR στην επικεφαλίδα των πακέτων. Οι LM PDUs στέλνονται πάντα ως πακέτα μονής σχισμής και συνεπώς η επικεφαλίδα είναι ένα byte. Οι PDUs μπορεί να είναι είτε υποχρεωτικές M (Mandatory) είτε προαιρετικές O (Optional).

4.2.4.3 HCI

Το HCI παρέχει μία διεπαφή εντολών στους BBLC και LM, καθώς και πρόσβαση στους καταλόγους ελέγχου και κατάστασης του hardware. Αυτή η διεπαφή παρέχει μία ομοιόμορφη μέθοδο πρόσβασης στις δυνατότητες του Bluetooth Baseband. Λειτουργικά, το HCI μπορεί να διασπαστεί σε 3 ξεχωριστά κομμάτια :

- I.** Σταθερό τμήμα του λογισμικού HCI (**HCI Firmware**): Το HCI Firmware βρίσκεται στον Host Controller (την καθαυτή hardware συσκευή Bluetooth) και υλοποιεί τις εντολές HCI για το hardware του Bluetooth, κάνοντας χρήση εντολών baseband, εντολών διαχειριστή ζεύξης, καταλόγων κατάστασης του hardware και καταλόγων ελέγχου.
- II.** Πρόγραμμα οδήγησης HCI (**HCI Driver**): Το πρόγραμμα οδήγησης HCI βρίσκεται στον Host (δηλαδή τη μονάδα λογισμικού). Ο Host λαμβάνει ασύγχρονες ειδοποιήσεις γεγονότων HCI και όταν ανακαλύψει ότι ένα γεγονός έχει λάβει χώρα, αναλύει με τη βοήθεια του προγράμματος οδήγησης το λαμβανόμενο πακέτο για να καθορίσει ποιο γεγονός συνέβη.
- III.** Στρώμα Μεταφοράς του Ελεγκτή του Host (**Host Controller Transport Layer**): Το Στρώμα Μεταφοράς του Host Controller χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του HCI Firmware με το HCI Driver καθώς προσδιορίζει τα διάφορα στρώματα που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των δύο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα στρώματα, εκ των οποίων 3 έχουν καθοριστεί αρχικά για το Bluetooth: τα USB, UART και RS232. Ο Host πρέπει να λαμβάνει ασύγχρονες ειδοποιήσεις γεγονότων HCI, ανεξάρτητα από το στρώμα μεταφοράς που έχει χρησιμοποιηθεί

4.2.4.4 L2CAP

Το Πρωτόκολλο Ελέγχου και Προσαρμογής της Λογικής Ζεύξης (Logical Link Control and Adaptation Protocol) βρίσκεται πάνω από το πρωτόκολλο BaseBand και εντάσσεται στο στρώμα ζεύξης δεδομένων. Παρέχει υπηρεσίες δεδομένων τόσο με όσο και χωρίς σύνδεση σε πρωτόκολλα ανώτερων στρωμάτων ενώ υποστηρίζει πολυπλεξία πρωτοκόλλων υψηλού

επιπέδου, κατάτμηση και επανασυρμολόγηση πακέτων καθώς και μεταβίβαση πληροφοριών QoS. Εφόσον το πρωτόκολλο Baseband δεν υποστηρίζει κάποιο πεδίο “τύπου” το οποίο να αναγνωρίζει τα ανωτέρου επιπέδου πρωτόκολλα, πρέπει το L2CAP να είναι σε θέση να διακρίνει μεταξύ των πρωτοκόλλων ανωτέρων στρωμάτων όπως το SDP, το RFCOMM, και το πρωτόκολλο Ελέγχου Τηλεφωνίας.

Τα πακέτα δεδομένων που καθορίζονται από το πρωτόκολλο Baseband είναι περιορισμένου μεγέθους. Η εξαγωγή μιας Μέγιστης Μονάδας Μετάδοσης (Maximum Transmission Unit - MTU) η οποία θα συνδέεται με το μέγιστο φορτίο Baseband (341 bytes για πακέτα DH5) περιορίζει την αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης για πρωτόκολλα υψηλότερων στρωμάτων τα οποία σχεδιάζονται για να χρησιμοποιούν μεγαλύτερα πακέτα. Τα μεγάλα πακέτα L2CAP πρέπει να τεμαχίζονται σε πολλά μικρότερα πακέτα Baseband πριν από τη μετάδοσή τους. Ομοίως, τα πολλαπλά λαμβανόμενα πακέτα Baseband μπορούν να επανασυρμολογηθούν σε ένα ενιαίο μεγαλύτερο πακέτο L2CAP μετά από έναν απλό έλεγχο ακεραιότητας. Έτσι, το L2CAP επιτρέπει στα πρωτόκολλα και τις εφαρμογές υψηλότερων επιπέδων να εκπέμπουν και να παραλαμβάνουν πακέτα δεδομένων μήκους έως και 64 kilobyte.

4.2.4.5 RFCOMM

Το πρωτόκολλο RFCOMM είναι ένα απλό πρωτόκολλο μεταφοράς, το οποίο βασίζεται σε ένα υποσύνολο του προτύπου του ETSI, TS 07.10 και το οποίο εξασφαλίζει την προσομοίωση σειριακών θυρών RS232 πάνω από το πρωτόκολλο L2CAP. Πέραν του προτύπου TS 07.10, προστίθεται και μία συγκεκριμένη επέκταση υπό τη μορφή υποχρεωτικού σχεδίου ελέγχου ροής.

Το πρωτόκολλο RFCOMM υποστηρίζει μέχρι 60 ταυτόχρονες συνδέσεις μεταξύ δύο συσκευών Bluetooth. Ο αριθμός των συνδέσεων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα σε μια συσκευή Bluetooth εξαρτάται από την υλοποίηση. Για τους σκοπούς του RFCOMM, μια πλήρης πορεία επικοινωνίας περιλαμβάνει δύο εφαρμογές που τρέχουν σε διαφορετικές συσκευές (σημεία τέλους της επικοινωνίας, όπως είναι οι υπολογιστές και οι εκτυπωτές) με ένα επικοινωνιακό κομμάτι/τμήμα μεταξύ τους (όπως είναι το modem).

4.2.4.6 SDP

Το Πρωτόκολλο Ανακάλυψης Υπηρεσιών (Service Discovery Protocol) είναι ένα απλό πρωτόκολλο το οποίο παρέχει τα μέσα στις εφαρμογές για να ανακαλύψουν ποιες υπηρεσίες παρέχονται από μια συσκευή Bluetooth. Επιτρέπει επιπλέον στις εφαρμογές να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά αυτών των διαθέσιμων υπηρεσιών· δεν καθορίζει παράλα αυτά μεθόδους πρόσβασης σε αυτές τις υπηρεσίες. Άπαξ και οι υπηρεσίες ανακαλυφθούν, μπορούν να προσεγγισθούν ποικιλοτρόπως, ανάλογα με την υπηρεσία.

Το SDP χρησιμοποιεί ένα μοντέλο αίτησης / απόκρισης όπου κάθε συναλλαγή αποτελείται από μια PDU αίτησης και μία PDU απόκρισης. Στην περίπτωση που το SDP χρησιμοποιείται με το πρωτόκολλο μεταφοράς L2CAP του Bluetooth, ένας πελάτης θα πρέπει να περιμένει να λάβει απόκριση σε κάθε αίτηση προτού εκδώσει νέα αίτηση στην ίδια σύνδεση L2CAP. Αυτός ο περιορισμός παρέχει μια απλή μορφή ελέγχου ροής. Πέραν όμως των δύο αυτών PDU, υπάρχει και μια τρίτη, η PDU λάθους, την οποία στέλνει ο εξυπηρετητής στην περίπτωση που κρίνει ότι για τον οποιονδήποτε λόγο δεν μπορεί να στείλει PDU απόκρισης.

Κάθε SDP PDU αποτελείται από μια επικεφαλίδα PDU η οποία ακολουθείται από συγκεκριμένες PDU παραμέτρους. Η επικεφαλίδα περιέχει τρία πεδία:

- I.** Το πεδίο **PDU ID** προσδιορίζει τον τύπο του PDU, δηλαδή την έννοιά του και τις συγκεκριμένες παραμέτρους αυτού.
- II.** Το πεδίο **TransactionID** προσδιορίζει μοναδικά τις αιτήσεις PDU και χρησιμοποιείται για το ταίριασμα των αποκρίσεων PDU στις αιτήσεις PDU.
- III.** Το πεδίο **ParameterLength** καθορίζει το μήκος (σε bytes) όλων των παραμέτρων που περιλαμβάνονται στο PDU.

Το πρωτόκολλο SDP μπορεί να λειτουργήσει τόσο πάνω από αξιόπιστες όσο και πάνω από αναξιόπιστες μεταφορές πακέτων, εφόσον πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Σε περιβάλλοντα Bluetooth απαιτείται ένα συγκεκριμένο Πρωτόκολλο Ανακάλυψης Υπηρεσιών, καθώς το σύνολο των υπηρεσιών που είναι διαθέσιμες αλλάζει δυναμικά βάση της RF εγγύτητας των συσκευών εν κινήσει, διαδικασία η οποία είναι ποιοτικά διαφορετική από την ανακάλυψη υπηρεσιών σε παραδοσιακά περιβάλλοντα δικτύων. Το SDP που καθορίζεται στην προδιαγραφή Bluetooth απευθύνεται στα μοναδικά δυναμικά χαρακτηριστικά αυτού του περιβάλλοντος.

