

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: « Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
ΚΑΙ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ »

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Η. ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΜΠΡΙΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΔΕΜΕΡΤΖΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΟ Ε'  
ΠΤΥΧΙΟ Δ'

ΠΑΤΡΑ 1996



ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	1751
----------------------	------

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Πρόλογος .....	
<b>ΙΑΤΡΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ</b> .....	1
Μείζονα πεδία εφαρμογής της ιατρικής πληροφορικής .....	1
<b>ΒΑΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b> .....	3
Η κατάσταση των πραγμάτων σήμερα .....	3
Περιοχές όπου επιβάλλονται βελτιώσεις .....	6
Πιθανολογούμενες εξελίξεις στο μέλλον .....	7
<b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</b> .....	9
Μείζονα Συστήματα Ιατρικών Πληροφοριών .....	10
Περιοχές όπου επιβάλλονται βελτιώσεις .....	14
Πιθανολογούμενες εξελίξεις στο μέλλον .....	14
<b>ΛΗΨΗ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ</b> .....	16
Τα 4 βασικά C M D συστήματα .....	17
<b>Κλινικοί Αλγόριθμοι</b> .....	19
<b>Στατιστική Ταξινόμηση Προτύπων</b> .....	20
Ταξινόμηση κατά Bayes .....	21
<b>Ανάλυση αποφάσεων</b> .....	24
Κατηγορίες κλινικών προβλημάτων που προσφέρονται για ανάλυση .....	26
Στάδια της ανάλυσης αποφάσεων .....	27
Προβλήματα στην εφαρμογή της μεθόδου .....	33
<b>Έμπειρα Συστήματα</b> .....	35
Εισαγωγή .....	35
Στοιχεία ενός εμπείρου συστήματος .....	36
Τα χαρακτηριστικά ενός καλού εμπείρου συστήματος .....	38
Πλεονεκτήματα των εμπείρων συστημάτων .....	41
Περιορισμοί των εμπείρων συστημάτων .....	43
Έμπειρα συστήματα που σήμερα χρησιμοποιούνται για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς .....	43
Συστήματα κανόνων παραγωγής .....	44
Συστήματα που βασίζονται σε νοητικά μοντέλα .....	46
Διαφορές μεταξύ της ανάλυσης αποφάσεων και των εμπείρων συστημάτων .....	52

Περιοχές των συστημάτων λήψης ιατρικών αποφάσεων που επιβάλλονται βελτιώσεις .....	52
Πιθανολογούμενες μελλοντικές εξελίξεις στα συστήματα λήψης ιατρικών αποφάσεων .....	55
<b>ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ .....</b>	<b>59</b>
Οι 4 βασικές C B M E εφαρμογές .....	60
Απλά προγράμματα ασκήσεων και αξιολόγησης της γνώσης και των ικανοτήτων .....	60
Συστήματα προγραμματισμένης εκμάθησης .....	61
Συστήματα προσομοιώσεων .....	63
Επικουρικά εκπαιδευτικά προγράμματα .....	65
Πλεονεκτήματα της ιατρικής εκπαίδευσης με την υποστήριξη υπολογιστού .....	66
<b>Μείζονα C B M E Συστήματα .....</b>	<b>67</b>
Σύστημα PLATO .....	67
Σύστημα προσομοιώσεων του M G H .....	67
Εκπαιδευτικό Σύστημα Πανεπιστημίου Ohio .....	69
New Pathway Πρόγραμμα του Παν/μίου HARVARD .....	70
Σύστημα του Παν/μίου McMASTER .....	73
Σύστημα CAMPS .....	74
<b>Άλλα επιλεγμένα C B M E συστήματα .....</b>	<b>76</b>
Σύστημα επεξεργασίας προγράμματος σπουδών .....	76
Σύστημα για την διδασκαλία της νευροανατομίας .....	77
Σύστημα για την διδασκαλία της ιστολογίας .....	78
Σύστημα για την διδασκαλία της φαρμακολογίας .....	78
Σύστημα για την διδασκαλία της παθολογικής ανατομίας .....	81
Σύστημα για την διδασκαλία της κλινικής χημείας .....	82
Σύστημα για την απόκτηση επιδεξιότητων στη λήψη κλινικού ιστορικού .....	83
Σύστημα για την απόκτηση επιδεξιότητων στην επίλυση κλινικών προβλημάτων και την λήψη αποφάσεων .....	84
Σύστημα για την διδασκαλία της αιματολογίας .....	85
Περιοχές όπου επιβάλλονται βελτιώσεις στα υπάρχοντα C B M E συστήματα .....	87
Πιθανολογούμενες εξελίξεις των C B M E συστημάτων στο μέλλον .....	89
Τεχνικά προβλήματα στην αξιοποίηση των C B M E εφαρμογών ...	93
<b>ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....</b>	<b>97</b>
Προσδιορισμός επιδεξιότητων .....	98
Αναγκαίες επιδεξιότητες για όλους τους φοιτητές .....	101

Εισηγήσεις του GPER Report στις Ιατρικές σχολές .....	102
Ενσωμάτωση των εφαρμογών της Ιατρικής πληροφορικής στην εκπαιδευτική διαδικασία συνεπάγεται μεταβολές στις μεθόδους διδασκαλίας .....	103
Ενσωμάτωση των εφαρμογών της Ιατρικής πληροφορικής στο πρόγραμμα σπουδών .....	105
Το πρόγραμμα σπουδών που αξιοποιεί τις εφαρμογές της Ιατρικής πληροφορικής .....	107

<b>ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ .....</b>	<b>113</b>
Παρέμβαση στην εξομάλυνση δυσκολιών που εκδηλώνουν οι κλινικοί Ιατροί σε προσδιορισμένες περιοχές της καθημερινής πρακτικής .....	113
Παρέμβαση στη συλλογή κλινικών πληροφοριών .....	114
Παρέμβαση στο χειρισμό και εκτίμηση πιθανοτήτων κατά την αξιολόγηση αποτελεσμάτων εργαστηριακής διερεύνησης .....	117
Παρέμβαση στην επικοινωνία μεταξύ των κλινικών Ιατρών .....	118
Παρέμβαση στην ενημέρωση των Ιατρών .....	119
Παρέμβαση στην δυνατότητα επιλογής της ορθής απάντησης σε ερωτήματα που προκύπτουν κατά τον χρόνο παροχής Ιατρικών υπηρεσιών .....	122
Παρέμβαση στην εφαρμογή των καταλλήλων χειρισμών οσάκις η περίπτωση το επιβάλλει .....	122

<b>ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ .....</b>	<b>125</b>
--	------------

<b>Ε Π Ι Λ Ο Γ Ο Σ .....</b>	<b>128</b>
------------------------------	------------

## Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α

1. ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....	
2. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	

## Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Σήμερα το μείζον πρόβλημα στην προπτυχιακή ιατρική εκπαίδευση αλλά και στην μεταπτυχιακή καθημερινή ιατρική πρακτική, είναι η αντιμετώπιση της εκρηκτικής αύξησης της ποσότητας και του αριθμού παραγωγής νέας ιατρικής γνώσης. Η μεταβαλλόμενη με καλπάζοντες ρυθμούς τράπεζα ιατρικής γνώσης έχει υπερβεί τις αφομοιωτικές δυνατότητες του φοιτητού, του εκπαιδευτού, και του ειδικευόμενου ή ειδικευμένου εργαστηριακού και κλινικού ιατρού. Συνέπεια της φρενήρους αυτής αύξησης της παραγόμενης ιατρικής γνώσης, και της βασιζόμενης σε αυτήν παράλληλης ανάπτυξης νέων εκπαιδευτικών διαδικασιών, αλλά και νέων διαγνωστικών και θεραπευτικών μεθόδων είναι η αδυναμία εναρμόνισης της ιατρικής εκπαίδευσης και καθημερινής ιατρικής πρακτικής με την σύγχρονη εξέλιξη και δυναμική των πραγμάτων. Και τούτο διότι, τόσο η επιτυχής ιατρική εκπαίδευση, όσο και η ορθή ιατρική πρακτική χαρακτηρίζεται από τον τρόπο με τον οποίο συλλέγεται, επεξεργάζεται, καταγράφεται, ανακαλείται και χρησιμοποιείται ή κοινωνείται η ιατρική γνώση. Ενδεικτικό της σοβαρότητας του προβλήματος που έχει δημιουργήσει η αύξηση της ιατρικής γνώσης στην ιατρική κοινότητα είναι ότι αν κάποιος ευσυνείδητος ιατρός απεφάσιζε να παρακολουθεί όλη την τρέχουσα ιατρική βιβλιογραφία διαβάζοντας δύο άρθρα την ημέρα, σε ένα χρόνο θα είχε μείνει πίσω 800 χρόνια.

Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο δημοσιεύονται πάνω από 600.000 άρθρα βιοϊατρικού περιεχομένου και ο ρυθμός παραγωγής αυξάνει γεωμετρικά.

Τα 600.000 αυτά άρθρα δημοσιεύονται σε 80.000 διαφορετικά

επιστημονικά περιοδικά. Ένας συστηματικός αναγνώστης διαβάσει περίπου 200 άρθρα τον χρόνο. Για κάθε άτομο που διαβάσει ένα ολόκληρο άρθρο υπάρχουν 20 που διαβάζουν μόνο την περίληψη και άλλα 500 που διαβάζουν μόνο τον τίτλο. Η λύση που επιλέγεται σήμερα ως απάντηση στην ήδη διαμορφωμένη πρόκληση της "έκρηξης ιατρικής πληροφόρησης" είναι η αναδόμηση του προγράμματος προπτυχιακών σπουδών και η δημιουργία μεταπτυχιακώς των καταλλήλων συνθηκών από τους ασκούντες την ιατρική, κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται η πληρέστερη αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της σύγχρονης τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και συγκεκριμένα της επιστήμης της ιατρικής πληροφορικής. Η επιλεγμένη και ορθή χρήση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής εξασφαλίζει ορθολογικότερη διοίκηση και διαχείριση των επιμέρους πόρων των ιατρικών σχολών και ιδρυμάτων παροχής υπηρεσιών υγείας, έλεγχο και βελτίωση της ποιότητας των προσφερομένων υπηρεσιών, βελτίωση της αξιοπιστίας των κλινικών αποφάσεων, βελτίωση του κόστους αποδοτικότητας των εργαστηριακών δοκιμασιών και θεραπευτικών σχημάτων, και έγκυρη και ακριβέστερη ενημέρωση των φοιτητών και ιατρών. Επιπλέον, η αξιοποίηση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής εξυπηρετεί κατά τον καλύτερο τρόπο τόσο τις ανάγκες της συνεχιζόμενης ιατρικής εκπαίδευσης, όσο και τις σύγχρονες αντιλήψεις της προπτυχιακής ιατρικής εκπαίδευσης των ιατρών του 21ου αιώνα, δύο εκ των κυρίων χαρακτηριστικών της οποίας είναι η εκμάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων (problem - solving approach) και η δημιουργία αυτονόμων σπουδαστών (independent learners).

## ΙΑΤΡΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Ιατρική πληροφορική είναι ο νέος επιστημονικός κλάδος αντικείμενο μελέτης του οποίου είναι η οργάνωση και επεξεργασία της πληροφορίας προς υποστήριξη της ιατρικής εκπαίδευσης, ιατρικής περίθαλψης και βιοϊατρικής έρευνας. Η θεμελιώδης τεχνολογία που χρησιμοποιεί η ιατρική πληροφορική στην άσκηση των επιμέρους λειτουργιών της είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι η ιατρική πληροφορική δεν είναι μόνο ιατρική επιστήμη των υπολογιστών, δεδομένου ότι χρησιμοποιεί στοιχεία και άλλων γνωστικών αντικειμένων όπως της γνωστικής και εκπαιδευτικής ψυχολογίας, της αναλυτικής θεωρίας των αποφάσεων, της στατιστικής ανάλυσης, των μαθηματικών, της βιοφυσικής και άλλων κλάδων που συγκροτούν περισσότερο νοητικές διεργασίες παρά τεχνολογία.

### Μείζονα Πεδία Εφαρμογής της Ιατρικής Πληροφορικής

1. Βάσεις Βιβλιογραφικών Δεδομένων (Bibliographic Cata Bases)
2. Συστήματα Ιατρικών Πληροφοριών ή Συστήματα Κλινικών Αρχείων (Medical Information Systems ή Clinical Records Systems).
3. Λήψη Ιατρικών Αποφάσεων με την Υποστήριξη Υπολογιστού (Computer Assisted Medical Decision Making, C M D)
  - α) Κλινικοί Αλγόριθμοι (Clinical Algorithms)
  - β) Στατιστική Ταξινόμηση Προτύπων (Statistical Pattern Classification)



γ) Ανάλυση Αποφάσεων (Decision Analysis)

δ) Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems)

4. Ιατρική Εκπαίδευση με την Υποστήριξη Υπολογιστού  
(Computer Based Medical Education, C B M E)

**Β Α Σ Ε Ι Σ   Β Ι Β Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Κ Ω Ν   Δ Ε Δ Ο Μ Ε Ν Ω Ν****Η Κατάσταση των Πραγμάτων Σήμερα**

Βάση δεδομένων είναι οποιαδήποτε συλλογή ειδικώς διαρθρωμένων δεδομένων που σχετίζονται με κάποιο συγκεκριμένο θέμα και διαχειρίζονται από ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα. Οι ηλεκτρονικές βάσεις βιοϊατρικών δεδομένων διακρίνονται σε βιβλιογραφικά συστήματα & σε βάσεις πραγματικών δεδομένων (factual data bases). Τα βιβλιογραφικά συστήματα, όπως η MEDLINE περιέχουν παραπομπές (citations) της δημοσιευμένης βιβλιογραφίας & κατ'αυτό τον τρόπο προσφέρουν κατευθύνσεις (pointers) για την εντόπιση της αναζητούμενης πληροφορίας, ή στην καλύτερη περίπτωση περιλήψεις του περιεχομένου των άρθρων της αιτούμενης βιβλιογραφίας.

Αντιθέτως, οι βάσεις πραγματικών δεδομένων περιέχουν αυτή καθ'εαυτή την αναζητούμενη πληροφορία που μπορεί να είναι ένα απλό γεγονός π.χ. μία σειρά μετρήσεων φυσικών ιδιοτήτων ή το πανομοιότυπο αντίγραφο του περιεχομένου κειμένων - για άμεση επικοινωνία (on - line textbooks).

Ένας μικρός αλλά προοδευτικά αυξανόμενος αριθμός βάσεων πραγματικών βιβλιογραφικών δεδομένων συνιστούν τον προπομπό της επερχόμενης εποχής των ηλεκτρονικών εκδόσεων (electronic publishing).

Η Μ Ε Δ Λ Ι Ν Ε της Εθνικής Ιατρικής Βιβλιοθήκης στην Washington των Η Π Α αποτελεί το πρότυπο των βάσεων ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων. Η προσπάθεια της MEDLINE, που λειτουργεί από το 1971 είναι δυνατή μέσω της Εθνικής Ιατρικής Βιβλιοθήκης της Washington καθώς και μέσω ενός αριθμού ιδιωτικών επι-

χειρήσεων. (B.R.S., Dialog, Paperchase, Medis). Σκοπός της MEDLINE (ως και του Index Medicus από το οποίο προήλθε) είναι η εξασφάλιση παραπομπών από την πλέον χρήσιμη βιοϊατρική βιβλιογραφία των σημαντικότερων βιοϊατρικών περιοδικών. Η βασική λειτουργία του συστήματος είναι καταγραφή υπό μορφήν ευρετηρίου της βιβλιογραφίας που περιέχεται σε 3.500 περίπου περιοδικά που αφορούν τις βιοϊατρικές επιστήμες και άλλους επιστημονικούς κλάδους που σχετίζονται με την υγεία. Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται μέσω μιάς τυποποιημένης σειράς όρων ευρετηρίου (περίπου 14.000 όροι) του M e S H (Medical Subject Headings, Λήμματα Ιατρικών Θεμάτων).

Εκτός από την MEDLINE υπάρχουν και άλλες υπηρεσίες βιβλιογραφικής αναζήτησης αμέσου - επικοινωνίας (on-line) όπως η EMBASE (η on-line εκδοχή του Excerpta Medica), η SCISEARCH (ή on-line εκδοχή του Science Citation Index), η BIOSIS (προϊόν του οίκου Biosciences Information Services), μία σειρά παραλλαγών της MEDLINE σε συμπυκνμένους δίσκους (compact discs) που βρίσκονται ήδη σε αρκετές βιβλιοθήκες, καθώς και διάφορες ιδιωτικές επιχειρήσεις που παρέχουν την δυνατότητα προσπέλασης στην βάση δεδομένων της MEDLINE και παράλληλα μία σειρά καινοτομικών και εξαιρετικά χρήσιμων υπηρεσιών συμπληρωματικών των υπηρεσιών της MEDLINE (BRS, BRS Colleague, Dialog, Paperchase, Medis κ.α.) θα πρέπει να επισημανθεί ότι υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ των διαφόρων αυτών συστημάτων, που σχετίζονται με την απόδοση, το κόστος και την ευκολία χρήσης. Για παράδειγμα, απ'ευθείας εγγραφή (για δικαίωμα χρήσης) στη MEDLINE συνιστά την οικονομικότερη επιλογή, ενώ το σύστημα

Paperchase είναι δαπανηρότερο μιν, αλλά σαφώς ευκολότερο στη χρήση του από το μάλλον όχι ιδιαίτερα "φιλικό-προς-τον-χρήστη" MEDLINE. Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι υπάρχουν αρκετά "φιλικά -προς-τον-χρήστη" ("user-friendly") πακέτα προγραμμάτων που απλοποιούν και καθιστούν ευκολότερη την διαντίδραση του χρήστη με το συγκεκριμένο σύστημα. ( Search Master, SciMate InSearch, Grateful κ.α.). Δεν θα πρέπει τέλος να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι ένας μικρός προς το παρόν αλλά συνεχώς αυξανόμενος αριθμός ιδιωτικών επιχειρήσεων προσφέρουν την δυνατότητα εξασφάλισης μέσω άμεσου επικοινωνίας των πλήρων κειμένων (on-line full-text service) ενός επιλεγμένου αριθμού επιστημονικών περιοδικών. Επί του παρόντος, οι δύο επιχειρήσεις που προηγούνται στο τομέα αυτόν είναι η BRS/ Saunders Colleague, New York & η MEDIS της MeadData Central, Dayton Ohio.

Τα προαναφερθέντα καθιστούν πρόδηλη την ανάγκη δημιουργίας σύγχρονων πανεπιστημιακών & νοσοκομειακών βιβλιοθηκών με δυνατότητες προσπέλασης στις ήδη υπάρχουσες μείζονες βάσεις ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων. Οι βιβλιοθήκες αυτές πέραν της δυνατότητας που προσφέρουν στο ιατρικό και παραϊατρικό προσωπικό για διαρκή ενημέρωση στην τρέχουσα βιβλιογραφία συμβάλλουν επίσης στη λήψη ορθών διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων, (Clinical Medical Librarian, Literature Attached To Charts) ενώ παράλληλα παρέχουν εκσυγχρονισμένους εναλλακτικούς τρόπους προπτυχιακής (αυτόνομη εκμάθηση, εξάσκηση στην απόκτηση επιδεξιότητων αναζήτησης της ορθής και συγκεκριμένης πληροφόρησης) και μεταπτυχιακής συνεχιζόμενης ιατρικής εκπαίδευσης.

### Περιοχές όπου Επιβάλλονται Βελτιώσεις

Παρά τις μείζονες προόδους που έχουν συντελεσθεί στην ανάπτυξη των βάσεων δεδομένων ιατρικής βιβλιογραφίας υπάρχουν αρκετές περιοχές που επιδέχονται περαιτέρω βελτίωση. Οι διατυπωμένες εισηγήσεις συνοψίζονται στα εξής:

Οι τεχνικές αναζήτησης θα πρέπει να απλοποιηθούν και να καταστούν ευκολότερες για τον χρήστη. Ιδιαίτερα μείζονες βελτιώσεις επιβάλλονται στη γενικότερη δομή και διάρθρωση του ευρετηρίου MeSH. Επιβάλλεται να διευρυνθεί ο αριθμός των παραπομπών που συνιστούν τις τρέχουσες βάσεις δεδομένων (μέσω επέκτασης του αριθμού των καλυπτομένων περιοδικών & δημοσιεύσεων). Αξίζει να σημειωθεί ότι η MEDLINE περιλαμβάνει παραπομπές από το 10% μόνο του βιβλιογραφικού υλικού της Εθνικής Ιατρικής Βιβλιοθήκης της Washington. Θα πρέπει να ασκείται αυστηρότερος έλεγχος τόσο από τα περιοδικά όσο και από τους επεξεργαστές των βάσεων δεδομένων σχετικά με το κατά πόσον μία παραπομπή πρέπει να συμπεριληφθεί στην βάση δεδομένων. Οι υπάρχουσες βάσεις θα καταστούν χρηστικότερες αν διευρύνουν τον τύπο της πληροφόρησης που περιέχουν περιλαμβάνοντας πέραν του κειμένου και διαγράμματα, φωτογραφίες κ.λ.π. Τέλος, σημαντική βελτίωση των βάσεων βιβλιογραφικών δεδομένων θα προκύψει αν η διαδικασία αναζήτησης επιτρέπει την τυχαία και απροσδόκητη ανακάλυψη χρήσιμων ευρημάτων, γεγονός που καταργεί μερικώς την υφιστάμενη σχετικότητα που σήμερα προκαθορίζεται από την σειρά των όρων του MeSH και του κειμένου.

## Πιθανολογούμενες Εξελίξεις στο Μέλλον

### Αποθήκευση των βάσεων δεδομένων σε οπτικούς δίσκους:

Υπολογίζεται ότι το συνολικό περιεχόμενο της MEDLINE

μπορεί να αποθηκευθεί σε δύο οπτικούς δίσκους καθένας εκ των οποίων έχει χωρητικότητα 100.000 σελίδων κειμένου. Η τεχνολογία των οπτικών δίσκων επιτρέπει εκτός από κείμενο και την συμπίληψη φωτογραφιών και διαγραμμάτων. Οι οπτικοί δίσκοι μπορεί να συνδεθούν με μικροϋπολογιστές γεγονός που έχει σαν συνέπεια την δραστική ελάττωση του κόστους προσπέλασης μίας μεγάλης βάσης δεδομένων όπως η MEDLINE. Μία άλλη αναμενόμενη σημαντική εξέλιξη είναι η δημιουργία οικονομικότερων & μεγάλης ταχύτητας ψηφιακών δικτύων τηλεπικοινωνίας. Η εξέλιξη αυτή πέραν του ότι θα περιορίσει κατά πολύ το κατά μονάδα μεταφερόμενης πληροφορίας κόστος, θα επιτρέψει επίσης την μετάδοση όχι μόνο παραπομπών αλλά και πλήρων κειμένων συμπεριλαμβανομένων και διαγραμμάτων και φωτογραφιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παράλληλα με τις προαναφερθείσες εξελίξεις αναμένεται να υπάρξουν σημαντικότερες εξελίξεις και στον τομέα των προγραμμάτων (software). Στο εγγύς μέλλον προβλέπεται να υπάρξουν προγράμματα ικανά να "διαβάσουν και καταλαβαίνουν" την πληροφορία σε ένα άρθρο. Τα προγράμματα αυτά θα έχουν την ικανότητα να ερμηνεύουν τόσο το σημασιολογικό (semantic) όσο και το συντακτικό περιεχόμενο της αιτούμενης βιβλιογραφικής αναζήτησης. Έτσι, η ανάκτηση της πληροφορίας θα βασίζεται όχι μόνο στην ακριβή επιλογή των όρων του ευρετηρίου (MeSH) αλλά και στην κατανόηση των προθέσεων του ενδιαφερομένου καθώς και τις προκύπτουσες συσχετίσεις του περιεχομένου του συγκεκριμένου θέματος.

Τέλος, εκδόσεις με το σύστημα άμεσης επικοινωνίας (on-line publishing) αποτελεί μία ακόμη από τις αναμενόμενες επαναστατικές εξελίξεις μελλοντικώς. Προβλέπεται ότι η ταχύτατη εξάπλωση των βάσεων δεδομένων ιατρικής βιβλιογραφίας σε συνδυασμό με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών θα υποκαταστήσει τα τυπογραφικά μέσα στην εκδοτική διαδικασία και τα άρθρα θα εκδίδονται μόνο μέσω της on-line διαδικασίας.

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

### Ε ι σ α γ ω γ ή

Η συλλογή, ανάκτηση και ανάλυση των πληροφοριών που περιέχονται στα ιατρικά αρχεία συνιστά κριτικής σημασίας δραστηριότητα όλου του φάσματος των επαγγελματιών υγείας. Τα συστήματα ιατρικών πληροφοριών (MIS= Medical Information Systems) αποσκοπούν στην μέσω υπολογιστών συλλογή και οργάνωση των ιατρικών πληροφοριών που αφορούν την υγεία και την περίθαλψη ασθενών και την ταχεία και ευέλικτη προσπέλαση των πληροφοριών αυτών έτσι ώστε στην κατάλληλη στιγμή να παρέχεται στον χρήστη η ακριβής πληροφορία αποκλειομένης της πλεονάζουσας, άχρηστης και αποπροσανατολιστικής πληροφόρησης.

Τα MIS καλύπτουν όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων επεξεργασίας ιατρικών πληροφοριών συμπεριλαμβανομένων και των εξής λειτουργικών περιοχών: ταχύτατη ανάκτηση του αρχείου του ασθενούς που επιτρέπει πλήρη και χρονοκαθορισμένη ενημέρωση της γενικής κατάστασής του, παροχή βοήθειας στον ιατρό σε προβλήματα διαφορικής διάγνωσης και θεραπείας, απ'ευθείας έλεγχος και παρακολούθηση της λειτουργίας βασικών συστημάτων του ασθενούς, αναδρομική ανάλυση της ποιότητας της παρασχεθείσης υπηρεσίας υγείας, ανάλυση του τρόπου διοίκησης του ιδρύματος, ανάλυση της διαχείρισης των οικονομικών του ιδρύματος και ανάλυση για περαιτέρω βελτίωση της καθημερινής ιατρικής πρακτικής και προσαρμογή στην καθημερινώς προκύπτουσα νέα γνώση. Έχει διατυπωθεί ότι για την εκτέλεση αυτών των λειτουργιών το σύστημα πρέπει να περιέχει 12 συγκεκριμένους τύπους πληροφοριών. Επί του παρόντος,



κανένα από τα υπάρχοντα MIS δεν παρέχει από μόνο του αυτή την δυνατότητα για όλους τους ασθενείς υπό οιασδήποτε συνθήκες. Τα MIS που συνιστούν το αντικείμενο της παρούσας ανάπτυξης επικεντρώνουν κυρίως στην συλλογή, οργάνωση και ανάκτηση της πληροφορίας που αποσκοπεί στην άμεση ιατρική φροντίδα και περίθαλψη του ασθενούς ή την διενέργεια κλινικής έρευνας σε μεγάλες ομάδες ασθενών. Ο πρωταρχικός ρόλος των συστημάτων αυτών δεν είναι η δημιουργία ευχερέστερων τρόπων διαχείρισης των οικονομικών και του ανθρώπινου δυναμικού του ιδρύματος παροχής υπηρεσιών υγείας, αν και τα συστήματα αυτά μπορούν να εντάξουν στην λειτουργία τους και τις συγκεκριμένες αυτές δραστηριότητες.

Τα κλινικά MIS χαρακτηρίζονται από μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες ιδιότητες: πλήρη και χρονο-καθορισμένη κλινική πληροφόρηση, ευέλικτες μεθόδους ανάκτησης της πληροφορίας, μερική ή πλήρη αυτοματοποίηση των ενεργειών συλλογής των πληροφοριών, και απ'ευθείας διαντίδραση με τον ιατρό μέσω ενός τερματικού υπολογιστού.

### **Μείζονα Συστήματα Ιατρικών Πληροφοριών**

Τα κλινικά MIS που περιγράφονται κατωτέρω συνιστούν τα πληρέστερα σήμερα συστήματα του είδους.

#### **Το σύστημα HELP**

Το σύστημα HELP είναι ένα πλήρες νοσοκομειακό σύστημα που χρησιμοποιείται για την ευχερή και άμεση πρόσβαση σε ιατρικά αρχεία και την παροχή ιατρικής κρίσης επί συγκεκριμένων κλινικών προβλημάτων. Το σύστημα αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της

Utah για να καλύψει τις κλινικές ιατρικές ανάγκες, την διεργασία λήψης διαγνωστικών αποφάσεων, καθώς και τις διοικητικές, εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες του L D S (Latter - Day Saints) Νοσοκομείου.

Το σύστημα χρησιμοποιεί μία ευρεία βάση δεδομένων που περιλαμβάνει τα στοιχεία του ασθενούς, φάρμακα που έχουν χορηγηθεί και λαμβάνονται, εργαστηριακά ευρήματα, διαγνώσεις ακτινογραφιών και άλλες κλινικές πληροφορίες. Η διεργασία της εισόδου των δεδομένων του ασθενούς στην βάση δεδομένων είναι σε πολλές περιπτώσεις αυτοματοποιημένη (π.χ. στην μονάδα εντατικής παρακολούθησης όπου το σύστημα ελέγχει απ'ευθείας και καταγράφει φυσιολογικές παραμέτρους).

Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι η υπό μορφή HELP τομέων ενσωμάτωση ιατρικής κρίσης στο σύστημα. "Τομείς" είναι μία συλλογή κανόνων που περιγράφουν τη ιατρική κρίση που εφαρμόζεται σε μία συγκεκριμένη κλινική κατάσταση. Αυτό δηλαδή που συμβαίνει είναι το εξής: μία συγκεκριμένη κλινική συγκυρία δεδομένων ενεργοποιεί ένα τομέα που με την σειρά του προειδοποιεί τον ιατρό μέσω ενός συστήματος "συναγερμών".

Ένας τυπικός συναγερμός μπορεί να προειδοποιήσει ότι ο συνδυασμός φαρμάκων που έχει αποφασισθεί να χορηγηθεί στον συγκεκριμένο ασθενή μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες παρενέργειες. Επί του παρόντος το σύστημα διαθέτει άνω των 2.000 τομέων με ποικίλες κλινικές εφαρμογές.

Το σύστημα HELP παρέχει επίσης την δυνατότητα για ερευνητικές δραστηριότητες δεδομένου ότι μπορεί να προβαίνει σε στατιστική ανάλυση επιλεγμένων ομάδων περιπτώσεων με σκοπό τον

έλεγχο ερευνητικών υποθέσεων.

#### Τα συστήματα COSTAR, T M R & R M R S

Τα συστήματα αυτά καλύπτουν τις ανάγκες της διαδικασίας περίθαλψης εξωτερικών ασθενών. Και τα τρία συστήματα θεωρούν ως κύριο γεγονός της ιατρικής περίθαλψης την εκάστοτε συνάντηση με τον ασθενή στην οποία και επικεντρώνουν.

Το σύστημα RMRS (Regenstrief Medical Record System) λειτουργεί από το 1973 και σήμερα διατηρεί ένα αρχείο άνω των 65.000 ασθενών στο Ινστιτούτο Regenstrief. Και το σύστημα αυτό εφαρμόζει όπως και το σύστημα HELP ιατρική κρίση επισημαίνοντας προβλήματα και μεταδίδοντας ειδικά μηνύματα-υπομνήσεις που μεταβιβάζονται στον ιατρό.

Τελευταίως το σύστημα χρησιμοποιείται και για κλινικές έρευνες όπως π.χ. στην διερεύνηση συγκεκριμένων ακτινογραφικών ευρημάτων προγνωστικώς ενδεικτικών συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας σε εξωτερικούς ασθενείς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το RMRS είναι το μόνο σύστημα που έχει ευρέως μελετηθεί σχετικά με την επίδραση που ασκεί στη συμπεριφορά του ιατρού. Πολυάριθμες μελέτες έχουν σταθερά δείξει ότι το σύστημα ασκεί μία μεγάλη και στατιστικά σημαντική επίδραση στην συμπεριφορά του θεράποντος ιατρού.

#### Το σύστημα T M R (The Medical Record)

Πρόκειται για ένα πλήρες MIS που δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τους συνήθεις φακέλους των ασθενών με ένα ηλεκτρονικό αρχείο που να ικανοποιεί τις ανάγκες του νοσοκομειακού

ιατρού. Το σύστημα, που αναπτύχθηκε στο Ιατρικό Κέντρο του Πανεπιστημίου Duke των ΗΠΑ, έχει υιοθετηθεί από ένα μεγάλο αριθμό ιδρυμάτων.

#### Το σύστημα C O S T A R

(Computer Stored Ambulatory Medical Record)

Ο πρωταρχικός σκοπός του συστήματος C O S T A R, δημιουργήματος του Εργαστηρίου Επιστήμης των Υπολογιστών του Γενικού Νοσοκομείου της Μασσαχουσέτης ήταν η υποστήριξη της πρωτοβάθμιας περίθαλψης εξωτερικών ασθενών του Κοινωνικού Προγράμματος Υγείας του Πανεπιστημίου Harvard. Η φιλοσοφία σχεδιασμού του C O S T A R είναι η δημιουργία ενός ευκόλως τροποποιούμενου (μέσω νέων προγραμμάτων που γράφονται σε μία εξειδικευμένη γλώσσα, την MUMPS) συστήματος πολλαπλών χρήσεων.

Τα συστήματα A R A M I S (American Rheumatological Association Medical Information Systems) & Duke Databank for Cardiovascular Disease σε αντίθεση με τα προηγούμενα είναι ειδικώς σχεδιασμένα για επιδημιολογική έρευνα. Το κίνητρο για την δημιουργία των προγραμμάτων αυτών ήταν η επιθυμία να συγκεντρωθεί ένας μεγάλος αριθμός περιπτώσεων ασθενών με πλήρη και λεπτομερή στοιχεία των συγκεκριμένων παθήσεων και μετά από μακράς διάρκειας follow-up να προσδιορισθούν οι πρόδρομες μορφές, η εξέλιξη και η πρόγνωση των παθήσεων αυτών. Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι η βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου Duke συνίσταται από άνω των 8.000 ασθενών που παρακολουθούνται με την διάγνωση "πιθανή νόσος των στεφανιαίων αρτηριών".

### **Περιοχές όπου Επιβάλλονται βελτιώσεις**

Παρά τις αναμφισβήτητες προόδους που τελευταίως έχουν πραγματοποιηθεί στον τομέα του σχεδιασμού και λειτουργικότητας των MIS υπάρχουν αρκετές περιοχές η βελτίωση των οποίων θα διηύρυνε την χρηστικότητα αυτών των συστημάτων. Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής:

α. Βελτιώσεις στις τεχνικές συλλογής των πληροφοριών που θα πρέπει να αυτοματοποιηθούν πλήρως.

β. Διεύρυνση του φάσματος των κλινικών πληροφοριών που περιλαμβάνονται στα MIS.

γ. Τα MIS θα πρέπει να γίνουν πιο ευέλικτα για να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και ειδικές περιπτώσεις που προκύπτουν από τις διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες λειτουργίας των συστημάτων παροχής υπηρεσιών υγείας.

δ. Βελτιώσεις στον τρόπο με τον οποίο η πληροφορία παρουσιάζεται στον χρήστη. Τα περισσότερα MIS δεν απεικονίζουν τις μεταβολές στον χρόνο υπό την μορφή γραφικών παραστάσεων, ούτε παρουσιάζουν εικονογραφημένη πληροφορία όπως π.χ. ακτινογραφίες.

### **Πιθανολογούμενες Εξελίξεις στο Μέλλον**

Οι προβλεπόμενες μελλοντικές εξελίξεις στα MIS περιληπτικά αφορούν τους εξής τομείς.

α. Στο μέλλον θα υπάρξουν οικονομικότεροι και ισχυρότεροι υπολογιστές με σημαντικά μεγαλύτερες δυνατότητες αποθήκευσης, και δυνατότητες ταχύτερης μετάδοσης των δεδομένων.

β. Η εφαρμογή της κατανεμημένης επεξεργασίας δεδομένων (distributed data processing) θα επιτρέψει την επεξεργασία της

πληροφορίας αρχικώς στο νοσοκομειακό χώρο (κλινική ή εργαστήριο) που προέκυψε και την ταυτόχρονη διανομή της σε άλλα νοσοκομειακά διαμερίσματα.

γ. Η εφαρμογή των σχεσιακών βάσεων δεδομένων (relational data bases) θα επιτρέψει μεγαλύτερη δομική ευελιξία του συστήματος.

δ. Αναμένεται ότι με την ενσωμάτωση νοημοσύνης (artificial intelligence) στα MIS τα συστήματα αυτά θα αποκτήσουν τουλάχιστον μία υποτυπώδη αντίληψη του γενικότερου πλαισίου εντός του οποίου λειτουργούν.

ε. Τα μελλοντικά MIS θα έχουν μεγαλύτερη ενεργό συμμετοχή στην περίθαλψη του ασθενούς (συνδρομή στον ιατρό μέσω συναγεργμών, προγνωστικών εκτιμήσεων, συμβολή στη λήψη αποφάσεων κ.λ.π.)

στ. Η δυνατότητα αναγνώρισης φωνής θα επιτρέψει την απ'ευθείας υπαγόρευση των σχετικών με την εξέλιξη του ασθενούς σχολίων, των σχετικών με την θεραπεία εντολών και εισηγήσεων, και άλλων τύπων πληροφορίας.

ζ. Βελτιώσεις αναμένονται και στον τόπο διαντίδρασης του συστήματος με το χρήστη υπό την έννοια της δυνατότητας εικονογραφικής παρουσίασης, παρουσίασης γραφικών παραστάσεων κ.λ.π.

η. Τέλος, μία πρόσφατη καινοτομία που προβλέπεται να επηρεάσει σημαντικά την μελλοντική δομή των MIS είναι η ανάπτυξη προσωπικών ιατρικών βάσεων δεδομένων σε κατασκευές μεγέθους πιστωτικής κάρτας που μπορούν να περιέχουν μέχρι και 80 σελίδες κωδικοποιημένων πληροφοριών και θα φέρονται από τον ασθενή. Η ριζική αυτή κατάργηση της συγκεντρωτικής αποθήκευσης πληροφοριών είναι πιθανό να επηρεάσει σημαντικότερα τον τρόπο κατασκευής των MIS στο άμεσο μέλλον.

ΛΗΨΗ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥ  
( C M D )

Ε ι σ α γ ω γ ή

Με ελάχιστες εξαιρέσεις, ο ρόλος των Μ Ι Σ στην διεργασία της λήψης ιατρικών αποφάσεων είναι παθητικός. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί περιγράφονται συστήματα ο σχεδιασμός των οποίων αποσκοπεί στην ανάληψη εκ μέρους των εφαρμογών αυτών ενός περισσότερο ενεργού ρόλου.

Όλα τα συστήματα που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή είναι κατά τέτοιο τρόπο σχεδιασμένα ώστε να παρέχουν βοήθεια στον ιατρό και εξειδικευμένο παραϊατρικό προσωπικό στην λήψη διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων. Η συμβολή των υπολογιστών στην όλη αυτή διαδικασία είναι κριτικής σημασίας και τούτο διότι οι υπολογιστές έχουν την ικανότητα να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων σύμφωνα με πολύ συγκεκριμένους κανόνες και ουσιαστικά χωρίς λάθη. Στην C M D η μοναδική αυτή ικανότητα των υπολογιστών τίθεται στην υπηρεσία της διεργασίας λήψης ιατρικών αποφάσεων. Ο ευφυής σχεδιασμός των συστημάτων αυτών αποσκοπεί στο να βοηθήσει τον ιατρό να αντιμετωπίσει και χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά τις τεράστιες ποσότητες πληροφοριών που έχει στη διάθεσή του στο σύγχρονο ιατρικό περιβάλλον. Περιληπτικώς, αυτό που επιδιώκεται με τα C M D συστήματα συνοψίζεται στα εξής:

α) Βελτίωση της ακρίβειας των κλινικών διαγνώσεων μέσω προσεγγίσεων που είναι συστηματικές, πλήρεις και ικανές να συνδυάζουν δεδομένα από ποικίλες πηγές πληροφόρησης.

β) Βελτίωση της αξιοπιστίας των κλινικών αποφάσεων με την καθιέρωση σαφών και συγκεκριμένων κριτηρίων λήψης αποφάσεων.

