

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική αυτή εργασία, ασχολείται με τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε περιβάλλοντα κρίσιμης ιατρικής πρακτικής με σκοπό τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας και αυτοματοποίηση των ροών εργασίας μειώνοντας τη πιθανότητα εμφάνισης ιατρικών λαθών λόγω τεκμηρίωσης. Συγκεκριμένα, ασχολείται με το κλινικό πληροφοριακό σύστημα IntelliVue Clinical Information Portfolio της εταιρείας Philips το οποίο θα βρει εφαρμογή στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας.

Λόγω του ότι οι παρεχόμενες λειτουργίες του συγκεκριμένου συστήματος δεν ήταν ξεκάθαρες στη ΜΕΘ του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας, η διπλωματική αυτή προσπαθεί να παρουσιάσει τις πραγματικές δυνατότητες αυτού του συστήματος, εξετάζοντας παράλληλα και το περιβάλλον στο οποίο θα εφαρμοστεί. Αν και το σύστημα χαρακτηρίζεται από υψηλό και ποιοτικό επίπεδο λειτουργίες όσον αφορά την παρακολούθηση και καταγραφή του τεράστιου όγκου δεδομένων που αφορούν τους ασθενείς, εντούτοις δεν παρέχει λειτουργίες για εξόρυξη γνώσης και πρόγνωσης της μελλοντικής κατάσταση των ασθενών.

Είναι δυνατόν τα δεδομένα τα οποία παράγονται και αποθηκεύονται στο σύστημα να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με αποθήκες δεδομένων αλλά και αλγορίθμους εξόρυξης γνώσης έτσι ώστε να δημιουργηθούν έξυπνα components τα οποία θα λειτουργούν παράλληλα και θα συμπληρώνουν το σύστημα.

**ΚΛΙΝΙΚΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΦΥΟΥΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Γεώργιος Χατζημαύρος

Η Διατριβή αυτή  
Υποβλήθηκε προς Μερική Εκπλήρωση των  
Απαιτήσεων για την Απόκτηση  
Τίτλου Σπουδών Master  
σε Προηγμένες Τεχνολογίες Πληροφορικής  
στο  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Συστήνεται προς Αποδοχή  
από το Τμήμα Πληροφορικής

Νοέμβριος, 2011

# ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Διατριβή Master

**ΚΛΙΝΙΚΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ**

**ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΙ**

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΦΥΟΥΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Παρουσιάστηκε από

Γεώργιο Χατζημαύρο

Ερευνητικός Σύμβουλος Χρίστος Σχίζας

---

Όνομα Ερευνητικού Συμβούλου

Μέλος Επιτροπής Τάσος Σοφοκλέους

---

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Μέλος Επιτροπής Κώστας Παττίχης

---

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Νοέμβριος, 2011

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με το τέλος αυτής της διατριβής ολοκληρώνεται ο κύκλος μεταπτυχιακών μου σπουδών στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Οφείλω και έχω την υποχρέωση να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξη τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Ειδικά την μητέρα μου που με υποστήριξε και ήταν στο πλευρό μου σε κάθε βήμα όλα αυτά τα χρόνια. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τα άτομα του προσωπικού μου κύκλου που ήταν πάντα κοντά μου, στις χαρές και στις λύπες, και που με εφοδίαζαν με κουράγιο. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Υπεύθυνο καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας το κ. Χρίστο Σχίζα, για τη συνεργασία που είχαμε, την καθοδήγησή του, τις συμβουλές, και γενικά για την πολύτιμη συμβολή του για την ολοκλήρωση αυτής της διατριβής. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας του Νοσοκομείου Λευκωσίας για την ενημέρωση που μου παρείχε σχετικά με πτυχές του συστήματος, σε ένα περιβάλλον όπου ο χρόνος είναι πολύτιμος.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>Κεφάλαιο 1</b> .....	<b>1</b>
1.1 Κίνητρο .....	1
<b>Κεφάλαιο 2</b> .....	<b>3</b>
2.1 Εισαγωγή .....	3
2.2 Τι είναι Εντατική Θεραπεία .....	4
2.3 Τι είναι η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (Μ.Ε.Θ.) .....	5
2.4 Κριτήρια λειτουργίας της Μ.Ε.Θ. ....	8
2.4.1 Ασθενείς.....	8
2.5.1 Προσωπικό της ΜΕΘ.....	14
2.6 Λειτουργία Μονάδας Εντατικής Θεραπείας του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας .....	17
2.6.1 Οργάνωση και λειτουργία.....	17
2.6.2 Ιατρικός εξοπλισμός.....	18
<b>Κεφάλαιο 3</b> .....	<b>19</b>
3.1 Εισαγωγή .....	19
3.2 Ορισμός κλινικών πληροφοριακών συστημάτων .....	19
3.3 Παραδείγματα χρήσης των πληροφοριακών συστημάτων στο χώρο της υγείας..	20
3.4 Πλεονεκτήματα των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων .....	22
3.5 Βασική αρχιτεκτονική των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων .....	24
3.5.1 Εξοπλισμός ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος.....	24
3.5.2 Αποθήκευση δεδομένων .....	27
3.5.3 Αξιολόγηση και εφαρμογή ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος .....	30
3.6 Βασικές διεργασίες που ικανοποιεί ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα .....	32
3.7 Μελλοντικές εξελίξεις .....	35
<b>Κεφάλαιο 4</b> .....	<b>37</b>
4.1 Εισαγωγή .....	37
4.2 Η πλατφόρμα IntelliVue Clinical Information Portfolio (ICIP) Critical Care.....	37
4.3 Η σημασία της κλινικής πληροφορίας στην παροχή ποιοτικότερης ιατρικής περίθαλψης.....	41
4.4 Υποστήριξη κλινικής απόφασης, ανάλυσης της ποιότητας και διαχείρισης του κόστους.....	43
4.5 Λειτουργίες του ICIP Critical Care για διαχείριση της πληροφορίας.....	44
4.5.1 Διαχείριση πληροφοριών του ασθενή.....	44
4.5.2 Ημερήσιο φύλλο νοσηλείας.....	45
4.5.3 Παρουσίαση εργαστηριακών αποτελεσμάτων.....	46
4.5.4 Διαχείριση Οδηγιών .....	47
4.5.5 Επισκόπηση Οδηγιών .....	48
4.5.6 Λίστα Εργασιών.....	49
4.5.7 Διαχείριση αντλιών .....	50
4.5.8 Σημειώσεις και Φόρμες.....	51
4.5.9 Κατασκευή φράσεων – Phrase Builder.....	52
4.5.10 Διαγνώσεις και κωδικοποιήσεις.....	53
4.5.11 Περίληψη των πληροφοριών του ασθενή .....	54
4.5.12 Κλίμακες αξιολόγησης κινδύνου .....	55
4.5.13 Ενσωμάτωση κυματομορφών .....	56
4.5.14 Τεκμηρίωση με τη χρήση οπτικού υλικού .....	57

4.5.15	Περίληψη σημαντικότερων στοιχείων του ασθενή κατά την εξαγωγή και εκτυπώσιμες αναφορές.....	58
4.5.16	Μηχανή υπολογισμών.....	60
4.6	Ενσωμάτωση χαρακτηριστικών πληροφορικής.....	61
4.7	Δυνατότητα Υποστήριξης κλινικής απόφασης.....	68
4.7.1	Παροχή κλινικών προειδοποιήσεων (Clinical Advisories).....	68
4.7.2	Application Bundles.....	75
4.8	Ανάλυση δεδομένων και παραγωγή αναφορών.....	76
4.9	Διαχείριση Οδηγιών.....	80
<b>Κεφάλαιο 5</b>	<b>.....</b>	<b>87</b>
5.1	Εισαγωγή.....	87
5.2	Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την παραμετροποίηση του συστήματος....	87
5.3	Σύνδεση του ιατρικού εξοπλισμού με το κλινικό πληροφοριακό σύστημα ICIP.....	89
5.4	Κύριες ροές εργασίας στο ICIP.....	90
5.4.1	Διαδικασία εισαγωγής ενός ασθενή στη ΜΕΘ.....	90
5.4.2	Καθημερινή τεκμηρίωση στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας....	93
5.4.3	Οδηγίες για τη διεξαγωγή εξετάσεων.....	95
5.4.4	Εισαγωγή κατευθυντήριων κλινικών οδηγιών στο ICIP.....	97
5.4.5	Παραγγελία και διαχείριση φαρμάκων.....	97
5.4.6	Παραγγελίες από την Τράπεζα Αίματος.....	99
5.4.7	Παραγγελίες οι οποίες σχετίζονται με τη διατροφή των ασθενών).....	99
5.4.8	Διαδικασία απαλλαγής/μεταφοράς από τη ΜΕΘ.....	99
5.4.9	Λίστα προβλημάτων.....	100
5.5	Σημειώσεις προόδου της υγείας του ασθενή.....	101
5.6	Περιγραφή των ρόλων των χρηστών του συστήματος.....	102
5.6.1	Ο ρόλος του ιατρού.....	102
5.6.2	Ρόλος του νοσηλευτή.....	103
5.6.4	Ο ρόλος του Φαρμακοποιού.....	105
5.7	Έντυπα τα οποία χρησιμοποιούνται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.....	105
5.8	Εμπειρία από τη χρήση του ICIP στο νοσοκομείο Sunway Medical Centre.....	110
<b>Κεφάλαιο 6</b>	<b>.....</b>	<b>115</b>
6.1	Εισαγωγή.....	115
6.2	Εξόρυξη δεδομένων και ενσωμάτωση στη ροή εργασίας στη ΜΕΘ.....	116
6.3	Διαθέσιμα δεδομένα σε μια ΜΕΘ.....	118
6.4	Μηχανική μάθηση (Machine Learning) και Εξόρυξη Δεδομένων (Data Mining).....	121
6.5	Το βήμα της εξόρυξης δεδομένων στη διαδικασία KDD.....	124
6.5	Προκλήσεις εξόρυξης δεδομένων στην εντατική θεραπεία.....	128
6.6	Τεχνικές βασισμένες σε κανόνες.....	132
6.7	Βασικές τεχνικές για μηχανική μάθηση.....	132
6.8	Κατασκευή ενός μοντέλου.....	133
6.8.1	Δέντρα απόφασης.....	135
6.8.2	Random Forests.....	138
6.8.3	Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial neural networks).....	139
6.8.4	Bayesian δίκτυα.....	144
6.8.5	Μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων (support vector machines).....	149
6.8.6	Gaussian processes.....	151
<b>Κεφάλαιο 7</b>	<b>.....</b>	<b>153</b>
7.1	Εισαγωγή.....	153

7.2 Πολυδιάστατη Βάση Δεδομένων (MDB) .....	153
7.3 Αποθήκες Δεδομένων (data warehouses) και εφαρμογές σύγχρονης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP) .....	154
7.4 Γενική Αρχιτεκτονική Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων για OLAP .....	160
7.5 Προτεινόμενο μοντέλο.....	163
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>169</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Διαχείριση πληροφοριών του ασθενή .....	45
Εικόνα 2 Ημερήσιο Φύλλο Νοσηλείας (Flowsheet).....	46
Εικόνα 3 Παρουσίαση εργαστηριακών αποτελεσμάτων .....	47
Εικόνα 4 Διαχείριση Οδηγιών .....	48
Εικόνα 5 Επισκόπηση των οδηγιών.....	49
Εικόνα 6 Λίστα Εργασιών .....	50
Εικόνα 7 Infusion Management .....	51
Εικόνα 8 Σημειώσεις και Φόρμες .....	52
Εικόνα 9 Κατασκευή φράσεων - Phrase Builder.....	53
Εικόνα 10 Διαγνώσεις και κωδικοποιήσεις .....	54
Εικόνα 11 Περίληψη των πληροφοριών του ασθενή.....	55
Εικόνα 12 Κλίμακες αξιολόγησης κινδύνου- SAPS II.....	56
Εικόνα 13 Κυματομορφές.....	57
Εικόνα 14 Τεκμηρίωση με τη χρήση οπτικού υλικού .....	58
Εικόνα 15 Περίληψη εξιτηρίου.....	59
Εικόνα 16 Εκτυπώσιμη αναφορά.....	60
Εικόνα 17 Μηχανή υπολογισμών .....	61
Εικόνα 18 Data Analysis και Reporting .....	63
Εικόνα 19 Database Configurator.....	64
Εικόνα 20 Διασύνδεση συσκευών .....	65
Εικόνα 21 IntelliVue Clinical Network .....	66
Εικόνα 22 ICIP Clustering.....	67
Εικόνα 23 Ολοκληρωμένο πλαίσιο του ICIP.....	68
Εικόνα 24 Τα κλινικά advisories συνδυάζουν το σύνολο της διαθέσιμης πληροφορίας .....	69
Εικόνα 25 Υπόδειξη ενός advisory για ένα συγκεκριμένο ασθενή .....	71
Εικόνα 26 Το advisory εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης του ασθενή.....	72
Εικόνα 27 Λίστα επιλογών που παρέχονται στο προσωπικό κατά την ενεργοποίηση ενός advisory.....	73
Εικόνα 28 Παραγωγή advisory για υποψία μόλυνσης.....	74
Εικόνα 29 Υπενθύμιση χρήστη από το advisory για την παροχή επιπρόσθετων στοιχείων.....	75
Εικόνα 30 Κλινικό advisory το οποίο παροτρύνει να ακολουθηθεί το Sepsis Bundle Protocol.....	75
Εικόνα 31 Αναφορά η οποία έχει παραχθεί από την εκτέλεση επερωτήσεων .....	77
Εικόνα 32 Διάφορα μοντέλα οδηγιών .....	81
Εικόνα 33 Perscription Pad.....	83
Εικόνα 34 Worklist .....	84
Εικόνα 35 Medication Overview .....	85
Εικόνα 36 Admission Form .....	91
Εικόνα 37 Δέσμευση ενός κρεβατιού στη ΜΕΘ .....	93
Εικόνα 38 Καταγραφή ζωτικών ενδείξεων του ασθενή στο Flowsheet.....	95
Εικόνα 39 Πρόγραμμα Pacs Image Viewer.....	96
Εικόνα 40 Οθόνη Lab Data.....	97



Εικόνα 41 Patient Discharge Summary .....	100
Εικόνα 42 Λίστα Προβλημάτων .....	101
Εικόνα 43 Σημειώσεις προόδου .....	102
Εικόνα 44 Ρόλος Ιατρού .....	103
Εικόνα 45 Ρόλος του νοσηλευτή 5.6.3 Ο ρόλος του Διατροφολόγου .....	104
Εικόνα 46 Ο ρόλος του διατροφολόγου .....	104
Εικόνα 47 Ρόλος του φαρμακοποιού .....	105
Εικόνα 48 Glasgow Outcome Scale .....	106
Εικόνα 49 Εξιτήριο – Discharge .....	106
Εικόνα 50 Ιατρικές Πράξεις - Medical procedure notes .....	106
Εικόνα 51 Apache Score .....	107
Εικόνα 52 Σημειώσεις για Πορεία Νόσου του ασθενή/ Patient Progress .....	107
Εικόνα 53 Δελτίο Μεταφοράς Ασθενούς με Τραχειοστομία από τη ΜΕΘ στο Θάλαμο .....	108
Εικόνα 54 Οδηγίες Συνεχούς Αιμοδιήθησης .....	108
Εικόνα 55 Πρωτόκολλο Χορήγησης Καλλίου στη ΜΕΘ .....	109
Εικόνα 56 Φύλλο φαρμακευτικής αγωγής (1) .....	109
Εικόνα 57 Φύλλο φαρμακευτικής αγωγής (2) .....	109
Εικόνα 58 Διαδικασία KDD .....	124
Εικόνα 59 Διαδικασία κατασκευής μοντέλου .....	134
Εικόνα 60 Προγνωστικό δέντρο απόφασης .....	136
Εικόνα 61 Random Forest .....	139
Εικόνα 62 Δομή ενός νευρώνα .....	141
Εικόνα 63 Μεταβολή συντελεστών βαρύτητας .....	142
Εικόνα 64 Δίκτυο Bayes .....	145
Εικόνα 65 NB και TAN δίκτυα .....	147
Εικόνα 66 Παράδειγμα για Naïve Bayesian Network .....	149
Εικόνα 67 Κύβος OLAP .....	158
Εικόνα 68 Γενικό σχήμα για μια αποθήκη δεδομένων .....	160
Εικόνα 69 Μοντέλο για Server-Side και για Client-Side .....	165
Εικόνα 70 Concept hierarchy .....	167

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Κίνητρο

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται η ανάλυση του εμπορικού κλινικού πληροφοριακού συστήματος το οποίο έχει επιλεγεί στο πλαίσιο της αναβάθμισης της μονάδας εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ) του νοσοκομείου Λευκωσίας και το οποίο αναμένεται να ενταχθεί σε εφαρμογή στο άμεσο μέλλον. Το κλινικό πληροφοριακό πακέτο το οποίο έχει επιλεγεί, συγκεκριμένα το IntelliVue Clinical Information Portfolio (ICIP), αποτελεί ένα critical care CIS (clinical information system) το οποίο θεωρείται από τα κορυφαία συστήματα στο χώρο εφαρμογής του. Το κλινικό αυτό πληροφοριακό σύστημα, το οποίο αποτελεί προϊόν της εταιρία Philips, μετρά μέχρι σήμερα ένα αξιοσημείωτο αριθμό υλοποιήσεων ανά το παγκόσμιο προσφέροντας τα πολλαπλά πλεονεκτήματα του τόσο στους παροχής υπηρεσιών υγείας όσο και στον ίδιο τον ασθενή.

Το σύστημα αυτό καλύπτει το ευρύ φάσμα των διεργασιών που πραγματοποιούνται στα πλαίσια της μονάδας ΜΕΘ ενώ ταυτόχρονα παρέχει και την αναγκαία υποδομή που επιτρέπει μελλοντικές επεκτάσεις και τροποποιήσεις. Την ίδια στιγμή παρέχει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί η βάση δεδομένων του συστήματος και να αποτελέσει οδηγό για την ενθάρρυνση της δημιουργίας έξυπνων components που μπορούν να αξιολογήσουν τα ιατρικά δεδομένα και βιοσήματα παρέχοντας δυναμικούς μηχανισμούς έγκαιρης (online) προειδοποίησης για την κατάσταση της πορείας του ασθενή.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να αξιολογηθούν και να παρουσιαστούν πτυχές της λειτουργικότητας του συστήματος που μπορεί να είναι άγνωστες στην ομάδα παραμετροποίησης και ουσιαστικά να αποτελέσει οδηγό στη δημιουργία του τελικού παραμετροποιημένου συστήματος. Η παραμετροποίηση του συστήματος είναι μια από τις εργασίες που είναι μείζονος σημασίας για την ομαλή μετάβαση της μονάδας στο ICIP και η διπλωματική αυτή καλείται να δώσει λύσεις και να παρουσιάσει εισηγήσεις γύρω από το τομέα αυτό. Μέσα από την ανάλυση του αρχικού blueprint αλλά και έχοντας σαφή εικόνα των διεργασιών που πραγματοποιούνται σε μια μονάδα ΜΕΘ η μελέτη αυτή μπορεί να φωτίσει κάποιες γκρίζες ζώνες που υπάρχουν σήμερα σχετικά με την ακριβή λειτουργικότητα του συστήματος.

## **Κεφάλαιο 2**

### **Μονάδα εντατικής θεραπείας**

#### **2.1 Εισαγωγή**

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και η ιλιγγιώδης ανάπτυξη της ιατρικής, έχουν επιτρέψει στην εποχή που ζούμε, την υποστήριξη κρίσιμα άρρωστων ασθενών, όπου πριν μερικά χρόνια ήταν καταδικασμένοι. Η εντατική θεραπεία ασχολείται αποκλειστικά με τον ασθενή του οποίου η υγεία βρίσκεται σε κρίσιμη κατάσταση, και είναι απαραίτητη σε κάθε νοσηλευτικό ίδρυμα [1].

Η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) αποτελεί ένα ανεξάρτητο τμήμα ενός νοσοκομείου, το οποίο απαιτεί εξειδικευμένο ιατρό-νοσηλευτικό προσωπικό για τη στελέχωσή του. Στο τμήμα αυτό παρέχεται ειδική ιατρική και τεχνική υποστήριξη με τη χρήση συσκευών για παρακολούθηση της υγείας των ασθενών χρησιμοποιώντας εξελιγμένη τεχνολογία ιατρικής με σκοπό την ομαλή και εύρυθμη λειτουργία του. Λόγω των σοβαρών περιστατικών που καλούνται να αντιμετωπιστούν στη συγκεκριμένη μονάδα, διάφοροι λειτουργοί υγείας, όπως ιατροί, νοσηλευτές, φυσικοθεραπευτές, καλούνται να συνεργαστούν στοχεύοντας στην παροχή πιο άμεσης και αυξημένης φροντίδας σε βαριά πάσχοντες ασθενείς. Στόχος των μονάδων εντατικής θεραπείας είναι η άμεση και αποτελεσματική παρέμβαση με απώτερο σκοπό τη διάσωση της ζωής των ασθενών [2,3].

## 2.2 Τι είναι Εντατική Θεραπεία

Με τον όρο εντατική θεραπεία, εννοούμε τη χρήση όλων των δυνατών θεραπευτικών ιδιοτήτων για παροδική αποκατάσταση διαταραγμένων ή ανασταλμένων ζωτικών λειτουργιών, με σκοπό την επαναφορά αυτών των λειτουργιών στη ζωή. Η Εντατική Θεραπεία, έκανε τα πρώτα της βήματα στην Κοπεγχάγη στις αρχές του 1950. Κατά τη διάρκεια της επιδημίας της πολιομυελίτιδας, 90 περίπου ασθενείς συγχρόνως, χρειάζονταν καθημερινά τεχνητή αναπνοή. Οι ασθενείς αντιμετώπιζονταν με τραχειοστομία και παρατεταμένο μηχανικό αερισμό με ασκό. Με τη λήψη αυτών των μέτρων, η θνησιμότητα μειώθηκε από το 87% σχεδόν στο μισό και συγκεκριμένα στο 40% [3,4].

Η εντατική θεραπεία βασίζεται κυρίως σε τέσσερα χαρακτηριστικά όπου το ένα συμπληρώνει το άλλο: στην κλινική πράξη, στην παρακολούθηση (monitoring) των ζωτικών λειτουργιών και των αποτελεσμάτων της κλινικής διαδικασίας, στην έρευνα και στην συνεχιζόμενη εκπαίδευση του νοσηλευτικού προσωπικού.

Η Εντατική Θεραπεία αποτελεί μια ευρέως φάσματος ειδικότητα η οποία θα πρέπει να αντιμετωπίζει των ασθενή ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα, και όχι μια υπερειδικότητα για ένα ξεχωριστό όργανο. Θα πρέπει να παρέχεται πολύπλευρη και πολυδύναμη νοσηλεία, με σφαιρική αντιμετώπιση του ασθενούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ειδικότητα αυτή απευθύνεται σε ασθενείς με μια μεγάλη ποικιλία νόσων όπου είτε πάσχουν από μια εξαιρετικά σοβαρή νόσο είτε παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες ανάπτυξης σοβαρών επιπλοκών από τη νόσο ή τη θεραπευτική αγωγή που τους έχει χορηγηθεί .

Σε αυτή την κρίσιμη φάση της υγείας των ασθενών, η βασική πάθηση είναι δευτερεύουσας σημασίας. Η θεραπεία που θα ακολουθηθεί στοχεύει στις ζωτικά απαραίτητες λειτουργίες του ασθενή όπως είναι η αναπνοή και η κυκλοφορία. Ανεξάρτητα από τα αίτια της πρωτοβάθμιας πάθησης που μπορεί να είναι χειρουργική, παθολογική ή άλλης φύσης, οι επιπλοκές που έχουν επιπτώσεις στις ζωτικές λειτουργίες, ακολουθούν συγκεκριμένα και σχεδόν ίδια πρότυπα. Οι επιπλοκές αυτές επιβάλλουν 24ωρη παρακολούθηση των ζωτικών λειτουργιών.

Η Εντατική Θεραπεία δεν εφαρμόζεται πλέον μόνο μέσα στους χώρους των Μονάδων Εντατικής Θεραπείας. Ένας κρίσιμα άρρωστος ασθενής της ΜΕΘ, ο οποίος χαρακτηρίζεται από πολυοργανική ανεπάρκεια που υποστηρίζεται με μηχανικό αερισμό, αιμοκάθαρση, πολλά ινóτροπα φάρμακα και πολύπλοκο monitoring περιγράφει την κλασσική περίπτωση ενός ασθενή ο οποίος νοσηλεύεται στη ΜΕΘ. Ωστόσο, όλο και περισσότερες επεμβατικές μέθοδοι ανάλογες με αυτές που χρησιμοποιούν οι εντατικολόγοι, επεκτείνονται σε ολόκληρο το νοσοκομείο. Ο σωστός χειρισμός των ασθενών πριν από την εισαγωγή τους στη ΜΕΘ είναι πρωταρχικής σημασίας, κυρίως γιατί με τη λήψη των κατάλληλων ιατρικών και παρεμβατικών αποφάσεων από νωρίς, μπορεί να αποτρέψει ακόμη και την εισαγωγή τους στη ΜΕΘ και δεύτερον γιατί μπορεί να προκαθορίσει και το επίπεδο υποστήριξης εάν αυτοί τελικά εισαχθούν στη Μ.Ε.Θ. [5].

### **2.3 Τι είναι η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (Μ.Ε.Θ.)**

Όπως έχει προαναφερθεί, η μονάδα εντατικής θεραπείας αποτελεί ένα ανεξάρτητο τμήμα, το οποίο έχει συγκεκριμένη τοποθεσία μέσα στο νοσοκομείο. Αποτελεί ένα χώρο ο οποίος είναι εξοπλισμένος με μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας και ειδικά

εκπαιδευμένο προσωπικό που παρέχει φαρμακευτική, μηχανική, ψυχολογική και συμβουλευτική υποστήριξη τόσο στον ασθενή όσο και στους συγγενείς των ασθενών. Παρόλο που σήμερα υπάρχουν διάφορα είδη Μονάδων Εντατικής Θεραπείας, όπως για παράδειγμα οι παθολογικές, παιδιατρικές, αναπνευστικές, χειρουργικές, όλες τους έχουν τον ίδιο σκοπό: την περίθαλψη των κρίσιμα άρρωστων ασθενών.

Η αρχιτεκτονική διαμόρφωση, τα χαρακτηριστικά του ιατρικού, νοσηλευτικού και παραϊατρικού προσωπικού, ο τεχνικός και τεχνολογικός εξοπλισμός αλλά και η λειτουργία του ως ανεξάρτητο τμήμα αλλά ταυτόχρονα και ως μέρος του νοσοκομείου έχουν κάποιες ιδιαιτερότητες. Η ΜΕΘ, παρέχει υπηρεσίες χωρίς χρονικούς περιορισμούς κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου παρέχοντας υψηλό επίπεδο φροντίδας [6].

Η περίθαλψη των ασθενών σε μια ξεχωριστή μονάδα του νοσοκομείου συνεπάγεται ορισμένα σημαντικά ιατρικά πλεονεκτήματα. Στις μέρες μας, υπάρχει εξειδικευμένο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό με γνώσεις και εμπειρίες στην Εντατική Θεραπεία. Επομένως, μια μονάδα εντατικής θεραπείας έχει στη διάθεσή της το προσωπικό αυτό να απασχολείται πλήρως εκεί.

Οι ειδικοί εντατικολόγοι είναι σε μεγάλο βαθμό εξοικειωμένοι με την πολύπλοκη τεχνολογία, τη φυσιολογία, τη φαρμακολογία, όπως επίσης και με την κλασική ιατρική. Παρόλα αυτά, είναι εξαιρετικά σημαντικό το προσωπικό που εργάζεται σε μια μονάδα εντατικής θεραπείας, να εξοικειωθεί με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις των βαριά άρρωστων ασθενών με σκοπό να αποκτήσει την απαραίτητη εμπειρία για την αντιμετώπιση των διαφόρων προβλημάτων που ίσως θα εμφανιστούν [7].

Η αντιμετώπιση των ασθενών που νοσηλεύονται σε μια μονάδα εντατικής θεραπείας, σε ένα μεγάλο βαθμό, δεν συμβαδίζει και δεν ακολουθεί τους τυπικούς “διαχωρισμούς” που τίθενται στο πλαίσιο της κλασικής ιατρικής. Για παράδειγμα, "Χειρουργικοί" ασθενείς εμφανίζουν "παθολογικές" διαταραχές. Αντίθετα, "Παθολογικοί" ασθενείς ίσως να εμφανίσουν "χειρουργικά" προβλήματα.

Η ΜΕΘ όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί ένα τμήμα με πολλές ιδιαιτερότητες και εντελώς διαφορετικές ανάγκες από ένα διαφορετικό τμήμα του νοσοκομείου. Ο όγκος των ευθυνών καθώς επίσης και ο καθορισμός της λειτουργίας του χώρου αυτού είναι πέρα από τα πλαίσια της οργανωτικής δομής του νοσοκομείου. Η βαρύτητα των περιστατικών, η συνεχής αναγκαιότητα επεμβατικής δράσης, ο αυξημένος κίνδυνος ο οποίος προκύπτει από τη φύση του χώρου (λοιμώξεις, ακτινοβολία, σηπτικά περιστατικά, κλπ) επιβάλλουν τη συνεχή αναθεώρηση και θέσπιση των "κανόνων" καθώς επίσης και την εφαρμογή πρωτοκόλλων που πρέπει να ακολουθούνται.

Το προσωπικό της μονάδας, θα πρέπει να ακολουθεί τις καθιερωμένες δραστηριότητες σε ημερήσια διάταξη όπως αυτές ορίζονται από τα καθήκοντα υπηρεσίας του και οι οποίες θα είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις ανάγκες των αρρώστων. Τέτοιες δραστηριότητες είναι, η πρωινή ενημέρωση της ιατρικής ομάδας από τους εφημερεύοντες της προηγούμενης; οπότε και γίνεται μελέτη των περιστατικών και ο καθορισμός της θεραπευτικής αγωγής που θα ακολουθηθεί [7].

Η λειτουργία της ΜΕΘ, λόγω του ειδικού χαρακτήρα της, μπορεί να αποτελέσει ένα ευέλικτο περιβάλλον σε σχέση με άλλες μονάδες του νοσοκομείου. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε να μην γίνεται κατάχρηση αυτού του



δικαιώματος. Η ευελιξία στη λειτουργία της ΜΕΘ, αποτελεί μια αρμοδιότητα που ανήκει στον Διευθυντή της μονάδας, ο οποίος θεσπίζει τις αρχές στις οποίες οφείλει να υπακούει η μονάδα.

## **2.4 Κριτήρια λειτουργίας της Μ.Ε.Θ.**

### **2.4.1 Ασθενείς**

Οι ασθενείς νοσηλεύονται στη ΜΕΘ όταν αναμένεται να ωφεληθούν από την υποστήριξη των ζωτικών λειτουργιών τους είτε ως προς την επιβίωση είτε ως προς την βελτίωση του επιπέδου ζωής. Το περιβάλλον της ΜΕΘ, δεν μπορεί να θεωρηθεί χώρος νοσηλείας ασθενών με μη αναστρέψιμη πρωτογενή νόσο η οποία κατά πάσα πιθανότητα θα οδηγήσει στον θάνατο. Ασθενείς που αφήνονται να εμφανίσουν σοβαρό shock και κατά συνέπεια προχωρημένη δυσλειτουργία των διαφόρων οργάνων, απαιτούν μεγαλύτερη υποστήριξη και πιο παρατεταμένη νοσηλεία στη ΜΕΘ σε αντίθεση με αυτούς που αντιμετωπίζονται έγκαιρα.

Για το χρονικό διάστημα της παραμονής των ασθενών στην ΜΕΘ την πλήρη και αποκλειστική ευθύνη της νοσηλείας τους την έχουν οι ιατροί που στελεχώνουν τη μονάδα. Οι ιατροί άλλων ειδικοτήτων καλούνται από τους θεράποντες ιατρούς όποτε κριθεί απαραίτητο και συμμετέχουν στη θεραπεία του ασθενή ως σύμβουλοι. Για την εισαγωγή και εξαγωγή των ασθενών από την ΜΕΘ, τηρούνται κάποια κριτήρια εισόδου και εξόδου αντίστοιχα.

#### **2.4.1.1 Είσοδος των ασθενών στη Μ.Ε.Θ.**

Ο ιατρός από το τμήμα στο οποίο νοσηλεύεται αρχικά ο ασθενής, οφείλει να ενημερώσει το ιατρικό προσωπικό της ΜΕΘ για την κατάσταση του ασθενή που

πιθανόν να πρέπει να εισαχθεί στη ΜΕΘ. Την εισαγωγή ενός ασθενή στην ΜΕΘ αποφασίζει αποκλειστικά και μόνο ο υψηλότερα ιεραρχικά ιστάμενος ιατρός της ΜΕΘ ο οποίος τυγχάνει να είναι παρών κατά την κλήση από το ενδιαφερόμενο τμήμα. Η εισαγωγή γίνεται μόνο όταν ο ασθενής ικανοποιεί τα κριτήρια εισαγωγής τα οποία τίθενται από τη διοίκηση της ΜΕΘ. Ο ασθενής, κατά την εισδοχή του στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, συνοδεύεται από τον ιατρό του τμήματος στο οποίο νοσηλεύεται και από τον προσωπικό του φάκελο στον οποίο βρίσκονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που τον αφορούν [7,8].

Η εισαγωγή ενός ασθενή, βασίζεται σε κάποια σειρά προτεραιότητας ανάλογα με την κατάσταση του ασθενούς. Υψηλή προτεραιότητα λαμβάνει ο ασθενής με ανάγκη υποστήριξης ζωτικών λειτουργιών, μεσαία ο ασθενής με ανάγκη ελέγχου ζωτικών λειτουργιών και χαμηλή ο ασθενής με ανάγκη μετεγχειρητικής ανάνηψης ή ο ασθενής του οποίου η κατάσταση υγείας του δεν αναμένεται να βελτιωθεί. Για αυτόν το λόγο οι δείκτες προτεραιότητας θα πρέπει να είναι γνωστοί από τον ιατρό του ενδιαφερόμενου τμήματος πριν την εισαγωγή του ασθενή στη ΜΕΘ [7,8].

### **Κριτήρια εισόδου των ασθενών στη Μ.Ε.Θ.**

#### **• Ασθενής υψηλής προτεραιότητας.**

Είναι ο ασθενής ο οποίος έχει ανάγκη για πολύ υψηλού επιπέδου εντατική θεραπεία. Βαριά άρρωστος ασθενής, ταχέα εξελισσόμενος πάσχοντας ή ασταθής ασθενής με ανάγκη υποστήριξης των ζωτικών λειτουργιών του όπως μηχανική υποστήριξη της αναπνοής ή υποστήριξη με αγγειοδραστικά και ινóτροπα φάρμακα.

- **Ασθενής μεσαίας προτεραιότητας.**

Στην κατηγορία αυτή, εντάσσονται οι ασθενείς με ανάγκη παρακολούθησης, οι οποίοι παρουσιάζουν ανεπάρκεια ως προς τις ζωτικές λειτουργίες η οποία προκλήθηκε μετά από σοβαρές επιπλοκές ή χειρουργική επέμβαση. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει ανάγκη ελέγχου ζωτικών λειτουργιών για την υποστήριξής τους σε περίπτωση περαιτέρω επιδείνωσης.

- **Ασθενής χαμηλής προτεραιότητας.**

Είναι ο ασθενής με βαριά προϋπάρχουσα και οξεία νόσο ή συνδυασμός τους. Δηλαδή, πρόκειται για ασθενείς για τους οποίους δεν απαιτείται η υποστήριξη των ζωτικών λειτουργιών, αλλά παρουσιάζουν την ανάγκη να τύχουν παρακολούθησης για ένα μικρό χρονικό διάστημα στα πλαίσια της ανάνηψης μετά από μια χειρουργική επέμβαση, ή για ασθενείς με σοβαρές χρόνιες διαταραχές οι οποίες αν δεν αντιμετωπιστούν, μπορεί να επιβαρύνουν την έκβαση της υγείας τους [7,8,9].

#### **2.4.1.2 Έξοδος των ασθενών από τη ΜΕΘ**

Την έξοδο του ασθενή από την ΜΕΘ αποφασίζει ο υψηλότερα ιεραρχικά ιστάμενος ιατρός της ΜΕΘ, ο οποίος είναι παρόν κατά το πρωινό ωράριο εργάσιμης ημέρας. Απαραίτητα ενημερώνεται εγκαίρως το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό του τμήματος στο οποίο θα γίνει η διακομιδή. Τον ασθενή συνοδεύει γραπτό ενημερωτικό σημείωμα απαλλαγής από τη μονάδα, ο φάκελος του και ο υπεύθυνος νοσηλευτής του ασθενή [7,8,9].

## **Κριτήρια εξόδου των ασθενών από την ΜΕΘ**

### **• Ασθενής υψηλής προτεραιότητας.**

Είναι ο ασθενής ο οποίος εμφανίζει σταθεροποιημένες ζωτικές λειτουργίες και δεν υπάρχει η ανάγκη παρακολούθησης ή υποστήριξης. Δεν υφίσταται η ανάγκη για εντατική και εξειδικευμένη θεραπεία, ή η θεραπεία η οποία έχει εφαρμοστεί έχει αποτύχει ή η επιπρόσθετη υποστήριξη δεν αναμένεται να βελτιώσει σημαντικά την υγεία του ασθενή. Στους ασθενείς αυτούς δεν απαιτείται έλεγχος ζωτικών λειτουργιών πέρα από αυτόν που θα πραγματοποιείται όταν νοσηλεύονται στο τμήμα στο οποίο θα διακομισθούν.

### **• Ασθενής μεσαίας προτεραιότητας**

Είναι ο ασθενής ο οποίος δεν υποστηρίζεται μηχανικά και δεν υπάρχει η ανάγκη παρακολούθησής του. Στον ασθενή αυτό, δεν αναμένεται αιφνίδια μεταβολή της πορείας υγείας του έτσι ώστε να δημιουργηθεί η ανάγκη υποστήριξης του εκ νέου. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει η πιθανότητα να απαιτείται πιο συστηματικός έλεγχος ζωτικών λειτουργιών ή εντατικότερη νοσηλεία στο τμήμα στο οποίο θα διακομισθεί.

### **• Ασθενής χαμηλής προτεραιότητας.**

Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η συνέχιση της μη επεμβατικής υποστήριξης ή ελέγχου ζωτικών λειτουργιών στο τμήμα στο οποίο θα διακομισθεί ο ασθενής [7,8,9].

## **2.5 Στελέχωση πολυδύναμων ΜΕΘ**

Το πλαίσιο οργάνωσης της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας είναι εντελώς διαφορετικό από τα υπόλοιπα μέρη του νοσοκομείου και συμβαδίζει με τις ανάγκες που τίθενται από την Εντατική Θεραπεία. Όλα τα περιστατικά βαριάς μορφής τα οποία έχουν

πιθανότητα επιβίωσης, ανεξάρτητα από την ειδικότητα στην οποία εμπίπτουν, διακομίζονται και νοσηλεύονται στη ΜΕΘ η οποία είναι διαμορφωμένη, εξοπλισμένη και στελεχωμένη με τον κατάλληλο τρόπο, προκειμένου να δεχθεί ασθενείς οι οποίοι θα πρέπει να τύχουν εντατικής παρακολούθησης, συστηματικής υποστήριξης, έγκαιρης διάγνωσης και ορθολογιστικής και εξειδικευμένης θεραπείας. Υπάρχουν και έχουν τεθεί σε ισχύ κανόνες λειτουργίας των ΜΕΘ, έτσι ώστε να παρέχουν συνεχείς υπηρεσίες επί εικοσιτετράωρου βάσεως με άμεση ετοιμότητα τόσο του προσωπικού όσο και του εξοπλισμού.

Μια ΜΕΘ, αποτελείται από εξειδικευμένο και κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό όπως είναι οι ιατροί, νοσηλευτές, φυσικοθεραπευτές, τεχνικοί, ερευνητές κλπ.. Κάθε ΜΕΘ πρέπει να έχει ένα γιατρό (διευθυντή), ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την ιατρική φροντίδα, την οργάνωση και λειτουργία της ΜΕΘ καθώς και προϊστάμενο νοσηλευτή, υπεύθυνο για όλες τις νοσηλευτικές αρμοδιότητες [10].

Στο περιβάλλον των εντατικών μονάδων, η συμβολή των άλλων ειδικοτήτων είναι αρκετά χρήσιμη. Ο εντατικολόγος, αποτελεί τον υπεύθυνο ιατρό ο οποίος ανεξάρτητα από ποια ειδικότητα προέρχεται (αναισθησιολογία, παθολογία, χειρουργική), έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα για την αντιμετώπιση βαριά πάσχοντων ασθενών. Είναι υπεύθυνος για κάθε τομέα της λειτουργίας της ΜΕΘ, ο εκπρόσωπος της σε κάθε περίπτωση και συντονιστής της πολιτικής της. Αναλαμβάνει ευθύνες και είναι πάντα αυτός που κατευθύνει τις ενέργειες και δίνει τις γενικές οδηγίες. Ο εντατικολόγος, καλείται να αποτελέσει τον επικοινωνιακό κόμβο μεταξύ ενός συνόλου ιατρικών ειδικοτήτων ο οποίος θα πρέπει να αξιολογεί και να συνδυάζει κατάλληλα όλες τις γνώμες των άλλων ειδικών δημιουργώντας το τελικό πλάνο θεραπείας του ασθενή [11].

Το νοσηλευτικό προσωπικό, θα πρέπει να χρίζει συνεχούς εκπαίδευσης με σκοπό να είναι πλήρως καταρτισμένο και ενήμερο με θέματα που αφορούν τη λειτουργία της μονάδας, τις διαδικασίες και τα πρωτόκολλα που ακολουθούνται καθώς και τον τρόπο με τον οποίο θα χειριστούν διάφορα περιστατικά. Θα ήταν παράλογο κάποιος να αναμένει από ένα νοσηλευτή ενός συγκεκριμένου τμήματος ή έναν ιατρό άλλης ειδικότητας να ανταποκριθεί με επιτυχία σε όλα τα ειδικά προβλήματα ενός βαρέως πάσχοντος.

Τόσο οι ιατροί όσο και οι νοσηλευτές μιας Μ.Ε.Θ. απαιτούν ειδική εκπαίδευση, ειδικά βιβλία και περιοδικά, καθώς επίσης και συμμετοχή σε ειδικές επιστημονικές συναντήσεις όπου θα ανταλλάξουν γνώσεις και εμπειρία που έχουν αποκτήσει. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι ποτέ δεν θα ζητούν τη γνώμη ή τη βοήθεια συναδέλφων τους άλλων ειδικοτήτων όταν χρειάζεται. Το τελευταίο επιβάλλεται στα πλαίσια της συνεργασίας μεταξύ όλων των ειδικοτήτων της Ιατρικής. Παρόλα αυτά, είναι βασικό για την καλύτερη κλινική απόδοση, κάθε ΜΕΘ να έχει τη δική της διοικητική αυτοτέλεια τόσο σε ιατρικό όσο και σε νοσηλευτικό επίπεδο.

Σε κάθε ΜΕΘ, είναι καλό να υπάρχει ένας φυσικοθεραπευτής ανά 12 κρεβάτια, ένας τεχνικός διαθέσιμος σε 24ωρη βάση, μια γραμματέας ανά 12 κρεβάτια και προσωπικό υπεύθυνο για την καθαριότητα που να γνωρίζει την ιδιαιτερότητα των χώρων και του εξοπλισμού της ΜΕΘ και τα προληπτικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την πρόληψη των λοιμώξεων [12,13].

Παρά το γεγονός, ότι ο αριθμός των κρεβατιών ποικίλλει, ανάλογα με το μέγεθος και την κίνηση του νοσοκομείου, οι Μ.Ε.Θ. με λιγότερα από 6 κρεβάτια είναι γενικά

αποδεκτό ότι δεν συμφέρουν, ενώ Μ.Ε.Θ. με περισσότερα από 12 θα πρέπει να διαχωρίζονται σε μικρότερα τμήματα με σκοπό την καλύτερη διαχείριση τους.

### **2.5.1 Προσωπικό της ΜΕΘ**

#### **2.5.1.1 Ιατρικό προσωπικό.**

Ο Διευθυντής της ΜΕΘ έχει τη συνολική ευθύνη της λειτουργίας του τμήματος. Διαθέτει την κατάλληλη επιστημονική κατάρτιση, ώστε να κατευθύνει το διαγνωστικό και θεραπευτικό έργο και να δίδει τις δέουσες λύσεις στα προβλήματα που προκύπτουν. Στις ΜΕΘ παρέχεται εξ ορισμού 24ωρη ιατρική κάλυψη. Το ιατρικό προσωπικό επομένως θα πρέπει να είναι εξειδικευμένο και επαρκές. Η κάλυψη αυτή εξασφαλίζεται αφενός από μια βασική και εξειδικευμένη ιατρική ομάδα που εργάζεται σε μόνιμη βάση στη ΜΕΘ, και αφετέρου από ιατρικό προσωπικό το οποίο τυγχάνει εκπαίδευσης στη ΜΕΘ [7,14].

Το ιατρικό προσωπικό της ΜΕΘ. έχει την πλήρη και αποκλειστική ευθύνη για τους ασθενείς της ΜΕΘ. Για κάθε έναν από αυτούς και για όσο χρόνο παραμένουν στη μονάδα, ορίζεται ένας ιατρός που εδρεύει στη ΜΕΘ. Ο συγκεκριμένος ιατρός, είναι υπεύθυνος για την φαρμακευτική αγωγή και τις ιατρικές πράξεις που εκτελούνται στον ασθενή. Ιατροί άλλων ειδικοτήτων καλούνται, όταν αυτό απαιτηθεί, από τον θεράποντα ιατρό ως σύμβουλοι ιατροί. Είναι στην ευχέρεια και την ευθύνη του θεράποντα να ακολουθήσει μερικώς ή στο σύνολο ή καθόλου τις οδηγίες του συμβούλου.

Το ιατρικό προσωπικό της ΜΕΘ καθορίζει τα κριτήρια εισόδου και εξόδου των ασθενών στη ΜΕΘ. Έχει την ευθύνη καθορισμού ιατρικών και διαγνωστικών

πρωτοκόλλων για την ομοιόμορφη αντιμετώπιση των ασθενών. Αναλαμβάνει την καθημερινή ενημέρωση των συγγενών. Συμμετέχει στις οργανωμένες δραστηριότητες του τμήματος όπως πρωινή συζήτηση, επίσκεψη, οργανωμένα μαθήματα και αναλαμβάνει την εκπαίδευση των εκπαιδευόμενων είτε με οργανωμένες δραστηριότητες είτε με προσωπική καθημερινή επαφή και καθοδήγηση.

Επιπρόσθετα, το ιατρικό προσωπικό της ΜΕΘ είναι δυνατόν όταν κλιθεί από τον θεράποντα ιατρό άλλου τμήματος, να καθοδηγήσει ως προς τις προτεραιότητες της αντιμετώπισης του ασθενούς και να συμβάλει στην δημιουργία θεραπευτικής στρατηγικής, παρέχοντας συμβουλευτικές εισηγήσεις με σκοπό την ορθολογικότερη υποστήριξη των ζωτικών λειτουργιών στα πλαίσια των δυνατοτήτων του τμήματος στο οποίο βρίσκεται ο ασθενής.

Η πλήρης υποστήριξη των ζωτικών λειτουργιών και η άσκηση της εντατικής ιατρικής είναι αδύνατον να επιτευχθεί με ασφάλεια σε άλλο χώρο εκτός αυτού της ΜΕΘ. Σε περίπτωση που παρουσιαστεί η ανάγκη άμεσης εισαγωγής στη ΜΕΘ, ενώ δεν υπάρχει διαθέσιμο κρεβάτι στο νοσοκομείο, τότε την εισαγωγή την συντονίζει και την πραγματοποιεί ο εκάστοτε ιατρός του τμήματος [7].

#### **2.5.1.2 Νοσηλευτικό προσωπικό.**

Η καλή συνεργασία και η επικοινωνία του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού είναι απαραίτητες για ένα καλό αποτέλεσμα. Οι αρμοδιότητες και οι ευθύνες πρέπει να είναι καλά οριοθετημένες. Οι γιατροί έχουν την ευθύνη των διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων και μεριμνούν για τη σωστή παρακολούθηση. Οι νοσηλευτές έχουν την ευθύνη της εκτέλεσης της νοσηλείας και αποτελούν το άγρυπνο μάτι στην παρακολούθηση [7,15,16].



Το νοσηλευτικό προσωπικό είναι πλήρους και αποκλειστικής απασχόλησης στη ΜΕΘ. Τα καθήκοντά τους περιλαμβάνουν την παρακολούθηση και καταγραφή των ζωτικών σημείων με την χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού, την εκτέλεση ιατρικών οδηγιών, την ετοιμότητα για CPR, τον έλεγχο επάρκειας και καταλληλότητας του φαρμακευτικού αποθέματος και υλικών και την εργασία σύμφωνα με τα νοσηλευτικά πρωτόκολλα.

Η εκπαίδευση του νέου προσωπικού γίνεται από τον νοσηλευτή κλινικό εκπαιδευτή ο οποίος ελέγχει την εμπέδωση των μεταδιδόμενων γνώσεων και δεξιοτήτων σύμφωνα με το εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Στην περίπτωση που δεν έχει πιστοποιηθεί κλινικός εκπαιδευτής, η εκπαίδευση διενεργείται από τον εμπειρότερο νοσηλευτή ο οποίος σε αυτό το διάστημα απαλλάσσεται από το νοσηλευτικό έργο. Οι εκπαιδευόμενοι νοσηλευτές δεν αντικαθιστούν το μόνιμο προσωπικό και δεν υπολογίζονται στην δύναμη της ΜΕΘ .

### **2.5.1.3 . Παραϊατρικό Προσωπικό**

Η ύπαρξη μόνιμου παραϊατρικού προσωπικού θεωρείται απολύτως αναγκαία για τη σωστή λειτουργία μιας ΜΕΘ. Το προσωπικό αυτό αποτελείται από τις παρακάτω κατηγορίες [7,15,16]:

1. Τεχνικό Προσωπικό: Οι ΜΕΘ, είναι τμήματα με υψηλή συγκέντρωση πολύπλοκου, ευαίσθητου και πανάκριβου τεχνολογικού εξοπλισμού. Με τη σωστή συντήρηση του αυξάνεται σημαντικά τόσο η άμεση χρήση, όσο και ο χρόνος ζωής αυτού του εξοπλισμού. Η ανάπτυξη μιας πλήρους και

αποτελεσματικής κεντρικής τεχνικής υπηρεσίας με βάρδιες ετοιμότητας, είναι επιτακτική για κάθε μονάδα.

2. Προσωπικό Εργαστηρίου: Για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά οι μονάδες εντατικής θεραπείας, πρέπει να έχουν την υποστήριξη και διαρκή κάλυψη άλλων τμημάτων του νοσοκομείου και ιδιαίτερα των εργαστηρίων. Υπάρχει όμως μια σειρά εξετάσεων που είναι τόσο συχνές στις ΜΕΘ, ώστε από ένα στάδιο και μετά πρέπει να προβλέπεται η εργαστηριακή αυτοτέλεια τους.
3. Βοηθητικό Προσωπικό: Σε κάθε βάρδια είναι αναγκαίο να εξασφαλισθεί η παρουσία μιας καθαρίστριας και ενός τραυματιοφορέα. Επίσης θεωρείται απαραίτητη κατά τις ώρες του κανονικού ωραρίου μια γραμματέας/ γραφέας.
4. Φυσιοθεραπευτές: Η ΜΕΘ πρέπει να έχει συνεχή κάλυψη από φυσιοθεραπευτές.

## **2.6 Λειτουργία Μονάδας Εντατικής Θεραπείας του Γενικού Νοσοκομείου**

### **Λευκωσίας**

#### **2.6.1 Οργάνωση και λειτουργία**

Η ΜΕΘ του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας αποτελεί μια πολυδύναμη μονάδα η οποία δημιουργήθηκε το 2006, στα πλαίσια της ίδρυση του νέου Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας. Αποτελεί μια μονάδα η οποία δέχεται κρίσιμα άρρωστους ασθενείς. Η ΜΕΘ, δεν δέχεται ασθενείς κάτω των 12 ετών και το σύνολο των εισαγωγών στη μονάδα πραγματοποιείται από όλες τις μονάδες του Νοσοκομείου [17].

Η ΜΕΘ στο Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας λειτουργεί και ως Μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας καρδιοχειρουργικών ασθενών για τις πρώτες 48 ώρες της νοσηλείας τους, μετά το χειρουργείο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ΜΕΘ αποτελεί

μια κλειστή ΜΕΘ η οποία καλύπτεται από εξειδικευμένο εντατικολόγο επί 24ώρου βάσεως.

Η ΜΕΘ αριθμεί 17 κρεβάτια, από τα οποία τα 7 λειτουργούν σαν δωμάτια απομόνωσης ενώ τα 10 βρίσκονται σε ένα ανοικτό ενιαίο χώρο. Επιπρόσθετα, υπάρχουν 2 νοσηλευτικοί σταθμοί οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι με το συστήματα κεντρικής παρακολούθησης IntelliVue Information Center. Ένα από τα προβλήματα το οποίο προσπαθεί να επιλύσει η διεύθυνση της μονάδας είναι η έλλειψη διαθέσιμων κρεβατιών λόγω των αυξανόμενων αναγκών για εισαγωγή στη ΜΕΘ, ενώ επίσης σχεδιάζεται η εισαγωγή Μονάδων Αυξημένης Φροντίδας.

### **2.6.2 Ιατρικός εξοπλισμός**

Ο ιατρικός εξοπλισμός ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στη ΜΕΘ, αφορά εξειδικευμένο ιατρικό εξοπλισμό παρακολούθησης και θεραπείας, ο οποίος της επιτρέπει να νοσηλεύει βαριά περιστατικά ασθενών με ανεπάρκεια και δυσλειτουργία πολλαπλών οργανικών συστημάτων.