4.2.5 Προφίλ

Η Ομάδα Ειδικού Ενδιαφέροντος του Bluetooth έχει καθορίσει διάφορα μοντέλα χρήσης για την τεχνολογία αυτή, τα οποία περιγράφουν τις κύριες εφαρμογές Bluetooth και τις προοριζόμενες συσκευές, π.χ. το συγχρονισμό μεταξύ μιας φορητής συσκευής και ενός PC, και την ασύρματη σύνδεση στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο ή έναν ασύρματο μόντεμ.

Τα προφίλ ορίζουν το πώς παρέχεται η διαλειτουργική λύση για τις εφαρμογές που περιγράφονται στα μοντέλα χρήσης, ή πιο απλά καθορίζουν τα πρωτόκολλα και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των πρωτοκόλλων που υποστηρίζουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο χρήσης. Με άλλα λόγια, τα προφίλ περιγράφουν το πώς χρησιμοποιείται η τεχνολογία, δηλαδή πώς τα διαφορετικά μέρη της προδιαγραφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκπληρώσουν μια επιθυμητή λειτουργία για μια συσκευή Bluetooth.

Κάθε συσκευή Bluetooth μπορεί να υποστηρίζει ένα ή περισσότερα προφίλ. Μερικά προφίλ εξαρτώνται από άλλα· ένα προφίλ εξαρτάται από ένα άλλο εάν επαναχρησιμοποιεί μέρη εκείνου του προφίλ, παραπέμποντας σε αυτά άμεσα ή έμμεσα. Τρία προφίλ (τα προφίλ Μεταφοράς Αρχείων, Ώθησης Αντικειμένων και Συγχρονισμού) εξαρτώνται από το Γενικό Προφίλ Ανταλλαγής Αντικειμένων. Όλα τα προφίλ εξαρτώνται από το Γενικό Προφίλ Πρόσβασης, δηλαδή το επαναχρησιμοποιούν.

Τα προϊόντα Bluetooth υποστηρίζουν διαφορετικά σετ προφίλ. Προκειμένου να υποστηρίζεται ένα συγκεκριμένο προφίλ, πρέπει να υποστηρίζονται / παρέχονται τα υποχρεωτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτού.

4.2.6 Διαδικασία Εγκατάστασης Σύνδεσης

Για να μπορέσουν δύο συσκευές να επικοινωνήσουν με Bluetooth, δεν αρκεί απλά να υπάρχει ένα chip εγκατεστημένο στην κάθε συσκευή, το οποίο και να είναι ενεργοποιημένο (αν και ο βασικός σχεδιασμός του Bluetooth εξασφαλίζει εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ισχύος, η λειτουργικότητα μπορεί να έχει απενεργοποιηθεί (π.χ κατά την απογείωση αεροπλάνου)). Δύο πολύ βασικές λεπτομέρειες που πρέπει να προσεχθούν είναι ότι πρέπει και στις δύο συσκευές να υπάρχει το αντίστοιχο / σχετικό προφίλ και ότι οι δύο συσκευές που θέλουμε να επικοινωνήσουν ταιριάζουν μεταξύ τους.

Έτσι, για τη σύνδεση ενός κινητού τηλεφώνου με ασύρματα ακουστικά και μικρόφωνο, πρέπει και οι δύο συσκευές να υποστηρίζουν το προφίλ Headset. Για την εκτύπωση από ένα κινητό τηλέφωνο, πρέπει τόσο το κινητό όσο και ο εκτυπωτής να υποστηρίζουν το Βασικό Προφίλ Εκτύπωσης (Basic Printing Profile). Όσον αφορά το ταίριασμα, αυτό γίνεται μόνο μια φορά στην αρχή, πριν την ανταλλαγή δεδομένων, για λόγους ασφάλειας, με την ανταλλαγή προστατευμένων κλειδιών. Άπαξ και γίνει το ταίριασμα, όλες οι πληροφορίες που μεταδίδονται είναι κρυπτογραφημένες.

4.3 GPRS - GENERAL PACKET RADIO SERVICE

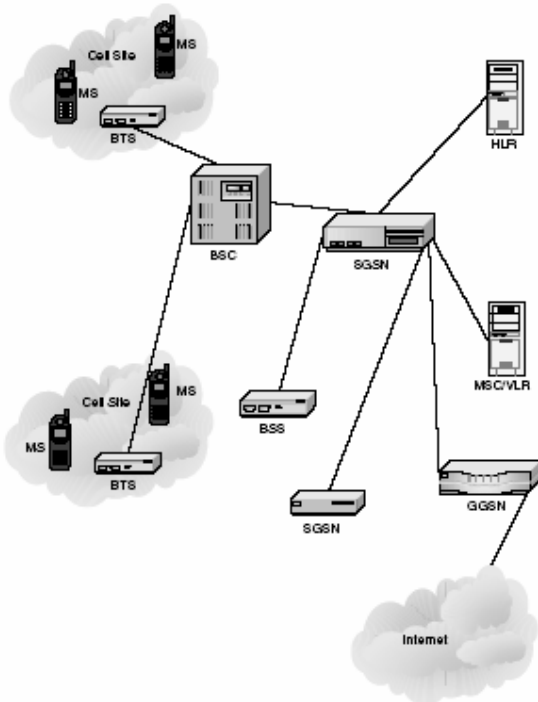
4.3.1 Εισαγωγή

Το GPRS (General Packet Radio Service) είναι μια υπηρεσία που διατίθεται στους χρήστες κινητών τηλεφώνων GSM. Συχνά περιγράφεται ως 2.5G, δηλαδή ως το ενδιάμεσο βήμα ανάμεσα στις τεχνολογίες δικτύων 2G και 3G. Το GPRS σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει δυνατότητα ταχύτερης μεταφοράς δεδομένων, γεγονός που επιτυγχάνεται με την χρήση των ανεκμετάλλεωτων καναλιών TDMA των δικτύων GSM. Το GPRS ενσωματώθηκε στα βασικά πρότυπα του GSM με την Release97, ενώ τις τεχνικές προδιαγραφές του διαχειρίζεται το 3GPP.

Το GPRS είναι η μη φωνητική υπηρεσία προστιθέμενης αξίας, που επιτρέπει την αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Η συγκεκριμένη υπηρεσία δεν έχει καμία απολύτως σχέση με το ακρωνύμιο “GPS”, το οποίο αναφέρεται στο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης. Το GPRS επιτρέπει τη χρήση του κινητού για τη μεταφορά δεδομένων, συνήθως από το Διαδίκτυο, γρήγορα και εύκολα, ενώ παράλληλα παρέχει το πλεονέκτημα της αδιάκοπης σύνδεσης με αυτό.

Πριν από την ένταξη του GPRS στις προδιαγραφές του GSM (1997), η μετάδοση των δεδομένων πραγματοποιούνταν με την αποκλειστική χρήση κυκλωμάτων CSD (Circuit Switched Data), ωστόσο η ταχύτητα περιοριζόταν στα 9,6kbits/s. Επιπρόσθετα, το κύκλωμα δεσμεύονταν καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης, ανεξάρτητα από το αν πραγματοποιούνταν μεταφορά δεδομένων, με αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη των διαθέσιμων πόρων του δικτύου.

Αντίθετα, στο GPRS επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση των ίδιων κυκλωμάτων από πολλούς χρήστες αφού αυτά αξιοποιούνται μόνο όταν πραγματοποιείται μεταφορά δεδομένων. Θεωρητικά, το GPRS καθιστά εφικτή τη μεταφορά πληροφοριών στην ταχύτητα των 171,2 kilobits ανά δευτερόλεπτο.



Σχήμα 4.8 Αρχιτεκτονική του συστήματος GPRS.

για τη πρόσβαση σε εφαρμογές Instant Messaging, όπως για παράδειγμα το ICQ και το MSN Messenger, καθώς και το surfing στις αγαπημένες τους ιστοσελίδες.

Η πιο δημοφιλής χρήση του GPRS είναι η ασύρματη σύνδεση στο Internet μέσω Η/Υ, ανεξαρτήτως τύπου και χρόνου. Προσφέροντας υψηλές ταχύτητες και τη δυνατότητα αδιάκοπης σύνδεσης, το GPRS καθίσταται ιδανικό για την ανάκτηση και αποστολή e-mails, αλλά και για το surfing στο World Wide Web. Κάποιος πολυάσχολος επαγγελματίας θα παραμείνει αδιάκοπα συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο ώστε να ανακτήσει άμεσα σημαντικά e-mails και για να έχει γρήγορη πρόσβαση στο εταιρικό intranet. Οι περισσότεροι χρήστες όμως θα εκμεταλλευθούν το GPRS

Το GPRS μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη πρόσβαση στο WAP (Over GPRS), γεγονός το οποίο επιτρέπει τη σχεδόν στιγμιαία ανάκτηση των πληροφοριών, αλλά και των λογοτύπων ή μελωδιών. Η πρώτη ευρεία χρήση του GPRS για τη πρόσβαση σε WAP υπηρεσίες έγινε με το ενοποιημένο μενού υπηρεσιών της Vodafone με την χαρακτηριστική ονομασία «Vodafone live!».