γ) Βελτίωση του κόστους αποδοτικότητας των εργαστηριακών δοκιμασιών και θεραπευτικών σχημάτων μέσω ισοσκελισμού της ανάλυσης χρόνου, ταλαιπωρίας και δαπανών ή ωφελημάτων και κινδύνων που συνεπάγονται συγκεκριμένοι τρόποι δράσης.

δ) Βελτίωση της κατανόησης της δομής της ιατρικής γνώσης, με την ανάπτυξη τεχνικών επισήμανσης ανακολουθιών και ανακρίβειών στο είδος αυτό της γνώσης.

ε) Βελτίωση της κατανόησης της διεργασίας λήψης κλινικών αποφάσεων προκειμένου να βελτιωθεί η ιατρική εκπαίδευση και η ικανότητα κατασκευής περισσότερο αποτελεσματικών και πλέον κατανοητών προγραμμάτων υπολογιστών.

#### **Τα 4 Βασικά C M D Συστήματα**

Όλα τα C M D συστήματα στοχεύουν στην διαμόρφωση της πλέον κατάλληλης απόφασης σχετικά με την διάγνωση &/ή θεραπεία ενός συγκεκριμένου ασθενούς, αλλά θα πρέπει να τονισθεί ότι καταλήγουν στην απόφαση αυτή μέσω διαφορετικών προσεγγίσεων του προβλήματος.

1) Κλινικοί Αλγόριθμοι

2) Στατιστική Ταξινόμηση Προτύπων

3) Ανάλυση Αποφάσεων

4) Έμπειρα Συστήματα

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλες αυτές οι εφαρμογές αναπτύχθηκαν αρχικά εκτός ιατρικής προς εξυπηρέτηση διαφορετικών της διεργασίας λήψης ιατρικών αποφάσεων σκοπών. Επιπλέον υπενθυμί-



ζεται ότι δύο από τα M I S που ήδη αναπτύχθηκαν, τα συστήματα H E L P & R M R S, εμπεριέχουν ένα C M D στοιχείο δεδομένου ότι εφαρμόζουν και ιατρική κρίση στα πλαίσια της συνολικής λειτουργίας τους. Υπό την έννοια αυτή εντάσσονται βεβαίως στην κατηγορία των C M D, αλλά δοθέντος ότι η κυρία λειτουργία τους δεν εξυπηρετεί την λήψη διαγνωστικών ή θεραπευτικών αποφάσεων δεν αναπτύσσονται στο κεφάλαιο τούτο.

Τα δύο πρώτα C M D συστήματα λήψης ιατρικών αποφάσεων δηλαδή οι κλινικοί αλγόριθμοι και η στατιστική ανάλυση προτύπων επιλαμβάνονται του γνωστού προβλήματος της αβεβαιότητας που βιώνει ο ιατρός σε αρκετά από τα κλινικά προβλήματα που αντιμετωπίζει καθημερινά και τα οποία εντάσσονται συχνά στην κατηγορία των λεγόμενων "προβλημάτων ασαφούς δομής".

Δεδομένου ότι συχνότατα τα στοιχεία που προσφέρονται είναι ανεπαρκή, ο ιατρός διατυπώνει συνήθως την διαγνωστική του αβεβαιότητα με όρους αμφιλεγόμενης εγκυρότητας. Το ζητούμενο είναι η συγκεκριμενοποίηση της αβεβαιότητας δηλαδή η ποσοτικοποίησή της που εκφράζεται σαν πιθανότητα. Αυτό συνιστά μία απολύτως επιβεβλημένη αρχή διότι, έγκυρη, ακριβής και κλινικώς χρήσιμη είναι η ποσοτικοποιημένη μέσω συγκεκριμένων μεθόδων αβεβαιότητα που εκφραζόμενη ως πιθανότητα, καταργεί την αμφισημία ή πολυσημία των αυθαιρέτων εκτιμήσεων και κυρίως, συμβάλλει θετικά στην αξιοποίηση κάθε νέας προκύπτουσας πληροφόρησης στην διαδικασία επίλυσης ενός διαγνωστικού ή θεραπευτικού προβλήματος.

Ο ιατρός εκτιμά την πιθανότητα από την προσωπική του εμπειρία και την δημοσιευμένη εμπειρία. Η διατύπωση της προσωπικής εμπειρίας του ιατρού είναι άμεσα συνυφασμένη με την ευρετική

(heuristics), την τέχνη της επιτυχούς κατ'εικασίαν εκτίμησης, που μπορεί να εκφράζεται ως ευρετική της αντιπροσωπευτικότητας ή ως ευρετική της διαθεσιμότητας. Στην πρώτη περίπτωση η πιθανότητα ενός γεγονότος εκτιμάται με βάση τον βαθμό ομοιότητας των χαρακτηριστικών του με τα χαρακτηριστικά ενός δεδομένου προτύπου. Στην δεύτερη περίπτωση, η πιθανότητα ενός γεγονότος κρίνεται από την ευκολία την οποία το γεγονός ανακαλείται στην μνήμη.

Είναι προφανές ότι η άποψη που διατυπώνει ο ιατρός βασισμένος στην προηγούμενη προσωπική του εμπειρία μπορεί να είναι εσφαλμένη λόγω αυθαίρετης ερμηνείας των προσωπικών διαισθητικών του εκτιμήσεων.

Η δημοσιευμένη εμπειρία του ιατρού εκφράζεται ως υπεροχή (prevalence) συγκεκριμένων κλινικών προγνωστικών δεικτών που έχουν ήδη υπολογισθεί με δύο στατιστικές μεθόδους, την παλίνδρομη ανάλυση και τους κλινικούς αλγόριθμους.

### **Κλινικοί Αλγόριθμοι**

Οι κλινικοί αλγόριθμοι ή πρωτόκολα είναι ρητές βήμα-προς-βήμα εντολές υπό την μορφή διαγραμμάτων ροής προς επίλυση κλινικών προβλημάτων. Οι κλινικοί αλγόριθμοι αξιοποιούν αυστηρώς προσδιορισμένους κλινικούς προγνωστικούς δείκτες, όπως αυτοί αναγνωρίζονται στατιστικώς σε ένα πληθυσμό πασχόντων από κάποια συγκεκριμένη νόσο, για να ερμηνεύσουν τα ευρήματα ή το εύρημα του ανά χείρας κλινικού προβλήματος. Ο τελικός σκοπός κάθε κλινικού αλγορίθμου είναι η κατάταξη του ασθενούς σε μία ομάδα στην οποία η υπεροχή της νόσου είναι είτε πολύ υψηλή είτε πολύ

χαμηλή. Τυπικά, τα ευρήματα που χρησιμοποιούνται σε κάθε ΝΑΙ - ΟΧΙ κόμβο απόφασης είναι αυτά που κατεξοχήν διαφοροποιούν μεταξύ πασχόντων και μη πασχόντων ασθενών στο συγκεκριμένο σημείο της διαδικασίας.

Οι υπάρχοντες κλινικοί αλγόριθμοι έχουν σχεδιασθεί από εμπειρογνώμονες ιατρούς και χρησιμοποιούνται τόσο από ιατρούς, όσο και από το βοηθητικό παραϊατρικό προσωπικό. Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται κυρίως ως το μέσο με το οποίο ο αλγόριθμος παρουσιάζεται στον υπεύθυνο για την λήψη της απόφασης χρήστη.

Οι κλινικοί αλγόριθμοι έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες καταστάσεις όπως π.χ. στην αντιμετώπιση οξέων παθήσεων, την χημειοθεραπεία κατά του καρκίνου, την θεραπεία της φαρυγγίτιδας, την αντιμετώπιση του πονοκεφάλου κ.α. Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι, παρόλο που η συμβολή των συστημάτων αυτών στην παροχή ιατρικών υπηρεσιών από το βοηθητικό ιατρικό προσωπικό θεωρείται σημαντικότερη, εν τούτοις, η εφαρμογή τους περιορίζεται σε περιπτώσεις όπου η λογική της διάγνωσης και της θεραπείας είναι απλή και καθόλου επιλεγμένη. Είναι προφανές ότι για περισσότερο σύνθετες περιπτώσεις της κλινικής πρακτικής εμπειρίας απαιτούνται άλλες μέθοδοι λήψης αποφάσεων.

### Στατιστική Ταξινόμηση Προτύπων

#### Ε ι σ α γ ω γ ή

Η στατιστική ταξινόμηση προτύπων συνιστά μία μαθηματική προσέγγιση της C M D. Η μέθοδος χρησιμοποιεί στατιστικές τεχνικές για την αναγνώριση συνδυασμών σημείων και συμπτωμάτων (patterns) ενδεικτικών της παρουσίας νόσου. Πιο συγκεκριμένα,

οι στατιστικές αυτές αναγνωρίζουν σύνολα διακριτικών γνωρισμάτων που συνδέονται στατιστικώς με κάποια συγκεκριμένη "ταξινόμηση" (νόσο), επιτρέποντας κατ'αυτό τον τρόπο την αξιόπιστη κατάταξη του ασθενούς σε μία συγκεκριμένη κατηγορία, δηλαδή την διάγνωση.

Η μεθοδολογία προϋποθέτει την συλλογή δεδομένων συναφών μεταξύ τους νόσων επί σχετικά μεγάλων ομάδων ασθενών για την δημιουργία της λεγόμενης βάσης σταθερών δεδομένων (training set ή training data base). Κατόπιν, τα δεδομένα επεξεργάζονται εφαρμόζοντας μία από τις στατιστικές τεχνικές με σκοπό την αναγνώριση συσχετίσεων μεταξύ ανεξαρτήτων μεταβλητών (π.χ. συμπτωμάτων) και κατηγοριών νόσων.

Οι χρησιμοποιούμενες στατιστικές τεχνικές μπορεί να είναι απλές, όπως η απλή γραμμική παλινδρόμηση, ή περισσότερο σύνθετες, όπως η διαφορική ανάλυση και η ταξινόμηση κατά Bayes. Το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντα μία μαθηματική συνάρτηση που δίνει μία αριθμητική εκτίμηση ενδεικτική της πιθανότερης διάγνωσης.

### **Ταξινόμηση κατά Bayes**

Η Ταξινόμηση κατά Bayes συνιστά μία σπουδαία υποκατηγορία των στατιστικών ταξινομήσεων προτύπων και βασίζεται στην χρησιμοποίηση υποθετικών πιθανοτήτων. Συγκεκριμένα, η μέθοδος βασίζεται στην αρχή ότι είναι δυνατό να προβλέψουμε την πιθανότητα ότι ένας ασθενής έχει μία νόσο δοθέντων των κλινικών εκδηλώσεων του ασθενούς, της υπεροχής της νόσου στον πληθυσμό και της συχνότητας με την οποία οι εκδηλώσεις του ασθενούς παρατηρούνται

σε ασθενείς με την νόσο. Η ταξινόμηση κατά Bayes είναι ταξινομήση προτύπων με την έννοια ότι δίνει μία πιθανότητα ότι ένα δεδομένο πρότυπο (pattern) σημείων και συμπτωμάτων συνδέεται με μία νόσο, αλλά παράλληλα η μέθοδος μεριμνά και για τις προσαρμοστικές διορθώσεις που αφορούν παραλλαγές της προ του ελέγχου, πιθανότητας ύπαρξης της νόσου (pretest ή prior probability) στον συγκεκριμένο πληθυσμό. Η μέθοδος απαιτεί δυνατότητα πρόσβασης σε μία βάση σταθερών δεδομένων (training data base) που περιέχει όλες τις εκδηλώσεις και νόσους που ενδιαφέρουν, και μάλιστα σε επαρκείς αριθμούς, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται μία αξιόπιστη εκτίμηση των υποθετικών πιθανοτήτων. Η βασική ανάλυση κατά Bayes υποθέτει ότι είναι δυνατό να προσδιορίσει την παρουσία, απουσία ή διαγνωστική βαρύτητα όλων των σχετικών σημείων και συμπτωμάτων. Λόγω των συμφυών δυσχερειών στην συλλογή όλων αυτών των πληροφοριών επινοήθηκε η σειριακή (sequential) ανάλυση κατά Bayes που επιτρέπει την ενσωμάτωση νέων διαθέσιμων δεδομένων και δεν απαιτεί πλήρη δεδομένα. Το σημαντικό με την σειριακή ανάλυση κατά Bayes είναι ότι σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους ταξινόμησης προτύπων επιτρέπει την στατιστική ερμηνεία όσων δεδομένων προσφέρονται στην εκάστοτε χρονική συγκυρία.

Σήμερα η ανάλυση Bayes και οι παραλλαγές της (Odds ratio, Tree, 2x2 Table) χρησιμοποιούνται ευρέως ως μέθοδοι εκτίμησης της επίδρασης της νέας πληροφορίας στην διαγνωστική ή θεραπευτική διαδικασία. Οι σύνθετοι μαθηματικοί τύποι της μεθόδου έχουν αντικατασταθεί από προγράμματα υπολογιστών ή άλλες απλές συνοπτικές τεχνικές.

### Παραδείγματα κλινικών εφαρμογών της ανάλυσης Bayes

Η μέθοδος εφαρμόζεται για την ερμηνεία θυρεοειδικών όζων, ορολογικών ευρημάτων, σπινθηρογραφημάτων, περιπτώσεων δυσπεψίας αιμορραγίας του γαστροεντερικού συστήματος, ικτέρου, φαρυγγίτιδας, λοιμώξεων του αναπνευστικού συστήματος, νεφρωσικού συνδρόμου, κοιλιακού πόνου, προγενετικού ελέγχου κ.ά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις η απόδοση των στατιστικών αυτών προσεγγίσεων της C M D υπήρξε εντυπωσιακά επιτυχέστερη από την αντίστοιχη έμπειρων κλινικών ιατρών που αντιμετώπισαν το ίδιο κλινικό πρόβλημα. Για παράδειγμα, κατά την εκτίμηση 304 ασθενών με οξύ κοιλιακό πόνο οι κλινικοί ιατροί έθεσαν την σωστή διάγνωση στο 65 - 80% των περιπτώσεων, ενώ με την μέθοδο της κατά Bayes ανάλυσης το σύστημα ήταν σωστό στο 91,8% των περιπτώσεων.

Τα παραδείγματα που αναφέρονται κατωτέρω συνιστούν απλά αντιπροσωπευτικά παραδείγματα περιπτώσεων της καθημερινής ιατρικής πρακτικής όπου εφαρμόζεται η ανάλυση Bayes.

Παράδειγμα: Ας υποτεθεί ότι, με βάση τα ευρήματα της αρχικής εκτιμήσεως της καταστάσεως ενός ασθενούς πιστεύετε ότι η πιθανότητα νόσου είναι .25. Θα συμφωνούσατε να αρχίσετε μία ειδική θεραπεία, αν η πιθανότητα της νόσου είναι μεγαλύτερη .5. Ποιός είναι ο ελάχιστος λόγος πιθανότητας (likelihood ratio) του αποτελέσματος ενός TEST που θα αλλάξει την θεραπεία του ασθενούς;

Παράδειγμα: Άνδρας 55 ετών βαρύς καπνιστής παρουσιάζει με αιμόπτυση. Με βάση τα κλινικά ευρήματα και την προσωπική της εμπειρία η ιατρός υποψιάζεται καρκίνο του πνεύμονος και υπολο-

γίζει την pretest πιθανότητα για καρκίνο του πνεύμονος σε .4. Ποιά η πιθανότητα να έχει ο ασθενής καρκίνο του πνεύμονος αν η ακτινογραφία πνεύμονος δείξει μάζα στον δεξιό άνω λοβό ποιά η πιθανότητα αν δεν δείξει;

### Ανάλυση Αποφάσεων (Decision Analysis)

#### Ε ι σ α γ ω γ ή

Ο κλινικός ιατρός λαμβάνει αποφάσεις και προβαίνει σε πολλές επιλογές καθημερινώς που κυρίως, αφορούν την χρησιμοποίηση μίας διερευνητικής διαγνωστικής μεθόδου, την επιλογή μίας συγκεκριμένης θεραπευτικής αγωγής ή την εισαγωγή κάποιου ασθενούς στο νοσοκομείο για περαιτέρω διερεύνηση του κλινικού του προβλήματος. Οι περισσότερες από αυτές τις αποφάσεις και επιλογές είναι απλές και εύκολες για τον έμπειρο κλινικό που χρησιμοποιεί καθιερωμένες διαδικαστικές τακτικές για τα περισσότερα από τα κλινικά αυτά προβλήματα. Οι εμπειρικές αυτές μέθοδοι (heuristics) ή κλινικές τακτικές, όπως αποκαλούνται (clinical policies), συνιστούν το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα του έμπειρου κλινικού ιατρού. Αρκετά όμως από τα καθημερινά κλινικά προβλήματα δεν προσφέρονται για εύκολες λύσεις. Η διάγνωση μπορεί να είναι αβέβαιη, οι διαθέσιμες θεραπευτικές αγωγές να μην είναι απόλυτα αποτελεσματικές, και οι διερευνητικές μέθοδοι ή θεραπευτικές αγωγές να συνοδεύονται από κάποιο σημαντικό ποσοστό κινδύνου. Συχνά το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι τα υπάρχοντα στοιχεία και δεδομένα δεν επιτρέπουν την αξιολόγηση μίας συγκεκριμένης επιλογής. Άλλοτε πάλι, καμμία διασφάλιση δεν παρέχεται ότι τα αποτελέσματα μελετών που έχουν δημοσιευθεί μπο-

ρεί να χρησιμοποιηθούν σαν στοιχεία που εξυπηρετούν τις ανάγκες του υπό μελέτη κλινικού προβλήματος.

Για παράδειγμα, μία κλινική μελέτη μπορεί να έχει υπολογίσει τον χρόνο επιβίωσης για μία συγκεκριμένη νόσο, ενώ ο ασθενής με την νόσο μπορεί να ενδιαφέρεται περισσότερο για ποιότητα ζωής. Και στην περίπτωση όμως που τα αναγκαία στοιχεία προσφέρονται ο κλινικός ιατρός μπορεί να χρειάζεται μία μέθοδο ή τεχνική σύμφωνα με την οποία επεξεργαζόμενα τα συγκεκριμένα αυτά στοιχεία να οδηγούν στην λήψη της πλέον ενδεδειγμένης κλινικής απόφασης. Χρειάζεται δηλαδή ο κλινικός ιατρός ένα μέσο γενικότερης προσέγγισης για την λήψη αποφάσεων σε περιπτώσεις όπου το πρόβλημα είναι ιδιάζον, η έκβαση αβέβαιη και οι κίνδυνοι υψηλοί ή οσάκις επιχειρεί να διαμορφώσει μία κλινική τακτική (πολιτική) την οποία θα μπορεί να εφαρμόσει σε ανάλογες περιπτώσεις και στο μέλλον. Η εξασφάλιση στον κλινικό ιατρό μίας τέτοιας συστηματικής διεργασίας αποτελεί το αντικείμενο της τεχνικής της ανάλυσης αποφάσεων.

Η ανάλυση αποφάσεων δεν είναι διαγνωστική μέθοδος αλλά μία τεχνική προσδιορισμού της βέλτιστης πορείας δράσης σε κλινικές περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα για την διάγνωση ή τα αποτελέσματα της θεραπείας, και κατά τις οποίες οι συνέπειες συγκεκριμένων ενεργειών περιλαμβάνουν τόσο επιθυμητά όσο και ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Η ανάλυση αποφάσεων, που σημειωτέον προέκυψε από τον κλάδο της επιχειρησιακής έρευνας και την θεωρία παιχνιδιών (game theory) μπορεί να εφαρμοσθεί σε εξατομικευμένες περιπτώσεις ασθενών, σε κατηγορίες προβλημάτων και στην διαμόρφωση πολιτικών που αφορούν θέματα υγείας.



## Κατηγορίες Κλινικών Προβλημάτων που Προσφέρονται για Ανάλυση

Γενικώς έχουν αναγνωρισθεί οι εξής 8 κατηγορίες κλινικών προβλημάτων που προσφέρονται για ανάλυση.

1. **Διαγνωστική αβεβαιότητα.** Απαιτείται η λήψη μιάς απόφασης αλλά η διάγνωση είναι αβέβαιη. Θα πρέπει ή να προσδιορισθεί μία θεραπευτική αγωγή ή να γίνει κάποια εργαστηριακή δοκιμασία που θα θέσει την διάγνωση.

2. **Θεραπευτική αβεβαιότητα.** Η διάγνωση έχει τεθεί αλλά οι διαθέσιμες θεραπευτικές επιλογές έχουν αμφισβητούμενη αποτελεσματικότητα ή διαμετρικά αντίθετα αποτελέσματα.

3. **Βραχύ προσδόκιμο επιβίωσης.** Συνήθεις τρόποι αντιμετώπισης δεν είναι οι πλέον κατάλληλοι επί ασθενών με σημαντικά ελαττωμένο προσδόκιμο επιβίωσης λόγω μεγάλης ηλικίας ή πολλών νοσημάτων.

4. **Υψηλός κίνδυνος διαγνωστικής δοκιμασίας ή θεραπείας.** Η συνήθης διαδικασία διερεύνησης ή θεραπείας δεν μπορεί να ακολουθήσει διότι ο συνεπαγόμενος κίνδυνος είναι ιδιαίτερα μεγάλος

5. **Χρόνος, ως παράγων κριτικής σημασίας (critical timing).** Η εφαρμογή μιάς συγκεκριμένης αγωγής σύντομα είναι επιθυμητή για κάποιο λόγο, αλλά και η καθυστέρηση της θεωρείται σκόπιμη για κάποιο λόγο. Το πρόβλημα είναι να υπάρξει μιά συμβιβαστική λύση σε ότι αφορά τον παράγοντα χρόνο (timing) προκειμένου να

επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

**6. Διεργασίες κατά σειρά.** Θα πρέπει να αποφασισθεί η βέλτιστη σειρά αρκετών αναγκαίων διαγνωστικών ή θεραπευτικών διεργασιών.

**7. Επικράτηση των προτιμήσεων του ασθενούς.** Οι απόψεις του ασθενούς επί των διαφόρων εκβάσεων επηρεάζουν αποφασιστικά την επιλογή της διερευνητικής διαδικασίας ή θεραπείας.

**8. Σπάνιο, καινοφανές και ιδιάζον πρόβλημα.** Η εισηγούμενη προσέγγιση του προβλήματος αποτελεί μία νέα εφαρμογή μίας καθιερωμένης θεραπευτικής αγωγής ή συνιστά τελείως νέα θεραπευτική αντιμετώπιση.

#### **Στάδια της Ανάλυσης Αποφάσεων**

Τα στάδια της ανάλυσης αποφάσεων είναι συνοπτικώς τα εξής:

1. Διατύπωση της ερώτησης ή του προβλήματος
2. Αναγνώριση των προσφερομένων επιλογών
3. Δόμηση του δένδρου αποφάσεων
4. Εκχώρηση πιθανοτήτων στις πιθανές εκβάσεις
5. Αξιολόγηση κάθε τελικής έκβασης μέσω προσδιορισμού της προσδοκώμενης ωφελιμότητας κάθε έκβασης.
6. Προτίμηση της επιλογής με την μεγαλύτερη προσδοκώμενη ωφελιμότητα.
7. Εκτέλεση ανάλυσης ευαισθησίας.

## Ανάπτυξη των Σταδίων της Ανάλυσης Αποφάσεων

1. Διατύπωση της Ερώτησης, ή του Προβλήματος, για το οποίο θα πρέπει να ληφθεί μία απόφαση.

2. Αναγνώριση των προσφερόμενων επιλογών.

3. Δόμηση του δένδρου αποφάσεων. Το δένδρο αποφάσεων συνιστά μία μέθοδο συμβολικής απεικόνισης και σύγκρισης όλων των κλινικών σημαντικών επιλογών και των πιθανών εκβάσεων κάθε μιάς από τις επιλογές αυτές. Κάθε σημείο στο δένδρο αποφάσεων όπου υποδηλώνεται ο αριθμός των προσφερομένων επιλογών λέγεται **κόμβος αποφάσεων** (decision node) και συμβολίζεται με ένα τετράγωνο. Ως **κόμβος πιθανοτήτων** που συμβολίζεται με ένα κύκλο ορίζεται κάθε σημείο στο δένδρο αποφάσεων όπου πιθανότητες και μόνο καθορίζουν το ενδεχόμενο πραγματοποίησης των θεωρούμενων εκβάσεων.

4. Εκχώρηση πιθανοτήτων στις πιθανές εκβάσεις. Σε κάθε έκβαση των κόμβων πιθανοτήτων εκχωρείται μία πιθανότητα  $P$ . Το σύνολο των πιθανών εκβάσεων σε κάθε κόμβο πιθανοτήτων θα πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις πιθανές εκβάσεις οι οποίες σημειωτέον θα πρέπει να αποκλείονται αμοιβαίως. Οι πιθανότητες αναζητούνται στην ιατρική βιβλιογραφία ή μπορεί να προσδιορίζονται από εμπειρογνώμονες ειδικούς για το υπό μελέτη πρόβλημα. Δεδομένου ότι, όπως προαναφέρθηκε, οι πιθανές εκβάσεις θα πρέπει να αποκλείονται αμοιβαίως, το άθροισμα των πιθανοτήτων των εκβάσεων σε κάθε κόμβο πιθανοτήτων πρέπει να είναι ίσο με την μονάδα.

5. Αξιολόγηση κάθε τελικής έκβασης μέσω προσδιορισμού της προσδοκώμενης ωφελιμότητας κάθε έκβασης.

Στις τελικές εκβάσεις εκχωρείται τόσο μία πιθανότητα, όσο και μία αξία ή ωφελιμότητα, υπό την μορφή μιάς αριθμητικής τιμής μέσα στο πλαίσιο ενός παραλληλόγραμμου. Η ωφελιμότητα κάθε τελικής έκβασης συνιστά θεμελιώδη έννοια της ανάλυσης αποφάσεων δεδομένου ότι υποδηλώνει την προσωπική προτίμηση του ασθενούς για κάθε έκβαση και είναι άμεσα συναρτημένη με την ποιότητα ζωής που εξασφαλίζει κάθε έκβαση. Τους περισσότερους ασθενείς τους απασχολεί σοβαρά το θέμα του προσδιορισμού του χρόνου που θα ζήσουν. Ως εκ τούτου, το προσδόκιμο επιβίωσης συνιστά σοβαρότατο κριτήριο εκτίμησης κάθε τελικής έκβασης. Αποτελεί όμως τούτο ατελές κριτήριο αν δεν ληφθεί υπ' όψιν και συνεκτιμηθεί η ποιότητα ζωής που συνδέεται με τον χρόνο επιβίωσης του ασθενούς. Η ωφελιμότητα κάθε τελικής έκβασης προσλαμβάνει τις τιμές από 1 μέχρι 0 υπό την έννοια ότι 1 είναι η καλύτερη δυνατή έκβαση σε ότι αφορά ποιότητα ζωής και 0, η χειρότερη. Προφανώς οι ενδιαμέσες τιμές μεταξύ 0 και 1 συνιστούν εκβάσεις τις οποίες επίσης αξιολογεί ο ασθενής.

Ο προσδιορισμός της προσδοκώμενης ωφελιμότητας βασίζεται στην συνεκτίμηση της αναμενόμενης ωφελιμότητας και του προσδόκιμου επιβίωσης για κάθε έκβαση (QALYS = Quality Adjusted Life Years). Ο προσδιορισμός της αναμενόμενης ωφελιμότητας γίνεται με την μέθοδο Standard Reference Gamble των Mongenstern και Von Neuman. Η μέθοδος (η αναλυτικότερη περιγραφή της οποίας βρίσκεται έξω από τα όρια της επιχειρούμενης μελέτης) καταγράφει προτιμήσεις επικίνδυνων επιλογών που συνιστούν εκβάσεις παιχνιδιών

Κατ'αντιστοιχία, ο ασθενής καλείται να επιλέξει μεταξύ επικίνδυνων εναλλακτικών επιλογών ("a choice between alternatives is a choice between gambles") και φυσικά κατά κανόνα επιλέγει την έκβαση με την μεγαλύτερη αναμενόμενη ωφελιμότητα. Στο σημείο αυτό σκόπιμο είναι να αναφέρουμε ότι ως ωφελιμότητα ορίζεται: Ένας αριθμός σύγκρισης παιχνιδιών (εκβάσεων) τέτοιος ώστε το παιχνίδι (έκβαση) με την μεγαλύτερη αναμενόμενη ωφελιμότητα θα πρέπει να προτιμηθεί από τον ασθενή. Ο προσδιορισμός του προσδόκιμου χρόνου επιβίωσης μπορεί να γίνει με μετατροπή της κλασματικής επιβίωσης σε προσδοκώμενο χρόνο ζωής ή με την διεργασία MacroN.

#### 6. Εξαγωγή Μέσου Όρου και Αντίστροφη Αναδίπλωση.

Μετά την εκτίμηση της προσδοκώμενης ωφελιμότητας για κάθε τελική έκβαση προβαίνουμε στην εξαγωγή του μέσου όρου των ωφελιμοτήτων των εκβάσεων, για κάθε κόμβο πιθανοτήτων και αντίστροφη αναδίπλωση ("folding back"). Αρχίζουμε δηλαδή από τους τελικούς κόμβους του δένδρου και χρησιμοποιώντας τις προσδοκώμενες ωφελιμότητές τους προσδιορίζουμε τις ωφελιμότητες καθενός από τους προηγούμενους κόμβους πιθανοτήτων προχωρώντας προς τα πίσω Έτσι προοδευτικά φθάνουμε στον κόμβο των αρχικών επιλογών (root decision node) και τις προκύπτουσες από την διεργασία της αντίστροφης αναδίπλωσης προσδοκώμενες ωφελιμότητες κάθε μιάς απ'αυτές. Για τον υπολογισμό της προσδοκώμενης ωφελιμότητας ενός κόμβου πιθανοτήτων λαμβάνουμε την προσδοκώμενη ωφελιμότητα κάθε έκβασης, την πολλαπλασιάζουμε με την πιθανότητα που έχει εκχωρηθεί στη συγκεκριμένη έκβαση και προσθέτουμε κατόπιν τα

αποτελέσματα.

7. Προτίμηση της επιλογής με την μεγαλύτερη προσδοκώμενη ωφελιμότητα.

#### 8. Εκτέλεση Ανάλυσης Ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας είναι μία μέθοδος ελέγχου της εγκυρότητας του συμπεράσματος μιάς ανάλυσης αποφάσεων. Η μέθοδος αποσκοπεί στον έλεγχο της ευαισθησίας των ωφελιμοτήτων σε διακυμάνσεις των υπολογισθέντων πιθανοτήτων που αναπόδραστα επηρεάζουν τις ωφελιμότητες των εκβάσεων. Χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές ανάλυσης ευαισθησίας, όπως η προσομοίωση Monte Carlo, η οριακή ανάλυση κ.ά.

Η επιτυχία της ανάλυσης αποφάσεων εξαρτάται από την ικανότητα υπολογισμού των εκκωρούμενων πιθανοτήτων στις πιθανές εκβάσεις των κόμβων πιθανοτήτων και την ικανότητα εξαγωγής των προσδοκώμενων ωφελιμοτήτων τους. Ο προσδιορισμός των ωφελιμοτήτων των πιθανών εκβάσεων είναι συνήθως το δυσκολότερο στάδιο στην δημιουργία του δένδρου αποφάσεων.

#### Σημασία της Ανάλυσης Αποφάσεων

Η ανάλυση αποφάσεων είναι θέμα που έχει ευρέως μελετηθεί και σαν τεχνική έχει εφαρμοσθεί σε μία ποικιλία κλινικών καταστάσεων. Συγκεκριμένα, έχει εφαρμοσθεί στην διερεύνηση και θεραπευτική αντιμετώπιση των μονήρων θυρεοειδικών οξιδίων, στην σταδιοποίηση και θεραπευτική αντιμετώπιση συγκεκριμένων υποπληθυσμών της νόσου Hodgkin, στην ανάλυση του οφέλους, κινδύνων,

κόστους και προσδόκιμου επιβίωσης της εκλεκτικής χολοκυστεκτομής σε σύγκριση με την συντηρητική αντιμετώπιση της χολολιθίασης, στην ανάλυση της διαγνωστικής εγκυρότητας των διαφόρων διερευνητικών δοκιμασιών που χρησιμοποιούνται για την διάγνωση της αθηροσκληρυντικής νόσου των στεφανιαίων αρτηριών, στην ανάλυση του οφέλους, κινδύνων προσδοκίμου επιβίωσης και κόστους της "εγχείρησης Bypass" για στεφανιαία νόσο, σε σύγκριση με την συντηρητική αντιμετώπιση της νόσου, στην εκτίμηση του εφικτού επιτυχούς διεκπεραίωσης του τοκετού φυσιολογικώς ή με καισαρική τομή σε γυναίκες με ιστορικό προηγούμενης καισαρικής τομής, στον προγενετικό έλεγχο, στην εκτίμηση διαφόρων προγραμμάτων εμβολιασμού, στην εκτίμηση του ερωτήματος διακοπής ή συνέχισης της ανοσοκατασταλτικής αγωγής σε ασθενείς με νεφρικό μόσχευμα που ακολούθως αναπτύσσουν κάποια κακοήθεια (π.χ. κακόηθες μελάνωμα), κ.ά. Παρά την κριτική που έχει ασκηθεί κατά της μεθόδου η ανάλυση αποφάσεων συνιστά σήμερα ένα σημαντικότερο κλάδο της C M D και προσφέρει τρία βασικά πλεονεκτήματα: 1) προσφέρει μία ποσοτική εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο κίνδυνοι και οφέλη μιάς θεραπευτικής αγωγής διαντιδρούν μεταξύ τους, 2) παρέχει την δυνατότητα (και αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό!) ενσωμάτωσης στην διαδικασία της λήψης αποφάσεων των προσωπικών προτιμήσεων του ασθενούς, που τελικά θα πρέπει να υποστεί τις συνέπειες της συγκεκριμένης επιλογής, 3) η μέθοδος εκτιμά κατά τρόπο σαφή τον βαθμό κατά τον οποίο η αβεβαιότητα για την διάγνωση και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας επηρεάζουν τις επιλογές του ιατρού σε ότι αφορά τις διαγνωστικές διερευνητικές διεργασίες και τα διάφορα θεραπευτικά σχήματα που χρησιμοποιεί.

Αυτό που θα πρέπει να τονισθεί ιδιαιτέρως είναι ότι η ανάλυση αποφάσεων παρά την αδιαμφισβήτητη χρησιμότητά της στην επίλυση δύσκολων κλινικών ερωτημάτων δεν αποτελεί πανάκεια για κάθε κλινικό πρόβλημα και επί πλέον, δεν προσφέρεται προς χρήση για κάθε κλινικό ιατρό. Η χρησιμοποίηση της μεθόδου προϋποθέτει συγκεκριμένη εξειδίκευση.

### Πρακτικά προβλήματα στην εφαρμογή της μεθόδου

Τα προβλήματα στην εφαρμογή της ανάλυσης αποφάσεων συνοψίζονται στις ακόλουθες παρατηρήσεις.

1. Αδυναμία εξωτερικής επικύρωσης της εγκυρότητας της μεθόδου.

2. Ακρίβεια του δένδρου αποφάσεων. Δεν υπάρχει μοντέλο που να ανταποκρίνεται απόλυτα στο πραγματικό πρόβλημα του ασθενούς. Για παράδειγμα, πολλές φορές είναι δύσκολο να διατηρηθεί η συμμετρία του δένδρου.

3. Βελτίωση των μεθόδων εκτίμησης της ωφελιμότητας των εκβάσεων.

4. Ανεπαρκής χρήση των μεθόδων ανάλυσης της ευαισθησίας.

5. Έλλειψη εμπειρίας για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης.

6. Έλλειψη αυτοκριτικής μεταξύ των ειδικών στον τομέα της μεθόδου.

7. Η κλινική ανάλυση αποφάσεων παραμένει περισσότερο τέχνη παρά επιστήμη. Οι περισσότερες αναλύσεις δημιουργούνται εξ υπαρχής και σπάνια βασίζονται σε δεδομένα προηγούμενων αναλύσεων.

Θα πρέπει να τονισθεί ιδιαιτέρως το γεγονός ότι όπως και



στην περίπτωση των κλινικών αλγορίθμων έτσι και στην ανάλυση αποφάσεων ο ρόλος των υπολογιστών είναι δευτερεύων. Ο υπολογιστής είναι ένα χρησιμότερο μέσο για τον υπολογισμό των προσδοκώμενων ωφελιμοτήτων και για υπολογισμούς που σχετίζονται με την εκτίμηση των ωφελιμοτήτων, αλλά δεν αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο της ανάλυσης αποφάσεων. Τα δύο κατ'εξοχήν προγράμματα που χρησιμοποιούνται σήμερα για ανάλυση αποφάσεων είναι τα προγράμματα Decision Maker & S L M Tree της IBM και το D-Maker της Apple για τους υπολογιστές τύπου Macintosh.

## ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Expert Systems)

### Ε ι σ α γ ω γ ή

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιγραφείσες εφαρμογές της C M D, όπου ο ρόλος του υπολογιστού θεωρείται δευτερεύων, στην περίπτωση των εμπείρων συστημάτων ο ηλεκτρονικός υπολογιστής παίζει πρωτεύοντα ρόλο. Τα έμπειρα συστήματα ανήκουν στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, που είναι στενά συνδεδεμένο με τη γνωστική (νοητική) ψυχολογία και την αναπαράσταση των νοητικών διεργασιών από τον υπολογιστή. Τεχνητή νοημοσύνη είναι ο τομέας εκείνος της επιστήμης των υπολογιστών που ασχολείται με την κατασκευή μηχανών που είναι ικανές να εκτελούν έργα που αν τα εκτελούσαν άνθρωποι θα εθεωρείτο ότι τους χαρακτηρίζει νοήμων (ευφυής) συμπεριφορά.

Τα έμπειρα συστήματα είναι προγράμματα που μιμούνται τον ευρετικό (heuristic) τρόπο προσέγγισης των εμπειρογνομώνων σε συγκεκριμένους τομείς στην επίλυση διαγνωστικών και θεραπευτικών προβλημάτων. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στην αρχή ότι είναι δυνατό να διαχωρισθεί η ιατρική γνώση από την μέθοδο που χρησιμοποιείται κατά την εφαρμογή της προς επίλυση κλινικών προβλημάτων και ότι είναι επίσης δυνατή η κωδικοποίηση (αναπαράσταση) της ιατρικής γνώσης κατά τρόπο που να καθίσταται δυνατή η διαχείρισή της από υπολογιστές που χρησιμοποιούν συμβολική λογική ή κάποια άλλη προσέγγιση.

Ευρετική (heuristics) ή η τέχνη της επιτυχούς κατ'εικασίαν εκτίμησης.

Όπως προαναφέρθηκε τα προγράμματα των εμπείρων συστημάτων

χρησιμοποιούν τον ευρετικό τρόπο προσέγγισης (heuristics) των εμπειρογνώμωνων.

Η ευρετική, ή "η τέχνη της επιτυχούς κατ'εικασίαν εκτίμησης" συνιστά μία εμπειρική ("rule of thumb"), μη τεκμηριωμένη, αξιόπιστη συνήθως τεχνική που χρησιμοποιείται από τους εμπειρογνώμονες προς επίλυση προβλημάτων. Η ευρετική γνώση του εμπειρογνώμονος του πεδίου αποτελεί κεφαλαιώδους σημασίας έννοια των εμπειρών συστημάτων δεδομένου ότι είναι αυτή ακριβώς η γνώση που θα πρέπει να "συλλάβει" ο μηχανικός γνώσης και να την ενσωματώσει στο σύστημα. Η διατύπωση των ευρετικών δηλώσεων - υποθέσεων έχει τον ακόλουθο χαρακτήρα:

ΑΝ κάποιο γεγονός συμβεί .... ΤΟΤΕ πιθανή είναι μία γνωστή έκβαση. "Γνωρίζοντας" την πιθανότητα πραγματοποίησης αυτής της έκβασης αναλαμβάνεται μία συγκεκριμένη πρωτοβουλία δράσης. Αυτή η ΑΝ .... ΤΟΤΕ σχέση μεταξύ συγκεκριμένου προηγούμενου γεγονότος και πιθανής έκβασης συνιστά χαρακτηριστικό τρόπο διατύπωσης της ευρετικής ή διαδικαστικής γνώσης του εμπειρογνώμονος που στο σύστημα εκφράζεται υπό την μορφή των λεγόμενων IF - THEN κανόνων παραγωγής.