Η εξειδικευμένη ομάδα ιατρών και νοσηλευτών της μονάδας, αξιολογεί τις ανάγκες, παρακολουθεί τις εξελίξεις της υψηλής ιατρικής τεχνολογίας και προωθεί τις διαδικασίες για την εξασφάλιση του κατάλληλου εξοπλισμού. Η ΜΕΘ αναμένεται να υιοθετήσει μια αναβαθμισμένη υποδομή ιατρικής πληροφορικής, μέσω της εφαρμογής ενός Κλινικού Πληροφοριακού Συστήματος. Το Κλινικό Πληροφοριακό Σύστημα σήμερα βρίσκεται στη φάση παραμετροποίησης του με σκοπό να ικανοποιούνται οι ανάγκες της συγκεκριμένης μονάδας. Το σύστημα αναμένεται να τεθεί σε λειτουργία προς τα τέλη του 2011 σε μια βασική μορφή η οποία δεν θα αξιοποιεί από την αρχή τις συνολικές δυνατότητές της.

## **Κεφάλαιο 3**

### **Κλινικά πληροφοριακά συστήματα(CIS)**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Μια μονάδα εντατικής θεραπείας, αποτελεί ένα ιδιόμορφο περιβάλλον το οποίο είναι πλούσιο σε ιατρικά δεδομένα και η οποία μπορεί να επωφεληθεί από την καλύτερη διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων που παράγονται και αφορούν τους κρίσιμα άρρωστους ασθενείς. Η αρχειοθέτηση των ιατρικών πληροφοριών απαιτεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα, το οποίο συμπεριλαμβάνει λειτουργίες που σχετίζονται με την καταχώρηση, την αρχειοθέτηση και τη διαθεσιμότητα της ιατρικής πληροφορίας που παράγεται κατά τη διάρκεια της κλινικής περίθαλψης. Η εφαρμογή του θα συμβάλει στη μείωση του χρόνου που ξοδεύουν οι παροχείς της ιατρικής περίθαλψης στην αρχειοθέτηση ενώ ταυτόχρονα θα αυξήσει το χρόνο που αφιερώνουν στην περίθαλψη των ασθενών. Η ιατρική πληροφορία η οποία βρίσκεται στη βάση δεδομένων του συστήματος, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντικές ιατρικές χρήσεις καθώς και για δευτερεύουσες χρήσεις που σχετίζονται με επιχειρηματικές ανάγκες και θέματα γύρω από το τομέα της έρευνας [18].

#### **3.2 Ορισμός κλινικών πληροφοριακών συστημάτων**

Ο όρος κλινικά πληροφοριακά συστήματα (Clinical Information Systems - CIS), αναφέρεται σε αυτοματοποιημένα συστήματα που κυρίως ασχολούνται με τη διαχείριση του ιατρικού φακέλου του ασθενή. Τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα, συχνά εμφανίζονται στα πλαίσια της λειτουργίας εξειδικευμένων μονάδων ενός νοσοκομείου, όπως είναι η εντατική μονάδα θεραπείας, η μονάδα των πρώτων βοηθειών και η καρδιολογική μονάδα.

Τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα που σχετίζονται με τις μονάδες εντατικής θεραπείας (ICUs) έχουν αναπτυχθεί και τεθεί σε εφαρμογή από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Εντούτοις, η εφαρμογή τους αρχικά αντιμετώπισε ένα σύνολο προβλημάτων τα οποία περιόρισαν την μαζική τους χρήση, κυρίως λόγω των περιορισμών που υπαγόρευε το κόστος υλοποίησής τους, η αυξημένη πολυπλοκότητα της λειτουργίας τους και η περιορισμένη αποδοχή τους από το ιατρικό προσωπικό [19,20].

Κατά τη διάρκεια των επομένων ετών, αναμένεται ευρύτερη εφαρμογή των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων σε όλες τις μονάδες των νοσοκομείων. Το βασικό κίνητρο προκύπτει από την για την ανάγκη για εξέλιξη των συστημάτων υγείας και την ανησυχία των κοινωνικών ετέρων για την διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και γενικότερα των υπηρεσιών υγείας. Τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα αποτελούν το μοναδικό ισχυρό μέτρο που μπορεί να παρέχει ένα ασφαλέστερο, αποτελεσματικότερο και αποδοτικότερο υγειονομικό σύστημα περίθαλψης [21].

### **3.3 Παραδείγματα χρήσης των πληροφοριακών συστημάτων στο χώρο της υγείας**

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Εθνικό Σύστημα Υγείας (NHS) έχει σχεδόν ολοκληρώσει ένα φιλόδοξο εθνικό πληροφοριακό πρόγραμμα ( NPF IT) το οποίο περιλαμβάνει ένα εθνικό συνοπτικό αρχείο ιατρικής φροντίδας (SCR) το λεγόμενο “spine” στο οποίο γίνεται η αποθήκευση περιορισμένου αριθμού ουσιαστικών πληροφοριών για κάθε ασθενή. Κάποια επιπρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που περιλαμβάνει αυτό το

σύστημα, είναι τα συστήματα αρχειοθέτησης και επικοινωνιών εικόνων (PACS), λεπτομερείς πληροφορίες οι οποίες διατηρούνται σε τοπικά συστήματα, η ηλεκτρονική συνταγογράφηση και η αυτοματοποιημένη είσοδος διαταγής παθολόγων (CPOE) [22].

Επιπρόσθετα, η κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής έχει τοποθετήσει τον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενή ψηλά στη λίστα προτεραιοτήτων της, παρόλο που η πρόοδος του έργου αναμένεται να μην είναι και τόσο ομαλή λόγω της κατανεμημένης φύσης του συστήματος υγείας της. Ένα πετυχημένο παράδειγμα εφαρμογής του ηλεκτρονικού φακέλου, έχει παρουσιαστεί από τη διοίκηση υγείας παλαιμάχων (VHA), η οποία παρέχει ένα διευρυμένο σύστημα το λεγόμενο VistA. Το VistA, συνδέεται και λειτουργεί σε στενή συνεργασία με τις μονάδες ποιοτικού ελέγχου της παραδίδοντας μέχρι σήμερα ουσιαστικά αποτελέσματα [23,24].

Με παρόμοιο τρόπο, το υγειονομικό σύστημα συνεργατών στο νοσοκομείο Brigham & Women και στο Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης έχουν καταδείξει σημαντικές βελτιώσεις στην υγειονομική περίθαλψη που παρέχεται στις εγκαταστάσεις τους, οι οποίοι επωφελούνται από τη μείωση του διαχειριστικού κόστους και την παράλληλη αύξηση της ποιότητας [25].

Η προσπάθεια εκσυγχρονισμού των συστημάτων υγείας στην Ευρώπη είναι επίσης γεμάτη από προκλήσεις όπου η υλοποίηση και εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει να αναγνωρίζεται και συμβαδίζει με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στην Αυστραλία, ακολουθείται μια διαφορετική προσέγγιση με περιορισμένες στρατηγικές και χρηματοδοτήσεις για την εφαρμογή και αξιοποίηση των ηλεκτρονικών φακέλων των ασθενών. Μέσω της στρατηγικής HealthConnect,

αυτό που επιδιώκεται είναι η εγκαθίδρυση ευρυζωνικών συνδέσεων ανάμεσα στους παροχείς υπηρεσιών υγείας και η καθιέρωση λεξικών δεδομένων (data dictionary) και προτύπων [26].

### **3.4 Πλεονεκτήματα των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων**

Η εφαρμογή ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος, επιδιώκει την παροχή ενός συνόλου πλεονεκτημάτων τόσο στην παροχή πρωτοβάθμιων υπηρεσιών υγείας όσο και σε δευτεροβάθμιες χρήσεις. Κάποια από τα κύρια οφέλη περιλαμβάνουν την αυτοματοποίηση των επαναλαμβανόμενων χειρωνακτικών εργασιών όπως είναι η εισαγωγή και η αντιγραφή δεδομένων, τη βελτιωμένη ακρίβεια στην τεκμηρίωση μέσω της μείωσης των ανθρωπίνων λαθών, τη λήψη των δεδομένων με ηλεκτρονικό τρόπο καθιστώντας τις πληροφορίες αυτές διαθέσιμες σε πολλαπλά σημεία παροχής ιατρικής περίθαλψης ταυτόχρονα και τη δυνατότητα επικοινωνίας τόσο με εξοπλισμό που βρίσκεται τοποθετημένος δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή όσο και με ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα στα νοσοκομεία. Ο ενσωματωμένος έλεγχος λαθών και τα συστήματα τα οποία βασίζονται στη γνώση (knowledge-based systems), μπορούν να παρέχουν ασφαλέστερη και υψηλότερης ποιότητας κλινική διαδικασία (clinical process) [27].

Η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας αποτελεί ήδη ένα τεχνολογικά πλούσιο περιβάλλον, όπου οι συσκευές οι οποίες βρίσκονται δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή επεξεργάζονται και παρέχουν δεδομένα σε ηλεκτρονική μορφή. Ομοίως, πολλές κλινικές μετρήσεις είναι διαθέσιμες από τον εξοπλισμό της μονάδας όπως είναι τα όργανα παρακολούθησης, οι αναπνευστήρες και οι αντλίες. Παραδοσιακά, αυτές οι ηλεκτρονικές τιμές μεταφέρονται στα διαγράμματα παρακολούθησης και στους έντυπους φακέλους των ασθενών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ογκωδών

διαγραμμάτων παρακολούθησης, που θέτουν προκλήσεις τόσο στην αποθήκευση όσο και στην πρόσβαση. Επιπρόσθετα τα λάθη τα οποία σχετίζονται με την αντιγραφή καθώς και τα αριθμητικά λάθη κατά τη μεταφορά των παρατηρήσεων στο χαρτί είναι αυξημένα.

Ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα αυτοματοποιεί τη διαδικασία της συλλογής ηλεκτρονικών δεδομένων από συσκευές που βρίσκονται δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή όπως είναι τα όργανα παρακολούθησης, αναπνευστήρες, αντλίες έγχυσης (infusion pumps), εξοπλισμό διάλυσης/διήθησης, καρδιακές συσκευές, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο διάφορους υπολογισμούς με αριθμητική ακρίβεια. Η ενσωμάτωση των κλινικών τεκμηριώσεων και των σημειώσεων προόδου, παρέχει ένα ευανάγνωστο συνεπές και ολοκληρωμένο αρχείο γεγονότων.

Επιπρόσθετα, οι πληροφορίες που βρίσκονται διαθέσιμες σε ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα, μπορούν να γίνουν προσβάσιμες από γεωγραφικά απομακρυσμένους τερματικούς σταθμούς οι οποίοι βρίσκονται τόσο εντός όσο και εκτός του νοσοκομείου. Εφ' όσον το σύστημα βρίσκεται σε λειτουργία, ο ιατρικός φάκελος του ασθενή είναι δυνατόν να προσπελαστεί οποιαδήποτε χρονική στιγμή και να είναι πάντα διαθέσιμος στους παροχείς ιατρικής περίθαλψης που επιθυμούν να αποκτήσουν πρόσβαση στις πληροφορίες.

Μια σημαντική συμβολή του κλινικού πληροφοριακού συστήματος στην ασφάλεια και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, είναι μέσω της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και της διαχείρισης του ελέγχου για τη χορήγηση φαρμάκων. Τα λάθη που προκύπτουν στη συνταγογράφηση και τη διαχείριση των χορηγούμενων φαρμάκων, αποτελούν μια κύρια αιτία για δυσάρεστα γεγονότα τα οποία σχετίζονται με την πρόκληση διαφόρων ασθενειών ακόμη και θανάτων[28]. Ένα κλινικό



πληροφοριακό σύστημα, παρέχει ποικίλα επίπεδα υποστήριξης απόφασης, τα οποία μπορούν να περιλάβουν εισηγήσεις για τροποποίηση της χορηγούμενης δοσολογίας, ή την παρεμπόδιση της συνταγογράφησης σε περιπτώσεις γνωστής αλλεργίας ή πιθανής παρενέργειας που οφείλεται στη λήψη κάποιου άλλου φαρμάκου [29].

### **3.5 Βασική αρχιτεκτονική των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων**

#### **3.5.1 Εξοπλισμός ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος**

Όλα τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα, μοιράζονται ορισμένα βασικά συστατικά όπως είναι οι τερματικοί σταθμοί, το δίκτυο και οι κεντρικοί εξυπηρετητές. Η διεπαφή με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης (user interface), παρουσιάζεται στον τερματικό σταθμό, ο οποίος είτε βρίσκεται δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή είτε στο κεντρικό σταθμό του νοσηλευτικού προσωπικού είτε στα γραφεία του ιατρικού προσωπικού (π.χ των εντατικολόγων). Οι τερματικοί σταθμοί αποτελούνται συνήθως από ειδικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές (medical grade pcs), οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται τοποθετημένοι σε σταθερά ή κινητά σημεία. Επιπλέον στους τερματικούς σταθμούς μπορεί να συμπεριλαμβάνονται φορητοί υπολογιστές (laptop) ή προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (PDAs) η οποίοι επικοινωνούν με το κεντρικό σύστημα μέσω μιας ασύρματης υποδομής. Ανάλογα με υποδομή που χρησιμοποιείται, τίθενται και οι αντίστοιχες τεχνικές προκλήσεις σχετικά με την ταχύτητα και την αξιοπιστία της μετάδοσης των δεδομένων. Επομένως, κατά τον σχεδιασμό του συστήματος, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να αντιμετωπίζονται οι όποιοι περιορισμοί μπορούν να συμβάλουν στην μη ομαλή λειτουργία του συστήματος, με σκοπό να επιτραπεί η απρόσκοπτη χρήση του [30].

Οι τερματικοί σταθμοί συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός δεσμευμένου/αφιερωμένου δικτύου. Το δίκτυο αυτό το οποίο μπορεί να είναι είτε πραγματικό είτε ιδεατό (virtual), αποτελεί βασικό συστατικό για την επίδοση του συστήματος. Η υποδομή του δικτύου απαιτεί την ύπαρξη συσκευών όπως είναι τα hubs, switches και οι δρομολογητές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κυκλοφορίας του δικτύου και την δρομολόγηση των πακέτων. Σε τέτοια συστήματα, είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία και διαθεσιμότητα του δικτύου, μέσω του ενσωματωμένου πλεονασμού (redundancy) στις δικτυακές συσκευές καθώς και στις πηγές ισχύος. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται πιθανές διακοπές από φυσικές αποτυχίες ή αποτυχίες οι οποίες οφείλονται στα components του συστήματος.

Ένα άλλο σημαντικό κομμάτι του πυρήνα του συστήματος είναι οι εξυπηρετητές. Οι εξυπηρετητές σε ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα, μπορούν να διαμορφωθούν ανάλογα με την επιδιωκόμενη λειτουργία. Για την επίτευξη αυξημένης διαθεσιμότητας και business continuity, συνήθίζεται η χρήση mirrored ή paired εξυπηρετητών σε ένα περιβάλλον cluster, εξασφαλίζοντας την προστασία από πιθανή αποτυχία του υλικού. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι εξυπηρετητές, διαθέτουν μια πεπερασμένη ικανότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας δεδομένων από πολλαπλούς τερματικούς σταθμούς. Επομένως, στο σχεδιασμό της υποδομής των εξυπηρετητών, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός των τερματικών σταθμών ο οποίος θα απαιτεί ταυτόχρονη επικοινωνία με τους εξυπηρετητές του συστήματος .

Ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα, συνήθως απαιτεί ένα εξειδικευμένο εξυπηρετητή ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των διεπαφών προς άλλα συστήματα. Ο εξυπηρετητής αυτός λειτουργεί σαν μια πλατφόρμα, γνωστή ως μηχανή διεπαφών (interface engine), που διασυνδέει τα διαφορετικά συστήματα που

υπάρχουν εντός του χώρου του νοσοκομείου. Τα συστήματα τα οποία διασυνδέονται μεταξύ τους περιλαμβάνουν ανάμεσα σε άλλα το ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου (HIS), το εργαστήριο, το φαρμακείο, το ακτινολογικό και το λογιστήριο του νοσοκομείου. Ο εξυπηρετητής, μπορεί να προσδιορίζει τα δεδομένα που αντιστοιχούν σε κάθε σύστημα, και αφού τα επεξεργαστεί, τα κατευθύνει στο σωστό σύστημα με την κατάλληλη μορφή [31,32].

Λόγω της ύπαρξης ενός μεγάλου αριθμού απαρχαιωμένων συστημάτων, η εφαρμογή ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος και η διασύνδεσή του με άλλα συστήματα τα οποία βρίσκονται εντός του χώρου του νοσοκομείου, απαιτεί σχεδόν πάντα την τροποποίηση του συστήματος με εξειδικευμένο κώδικα και παραμετροποίηση της ροής της πληροφορίας. Αποτέλεσμα της διαδικασίας της παραμετροποίησης είναι η εισαγωγή σημαντικών κινδύνων για την ομαλή και σωστή ένταξη του συστήματος σε λειτουργικό περιβάλλον καθώς και αυξημένο κόστος από την ανάγκη συνένωσης και ολοκλήρωσης των διαφόρων συστημάτων.

Η μεταφορά δεδομένων από άλλες συσκευές που βρίσκονται δίπλα στο κρεβάτι του ασθενή, επιτυγχάνεται συνδέοντας τη συσκευή σε έναν συμπυκνωτή(concentrator) όπου βρίσκεται στο χώρο του κρεβατιού του ασθενή. Η σύνδεση απαιτεί έναν ηλεκτρονικό αποκωδικοποιητή, για τον συγκεκριμένο κατασκευαστή και μοντέλο της συσκευής. Ο συμπυκνωτής ακολούθως, θα πρέπει να επικοινωνήσει με τους κεντρικούς εξυπηρετητές, μέσω ενός θυγατρικού κεντρικού υπολογιστή (interface – engine), που παρέχει το μεταφραστή λογισμικού για να ολοκληρώσει τη διεπαφή. Οι διεπαφές που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν, συνήθως είναι διαθέσιμες από συγκεκριμένες εταιρείες οι οποίες ασχολούνται με την κατασκευή drivers για ιατρικές συσκευές. Εντούτοις, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες θα πρέπει να δημιουργηθούν

επιπρόσθετες εξειδικευμένες διεπαφές από την ομάδα υλοποίησης του συστήματος [33].

### 3.5.2 Αποθήκευση δεδομένων

Η ηλεκτρονική συλλογή δεδομένων δεν υπονοεί τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση. Πολλές μονάδες, αν και έχουν θέσει σε εφαρμογή ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα, εντούτοις έχουν συνεχίσει να απαιτούν την εκτύπωση όλων των εκθέσεων που αφορούν την παραμονή του ασθενή στη μονάδα με σκοπό να αποθηκευθούν στον έντυπο φάκελο του [34].

Οι σύγχρονοι κεντρικοί εξυπηρετητές, αν και διαθέτουν αρκετά μεγάλη αποθηκευτική χωρητικότητα, αυτή μπορεί να καταναλωθεί γρήγορα από το εξίσου τεράστιο ποσό των δεδομένων που συλλέγονται από κάθε ασθενή. Σε πολλές περιπτώσεις οι εξυπηρετητές είναι ικανοί να αποθηκεύσουν τα δεδομένα των ασθενών μόνο για 2-3 μήνες προτού να αρχίσουν να διαγράφονται ή να επικαλύπτονται από άλλα δεδομένα. Εφόσον γίνει η επιλογή του τρόπου αποθήκευσης, είναι εξίσου σημαντικό να καθοριστεί η μορφή της αποθήκευσης των δεδομένων, η οποία θα πρέπει να ορίζεται με βάση την προσδοκώμενη χρήση τους.

Ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην αποθήκευση των δεδομένων είναι η συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, τα ιατρικά δεδομένα θα πρέπει να είναι εύκολα προσπελάσιμα και κατά προτίμηση να παρουσιάζονται με την ίδια μορφή και σειρά που καταγράφονται και αναθεωρούνται από το ιατρικό προσωπικό τη στιγμή της ιατρικής περίθαλψης του ασθενή. Οποιοσδήποτε αλλαγές στο κλινικό αρχείο κατά τη διάρκεια της ιατρικής

περίθαλψης του ασθενή, πρέπει να καταγράφονται με σαφή τρόπο (audit trail ή ιστορικό αλλαγής (change history)). Το audit trail αποτελεί ένα τυποποιημένο χαρακτηριστικό γνώρισμα των περισσοτέρων κλινικών πληροφοριακών συστημάτων το οποίο προσφέρει βελτιωμένη υπευθυνότητα και έλεγχο της τεκμηρίωσης σε σχέση με τα έντυπα συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις ίσως να μην είναι επιθυμητή η τροποποίηση του φακέλου του ασθενή μετά την απαλλαγή του ασθενή από την μονάδα, κάτι το οποίο απαιτεί την εφαρμογή αυστηρών δικλίδων ασφαλείας [35].

Μόλις το αρχείο αποθηκευτεί, θα πρέπει να προστατευθεί από τυχόν απώλεια. Αυτό απαιτεί συνήθως ένα προσεκτικά κατασκευασμένο και τεκμηριωμένο σχέδιο διαχείρισης, με σχεδιασμένα εφεδρικά συστήματα, off-site αποθήκευση των αντιγράφων και γερές στρατηγικές αποκατάστασης. Όταν αυτές οι απαιτήσεις ικανοποιούνται, το ηλεκτρονικό αρχείο μπορεί εύκολα να υπερβεί την επίδοση ενός έντυπου αρχείου μέσω της διασφαλισμένης διαθεσιμότητας και αυθεντικότητάς του [36].

Ένας σημαντικός στόχος ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος, είναι να παρέχει μια περιεκτική κλινική βάση δεδομένων η οποία θα συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και τα οποία θα μπορούν να αποθηκευτούν και να ανακτηθούν για τη δημιουργία ενός ευρύ φάσματος εκθέσεων. Τα δεδομένα θα πρέπει να φυλαχτούν σε μια προσπελάσιμη βάση δεδομένων, γνωστή ως clinical database, data repository, data warehouse ή data management solution, στην οποία θα μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολη αναζήτηση, επιτρέποντας την παραγωγή περίπλοκων εκθέσεων τόσο σε καθορισμένες χρονικές στιγμές όσο και σε περιστασιακή (ad hoc) βάση.

Ο σχεδιασμός της κλινικής βάσης δεδομένων θα πρέπει να στηρίζεται σε ένα συμβιβασμό ανάμεσα στην αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου ποσού δεδομένων που συλλέγονται και της ταχύτητας εκτέλεσης ερωτήσεων. Ακόμα και όταν το σύστημα κτίζεται γύρω από μια βιομηχανικά τυποποιημένη εφαρμογή βάσεων δεδομένων, όπως είναι η Oracle ή η SQL, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση ερωτήσεων εξακολουθεί ακόμα να παρουσιάζει προκλήσεις λόγω της πολυπλοκότητας της δομής των πινάκων της βάσης δεδομένων ή του τεράστιου ποσού των συναθροισμένων δεδομένων.

Υπάρχουν αρκετές διαφορετικές λύσεις που αφορούν τη διαχείριση κλινικών δεδομένων. Μια λύση η οποία προσφέρεται, αφορά την παροχή ενός τυποποιημένου πρωτόκολλου μεταφοράς δεδομένων (π.χ. 'ODBC driver') ως μέσο πρόσβασης των δεδομένων. Πολλές φορές, οι τοπικές συνθήκες και πολιτικές κάθε μονάδας ίσως να υπαγορεύουν την εκτέλεση επιπρόσθετων ερωτήσεων ή ακόμη να απαιτούν περαιτέρω σχεδιασμό των βάσεων δεδομένων για τοπική χρήση. Μια διαφορετική λύση η οποία προσφέρεται, είναι η παροχή ενός τυποποιημένου εργαλείου ερωτήσεων το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή εκθέσεων από τη βάση δεδομένων. Ο αριθμός των ερωτήσεων που μπορεί να σχεδιαστεί και να παραμετροποιηθεί με αυτό τον τρόπο είναι συχνά περιορισμένος. Μια ακόμη λύση που προσφέρεται, αφορά μια ιδιόκτητη θυγατρική βάση δεδομένων η οποία περιέχει επιλεγμένα κλινικά δεδομένα και ένα ευρύ φάσμα εκθέσεων οι οποίες έχουν παραμετροποιηθεί. Από τις λύσεις που έχουν παρουσιαστεί, μπορεί να διακριθεί ότι υπάρχει θα πρέπει να υπάρχει ένας συμβιβασμός μεταξύ της τυποποίησης και της ευελιξίας.

### 3.5.3 Αξιολόγηση και εφαρμογή ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος

Οι ιατροί υποτιμούν συχνά τις διαχειριστικές απαιτήσεις, τα αιτήματα του νοσηλευτικού προσωπικού, το οποίο θα αποτελεί και τους χρήστες που θα χρησιμοποιούν περισσότερο το σύστημα, και το κόστος υλοποίησης του κλινικού πληροφοριακού συστήματος.<sup>11</sup> Η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής ενός κλινικού πληροφορικού συστήματος, πρέπει να αντιμετωπισθεί ως ένα σημαντικό έργο το οποίο απαιτεί προηγμένες δεξιότητες προγραμματισμού και διαχείρισης. Η ομάδα η οποία θα είναι υπεύθυνη για το έργο, πρέπει να αποτελείται από άτομα πολλαπλών ειδικοτήτων, η οποία θα εξετάσει λεπτομερώς τις ροές και τις διαδικασίες των εργασιακών χώρων, αλλιώς ένα μη βέλτιστο αποτέλεσμα είναι εγγυημένο [37,38].

Το κλινικό πληροφοριακό σύστημα θα έχει επίδραση στο ιατρικό, νοσηλευτικό, διευθυντικό και τεχνικό προσωπικό της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας, καθώς και σε προσωπικό το οποίο προέρχεται από άλλους κλινικούς τομείς και το οποίο συνεργάζεται με τη μονάδα. Η εκτενής τεκμηρίωση και οι συνεχείς σχεδιασμένες αναθεωρήσεις απαιτούνται σε όλη τη διαδικασία.

Η δημιουργία ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος, απαιτεί την ύπαρξη υψηλών κεφαλαίων και δαπανών που θα καλύψουν τα κόστη της υλικοτεχνικής υποδομής. Τα κονδύλια που αφιερώνονται στην υγειονομική περίθαλψη είναι μηδαμικά για να καλύψουν το αυξημένο και τεράστιο κόστος μια τέτοιας προσπάθειας. Οι υπεύθυνοι της υγείας αλλά και η κυβέρνηση, αντιλαμβάνονται ένα τέτοιο εγχείρημα σαν μια οικονομική επένδυση. Η ανάπτυξη επιχειρησιακής περίπτωσης (business case) για την εξασφάλιση χρηματοδότησης, είναι λιγότερο προβληματική από προηγούμενα χρόνια και υποβοηθείται από τα ποιοτικά οφέλη της

υλοποίησης του κλινικού πληροφοριακού συστήματος [39]. Ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα στην πιο απλή μορφή του αναμένεται να κοστίζει γύρω στις €25 000- €40 000 ανά κρεβάτι, ενώ τα πιο προηγμένα συστήματα μπορούν να στοιχίζουν δύο έως τρεις φορές περισσότερο. Οι ετήσιες δαπάνες οι οποίες προκύπτουν από τη χρήση του συστήματος, είναι αυξημένες και συνήθως μπορεί να υπερβαίνουν το 20% του κόστους του συστήματος που θα επιλεγθεί [40].

Η διαθεσιμότητα και το κόστος της επιτόπου υποστήριξης κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου και μετέπειτα, αποτελούν επίσης δύο κρίσιμους παράγοντες οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Ο προγραμματισμός της υλοποίησης του έργου πρέπει να είναι λεπτομερής και να λαμβάνει υπόψη όλα τα πιθανά σενάρια που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εφαρμογής. Μετά την ολοκλήρωση ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος, χρειάζεται να αφιερωθούν περίπου 4-6 μήνες πριν από την ημερομηνία επίσημης έναρξης λειτουργίας του συστήματος, κατά τους οποίους θα γίνει η διαχείριση διαφόρων ζητημάτων που έχουν προκύψει κατά τη διαδικασία ελέγχου του συστήματος, αναγνώριση τυχόν βλαβών και η εκπαίδευση του προσωπικού.

Την ημέρα εφαρμογής του κλινικού πληροφοριακού συστήματος, θα πρέπει να υπάρξουν όσο το δυνατόν περισσότερες διεπαφές και συσκευές συνδεδεμένες μαζί του έτσι ώστε να παρέχεται πλήρης λειτουργικότητα του συστήματος και να μην απαιτείται η ενσωμάτωση και έλεγχος επιπλέον components όταν το σύστημα τεθεί ήδη σε εφαρμογή. Με τον τρόπο αυτό, θα μεγιστοποιηθούν τα αντιληπτά οφέλη από νωρίς και έτσι θα ενθαρρυνθεί η αποδοχή του συστήματος.



Το κλινικό πληροφοριακό σύστημα πρέπει να εφαρμοστεί στο σύνολό του εφόσον τμηματικές υλοποιήσεις σπάνια οδηγούν στην επιτυχία. Η αξιολόγηση μετά την υλοποίηση είναι ουσιαστική έτσι ώστε να προχωρήσουν σημαντικά ζητήματα, τα οποία συνήθως είναι αρκετά. Ένα σχέδιο διαχείρισης συστήματος (system management plan) θα πρέπει να προσδιορίζει τα κέντρα ευθύνης (responsibilities centers) για τη διαχείριση των τμημάτων του κλινικού πληροφοριακού συστήματος και να διευκρινίζει τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα άτομο από το προσωπικό το οποίο ανήκει στα τμήματα υποστήριξης του συστήματος, θα πρέπει μόνιμως να βρίσκεται στους χώρους υλοποίησης του συστήματος για να διαχειρίζεται και να προωθεί σημαντικά προβλήματα που αναγνωρίστηκαν κατά τη λειτουργία του συστήματος. Το άτομο αυτό θα είναι ικανό να αναλάβει την ευθύνη του συντονισμού των μελλοντικών επεκτάσεων του συστήματος.

### **3.6 Βασικές διεργασίες που ικανοποιεί ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα**

Πιο κάτω, ακολουθούν οι βασικές απαιτήσεις ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος οι οποίες ικανοποιούνται από την πλειοψηφία των συστημάτων τα οποία είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή:

1. Charting: Το charting, περιλαμβάνει την ηλεκτρονική παρουσίαση στην οθόνη τόσο των παρατηρήσεων όσο και των μετρήσεων όπως είναι το fluid balance, vital signs, σε πίνακες ή σε γραφικές παραστάσεις. Τα διαγράμματα ροής είναι συνήθως ευέλικτα και μπορούν να διαμορφωθούν με ευκολία έτσι ώστε να καλύψουν τοπικές απαιτήσεις.
2. Διεπαφές των συσκευών που βρίσκονται δίπλα από το κρεβάτι: Οι νέες συσκευές μπορούν να μην έχουν τους απαραίτητους αποκωδικοποιητές και το

απαραίτητο λογισμικό. Το κόστος της ανάπτυξης των νέων διεπαφών μπορεί να είναι αυξημένο όταν υπολογίζεται ανά κρεβάτι.

3. Σημειώσεις για την κλινική πρόοδο των ασθενών: Τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα δίνουν τη δυνατότητα εισαγωγής σημειώσεων από το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό οι οποίες ικανοποιούν τις ανάγκες του προσωπικού. Παρόλα αυτά, το ελεύθερο κείμενο είναι δύσκολο να αναζητηθεί, ενώ το δομημένο κείμενο όπως αυτό μπορεί να προκύψει μέσω λειτουργιών που παρέχει το σύστημα, π.χ Phrase Builder, μπορεί ποιοτικά να είναι ελάχιστα καλύτερο.
4. Συνταγογράφηση φαρμάκων και διαχειριστικά ζητήματα: Είναι ζητήματα τα οποία είναι καλό να υπάρχουν αλλά δεν είναι πάντα ενσωματωμένα σε κάποια συστήματα. Συνήθως απαιτούν ένα ξεχωριστό σύστημα.
5. Συστήματα υποστήριξης απόφασης (decision support systems): Τα συστήματα υποστήριξης απόφασης παρόλο που τα προηγούμενα χρόνια είχαν απογοητευτικά αποτελέσματα, αλλά η περαιτέρω ανάπτυξή τους αναμένεται να προσφέρει ουσιαστικά οφέλη.<sup>25, 28</sup>

Ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα, παρέχει ένα ευανάγνωστο και ανά πάσα στιγμή προσβάσιμο αρχείο το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την προηγούμενη και τρέχουσα ιατρική περίθαλψη, προσφέροντας ένα βελτιωμένο επίπεδο υποστήριξης απόφασης. Η υποστήριξη απόφασης, μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: Στην παθητική και στην ενεργή υποστήριξη απόφασης. Η παθητική υποστήριξη απόφασης αφορά τη διαδικασία υποστήριξης απόφασης στην οποία δεν παρέχονται άμεσα κατευθυντήριες υποδείξεις και λύσεις για τη λήψη αποφάσεων. Το σύστημα παρέχει πρόσβαση σε συστήματα που βασίζονται στην γνώση, καθώς επίσης και σε πόρους όπως είναι η φαρμακοποιία, οι μηχανές αναζήτησης ιατρικών πληροφοριών

και η απευθείας σύνδεση σε ιατρικά κείμενα και περιοδικά. Μέσω αυτής της πρόσβασης που παρέχεται, ο ιατρός λαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζεται για να λάβει μια ενημερωμένη απόφαση.

Η ενεργής υποστήριξη απόφασης (active decision support) αφορά την παροχή εισηγήσεων καθώς και ολοκληρωμένων λύσεων. Η ενεργής υποστήριξη απόφασης, δεν είναι γενικά διαθέσιμη, λόγω του ότι απαιτεί την ύπαρξη πολύ εξειδικευμένων και πολύπλοκων αλγορίθμων. Μερικές από τις δυνατότητες αυτού του είδους απόφασης είναι το μαρκάρισμα των αλλεργιών και των αλληλεπιδράσεων φαρμάκων.

Μια από τις δυνατότητες του κλινικού πληροφοριακού συστήματος είναι η ενσωμάτωση CPOE. Το CPOE, αναφέρεται στην ηλεκτρονική συνταγογράφηση, αλλά τα οφέλη του επεκτείνονται και σε άλλες περιοχές όπως είναι οι παθολογικές και ραδιολογικές εξετάσεις και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση CPOE, συμβάλει στη μείωση της επανάληψης και του χρόνου πρόσβασης στα αποτελέσματα, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός των οδηγιών [29,41]. Η διαθεσιμότητα του CPOE (computerised physician order entry) ποικίλλει ανάλογα με το επίπεδο ολοκλήρωσης του συστήματος καθώς και της συμβατότητας με άλλα απαρχαιωμένα και ιδιόκτητα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Οι ιατρικές βάσεις δεδομένων παραμένουν μια σημαντική πρόκληση σε τοπικό, νοσοκομειακό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο. Αν και τα κλινικά πληροφοριακά συστήματα περιλαμβάνουν λειτουργίες σχετικά με τη διαχείριση δεδομένων και εκτέλεση επερωτήσεων, εντούτοις τα “off the shelf” κλινικά πληροφοριακά συστήματα συνήθως παρέχουν μόνο τις στοιχειώδεις λειτουργίες σχετικά με θέματα διαχείρισης και reporting των δεδομένων και η επέκτασή τους μπορεί να απαιτήσει επιπρόσθετος κόστος το οποίο δεν ήταν αναμενόμενο. Επομένως, κατά την φάση του

καθορισμού των προδιαγραφών, απαιτείται ο σαφής καθορισμός των επερωτήσεων που το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να απαντήσει και επομένως την προδιαγραφή της λεπτομερούς φύσης των δεδομένων και επερωτήσεων που θα απαιτηθούν.

Η ακριβής ανάλυση των διαγνώσεων και των διαδικασιών απαιτεί ότι οι βασικές πληροφορίες εισάγονται με σωστό και συνεπή τρόπο επιτυγχάνοντας την αξιόπιστη και υψηλή ποιότητα συλλογής δεδομένων. Η εισαγωγή δεδομένων πρέπει να είναι 'once-only', απλή και αξιόπιστη, και πρέπει να πραγματοποιείται εύκολα καθώς ξετυλίγεται το κλινικό σενάριο. Υπάρχει πολύ περιορισμένη συμφωνία και τυποποίηση μεταξύ των νοσοκομειακών γιατρών όσον αφορά τα υποχρεωτικά πεδία εισαγωγής δεδομένων, τα διαγνωστικά κριτήρια και τις ταξινομήσεις. Οι τυποποιημένες εκθέσεις είναι δύσκολο να αναπτυχθούν σε διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα, πόσο μάλλον σε διαφορετικές περιοχές ή χώρες. Η ενδεχόμενη υιοθέτηση κοινών διεθνών προτύπων και ταξινομήσεων (π.χ. SNOMED [42] για τις διαγνώσεις, την εθνική βιβλιοθήκη των φαρμάκων για φαρμακευτικά είδη) θα διευκόλυνε πολύ τη σχεδίαση και τις αναζητήσεις. Άλλα ζητήματα που προκύπτουν και είναι σημαντικά, περιλαμβάνουν την ταχύτητα πρόσβασης στα δεδομένα στις τεράστιες αποθήκες δεδομένων, την ανάπτυξη μοναδικών προσδιοριστικών για τους ασθενείς/επεισόδια και ζητήματα εμπιστευτικότητας.

### **3.7 Μελλοντικές εξελίξεις**

Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας, ένα κλινικό πληροφοριακό σύστημα σε συνδυασμό με τον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενή, θα παράσχει τη σημαντικότερη και περιεκτικότερη βελτίωση στην παράδοση της υγειονομικής περίθαλψης. Οι κεντρικές κλινικές αποθήκες πιθανώς αρχικά να φυλάξουν δεδομένα ουσιαστικής σημασίας για

τους ασθενείς που έχουν δώσει την συγκατάθεσή τους, όπως είναι τα προσδιοριστικά, το ιστορικό των διαγνώσεων, τα φάρμακα και οι αλλεργίες. Τα πιο λεπτομερή δεδομένα θα κρατηθούν σε περιφερειακές αποθήκες δεδομένων. Η πρόκληση σε αυτή την περίπτωση έγκειται στην εξασφάλιση των κατάλληλων δυνατοτήτων πρόσβασης ή/και ολοκλήρωσης των συστημάτων.

Η χρήση ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος, σε συνδυασμό με την υποστήριξη απόφασης και την αυτοματοποιημένη είσοδο διαταγής (order) θα αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα της παράδοσης και του ελέγχου της βελτιωμένης ιατρικής περίθαλψης του ασθενή. Παρόλο που απαιτούνται τεράστια επίπεδα επένδυσης, οι εξελίξεις αυτές συμβαίνουν τώρα και πρέπει να περιλαμβάνουν την συμμετοχή του ιατρικού προσωπικού αλλά και της διοίκησης του νοσοκομείου έτσι ώστε να μπορέσουν να πραγματοποιήσουν και να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη και τα κέρδη τους.

## **Κεφάλαιο 4**

### **IntelliVue Clinical Information Portfolio Critical Care**

#### **4.1 Εισαγωγή**

Στη μονάδα εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ), χρειάζεται να υπάρχει απόλυτος έλεγχος στο σύνολο της διαθέσιμης πληροφορίας ανά πάσα στιγμή. Το σύστημα που επιλέγηκε για την μονάδα εντατικής θεραπείας του νοσοκομείου Λευκωσίας, το IntelliVue Clinical Information Portfolio Critical Care, ικανοποιεί αυτές τις απαιτήσεις για παροχή άμεσης και ενημερωμένης πληροφορίας. Από τα έγγραφα εισαγωγής του ασθενή στη μονάδα, μέχρι τα βιοσήματα, τα εργαστηριακά αποτελέσματα, τις σημειώσεις των γιατρών, το σύστημα αυτό συγκεντρώνει (centralizes) και οργανώνει την πληροφορία που σχετίζεται με το ασθενή, παρέχοντας στο ιατρικό προσωπικό τη γνώση και την απαραίτητη πληροφόρηση για την επιτυχή παροχή υπηρεσιών υγείας. Πιο κάτω ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή των λειτουργιών και δυνατοτήτων που παρέχει το σύστημα ICIP.

#### **4.2 Η πλατφόρμα IntelliVue Clinical Information Portfolio (ICIP) Critical Care**

Το IntelliVue Clinical Information Portfolio (ICIP) Critical Care αποτελεί την επόμενη γενιά των CareVue Patient Data Management Solution (PDMS) που επικεντρώνεται στην παροχή σαφήνειας και γνώσης στο κλινικό προσωπικό μέσα στο κύκλο της περίθαλψης του ασθενή. Το IntelliVue Clinical Information Portfolio (ICIP), αποτελεί την πιο σύγχρονη πλατφόρμα της εταιρείας Philips και ήδη μετρά

ένα μεγάλο αριθμό υλοποιήσεων ανά το παγκόσμιο, έχοντας επιλεγθεί από πολλές μονάδες εντατικής θεραπείας [43,44].

Το ICIP, παρουσιάζει αυτόματα όλες τις παρατηρήσεις οι οποίες συλλέγονται από τα όργανα παρακολούθησης του ασθενή και τις καταγράφει σε ηλεκτρονικά charts, που μπορούν να προσπελαστούν από οποιοδήποτε υπολογιστή συνδέεται με το δίκτυο της μονάδας. Ως τμήμα της μεγαλύτερης εικόνας, το ICIP αντιπροσωπεύει επίσης ένα σημαντικό βήμα προς το στόχο της αυτοματοποίησης των διεργασιών της μονάδας και της απαλλαγής από το χαρτί. Το ICIP, προσπαθεί να δώσει λύσεις σε μια περιοχή που παράγει περισσότερη τεκμηρίωση από οποιαδήποτε άλλη. Το σύστημα αυτό αποδεικνύει ότι είναι δυνατόν να διαχειριστεί τον τεράστιο όγκο της διαθέσιμης πληροφορίας και τα τελικά αποτελέσματά του, μπορεί να βοηθήσουν τόσο το νοσοκομειακό προσωπικό όσο και τους ασθενείς, εξαλείφοντας σε μεγάλο βαθμό το τεράστιο φόρτο που υπάρχει στη μονάδα.

Το Critical Care, το οποίο αποτελεί την έκδοση που έχει επιλεγθεί από τη ΜΕΘ του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας, αποτελεί μια από τις πολλές εφαρμογές που στεγάζονται μέσα στην ισχυρή πλατφόρμα του ICIP. Το interface του συστήματος, έχει σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του ιατρικού προσωπικού το οποίο συμμετέχει ενεργά τόσο στη διαδικασία σχεδίασης όσο και στη διαδικασία της παραμετροποίησης για την ικανοποίηση των αναγκών της συγκεκριμένης μονάδας στην οποία εφαρμόζεται. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η ομαλότερη αποδοχή του συστήματος, η βελτίωση της ασφάλειας και περίθαλψης των ασθενών και η αποδοτικότητα του προσωπικού [45].

Επιπλέον, όλες οι σημειώσεις που αφορούν ένα ασθενή, τα αποτελέσματα και τα σχέδια θεραπείας εισάγονται και καταγράφονται μέσα στο σύστημα δημιουργώντας ένα πραγματικά ηλεκτρονικό περιβάλλον. Τα στοιχεία που καταγράφονται για κάθε ασθενή μπορούν να τύχουν επεξεργασίας, να υπόκεινται σε έλεγχο (audited) και να συσχετισθούν με δεδομένα άλλων ασθενών για να επιτρέψουν την επισήμανση πιθανών μοτίβων από νωρίς οδηγώντας σε βελτιώσεις τόσο σε ατομικό επίπεδο περίθαλψης όσο και στη γενική περίθαλψη των ασθενών.

Το κλινικό πληροφοριακό σύστημα Critical Care, υποστηρίζει την τεκμηρίωση, τη διάδοση και αξιολόγηση της πληροφορίας των ασθενών, γρήγορα και εύκολα, παρέχοντας μηχανισμούς υποστήριξης της κλινικής απόφασης (CDS) και διαχειριστικής αξιολόγησης και ελέγχου. Επίσης, παρέχει τρόπους για τη συλλογή και χρήση των κλινικών πληροφοριών. Το ICIP Critical Care ενσωματώνει τις καλύτερες πρακτικές και χαρακτηριστικά του CareVue, το οποίο αποτελεί την προηγούμενη έκδοση του συστήματος, ενώ ταυτόχρονα προσθέτει ισχυρές νέες δυνατότητες με την παροχή αναβαθμισμένων εργαλείων υποστήριξης της κλινική απόφασης που υποστηρίζουν τα critical care protocol bundles, τη δυνατότητα εισαγωγής κλινικών εικόνων καθώς και τη δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε προηγούμενες εισαγωγές του ασθενή [43].

Η εφαρμογή του σε ένα μεγάλο αριθμό νοσοκομείων ανά το παγκόσμιο, καταδεικνύει ότι αποτελεί μια πλατφόρμα που διασυνδέεται εύκολα με τα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομείων και με άλλες ανεξάρτητες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στο χώρο εφαρμογής του. Αυτή η ικανότητα για διαλειτουργικότητα, μεγιστοποιεί την αξία επένδυσης σε αυτό το σύστημα, κάτι το



οποίο ενισχύεται από τη βασική του υποδομή η οποία παρέχει τις πιο κάτω δυνατότητες:

- **Επεκτασιμότητα:** Μπορεί να υποστηρίξει από 1 μέχρι 2.000 κρεβάτια.
- **Παραμετροποίηση:** εύκολη και φιλική προς τον χρήστη παραμετροποίηση για όλες τις ειδικότητες της κλινική περίθαλψης, εξυπηρετώντας τις ανάγκες της μονάδας στην οποία εφαρμόζεται.
- **Εξελιγμένα εργαλεία:** Εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση επερωτήσεων στην βάση δεδομένων του συστήματος καθώς και στην έκδοση αναφορών.
- **Τεχνολογική υποδομή:** Το ICIP Critical Care, αποτελεί μια λύση που μπορεί να επεκταθεί μαζί με την ανάπτυξη της μονάδας. Αξιοποιεί πλήρως την ευελιξία του framework .NET της Microsoft για την δημιουργία μιας αρθρωτής και επεκτάσιμης πλατφόρμας για τη διαχείριση των δεδομένων των ασθενών.

Πολλές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και έχουν ως θέμα τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής ενός PDMS, παρουσιάζουν πιθανή μείωση του μέχρι σήμερα κόστους λειτουργίας μια μονάδας. Η σημαντικότερη πηγή εξοικονόμησης κόστους ως αποτέλεσμα της υιοθέτησης ενός PDMS, προέρχεται από τη μείωση της παραμονής των ασθενών σε μονάδες που απαιτούν αυξημένο προσωπικό όπως είναι οι μονάδες εντατικής παρακολούθησης. Το ICIP Critical Care μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της παραμονής με την προώθηση των καλύτερα ενημερωμένων, πιο σίγουρων, και γρηγορότερων αποφάσεων [46].

### **4.3 Η σημασία της κλινικής πληροφορίας στην παροχή ποιοτικότερης ιατρικής περίθαλψης**

Το ICIP Critical Care παρέχει την απαραίτητη σαφήνεια που απαιτείται από το προσωπικό στην πραγματοποίηση των καθημερινών κλινικών διαδικασιών, μέσω της γρήγορης και ευέλικτης πρόσβασης στις σχετικές πληροφορίες του ασθενή. Το γράφημα του ασθενή είναι προσπελάσιμο οπουδήποτε και αν χρειαστεί, όπως για παράδειγμα στον υπολογιστή στο γραφείο του υπεύθυνου εντατικολόγου, σε ένα ασύρματο Tablet PC κατά τη διάρκεια των γύρων, στην οθόνη του IntelliVue δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή ή ακόμα στον υπολογιστή στο σπίτι του ιατρού. Το σύστημα αποτελείται από μια απλή και εύκολη στη χρήση διεπαφή, η οποία είναι ανάλογη της απλότητας που συναντά κάποιος στο περιβάλλον των Windows καθιστώντας ευκολότερη την πρόσβαση σε πληροφορίες μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών διαγραμμάτων (flowsheet), φορμών, αυτοματοποιημένων εκθέσεων μεταφοράς και τυποποιημένων αναφορών.

Το ICIP Critical Care είναι δυνατόν να τροποποιηθεί για να επιτρέψει την εισαγωγή δεδομένων από κάθε μέλος της ομάδας περίθαλψης μέσω φορμών και σημειώσεων που είναι προσαρμοσμένες σε κάθε ειδικότητα. Για παράδειγμα, η οθόνη που παρουσιάζεται στον διατροφολόγο της μονάδας, μπορεί να είναι διαφορετική από την οθόνη που θα δει ένας νοσηλευτή ανάλογα με τις πληροφορίες που χρειάζονται να έχουν στη διάθεσή τους. Η δυνατότητα που παρέχει για ενσωμάτωση με τον υπάρχον σύστημα access control του νοσοκομείου, επιτρέπει την εύκολη ανάθεση δικαιωμάτων πρόσβασης στις διάφορες ομάδες προσωπικού, ανάλογα με τις λειτουργίες που πρέπει να εκτελούν και τα δεδομένα τα οποία χρειάζεται να βλέπουν [43,47].

Επιπλέον, το Critical Care, καθιστά άμεσα διαθέσιμες τις πληροφορίες του ασθενή, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων από συσκευές που βρίσκονται δίπλα από το κρεβάτι και εγγραφών οι οποίες μπορεί να βρίσκονται σε άλλα συστήματα, όπως είναι για παράδειγμα τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενή. Μπορεί επίσης να ενσωματώσει με εύκολο τρόπο κυματομορφές και εικόνες στο φάκελο του ασθενή. Η διάθεση όλων αυτών των πληροφοριών βοηθά στην αυτοματοποίηση της απαλλαγής του ασθενή από τη μονάδα και στην τεκμηρίωση της μεταφοράς του. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό να έχει πρόσβαση σε μια συνοπτική περιγραφή της πορείας της υγείας του ασθενή κατά την αλλαγή των βαρδιών [43,47].

Η μορφή με την οποία είναι δομημένες οι διάφορες λειτουργίες που βρίσκονται ενσωματωμένες στο σύστημα, ακολουθούν τη μέχρι πρότινος πρακτική της μονάδας, η οποία είχε σαν βάση το χαρτί. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες του συστήματος νιώθουν την ασφάλεια ενός γνώριμου σε αυτούς περιβάλλοντος, διευκολύνοντας την ομαλή μετάβαση στο ηλεκτρονικό σύστημα. Η ομάδα σχεδιασμού του συστήματος, βασίστηκε σε μια πολλών ειδικοτήτων ομάδα, ενσωματώνοντας με αυτό τον τρόπο την πολύπλευρη τεχνογνωσία τους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την παροχή ενός βαθμού αυτοματοποίησης, ο οποίος δίνει τη δυνατότητα διάθεσης περισσότερου χρόνου στο προσωπικό της μονάδας για την πιο άμεση και αποτελεσματική περίθαλψη των ασθενών.

#### **4.4 Υποστήριξη κλινικής απόφασης, ανάλυσης της ποιότητας και διαχείρισης του κόστους.**

Το σύστημα αυτό, παρέχει τη δυνατότητα για ταχύτερη ερμηνεία και λήψη αποφάσεων μέσω της χρήσης ενός αριθμού καινοτομικών μηχανισμών και εργαλείων που παρουσιάζουν την πληροφορία με τρόπους που αυτή να γίνεται εύκολα κατανοητή. Για παράδειγμα, το ICIP Critical Care μπορεί να μαρκάρει αποτελέσματα εργαστηριακού ελέγχου που προήλθαν από το κλινικό πληροφοριακό σύστημα των εργαστηρίων (LIS), έτσι ώστε να εστιάσει άμεσα την προσοχή του νοσηλευτικού προσωπικού εάν αυτές οι τιμές αποκλίνουν από τα προκαθορισμένα τους όρια [43,48].

Οι κλινικές προειδοποιήσεις (Clinical advisories) είναι μια βασική δυνατότητα του συστήματος μέσω της οποίας υποδεικνύονται πιθανές παράμετροι οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα στην πρόοδο της υγείας του ασθενή. Τα Clinical advisories (Κλινικές προειδοποιήσεις) επισημαίνουν πιθανά προβλήματα από τα πρώτα στάδια εμφάνισης ενός συμπτώματος, υποβοηθώντας το ιατρικό προσωπικό στην αξιολόγηση των ασθενών και στο σχεδιασμό των μετέπειτα ενεργειών και παρεμβάσεων για βελτίωση της κατάστασης τους. Τα εργαλεία υποστήριξης της κλινικής απόφασης, δουλεύουν έχοντας σαν βάση τα στοιχεία που συγκεντρώνονται και παράγονται από την πρώτη στιγμή της εισαγωγής του ασθενή. Για παράδειγμα, εάν ένας ασθενής ξεκινήσει να εμφανίζει σημάδια που σχετίζονται με τη σήψη, το ICIP Critical Care, θα παράξει ένα advisory το οποίο θα παραπέμπει σε ένα σύνολο από παρεμβάσεις που προτείνονται από το International Surviving Sepsis Campaign [43].

Η βάση δεδομένων του συστήματος παρέχει επίσης αυτοματοποιημένες εκθέσεις, ώστε να αναλύονται τα κλινικά και διοικητικά δεδομένα, με σκοπό την πραγματοποίηση συγκριτικών αξιολογήσεων και την υλοποίηση και εκτέλεση βέλτιστων πρακτικών.

#### **4.5 Λειτουργίες του ICIP Critical Care για διαχείριση της πληροφορίας**

Στις μονάδες εντατικής παρακολούθησης, οι ιατροί είναι δυνατόν να χρειαστεί να αξιολογήσουν περισσότερες από 130 παραμέτρους παράλληλα. Η πολυπλοκότητα αυτή αυξάνεται από το γεγονός ότι οι παράμετροι μπορεί να βρίσκονται διασκορπισμένοι σε πολλά διαφορετικά έντυπα. Αυτού του είδους η υπερφόρτωση από πληροφορία, τείνει να μειώνει την αποδοτικότητα της επεξεργασίας από το ιατρικό προσωπικό. Ένα PDMS, όπως το ICIP Critical Care παρουσιάζει τις βασικές πληροφορίες με εύκολα κατανοητή μορφή σε ένα ενιαίο περιβάλλον με σκοπό να μειωθεί η προσπάθεια ερμηνείας και επεξεργασίας των δεδομένων [43,45].