4.3.2 Τα πλεονεκτήματα του GPRS

Η ταχύτητα, η αδιάκοπη σύνδεση στο Internet, καθώς και η πρόσβαση σε νέες, εξελιγμένες υπηρεσίες είναι τα πλεονεκτήματα της υπηρεσίας GPRS. Υπό ιδανικές συνθήκες και φυσικά υπό την πλήρη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας, το GPRS μπορεί να επιτρέψει την ανταλλαγή δεδομένων στη μέγιστη

θεωρητική ταχύτητα των 171,2 kilobits ανά δευτερόλεπτο, είναι δηλαδή σχεδόν 3 φορές πιο γρήγορο από ότι ένα κοινό PSTN modem ή περίπου 10 φορές πιο γρήγορο από ότι μια «κοινή» ασύρματη data σύνδεση με χρήση CSD. Στην πράξη, όμως, οι ταχύτητες που προσφέρει η υπηρεσία GPRS δεν μπορούν να υπερβούν τα 53,6 kilobits ανά δευτερόλεπτο, σχεδόν δηλαδή όσο και αυτές που προσφέρουν τα κοινά ενσύρματα PSTN modems.

Χωρίς να απαιτείται η dial-up σύνδεση με κάποιον πάροχο υπηρεσιών Internet, η υπηρεσία GPRS ανταποκρίνεται άμεσα στο αίτημα του χρήστη για αποστολή ή λήψη πληροφοριών. Γι' αυτόν το λόγο, άλλωστε, το GPRS χαρακτηρίζεται ως "always on", κάτι το οποίο τονίζει τη δυνατότητά του για άμεση και αδιάκοπη σύνδεση με το Διαδίκτυο.

Εφόσον τα διαθέσιμα κυκλώματα του δικτύου χρησιμοποιούνται μόνο κατά τη μεταφορά δεδομένων, τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας δε χρεώνουν το GPRS με χρονοχρέωση (δηλαδή ανάλογα με τη διάρκεια της σύνδεσης), αλλά με ογκοχρέωση, σύμφωνα δηλαδή με τον όγκο των πληροφοριών που μεταφέρονται.

4.3.3 Λειτουργία του GPRS

Η λειτουργία του GPRS έχει αρκετές ομοιότητες με τον τρόπο λειτουργίας του Internet. Και στις δύο περιπτώσεις, η πληροφορία κατακερματίζεται σε πακέτα δεδομένων, τα οποία μεταδίδονται στον προορισμό τους και στη συνέχεια συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα ακριβές αντίγραφο της αρχικής πληροφορίας. Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί και το IP (Internet Protocol), το πρωτόκολλο πάνω στο οποίο έχει χτιστεί το Διαδίκτυο. Για να επιτραπεί ο κατακερματισμός των πληροφοριών και η ασύρματη μεταφορά τους, το GPRS εκμεταλλεύεται στο έπακρο τους διαθέσιμους πόρους του δικτύου GSM.

Οι συχνότητες λειτουργίας του GSM περιέχουν κανάλια πλάτους 200KHz, το καθένα από τα οποία χωρίζεται σε 8 χρονοσχισμές ή timeslots. Για παράδειγμα, για τη πραγματοποίηση μιας φωνητικής κλήσης δεσμεύεται μια από αυτές τις χρονοθυρίδες, η οποία απελευθερώνεται μετά τον τερματισμό της κλήσης. Η κάθε χρονοθυρίδα επιτρέπει και τη μετάδοση πληροφοριών στη ταχύτητα των 9,6kbps. Στα δίκτυα GPRS, ωστόσο, επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση πολλών χρονοθυρίδων (multislot), ώστε να επιτυγχάνεται η ταχύτερη μετάδοση των πληροφοριών. Παράλληλα, οι χρονοθυρίδες δεσμεύονται μόνο όταν απαιτείται η αποστολή ή λήψη πακέτων δεδομένων και αποδεσμεύονται μετά το τέλος της μετάδοσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια πολύ πιο αποδοτική χρήση των διαθέσιμων πόρων.

Η μεταφορά των δεδομένων μπορεί να γίνει με 4 διαφορετικά σχήματα κωδικοποίησης (CS-1, CS-2, CS-3, CS-4), το καθένα από τα οποία προσφέρει διαφορετική ποιότητα και φυσικά διαφορετικό ρυθμό μετάδοσης (data rate) ανά χρονοθυρίδα. Με τη χρήση του πρώτου σχήματος κωδικοποίησης CS-1 ο ρυθμός μετάδοσης είναι 9,05 kbits/s, με τη χρήση του CS-2 είναι 13,4 kbits/s, με τη χρήση του CS-3 είναι 15,6 kbits/s και με τη χρήση του CS-4 είναι 21,4 kbits/s. Εφόσον χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα 8 χρονοθυρίδες και το τέταρτο σχήμα κωδικοποίησης, το συνολικό data rate μπορεί να φθάσει τα 171,2 kbits ανά δευτερόλεπτο.

Στην πράξη όμως τα περισσότερα δίκτυα χρησιμοποιούν το CS-1 για σηματοδότηση και το CS-2 για τη μεταφορά πληροφοριών, ενώ τα κινητά τηλέφωνα συνήθως επιτρέπουν τη δέσμευση έως και 4 χρονοθυρίδων για τη λήψη. Έτσι το πραγματικό data rate είναι $4 \times 13,4 = 53,6$ kbits/s ή περίπου 6,7Kb ανά δευτερόλεπτο.

Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (data rate) εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των χρονοθυρίδων ενός καναλιού στα οποία μπορεί να έχει ταυτόχρονη πρόσβαση. Έχουν καθοριστεί τρεις βασικές κλάσεις, που περιγράφουν τις ιδιότητες του κινητού, καθώς και 10 διαφορετικές multislot κλάσεις, που ορίζουν ουσιαστικά τον αριθμό των χρονοθυρίδων, που μπορούν να δεσμευτούν για τη λήψη και την αποστολή πληροφοριών.

Έτσι, ένα κινητό μπορεί να είναι GPRS Class A, Class B ή Class C. Στη πρώτη περίπτωση η συσκευή μπορεί να διαχειριστεί ταυτόχρονα τη μεταφορά πακέτων, αλλά και τη πρόσβαση στο κύκλωμα CSD. Στη δεύτερη περίπτωση, η συσκευή μπορεί να διαχειριστεί είτε τη μεταφορά πακέτων είτε τη πρόσβαση στο κύκλωμα CSD, ωστόσο επιτρέπεται και η παράλληλη χρήση τους, ώστε να γίνεται πραγματοποίηση κλήσεων αλλά και ανταλλαγή SMS. Τα κινητά της κλάσης C είτε διαχειρίζονται αποκλειστικά πακέτα δεδομένων είτε διαχειρίζονται αποκλειστικά κλήσεις CSD. Όλα τα κινητά της αγοράς εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις είναι GPRS Class B.

Τα περισσότερα κινητά της αγοράς είναι Multislot Class 8, δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιήσουν έως και 4 χρονοθυρίδες για τη λήψη πληροφοριών (downlink ή Rx) και 1 χρονοθυρίδα για την αποστολή (uplink ή Tx). Εφόσον τα ελληνικά δίκτυα χρησιμοποιούν το δεύτερο σχήμα κωδικοποίησης, ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης κατά τη λήψη πληροφοριών είναι $4 \times 13,4 = 53,6$ kbits/s, ενώ ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης κατά την αποστολή είναι $1 \times 13,4 = 13,4$ kbits/s.

Υπενθυμίζουμε, ότι 1 kbit αντιστοιχεί σε 1024 bit ή 124 bytes και άρα, τα 13,4 kbits ανά δευτερόλεπτο αντιστοιχούν σε ρυθμό μετάδοσης 1,6 kb ανά δευτερόλεπτο και τα 53,6 kbits/s σε 6,8 kb ανά δευτερόλεπτο.

Ο τρόπος λειτουργίας των πακέτων θυμίζει αρκετά τα γνωστά puzzles. Η εταιρεία που κατασκευάζει κάποιο puzzle αναλαμβάνει να «κόψει» την εικόνα σε μικρά κομματάκια, τα οποία στη συνέχεια τοποθετεί στη συσκευασία και τα διανείμει στα καταστήματα. Ο αγοραστής του puzzle για να συνθέσει και να απολαύσει την ολοκληρωμένη εικόνα του puzzle θα πρέπει να τοποθετήσει τα κομμάτια του στη σωστή θέση. Με ανάλογο τρόπο γίνεται και ο κατακερματισμός των πληροφοριών στο GPRS, αφού για να «ταξιδέψει» η πληροφορία έως το κινητό πρέπει πρώτα να κατακερματιστεί σε πακέτα τα οποία θα συνθέσουν το αντίγραφο της πληροφορίας κατά την παραλαβή.

Απαραίτητο για τη χρήση του GPRS είναι φυσικά ένα κινητό τηλέφωνο, που να υποστηρίζει τη πρόσβαση στη συγκεκριμένη υπηρεσία, καθώς φυσικά και την ίδια την υπηρεσία, η οποία παρέχεται στη χώρα μας από τις Cosmote, TIM και Vodafone (μέσα στο 2005 αναμένεται και η παροχή υπηρεσιών GPRS για τους συνδρομητές της Q-Telecom). Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνουν και οι απαραίτητες ρυθμίσεις στο κινητό ή/ και η εγκατάσταση του απαιτούμενου λογισμικού στον Η/Υ.