### Στοιχεία Ενός Εμπείρου Συστήματος

Τα 3 κύρια στοιχεία των περισσότερων εμπειρών συστημάτων είναι: 1) Η Βάση Γνώσης, 2) Η Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων και 3) Το στοιχείο με το οποίο ο χρήστης Επικοινωνεί με το σύστημα (user interface component).

Η Βάση Γνώσης περιέχει δηλωτική (declarative) και διαδικαστική (procedural) γνώση. Η δηλωτική γνώση περιέχει χαρακτηρι-

στικά γνωρίσματα αντικειμένων, γεγονότων, καταστάσεων, ενώ η διαδικαστική γνώση περιέχει πληροφορίες σχετικές με τακτικές δράσεις ("how to do specific things"). Ανάλογα με τον τρόπο που έχει επιλεγεί για την αναπαράσταση της γνώσης οι δύο αυτοί τύποι γνώσης μπορεί να είναι χωριστοί ή ενοποιημένοι. Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τρόποι αναπαράστασης της γνώσης στα έμπειρα συστήματα αλλά αυτός που κυρίως χρησιμοποιείται σήμερα είναι η μέθοδος των κανόνων παραγωγής (rule-based production system).

Κατά την μέθοδο των κανόνων παραγωγής η διαδικαστική γνώση υπό την μορφή ευρετικών "IF - THEN" κανόνων παραγωγής είναι πλήρως ενοποιημένη με την δηλωτική γνώση.

Η Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων αποφασίζει ποιές ευρετικές τεχνικές διερεύνησης χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο πρόβλημα για να καθορισθεί πως θα εφαρμοσθούν οι κανόνες της βάσης γνώσης για την επίλυσή του. Στην πραγματικότητα, η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων "λειτουργεί" το σύστημα διότι είναι αυτή που:

- α) καθορίζει ποιοί κανόνες πρέπει να χρησιμοποιηθούν, β) βρίσκει τους κανόνες στην βάση γνώσης, γ) εκτελεί τους κανόνες και δ) καθορίζει πότε έχει επιτευχθεί μία αποδεκτή λύση του προβλήματος.

Ένα σημαντικό στοιχείο των εμπείρων συστημάτων είναι η **Μονάδα Ερμηνείας και Δικαιολόγησης**. Η μονάδα αυτή εξηγεί τις λύσεις που εισηγείται η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων και τις δικαιολογεί απαντώντας με την βοήθεια της βάσης γνώσης σε "γιατί - ερωτήσεις". Προσφέρεται δηλαδή στον χρήστη σαν απάντηση το μέρος εκείνο της βάσης γνώσης από το οποίο προέκυψε το

συμπέρασμα. Η ικανότητα ερμηνείας και δικαιολόγησης των συμπερασμάτων συνιστά ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός καλού εμπείρου συστήματος.

Μία ακόμη ενδιαφέρουσα μονάδα των εμπείρων συστημάτων είναι η **Μονάδα Απόκτησης Δεδομένων**. Η μονάδα αυτή ενεργοποιείται αν η μονάδα εξαγωγής συμπερασμάτων διαπιστώσει την έλλειψη κάποιου στοιχείου αναγκαίου για την επίλυση του προβλήματος. Η μονάδα απόκτησης δεδομένων "ερωτά" τον χρήστη για την αναγκαία πληροφορία και την προσθέτει στην βάση δεδομένων.

Στο σημείο αυτό θεωρούμε σκόπιμη μία συνοπτική περιγραφή της διαδικασίας δημιουργίας ενός εμπείρου συστήματος. Φυσικά η επιχειρούμενη περιγραφή δεν αποσκοπεί στην λεπτομερή ανάλυση των επιμέρους σταδίων της κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος, αλλά επικεντρώνει την αδρά ανάπτυξη ωρισμένων βασικών στοιχείων της συνόλης διαδικασίας.

Για την δημιουργία ενός εμπείρου συστήματος συνεργάζονται στενότερα δύο άτομα. Ο μηχανικός εμπείρων συστημάτων (knowledge engineer) και ο εμπειρογνώμων του πεδίου (domain expert). Ο μηχανικός εμπείρων συστημάτων είναι ένας ειδικός της τεχνητής νοημοσύνης εξειδικευμένος στην "τέχνη" δημιουργίας εμπείρων συστημάτων. Ο εμπειρογνώμων του πεδίου είναι ένα άτομο με σημαντική εμπειρία στο πεδίο του υπό δημιουργία εμπείρου συστήματος και παρέχει την πληροφόρηση για την βάση γνώσης του συστήματος.

Διακρίνονται 5 συγκεκριμένα στάδια στην δημιουργία ενός εμπείρου συστήματος.

1. Διατύπωση των χαρακτηριστικών του προβλήματος  
(identification)

2. Πλήρης κατανόηση των γενικών συνιστωσών και ειδικότερων λεπτομερειών του προβλήματος (conceptualization). Κατά το στάδιο αυτό διατυπώνονται με σαφήνεια οι έννοιες που συνιστούν την γνώση του συστήματος.

3. Επιλογή των δομικών στοιχείων διάρθρωσης της γνώσης (formalization).

Κατά το στάδιο αυτό ο μηχανικός εμπείρων συστημάτων επιλέγει την πλέον κατάλληλη τεχνική για την αναπαράσταση της γνώσης του συγκεκριμένου συστήματος. Οι δύο συχνότερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές είναι η rule-based τεχνική και η model-based τεχνική. Κατά την rule-based τεχνική τα συμπεράσματα του συστήματος εξάγονται από τους λεγόμενους κανόνες παραγωγής, ενώ κατά την model-based τεχνική το σύστημα χρησιμοποιεί υποδείγματα (μοντέλα) συσκευών ή τρόπων σκέψης για την κατανόηση της λειτουργίας των οποίων και κατασκευάζεται. Από την στιγμή που έχει καθορισθεί η τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί, ο μηχανικός εμπείρων συστημάτων αρχίζει να επεξεργάζεται μία προδιαγραφή ανάπτυξης ενός αρχικού προτύπου του συστήματος.

Στην περίπτωση ενός rule-based συστήματος ο μηχανικός εμπείρων συστημάτων αναπτύσσει μία σειρά IF - THEN κανόνων επεξεργασμένων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αναπαριστούν απόλυτα την γνώση που του διαβιβάζει ο εμπειρογνώμων του πεδίου. Αυτή είναι μία κριτικής σημασίας φάση της διαδικασίας ανάπτυξης του συστήματος που απαιτεί ιδιαίτερα μεγάλη επιδεξιότητα από την πλευρά του μηχανικού εμπείρων συστημάτων.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούμε σε ένα από τα σοβαρότερα και πλέον ευαίσθητα σημεία της ανάπτυξης των εμπείρων

συστημάτων που αφορά το ερώτημα: Τι συνιστά αυτό που ονομάζουμε εμπειρογνώμοσύνη ή γνώση του εμπειρογνώμονος σε ένα συγκεκριμένο πεδίο; Για παράδειγμα, η γνώση του εμπειρογνώμονος ιατρού σε κάποιο πεδίο δεν είναι μόνο προϊόν ανάγνωσης επιστημονικών βιβλίων και περιοδικών που αφορούν την ειδικότητά του (specialty knowledge), αλλά περιλαμβάνει βασικές ιδέες, αρχές και αλγόριθμους άλλων ειδικοτήτων (additional knowledge), προσωπική εμπειρία προβλημάτων που επιλύθηκαν στο παρελθόν, και προσωπική γνώση των λόγων επιλογής των μεθόδων που χρησιμοποιεί και τους οποίους τις περισσότερες φορές αδυνατεί να εξηγήσει! Και αυτό ακριβώς είναι το σημείο που θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα, ότι δηλαδή, οι περισσότεροι εμπειρογνώμονες σε κάποιο πεδίο μπορούν να εξηγήσουν τι κάνουν αλλά όχι γιατί το κάνουν. Τα άτομα αυτά δεν χρησιμοποιούν μία αυστηρώς επακριβή ("κατά γράμμα") συστηματική τακτική για την επίλυση προβλημάτων στον τομέα τους αλλά χρησιμοποιούν μία "ευρετική" (heuristic) όπως ονομάζεται διεθνώς στην γλώσσα της τεχνικής νοημοσύνης, τακτική. Η ευρετική περιγράφει μία κεφαλαιώδους σημασίας έννοια των εμπειρών συστημάτων και συνιστά όπως ήδη αναφέρθηκε μία εμπειρική μέθοδο ("rule of thumb") που χρησιμοποιείται για την επίλυση των προβλημάτων.

#### 4. Εκτέλεση (Implementation)

Στο στάδιο αυτό οι διαρθρωμένες έννοιες του προηγούμενου σταδίου διαμορφώνονται ως πρόγραμμα σε ένα υπολογιστή για την δημιουργία του λεγόμενου "first-pass" προτύπου συστήματος.

#### 5. Έλεγχος

Ένα έμπειρο σύστημα κρίνεται ως απολύτως επιτυχές μόνο

όταν οι επιδόσεις του είναι του επιπέδου ενός εμπειρογνώμονος στο συγκεκριμένο πεδίο.

### **Τα Χαρακτηριστικά ενός Καλού Εμπείρου Συστήματος**

Το Σύστημα θα πρέπει να είναι:

1. Χρήσιμο – να καλύπτει μία αναγνωρισμένη ειδική ανάγκη
2. Φιλικό προς τον χρήστη
3. Εκπαιδευτικό – να συμβάλλει στη διεύρυνση της εμπειρίας

μη εμπειρογνομόνων.

4. Ικανό να δικαιολογεί τα συμπεράσματά του

5. Ικανό να εμπλουτίζει τις γνώσεις του υποβάλλοντος ερωτήσεις

- 6.Εύκολα τροποποιήσιμο

### **Πλεονεκτήματα των εμπείρων συστημάτων**

Ένα αρκετά σύνηθες φαινόμενο είναι η έλλειψη εμπειρογνομόνων σε οποιοδήποτε τομέα. Για παράδειγμα, ένας γενικός ιατρός σε μία μικρή αγροτική περιοχή μπορεί να είναι ικανότατος και άριστα εκπαιδευμένος αλλά εντυπωσιακά ανεπαρκής στην περίπτωση που αντιμετωπίζει κάποιο ασύνηθες κλινικό πρόβλημα. Αν η δυνατότητα επικοινωνίας με κάποιον ειδικό επί του θέματος δεν είναι ευχερής ο γενικός ιατρός ενδεχομένως να υποχρεωθεί να εφαρμόσει μία κάθε άλλο παρά ενδεδειγμένη θεραπευτική αγωγή στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει και δεν έχει επιτυχώς διαγνώσει. Φυσικά το πρόβλημα της έλλειψης εμπειρογνομόνων ειδικών δεν περιορίζεται μόνο στην ιατρική. Δυστυχώς, στους περισσότερους τομείς υπάρχουν περισσότερα προβλήματα απ'ότι εμπειρογνώμονες.



Μία από τις λύσεις στο προαναφερθέν δίλημμα είναι το έμπειρο σύστημα σκοπός του οποίου είναι η παροχή νοήμονος συνδρομής σε μη εμπειρογνώμονες ειδικούς που στερούνται της δυνατότητας πρόσβασης στην γνώμη του ειδικού σε κάποιο συγκεκριμένο τομέα.

Αν και χαρακτηριστικό τόσο των προγραμμάτων των εμπείρων συστημάτων όσο και των προγραμμάτων "βάσεων δεδομένων" είναι η ανάγκη αποθηκευμένης πληροφόρησης, εν τούτοις τα δύο προγράμματα διαφέρουν σημαντικά. Για παράδειγμα, στην ιατρική, ένα πρόγραμμα βάσης δεδομένων μπορεί να είναι χρήσιμο για την απαρίθμηση των συμπτωμάτων διαφόρων παθήσεων, ενώ ένα έμπειρο σύστημα μπορεί να συνδράμει στην διάγνωση μιάς νόσου, τον προσδιορισμό των πιθανών αιτιών της, και να εισηγηθεί θεραπευτικά σχήματα για την αντιμετώπισή της.

Τα προγράμματα βάσεων δεδομένων περιέχουν γνώση σχετικά με διάφορους τομείς δραστηριοτήτων αλλά η γνώση αυτή είναι μόνο δηλωτική γνώση. Δεδομένου ότι το πρόγραμμα της βάσης δεδομένων δεν μπορεί να εξάγει συμπεράσματα διαλογιζόμενο επάνω στα γεγονότα που συνιστούν το περιεχόμενο της βάσης οι χρήστες του συγκεκριμένου αυτού προγράμματος θα πρέπει να εξάγουν τα δικά τους συμπεράσματα. Αντιθέτως, τα έμπειρα συστήματα περιέχουν εμπειρογνωμοσύνη που συνίσταται τόσο από δηλωτική, όσο και από διαδικαστική γνώση, που τους επιτρέπει να μιμούνται τις διεργασίες διαλογισμού των εμπειρογνομώνων. Οι πίνακες που ακολουθούν συνοψίζουν τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς των εμπείρων συστημάτων σε σχέση με τις ανθρώπινες ικανότητες.

**Πλεονεκτήματα των Εμπείρων Συστημάτων**

<b>Χαρακτηριστικό</b>	<b>Ανθρώπινη Ικανότητα</b>	<b>Ικανότητα Μηχανής</b>
Γνώση	Χάνεται	Παραμένει
Κρίση	Ασταθής	Σταθερά
Εμπειρία	Δαπανηρή	Οικονομική
Άνθρωπος	Κινητός	Ακίνητη
Ικανότητα Επεξεργασίας	Ασταθής	Σταθερή ταχύτητα
Αντοχή	Περιορισμένη	Απεριόριστη
Εμπειρία	Καθλωμένη	Φορητή
Σκέψη	Θνητή	Αθάνατη

**Περιορισμοί των Εμπείρων Συστημάτων**

<b>Χαρακτηριστικό</b>	<b>Ανθρώπινη Ικανότητα</b>	<b>Ικανότητα Μηχανής</b>
Γνώση	Εξελίσσεται	Στατική
Κρίση	Απεριόριστη	Περιορισμένη
Εμπειρία	Προσαρμόσιμη	Άκαμπτη
Άνθρωπος	Διαίσθηση	Καμία Διαίσθηση
Ικανότητα Επεξεργασίας	Πολλαπλή	Μονοσήμαντη
Σκέψη	Συνειδητή	Μη συνειδητή
Εμπειρία	Δημιουργική	Μη Δημιουργική
Κοινός νούς	Μερικώς	Καθόλου

Έμπειρα Συστήματα που Σήμερα Χρησιμοποιούνται για Διαγνωστικούς και Θεραπευτικούς Σκοπούς

Διακρίνουμε δύο τύπους συστημάτων, τα Συστήματα Κανόνων Παραγωγής (Rule-based systems) και τα Συστήματα που Βασίζονται

σε Νοητικά Μοντέλα (Cognitive models).

### 1. Συστήματα Κανόνων Παραγωγής

Όπως έχουμε ήδη προαναφέρει στα συστήματα αυτή η υπό μορφή ευρετικών "IF - THEN" κανόνων διαδικαστική γνώση είναι πλήρως ενοποιημένη με την δηλωτική γνώση. Ειδικότερα, οι IF - THEN κανόνες συνιστούν σύνολα προηγούμενων, επακόλουθων κανόνων. Για παράδειγμα: Αν ο ασθενής έχει πυρέτο, ΤΟΤΕ πιθανόν υπάρχει λοίμωξη. Τυπικά το σύστημα περιέχει ένα μεγάλο αριθμό αλληλένδετων κανόνων που συνδέονται μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι επακόλουθοι ωρισμένων κανόνων συνιστούν τους προηγούμενους άλλων κανόνων. Όλες οι αποφάσεις είναι δυαδικές (binary) υπό την έννοια ότι ένας επακόλουθος είναι αληθής μόνο αν όλοι οι προηγούμενοί του είναι επίσης αληθείς. Εις αναγνώριση της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει ένα μεγάλο αριθμό ιατρικών αποφάσεων, ωρισμένα συστήματα περιλαμβάνουν ένα "παράγοντα εμπιστοσύνης" σαν στοιχείο των προηγούμενων. Ο διαλογισμός του συστήματος πραγματοποιείται είτε με πρόσθια, είτε με αντίστροφη αλυσιδωτή διάταξη (forward και backward chaining) μέσω ενός συνόλου κανόνων. Στην πρόσθια αλυσιδωτή διάταξη το σύστημα αρχίζει με όλα τα υπάρχοντα δεδομένα (από την IF κατάσταση) και εφαρμόζει επανειλημμένα το σύνολο των κανόνων της βάσης γνώσης. Σε περίπτωση που κανένα σύνολο κανόνων δεν είναι εφαρμόσιμο, τότε οι επακόλουθοι του τελευταίου συνόλου των κανόνων που εφαρμόστηκαν αποτελούν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε το σύστημα.

Κατά την αντίστροφη αλυσιδωτή διάταξη το σύστημα αρχίζει με ένα επιθυμητό συμπέρασμα (μία THEN κατάσταση) και επιχειρεί

να το επιβεβαιώσει κινούμενο με κατεύθυνση αντίθετη από το συμπέρασμα, μέσω της συλλογής των κανόνων της βάσης γνώσης, προς εντόπιση και έλεγχο των σχετικών προς το συμπέρασμα κανόνων. Αν το σύστημα δεν μπορεί να αποφασίσει αν οι κανόνες αυτοί είναι σωστοί ή λάθος κινείται ακόμη πιο πίσω αναζητώντας κανόνες που θα του επιτρέψουν να αποφασίσει για την ορθότητα ή το λανθασμένο των κανόνων αυτών. Αυτή η αντίστροφη πορεία συνεχίζεται μέχρι την ανεύρεση κανόνων που απαιτούν πληροφορίες για τον ασθενή. Στο σημείο αυτό το σύστημα θα πρέπει να βγει έξω από την βάση γνώσης για να ρωτήσει ή να συμβουλευτεί κάποια βάση δεδομένων προκειμένου να εξασφαλίσει την αιτούμενη πληροφορία. Στην συνέχεια το σύστημα επιστρέφει μέσω της ίδιας οδού στο αρχικό αφετηριακό σημείο για να επαληθεύσει ή αναιρέσει το επιθυμητό συμπέρασμα.

Το κλασικό παράδειγμα εμπείρου συστήματος κανόνων παραγωγής είναι το σύστημα **M Y C I N** (Πανεπιστήμιο Stanford). Το σύστημα αυτό που αποτελεί και το πρώτο επιτυχές παράδειγμα εμπείρου συστήματος προς επίλυση ιατρικών προβλημάτων χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς επί βακτηριακών λοιμώξεων. Το σύστημα διαθέτει άνω των 500 κανόνων και συσχετίζει ευρήματα καλλιέργειών, σημεία, συμπτώματα και άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία της υπό μελέτη κλινικής περίπτωσης για να καταλήξει σε ένα διαγνωστικό συμπέρασμα και να υποδείξει την πλέον κατάλληλη θεραπεία. Το σύστημα χρησιμοποιεί την τακτική της οπισθίας αλυσιδωτής διάταξης και απευθύνει στον ιατρό μία σειρά ερωτήσεων για να λάβει πρόσθετες πληροφορίες. Σε οποιοδήποτε σημείο της διεργασίας αυτής το σύστημα μπορεί να

ερωτηθεί γιατί υποβάλλει μία συγκεκριμένη ερώτηση και με ποιό τρόπο η απάντηση θα συμβάλλει στην επίλυση του προβλήματος. Το σύστημα περιλαμβάνει επίσης παράγοντες εμπιστοσύνης που χρησιμοποιούνται προς επικύρωση της αβεβαιότητας με την οποία το σύστημα καταλήγει στο συμπέρασμά του.

Άλλα συστήματα κανόνων παραγωγής που χρησιμοποιούνται σήμερα για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς είναι:

Το σύστημα P U F F ( Πανεπιστήμιο Stanford). Πρόκειται για παράγωγο του συστήματος M Y C I N που ερμηνεύει δοκιμασίες της πνευμονικής λειτουργίας. Το σύστημα A I/R H E U M (Πανεπιστήμιο Columbia). Διάγνωση ρευματικών νόσων. Το σύστημα C A S N E T (Πανεπιστήμιο Rutgers). Διάγνωση γλαυκώματος. Το σύστημα O N C O C I N (Πανεπιστήμιο Stanford). Παρέχει βοήθεια σε ιατρούς στην χρησιμοποίηση επιλεγμένων χημειοθεραπευτικών πρωτοκόλλων.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι και τα ήδη περιγραφέντα Συστήματα Ιατρικών Πληροφοριών (M I S), HELP και RMRS είναι έμπειρα συστήματα κανόνων παραγωγής. Και τα δύο έχουν ενσωματωμένη ιατρική κρίση που βασίζεται σε σύνολα IF - THEN κανόνων. Τα συστήματα όμως αυτά δεν θεωρούνται έμπειρα συστήματα διότι δεν χρησιμοποιούν συμβολική λογική.

## 2. Συστήματα που βασίζονται σε Νοητικά Μοντέλα (Cognitive Models)

Για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων αυτών θεωρείται σκόπιμη η πρόταξη ωρισμένων εισαγωγικών διευκρινιστικών στοιχείων που καθιστούν ευχερέστερη και πληρέστερη την

προσέγγιση του όλου θέματος.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (T N) είναι ένα κράμα της γνωστικής ψυχολογίας και της επιστήμης των υπολογιστών. Οι προγραμματιστές της TN επεξεργάζονται τα προγράμματά τους με βάση αρκετές από τις θεωρίες που αναπτύχθηκαν από έρευνες της γνωστικής ψυχολογίας που στόχευαν στην κατανόηση της γνωστικής λειτουργίας (cognition) και της λειτουργίας εκμάθησης του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Για παράδειγμα, μία από τις βασικότερες μεθόδους της T N για την ενσωμάτωση γνώσης σε ένα πρόγραμμα υπολογιστού στηρίζεται σε θεωρίες σχετικά με το "πώς ο άνθρωπος αποκτά καινούργια γνώση". Ο Jean Piaget (Δ/ντής του International Center for Epistemology, Πανεπιστήμιο της Γενεύης) υποστηρίζει ότι η ανθρώπινη γνώση προσλαμβάνει την μορφή απλών προτύπων του σύνθετου κόσμου που μας περιβάλλει. Η διεργασία της εκμάθησης συνεπάγεται την παρατήρηση και διαπίστωση του που ακριβώς νέα δεδομένα δεν εντάσσονται στα υπάρχοντα πρότυπα και την τροποποίηση αυτών των προτύπων για να καταστεί δυνατή η ενσωμάτωση της νέας πληροφορίας. Καθώς αποκτούμε όλο και περισσότερη πληροφορία τα πρότυπά της εμπλουτιζόμενα καθίστανται περισσότερο σύνθετα. Σήμερα τα περισσότερα προγράμματα T N λειτουργούν συσχετίζοντας όλο και μεγαλύτερα "κομμάτια" πληροφορίας μεταξύ τους μέχρι του σημείου εκείνου όπου τα συσχετιζόμενα αυτά κομμάτια αποκτούν κάποιο νόημα.

Σήμερα μεταξύ των ειδικών επί θεμάτων T N υπάρχουν δύο απόψεις σε ότι αφορά τον τρόπο με τον οποίο τα "κομμάτια" αυτά πληροφορίας θα πρέπει να σχετίζονται μεταξύ τους στο πρόγραμμα

πριν αυτό μπορέσει να διατυπώσει κάποια κρίση. Η πρώτη, που εκφράζει την άποψη του M I T (Massachusetts Institute of Technology, Marvin Minsky) ισχυρίζεται ότι τα προγράμματα θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον τύπο της αντιφατικής (inconsistent) ή ασαφούς (fuzzy) πληροφορίας που γενικά χρησιμοποιεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Η δεύτερη άποψη της ομάδας του Πανεπιστημίου του Stanford (John McCarthy) ισχυρίζεται ότι τα προγράμματα θα πρέπει να είναι κατά τέτοιο τρόπο σχεδιασμένα ώστε να διατυπώνουν την κρίση τους σύμφωνα με την ακριβή γλώσσα της μαθηματικής λογικής.

Από τα προαναφερθέντα καθίσταται σαφές ότι το μείζον πρόβλημα των προγραμματιστών της T N είναι η συμβολική εγγραφή της ανθρώπινης γνώσης και του ανθρώπινου τρόπου σκέψης στο συγκεκριμένο πρόγραμμα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην TN για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων έτσι ώστε αυτά να μπορούν να ανακληθούν και να συσχετισθούν σύμφωνα με τον τρόπο που σκεπτόμαστε καλούνται "αναπαραστάσεις γνώσης" ("Knowledge representation").

Ωρισμένες από τις αρχικές αναπαραστάσεις γνώσεις σχεδιάστηκαν για προγράμματα προσημείωσης της φυσικής γλώσσας (Natural Language, NL programs) και τούτο διότι οι προγραμματιστές της TN υπεστήριξαν ότι η επιτυχής προσομοίωση της γλώσσας θα ήταν ένα σημαντικό βήμα για την επεξεργασία προσομοιώσεων της ανθρώπινης σκέψης.

Στις αρχές της δεκαετίας του 70 άρχισαν να διαμορφώνονται δύο βασικές προσεγγίσεις αναπαράστασης της γνώσης σε NL προγράμματα.

Η διαδικαστική και η δηλωτική αναπαράσταση. Σχετικά με την διαδικαστική αναπαράσταση υποστηρίχθηκε (Barr και Feigenbaum) ότι "Η γνώση γύρω από τον κόσμο εμπεριέχεται σε διαδικασίες - μικρά προγράμματα που γνωρίζουν πως να κάνουν συγκεκριμένα πράγματα, δηλαδή πως να προχωρήσουν σε σαφώς προσδιορισμένες καταστάσεις". Η διαδικαστική αναπαράσταση περιέχει πληροφορία σχετική με το προς επίλυση πρόβλημα, καθώς και πληροφορία σχετική με το ποιά διαδικασία περιέχει την λύση.

Στην δηλωτική αναπαράσταση αυτές που προγραμματίζονται στον υπολογιστή είναι οι άμεσες σχέσεις μεταξύ των λέξεων. Ένα από τα πλέον σημαντικά δηλωτικά σχήματα είναι το λεγόμενο σημασιολογικό δίκτυο (semantic network) που προτάθηκε από τον M. Ross Quillian σαν μοντέλο της ανθρώπινης συνειρμικής μνήμης (associative memory).

Παραδείγματα των εμπειρών συστημάτων είναι τα εξής:

Το σύστημα P I P (Present Illness Program, MIT). Διαφορική διάγνωση του οιδήματος.

Το σύστημα D T A (Digitalis Therapy Advisor). Δοσολογία διγοξίνης.

Το σύστημα M D X (Medical Diagnosis Expert, Παν/μιο Ohio State). Διαφορική διάγνωση της χολόστασης.

Το σύστημα C E N T A U R (Πανεπιστήμιο Stanford). Ερμηνεία δοκιμασιών της πνευμονικής λειτουργίας.

Το σύστημα A B E L (Acid Electrolyte Disorder, MIT). Ερμηνεία διαταραχών της οξεοβασικής ισορροπίας.

Το γνωστότερο ίσως από αυτά τα συστήματα είναι το I N T E R N I S T - 1 που μετονομάσθηκε κατόπιν σε



C A D U C E U S και χρησιμοποιείται στην διαφορική διάγνωση προβλημάτων της παθολογίας (Πανεπιστήμιο Pittsburgh) Η κριτική διαδικασία που χρησιμοποιεί το σύστημα είναι το μοντέλο "υπόθεσε - και έλεγξε" σε συνδυασμό με ευρετικές (heuristic) τεχνικές επίλυσης προβλημάτων. Δοθέντων ωρισμένων προκαταρκτικών πληροφοριών για τον ασθενή το σύστημα διαμορφώνει διαγνωστικές υποθέσεις και επιχειρεί να τις επιβεβαιώσει. Αν δεν το κατορθώσει, τότε υποβάλλει ερωτήσεις για να περιορίσει τις διαγνωστικές πιθανότητες. Ανάλογα με τις απαντήσεις που λαμβάνει το σύστημα διαμορφώνει νέες υποθέσεις τις οποίες και ελέγχει και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Η όλη διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να ληφθεί μία οριστική απόφαση για το υπό διερεύνηση πρόβλημα. Η βάση ιατρικής γνώσης του C A D U C E U S αναπαρίσταται υπό την μορφή ιεραρχημένων πορτραίτων νόσων που περιλαμβάνουν τα συμπτώματα, φυσικά σημεία και εργαστηριακά ευρήματα της νόσου. Ορισμένοι αριθμητικοί δείκτες συνδέουν τις εκδηλώσεις της νόσου με μία συγκεκριμένη νόσο και υποδηλώνουν έννοιες, όπως η συχνότητα με την οποία παρατηρείται το σύμπτωμα δοθέντος του σταδίου της νόσου. Το 1985 η βάση γνώσης του συστήματος συνίστατο από 550 πορτραίτα νόσων και περίπου 4.000 εκδηλώσεις νόσων. Αρχικές εκτιμήσεις του συστήματος έδειξαν ότι οι διαγνωστικές του ικανότητες ήταν ισοδύναμες προς αυτές των νοσοκομειακών κλινικών ιατρών, αλλά υπελείποντο των εμπειρογνομώνων σε συγκεκριμένους τομείς. Έκτοτε και μετά από μείζονες αναθεωρήσεις η ποιοτική απόδοση του συστήματος έχει εντυπωσιακά βελτιωθεί.

Μία νεότερη και σημαντικά προηγμένη εκδοχή του INTERNIST-1 είναι το Διαγνωστικό Πρόγραμμα Q M R (Quick Medical Reference)

του Pittsburgh. Το σύστημα αυτό που επί του παρόντος περιέχει τα "πορτραίτα" 591 νόσων με την προοπτική να αυξήσει τον αριθμό σε 750 προσφέρει τα εξής:

Οποιοδήποτε από τα 591 "profiles" των νόσων. Σύγκριση των "profiles" των νόσων. Διαφορική διάγνωση οποιουδήποτε εκ των 4200 ευρημάτων. Ερμηνεία της παρουσίας ενός συγκεκριμένου ευρήματος σε ένα ασθενή με γνωστή νόσο. Ερμηνεία της συμπαρουσίας δύο ευρημάτων σε μία νόσο ή της ταυτόχρονης συμπαρουσίας δύο νόσων. Ιεραρχημένη λίστα διαφορικής διάγνωσης για οποιοδήποτε set ευρημάτων. Υπόδειξη των ευρημάτων που θεωρούνται συμβατά με μία διαγνωστική υπόθεση και αυτών που δεν θεωρούνται. Πληροφόρηση για την ευαισθησία και προγνωστική αξία των εργαστηριακών ευρημάτων. Ιεραρχημένες εισηγήσεις διερεύνησης από τις πλέον ανέξοδες προς τις πλέον δαπανηρές. Ενδιαφέροντα είναι τα αποτελέσματα μιάς πρόσφατης μελέτης που έγινε σε δύο κέντρα τριτοβάθμιας περίθαλψης επί 31 περιπτώσεων γενικής παθολογίας και της οποίας σκοπός ήταν η αξιολόγηση της διαγνωστικής ακρίβειας του Q M R προγράμματος και η εκτίμηση της επίδρασης του συμβουλευτικού ρόλου του Q M R στην διαγνωστική συμπεριφορά των ιατρών. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής είναι τα εξής:

Η διαγνωστική ευαισθησία του QMR ήταν 85% και ίση με αυτή των ιατρών της Συμβουλευτικής Υπηρεσίας, αλλά μεγαλύτερη από αυτή των ιατρών των θαλάμων (60%). Η Q M R υπηρεσία επηρέασε την διαφορική διάγνωση των ιατρών των θαλάμων στις 26 από τις 31 περιπτώσεις. Οι νοσοκομειακοί ιατροί αξιολόγησαν την Q M R υπηρεσία ως εκπαιδευτικά χρήσιμη στις 25 από τις 31 περιπτώσεις.

Το τελικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι:

Η Q M R συμβουλευτική υπηρεσία όταν παρέχεται από ιατρούς εξοικειωμένους με τους περιορισμούς του συστήματος είναι ακριβής και εκπαιδευτικά χρήσιμη στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Το σύστημα εισηγείται διαγνώσεις που μπορεί να μη περιλαμβάνονται στην διαφοροδιαγνωστική θεώρηση των ιατρών των θαλάμων και οι οποίες αξιοποιούμενες μεταβάλλουν τις αρχικές διαφοροδιαγνωστικές εκτιμήσεις.

#### Διαφορές μεταξύ της Ανάλυσης Αποφάσεων και των Εμπειρών Συστημάτων

	Ανάλυση Αποφάσεων	Έμπειρα Συστήματα
Αντικειμενικός στόχος	Βοήθεια στον άνθρωπο	Αναπαραγωγή/Μίμηση
Ποιός αποφασίζει	Ο άνθρωπος	Το σύστημα
Ποιός ερωτά	Ο άνθρωπος ερωτά το σύστημα	Το σύστημα ερωτά τον άνθρωπο
Χρήστες	Άτομο ή ομάδες ατόμων	Άτομο
Διαχείριση δεδομένων	Αριθμητική	Συμβολική
Περιοχή προβλήματος	Σύνθετη, Ευρεία	Περιορισμένη
Βάση δεδομένων	Δηλωτική Γνώση	Δηλωτική και Διαδικαστική Γνώση

## Περιοχές των Συστημάτων Λήψης Ιατρικών Αποφάσεων όπου Επιβάλλονται Βελτιώσεις

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράψαμε τις τέσσερις μείζονες κατηγορίες των συστημάτων που σήμερα χρησιμοποιούνται στην λήψη ιατρικών αποφάσεων με την υποστήριξη υπολογιστών (C M D συστήματα): τους κλινικούς αλγόριθμους, την στατιστική ταξινόμηση προτύπων, την ανάλυση αποφάσεων και τα έμπειρα συστήματα. Κάθε ένα από τα συστήματα αυτά έχει ήδη επιδείξει εντυπωσιακές επιδόσεις σε ωρισμένες προσεκτικά επιλεγμένες και αυστηρώς προσδιορισμένες περιοχές στην κλινική ιατρική. Στις περιπτώσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί απέδειξαν ότι οι επιδόσεις τους ήσαν ισοδύναμες ή καλύτερες από αυτές των κλινικών. Η επικρατούσα σήμερα άποψη είναι ότι τα C M D συστήματα συνιστούν μία μείζονα συμβολή της ιατρικής πληροφορικής στην άσκηση της ιατρικής επιστήμης.

Παράλληλα όμως έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχουν αρκετές περιοχές όπου επιβάλλονται σημαντικές βελτιώσεις στην δομή και λειτουργία των συστημάτων αυτών προκειμένου να καταστούν περισσότερο εύχρηστα και αξιόπιστα. Έχει επανειλημμένα λεχθεί ότι η άσκηση της ιατρικής είναι τόσο τέχνη όσο και επιστήμη. Σε καμία άλλη περίπτωση άσκησης της καθημερινής ιατρικής πρακτικής η άποψη αυτή δεν είναι τόσο προφανής όσο στην λήψη ιατρικών αποφάσεων, μία ιδιαίτερα σύνθετη και μη προκαθορισμένη διαδικασία. Τα τέσσερα C M D συστήματα που περιγράφηκαν επιχειρούν να μεταβάλλουν τα όρια μεταξύ επιστήμης και τέχνης συστηματοποιώντας και ποσοτικοποιώντας την διαδικασία. Όμως παρά τις σημαντικές προόδους που έχουν επιτευχθεί στις εφαρμογές και των τεσσάρων προαναφερθέντων συστημάτων, παραμένουν ακόμη περιοχές

που απαιτούν τεράστιες προσπάθειες έρευνας και εξέλιξης.

Όλα τα προαναφερθέντα συστήματα επιχειρούν απλοποιημένες υποθέσεις για τα συμβαίνοντα στον κόσμο της καθημερινής πραγματικότητας που έχουν αποδειχθεί επιτυχείς σε προσεκτικά επιλεγμένες περιοχές. Για παράδειγμα, τα περισσότερα συστήματα υιοθετούν άλλοτε κατά τρόπο σαφή και άλλοτε υπονοούμενο μία στατική θεώρηση του κόσμου.

Βασίζονται δηλαδή στην άποψη ότι η φύση των ασθενειών, οι μέθοδοι θεραπείας τους και οι κοινωνικές αξίες δεν μεταβάλλονται. Και ενώ αυτή μπορεί να είναι μία λογική μεσοπρόθεσμη, μακροπρόθεσμα η εγκυρότητά της τίθεται υπό αμφισβήτηση. Αποτελεί κατά συνέπεια μείζονα πρόκληση για τους ερευνητές το θέμα η ενσωμάτωση των επιδράσεων του χρόνου στα συστήματα αυτά λήψης αποφάσεων.

Μείζων προσπάθεια θα πρέπει να καταβληθεί επίσης στον τομέα έρευνας που αποσκοπεί στην βελτίωση των συστημάτων ώστε να γίνουν αποδεκτά ως φερέγγυα διαγνωστικά μέσα στην άσκηση της καθημερινής κλινικής ιατρικής.

Πριν τα C M D συστήματα γίνουν ευρύτερα αποδεκτά είναι απόλυτα επιβεβλημένο να αναπτυχθούν μέθοδοι που καθορίζουν την ευαισθησία και ειδικότητα της διαγνωστικής διαδικασίας και που εξασφαλίζουν την ασφάλεια, αποτελεσματικότητα, και φερεγγυότητα των συστημάτων σε περιπτώσεις όπου κινδυνεύει η ζωή των υπό διερεύνηση ασθενών. Η αποδοχή επίσης των C M D συστημάτων θα ενισχυθεί μετά από περαιτέρω βελτίωση της ικανότητας των συστημάτων να ερμηνεύουν τα συμπεράσματά τους κατά τρόπο απόλυτα σαφή για τον κλινικό. Τα συμπεράσματα ωρισμένων συστημάτων όπως

της στατιστικής ταξινόμησης προτύπων δεν προσφέρονται για λογικές ερμηνείες με την συμβατική έννοια του όρου. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι απαιτείται περισσότερη έρευνα στον τομέα αυτό.

Έρευνα θα πρέπει επίσης να συντελεσθεί σε περιοχές απολύτως ειδικές για κάθε ένα από τα C M D συστήματα. Συγκεκριμένα:

Οι μέθοδοι στατιστικής ταξινόμησης προτύπων θα μπορούσαν να βελτιωθούν με την ανάπτυξη μεθόδων που διαχειρίζονται εκδηλώσεις νόσων χαρακτηριζόμενες από μεταβολές, σε αντίθεση με συγκεκριμένες τιμές, και που θα είναι δυνατή η ενσωμάτωση στην μέθοδο του γενικότερου πλαισίου εντός του οποίου διαμορφώνεται η συγκεκριμένη εξίσωση.

Η βελτίωση αυτή είναι επιβεβλημένη διότι πρώτον, αρκετές παθήσεις δεν χαρακτηρίζονται από μία και μοναδική συγκυρία και την συνοδό της αριθμητική τιμή, όπως του αποτελέσματος μιάς εργαστηριακής δοκιμασίας, αλλά χαρακτηρίζονται από μεταβολές των τιμών της συγκεκριμένης δοκιμασίας στον χρόνο. Δεύτερον, τα γενικότερα πλαίσια εντός των οποίων διαμορφώνονται αυτές οι τιμές μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με την ανατομική θέση όπου εκδηλώνεται η νόσος. Έτσι, αν η γνώση του πλαισίου δεν ενσωματωθεί στην μέθοδο υπάρχει κίνδυνος λανθασμένης εφαρμογής του προτύπου στατιστικής ταξινόμησης.

Στην περίπτωση του θεωρήματος *Bayes* οι ερευνητικές προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν στο πρόβλημα των παραβιάσεων της υπόθεσης των ανεξάρτητων πιθανοτήτων και των αμοιβαίως αποκλειομένων νόσων. Η υπόθεση ότι η πιθανότητα της ταυτόχρονης συμπαρουσίας δύο ή περισσότερων συμπτωμάτων με μία παθολογική κατάσταση υποδηλώνει αυτό ακριβώς το ενδεχόμενο δηλαδή

της πιθανής τους συνύπαρξης στην κατάσταση αυτή δεν δικαιολογείται. Επιπλέον, συχνά ένας ασθενής έχει ταυτόχρονα περισσότερες από μίας παθήσεις.