##### **4.5.1 Διαχείριση πληροφοριών του ασθενή**

Το ICIP Critical Care παρέχει αυξημένες δυνατότητες διαχείρισης πληροφοριών των ασθενών το οποίο έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε ολόκληρο το χώρο του νοσοκομείου. Παρέχει τη δυνατότητα λεπτομερούς πληροφόρησης για τους ασθενείς που νοσηλεύονται στη μονάδα, καθώς επίσης και για τους ασθενείς οι οποίοι έχουν λάβει εξιτήριο. Με μια αμφίδρομη διασύνδεση τύπου ADT(Admission, Discharge, and Transfer), υποστηρίζεται η αναζήτηση για ασθενείς, η εισαγωγή, η μεταφορά και η απαλλαγή τους.

The screenshot displays a medical software interface. In the background, a 'Census for ICU' table is visible with columns: Room/Loc, Pt Name, Age, Gender, Lifetime Id, Precautions, and Census Comment. The 'Admission Form' dialog box is the primary focus, showing patient demographics. The dialog title is 'Admission Form' with a timestamp of '11/10/2007 11:04 AM'. The 'Demographics' section includes the following fields:

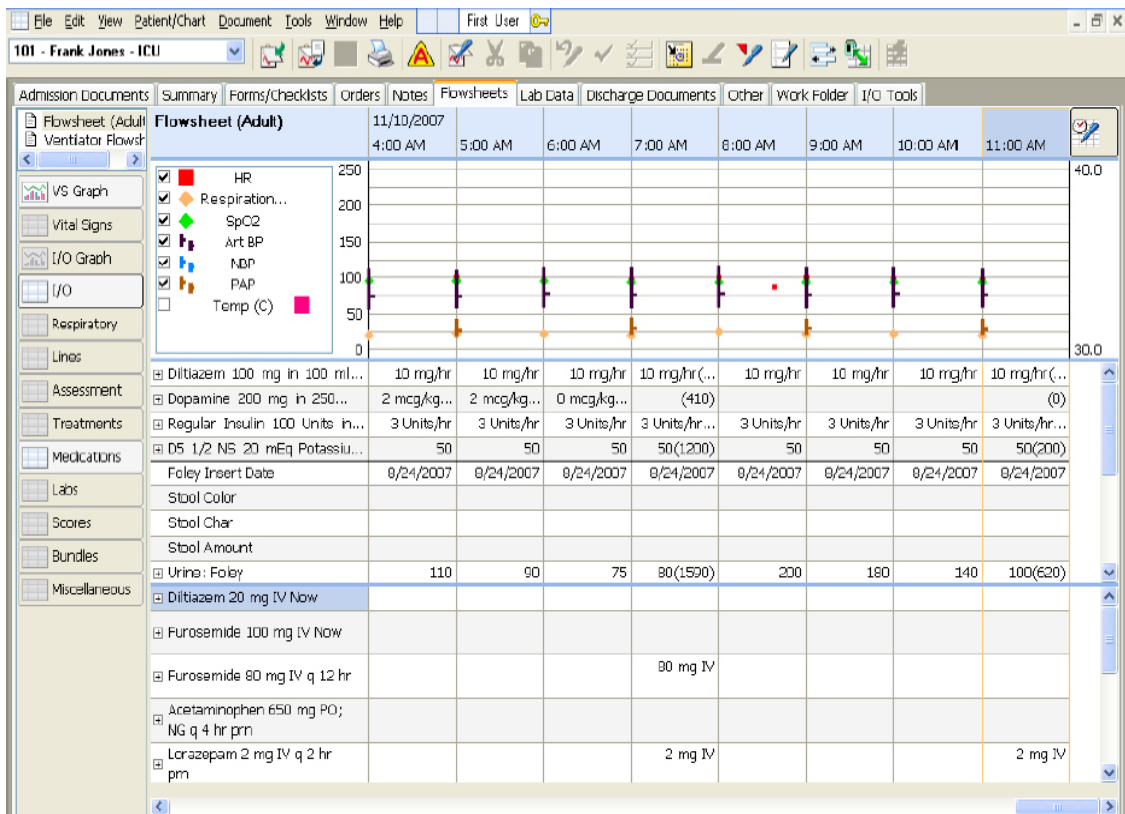
Field	Value
Patient Full Name	Jennifer Smith
First Name	Jennifer
Middle Name	
Last Name	Smith
Suffix	
Lifetime Id	3457345
Encounter Id	890-09-345
Date of Birth	4/27/1962
Gender	Female

Buttons for 'Admit' and 'Cancel' are located at the bottom of the dialog.

Εικόνα 1 Διαχείριση πληροφοριών του ασθενή

#### 4.5.2 Ημερήσιο φύλλο νοσηλείας

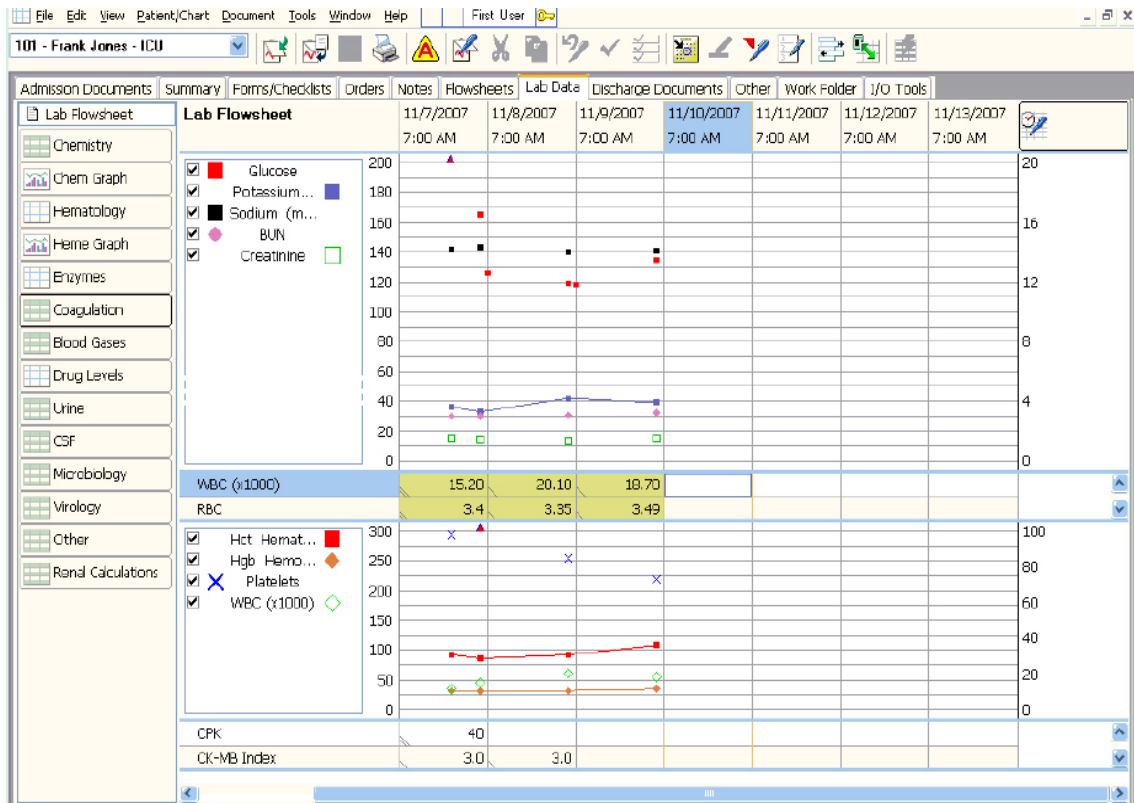
Ένα από τα βασικά καθήκοντα του νοσηλευτικού και ιατρικού προσωπικού είναι η συμπλήρωση του ημερήσιου φύλλου νοσηλείας. Το ICIP Critical Care, παρέχει τη δυνατότητα αυτή στο ιατρικό προσωπικό μέσω της συμπλήρωσης της φόρμας “Flowsheet”. Μέσω αυτής τη φόρμας, καταγράφονται βιοσήματα, παρατηρήσεις και παρεμβάσεις σχετικά με τον ασθενή. Το σύστημα ενσωματώνει την διαδικασία του bedside charting όπου τα δεδομένα τα οποία προέρχονται από τις ιατρικές συσκευές, συσχετίζονται χρονολογικά και παρουσιάζονται στον χρήστη σε μια κατανοητή μορφή με τη χρήση εικονιδίων, γραφημάτων και πινάκων. Το flowsheet υποστηρίζει αυτόματη ή χειρονακτική τεκμηρίωση με διάστημα που κυμαίνεται από 5 λεπτά μέχρι 24 ώρες. Επιπρόσθετα, υποδεικνύει τιμές που βρίσκονται έξω από τα όρια που έχουν προκαθοριστεί.



Εικόνα 2 Ημερήσιο Φύλλο Νοσηλείας (Flowsheet)

#### 4.5.3 Παρουσίαση εργαστηριακών αποτελεσμάτων

Το ICIP Critical Care, μπορεί να επικοινωνήσει με τα τοπικά συστήματα τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα στο νοσοκομείο. Ένα από αυτά τα σύστημα είναι και το LIS (Laboratory Information System). Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων, δίνουν μια ξεκάθαρη εικόνα της εξέλιξης της πορείας της υγείας του ασθενή. Μπορούν να ομαδοποιηθούν και να παρουσιαστούν με τη χρήση γραφημάτων τόσο με γραφικό τρόπο όσο και με αριθμητικές τιμές. Αποτελεί μια από τις πολλές λειτουργίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της κλινικής απόφασης στο ICIP Critical Care.



Εικόνα 3 Παρουσίαση εργαστηριακών αποτελεσμάτων

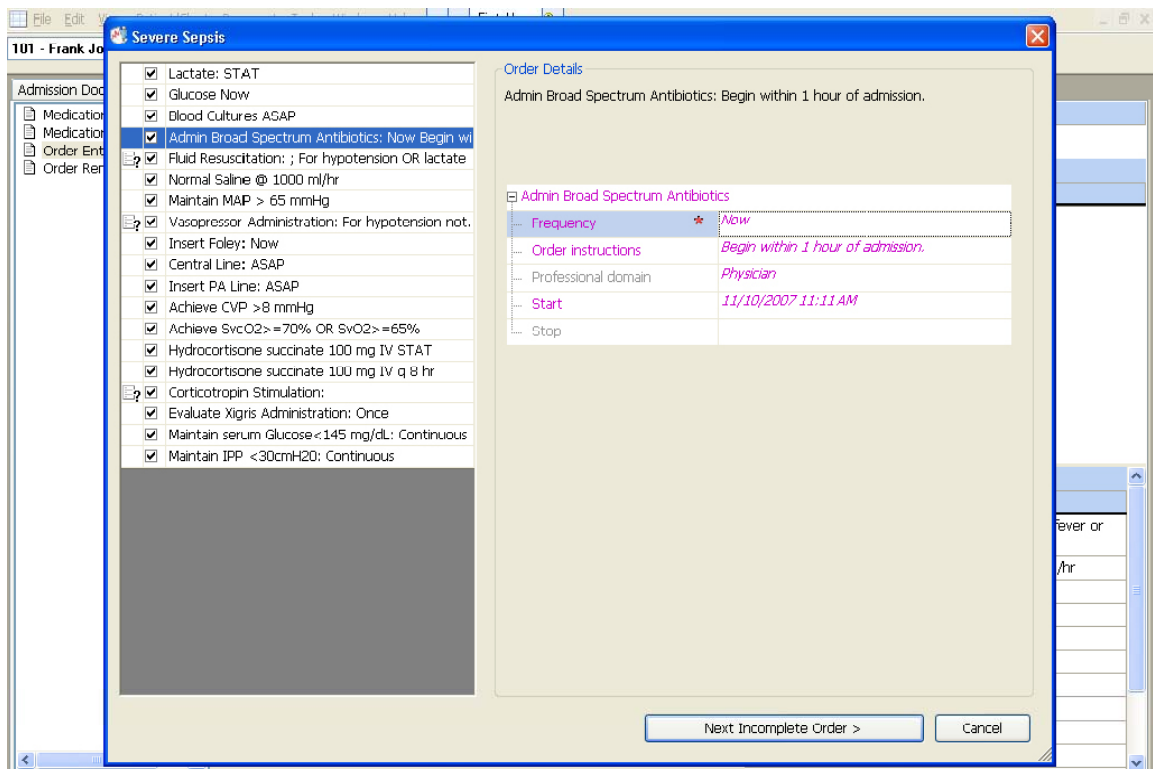
#### 4.5.4 Διαχείριση Οδηγιών

Το σύστημα ICIP Critical Care, συστηματοποιεί και επιτρέπει την ολοκληρωμένη διαχείριση των οδηγιών για τη διαδικασία της περίθαλψης των ασθενών. Οδηγίες για infusions, ορούς, φάρμακα, καθώς και παρεμβάσεις, παρουσιάζονται αυτόματα σε ολόκληρο το γράφημα του ασθενή καθώς και στα Worklists του νοσηλευτικού προσωπικού. Επιπλέον, παρέχει υπενθυμίσεις βοηθώντας το προσωπικό να χρονοπρογραμματίσει τη χορήγηση των φαρμάκων. Οι νέες οδηγίες ανανεώνουν αμέσως τον φάκελο του ασθενή, ενημερώνοντας τον εντατικολόγο για την εκτέλεση των οδηγιών.

Το σύστημα λειτουργεί άψογα με τα υπάρχοντα CPOE και τα συστήματα φαρμακείου (pharmacy information systems). Κατά τη διάρκεια της εισαγωγής κάποιας οδηγίας, το ICIP Critical Care παρουσιάζει μια λίστα από τις ήδη υπάρχουσες οδηγίες,



παρέχοντας στο χρήστη κάποιες κατευθυντήριες αρχές μέσω της κατάδειξης συγκεκριμένων πεδίων που πρέπει να συμπληρώσει. Οι οδηγίες για χορήγηση φαρμάκων είναι δυνατόν να τροποποιηθούν για να ακολουθήσουν τη μέχρι πρότινος διαδικασία που ακολουθείτο στη μονάδα. Δηλαδή είναι δυνατόν να ακολουθηθούν τα ονόματα των φαρμάκων όπως αυτά κυκλοφορούν στην αγορά είτε να χρησιμοποιείται ένας κατάλογος ονομάτων όπως αυτός έχει αποφασιστεί από το συγκεκριμένο νοσοκομείο.

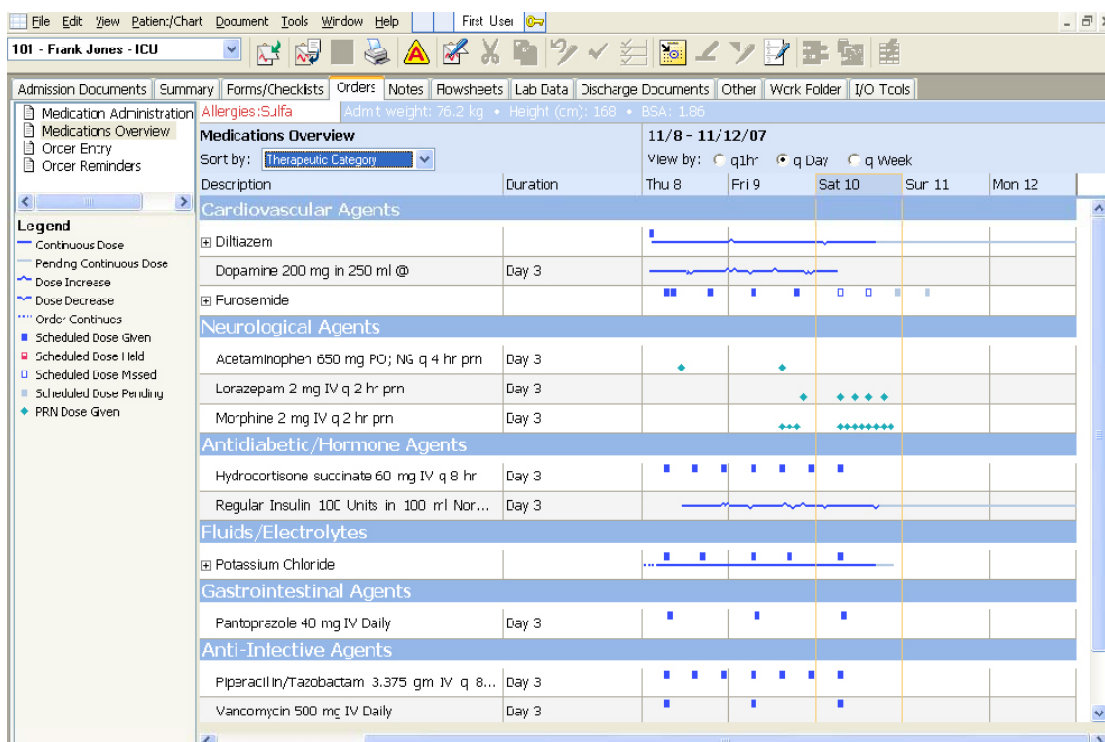


Εικόνα 4 Διαχείριση Οδηγιών

#### 4.5.5 Επισκόπηση Οδηγιών

Μια από τις λειτουργίες που παρέχει το ICIP Critical Care είναι και η επισκόπηση των οδηγιών που δίνονται για την θεραπεία που πρέπει να ακολουθηθεί για κάθε ασθενή. Συγκεκριμένα, μέσω του συστήματος παρουσιάζονται οι διαταγές που έχουν

ήδη οριστεί καθώς και εκείνες που προγραμματίζονται να δοθούν για τις επόμενες 7 έως 28 ημέρες. Για τη διευκόλυνση της αναζήτησης των συγκεκριμένων πληροφοριών, οι οδηγίες μπορούν να ταξινομηθούν αλφαβητικά ή κατά θεραπευτική ομάδα (παραδείγματος χάριν όλα τα αντιβιοτικά, ή τα διουρητικά να παρουσιάζονται μαζί) έχοντας έτσι μια σαφή και ολοκληρωμένη εικόνα της θεραπείας.



Εικόνα 5 Επισκόπηση των οδηγιών

#### 4.5.6 Λίστα Εργασιών

Η λίστα εργασιών (worklist), παρέχει στο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό ένα πρόγραμμα εργασιών που αφορά κάθε ένα από τους ασθενείς. Παρουσιάζει διαταγές και οδηγίες, συμπεριλαμβανομένων φαρμάκων και θεραπειών, που έχουν γίνει και που θα πρέπει να εκτελεστούν στο χρονικό διάστημα των επόμενων 12 ωρών. Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να διαφανούν οι εργασίες οι οποίες δεν έχουν πραγματοποιηθεί για οποιοδήποτε λόγο έχοντας μια ξεκάθαρη εικόνα της χρονολογικής εξέλιξης της

περίθαλψης του ασθενή. Οι υπηρεσίες που έχουν ολοκληρωθεί παρουσιάζονται στο ημερήσιο διάγραμμα (flowsheet) του ασθενή και στο Medication Administration Record (MAR). Επιπλέον, οι αλλαγές που γίνονται στα διάφορα διαγράμματα, ενημερώνουν αυτή τη λίστα εργασιών.

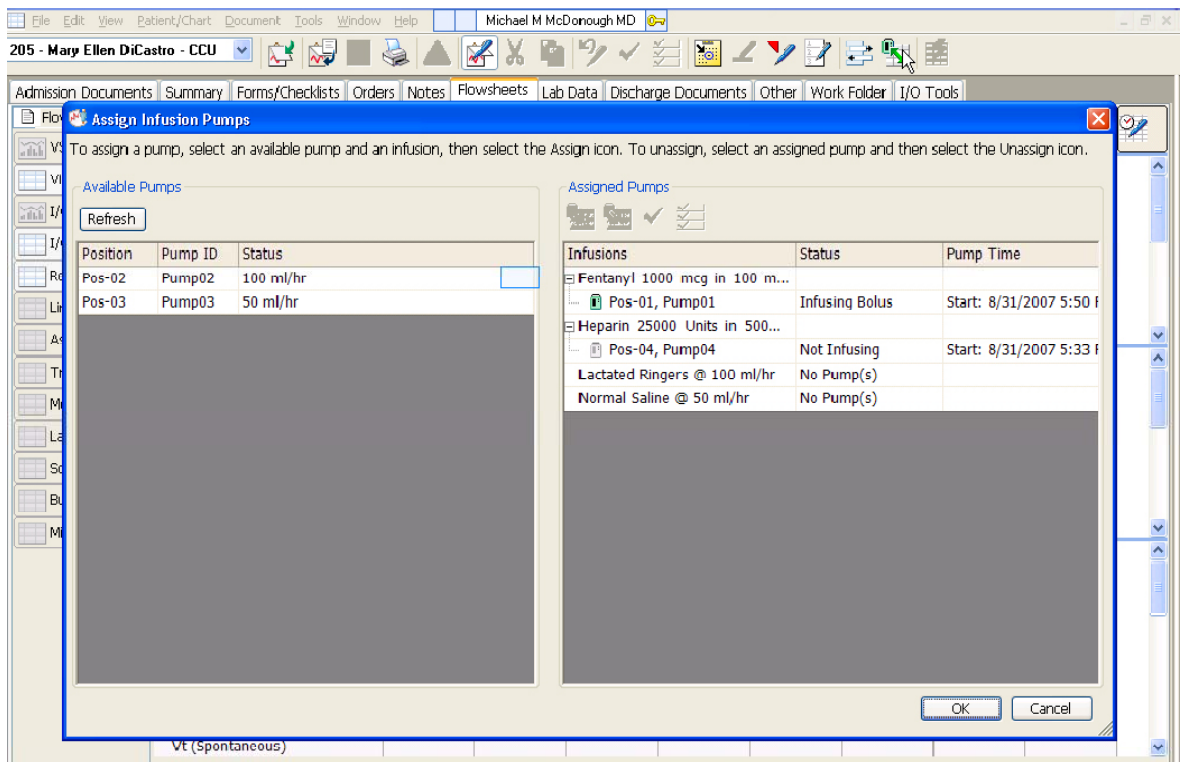
The screenshot displays a medical software interface for patient management. The patient is identified as Frank Jones in the ICU. The interface shows a 'Worklist' section with various tasks and medications. The tasks include:

- Scheduled, One time and STAT:**
  - Overdue: 11/10/2007 7:00 AM Furosemide (Lasix) 20 mg IVP q 8 hr
  - 11/10/2007 11:12 AM: Insert Foley: ASAP
  - 3:00 PM: Furosemide (Lasix) 20 mg :VP q 8 hr
  - 11:00 PM: Furosemide (Lasix) 20 mg :VP q 8 hr
  - 11/11/2007 7:00 AM: Furosemide (Lasix) 20 mg :VP q 0 hr
- Continuous:**
  - Diltiazem 100 mg in 100 ml D5W @ 10 mg/hr (Last administration: 11/10/2007 11:00 AM 10 mg/hr)
  - Dopamine 200 mg in 250 ml @ (Last administration: 11/10/2007 6:00 AM 0 mcg/kg/min)
  - Regular Insulin 100 Units in 100 ml Normal Saline @ (Last administration: 11/10/2007 11:00 AM 3 Units/hr)
  - Bedrest (No administration in last 48 hours)
  - D5 1/2 NS 20 mEq Potassium Chloride @ 50 ml/hr (Last administration: 11/10/2007 11:00 AM 50 ml 50 ml/hr)
  - Diet: NPO (No administration in last 48 hours)
- PRN:**
  - Acetaminophen 650 mg PO; NG q 4 hr prn for fever or pain (Last administration: 11/9/2007 3:00 PM 650 mg NG)
  - Lorazepam 2 mg IV q 2 hr prn (Last administration: 11/10/2007 11:00 AM 2 mg IV)
  - Morphine 2 mg IV q 2 hr prn (Last administration: 11/10/2007 11:00 AM 2 mg IV)

Εικόνα 6 Λίστα Εργασιών

#### 4.5.7 Διαχείριση αντλιών

Μέσω του συστήματος, δίνεται η δυνατότητα στο προσωπικό να αναθέσει αντλίες για συνταγογραφημένες οδηγίες, χρησιμοποιώντας μια διεπαφή τύπου drag and drop.



Εικόνα 7 Infusion Management

#### 4.5.8 Σημειώσεις και Φόρμες

Μέσω του συστήματος, δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής σημειώσεων μέσω φορμών. Οι φόρμες αυτές συμπληρώνουν ή αντικαθιστούν τα έντυπα έγγραφα. Αυτές οι φόρμες, περιλαμβάνουν τις φόρμες εισαγωγής, της κατάστασης του ασθενή, τις εξετάσεις που έτυχε ο ασθενής, τις σημειώσεις του νοσηλευτικού προσωπικού, το προγραμματισμό της περίθαλψης που θα ακολουθηθεί και άλλα. Τα δεδομένα που αφορούν τον ασθενή και τα οποία είτε βρίσκονται σε άλλες φόρμες είτε στο διάγραμμα του ασθενή, μπορούν να εισαχθούν αυτόματα έτσι ώστε να αποφεύγεται η επανάληψη εισαγωγής και να μειώνεται ο χρόνος εισαγωγής των δεδομένων στο σύστημα.

101 - Frank Jones - ICU

11/7/2007 9:38 PM

**History and Physical**

H and P

ALL DESIGNATED ELEMENTS MUST BE COMPLETED IN ORDER

I. History  
II. Physical Examination  
III. Diagnostic Data  
IV. Assessment/Plan

**HISTORY**

Information Source	Health records
Chief Complaint	Increasing SOB over last few days
Hx of Present Illness	77 y/o male with PMH COPD, AFib, NIDDM, CAD presents to the ED with increasing SOB over last few days. Pt reports SOB with little movement. P: reports having chills and coughing frequently. On home O2 at 2L prn. In ED, pt's O2 sat in the low 80s. ABG: 7.30/58/64/R2%/1R. Otherwise hemodynamically stable. Transferred to ICU for airway management.
Past Medical History	Recurrent extensive admissions with COPD exacerbations, ARF, cholestatic jaundice. S/P CABG x3 in 1997. Also PMH of AFib, NIDDM.
<input checked="" type="checkbox"/> Allergies	Sulfa
Current Medications	Lasix 20 mg BID Protonix 40 mg daily Coumadin 5 mg daily Metformin XR 500 mg daily Lorazepam 2 mg HS Combivent
Family & Social History	Extensive smoking history Married, 3 children
Review of Systems	See physical exam section.

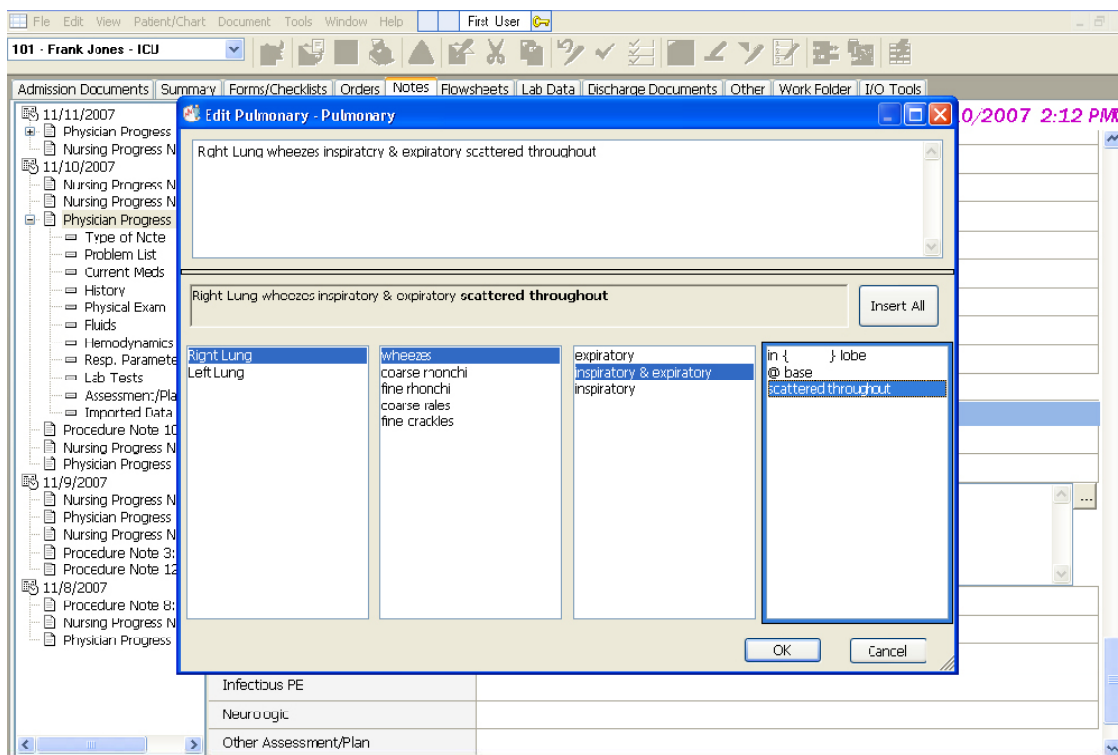
**PHYSICAL EXAM**

<input checked="" type="checkbox"/> Temperature (C)	37.9 Axillary
---	---------------

Εικόνα 8 Σημειώσεις και Φόρμες

#### 4.5.9 Κατασκευή φράσεων – Phrase Builder

Το σύστημα προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα της ασάφειας το οποίο προκύπτει από την ελεύθερη εισαγωγή κειμένου. Μια προσπάθεια η οποία γίνεται από το σύστημα, είναι η εισαγωγή δομημένου κειμένου σε πεδία εισαγωγής ελεύθερου κειμένου. Μέσω μιας ιεράρχησης, παρουσιάζονται μόνο οι σχετικές επιλογές καθώς δημιουργείται κάθε φράση. Οι δημιουργημένες προτάσεις ενδέχεται να τροποποιηθούν όταν υπάρχει ανάγκη.



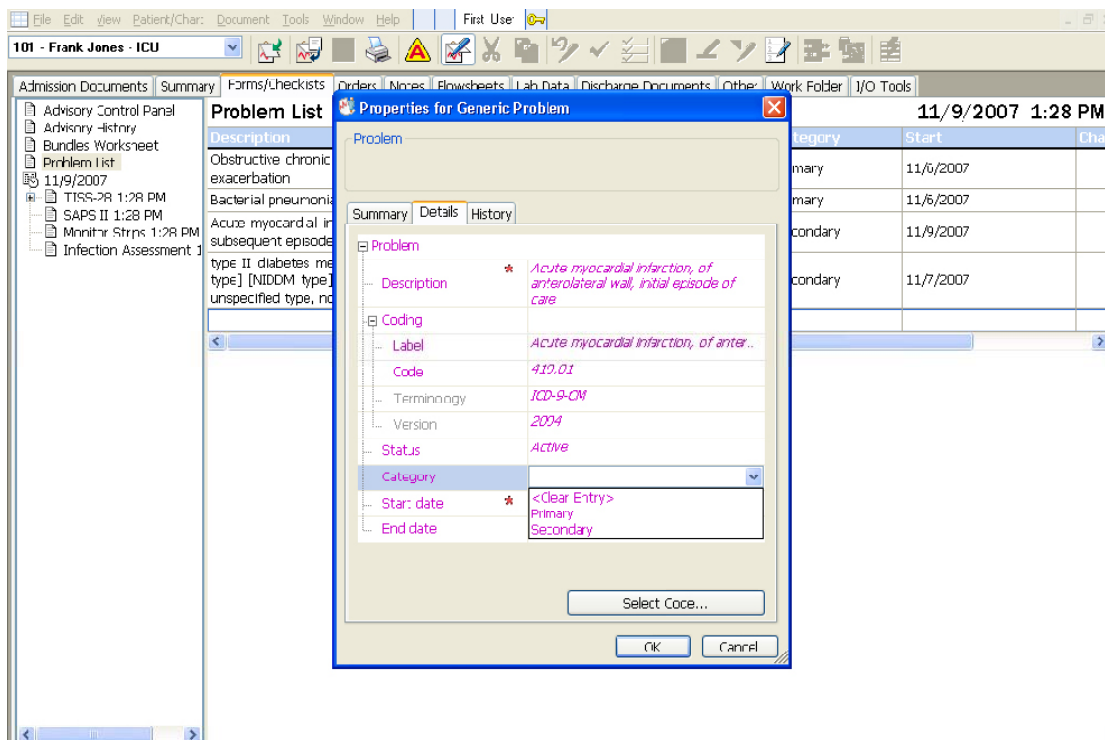
Εικόνα 9 Κατασκευή φράσεων - Phrase Builder

#### 4.5.10 Διαγνώσεις και κωδικοποιήσεις

Οι διαγνώσεις και οι διαδικασίες μπορούν να εισαχθούν στο ICIP είτε σε ελεύθερο κείμενο, είτε επιλέγοντας από τυποποιημένους καταλόγους κωδικοποίησης (ICD-9, ICD-10, ICPM), ή ακόμα και από καταλόγους που δημιουργούνται με βάση τις ανάγκες της μονάδας και που εύκολα μπορούν να ενσωματωθούν στο βασικό σύστημα. Οι παραμετροποιημένοι κατάλογοι, μπορούν να ακολουθούν το πρότυπο XML, το οποίο έχει διαδοθεί ευρέως στον χώρο της ιατρικής πληροφορικής, επιτρέποντας την εξαγωγή δεδομένων προς άλλα συστήματα. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται το επίπεδο διαλειτουργικότητας μεταξύ ανομοιογενών συστημάτων που ενδέχεται να προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές.

Για την ταχύτερη εύρεση και εισαγωγή του σωστού κωδικού που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, το σύστημα παρέχει κάποιους αποτελεσματικούς τρόπους όπως είναι

η παροχή μιας μηχανής αναζήτησης και λιστών με τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται περισσότερο (hit lists).



Εικόνα 10 Διαγνώσεις και κωδικοποιήσεις

#### 4.5.11 Περίληψη των πληροφοριών του ασθενή

Με τη συλλογή ενός τεράστιου ποσού δεδομένων για εντατική περίθαλψη ασθενών, δημιουργείται η ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου ο οποίος θα παρέχει τις αναγκαίες και μόνο πληροφορίες. Το σύστημα αυτό, παρέχει μια εύκολα διαμορφώσιμη περίληψη που αποδίδει το επίπεδο σαφήνειας που χρειάζεται μέσα από το φιλτράρισμα των δεδομένων. Το ICIP Critical Care Patient Summary επιτρέπει την προσπέλαση πολλαπλών τμημάτων ενός ιατρικού γραφήματος (chart) σε μία οθόνη, με την παρουσίαση των πληροφοριών σε tabular μορφή, προσφέροντας με αυτό τον τρόπο την τρέχουσα εικόνα του ασθενή μέσα από ένα απλό γραφικό περιβάλλον.

The screenshot displays a comprehensive medical record for a patient named Frank Jones in the ICU. The interface is organized into several key sections:

- Lab Results (Last 24 hours):** A table listing various blood and urine tests with their respective values and dates. For example, WBC is 18.70, Hgb is 11.6, Hct is 35.9, RBC is 3.49, Sodium is 141, Potassium is 3.9, Chloride is 111, CO2 is 21, Venous HCO3 is 32, BUN is 1.5, Creatinine is 1.35, Glucose is 9.2, Calcium is 2.0, Phosphorus is 99, and Median Glucose is 103.
- Clinical Synopsis:** A narrative summary of the patient's condition, stating: "78 y/o male with PMH COPD, AFib, DM, CAD presents to the ED with increasing SOB over last few days. Pt reports SOB with little movement. Pt reports having chills and coughing frequently. On home O2 at 2L. In ED, pt..."
- Problems:** A list of identified medical issues, including "Obstructive chronic bronchitis with (acute) exacerbation", "Bacterial pneumonia, unspecified", and "Acute myocardial infarction, of anterolateral wall, subsequent episode of care".
- Current and [Future] Medications:** A list of prescribed treatments such as "Acetaminophan 650 mg PO; NG q 4 hr prn for fever or pain", "D5 1/2 NS 20 mEq Potassium Chloride @ 50 ml/hr", "Diltiazem 100 mg in 100 ml D5W @ 10 mg/hr", "Dopamine 200 mg in 250 ml @", and "Enoxaparin 80 mg SC Daily".
- Vital Signs:** A table showing current vital signs: Temperature (37.8 Axillary), Heart Rate (95), and Non-Invasive BP (106 / 54).
- Fluid Status:** A summary of fluid balance over a 24-hour period, showing Total In (135), Total Out (60), and Urine Output (40).

Εικόνα 11 Περίληψη των πληροφοριών του ασθενή

#### 4.5.12 Κλίμακες αξιολόγησης κινδύνου

Οι μετρήσεις της θνησιμότητας, τα αποτελέσματα και το ρίσκο είναι ζωτικής σημασίας για τους διαχειριστές της μονάδας όσον αφορά τις μετρικές για την απόδοση και την ποιότητα της περίθαλψης σε μονάδες και νοσοκομεία. Το σύστημα ICIP Critical Care υπολογίζει αυτόματα κάποια στατιστικά, όπως είναι το SAPS II, TISS 28, Norton, Braden, the Glasgow Coma Scale. Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής και υπολογισμού scores που έχουν αναπτυχθεί και προσαρμοστεί από την αρχή, βασιζόμενα σε παραμέτρους ρουτίνας στις εγγραφές των ασθενών. Επιπρόσθετα, μπορούν να ρυθμιστούν και να υπολογιστούν scores όπως είναι το APACHE και το PRISM.



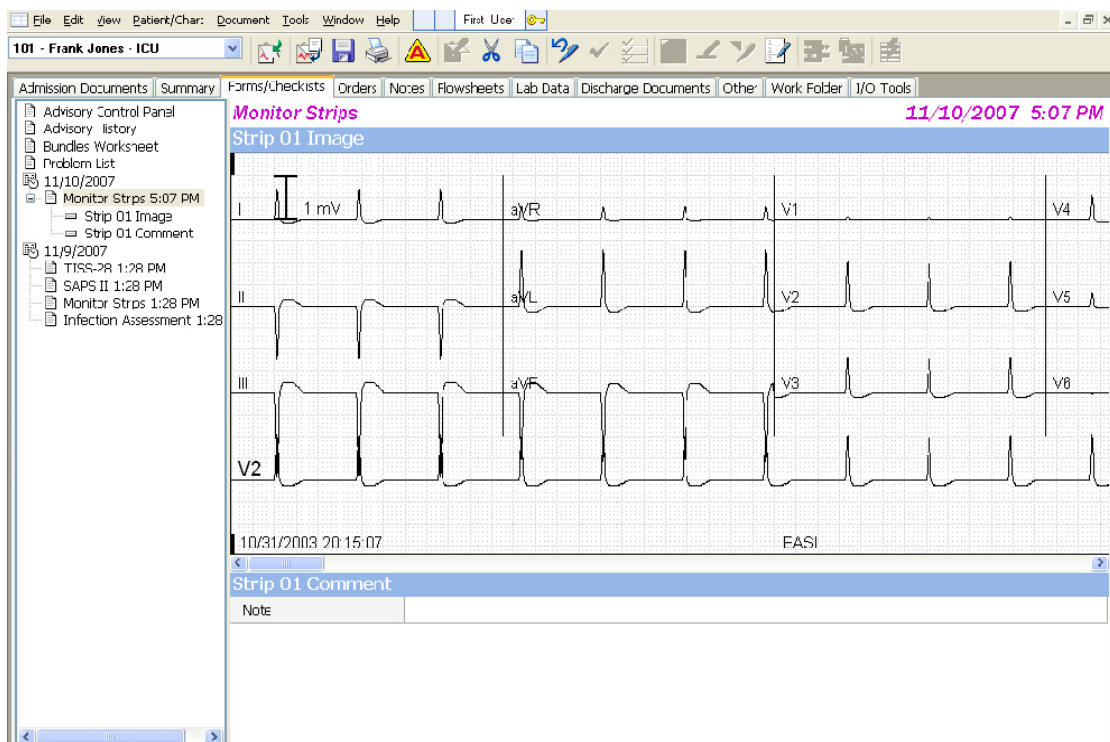
The screenshot shows a medical software interface for patient '101 - Frank Jones - ICU'. The 'Forms/Checklists' tab is active, displaying the 'SAPS II' assessment. The table below lists the components of the SAPS II score and their corresponding points.

SAPS II	
SAPS II	55 Incomplete
SAPS Heart Rate	132 bpm
Points: Heart Rate	4
SAPS Admission Type	Scheduled Surgery - 0
Points: Admission Type	0
SAPS Chronic Diseases	Metastatic Cancer - 9
Points: Chronic Diseases	9
SAPS GCS Score	14
Points: GCS	0
SAPS Age	77
Points: Age	16
SAPS Systolic BP	82 mmHg
Points: Systolic BP	5
SAPS Temperature	38.9 Deg. C.
Points: Temperature	0
SAPS PaO2:FIO2 Ratio	100 mmHg
Points: PaO2:FIO2 Ratio	9
SAPS Bicarbonate (mEq/l)	15
Points: Bicarbonate	3
SAPS Bilirubin (mg/dl)	
Points: Bilirubin	

Εικόνα 12 Κλίμακες αξιολόγησης κινδύνου- SAPS II

#### 4.5.13 Ενσωμάτωση κυματομορφών

Το ICIP Critical Care μπορεί να εισαγάγει κυματομορφές από το IntelliVue Information Center με σκοπό να ενσωματωθούν στο διάγραμμα του ασθενή. Αυτές οι κυματομορφές είναι χρήσιμες για την τεκμηρίωση συγκεκριμένων γεγονότων ή σημαντικών trends.



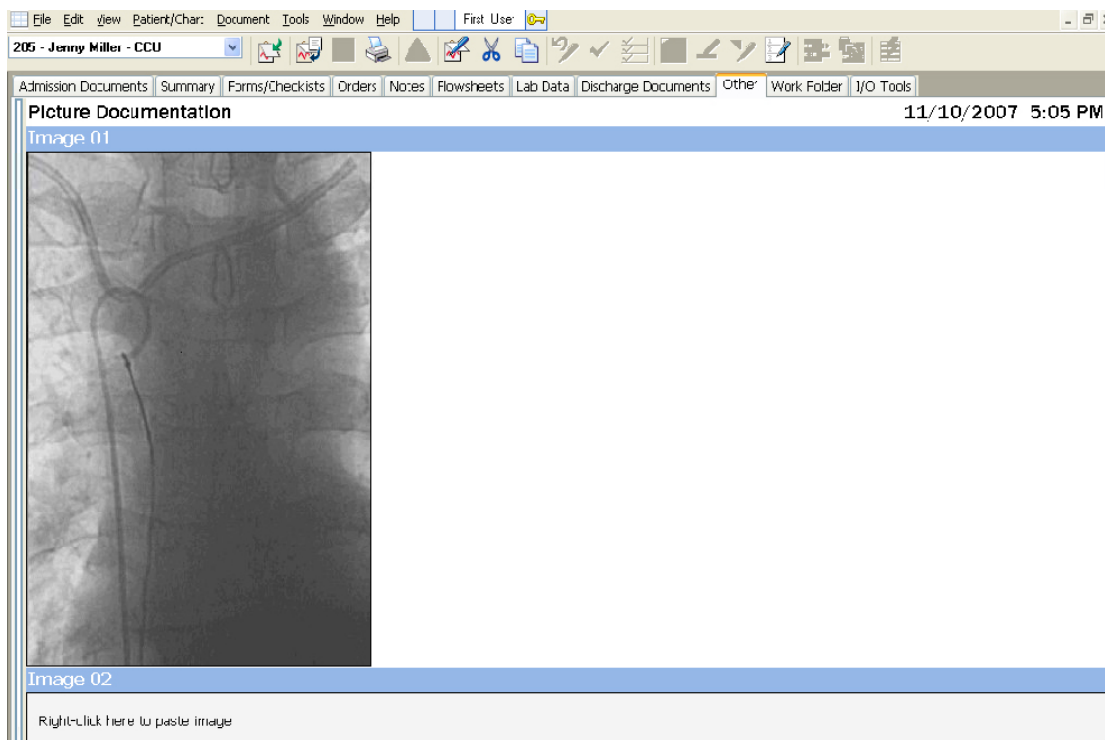
Εικόνα 13 Κωματομορφές

#### 4.5.14

Επειδή η τεκμηρίωση που βασίζεται σε εικονικό υλικό αποτελεί απαραίτητο στοιχείο στη διαδικασία της ιατρικής περίθαλψης, το σύστημα υιοθετεί σε μεγάλο βαθμό την χρήση εικόνων στα αρχεία των ασθενών. Μέσα από την τεκμηρίωση με φωτογραφικό υλικό, το ιατρικό προσωπικό διαθέτει μια πιο σαφή εικόνα της εξέλιξης της περίθαλψης και της πορείας αποκατάστασης της υγείας του ασθενή.

Το ICIP Critical Care ενσωματώνει ψηφιακές εικόνες, εικόνες ακτίνων X, CT και άλλες μορφές στο φάκελο του ασθενή. Η λειτουργία αυτή, λαμβάνει τη θέση αποθήκευσης της εικόνας από ένα σύστημα Radiology Information System (RIS) ή Picture Archival Communication System (PACS). Αυτό που εισάγεται στο φάκελο του ασθενή δεν είναι η ίδια η εικόνα αλλά ένας σύνδεσμος (link) σε αυτή. Επίσης, το

σύστημα παρέχει τη δυνατότητα κλήσης ενός PACS image viewer για την εμφάνιση εικόνων υψηλής ευκρίνειας.



Εικόνα 14 Τεκμηρίωση με τη χρήση οπτικού υλικού

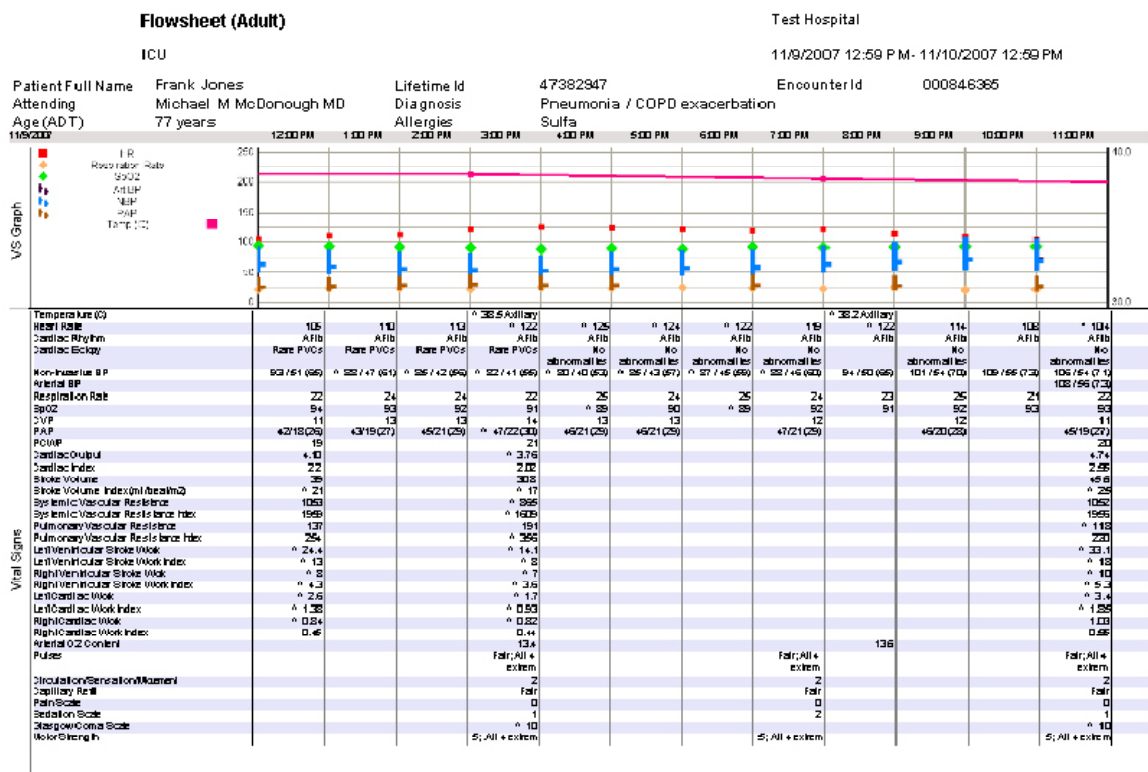
#### 4.5.15 Περίληψη σημαντικότερων στοιχείων του ασθενή κατά την εξαγωγή και εκτυπώσιμες αναφορές

Για ιατρικούς λόγους και σκοπούς επικύρωσης, μπορεί να παραχθεί ένα έγγραφο με όλες τις σημαντικές πληροφορίες που αφορούν ένα ασθενή. Το έγγραφο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο ασθενής θα πρέπει να μεταφερθεί από τη μονάδα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης διαφόρων αναφορών οι οποίες θα περιλαμβάνουν λεπτομερές πληροφορίες που αφορούν τον ασθενή. Η μορφή αυτών των εκτυπώσεων μπορεί να είναι είτε σε χαρτί είτε σε μορφή αρχείου PDF. Αν και η παραγωγή τεκμηρίωσης σε χαρτί είναι ενάντια στην πολιτική που θέλει να διαμορφώσει η μονάδα για τη δημιουργία ενός paperless συστήματος, εντούτοις κάποια τεκμηρίωση

σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία θα πρέπει να διατηρείται και σε έντυπη μορφή.

Discharge Summary		Test Hospital	
ICU		11/7/2007 9:38 PM - 11/10/2007 12:52 PM	
Patient Full Name	Frank Jones	Life time ID	47382947
Attending	Michael M McDonough	Diagnosis	Pneumonia / COPD exacerbation
Age (A/D)	77 years	Allergies	Sulfa
Encounter Id		Encounter Id	000846365
Discharge Summary( 11/10/2007 9:52 AM)First User			
Patient Demographics			
Date of Birth	9/16/1929		
Next of Kin	Harriet Jones - Wife		
Past Medical History			
Past Medical History	Recent extensive admission with COPD exacerbation, ARF, cholestatic jaundice. S/P CABG in 1997. Also PMH of ARF, NIDDM.		
History of Present Illness			
Admission Date/Time	8/23/2007 10:35 PM		
Hospital Course and Treatment			
Hospital Course	78 y/o male with PMH COPD, ARF, DM, CAD presents to the ED with increasing SOB over last few days. PT reports SOB with little movement. PT reports having chills and coughing frequently. On home O2 at 2L. In ED, pt had O2 sat in low 80s. ABG 7.39/55/65/18.82% Otherwise hemodynamically stable. BP systolic in 80s. Transferred to ICU for airway management.		
Laboratory Data			
Sodium (mEq/L)	141 mEq/L		
CO2	21		
Chloride	^ 111		
Potassium (mEq/L)	5.5 mEq/L		
BUN	^ 32 mg/dl		
Glucose	^ 155		
Calcium	0.2		
Magnesium	2.0		
Creatinine	^ 1.5		
Medications on Admission			
Current Medications	Lantus 80 mg IV BID Protonix 40 mg daily Coumadin 5 mg daily Metformin 2# 500 mg daily Lorazepam 2 mg HS Combivent/Albuterol 500 mg IV Daily Regular Insulin 100 Units in 100 ml Normal Saline @ Potassium Chloride 20 mEq NG; PO BID Erythromycin/Clavulanic Acid 2.25 gm IV q 8 hr		

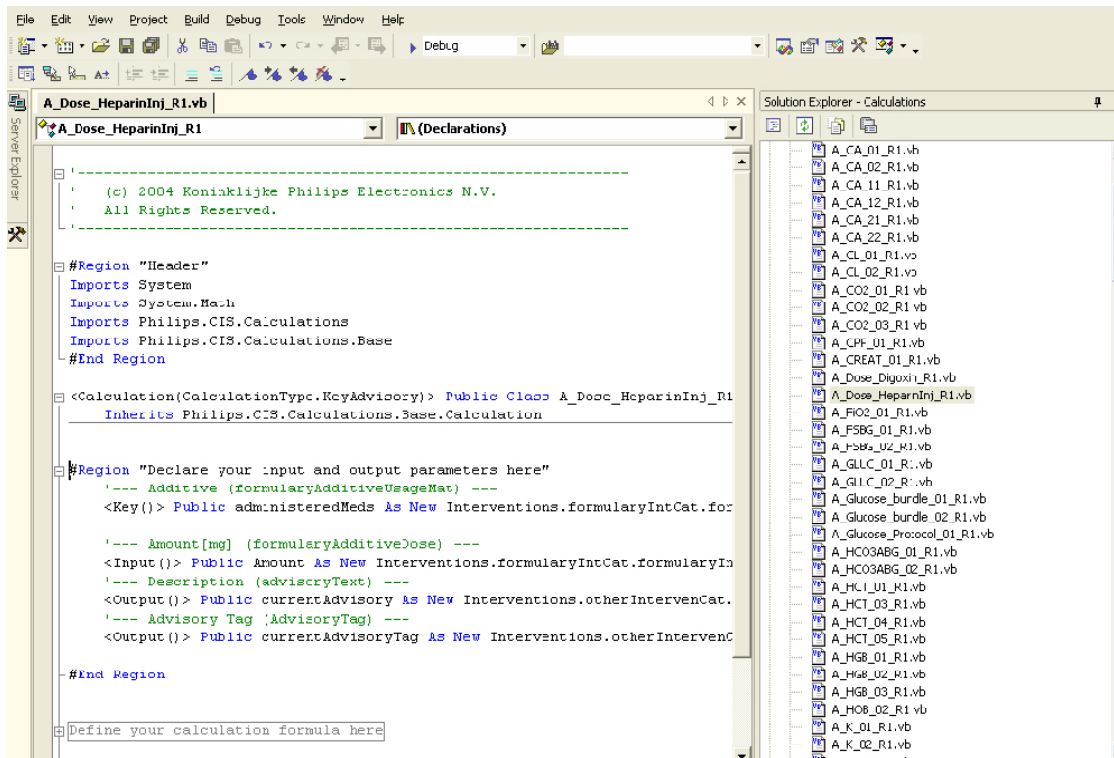
Εικόνα 15 Περίληψη εξιτηρίου



Εικόνα 16 Εκτυπώσιμη αναφορά

#### 4.5.16 Μηχανή υπολογισμών

Το ICIP Critical Care έχει μια ισχυρή ενσωματωμένη μηχανή υπολογισμών. Έχοντας σαν βάση την VB.NET, αυτό το εργαλείο επιτρέπει την διαμόρφωση υπολογισμών με γρήγορο και ευέλικτο τρόπο. Στους υπολογισμούς συμπεριλαμβάνονται hemodynamic υπολογισμοί, υπολογισμοί με input/output volumes, προηγούμενες περιόδους παραμονής στη μονάδα, περίοδο υποστήριξης της αναπνοής, την ημέρα τοποθέτησης καθετήρα, υπολογισμός κλινικών σκορ και πολλά άλλα.