4.4 Wi-Fi

4.4.1 Εισαγωγή

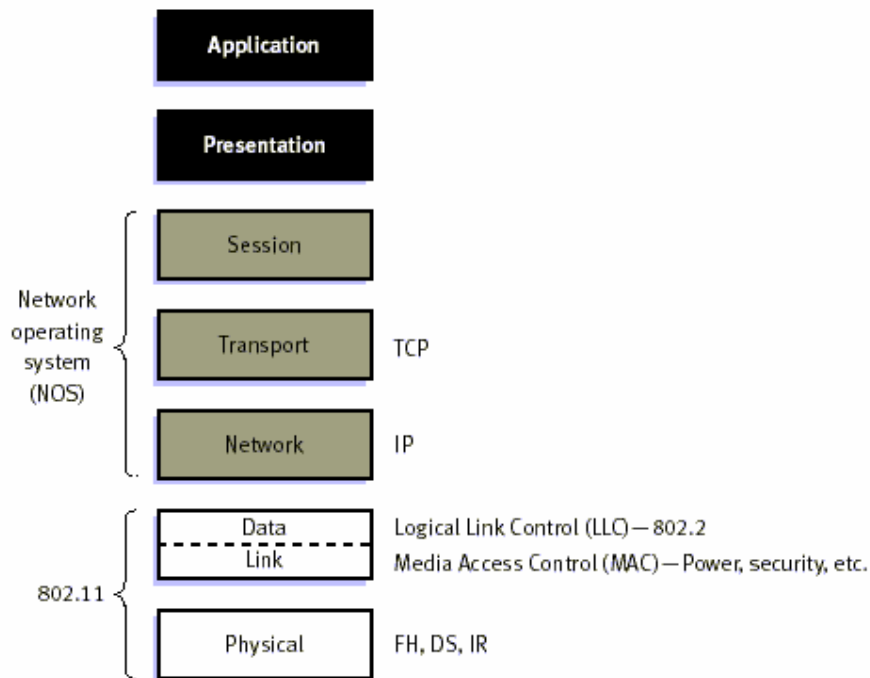
Ο όρος Wi-Fi αποτελεί συντομογραφία της φράσης "Wireless Fidelity" και αναφέρεται σε οποιοδήποτε τύπο δικτύου 802.11, όπως 802.11a, 802.11b, dual-band, κτλ. Διακηρύχθηκε από τη Ομάδα Wi-Fi (πρώην "Wireless Ethernet Compatibility Alliance", WECA), ένα οργανισμό αποτελούμενο από παρόχους ασύρματου εξοπλισμού και λογισμικού που έχει σα στόχο την εξέταση και πιστοποίηση της διαλειτουργικότητας των προϊόντων που λειτουργούν με βάση το πρότυπο 802.11.



Σχήμα 4.9 Το Wi-Fi logo.

Παλαιότερα, ο όρος "Wi-Fi" χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για το πρότυπο 2.4GHz 802.11b, ακριβώς όπως ο όρος "Ethernet" χρησιμοποιείται στη θέση του IEEE 802.3. Σήμερα, η Alliance γενικεύει τη χρήση του όρου σε μία προσπάθεια αποφυγής της σύγχυσης σχετικά με τη διαλειτουργικότητα των wireless LAN.

Τα πρότυπα 802.11b και 802.11g χρησιμοποιούν τη ζώνη συχνοτήτων στα 2.4 GHz ενώ το 802.11a χρησιμοποιεί τη ζώνη συχνοτήτων στα 5 GHz. Λειτουργώντας σε μία ζώνη συχνοτήτων που δεν έχει ακόμη αδειοδοτηθεί, ο εξοπλισμός 802.11b και 802.11g μπορεί να επιφέρει παρεμβολές με φούρνους μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα και άλλες εφαρμογές που κάνουν χρήση της ίδιας ζώνης συχνοτήτων.



Σχήμα 4.10 IEEE 802.11 και το μοντέλο ISO.

4.4.2 802.11a

Η τροποποίηση 802.11a στο αρχικό πρότυπο 802.11 εγκρίθηκε το 1999. Λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων των 5 GHz και χρησιμοποιεί πολυπλεξία ορθογώνιας διαίρεσης συχνότητας με 52 φέροντα (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) και μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων τα 54 Mbit/s. Η ταχύτητα μετάδοσης μειώνεται στα 48, 36, 24, 18, 12, 9 ή 6 Mbit/s, αν αυτό απαιτείται.

Από τα 52 OFDM φέροντα, τα 48 χρησιμοποιούνται για δεδομένα και τα 4 ως πιλοτικά υπο-φέροντα. Καθέ ένα από αυτά τα υπο-φέροντα μπορεί να είναι διαμορφωμένο κατά BPSK, QPSK, 16-QAM ή 64-QAM. Ολόκληρο το εύρος συχνοτήτων είναι 20 MHz με χρησιμοποιούμενο τμήμα τα 16.6 MHz. Η διάρκεια συμβόλου είναι 4 ms με μία παρεμβολή ασφαλείας των 0,8 ms. Η παραγωγή και αποκωδικοποίηση των ορθογώνιων στοιχείων γίνεται με Ψ.Ε.Σ..

Το 802.11a διαθέτει 12 μη επικαλυπτόμενα κανάλια εκ των οποίων 8 διατίθενται για χρήση σε εσωτερικούς χώρους και 4 για συνδέσεις σημείο-προς-σημείο. Δεν είναι συμβατό με το πρότυπο 802.11b, με εξαίρεση την περίπτωση χρήσης εξοπλισμού που υποστηρίζει και τα δύο πρότυπα.

Δεδομένου ότι η ζώνη συχνοτήτων στα 2.4 GHz είναι χρησιμοποιείται ευρέως, η λειτουργία στη ζώνη συχνοτήτων των 5 GHz δίνει στο 802.11a το πλεονέκτημα των μειωμένων παρεμβολών. Ωστόσο, αυτή η υψηλή φέρουσα συχνότητα συνεπάγεται και κάποια μειονεκτήματα:

- I.** Περιορίζει τη χρήση του 802.11a μεταξύ σημείων με οπτική επαφή, δημιουργώντας την ανάγκη χρήσης περισσότερων σημείων πρόσβασης.
- II.** Μειώνει την ικανότητα διείσδυσης σε σχέση με το 802.11b αφού απορροφάται ευκολότερα.

Κάθε χώρα έχει διαφορετική νομοθεσία υποστήριξης, ωστόσο το 2003 ένα Παγκόσμιο Συνέδριο Ραδιοηλεκτρονικών διευκόλυνε τη ευρεία χρήση του προτύπου. Έτσι, το 802.11a σήμερα κατοχυρώνεται νομοθετικά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στην Ιαπωνία, αλλά σε άλλες περιοχές, όπως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, απαιτήθηκε περισσότερος χρόνος για την έγκρισή του.

4.4.3 802.11b

Η τροποποίηση 802.11b στο αρχικό πρότυπο εγκρίθηκε το 1999. Το 802.11b έχει μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων 11 Mbit/s και χρησιμοποιεί την ίδια μέθοδο πρόσβασης CSMA/CA που ορίζεται στα αρχικό πρότυπο. Χάρη στο CSMA/CA πρωτόκολλο, η μέγιστη ταχύτητα διεκπεραίωσης που μπορεί να επιτευχθεί από μία εφαρμογή είναι περίπου 5.9 Mbit/s πάνω από TCP και 7.1 Mbit/s πάνω από UDP.

Προϊόντα 802.11b παρουσιάστηκαν στην αγορά πολύ γρήγορα, αφού το πρότυπο αυτό αποτελεί επέκταση της τεχνικής διαμόρφωσης DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum) του αρχικού προτύπου. Η δραματική ταχύτητα διεκπεραίωσης του 802.11b σε συνδυασμό με την υποτυπώδη μείωση των τιμών οδήγησε στην ταχεία αποδοχή του στην τεχνολογία ασύρματων LAN.

Το πρότυπο 802.11b χρησιμοποιείται συνήθως σε ζεύξεις σημείο-προς-πολλαπλά σημεία, όπου ένα σημείο πρόσβασης επικοινωνεί μέσω μίας ομοιοκατευθυντικής κεραίας με έναν ή περισσότερους πελάτες που βρίσκονται στην περιοχή κάλυψής της. Με εξωτερικές κεραίες υψηλού κέρδους, το πρωτόκολλο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για σταθερές ζεύξεις σημείου-προς-σημείο, τυπικά για αποστάσεις μέχρι και 8 χιλιομέτρων (σε ορισμένες περιπτώσεις οπτικής επαφής φθάνει τα 80 με 120 km).

Οι κάρτες 802.11b μπορούν να λειτουργούν στα 11 Mbit/s, αλλά μπορούν και να επανέλθουν στα 5.5, μετά 2, μετά 1 Mbit/s, αν τεθεί το θέμα ποιότητας σήματος. Αφού οι χαμηλότερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων χρησιμοποιούν λιγότερο πολύπλοκες διαδικασίες κωδικοποίησης, είναι λιγότερο ευάλωτες σε φθορά που οφείλεται σε παρεμβολές και απόσβεση. Επεκτάσεις έχουν γίνει στο πρωτόκολλο 802.11b προκειμένου να αυξηθεί η ταχύτητα στα 22, 33, και 44 Mbit/s, ωστόσο δεν έχουν εγκριθεί από την IEEE. Πολλές επιχειρήσεις καλούν τις βελτιωμένες αυτές εκδόσεις "802.11b+". Αυτές οι προεκτάσεις έγιναν περιττές με την ανάπτυξη του 802.11g, στο οποίο η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων φθάνει τα 54 Mbit/s και είναι συμβατό με το 802.11b.

4.4.4 802.11g

Τον Ιούνιο του 2003, ένα τρίτο πρότυπο διαμόρφωσης εγκρίθηκε: το 802.11g. Λειτουργεί στα 2.4 GHz (όπως το 802.11b), ωστόσο έχει μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων 54 Mbit/s, ή περίπου 24.7 Mbit/s ταχύτητα διεκπαιρέωσης, όπως το 802.11a. Είναι πλήρως συμβατό με το 802.11b και χρησιμοποιεί τις ίδιες συχνότητες. Ωστόσο, σε παλαιότερα δίκτυα η παρουσία συσκευών 802.11b μειώνει σημαντικά την ταχύτητα του δικτύου.