Στην ανάλυση αποφάσεων βελτιώσεις επιβάλλονται στην μεθοδολογία δόμησης του προβλήματος που απαιτεί την απόφαση, την αναγνώριση τάσεων προκατάληψης κατά την διαδικασία, και την προσαρμογή της μεθοδολογίας στα ιδιάζοντα χαρακτηριστικά των υπό συζήτηση συγκεκριμένων περιπτώσεων. Σχετικά με την διαδικασία δόμησης του προβλήματος υπάρχει ανάγκη βελτίωσης των μεθόδων δόμησης και εκσφαλμάτωσης των δένδρων αποφάσεων δεδομένου ότι όσο πιο σύνθετο είναι το πρόβλημα τόσο περισσότερο αυξάνει η δυσκολία δόμησης των δένδρων. Έρευνα επίσης χρειάζεται να γίνει και στην δυνατότητα αναγνώρισης και αντιμετώπισης των προκαταλήψεων που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι ερωτήσεις που υποβάλλονται στον ασθενή και που αποσκοπούν στην ακριβή διατύπωση των ωφελιμοτήτων των πιθανών εκβάσεων, όπως αυτές (οι ωφελιμότητες) εκτιμώνται από τον ασθενή. Τέλος, επιβάλλεται η ανάπτυξη μεθόδων που λαμβάνουν υπόψη τους τις λεπτές διαφορές μεταξύ διαφορετικών ασθενών με την αυτή νόσο. Η ακρίβεια της μεθόδου της ανάλυσης αποφάσεων θα βελτιωθεί σημαντικά αν οι πιθανότητες που συνδέονται με τους κόμβους πιθανοτήτων μπορούν να τροποποιηθούν έτσι ώστε να συνυπολογίζουν τα ιδιάζοντα χαρακτηριστικά ενός ασθενούς κάποιου υποπληθυσμού που εκφράζει πιθανότητες σημαντικά διαφορετικές από αυτές του συνόλου πληθυσμού.

Στον τομέα των εμπειρών συστημάτων προσπάθειες θα πρέπει να καταβληθούν στο μείζον πρόβλημα της δομής, του περιεχομένου

και της ανάπτυξης των βάσεων γνώσης των συστημάτων. Ειδικοί επί του θέματος έχουν διατυπώσει την άποψη ότι οι επί του παρόντος χρησιμοποιούμενοι μέθοδοι στην δημιουργία των συστημάτων αυτών σπάνια συλλαμβάνουν τις λεπτές αποχρώσεις της γνώσης ενός εμπειρογνώμονος και μερικές φορές αδυνατούν να αξιοποιήσουν μείζονες πλευρές αυτής της γνώσης.

Γνωρίζουμε ότι αυτό που ονομάζουμε ιατρική εμπειρογνωμοσύνη αφορά όχι μόνο την εφαρμογή γνώσης δεδομένων και γεγονότων (factual knowledge) αλλά και επιδεξιότητες στην ταχεία και αποτελεσματική διαχείριση αυτής της γνώσης. Η σημαντικότερη αυτή διάκριση μεταξύ γνώσης δεδομένων και γεγονότων και διαχείρισης της γνώσης (τι είναι αληθές, και πως προσεγγίζουμε το πρόβλημα) έχει τεράστια επίδραση στις τεχνικές ανάπτυξης των εμπειρων συστημάτων. Οι εμπειρογνώμονες τείνουν να χρησιμοποιούν μία επί κανόνων – βασισόμενη προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων, αλλά είναι ικανοί να καταφεύγουν σε λογικές διεργασίες σκέψης που στηρίζονται στην εφαρμογή βασικών αρχών οσάκις η περίπτωση το επιβάλλει. Δεδομένου ότι όπως προκύπτει από τα προαναφερθέντα ένα και μοναδικό σχήμα αναπαράστασης της γνώσης (όπως οι κανόνες παραγωγής) δεν επαρκεί για την κάλυψη του συνόλου φάσματος της γνώσης του εμπειρογνώμονος και όπως αυτός την χρησιμοποιεί στις εκάστοτε παραλλαγές της ίδιας κλινικής κατάστασης, είναι πρόδηλο ότι επιβάλλεται η ανάπτυξη ετερογενών σχημάτων αναπαράστασης αυτής της γνώσης. Αυτό που ιδιαίτερω θα πρέπει να τονισθεί στο σημείο αυτό είναι ότι τα ευρήματα των ερευνητικών προσπαθειών για την πληρέστερη κατανόηση των επιμέρους στοιχείων της γνώσης των εμπειρογνώμονων αλλά και της φύσης της



ιατρικής γνώσης γενικότερα έχουν ήδη τεράστια απήχηση στον τομέα της ιατρικής εκπαίδευσης.

Σήμερα όλο και περισσότερο εδραιώνεται η πεποίθηση και αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα ότι είναι εξίσου σημαντικό να διδαχθούν οι φοιτητές τις επιδεξιότητες της επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων όσο και το να εκτεθούν στις θεμελιώδεις αρχές και γεγονότα που συνιστούν την βάση της κλινικής ιατρικής πρακτικής. Γνωρίζουμε ότι καλή κλινική κριτική ικανότητα υποδηλώνει ότι ο ιατρός δεν έχει μόνο γνώσεις δεδομένων και γεγονότων αλλά και την επιδεξιότητα να χρησιμοποιεί τις γνώσεις αυτές καταλλήλως.

ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
( Computer - Based Medical Education, C B M E)

Ε ι σ α γ ω γ ή

Η C B M E είναι ο κλάδος της ιατρικής πληροφορικής αντικείμενο μελέτης του οποίου είναι η διερεύνηση καινοτομικών, ευέλικτων και οικονομικών μέσων παροχής ιατρικής εκπαίδευσης πέραν των συμβατικών εκπαιδευτικών διαδικασιών. Η C B M E επιχειρεί την πραγματοποίηση των σκοπών της προσαρμόζοντας και επεκτείνοντας την ήδη υπάρχουσα τεχνολογία της εκπαίδευσης με την υποστήριξη υπολογιστών (computer - based education, CBE) στις ανάγκες της ιατρικής εκπαίδευσης επιδιώκοντας την ανάπτυξη εκπαιδευτικών διαδικασιών πέραν της από έδρας διδασκαλίας και επίδειξης.

Οι υποστηρικτές της C B E ισχυρίζονται ότι η CBE είναι μία τεχνολογική μέθοδος εκπαίδευσης σημαντικότερα μεγαλύτερης ευελιξίας από κάθε προηγούμενη, και τονίζουν ότι οι απορρέουσες ενδείξεις των πρώτων εφαρμογών της εισηγούνται ότι η μέθοδος διευρύνει τις εκπαιδευτικές εμπειρίες προσφέροντας ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών δυνατοτήτων αντί μικρού κόστους.

Η C B M E εναρμονίζεται απόλυτα και εξυπηρετεί τις σύγχρονες αντιλήψεις της προπτυχιακής ιατρικής εκπαίδευσης των ιατρών του 21ου αιώνα δύο εκ των κυρίων χαρακτηριστικών της οποίας είναι η εκμάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων (problem - solving approach) και η δημιουργία αυτόνομων σπουδαστών (independent learners), δραστηριότητες και αρχές που εξασφαλίζονται και καλλιεργούνται κατά τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο

μέσω της C B M E.

#### Οι 4 Βασικές C B M E Εφαρμογές

Η ιατρική εκπαίδευση με την υποστήριξη υπολογιστών (CBME) προσφέρεται με 4 βασικούς διαφορετικούς τρόπους.

1. Απλά προγράμματα ασκήσεων και συστήματα αξιολόγησης της γνώσης και των ικανοτήτων.
2. Συστήματα προγραμματισμένης εκμάθησης.
3. Συστήματα προσομοιώσεων (στατικών, δυναμικών).
4. Επικουρικά εκπαιδευτικά συστήματα.

1. Απλά προγράμματα ασκήσεων και αξιολόγησης της γνώσης και των ικανοτήτων.

Τα απλά προγράμματα ασκήσεων συνιστούν προγράμματα επικουρικά της αποστήθισης γνώσεων που αφορούν δεδομένα και γεγονότα. Το κατ'εξοχήν χρησιμοποιούμενο υπόδειγμα είναι η παρουσίαση ενός μεγάλου αριθμού απλών ερωτήσεων που διαπραγματεύονται δεδομένα και γεγονότα, όπως την διατύπωση ορισμών, και την αναγνώριση φυσιολογικών ή παθολογικών παρασκευασμάτων. Διαφορετικού τύπου και προωθημένου επιπέδου είναι προγράμματα σχεδιασμένα για την αξιολόγηση γνώσεων και ικανοτήτων. Τυπικές χρήσεις των συστημάτων αυτών είναι η αξιολόγηση της επίδοσης σπουδαστών που προετοιμάζονται για εξετάσεις και αυτο-αξιολόγηση για τον προσδιορισμό του επιπέδου των γνώσεων και των αναγκών για περαιτέρω μάθηση. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό συνίστανται από μεγάλες βάσεις που περιέχουν ερωτήσεις του τύπου των πολλαπλών επιλογών ταξινομημένων σύμφωνα με το

εκπαιδευτικό αντικείμενο και το επίπεδο δυσκολίας της ερώτησης. Άλλες μέθοδοι αξιολόγησης επικεντρώνουν στην εκτίμηση του επιπέδου επιδεξιότητων προς επίλυση κλινικών διαγνωστικών ή θεραπευτικών προβλημάτων ( problem - solving skills).

## 2. Συστήματα προγραμματισμένης εκμάθησης

Τα διδακτικά, ως λέγονται, αυτά συστήματα (tutorial systems) βασίζονται στην μέθοδο της προγραμματισμένης εκμάθησης. Το βασικό υπόδειγμα των διδακτικών συστημάτων είναι ο διδακτικός κύκλος κατά τον οποίο το σύστημα παρουσιάζει στον σπουδαστή ένα μικρό μέρος της διδακτέας ύλης και κατόπιν τον ελέγχει για να διαπιστώσει αν η συγκεκριμένη αυτή ύλη αφομοιώθηκε. Στην πλέον απλοποιημένη μορφή τους τα διδακτικά συστήματα συνιστούν συστήματα "διαδοχής σελίδων" (" page turners") που δεν κάνουν τίποτα περισσότερο από το να παρουσιάζουν το περιεχόμενο των σελίδων ενός συγγράμματος υπό διαφορετική μορφή. Στην πλέον προωθημένη εκδοχή τους τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν σύνθετες διακλαδώσεις ή διαμόρφωση των οποίων στοχεύει στην προγραμματισμένη καθοδήγηση της διαδικασίας της μάθησης. Οι διακλαδώσεις αυτές περιλαμβάνουν μία ποικιλία χαρακτηριστικών, όπως, διαφάνειες, οπτικοακουστικές ταινίες και εικονοδίσκους που μιμούνται επακριβώς πραγματικές κλινικές καταστάσεις και παρέχουν την δυνατότητα προσαρμοσμένης προς την εκάστοτε περίπτωση αξιολόγησης της επίδοσης. Η πλειοψηφία του C B M E υλικού που προσφέρεται σήμερα ανήκει στην κατηγορία των συστημάτων προγραμματισμένης εκμάθησης.

Τυπικά τα C B M E διδακτικά συστήματα προγραμματισμένης

εκμάθησης συνδυάζουν κείμενο με ωρισμένα απλά γραφικά (graphics). Υπάρχουν όμως και ωρισμένες παραλλαγές των συστημάτων αυτών που επιτρέπουν ιδιαίτερα αισιόδοξες προοπτικές για πιθανές μελλοντικές εξελίξεις των C B M E συστημάτων σε πλέον προωθημένες μορφές. Το σύστημα S i m O n e, μία κούκλα ελεγχόμενη από υπολογιστή που αναπαράγει αρκετές ανθρώπινες λειτουργίες σχεδιάσθηκε για να διδάξει επιδεξιότητες χειρισμών και όχι διανοητικές ικανότητες.

Το παράγωγο του Sim One είναι μία κούκλα συνδεδεμένη με ένα υπολογιστή και ένα σύστημα εικονοδίσκου και σχεδιάσθηκε για την διδασκαλία της καρδιοπνευμονικής ανάνηψης. Το σύστημα κατευθύνει τον φοιτητή μέσω ιεραρχημένων διδακτικών ασκήσεων που του επιτρέπουν την εξάσκηση σε διάφορες παραλλαγές της διαδικασίας της καρδιοπνευμονικής ανάνηψης. Ο υπολογιστής παρακολουθεί και ελέγχει την επίδοση του φοιτητού και ανάλογα με τα προβλήματα που διακρίνει επιλέγει τα σχετικά εδάφια σε μία video ταινία όπου και παραπέμπει τον φοιτητή για κάλυψη των διαπιστωμένων κενών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα προσφέρει ένα θαυμάσιο παράδειγμα συνδυασμού χρώματος και κίνησης, δύο ιδιαίτερα σημαντικών στοιχείων των C B M E συστημάτων.

Περαιτέρω έρευνα στο πεδίο των συστημάτων προγραμματισμένης εκμάθησης επικεντρώνει στην αξιοποίηση της προόδου που έχει συντελεσθεί στην τεχνολογία των εικονοδίσκων με σκοπό την εξασφάλιση όσο το δυνατόν μεγαλύτερων ποσοτήτων πληροφόρησης σε διάφορες μορφές, όπως κείμενο, γραφικά, διαδοχή κινήσεως και ήχο. Οι υποστηρικτές των συστημάτων εικονοδίσκων ισχυρίζονται ότι τα συστήματα αυτά μιμούνται πειστικότερα την πραγματικότητα

τα της καθημερινής ιατρικής πρακτικής. Επισημαίνεται ότι, τελευταίες εκτιμήσεις των συστημάτων εικονοδίσκων εισηγούνται ότι οι φοιτητές διάκεινται ευμενώς απέναντι των πολλαπλών εφαρμογών των συστημάτων αυτών σε αντίθεση με το διδακτικό προσωπικό που διατηρεί μία ολιγότερο ενθουσιώδη στάση.

Στα πλαίσια της ανάπτυξης των διδακτικών συστημάτων προγραμματισμένης εκμάθησης θα πρέπει να αναφερθούμε επίσης και σε μία κατηγορία συστημάτων σχεδιασμένων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες εκπαιδευτικές ανάγκες του φοιτητού.

Τα συστήματα αυτά, προϊόν της I C A I (Intelligent Computer Assisted Instruction) τυπικά συνίστανται από ένα μοντέλο "εμπειρογνώμονα" που υποβάλλει ερωτήσεις και αξιολογεί τις απαντήσεις του φοιτητού, ένα μοντέλο "φοιτητής" που προσπαθεί να κατανοήσει την διδασκόμενη ύλη ώστε να διαμορφώνει υποθέσεις σχετικά με παρανοήσεις και κάτω του αναμενόμενου επιδόσεις των πραγματικών φοιτητών, και ένα μοντέλο "εκπαιδευτής" που χρησιμοποιεί τα συμπεράσματα του μοντέλου "φοιτητής" για να επισημάνει λάθη, να προσδιορίσει την προέλευσή τους και να υποδείξει διορθωτικές ενέργειες. Το σύστημα N E O M Y C I N που διδάσκει ικανότητες προς επίλυση διαγνωστικών προβλημάτων στον τομέα των λοιμωδών νοσημάτων βασίζεται στο έμπειρο σύστημα M Y C I N και αποτελεί το μοναδικό παράδειγμα I C A I εφαρμογής στην ιατρική.

### 3. Συστήματα Προσομοιώσεων

Τα συστήματα προσομοιώσεων συνιστούν συστήματα περισσότερο

σύνθετα από τα δύο προαναφερθέντα. Τα συστήματα αυτά επιχειρούν να μιμηθούν πραγματικές καταστάσεις και στοχεύουν στην άσκηση του εκπαιδευόμενου στην επίλυση προβλημάτων και την λήψη αποφάσεων. Οι προσομοιώσεις στην C B M E μπορεί να είναι στατικές ή δυναμικές. Οι στατικές προσομοιώσεις τυπικά αναφέρονται σε ένα διαγνωστικό επεισόδιο με σταθερά και αμετάβλητα χαρακτηριστικά και ο σπουδαστής καλείται να αποσπάσει την αναγκαία πληροφορία για την λήψη της συγκεκριμένης κλινικής απόφασης. Οι δυναμικές προσομοιώσεις χρησιμοποιούν ένα δυναμικό μοντέλο κάποιου ασθενούς ή κάποιας βιολογικής διεργασίας. Στην περίπτωση των δυναμικών προσομοιώσεων ο σπουδαστής πέραν της αναζήτησης της συγκεκριμένης διαγνωστικής πληροφορίας μπορεί να παρακολουθεί διαχρονικές μεταβολές της κατάστασης του ασθενούς, να προβαίνει σε θεραπευτικές αποφάσεις και να παρατηρεί τα αποτελέσματα. Το μοντέλο της δυναμικής προσομοίωσης μπορεί να είναι προκαθοριστικό ή πιθανολογικό, με την έννοια ότι οι εκβάσεις της υπό μελέτην κλινικής περίπτωσης μπορεί να είναι προκαθορισμένες σύμφωνα με τις πιθανότητες που συνδέονται με τα επιμέρους στοιχεία του υπό διερεύνηση προβλήματος. Μοντέλα δυναμικών προσομοιώσεων χρησιμοποιούνται και για την μελέτη βασικών φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών. Οι προσομοιώσεις αυτές, βασισμένες σε μαθηματικά μοντέλα, επιτρέπουν στον σπουδαστή την παρατήρηση της συμπεριφοράς συνθέτων συστημάτων διαχρονικώς αφού δοθούν αρχικά διάφορες αφετηριακές παράμετροι.

Προσεκτικά σχεδιασμένες προσομοιώσεις προσφέρουν σημαντικά εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα όπως: α) απαλλαγή των περιορισμών που θέτουν οι παράγοντες χρόνος και χώρος για την αξιοποίηση

ασθενών με διάφορες παθήσεις, γεγονός που παρέχει την δυνατότητα έκθεσης των σπουδαστών σε μεγαλύτερο αριθμό και ποικιλία παθήσεων, β) συστηματική και προγραμματισμένη προσέγγιση της πολυπλοκότητας του κλινικού προβλήματος, γεγονός που επιτρέπει αρχικά την εξάσκηση με απλά προβλήματα και την προοδευτική μύηση σε πλέον σύνθετα, γ) δυνατότητα στους σπουδαστές της παρατήρησης της εξέλιξης της νόσου χωρίς τους περιορισμούς που επιβάλλει η διάρκεια παραμονής τους σε μία συγκεκριμένη κλινική ή υπηρεσία, δ) δημιουργία τυποποιημένων κλινικών περιπτώσεων που αποσκοπούν στην αξιολόγηση των ικανοτήτων του σπουδαστού στην επίλυση προβλημάτων.

#### 4. Επικουρικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του τρόπου μάθησης του σπουδαστού και την υπόδειξη των κατάλληλων μέσων μάθησης, όπως παραδόσεις, αναγνωστικό υλικό, παρουσιάσεις που συνδυάζουν διαφάνειες, μαγνητοταινίες ή video-ταινίες, συνδιασκέψεις μικρών ομάδων κ.α. Τα συστήματα αυτά, ο ρόλος των οποίων είναι μάλλον συμβουλευτικός παρά εκπαιδευτικός, τυπικά καταγράφουν λεπτομερώς την επίδοση του σπουδαστού η οποία αναλύεται κατόπιν από το διδακτικό προσωπικό. Κίνητρο για την ανάπτυξη των επικουρικών εκπαιδευτικών συστημάτων στην ιατρική εκπαίδευση υπήρξε η σκέψη της δημιουργίας ανεξάρτητης εξατομικευμένης εκπαίδευσης μέσα στα πλαίσια ενός προγράμματος σπουδών και η ελάττωση των δαπανών της εκπαίδευσης.



## Πλεονεκτήματα της Ιατρικής Εκπαίδευσης με την Υποστήριξη Υπολογιστών

Στο συνέδριο της Ένωσης των Ιατρικών Σχολών των Η Π Α (Α Α Μ Σ) το 1985 με θέμα "Ιατρική Εκπαίδευση την Εποχή της Πληροφορικής" τα πλεονεκτήματα της χρήσης υπολογιστών και των καταλλήλων συστημάτων στην ιατρική εκπαίδευση συνοψίσθηκαν ως ακολούθως:

1. Η C B M E επιτρέπει την μέσω συνεχούς αλληλεπίδρασης με το σύστημα ουσιαστική και ενεργό συμμετοχή του σπουδαστού στην διαδικασία της μάθησης, σε αντίθεση με την παθητική παρουσία του στην από αμφιθεάτρου διδασκαλία.

2. Ο σπουδαστής ελέγχει τον ρυθμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας σύμφωνα με τις ικανότητες, τις ανάγκες του και την άνεσή του μάλλον, παρά την άνεση του εκπαιδευτού.

3. Η C B M E εξασφαλίζει προσωπικές εκπαιδευτικές εμπειρίες χωρίς "κυρωτικές" για τον σπουδαστή συνέπειες.

4. Παρέχεται η δυνατότητα διατήρησης ενός πλήρους και λεπτομερούς μητρώου επίδοσης του σπουδαστού.

5. Η C B M E εξασφαλίζει μεγαλύτερη αναπαραγωγικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και μεγαλύτερη αντικειμενικότητα της διαδικασίας της αξιολόγησης της επίδοσης του σπουδαστού.

6. Η C B M E παρέχει την δυνατότητα εμπειριών που είναι πρακτικώς αδύνατο να προσφερθούν με τους συμβατικούς τρόπους εκπαίδευσης. Επιπλέον, καταργεί το ενδεχόμενο των επικίνδυνων συνεπειών σε περίπτωση που οι εκπαιδευτικές εμπειρίες σχετίζονται με πραγματικούς ασθενείς.

7. Προσφέρεται η δυνατότητα διεύρυνσης των μέσων εκπαίδευ-

σης που διαθέτει μία ιατρική σχολή, με την χρησιμοποίηση CBME συστημάτων που αναπτύχθηκαν σε άλλες σχολές.

### Μείζονα C B M E Συστήματα

#### Σύστημα P L A T O

Το αρχαιότερο C B M E σύστημα είναι το σύστημα PLATO που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Illinois στις ΗΠΑ. Το σύστημα περιλαμβάνει διάφορες εκπαιδευτικές μεθόδους, όπως απλά συστήματα αξιολόγησης της γνώσης και των ικανοτήτων, συστήματα προγραμματισμένης εκμάθησης και συστήματα προσομοιώσεων. Τα προγράμματα αυτά είναι γραμμένα στην γλώσσα T U T O R που διευκολύνει σημαντικά την διαδικασία επεξεργασίας μαθημάτων για το σύστημα PLATO. Το σύστημα συνίσταται από 450 ιατρικά μαθήματα που καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα θεμάτων. Τα μαθήματα αυτά προσφέρονται υπό την μορφή μιάς εκ των προαναφερθέντων εκπαιδευτικών C B M E προσεγγίσεων του συστήματος. Χρήση του συστήματος P L A T O μπορεί να κάνουν και άλλες ιατρικές σχολές. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι πρόσβαση στον κεντρικό υπολογιστή (mainframe) του συστήματος είναι σχετικά δαπανηρή διότι προϋποθέτει την ενοικίαση τηλεφωνικών γραμμών και ειδικά τερματικά.

#### Σύστημα Προσομοιώσεων του M G H

Το σύστημα προσομοιώσεων κλινικών προβλημάτων του M G H (Massachusetts General Hospital) της Βοστώνης περιλαμβάνει προσομοιώσεις που αφορούν 30 διαφορετικούς τομείς της κλινικής ιατρικής, και καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα θεμάτων, όπως, διαφορική διάγνωση του κοιλιακού πόνου, θεραπευτική αντιμετώπιση

διαταραχών ύδατος και ηλεκτρολυτών, επείγουσα αντιμετώπιση τραυμάτων κ.λ.π. Οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούν ένα εκ των τριών βασικών μοντέλων: τον στατικό ασθενή, τον δυναμικό ασθενή, ή την δυναμική προσομείωση ενός φυσιολογικού συστήματος ή μιάς νόσου. Το μοντέλο του στατικού ασθενούς συνίσταται από μικρά περιστατικά η διάγνωση των οποίων βασίζεται σε κάποια πληροφορία, ή πληροφορίες που παρέχονται στο ιστορικό του ασθενούς την φυσική εξέταση ή τα εργαστηριακά ευρήματα. Τα στατικά μοντέλα προσομοιώσεων είναι σχεδιασμένα ειδικώς για την διδασκαλία της επίλυσης διαγνωστικών προβλημάτων.

Στο μοντέλο της δυναμικής προσομοιώσεως η κατάσταση του ασθενούς μεταβάλλεται με τον χρόνο και σύμφωνα με τις αποφάσεις που λαμβάνει ο σπουδαστής. Οι προσομοιώσεις αυτές είναι σχεδιασμένες για εξάσκηση των διαγνωστικών ικανοτήτων, αλλά και των ικανοτήτων προς λήψη θεραπευτικών αποφάσεων.

Η τρίτη κατηγορία των προσομοιώσεων συνιστά μία παραλλαγή του δυναμικού μοντέλου κατά την οποία οι πιθανές εκβάσεις είναι αποτέλεσμα της λειτουργίας κάποιου μοντέλου των φυσιολογικών συστημάτων του οργανισμού.

Οι προσομοιώσεις του M G H είναι γραμμένες στην γλώσσα προγραμματισμού M U M P S για υπολογιστές της εταιρείας Digital Equipment Corporation και διατίθενται μέσω τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Πρόσφατα ωρισμένες από τις προσομοιώσεις αυτές έχουν διασκευασθεί για μικροϋπολογιστές και διατίθενται στην αγορά σε εύκαμπτους δίσκους.

### Εκπαιδευτικό Σύστημα του Πανεπιστημίου Ohio

Ένα τρίτο μείζον C B M E σύστημα αναπτύχθηκε από το State University College of Medicine στο Ohio των Η Π Α. Σκοπός της δημιουργίας του συστήματος αυτού ήταν η εξασφάλιση δυνατοτήτων ανεξάρτητης εκπαίδευσης που συμπορεύεται όμως με το ισχύον πρόγραμμα σπουδών της σχολής. Το σύστημα καλύπτει τα κεφάλαια Φυσιολογικός Άνθρωπος, Εισαγωγή στην Παθοφυσιολογία, και Θεραπευτική και Παθοφυσιολογία, μέσω μίας ιεραρχημένης σειράς ενοτήτων που συνίστανται από εκπαιδευτικούς στόχους, προσδιορισμένη προς μελέτη ύλη, εργαστηριακές ασκήσεις και συζητήσεις μικρών ομάδων σπουδαστών, και αξιολόγηση της επίδοσης με την υποστήριξη υπολογιστών. Ανάλογα με τα αποτελέσματα της εξεταστικής δοκιμασίας ο σπουδαστής παραπέμπεται σε άλλες πηγές αναγνωστικού υλικού ή σε κάποιο από τα μέλη του διδακτικού προσωπικού για περαιτέρω εξηγήσεις της ύλης, ή στην επόμενη ενότητα. Υπενθυμίζεται ότι μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι οι συχνές συναντήσεις μικρών ομάδων σπουδαστών προς συζήτηση της εκάστοτε προσδιορισμένης ύλης. Ένα σημαντικό παραπροϊόν της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η διατήρηση ενός πλήρους και λεπτομερειακού ιστορικού των δραστηριοτήτων και επιδόσεων του σπουδαστού καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών.

Το σύστημα έχει αξιολογηθεί με βάση την πρόοδο και τις επιδόσεις των φοιτητών στις εξετάσεις I του N B M E (National Board of Medical Examiners).

Συγκρίθηκαν οι επιδόσεις εθελοντών φοιτητών του προγράμματος ανεξάρτητης μελέτης με αυτές των φοιτητών του συμβατικού προγράμματος σπουδών. Διαπιστώθηκε ότι, αν και μεταξύ των εθε-

λοντών φοιτητών του ειδικού προγράμματος υπήρξαν μεγαλύτερες διαφορές σε ότι αφορά τον χρόνο ολοκλήρωσης του test, σε σχέση με τους φοιτητές του συμβατικού προγράμματος, οι εθελοντές φοιτητές του ειδικού προγράμματος γενικώς επέτυχαν υψηλότερες επιδόσεις στο μέρος I των Ν Β Μ Ε εξετάσεων, που αφορά ένα συγκεκριμένο τμήμα του συνόλου προγράμματος σπουδών.

### **New Pathway Πρόγραμμα του Πανεπιστημίου Harvard**

Τα πλεονεκτήματα των C B M E εφαρμογών αξιοποιεί το "N e w P a t h w a y Πρόγραμμα Σπουδών" της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Harvard. Η φιλοσοφία επεξεργασίας του προγράμματος αυτού αποτελεί την πλέον σαφή διακήρυξη των στόχων της σύγχρονης ιατρικής εκπαίδευσης με την υποστήριξη υπολογιστών και πως επιτυγχάνονται αυτοί οι στόχοι. Η αναθεώρηση και εκσυγχρονισμός του προγράμματος σπουδών της εν λόγω Ιατρικής Σχολής βασίζονται στην αντίληψη ότι η C B M E ενώ συνδέεται άμεσα με το περιεχόμενο των σπουδών εν τούτοις η κυρία και πρωτοποριακή συμβολή της είναι ο τρόπος με τον οποίο παρέχεται η εκπαίδευση. Η ιατρική επιστήμη ουσιαστικά συνιστά μία δραστηριότητα επίλυσης προβλημάτων, κατά την οποία, επάρκεια και αποτελεσματικότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την ικανότητα πρόσβασης και διαχείρισης μιάς τεράστιας βάσης γνώσεων. Η επικρατούσα σήμερα άποψη είναι ότι στους φοιτητές θα πρέπει να δοθούν λιγότερες "απαντήσεις" και περισσότερα "μέσα" ("εργαλεία") για αυτο-εκπαίδευση, διαμόρφωση και επανεκτίμηση των γνώσεών τους. Στους φοιτητές θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα να ασκούνται από τα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσής τους στις επιδεξιότητες της ανα-

ζήτησης πληροφοριών, ελέγχου υποθέσεων και επίλυσης προβλημάτων

Ο αντικειμενικός στόχος της εκπαίδευσης είναι εν μέρει η μετάδοση της τρέχουσας πληροφόρησης, αλλά κυρίως η δημιουργία ενός περιβάλλοντος όπου ο φοιτητής αναλαμβάνει τις αυξημένες υπευθύνότητες ενός αυτόνομου μαθητού. Στα πλαίσια αυτής της γενικότερης θεώρησης για την σύγχρονη ιατρική εκπαίδευση η Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Harvard ακολουθεί από το 1984 ένα πρόγραμμα σπουδών που δίνει μείζονα έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και στην εκμάθηση, με την πρωτοβουλία των φοιτητών, της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων σε συνεδρίες μικρών ομάδων φοιτητών. Το μείζον στοιχείο του νέου προγράμματος είναι η εντατική χρήση της τεχνολογίας της ιατρικής πληροφορικής που αποσκοπεί στο να βοηθήσει τον φοιτητή: 1) να καταστήσει κτήμα του το μέρος εκείνο της ιατρικής εκπαίδευσης που αφορά τις βασικές γνώσεις και αρχές της ιατρικής επιστήμης (factual content), 2) να μάθει την τεχνική της επίλυσης - προβλημάτων μέσω προσομοιώσεων με την υποστήριξη υπολογιστών, και 3) να ασκηθεί στις επιδεξιότητες εκείνες στην χρήση των υπολογιστών που θεωρούνται απαραίτητες για την πρόσβαση σε βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων, την χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και την επεξεργασία κειμένου.

Στην σχολή υπάρχουν άνω των 250 προσωπικών υπολογιστών στην βιβλιοθήκη και άλλους κοινόχρηστους χώρους, στα σπίτια και γραφεία του διδακτικού προσωπικού και τα σπίτια των φοιτητών. Η Σχολή χρησιμοποιεί δικά της κατά κύριο λόγο εκπαιδευτικά προγράμματα που επεξεργάζονται εξειδικευμένα τμήματα του Πανεπιστημίου. Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες των φοιτητών, όπως αυτές αναγνωρίζονται από το

εκπαιδευτικό προσωπικό, αλλά και με βάση τις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία της πληροφορικής στην αξιοποίηση αναγνωριζόμενων εκπαιδευτικών αναγκών και ιδεών. Τα χρησιμοποιούμενα ήδη συστήματα περιλαμβάνουν συστήματα για ευχερή χρήση του ευρετηρίου MeSH για βιβλιογραφική αναζήτηση, προσομοιώσεις βιολογικών συστημάτων (π.χ. ρύθμιση οξεο-βασικής ισορροπίας), προσομοιώσεις για την άσκηση στην λήψη αποφάσεων και την αντιμετώπιση διαγνωστικών - θεραπευτικών προβλημάτων (καρδιοπνευμονική ανακοπή, διαφορική διάγνωση κοιλιακού πόνου, καρδιακές αρρυθμίες κλπ.), συστήματα που αξιοποιώντας τις τεράστιες δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας συνδυάζουν εικόνα και ταυτόχρονη παρουσίαση επεξηγηματικού κειμένου και γραφικών για την υπό ενοποιημένη (integrated) μορφή διδασκαλία οργάνων και συστημάτων (π.χ. η ενότητα που περιλαμβάνει ανατομία, ιστολογία, παθολογική ανατομική και ακτινολογία συνίσταται από προβλήματα προς επίλυση) και συστήματα που καταγράφουν τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες του φοιτητού (π.χ. αριθμό και είδος κλινικών περιστατικών για τα οποία ήταν υπεύθυνος ο φοιτητής), το λεγόμενο βιβλίο των κλινικών περιπτώσεων (προσωρινή ονομασία διότι αργότερα το βιβλίο θα περιλαμβάνει και άλλες δραστηριότητες).

### Συστήματα Προσομοιώσεων του Πανεπιστημίου McMaster

Μείζονα πηγή καινοτομιών στην διδασκαλία των βασικών επιστημών έχει αποτελέσει η ανάπτυξη και χρήση μαθηματικών και ποσοτικών προσομοιώσεων. Στις περιπτώσεις αυτές η προσομοίωση αφορά ένα μαθηματικό μοντέλο μιάς φυσικής, χημικής ή φυσιολογικής διεργασίας. Λαμβανομένου υπόψιν ότι η προσομοίωση μπορεί να διευκρινίσει σημεία που δύσκολα διατυπώνονται γραπτώς, η μέθοδος προσφέρει μοναδικές εκπαιδευτικές δυνατότητες και εμπειρίες που θα ήταν αδύνατο να αξιοποιηθούν με κάποιο άλλο μέσο. Στα πλαίσια αυτών των εκτιμήσεων το Πανεπιστήμιο McMaster στον Καναδά ανέπτυξε στην δεκαετία του 70 μία σειρά φυσιολογικών προσομοιώσεων με σκοπό την παρουσίαση της λειτουργίας διαφόρων συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού. Οι προσομοιώσεις αυτές είναι η **M A C M A N** (καρδιά και περιφερικό κυκλοφορικό), **M A C P U F** (φυσιολογία πνευμόνων) και **M A C P E E** (προσομοίωση της αλληλεπίδρασης διαφόρων συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των ενδοκρινών αδένων, των νεφρών και του γαστροεντερικού συστήματος).

Μία σειρά προσομοιώσεων εργαστηριακών ασκήσεων στην φυσιολογία αναπτύχθηκε και από την Ιατρική Σχολή Rush στις ΗΠΑ, ενώ άλλες προσομοιώσεις έχουν αναπτυχθεί από άλλες σχολές στο πεδίο της φαρμακοκινητικής στην θεραπευτική. Όλες αυτές οι προσομοιώσεις απεικονίζουν κατά τρόπο εντυπωσιακό την συμπεριφορά των διαφόρων φυσιολογικών συστημάτων ενώ παράλληλα επιτρέπουν στον φοιτητή να μεταβάλλει τις διάφορες παραμέτρους και να παρατηρεί την αντίστοιχη συμπεριφορά των συστημάτων χωρίς να είναι υποχρεωμένος να καταφεύγει σε πολυδάπανα πειραματικά μοντέλα ή να



θέτει σε κίνδυνο τη ζωή του ασθενούς. Επισημαίνεται όμως ότι τα συστήματα αυτά προσομοιώσεων δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τα σημεία εκείνα των εργαστηριακών ασκήσεων που είναι διαρθρωμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διδάσκουν την χρήση συγχρόνων, σύνθετων πειραματικών συσκευών ή συστημάτων.

#### Σύστημα C A M P S του Πανεπιστημίου Pennsylvania

Ένα υποδειγματικά σχεδιασμένο και εξελίσσιμο σύστημα αξιολόγησης της ικανότητας των φοιτητών να επιλύουν κλινικά προβλήματα αναπτύχθηκε από την Ιατρική Σχολή του Pennsylvania University. Το σύστημα ονομάζεται C A M P S (Computer Assisted Medical Problem Solving) και χρησιμοποιεί προσομοιώσεις κλινικών περιπτώσεων. Οι επιδόσεις των φοιτητών συγκρίνονται με αυτές ενός panel 5 μελών του διδακτικού προσωπικού χρησιμοποιώντας κριτήρια επεξεργασθέντα με λεπτομερή αντικειμενικότητα. Οι φοιτητές έχουν αποφανθεί θετικά για τις δυνατότητες που προσφέρει το σύστημα στην βελτίωση των διαγνωστικών τους ικανοτήτων. Οι σχεδιαστές του συστήματος στην προσπάθειά τους να εξασφαλίσουν την μεγαλύτερη δυνατή εγκυρότητα και αξιοπιστία του συστήματος διερεύνησαν ερωτήματα του είδους: 1. Οι επιδόσεις των φοιτητών στο σύστημα C A M P S βελτιώνονται καθώς αυξάνει η κλινική εμπειρία; 2. Σε τι βαθμό και κατά ποιο τρόπο η δυσκολία μίας περίπτωσης επηρεάζει την επίδοση; 3. Σε τι βαθμό οι επιδόσεις στο σύστημα C A M P S αποκαλύπτουν μία ικανότητα που μπορεί να διαφοροποιηθεί από τις γενικότερες ικανότητές του φοιτητού στην επίλυση προβλημάτων; 4. Πόσο αξιόπιστο είναι ένα σύστημα που βασίζεται σε μικρό αριθμό περιπτώσεων; Προς το

σκοπό αυτό οι συμμετέχοντες στην έρευνα φοιτητές, ειδικευόμενοι ιατροί και ιατροί του διδακτικού προσωπικού, εκτός από την δοκιμασία του συστήματος C A M P S υπεβλήθησαν και σε δύο άλλα tests, το G E F T (Group Embedded Figures Test) και το Locus of Control Measure. Το GEFT μετράει ένα διακριτικό γνώρισμα που ονομάζεται "Field dependence - independence". Όσο περισσότερο field-independent είναι ένα άτομο, τόσο καλύτερα επιλύει ένα πρόβλημα η επιτυχής επίλυση του οποίου απαιτεί την επισημάνση ενός βασικού στοιχείου μέσα στο γενικότερο πλαίσιο του προβλήματος. Αντιθέτως, το field-dependent άτομο έχει περισσότερες δυσκολίες να απομονώσει την συγκεκριμένη λεπτομέρεια από το γενικότερο περιεχόμενο. Το Locus of Control Measure διακρίνει τα άτομα σε άτομα εσωτερικού και εξωτερικού προσανατολισμού. Τα άτομα εσωτερικού προσανατολισμού πιστεύουν ότι τα διάφορα γεγονότα της ζωής τους είναι συναρτημένα με την εκάστοτε συμπεριφορά τους, ενώ τα άτομα εξωτερικού προσανατολισμού πιστεύουν ότι τα γεγονότα αυτά σχετίζονται με την μοίρα, την τύχη ή άλλα άτομα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερες επιδόσεις στην λήψη αποφάσεων, αναζήτηση της σχετικής πληροφορίας και γενικότερα σε επιτεύγματα, συνδέονται περισσότερο με άτομα μεγάλου εσωτερικού προσανατολισμού.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν τα εξής: 1. Η απόκτηση επιδεξιότητων υψηλού επιπέδου σε ότι αφορά την επίλυση προβλημάτων σε διάφορα κλινικά πεδία αναπτύσσεται μάλλον σε διαφορετικά στάδια της εξέλιξης του ιατρού. 2. Οι επιδόσεις στην δοκιμασία του συστήματος C A M P S εξαρτώνται από άλλους παράγοντες και όχι από τα δύο γενικότερα διακριτικά γνωρίσματα,

του field dependence - independence & του locus of control. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδόσεις στο σύστημα CAMPS μαρτυρούν μία ικανότητα που αποκτήθηκε μέσω εμπειριών μάλλον, παρά υποδηλώνει την συμμετοχή διακριτικών γνωρισμάτων του ατόμου στην διαδικασία επίλυσης του προβλήματος. 3. Οι αναλύσεις αξιοπιστίας του CAMPS συστήματος έδειξαν ότι χρειάζονται τουλάχιστον 9 CAMPS περιπτώσεις για να εξασφαλισθεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο αξιοπιστίας.