Εικόνα 17 Μηχανή υπολογισμών

#### 4.6 Ενσωμάτωση χαρακτηριστικών πληροφορικής

Η υποδομή του ICIP Critical Care, βασίζεται κυρίως σε μια δοκιμασμένη υποδομή η οποία προέρχεται από την εταιρεία Microsoft. Η υποδομή αυτή, χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια για μεγάλης εμβέλειας εφαρμογές, πέρα από τον χώρο της ιατρικής, παρέχοντας αξιοπιστία και διαθεσιμότητα των πληροφοριών.

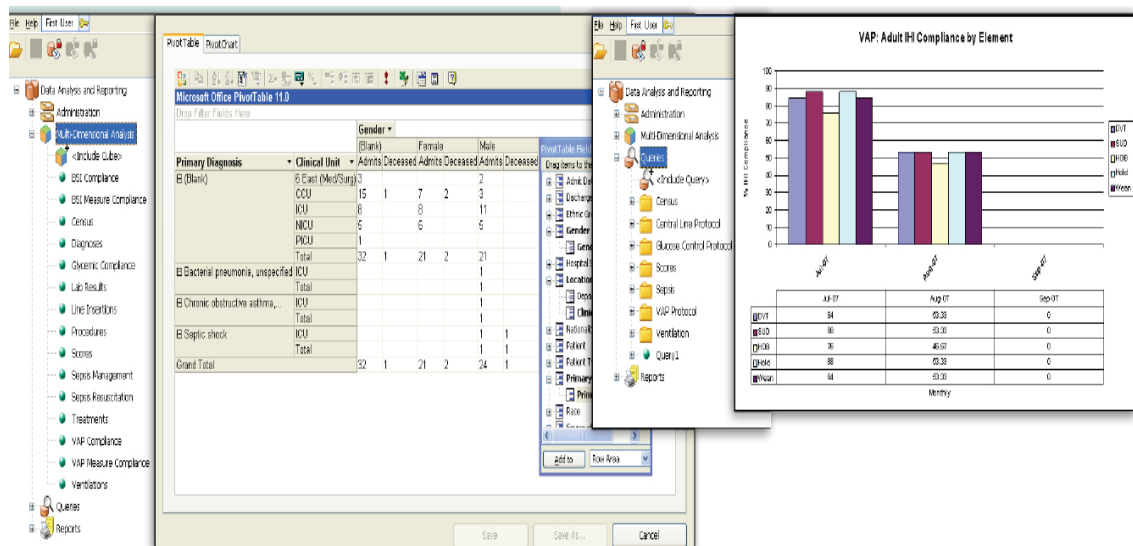
Το σύστημα παρέχει πρόσβαση στα γραφήματα των ασθενών, ανεξάρτητα από το που βρίσκετε κάποιος ενώ ταυτόχρονα κάνει πιο εύκολο τον καθιερωμένο γύρο του προσωπικού δίνοντας του τη δυνατότητα χρήσης ασύρματου εξοπλισμού όπως είναι τα tablet PC. Τεχνολογίες των Windows, όπως είναι η Terminal Service, παρέχει μια ευέλικτη, άμεση και γρήγορη πρόσβαση στην πληροφορία που αφορά τους ασθενείς.

Επιπλέον, η αξιοποίηση του portal technology στα IntelliVue monitors των ασθενών, δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης στο ICIP Critical Care. Με τη χρήση του Active Directory της Microsoft, παρέχεται έλεγχος των δικαιωμάτων των χρηστών και της πρόσβασης τους οποιαδήποτε στιγμή. Ο υπάρχον εξοπλισμός της μονάδας του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιοποίηση των πιο πάνω δυνατοτήτων. Συγκεκριμένα, οι οθόνες MP70, τις οποίες διαθέτει η ΜΕΘ του Γενικού νοσοκομείου υποστηρίζουν την τεχνολογία του portal και μπορούν να έχουν άμεση διασύνδεση με το ICIP Critical Care.

Όσον αφορά την ανάλυση των δεδομένων και την παραγωγή αναφορών, το ICIP Critical Care βοηθά στη μετατροπή των δεδομένων σε γνώση. Η βάση δεδομένων του συστήματος αποτελεί μια ανοικτή και τεκμηριωμένη αποθήκη δεδομένων. Μέσω μιας απλής διεπαφής του τύπου drag-and-drop, επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν πίνακες και γραφήματα χωρίς να χρειάζεται να περάσουν εκτεταμένη εκπαίδευση. Με την παροχή απλών wizards στους υπεύθυνους για την παραμετροποίηση του συστήματος, επιτρέπεται η παραγωγή αυτοματοποιημένων εκθέσεων ακολουθώντας απλά, εύκολα και κατανοητά βήματα.

Με την παροχή πρόσβασης σε όλα τα δεδομένα των ασθενών από όλους τους τερματικούς σταθμούς, το ICIP Critical Care παρουσιάζει δυναμικά τις κλινικές παραμέτρους με τέτοιο τρόπο ώστε να υποστηρίζεται η κλινική απόφαση. Οι δυνατότητες που παρέχει για ανάλυση των δεδομένων, βοηθούν αναδρομικά στη βελτίωση των κλινικών διαδικασιών, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν, παραδείγματος χάριν, σε πιο γρήγορες μεταφορές των ασθενών σε θαλάμους περίθαλψης σε άλλες μονάδες του νοσοκομείου.

Τα εργαλεία ανάλυσης και ανασκόπησης των δεδομένων (Data Analysis and Review tools) τα οποία παρέχονται από το σύστημα, δεν επηρεάζουν τις επιδόσεις του συστήματος. Το σύστημα παρέχει προς άμεση χρήση πενήντα και περισσότερα επερωτήματα προς τη βάση δεδομένων (database queries). Επιπρόσθετα, επιτρέπει τον καθορισμό επερωτημάτων και εκθέσεων από τους χρήστες τους συστήματος ανάλογα με την πληροφορία που επιθυμούν να εξαχθεί.



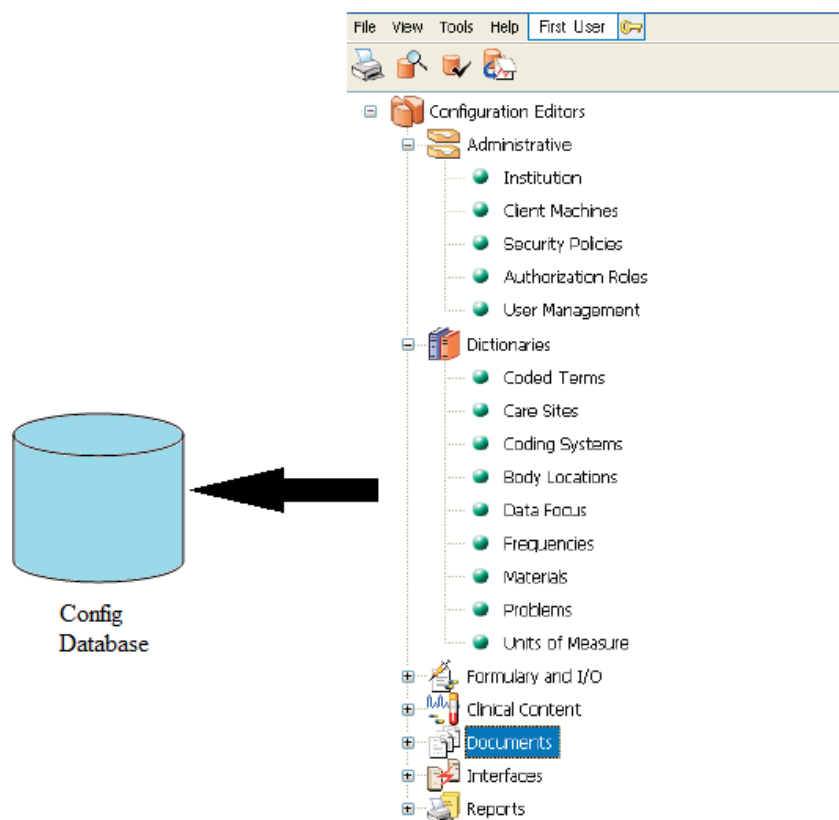
Εικόνα 18 Data Analysis και Reporting

Επιπλέον, με τη χρήση του συστήματος, η εκτύπωση και το κόστος που συνδέονται με τα έντυπα έγγραφα (παραδείγματος χάριν αποθήκευση και ανάκτηση) μπορούν να μειωθούν, δεδομένου ότι πολλά από αυτά μπορούν να εξαλειφθούν.

Το ICIP Critical Care προσφέρει έναν γραφικό editor για τη διαμόρφωση/ παραμετροποίηση αρχείων, πεδίων της βάσης δεδομένων, λιστών, καθώς και του περιεχομένου τους. Το κλινικό προσωπικό, μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτόν τον editor χωρίς να χρειάζεται να διαθέτει οποιαδήποτε εξειδικευμένη ή προηγούμενη



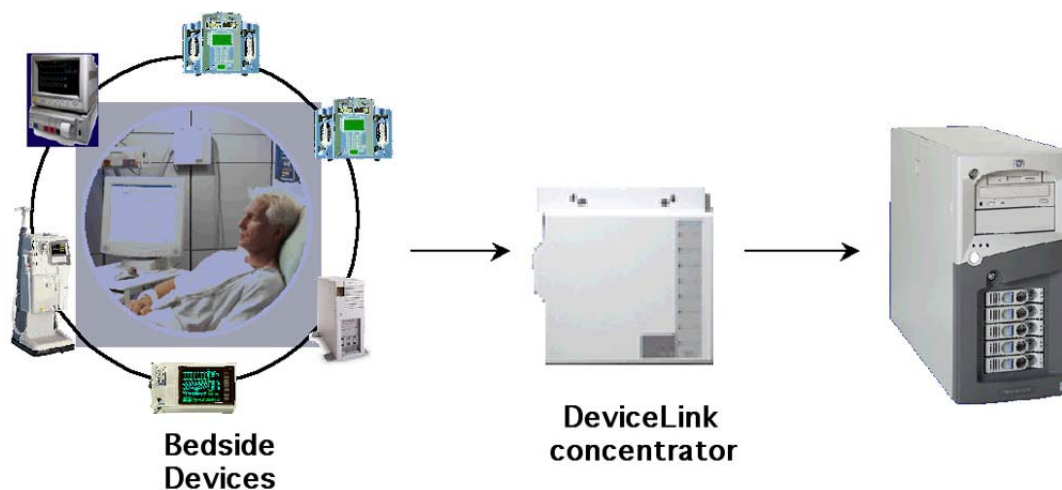
γνώση σε βάσεις δεδομένων. Το σύστημα παρέχει επίσης ένα ξεχωριστό περιβάλλον δοκιμής, στο οποίο τα νέα ή τροποποιημένα αρχεία καθώς και η συμπεριφορά τους, μπορούν να εξεταστούν προτού να ενεργοποιηθούν για χρήση στο πραγματικό περιβάλλον εργασίας.



**Εικόνα 19 Database Configurator**

Το ICIP Critical Care μπορεί να διασυνδεθεί με ένα μεγάλο αριθμό συσκευών που βρίσκονται δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση του Philips Device Link II. Το Philips Device Link II επικοινωνεί με το ICIP Critical Care πάνω από ένα δίκτυο TCP/IP. Στο καλώδιο της διασύνδεσης υπάρχει ενσωματωμένο ένα τσιπ προσδιορισμού, που επιτρέπει στο ICIP Critical Care να αναγνωρίζει αυτόματα τον τύπο των συσκευών. Το ICIP Critical Care τεκμηριώνει τα

δεδομένα που προέρχονται από τις συσκευές είτε επικυρώνοντας τις τιμές που λαμβάνονται είτε με την αυτόματη δημιουργία γραφικών απεικονίσεων.



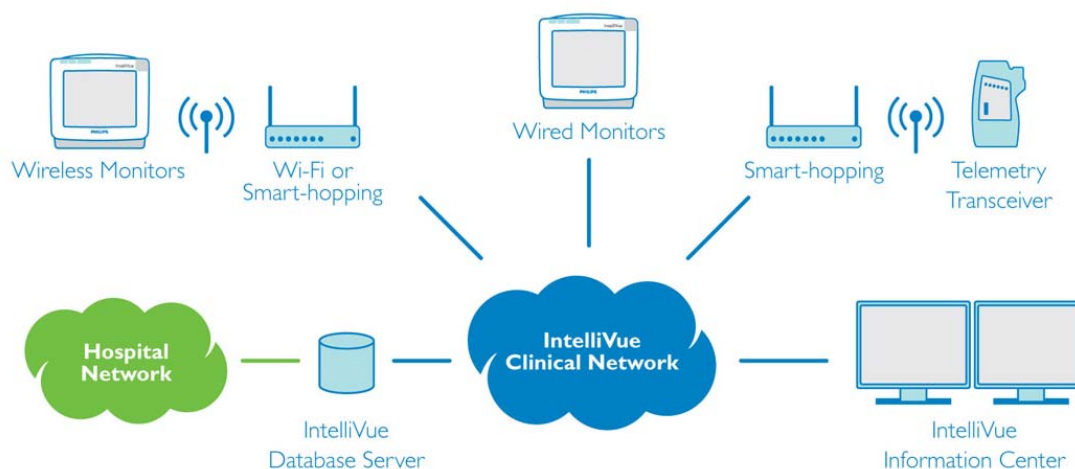
Εικόνα 20 Διασύνδεση συσκευών

Για να επιτευχθεί η συμβατότητα με τα πληροφοριακά συστήματα του νοσοκομείου και των εργαστηρίων, το ICIP Critical Care χρησιμοποιεί το πρότυπο HL7. Επίσης, μπορεί να ενσωματώσει τα διάφορα εθνικά και διεθνή σύνολα δεδομένων που υπάρχουν. Το σύστημα παρέχει επίσης ένα περιεκτικό σύνολο εργαλείων το οποίο επιτρέπει την μετατροπή των δεδομένων που εξάγονται από το σύστημα στην επιδιωκόμενη μορφή, έτσι ώστε να μπορούν να μεταφερθούν και να ανταλλαχθούν (π.χ. XML, CSV, κ.λπ.).

Πιο κάτω ακολουθούν οι διεπαφές που υποστηρίζει το σύστημα ICIP Critical Care:

- Philips IntelliVue Clinical Network (monitoring)
- Device Link II (device data)
- HIS (ADT inbound/outbound)
- Lab data (συμπεριλαμβανομένης της blood gas ανάλυσης)

- Υποστηριζόμενοι τύποι αρχείων εισαγωγής (TXT, DOC, PDF, GIF, JPG, PNG)
- Υποστηριζόμενοι τύποι αρχείων εξαγωγής (PDF + HL7)
- HL7 outbound (EMR)
- Reporting Database (ODBC)
- CCOW—visual integration



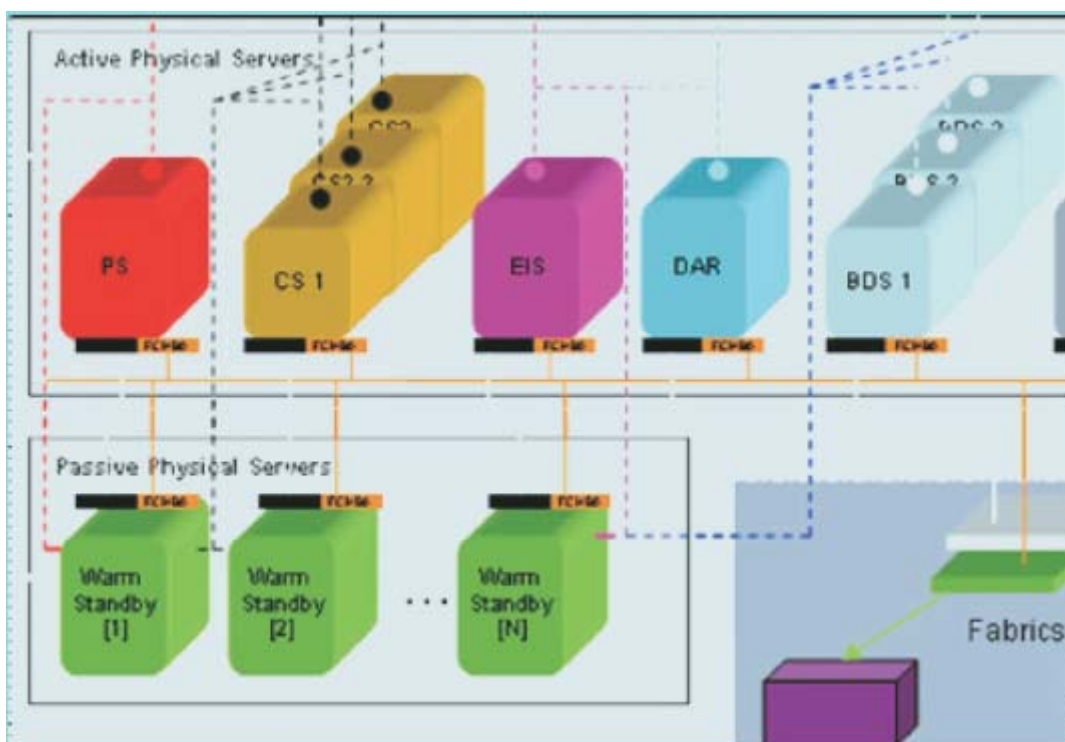
**Εικόνα 21 IntelliVue Clinical Network**

Υπάρχει περίπτωση οι διεπαφές κάποιων συστημάτων να μην είναι τυποποιημένες ή ακόμη να είναι σύνθετες, με αποτέλεσμα να χρειαστούν εξειδικευμένο λογισμικό ολοκλήρωσης για τη μετάδοση, το φιλτράρισμα, και την μετάφραση των HL7 πρωτοκόλλων. Με την αγορά του συστήματος, παρέχεται πρόσβαση στο repository που έχει δημιουργήσει ο κατασκευαστής του συστήματος και που περιλαμβάνει περισσότερες από 1.000 διεπαφές συστημάτων.

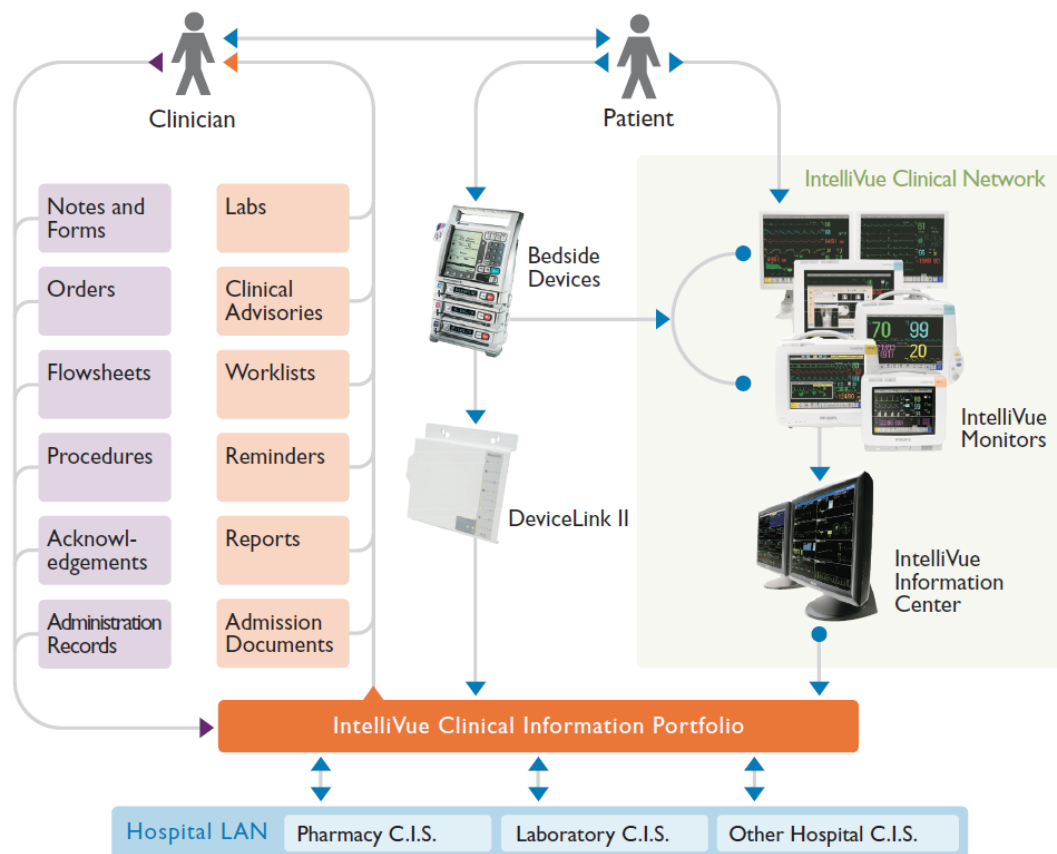
Το ICIP Critical Care μπορεί να τρέχει πολλαπλές κλινικές διαμορφώσεις παράλληλα σε ένα σύστημα. Αυτό επιτρέπει σε κάθε τμήμα του νοσοκομείου, να προσαρμόζει το σύστημα ανάλογα ενώ παράλληλα να διατηρείται η δυνατότητα ανταλλαγής κλινικών πληροφοριών στο σύνολο του συστήματος. Ο έλεγχος της πρόσβασης στο σύστημα

επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας και διαχείρισης λογαριασμών που βασίζονται στο Active Directory της Microsoft.

Σε ένα τέτοιο σύστημα, είναι πολύ σημαντικό να παρέχονται δυνατότητες και μηχανισμοί ανάκαμψης από τυχόν αποτυχίες. Το σύστημα ικανοποιεί τις πιο πάνω δυνατότητες μέσω της υποδομής clustering. Η υποδομή clustering, υλοποιεί υπηρεσίες αυτόματου failover και επανεγκατάστασης των υπηρεσιών και των πόρων σε περιπτώσεις κατά τις οποίες ένας server σε ένα cluster αποτυγχάνει ή τίθεται σε offline mode. Μέσω της χρήσης υπηρεσιών clustering, το σύστημα προσφέρει μια πλειάδα από οφέλη που περιλαμβάνουν τη συνεχή διαθεσιμότητα των δεδομένων, τη συγκεντρωτική (centralized) διαχείριση των δεδομένων, και παρέχει ένα υψηλό επίπεδο ασφαλείας.



Εικόνα 22 ICIP Clustering



Εικόνα 23 Ολοκληρωμένο πλαίσιο του ICIP

Όσον αφορά την κατάρτιση των τελικών χρηστών, ακολουθείται ένα μοντέλο “εκπαίδευσης του εκπαιδευτή”. Την ημέρα της λειτουργίας του συστήματος, η μονάδα στην οποία εφαρμόζεται το σύστημα είναι έτοιμη για την πραγματοποίηση της κλινικής τεκμηρίωσης χωρίς τη χρήση χαρτιού. Όταν οι ροές εργασίας και οι διαδικασίες στην ιατρική εντατικής παρακολούθησης αλλάζουν, το κλινικό πληροφοριακό σύστημα, μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα.

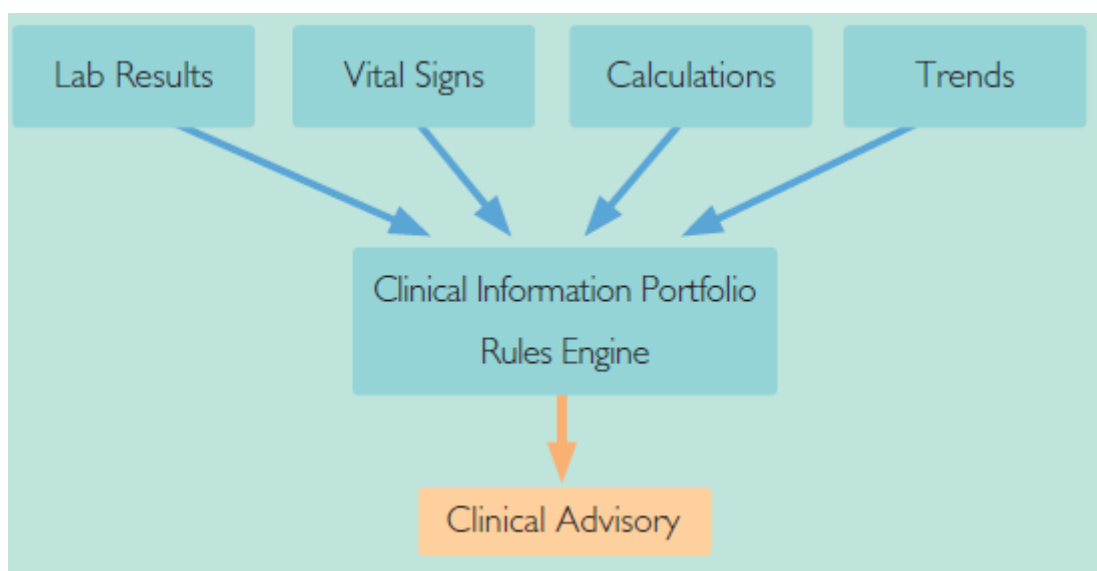
#### 4.7. Δυνατότητα Υποστήριξης κλινικής απόφασης

##### 4.7.1 Παροχή κλινικών προειδοποιήσεων (Clinical Advisories)

Ο χρόνος είναι ουσιαστικός στις μονάδες εντατικής θεραπείας και οι παροχές υπηρεσιών υγείας χρειάζονται να έχουν ανά πάσα στιγμή μια σαφή άποψη των κλινικών πληροφοριών και παραμέτρων που είναι σημαντικές για την θεραπεία του

ασθενή. Το κλινικό πληροφοριακό σύστημα IntelliVue συγκεντρώνει όλα τα στοιχεία ενός ασθενή, και τα κλινικά advisories συνθέτουν αυτές τις πληροφορίες για να ειδοποιήσουν το νοσοκομειακό προσωπικό για σημαντικά ζητήματα που αφορούν την περίθαλψη.

Το ICIP ενσωματώνει μια μηχανή κανόνων μέσω της οποίας τρέχει τις πληροφορίες που αφορούν τους ασθενείς, και η οποία παράγει τα κλινικά advisories τα οποία βασίζονται σε συνδυασμούς κριτηρίων.



**Εικόνα 24 Τα κλινικά advisories συνδυάζουν το σύνολο της διαθέσιμης πληροφορίας**

Ένα clinical advisory μπορεί να παραχθεί παραδείγματος χάριν κατά την παρουσία στοιχείων που καταδεικνύουν μια μόλυνση, ή κατά την απουσία προφυλάξεων όπως είναι η ανύψωση του προσκέφαλου του κρεβατιού ενός ασθενή καθώς του παρέχεται μηχανική αναπνευστική υποστήριξη. Τα κλινικά advisories μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν την ασφάλεια του ασθενή, να μειώσουν τα ιατρικά λάθη και να αυξήσουν τη συμμόρφωση με τα ιατρικά πρωτόκολλα και κανονισμούς.

Δεδομένου ότι το Clinical Information Portfolio διαχειρίζεται δεδομένα όλων των τύπων για τους ασθενείς (συμπεριλαμβανομένων των σημάτων ζωτικής σημασίας, αποτελέσματα εργαστηρίων, φάρμακα, και δημογραφικά δεδομένα), μπορεί να εκτελέσει περίπλοκους υπολογισμούς για να εντοπίσει ευαίσθητες αλλαγές στην κατάσταση των ασθενών. Τα κλινικά advisories μπορούν να βασιστούν στην παρουσία ή το επίπεδο μιας παραμέτρου ή σε ένα σύνολο παραμέτρων, των οποίων οι αλληλεπιδράσεις δεν μπορούν να προβλεφθούν από το νοσοκομειακό προσωπικό. Για παράδειγμα, ένας ασθενής που βρίσκεται συνδεδεμένος με αναπνευστήρα και του οποίου τα επίπεδα κορεσμού του O<sub>2</sub> έχουν μειωθεί, δεν εκλαμβάνεται ως ανησυχία βλέποντας μόνο τις παραμέτρους του κορεσμού από μόνες τους. Το σύστημα όμως μπορεί να υπολογίσει αμέσως ότι ο δείκτης οξυγόνωσης του ασθενή έχει αυξηθεί, βασισμένο στο συνδυασμό των μετρήσεων που λαμβάνει για τα αέρια του αίματος και τις ρυθμίσεις των αναπνευστήρων. Το κλινικό advisory που προκύπτει, καθιστά το πρόβλημα στο γιατρό με σαφή τρόπο κάτι που είναι πολύ σημαντικό για τις παραπέρα του ενέργειες.

Μόλις το κλινικό advisory ενεργοποιηθεί, προτρέπει το χρήστη να το αποδεχθεί. Ορισμένα κλινικά advisories περιλαμβάνουν μια περίοδο αδρανείας(refractory) κατά τη διάρκεια της οποίας δεν θα προκληθεί οποιοδήποτε κλινικό advisory το οποίο να βασίζεται στις ίδιες παραμέτρους με το αμέσως προηγούμενο. Με αυτό τον τρόπο, αποφεύγονται οι επαναλαμβανόμενες ανακοινώσεις.

	Room/L...	Pt Name	Age
◆	101	Rita Lovett	85
	102	Frank Jones	76
	103	Paul Greenspan	54
	104	Dorothy Porter	86
	105	Raul Sanchez	25
	106	Sabrina Collins	
	107	Marcel Renaud	40
	108	Stat Admit	

**Εικόνα 25 Υπόδειξη ενός advisory για ένα συγκεκριμένο ασθενή**

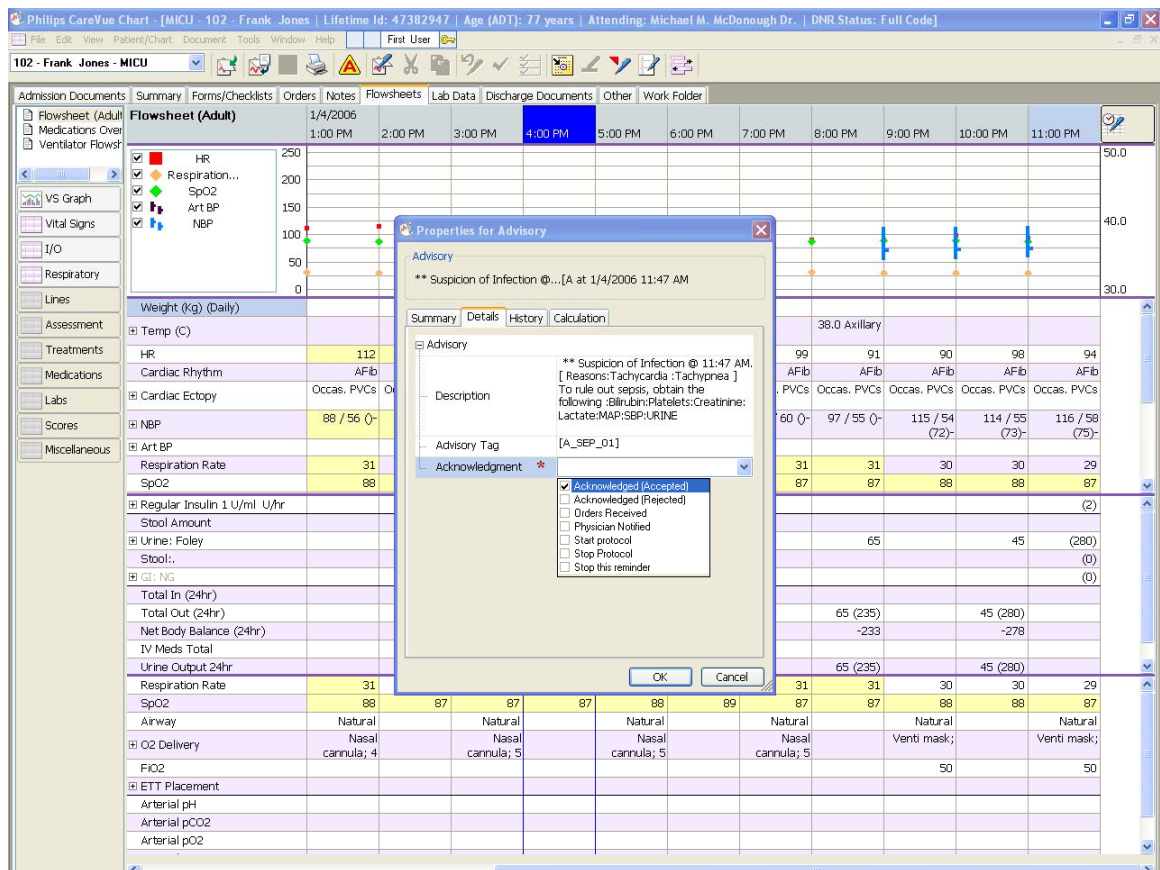
Δεδομένου ότι τα κλινικά advisories αφορούν επείγουσες αλλαγές της κατάστασης των ασθενών, το ICIP παρέχει άμεση ενημέρωση για τις αλλαγές και τις παρουσιάζει άμεσα στην οθόνη. Στην βασική οθόνη του συστήματος(chalkboard) και στο Patient List ενός τερματικού σταθμού, εμφανίζεται μια εικόνα δίπλα στο όνομα του ασθενή με το κλινικό advisory. Ο χρήστης μπορεί να περάσει πάνω από το την εικόνα στο Patient List για να διαβάσει το ολοκληρωμένο κείμενο του advisory. Η εφαρμογή μπορεί να παραμετροποιηθεί για να στείλει τα κλινικά advisories σε ασύρματες συσκευές που χρησιμοποιούνται εντός της μονάδας. Στο διάγραμμα του ασθενή, τα advisories εμφανίζονται σε μια μπάρα υψηλής διαφάνειας στο κατώτατο σημείο της οθόνης. Το advisory περιλαμβάνει το χρόνο που αυτό παρήχθη καθώς και μια σύντομη περιγραφή. Όλα τα advisories αποθηκεύονται επίσης στο διάγραμμα του ασθενή για μελλοντική αναθεώρηση.



Net Body Balance (24hr)			-48
IV Meds Total			
Urine Output 24hr			50 (50)
Respiration Rate	31	30	
SpO2	88	87	
Airway	Natural		Na
⊕ O2 Delivery	Nasal cannula; 4		I cannu
FiO2			
⊕ ETT Placement			
Arterial pH			
Arterial pCO2			
Arterial pO2			
<			
05/29/2011 11:47 AM: ** Suspicion of Infection @ 11:47 AM. [Reasons: Tachycardia: Tachypn			

Εικόνα 26 Το advisory εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης του ασθενή

Τα κλινικά advisories συνεχίζουν να εμφανίζονται για 48 ώρες ή έως ότου κάποιος χρήστης τα αποδεχθεί. Το ICIP παρέχει έλεγχο της διαδικασίας της αποδοχής για σκοπούς λογιστικού ελέγχου(audit trail) και παρέχει ταυτοποίηση του ποιος έχει αποδεκτεί το συγκεκριμένο κλινικό advisory. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι πολύ σημαντικό γιατί επιτρέπει στις μονάδες να αναλύσουν τους χρόνους απόκρισης και τη ρυθμιστική συμμόρφωση(regulatory compliance) με εύκολο τρόπο.



Εικόνα 27 Λίστα επιλογών που παρέχονται στο προσωπικό κατά την ενεργοποίηση ενός advisory

Το ICIP παρέχεται στην βασική του έκδοση με 50 ενσωματωμένα κλινικά advisories. Τα advisories μπορούν να ενεργοποιηθούν ή να απενεργοποιηθούν σε επίπεδο μονάδας, ή ασθενή. Παραδείγματος χάριν, είναι δυνατό να αποσυνδεθούν τα advisories που αφορούν υψηλά επίπεδα κρεατινίνης για έναν ασθενή με νεφρική ανεπάρκεια, αλλά να υπάρχει ενεργοποιημένο το advisory για υψηλές αλλαγές στην κρεατινίνη. Τα νοσοκομεία είναι δυνατό να αναπτύξουν δικά τους κλινικά advisories για να απεικονίσουν νέες κλινικές οδηγίες και ρυθμιστικά πρωτόκολλα. Χρησιμοποιώντας το παρεχόμενο Visual Basic toolbox, οι μονάδες μπορούν να διαχειριστούν το ιατρικό περιεχόμενο που υπάρχει μέσα στη μηχανή κανόνων για να το εναρμονίσουν με τις ακολουθούμενες πρακτικές τους, ή για να σχεδιάσουν τα advisories τους όπως αυτοί επιθυμούν.

#### 4.7.1.1 Κλινικό σενάριο: ενεργοποίηση advisory για Severe Sepsis

Το σύστημα είναι δυνατό να παράγει κλινικά advisories λαμβάνοντας υπόψη πολλά και διαφορετικά δεδομένα ταυτόχρονα. Το πιο κάτω παράδειγμα ακολουθεί το bundle που σχετίζεται με σοβαρής μορφής σηψαιμία, το οποίο ακολουθεί τις οδηγίες όπως αυτές παρουσιάζονται από την Surviving Sepsis Campaign.

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας παρουσίασης αρχικοποιείται όταν αληθεύει μια από τις ακόλουθες συνθήκες:

- A. Το ιστορικό του ασθενή υποδηλώνει μια νέα μόλυνση (π.χ., πνευμονία)
- B. Ο ασθενής παρουσιάζει καινούργια συμπτώματα όπως πυρετό  $> 38.3^{\circ}\text{C}$  και τρέμουλο

Εάν η συνθήκη A και η συνθήκη B ικανοποιούνται, το ICIP παράγει ένα advisory για μια υποψία μόλυνσης (Suspicion of Infection clinical advisory) και ζητά επιπρόσθετες πληροφορίες για να αποκλείσει τη δυσλειτουργία οργάνων ως σημάδι της σοβαρής μορφής σηψαιμίας.

SVI	35				
SVR	1564				
SVRI	2410				

37AM: Suspicion of Infection [Reasons: Pneumonia / empyema] obtain: Bilirubin; Plate...

Εικόνα 28 Παραγωγή advisory για υποψία μόλυνσης

Εάν κάποιες από τις ζητούμενες πληροφορίες δεν παρασχεθούν ως απάντηση πίσω στο σύστημα, παράγεται ένα άλλο κλινικό advisory που θα υπενθυμίζει στο χρήστη ότι επιπρόσθετα στοιχεία, όπως τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ελέγχων, δεν έχουν ακόμα παρασχεθεί.

SVI	35					
SVR	1564					
SVRI	2410					

12:07PM: Reminder: additional info needed to evaluate Severe Sepsis (Obtain: Lactate, U... ▾

**Εικόνα 29 Υπενθύμηση χρήστη από το advisory για την παροχή επιπρόσθετων στοιχείων**

Εάν η μόλυνση δεν έχει αποκλειστεί ως αποτέλεσμα των διαφόρων εξετάσεων, τότε το ICIP συνεχίζει να αναζητά για περαιτέρω σημάδια σηψαιμίας. Ένα κλινικό advisory που προειδοποιεί για την πιθανότητα σοβαρής σηψαιμίας, παράγεται όταν ένας ασθενής ικανοποιεί τους πιο κάτω όρους:

- A. Ύπαρξη advisory το οποίο σχετίζεται με πιθανή υποψία μόλυνσης
- B. Στοιχεία που οδηγούν σε οργανική δυσλειτουργία εκτός της περιοχής της μόλυνσης και η οποία δεν αποτελεί κομμάτι μιας χρόνιας πάθησης.

SVI	35					
SVR	1564					
SVRI	2410					

12:51PM: Severe Sepsis: ACKNOWLEDGE 'Start Protocol' to enter pathway for Severe Sepsis... ▾

**Εικόνα 30 Κλινικό advisory το οποίο παροτρύνει να ακολουθηθεί το Sepsis Bundle Protocol**

#### 4.7.2 Application Bundles

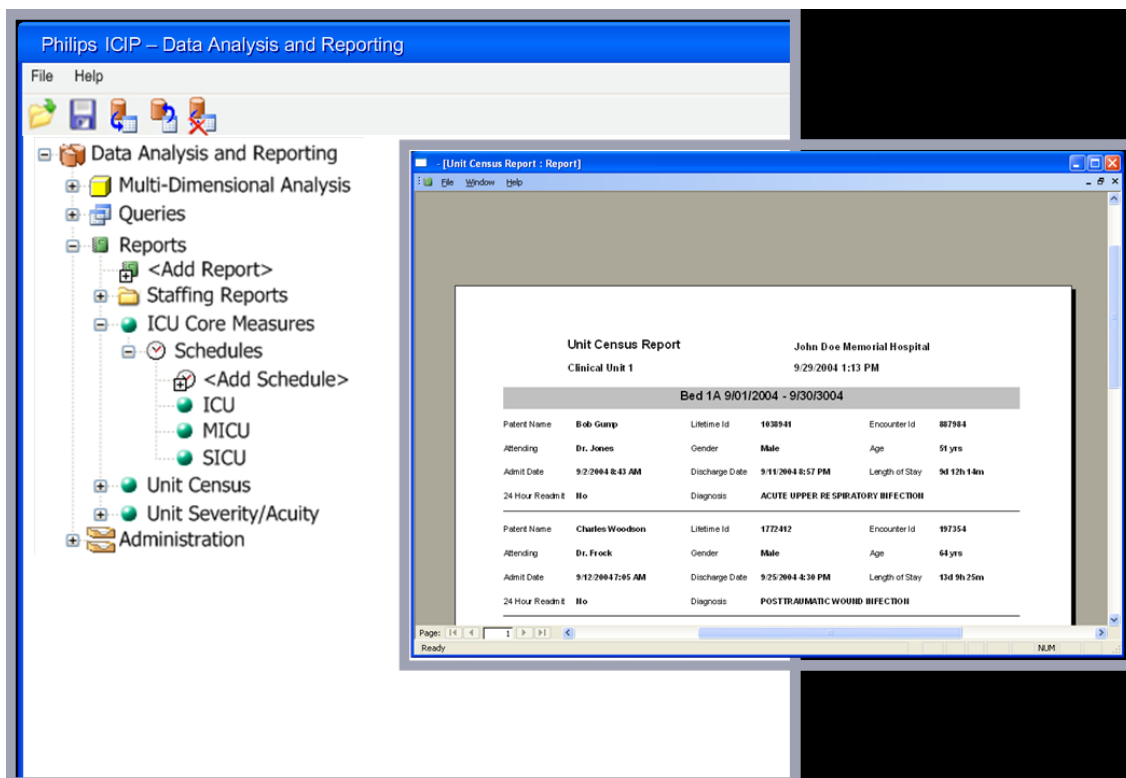
Τα application bundles τα οποία παρέχονται από το ICIP, υποστηρίζουν την υιοθέτηση ιατρικών κατευθυντήριων γραμμών οι οποίες βασίζονται στην τεκμηρίωση. Ένα bundle, είναι ένα δομημένο σύνολο από πρακτικές που έχει δοκιμαστεί και συνεισφέρει στη βελτίωση της έκβασης των ασθενών. Τα bundles, περιλαμβάνουν ιατρική γνώση και αυτά τα οποία είναι διαθέσιμα στο ICIP είναι advisories για πνευμονία που σχετίζεται με μηχανική υποστήριξη, μόλυνση της

κεντρικής κυκλοφορίας του αίματος, διαχείριση της γλυκόζης, και βήματα για την ανάνηψη και τη διαχείριση της σηψαιμίας.

#### **4.8 Ανάλυση δεδομένων και παραγωγή αναφορών**

Η βελτίωση της ποιότητας αρχίζει με σαφείς μετρήσεις της απόδοσης. Τα νοσοκομεία χρησιμοποιούν ήδη αρκετούς πόρους για την συγκέντρωση και αξιολόγηση των δεδομένων μέσω διαδικασιών ελέγχου των διαγραμμάτων των ασθενών. Οι οργανισμοί πιστοποίησης και παροχής αποζημιώσεων όπως είναι οι ασφαλιστικοί οργανισμοί, απαιτούν να έχουν πρόσβαση στα ποσοτικά στοιχεία που σχετίζονται με την κλινική αποδοτικότητα και απαιτούν επίσης από τα νοσοκομεία να υποβάλουν εκθέσεις για ένα μεγάλο αριθμό μετρήσεων. Επιπρόσθετα, οι διευθυντές των μονάδων και το ιατρικό προσωπικό είναι επιφορτισμένοι να υιοθετούν τις πιο πρόσφατες οδηγίες σχετικά με τις evidence-based πρακτικές, οι οποίες, στη συνέχεια, απαιτούν πιο λεπτομερείς εκθέσεις υπευθυνότητας.

Το ICIP συλλέγει, συνθέτει και αρχειοθετεί τεράστιο όγκο ιατρικών δεδομένων - δεδομένων που οι γιατροί μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να διευκρινίσουν πολλές πτυχές της απόδοσης, χωρίς να υπάρχει η ανάγκη για δαπανηρούς και χρονοβόρους λογιστικούς ελέγχους διαγραμμάτων και εισαγωγή δεδομένων. Τα ενσωματωμένα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων, παράγουν εκθέσεις σχετικά με αιτήματα τα οποία προέρχονται από τους διαχειριστές και διευθυντές μονάδων. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν τη σαφήνεια που απαιτείται στα κρίσιμα κλινικά ζητήματα που απασχολούν τις μονάδες, και κυρίως τις μονάδες εντατικής θεραπείας, έτσι ώστε να προσδιοριστούν εύκολα οι τρόποι βελτίωσης της ποιότητας της παρεχόμενης περίθαλψης.



Εικόνα 31 Αναφορά η οποία έχει παραχθεί από την εκτέλεση επερωτήσεων

Οι διευθυντές των μονάδων, χρειάζεται να αξιολογούν τα κλινικά ζητήματα τα οποία έχουν επιπτώσεις στον πληθυσμό των ασθενών επί καθημερινής βάσης. Με το ICIP, οι προϊστάμενοι νοσοκόμοι και οι ιατρικοί διευθυντές, μπορούν εύκολα να ακολουθήσουν τις στατιστικές όσον αφορά τη διαχείριση των μονάδων τους.

Για παράδειγμα, για τον έλεγχο της φροντίδας που παρέχεται στους ασθενείς οι οποίοι υποστηρίζονται από αναπνευστήρα, οι διαχειριστές μπορούν να ελέγξουν τη χρήση και τη διάρκεια του αερισμού στη μονάδα, τη θνησιμότητα, ή τα δημογραφικά, καθώς επίσης και τη συμμόρφωση με τα πρωτόκολλα που σχετίζονται με την πνευμονία, με σκοπό να αποτρέψουν τη ventilator-associated πνευμονία (VAP).

Τα evidence-based κλινικά πρωτόκολλα, αποτελούν ένα τρόπο μέσω των οποίων τα νοσοκομεία εφαρμόζουν αποδεκτές θεραπείες. Η μη ελεγχόμενη υιοθέτηση αυτών των πρωτοκόλλων τείνει όμως να είναι αργή. Το ICIP επιτρέπει στους διαχειριστές και τους διευθυντές των μονάδων να υποβάλουν εκθέσεις συμμόρφωσης. Επιπλέον, το σύστημα παράγει αναφορές από τις πληροφορίες που προέρχονται από τα charts, και έτσι δεν υπάρχει ανάγκη για διοικητική υποστήριξη του ελέγχου των διαγραμμάτων και του συνόλου των δεδομένων.

Το ICIP περιλαμβάνει ένα σύνολο προκαθορισμένων ερωτημάτων και αναφορών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στατιστικές έτσι ώστε να διαπιστωθεί η συμμόρφωση με τα διάφορα πρωτόκολλα και μέτρα που απαιτούνται από ρυθμιστικά και νομοθετικά σώματα. Τα νοσοκομεία μπορούν να δημιουργήσουν τις δικές τους αναφορές για οποιαδήποτε πρωτοβουλία σχετικά με τη βελτίωση της ποιότητας ή απαιτήσεις νομοθετικών ρυθμίσεων. Τα εργαλεία που παρέχονται και σχετίζονται με την βάση δεδομένων, επιτρέπουν στα νοσοκομεία να δημιουργούν αναφορές για οποιαδήποτε παράμετρο τεκμηριώνεται στα γραφήματα των ασθενών, δίνοντάς τους τη δυνατότητα γρήγορης αντίδρασης στις νέες αιτήσεις για δεδομένα.

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να παρουσιαστεί πληροφορία από την κλινική βάση δεδομένων του συστήματος: μέσω ενός ερωτήματος ή μέσω μιας αναφοράς. Τα ερωτήματα παράγουν τα δεδομένα υπό μορφή πινάκων, ενώ οι εκθέσεις παρουσιάζουν τα αποτελέσματα σε ευανάγνωστη μορφή. Οι χρήστες μπορούν να σχεδιάσουν τα δικά τους ερωτήματα και εκθέσεις για να αυξήσουν αυτά που προσφέρονται. Και τα ερωτήματα αλλά και οι εκθέσεις είναι απλές στη δημιουργία, και μπορεί να αξιοποιηθεί το κάθε πεδίο της βάσης.

Υπάρχει δυνατότητα για πολυδιάστατη ανάλυση των δεδομένων, η οποία μπορεί να αποκαλύψει σημαντικές τάσεις που επηρεάζουν την περίθαλψη των ασθενών. Χρησιμοποιώντας On-Line Analytical Processing (OLAP) εργαλεία, οι παροχείς ιατρικής περίθαλψης μπορούν να δημιουργήσουν γραφήματα και πίνακες με απλή εισαγωγή συνόλων δεδομένων με τη χρήση της μεθόδου drag and drop. Νέοι παράμετροι στη συνέχεια μπορούν να προστεθούν ή να αντικατασταθούν με σκοπό να αλλάξουν την “προοπτική” των δεδομένων. Για παράδειγμα, το σύστημα με ελάχιστες κινήσεις μπορεί να δημιουργήσει ένα bar graph όλων των αρσενικών ασθενών που έτυχαν επανεισδοχής στη μονάδα εντός 24 ωρών, ταξινομώντας τα αποτελέσματα ως προς τη διάγνωση. Στη συνέχεια, είναι δυνατό να γίνει επιπλέον ταξινόμηση με βάση μια άλλη παράμετρο, όπως η ηλικία, δίνοντας έτσι μια άλλη προβολή των δεδομένων που είναι δυνατό να οδηγήσει στην ανακάλυψη ενός μοτίβου (pattern).

Τα πλεονεκτήματα της ανάλυσης των δεδομένων και παραγωγής αναφορών με τη χρήση του IntelliVue Clinical Information Portfolio είναι:

- Πλήρης πρόσβαση στη βάση δεδομένων του ICIP για έρευνα και αξιολόγηση με τη χρήση benchmarks
- Εργαλεία για την παρουσίαση των πληροφοριών τα οποία είναι εύκολα στην εκμάθηση.
- Αναφορές σχετικά με τη συμμόρφωση και την αποτελεσματικότητα των evidence-based care κατευθυντήριων οδηγιών
- Πρόσβαση σε ποιοτικούς δείκτες για ανάλυση της απόδοσης
- Εξοικονόμηση των πόρων που καταναλώνονται για έλεγχο των διαγραμμάτων



#### 4.9 Διαχείριση Οδηγιών

Το ICIP παρέχει ένα σύστημα συνταγογράφησης το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρο το νοσοκομείο. Τα δικαιώματα πρόσβασης μπορούν να διαμορφωθούν ανάλογα με τον τύπο των διαταγών, του ρόλου, της μονάδας, ή ατομικά για να διασφαλιστεί μια πλήρης διαδρομή ελέγχου (audit trail) και να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η εμπιστευτικότητα. Η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του συστήματος διαχείρισης διαταγών και των συστημάτων των φαρμακείων, μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα λόγω του ότι υπάρχει η απαραίτητη υποδομή η οποία παρέχει τα κατάλληλα πρωτόκολλα.

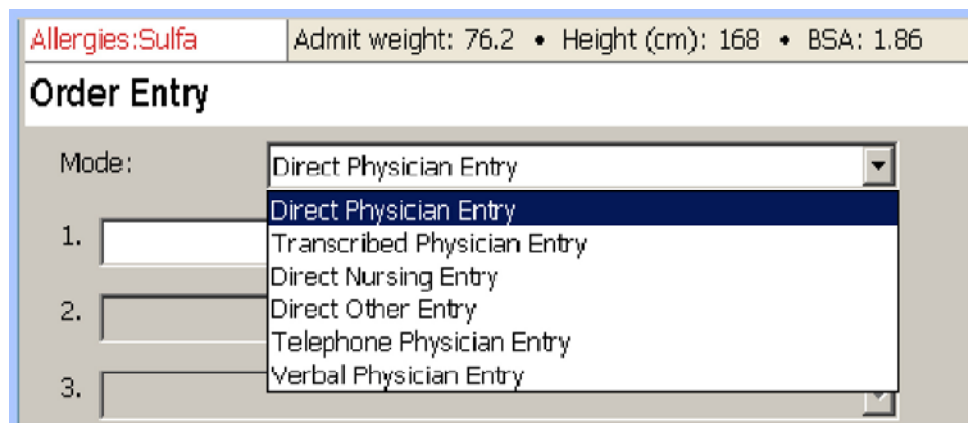
Η διαχείριση των διαταγών, υποστηρίζει διαταγές για ενδοφλέβια, φάρμακα, ορούς καθώς επίσης και παρεμβατικές μεθόδους, συμπεριλαμβάνοντας και διαγνωστικές εξετάσεις, φυσιοθεραπείες και άλλα. Πιο κάτω παρουσιάζονται τα έγγραφα τα οποία σχετίζονται με το order management.

- Διαχειριστικός φάκελος (Administration Record)
- Είσοδος διαταγών (Order Entry)
- Υπενθυμίσεις διαταγών (Order Reminders)
- Worklist
- Ανασκόπηση της φαρμακευτικής αγωγής (Medication Overview)

Όλα τα documents συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με τα flowsheets, έτσι ώστε οι διαταγές και οι ενημερώσεις να εμφανίζονται αυτόματα σε κάθε κομμάτι της εφαρμογής.