Αν και το 802.11g κράτησε την υπόσχεση του για υψηλότερη ταχύτητα διεκπεραίωσης, τα αποτελέσματά του υποσκελίστηκαν από έναν αριθμό παραγόντων: τον ανταγωνισμό με το 802.11b, την έκθεση στις ίδιες πηγές παρεμβολής με το 802.11b, τον περιορισμένο αριθμό καναλιών και το γεγονός ότι η μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων του

802.11g είναι περισσότερο ευάλωτη σε παρεμβολές από το 802.11b, οδηγώντας σε μειωμένη ταχύτητα για βελτίωση της ποιότητας του σήματος.

Ένα νέο πρωτοποριακό χαρακτηριστικό αποκαλούμενο “Super G” χρησιμοποιείται σήμερα σε συγκεκριμένα σημεία πρόσβασης ωθώντας την ταχύτητα του δικτύου στα 108 Mbit/s χρησιμοποιώντας την τεχνική “channel bonding”, η οποία συνίσταται στο συνδυασμό δύο τηλεφωνικών γραμμών σε μία. Αυτό το χαρακτηριστικό παρεμβάλλει σε άλλα δίκτυα και μπορεί να μην υποστηρίζει κάποιες από τις κάρτες πελατών b και g.

Ο πρώτος μεγάλος κατασκευαστής που χρησιμοποίησε το 802.11g ήταν η Apple, με το λογότυπο AirPort Extreme. Η Cisco ακολούθησε αγοράζοντας την Linksys και προσφέροντας τους δικούς τους ασύρματους κινητούς προσαρμογείς με το όνομα Aironet.

Τα κανάλια που είναι διαθέσιμα για χρήση σε κάθε χώρα διαφέρουν ανάλογα με τους ισχύοντες κανονισμούς της. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, η επιτροπή FCC (Federal Communications Commission) επιτρέπει τη χρήση μόνο των καναλιών 1 έως 11. Τα κανάλια 10 και 11 είναι τα μόνα κανάλια που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως αφού η Ισπανία δεν έχει δόση άδεια για χρήση των καναλιών 1 έως 9 για λειτουργία σύμφωνα με το 802.11b. Ολόκληρος ο κατάλογος από την IEEE STD 802.11b-1999/Cor 1-2001 είναι:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1								
Channel	MHz	US X10	Canada X20	Europe ETSI X30	Spain X31	France X32	Japan X40	Japan X41
1	2412	x	x	x		x		x
2	2417	x	x	x		x		x
3	2422	x	x	x		x		x
4	2427	x	x	x		x		x
5	2432	x	x	x		x		x
6	2437	x	x	x		x		x
7	2442	x	x	x		x		x
8	2447	x	x	x		x		x
9	2452	x	x	x		x		x
10	2457	x	x	x	x	x	x	x
11	2462	x	x	x	x	x	x	x
12	2467			x		x		x

13	2472			x		x		x
14	2484						x	

Το κανάλι 14, όπου είναι διαθέσιμο, διατίθεται αποκλειστικά για χρήση 802.11b.

4.4.5 Κίνδυνοι Ασφάλειας

Το 2001, μια ομάδα από το University της California, στο Berkeley, παρουσίασε μια έρευνα στην οποία επεδείκνυε τις αδυναμίες του μηχανισμού ασφαλείας 802.11 WEP (Wired Equivalent Privacy). Ακολούθησε μελέτη από τους Fluhrer, Mantin και Shamir με τίτλο "Weaknesses in the Key Scheduling Algorithm of RC4" και λίγο αργότερα μια παρουσίαση από τον Adam Stubblefield και την AT&T όπου ανακοινώθηκε επίσημα η πρώτη επιβεβαίωση της επίθεσης. Με την επίθεση αυτή μπόρεσαν να υποκλέψουν μεταδόσεις και να πετύχουν μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε ασύρματα δίκτυα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Μειονεκτήματα Wi-Fi	Πλεονεκτήματα Wi-Fi
<p>I. Τα πρωτόκολλα 802.11b και 802.11g χρησιμοποιούν το φάσμα των 2.4Ghz, το οποίο είναι ήδη αρκετά συνωστισμένο, αφού σε αυτές τις συχνότητες λειτουργούν και άλλες συσκευές, όπως οι Bluetooth συσκευές, φούρνοι μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα, κτλ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της αποδοτικότητας του Wi-Fi. Άλλες συσκευές που χρησιμοποιούν μικροκυματικές συχνότητες, όπως μερικά κινητά τηλέφωνα, μπορούν επίσης να έχουν την ίδια επίδραση.</p>	<p>I. Πολλά αξιόπιστα και πλήρως ασφαλή προϊόντα υπάρχουν ήδη στην αγορά.</p>
<p>II. Τα Wi-Fi δίκτυα έχουν μικρή εμβέλεια.</p>	<p>II. Ο ανταγωνισμός ανάμεσα στις</p>

<p>Ένα τυπικό Wi-Fi home router που χρησιμοποιεί το 802.11b ή το 802.11g μπορεί να έχει εμβέλεια περίπου 46 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους και 92 μέτρα σε εξωτερικούς.</p>	<p>εταιρίες έχει ως αποτέλεσμα τις μειωμένες τιμές, δεδομένου του μικρού διαστήματος που τα προϊόντα τους υπάρχουν στο εμπόριο.</p>
<p>III. Η κατανάλωση ενέργειας είναι αρκετά πιο υψηλή σε σχέση με άλλα πρωτόκολλα.</p>	<p>III. Υπάρχει η δυνατότητα, αφού κάποιος συνδεθεί σε ένα Wi-Fi, να μπορεί να κινείται χωρίς να χάνεται η σύνδεση.</p>
<p>IV. Δεν είναι πάντα εύκολα παραμετροποιήσιμο από τους χρήστες. Επιπλέον, το Wi-Fi συχνά χρησιμοποιεί το WEP (Wired Equivalent Privacy) πρωτόκολλο για προστασία, το οποίο έχει αποδειχτεί πως είναι εύκολα παραβιάσιμο. Νέες λύσεις έχουν αρχίσει να εμφανίζονται οι οποίες χρησιμοποιούν το ανώτερο WPA (Wi-Fi Protected Access) πρωτόκολλο (μια πρώιμη υλοποίηση του πρωτοκόλλου 802.11i), αλλά ακόμη πολλά συστήματα χρησιμοποιούν το WEP.</p>	

4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Βασικά κριτήρια για την αποδοτικότητα των ανωτέρω τεχνολογιών είναι :

- I.** Η ταχύτητα μετάδοσης.
- II.** Η αξιοπιστία.
- III.** Η εμβέλεια.
- IV.** Το κόστος.
- V.** Η ασφάλεια.

Ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας στον οποίο παρατίθενται τα ανωτέρω χαρακτηριστικά των εν λόγω τεχνολογιών και ο οποίος μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο βοήθ στην επιλογή της κατάλληλης για την εκάστοτε εφαρμογή τεχνολογίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3			
	GPRS	Wi-Fi	Bluetooth
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	170kbit/s	108Mbit/sec	723.1 kbit/sec
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	Μέτρια	Μέγιστη	Μέτρια
ΕΜΒΕΛΕΙΑ	(GSM)	46 – 92 μέτρα	10-100 μέτρα
ΚΟΣΤΟΣ	Μεγάλο	Μεγάλο	Μικρό
ΑΣΦΑΛΕΙΑ	Μέτρια	Μέγιστη	Μέτρια

4.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] The Official Bluetooth® Wireless Info Site
<http://www.bluetooth.com>
- [2] Bluetooth Resource Center
<http://www.palowireless.com/bluetooth/>
- [3] Nokia - Bluetooth – Technologies – Mobile Phones
<http://www.nokia.com/>
- [4] Forum Nokia – Developers Resources
<http://www.forum.nokia.com/main/>
- [5] Bluetooth Wireless Technology – Bluetooth™
<http://www.ericsson.com/bluetooth/>
- [6] Welcome To Toshiba!
<http://www.bluetooth.toshiba.com>
- [7] Dr. Chatschik Bisdikian, Bluetooth Architecture Overview, Source: Market Research Report: [Bluetooth 2003: Are PMGs Another Driver?](#)
- [8] Bluetooth
<http://msdn.microsoft.com/library/>
- [9] What is Bluetooth?
http://www.developer.com/ws/proto/print.php/10948_1433291_4
- [10] Bluetooth 2.0 + Bringing Speed Boost
<http://www.esato.com/news/article.php/id=359>
- [11] N. Sriskanthan*, F. Tan, A. Karande. School of Computer Engineering, Nanyang Technological University, Nanyang Avenue, Singapore, Singapore 639798.