Άλλα επιλεγμένα παραδείγματα C B M E εφαρμογών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ιατρική εκπαίδευση.

Τα επιλεγμένα παραδείγματα των C B M E εφαρμογών στους διαφόρους τομείς και εκπαιδευτικά αντικείμενα της Ιατρικής εκπαίδευσης που παρατίθενται κατωτέρω αποτελούν μία αδιάψευστη ένδειξη του ενδιαφέροντος που ήδη έχουν αρχίσει να επιδεικνύουν αρκετές Ιατρικές σχολές για την αξιοποίηση των μοναδικών δυνατοτήτων των συστημάτων αυτών στην εκσυγχρονισμένη εκπαιδευτική διαδικασία. Θα πρέπει να τονισθεί ότι το ενδιαφέρον των διαφόρων σχολών για την ανάπτυξη και χρησιμοποίηση C B M E εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία εκδηλώθηκε έντονα μετά την σχετική εισήγηση της ομάδας των επιστημόνων που επεξεργάσθηκε το 1984 το C R E P (General Professional Education of the Physician) πρόγραμμα προπτυχιακής εκπαίδευσης για τους Ιατρούς του 21ου αιώνα.

#### Σύστημα Επεξεργασίας Προγράμματος Σπουδών

Η Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου του Toronto ανέπτυξε

ένα σύστημα αναθεώρησης και σχεδιασμού του προγράμματος σπουδών με την υποστήριξη υπολογιστού. Η βάση δεδομένων του προγράμματος σπουδών επεξεργάσθηκε κατά τρόπο που να παρέχει στους υπεύθυνους του σχεδιασμού του προγράμματος ακριβείς πληροφορίες σχετικά με το τί ακριβώς διδάσκεται, ποιός διδάσκει, και σε ποιά φάση του προγράμματος διδάσκονται τα διάφορα εκπαιδευτικά αντικείμενα. Το σύστημα απεδείχθη εξαιρετικά χρήσιμο στην ρύθμιση γνωστών προβλημάτων, όπως η αλληλοεπικάλυψη, παράλειψη διδασκαλίας, ενοποίηση και συσχετισμός των διαφόρων εκπαιδευτικών αντικειμένων.

Ένα πληρέστερο από το προηγούμενο σύστημα, που καλύπτει όλα τα επιμέρους στοιχεία του εκπαιδευτικού προγράμματος αναπτύχθηκε από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου της Florida. Τα αρχεία της βάσης δεδομένων του συστήματος ( The Physician Assistant Program) περιέχουν στοιχεία σχετικά με την εισαγωγή των φοιτητών στην σχολή, τον σχεδιασμό και αξιολόγηση του προγράμματος σπουδών, φακέλους της επίδοσης των φοιτητών, στοιχεία της εξέλιξης των φοιτητών μετά την αποφοίτηση, τις ερευνητικές δραστηριότητες των φοιτητών και διαδικαστικά θέματα της σχολής. Το σύστημα επιτρέπει μία πλήρη, υπεύθυνη και συντονισμένη ροή πληροφοριών που εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα λειτουργικότητας και επιδόσεων του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος.

#### **Σύστημα για την διδασκαλία της Νευροανατομίας**

Ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον πρόγραμμα διδασκαλίας της νευροανατομίας αναπτύχθηκε τελευταίως (1989) από το Εργαστήριο Ανατομίας του Εθνικού Πανεπιστημίου της Σιγκαπούρης. Το πρό-

γραμμα που περιλαμβάνει κείμενο ενοποιημένο με γραφικά, ήχο και κινούμενα σχέδια, επιτρέπει στον φοιτητή μία διαβαθμισμένη από πλευράς δυσκολίας προσέγγιση του αντικειμένου και κλιμακωτή μύηση στις δομικές και λειτουργικές ιδιαιτερότητες του λεπτού αυτού κεφαλαίου της ανατομίας. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό του προγράμματος είναι ο ευχερής εκσυγχρονισμός του με νέα στοιχεία.

#### Σύστημα για την διδασκαλία της Ιστολογίας

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών και των δίσκων Laser που κατέστησαν δυνατή την ενσωμάτωση φωτογραφικού υλικού σε C B M E προγράμματα επέτρεψαν την ανάπτυξη των λεγόμενων αλληλοεπιδραστικών video-προγραμμάτων διδασκαλίας με την υποστήριξη υπολογιστού (computer - assisted - instruction - interactive - video programs, CAIIV). Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την διδασκαλία των βασικών επιστημών. Ένα τέτοιο πρόγραμμα, που έγινε δεκτό ενθουσιωδώς από τους φοιτητές αναπτύχθηκε από το Jefferson Medical College του Πανεπιστημίου Thomas Jefferson στην Pennsylvania των Η.Π.Α. για την διδασκαλία του μαθήματος της ιστολογίας.

#### Σύστημα για την διδασκαλία της Φαρμακολογίας

Το Εργαστήριο Φαρμακολογίας του College of Health Sciences του Kansas χρησιμοποιεί για την διδασκαλία της Φαρμακολογίας των φοιτητών της σχολής και των σπουδαστών παραϊατρικών επαγγελμάτων ένα σύστημα διδασκαλίας με την υποστήριξη υπολογιστού που περιλαμβάνει C A I (Computer Assisted Instruction) και C M I

(Computer Managed Instruction). Το C A I συνίσταται από 176 προγράμματα διδασκαλίας τριών βασικών τύπων: α) αυτο-διδασκαλία β) προσομοιώσεις ιστορικών ασθενών και γ) προγράμματα ερωτήσεων ανασκόπησης της ύλης. Το CMI συνίσταται από τρία μείζονα μέρη: α) το αρχείο των ερωτήσεων των εξετάσεων και το συνοδό software περαιτέρω βελτίωσης του αρχείου. β) το σύστημα επεξεργασίας και τελικής διαμόρφωσης της εξεταστικής δοκιμασίας και γ) το σύστημα βαθμολογίας των φοιτητών - σπουδαστών, και αξιολόγησης του όλου συστήματος διδασκαλίας.

Η υλοποίηση των στόχων του συστήματος βασίζεται σε δύο βασικές αρχές. Πρώτον, για την οργάνωση της διδασκαλίας του μαθήματος υιοθετήθηκε η φιλοσοφία του "Σχεδίου Keller" και η όλη εκπαιδευτική διαδικασία συγκροτείται από ενότητες (modules). Δεύτερον, οι ενότητες προσφέρονται είτε στα πλαίσια ενός ιεραρχημένα δομημένου προγράμματος, είτε για κατ'ιδίαν μελέτη, για φοιτητές - σπουδαστές με διαφορετικό υπόβαθρο γνώσεων και ικανοτήτων. Το σύστημα, που κατ'αυτό τον τρόπο επιτρέπει στον φοιτητή να επιλέξει την πλέον κατάλληλη για αυτόν προσέγγιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και τον ρυθμό με τον οποίο θα εργασθεί, αποδίδει τεράστια έμφαση και στην επανειλημμένα διατυπωθείσα άποψη ότι είναι δύσκολο να βρεθούν δύο φοιτητές που θα μπορούσαν να αποκομίσουν το ίδιο όφελος από οποιαδήποτε μία και μοναδική εκπαιδευτική μέθοδο και ότι οι φοιτητές διαφέρουν σημαντικά σε ότι αφορά τις αφομοιωτικές τους ικανότητες. Οι εμπνευστές του συστήματος εισηγούνται την χρησιμοποίησή του και για την διδασκαλία άλλων βασικών επιστημών του προγράμματος σπουδών.

Ένα ιδιαίτερο ευέλικτο και αποτελεσματικό πρόγραμμα διδασκαλίας του γνωστικού αντικειμένου της φαρμακοκινητικής αναπτύχθηκε κατόπιν κοινής συνεργασίας εξειδικευμένων επιστημόνων - προγραμματιστών του Jefferson Medical College του Πανεπιστημίου Thomas Jefferson και του Εργαστηρίου Φαρμακολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Temple στην Φιλαδέλφεια, ΗΠΑ.

Ως γνωστόν, η φαρμακοκινητική ασχολείται με την χρονική διαδρομή ενός φαρμάκου, τους μεταβολίτες του φαρμάκου σε όλους τους ιστούς του σώματος, και τους διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν αυτή τη διαδρομή. Προφανώς το θέμα είναι σύνθετο διότι αφορά ένα σημαντικό αριθμό ιστών και άλλων παραγόντων, και επιπλέον, λόγω της συχνής αναφοράς σε προτάσεις και έννοιες υπό την μορφή μαθηματικών διατυπώσεων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο το θέμα κατά κανόνα παρουσιάζεται στην απλοποιημένη εκδοσή του, τόσο κατά την διδασκαλία του μαθήματος φαρμακολογίας, όσο και κατά την περιγραφή του στα περισσότερα συγγράμματα φαρμακολογίας. Έστω όμως και σε αυτή την απλοποιημένη μορφή, οι υπολογισμοί είναι επίπονοι, ιδιαίτερα όταν η δοσολογία είναι επαναλαμβανόμενη και επιχειρείται η επίτευξη μίας συγκεκριμένης συγκέντρωσης του φαρμάκου. Το υπό συζήτηση σύστημα, που χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα υπολογιστού και ένα μικρό βιβλίο - οδηγό, πέραν των άλλων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει, έχει επίσης συντομεύσει την διαδικασία λόγω ανάληψης της μακράς και επίπονης διενέργειας των μαθηματικών υπολογισμών και μετρήσεων από τον υπολογιστή.

Το πρόγραμμα του υπολογιστή αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο είναι καθαρώς διδακτικό και το δεύτερο συνιστά μία άσκηση

εισόδου – εξόδου. Το διδακτικό μέρος συνίσταται από μία διαδοχή εικόνων που περιέχουν πληροφορίες, ορισμούς και γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης του φαρμάκου στον χρόνο. Του διδακτικού μέρους έπεται η άσκηση εισόδου –εξόδου κατά την οποία ο φοιτητής εισάγει στο πρόγραμμα δεδομένα και παρατηρεί την γραφική παράσταση συγκέντρωση – χρόνος ως πληροφορία εξόδου. Το συνοδό βιβλίο οδηγός παίζει καθαρώς συμπληρωματικό ρόλο στην επισήμανση ωρισμένων σημείων και την διευκρίνιση εννοιών τόσο κατά το πρώτο, όσο και κατά το δεύτερο μέρος του προγράμματος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρόνος που απαιτείται για την επεξεργασία ενός τέτοιου προγράμματος συνιστά, κατά τους εμπνευστές και σχεδιαστές του προγράμματος, ένα μείζονα περιορισμό για την ανάπτυξη και περαιτέρω βελτίωση αυτού και άλλων παρομοίων προγραμμάτων. Υπολογίζεται ότι ο χρόνος που χρειάσθηκε για την ολοκλήρωση του προγράμματος ήταν: 200 ώρες σχεδιασμού, ανάπτυξης μαθηματικών αλγορίθμων, συγγραφής και ελέγχου, 300 ώρες προγραμματισμού στον υπολογιστή, και 200 ώρες για την παραγωγή των κινούμενων σχεδίων. Άλλες 100 ώρες χρειάσθηκαν για την επεξεργασία μιάς σειράς ερωτήσεων – απαντήσεων.

#### Συστήματα για την διδασκαλία της Παθολογικής Ανατομικής.

Ένα σχεδόν πλήρες σύστημα διδασκαλίας του περιεχομένου της Γενικής και Συστηματικής Παθολογικής Ανατομικής αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Παθολογικής Ανατομικής του Πανεπιστημίου Stanford στην Καλιφόρνια σε συνεργασία με το Τμήμα Επιστημών των Υπολογιστών του ιδίου Πανεπιστημίου. Το σύστημα βασίζεται στην παρουσίαση μοντέλων κλινικών περιπτώσεων και περιλαμβάνει



την σχετική για τον ασθενή πληροφόρηση μακρό και μικροσκοπικές εικόνες πασχόντων ιστών, γραφικά, τις εκάστοτε επιλογές που προσφέρονται στον φοιτητή και πρόγραμμα ελέγχου της επίδοσης του φοιτητού. Το σύστημα που εντάσσεται στην κατηγορία των αλληλοεπιδραστικών video-προγραμμάτων με την υποστήριξη υπολογιστού προορίζεται για ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα αυτόνομης κατ'ιδίαν εκμάθησης που μπορεί να συμβαδίζει, ή όχι, με την εκπαιδευτική διαδικασία της διδασκαλίας του συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου στο κανονικό πρόγραμμα σπουδών.

#### Σύστημα για την διδασκαλία της Κλινικής Χημείας

Το Εργαστήριο Κλινικής Χημείας του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου ανέπτυξε ένα εξαιρετικά επιμελημένο σύστημα για την διδασκαλία της κλινικής χημείας. Το σύστημα παρουσιάζει προσομοιώσεις κλινικών περιπτώσεων που χρησιμοποιούνται από τους φοιτητές προς εκτίμηση της ικανότητάς τους να θέτουν την σωστή διάγνωση, να επιλέγουν τις σωστές μεθόδους διερεύνησης και να εφαρμόζουν την κατάλληλη θεραπεία. Οι κλινικές περιπτώσεις έχουν επιλεγεί κατά τρόπο που να παρέχουν την δυνατότητα παρουσίασης και ελέγχου εμπέδωσης θεμελιωδών, σχετικών προς την περίπτωση γνώσεων. Μερικά παραδείγματα των χρησιμοποιούμενων περιπτώσεων είναι: Πολλαπλούν μύελωμα (υπερασβεστιαϊμία, νεφρική δυσλειτουργία), στένωση της νεφρικής αρτηρίας (δράση ρενίνης πλάσματος, υπέρταση, νεφρική λειτουργία), νόσος Graves (λειτουργία θυρεοειδούς, θυρετοξίκωση), χρόνια παγκρεατίτις (διαβήτης, σύνδρομο δυσαπορόφησης). Κάθε περίπτωση - προς μελέτη συνίσταται από τέσσερα βασικά πλαίσια. 1. Πληροφορίες για τον ασθενή,

2. Οι επιλογές που προσφέρονται στον φοιτητή, 3. Μία εκτίμηση των επιλογών του φοιτητού. και 4. Feedback πληροφόρηση που εξηγεί τους λόγους διαφωνίας μεταξύ των επιλογών του φοιτητού και αυτών που εισηγείται ο εμπειρογνώμων. Η πλειοψηφία των φοιτητών που χρησιμοποίησαν το σύστημα θεωρεί το σύστημα ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εκπαιδευτικό μέσο, την διαντίδραση με το σύστημα και την όλη διαδικασία ευχάριστη και κάθε περίπτωση που μελετήθηκε ένα ισχυρό ερέθισμα για περαιτέρω μελέτη.

#### Σύστημα για την απόκτηση επιδεξιότητων στην Λήψη Κλινικού Ιστορικού.

Η Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Oregon στο Portland, ΗΠΑ χρησιμοποιεί το σύστημα T A K E H X (Take - a - History) για την διδασκαλία του μαθήματος "Εισαγωγή στην Εξέταση του Ασθενούς" στους πρωτοετείς φοιτητές. Το σύστημα, που αποτελεί παραλλαγή ενός προγενέστερου προγράμματος της σχολής του CASE (Computer - Aided Simulation of the Clinical Encounter) χρησιμοποιεί προσομοιώσεις κλινικών προβλημάτων και διδάσκει στους φοιτητές την ορθή τεχνική λήψης ενός ιστορικού και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στην καταγραφή των συμπτωμάτων, τον χαρακτηρισμό των συμπτωμάτων και την ανάλυση των συμπτωμάτων. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων του συστήματος - το οποίο κατ'ουδένα τρόπο αναπληρώνει την διαδικασία λήψης ιστορικού από τον πραγματικό ασθενή, αλλά την συμπληρώνει και την βελτιώνει - αναφέρονται το feedback που προσφέρει στον χρήστη υπό την μορφή παραδειγμάτων ερωτήσεων που μπορεί να υποβληθούν στα πλαίσια της καταγραφής, χαρακτηρισμού και ανάλυσης των συμπτωμάτων του συγκεκριμένου προβλήματος, ως

και το γεγονός ότι το σύστημα καταργεί τους περιορισμούς των παραγόντων τόπος, χρόνος και συμπαρουσία εκπαιδευτού κατά την λήψη του ιστορικού, δεδομένου ότι ο φοιτητής μπορεί να ασκείται κατ'ιδίαν, στον χρόνο που εκείνος επιλέγει.

Στα πλαίσια της εκμάθησης από τους φοιτητές της τεχνικής της ορθής λήψης ενός κλινικού ιστορικού με την υποστήριξη υπολογιστών θα πρέπει να επισημανθεί και η χρησιμοποίηση από ωρισμένα κέντρα αλληλοεπιδραστικών video-προγραμμάτων. Για παράδειγμα, η Ψυχιατρική Κλινική του Πανεπιστημίου της Ουαλίας στο Cardiff ανέπτυξε ένα τέτοιο σύστημα για την εξέταση ψυχιατρικών ασθενών.

#### Σύστημα για την απόκτηση επιδεξιότητων στην Επίλυση Κλινικών Προβλημάτων και την Λήψη αποφάσεων

Ένα εξαιρετικά ευέλικτο και εύχρηστο σύστημα κλινικών προσομοιώσεων υψηλής ακριβείας, που βασίζεται στις αρχές της "problem – solving and self-directed εκμάθησης" και που είναι σχεδιασμένο κατά τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται σε εξατομικευμένες ανάγκες του φοιτητού αναπτύχθηκε από επιστήμονες του San Joaquin General Hospital, Stockton, California και του Τμήματος Οικογενειακής Ιατρικής του North Dakota University, ΗΠΑ. Κύριος σκοπός της δημιουργίας του Computerized Clinical Patient Problem ή C2P2 συστήματος είναι να βοηθήσει τον φοιτητή να αναπτύξει τις αναγκαίες νοητικές ικανότητες και επιδεξιότητες για την εκτίμηση και αντιμετώπιση κλινικών προβλημάτων. Το C2P2 είναι παραλλαγή ενός προγενέστερου ανάλογου συστήματος, του Problem Based Learning Module που αναπτύχθηκε από τους πρωτοπό-

ρους της αντίληψης της problem – based εκπαιδευτικής διαδικασίας Barrows και Tamblyn το 1982. Το σύστημα περιλαμβάνει 15 κλινικές περιπτώσεις και έχει υπολογισθεί ότι χρησιμοποιώντας το συγγραφικό πρόγραμμα που έχει επεξεργασθεί για τον σκοπό αυτό, απαιτούνται 3–5 ώρες για την προσθήκη μίας νέας περίπτωσης. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συστήματος, που υποστηρίζεται ότι αυξάνουν την πιστότητα της προσομοίωσης είναι: 1. η δυνατότητα ελεύθερης, χωρίς περιορισμούς διερεύνησης του προβλήματος 2. η χρησιμοποίηση φυσικής γλώσσας, 3. η απάλειψη των γνωστών μέσων προτροπών, όπως καταλόγων επιλογής ερωτήσεων και εργαστηριακών δοκιμασιών, 4. η ταχεία απόκριση (συμπεριλαμβανομένων και των εργαστηριακών εξετάσεων που ζητήθηκαν) και 5. η καταγραφή του χρόνου ολοκλήρωσης της διαδικασίας και του συνολικού προκύψαντος κόστους. Επιπλέον, το σύστημα έχει την ικανότητα να καταγράφει χρονολογικά όλες τις ενέργειες στις οποίες προβαίνει ο φοιτητής, να αξιολογεί την επιδόσή του και να του παρέχει feedback υπό την μορφή διατυπώσεων. Η εκτίμηση των φοιτητών για το C2P2 σύστημα υπήρξε ιδιαίτερα ευμενής.

#### Σύστημα για την διδασκαλία της Αιματολογίας

Δύο C B M E συστήματα για την διδασκαλία του γνωστικού αντικειμένου της αιματολογίας αναπτύχθηκαν το μὲν ένα από το Εργαστήριο Παθολογικής Ανατομικής της Ιατρικής Σχολής του Indiana University το δε άλλο από το Columbia University σε συνεργασία με το Harlem Hospital Center στην Νέα Υόρκη ΗΠΑ.

Το C A I / VIDEO σύστημα του Πανεπιστημίου της Indiana συνίσταται από προσομοιώσεις κλινικών περιπτώσεων και αποσκοπεί

στην διδασκαλία της διαφορικής διάγνωσης αιματολογικών προβλημάτων. Η προσθήκη του εικονοδίσκου (videodisc) στο σύστημα θεωρήθηκε αναγκαία διότι οι απεικονίσεις ιστολογικού και κυτταρολογικού υλικού παίζουν μείζονα ρόλο στην διδασκαλία της αιματολογίας. Το σύστημα, που προσφέρεται στους φοιτητές σαν συμπληρωματική εκπαιδευτική επιλογή προς διεύρυνση των γνώσεών τους στο συγκεκριμένο αντικείμενο, έτυχε ευμενέστατης υποδοχής από τους φοιτητές (13% χρήσιμο, 13% πολύ χρήσιμο, 68% εξαιρετικό).

Το σύστημα που χρησιμοποιείται στο Harlem Hospital Center συνίσταται από προσομοιώσεις κλινικών προβλημάτων και αποσκοπεί στην διδασκαλία της αντιμετώπισής τους (patient-management problems). Σκοπός της ανάπτυξης του συστήματος, που επεξεργάσθηκε παράλληλα με ένα αντίστοιχο σύστημα για την διδασκαλία της ογκολογίας, ήταν να εκτιμηθεί η εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα της C A I (computer assisted instruction) σε σύγκριση με άλλες τυποποιημένες και καθιερωμένες εκπαιδευτικές μεθόδους (ανάλογη διερεύνηση του ερωτήματος έχει γίνει και για την διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων, όπως της ακτινολογίας και ωρισμένων τομέων της παιδιατρικής). Οι επιδόσεις φοιτητών που χρησιμοποίησαν το CAI υλικό ήταν υψηλότερες αυτών που εδιδάχθηκαν την ίδια ύλη, αλλά στα πλαίσια διδασκαλίας κατά μικρές ομάδες. Οι φοιτητές δεν θεώρησαν το CAI σύστημα περισσότερο αποτελεσματική μέθοδο σε σχέση με την εκπαιδευτική διαδικασία κατά μικρές ομάδες, αλλά φρονούν ότι το σύστημα συνιστά μία χρήσιμη, συμπληρωματική των άλλων παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, εκπαιδευτική προσέγγιση.

## Περιοχές όπου Επιβάλλονται Βελτιώσεις στα Υπάρχοντα CBME Συστήματα

Παρά την αδιαμφισβήτητη επαναστατική μεταρρύθμιση που έχει προκαλέσει η αποδοχή των C B M E συστημάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία και η αξιοποίηση των μοναδικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει η συστηματική και προγραμματισμένη χρήση τους υπάρχουν αρκετοί τομείς όπου περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη θα συνέβαλαν τεράστια στην βελτίωση της ποιότητας και ποσότητας των διαθέσιμων σήμερα C B M E συστημάτων. Οι εισηγούμενες προτάσεις συνοψίζονται στα εξής σημεία:

α. Το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των CBME συστημάτων θα βελτιωνόταν σημαντικότερα αν μειωνόταν δραστικά το κόστος των υπολογιστών που απαιτείται για την υλοποίηση της C B M E. Άμεσο στόχο των Ιατρικών Σχολών αποτελεί η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αντικατάσταση των μεσαίων και μεγάλων συστημάτων υπολογιστών που χρησιμοποιούνται σήμερα για τους εν γένει σκοπούς της C B M E, από συστήματα μικρών υπολογιστών.

β. Η διαθεσιμότητα της C B M E θα διευκολυνόταν σημαντικότερα από την δημιουργία και καθιέρωση μίας τυποποιημένης "συγγραφικής γλώσσας" C B M E προγραμμάτων.

γ. Μία άλλη περιοχή που χρειάζεται οπωσδήποτε σημαντικές βελτιώσεις αφορά την ποιότητα της διαντίδρασης του φοιτητού με το C B M E σύστημα. Είναι γεγονός ότι η μάθηση από, και η διαντίδραση με ένα τερματικό υπολογιστή στερούνται πολλών εκ των χαρακτηριστικών της διαντίδρασης του ζεύγους δάσκαλος - φοιτητής και ως εκ τούτου η διεργασία έχει χαρακτηριστεί ως μονοαισθητηριος. Οι σημερινοί υπολογιστές έχουν την δυνατότητα παρουσίασης

κειμένου και απεικόνισης σχημάτων και γραφικών, αλλά στερούνται της δυνατότητας παρουσίασης της τεράστιας ποικιλίας των οπτικών και φραστικών λεπτών σημείων και ενδείξεων που συνιστούν μέρος μιάς επιτυχούς διδακτικής επικοινωνίας, όπως στερούνται και της ποικιλίας των αισθητικών εντυπώσεων που παίζουν ένα τόσο σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της φυσικής εξέτασης. Επισημαίνεται ότι οι εικονοταινίες και οι εικονοδίσκοι προσφέρουν την δυνατότητα προσθήκης νέων μέσων παρουσίασης που περιλαμβάνουν ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα.

δ. Ακόμα όμως και αν πραγματοποιηθούν οι προαναφερθείσες βελτιώσεις, παραμένουν σημαντικά εμπόδια για την υιοθέτηση της CBME ως ουσιαστικού μέρους του προγράμματος ιατρικών σπουδών. Τα εμπόδια αυτά συνιστούν συμπτώματα της γνωστής γενικότερης αντίστασης στις εκάστοτε καινοτομικές μεταβολές. Το γνωστό "δεν επινοήθηκε εδώ" σύνδρομο περιγράφει την αντίσταση του διδακτικού προσωπικού μιάς σχολής να υιοθετήσει εκπαιδευτικά προγράμματα που αναπτύχθηκαν σε άλλες σχολές. Υπάρχει επίσης έντονος σκεπτικισμός κατά των καινοτομιών που αντανακλά μία αδυναμία σύλληψης της ανάγκης για αλλαγή. Τέλος, συχνά το διδακτικό προσωπικό βρίσκει την υφιστάμενη κατάσταση ιδιαίτερα βολική και εκδηλώνει μία σθεναρά αντίσταση σε αλλαγές που απαιτούν επιπλέον προσπάθεια.

ε. Υπάρχει επίσης ανάγκη ανάπτυξης μεθόδων αξιολόγησης της "αποτελεσματικότητας" των C B M E συστημάτων. Αυτό θα επέτρεπε την εξαγωγή περισσότερο έγκυρων συμπερασμάτων σχετικά με την ωφελιμότητα των συστημάτων αυτών, γεγονός που ενδεχομένως να συνέβαλε στην κάμψη της αντίστασης που περιεγράφη προηγουμένως.

Δοθείσης της αδυναμίας επίδειξης μιάς αδιαμφισβήτητης υπεροχής της C B M E σε σχέση με τον "παραδοσιακό" τρόπο διδασκαλίας, τα κίνητρα για την υιοθέτηση της CBME ως μεθόδου βελτίωσης της διδασκαλίας στις Ιατρικές Σχολές παραμένουν μικρά. Τούτο όμως μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα μέσα προς καθορισμό της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών πλεονεκτημάτων των CBME συστημάτων είναι επί του παρόντος ανεπαρκή. Η ανάπτυξη της CBME έχει ακολουθήσει τον τυπικό κύκλο ζωής μιάς καινοτομικής μεταρρύθμισης. Η πρώτη φάση χαρακτηρίζεται από μία αρχική αισιοδοξία ότι σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις είναι εύκολα πραγματοποιήσιμες. Η δεύτερη φάση αναδεικνύει τις αδυναμίες και ατέλειες της καινοτομίας που καθίστανται εμφανείς όταν αυτή υλοποιείται και αξιολογείται. Η τρίτη φάση χαρακτηρίζεται από μία σοβαρή επανεκτίμηση της καινοτομίας και την αναγνώριση ότι επιβάλλονται σημαντικές βελτιώσεις που απαιτούν μεγάλες και συντονισμένες προσπάθειες. Η τέταρτη φάση είναι η φάση της προοδευτικής αποδοχής των μερών εκείνων της καινοτομίας που έχουν επιδείξει αξιολογικά πλεονεκτήματα. Σήμερα η C B M E βρίσκεται στην τρίτη φάση με την έννοια ότι η επανεκτίμηση έχει αποκαλύψει ότι σημαντικές βελτιώσεις είναι εφικτές, ενώ όπως θα καταστεί αντιληπτό στο επόμενο κεφάλαιο βρισκόμαστε ήδη στις αρχές της τέταρτης φάσης.

#### Πιθανολογούμενες Εξελίξεις των CBME Συστημάτων στο Μέλλον

Προβλέπεται ότι οι μελλοντικές εξελίξεις των C B M E συστημάτων θα επηρεασθούν από 4 τομείς που είναι οι εξής:

1. Εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών



2. Εξελίξεις της ιατρικής πληροφορικής στον τομέα της C M D

3. Πρόοδοι στην τεχνολογία της εκπαίδευσης ( I C A L = Intelligent Computer - Assisted Instruction).

4. Πρόοδοι στην γνωστική ψυχολογία.

Εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών που προβλέπεται να έχουν σημαντικότερη επίδραση στην C B M E περιλαμβάνουν τα εξής:

Αύξηση της ποσότητας της ευχερώς προσβάσιμης πληροφορίας λόγω αύξησης της πυκνότητας αποθήκευσης δεδομένων, νέων τύπων ανταλλαγής πληροφοριών και ελάττωσης του κόστους του φυσικού εξοπλισμού του υπολογιστή (hardware). Σήμερα, συμπαγείς δίσκοι (compact discs) με δυνατότητα αποθήκευσης άνω των 500 εκατομμυρίων χαρακτήρων κοστίζουν περίπου 90.000 δρχ. Στο εγγύς μέλλον προβλέπεται ακόμη πιο εντυπωσιακή βελτίωση της αποθηκευτικής δυνατότητας των συμπαγών δίσκων. Αυτό όμως θα απαιτήσει την ανάπτυξη (ήδη γίνεται) "ευφυών μετωπικών", δηλαδή προγραμμάτων που θα διευκολύνουν την ανάκτηση της πληροφορίας από αυτές τις βάσεις δεδομένων. Αναμένονται επίσης νέοι τύποι ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ του υπολογιστού και του φοιτητού, όπως εικονοταινίες και εικονοδίσκοι που προσθέτουν ήχο, χρώμα και κίνηση στη διαντίδραση, αναγνώριση φωνής, και υψηλής ποιότητας γραφικά. Τέλος, η πτώση στις τιμές των υπολογιστών (hardware) θα επιτρέψει στους περισσότερους φοιτητές να αποκτήσουν το δικό τους υπολογιστή, γεγονός που θα καταστήσει την δαπάνη του hardware ασήμαντο θέμα για την C B M E.

Πιθανή θεωρείται επίσης η συγχώνευση στο μέλλον, των τεχ-

νολογιών της λήψης ιατρικών αποφάσεων με την υποστήριξη υπολογιστών ( C M D ) , με την C B M E. Δεδομένου ότι τα C B M E συστήματα βασίζονται σε μοντέλα λήψης αποφάσεων ή επίλυσης - προβλημάτων, λογικό είναι να αξιοποιηθούν αυτές οι δυνατότητες για την διδασκαλία των επιδεξιοτήτων προς λήψη αποφάσεων και επίλυση προβλημάτων. Τα συστήματα αυτά θα παρουσιάζουν ένα κλινικό πρόβλημα στον φοιτητή, θα το επιλύουν σύμφωνα με την δική τους "κρίση", θα επιτρέπουν στον φοιτητή να καταλήξει στο δικό του συμπέρασμα και κατόπιν θα προσφέρουν στον φοιτητή την δυνατότητα σύγκρισης των δύο συμπερασμάτων (feedback). Κατάλληλα συστήματα για τον σκοπό αυτό θεωρούνται οι κλινικοί αλγόριθμοι, η ανάλυση αποφάσεων και τα έμπειρα συστήματα.

Εξελίξεις στον τομέα της I C A I (ευφυής εκπαίδευση με την χρήση υπολογιστών), υπό την έννοια της παροχής μέσων για περαιτέρω βελτίωση της ικανότητας προσαρμογής στις ανάγκες και ικανότητες του συγκεκριμένου φοιτητού, προβλέπεται να έχουν σημαντική επίδραση στην C B M E. Η βάση της επιτυχούς διαντίδρασης καθηγητού-φοιτητού στηρίζεται στο γεγονός ότι ο καθηγητής παρατηρεί κατά την διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας τον φοιτητή προσεκτικά και προσαρμόζει τις μεθόδους και το περιεχόμενο της διδασκαλίας σύμφωνα με τις ανάγκες και ικανότητες των φοιτητών, δηλαδή, εξατομικεύει την εκπαιδευτική διαδικασία.

Ήδη στον τομέα της I C A I συντελείται εντυπωσιακή έρευνα που αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός μοντέλου-φοιτητού προς καθορισμό του είδους των σφαλμάτων που γίνονται. Η δραστηριότητα αυτή εντάσσεται όπως προαναφέραμε στα πλαίσια της προσπάθειας για βελτίωση των μέσων εξατομικευμένης εκπαίδευσης.

Μελέτες στο πεδίο της γνωστικής ψυχολογίας και ιδιαίτερα στους τομείς της μάθησης και των μηχανισμών που ενέχονται στην διαδικασία επίλυσης προβλημάτων πιστεύεται να έχουν αποφασιστικής σημασίας επίδραση στο μέλλον της C B M E. Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών μελετά τον τρόπο με τον οποίο ασκείται η λήψη ιατρικών αποφάσεων και ήδη από τις διερευνήσεις αυτές έχουν προκύψει ωρισμένα ιδιαίτερα σημαντικά στοιχεία σχετικά με τις νοητικές διεργασίες που λειτουργούν κατά την επίλυση ιατρικών προβλημάτων.

Μία σημαντική πρόβλεψη είναι ότι στο μέλλον οι εφαρμογές της C B M E θα περιορισθούν στις περιοχές εκείνες της εκπαιδευτικής διαδικασίας και του προγράμματος σπουδών όπου δίδεται έμφαση στην ανάπτυξη ειδικών ικανοτήτων και επιδεξιότητων. Συγκεκριμένα, προβλέπεται αυξημένη χρήση προσομοιώσεων αντιμετώπισης κλινικών προβλημάτων που παρέχουν εξαιρετικές δυνατότητες εξάσκησης στην τεχνική επίλυσης προβλημάτων και περιορισμένη χρήση C B M E εκπαιδευτικών μεθόδων που επιχειρούν να διδάξουν αποσπασματική και ασύνδετη με την κλινική πραγματικότητα γνώση. Μέσα στα πλαίσια της αντίληψης αυτής κινείται σήμερα και η προσπάθεια ανάπτυξης περιπτώσεων προσομοιώσεων που βασίζονται σε συσσωρευμένα δεδομένα ασθενών από M I S (Medical Information Systems) βάσεις δεδομένων. Η αξιοποίηση της δυνατότητας αυτής προσφέρει ως είναι ευνόητο στον φοιτητή ένα απείρως ευρύτερο φάσμα κλινικών περιστατικών προς μελέτη σε σχέση με οποιοδήποτε ισχύον σήμερα εκπαιδευτικό πρόγραμμα.

Τέλος, μία ιδιαίτερα σοβαρή και αξιολογη μελλοντική προοπτική είναι η χρήση των C B M E μεθόδων για συνεχιζόμενη ια-

τρική εκπαίδευση και επαναξιολόγηση της επάρκειας εξειδικευμένων στις διάφορες ιατρικές ειδικότητες ιατρών. Προβλέπεται ότι σύντομα θα υπάρξει η δυνατότητα δημιουργίας C B M E μαθημάτων που θα παρέχονται μέσω τηλεφώνου ή της αγοράς μιάς δισκέτας (floppy disk). Προφανής στόχος των δραστηριοτήτων αυτών είναι η εξασφάλιση εκπαίδευσης και μεθόδων αξιολόγησης γενικώς, κατά τρόπο που διευκολύνει τον ιατρό μάλλον, παρά τον εκπαιδευτή.

**Τεχνικά Προβλήματα στην Αξιοποίηση των C B M E Εφαρμογών  
– Επιλογή του Καταλλήλου Hardware και Software – Εκπαίδευση  
στην χρήση των Υπολογιστών – Κόστος της C B M E**

#### **Επιλογή του Hardware**

Η επιλογή του καταλλήλου hardware για την αξιοποίηση των C B M E συστημάτων στο πρόγραμμα σπουδών αποτελεί ένα εξαιρετικά δύσκολο πρόβλημα, που δεν οφείλεται στο συνεπαγόμενο κόστος εγκατάστασης της απαραίτητης υποδομής, δεδομένου ότι το κόστος του φυσικού εξοπλισμού ενός υπολογιστού (hardware) συνεχίζει να μειώνεται δραστικά, αλλά κυρίως στην ασυμβατότητα που υφίσταται μεταξύ των προϊόντων των διαφόρων κατασκευαστών υπολογιστών. Οι επιλογές αντιμετώπισης του προβλήματος της αγοράς του κατάλληλου υπολογιστού είναι τρεις:

1. Αναμονή και καμμία, προς το παρόν, λήψη απόφασης με την ελπίδα ότι στο εγγύς μέλλον θα υπάρξει σταθεροποίηση της τεχνολογίας.

2. Αντικατάσταση της παλαιάς τεχνολογίας ετησίως με την πλέον προωθημένη διαθέσιμη τεχνολογία.

3. Επιλογή της μέσης λύσης, υπό την έννοια της υιοθέτησης του ολιγότερου "επώδυνου" συμβιβασμού.

### Επιλογή του Software

Η επιλογή των καταλλήλων εκπαιδευτικών προγραμμάτων (software) είναι ένα εξίσου ακανθώδες πρόβλημα, όσο και η επιλογή του πλέον καταλλήλου τύπου υπολογιστού. Σήμερα προσφέρεται ένας μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών προγραμμάτων, η ποιότητα των οποίων ποικίλλει σημαντικά. Άμεση συνέπεια αυτής της ατέλειας είναι ότι οι εκπαιδευτές αδυνατούν να εξασφαλίσουν ένα πρόγραμμα ανάλογης ποιότητας που να ανταποκρίνεται αφενός μεν στο επίπεδο των γενικότερων εμπειριών του φοιτητού, αφετέρου δε στο περιεχόμενο και τους εκπαιδευτικούς στόχους του προγράμματος σπουδών. Ένα πρόσθετο πρόβλημα είναι η ποικιλία του υπάρχοντος σήμερα στην αγορά hardware. Αυτό σημαίνει ότι το θεωρούμενο ως το πλέον κατάλληλο εκπαιδευτικό πρόγραμμα μπορεί να μην είναι συμβατό με τον τύπο του υπολογιστού που διαθέτει η σχολή. Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι ακόμη και αν δεν υφίσταται αυτό το πρόβλημα περιορισμοί που έχουν σχέση με τον τρόπο παρουσίασης του περιεχομένου του προγράμματος και της μεθόδου διαντίδρασης με το πρόγραμμα είναι δυνατό να δημιουργήσουν προβλήματα, αν ο φοιτητής είναι υποχρεωμένος να διαθέσει πολύτιμο χρόνο για να μάθει την χρήση κάθε προγράμματος. Οι ειδικοί επί του θέματος παρατηρούν ότι η λύση όλων των προαναφερθέντων προβλημάτων είναι η ανάπτυξη από την ίδια την σχολή των ειδικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων που χρησιμοποιεί. Συνιστάται η επικέντρωση στην κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών των φοιτητών της σχολής και η

προσπάθεια αξιοποίησης των τεχνικών και εκπαιδευτικών ευκαιριών που αναγνωρίζονται από το εκπαιδευτικό προσωπικό της σχολής.