Οι ροές των εργασιών που αφορούν τις οδηγίες είναι πολύπλοκες και περιλαμβάνουν πολλά και διαφορετικά επαγγελματικά πεδία. Το ICIP, παρέχει έλεγχο αυτής της πολυπλοκότητας, μέσω ρόλων επικύρωσης και διαφόρων μοντέλων οδηγιών:

- Άμεση παραγγελία από τον εντατικολόγο
- Άμεση παραγγελία από το νοσηλευτικό προσωπικό
- Μεταφερόμενη παραγγελία από τον εντατικολόγο
- Προφορική παραγγελία από τον εντατικολόγο
- Τηλεφωνική παραγγελία από τον εντατικολόγο



**Εικόνα 32** Διάφορα μοντέλα οδηγιών

Όταν εισαχθεί μια παραγγελία για φαρμακευτική αγωγή, μεταφέρεται στο πληροφοριακό σύστημα του φαρμακείου μέσω ενός μηνύματος HL7. Με τη σειρά του το πληροφοριακό σύστημα του φαρμακείου, “απαντά” πίσω στο ICIP όταν ολοκληρώσει την παραγγελία. Οι τελικές και επικυρωμένες παραγγελίες παρουσιάζονται:

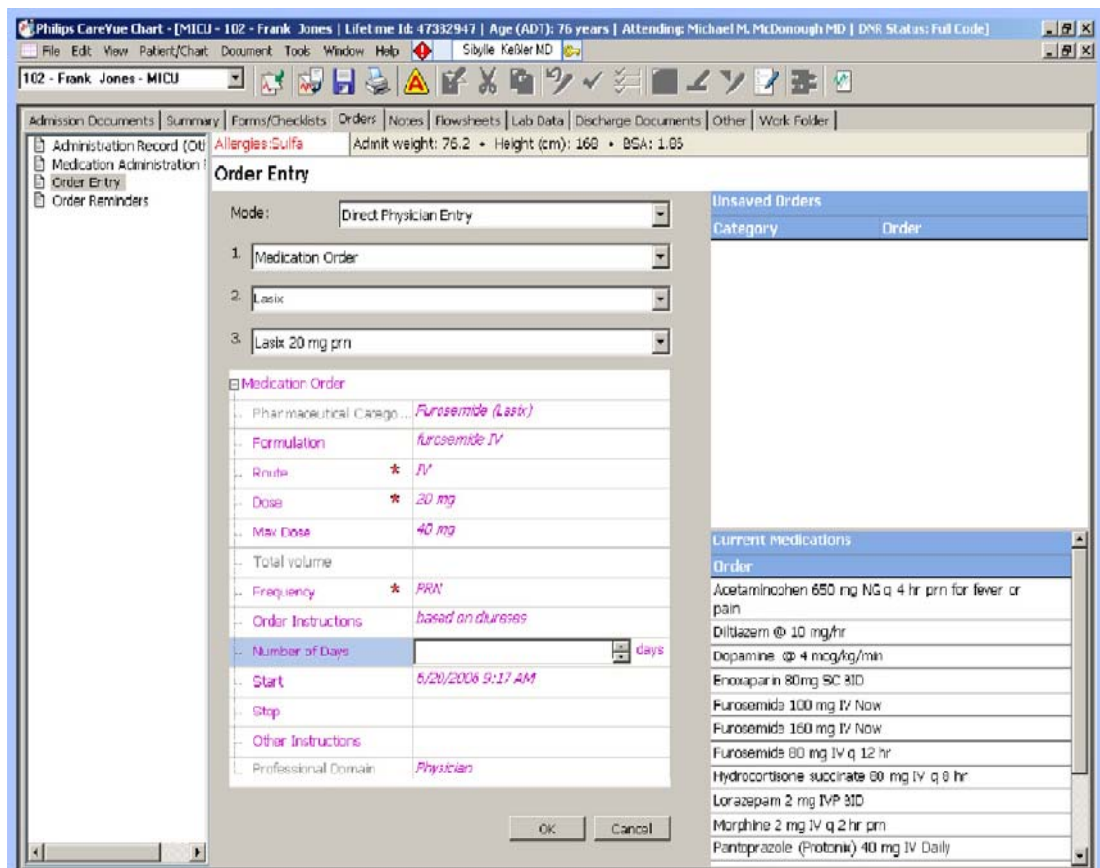
- Στο “Worklist” και “Administration Record” εάν εκκρεμούν κάποιες παρεμβάσεις
- Στο “Meds Overview Document”

- Στο γράφημα που σχετίζεται με την παρούσα φαρμακευτική αγωγή
- Στο “Flowsheet”

Το “Administration Record”, αποτελεί ένα αρχείο το οποίο παρουσιάζει τη χρονική συνέχεια των παραγγελιών και των παρεμβάσεων που σχετίζονται με αυτές και αντικαθιστά το παραδοσιακό administration record. Οι παραγγελίες μπορούν να ταξινομηθούν με βάση κατηγορίες που ορίζονται από το χρήστη, όπως είναι οι εργαστηριακοί έλεγχοι, διατροφή και η χορήγηση φαρμάκων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να χαρτογραφήσουν απευθείας όλους τους τύπους των παρεμβάσεων στο administration record, συμπεριλαμβάνοντας σχόλια ελεύθερου κειμένου. Μπορεί να οριστεί οποιοσδήποτε αριθμός administration records.

Η οθόνη η οποία σχετίζεται με τις νέες παραγγελίες, περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες με γρήγορο και εύκολο τρόπο. Παραγγελίες οι οποίες αφορούν μια κοινή συνθήκη, ομαδοποιούνται εξοικονομώντας χρόνο στο ιατρικό προσωπικό. Οι δυνατότητες που προσφέρονται και σχετίζονται με τις παραγγελίες συμπεριλαμβάνουν:

- Εισαγωγή μιας ή πολλαπλών παραγγελιών
- Παραγγελία φαρμακευτικής αγωγής με ένα γενικό όνομα ή ένα αριθμό ονομάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο
- Επιλογή μιας τυποποιημένης συνταγής ανάλογα με τον τύπο του ασθενή
- Επιλογή προκαθορισμένων παραγγελιών από pull-down μενού
- Εισαγωγή παραγγελιών χρησιμοποιώντας ελεύθερο κείμενο και οι οποίες μπορούν να τροποποιηθούν όποτε καταστεί ανάγκη



Εικόνα 33 Perscription Pad

Το “Worklist”, επιτρέπει στους χρήστες να διαχειρίζονται με καλύτερο τρόπο τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Παρουσιάζει την προγραμματισμένη κατανομή των φαρμάκων και άλλες συνταγές για κάθε ασθενή για τις επόμενες 12 με 24 ώρες. Οι παρεμβάσεις μπορούν να χαρτογραφηθούν από το Worklist και να δηλωθούν ως ολοκληρωμένες. Οι ολοκληρωμένες δραστηριότητες αφαιρούνται από το Worklist όταν αυτό αποθηκευτεί.

Philips CareVue Chart - [MICU - 102 - Frank Jones | Lifetime Id: 47302947 | Age (ADT): 76 years | Attending: Michael M. McDonough MD | DNR Status: Full Code]

102 - Frank Jones - MICU

Admission Documents | Summary | Forms/Checklists | Orders | Notes | Flowsheets | Lab Data | Discharge Documents | Other | Work Folder

Allergies: Sulfas Admit weight: 76.2 • Height (cm): 168 • BSA: 1.96

Scheduled, One time and STAT

Time	Medication/Order	Status
6/19/2006 10:00 AM	Aspirin 100 mg PO Once	<input checked="" type="checkbox"/>
6/19/2006 10:30 AM	Morphine 2 mg IV Now	<input type="checkbox"/>
6/20/2006 1:00 AM	Enoxaparin 80mg SC BID	<input type="checkbox"/>
6/20/2006 1:30 AM	Diet: NPO	<input type="checkbox"/>
6/20/2006 7:00 AM	Vancomycin 500 mg IV Daily	<input type="checkbox"/>
6/20/2006 3:00 PM	Lorazepam 2 mg IVP BID	<input type="checkbox"/>
	Enoxaparin 80mg SC BID	<input type="checkbox"/>
3:30 PM	Diet: NPO	<input type="checkbox"/>
7:30 PM	Diet: NPO	<input type="checkbox"/>
6/21/2006 1:00 AM	Lorazepam 2 mg IVP BID	<input type="checkbox"/>
	Enoxaparin 80mg SC BID	<input type="checkbox"/>
1:30 AM	Diet: NPO	<input type="checkbox"/>
7:00 AM	Vancomycin 500 mg IV Daily	<input type="checkbox"/>

Continuous

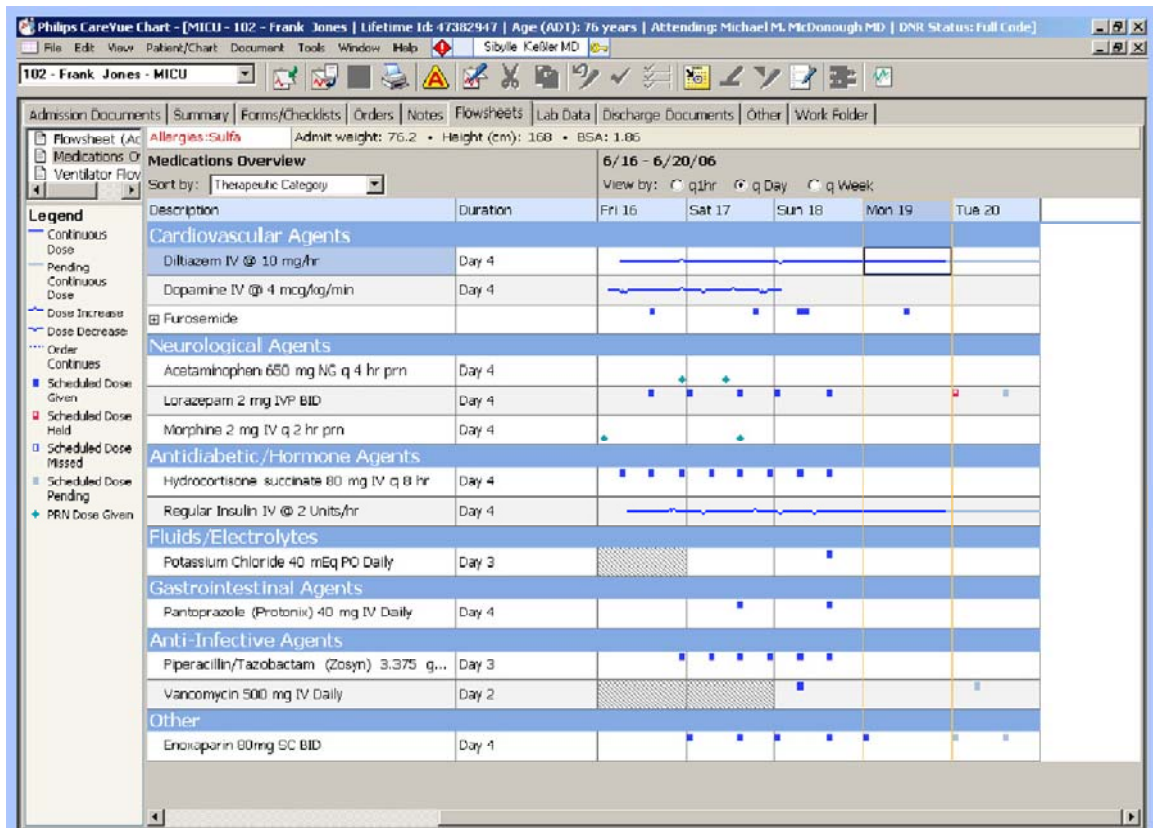
- Diltiazem @ 10 mg/hr (No administration in last 48 hours)
- Dopamine @ 4 mcg/kg/min (No administration in last 48 hours)
- Regular Insulin @ 2 Units/hr Follow IV Insulin protocol (No administration in last 48 hours)
- Bedrest (No administration in last 48 hours)
- D5 1/2 NS 20 mEq Potassium Chloride @ 50 ml/hr (No administration in last 48 hours)
- Oxygen Face mask 50 % (No administration in last 48 hours)

PRN

- Acetaminophen 650 mg NG q 4 hr prn for fever or pain (No administration in last 48 hours)
- Morphine 2 mg IV q 2 hr prn (No administration in last 48 hours)

Εικόνα 34 Worklist

Το “Medications Overview” (Επισκόπηση της φαρμακευτικής αγωγής), παρέχει στο προσωπικό μια περίληψη της φαρμακευτικής αγωγής των ασθενών. Παρουσιάζει το σύνολο της φαρμακευτικής αγωγής που έχει ήδη χορηγηθεί αλλά και εκείνη που είναι προγραμματισμένη για περίοδο από 7 μέχρι 28 ημέρες. Τα φάρμακα, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση κατηγορίες όπως είναι τα αντιβιοτικά, τρόπος χορήγησης ή αλφαβητικά.



Εικόνα 35 Medication Overview

Όταν θα δημιουργηθεί ή υλοποιηθεί μια παραγγελία, εμφανίζεται επάνω στο flowsheet του ασθενή. Το σύστημα αυτόματα ανανεώνει το flowsheet, προσθέτοντας τις αναγκαίες καταχωρήσεις κατά την εισαγωγή της παραγγελίας. Επιπλέον, ανανεώνει τις ολοκληρωμένες εργασίες από το Worklist.

Οι παραγγελίες μπορούν να εισαχθούν στο flowsheet χωρίς να χρειάζεται η πρόσβαση στο Order Management. Πιο κάτω, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι διαθέσιμα στο ICIP:

- Λεπτομερής παρουσίαση της φαρμακευτικής αγωγής, συμπεριλαμβανομένης της δόσης, τύπος χορήγησης
- Παρουσίαση του chart σχετικά με τη δόση και τη συχνότητα της αγωγής

- Προγραμματισμός της φαρμακευτικής αγωγής
- Παρουσίαση του chart που σχετίζεται με τον όγκο των υγρών
- Αλλαγή στη συγκέντρωση ενός υγρού
- Περίληψη της φαρμακευτικής αγωγής

## **Κεφάλαιο 5**

### **Ροή εργασιών της ΜΕΘ του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας στο ICIP**

#### **5.1 Εισαγωγή**

Το πιο κάτω κεφάλαιο, αφορά τη ροή των εργασιών της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας, τις οποίες καλείται να υλοποιήσει το κλινικό πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα εφαρμοστεί. Η εφαρμογή του κλινικού πληροφοριακού συστήματος δεν αποτελεί την επακριβή μηχανογράφηση των εντύπων που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα στη μονάδα. Αντίθετα, τα μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενα εργαλεία και έντυπα θα αποτελέσουν σημεία αναφοράς για την παραμετροποίηση του συστήματος, έτσι ώστε να μηχανογραφηθούν οι διαδικασίες και η ροή εργασίας που ακολουθείται στη μονάδα [50].

#### **5.2 Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την παραμετροποίηση του συστήματος**

Μέχρι σήμερα, τα στοιχεία τα οποία συμπληρώνονται στις φόρμες που βρίσκονται τοποθετημένες στο κρεβάτι του ασθενή, αντλούνται από διάφορες πηγές στις οποίες συμπεριλαμβάνεται τόσο ιατρικός εξοπλισμός όσο και κάποια άλλα πληροφοριακά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε διάφορα τμήματα του νοσοκομείου. Τα συστήματα τα οποία σχετίζονται με τη λειτουργικότητα του συστήματος το οποίο θα υλοποιηθεί και από τα οποία θα προέρχονται κάποια από τα δεδομένα των ασθενών, είναι το πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου Λευκωσίας (HIS/Medico), το radiology information system (RIS)/ PACS, το Πληροφοριακό Σύστημα Μηχανογράφησης Εργαστηρίων (LIS) TDLab//plus, τα εξειδικευμένα πληροφοριακά συστήματα TD-Micro και TDHisto/Cyto για την μηχανογράφηση του μικροβιολογικού και παθολογοανατομικού εργαστηρίου αντίστοιχα, το πληροφοριακό



σύστημα BloodMed για τη μηχανογράφηση του Κέντρου Αίματος και της Τράπεζας Αίματος, το σύστημα SAPS το οποίο σχετίζεται με τις παραγγελίες φαρμακείου, το stock control και οι χρεώσεις.

Οι βασικές λειτουργίες τις οποίες θα πρέπει να ικανοποιεί το σύστημα και που ουσιαστικά αποτελούν τις απαιτήσεις της μονάδας και των χρηστών του, έχουν συμφωνηθεί από μια πολλαπλών ειδικοτήτων ομάδα η οποία αποτελείται τόσο από ειδικούς που ανήκουν στην πλευρά του κατασκευαστή (Philips) αλλά και του ενδιαμέσου συνεργάτη (IBM), όσο και από την πλευρά των χρηστών (νοσηλευτικό και ιατρικό προσωπικό της ΜΕΘ). Οι απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος που έχει αγοραστεί, έχουν εξαχθεί μέσα από την πραγματοποίηση μιας σειράς ημερίδων και συνεντεύξεων μεταξύ του νοσοκομειακού προσωπικού και των υπεύθυνων της παραμετροποίησης του έτοιμου λογισμικού. Επιπλέον, εξετάστηκε το γενικό περιβάλλον της μονάδας, ο τρόπος λειτουργίας της και πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των διαφόρων διαδικασιών που εκτελούνται επί καθημερινής βάσης- και όχι μόνο. Ακόμη, συλλέχθηκαν τα έντυπα τα οποία συμπληρώνονται από το προσωπικό έτσι ώστε να εξαχθούν τόσο τα δεδομένα που θα εισάγονται όσο και τα δεδομένα που θα παράγονται. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση του ιατρικού εξοπλισμού με σκοπό την εξεύρεση του τρόπου διασύνδεσης με το κλινικό πληροφοριακό σύστημα, μέσω των κατάλληλων drivers.

Σύμφωνα με τη συμφωνία που έχει υπογραφεί μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών, επιβεβαιώνεται ότι το σύστημα θα παραδοθεί με μια βασική παραμετροποίηση η οποία ακολούθως θα επαναπαραμετροποιηθεί για να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις της μονάδας εντατικής θεραπείας. Η εταιρεία Philips, θα παρέχει εκπαίδευση σε βασικούς

χρήστες οι οποίοι θα αποτελέσουν και τους παραμετροποιητές της λύσης. Με την προσέγγιση αυτή, ο αγοραστής αποκτά την ιδιοκτησία της λύσης που του παρέχεται καθώς και κάθε τροποποίησης που απαιτείται για να υποστηρίξει οποιαδήποτε μελλοντική επέκταση πάνω στη βασική ροή εργασίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα δεν έχει βασική ή εξειδικευμένη έκδοση.

### **5.3 Σύνδεση του ιατρικού εξοπλισμού με το κλινικό πληροφοριακό σύστημα**

#### **ICIP**

Οι οθόνες παρακολούθησης οι οποίες βρίσκονται εγκατεστημένες στη μονάδα εντατικής θεραπείας, και οι οποίες θα πρέπει να διασυνδεθούν με το σύστημα, προέρχονται από την κατασκευάστρια εταιρεία Philips. Το γεγονός αυτό διευκολύνει τη διασύνδεση και επικοινωνία των υπαρχουσών οθονών στο σύστημα. Συγκεκριμένα, τα monitors θα συνδέονται στο ICIP μέσω του IntelliVue Information Center μέσω μια Serial Distribution Network (SDN) κάρτας.

Ομοίως, θα πρέπει να υπάρξουν τα κατάλληλα interfaces και πρωτόκολλα επικοινωνίας μέσω των οποίων το κλινικό πληροφοριακό σύστημα θα πρέπει να συνδεθεί και να επικοινωνήσει τόσο με τον ιατρικό εξοπλισμό της μονάδας ο οποίος προέρχεται από διαφορετικό κατασκευαστή όσο και με τα πληροφοριακά συστήματα του νοσοκομείου τα οποία έχουν αναφερθεί πιο πάνω.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι διεπαφές των συσκευών δεν θα είναι αμφίδρομες. Δηλαδή, το κλινικό πληροφοριακό σύστημα θα λαμβάνει μόνο πληροφορίες και δεν θα αποστέλλει στον εξοπλισμό με τον οποίο συνδέεται. Επιπλέον, το ICIP Clinical

Information System αποτελεί μόνο ένα σύστημα χαρτογράφησης (charting) και δεν θα χρησιμοποιείται για κλινική παρακολούθηση των ασθενών.

#### **5.4 Κύριες ροές εργασίας στο ICIP**

Πιο κάτω, παρουσιάζονται οι κύριες ροές εργασίας της ΜΕΘ που αναμένεται να υλοποιηθούν από το κλινικό πληροφοριακό σύστημα ICIP.

##### **5.4.1 Διαδικασία εισαγωγής ενός ασθενή στη ΜΕΘ**

Ένας ασθενής ο οποίος εισάγεται στη μονάδα εντατικής θεραπείας, μπορεί είτε να προέρχεται από κάποιο άλλο τμήμα του νοσοκομείου, είτε να αποτελεί εξωτερικό ασθενή από κάποιο άλλο νοσοκομείο, ή να προέρχεται από το τμήμα επειγόντων περιστατικών του νοσοκομείου.

Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι ο ασθενής να εισαχθεί στη μονάδα εντατικής θεραπείας και να τοποθετηθεί σε ένα συγκεκριμένο κρεβάτι. Με την εισαγωγή ενός ασθενή στη μονάδα εντατικής θεραπείας, το σύστημα ICIP θα πρέπει να επικοινωνήσει με το σύστημα HIS του νοσοκομείου έτσι ώστε να λάβει τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν τα δημογραφικά δεδομένα του ασθενή, συμπεριλαμβανομένου και ενός αναγνωριστικού το οποίο θα τον χαρακτηρίζει μοναδικά. Εφόσον ο ασθενής τοποθετηθεί σε κάποιο κρεβάτι της μονάδας εντατικής θεραπείας, θα διασυνδεθεί με τον εξοπλισμό παρακολούθησης.

Η φόρμα του συστήματος η οποία θα συμπληρώνεται σε αυτό το σημείο είναι το “Admission Form” το οποίο βρίσκεται κάτω από τη λειτουργία “Admission Documents/ Face Sheet” . Στο στάδιο αυτό, δεν θα υπάρχουν εκτυπώσεις οποιονδήποτε εντύπων.

Philips CareVue Chart - [MICU - 102 - Frank Jones | Lifetime Id: 47382947 | Age (ADT): 76 years | Attending: Michael M. McDonough MD | DNR St...]

102 - Frank Jones - MICU

Admission Documents | Summary | Forms/Checklists | Orders | Notes | Flowsheets | Lab Data | Discharge Documents | Other | Work Folder

Face Sheet 2007-01-07 3:41 PM

Admission Database  
Face Sheet  
Admission Form  
Demographics  
Other Information  
History and Physical

**Face Sheet**

**Admission Form**

Patient Full Name	* Frank Jones
Lifetime Id	* 47382947
Encounter Id	000247999
Date of Birth	9/16/1929
Age (ADT)	76 years
Gender	Male
Special Status	
Admitting Physician	Susan A. Wong
Allergies	Sulfa
Hospital Service	Pulmonology

**Demographics**

Admission DateTime	1/29/2006 2:44 PM
Source of Admission	Emergency room
Diagnosis	Pneumonia (CAP) / COPD exacerbation
Weight (kg) (Admission)	76.20 kg
Height (cm)	168 cm
Patient Type	Adult
Body Surface Area (admit)	1.86 m2
Attending Physician	Michael M. McDonough MD
Referring Physician	
Consulting Physician	
DNR Status	Full Code
Precautions	Contact precautions

Εικόνα 36 Admission Form

#### 5.4.1.1 Περιπτώσεις εισαγωγής ενός ασθενή:

##### Απευθείας εισαγωγή

Όταν ένας ασθενής φτάσει στο νοσοκομείο, η πρώτη διαδικασία η οποία εκτελείται είναι η εισαγωγή του στο σύστημα HIS έτσι ώστε να καταγραφούν τα δημογραφικά του δεδομένα. Ακολούθως, μέσω του HIS, πραγματοποιείται η ηλεκτρονική μεταφορά του ασθενή στη μονάδα εντατικής θεραπείας δεσμεύοντας ένα κρεβάτι στον ασθενή ανάλογα με τη διαθεσιμότητα τους. Τότε, το κλινικό πληροφοριακό σύστημα ICIP, θα ενημερωθεί με τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενή καθώς και με τον αριθμό του κρεβατιού στο οποίο έχει τοποθετηθεί. Η τοποθέτηση του ασθενή σε κάποιο κρεβάτι πραγματοποιείται από το νοσηλευτικό προσωπικό της ΜΕΘ.

### **Εσωτερική μεταφορά ενός ασθενή**

Σε περίπτωση που ένας ασθενής ο οποίος βρίσκεται σε κάποιο άλλο τμήμα του νοσοκομείου χρειαστεί τη μεταφορά του στη μονάδα εντατικής θεραπείας, μεταφέρεται και πάλι ηλεκτρονικά στη ΜΕΘ μέσω του συστήματος HIS στο κατάλληλο κρεβάτι της μονάδας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ηλεκτρονική μεταφορά γίνεται από το νοσηλευτικό προσωπικό της μονάδας από την οποία προέρχεται ο ασθενής ενώ η δέσμευση ενός κρεβατιού γίνεται από το προσωπικό της ΜΕΘ.

### **Ειδική περίπτωση εισαγωγής**

Εάν για οποιοδήποτε λόγο η εισαγωγή ενός ασθενή στη μονάδα εντατικής θεραπείας μέσω του συστήματος HIS δεν είναι εφικτή, τότε υποχρεωτικά ο υπεύθυνος νοσηλευτής της μονάδας εντατικής θεραπείας θα πρέπει να εισαγάγει τα δεδομένα του ασθενή manually. Όταν το σύστημα HIS επανέλθει σε κανονική λειτουργία, τότε θα πρέπει να ενημερώσει το ICIP έτσι ώστε και τα δύο συστήματα να έχουν συνεπή δεδομένα.

Room/Loc	Pt Name	Age (...)	Gender	Lifetime Id	Precautions	Census Comment
101	Rita Lovett	89 ye...	Female	3856013	Universal	
102	Frank Jones	76 ye...	Male	47382947	Contact	
103	Paul Greenspan	54 ye...	Male	145869851	Universal	
104	Dorothy Porter	86 ye...	Female	5678123	Contact	
105	Raul Sanchez	29 ye...	Male	65428913	Alcohol precautions...	
106	Sabrina Collins		Female	123345646		
107	Marcel Renaud	40 ye...	Male	84631279	Universal	
108	Stat Admit					
109						
110						
111						
No bed						

Εικόνα 37 Δέσμευση ενός κρεβατιού στη ΜΕΘ

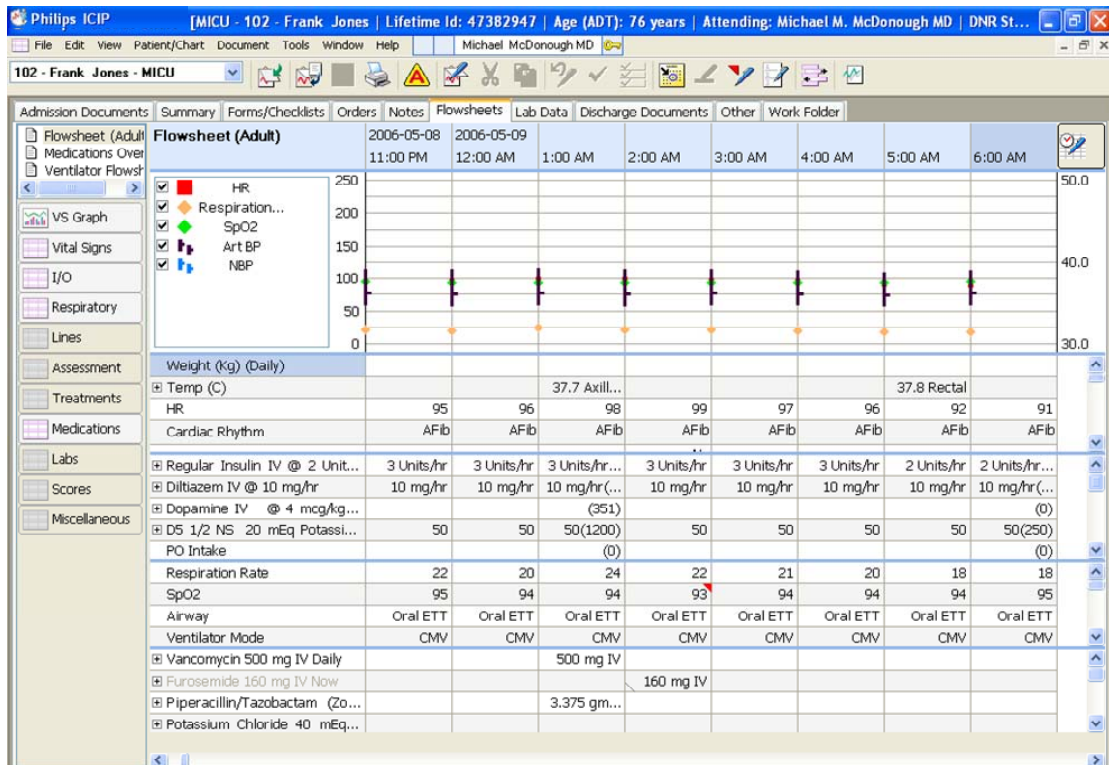
#### 5.4.2 Καθημερινή τεκμηρίωση στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Μια από τις καθημερινές λειτουργίες που πραγματοποιούνται στη μονάδα εντατικής θεραπείας και που ίσως να αποτελεί τη πιο σημαντική λειτουργία που εκτελείται είναι η τεκμηρίωση. Η τεκμηρίωση αφορά τόσο τους εντατικολόγους όσο και το νοσηλευτικό προσωπικό της μονάδας. Η τεκμηρίωση παρέχεται από το ίδιο το ICIP μέσω γραφικών αναπαραστάσεων και πινάκων που παρουσιάζουν τα δεδομένα που προέρχονται από τις ιατρικές συσκευές. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχή λειτουργία της τεκμηρίωσης, είναι η διασύνδεση του ICIP με τις ιατρικές συσκευές που βρίσκονται περιφερειακά στο χώρο νοσηλείας των ασθενών και από τις οποίες θα λαμβάνονται τα διάφορα δεδομένα. Είναι ουσιαστικής σημασίας η διασύνδεση να έχει ελεγχθεί προηγουμένως έτσι ώστε να διασφαλιστεί η εγκυρότητα των δεδομένων που εισάγονται στο σύστημα καθώς και η εξάλειψη τυχόν παρεμβολών που μπορεί να προκληθούν ανάμεσα στις ιατρικές συσκευές.

Οι κύριες οθόνες με τις οποίες μπορεί να αλληλεπιδράσει το προσωπικό είτε για να ελέγξει είτε για να εισάγει δεδομένα τα οποία αφορούν τον ασθενή είναι: “Flowsheets”, “Nurses Notes”, “Physicians Notes” και “Order Entry”.

Τα δεδομένα τα οποία καταγράφονται από τον εξοπλισμό παρακολούθησης και αφορούν τις ζωτικές λειτουργίες του ασθενή θα αποστέλλονται στο ICIP όπου και θα αποθηκεύονται στον φάκελο του. Ο ρυθμός καταγραφής των δεδομένων είναι προκαθορισμένος αλλά υπάρχει η δυνατότητα να τροποποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες της μονάδας. Ο ρυθμός καταγραφής θα επηρεάζει το μέγεθος των δεδομένων που θα καταγράφονται στο φάκελο του ασθενή και κατά συνέπεια θα επηρεάζει τη χωρητικότητα των αποθηκευτικών χώρων.

Σε περίπτωση που τα δεδομένα δεν καταγράφονται με σωστό τρόπο, όπως για παράδειγμα όταν αποσυνδεθεί μια ιατρική συσκευή για κάποιο σύντομο χρονικό διάστημα, τότε παρέχεται η δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό να παρέμβει διορθώνοντας και επικυρώνοντας τις τιμές των δεδομένων.



Εικόνα 38 Καταγραφή ζωτικών ενδείξεων του ασθενή στο Flowsheet

### 5.4.3 Οδηγίες για τη διεξαγωγή εξετάσεων

Κατά τη διάρκεια της παραμονής του ασθενή στη μονάδα εντατικής θεραπείας, ίσως να απαιτηθεί η διεξαγωγή διαφόρων ειδών ιατρικών εξετάσεων όπως είναι οι εργαστηριακές και ραδιολογικές εξετάσεις. Όλες οι ιατρικές εξετάσεις θα εισάγονται στο πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου HIS. Εντούτοις, τα αποτελέσματα των εξετάσεων που θα πραγματοποιηθούν θα μπορούν να είναι διαθέσιμα και στο ICIP.

Οι οδηγίες για τη διεξαγωγή εξετάσεων θα τοποθετούνται στο σύστημα ICIP από το νοσηλευτικό και ιατρικό προσωπικό. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός μοναδικού χαρακτηριστικού στο HIS. Οι θρόνες οι οποίες σχετίζονται με αυτή τη λειτουργία είναι η “Order Entry” και καθώς και η εισαγωγή κάποιων εξωτερικών αρχείων (π.χ Histo reports).



Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ICIP, όσον αφορά την διασύνδεση του με το σύστημα PACS, δεν θα αποθηκεύει απευθείας τις εικόνες που είναι διαθέσιμες στο σύστημα αυτό αλλά θα αποθηκεύει μια αναφορά – ένα σύνδεσμο- προς τη θέση αποθήκευσης στο PACS. Επιλέγοντας το σύνδεσμο θα ανοίγει ένα πρόγραμμα- το PACS Viewer- μέσω του οποίου θα είναι δυνατή η πρόσβαση και προβολή των εικόνων που αφορούν τον ασθενή.



**Εικόνα 39 Πρόγραμμα Pacs Image Viewer**

Όσον αφορά τις εργαστηριακές εξετάσεις, αυτές θα είναι διαθέσιμες στην οθόνη “Lab Data” σε μορφή πίνακα. Η διασύνδεση που απαιτείται ανάμεσα στο σύστημα ICIP και LIS, επιτυγχάνεται μέσω της ανταλλαγής μηνυμάτων HL7. Επιπλέον οι μικροβιολογικές και ιστοπαθολογικές εξετάσεις θα τύχουν ανάλογης μεταχείρισης.

Όσον αφορά την εισαγωγή επιπρόσθετων ιατρικών εξετάσεων όπως είναι για παράδειγμα τα εγκεφαλογραφήματα, δεν υπάρχει κάποια λειτουργία την οποία θα πραγματοποιεί το σύστημα ICIP.

Lab Flowsheet	18/01/2011 17:09	19/01/2011 00:02	06:24	06:33	12:12	14:11	17:09	20:00	20:49	23:00	23:17	20/01/2011 03:00	03:09	05:00	05:47	09:19
? Pt. Intubated at time of ABG					No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Sample type					Arterial	Arterial	Arterial	Arterial		Arterial		Arterial		Arterial		
FiO2	40.00	60.00	60.00	60.00	98.00	98.00	98.00		98.00		98.00		98.00		98.00	60.00
PaO2/FiO2 ratio	22.9	13.2	12	13.1	7.9	7.5	8.7		7.9		9.1		8.8		8.1	14.7
pH	7.363	7.378	7.642		7.432	7.446	7.459		7.491		7.480		7.495		7.496	7.508
pCO2	6.36	6.31	6.66	6.19	5.55	5.27	5.49		4.84		5.3		4.96		4.93	4.93
pO2	9.13	7.93	7.18	7.85	7.74	7.32	8.50		7.76		8.86		8.57		7.93	8.81
pO2 (A-a)e	22.33	43.19	43.59	43.43	81.27	81.90	80.55		81.97		80.42		81.05		81.70	43.92
Hb	14.7	14.1	13.9	13.6	13.8	13.0	13.5		12.9		13.1		12.9		13.3	13.8
hCO2	93.7	90.6	87.4	91.3	91.3	90.3	93.4		92.1		94.6		94.3		92.7	94.8
FCHb	91.9	88.4	85.4	89.1	89.3	88.3	91.4		90.2		92.6		92.1		90.5	92.7
FHMb	1.4	1.6	1.6	1.7	1.4	1.4	1.4		1.4		1.5		1.5		1.6	1.6
FMHb	6.2	9.2	12.3	8.5	8.5	9.5	6.5		7.7		5.3		5.6		7.1	5.1
FMHb	0.5	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7		0.7		0.6		0.8		0.8	0.6
Hct	45.0	43.4	42.6	41.9	42.3	40.1	41.5		39.7		40.2		39.7		40.9	42.5
Potassium	4.7															
Sodium																
Calcium		1.12	0.31	0.32												
Chloride	106	101			99	99	97		102		97		99		97	96
Glucose	8.4	9			9	9.2	6.7		7.3		7.5		8.2		8.1	8.2
Lactate	0.9	0.8	1.1	0.8	1.0	0.9	0.9		0.8		0.7		0.9		0.8	1.5
tO2	18.9	17.6	16.6	17.1	17.3	16.2	17.4		16.4		17		16.7		16.9	18
p50	3.46	3.50	3.57		3.30	3.25	3.25		3.16		3.11		3.06		3.13	3.03
Base(Ecf)	1.6	2.5	29		3.3	3	5		4.1		5.7		5.1		5	5.8
HCO3(P_st)	25.1	25.9	53.1		27.1	27	28.7		28.3		29.5		29.1		29	29.9
Blood Gas comment:																

Εικόνα 40 Οθόνη Lab Data

#### 5.4.4 Εισαγωγή κατευθυντήριων κλινικών οδηγιών στο ICIP

Μια από τις διαδικασίες που παρέχει το ICIP είναι και η εισαγωγή κατευθυντήριων κλινικών οδηγιών στο σύστημα. Η εισαγωγή των οδηγιών μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο από τους ιατρούς και όχι από το νοσηλευτικό προσωπικό. Το ιατρικό προσωπικό μπορεί να αλληλεπιδράσει με τη φόρμα “Worklist” καθώς και με άλλα αρχεία τα οποία σχετίζονται με οδηγίες που αφορούν την ιατρική περίθαλψη. Ο ιατρός εισάγει τις οδηγίες στο Worklist όπου με τη σειρά τους εμφανίζονται στο Worklist του νοσηλευτικού προσωπικού.

#### 5.4.5 Παραγγελία και διαχείριση φαρμάκων

Η παραγγελία και η διαχείριση των φαρμάκων θα πραγματοποιείται μέσα από το σύστημα ICIP. Η λειτουργία αυτή θα πραγματοποιείται τόσο από το νοσηλευτικό όσο και από το ιατρικό προσωπικό. Οι χρήστες, θα εισάγουν την παραγγελία φαρμάκων για ένα ασθενή στο σύστημα και ακολούθως θα εκτυπώνεται η συνταγή η οποία θα

αποστέλλεται στο Φαρμακείο του νοσοκομείου. Οι παραγγελίες των φαρμάκων μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση:

1. Medication Orders
2. Medicated Drip Orders
3. Infusion Orders

Η διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής γίνεται μέσω των οθονών του “Flowsheet” και “Worklist”. Θα πρέπει να περιλαμβάνονται κάποια πεδία μέσω των οποίων το προσωπικό θα μπορεί να δικαιολογεί τον τύπο του χορηγούμενου φαρμάκου (π.χ χάπι ή ορρός) καθώς επίσης και τη ποσότητα.

Όσον αφορά την παραγγελία υπνωτικών φαρμάκων (narcotics) θα ακολουθείται μια διαφορετική διαδικασία. Ο υπεύθυνος ιατρός θα εισαγάγει την παραγγελία για τη χορήγηση υπνωτικών φαρμάκων στο σύστημα ICIP. Η παραγγελία θα καταγράφεται για διαχειριστικούς σκοπούς. Παρόλα αυτά, η παραγγελία δεν θα πραγματοποιείται μέσω του συστήματος αλλά θα εξακολουθεί να πραγματοποιείται με την υπάρχουσα διαδικασία για νομικούς λόγους.

Μια ακόμη λειτουργία την οποία προσφέρει το σύστημα είναι η αυτόματη δημιουργία ενός συνόλου από παραγγελίες. Το σύνολο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί μόνο από παραγγελίες οι οποίες έχουν ήδη οριστεί στο σύστημα ενώ οι παραγγελίες μπορούν να αφορούν ή όχι φαρμακευτικές αγωγές. Ένα σύνολο παραγγελιών μπορεί να επιλεγθεί μόνο κατά τη διάρκεια της παραμονής του ασθενή. Εφόσον επιλεγθεί το σύνολο αυτό, ο ιατρός μπορεί να επιλέξει ή να αφαιρέσει οποιαδήποτε παραγγελία η οποία ανήκει στο σύνολο. Μετά την επιβεβαίωση του συνόλου παραγγελιών που έχει

δημιουργηθεί, τότε αυτόματα θα ενημερωθεί και το Worklist. Οι παραγγελίες μπορούν επίσης να εμφανιστούν και στο “Flowsheet”. Οι οθόνες οι οποίες σχετίζονται με αυτή τη λειτουργία είναι η “Flowsheet”, “Direct Physician order entry”, “Worklist” και “Mar Sheet”.

#### **5.4.6 Παραγγελίες από την Τράπεζα Αίματος**

Οι παραγγελίες οι οποίες αφορούν την μετάγγιση αίματος, θα εισάγονται στο ICIP έτσι ώστε να ενημερωθεί το νοσηλευτικό προσωπικό και να διευθετηθεί η διαχείρισή τους. Παρόλα αυτά η διαδικασία παραγγελίας προϊόντων μετάγγισης αίματος από την τράπεζα αίματος καθώς και η παραλαβή τους στη μονάδα εντατικής θεραπείας θα παραμείνει η ίδια και δεν θα πραγματοποιείται από το σύστημα. Παραδείγματα των δεδομένων που εισάγονται στο σύστημα είναι ο όγκος και ο τύπος του προϊόντος καθώς και δυσμενείς παρενέργειες που ίσως προκύψουν στους ασθενείς.

#### **5.4.7 Παραγγελίες οι οποίες σχετίζονται με τη διατροφή των ασθενών**

Οι διαταγές ή οι περιορισμοί οι οποίοι σχετίζονται με τη διατροφή των ασθενών θα εισάγονται στο σύστημα από τους ιατρούς. Η διαδικασία της εκτέλεση των διαταγών θα πραγματοποιείται από το νοσηλευτικό προσωπικό και θα καταγράφεται στο σύστημα. Οι οθόνες του συστήματος με τις οποίες θα αλληλεπιδρά το προσωπικό είναι η “Flowsheet”, “Direct Physician order entry”, “Worklist” και “MAR Sheet”

#### **5.4.8 Διαδικασία απαλλαγής/μεταφοράς από τη ΜΕΘ**

Η αποδέσμευση και η μεταφορά ενός ασθενή από τη μονάδα εντατικής θεραπείας θα πραγματοποιείται από το HIS το οποίο θα ενημερώνει ταυτόχρονα το σύστημα ICIP. Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο το HIS δεν μπορεί να ενημερώσει το ICIP, τότε δίνεται η δυνατότητα στο νοσηλευτικό προσωπικό να ενημερώνει με manual τρόπο το σύστημα.

Το σύστημα ICIP, θα παράγει το “Patient Discharge Summary” το οποίο θα βρίσκεται σε ηλεκτρονική μορφή και το οποίο θα μπορεί να σταλεί για ενσωμάτωση στον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενή ο οποίος βρίσκεται στο σύστημα HIS. Επιπρόσθετα, το “Patient Discharge Summary”, θα μπορεί να εκτυπωθεί. Το βασικό στοιχείο που κινεί ολόκληρη τη διαδικασία και την επικοινωνία μεταξύ των δύο συστημάτων, είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό του ασθενή.

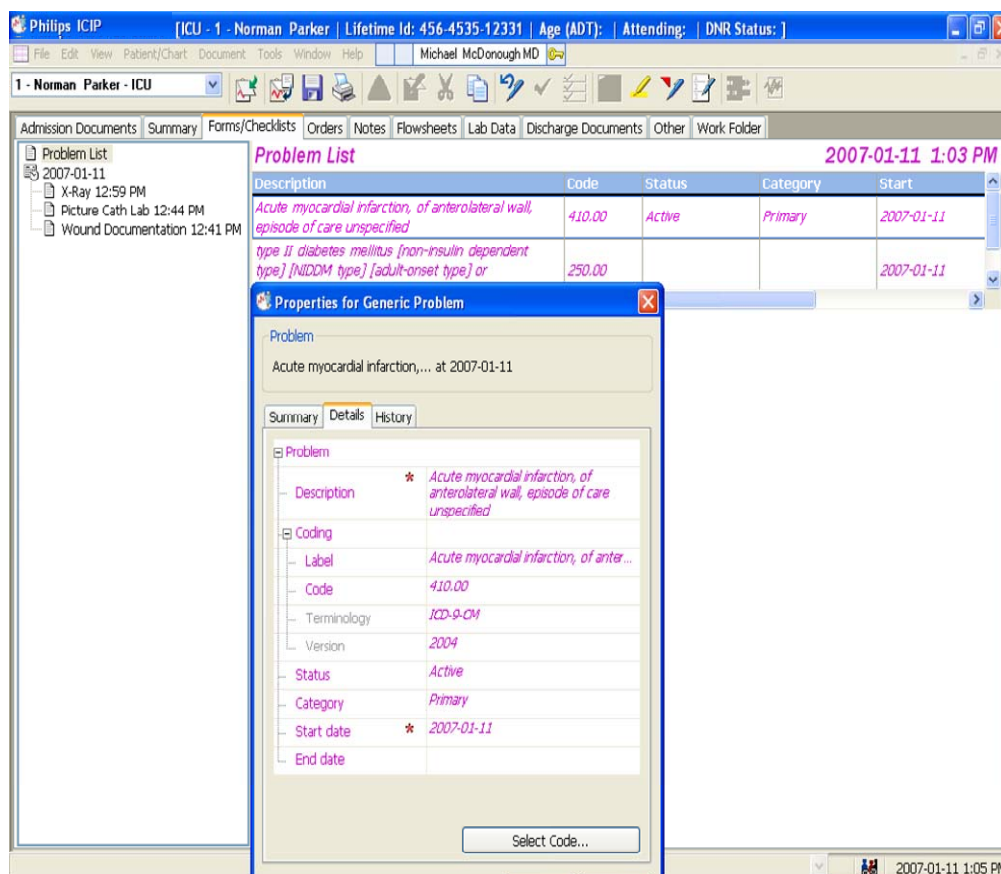
Discharge Summary		Test Hospital	
ICU		11/7/2007 9:38 PM - 11/10/2007 12:52 PM	
Patient Full Name	Frank Jones	Lifetime Id	47382947
Attending	Michael M McDonough	Diagnosis	Pneumonia w/ COPD exacerbation
Age (ADT)	77 years	Allergies	Sulfa
Encounter Id 000846365			
Discharge Summary(11/10/2007 9:52 AM)First User			
Patient Demographic			
Date of Birth	9/16/1929		
Next of Kin	Harriet Jones Wife		
Past Medical History			
Past Medical History	Recent extensive admission with COPD exacerbation, ARF, cholestatic jaundice. S/P CABG in 1997. Also PMH of ARF, NIDDM.		
History of Present Illness			
Admission Date/Time	8/22/2007 10:39 PM		
Hospital Course and Treatment			
Hospital Course	78 y/o male with PMH COPD, ARF, DM, CAD presents to the ED with increasing SOB over last few days. Pt reports SOB with little movement. Pt reports having chills and coughing frequently. On home O2 at 2L. In ED, pt had O2 sat in low 80s. ABG 7.30/55/65/H262% Otherwise hemodynamically stable. BP 110/60 in 80s. Transferred to ICU for airway management.		
Laboratory Data			
Sodium (mEq/L)	141 mEq/L		
CO2	21		
Chloride	^ 111		
Potassium (mEq/L)	3.9 mEq/L		
BUN	^ 32 mg/dl		
Glucose	^ 135		
Calcium	0.2		
Magnesium	2.0		
Creatinine	^ 1.5		
Medications on Admission			
Current Medications	Lant 80 mg IV BID Protonix 40 mg daily; Coumadin 5 mg daily; Mettromin XR 500 mg daily; Lorazepam 2 mg HS Combivent/inacopin 500 mg IV Q4hr; Regular insulin 100 Units in 100 ml Normal Saline @ Potassium Chloride 20 mEq IV, PO BID Piperacillin/Tazobactam 3.375 gm IV q 6hr		

Εικόνα 41 Patient Discharge Summary

#### 5.4.9 Λίστα προβλημάτων

Πιο κάτω, παρουσιάζεται η οθόνη μέσω της οποίας θα καταχωρούνται τα προβλήματα που σχετίζονται με την υγεία του ασθενή. Για την καταχώρηση των προβλημάτων αυτών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κωδικοποίηση ICD καθώς και

οποιαδήποτε κωδικοποίηση επιλεγεί από το νοσοκομείο. Ακόμη και μια κωδικοποίηση η οποία θα υλοποιηθεί από το ίδιο το νοσοκομείο.



The screenshot displays the Philips ICIP software interface for patient Norman Parker. The main window shows a 'Problem List' with the following data:

Description	Code	Status	Category	Start
Acute myocardial infarction, of anterolateral wall, episode of care unspecified	410.00	Active	Primary	2007-01-11
type II diabetes mellitus [non-insulin dependent type] [NIDDM type] [adult-onset type] or	250.00			2007-01-11

A 'Properties for Generic Problem' dialog box is open, showing details for the selected problem:

- Problem: Acute myocardial infarction, ... at 2007-01-11
- Summary tab selected
- Description: Acute myocardial infarction, of anterolateral wall, episode of care unspecified
- Coding:
  - Label: Acute myocardial infarction, of anter...
  - Code: 410.00
  - Terminology: ICD-9-CM
  - Version: 2004
- Status: Active
- Category: Primary
- Start date: 2007-01-11
- End date: (empty)

Εικόνα 42 Λίστα Προβλημάτων

## 5.5 Σημειώσεις προόδου της υγείας του ασθενή

Το σύστημα, παρέχει τη δυνατότητα στο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό μέσω του “Patient Notes”, να εισάγουν δεδομένα σχετικά με την εξέλιξη της πορείας της υγείας του ασθενή. Μέσα στο “Patient Notes”, μπορούν να ενσωματωθούν θεραπείες, παρατηρήσεις, οδηγίες. Η οθόνη των “Patient Notes” μπορεί να παραμετροποιηθεί έτσι ώστε να συμβαδίζει με τις ανάγκες παρουσίασης της μονάδας. Το τι μπορεί να τροποποιηθεί σε αυτό το τμήμα του συστήματος, εξαρτάται από το ρόλο του ατόμου το οποίο συνδέεται στο σύστημα.

Εικόνα 43 Σημειώσεις προόδου

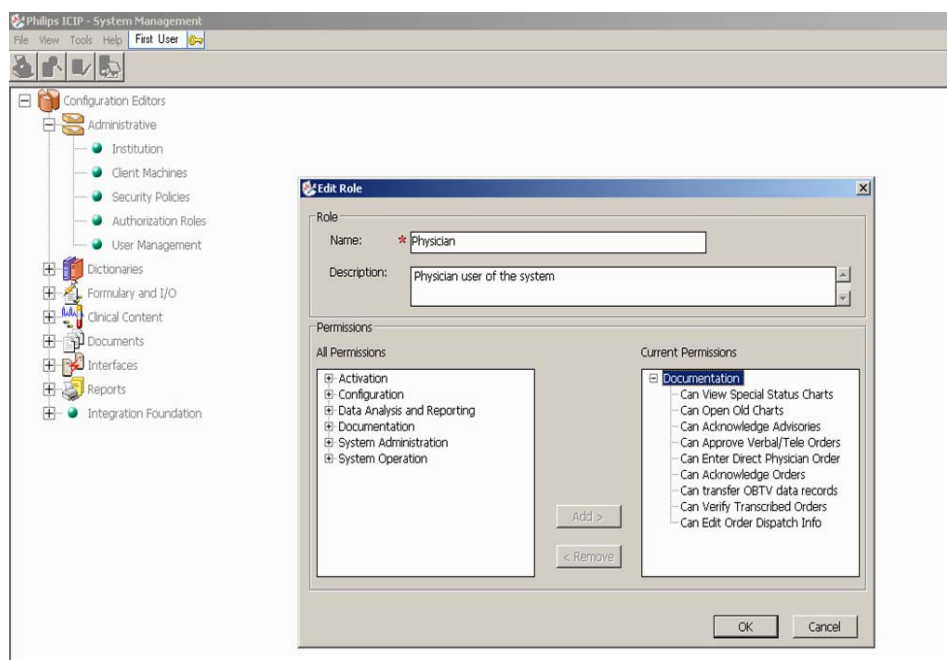
## 5.6 Περιγραφή των ρόλων των χρηστών του συστήματος

Στο τμήμα που ακολουθεί, θα περιγραφούν οι κύριοι ρόλοι χρηστών που απαρτίζουν μια μονάδα εντατικής θεραπείας και οι οποίοι βρίσκονται προκαθορισμένοι στο σύστημα ICIP. Οι ρόλοι αυτοί μπορούν να τροποποιηθούν ανάλογα με το τμήμα στο οποίο εφαρμόζεται το σύστημα.

### 5.6.1 Ο ρόλος του ιατρού

Η πιο κάτω εικόνα, αφορά τον ρόλο του ιατρού στο σύστημα. Στο πεδίο “Name”, τοποθετείται το όνομα του ρόλου ενώ στο πεδίο “Description” τοποθετείται μια περιγραφή για τον ρόλο που ορίζεται. Από την περιοχή “All permissions” μπορούν να επιλεχθούν τα δικαιώματα που θα αποδοθούν στους χρήστες ενώ στην περιοχή

“Current Permissions” παρουσιάζονται τα δικαιώματα που ήδη κατέχουν οι χρήστες.