- Bluetooth based home automation system. *Microprocessors and Microsystems* 26 (2002) 281–289
- [12] Joakim Persson, Ben Smeets. Ericsson Mobile Communications AB, Ericsson Research. Bluetooth Security — An Overview. *Information Security Technical Report*, Vol 5, No. 3 (2000) 32-43.
- [13] Naveen Erasala, David C. Yen. Department of Decision Sciences and Management Information System, Miami University, Oxford, OH 45056, USA. Bluetooth technology: a strategic analysis of its role in global 3G wireless communication era. *Computer Standards & Interfaces* 24 (2002) 193–206.
- [14] Bluetooth, wireless mobile computing, eBooks. *Computer Standards & Interfaces* 24 (2002) 189–191
- [15] Thomas Keil. Institute of Strategy and International Business, Helsinki University of Technology, P.O. Box 9500, FIN-02015 Hut, Finland. De-facto standardization through alliances—lessons from Bluetooth. *Telecommunications Policy* 26 (2002) 205–213
- [16] Kristina Eneroth, Allan Malm. Lund University, Sweden. Knowledge Webs and Generative Relations: A Network Approach to Developing Competencies. *European Management Journal* Vol. 19, No. 2, pp. 174–182, 2001
- [17] Yun Wu, Terence D. Todd,* and Shahram Shirani. Department of Electrical and Computer Engineering, McMaster University, Hamilton, Ont., Canada. SCO link sharing in Bluetooth voice access networks. *J. Parallel Distrib. Comput.* 63 (2003) 45–57
- [18] Richard Barber. Security in a Mobile World – is Bluetooth the Answer?. *Computers & Security*, 20 (2001) 374-379
- [19] IEEE 802.11 – Wikipedia, the free encyclopedia
http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- [20] 802.11b – A Whatis.com definition
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/sDefinition/>

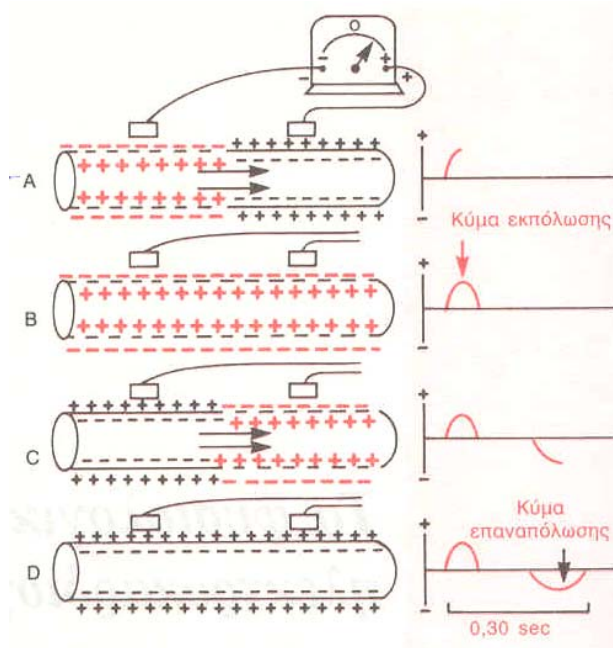
- [21] 802.11g – A Whatis.com definition
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/sDefinition/>
- [22] What is Wi-Fi? A word Definition from the webopedia computer dictionary
http://www.webopedia.com/TERM/W/Wi_Fi.html
- [23] Making the choice: 802.11a or 802.11b
<http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/1009431>
- [24] PCWorld.com – Best Wi-Fi Ever: 802.11g
<http://www.pcworld.com/news/article/0,aid,109583,pg,1,00.asp>
- [25] Introduction to Wireless LAN and IEEE 802.11
http://www.tutorial-reports.com/wireless/wlanwifi/introduction_wifi.php
- [26] GSM World – What is GPRS?
<http://www.gsmworld.com/technology/gprs/intro.shtml>
- [27] Καλωσορίσατε Στην Ιστοσελίδα Της Υπηρεσίας CYTANET/GPRS
<http://www.cytanet.com.cy/GPRS/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I

ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

I.1 ΠΟΛΩΣΗ – ΕΚΠΟΛΩΣΗ – ΑΝΑΠΟΛΩΣΗ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ

Η κυτταρική μεμβράνη μυϊκής ίνας που βρίσκεται σε ηρεμία έχει σε όλη την έκταση της

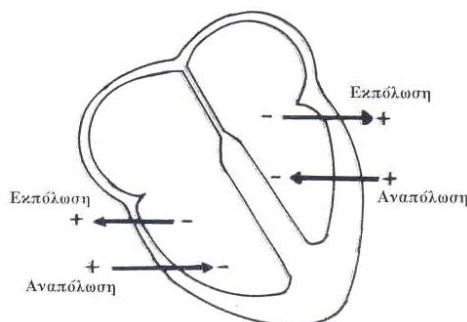


Σχήμα I.1 Καταγραφή του κύματος εκπόλωσης και του κύματος επαναπόλωσης από μια μυϊκή ίνα μυοκαρδίου.

εξωτερικής επιφάνειάς της θετικά ηλεκτρικά φορτία και αντιστοίχως αρνητικά φορτία στην εσωτερική επιφάνεια. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **πόλωση** του μυϊκού κυττάρου. Εάν με ερέθισμα στο ένα άκρο της διεγερθεί η μυϊκή ίνα, συμβαίνει **εκπόλωση** της. Παρατηρείται, δηλαδή, εξάπλωση της διέγερσης από το ένα προς το άλλο άκρο της ίνας, η οποία χαρακτηρίζεται από αντιστροφή της ηλεκτρικής φόρτισης της κυτταρικής μεμβράνης, έτσι ώστε η εξωτερική επιφάνεια να έχει αρνητικά φορτία και η εσωτερική θετικά. Όταν ολοκληρωθεί η διέγερση της ίνας,

τότε αυτή βρίσκεται σε κατάσταση πλήρους εκπόλωσης. Μετά από σύντομο χρονικό διάστημα αρχίζει η **αναπόλωση** της μυϊκής ίνας από το αρχικό σημείο στο οποίο έγινε η διέγερση. Δηλαδή, παρατηρείται προοδευτική επαναφορά των θετικών φορτίων στην εξωτερική και των αρνητικών φορτίων στην εσωτερική επιφάνεια από το ένα άκρο προς το άλλο, ώσπου να βρεθεί η μυϊκή ίνα πάλι σε κατάσταση ηρεμίας ή πόλωσης.

Στη φυσιολογική καρδιά το ερέθισμα με το οποίο διεγείρεται (εκπλώνεται) το μυοκάρδιο παράγεται στο **φλεβόκομβο** στο δεξιό κόλπο. Αυτό διεγείρει πρώτα το κολπικό

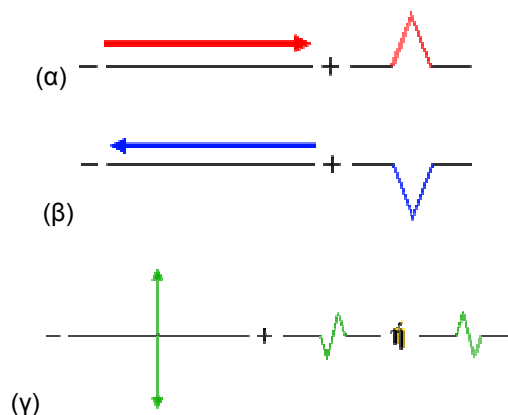


Σχήμα Ι.2 Σχηματική παράσταση μυοκαρδίου.

μυοκάρδιο, στο οποίο εξαπλώνεται υπό τη μορφή ενός μετωπικού κύματος, παρόμοιου με εκείνο που δημιουργείται όταν ρίχνει κανείς ένα βότσαλο σε λίμνη. Στο κολπικό μυοκάρδιο η αναπόλωση ακολουθεί ακριβώς την ίδια διαδρομή με την εκπόλωση. Στη συνέχεια διεγείρεται το κοιλιακό μυοκάρδιο με κατεύθυνση της εκπόλωσης από μέσα προς τα έξω, δηλαδή από το ενδοκάρδιο προς το επικάρδιο. Όμως, η αναπόλωση του κοιλιακού μυοκαρδίου έχει αντίθετη κατεύθυνση προς την εκπόλωση και γίνεται από το επικάρδιο προς το ενδοκάρδιο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην καθυστέρηση έναρξης της αναπόλωσης στις υπενδοκαρδιακές μυϊκές στοιβάδες, λόγω της μεγαλύτερης πίεσης που δέχονται κατά την συστολή του κοιλιακού μυοκαρδίου. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη σημασία, διότι υποδηλώνει ότι τόσο το άνυσμα της εκπόλωσης (με θετική την κεφαλή) όσο και το άνυσμα της αναπόλωσης (με θετική την ουρά) εμφανίζουν θετικά φορτία προς την πλευρά του επικαρδίου και αρνητικά φορτία προς την πλευρά του ενδοκαρδίου, έτσι ώστε στο ΗΚΓ να απεικονίζονται με επάρματα τις ίδιες κατεύθυνσης^[1].

I.2 ΛΗΨΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Η κατά την εκπόλωση και επαναπόλωση του μυοκαρδίου καταγραφή διαφορών δυναμικού, που δημιουργούνται στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης των μυοκαρδιακών ινών μεταξύ περιοχών ηλεκτροθετικώς και ηλεκτροαρνητικώς φορισμένων, αποτελεί το **ηλεκτροκαρδιογράφημα**^[1]. Ανάλογα με την τοποθέτηση του ηλεκτροδίου, το φαινόμενο της εξάπλωσης της διεγέρσεως στο μυοκάρδιο μπορεί να καταγραφεί με θετικό ή αρνητικό ή και διφασικό έπαρμα. Το ίδιο συμβαίνει και με την αναπόλωση του μυοκαρδίου. Ο



Σχήμα Ι.3 Ανάλογα με την τοποθέτηση του ηλεκτροδίου μπορεί να καταγραφεί (α) θετικό ή (β) αρνητικό ή (γ) διφασικό έπαρμα.