### Εκπαίδευση στην Χρήση Υπολογιστών

Έχει παρατηρηθεί ότι εκπαιδευτές που αποτελούν πρότυπα προς μίμηση για τους φοιτητές και χρησιμοποιούν υπολογιστές, ως και άτομα στην σχολή που αποτελούν ενθουσιώδεις προπαγανδιστές της τεχνολογίας των υπολογιστών και των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής, συνιστούν τεραστίας σημασίας παράγοντες στην προσπάθεια μύησης των φοιτητών στις εφαρμογές της C B M E. Αυτό που θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτέρως είναι ότι, η εκπαίδευση στην χρήση των C B M E εφαρμογών είναι αναποτελεσματική στην αίθουσα διδασκαλίας, δεδομένου ότι ως έχει παρατηρηθεί, οι φοιτητές δεν συγκρατούν την σχετική ύλη και δεν ενεργοποιούνται στην χρήση των υπολογιστών. Ο ενδεδειγμένος τρόπος εκπαίδευσης είναι η εκμάθηση με την βοήθεια συναδέλφων φοιτητών, που έχουν ευχέρεια στην χρήση των υπολογιστών και πάντα σε σχέση με την επίλυση κάποιου συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προβλήματος.

### Κόστος της C B M E

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, το κόστος της εξασφάλισης του σχετικού hardware, αλλά και software για την υλοποίηση ενός C B M E προγράμματος συνεχίζει να μειώνεται, σε σχέση με τις δυνατότητες που προσφέρει. Επισημαίνεται όμως ότι τα γραφικά υψηλής ποιότητας ως και οι διάφοροι τύποι video - τεχνολογίας είναι δαπανηρά επί του παρόντος προγράμματα. Δεν θα πρέπει να αγνοείται επίσης το γεγονός ότι με τον καλπάζοντα ρυθμό εξέλι-

ξης της τεχνολογίας των υπολογιστών τα υπάρχοντα σήμερα μοντέλα πιστεύεται ότι θα θεωρούνται απηρχαιωμένα σε χρονικό διάστημα μικρότερο της πενταετίας! Μία άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι, το κόστος υποστήριξης και συντήρησης των συστημάτων υπολογιστών, για ένα διάστημα αρκετών χρόνων, μπορεί να προσεγγίζει το ποσό της αρχικής δαπάνης της αγοράς τους. Ένας αρκετά δεδομένος μύθος σχετικά με τους υπολογιστές είναι ότι η εγκατάσταση, λειτουργία, εκσυγχρονισμός, τροποποίηση και συντήρηση των υπολογιστών αποτελεί απλή υπόθεση. Αναμφισβήτητα υπάρχει κάποιος βαθμός αλήθειας σε αυτούς τους ισχυρισμούς. Σχετικά όμως με την υλοποίηση ενός C B M E προγράμματος θα πρέπει να τονισθεί ότι, πέραν από την σχετική δαπάνη διαμόρφωσης των χώρων στέγασης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων του προγράμματος, το συνεπαγόμενο κόστος συντήρησης ενός τέτοιου μεγέθους συστήματος, που χρησιμοποιείται από ένα μεγάλο αριθμό χρηστών σε ένα δημόσιο χώρο, είναι οπωσδήποτε σημαντικό.

ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΠΛΗΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΤΗΣ  
ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Ε ι σ α γ ω γ ή

Οι εξελίξεις στους επιμέρους τομείς της ιατρικής πληροφορικής δηλαδή, τις βάσεις δεδομένων ιατρικής βιβλιογραφίας, τα συστήματα ιατρικών πληροφοριών ( M I S ), τη λήψη αποφάσεων με την υποστήριξη υπολογιστών ( C M D ), και την ιατρική εκπαίδευση με την υποστήριξη των C B M E συστημάτων, συνεπάγονται ένα σημαντικό αριθμό μεταβολών, 1) στην ιατρική εκπαίδευση, 2) την άσκηση της κλινικής ιατρικής και 3) στην βιοϊατρική έρευνα. Οι καινοτομικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα σε όλα αυτά τα πεδία δραστηριότητας της ιατρικής πληροφορικής έχουν αναμφισβήτητα την δυναμική να αναμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο διδάσκεται η ιατρική επιστήμη, τον τρόπο που ασκείται η κλινική ιατρική και τον τρόπο που διεξάγεται η βιοϊατρική έρευνα και διαχέονται τα προκύπτοντα αποτελέσματα.



## ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

### Προσδιορισμός Επιδεξιότητων

Είναι προφανές ότι προϋπόθεση για την αξιοποίηση όλων των προαναφερθέντων εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής στην ιατρική εκπαίδευση είναι η απόκτηση εκ μέρους των φοιτητών κάποιου στοιχειώδους επιπέδου θεωρητικής παιδείας και κυρίως ικανοτήτων στην χρησιμοποίηση των υπολογιστών (computer literacy). Η σπουδαιότητα της επιτακτικής ανάγκης εκπαίδευσης του σημερινού φοιτητού της ιατρικής σχολής στην κατανόηση θεμελιωδών αρχών της επιστήμης των υπολογιστών και την χρήση τους για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων που θα προβάλλει η άσκηση της ιατρικής επιστήμης το 2.000, έχει επανειλημμένα επισημανθεί από πολλούς αναγνωρισμένους ειδικούς σε θέματα προπτυχιακής ιατρικής εκπαίδευσης. Ενδεικτικές είναι οι ακόλουθες επί του θέματος παρατηρήσεις:

"It is quite clear that computer technology will become an essential part of future medical education and care, for there is no other way physicianw will be able to cope with the mass of biological data", παρατηρεί ο Steven Cohen-Cole (Assoc.Prof., Dept. of Psychiatry, University of Alabama) ομιλώντας με θέμα "On Teaching the New Psychobiology", ενώ ο Frederick Robbins (President, Institute of Medicine, National Academy of Sciences Washington, D.C.) αναπτύσσοντας τις απόψεις του στο "Some Thoughts on Teaching the New Biology" τονίζει: "All medical students today should know how to use computers and have a

pretty good idea of what they can do now and what the future may hold". Περισσότερο κατηγορηματική όμως είναι η διατύπωση του Michael Rabkin, (Student, Medical Scientist Training Program, Duke University) που δηλώνει: "If we expect the physician of tomorrow to make the most of the computer technology that will become available in the future, it is our responsibility to train him so he becomes, in fact as familiar and at ease with that technology as we are with the stethoscope today".

Τέλος ο James Erdmann (Director, Division of Educational Measurement and Research, Association of American Medical Colleges) τονίζει: "The new biology raises to a serious level a concern about an information overload. The issue may be resolved either by deciding to identify a manageable core of knowledge that should be common for all in a given setting, or by begging the issue of the identification of a core, but insisting that in any event a new emphasis be placed on the development of information - management and utilization skills".

Η αναγκαιότητα της κλιμακωτής μύησης του σημερινού φοιτητού στις εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής τονίσθηκε με ιδιαίτερη έμφαση στο G R E P υπόμνημα του 1984, της επιτροπής αμερικανών ειδικών σε θέματα ιατρικής εκπαίδευσης. Στο υπόμνημα αυτό, που περιγράφει μεταξύ άλλων και τις απαιτούμενες βασικές γνώσεις και θεμελιώδεις κλινικές επιδεξιότητες του ιατρού του εικοστού πρώτου αιώνα τονίσθηκε ότι μία εκ των θεμελιωδών επιδεξιοτήτων θα πρέπει να είναι η ικανότητα αξιοποίησης των μέσων της σύγχρονης ιατρικής πληροφορικής (medical information science skills). Η υποεπιτροπή που ασχολήθηκε με το συγκεκριμέ-

νο θέμα διέκρινε 7 επίπεδα επιδεξιότητων εκ των οποίων τα επίπεδα 1 - 3 θα πρέπει να εξασφαλίζονται από τα προ-πανεπιστημιακά χρόνια, τα επίπεδα 1 - 4 θα πρέπει να χαρακτηρίζουν όλους τους φοιτητές της Ιατρικής Σχολής, τα επίπεδα 1 - 5 όλους τους ειδικευόμενους ιατρούς, ενώ τα προωθημένα επίπεδα 6 - 7 αφορούν αυτούς που θα επιλέξουν να ασχοληθούν ως ερευνητές με τον κλάδο της ιατρικής πληροφορικής.

Συνοπτικά τα επίπεδα αυτά καθορίζονται ως εξής:

Επίπεδο 1. Χρησιμοποίηση βασικών μέσων διαχείρισης της πληροφορίας

Επίπεδο 2. Αυτοδίδακτη εκμάθηση στην εντόπιση, αξιολόγηση και εφαρμογή της πληροφορίας στην εκπαίδευση.

Επίπεδο 3. Χρησιμοποίηση συστημάτων υπολογιστών για προσωπική μάθηση και πρόσβαση σε βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων.

Επίπεδο 4. Επάρκεια στην χρησιμοποίηση εξειδικευμένων συστημάτων υπολογιστών και ειδικών βάσεων βιβλιογραφικών δεδομένων.

Επίπεδο 5. Ικανότητα για την διάκριση νέων αναγκαίων εφαρμογών

Επίπεδο 6. Σχεδιασμός συστημάτων για προσωπική χρήση

Επίπεδο 7. Κατασκευή συστημάτων

Συμπερασματικά η επιτροπή ανεγνώρισε τις ακόλουθες 4 επιδεξιότητες για όλους τους φοιτητές της Ιατρικής σε ότι αφορά τον τομέα της ιατρικής πληροφορικής, και παράλληλα προέβη σε 4 εισηγήσεις.

### Αναγκαίες επιδεξιότητες για όλους τους φοιτητές

1. Ο φοιτητής κατανοεί τις χρήσεις των μέσων της Ιατρικής πληροφορικής σε συγκεκριμένες κλινικές δραστηριότητες.

2. Ο φοιτητής είναι ικανός να χρησιμοποιεί υπολογιστές για αυτοδίδακτη εκμάθηση.

3. Ο φοιτητής είναι ικανός να χρησιμοποιεί τους υπολογιστές για on-line βιβλιογραφικές αναζητήσεις και δημιουργία αρχείων για προσωπική εκμάθηση και ερευνητικές δραστηριότητες.

4. Ο φοιτητής γνωρίζει καλώς την χρήση εξειδικευμένων συστημάτων όπως μοντέλων λήψης ιατρικών αποφάσεων, αυτοματοποιημένων συστημάτων κλινικών αρχείων ( MIS ), εμπείρων συστημάτων.

Αυτό που θα πρέπει να διευκρινισθεί κατά τον πλέον κατηγορηματικό τρόπο είναι ότι επάρκεια σε όλους τους προαναφερθέντες τομείς δεν σημαίνει απαραίτητως για τον φοιτητή της ιατρικής ιδιαίτερες σπουδές στην επιστήμη των υπολογιστών. Ο Michael Rabkin είναι αρκετά σαφής σε ότι αφορά το συγκεκριμένο αυτό θέμα δηλώνοντας ότι: " What is desired is not that the student become an expert on computers, but that he understand the functions of sophisticated computer technology, in particular medical applications - why it is necessary, what improvements it brings about relative to more traditional approaches and what new problems and limitations may ensue. The student should be formally introduced to these technologies at a level he can understand, rather than being left to sink or swim in a situation where sinking - or never entering the water at all - is the most likely outcome. Πιο συγκεκριμένη, πλην όμως απόλυτα ευθυγραμμισμένη με το μήνυμα της διατύπωσης του Rabkin είναι η

Sylvan Green (Clinical and Diagnostic Trials Section, Biometry Branch, National Cancer Institute, Bethesda) που μιλώντας με θέμα "Statistics, Epidemiology and Computers: Implications of the Teaching and Practice of Medicine" υπογραμμίζει: "What the medical student should obtain is an appreciation for the capabilities of computers. Two important general topics are: methods for data entry, storage, and display, and how computer logic works - that is, what software is, how computer programs are created, and how computers process data and make decisions".

#### Εισηγήσεις του G R E P Report στις Ιατρικές Σχολές

1. Οι ιατρικές σχολές θα πρέπει να εγκαινιάσουν αυτόνομες ακαδημαϊκές μονάδες ιατρικής πληροφορικής με πρόβλεψη για θέσεις διδακτικού και ερευνητικού προσωπικού και συγκεκριμένη συμμετοχή στο πρόγραμμα σπουδών.

2. Οι ιατρικές σχολές θα πρέπει να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον στο οποίο ο φοιτητής είναι ικανός να αναπτύξει επάρκεια και τις απαιτούμενες επιδεξιότητες στην χρήση των υπολογιστών ως μέσων για ιατρική έρευνα, εκπαίδευση και κλινική άσκηση. Ιδιαίτερα, ο φοιτητής θα πρέπει να αποκτήσει τις γνώσεις και ικανότητες που θα του επιτρέψουν να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα υποστηρικτικά συστήματα εκμάθησης για προπτυχιακή και μεταπτυχιακή εκπαίδευση.

3. Η ικανότητα χρησιμοποίησης βασικών μέσων διαχείρισης της πληροφορίας, χειρισμού προσωπικών υπολογιστών και η ικανότητα για αυτοδίδακτη εκμάθηση στον τομέα των υπολογιστών και της ιατρικής πληροφορικής θα πρέπει να καταστούν απαιτούμενες

προϋποθέσεις για την εισαγωγή στην ιατρική σχολή.

4. Τα Πανεπιστήμια, οι ιατρικές σχολές και η Πολιτεία θα πρέπει να παράσχουν κάθε δυνατή υποστήριξη στην ερευνητική δραστηριότητα που αφορά την επίλυση βασικών ερωτημάτων στον τομέα της ιατρικής πληροφορικής.

Οι εισηγήσεις αυτές είναι έμμεσα αποκαλυπτικές της κατάστασης που επικρατεί στις περισσότερες ιατρικές σχολές διεθνώς σε ότι αφορά τον τομέα της ιατρικής πληροφορικής. Είναι γεγονός ότι παρά την αναγνωρισμένη αναγκαιότητα ένταξης του κλάδου στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών, μικρός επί του παρόντος παραμένει ο αριθμός των ιατρικών σχολών που έχουν να παρουσιάσουν κάποια αξιοσημείωτη πρωτοβουλία ανάπτυξης του τομέα της ιατρικής πληροφορικής. Είναι χαρακτηριστική η δήλωση του Rabkin σχετικά με την εν γένει επικρατούσα κατάσταση: "The introduction of computer technology to medical education has been at best chaotic at worst nonexistent"

#### **Ενσωμάτωση των Εφαρμογών της Ιατρικής Πληροφορικής στην Εκπαιδευτική Διαδικασία Συνεπάγεται Μεταβολές στις Μεθόδους Διδασκαλίας**

Μία άμεση και σημαντική συνέπεια της ενσωμάτωσης των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής στο πρόγραμμα σπουδών θα είναι βεβαίως οι μεταβολές που αναπόφευκτα θα συμβούν στις ισχύουσες σήμερα μεθόδους διδασκαλίας. Η αυξημένη δυνατότητα πρόσβασης και ευκολία χρήσης των βάσεων δεδομένων της ιατρικής βιβλιογραφίας τις καθιστά ένα εξαιρετικά πρόσφορο εκπαιδευτικό μέσο. Όμως, η αποτελεσματική χρησιμοποίηση της διαδικασίας της βι-

βιβλιογραφικής αναζήτησης απαιτεί την ικανότητα ορθής ανάγνωσης, κατανόησης και σύνθεσης της πληροφορίας μάλλον, παρά την απλή ανάκτηση γεγονότων από μία βάση. Είναι κατά συνέπεια προφανές ότι αυτό θα υπαγορεύσει αναπόδραστα τις αναγκαίες αλλαγές στις καθιερωμένες μεθόδους διδασκαλίας. Η όλη διαδικασία της ιατρικής εκπαίδευσης θα πρέπει να τροποποιηθεί έτσι ώστε οι φοιτητές να έχουν άπειρες ευκαιρίες έρευνας και ανάλυσης της ιατρικής βιβλιογραφίας για να αναπτύξουν και εμπεδώσουν τις απαραίτητες ικανότητες προς επίλυση προβλημάτων και τις εν γένει επιδεξιότητες και γνωστικό υπόβαθρο που θα τους καταστήσουν ικανούς να αντιμετωπίσουν τις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες άσκησης της ιατρικής επιστήμης. Βεβαίως, η ανάγκη εκμάθησης από τους φοιτητές της χρήσης των βάσεων δεδομένων υποδηλώνει ότι οι ιατρικές σχολές θα πρέπει να εξασφαλίσουν τρόπους πρόσβασης στις βάσεις, γεγονός που φυσικά προϋποθέτει την εξασφάλιση των αναγκαίων δαπανών για την δημιουργία και χρήση των βιβλιογραφικών βάσεων δεδομένων. Ενδεικτική των δυνατοτήτων, αλλά και του τρόπου με τον οποίο οι εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής μεταβάλλουν την εκπαιδευτική διαδικασία είναι η παρατήρηση του Peter Stewart (Prof. of Medical Science, Division of Biology and Medicine, Brown University) που στα πλαίσια της ομιλίας του "Teaching the New Biology Requires Drastic Changes" τονίζει: "Information technology to the rescue again! We can bring ourselves up to date in all those areas much more efficiently by using the products of computer-assisted learning, with the enormous psychological advantages of privacy and self-pacing. That might make the idea more acceptable to faculty, but it

also applies, in spades, to our students. Why should they spend all that time in class when in many areas they can learn so much more effectively and efficiently at the computer terminal. Information technology can solve many problems that plague us and our students. We must apply that technology, as well as what is known about learning and forgetting, to the task of effectively educating ourselves along with our students."

#### Ενσωμάτωση των Εφαρμογών της Ιατρικής Πληροφορικής στο Πρόγραμμα Σπουδών

Ένα αρκετά σοβαρό πρόβλημα σχετικά με την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των εκπαιδευτικών ευκαιριών που προσφέρει η ιατρική πληροφορική παραμένει ο τρόπος ενσωμάτωσης των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγράμματος σπουδών. Αρχικά υιοθετήθηκε η τακτική της δυνατότητας χρήσης των συστημάτων από τους φοιτητές στα πλαίσια μίας ad lib βάσης. Σύντομα όμως διαπιστώθηκε ότι η προσέγγιση αυτή είχε τρεις βασικές αδυναμίες. Πρώτον, οι απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών είναι τόσο πιεστικές ώστε αρκετοί φοιτητές κυριολεκτικά αγωνίζονται να συμβαδίσουν με αυτά τα οποία το εκπαιδευτικό προσωπικό θεωρεί ουσιώδη. Αποτέλεσμα αυτού είναι να προσφέρεται ελάχιστος χρόνος για την επιλεκτική αξιοποίηση άλλων εκπαιδευτικών μέσων. Δεύτερον, η μη ενσωμάτωση των εφαρμογών ως συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό στο ισχύον πρόγραμμα σπουδών καθιστά τις εφαρμογές αυτές ολιγότερο αποτελεσματικές. Τρίτον, το εκπαιδευτικό προσωπικό, κατά κανόνα, δεν επενδύει τον απαιτούμενο χρόνο στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα



συστήματα της ιατρικής πληροφορικής αν αυτά δεν συνιστούν εγκριμένο μέρος της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας του προγράμματος σπουδών. Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι επί του παρόντος πολύ λίγη έρευνα έχει γίνει που να απαντά κατηγορηματικά στο ερώτημα, αν όντως η εκπαιδευτική διαδικασία μέσω των συστημάτων της ιατρικής πληροφορικής μπορεί να αντικαταστήσει τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης. Χωρίς αυτήν την ένδειξη, οι διοικήσεις των ιατρικών σχολών και το εκπαιδευτικό προσωπικό εκδηλώνουν μία απροθυμία να εγκαταλείψουν τις γνωστές παραδοσιακές επιλογές, προς χάριν των καινοτομικών προσεγγίσεων που επιβάλλουν τα συστήματα ιατρικής πληροφορικής.

Η επικρατούσα στους κόλπους των εμπειρογνομόνων σήμερα άποψη είναι ότι προκειμένου να αξιοποιηθούν στο έπαρκον οι εκπαιδευτικές δυνατότητες της ιατρικής πληροφορικής είναι αναγκαίο οι εφαρμογές της να συμπληρώσουν ωρισμένους τομείς της εκπαιδευτικής διαδικασίας του προγράμματος σπουδών και παράλληλα να αντικαταστήσουν εξ ολοκλήρου μέρος των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων άλλων περιοχών του προγράμματος. Έχει παρατηρηθεί επίσης ότι είναι πολύ σημαντικό κατά την διάρκεια του προγραμματισμού της διαδοχής της διδασκαλίας των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων να υπάρχει στενή συνεργασία ενός μέλους του προσωπικού της τεχνολογίας της πληροφορικής με την ομάδα που επεξεργάζεται το πρόγραμμα σπουδών. Ο καταλληλότερος χρόνος για την υλοποίηση της ενσωμάτωσης των συστημάτων ιατρικής πληροφορικής στο πρόγραμμα σπουδών είναι ο χρόνος που σχεδιάζεται, ή αναθεωρείται η διδασκαλία ενό συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου.

## Το Πρόγραμμα Σπουδών που Αξιοποιεί τις Εφαρμογές της Ιατρικής πληροφορικής

Η διαφοροποίηση του προγράμματος σπουδών που αξιοποιεί τα συστήματα της ιατρικής πληροφορικής από το παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών οφείλεται κυρίως στην παρέμβαση των συστημάτων σε θεμελιώδεις τομείς της ιατρικής εκπαίδευσης.

Σε κάθε ένα από τους τομείς αυτούς η καινοτομική παρέμβαση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής μεταβάλλει κατά τρόπο ριζοσπαστικό την συγκεκριμένη εκπαιδευτική διαδικασία. Οι τομείς αυτοί είναι οι εξής:

### α) Παρέμβαση στις Μεθόδους Πρόσβασης και Ανάκτησης της Ιατρικής Πληροφορικής

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους των προγραμμάτων της τεχνολογίας της πληροφορικής είναι εξασφάλιση στον φοιτητή μέσων που καθιστούν ευχερή την πρόσβαση στην ιατρική πληροφορία και την διαχείρησή της για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σήμερα μία μείζων ερευνητική δραστηριότητα αφορά στην ανάπτυξη "σταθμών εργασίας φοιτητών" δομημένων με βάση ένα φιλικό-προς-τον-χρήστη ευρετήριο το οποίο θα λειτουργεί σαν πύλη εισόδου προς μία ευρύτατη ποικιλία βάσεων ιατρικής γνώσης. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι η ικανότητα ευχερούς, ταχείας και αποτελεσματικής αξιοποίησης της ιατρικής βιβλιογραφίας συνιστά μία από τις πλέον σημαντικές δεξιότητες που ο φοιτητής θα πρέπει να αναπτύξει κατά την διάρκεια των σπουδών του στην ιατρική σχολή. Είναι αυτή που του εξασφαλίζει την δια βίου αυτονομία εκμάθησης. Τόσο οι βάσεις ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων, όσο και τα συστήματα ιατρικών πληροφορικών (MIS) συ-

νιστούν μία πλουσιότερη πηγή εκπαιδευτικού υλικού. Το πρόβλημα, όπως ήδη επισημάνθηκε στο σχετικό κεφάλαιο είναι η ανάπτυξη μεθόδων διδασκαλίας που αξιοποιούν τις τεράστιες εκπαιδευτικές δυνατότητες των βάσεων ιατρικής γνώσης και ιδιαιτέρως των συστημάτων ιατρικών πληροφοριών (MIS). Η αυξανόμενη διαρκώς - λόγω αυξημένης εφαρμογής των M I S - ποσότητα και ποικιλία κλινικής πληροφορίας στα MIS απαιτεί την ανάπτυξη νέων μεθόδων διδασκαλίας των δεξιοτήτων επίλυσης κλινικών προβλημάτων. Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούν τις μεγάλες ποσότητες οργανωμένης πληροφορίας των MIS για τον εκσυγχρονισμό της ιατρικής εκπαίδευσης και μέσω αυτού την βελτίωση της ποιότητας των παρεχομένων ιατρικών υπηρεσιών.

Επισημαίνοντας την σπουδαιότητα της μέσω υπολογιστών ευχερούς πρόσβασης στις βάσεις γνώσης, η Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Harvard ανέπτυξε στα πλαίσια ενός C B M E προγράμματος, ένα σύστημα προσωπικών υπολογιστών ( P C ) που επιτρέπει στον φοιτητή την χρησιμοποίηση ενός ευκόλου στην χρήση του ευρετηρίου όρων για την διερεύνηση κάποιου ερωτήματος. Ο φοιτητής με βάση τους όρους του ευρετηρίου διαμορφώνει την σχετική ερώτηση και ο P C αυτομάτως συνδέεται με την MEDLINE της National Medical Library όπου και προωθεί την αίτηση προς διερεύνηση. Ακολούθως τα ανακτηθέντα άρθρα αποθηκεύονται στο προσωπικό αρχείο του φοιτητού στον P C. Το σύστημα αυτό συνιστά μία εύχρηστη μέθοδο που περιορίζει δραστικά την δαπάνη της διερεύνησης, ελαττώνοντας τον "χρόνο σύνδεσης" με την κεντρική βάση δεδομένων. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι τονίζει την σημασία ενός προσεκτικά δομημένου ευρετηρίου -

λεξιλογίου, ως μεθόδου για την πρόσβαση σε μία βάση γνώσης.

### β) Παρέμβαση στην Εκπαιδευτική Μεθοδολογία και την Επιλογή των Καταλλήλων Διδακτικών Μέσων

Όλες οι επιμέρους εφαρμογές της Ιατρικής Πληροφορικής επηρεάζουν δραστικά την διάρθρωση και δυναμική της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας. Μόλις προηγουμένως αναφερθήκαμε στον τρόπο με τον οποίο η δυνατότητα ευχερούς πρόσβασης στις βάσεις γνώσης μεταβάλλει ριζικά την φιλοσοφία της εκπαίδευσης συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην δημιουργία αυτονόμων και υπεύθυνων φοιτητών.

Αργότερα θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο τα C M D συστήματα συμβάλλουν στην ανάπτυξη των επιδεξιότητων λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων. Στις επόμενες παραγράφους επιχειρείται μία σύντομη αναφορά στις C B M E εφαρμογές και τον τρόπο με τον οποίο παρεμβαίνουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τα διδακτικά C B M E συστήματα (tutorials) συμπληρώνουν την από έδρας διδασκαλία κυρίως σε περιοχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας όπου ο αντικειμενικός εκπαιδευτικός στόχος είναι η ανάπτυξη δεξιοτήτων. Οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο εκπαίδευσης του φοιτητού για την απόκτηση δεξιοτήτων στην επίλυση προβλημάτων και την λήψη διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων. Μείζον πλεονέκτημα των προσομοιώσεων με την υποστήριξη υπολογιστών είναι το γεγονός ότι ο φοιτητής μπορεί να ασκηθεί και να κάνει λάθη χωρίς να ταλαιπωρεί ή να θέτει σε κίνδυνο την υγεία πραγματικών ασθενών. Κάτι άλλο που θα πρέπει επίσης να επισημανθεί σχετικά με τις προσομοιώσεις είναι ότι λαμβανομένου υπόψιν ότι πολλοί φοιτητές μαθαίνουν καλύτερα μέσω της γνωστής εμπειρικής μεθόδου "δοκιμή και πλάνη", οι προ-

σομοιώσεις ασθενών παρέχουν στον φοιτητή την δυνατότητα να διαπιστώσει προσωπικά τα αποτελέσματα συγκεκριμένων χειρισμών και παρεμβάσεων, παρά μέσω της καθιερωμένης τακτικής της ανάγνωσης ή της διδασκαλίας από κάποιον τρίτο. Επιπλέον, με την χρησιμοποίηση των προσομοιώσεων αίρονται οι περιορισμοί του τόπου και χρόνου που συνδέονται με ασθενείς με διαφορετικές νόσους, γεγονός που επιτρέπει την αξιοποίηση ενός μεγαλύτερου και πλέον ποικίλου αριθμού περιπτώσεων "ασθενών" προς μελέτη.

Σχετικά με τα video-εκπαιδευτικά προγράμματα και τα διάφορα C B M E γραφικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η δυνατότητα ταυτόχρονης παρουσίασης εικόνας - κειμένου - γραφικών επιτρέπει την ενοποίηση του περιεχομένου των βασικών επιστημών, γεγονός που παρέχει στον φοιτητή την δυνατότητα ταυτόχρονης ολοκληρωμένης εκτίμησης διαφόρων άμεσα συσχετιζόμενων προβλημάτων της ανατομίας, βιοχημείας, φυσιολογίας και φαρμακολογίας.

Η συνοπτική εκτίμηση της Sylvan Green για τον ρόλο των υπολογιστών στην ιατρική εκπαίδευση συγκεφαλαιώνει τον τρόπο με τον οποίο τα συστήματα ιατρικής πληροφορικής παρεμβαίνουν στην εκπαιδευτική μεθοδολογία. Τονίζει η Green:

"Computers can facilitate mathematical modeling of biological processes, including molecular structure, biochemical kinetics, cell kinetics, and physiology and pathophysiology. Computers are also used in data analysis for research, both laboratory and clinical. Finally, they can even simulate aspects of patient care, and thus play a direct role in medical education.

γ) Παρέμβαση των C M D Συστημάτων στην Ανάπτυξη των Επιδεξιότητων Λήψης Αποφάσεων και την Βελτίωση της Ποιότητας των Αποφάσεων

Θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτέρως ότι τότε μόνο τα συστήματα λήψης αποφάσεων με την υποστήριξη υπολογιστών (C M D συστήματα) θα αποτελέσουν ουσιαστικό στοιχείο της άσκησης της ιατρικής επιστήμης όταν καθιερωθούν ως αναπόσπαστο μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών. Τα C M D συστήματα συνιστούν ένα μοναδικό και ασυναγώνιστο από πλευράς δυνατοτήτων μέσο για την συστηματική εκπαίδευση των φοιτητών στη μεθοδολογία της επίλυσης προβλημάτων και τους παράγοντες που ενέχονται στην διαδικασία της λήψης αποφάσεων. Σήμερα από τους ειδικούς σε θέματα ιατρικής εκπαίδευσης αναγνωρίζεται ότι η εκπαιδευτική διαδικασία της επίλυσης προβλημάτων και λήψης διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων συνεπάγεται απαραίτητως μύηση του φοιτητού στις θεμελιώδεις αρχές της θεωρίας των αποφάσεων, της κλινικής ανάλυσης, της θεωρίας της ωφελιμότητας, της θεωρίας των πιθανοτήτων, της βιοστατιστικής, της ποσοτικοποιημένης πιθανότητας στην προσέγγιση του κλινικού προβλήματος και τις βασικές αρχές της γνωστικής ψυχολογίας σε ότι αφορά τις νοητικές διεργασίες που διέπουν την διαδικασία της επίλυσης προβλημάτων.

δ) Παρέμβαση στην Αξιολόγηση της Επίδοσης των Φοιτητών

Η αξιολόγηση της επίδοσης των φοιτητών μέσω ειδικών CBME συστημάτων προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων προσέγγισης του ακανθώδους προβλήματος του εξεταστικού και βεβαίως πέραν της τυποποιημένης μεθόδου των πολλαπλών επιλογών. Αυτό φυσικά προϋ-

ποθέτει την εξοικείωση του εκπαιδευτικού προσωπικού με τα σύγχρονα αυτά συστήματα.

Στα πλαίσια της προσπάθειας για μία πληρέστερη, συντονισμένη και πλέον ακριβή αξιολόγηση της επίδοσης και των δραστηριοτήτων του φοιτητού κατά την διάρκεια της κλινικής του εκπαίδευσης, η ιατρική σχολή του Πανεπιστημίου Harvard ανέπτυξε το ονομαζόμενο Βιβλίο των Κλινικών Περιπτώσεων (Clinical Case Book, C C B) που συνιστά μία μικρογραφία ενός συστήματος διατήρησης αρχείου με την υποστήριξη υπολογιστών και χρησιμοποιείται από τον φοιτητή κατά την διάρκεια των κλινικών τριμήνων. Στο σύστημα καταγράφονται οι διαγνώσεις και διερευνητικές διαδικασίες που αφορούν ασθενείς για τους οποίους ο φοιτητής έχει άμεση υπευθυνότητα. Η καταχωρημένη αυτή πληροφορία επιτρέπει στον φοιτητή και τον εκπαιδευτή να αξιολογήσει την κλινική εκπαίδευση του φοιτητού και να αναλύσει την ποιότητα και ποικιλία των κλινικών περιστατικών στα οποία εξετάθη ο φοιτητής. Η ανάλυση αυτή είναι πρακτικώς αδύνατη με το ισχύον εκπαιδευτικό σύστημα του τυπικού προγράμματος σπουδών. Η τήρηση του βιβλίου (αρχείου) των κλινικών περιπτώσεων από τον φοιτητή εξυπηρετεί και ένα άλλο σκοπό. Αποτελεί μία διαδικασία κλιμακωτής μύησης του φοιτητού στην μελλοντική σημαντικότερη μέριμνα που ως ολοκληρωμένος ιατρός οφείλει να επιδείξει, την τήρηση ιατρικών αρχείων. Η τήρηση ιατρικών αρχείων συνιστά μείζονα δραστηριότητα διαχείρισης της πληροφορίας καθ'όλη την διάρκεια της επιστημονικής σταδιοδρομίας του ιατρού. Η πλειοψηφία των ειδικών συμφωνεί ότι οι υπολογιστές θα συνεχίσουν να παίζουν έναν όλο και πλέον σημαντικό ρόλο στην συγκεκριμένη αυτή δραστηριότητα.

ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ  
ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Παρέμβαση των Συστημάτων Ιατρικής Πληροφορικής στην Εξο-  
μάλυνση των Δυσκολιών που Εκδηλώνουν οι Κλινικοί Ιατροί σε  
Προσδιορισμένες Περιοχές της Καθημερινής Πρακτικής.

- α. Παρέμβαση στην Συλλογή Κλινικών Πληροφοριών
- β. Παρέμβαση στον Χειρισμό και Εκτίμηση Πιθανοτήτων  
κατά την Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Εργαστηριακής Διερεύνησης
- γ. Παρέμβαση στην Επικοινωνία μεταξύ των Κλινικών Ιατρών
- δ. Παρέμβαση στην Ενημέρωση των Ιατρών στις Τελευταίες  
Εξελίξεις του Τομέα Εξειδίκευσής τους
- ε. Παρέμβαση στην Δυνατότητα Επιλογής της Ορθής Απάντησης  
σε Ερωτήματα που Προκύπτουν κατά τον Χρόνο Παροχής Ιατρικών  
Υπηρεσιών
- στ. Παρέμβαση στην Εφαρμογή των Καταλλήλων Χειρισμών οσά-  
κις η Περίπτωση το Επιβάλλει.

Παρέμβαση των Εφαρμογών της Ιατρικής Πληροφορικής  
στην Εξομάλυνση των Δυσκολιών που Εκδηλώνουν οι Κλινικοί  
Ιατροί σε Προσδιορισμένες Περιοχές της Καθημερινής Πρακτικής

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι κλινικοί ιατροί εκδηλώνουν ση-  
μαντικές δυσκολίες στις εξής περιοχές της καθημερινής ιατρικής  
πρακτικής.

1. Στην συλλογή κλινικών πληροφοριών
2. Στον χειρισμό και την εκτίμηση πιθανοτήτων κατά την  
αξιολόγηση αποτελεσμάτων εργαστηριακής διερεύνησης (εκτίμηση



ευαισθησίας και ειδικότητας διαγνωστικών tests)

3. Στην ικανότητα ακριβούς επικοινωνίας μεταξύ τους.

4. Στην ενημέρωση σχετικά με τις τελευταίες προόδους στους τομείς της εξειδίκευσής τους.

5. Στην ικανότητα επιλογής της ορθής απάντησης σε ερωτήματα που προκύπτουν κατά τον χρόνο παροχής ιατρικών υπηρεσιών.

6. Στην εφαρμογή των ενδεδειγμένων χειρισμών, οσάκις η περίπτωση το επιβάλλει, ακόμα και όταν τους υποδεικνύεται να ενεργήσουν κατά ένα συγκεκριμένο τρόπο.

Η σωστή αξιοποίηση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής μπορεί να προσφέρει σημαντικότερες υπηρεσίες στον κλινικό ιατρό και να συμβάλλει θετικά και αποτελεσματικά στην απόφαση των από τα προαναφερθέντα προβλήματα.

#### Παρέμβαση στην Συλλογή των Κλινικών Πληροφοριών

Η αξιοποίηση των βάσεων βιβλιογραφικών δεδομένων προσφέρει στον κλινικό ιατρό τεράστιες δυνατότητες πρόσβασης στην αναγκαία και πλέον πρόσφατη για την συγκεκριμένη περίπτωση ιατρική πληροφόρηση. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αυτό μπορεί να έχει θετικές, αλλά και αρνητικές συνέπειες. Αναμφισβήτητα, η δυνατότητα αξιοποίησης ενός όσο το δυνατόν ευρύτερου φάσματος ιατρικής πληροφόρησης διευκολύνει τον ιατρό στην λήψη της ενδεδειγμένης απόφασης. Από την άλλη όμως πλευρά, η μη αξιοποίηση της διαθέσιμης ιατρικής βιβλιογραφίας, όπως αυτή προσφέρεται μέσω των βάσεων βιβλιογραφικών δεδομένων, συνιστά αιτία απαγγελίας κατηγορίας κατά του ιατρού λόγω πλημμελούς άσκησης των καθηκόντων του. Οι βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων μπορούν επίσης

να συμβάλλουν στην ορθή επιλογή και αποτελεσματικότερη διαχείριση της διατιθέμενης ιατρικής πληροφορίας από τον κλινικό ιατρό μέσω της δυνατότητας ευχερούς πρόσβασης στις λεγόμενες βάσεις εκδόσεων αμέσου επικοινωνίας (on - line publishing), που επιτρέπουν ταχύτατη αξιοποίηση των τελευταίων δεδομένων ενώ παράλληλα ελαττώνουν τον χρόνο που παρεμβάλλεται μεταξύ της ανακάλυψης μιάς νέας γνώσης και της ουσιαστικής της αξιοποίησης στην καθημερινή ιατρική πρακτική. Στα πλαίσια πάντα της βοήθειας που παρέχουν οι εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής στον κλινικό ιατρό για την επιλογή της ακριβούς και επεξεργασμένης πληροφορίας θα πρέπει να επισημανθεί και η συμβολή των ιατρικών συστημάτων πληροφοριών (medical information systems, MIS) τα οποία απαλλάσσουν τον ιατρό από την τυραννία των "προς - συμπλήρωση" εντύπων, ενώ παράλληλα του παρέχουν την δυνατότητα χρησιμοποίησης εξελιγμένων μέσων διάγνωσης και θεραπείας, πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων των χαρακτηριστικών των διαφόρων διαγνωστικών tests, και ελέγχου της ποιότητας των κλινικών πρωτοβουλιών και της εν γένει παρεχόμενης ιατρικής φροντίδας. Επιπλέον, υπενθυμίζεται ότι η πληροφόρηση που μπορεί να λαμβάνει ο ιατρός από τις διάφορες μορφές των συστημάτων λήψης αποφάσεων (ανάλυση αποφάσεων, έμπειρα συστήματα κ.ά.) επιτρέπει, τόσο την αναβάθμιση της ποιότητας των λαμβανομένων κλινικών αποφάσεων, όσο και την σταθερότητα και συνέπεια των αποφάσεων σε επιμελώς προσδιορισμένες περιοχές. Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει επίσης να γίνει στην σταθερά αυξανόμενη ποικιλία των διαφόρων τυποποιημένων ερωτηματολογίων και κλινικών ευρητηρίων που λειτουργούν μέσω υπολογιστών και χρησιμοποιούνται για την συλλογή και περίληψη

βασικότετων κλινικών πληροφοριών του ιστορικού των ασθενών.