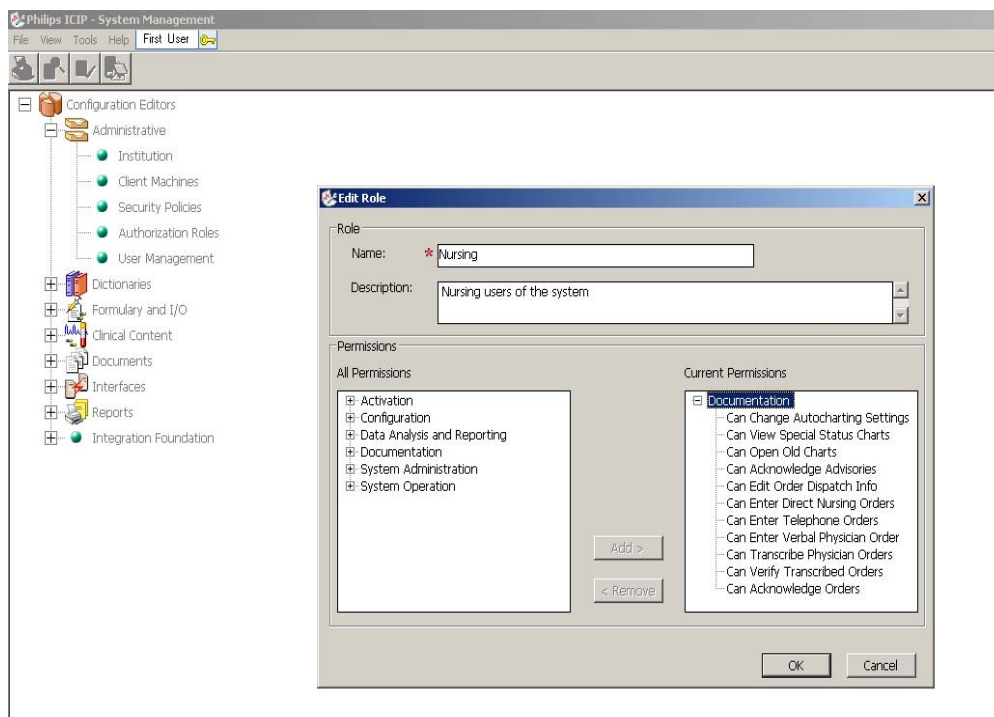


Εικόνα 44 Ρόλος Ιατρού

### 5.6.2 Ρόλος του νοσηλευτή

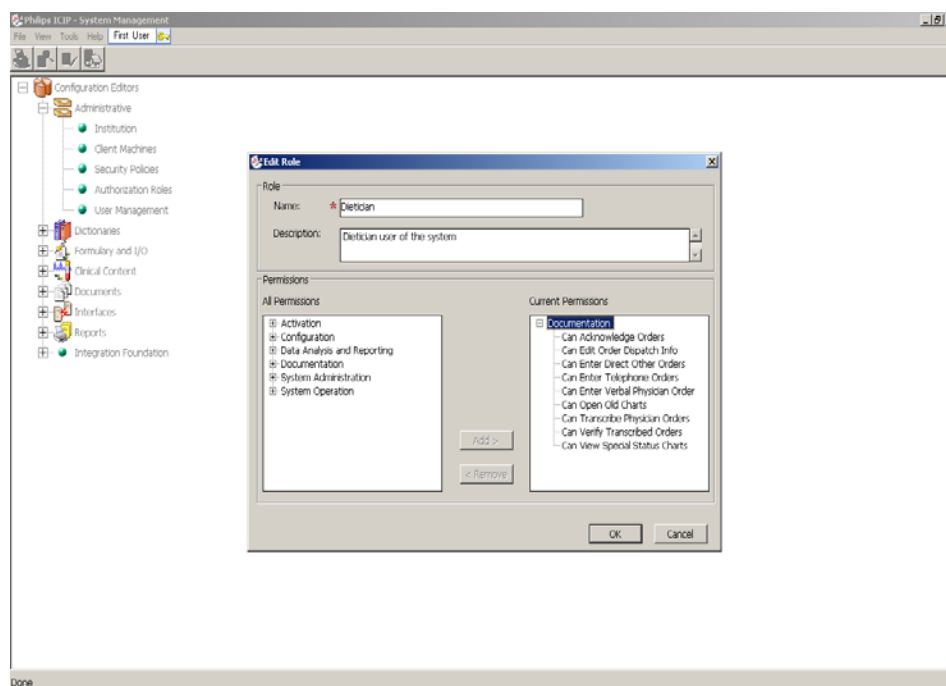
Η εικόνα που ακολουθεί, αφορά το ρόλο του νοσηλευτή. Ο ρόλος του νοσηλευτή είναι πιο συγκεκριμένος ρόλος και περιλαμβάνει εξειδικευμένα δικαιώματα όπως την ικανότητα δημιουργίας charts. Επιπλέον, έχει συγκεκριμένα δικαιώματα για εισαγωγή και παρακολούθηση παραγγελιών καθώς και παρακολούθηση κάποιων διαταγών που έχουν εισαχθεί από τον εντατικολόγο της μονάδας.





**Εικόνα 45 Ρόλος του νοσηλευτή 5.6.3 Ο ρόλος του Διατροφολόγου**

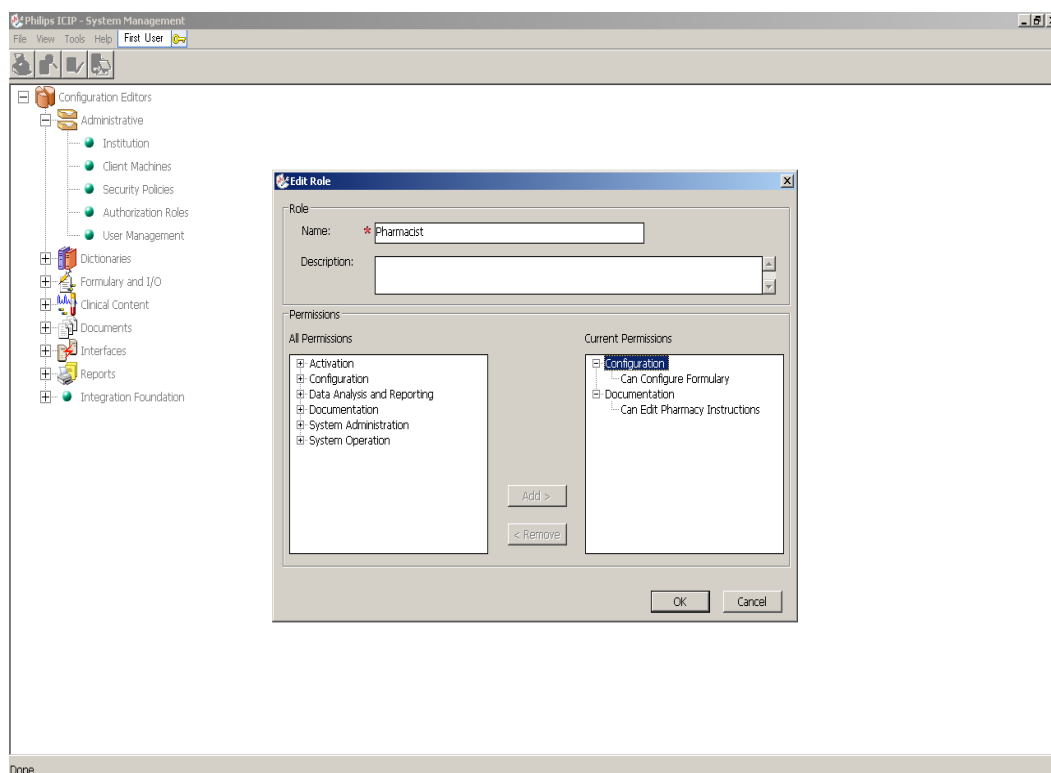
Πιο κάτω, παρουσιάζεται ο ρόλος του διατροφολόγου της μονάδας. Ο ρόλος αυτός έχει λιγότερα δικαιώματα από το ρόλο του νοσηλευτή γιατί κάποια δικαιώματα αφορούν μόνο το νοσηλευτικό προσωπικό.



**Εικόνα 46 Ο ρόλος του διατροφολόγου**

### 5.6.4 Ο ρόλος του Φαρμακοποιού

Η ακόλουθη εικόνα αφορά το ρόλο του φαρμακοποιού ο οποίος κατέχει συγκεκριμένα δικαιώματα σχετικά με τη διατήρηση της φαρμακευτικής βάσης δεδομένων.



Εικόνα 47 Ρόλος του φαρμακοποιού

### 5.7 Έντυπα τα οποία χρησιμοποιούνται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Πιο κάτω, παρουσιάζονται τα βασικά έγγραφα τα οποία χρησιμοποιούνται για την τεκμηρίωση της περίθαλψης στη μονάδα σήμερα. Για καλύτερη αποδοχή από το προσωπικό, το σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία των εντύπων αυτών, ίσως και με τη μορφή που παρουσιάζονται. Το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα παραμετροποίησης του από τους “ICIP Configurators” οι οποίοι αποτελούν ειδικά εκπαιδευμένο νοσηλευτικό προσωπικό της μονάδας.

**ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**  
**ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ**

*inflow alert*

9  
Στοιχεία

Ημερομηνία / / 2010

ICP  
CPP  
PbtO<sub>2</sub>  
SjvO<sub>2</sub>

Κόρες Οφθαλμών		Μέγεθος	Αντίδραση	Μέγεθος	Αντίδραση	Φ=ΑΝΤΙΔΡΑ Δ=ΕΝ ΑΝΤΙΔΡΑ C=ΜΑΤΙΑ ΚΛΕΙΣΤΑ											
1	2	3	4	5	6	7	8	9									

Ανταπόκριση Οφθαλμών	4	3	2	1	C=ΜΑΤΙΑ ΚΛΕΙΣΤΑ ΑΔΥΝΑΤΗ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
	4	Αυτόματα	Ανοιγμα με ομιλία	Ανοιγμα ύστερα απο διέγερση	

Σύνης ταπόκριση	5	4	C=ΜΑΤΙΑ ΚΛΕΙΣΤΑ ΑΔΥΝΑΤΗ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
	5	Προσανατολισμός. Συζητά. Δίνει ιστορικό	

ΣΩΛΗΝΑΣ  
ΕΤΟΜΙΑ

Εικόνα 48 Glasgow Outcome Scale

**ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**  
**Γ.Ν. ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ**

7

Αρ. Αρχείου ICP

**ΕΞΙΤΗΡΙΟ** Doctors

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ \_\_\_\_\_ ΗΛΙΚΙΑ \_\_\_\_\_

Εισάγουσα κλινική APACHE II SAPS III \_\_\_\_\_

Ημερομηνία εισόδου \_\_\_\_\_

Αλλεργίες \_\_\_\_\_

Αιτία εισόδου \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Διάγνωση \_\_\_\_\_

Εικόνα 49 Εξιτήριο – Discharge

**ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**  
**Γ.Ν. ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ**

*in flow sheet + procedure list*

*Procedure*

**ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ**

*10*

ΕΙΔΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	ΑΛΛΑΓΗ	ΑΦΑΙΡΕΣΗ
Ενδοτραχειακός σωλήνας <sup>ETT</sup>			
Τραχειοστομία			
Σφαγιτίδα φλέβα			
Υποκλειδια φλέβα			
Μηριαία φλέβα			
Μηριαία αρτηρία			
Κερκιδική αρτηρία			

Εικόνα 50 Ιατρικές Πράξεις - Medical procedure notes



**THE APACHE SEVERITY OF DISEASE CLASSIFICATION SYSTEM**

A.

PHYSIOLOGICAL VARIABLE	HIGH ABNORMAL RANGE					LOW ABNORMAL RANGE				
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4	
Temperature - rectal (oC)	>41°	39°-40.9°		38.5°-38.9°	36°-38.4°	34°-35.9°	32°-33.9°	30°-31.9°	<29.9°	
Mean Arterial Pressure (mmHg)	>160	130-159	110-129		70-109		50-69		<49	
Heart Rate (ventricular response)	>180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	<39	
Respiratory Rate (non-ventilated or ventilated)	>50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		<5	
Oxygenation: A-aDO2 or PaO2	>500	350-499	200-349		<200					
a. FiO2>0.5 record A-a DO2					PO2>70					
b. FiO2>0.5 record only Pa2						PO2 61-70		PO2 55-60	PO2 <55	
Arterial pH	>7.7	7.6-7.69		7.5-7.59	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	<7.15	
Serum Sodium (mMol/L)	>180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	<110	
Serum Potassium (mMol/L)	>7	6-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3-3.4	2.5-2.9		<2.5	
Serum Creatine (double point score for acute renal failure) (mmol/L) / (mg/100mL)	>0.31 >3.5	0.18-0.30 2.0-3.4	0.13-0.17 1.5-1.9		0.05-0.12 0.6-1.4		<0.05		<0.6	
Hematocrit (%)	>60		50-59.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		<20	
Whole Blood Count (total/mm2) (in 1 000)	>40		20-30.0	15-10.0	3-14.9		1-2.9		<1	

Εικόνα 51 Apache Score

ΠΟΡΕΙΑ ΝΟΣΟΥ	
	progress note
	12

Εικόνα 52 Σημειώσεις για Πορεία Νόσου του ασθενή/ Patient Progress

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ  
ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΕΥΚΩΣΙΑΣ



ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

*ICU  
Μονάδα Εντατικής Θεραπείας*

13

**ΔΕΛΤΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΜΕ ΤΡΑΧΕΙΟΣΤΟΜΙΑ  
ΑΠΟ ΜΕΘ ΣΤΟΝ ΘΑΛΑΜΟ**

Θάλαμος/Αριθμός κλίνης: \_\_\_\_\_

Ημερομηνία/ώρα παράδοσης: \_\_\_\_\_

Παρά την κλίνη του ασθενούς κατά την παραλαβή υπάρχουν τα εξής (check):

Συσκευή Ambu με ασκό και μάσκα καταλλήλου μεγέθους

**Εικόνα 53 Δελτίο Μεταφοράς Ασθενούς με Τραχειοστομία από τη ΜΕΘ στο Θάλαμο**

20



ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΙΜΟΔΙΗΘΗΣΗΣ**

*ICU  
flow sheet  
C.P.P.*

ΥΠΟΓ.	Ημερ. ώρα	MODE	Blood flow (ml/min)	Substitute rate (ml/hr)	Substit. type 2 K ή 0 K	Substitute προσθήκες (ανά ασκό-4.5 λίτρα)	Dialysate rate (ml/hr)	Dialys. type 2 K ή 0 K	Dialysate προσθήκες (ανά ασκό-4.5 λίτρα)	Filtration rate (ml/hr)	Δοζ. Ηπαρίν. A. 1000ου/1000ml B. 500ου/50ml	Hepar rate (ml/hr)

1. Το Primo γίνεται με Ηπαρίνη ανά ασκό-4.5 λίτρα

**Εικόνα 54 Οδηγίες Συνεχούς Αιμοδιήθησης**



\* diseases  
content  
? icp

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

### ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΚΑΛΛΙΟΥ ΣΤΗ ΜΕΘ

#### Α. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

- Το πρωτόκολλο ενεργοποιείται μόνο μετά από οδηγία Ιατρού για συγκεκριμένο ασθενή-ΔΕΝ είναι αυτόματα εφαρμοζόμενο για όλους τους ασθενείς.
- Χορήγηση μόνο με αντλία.
- ΠΡΟΣΟΧΗ: Η παρούσα συγκέντρωση KCl είναι:  
1 αμπούλα = 10 cc = 12.5 mmol ή meq. Τα πιο κάτω ισχύουν ΜΟΝΟ για αυτή την διάλυση και η οποία πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά.
- Εάν ο ασθενής παρουσιάσει αντένδειξη κατά την διάρκεια του πρωτοκόλλου αυτό ΔΙΑΚΟΠΤΕΤΑΙ και ειδοποιείται ο Ιατρός.
- Εάν υπάρχει απόλυτη αντένδειξη μπορεί να παρακαμφθεί μόνο με ΕΝΥΠΟΓΡΑΦΗ οδηγία Ιατρού στο πρωτόκολλο.
- Οι τιμές-όρια Καλλίου μπορούν να τροποποιηθούν από τον Ιατρό ΕΝΥΠΟΓΡΑΦΑ.

Εικόνα 55 Πρωτόκολλο Χορήγησης Καλλίου στη ΜΕΘ

PART A DRUGS PRESCRIBED*					PART B PHARMACY USE					PART C ADMINISTRATION OF DRUGS CHECK CHART				
Use approved name of Drug in BLOCK LETTERS	DOSE	FREQUENCY	DURATION	ROUTE	Pharmacy No.	Quantity Issued	Sign and Date	Quantity Received	Sign and Date	Time	Date			
DR	100 mg	Q4H		Subcut										
Signature														
Signature														
Signature														

Εικόνα 56 Φύλλο φαρμακευτικής αγωγής (1)

POST OPERATIVE MEDICATION (NOT MORE THAN THREE DOSES MAY BE ORDERED AT ONE SIGNATURE)												FOR MEDICAL PURPOSES ONLY																								
DATE	DOSE	ROUTE	DATE	DOSE	ROUTE	DATE	DOSE	ROUTE	DATE	DOSE	ROUTE	DRUG THERAPY SHEET						INSTRUCTIONS FOR SAFETY OF PATIENTS																		
												HOSPITAL:		Unit No./Identity Card No.:		Patient's Name:		Date of Birth:		Weight on Admission:		Diet:		DOCTORS:		Please complete PART "A" & "D" of this Form in block letters.										
												DEPARTMENT:				(In block letters)								1. Be specific as regards dosage, frequency, etc.												
												Ward/Dept.:		Bed. No.:										2. Discontinue this drug: DRUG NAME (in initial and date)												
												Date of Admission:																								
												Date of Discharge:																								
												Under care of Dr.:																								

Εικόνα 57 Φύλλο φαρμακευτικής αγωγής (2)

### **5.8 Εμπειρία από τη χρήση του ICIP στο νοσοκομείο Sunway Medical Centre**

Πιο κάτω, θα παρουσιαστεί η εμπειρία του νοσηλευτικού προσωπικού του νοσοκομείου Sunway Medical Centre από την επαφή του με το σύστημα ICIP το οποίο έχει υλοποιηθεί στα πλαίσια της αναβάθμισης του συστήματος της μονάδας εντατικής θεραπείας του νοσοκομείου.

Η Jasmine Lau, προϊσταμένη νοσοκόμα στο ιατρικό κέντρο Sunway, προετοιμάζεται για την βάρδια της στην μονάδα εντατικής (ICU) του νοσοκομείου. Από το σταθμό εργασίας, αποκτά πρόσβαση στο σύστημα μέσω του προσωπικού της λογαριασμού και ακολούθως αναλύει τα δημογραφικά των ασθενών και τις μετρήσεις τους από τα διάφορα όργανα της μονάδας.

Οι πληροφορίες συγκεντρώνονται από τα ιατρικά μηχανήματα που βρίσκονται πλησίον των κρεβατιών των ασθενών και μεταφέρονται αυτόματα σε έναν υπολογιστή που βρίσκεται μπροστά από το κρεβάτι. Σύμφωνα με την Lau, από την στιγμή της εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος Clinical Information Portfolio (ICIP), μεγάλο μέρος της χειρωνακτικής εργασίας που πραγματοποιείτο από το νοσηλευτικό προσωπικό της μονάδας εντατικής θεραπείας, τώρα είναι έτοιμο για αυτούς με μερικά clicks. "Η κατάσταση στη ΜΕΘ, όσον αφορά την ροή της εργασίας είναι πολύ διαφορετική από αυτήν που υπάρχει σε κανονικές πτέρυγες. Επειδή οι περισσότεροι ασθενείς είναι βαριά άρρωστοι, υποστηρίζονται και παρακολουθούνται από ένα αριθμό ιατρικών μηχανημάτων".

"Αυτά τα μηχανήματα καταγράφουν δεδομένα από τους ασθενείς. Προηγουμένως, τα δεδομένα έπρεπε να συλλέγονται συνεχώς, να μορφοποιούνται σε μορφή πινάκων και να αναλύονται στην ολότητα τους από το προσωπικό με μη αυτοματοποιημένο τρόπο. Η διαδικασία αυτή μπορούσε να γίνει πολύ κουραστική", προσθέτει, "καθώς το προσωπικό έπρεπε επίσης να δημιουργήσει τις γραφικές αναπαραστάσεις και να αφιερώσει περισσότερο χρόνο στα έγγραφα, μειώνοντας έτσι τον πραγματικό χρόνο ενασχόλησης με τους ασθενείς".

"Η τεκμηρίωση των δεδομένων του ασθενή στο χαρτί αποτελούσε μια μακρά διεργασία και το προσωπικό έπρεπε να αναφερθείτε στα πολλά διαφορετικά γραφήματα κατά τη λήψη και ανασκόπηση των εκθέσεων των ασθενών," λέει η Lau. Τονίζει ότι λόγω του ότι το κάθε άτομο έχει διαφορετικό γραφικό χαρακτήρα, η ανάγνωση των δεδομένων που λήφθηκαν τις περισσότερες των περιπτώσεων αποτελούσε μια χρονοβόρα και απαιτητική διαδικασία. "Η εφαρμογή του ICIP μείωσε το ιδιόχειρο charting και διευκόλυνε τη διαδικασία της μεταφοράς ενδείξεων μεταξύ του προσωπικού. "Σήμερα όλα είναι αυτοματοποιημένα και μπορούμε να δούμε τα δεδομένα που παράχθηκαν μέσω της οθόνης του υπολογιστή".

"Παλαιότερα, πριν τον καθιερωμένο γύρο στα κρεβάτια των ασθενών, έπρεπε να ενημερωθώ από τη προϊσταμένη νοσοκόμα της προηγούμενης βάρδια σχετικά με την πρόοδο των ασθενών. Στη συνέχεια, θα έπρεπε να κρατήσω σημειώσεις και να καταγράψω τις ενδείξεις από όλα τα ιατρικά μηχανήματα". Επιπλέον, προσθέτει ότι η διαδικασία αυτή εύκολα θα μπορούσε να απαιτήσει μερικές ώρες από τον χρόνο της, αλλά αποτελούσε μια απολύτως απαραίτητη διαδικασία η οποία θα έπρεπε να διεκπεραιωθεί καθώς αυτό θα την καθοδηγούσε στο ποσό της ιατρικής περίθαλψης



που θα αφιέρωνε για κάθε ασθενή καθώς και τον τύπο της περίθαλψης. Με το ICIP σε εφαρμογή, ολοκληρώνει πολύ ταχύτερα τις εργασίες της, με αποτέλεσμα να αφιερώνει περισσότερο ποιοτικό χρόνο στους ασθενείς.

Το σύστημα ICIP, αποτελεί ένα προηγμένο κλινικό σύστημα υποστήριξης απόφασης που παρέχει πληροφορίες στο κλινικό προσωπικό, στους διαχειριστές και τους ασθενείς. Το σύστημα παρέχει υποστήριξη της κλινική απόφασης, σύνοψη της κατάστασης του ασθενή από τη στιγμή εισαγωγής του στη μονάδα, κατευθυντήριες γραμμές για την παρεχόμενη περίθαλψη, διαγνώσεις και διαδικασίες, διαχείριση παραγγελιών, κλινικές αξιολογήσεις(scores), τεκμηρίωση που βασίζεται σε εικονικό υλικό, καθώς και υπηρεσίες ανάλυσης δεδομένων και αναφορών. Στο ICU, το νοσηλευτικό προσωπικό και οι ιατροί απαιτούν απόλυτο και άμεσο έλεγχο πάνω σε όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες.

Το ICIP θα είναι σε θέση να ικανοποιήσει το πιο πάνω αίτημα, παρέχοντας στο προσωπικό οθόνες που αφορούν ζωτικά σημεία μέχρι και εργαστηριακές πληροφορίες. Το ιατρικό προσωπικό, μπορεί να συμβουλευτεί τις πληροφορίες που βρίσκονται στο σύστημα για να έχουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα στην ποιότητα της φροντίδα που παρέχεται στον ασθενή.

"Το σύστημα επιτρέπει στους γιατρούς να λαμβάνουν και να ανταλλάζουν δεδομένα που σχετίζονται με τους ασθενείς ή με ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας μεταξύ ιατρικών δικτύων, παρέχοντας τους την εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες που χρειάζονται για να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με την περίθαλψη " λέει η Lau. Τα νοσοκομεία είναι αντιμέτωπα με το τεράστιο ποσό των κλινικών

δεδομένων, το οποίο πρέπει να καταγραφεί και να αποθηκευτεί για σκοπούς αναφοράς, το οποίο συμπεριλαμβάνει από πληροφορίες ασθενών και την αξιολόγηση τους μέχρι και αναφορές οι οποίες δημιουργούνται από συσκευές στο κρεβάτι του ασθενή. "Οι συμβατικοί μέθοδοι απαιτούν αυτό να γίνεται με το χέρι, αλλά το ICIP επιτρέπει σε όλα τα δεδομένα να συλλέγονται και θα αποθηκεύονται σε μια κεντρική τοποθεσία για εύκολη πρόσβαση μέσω της ικανότητά του να διασυνδέεται με διάφορες συσκευές".

Σύμφωνα με τη Lau, ένα άλλο πλεονέκτημα που προσφέρεται από το σύστημα είναι η δημιουργία σαφών και ακριβείς εκθέσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το προσωπικό να μη χρειάζεται να ανησυχεί για τυχόν κακή επικοινωνία ή μεταφορά λανθασμένων πληροφοριών. "Επιπλέον, η αποθήκευση αυτών δεδομένων είναι πολύ πιο εύκολη και ασφαλής από τις εκθέσεις σε χαρτί". Για βαριά άρρωστους ασθενείς που είναι δύσκολο να δεχθούν την συχνή επίσκεψη των νοσοκόμων, το σύστημα αυτό μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη παρακολούθηση τους. "Το προσωπικό δεν χρειάζεται να πηγαίνει συχνά στα κρεβάτια αυτών των ασθενών καθώς ενδέχεται να διαταραχτούν, αλλά εξακολουθεί να παρέχεται η δυνατότητα άμεσης παρακολούθησης κάθε παραμέτρου από το ICIP.

Αν γίνουν αντιληπτές τυχόν ανωμαλίες στις παραμέτρους, το σύστημα θα ειδοποιήσει το προσωπικό," λέει η Lau. Εκτός από τη μείωση του φόρτου εργασίας που παρέχει στους νοσηλευτές, το σύστημα κάνει ευκολότερη την καθημερινότητα και των εντατικολόγων. "Πριν από το ICIP, οι γιατροί έπρεπε να διαβάσουν την έκθεση που εκπονήθηκε από τους νοσοκόμους, αλλά τώρα μπορούν να προσπελάσουν τα δεδομένα και τις εκθέσεις μέσω της ασφαλισμένης ιστοσελίδας του νοσοκομείου για

να συμβουλευθούν και να κατευθύνουν τους νοσοκόμους από μια απομακρυσμένη θέση". Η Lau αναφέρει ότι με την υιοθέτηση του συστήματος, έχει βελτιωθεί σημαντικά ο χρόνος επαφής των νοσηλευτών με τους ασθενείς της ΜΕΘ. Τώρα η μονάδα χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό φύλλο ροής (flowsheet), φόρμες, σημειώσεις, σχέδια περίθαλψης, λίστες με ζητήματα που πρέπει να πραγματοποιηθούν και ηλεκτρονικές αναφορές.

Η πρωτοβουλία για εφαρμογή του ICIP στο νοσοκομείο Sunway Medical Centre άρχισε τον Αύγουστο του 2009, και είναι μέρος της γενικής εξελικτικής προσπάθειας για εκσυγχρονισμό του νοσοκομείου. Η Lau αναφέρει ότι όταν το σύστημα πήγε "live" τον Οκτώβριο του 2010, το προσωπικό αρχικά έπρεπε να εκτελέσει τόσο τις μέχρι πρότινος διαδικασίες όσο και τις αυτοματοποιημένες.. "Αυτό συνέβαινε με σκοπό να εξασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση στο ηλεκτρονικό σύστημα". Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το προσωπικό εκπαιδεύτηκε για περίοδο τριών μηνών.

# Κεφάλαιο 6

## Data Mining

### 6.1 Εισαγωγή

Αυτό που έχει μεγάλη σημασία στην εντατική θεραπεία είναι η παροχή της κατάλληλης θεραπείας και η ανίχνευση των κλινικών προβλημάτων από τα πρώτα στάδια της εμφάνισης τους έτσι ώστε να ληφθούν εγκαίρως προληπτικά ή θεραπευτικά μέτρα. Εάν είναι δυνατή η έγκαιρη ανίχνευση της επιδείνωσης της κατάστασης του ασθενή, η πιθανότητα μιας επιτυχούς θεραπείας είναι πιο αυξημένη.

Στην πράξη ένας ιατρός αναλύει όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τον ασθενή προκειμένου να ανιχνευθεί μια αλλαγή στην κατάσταση του και να ενεργοποιηθεί τα κατάλληλα πρωτόκολλα και προληπτικές θεραπείες. Εντούτοις ένα ICU, αποτελεί ένα περιβάλλον αυξημένης πολυπλοκότητας που είναι πλούσιο σε δεδομένα και στο οποίο έχει υπολογιστεί ότι κατά μέσο όρο ένας συνηθισμένος ασθενής μπορεί να περιγραφεί από περισσότερες από 250 διαφορετικές παραμέτρους. Είναι επίσης γνωστό ότι η ανθρώπινη ικανότητα ταυτόχρονης ανάλυσης δεδομένων δεν είναι σε θέση να λαμβάνει υπόψη περισσότερες από 5 έως 7 διαφορετικές παραμέτρους την ίδια στιγμή [51].

Επομένως τα δεδομένα που παράγονται από τις συσκευές παρακολούθησης των ασθενών αλλά και τα προηγούμενα δεδομένα τα οποία είναι διαθέσιμα στα συστήματα βάσεων δεδομένων των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων και των πληροφοριακών συστημάτων των νοσοκομείων μπορούν ενδεχομένως να περιέχουν

περισσότερες πληροφορίες από αυτές που εξάγονται σήμερα από το ιατρικό προσωπικό του ICU.

## **6.2 Εξόρυξη δεδομένων και ενσωμάτωση στη ροή εργασίας στη ΜΕΘ**

Η εξόρυξη δεδομένων θα μπορούσε να ενσωματωθεί στη ροή εργασίας της ΜΕΘ ως ένα αυτοματοποιημένο εργαλείο υποστήριξης που θα υποβοηθήσει τους γιατρούς στην ανάλυση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που δημιουργείται από τους ασθενείς του ICU και ενδεχομένως να οδηγεί στην ανίχνευση των προβλημάτων νωρίτερα από ένα πεπειραμένο ιατρό. Ενώ η τεχνολογική πρόοδος υπό την μορφή των computer-based patient record συστημάτων και του υλικού διευκολύνει τη συλλογή, την πρόσβαση και την διαχείριση των δεδομένων της υγειονομικής περίθαλψης, λίγα είναι τα εργαλεία που υπάρχουν για να αξιολογήσουν και να αναλύσουν αυτό τα κλινικά δεδομένα αφότου έχουν αποθηκευτεί.

Σήμερα είναι τεράστιο το ποσό των δεδομένων που αποθηκεύεται στις βάσεις δεδομένων των κλινικών πληροφοριακών συστημάτων αλλά ελάχιστη είναι η πληροφορία που μπορεί να επιστραφεί στο ιατρό. Μέσω της εξόρυξης δεδομένων, θα μπορούσε να εξαχθεί ενδιαφέρουσα γνώση (κανόνες, πρότυπα, περιορισμοί, συσχετίσεις) από τα δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε αυτές τις βάσεις δεδομένων.

Σε αυτό το τμήμα της διπλωματικής θα μελετήσουμε τη χρήση του machine learning για την ανάπτυξη προβλεπτικών μοντέλων που εκμεταλλεύονται τα διαθέσιμα δεδομένα που παράγονται από τα CIS και τα άλλα συστήματα που είναι παρόντα στη ΜΕΘ και γενικά στο νοσοκομείο. Αυτά τα μοντέλα λαμβάνουν υπόψη το μεγάλο όγκο των διαθέσιμων δεδομένων που μπορεί να προέρχονται από διαφορετικές πηγές

πληροφοριών (HIS,LIS,CIS κτλ) και κάνουν τις προβλέψεις και υποθέσεις για τη μελλοντική κατάσταση της υγείας των ασθενών. Αυτά τα μοντέλα είναι δυνατό να ενσωματωθούν στην κλινική ροή εργασίας σαν components του CIS που είναι σε χρήση με κύριο σκοπό να αυξήσουν την ποιότητα της παρεχόμενης περίθαλψης αλλά και να υποστηρίξουν το προσωπικό στο έργο της περίθαλψης.

Κατά πόσο πρέπει ή όχι να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα ( π.χ. θεραπευτικές αγωγές, επεμβατικές μέθοδοι) λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις προβλέψεις, εξαρτάται από το κόστος και το πιθανό κέρδος που θα προκύψει από τη δράση που θα ακολουθηθεί. Σε αυτό το τμήμα της διπλωματικής εξετάζουμε μόνο το πρόβλημα της πρόβλεψης. Η ανάπτυξη μιας στρατηγικής που εκμεταλλεύεται αυτές τις προβλέψεις και αξιολογεί τα οφέλη μπορεί να αποτελέσει μελλοντική εργασία.

Ο αυξανόμενος αριθμός των άρθρων και δημοσιεύσεων στην βιβλιογραφία της κρίσιμης ιατρικής περίθαλψης που αναλώνονται στις βασικές μεθόδους εξόρυξης δεδομένων αποτελεί ένδειξη του αυξανόμενου ενδιαφέροντος των ερευνητών σε αυτή την περιοχή το οποίο σχετίζεται με την αυτόματη ανακάλυψη γνώσης από δεδομένα των μονάδων ΜΕΘ [52,53,54].

Ο ιατρός χρησιμοποιεί τα δεδομένα και την υποκειμενική εκτίμησή του για τον ασθενή για να αποφασίσει το σχέδιο της θεραπείας. Το μοντέλο που εκπαιδεύεται από τα δεδομένα που συλλέγονται από διάφορους ασθενείς κάνει τις προβλέψεις για το νέο ασθενή. Ο παθολόγος μπορεί να ενσωματώσει αυτές τις προβλέψεις στις αποφάσεις του σχετικά με το καλύτερο σχέδιο δράσης που θα ακολουθεί με σκοπό να διευκολύνει την γρήγορη αποκατάσταση του ασθενή.

Τα μοντέλα πρόβλεψης του ρίσκου στην εντατική παρακολούθηση που υπάρχουν αυτή τη στιγμή [55,56] σχεδιάστηκαν για να προβλέπουν τον κίνδυνο της θνησιμότητας ή των περιπλοκών για πληθυσμούς ασθενών, αλλά δεν παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια για την πρόβλεψη σε μεμονωμένους ασθενείς. Αυτή την περίοδο ελάχιστα είναι τα εργαλεία που υπάρχουν και μπορούν να προβλέψουν με ακρίβεια την πιθανότητα περιπλοκών, όπως είναι για παράδειγμα η αποτυχία οργάνων ενός μεμονωμένου ασθενή.

### **6.3 Διαθέσιμα δεδομένα σε μια ΜΕΘ**

Όπως έχει λεχθεί προηγουμένως, οι μονάδες εντατικής θεραπείας αποτελούν περιβάλλοντα τα οποία χαρακτηρίζονται για το τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγουν. Τα διαθέσιμα δεδομένα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- **Δημογραφικά στοιχεία:** Για κάθε ασθενή, συλλέγονται οι δημογραφικές πληροφορίες που τον αφορούν (ημερομηνία γέννησης, φύλο, διεύθυνση, κ.λπ.). Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ότι θα παραμείνει αμετάβλητο κατά τη διάρκεια της παραμονής του ασθενή στη ΜΕΘ.
- **Ιστορικά στοιχεία:** Κάθε ασθενής μπορεί επίσης να έχει ένα ιατρικό ιστορικό των προηγούμενων ασθενειών και θεραπειών που δέχθηκε, το οποίο μπορεί να είναι σχετικό με αποφάσεις που αφορούν τη μελλοντική του νοσηλεία. Εντούτοις, τα δεδομένα αυτά δεν είναι πάντα διαθέσιμα, π.χ. στην περίπτωση απρόβλεπτης εισαγωγής στο ICU ή ζητημάτων που σχετίζονται με την εμπιστευτικότητα.
- **Δεδομένα που σχετίζονται με την παραμονή στη ΜΕΘ:** Αυτά τα δεδομένα διαμορφώνουν ένα χρονολογικό αρχείο της παραμονής του ασθενή στη ΜΕΘ. Περιλαμβάνουν καταχωρημένες πληροφορίες που εισάγονται σε τακτά χρονικά

διαστήματα και αφορούν την κατάσταση του ασθενή, καθώς και πληροφορίες για κάθε θεραπεία. Η κατηγορία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει:

- Μετρήσεις παραμέτρων: μετρήσεις κλινικών παραμέτρων όπως είναι π.χ. θερμοκρασία, πίεση του αίματος, καρδιακός ρυθμός, κ.λπ..
- Εργαστηριακά δεδομένα: Εργαστηριακά αποτελέσματα, που συγκεντρώνονται από την εξέταση δειγμάτων του ασθενή στα εργαστήρια του νοσοκομείου.
- Βακτηριολογικά δεδομένα: Πληροφορίες για μολύνσεις.
- Υποκειμενικές παρατηρήσεις: Αρχεία των υποκειμενικών παρατηρήσεων των ιατρών και του νοσοκομειακού προσωπικού για τον ασθενή (παρατηρήσεις που είναι δύσκολο να επιμετρηθούν). Έχει παρατηρηθεί ότι παρά την προσπάθεια να δημιουργηθούν αντικειμενικά μετρήσιμοι παράμετροι και τυποποίηση, οι υποκειμενικές παρατηρήσεις παραμένουν μια πολύ σημαντική πηγή πληροφοριών.

Ένα άλλο σύνολο κατηγοριών περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με:

- Φάρμακα: δεδομένα σχετικά με τη φαρμακευτική αγωγή που χορηγείται στον ασθενή. Αυτά τα δεδομένα μπορεί να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τη μέθοδο της χορήγησης:
  - τα bolus φάρμακα που χορηγούνται σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή και
  - τα συνεχή φάρμακα που χορηγούνται σε μια χρονική περίοδο με συνεχή τρόπο.
- Θεραπείες: πληροφορίες για τις θεραπείες που λαμβάνει ο ασθενής. Ομοίως, αυτές μπορεί να διακριθούν σε συνεχείς θεραπείες (π.χ. μηχανική υποστήριξη της αναπνοής, hemofiltration, κ.λπ.) και θεραπείες σε ένα συγκεκριμένο χρονικό



σημείο ή σε μια σύντομη χρονική περίοδο (π.χ. αιμοδιάλυση, χειρουργική επέμβαση, κ.λπ.)

- Διατροφή: Δεδομένα που σχετίζονται με την ποσότητα και το είδος των τροφίμων που λαμβάνει ο ασθενής .
- Πολιτικές που σχετίζονται με τη θεραπεία: Ανάλογα με την κατάσταση του ασθενή και των εξελίξεων που παρατηρούνται, οι ιατροί μπορούν να αποφασίσουν σε μια δεδομένη στιγμή να ακολουθήσουν μια συγκεκριμένη μελλοντική θεραπεία. Αυτή μπορεί να έχει ή όχι άμεση επίδραση στην τη θεραπεία που ακολουθήθηκε προηγουμένως.

Εκτός από τα δεδομένα των ασθενών, υπάρχουν διάφορες άλλες πηγές δεδομένων οι οποίες μπορούν να είναι διαθέσιμες και πολύτιμες στην ανάλυση δεδομένων και στην υποστήριξη των ιατρικών αποφάσεων. Αυτό τα δεδομένα μπορούν να περιλαμβάνουν:

- Πληροφορίες φαρμακευτικής αγωγής: δεδομένα σχετικά με τις γνωστές παρενέργειες των φαρμάκων καθώς και τους λόγους για τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
- Γνώση των ειδικών: μερική γνώση από τους ειδικούς, π.χ., περιγραφή της ερμηνείας συμπτωμάτων ή συνδυασμού συμπτωμάτων, γνωστές αλληλεπιδράσεις μεταξύ φαρμάκων ή κινδύνους που εμπερικλείουν οι θεραπείες, κ.λπ.

## **6.4 Μηχανική μάθηση (Machine Learning) και Εξόρυξη Δεδομένων (Data Mining)**

Σε αυτό το τμήμα εισάγουμε κάποιες έννοιες και ορολογίες σχετικά με τη μηχανική μάθηση και την εξόρυξη δεδομένων οι οποίες θα είναι χρήσιμες για την κατανόηση των όσων θα ακολουθήσουν.

Η ανακάλυψη γνώσης από βάσεις δεδομένων (Knowledge Discovery from Databases -KDD) ασχολείται με την αυτοματοποιημένη εξαγωγή μη τετριμμένης, έγκυρης, προηγουμένως άγνωστης και ενδεχομένως χρήσιμης πληροφορίας ή ακόμη και μοτίβων από δεδομένα [57]. Ο βασικός στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η εξαγωγή υψηλού επιπέδου γνώσης από τα χαμηλού επιπέδου δεδομένα στα πλαίσια μεγάλων συνόλων δεδομένων.

Η διαδικασία του KDD αποτελείται από διάφορα βήματα συμπεριλαμβανομένων: την προετοιμασία των δεδομένων ή προεπεξεργασία, την αναζήτηση των μοντέλων, την εξόρυξη των δεδομένων και την αξιολόγηση της γνώσης ή την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η αναζήτηση των μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν απαιτεί τη χρήση αλγορίθμων εξόρυξης δεδομένων, πολλοί από τους οποίους προέρχονται από τους τομείς της μηχανικής μάθησης και της στατιστικής.

Αυτή η διαδικασία αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα [58] :

**Την κατανόηση του πεδίου εφαρμογής:** Είναι πολύ σημαντικό να μπορεί να κατανοηθεί το application domain και η σχετική γνώση που προϋπάρχει. Επίσης πρέπει αναγνωριστούν οι στόχοι της διαδικασίας του KDD από την πλευρά του χρήστη.

**Την επιλογή του συνόλου των δεδομένων.** Από μια αποθήκη δεδομένων γίνεται η επιλογή εκείνου του υποσυνόλου των μεταβλητών στις οποίες πρόκειται να εφαρμοστεί η διαδικασία της εξόρυξης δεδομένων .

**Την προετοιμασία των δεδομένων ή την προεπεξεργασία.** Σε αυτό το βήμα γίνεται η συμπλήρωση των ελλειπόντων πεδίων δεδομένων με βάση τις γνωστές στρατηγικές διαχείρισης δεδομένων, την αφαίρεση θορύβου και ακραίων δεδομένων (outliers) και τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών για τον εντοπισμό του θορύβου.

**Το μετασχηματισμό των δεδομένων.** Τα δεδομένα δέχονται τους κατάλληλους μετασχηματισμούς έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η εξόρυξη. Στο βήμα αυτό, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι με σκοπό να μειωθούν οι διαστάσεις και ο αριθμός των μεταβλητών. Γίνεται κωδικοποίηση των δεδομένων για να αποφευχθούν όπου είναι δυνατό οι μεταβλητές.

**Την επιλογή αλγορίθμων εξόρυξης δεδομένων.** Γίνεται η επιλογή των μεθόδων/αλγορίθμων data mining που θα χρησιμοποιηθούν για την αναζήτηση τάσεων και μοτίβων, λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους που καθορίστηκαν. Σε αυτό

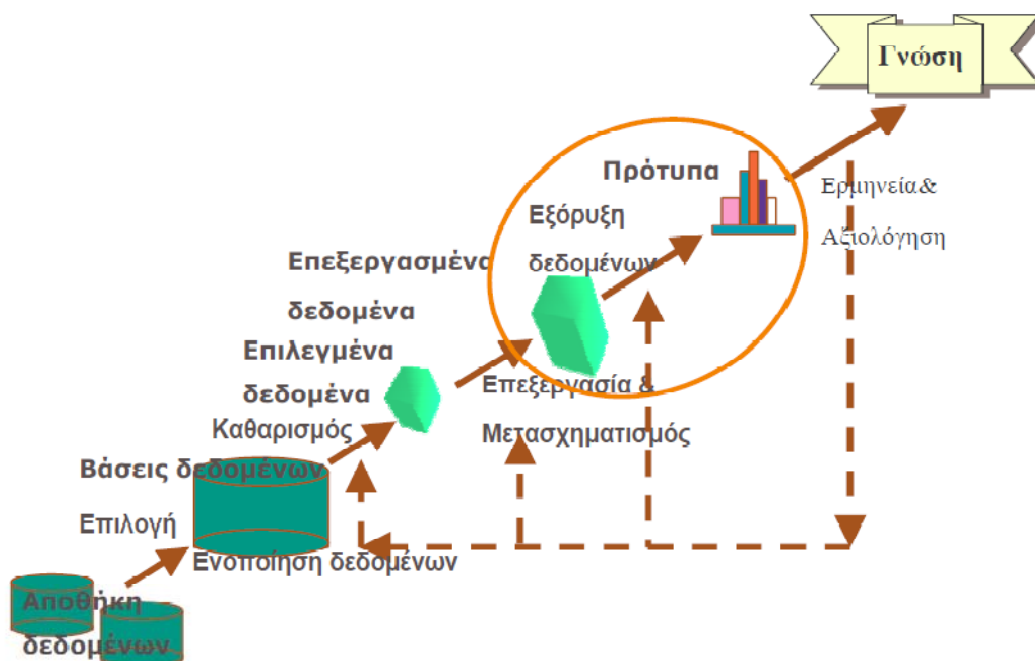
το βήμα πρέπει να αποφασιστούν ποιοί παράμετροι και μοντέλα θα είναι πιο κατάλληλα και ακολούθως η συσχέτιση της συγκεκριμένης μεθόδου data-mining που επιλέχθηκε με το γενικό κριτήριο της διαδικασίας του KDD.

**Το βήμα data mining:** Γίνεται η αναζήτηση για τάσεις και μοτίβα, μέσω της χρήσης κανόνων κατηγοριοποίησης, δέντρων, regression και clustering.

**Την αξιολόγηση των προτύπων.** Τα πρότυπα που έχουν εξαχθεί στο προηγούμενο βήμα αξιολογούνται με κάποια κριτήρια. Αυτά τα οποία δεν προσφέρουν καινούργια γνώση αγνοούνται. Έτσι παραμένουν μόνο τα πρότυπα που έχουν ενδιαφέρον και προσφέρουν κάτι το καινούργιο.

**Την παρουσίαση της γνώσης.** Σε αυτό το βήμα η νέα γνώση που έχει εξαχθεί απεικονίζεται με κάποιες τεχνικές στο χρήστη.

Η διαδικασία KDD είναι επαναληπτική. Επιπλέον, από κάθε βήμα μπορεί κανείς να μεταπηδήσει σε οποιοδήποτε προγενέστερο βήμα. Η ροή των βημάτων είναι απεικονισμένη στο πιο κάτω σχήμα. Παρόλο που το βήμα της εξόρυξης δεδομένων αποτελεί μια κύρια εργασία στη διαδικασία εξόρυξης γνώσης, όλα τα βήματα είναι εξίσου σημαντικά για τη σωστή και επιτυχή εφαρμογή της τεχνικής KDD.



Εικόνα 58 Διαδικασία KDD

Ενώ το KDD αναφέρεται στην γενική διαδικασία της ανακάλυψης χρήσιμης πληροφορίας από τα δεδομένα, το data mining αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο βήμα της διαδικασίας KDD. Το data mining είναι η εφαρμογή συγκεκριμένων αλγορίθμων για την εξαγωγή μοτίβων από δεδομένα.

### 6.5 Το βήμα της εξόρυξης δεδομένων στη διαδικασία KDD

Η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί σαν μια διεπιστημονική διαδικασία που περιλαμβάνει τεχνικές από τομείς όπως την τεχνητή νοημοσύνη, τη στατιστική, τις πιθανότητες, την υπολογιστική θεωρία της πολυπλοκότητας, τη θεωρία ελέγχου, τη θεωρία των πληροφοριών, τη φιλοσοφία, την ψυχολογία, τη νευροβιολογία, το machine learning και άλλες [59,60].

Η στατιστική είναι ένας τομέας με ιδιαίτερη σπουδαιότητα στην εξόρυξη δεδομένων, δεδομένου ότι οι στατιστικοί έλεγχοι χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της απόδοσης των διαφόρων μοντέλων και σε μερικές περιπτώσεις αποτελούν ένα αναπόσπαστο τμήμα του ίδιου του αλγορίθμου μάθησης. Η εξόρυξη δεδομένων στρέφεται στην ανάπτυξη αλγορίθμων που επιτρέπουν στα προγράμματα υπολογιστών να μαθαίνουν μέσα από την εμπειρία τους. Αυτή η εμπειρία αποθηκεύεται συνήθως ως δεδομένα και αποτελείται από ένα σύνολο γεγονότων (facts), γνωστών επίσης ως περιπτώσεις (instances) ή παραδείγματα (examples).

Ένα παράδειγμα (example) ή μια περίπτωση (instance) περιγράφεται από χαρακτηριστικά που καλούνται ιδιότητες (attributes) ή γνωρίσματα (features). Τα γνωρίσματα είναι αριθμητικά εάν μπορούν να πάρουν τιμές οποιουδήποτε πραγματικού αριθμού και nominal εάν μπορούν να πάρουν τιμές από ένα προκαθορισμένο πεπερασμένο σύνολο. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας μάθησης, το οποίο ονομάζεται μοντέλο ή μοτίβο (pattern), αποτελεί κάποια γνώση η οποία δημιουργείται αυτόματα [61].

Υπάρχουν δύο τύποι μοντέλων:

1. Προβλεπτικά μοντέλα (predictive)
2. Περιγραφικά μοντέλα (descriptive)

Τα μοντέλα μπορούν να είναι προβλεπτικά εάν προβλέπουν την αξία ενός attribute (καλούμενου target attribute ή target), κάνοντας χρήση των υπόλοιπων attributes (καλούμενων predictive attributes). Ο στόχος είναι να χτιστεί ένα μοντέλο που μπορεί να προβλέψει την αξία του target attribute για τις νέες περιπτώσεις (instances) που δεν συναντήθηκαν προηγουμένως [62].

Σε περίπτωση που η τιμή του target είναι ονομαστική (nominal), τότε η διαδικασία της πρόβλεψης είναι γνωστή ως ταξινόμηση. Κάθε δυνατή τιμή για το target variable αναφέρεται ως class-label ή class. Στο παράδειγμα της βάσης δεδομένων του πίνακα που ακολουθεί, κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα ασθενή ή ένα instance, και κάθε στήλη αντιστοιχεί σε ένα feature. Ένα παράδειγμα μιας ταξινόμησης είναι η πρόβλεψη του κατά πόσον ένας ασθενής επιβιώνει ή όχι της παραμονής του στο ICU. Το class label είναι η θνησιμότητα στη ΜΕΘ και τα προγνωστικά attributes είναι τα υπόλοιπα features: ηλικία, φύλο, υποβοήθηση αναπνοής, ουρίνη και διάρκεια διαμονής στη ΜΕΘ.

Ταυτότητα ασθενή	Ηλικία	Φύλο	Υποβοήθηση αναπνοής	Ουρίνη	Διαρκείας παραμονής	Θνησιμότητα
A1	71	A	Ναι	1000	4	Ναι
A2	54	Γ	Όχι	1200	5	Όχι
A3	56	A	Όχι	800	6	Όχι
A4	37	A	Ναι	1600	7	Ναι
A5	68	A	Ναι	1300	2	Όχι

Για τα real-valued target attributes, ο στόχος της πρόβλεψης είναι γνωστός ως παλινδρόμηση (regression). Ένα παράδειγμα ενός regression task είναι η πρόβλεψη του αριθμού ημερών που ασθενής θα παραμείνει στη μονάδα εντατικής. Στο παράδειγμα του πιο πάνω πίνακα, το target attribute αντιστοιχεί στην επιλογή του μήκους της παραμονής [63,64,65].

Τα μοντέλα μπορεί να είναι περιγραφικά (descriptive), εάν δεν υπάρχει κάποιο διακριτό target attribute. Ένα περιγραφικό μοντέλο βρίσκει πρότυπα (patterns) ή σχέσεις (relationships) που υπάρχουν στα δεδομένα. Το περιγραφικό μοντέλο, ερευνά τις ιδιότητες των υπό εξέταση δεδομένων και εξηγεί τη συμπεριφορά τους.

Το clustering [66] αποτελεί ένα παράδειγμα περιγραφικού αλγορίθμου εξόρυξης δεδομένων που ασχολείται με τον καταμερισμό των examples σε σύνολα με βάση την ομοιότητα που παρουσιάζουν μεταξύ τους (όμοιες υποκατηγορίες). Για παράδειγμα είναι δυνατό να αναλυθούν τα δεδομένα της ΜΕΘ και να βρεθεί ένα υποσύνολο ασθενών οι οποίοι εμπίπτουν στην ίδια κατηγορία λόγω του ότι όλοι έχουν δεχθεί συγκεκριμένους συνδυασμούς θεραπειών και όλοι έχουν εμφανίσει αύξηση στη πίεση του αίματος. Η γνώση αυτή, ανακαλύπτεται αμέσως παρόλο που το μοντέλο δεν σχεδιάστηκε με σκοπό να προβλέπει την πίεση του αίματος.

Οι τεχνικές data mining που χρησιμοποιούν δεδομένα τα οποία μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα πίνακα ονομάζονται attribute-valued (AV) ή propositional [67]. Υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες τα δεδομένα παρουσιάζονται σε πολλούς πίνακες οι οποίοι συσχετίζονται μεταξύ τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται relational data mining τεχνικές. Όπως φαίνεται από το τμήμα “Διαθέσιμα δεδομένα σε μια ΜΕΘ”, τα δεδομένα που συλλέγονται από τους ασθενείς μιας μονάδας εντατικής θεραπείας είναι σχεσιακά.

Τα σχεσιακά δεδομένα μπορούν να τύχουν επεξεργασίας μετατρέποντας τα σε μια propositional αναπαράσταση, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η διεξαγωγή του attribute-



valued data mining. Η μέθοδος αυτή, μπορεί να προκαλέσει την απώλεια πληροφορίας λόγω του ότι η δομή της αρχικής σχεσιακής βάσης, χάνεται.

Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην φάση της διαδικασίας του data mining, με τον κάθε ένα να εκμεταλλεύεται μια διαφορετική υποδομή στα δεδομένα. Στα προβλεπτικά μοντέλα οι πιο κύριοι αλγόριθμοι είναι : Linear Equations, Decision Trees, Bayesian Networks, Support Vector Machines, Gaussian Processes, κτλ.

Οι γραμμικές εξισώσεις αποτελούν ίσως την πιο χρησιμοποιούμενη στατιστική μέθοδο στο predictive data mining. Χρησιμοποιούνται για regression tasks και στην πιο γενική τους μορφή, όπως είναι το logistic regression, οι προβλεπτικές τους πιθανότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επίτευξη της κατηγοριοποίησης (classification). Αυτού του είδους τα στατιστικά μοντέλα χρησιμοποιούνται αρκετά στο πεδίο της ιατρικής. Τα υπόλοιπα μοντέλα χρησιμοποιούνται στο πεδίο της μηχανικής μάθησης και θα αποτελέσουν το αντικείμενο μελέτης αυτού του κεφαλαίου.