ηλεκτροκαρδιογράφος, το ευαίσθητο βολτόμετρο το οποίο καταγράφει μέσω ηλεκτροδίων τις διαφορές δυναμικού στην επιφάνεια του σώματος που προκύπτουν κατά την λειτουργία της καρδιάς^[3], καταγράφει θετικό έπαρμα, εάν το ηλεκτρόδιο βλέπει την ουρά του ανύσματος της αναπόλωσης με τα θετικά φορτία, και αρνητικό έπαρμα, εάν βλέπει την κεφαλή με τα αρνητικά φορτία του ανύσματος. Όταν δε βλέπει διαφορές δυναμικού το ΗΚΓ εμφανίζει μία οριζόντια γραμμή, η οποία ονομάζεται ισοηλεκτρική γραμμή.

I.3 ΑΠΑΓΩΓΕΣ

Η καταγραφή της εκπόλωσης και αναπόλωσης του μυοκαρδίου με ηλεκτρόδιο, που βλέπει την καρδιά από συγκεκριμένη θέση της επιφάνειας του σώματος, ονομάζεται απαγωγή^[1]. Ιδανικό θα ήταν το ΗΚΓ να είχε μία μόνο απαγωγή. Λόγω όμως της περιορισμένης ορατότητας της μίας απαγωγής, έχει καθιερωθεί το κλασικό ΗΚΓ των 12 απαγωγών. Με αυτές τις απαγωγές, τοποθετημένες σε καθορισμένα σημεία της επιφάνειας του σώματος, αυξάνεται πάρα πολύ η ορατότητα του ηλεκτροκαρδιογράφου, ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική εγγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται κατά τη λειτουργία της καρδιάς.

Οι απαγωγές διακρίνονται σε **3 διπολικές ή κλασικές** και **9 μονοπολικές**. Ο ηλεκτροκαρδιογράφος βλέπει την καρδιά με ένα ηλεκτρόδιο στις μονοπολικές απαγωγές, που είναι και οι σπουδαιότερες, και με δύο ηλεκτρόδια στις διπολικές. Στις τελευταίες, το ένα ηλεκτρόδιο αντιστοιχεί στο θετικό πόλο και το άλλο στον αρνητικό πόλο, πρακτικά όμως μπορεί να λεχθεί ότι σε αυτές ο καρδιογράφος βλέπει την καρδιά από τη θέση του ηλεκτροδίου με το θετικό πόλο.

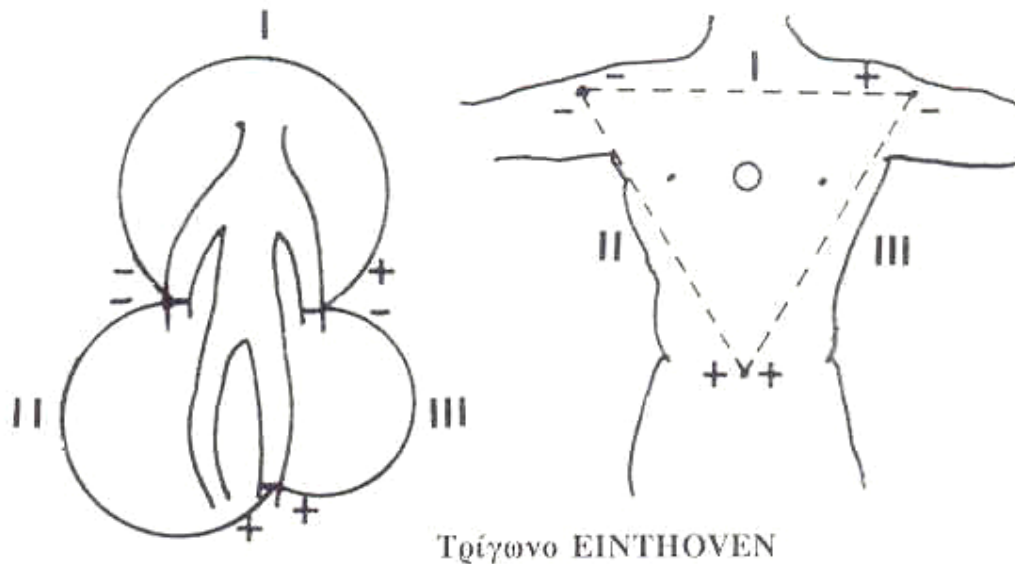
I.3.1 Διπολικές ή κλασικές απαγωγές

Αυτές είναι η 1^η κλασική, η 2^η κλασική και η 3^η κλασική και συμβολίζονται αντιστοίχως με τους λατινικούς αριθμούς I, II, III. Η λήψη αυτών γίνεται με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων στον καρπό του δεξιού χεριού, στον καρπό του αριστερού χεριού και στην κνήμη του αριστερού κάτω άκρου. Η τοποθέτηση αυτών των ηλεκτροδίων αντιστοιχεί στις 3 γωνίες του ισόπλευρου **τριγώνου του Einthoven**, του οποίου οι δύο γωνίες της βάσης αντιστοιχούν στους ώμους και η κορυφή στο ηβικό οστόν. Σύμφωνα με την **υπόθεση του Einthoven**, η καρδιά

βρίσκεται στο κέντρο του τριγώνου και τα παραγόμενα σε αυτήν δυναμικά μεταδίδονται χωρίς εμπόδια στις πλευρές του τριγώνου δια των ιστών του σώματος, που θεωρούνται ομοιογενές υλικό, και καταγράφονται από τις κλασικές απαγωγές^[2]. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στους καρπούς και την αριστερή κνήμη για πρακτικούς λόγους, επειδή η μέχρι εκεί μετάδοση των ηλεκτρικών δυναμικών της καρδιάς δεν επηρεάζεται από το πρόσθετο μήκος των άνω και κάτω άκρων και στην πραγματικότητα είναι σαν να τοποθετούνται στους δύο ώμους και το ηβικό οστόν. Στους ηλεκτροκαρδιογράφους υπάρχει και τέταρτο ηλεκτρόδιο, το οποίο τοποθετείται στην κνήμη του δεξιού κάτω άκρου και χρησιμεύει μόνο για γείωση του ασθενούς^[4].

Η απαγωγή I καταγράφει διαφορές δυναμικού μεταξύ του αριστερού και δεξιού άνω άκρου με το θετικό πόλο αριστερά και τον αρνητικό πόλο δεξιά.

Η απαγωγή II καταγράφει διαφορές δυναμικού μεταξύ της αριστερής κνήμης και του δεξιού άνω άκρου. Εδώ ο θετικός πόλος βρίσκεται στην κνήμη και ο αρνητικός στο δεξιό άνω άκρο.



Σχήμα Ι.4 Σύνδεση των διπολικών ή κλασικών απαγωγών I, II, III. Τρίγωνο Einthoven.

Η απαγωγή III καταγράφει διαφορές δυναμικού μεταξύ της αριστερής κνήμης και του αριστερού άνω άκρου με το θετικό πόλο στην κνήμη και τον αρνητικό στο αριστερό άνω άκρο.

I.3.2 Μονοπολικές απαγωγές

Αυτές συμβολίζονται με το γράμμα V (Voltage) και διακρίνονται στις 3 μονοπολικές των άκρων και τις 6 προκάρδιες απαγωγές. Το χρησιμοποιούμενο ηλεκτρόδιο ονομάζεται «ερευνητικό» και συνδέεται με το θετικό πόλο του ηλεκτροκαρδιογράφου. Το άλλο ηλεκτρόδιο που απαιτείται για την καταγραφή δυναμικού, συνδέεται μέσω του **τελικού ή κεντρικού ακροδέκτη του Wilson** με τον αρνητικό πόλο του ηλεκτροκαρδιογράφου και στην πραγματικότητα είναι ουδέτερο.

Οι **3 μονοπολικές απαγωγές των άκρων** είναι: η απαγωγή του δεξιού άνω άκρου (VR, από το σύμβολο V της μονοπολικής και τη λέξη Right), η απαγωγή του αριστερού άνω άκρου (VL, όπου το γράμμα L προέρχεται από τη λέξη Left) και η απαγωγή του αριστερού ποδιού (VF, με το γράμμα F από τη λέξη Foot). Επειδή αυτές οι μονοπολικές απαγωγές των άκρων καταγράφουν τα ηλεκτρικά δυναμικά της καρδιάς με μικρά επάρματα, από νωρίς επικράτησε η πρόταση του Goldberger να αποσυνδέεται από τον τελικό ακροδέκτη του Wilson το ηλεκτρόδιο του άκρου εκείνου από το οποίο καταγράφονται τα ηλεκτρικά δυναμικά. Με τον τρόπο αυτό, τα λαμβανόμενα επάρματα είναι μεγαλύτερα κατά 50% και για το λόγο αυτό οι απαγωγές αυτές ονομάζονται **ενισχυμένες μονοπολικές των άκρων**, συμβολιζόμενες με το προτασόμενο γράμμα a (**aVR, aVL, aVF**).

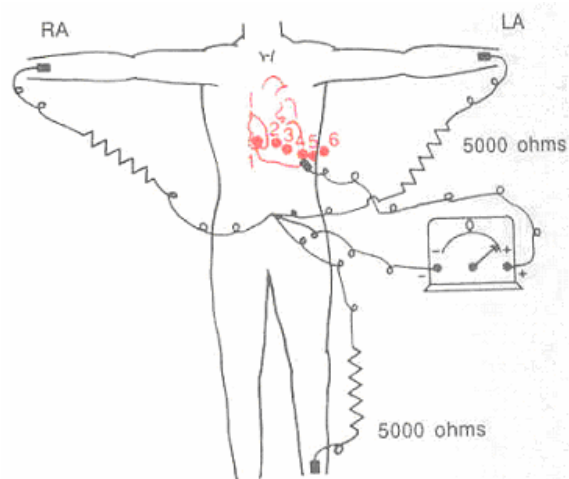
Οι 6 προκάρδιες μονοπολικές απαγωγές ονομάζονται, ανάλογα με τη θέση που τοποθετείται το ερευνητικό ηλεκτρόδιο, ως εξής:

V₁: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 4^ο μεσοπλευρίο διάστημα αμέσως δεξιά του στέρνου.