Τα μέσα αυτά παρέχουν την δυνατότητα ευχερούς συσχέτισης των επί μέρους στοιχείων του ερωτηματολογίου ή ευρετηρίου με την διάγνωση, πρόγνωση και θεραπευτική ανταπόκριση των ασθενών. Παραδείγματα των συγκεκριμένων αυτών μεθοδεύσεων είναι τα κλινικά ευρετήρια για την διάγνωση του θωρακικού ή κοιλιακού πόνου. Τα ευρετήρια αυτά πέραν του ότι, ως έχει αποδειχθεί, ελαττώνουν σημαντικά τον αριθμό των μη αναγκαίων εισαγωγών στο νοσοκομείο και των συνακόλουθων χειρουργικών επεμβάσεων, θεωρείται ότι συμβάλλουν επίσης αποτελεσματικά και στον περιορισμό των δαπανών της παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι τους ειδικούς θα πρέπει να απασχολήσει και το παρατηρούμενο φαινόμενο της απροθυμίας ωρισμένων ιατρών να αναλάβουν την πρωτοβουλία λήψης κλινικών ιστορικών με την βοήθεια τυποποιημένων ερωτηματολογίων και κλινικών ευρετηρίων και την εκχώρησή της σε ειδικά εκπαιδευμένο παραϊατρικό προσωπικό, με το πρόσχημα του σημαντικού χρόνου που απαιτείται για την εξασφάλιση κλινικής πληροφόρησης υψηλής ποιότητας. Σύμφωνα με ωρισμένους παρατηρητές, η συντήρηση της τάσης αυτής μεταβάλλει τον παραδοσιακό ρόλο του κλινικού ιατρού στην συλλογή κλινικής πληροφόρησης από τον ασθενή. Βεβαίως, προϋπόθεση της αξιοποίησης των συζητηθέντων συστημάτων ουσιαστικής και αποτελεσματικής πληροφόρησης είναι η εξοικείωση των κλινικών ιατρών με την χρήση των εφαρμογών αυτών.

## Παρέμβαση στον Χειρισμό και Εκτίμηση Πιθανοτήτων Κατά την Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Εργαστηριακής Διερεύνησης

Ο κλινικός ιατρός αντιμετωπίζει καθημερινά την αβεβαιότητα σε σχέση με την διάγνωση και πρόγνωση κλινικών προβλημάτων που καλείται να επιλύσει, αλλά και κατά πόσον ο συγκεκριμένος ασθενής θα απαντήσει στην εφαρμοζόμενη θεραπεία. Σχετική μελέτη έχει δείξει ότι οι ιατροί δεν χειρίζονται τις αβεβαιότητες αυτές σωστά και επιπλέον έχουν την τάση να υποεκτιμούν τα αποτελέσματα αρνητικών tests. Παραδοσιακά, η κλινική ιατρική προσεγγίζει τις αβεβαιότητες αυτές κατά τρόπο ποιοτικό. Αντιθέτως, οι βιοϊατρικοί κλάδοι έχουν επεξεργασθεί ποσοτικούς υπολογισμούς του βαθμού αβεβαιότητας που συνδέεται με διάφορες παθολογικές καταστάσεις της καθημερινής ιατρικής πρακτικής. Μέχρι πρόσφατα τα στοιχεία αυτά υπήρχαν διάχυτα στην ιατρική βιβλιογραφία. Σήμερα διατίθενται αρκετές συνοπτικές επιτομές που παρέχουν επακριβείς πιθανότητες για το ενδεχόμενο της παρουσίας συγκεκριμένων διαταραχών, υπό την προϋπόθεση ότι τα αρχικά συμπτώματα και σημεία της νόσου, ως και τα αποτελέσματα των διαγνωστικών tests είναι γνωστά. Βεβαίως, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση της συλλογής κλινικών πληροφοριών, τα προβλήματα που υφίστανται είναι η διαθεσιμότητα της πληροφορίας υπό την μορφή των βάσεων βιβλιογραφικών δεδομένων στους χώρους που ασκείται η κλινική ιατρική, η εκπαίδευση των κλινικών ιατρών στην εκτίμηση της πληροφορίας και η έμφαση στην ορθή χρήση της. Ως εναλλακτική λύση του προβλήματος της εκπαίδευσης των ιατρών στην σωστή εκτίμηση και αξιοποίηση της πληροφόρησης που παρέχεται από τα διαγνωστικά tests, έχει διατυπωθεί η πρόταση σύμφωνα με την

οποία ο ιατρός προσδιορίζει την πιθανότητα παρουσίας της διαταραχής που πιστεύει ότι ερμηνεύει την συμπτωματολογία του ασθενούς, δίνει σε ειδικώς σχεδιασμένα M I S (medical information systems) στοιχεία που αφορούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του test που έχει ζητήσει (ευαισθησία και ειδικότητα) και διαμορφώνει μία διάγνωση του προβλήματος που βασίζεται στον συνδυασμό των κλινικών και εργαστηριακών ευρημάτων.

#### Παρέμβαση στην Επικοινωνία μεταξύ των Κλινικών Ιατρών

Στους κλινικούς ιατρούς είναι παρατηρημένο ότι ακόμη και όταν έχουν την δυνατότητα να διατυπώσουν με ακρίβεια τα ποσοστά πιθανότητας της παρουσίας κάποιας συγκεκριμένης διαταραχής, συχνά εκφράζουν το ενδεχόμενο χρησιμοποιώντας ασαφείς όρους όπως, "πιθανόν", "μάλλον", "συμβατό με", "εισηγείται ότι" κ.ά. Ειδική επί του θέματος μελέτη έδειξε ότι όταν ιατροί διαφόρων ειδικοτήτων ερωτήθηκαν να εκφράσουν σε ποσοστά τους όρους αυτούς επί συγκεκριμένων κλινικών περιπτώσεων, για κάθε ένα από αυτούς τους όρους το εύρος των αντιστοιχούντων ποσοστών πιθανότητας ήταν μεγαλύτερο του 50%, και για ωρισμένους πλησίαζε το 100%. Αυτό που είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι όταν οι συμμετέχοντες στην μελέτη υπεβλήθησαν σε μεταγενέστερο χρόνο στην ίδια διαδικαστική δοκιμασία, με το ίδιο υλικό, σχεδόν όλοι διετύπωσαν ποσοστά που ήσαν πάρα πολύ κοντά στους υπολογισμούς που είχαν διατυπώσει την προηγούμενη φορά. Φαίνεται λοιπόν ότι οι περισσότεροι κλινικοί ιατροί μπορεί να θεωρηθούν αξιόπιστοι σε ότι αφορά την συνέπεια με την οποία χρησιμοποιούν ωρισμένους όρους, αλλά αυτό που λείπει είναι μία κοινή ποσοστιαία διατύ-

πωση των όρων αυτών.

Η κατάσταση αυτή επιδέχεται βελτίωση εφ'όσον αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που προσφέρουν οι εφαρμογές της ανάλυσης αποφάσεων και της στατιστικής ταξινόμησης προτύπων, κλάδων της ιατρικής πληροφορικής που μαζί με τους κλινικούς αλγόριθμους και τα έμπειρα συστήματα συνιστούν τα τέσσερα βασικά συστήματα λήψης ιατρικών αποφάσεων με την υποστήριξη υπολογιστού. Η ανάλυση αποφάσεων και η στατιστική ταξινόμηση προτύπων, στοιχειώδεις γνώσεις των οποίων θα πρέπει να έχουν όλοι οι κλινικοί ιατροί, επιτρέπουν την διατύπωση υποκειμενικών εντυπώσεων υπό την μορφή ακριβών αριθμητικών εκτιμήσεων. Προφανώς ο αντικειμενικός σκοπός της παρέμβασης των συστημάτων αυτών δεν είναι να επιτρέψουν στον ιατρό να είναι περισσότερο ακριβής όταν τα δεδομένα δεν το επιτρέπουν, αλλά να περιορίσουν το ενδεχόμενο επιπρόσθετων προβλημάτων λόγω της χρήσης όρων που δεν προσδιορίζουν με σαφήνεια στον συνομιλητή τον βαθμό βεβαιότητας που δικαιολογείται από τα δεδομένα.

**Παρέμβαση στην Ενημέρωση των Ιατρών στις Τελευταίες Εξελίξεις του Τομέα Εξειδίκευσής τους.**

Αν ληφθεί υπ'όψιν, η ταχύτητα με την οποία η νέα ιατρική γνώση εμφανίζεται στην ιατρική βιβλιογραφία, δεν αποτελεί έκπληξη η διαπίστωση ότι οι γνώσεις των ιατρών δεν συμβαδίζουν με τις προόδους που λαμβάνουν χώρα στον τομέα της εξειδίκευσής τους. Δυστυχώς, ο ιατρός που χρησιμοποιεί τα παραδοσιακά μέσα αναζήτησης της σχετικής πληροφορίας - όπως η ανάγνωση επιστημονικών περιοδικών - προς επίλυση κάποιου συγκεκριμένου κλινικού

προβλήματος αντιμετωπίζει την τεράστια δυσκολία έγκαιρης εντόπισης της πλέον έγκυρης και αξιοποιήσιμης πληροφόρησης για την συγκεκριμένη περίπτωση. Με βάση τα στοιχεία μελετών που δείχνουν ότι τα επιστημονικά περιοδικά αποτελούν την πρώτη και συχνά την μοναδική πηγή πληροφόρησης των περισσότερων ιατρών, και ότι η μεγίστη πλειοψηφία των ιατρών αναφέρει την ανάγνωση επιστημονικών περιοδικών ως την αποκλειστική και προτιμώμενη μέθοδο συνεχιζόμενης εκπαίδευσης, ομάδα επιστημόνων του Πανεπιστημίου McMaster, Ontario, Καναδάς, επεξεργάσθηκε εκπαιδευτικές μεθόδους, που αποσκοπούν στην ανάπτυξη στον κλινικό ιατρό της ικανότητας κριτικής εκτίμησης της αρθρογραφίας που μελετά και στην οργάνωση τρόπων ενημέρωσης που εξασφαλίζουν την μέγιστη αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα. Υπενθυμίζεται ότι η ανάπτυξη ικανοτήτων κριτικής αξιολόγησης (critical appraisal skills) αποτελεί μία από τις μείζονες επιδεξιότητες της κλινικής κατάρτισης του αποφοιτούντος ιατρού του 21ου αιώνα σύμφωνα με την G R E P έκθεση.

Σε ότι αφορά την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας των προσπαθειών του κλινικού ιατρού για εξασφάλιση έγκαιρης και υψηλής ποιότητας πληροφόρησης, κεντρικό ρόλο στην διαδικασία οργάνωσης αυτής της προσπάθειας παίζουν τα λεγόμενα "early alertins systems" όπως το SDILINE (Selective Dissemination of Information Online), μία υπηρεσία εξατομικευμένης τακτικής ενημέρωσης της M E D L A R S (Medical Literature Analysis and Retrieval Service), που συνιστά την υπηρεσία ανάκτησης ιατρικής πληροφόρησης με την χρήση υπολογιστών της Εθνικής Ιατρικής Βιβλιοθήκης των Η.Π.Α. Παρόμοιες υπηρεσίες

προς αυτήν την S D I L I N E παρέχονται και από δύο μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες βάσεων δεδομένων της Dialog και της B R S (Bibliographic Retrieval Service).

Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν σήμερα οι εφαρμογές ιατρικής πληροφορικής στην έγκαιρη και επιλεγμένη πληροφόρηση των ιατρών είναι τεράστιες. Η σημασία της συμβολής του σύγχρονου αυτού μέσου ενημέρωσης γίνεται αντιληπτή αν ληφθεί υπ'όψιν ότι όπως έχει υπολογισθεί αν κάποιος κλινικός ιατρός απεφάσιζε να διατηρήσει μία πλήρη κατά το δυνατόν ενημέρωση με την τρέχουσα βιβλιογραφία διαβάζοντας δύο επιστημονικές εργασίες ημερησίως, σε ένα χρόνο θα είχε μείνει πίσω 55 αιώνες!

Άλλο ένα παράδειγμα, ενδεικτικό της σημασίας της έγκαιρης ενημέρωσης και της συμβολής της ιατρικής πληροφορικής στην αναβάθμιση της παροχής ιατρικών υπηρεσιών είναι το ακόλουθο: Δεκαοκτώ μήνες μετά την δημοσίευση της μελέτης που έδειξε κατά τρόπο αδιαμφισβήτητο την αποτελεσματικότητα της φωτοπηξίας στην θεραπεία της νεοαγγείωσης του αμφιβληστροειδούς στον διαβήτη, ιατροί που παρακολουθούσαν σεμινάρια συνεχιζόμενης εκπαίδευσης ερωτήθηκαν αν ε γνώριζαν τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης. Λιγότεροι από 50% των παθολόγων και μόνο 25% των γενικών ιατρών ε γνώριζαν την μελέτη, ενώ ένα ακόμη μικρότερο ποσοστό απάντησε σωστά σε δύο μόνο ερωτήσεις που αφορούσαν τις εφαρμογές των αποτελεσμάτων. Το σημαντικό δε είναι ότι οι απαντήσεις ιατρών που είχαν την φροντίδα περισσότερων από 50 διαβητικών ασθενών δεν διέφεραν από αυτές που εδόθησαν από συναδέλφους τους γενικούς ιατρούς με μικρότερο αριθμό ασθενών.



**Παρέμβαση στην Δυνατότητα Επιλογής της Ορθής Απάντησης σε Ερωτήματα που Προκύπτουν κατά τον χρόνο Παροχής Ιατρικών Υπηρεσιών**

Η καθιέρωση της αναζήτησης της πληροφόρησης από την ιατρική βιβλιογραφία με την υποστήριξη υπολογιστού καταργεί τους φραγμούς που καθιστούσαν δυσχερή την έγκαιρη ενημέρωση επί των πλέον πρόσφατων και έγκυρων επιστημονικών εργασιών σε συγκεκριμένους κλινικούς τομείς. Σήμερα ο ιατρός έχει την δυνατότητα να εντοπίσει την τρέχουσα βιβλιογραφία ευρισκόμενος στην κλινική ή ακόμη και παρά την κλίνη του ασθενούς μέσα σε λίγα λεπτά. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω on-line υπηρεσιών, όπως η MEDLINE, η EMBASE η BIOSIS, η SCISEARCH, η BRS/Saunders και η MEDIS Service. Σημειωτέον ότι οι δύο τελευταίες προσφέρουν "full-text" υπηρεσίες. Επιπλέον, υπάρχουν διάφορα "φιλικά-προς τον-χρήστη" προγράμματα που απλοποιούν σε σημαντικό βαθμό την διαδικασία αναζήτησης της αρθρογραφίας. Τέτοια προγράμματα είναι τα GRATEFUL MED, Sci-Mate και Med Base.

**Παρέμβαση στην Εφαρμογή των Καταλλήλων Χειρισμών οσάκις η Περίπτωση το Επιβάλλει.**

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι συχνά οι κλινικοί ιατροί αποτυγχάνουν να παράσχουν την ενδεδειγμένη ιατρική φροντίδα. Για παράδειγμα, σε μία μελέτη διαπιστώθηκε ότι ο έλεγχος για ανακάλυψη ασυμπτωματικών καρκινοπαθών ήταν ανεπαρκής και υπολειπόταν σημαντικά των συγκεκριμένων για την διαδικασία υποδείξεων ενώ παράλληλα, οι ιατροί υπερεξετίμησαν τα αποτελέσματα που έλαβαν χρησιμοποιώντας καθιερωμένα διερευνητικά tests. 'Αλ-

λες μελέτες που διερεύνησαν την εγγύηση - με την υποστήριξη υπολογιστών της ποιότητας των παρεχομένων ιατρικών υπηρεσιών (computer-aided quality assurance) σταθερά επιβεβαιώνουν χαμηλά επίπεδα συμμόρφωσης σε σαφώς προσδιορισμένα standards ιατρικής φροντίδας. Επισημαίνεται όμως ότι οι μελέτες αυτές δείχνουν επίσης ότι τα χαμηλά επίπεδα παροχής ιατρικών υπηρεσιών, μπορούν να βελτιωθούν με ταυτόχρονο έλεγχο και έγκαιρες υπομνήσεις. Αν και αποδίδεται μεγάλη σημασία στον ρόλο των συνεχών υπομνήσεων στην διατήρηση και βελτίωση υψηλών επιπέδων συμμόρφωσης στα standards υπηρεσιών παροχής υγείας υψηλής ποιότητας, εντούτοις αυτό που εξαιρείται ιδιαίτερα είναι ο ρόλος των υπολογιστών στην εξασφάλιση υψηλόβαθμης ποιότητας παροχής ιατρικής φροντίδας. Υποστηρίζεται μάλιστα ότι, από όλες τις χρήσεις των υπολογιστών στην βελτίωση της ποιότητας της ιατρικής φροντίδας, το μεγαλύτερο όφελος έχει προκύψει από την λεγόμενη εγγύηση - με την υποστήριξη υπολογιστών της ποιότητας των παρεχομένων ιατρικών υπηρεσιών (computer - aided quality assurance).

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν και αυτά να παίξουν σημαντικό ρόλο στην αναβάθμιση της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών υγείας. Το μειονέκτημα των εμπείρων συστημάτων είναι ότι ο κλινικός ιατρός θα πρέπει να θυμηθεί να τα χρησιμοποιήσει και να βρεί τον χρόνο και την διάθεση να το πράξει. Ως συμβαίνει και στην περίπτωση της αυτοματοποιημένης λήψης - ιστορικού οι μελέτες που επιστοποίησαν κλινικά ωφέλη από την χρήση εμπείρων συστημάτων χρησιμοποίησαν εξειδικευμένο προσωπικό για τον χειρισμό των συστημάτων, γεγονός που υποδηλώνει ότι η χρήση τους δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τους κλινικούς ιατρούς που έχουν

την άμεση και προσωπική ευθύνη για την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχουν στον ασθενή.

ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ  
ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Σήμερα η ύπαρξη ολοκληρωμένων και οργανωμένων βάσεων ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων επιτρέπει μία αποτελεσματικότερη, ακριβέστερη και πληρέστερη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Οι πιθανότητες άσκοπης επανάληψης ερευνητικών προγραμμάτων έχουν σημαντικά περιορισθεί διότι οι ασχολούμενοι με την έρευνα επιστήμονες είναι σε θέση να έχουν μία σφαιρικότερη εικόνα των εξελίξεων σε μία συγκεκριμένη περιοχή πριν ενεργοποιήσουν κάποια ερευνητική δραστηριότητα. Δεν υπάρχει καμμία αμφιβολία ότι οι βάσεις ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων παρέχουν την δυνατότητα πρόσβασης σε ένα ευρύτερο φάσμα βιβλιογραφικής πληροφόρησης σε σχέση με αυτή που προσφέρουν τα ιατρικά επιστημονικά περιοδικά. Επιπλέον, η δυνατότητα ευχερούς παραπομπής από την μία βάση δεδομένων στην άλλη (cross-referencing), όπως μπορεί να συμβαίνει μεταξύ της βάσης ιατρικών βιβλιογραφικών δεδομένων και αυτών της χημείας, φυσικής, μηχανικής και άλλων επιστημών, επιτρέπει στον βιοϊατρό ερευνητή την ανάκτηση σχετικής προς το θέμα που μελετά βιβλιογραφίας από διάφορα γνωστικά αντικείμενα.

Οι ηλεκτρονικές εκδόσεις (electronic publishing) δημιουργούν τεράστιες δυνατότητες στον βιοϊατρό ερευνητή σε ότι αφορά την ευρύτερη δυνατή διάδοση των ευρημάτων της ερευνητικής του δραστηριότητας. Οι ηλεκτρονικές εκδόσεις ελαττώνουν δραστικά την χρονική καθυστέρηση δημοσίευσης σημαντικών ευρημάτων και προσφέρουν καινοτομικά, υπερσύγχρονα μέσα διασποράς των προϊόντων της βιοϊατρικής έρευνας.

Στα πλαίσια των μέσων αυτών επισημαίνουμε τους δείκτες αναφοράς (reference pointers) που επιτρέπουν ευχερή ανάκτηση του συνόλου των παραπομπών που αναφέρονται σε κάποια ερευνητική εργασία, και τα δυναμικά μοντέλα και προσομοιώσεις που επιτρέπουν στον "αναγνώστη" να παρακολουθεί πως ένα δημοσιευμένο εύρημα συμπεριφέρεται διαχρονικά.

Οι συνέπειες της αξιοποίησης των M I S (medical information systems) στην βιοϊατρική έρευνα βασικά αφορούν την δημιουργία μεγάλων βάσεων δεδομένων για επιδημιολογική έρευνα. Οι βάσεις αυτές μπορούν να αποτελέσουν το υλικό από το οποίο θα προκύψει η νέα ιατρική γνώση από την μελέτη της σχέσης που υφίσταται μεταξύ των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών του ασθενούς, των διεργασιών που χαρακτηρίζουν την εξέλιξη των διαφόρων νόσων και των εκβάσεων κάθε μιάς εξ αυτών. Επιπλέον, τα M I S παρέχουν ένα άριστο μέσο παρακολούθησης των ασθενών κατά την διάρκεια κλινικών διερευνήσεων. Συγκεκριμένα, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα MIS σχετικά με την συλλογή της κατάλληλης πληροφόρησης απαλλάσσει από την ανάγκη σχεδιασμού ειδικών πρωτοκόλλων συλλογής δεδομένων για κάθε κλινική διερεύνηση ξεχωριστά.

Σε ότι αφορά τον ρόλο των C M D συστημάτων στην βιοϊατρική έρευνα επισημαίνεται ότι τα συστήματα αυτά προσδιορίζουν νέες περιοχές βασικής έρευνας. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν την λήψη-ιατρικών αποφάσεων, την απόκτηση και αναπαράσταση της γνώσης, τον προσδιορισμό ωφελιμοτήτων και την ανάπτυξη νέων μοντέλων επίλυσης - προβλημάτων. Επιπλέον, ωρισμένα από τα συστήματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν αυτά καθ'εαυτά ερευνητικά μέ-

σα. Για παράδειγμα, το έμπειρο σύστημα M O L G E N συνιστά σήμερα ένα σημαντικότατο ερευνητικό μέσο στον τομέα της γενετικής. Ανάλογα C M D συστήματα διευκολύνουν διάφορες ερευνητικές δραστηριότητες υπό την έννοια ότι επικουρούν τον ερευνητή στην επιλογή του πλέον κατάλληλου πειραματικού μοντέλου και μεθοδολογίας για την συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα.

## Ε Π Ι Λ Ο Γ Ο Σ

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν επιχειρήθηκε μία όσο το δυνατόν πληρέστερη παρουσίαση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής και των επιπτώσεων της αξιοποίησης αυτών στην ιατρική εκπαίδευση, την άσκηση της κλινικής ιατρικής και την βιοϊατρική έρευνα. Οι επιπτώσεις της ιατρικής πληροφορικής που χαρακτηρίζονται από μικρές έως μείζονες δομικές αλλαγές στους προαναφερθέντες τομείς συνοδεύονται από ένα σημαντικό αριθμό σοβαρών προβλημάτων που συνεπάγεται η υλοποίηση και ο έλεγχος αυτών των αλλαγών. Τα προβλήματα αυτά συνιστούν μείζονες προσκλήσεις του άμεσου παρόντος που καλείται να αντιμετωπίσει η ακαδημαϊκή κυρίως ιατρική κοινότητα αν σκοπεύει να επωφεληθεί από τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρει η ιατρική πληροφορική.

Ο προβληματισμός του ιδιαίτερα συνθέτου αυτού θέματος και τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπισή του συγκεφαλαιώνονται στις ακόλουθες συστάσεις:

1) Η ιατρική πληροφορική θα πρέπει να καταστεί αναπόσπαστο τμήμα του προγράμματος προπτυχιακών σπουδών

2) Στις ιατρικές σχολές θα πρέπει να δημιουργηθούν αυτόνομες μονάδες ιατρικής πληροφορικής με σκοπό την ανάπτυξη πρωτοβουλιών:

α) Σε ερευνητικά προγράμματα σχετικά με την εφαρμογή του κλάδου, β) Την ενσωμάτωση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής στην εκπαιδευτική διαδικασία και γ) Την αξιοποίηση των εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής στην παροχή υπηρεσιών υγείας.

3. Το πρόβλημα της εκπαίδευσης και των δυνατοτήτων επαγ-

γελματικής αποκατάστασης των επιστημόνων που αποφασίζουν να ασχοληθούν σοβαρά με την ιατρική πληροφορική θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο συντονισμένης μελέτης ειδικών επί του θέματος εμπειρογνομώνων προερχομένων από διάφορους επιστημονικούς κλάδους και ιδρύματα.

4. Οι διάφορες επιστημονικές εταιρείες και επιστημονικά περιοδικά θα πρέπει να ενθαρρύνουν την παρουσίαση και δημοσίευση θεμάτων σχετικών με την ιατρική πληροφορική.

5. Οι ιατρικές σχολές θα πρέπει να αξιολογήσουν τις υπάρχουσες ενδείξεις των ωφελημάτων που προκύπτουν από την χρήση υπολογιστών στους τομείς διοίκησης, εκπαίδευσης και ποιότητας παροχής υπηρεσιών υγείας και να εξασφαλίσουν την ήδη δοκιμασμένη από πλευράς χρησιμότητας τεχνολογία σε συνεργασία με Πανεπιστημιακά νοσοκομεία και άλλα νοσηλευτικά ιδρύματα. Επιπλέον, λαμβανομένου υπόψιν ότι οι πλέον χρήσιμες και αποτελεσματικές εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής είναι αυτές που εξυπηρετούν συγκεκριμένα κλινικά προβλήματα σε συγκεκριμένους κλινικούς χώρους, οι ιατρικές σχολές θα πρέπει να επιμείνουν στην αναγνώριση από τις κλινικές και εργαστήρια των εφαρμογών εκείνων που κατά την γνώμη του ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού τους εξυπηρετούν τις απολύτως ειδικές ανάγκες του αντικειμένου που ασκούν και των υπηρεσιών που παρέχουν.

6. Εκθέτοντας τους φοιτητές στις εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής στους χώρους όπου αυτές μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των κλινικών δραστηριοτήτων, και εκπαιδεύοντας το ιατρικό προσωπικό στην απόκτηση των επιδεξιότητων εκείνων που τους καθιστούν ρόλους - μοντέλα στην



ιατρική κοινότητα, συνιστούν πρωτοβουλίες που είναι πολύ πιθανόν να αποτελέσουν το κίνητρο που χρειάζονται οι φοιτητές για να καταστούν και οι ίδιοι επαρκείς στην χρήση αυτών των εφαρμογών. Και πράγματι, ο σκοπός της δια βίου μάθησης στην ιατρική είναι πολύ πιθανότερο να επιτευχθεί αν νέα ευρήματα σχετικά με την ιατρική φροντίδα ενσωματώνονται ταχύτατα σε συστήματα και εφαρμογές της κλινικής ιατρικής που η χρήση τους έχει δείξει ότι αναβαθμίζει την ποιότητα της παρεχόμενης ιατρικής φροντίδας

Η πραγματοποίηση των προαναφερθέντων υποδείξεων δεν είναι βεβαίως απλή υπόθεση. Και τούτο διότι δεν αρκεί η αναγνώριση της ήδη διαμορφωμένης κατάστασης στην συγκλονιστική "εποχή του μικρόκοσμου", της ανατροπής της ύλης και του θριάμβου της γνώσης, της πληροφόρησης και των ιδεών. Ούτε αρκεί η διαπίστωση της ανάγκης αλλαγής των τρόπων παροχής της εκπαίδευσης και της παροχής υπηρεσιών υγείας. Αυτό που επιπλέον χρειάζεται είναι ο προγραμματισμός της αλλαγής από τους γνωρίζοντες το αντικείμενο και κυρίως η αποφασιστικά αταλάντευτη διάθεση των γνήσιων φορέων του εκσυγχρονιστικού πνεύματος να κάμψουν την αντίσταση των κατεστημένων, φθαρμένων, αναχρονιστικών και χρεωκοπημένων τρόπων λειτουργίας και συμπεριφοράς στην ιατρική εκπαίδευση και την ιατρική φροντίδα προκειμένου να ανοίξει ο δρόμος της επικοινωνίας με την δυναμική των σημερινών συγκυριών.

Τ Ε Λ Ο Σ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## II. ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

### I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιατρική εφαρμογή αναφέρεται στον γυναικολογικό τομέα, και συγκεκριμένα ασχολείται με τα τρία βασικά τεστ στα οποία υποβάλλονται οι ασθενείς για την διάγνωση διαφόρων γυναικολογικών νοσημάτων. Τα τεστ αυτά είναι :

- α) Τεστ Παπανικολάου (test PAP)
- β) Κολποσκόπηση
- γ) Βιοψία - Ιστολογική.

Στόχος είναι να αναπτύξουμε ένα νευρωνικό μοντέλο το οποίο θα εκτιμάει τις πιθανές εκβάσεις της κολποσκόπησης και της βιοψίας, βασιζόμενο τόσο στα αποτελέσματα του test PAP, το οποίο έχει προηγηθεί, όσο και σε πληροφορίες (από το ιστορικό της ασθενούς) άλλων παραγόντων οι οποίοι όμως έχουν άμεση επίδραση στα αποτελέσματα της κολποσκόπησης και της βιοψίας. Ο λόγος που χρειάζεται αυτή η εκτίμηση είναι ο εξής. Το τεστ ΠΑΠ είναι μιά εξέταση ρουτίνας, για τις γυναίκες μετά από κάποια ηλικία. Αν το τεστ ΠΑΠ δείξει αποτελέσματα παθολογικά, τότε ο γιατρός θα προχωρήσει στη κολποσκόπηση και στη συνέχεια στη βιοψία, που είναι μιά χρονοβόρα εξέταση. Όπως θα εξηγήσουμε αναλυτικά στη συνέχεια, αυτά τα τρία τεστ, συνήθως δεν συμφωνούν μεταξύ τους, αν και αναφέρονται στη ίδια ασθενή. Η σωστή εκτίμηση των αποτελεσμάτων αφήνεται στην εμπειρία του γιατρού. Αυτό μας οδήγησε στο σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε το παραπάνω σύστημα.

Είχαμε στην διάθεσή μας ένα δείγμα από 74 περιπτώσεις διαφόρων αποτελεσμάτων [8], όπου εκτός από τα τρία παραπάνω τεστ υπήρχαν και άλλα συμπληρωματικά στοιχεία για κάθε περίπτωση. Τα στοιχεία αυτά είναι η ηλικία, το επάγγελμα, ο τόπος διαμονής, η ηλικία πρώτης επαφής, ο αριθμός των τοκετών, ο αριθμός των εκτρώσεων, το κάπνισμα, η χρήση αντισύλληψης, ο αριθμός των συντρόφων, και η συχνότητα των σεξουαλικών επαφών. Όμως από όλα τα παραπάνω στοιχεία αυτό που έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην έκβαση των εξετάσεων της κολποσκόπησης και της βιοψίας είναι ο αριθμός των εκτρώσεων. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την εμπειρία του γιατρού. Έτσι καταλήγουμε σε ένα μοντέλο όπου εισάγοντας αποτελέσματα του test PAP και τον αριθμό των εκτρώσεων παίρνουμε εκτιμήσεις των αποτελεσμάτων της κολποσκόπησης και της βιοψίας.

Για να είναι δυνατή η εισαγωγή και αναπαράσταση των στοιχείων στο σύστημα, για παραπέρα επεξεργασία, σε συνεργασία με τους γιατρούς, έγινε μιά ομαδοποίηση όλων των παθήσεων για κάθε τεστ. Έτσι είχαμε 3 ομάδες για το test PAP, 2 ομάδες για την κολποσκόπηση, και 4 ομάδες για την βιοψία. Το παραπάνω δείγμα ήταν η πηγή για την εξαγωγή των απαραίτητων κανόνων, οι οποίοι συνιστούν την knowledge base, του συστήματός μας.

Αυτό μαζί με την ομαδοποίηση που έγινε αποτέλεσε την εξωτερική κωδικοποίηση του προβλήματός μας. Στο παράρτημα παραθέτουμε τις ομάδες με τις αντίστοιχες παθήσεις για κάθε τεστ ξεχωριστά. Τα νούμερα των ομάδων αντιπροσωπεύουν και την σοβαρότητα της πάθησης για κάθε τεστ. Έτσι τα αποτελέσματα της ομάδας 1 σε κάθε τεστ είναι τα φυσιολογικά, της ομάδας 2 τα αμέσως σοβαρότερης υφής κ.ο.κ..

Σε αυτή την εργασία, περιγράφεται η, σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση ενός τέτοιου Εμπειροϋποσυστήματος. Η υπόλοιπη εργασία είναι οργανωμένη ως εξής: Στο κεφάλαιο II, περιγράφεται η μεθοδολογία σχεδίασης. Στο κεφάλαιο III, παρουσιάζεται η υλοποίηση του συστήματος. Στο κεφάλαιο IV περιγράφεται η διαδικασία αξιολόγησης και το κεφάλαιο V συνοψίζει τα συμπεράσματα και γίνονται υποδείξεις για παραπέρα ανάπτυξη του συστήματος.

## II. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το Neuroshell κατατάσσεται στην κατηγορία των expert system building tools. Είναι μεν ένα εργαλείο για σχεδίαση rule based expert systems, αλλά διαφέρει από τα συμβατικά, μέχρι τώρα γνωστά, building aids. Η διαφορά του βρίσκεται στον μηχανισμό συμπεράσματος, το λεγόμενο inference engine, όπως και στην ικανότητα να ενσωματώνει νέα γνώση, δηλαδή την προσθήκη γνώσης στην ήδη υπάρχουσα knowledge base. Τέλος μαθαίνει από παραδείγματα και όχι από ένα σύνθετο σύνολο από κανόνες IF/THEN [1]. Στη συνέχεια θα δώσουμε μια σύντομη περιγραφή των βασικών στοιχείων από τα οποία αποτελείται ένα expert system[2].

Οι τρεις βασικές συνιστώσες από τις οποίες αποτελείται ένα εμπειρο σύστημα είναι :

- Βάση γνώσης ( Knowledge base )
- Μηχανισμός συμπεράσματος ( Inference engine )
- User interface

Με τον όρο γνώση αναφερόμαστε στην πληροφορία που χρειάζεται ένα πρόγραμμα ώστε να μπορεί να επιλύει προβλήματα με τρόπο όχι αλγοριθμικό αλλά " έξυπνο " ( από την σκοπιά της Τεχνητής Νοημοσύνης ). Η πληροφορία αυτή εισάγεται συνήθως με δύο τρόπους, είτε υπό την μορφή γεγονότων facts , είτε υπό την μορφή rules . Στην πράξη τα facts και τα rules δεν παίρνουν πάντα την τιμή true ή false, αλλά ισχύουν με ορισμένες πιθανότητες. Γι' αυτό μετά από κάθε fact ή rule ακολουθεί κάποιος συντελεστής  $P \in [0,1]$  και ονομάζεται συντελεστής βεβαιότητας (certainty factor). Αυτή η παρατήρηση αποτελεί την βάση της Ασταθής Λογικής ( Fuzzy Logic ). Η Ασταθής Λογική εισάγει τις μη ακέραιες λογικές τιμές που ανήκουν στο διάστημα  $[0,1]$  καθώς και τελεστές ( operators ) για τον συνδυασμό αυτών των τιμών, αποτελώντας έτσι επέκταση της λογικής της απλής άλγεβρας Bool , όπου τα πάντα είναι true ή false.

Μέσα στο expert system γίνεται διαχωρισμός της γνώσης που αφορά την περιοχή του προβλήματος ( domain problem ) που μας απασχολεί, από την γνώση που αφορά το πώς επιλύεται γενικά

ένα πρόβλημα ( problem solving knowledge ). Η γνώση που αφορά το συγκεκριμένο πρόβλημα που μας απασχολεί αποτελεί την knowledge base, ενώ η γνώση που αφορά τον τρόπο με τον οποίο λύνουμε γενικά τα προβλήματα αναφέρεται ως inference engine. Προγράμματα με την παραπάνω οργάνωση γνώσης ονομάζονται knowledge based systems, όπως είναι τα expert systems.

Όπως αναφέραμε και προηγούμενα, το Neuroshell ( Neural Network Shell Program ) είναι ένα Expert System building tool με το οποίο μπορεί ο Knowledge Engineer να αναπτύξει ένα έμπειρο σύστημα, για την λύση διαφόρων προβλημάτων. Το τελικό σύστημα το οποίο αναπτύσσεται, μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα fuzzy logic system, το οποίο δεν δίνει ακριβείς απαντήσεις σε όλα τα προβλήματα. Προσπαθεί να κατατάξει σε κατηγορίες ( patterns ), σύμφωνα με άλλα patterns τα οποία έχει μάθει και να δώσει την πιο αιτιολογημένη απάντηση βασιζόμενη πάνω στην ποικιλία των patterns, τα οποία έχει μάθει.

Δεν είναι σίγουρο ότι οι απαντήσεις θα είναι πάντα απόλυτα σωστές, ειδικότερα εάν υπάρχουν patterns τα οποία, κατά κάποιο τρόπο, δεν είναι ολοκληρωμένα, δηλ. δεν περιγράφουν το πρόβλημα σφαιρικά ή είναι ασαφή ή και αντιφατικά. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να γίνεται ανάλογα με το ποσοστό των απαντήσεων, οι οποίες συμπίπτουν με αυτές που θα έδινε ένας expert. Από αυτή την άποψη η λειτουργία του είναι όμοια με την λειτουργία βιολογικών νευρώνων[3],[4].

Neural Networks έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση patterns σε σήματα εκτελώντας image processing και recognition[5],[6], robotics, character recognition και άλλα προβλήματα pattern recognition και detection[6],[7]. Σε πολλά προβλήματα, για την λύση των οποίων εφαρμόστηκαν rule based expert systems, το νευρωνικό δίκτυο το οποίο αναπτύσσεται με το Neuroshell είναι πολλές φορές πιο κατάλληλο και γρηγορότερο στην εξαγωγή συμπερασμάτων, ειδικά στις περιπτώσεις όπου δεν μπορούν να ευρεθούν ακριβείς κανόνες.

Η Knowledge base του Neuroshell αποτελείται από rules υπό μορφή sample cases όπου τα if τμήματα, δηλ. οι υποθέσεις ή οι συνθήκες των κανόνων, είναι αυτά που βρίσκονται πάνω από την διακεκομμένη γραμμή και τα then τμήματα, δηλ. τα συμπεράσματα ή οι ενέργειες, κάτω από την διακεκομμένη γραμμή.

Το Inference Engine διαφέρει από όλες τις μεθόδους, που αναπτύξαμε σε συντομία σε προηγούμενη παράγραφο. Σκοπός εδώ είναι να δημιουργήσουμε ένα Neural network, το οποίο θα δέχεται ένα input pattern ( τα if τμήματα των cases ) στα input nodes και θα εξάγει ένα συμπέρασμα στα output nodes. Τα inputs και outputs είναι αριθμητικές τιμές μεταξύ 0 και 1, όπου τιμές κοντά στο 1 αναπαριστούν θετική διέγερση, και τιμές κοντά στο 0 αρνητική διέγερση ή καμία διέγερση. Τα inputs μπορεί να έρχονται από άλλα neurons ή από τον " εξωτερικό κόσμο ", και τα outputs μπορεί να οδηγούνται σε άλλα neurons ή στον " εξωτερικό κόσμο ".

Η βασική οντότητα την οποία επεξεργάζεται το Neuroshell είναι ένα problem . Το αντικείμενο του problem είναι, να κατατάξει σε διάφορες κατηγορίες τις cases, να αναγνωρίσει δηλαδή τα input pattern και να εκτιμήσει την πιθανή έξοδο, βασιζόμενο στα ζεύγη των input/output patterns ( δηλ. το training set ή τα sample cases ), τα οποία έχει " μάθει ". Τα sample cases του δίνονται από τον εξωτερικό δάσκαλο ( human teacher ). Όταν θα ολοκληρωθεί η μάθηση, με την προϋπόθεση ότι τα sample cases περιγράφουν πλήρως το πρόβλημα, θα πρέπει το Neural Net να είναι σε θέση να κατηγοριοποιεί νέες άγνωστες προς αυτό cases. Κάθε case ορίζεται από δύο τύπους μεταβλητών, τα defining characteristics ( inputs ) και τα classifying characteristics ( outputs ).