### **6.5 Προκλήσεις εξόρυξης δεδομένων στην εντατική θεραπεία**

Σε αυτό το τμήμα παρουσιάζεται ένας αριθμός προκλήσεων οι οποίες αφορούν την εξόρυξη δεδομένων στην περιοχή της ΜΕΘ. Αν και πολλές από αυτές τις προκλήσεις συναντούνται και σε άλλους τομείς εφαρμογών, ο συνδυασμός αυτών των γενικών προκλήσεων αλλά και ένας αριθμός συγκεκριμένων χαρακτηριστικών που δεν μπορούν να συναντηθούν σε άλλες εφαρμογές, κάνουν την εντατική παρακολούθηση μια ιδιαίτερη περιοχή εφαρμογής.

### **Μέγεθος της βάσης δεδομένων**

Η χρησιμοποίηση on-line monitoring συστημάτων, συνεπάγεται την παραγωγή τεράστιου ποσού δεδομένων. Η συχνότητα με την οποία αυτοί οι παράμετροι καταχωρούνται είναι υψηλή και συνήθως είναι της τάξης μερικών λεπτών. Σε μια τυπική μονάδα, το μέσο ποσό δεδομένων που αποθηκεύονται ανά ασθενή ανά ημέρα στη βάση του CIS είναι 5 Megabytes. Σε μια μονάδα ΜΕΘ 50 περίπου διαθέσιμων κρεβατιών, συλλέγονται κατά μέσο όρο 100 Gigabytes δεδομένων ασθενών κάθε χρόνο. Καθώς αυτός ο τεράστιος όγκος των δεδομένων ενδεχομένως να δημιουργεί προβλήματα στην ικανότητα επεξεργασίας των αλγορίθμων εξόρυξης δεδομένων, εντούτοις μπορεί να οδηγήσει σε πιο αξιόπιστα συμπεράσματα.

Ένας τρόπος για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, είναι η χρησιμοποίηση της γνώση των ειδικών του χώρου. Αυτό επιτρέπει την αντιπροσώπευση των δεδομένων στο σωστό επίπεδο αφαιρετικότητας, το οποίο μπορεί να μειώσει σημαντικά το μέγεθος του data set. Π.χ. η γνώση του χρονικού διαστήματος στο οποίο συμβαίνουν ορισμένες διαδικασίες, μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία της χρονική διάστασης.

### **Διαστάσεις των δεδομένων**

Πέρα από το μεγάλο όγκο, τα δεδομένα σε μια ιατρική βάση χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο αριθμό από πεδία (attributes, variables). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η διάσταση του προβλήματος της εξόρυξης και της ανακάλυψης μοτίβων στα δεδομένα να είναι αυξημένη. Επιπλέον, τα πολυδιάστατα σύνολα ιατρικών δεδομένων συμβάλλουν στην αύξηση του μεγέθους του διαστήματος αναζήτησης. Οι προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος περιλαμβάνουν μεθόδους για μείωση της

διάστασης του προβλήματος και τη χρήση προγενέστερης γνώσης για τον προσδιορισμό των μεταβλητών που δεν έχουν σημαντική αξία.

### **Ατομικά χαρακτηριστικά των ασθενών**

Συνήθως είναι δύσκολο να γίνει σύγκριση των απόλυτων τιμών των μεταβλητών μεταξύ ασθενών. Πιο κάτω ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

- Οι τιμές πολλών παραμέτρων θεωρούνται μη φυσιολογικές εάν παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από προηγούμενες τιμές των παραμέτρων του συγκεκριμένου ασθενή, παρά εάν αποκλίνουν σημαντικά από κάποια γενική (global) τιμή. Για παράδειγμα ο ορισμός της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας συσχετίζει το τρέχον επίπεδο κρεατίνης με το επίπεδο της κατά την είσοδο του ασθενή στη ΜΕΘ σε αντίθεση με το καθορισμό μιας απόλυτης τιμής για το επίπεδο κρεατίνης. Η απόκλιση από την απόλυτη τιμή, πριν την εισαγωγή στη ΜΕΘ, είναι ένας σημαντικός δείκτης που δηλώνει την προϋπάρχουσα νεφρική ανεπάρκεια του ασθενή και μπορεί να αποτελεί ένα δείκτη χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας.
- Ορισμένοι ασθενείς μπορεί να αντιδράσουν περισσότερο, λιγότερο, γρηγορότερα ή πιο αργά σε κάποια φαρμακευτική θεραπεία

Επομένως, εκτός από τη καθολική (global) μάθηση πάνω στους ασθενείς, θα ήταν χρήσιμο να υπάρχει ένα άλλο επίπεδο τοπικής (local) μάθησης των χαρακτηριστικών των ασθενών. Ενώ κατά την διάρκεια της εισαγωγής ελάχιστες είναι οι πληροφορίες για τον ασθενή, μετά από μερικές ημέρες θα έχουν συλλεχθεί ικανοποιητικές

πληροφορίες που θα επιτρέψουν την έναρξη της μάθησης σχετικά με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ασθενή.

### **Θόρυβος**

Δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα με manual τρόπο, είναι θορυβώδη, δύσκολα μπορούν να ερμηνευθούν και μπορεί ακόμη να μην υπάρχουν. Ο θόρυβος προκύπτει όταν για παράδειγμα, το προσωπικό εισάγει το όνομα ενός φαρμάκου με διαφορετικούς τρόπους ή χρησιμοποιεί διαφορετικά ονόματα για το ίδιο φάρμακο ή ακόμη όταν χρησιμοποιεί διαφορετικά φάρμακα τα οποία έχουν παρόμοια αποτελέσματα για να θεραπεύσουν το ίδιο πρόβλημα.

Επιπλέον, ο θόρυβος είναι δυνατό να υπάρξει και σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα καταχωρούνται αυτόματα από ένα σύστημα παρακολούθησης. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι μετακινώντας ένα ασθενή και μεταβάλλοντας το ύψος του, κάποια μηχανήματα μπορούν να παρουσιάσουν κάποια απόκλιση στις τιμές που παράγουν.

### **Κατανόηση των μοτίβων**

Είναι πολύ σημαντικό να γίνονται όσο το δυνατό πιο κατανοητές οι ανακαλύψεις των καινούργιων προτύπων από τους χρήστες. Οι πιθανές λύσεις περιλαμβάνουν την γραφική αναπαράσταση, την δημιουργία κανόνων, και τεχνικές που αποσκοπούν στην απεικόνιση των δεδομένων και της γνώσης.

### **Αλληλεπίδραση χρήστη και προηγούμενη γνώση**

Πολλές από τις υπάρχουσες μεθόδους και εργαλεία KDD δεν διακρίνονται για την ευκολία επικοινωνίας με το χρήστη και δεν μπορούν να ενσωματώσουν εύκολα την

προγενέστερη γνώση για ένα πρόβλημα, εκτός από κάποιους απλούς τρόπους. Η χρήση του domain knowledge είναι σημαντική σε όλα τα βήματα της διαδικασίας KDD. Οι Bayesian προσεγγίσεις, χρησιμοποιούν προγενέστερες πιθανότητες πάνω στα δεδομένα και κατανομές ως μια μορφή κωδικοποίησης της προγενέστερης γνώσης. Άλλες προσεγγίσεις υιοθετούν deductive database capabilities για την ανακάλυψη της γνώσης, που ακολούθως χρησιμοποιείται στο data mining.

### **6.6 Τεχνικές βασισμένες σε κανόνες**

Μέχρι σήμερα τα περισσότερα συστήματα υποστήριξης κλινικής απόφασης βασίζονται σε κανόνες. Τα συστήματα αυτά ακολουθούν μια διαφορετική μη στατιστική προσέγγιση για την εισαγωγή χρήσιμων ιατρικών συμπερασμάτων. Η βασική ιδέα πίσω από αυτά τα συστήματα είναι η συλλογή ενός μεγάλου αριθμού από if-then κανόνες από πεπειραμένους ιατρούς και η χρήση αυτών των κανόνων σε συνδυασμό με δεδομένα που αφορούν τα συμπτώματα των ασθενών για την κατηγοριοποίηση της κατάστασης των ασθενών σε διαγνωστικές και θεραπευτικές κατηγορίες. Εντούτοις, ένα μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η δυσκολία της προσέγγισης της πληροφορίας που δεν υπάρχει. Για το λόγο αυτό, οι μέθοδοι που βασίζονται σε κανόνες έχουν εγκαταλειφθεί.

### **6.7 Βασικές τεχνικές για μηχανική μάθηση**

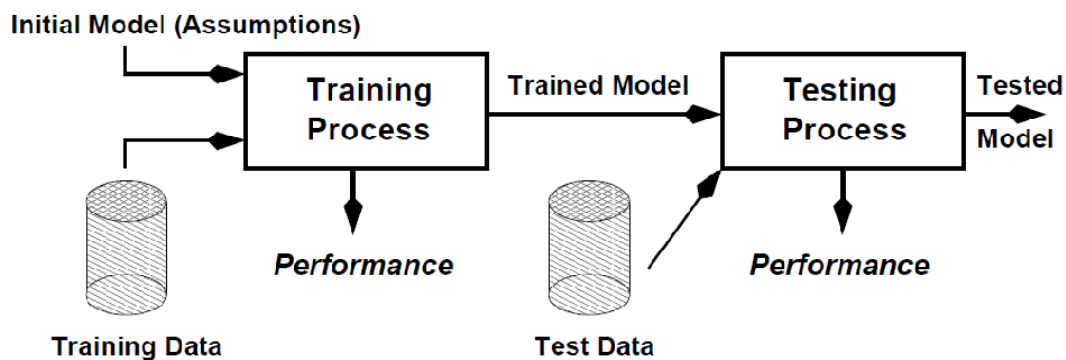
Τα τελευταία χρόνια λόγω του ότι οι παραδοσιακές στατιστικές μέθοδοι και οι μέθοδοι που βασίζονται σε κανόνες δεν μπόρεσαν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες για την εξαγωγή προβλεπτικών συμπερασμάτων, έχουν εισαχθεί νέες υπολογιστικές τεχνικές (μέθοδοι βασισμένοι σε μοντέλα και black-box μοντέλα [68]) που παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα στην ανίχνευση μοτίβων που είναι κρυμμένα

στα βιο-ιατρικά δεδομένα. Τα μοντέλα αυτά που προέρχονται από το πεδίο του machine learning χρησιμοποιούν καλύτερες στατιστικές τεχνικές για την αναπαράσταση και την διαχείριση της αβεβαιότητας. Οι μέθοδοι που βασίζονται σε μοντέλα είναι κατανοητές στο χρήστη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην απουσία δεδομένων. Αντίθετα black box μέθοδοι δεν είναι εύκολο να επεξηγηθούν ως προς τις λογική συσχέτιση των μεταβλητών και βασίζονται αποκλειστικά στα δεδομένα.

Σε αυτό το τμήμα, παρουσιάζεται μια επισκόπηση της διαδικασίας κατασκευής ενός μοντέλου για εξόρυξη δεδομένων και αναλύονται σε υψηλό επίπεδο κάποιες από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές.

### **6.8 Κατασκευή ενός μοντέλου**

Σε αντίθεση από τις παραδοσιακές στατιστικές μεθόδους όπου η (μαθηματική) δομή των μοντέλων δίνεται και οι πληροφορίες σχετικά για τις πιθανότητες μαθαίνονται από τα δεδομένα, στις τεχνικές που αφορούν το machine learning η δομή των μοντέλων είναι δυνατό να μπορεί να μαθευτεί αυτόματα. Η διαδικασία κατασκευής ενός μοντέλου στο machine learning παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί και είναι η ίδια με την βασική διαδικασία ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων.



Εικόνα 59 Διαδικασία κατασκευής μοντέλου

Στην περίπτωση όπου υπάρχει περιορισμένη διαθεσιμότητα δεδομένων, δεν χρησιμοποιείται η διαδικασία η οποία παρουσιάζεται στο πιο πάνω σχήμα. Αντίθετα, χρησιμοποιείται το cross validation, όπου η μάθηση γίνεται σε υποσύνολα των δεδομένων, και το bootstrapping, όπου επαναλαμβανόμενα τυχαία δείγματα λαμβάνονται από ένα σύνολο δεδομένων.

Τόσο για το cross validation όσο και για το bootstrapping, η αξιολόγηση των μοντέλων βασίζεται σε δεδομένα που δεν χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της εκπαίδευσης [69]. Τόσο στις παραδοσιακές στατιστικές μεθόδους όσο και στο data-mining, γίνονται πάντα μερικές αρχικές υποθέσεις για το μοντέλο. Στις Bayesian statistics περιλαμβάνονται υποθέσεις για την προγενέστερη διανομή πιθανότητας και τον τρόπο με τον οποίο η προηγούμενη πληροφορία ενημερώνεται σε σχέση με τα παρατηρούμενα στοιχεία (evidence) [69].

Μια χαρακτηριστική διάκριση που γίνεται στο machine learning και το data-mining είναι μεταξύ της μάθησης με επίβλεψη και της μη επιβλεπόμενης μάθησης. Στην μάθηση με επίβλεψη, η έξοδος/μεταβλητές εξόδου είναι γνωστές στα διαθέσιμα ιατρικά δεδομένα και ο στόχος της κατασκευής ενός μοντέλου είναι η πρόβλεψη

αυτών των μεταβλητών εξόδου με βάση ένα υποσύνολο των άλλων μεταβλητών. Στην μη επιβλεπόμενη μάθηση, οι μεταβλητές εξόδου δεν είναι διαθέσιμες [68]. Μια χαρακτηριστική εφαρμογή αυτού του τύπου μάθησης στην υγειονομική περίθαλψη είναι για την ανακάλυψη (διαγνωστικών ή προγνωστικών) κατηγοριών στα δεδομένα.

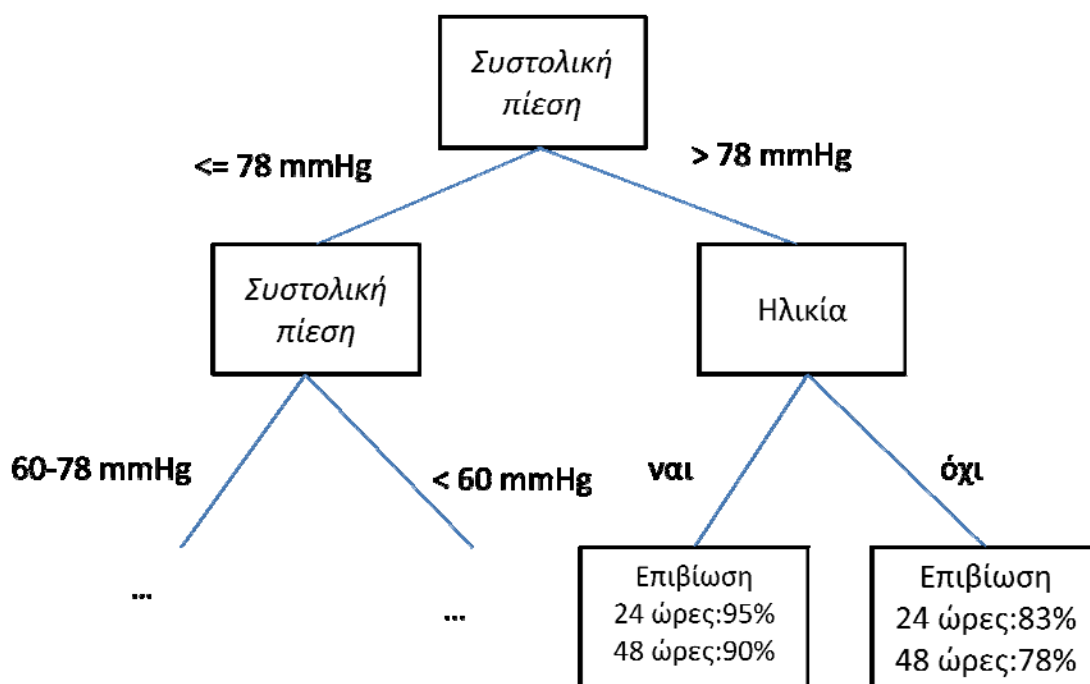
Πολλά προβλήματα στο machine learning θεωρούνται ως προβλήματα ταξινόμησης, δηλ. από την άποψη ενός περιορισμένου συνόλου πιθανών εκβάσεων, όπως ο 'θάνατος' ή η 'επιβίωση' ή μια διαγνωστική κατηγορία.

### **6.8.1 Δέντρα απόφασης**

Ένας απλός, αλλά ισχυρός τρόπος εξαγωγής μοτίβων κατηγοριοποίησης από τα δεδομένα είναι τα δέντρα απόφασης. Αν και η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στο πεδίο του machine learning εντούτοις χρησιμοποιείται σε λιγότερο βαθμό από άλλες τεχνικές ιδιαίτερα στο πεδίο της εντατικής θεραπείας.

Ένα παράδειγμα προγνωστικού δέντρου απόφασης παρουσιάζεται στο πιο κάτω σχήμα. Το υποθετικό αυτό παράδειγμα προβλέπει την επιβίωση του ασθενή με βάση την ελάχιστη συστολική πίεση και την ηλικία του ασθενή.





Εικόνα 60 Προγνωστικό δέντρο απόφασης

Στη DT μάθηση, ο αλγόριθμος ψάχνει για το descriptive attribute που συσχετίζεται περισσότερο με το target variable, διαιρεί το σύνολο των δεδομένων σε υποσύνολα σύμφωνα με αυτό το attribute, και επαναλαμβάνει τη διαδικασία στα υποσύνολα, μέχρι να ικανοποιηθεί ένα κριτήριο τερματισμού. Το αποτέλεσμα είναι ένα δενδροειδές μοντέλο που προσδιορίζει ένα μικρό σύνολο variables που μαζί έχουν υψηλή ικανότητα πρόβλεψης για το target variable. Δεδομένου ότι το δένδρο έχει δημιουργηθεί, μια πρόβλεψη για ένα καινούργιο example γίνεται κατηγοριοποιώντας το example κατά μήκος των διαφόρων κόμβων μέχρι να φθάσεις σε ένα φύλλο [70,71].

Για να διευκολυνθεί η ανάγνωση του δέντρου μπορεί να αντιπροσωπευθεί ως μια συλλογή από if-then κανόνες. Κάθε κανόνας προκύπτει ακολουθώντας τα κλαδιά από τον κόμβο της ρίζας σε έναν κόμβο τερματισμού. Ο κόμβος τερματισμού καλείται φύλλο.

IF (Systolic Pressure >78 mmHg) and !(age<55) THEN  
 (Survival\_24h=83%) and (Survival\_48h=78%)

Λόγω της ευκολίας να διερμηνευτούν καθώς επίσης και της καλής τους επίδοσης, τα decision trees βρίσκονται μεταξύ των δημοφιλέστερων αλγορίθμων μάθησης και έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς σε ένα ευρύ φάσμα περιοχών και εφαρμογών. Στην εντατική θεραπεία έχουν χρησιμοποιηθεί για να ταξινομήσουν pressure-volume καμπύλες για ασθενείς που πάσχουν από σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας (adult respiratory distress syndrome (ARDS)) [72]. Έχουν συγκριθεί με τη λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) σχετικά με την ταξινόμηση ασθενών που εισήχθησαν στη ΜΕΘ με τραύματα στο κεφάλι σύμφωνα με την έκβασή τους: υψηλό εναντίον χαμηλού score (Glasgow Coma Scores (GOS)) και ζωντανός έναντι νεκρού [73].

Ειδική έμφαση δόθηκε στο τρόπο με τον οποίο η αντιπροσώπευση των decision trees μπορεί να οδηγήσει στην ανακάλυψη γνώσης και στην καλύτερη ιατρική κατανόηση των variables που είναι πιο προφητικές για κάθε υποσύνολο του πληθυσμού. Η DT μάθηση έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για να ταξινομήσει ροές φυσιολογικών σημάτων στα δεδομένα μονάδων εντατικής θεραπείας νεογνών προκειμένου να ανιχνευθούν απροσδόκητες αλλοιώσεις των δεδομένων (artifacts) και με αυτόν τον τρόπο να μειωθεί ο μεγάλος αριθμός των false alarms [71].

Εκτός από την εύκολη κατανόηση, τα decision trees έχουν και άλλα πλεονεκτήματα, όπως είναι η αυξημένη δυνατότητα για μαρκάρισμα των λαθών και του θορύβου. Τα

decision trees αποδίδουν ικανοποιητικά ακόμα κι αν μερικά examples μαρκάρονται ανακριβώς (κατατάσσονται σε λανθασμένη κλάση), ή εάν οι τιμές των predictive attributes περιέχουν κάποιο θόρυβο ή λάθος. Επιπλέον στα δέντρα αυτά είναι δυνατό να αποδοθούν κόστη στα attributes.

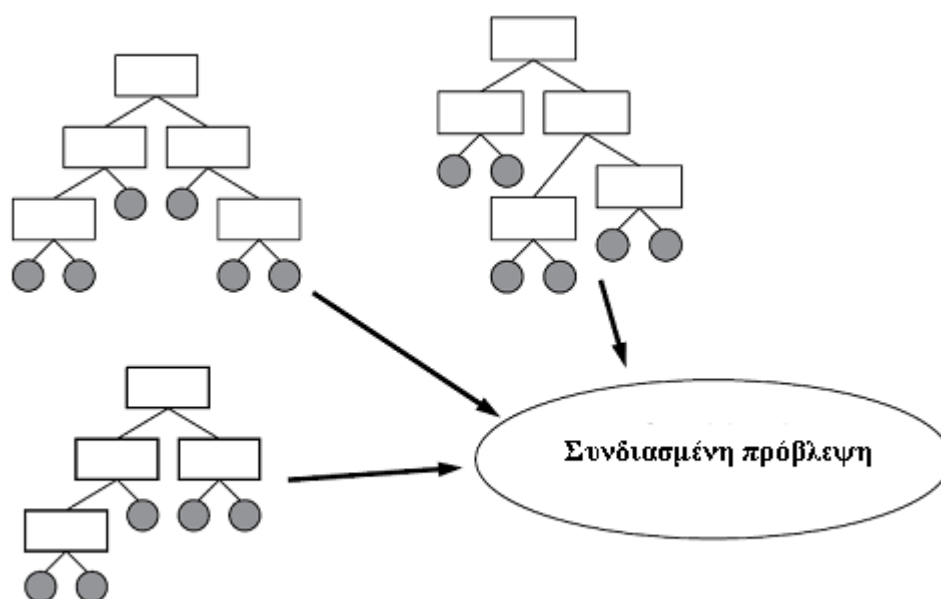
Παραδείγματος χάριν σε μια υποτιθέμενη πρόβλεψη για πνευμονία, τα attributes μπορεί να είναι: η θερμοκρασία, ο καρδιακός σφυγμός, η αναπνευστική συχνότητα, ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων, CRP(C-reactive protein), ακτινογραφίες του θώρακα, αποτελέσματα από CAT-scan, αποτελέσματα βιοψίας πνευμόνων. Ένα επιθυμητό δέντρο θα μπορούσε να αποδώσει διαφορετικά κόστη σε αυτές τις ιδιότητες. Κατά την δημιουργία του DT, τα χαμηλού κόστους attributes προτιμώνται για τους κόμβους-δοκιμής του δέντρου ενώ τα υψηλού κόστους attributes χρησιμοποιούνται μόνο όταν η ακρίβεια των χαμηλού κόστους ιδιοτήτων είναι ανεπαρκής.

### 6.8.2 Random Forests

Ένα μοντέλο RF, αποτελείται από ένα σύνολο από Decision Trees. Η διαδικασία δημιουργίας ενός DT επαναλαμβάνεται για ένα αριθμό φορών σε μια ελαφρώς διαφορετική έκδοση του αρχικού συνόλου δεδομένων (dataset). Για να χτιστεί ένα διαφοροποιημένο dataset, ο αλγόριθμος επιλέγει τυχαία  $n$  φορές ένα example από ένα dataset το οποίο αποτελείται από  $n$  examples. Το αποτέλεσμα που προκύπτει, είναι ένα dataset με μερικά examples τα οποία παρατηρούνται πολλές φορές στο dataset και μερικά examples που αφήνονται έξω [74].

Το μοντέλο RF περιέχει το σύνολο των δέντρων που δημιουργούνται για κάθε διαφοροποιημένο dataset και υπολογίζει το μέσο όρο των προβλέψεων τους για να πάρει μια τελική πρόβλεψη. Το RF είναι ένας τρόπος με τον οποίο αφαιρείται η επιρροή που έχουν οι μικρές τυχαίες παραλλαγές στο dataset σε ένα δέντρο που δέχτηκε τη μάθηση [75].

Παρά την αυξημένη επίδοση των RF σε σχέση με τα δέντρα αποφάσεων, παρατηρείται ένα χαμηλότερο επίπεδο κατανόησης στα μοντέλα, επειδή ένα σύνολο το οποίο αποτελείται από πολλά δέντρα είναι δυσκολότερο να κατανοηθεί από ένα ενιαίο δέντρο.



Εικόνα 61 Random Forest

### 6.8.3 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial neural networks)

Εμπνευσμένα από τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ANNs) αποτελούν μια συλλογή απλών και μικρών υπολογιστικών μονάδων ή

κόμβων, που διατάσσονται σε επίπεδο εισόδου (input layer), επίπεδο εξόδου (output layer) και ενδιάμεσα κρυφά επίπεδα (hidden layers). Οι κόμβοι διαθέτουν τη φυσική ικανότητα να αποθηκεύουν γνώση, που αποκτιέται με την εμπειρία, και να την καθιστούν διαθέσιμη προς χρήση. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με σκοπό να αυξήσουν την υπολογιστική δύναμη πέρα από αυτή που προσφέρεται από μια μόνο μονάδα [76].

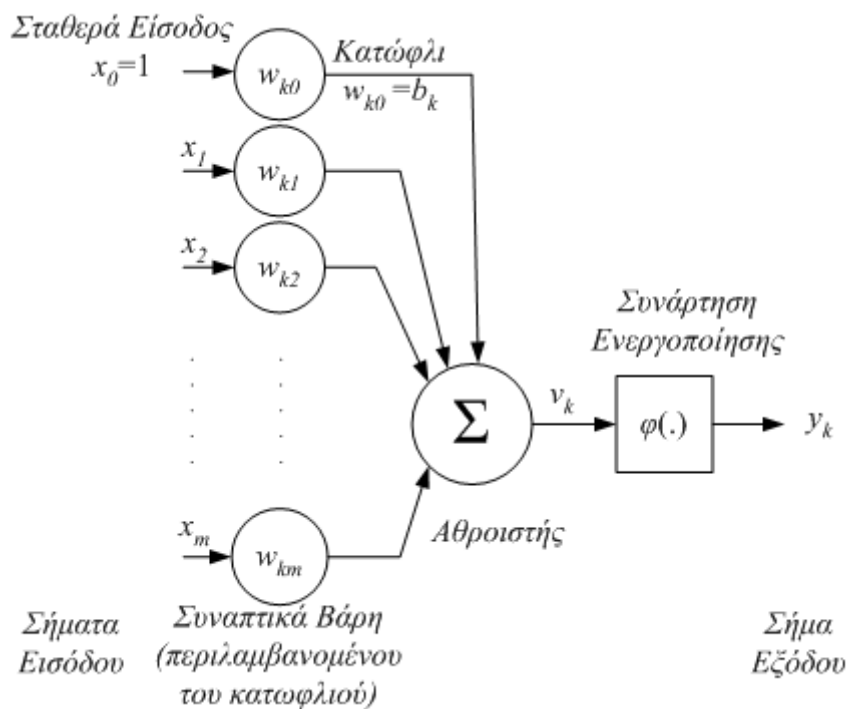
Τα βάρη αυτών των συνδέσεων ρυθμίζονται κατά τη διάρκεια της μάθησης έτσι ώστε η έξοδος του δικτύου να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στους επιθυμητούς στόχους της εκπαίδευσης για ένα σύνολο εισόδων εκπαίδευσης. Η γνώση αναπαρίσταται στις τιμές των συντελεστών βαρύτητας.

Με το πέρας της διαδικασίας εκπαίδευσης, τα νευρωνικά δίκτυα αποκτούν την ικανότητα να παράγουν λογικές τιμές εξόδου για εισόδους που δεν έχουν συναντήσει στο παρελθόν και συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι κατάλληλα για τη μάθηση σύνθετων, μη γραμμικών μοτίβων στα δεδομένα.

Σε ένα νευρωνικό δίκτυο, οι κόμβοι εισόδου αποτελούν τις παρατηρήσεις που θα χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη. Το δίκτυο έχει ένα ή περισσότερους κόμβους εξόδου ή προβλέψεις. Άλλοι ενδιάμεσοι κόμβοι υπολογίζονται από τις τιμές της εισόδου και χρησιμοποιούνται έπειτα για να υπολογίσουν τις τιμές της εξόδου. Αυτοί οι ενδιάμεσοι κόμβοι δεν είναι ούτε κόμβοι εισαγωγής αλλά ούτε και εξόδου, αλλά υπολογίζονται από τους άλλους κόμβους στο δίκτυο. Επειδή λειτουργούν μόνο μέσα

στο δίκτυο, ονομάζονται κρυφοί κόμβοι [76,77]. Αν και ένα δίκτυο μπορεί να κτιστεί με περισσότερα από δύο κρυμμένα στρώματα, στην πράξη αυτό γίνεται μόνο σπάνια.

Πιο κάτω παρουσιάζεται η τυπική δομή ενός νευρώνα/κόμβου:

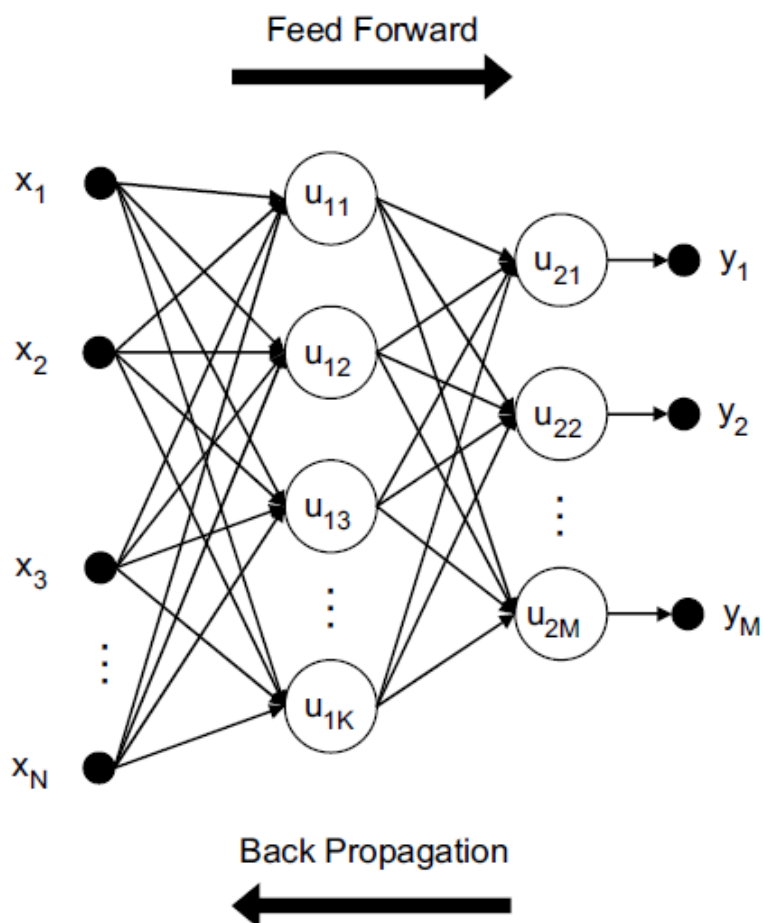


Εικόνα 62 Δομή ενός νευρώνα

Κάθε είσοδος  $X$  προωθείται προς τα εμπρός σε κάθε διαδοχικό στρώμα για να καθορίσει την έξοδο  $Y$ , διαμορφώνοντας έτσι ένα feedforward δίκτυο. Κατά τη διάρκεια της μάθησης ή της εκπαίδευσης, τα βάρη των νευρώνων τροποποιούνται έτσι ώστε η έξοδος  $Y$  να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο target value  $t$ . Το σφάλμα, η διαφορά δηλαδή της πραγματικής τιμής της εξόδου  $Y$  και της επιθυμητής αξίας  $t$ , χρησιμοποιείται στη ρύθμιση των βαρών κάθε νευρώνα στο στρώμα εξόδου.

Αυτά τα σφάλματα διαδίδονται προς τα πίσω στα προηγούμενα επίπεδα, έτσι ώστε να μπορούν να ρυθμιστούν τα βάρη τους. Ο δημοφιλέστερος αλγόριθμος μεταβολής των συντελεστών βαρύτητας του δικτύου είναι αυτός της οπισθοδιάδοσης

(backpropagation), αν και αρκετοί άλλοι έχουν προταθεί. Στη φάση αυτή το δίκτυο διασχίζεται στην αντίθετη κατεύθυνση, και διαδίδει τα σφάλματα ως σταθμισμένα αθροίσματα (weighted sums). Τα βάρη ενημερώνονται επαναληπτικά σύμφωνα με μια μέθοδο κατάβασης κλίσης (gradient descent) .



Εικόνα 63 Μεταβολή συντελεστών βαρύτητας

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν αυξημένη ανοχή σε σφάλματα των δεδομένων εκπαίδευσης και επομένως είναι κατάλληλα για μάθηση από τα θορυβώδη δεδομένα, όπως είναι οι εισοδοί από αισθητήρες και όργανα παρακολούθησης. Λόγω της δυνατότητάς τους να αντιπροσωπεύουν μη γραμμικές λειτουργίες, τα νευρωνικά δίκτυα συχνά παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση από άλλες απλούστερες μεθόδους. Αυτή η ευελιξία εντούτοις οδηγεί συχνά σε over-fitting δηλαδή στην απουσία της

δυνατότητας για γενίκευση και ουσιαστικά στη μη μάθηση [76]. Αυτό μπορεί να λυθεί με τον καθορισμό ενός κριτηρίου τέλους επανάληψης για την κάθοδο κλίσης στον αλγόριθμο του back propagation .

Μερικά από τα μειονεκτήματα της χρήσης νευρωνικών δικτύων περιλαμβάνουν τους μεγάλους χρόνους εκπαίδευσης σε σύγκριση με άλλους αλγορίθμους μάθησης όπως είναι τα δέντρα απόφασης (decision trees). Επίσης, ο αριθμός των νευρώνων ανά επίπεδο που είναι απαραίτητοι για την αποτελεσματική μάθηση μιας επιθυμητής λειτουργίας δεν είναι γνωστός εκ των προτέρων. Στην πράξη, αυτό που γίνεται είναι ότι δοκιμάζονται διάφορες διαμορφώσεις. Το βασικό πρόβλημα με τα νευρωνικά δίκτυα είναι ότι στερούνται τη κατανόηση, επειδή ένα σύνολο βαρών δεν είναι τόσο κατανοητό όσο μια συλλογή κανόνων ή ένα δέντρο απόφασης (DT). Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι τα νευρωνικά δίκτυα θεωρούνται μέθοδοι black box όπου η σχέση μεταξύ του νευρωνικού δικτύου και του προβλήματος που αυτό προσπαθεί να λύσει δεν είναι εύκολο να κατανοηθεί.

Ανεξάρτητα από αυτά τα μειονεκτήματα, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς στην επίλυση πολλών στόχων μάθησης. Σε μια έρευνα η οποία διεξήχθη από τον Sargent, εξετάζονται 28 μελέτες σχετικά με ιατρικά data sets στα οποία τα νευρωνικά δίκτυα συγκρίνονται με τυποποιημένες στατιστικές μεθόδους όπως η λογιστική παλινδρόμηση [78]. Τα νευρωνικά δίκτυα βρέθηκαν να ξεπερνούν το regression σε 10 περιπτώσεις, εμφάνιζαν χειρότερα αποτελέσματα σε 4 και είχαν παρόμοια επίδοση στα υπόλοιπα 14 data sets.



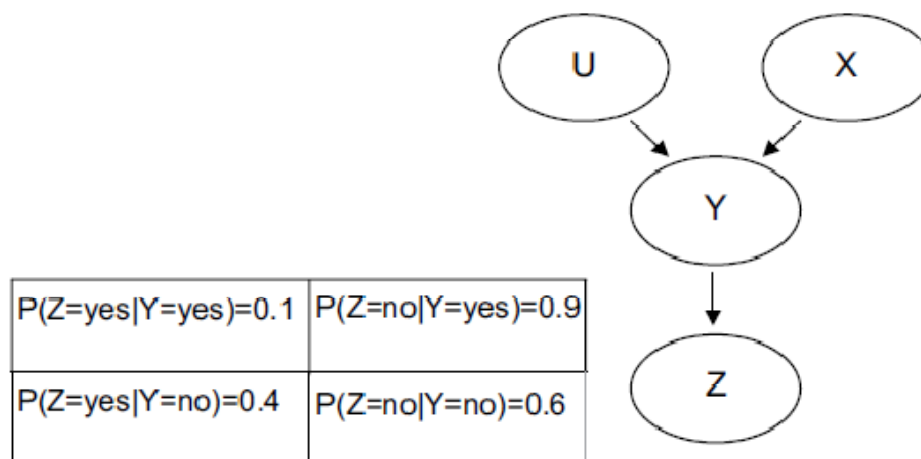
Στην εντατική παρακολούθηση, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες εργασίες. Ένα παράδειγμα, αποτελεί η χρήση τους στην πρόβλεψη της επιβίωσης του ασθενή [79]. Βρέθηκαν να παρέχουν ένα υψηλότερο ποσοστό σωστής ταξινόμησης ασθενών καθώς επίσης παρουσίαζαν μικρότερο σφάλμα πρόβλεψης σε σχέση με τη λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression).

Επιπλέον τα νευρωνικά δίκτυα, σε αντίθεση με το logistic regression, δεν απαιτούν οποιεσδήποτε υποθέσεις σχετικά με τις διανομές παραμέτρων (parameter distributions), ούτε για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

#### **6.8.4 Bayesian δίκτυα**

Ένα δίκτυο Bayes, αποτελεί μια γενική μεθοδολογία μοντελοποίησης προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από απροσδιοριστία και σχέσεις “αιτίας – αποτελέσματος”. Αποτελεί ένα πιθανοτικό γραφικό μοντέλο το οποίο καθορίζει μια κοινή πιθανότητα κατανομής σε ένα σύνολο τυχαίων μεταβλητών. Το θεώρημα του Bayes καθορίζει πως ένα εύρημα, όπως η παρατήρηση ενός συμπτώματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της πιθανότητας πρόκλησης μιας ασθένειας.

Τα δίκτυα Bayes, αποτελούνται από δύο βασικά συστατικά: ένα κατευθυνόμενο ακυκλικό γράφο που παρουσιάζει τις εξαρτήσεις και τις μη εξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών και ένα σύνολο από πίνακες εξαρτημένων πιθανοτήτων [80].



Εικόνα 64 Δίκτυο Bayes

Πιο πάνω, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ενός δικτύου Bayes. Οι κόμβοι σε αυτό το γράφο αναπαριστούν τις τυχαίες μεταβλητές, ενώ οι ακμές παρουσιάζουν τις άμεσες επιρροές ανάμεσα στους κόμβους (σχέσεις εξάρτησης). Με τον τρόπο αυτό, ο γράφος περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με εξαρτήσεις και μη εξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών. Κάθε μεταβλητή στο δίκτυο χαρακτηρίζεται ως “γονέας” ή “παιδί” και έχει ένα πίνακα δεσμευμένων πιθανοτήτων (conditional probability table (CPT)) που καθορίζει πως εκείνη η μεταβλητή εξαρτάται από τους γονείς της.

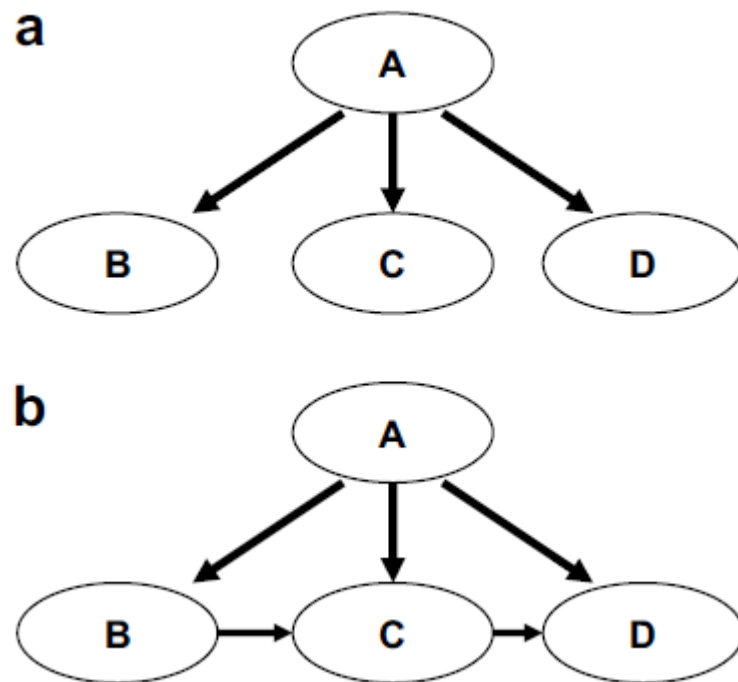
Στην πιο πάνω περίπτωση το Z έχει δύο πιθανές τιμές (yes, no) και εξαρτάται μόνο από τις τιμές που παίρνει το Y(yes,no). Δηλαδή, το CPT σε αυτή τη περίπτωση, καθορίζει την πιθανότητα της παρουσίας του Z εάν γνωρίζουμε ότι η μεταβλητή Y υπάρχει( πάνω αριστερά στον πίνακα), την πιθανότητα της παρουσίας του Z στην απουσία του Y (κάτω αριστερά στον πίνακα), την πιθανότητα της απουσίας του Z στην παρουσία του Y (πάνω δεξιά στον πίνακα) και την πιθανότητα της απουσίας του Z και του Y (κάτω δεξιά στον πίνακα).

Στην περίπτωση των συστημάτων υποστήριξης κλινικών αποφάσεων, οι κόμβοι ενός δικτύου Bayes ενδέχεται να αντιπροσωπεύουν ασθένειες, συμπτώματα, πληροφορίες σχετικά με την παθοφυσιολογία του ασθενή, αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, θεραπείες κ.α. Ορισμένοι κόμβοι βασίζονται στην αντικειμενική παρατήρηση, όπως είναι τα συμπτώματα ή τα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, ενώ κάποιοι άλλοι επηρεάζονται από αποφάσεις, όπως είναι οι θεραπείες [81].

---

Υπάρχουν δύο συγκεκριμένες κατηγορίες των δικτύων Bayes, τα οποία χρησιμοποιούνται στην επιβλεπόμενη μάθηση: Αφελή δίκτυα Bayes (Naïve Bayes Networks(NB)) και τα Tree-Augmented Naive Bayesian networks (TAN). Στις δύο αυτές κατηγορίες, η μεταβλητή στόχος (target variable) έχει ειδική σημασία σε σχέση με τις άλλες μεταβλητές. Στα NB υπάρχει μια ακμή από τη μεταβλητή στόχο (target variable) σε κάθε μια από τις άλλες μεταβλητές που δεν αποτελούν στόχο (non-target variable). Αυτό συνεπάγεται ότι οι non-target variable θα πρέπει να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δεδομένου της target variable. Δηλαδή, υποθέτει πως η επίδραση ενός γνωρίσματος σε μια δεδομένη κατηγορία είναι ανεξάρτητη από τις τιμές των άλλων γνωρισμάτων [80].

Επειδή οι υποθέσεις ανεξαρτησίας για το NB συνήθως είναι πάρα πολύ ισχυρές, τα Tree-Augmented Naive Bayesian networks (TAN), επιτρέπουν συγκεκριμένες επιπρόσθετες εξαρτήσεις μεταξύ των non-target variables με την ύπαρξη μεταξύ τους ακμών. Πιο κάτω παρουσιάζεται ένα δίκτυο NB και ένα δίκτυο TAN [80].



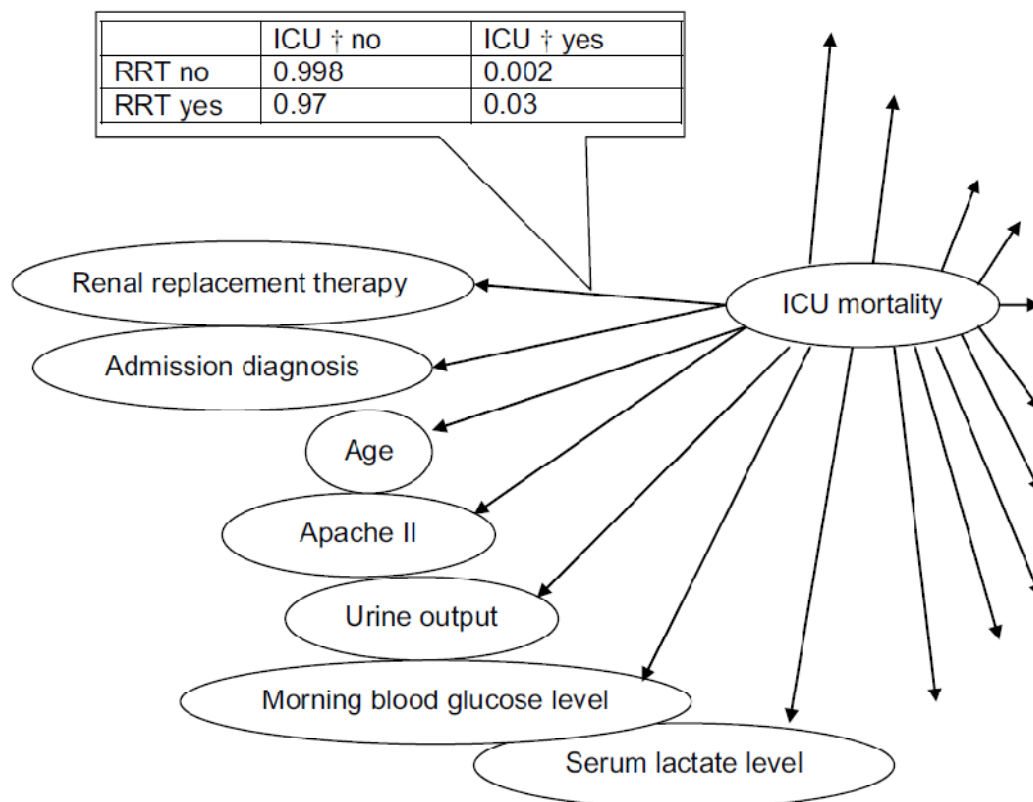
Εικόνα 65 NB και TAN δίκτυα

- a) Σε ένα NB δίκτυο, οι non-target variables (b,c,d) είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους δεδομένης της target variable
- b) Σε ένα TAN δίκτυο, οι ακμές μεταξύ των -target variables (b,c,d) παρουσιάζουν τις μεταξύ τους εξαρτήσεις.

Για να κατασκευαστεί αυτόματα ένα δίκτυο NB ή ένα δίκτυο TAN, ακολουθούνται τα πιο κάτω βήματα. Σε πρώτη φάση, αφαιρούνται οι άσχετες μεταβλητές ή ιδιότητες από το σύνολο δεδομένων. Για να αποφασιστεί ποιες μεταβλητές είναι σχετικές, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια στατιστική δοκιμή για να καθορίσει τη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών και του target variable. Σε ένα επόμενο βήμα, ορίζονται οι ακμές του γράφου. Για το NB δίκτυο, οι ακμές καθορίζονται εξ ορισμού, ανεξάρτητα από τα πραγματικά δεδομένα. Το TAN, χρησιμοποιεί τις ίδιες ακμές με το NB, συν κάποιες επιπλέον ακμές που αντιπροσωπεύουν τις σημαντικότερες εξαρτήσεις μεταξύ

των non-target variables. Το τελευταίο βήμα του αλγορίθμου, αφορά την κατασκευή των πινάκων πιθανοτήτων (CPT) για όλες τις μεταβλητές στο γράφο, χρησιμοποιώντας την εκτίμηση της μέγιστης πιθανότητας (maximum likelihood estimation) [80].

Πιο κάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για ένα Naïve Bayesian Network. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ένα κομμάτι ενός Naïve Bayesian το οποίο δημιουργήθηκε με στόχο την πρόβλεψη της θνησιμότητας στη ΜΕΘ. Βρέθηκε ένας αριθμός από παραμέτρους ο οποίος συσχετίζεται με τη θνησιμότητα στη ΜΕΘ. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ο υπο-συνθήκη (conditional) πίνακας πιθανοτήτων μεταξύ μιας μεταβλητής, της RRT (κατά πόσο ο ασθενής έτυχε μεταμόσχευσης νεφρών την πρώτη μέρα εισαγωγής του στη ΜΕΘ) και της target variable ICU mortality (θνησιμότητα στη ΜΕΘ). Ο πίνακας απεικονίζει ότι ο ασθενής έχει πιθανότητα 99.8% να μην πεθάνει στη ΜΕΘ εάν δεν έτυχε μεταμόσχευσης νεφρών την πρώτη μέρα την οποία εισήχθη στη ΜΕΘ.



Εικόνα 66 Παράδειγμα για Naïve Bayesian Network

Από ότι έχει διαφανεί από τα όσα έχουν παρουσιαστεί πιο πάνω, τα δίκτυα bayes, αποτελούν κατηγοριοποιητές οι οποίοι κάνουν αποτίμηση πιθανοτήτων παρά πρόβλεψη. Πολλές φορές αυτό είναι πιο χρήσιμο και αποτελεσματικό.

### 6.8.5 Μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων (support vector machines)

Οι μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων, ανήκουν στην κατηγορία των τεχνικών του machine learning και έχουν την προέλευσή τους από τη θεωρία της στατιστικής μάθησης. Ένα βασικό κομμάτι των SVM, είναι το διαχωριστικό υπερεπίπεδο. Σε μια διεργασία δυαδικής κατηγοριοποίησης, όπως είναι η πρόβλεψη του θανάτου ή της επιβίωσης σε μια ΜΕΘ, το υπερεπίπεδο αποτελεί το διαχωρισμό μεταξύ των δύο εξόδων. Στο μονοδιάστατο χώρο είναι ένα σημείο, στο δυσδιάστατο χώρο μια γραμμή ενώ στο τρισδιάστατο χώρο μια επιφάνεια. Μπορούμε να επεκτείνουμε αυτήν την

διαδικασία από μαθηματικής άποψης σε υψηλότερες διαστάσεις καθώς η τεχνική αυτή επιτρέπει την ύπαρξη πολυδιάστατων εισόδων. Ο γενικός όρος για έναν διαχωριστή σε ένα χώρο πολλαπλών διαστάσεων είναι το υπερεπίπεδο (hyperplane) [82].

Ο αλγόριθμος SVM θα προσπαθήσει να εντοπίσει το βέλτιστο υπερεπίπεδο, το οποίο ονομάζεται υπερεπίπεδο μεγίστου περιθωρίου (Maximum Margin hyperplane) και το οποίο προσφέρει την καλύτερη ταξινόμηση. Για να αυξηθεί η ευρωστία του ταξινομητή και για να αυξηθεί η ανοχή σε σφάλματα μη ορθής ταξινόμησης, είναι δυνατό να τεθούν χαλαρά όρια γύρω από υπερεπίπεδο.

Τα όρια απόφασης καθορίζουν τον αριθμό των examples που επιτρέπονται να διασχίσουν το υπερεπίπεδο σε μια ορισμένη απόσταση. Ένα SVM αποτελεί μια μέθοδο πυρήνων (kernel method) που χρησιμοποιεί μια συνάρτηση πυρήνα. Η συνάρτηση πυρήνα θα προσθέσει μια διάσταση στα δεδομένα, προκειμένου να ληφθεί η βέλτιστη ταξινόμηση. Οποιοδήποτε δοσμένο σύνολο δεδομένων με συνεπείς ετικέτες (labels) μπορεί να παρουσιαστεί σε μια διάσταση και μπορεί να χωριστεί γραμμικά από ένα υπερεπίπεδο. Εντούτοις, ένας πάρα πολύ υψηλός διανυσματικός χώρος μπορεί να οδηγήσει στο overfitting των δεδομένων [83]. Ο βέλτιστος SVM επιλέγεται μέσα από πολλές δοκιμές, επιλέγοντας τη βέλτιστη συνάρτηση πυρήνα χρησιμοποιώντας cross validation. Το cross validation χρησιμοποιείται όταν τα δεδομένα δεν είναι επαρκή και θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν τα ίδια δεδομένα τόσο για τη μάθηση όσο και για τον έλεγχο.

Το SVM μπορεί να χειριστεί μόνο τα δυαδικά προβλήματα ταξινόμησης. Η ταξινόμηση πολλών κλάσεων μπορεί να προκύψει μέσω του συνδυασμού πολλαπλών δυαδικών ταξινομητών, αλλά υπάρχουν επίσης και πιο περίπλοκες λύσεις για αυτό το πρόβλημα.

### 6.8.6 Gaussian processes

Όταν πραγματοποιούνται προβλέψεις, αυτό που στην πραγματικότητα γίνεται με απλά λόγια είναι η εφαρμογή μιας συγκεκριμένης συνάρτησης στις εισόδους που θα οδηγήσει στην λήψη μιας εκτίμηση για μια συγκεκριμένη έξοδο. Σε αντίθεση με την εξέταση μιας ή μερικών βέλτιστων συναρτήσεων, το Gaussian processes (GPs) δίνει μια προγενέστερη πιθανότητα σε κάθε πιθανή συνάρτηση, με πιο υψηλές πιθανότητες στις συναρτήσεις που είναι πιο αντιπροσωπευτικές.

Με άλλα λόγια, ένα GP είναι μια κατανομή σε συναρτήσεις και είναι μια γενίκευση μιας Gaussian Probability Distribution. Σε αναλογία με μια Gaussian Distribution όπου υπάρχει ένας μέσος όρος (ένα διάνυσμα) και μια διακύμανση(ένας πίνακας) , το GP σε μια συνάρτηση καθορίζεται από μια μέση συνάρτηση και μια συνάρτηση διακύμανσης [84].

Το GP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για regression (όπου η έξοδος είναι συνεχής) ή ταξινόμηση (όπου η έξοδος είναι διακριτή) [85]. Όπως και τα SVMs, το GP είναι μια μέθοδος πυρήνα. Επιτρέπει εισόδους πολλών διαστάσεων, έχει έναν μικρό αριθμό ρυθμιζόμενων παραμέτρων και οδηγεί σε πλήρεις προβλεπτικές κατανομές σε



αντιδιαστολή με τις προβλέψεις σημείου που είναι χαρακτηριστικές στις άλλες μεθόδους.