V₂: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 4^ο μεσοπλευρίο διάστημα αμέσως αριστερά του στέρνου.

V₃: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο μέσο της απόστασης μεταξύ V₂ και V₄.

V₄: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 5^ο μεσοπλευρίο διάστημα επί της αριστερής μεσοκλειδικής γραμμής.



Σχήμα 1.5 Οι συνδέσεις του σώματος με τον ηλεκτροκαρδιογράφο για την καταγραφή με τις προκάρδιες απαγωγές.

V₅: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 5^ο μεσοπλεύριο διάστημα επί της αριστερής πρόσθιας μασχαλιαίας γραμμής.

V₆: Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 5^ο μεσοπλεύριο διάστημα επί της αριστερής μέσης μασχαλιαίας γραμμής.

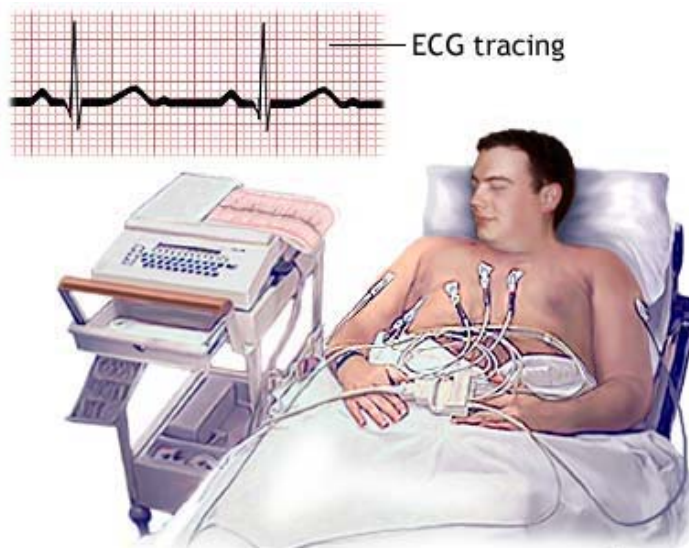
I.4 ΤΡΟΠΟΣ ΛΗΨΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Ο τρόπος διεξαγωγής του ηλεκτροκαρδιογραφήματος επηρεάζεται σημαντικά από το σκοπό της εξέτασης. Συνήθως, πραγματοποιείται ενώ ο ασθενής βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Ωστόσο, όταν υπάρχουν σοβαρές υποψίες βλάβης της στεφανιαίας αρτηρίας, τότε το ηλεκτροκαρδιογράφημα πραγματοποιείται ενώ ο ασθενής ασκείται σε διάδρομο ή ποδήλατο γυμναστικής (τεστ κοπώσεως)^[4].

Το ΗΚΓ είναι μια εύκολη, ταχύτατη και μη επώδυνη εξέταση κατά τη διεξαγωγή της οποίας ακολουθούνται τα ακόλουθα βήματα:

I. Ο ασθενής ξαπλώνει στο φορείο ή στο ειδικό διαγνωστικό κρεβάτι.

II. Τα σημεία τοποθέτησης των ηλεκτροδίων του ηλεκτροκαρδιογράφου καθαρίζονται, με χρήση αποξεστικού σφουγγαριού ή καθαριστικού δέρματος, και επαλείφονται με



Σχήμα I.6 Τρόπος λήψης του ηλεκτροκαρδιογραφήματος.

ειδικό gel με στόχο την καλύτερη ανίχνευση του ασθενούς ηλεκτρικού σήματος που φθάνει στην επιφάνεια του σώματος^[5].

- III.** Μέλος του νοσηλευτικού προσωπικού, ή ακόμα και ο ίδιος ο γιατρός, τοποθετούν έξι αυτοκόλλητα ηλεκτρόδια σε προκαθορισμένες θέσεις στο θώρακα, για την λήψη των θωρακικών (προκάρδιων) απαγωγών: V1, V2, V3, V4, V5 και V6.
- IV.** Τέσσερα όμοια ηλεκτρόδια τοποθετούνται στα άνω και κάτω άκρα, για την λήψη των τριών διπολικών απαγωγών και των τριών ενισχυμένων μονοπολικών απαγωγών των άκρων.
- V.** Όλα τα ηλεκτρόδια συνδέονται στον ηλεκτροκαρδιογράφο όπου και γίνεται αναπαράσταση των 12 λαμβανόμενων απαγωγών ή ακόμα και εκτύπωσή τους^[6].

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του ΗΚΓ, ο ασθενής δεν πρέπει να κινείται και ίσως του ζητηθεί να κρατήσει την αναπνοή του^[7].

I.5 ΣΚΟΠΟΣ ΛΗΨΗΣ ΤΟΥ ΗΚΓ

Το ΗΚΓ συνήθως πραγματοποιείται ως εξέταση ρουτίνας για την εκτίμηση της φυσικής κατάστασης του ασθενούς. Ωστόσο, συμπτώματα, όπως στηθάγχη, δύσπνοια, ζάλη, τάσεις για λιποθυμία ή ταχυκαρδίες, απαιτούν τη διεξαγωγή ΗΚΓ για την διερεύνησή τους.

Με βάση το ΗΚΓ μπορούν να διαγνωστούν:

- I.** Ταχυκαρδία
- II.** Βραδυκαρδία
- III.** Ανωμαλία στο σύστημα αγωγής των καρδιακών παλμών που μπορεί να οφείλεται σε καρδιακή ή μεταβολική ανωμαλία.
- IV.** Αποδεικτικά στοιχεία για προηγούμενη καρδιακή προσβολή.
- V.** Αποδεικτικά στοιχεία για εξελισσόμενη, οξεία καρδιακή προσβολή.
- VI.** Δυσμενείς επιπτώσεις στην καρδιά από ποικίλες καρδιακές ή συστηματικές ασθένειες.
- VII.** Δυσμενείς επιπτώσεις στην καρδιά από συγκεκριμένες πνευμονολογικές παθήσεις.

VIII. Συγγενείς καρδιακές ανωμαλίες.

IX. Αποδεικτικά στοιχεία για ανωμαλίες στους ηλεκτρολύτες του αίματος.

X. Αποδεικτικά στοιχεία για λοιμώξεις του μυοκαρδίου και του περικαρδίου^[5].

I.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Guyton & Hall, *Ιατρική Φυσιολογία* (Έκδοση 9^η), Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισίανος, Αθήνα 1998.
- [2] Chen J., *Essentials of Cardiac Roentgenology*, Boston, Little Brown, 1987.
- [3] Incardiology
<http://www.incardiology.gr/exetaseis/hkg.htm>
- [4] ECG (electrocardiogram) (Authors: Dr Neal Uren, consultant cardiologist, Dr Patrick Davey, cardiologist and Dr Reginald Odbert, GP)
http://www.netdoctor.co.uk/health_advice/examinations/ecg.htm
- [5] MedicineNet (Health and Medical Information produced by doctors)
http://www.medicinenet.com/electrocardiogram_ecg_or_ekg/index.htm
- [6] eMedicine Health
<http://www.emedicinehealth.com/articles/10973-2.asp>
- [7] MedlinePlus Medical Encyclopedia
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/003868.htm>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΑ

ACL	Asynchronous Connection Less
AFH	Adaptive Frequency Hopping
AM_ADDR	Active Member Address
AR_ADDR	Access Request Address
BAN	Body Area Network
BB	BaseBand
BD_ADDR	Bluetooth Device Address
BMW	Bavarian Motor Works
BPSK	Binary Phase-Shift Keying
CPOD	Crue Physiologic Observation Device
CSD	Circuit Switched Data
CSMA	Carrier Sensing Multiple Access
DSSS	Direct - Sequence Spread Spectrum
ECG	Electrocardiogram
EEG	Electroencephalogram
EMG	Electromyogram
eSCO	extended Synchronous Connections

FEC	Forward Error Correction
FM	Frequency Modulation
GP	General Practitioner
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HCI	Host Controller Interface
HPC	Human Powered Centrifuge
HR	Heart Rate
HRV	Heart Rate Variability
IBM	International Business Machines Corporation
ICQ	Internet Chat Q
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Inc.	Incorporated
ISM	Industrial, Scientific & Medical band
KMH	Kennesaw Mountain High School
L2CAP	Logical Link Control and Adaption Protocol
LAN	Local Area Network
LC	Link Controller
LCD	Liquid-Crystal Display
LM	Link Manager
LMP	Link Manager Protocol

MCB	Microsystems Centre Bremen
MDEA	Medical Design Excellence Awards
MSN	Microsoft Network
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEEMO	NASA Extreme Environment Mission Operations
OBEX	OBject EXchange
OFDM	Orthogonal Frequency - Division Multiplexing
PAN	Personal Area Network
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PDU	Protocol Data Unit
PM_ADDR	Parked Member Address
PSTN	Public Switched Telephone Network
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
SCH	South Cobb High School
SCO	Synchronous Connection Oriented
SDP	Service Discovery Protocol

SMS	Short Message Service
SPSU	Southern Polytechnic State University
TDD	Time Division Duplex
TDI	Transport Driver Interface
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus
WAP	Wireless Access Point
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WEP	Wired Equivalent Privacy
Wi-Fi	Wireless Fidelity
ΗΕΓ	Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
ΗΚΓ	Ηλεκτροκαρδιογράφημα