Στη GP δυαδική ταξινόμηση, ένα GP πάνω από μια συνάρτηση  $f(x)$  καθορίζεται όπως και στην περίπτωση του regression, αλλά ακολούθως μετασχηματίζεται μέσω μιας λογιστικής συνάρτησης (logistic function)  $\sigma(\cdot)$ , έτσι ώστε τα αποτελέσματά της βρίσκονται στο διάστημα  $[0,1]$ . Με αυτό το τρόπο μπορούν να ερμηνευθούν ως πιθανότητες  $\sigma(f(x))$  [85]. Το κύριο πλεονέκτημα από τη χρήση ενός GP ταξινομητή σε σχέση με άλλους ταξινομητές των μεθόδων πυρήνα είναι ότι παράγει μια έξοδο με μια σαφή πιθανοτική ερμηνεία. Τα GPs έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για τη διαμόρφωση και τη πρόβλεψη δυναμικών συστημάτων λόγω των δυνατοτήτων για ευέλικτη μοντελοποίηση και της υψηλής προβλεπτικής απόδοσης τους.

Στα πλαίσια της εντατικής παρακολούθησης, το GP έχει χρησιμοποιηθεί για να ταξινομήσει τους ασθενείς σύμφωνα με το χρονικό πλαίσιο στο οποίο μπορούν να σταματήσουν να δέχονται μηχανικό ventilation [86]. Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, η δυνατότητα να μαθευτούν σύνθετα μη γραμμικά όρια απόφασης οδήγησε σε καλύτερη επίδοση από τις παραδοσιακότερες μεθόδους όπως η λογιστική οπισθοδρόμηση.

## Κεφάλαιο 7

### Εκμετάλλευση των δεδομένων του συστήματος για εξόρυξη γνώσης

#### 7.1 Εισαγωγή

Οι αποθήκες δεδομένων (data warehouses) και η άμεση αναλυτική επεξεργασία των δεδομένων (OLAP) είναι απαραίτητα στοιχεία στην υποστήριξη απόφασης και έχουν αποτελέσει ένα από τα πιο σημαντικά θέματα έρευνας στη βιομηχανία των βάσεων δεδομένων τις τελευταίες δεκαετίες. Πολλά εμπορικά προϊόντα και υπηρεσίες είναι τώρα διαθέσιμα, και όλοι οι κύριοι προμηθευτές συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων προσφέρουν λύσεις γύρω από αυτές τις περιοχές. Η υποστήριξη απόφασης θέτει μερικές διαφορετικές απαιτήσεις στην τεχνολογία των βάσεων δεδομένων έναντι των παραδοσιακών on-line transaction processing εφαρμογών. Αυτό το τμήμα της διπλωματικής παρουσιάζει ένα μοντέλο για ένα σύστημα υποστήριξης ιατρικής απόφασης το οποίο μπορεί να συνδυάσει τα πλεονεκτήματα της άμεσης αναλυτικής επεξεργασίας των δεδομένων (OLAP), των data warehouses και του συστήματος ICIP. Επιπρόσθετα, σκοπός της παρούσας ενότητας είναι να παρουσιάσει τους ορισμούς των βασικών εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο.[87]

#### 7.2 Πολυδιάστατη Βάση Δεδομένων (MDB)

Μια Πολυδιάστατη Βάση Δεδομένων (MDB: Multidimensional Database) είναι μια βελτιστοποιημένη βάση δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με Αποθήκες Δεδομένων (Data Warehouses) και εφαρμογές σύγχρονης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP). Συχνά οι βάσεις αυτές δημιουργούνται χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο δεδομένα σχεσιακών βάσεων δεδομένων (ROLAP).

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας τους από ένα πολυδιάστατο μοντέλο για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων από μια πολυδιάστατη βάση δεδομένων (MOLAP). Οι δύο αυτές βάσεις δεδομένων, σε αντίθεση με τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων, στοχεύουν στην παραγωγή συνδυαστικών και αθροιστικών αποτελεσμάτων από τα δεδομένα των στηλών τους[88].

Ένα σύστημα διαχείρισης πολυδιάστατων βάσεων δεδομένων (MDDDBMS) προϋποθέτει την δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων σε διάφορες διαστάσεις και επίπεδα λεπτομέρειας, παράγοντας τα αποτελέσματα σε μικρό χρονικό διάστημα.

### **7.3 Αποθήκες Δεδομένων (data warehouses) και εφαρμογές σύγχρονης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP)**

Με τον όρο αποθήκες δεδομένων, περιγράφεται ένα σύνολο τεχνολογιών υποστήριξης απόφασης, όπου σε συνδυασμό με την αναλυτική επεξεργασία δεδομένων(OLAP) παρέχουν στον τελικό χρήστη τη δυνατότητα της απόκτησης πολύτιμης πληροφορίας από δεδομένα, που συγκεντρώνονται συνήθως από τις βάσεις δεδομένων μιας επιχείρησης, όπως για παράδειγμα από μια μονάδα εντατικής θεραπείας. [89]

Μια αποθήκη δεδομένων αποτελεί ένα αντίγραφο των δεδομένων που συγκεντρώνεται από τις συναλλαγές ενός οργανισμού και τις επιχειρησιακές βάσεις δεδομένων και είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιτρέπονται πολύπλοκες επερωτήσεις και η ανάλυση των δεδομένων [90]. Μια αποθήκη δεδομένων αποτελεί μια βάση δεδομένων υποστήριξης αποφάσεων, που λειτουργεί ανεξάρτητα από την κύρια βάση δεδομένων παραγωγής ενός οργανισμού. Οι βάσεις

δεδομένων του οργανισμού υποστηρίζουν την άμεση επεξεργασία συναλλαγών (OLTP).

Οι εφαρμογές OLTP αποτελούνται από μικρές σε μέγεθος συναλλαγές οι οποίες επαναλαμβάνονται και δομούνται με συγκεκριμένο τρόπο. Ο κύριος τους στόχος είναι η υποστήριξη όσο το δυνατόν περισσότερων ταυτόχρονων συναλλαγών, διατηρώντας παράλληλα την ατομικότητα της καθεμίας, τη συνέπεια του συστήματος, την απομόνωση μεταξύ των συναλλαγών και εξασφαλίζοντας διάρκεια στις όποιες αλλαγές πραγματοποιούνται στη βάση (ACID ιδιότητες). Οι συναλλαγές απαιτούν λεπτομερή και ενημερωμένα δεδομένα. Επιπλέον, διαβάζουν ή γράφουν λίγες εγγραφές, οι οποίες είναι προσπελάσιμες συνήθως με βάση τα πρωτεύοντα κλειδιά τους. Οι βάσεις δεδομένων αυτής της μορφής σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται βέλτιστα στις απαιτήσεις γνωστών επιχειρησιακών εφαρμογών, να ελαχιστοποιείται δηλαδή ο κίνδυνος που εμφανίζεται κατά την προσπάθεια της παράλληλης εκτέλεσης των συναλλαγών.

Οι αποθήκες δεδομένων, αντίθετα, απευθύνονται στο πεδίο της προχωρημένης υποστήριξης αποφάσεων. Σύμφωνα με τον Inmon [91] η αποθήκη δεδομένων ορίζεται ως μια συλλογή δεδομένων που χρησιμοποιείται κυρίως για την λήψη αποφάσεων σε έναν οργανισμό, είναι θεματικά προσανατολισμένη και περιέχει «ολοκληρωμένα» και ιστορικά δεδομένα, χωρίς αυτά να διαγράφονται. Με τον όρο ιστορικά δεδομένα, εννοούμε την διατήρηση όλων των αλλαγών μιας εγγραφής και όχι μόνο της τελευταίας έκδοσής της, π.χ. η ποσότητα ενός προϊόντος που πωλήθηκε ανά μήνα τους τελευταίους χ μήνες. Διατηρώντας τα ιστορικά αυτά δεδομένα, είναι δυνατόν να ανακαλυφθούν οι οποιεσδήποτε τάσεις στα δεδομένα, ακόμα και να

πραγματοποιηθούν μελλοντικές προβλέψεις. Ο όρος ολοκληρωμένα δεδομένα αναφέρεται στα δεδομένα που προκύπτουν από πολλές διαφορετικές πηγές, π.χ. από τις βάσεις δεδομένων πολλών πληροφοριακών συστημάτων ενός νοσοκομείου. Οι διαφορετικές πηγές ίσως περιέχουν δεδομένα με διαφορετική κωδικοποίηση ή διαφορετικούς συμβολισμούς. Για το λόγο αυτό, τα δεδομένα φιλτράρονται και μετατρέπονται σε μια κοινή τελική μορφή πριν από την εισαγωγή τους στην αποθήκη δεδομένων.

Οι αποθήκες δεδομένων οργανώνονται κατά θέμα. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα στη βάση δεδομένων οργανώνονται ούτως ώστε όλα τα στοιχεία των δεδομένων που έχουν σχέση με το ίδιο γεγονός ή αντικείμενο του πραγματικού κόσμου να είναι διασυνδεδεμένα. Για παράδειγμα, όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα που έχουν σχέση με έναν συγκεκριμένο ασθενή αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιτρέπεται η εύκολη αναζήτησή τους και η διασύνδεσή τους με άλλες πηγές και σχετικά αρχεία. Επειδή η αποθήκη δεδομένων επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο σε βασικά, δομημένα και οργανωμένα δεδομένα, το μέγεθος των αποθηκών δεδομένων είναι συνήθως αρκετά αυξημένο. Πολλές φορές το μέγεθος τους φτάνει τις τάξεις των terabits.

Η εφαρμογή σύγχρονης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP) αποτελεί μια κατηγορία λογισμικού που επιτρέπει την απόκτηση γνώσης των δεδομένων μέσω μιας γρήγορης, συνεπούς και αξιόπιστης πρόσβασης σε μια μεγάλη ποικιλία όψεων της πληροφορίας που έχει μετασχηματιστεί από απλά δεδομένα, ώστε να αναπαριστά τη πολυδιάστατη θεώρηση, όπως γίνεται αντιληπτή από τον χρήστη. [92] Η λειτουργικότητα του OLAP χαρακτηρίζεται από τη δυναμική πολυδιάστατη ανάλυση

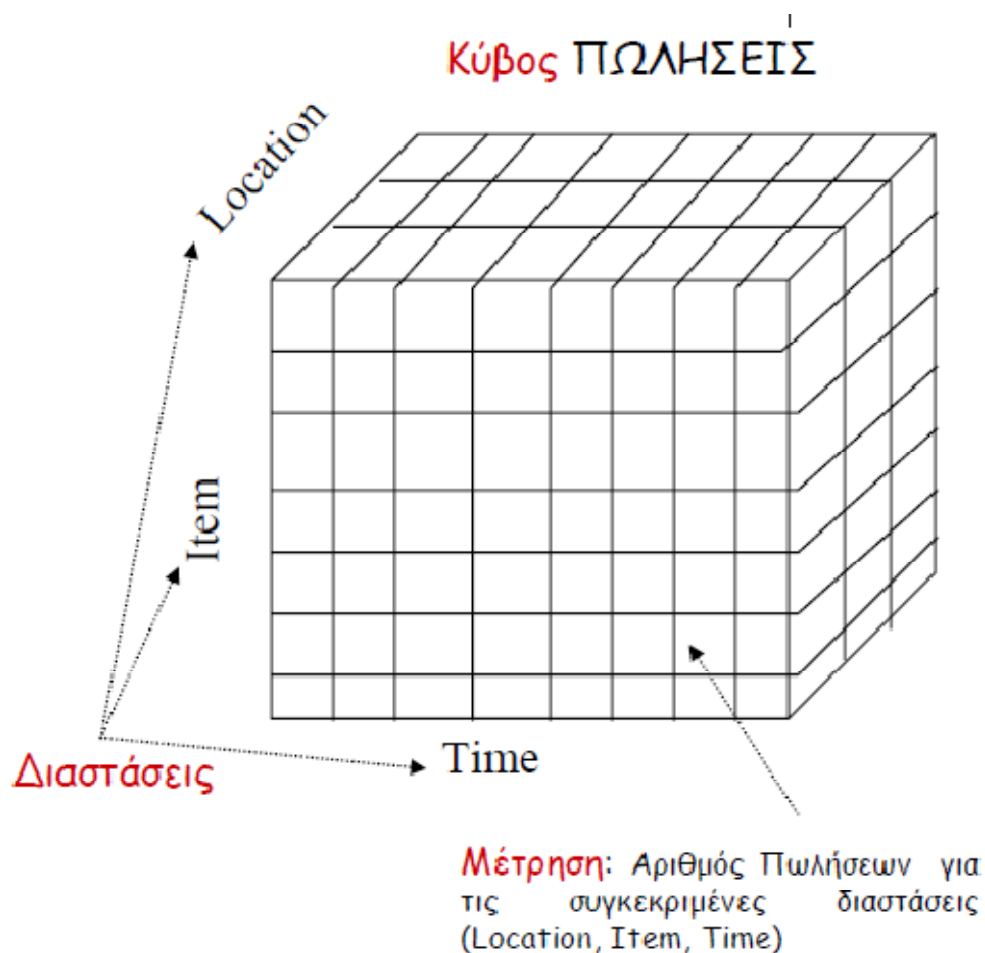
συναθροισμένων δεδομένων, που υποστηρίζουν τον τελικό χρήστη στις αναλυτικές πλοηγήσεις του, συμπεριλαμβάνοντας υπολογισμούς και μοντελοποιήσεις που βασίζονται σε διαστάσεις, ιεραρχίες και επίπεδα, ανάλυση τάσεων σε συνεχείς χρονικές περιόδους, τεμαχισμό υποσυνόλων για προβολές στην οθόνη, ανάλυση σε χαμηλότερα επίπεδα συνάθροισης, περιστροφή για νέες συγκρίσεις διαστάσεων κλπ.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις και οι απαιτήσεις επίδοσης ενός συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιείται για OLAP είναι πολύ διαφορετικές από αυτές ενός συστήματος για εφαρμογές OLTP. Τα δεδομένα στην πρώτη περίπτωση, προσφέρονται μόνο για ανάγνωση, ενημερώνονται περιοδικά και με μαζικό τρόπο, αντί με αυθαίρετο τρόπο σε τακτά χρονικά διαστήματα. Οι OLAP επερωτήσεις είναι πιο σύνθετες και επεξεργάζονται μεγάλο όγκο δεδομένων. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό του φόρτου εργασίας ενός συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιείται για OLAP, οφείλεται κυρίως σε ad hoc σύνθετες επερωτήσεις, για τις οποίες δεν έχουμε καμία προηγούμενη γνώση, καθώς η ανάλυση των δεδομένων και η εύρεση συσχετίσεων σε αυτά δεν είναι δυνατόν να ακολουθεί προκαθορισμένους κανόνες, όπως γίνεται στις OLTP εφαρμογές.

Επιπλέον, στις εφαρμογές OLAP, τα δεδομένα είναι τοποθετημένα με πολυδιάστατο τρόπο. Τα δεδομένα οργανώνονται σε κύβους ή αλλιώς υπερκύβους (cubes και hyper cubes αντίστοιχα), που ορίζονται σε πολυδιάστατους χώρους, αποτελούμενους από πολλές διαστάσεις οι οποίες χαρακτηρίζουν ορισμένες μετρήσιμες τιμές. Οι διαστάσεις, επιτρέπουν την μοντελοποίηση και την θεώρηση των δεδομένων από πολλές οπτικές γωνίες. Πρακτικά, οι συσχετίσεις ή ομαδοποιήσεις,

πραγματοποιούνται μέσω των διαστάσεων, από τις οποίες γίνεται η τοποθέτηση της πληροφορίας σε κάποια περιοχή του πολυδιάστατου χώρου. [93]

Η ανάγκη για αποτελέσματα σε διαφορετική διακριτότητα (granularity) οδήγησε στην οργάνωση των διαστάσεων σε ιεραρχίες διαφόρων συναθροιστικών επιπέδων (aggregation levels). Οι διαστάσεις οργανώνονται σε ιεραρχίες διαφόρων συναθροιστικών επιπέδων π.χ. για τη διάσταση «Ασθενής» μια τέτοια ιεραρχία θα μπορούσε να είναι η {Ταυτότητα ασθενή, Όνομα ασθενή, Πόλη}. Οι ιεραρχίες επιτρέπουν ερωτήσεις σε διαφορετικά επίπεδα διακριτότητας.



Εικόνα 67 Κόβος OLAP

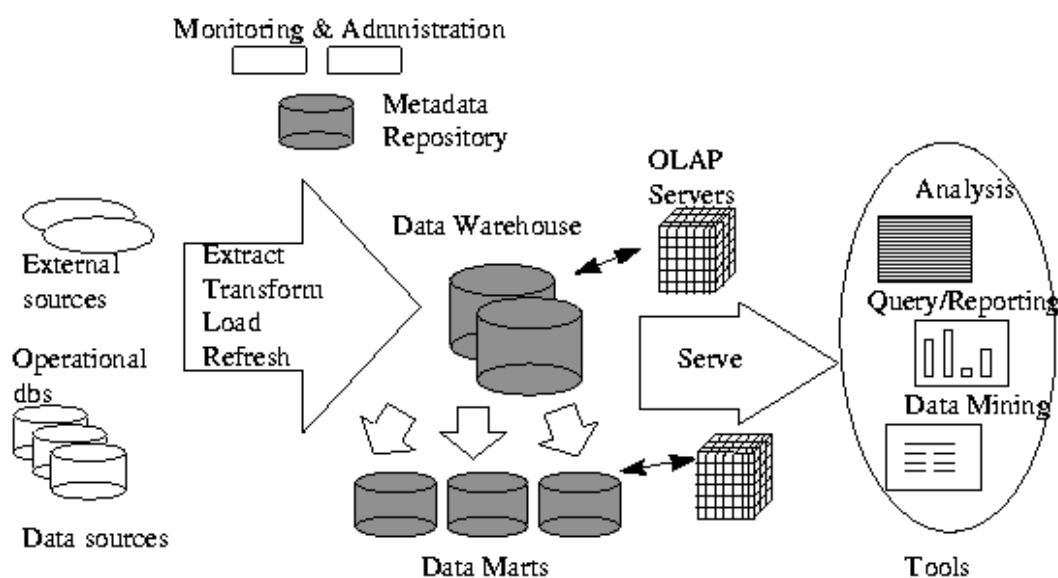
Οι αποθήκες δεδομένων μπορούν να υλοποιηθούν είτε χρησιμοποιώντας κλασικά/τροποποιημένα σχεσιακά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, οπότε ονομάζονται σχεσιακά συστήματα OLAP (ROLAP), είτε χρησιμοποιώντας ειδικά κατασκευασμένα πολυδιάστατα συστήματα OLAP (MOLAP). Τα συστήματα ROLAP θεωρούν ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων και υποστηρίζουν επεκτάσεις της SQL και ειδικές μεθόδους για την πρόσβαση στις λειτουργίες του πολυδιάστατου μοντέλου δεδομένων. Από την άλλη, τα συστήματα MOLAP αποθηκεύουν απ' ευθείας τα πολυδιάστατα δεδομένα σε ειδικές πολυδιάστατες δομές και υποστηρίζουν τις λειτουργίες του πολυδιάστατου μοντέλου δεδομένων άμεσα, μέσω πράξεων στο φυσικό επίπεδο των δομών αυτών.[94]

Η δημιουργία και η συντήρηση μίας αποθήκης δεδομένων αποτελούν πολύπλοκες διαδικασίες καθώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις υλοποίησής τους . Αρκετοί οργανισμοί επιδιώκουν να δημιουργήσουν μία κεντρική αποθήκη δεδομένων που θα περιέχει αναλυτικά δεδομένα που προέρχονται από όλες τις βάσεις δεδομένων του οργανισμού. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο εγχείρημα που απαιτεί μεγάλο κόστος για να επιτευχθεί. Μία άλλη προσέγγιση είναι η δημιουργία επιμέρους συλλογών δεδομένων (data marts) με κριτήριο το αντικείμενο των εφαρμογών από τις οποίες προέρχονται ή το τμήμα του οργανισμού που τις χρησιμοποιεί. Πρόκειται για πιο ευέλικτα συστήματα τα οποία όμως δεν παρέχουν μια ενιαία λύση, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα σε περίπτωση μακρόχρονης χρήσης τους.



## 7.4 Γενική Αρχιτεκτονική Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων για OLAP

Η επιλογή της αρχιτεκτονική μιας αποθήκης δεδομένων πρέπει να ικανοποιεί τις συγκεκριμένες ανάγκες του οργανισμού/μονάδας για τις οποίες δημιουργήθηκε και να εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα και την αποδοτικότητα του συστήματος. Το πιο κάτω σχήμα παρουσιάζει μια γενική αρχιτεκτονική ενός συστήματος αποθήκης δεδομένων.



Εικόνα 68 Γενικό σχήμα για μια αποθήκη δεδομένων

Τα δεδομένα μιας αποθήκης δεδομένων προέρχονται από ένα μεγάλο σύνολο πηγών κάτι το οποίο συνεπάγεται τη δημιουργία πολύ σύνθετων συσχετίσεων από τις διάφορες πηγές. Μέσω της διαδικασίας extract, transfer, load (ETL) επιτρέπεται η εξαγωγή και η τροποποίηση των δεδομένων από μια πηγή και η ενσωμάτωση τους σε μια ανεξάρτητη βάση δεδομένων, και συγκεκριμένα την αποθήκη δεδομένων. Τα δεδομένα που εξάγονται από τις διάφορες πηγές δεδομένων, όπως είναι οι επιχειρησιακές βάσεις, τα legacy systems, και οι εξωτερικές πηγές μετασχηματίζονται

έτσι ώστε να εναρμονίζονται με το σχήμα της αποθήκης δεδομένων (data warehouse schema) και ακολούθως εισάγονται στη βάση δεδομένων της αποθήκης δεδομένων.

Στην πιο απλή του μορφή, το ETL αποτελεί μια διαδικασία που απλά αντιγράφει τα δεδομένα από μια βάση δεδομένων σε μια άλλη. Στις πλείστες περιπτώσεις αυτό δεν ισχύει αφού το ETL είναι μια σύνθετη εργασία που συνδυάζει διαδικασίες και προγραμματιστικές πρακτικές που απαιτούν αυξημένα κεφάλαια και χρόνο για να υλοποιηθούν.

Η διαδικασία της συγκέντρωσης και μετασχηματισμού των ετερογενών αυτών δεδομένων είναι γνωστή ως ETL (Extract, Transform, Load):

- 1 **Extract:** Η διαδικασία της εξόρυξης πληροφορίας από τις διάφορες πηγές δεδομένων, όπως είναι οι επιχειρησιακές βάσεις, τα legacy systems, και οι εξωτερικές πηγές.
- 2 **Transform:** Η μετατροπή της συγκεντρωμένης πλέον πληροφορίας σε μια ενιαία και ομογενή μορφή, απαλλαγμένη από σφάλματα, που είναι δυνατό να διαβαστεί από ένα μόνο σύστημα. Στη φάση αυτή γίνεται η επικύρωση των δεδομένων, ελέγχεται η ακρίβεια τους και πραγματοποιείται η μετατροπή στους σωστούς τύπους δεδομένων.
- 3 **Load:** Η τελική φάση της ενσωμάτωσης των μορφοποιημένων πλέον δεδομένων στην αποθήκη δεδομένων.

Τα δομικά μέρη της αρχιτεκτονικής ενός συστήματος αποθήκης δεδομένων είναι:

- Εξωτερικές πηγές: Είναι οι πηγές από τις οποίες η αποθήκη δεδομένων αντλεί τα δεδομένα. Μπορεί να είναι βάσεις δεδομένων των συστημάτων του οργανισμού, διάφορα αρχεία εφαρμογών, αρχεία κειμένου είτε ακόμα εξωτερικές πηγές πληροφοριών στις οποίες έχει πρόσβαση ο οργανισμός.
- Μεταφορείς – Μετατροπείς: Είναι εφαρμογές που εκτελούν τις διαδικασίες μεταφοράς από τις πηγές στην αποθήκη δεδομένων. Για κάθε μία διαφορετική πηγή ή κατηγορία πηγής, ένας διαφορετικός μεταφορέας αναλαμβάνει να αντλεί τα δεδομένα της. Είναι υπεύθυνοι για την εξαγωγή, τη μεταφορά, τον καθαρισμό και τον έλεγχο πληρότητας των δεδομένων.
- Συλλογές δεδομένων (data marts): Οι συλλογές δεδομένων περιέχουν τμήματα των δεδομένων της αποθήκης δεδομένων. Ο κατακερματισμός του περιεχόμενου της αποθήκης σε επιμέρους συλλογές, γίνεται με οργανωτικά κριτήρια και έχει στόχο την πιο άμεση και αποδοτική πρόσβαση των εφαρμογών ανάλυσης στα δεδομένα της αποθήκης καθώς και τη μείωση του φόρτου εργασίας της κεντρικής αποθήκης δεδομένων.
- Βάση μεταδεδομένων: Είναι ένα σύστημα αποθήκευσης πληροφορίας σχετικό με τη δομή και τη λειτουργία του συστήματος. Συνήθως περιέχει ένα λεξικό δεδομένων, δηλαδή περιέχει τον ορισμό, την περιγραφή των δεδομένων και τις μεταξύ τους συσχετίσεις που αποθηκεύονται στην αποθήκη δεδομένων. Περιέχει επίσης περιγραφή της ροής των δεδομένων μέσα στο σύστημα, δεδομένα ελέγχου των διάφορων εκδοχών των δεδομένων, στατιστικά χρήσης των δεδομένων κ.ά.

- Διαχειριστής: Είναι εφαρμογή που παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης του συστήματος.
- Εφαρμογές Ανάλυσης: Είναι εφαρμογές που έχουν πρόσβαση στην αποθήκη δεδομένων. Συνήθως είναι συστήματα στήριξης αποφάσεων. Αποτελούνται από εργαλεία επερωτήσεων, ανάλυσης και εξόρυξης δεδομένων.

### **7.5 Προτεινόμενο μοντέλο**

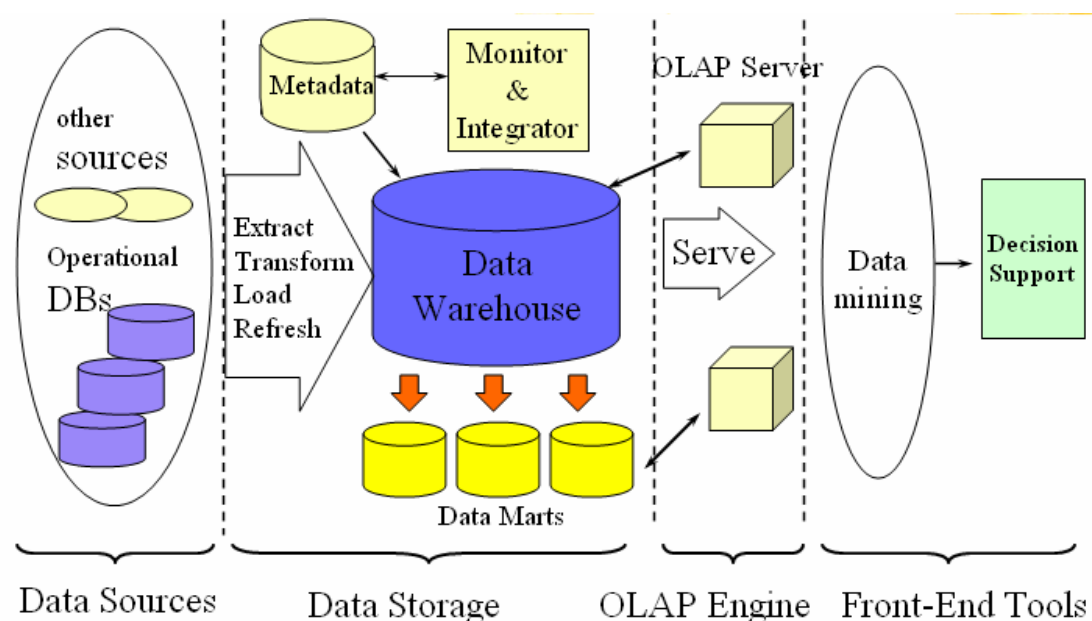
Με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως, γίνεται κατανοητό ότι οι αποθήκες δεδομένων παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για την οργάνωση, αποθήκευση και εξαγωγή σημαντικού όγκου δεδομένων. Ο όγκος των δεδομένων είναι χρήσιμος για την εξεύρεση της πληροφορίας που απαιτείται για τη υποστήριξη αποφάσεων. Η μονάδα εντατικής θεραπείας του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας, θα πρέπει να επενδύσει στη δημιουργία μιας αποθήκης δεδομένων η οποία θα ακολουθεί την αρχιτεκτονική η οποία έχει περιγραφεί πιο πάνω και στην οποία θα συναθροίζονται δεδομένα από την επιχειρησιακή βάση δεδομένων του ICIP σε συνδυασμό με τον ηλεκτρονικό φάκελο του ασθενή.

Με τη δημιουργία της αποθήκης δεδομένων, η μονάδα εντατικής θεραπείας, θα μπορεί να χρησιμοποιήσει εργαλεία OLAP, με σκοπό την αναλυτική επεξεργασία των δεδομένων. Η επεξεργασία των δεδομένων με τη χρήση του OLAP, επιτρέπει την πολυδιάστατη επεξεργασία των δεδομένων, κάτι που είναι πολύ σημαντικό στην αναγνώριση τάσεων των δεδομένων που είναι δύσκολο να αναγνωριστούν με τη χρήση του OLTP.

Μέχρι σήμερα, η πρόσβαση στην πληροφορία και τα αποτελέσματα που παράγονται, παρουσιάζονται στη μορφή αναφορών τις οποίες οι ιατροί συνήθως χρησιμοποιούν για να λαμβάνουν κλινικές αποφάσεις. Τα OLTP συστήματα, βασίζονται σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων οι οποίες είναι κατάλληλες για την καταγραφή επιχειρηματικών συναλλαγών και η αποθήκευση της πληροφορίας γίνεται μόνο στις δύο διαστάσεις. Το OLTP, έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα. Ο μεγάλος όγκος των δεδομένων ο οποίος είναι αποθηκευμένος στις σχεσιακές βάσεις, απαιτεί πολλά joins για την παραγωγή αποτελεσμάτων στην εκτέλεση απλών ερωτημάτων. Για παράδειγμα, για την ανάλυση των συσχετίσεων μεταξύ του νοσοκομείου και των ασθενών, το ερώτημα θα απαιτούσε την σάρωση και την εκτέλεση joins σε πολλαπλούς πίνακες. Απαιτούνται τουλάχιστον τέσσερα joins μεταξύ πέντε πινάκων. Μια αποθήκη δεδομένων, θα χρησιμοποιεί ένα μεγάλο αριθμό πινάκων και ο χρόνος που χρειάζεται για την επεξεργασία των joins δεν είναι αποδεκτός.

Το OLAP, έχει εισαχθεί σαν λύση του προβλήματος της χρήσης μεγάλου αριθμού από joins. Το OLAP, χρησιμοποιεί πολυδιάστατους πίνακες, data cubes, ενώ ταυτόχρονα παρέχει βελτιστοποίηση στον χρόνο απόκρισης των queries. Οι χρήστες μπορούν να εκτελέσουν τις διαδικασίες filter, slice-and-dice, drill down, roll up για να αναζητήσουν τη σχετική πληροφορία με πιο αποδοτικό τρόπο. Παρόλο που το OLAP παρέχει αποδοτικό τρόπο για την ανάλυση δεδομένων, δεν παρέχει τις διαστάσεις που μπορεί να απαιτηθούν για να απαντήσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα απόφασης. Επίσης, το OLAP δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει μελλοντικές καταστάσεις με βάση τα παρόντα χαρακτηριστικά. Ακόμη, δεν μπορεί να μάθει από τα δεδομένα.

Το μοντέλο το οποίο προτείνεται, ενσωματώνει το OLAP με τις αποθήκες δεδομένων ενώ επιπρόσθετα χρησιμοποιεί τεχνικές data mining πάνω στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση OLAP με σκοπό να βελτιώσει την προγνωστική λήψη απόφασης. Πιο κάτω, παρουσιάζεται το μοντέλο το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη: Το Server-Side το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του μοντέλου και το Client-Side το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ερωτημάτων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 69 Μοντέλο για Server-Side και για Client-Side

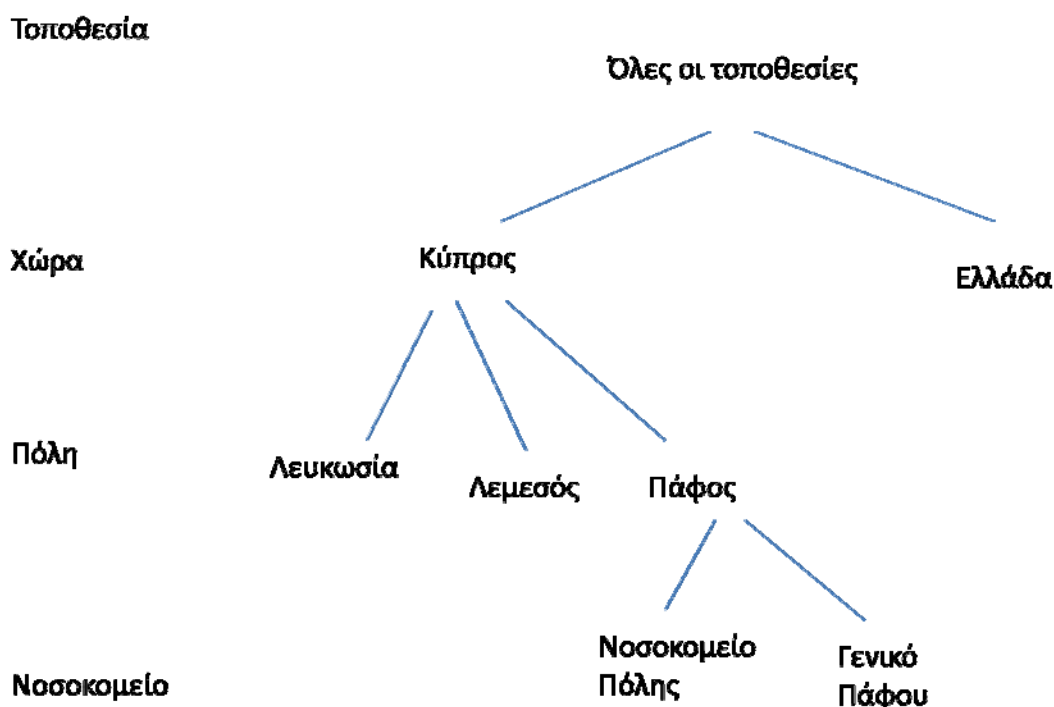
Το προτεινόμενο μοντέλο είναι ευέλικτο λόγω του στο κομμάτι του Data Mining, μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε από τους αλγορίθμους που έχουν παρουσιαστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο (νευρωνικά δίκτυα, δέντρα απόφασης κλπ). Ένας από τους πιο κατανοητούς αλγορίθμους από την πλευρά των χρηστών ο οποίος εμφανίζει αρκετά καλά αποτελέσματα, είναι ο αλγόριθμος Decision Tree Mining C4.5.

Στο μοντέλο, οι πηγές δεδομένων του πρώτου επιπέδου, θα προέρχονται από τη βάση δεδομένων του ICIP, του συστήματος ηλεκτρονικού φακέλου του νοσοκομείου αλλά μπορεί να είναι και οποιαδήποτε αρχεία τα οποία περιέχουν σχετική πληροφορία καθώς και εξωτερικές πηγές δεδομένων στις οποίες έχει πρόσβαση η μονάδα. Τα δεδομένα αυτά, με βάση τη διαδικασία ETL η οποία έχει εξηγηθεί σε προηγούμενο τμήμα αυτού του κεφαλαίου, θα εισάγονται στην αποθήκη δεδομένων και εφόσον θα κριθεί απαραίτητο, είναι δυνατόν τα δεδομένα αυτά να αποθηκεύονται σε ανεξάρτητες αποθηκευτικές οντότητες (data marts) ανάλογα με τον τύπο του label και την κατηγορία στην οποία ανήκουν.

Αρχικά, το μοντέλο με την εκκίνησή του, θα δημιουργεί ένα data cube, το οποίο θα περιλαμβάνει την πληροφορία στην οποία θα πραγματοποιηθεί το data mining. Τα εργαλεία OLAP, χρησιμοποιούν αρκετούς τελεστές επεξεργασίας, όπως είναι το φιλτράρισμα, μετατροπή και η συνάθροιση των δεδομένων. Ο κύβος, ο οποίος αποτελεί την έξοδο της διαδικασίας του OLAP, θα αποτελεί την πηγή δεδομένων της διαδικασίας του data mining. Η διαδικασία του data mining, θα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιοδήποτε επίπεδο ή διάσταση του κύβου.

Μετά από τη δημιουργία του, το μοντέλο θα αποθηκεύεται στον OLAP cube. Κάθε διάσταση, αναπαριστά τον κανόνα που σχετίζεται με ένα κόμβο στο δέντρο απόφασης. Το μοντέλο αυτό, αναμένεται να βελτιώνει την απεικόνιση της πληροφορίας και αναμένεται να ανακαλύπτει γενικές τάσεις που είναι πιθανόν να μην ανιχνευθούν χρησιμοποιώντας μόνο τα εργαλεία OLAP ή μόνο τις αποθήκες δεδομένων.

Το κίνητρο για τη δημιουργία αυτού του μοντέλου είναι το concept hierarchy. Τα δεδομένα στο OLAP και στο decision tree, είναι δυνατόν να οργανώνονται σε πολλαπλές διαστάσεις όπου κάθε διάσταση περιλαμβάνει διαφορετικά επίπεδα αφαιρετικότητας όπως αυτά καθορίζονται από το concept hierarchy. Στο σχήμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται το concept hierarchy όπου κάθε μέλος, έχει μια ρίζα και όλα τα μέλη μεταξύ ριζών έχουν γονείς. Επιπλέον, κάθε branch καταλήγει σε ένα μέλος- φύλλο.



Εικόνα 70 Concept hierarchy

Τα OLAP data cubes, τα οποία αποθηκεύουν τα concept hierarchies, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να οδηγήσουν τα δέντρα απόφασης σε διαφορετικά επίπεδα αφαιρετικότητας. Μόλις δημιουργηθεί το δέντρο απόφασης, τα concept hierarchies μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γενικεύσουν τους ανεξάρτητους κόμβους στο δέντρο οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν να προσπελαστούν από τους τελεστές του OLAP και να παρουσιαστούν σε διαφορετικά επίπεδα αφαιρετικότητας.



Η χρήση της OLAP ή του data warehousing από μόνα τους δεν μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή της κατάλληλης προγνωστικής συμπεριφοράς που απαιτείται από το ιατρικό προσωπικό. Το μοντέλο αυτό μπορεί να βελτιώσει την αναπαράσταση των δεδομένων και ανακαλύπτει γενικά μοτίβα και τάσεις που πιθανό να αγνοηθούν με τη χρησιμοποίηση μόνο της OLAP ή μόνο του data warehousing.

## Βιβλιογραφία

- [1] Adam Sheila, Forrest Sally , ABC of Intensive Care - Other Supportive Care , Clinical Review. BMJ volume 319 , 17 July 1999
- [2] Αριστείδης Βάκαλος. Κανονισμός λειτουργίας της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας ενηλίκων του γενικού νομαρχιακού νοσοκομείου Ξάνθης 2006
- [3] Intensive Care Unit, [http://en.wikipedia.org/wiki/Intensive\\_care\\_unit](http://en.wikipedia.org/wiki/Intensive_care_unit)
- [4] M.S.M. Takrouri: Intensive Care Unit. The Internet Journal of Health. 2004 Volume 3 Number 2
- [5] Ken Hillman and Gillan Bishop. Εντατική θεραπεία και Επείγουσα ιατρική. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Αθήνα 2006.
- [6] TE Oh. Design and organization of intensive care units. Intensive care manual 4th edition 1997. 3-10. Edited by T.E.Oh. Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- [7] Stephen M Ayres. Introduction to critical care. Textbook of critical care. W Shoemaker Book I 4th edition
- [8] Society of Critical Care Medicine, Guidelines for ICU Admission, Discharge, and Triage, Critical Care Medicine --Crit Care Med 1999 Mar; 27(3):633-638
- [9] Nasraway, Stanley A. Cohen, Ian L., Dennis, Richard C., Howenstein, Michelle A. Nikas, Diana K., Warren, Jonathan , Wedel, Suzanne, Guidelines on admission and discharge for adult intermediate care units, Critical Care Medicine: March 1998 - Volume 26 - Issue 3 - pp 607-610
- [10] Our Clinical Staff, <http://www.icumedicine.com/aicu-clinical-staff.html>
- [11] Pollack MM, Katz RW, Ruttimann UE, et al: Improving the outcome and efficiency of intensive care: The impact of an intensivist. Crit Care Med 1988; 16:11
- [12] Kathy Stiller ,Physiotherapy in Intensive Care, Towards an Evidence-Based Practice, CHEST December 2000 vol. 118 no. 6 1801-1813
- [13] Daber, SE, Jackson, SE Role of the physiotherapist in the intensive care unit. Intensive Care Nurs 1987;3,165-171
- [14] MARC J. POPOVICH, A new ICU paradigm: Intensivists as primary critical care physicians, Cleveland Clinic Journal of Medicine October 2011 vol. 78 10 697-700
- [15] Factsheet: ICU physician staffing. TheLeapfrog Group, 2000

[16] Marilyn T. Haupt, Carolyn E. Bekes, Richard J. Brill, Linda C. Carl, Anthony W. Gray, Michael S. Jastremski, Douglas F. Naylor, Maria Rudis, PharmD, Antoinette Spevetz, Suzanne K. Wedel, Mathilda Horst, Guidelines on critical care services and personnel: Recommendations based on a system of categorization of three levels of care, *Crit Care Med* 2003 Vol. 31, No. 11

[17] Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας,  
[http://www.moh.gov.cy/moh/ngh/ngh.nsf/DMLindex\\_gr/DMLindex\\_gr?OpenDocument](http://www.moh.gov.cy/moh/ngh/ngh.nsf/DMLindex_gr/DMLindex_gr?OpenDocument)

[18] Harrison JP, Palacio C. The role of clinician information systems in health care quality improvement. *Health Care Manage (Frederick)* 2006;25:206-12

[19] Clinical Information Systems in Intensive Care June 1999 *Critical Care and Resuscitation Journal* article by D. J. Fraenkel Intensive Care Facility, Royal Brisbane Hospital, Brisbane

[20] Fraenkel DJ. Clinical information systems in intensive care. *Crit Care Resusc* 1999; 1: 179.

[21] Bates DW, Gawande AA. Improving safety with information technology. *N Engl J Med* 2003; 348: 2526–34.

[22] National Health Service. NHS Connecting for Health. Available online at: <http://www.connectingforhealth.nhs.uk/>.

[23] Asch SM, McGlynn EA, Hogan MM et al. Comparison of quality of care for patients in the Veterans Health Administration and patients in a national sample. *Ann Intern Med* 2004; 141: 938–45.

[24] Hynes DM, Perrin RA, Rappaport S et al. Informatics resources to support health care quality improvement in the Veterans Health Administration. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11: 344–50.

[25] Bates DW, Leape LL, Cullen DJ et al. Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *JAMA* 1998; 280: 1311–16.

[26] Health Connect. Available online at:  
<http://www.health.gov.au/internet/hconnect/publishing.nsf/Content/home>.

[27] Fraenkel DJ, Cowie M, Daley P. Quality benefits of an intensive care clinical information system. *Crit Care Med* 2003; 31: 120–5.

[28] Bates DW, Leape LL, Cullen DJ et al. Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *JAMA* 1998; 280: 1311–16.

- [29] Teich JM, Osheroff JA, Pifer EA et al. Clinical decision support in electronic prescribing: recommendations and an action plan: report of the joint clinical decision support workgroup. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12: 365–76
- [30] Neil Adhikari, Stephen E. Lapinsky, Medical Informatics in the Intensive Care Unit: Overview of Technology Assessment, *Journal of Critical Care*, Vol 18, No 1 (March), 2003: pp 41-47
- [31] Joseph J. Frassica, CIS: Where Are We Going and What Should We Demand From Industry? *Journal of Critical Care*, Vol 19, No4 (December), 2004: pp226-233
- [32] R. Van de Velde ,Framework for a clinical information system, *International Journal of Medical Informatics* 57 (2000) 57–72
- [33] Tackley R. Integrating anaesthesia and intensive care into the national care record. *Br J Anaesth* 2006; 97: 69–76.
- [34]George W.Gray, Challenges of Building Clinical Data Analysis Solutions, *Journal of Critical Care*, Vol 19, No4 (December), 2004: pp 264-270
- [35] Dr Ross J Anderson, Security in Clinical Information Systems, University of Cambridge
- [36] Guy Paré, Claude Sicotte, Mirou Jaana, David Girouard Prioritizing Clinical Information System Project Risk Factors: A Delphi Study, Hawaii International Conference on System Sciences – 2008
- [37] Han YY, Carcillo JA, Venkataraman ST et al. Unexpected increased mortality after implementation of a commercially sold computerized physician order entry system. *Pediatrics* 2005; 116: 1506–12.
- [38] Sittig DF, Ash JS, Zhang J et al. Lessons from ‘Unexpected increased mortality after implementation of a commercially sold computerized physician order entry system.’ *Pediatrics* 2006; 118: 797–801.
- [39] Frisse ME. Comments on return on investment (ROI) as it applies to clinical systems. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13: 365–7
- [40] Kaushal R, Jha AK, Franz C et al. Return on investment for a computerized physician order entry system. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13: 261–6.
- [41] Garg AX, Adhikari NK, McDonald H et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 2005; 293: 1223–38.
- [42] SNOMED, [http://en.wikipedia.org/wiki/SNOMED\\_CT](http://en.wikipedia.org/wiki/SNOMED_CT)
- [43]Pjilips,[http://www.healthcare.philips.com/main/products/patient\\_monitoring/products/icip/](http://www.healthcare.philips.com/main/products/patient_monitoring/products/icip/), IntelliVue Clinical Information Portfolio

- [44] Philips, [http://www.healthcare.philips.com/main/products/patient\\_monitoring/products/icip/critical\\_care/index.wpd](http://www.healthcare.philips.com/main/products/patient_monitoring/products/icip/critical_care/index.wpd), Critical Care
- [45] Sunway Medical Centre, Patient care goes hi tech, New Straits Times, Life & Times, 09 Aug 2010
- [46] Capsule and Philips Expand Device Connectivity Footprint in Europe, [www.capsuletech.com](http://www.capsuletech.com)
- [47] Angela Ryan, ICU Clinical Information System Upgrade, Intensive Care Service, Royal Prince Alfred Hospital, Sydney
- [48] CeBit Australia, Philips Intellivue helps drive hospital costs down, <http://www.cebit.com.au/news/health/philips-ICU-solution-drives-hospital-costs-down>
- [49] Catherine Warrick, Hetal Naik, Susan Avis, Penny Fletcher, Bryony Dean Franklin, David Inwald, A clinical information system reduces medication errors in paediatric intensive care, *Intensive Care Medicine*, Volume 37, Number 4, 691-694, DOI: 10.1007/s00134-010-2126-8
- [50] Blueprint το οποίο έχει δοθεί από τη ΜΕΘ του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας
- [51] East TE. Computers in the ICU: panacea or plague? *Respiratory Care* 1992; 37: 170–180.
- [52] P. Lucas, Bayesian analysis, pattern analysis, and data mining in health care, *Current Opinion in Critical Care* 10 (2004) 399–403
- [53] J. Kreke, A. Schaefer, M. Roberts, Simulation and critical care modeling, *Current Opinion in Critical Care* 10 (2004) 395–398.
- [54] L. Kong, E. Milbrandt, L. Weissfeld, Advances in statistical methodology and their application in critical care, *Current Opinion in Critical Care* 10 (2004) 391–394.
- [55] L. Rosenberg, Recent innovations in intensive care unit risk-prediction models, *Critical Care Medicine* 8 (2002) 321–330.
- [56] S. Lemeshow, D. Teres, J. Klar, J. Avrunin, S. Gehlbach, J. Rapoport, Mortality probability models (MPM II) based on an international cohort of intensive care unit patients, *Journal of the American Medical Association* 270 (1993) 2478–2486.
- [57] Frawley, W.; Piatetsky-Shapiro, G.; and Matheus, C. 1991. Knowledge Discovery in Databases: An Overview. In *Knowledge Discovery in Databases*, eds. G. Piatetsky-Shapiro and W. Frawley, 1-27. Cambridge, Mass.: AAAI Press / The MIT Press.
- [58] M. Fayyad Usama, Piatetsky-Shapiro, Gregory, Padhraic Smuth and Ramasamy Uthurusamy, 'Advances in knowledge discovery and data mining,' AAAI Press, 1996

- [59] Duda R & Hart P. Pattern classification and scene analysis. New York: John Wiley & Sons Inc, 1973
- [60] Casella G & Berger RL. Statistical inference. Pacific Grove. California: Wadsworth and Brooks/Cole, 1990.
- [61] Ιωσηφίδης Ελευθέριος, Διαχείριση Πολυδιάστατων Δεδομένων: Πειραματική και Συγκριτική Αξιολόγηση της Απόδοσης Εμπορικών και Ανοικτού Κώδικα DBMS, Δ.Π.Μ.Σ. Πληροφοριακών Συστημάτων Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- [62] Fayyad U., Piatetsky-Shaprio G., Smyth P. and Uthurusamy R., (1996), “Advances in Knowledge Discovery and Data Mining”, MIT Press, Cambridge.
- [63] Dunham M.H., (2004) “Data Mining introductory and advanced topics”, Prentice Hall.
- [64] Han J. and Kamber M., (2006) “Data Mining: Concepts and Techniques”, Morgan Kaufmann Publishers.
- [65] Bishop, C.M., (1995) “Neural Network for Pattern Recognition”, Oxford University Press Inc., New York
- [66] Michalski R & Clustering. In Shapiro S (ed.). Encyclopedia of artificial intelligence. New York: John Wiley & Sons Inc, 1987.
- [67] H. Blockeel, L. De Raedt, Top-down induction of first order logical decision trees, Artificial Intelligence 101 (1–2) (1998) 285–297.
- [68] Rumelhart D, Widrow B & Lehr M. The basic ideas in neural networks. Communications of the ACM 1994; 37: 87–92.
- [69] Wikipedia, Cross-validation (statistics), [http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation\\_%28statistics%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation_%28statistics%29)
- [70] Wikipedia, Decision tree learning, [http://en.wikipedia.org/wiki/Decision\\_tree\\_learning](http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_tree_learning)
- [71] Tsien CL, Kohane IS & McIntosh N. Multiple signal integration by decision tree induction to detect artifacts in the neonatal intensive care unit. Artificial Intelligence in Medicine 2000; 19: 189–202.
- [72] Ganzert S, Guttman J, Kersting K et al. Analysis of respiratory pressure–volume curves in intensive care medicine using inductive machine learning. Artificial Intelligence in Medicine 2002; 26: 69–86.
- [73] Andrews P, Sleeman D, McQuatt A et al. In: Proceedings of the international conference on Artificial Intelligence in Medicine 1999

- [74] Breiman L, Friedman J, Olshen R & Stone C. Classification and regression trees. California:Wadsworth and Brooks/Cole, 1984
- [75] Breiman L. Random forests. Journal of Machine Learning Research: JMLR 2001; 45: 5–32
- [76] Rumelhart D, Widrow B & Lehr M. The basic ideas in neural networks. Communications of the ACM 1994; 37: 87–92.
- [77] Braithwaite EA, Dripps J, Lyon AJ & Murray A. In Dybowski R & Gant V (eds.). Clinical applications of artificial neural networks. Cambridge University Press, 2001.
- [78]Sargent D. Comparison of artificial neural networks with other statistical approaches. Cancer 2001; 91: 1636–1642.
- [79] Goss E & Ramchandani H. Survival prediction in the intensive care unit: a comparison of neural networks and binary logic regression. Socio-Economic Planning Sciences 1998; 32: 189–198.
- [80] Friedman N, Geiger D & Goldszmidt M. Bayesian network classifiers. Journal of Machine Learning Research : JMLR 1997; 29: 131–163.
- [81] Lucas PJF, Gaag van der LC & Abu-Hanna A. Bayesian networks in biomedicine and health-care. Artificial Intelligence in Medicine 2004; 30: 201–214
- [82] Noble WS. What is a support vector machine? Nature Biotechnology 2006; 24: 1565–1567
- [83] Cristianini N & Shawe-Taylor J. An introduction to Support Vector Machines and other kernel-based learning methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [84] Rasmussen CE & Williams C. Gaussian processes for machine learning. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2006.
- [85] Rasmussen CE. Evaluation of Gaussian processes and other methods for non-linear regression. Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, University of Toronto; 1996.
- [86] Guiza F, Van Loon K, Meyfroidt G et al. Time-series analysis techniques combined with Gaussian process classifiers for prediction of clinical stability after coronary bypass surgery. In Hierlemann A (ed.). Proceedings of biomedical engineering 2008, pp. 216–221.
- [87] E. F. Codd, S. B. Codd, C.T., Salley, 'Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate,' E.F. Codd & Associates, 1993.

- [88] S. Chaudhuri, and U. Dayal, 'Data warehousing and OLAP for Decision Support,' Tutorials of 22nd VLDB Conference, pp.: 507-508, 1996.
- [89] M. Fayyad Usama, Piatessky-Shapiro, Gregory, Padhraic Smuth and Ramasamy Uthurusamy, 'Advances in knowledge discovery and data mining,' AAAI Press, 1996.
- [90] Helen, H. and Peter, H., Using OLAP and Multidimensional Data for Decision Making, IEEE IT Professional, 44-50, 2001, October.
- [91] Inmon, WH, Building the Data Warehouse. John Wiley, 1992.
- [92] George, C., OLAP, Relational and Multidimensional Database Systems, Acm Sigmod Record, 25(30), 64-69, Sept. 1996.
- [93] Online\_analytical\_processing, [http://en.wikipedia.org/wiki/Online\\_analytical\\_processing](http://en.wikipedia.org/wiki/Online_analytical_processing)
- [94] S. Chaudhuri, and U. Dayal, 'Data warehousing and OLAP for Decision Support,' Tutorials of 22nd VLDB Conference, pp.: 507-508, 1996.