Με το Neuroshell μπορούμε να αναπτύξουμε νευρωνικά δίκτυα για δύο τύπους προβλημάτων, δυαδικά και αναλογικά. Γενικά και τα δύο δουλεύουν με τον ίδιο αλγόριθμο, τον Backpropagation[3]. Οι διαφορές τους βρίσκονται στις τιμές που μπορούν να πάρουν τα characteristics. Για προβλήματα όπου τα characteristics είναι " yes " ή " no " ( on ή off), η binary version είναι κατάλληλη. Για προβλήματα όπου μπορούν να παίρνουν τιμές μέσα σε ένα διάστημα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η analog version. Στην analog version πρέπει να καθορίσουμε τις minimum και maximum τιμές του διαστήματος, μέσα από το οποίο παίρνουν τιμές τα characteristics. Στην binary version δεν χρειάζεται.

Στο πρόβλημα αυτό ορίστηκαν σαν defining characteristics τα εξής :

ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ  
ΤΕΣΤ-ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ  
FLAG

και σαν classifying characteristics τα παρακάτω :

ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ  
ΒΙΟΨΙΑ

Οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών έχουν ως εξής, για μεν τα τρία τεστ ( test PAP, κολποσκόπηση, βιοψία ) είναι οι τιμές των αντίστοιχων ομάδων ανάλογα με το αποτέλεσμα που είχε καθ' ένα από αυτά, ενώ για το characteristic ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ τις τιμές αποτέλεσαν ο αριθμός των εκτρώσεων που είχαμε κάθε φορά. Εκτός από τα στοιχεία που ορίσαμε σαν είσοδο και έξοδο στο σύστημά μας εισάγαμε και μία ακόμη μεταβλητή την FLAG. Ο λόγος για τον οποίο ήταν αναγκαία η χρήση αυτής της μεταβλητής είναι ότι στο σύνολο των 74 περιπτώσεων υπήρχαν πολλές που είχαν τόσο τον ίδιο αριθμό εκτρώσεων όσο και το ίδιο αποτέλεσμα στο test PAP, ενώ είχαν διαφορετικά αποτελέσματα στην κολποσκόπηση και την βιοψία. Αυτές οι cases δεν μπορούσαν να αγνοηθούν ξιότι θα ήταν ελλειπής η βάση γνώσης του συστήματος και οι cases δεν θα περιέγραφαν πλήρως το πρόβλημα, οπότε δεν θα ήταν και σωστό το τελικό μοντέλο μετά την ολοκλήρωση της εκμάθησης, με συνέπεια να μην εξάγονται οι κατάλληλες εκτιμήσεις.

Εάν για παράδειγμα είχαμε 4 cases που είχαν τα ίδια defining characteristics και διαφορετικά classifying characteristics, δεν ήταν δυνατόν να επιλέξουμε ένα ή δυο από αυτά και να

αγνοήσουμε όλα τα άλλα. Οι cases αυτές είναι οι λεγόμενες *Conflicting Sample Cases*. Υπάρχουν προβλήματα όπου τέτοιες cases είναι φυσικό να υπάρχουν και δεν μπορούν να αποφευχθούν, όπως είναι και το παρόν. Τέτοιες εφαρμογές δεν ολοκληρώνουν την εκμάθηση σε περιοχές με μικρό *learning threshold*[1]. Στην εφαρμογή αυτή όμως ήταν αναγκαία η ύπαρξη πολύ μικρού σφάλματος.

Για την επίτευξη του μικρού αυτού σφάλματος και για την επιτάχυνση της διαδικασίας του *learning* εισάγαμε μία επιπλέον μεταβλητή τη FLAG με σκοπό να ξεχωρίσουμε της περιπτώσεις αυτές και να είναι δυνατή η εισαγωγή τους στο δίκτυο. Ανάλογα με τον βαθμό σοβαρότητας της κάθε πάθησης τέθηκε και η τιμή της FLAG. Για παράδειγμα υπήρχαν 4 περιπτώσεις όπου είχαμε αριθμό εκτρώσεων 0 και αποτέλεσμα στο τεστ ΠΑΠ ομάδα 3, ενώ τα αποτελέσματα τόσο της κολποσκόπησης όσο και της βιοψίας ήταν διαφορετικά, όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα:

Περίπτωση:	1	2	3	4
ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ:	0	0	0	0
ΤΕΣΤ-ΠΑΠ.:	3	3	3	3
ΚΟΛΠΟΣΚ/ΣΗ:	2	2	2	2
ΒΙΟΨΙΑ:	1	2	3	4

Βλέπουμε ότι για το ίδιο *pattern* εισόδου έχουμε διαφορετικά *patterns* εξόδου. Ζητάμε δηλαδή από το δίκτυο για τις ίδιες τιμές στους κόμβους εισόδου να οδηγεί σε διαφορετικές κάθε φορά τιμές τους κόμβους εξόδου. Εδώ οι τιμές της FLAG θα έχουν ως εξής. Στην πρώτη περίπτωση θα έχει τιμή 0, διότι απ' ότι βλέπουμε από τα αποτελέσματα η κολποσκόπηση έχει τιμή 2, που είναι ίδια για όλες τις περιπτώσεις, ενώ η βιοψία 1, που είναι φυσιολογικό. Στην επόμενη θα πάρει τιμή 1 γιατί και η βιοψία είχε σαν αποτέλεσμα την ομάδα 2, που είναι παθολογικό, και στις επόμενες αυξάνεται η τιμή της FLAG ( γίνεται 2 και 3 αντίστοιχα ) ανάλογα με τον βαθμό σοβαρότητας των αποτελεσμάτων της βιοψίας. Στις περιπτώσεις όπου και οι τιμές της κολποσκόπησης ήταν διαφορετικές η τιμή της FLAG καθορίστηκε ανάλογα με την σοβαρότητα της κάθε περίπτωσης παίρνοντας υπόψη και τις δύο τιμές. Επειδή στην κολποσκόπηση είχαμε μόνο δύο ομάδες, όπου τα αποτελέσματα της ομάδας 1 είναι τα φυσιολογικά και της ομάδας 2 τα παθολογικά, η τιμή της FLAG καθορίστηκε περισσότερο από τις τιμές της βιοψίας, ενώ η κολποσκόπηση είχε ίδιες τιμές για όλες τις περιπτώσεις. Από όλο το δείγμα των 74 περιπτώσεων ο μέγιστος αριθμός των *Conflicting Sample Cases* ήταν 5 κάθε φορά. Για τον λόγο αυτό σαν περιοχή τιμών του *characteristic* αυτού ορίστηκε το διάστημα [0 - 4]. Κατ' αυτό τον τρόπο καταλήξαμε σε 36 διακριτές *sample cases* από τις 74 συνολικά διαθέσιμες.

Όπως έγινε φανερό από τα παραπάνω το *problem* είναι ένα αναλογικό πρόβλημα. Τα *characteristics* παίρνουν τιμές όχι δυαδικές, αλλά μία μέσα από ένα διάστημα τιμών. Άρα κατά τον ορισμό των *characteristics* θα πρέπει επίσης να ορίσουμε τις ελάχιστες και τις μέγιστες τιμές του διαστήματος για κάθε *characteristic*. Το *format* των *sample cases* για το *problem*

έχει ως εξής :

ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ		I N P U T
ΤΕΣΤ-ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ		
FLAG		
-----		
ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ		O U T P U T
ΒΙΟΨΙΑ		

Οι ελάχιστες τιμές των characteristics είναι:

Minimum Values

0 ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ  
1 ΤΕΣΤ-ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ  
0 FLAG

-----  
0 ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ  
0 ΒΙΟΨΙΑ

Οι μέγιστες τιμές των characteristics είναι:

Maximum Values

4 ΕΚΤΡΩΣΕΙΣ  
3 ΤΕΣΤ-ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ  
4 FLAG

-----  
2 ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ  
4 ΒΙΟΨΙΑ

Βλέπουμε ότι για τις εκτρώσεις έχουμε έναν ελάχιστο αριθμό 0 και έναν μέγιστο 4. Για το τεστ ΠΑΠ το διάστημα τιμών είναι από 1 έως 3, όσες είναι και οι ομάδες παθήσεών του, και για το FLAG από 0 έως 4 όπως εξηγήσαμε παραπάνω. Για τα άλλα δύο τεστ της κολποσκόπησης και της βιοψίας οι αντίστοιχες ελάχιστες τιμές θα έπρεπε να ήταν για την κολποσκόπηση από 1 έως 2 και για την βιοψία από 1 έως 4 που είναι και οι αντίστοιχες ομάδες. Απ' ότι παρατηρούμε από τα παραπάνω όμως σε αυτά τα δύο δώσαμε ελάχιστη τιμή 0. Αυτό έγινε για τον παρακάτω λόγο. Η εξαγωγή συμπερασμάτων σε ένα νευρωνικό δίκτυο, όπως είδαμε, γίνεται με το classification [1],[7]. Το τελικό μοντέλο κατατάσσει patterns, τα οποία δέχεται στους κόμβους εισόδου, σε διάφορες κατηγορίες βασισμένο στην πληθώρα των patterns τα οποία έχει μάθει να κατατάσσει. Οι τιμές των κόμβων εξόδου, που αποτελούν το output pattern, είναι διαφορετικές κάθε φορά που δίνεται κάποια είσοδος στο δίκτυο, οδηγώντας έτσι σε διαφορετικά output patterns κάθε φορά. Άλλοι κόμβοι εξόδου έχουν τιμές που ξεπερνούν κάποιο κατώφλι, και οι τιμές αυτές προτείνονται σαν απάντηση, και άλλες όχι. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή οι επιθυμητές τιμές εξόδου είναι από 1 έως 2 για την κολποσκόπηση και από 1 έως 4 για την βιοψία. Εάν λοιπόν αφήναμε σαν ελάχιστες τιμές στα output nodes αυτά την τιμή 1 τότε στην περίπτωση που κάποιο output node, π.χ. η κολποσκόπηση, έχει τιμή μικρότερη από την τιμή 1, στο output node αυτό καταχωρείται παρ' όλα αυτά η τιμή 1. Αυτό συμβαίνει γιατί αυτή είναι η ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει. Ενώ όμως για μας είναι τιμή αποδεκτή, δεν θα ήταν επιλεγμένη σαν απάντηση.



Αυτό θα οδηγούσε σε μία συμπεριφορά του δικτύου κάπως περίεργη. Το εύλογο ερώτημα είναι γιατί δεν προτείνεται η τιμή αυτή σαν απάντηση αφού είναι η σωστή τιμή. Η απάντηση είναι ότι η τιμή αυτή είναι απλά φαινομενική και όχι η πραγματική του output node αυτού. Επίσης κατά την διαδικασία του learning, μιας και οι πραγματικές τιμές των units δεν είναι ορατές σε μας, δεν μπορούμε να καταλάβουμε πότε έχει ολοκληρωθεί και πότε όχι. Ενώ εμείς βλέπουμε αυτά τα units να έχουν τις σωστές τους τιμές, τα σφάλματα που υπολογίζονται εξακολουθούν να είναι μεγαλύτερα από το μηδέν.

Ορίζοντας σαν ελάχιστες τιμές το 0 όμως εξαλείφουμε τις παραπάνω ασάφειες, και επίσης επιτυγχάνουμε και κάτι ακόμη. Στο classification όταν ένα output unit έχει τιμή μικρότερη από το κατώφλι απόφασης, το οποίο θα οριστεί παρακάτω, αυτή καταχωρείται στο unit αυτό και δεν επιλέγεται σαν εκτίμηση. Αυτό αποτελεί μια ένδειξη ότι οι τιμές των defining characteristics δεν είναι οι κατάλληλες. Απεναντίας στα defining characteristic δεν υπάρχουν τέτοιου είδους προβλήματα τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη. Εκεί για το test PAP ορίσαμε σαν ελάχιστη τιμή το 1, γιατί δεν υπάρχει ομάδα 0. Οι τιμές αυτές εισάγονται από τον χρήστη, και δεν εξαγονται κατά την διάρκεια του classification από το δίκτυο. Αρα δεν υπάρχει περίπτωση να πάρει το input unit αυτό τιμή μικρότερη από την μονάδα. Εάν πάλι κατά λάθος ο χρήστης εισάγει τιμή μικρότερη π.χ. 0, αυτή δεν θα γίνει αποδεκτή από το πρόγραμμα, ( θα ακουστεί ο χαρακτηριστικός ήχος ) και θα περιμένει την εισαγωγή μιας νέας τιμής.

Σαν output threshold ορίστηκε η τιμή 0.2. Αφού οι μέγιστες τιμές είναι 4 για την κολποσκόπηση και 2 για την βιοψία έχουμε ότι το κατώφλι απόφασης για το output node κολποσκόπηση είναι:  $0.2 * 4 = 0.8$ , ενώ για το output node βιοψία είναι:  $0.2 * 2 = 0.4$ . Αρα οι τιμές των output nodes αυτών που είναι μικρότερες από τις παραπάνω δεν προτείνονται σαν απαντήσεις ενώ αυτές που είναι μεγαλύτερες δίνονται σαν απαντήσεις που εκτιμήθηκαν. Το output threshold ορίστηκε ως εξής. Λόγο του ότι ήταν αναγκαία η ύπαρξη της ελάχιστης τιμής μηδέν, όπως εξηγήσαμε παραπάνω, τα πεδία ορισμού των classifying characteristic περιείχαν δύο διαστήματα. Αυτό που περιλαμβάνει τις επιθυμητές τιμές ( [1 - 2] για την κολποσκόπηση και [1 - 4] για την βιοψία ), και αυτό που περιλαμβάνει τις ανεπιθύμητες ( [0 - 1] και για τα δύο ). Αρα έπρεπε να βρούμε ένα κατώφλι απόφασης τέτοιο ώστε να ξεχωρίζονται οι τιμές των δύο αυτών διαστημάτων, με τέτοιο τρόπο ώστε όποτε ένα από τα output units πάρει τιμή που βρίσκεται μέσα στο ανεπιθύμητο διάστημα αυτό να μην επιλέγεται σαν απάντηση. Το κατώφλι απόφασης για αναλογικά προβλήματα καθορίζεται από τον τύπο [1]:

κατώφλι απόφασης = output threshold \* maximum value,

καταλήγοντας έτσι σε κατώφλι 0.4 για την κολποσκόπηση, που σημαίνει ότι τιμές μεγαλύτερες από 0.4, δηλ. 0.5 και πάνω, είναι αποδεκτές. Αυτό σε συνδυασμό με τις τιμές που δώσαμε

στα characteristic value size factors, και είναι 1 ψηφίο στα αριστερά της υποδιαστολής και μηδέν δεκαδικά στα δεξιά της, και λαμβάνοντας υπόψη τις στρογγυλοποιήσεις που γίνονται, δηλ. τιμές από 0.5 και πάνω καταχωρούνται ως 1, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι συμπεριλάβαμε την μικρότερη ομάδα της κολποσκόπησης που είναι η ομάδα 1, και αποκλείσαμε τιμές μικρότερες του 1. Ομοίως για την βιοψία το κατώφλι απόφασης υπολογίζεται στην τιμή 0.8 που μας βολεύει, και άρα το output threshold αυτό κρίθηκε σαν το πιο κατάλληλο και είναι το ελάχιστο που εξυπηρετεί και τα δύο πξδία ορισμού.

### III. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το πακέτο που υλοποιήθηκε ονομάστηκε MED1. Η υλοποίηση βασίστηκε στη δυνατότητα που παρέχει το NeuroShell, να υλοποιεί τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Από την ανάλυση που προηγήθηκε, προκύπτει ότι το νευρωνικό δίκτυο θα έχει τις παρακάτω παραμέτρους.

Τα network factors για το problem Med1 είναι :

```

output threshold      : 0,2
                      -9-
learning threshold    : 0,0001
hidden nodes         : 15
learning rate         : 0,6
momentum              : 0,9
presentation         : random
characteristics       : digits left of decimal   : 1
characteristics       : digits right of decimal  : 0

```

Το δίκτυο αποτελείται από τρεις (3) input nodes, δύο (2) output nodes και δεκαπέντε (15) hidden nodes. Επιλέξαμε μεγάλο αριθμό από hidden nodes ούτως ώστε να αυξήσουμε την πολυπλοκότητα των patterns τα οποία μπορούν να αναπαρασταθούν εσωτερικά από το δίκτυο. Αυτό είχε ως συνέπεια και την ελλάτωση του χρόνου της εκμάθησης. Ο χρόνος αυτός για το Med1 είναι 10:14:04 (σε 80286, ενώ σε 486 ήταν περίπου 4 ώρες), και η κατανομή των cases στις περιοχές σφάλματος είναι :

περιοχή σφάλματος	αριθμός των cases	ποσοστό
0.0000 - 0.0001	36	100%

Για την εκπαίδευση του δικτύου, το NeuroShell χρησιμοποιεί [1] την τεχνική της Πίσω-Διάδοσης (Backpropagation), με κανόνα μάθησης τον Γενικευμένο Δέλτα Κανόνα (Generalized Delta Rule). Από τις 74 περιπτώσεις που δίνονται στη [8], καταλήξαμε σε 36 sample cases και 43 classified cases. Η εισαγωγή των δεδομένων μπορεί να γίνει μέσα από το NeuroShell, αλλά μπορεί να διαβάσει και αρχεία από τη LOTUS.

### IV. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η εφαρμογή αυτή, όπως αποδείχτηκε, ήταν η πιο κατάλληλη για υλοποίηση με νευρωνικό δίκτυο. Εκτός του ότι όλα τα

χαρακτηριστικά ήταν καλά ορισμένα από την φύση του προβλήματος, πράγμα το οποίο διευκόλυνε την σωστή κωδικοποίηση και αναπαράσταση των πληροφοριών του προβλήματος στο δίκτυο, χρησιμοποιήθηκε για να γίνουν και εκτιμήσεις αποτελεσμάτων για διάφορα τεστς ( κολποσκόπηση και βιοψία ).

Είχαμε μικρό αριθμό από characteristics σύνολο 5, και σχετικά μικρό αριθμό από sample cases με συνέπεια ο χρόνος εκτέλεσης της διαδικασίας της εκμάθησης στο κατώτερο κατώφλι να είναι αρκετά ικανοποιητικός. Άλλες εφαρμογές, όπως οι Litera και Papers[8], ολοκλήρωσαν σε μεγαλύτερα επίπεδα σφάλματος. Σε αυτή όμως την εφαρμογή έπρεπε να απαιτήσουμε μηδαμινό σφάλμα διότι θέλαμε σωστές εκτιμήσεις. Οι άλλες εφαρμογές δούλευαν πολύ καλά και στα μεγαλύτερα επίπεδα. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι η εκμάθηση δεν ολοκληρώνεται μόνο όταν το σφάλμα πέσει κάτω από το output threshold. Η διαδικασία αυτή τελειώνει όταν το δίκτυο έχει την σωστή συμπεριφορά.

Ο ορισμός της μεταβλητής FLAG εκτός του ότι ήταν αναγκαίος για τους τεχνικούς λόγους που αναφέραμε στο κεφάλαιο II έχει και μία ακόμη σημασία. Η FLAG επιτρέπει στον ιατρό γυναικολόγο να ξεχωρίζει τις περιπτώσεις ανάλογα με τον βαθμό σοβαρότητας που δίνει κάθε φορά. Ο ίδιος από την πείρα του καταλαβαίνει από τα στοιχεία που έχει, δηλαδή τον αριθμό των εκτρώσεων και τα αποτελέσματα του τεστ ΠΑΠ που έχει μπροστά του, και από την συνολική εικόνα που έχει σχηματίσει για την ασθενή ποιές, κατά μεγάλη προσέγγιση, θα είναι οι εκβάσεις της κολποσκόπησης και της βιοψίας. Έτσι το Med1 του δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την διαίσησή του και την πείρα του, στις περιπτώσεις όπου θα θελήσει να το συμβουλευτεί.

Τρέξαμε το Med1 για 5 ασθενείς. Η επιλογή της τιμής της FLAG καθορίστηκε ως εξής : ανάλογα με τον αριθμό των εκτρώσεων και το αποτέλεσμα του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ δίνουμε μία τιμή στη FLAG η οποία κατά προσέγγιση αντικατόπτριζε τη σοβαρότητα της παθήσεως. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που είχαμε 0 εκτρώσεις και ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=1 δώσαμε στη FLAG τιμή 0 ή 1, διότι ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=1 δηλώνει φυσιολογική κατάσταση της ασθενούς. Οπότε δεν περιμέναμε να βγεί στην κολποσκόπηση και στη βιοψία αποτέλεσμα παθολογικό. Με αριθμό εκτρώσεων 2 και ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=3, που σημαίνει καρκινογενής πάθηση, το αποτέλεσμα της κολποσκόπησης και της βιοψίας λογικά θα πρέπει να είναι παθολογικό. Έτσι η τιμή της FLAG ήταν 2 ή 3. Πάντα μία από τις δύο τιμές ήταν στην συγκεκριμένη περίπτωση η σωστή, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι η άλλη τιμή είναι λάθος, διότι υπήρχαν και περιπτώσεις πραγματικές όπου η προηγούμενη αποκλειόμενη τιμή έδινε αποτέλεσμα πραγματικό.

Η τιμή της FLAG, που δηλώνει τη σοβαρότητα της παθήσεως, καθορίστηκε από τη βιοψία όπου οι ομάδες των παθήσεων είναι τέσσερις. Η FLAG θα πάρει τιμή 4 μόνον όταν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ( παίζει ρόλο η εμπειρία του γιατρού, και η συνολική εικόνα της ασθενούς ) για in situ δηλ. ομάδα 4, που είναι και η σοβαρότερη στη βιοψία. Έτσι πάντα σε συνδυασμό με τον αριθμό των εκτρώσεων και με παθολογικά αποτελέσματα στο

ΤΕΣΤ-ΠΑΠ καθορίζεται η τιμή της FLAG. Τα αποτελέσματα για τις 5 περιπτώσεις ήταν ικανοποιητικά σε μεγάλο βαθμό.

Η λογική καθορισμού της τιμής της FLAG με βάση τη σοβαρότητα στο ΤΕΣΤ-ΠΑΠ, οφείλεται σε στατιστικές μελέτες που έχουν γίνει, και αναφέρονται στην εργασία [8]. Ετσι στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν ότι το ΤΕΣΤ-ΠΑΠ και η βιοψία συγκλίνουν κατά 85%. Δηλαδή, παθήσεις των ομάδων 2 ή 3 του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ θα έχουν σαν αποτέλεσμα η βιοψία να δείξει κάποια πάθηση των ομάδων 2 ή 3 και πολύ σπάνια 4. Επίσης το ποσοστό σύγκλισης του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ με την κολποσκόπηση ήταν 74%. Εδώ πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι παθήσεις των ομάδων 2 ή 3 του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ δείχνουν πάντα παθήσεις της ομάδας 2 στην κολποσκόπηση που είναι παθολογικό. Οποτε είχαμε παθολογικό ΤΕΣΤ-ΠΑΠ, από τα στατιστικά πάντα στοιχεία, σπάνια οι εκβάσεις των τεστς της κολποσκόπησης και βιοψίας ήταν φυσιολογικές. Το σχήμα 2 δείχνει τα ποσοστά σύγκλισης των παραπάνω τεστς.

Στην πρώτη περίπτωση έχουμε εκτρώσεις=1 ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=3 αλλά CIN1 που είναι ήπιου βαθμού δυσπλασία. Περιοριζόμαστε από τις πιθανές τιμές της FLAG στις τιμές 2 ή 3. Από αυτές τρέξαμε πρώτα τη τιμή 2 λόγω ήπιου βαθμού δυσπλασίας, παρόλο που η πάθηση αυτή ανήκει στην ομάδα 3 του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ. Το αποτέλεσμα ήταν σωστό, δηλ. κολποσκόπηση=2 και βιοψία=3 (classified case 37). Στη δεύτερη περίπτωση λόγω αυξημένου αριθμού εκτρώσεων (2) και πάθηση ναί μεν ομάδα 3 στο ΤΕΣΤ-ΠΑΠ αλλά CIN2, που είναι μέτριου βαθμού δυσπλασία, δώσαμε στη FLAG τιμή 3. Το αποτέλεσμα ήταν και πάλι σωστό, δηλ. κολποσκόπηση=2 και βιοψία=3 (classified case 38). Συνολικά από τις πέντε περιπτώσεις στις τρεις παίρναμε σωστή εκτίμηση με την πρώτη τιμή της FLAG που δώσαμε και στις άλλες δύο με την δεύτερη. Σε αυτές αντί ομάδα 2, στην πρώτη, έδωσε ομάδα 3 (classified case 39) και στην δεύτερη περίπτωση αντί ομάδα 3 έδωσε ομάδα 2 (classified case 41). Οπως γίνεται φανερό και στις δύο περιπτώσεις εκτιμήθηκε παθολογική κατάσταση. Στην πρώτη περίπτωση πέσαμε στο 15% απόκλισης ΤΕΣΤ-ΠΑΠ και βιοψίας, γιατί αναγκαστήκαμε να δώσουμε στη FLAG τιμή 1 (classified case 40), σύμφωνα με τα παραπάνω που είπαμε. Πρέπει να σημειώσουμε ότι και στις πέντε περιπτώσεις, όσον αφορά την κολποσκόπηση, το αποτέλεσμα ήταν σωστό. Γενικά για τη FLAG μπορούμε να πούμε ότι οι τιμές 0 ή 1 είναι για φυσιολογικές καταστάσεις με μία μικρή τάση της τιμής 1 για ελαφρά παθολογικό, τιμές 2 ή 3 είναι για παθολογικές καταστάσεις και κατά 85% η τιμή της FLAG καθορίζεται από την τιμή του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ, και τέλος η τιμή 4 της FLAG είναι για τις σοβαρότερες μορφές παθήσεων.

## V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το συμπέρασμα από την δουλειά αυτή ήταν ότι σε καμία περίπτωση η εκτίμηση του Med1 δεν ήταν εξωπραγματική. Παρακάτω θα δώσουμε όλα τα βήματα συγκεντρωμένα, που είναι απαραίτητα για την εκτίμηση μιας νέας περίπτωσης:

1) Δίνουμε τον αριθμό εκτρώσεων της συγκεκριμένης γυναίκας.

Ελάχιστη τιμή είναι το 0 και μέγιστη το 4.

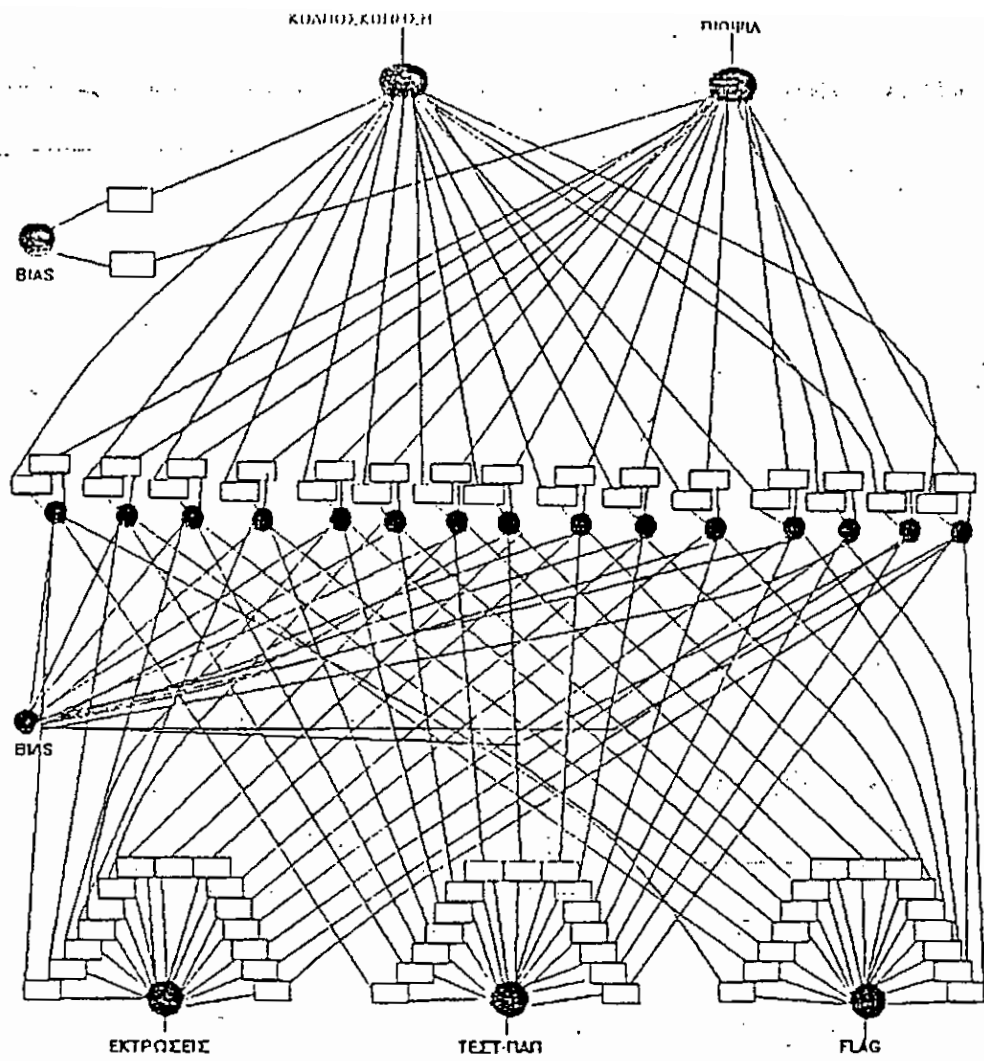
2) Αφού γίνει το ΤΕΣΤ-ΠΑΠ, ανάλογα με την πάθηση ο γιατρός μπορεί να βρει και την αντίστοιχη ομάδα, από την ομαδοποίηση την οποία έχουμε δώσει πιο πάνω. Ελάχιστη τιμή είναι το 1 και μέγιστη επιτρεπτή είναι το 3.

3) Η ελάχιστη τιμή της FLAG είναι 0 και η μέγιστη το 4. Η γενική ιδέα καθορισμού της FLAG θα μπορούσε να είναι :

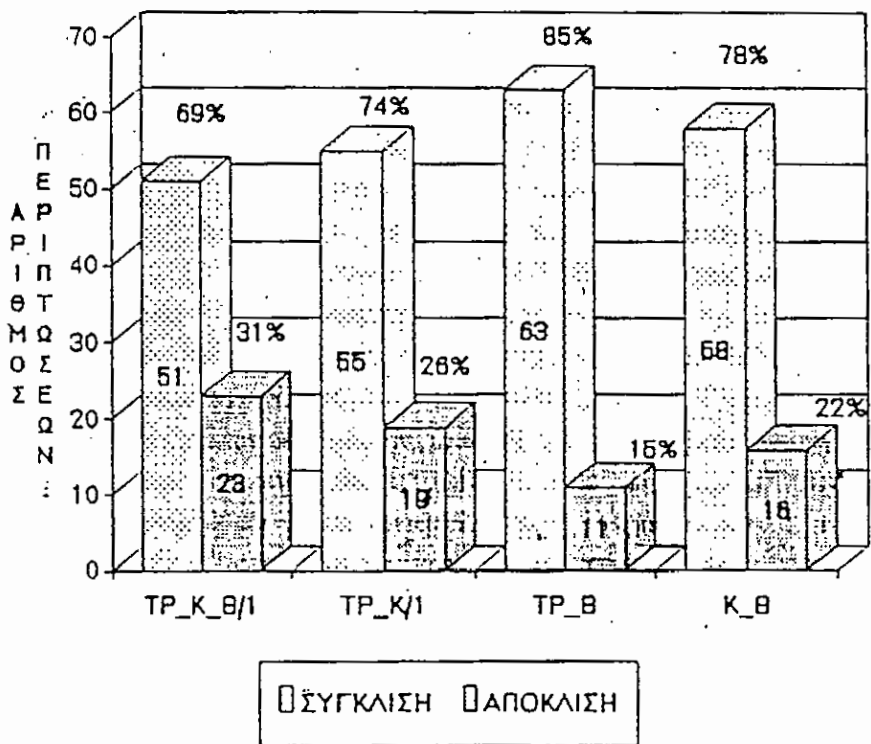
- για ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=1 --> FLAG=0 - 1
- για ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=2 --> FLAG=2 - 3
- για ΤΕΣΤ-ΠΑΠ=3 --> FLAG=2 - 3 ή 4

Η FLAG θα πάρει τιμή 4 όταν η πάθηση είναι αρκετά σοβαρή και υπάρχουν υποψίες για CIN3 ή και IN SITU. Βέβαια στον παραπάνω καθορισμό της FLAG παίζει ρόλο και ο αριθμός εκτρώσεων, καθώς επίσης και η σοβαρότητα της πάθησης μέσα στην ίδια την ομάδα. Υπενθυμίζουμε ότι στην ομαδοποίηση των παθήσεων για κάθε τέστ, οι παθήσεις μιας ομάδας π.χ. ΟΜΑΔΑ 3 του ΤΕΣΤ-ΠΑΠ οργανώθηκαν με αύξοντα βαθμό σοβαρότητας από πάνω προς τα κάτω. Τα παραπάνω όρια δεν είναι απόλυτα γιατί όπως είπαμε υπάρχει και ένα ποσοστό απόκλισης μεταξύ ΤΕΣΤ-ΠΑΠ και ΒΙΟΨΙΑΣ, που είναι 15-20%. Επίσης παίζει ρόλο και η εμπειρία του γιατρού.

Τέλος, το μοντέλο που δημιουργείται με το Neuroshell, είναι σε θέση να κάνει εκτιμήσεις, ιδιότητα που αποτελεί το μεγάλο πλεονέκτημά του. Εκτός του ότι μπορούμε να εξάγουμε πληροφορίες που έχουν δοθεί κατά τον αρχικό σχεδιασμό της βάσης γνώσης, μπορούμε να συνδιάσουμε διαφορετικά δεδομένα μεταξύ τους, έτσι ώστε να πάρουμε μιά νέα πληροφορία. Αυτή η εκτίμηση μπορεί να θεωρηθεί σαν κάποιο γενικό συμπέρασμα για την συμπεριφορά κάποιου γεγονότος που πρόκειται ίσως να συμβεί. Αυτή η ικανότητα της εκτίμησης οφείλεται στο γεγονός ότι "μαθαίνει" την γνώση που του δίνουμε. Αυτή η δυνατότητα μπορεί μελλοντικά να βοηθήσει τους γιατρούς, να εκτιμήσουν και άλλους παράγοντες, εκτός από τις εκτρώσεις, που προδιαθέτουν για κακοήθεια.



ΣΧΗΜΑ 2. ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΕΣΤ-ΠΑΠ ΜΕ ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΨΙΑ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Στη συνέχεια δίνουμε τις ομάδες με τις αντίστοιχες παθήσεις για κάθε τεστ.

ΤΕΣΤ-ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ:

ΟΜΑΔΑ 1 - ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I: αρνητικό για κακοήθεια  
κυλινδρικά κύτταρα εξωτράχηλου  
αδενικά κύτταρα  
πλακώδης μετάπλαση  
κύτταρα ενδομητρικής προέλευσης  
μέτρια ωρίμανση επιθηλίου

ΟΜΑΔΑ 2 - ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II: φλεγμονή  
κολπίτις  
τραχηλίτις  
χρόνια τραχηλίτις  
αιμοραγών τράχηλος  
έντονη τραχηλίτις  
αιμορραγική τραχηλίτις

ΟΜΑΔΑ 3 - ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ III  
ατυπία, δυσκαρίωση :  
CIN1 - ελαφρά δυσπλασία  
CIN2 - μέτρια δυσπλασία  
CIN3 - οξεία δυσπλασία

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι παθήσεις HPV, κοιλοκύτταρα, κονδυλώματα μπορεί να ανήκουν ή στην ομάδα 2 ή στην ομάδα 3. Η ομάδα 1 είναι φυσιολογικό ενώ οι ομάδες 2-3 είναι παθολογικό.

ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΗ

ΟΜΑΔΑ 1 - Οι παθήσεις της ομάδας 1 του Τεστ-Παπ στην κολποσκόπηση δείχνουν φυσιολογικό. Καθώς και οι παρακάτω παθήσεις:

πλακώδης μετάπλαση  
έκτοπο κυλινδρικό επιθήλιο  
χωρίς δυσπλασία  
κυλινδρικό εαθηνοστό  
ατροφία  
περιοχές Naboth  
πρόσθιο χήλος  
εκτοαία

ΟΜΑΔΑ 2

λευκό επιθήλιο  
λευκή περιοχή αιδοιού  
οξολδύκωπο επιθήλιο  
λευκή περιοχή.

Οπου λευκό επιθήλιο μπορεί να είναι :

HPV  
εικόνα HPV  
κονδυλώματα  
HPV στους θόλους

-14-

κονδυλώματα μικρού χήλους

αλλοιώσεις τύπου HPV  
πολύπους  
πολύποδες εξωτραχήλου  
θηλώδεις προσεκβολές  
τραχηλίτις  
έντονη τραχηλίτις  
ενδοτραχηλίτις  
δυσπλασία  
Μωσαικό  
διάστιξη-ελαφρά διάστιξη  
δυσπλασία-δυσκαρίωση.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ. Η ομάδα 1 είναι φυσιολογικό, ενώ η ομάδα 2 είναι παθολογικό.

## ΒΙΟΨΙΑ - ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ

### ΟΜΑΔΑ 1

πλακώδης μετάπλαση  
χωρίς κακοήθεια  
άνευ ιδιαιτέρων αλλοιώσεων  
χωρίς αλλοιώσεις  
πολύπους

### ΟΜΑΔΑ 2

φλεγμονή  
μη ειδική φλεγμονή  
τραχηλίτις  
χρόνια φλεγμονή  
χρόνια τραχηλίτις  
ενεργός χρόνια τραχηλίτις  
οξεία φλεγμονή - νέκρωση  
χρόνια ενεργός τραχηλίτις, εξέλκωση.

### ΟΜΑΔΑ 3

CIN1 (ήπιου βαθμού δυσπλασία - δυσπλασία)  
κοιλοκυτταρική ατυπία - HPV - CIN1  
CIN2 (μέτρια δυσπλασία)  
κοιλοκυτταρική ατυπία - HPV - CIN2  
CIN3 (σόβαρου βαθμού δυσπλασία)  
κοιλοκυτταρική ατυπία - HPV - CIN3

### ΟΜΑΔΑ 4

in situ.



## Κ Α Τ Α Λ Ο Γ Ο Σ   Ε Μ Π Ε Ι Ρ Ω Ν   Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Ω Ν

**A B E L :** Βοηθά στη διάγνωση οξύτητας και ηλεκτρολυτικών διαταραχών σε ασθενείς εφαρμόζοντας τη γνώση σχετικά με τα νοσήματα και τα συμπτώματα που παρουσιάζονται. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα αιτιολογικό μοντέλο για τα πιθανά νοσήματα των ασθενών που απαντούν σε ερωτήματα των γιατρών και οδηγούν σε μία διαγνωστική λογική πορεία.

**A I / C O A G :** Βοηθά στη διάγνωση διαταραχών της αιμόστασης, αναλύοντας και ερμηνεύοντας τα εργαστηριακά τεστ σχετικά με τη πήξη του αίματος. Το σύστημα μεταχειρίζεται έξι τύπους μαζικών εξετάσεων, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των αιμοπεταλίων και την διαλυτότητα της ουρίας.

**A I / M M :** Αναλύει εργαστηριακά τεστ σχετικά με τη νεφρική φυσιολογία και εξηγεί την αιτιολογία των αναλύσεων αυτών. Το σύστημα απαντά σε ερωτήματα που αφορούν διάφορες παράμετρους, όπως τον όγκο του νερού του σώματος, και ερμηνεύει παρατηρήσεις όπως αντικανονική υψηλή υπερυδρία.

**A I / R H E U M :** Βοηθά γιατρούς να διαγνώσουν νοσήματα στους συνδετικούς ιστούς της κλινικής ρευματολογίας εφαρμόζοντας τυπικά κριτήρια που έχουν αποκτηθεί από τους ειδικούς της ρευματολογίας. Το σύστημα χρησιμοποιεί συμπτώματα των ασθενών και εργαστηριακά ευρήματα στο να προσφέρει βοήθεια σε επτά νοσήματα, συμπεριλαμβανομένων, της ρευματοειδούς αρθρίτιδας, της βαθμι-

αίας συστηματικής σκλήρυνσης και την ασθένεια του Sjogren's.

**A N G Y :** Βοηθά γιατρούς να διαγνώσουν τη στενότητα των στεφανιαίων αγγείων αναγνωρίζοντας και απομονώνοντας τα στεφανιαία αγγεία σε αγγειογραφήματα. Το σύστημα επεξεργάζεται τα ψηφιακά αγγειογραφήματα των στεφανιαίων αγγείων έτσι ώστε να αποσπάσει την αρχική γραμμή και τα κατά τόπους χαρακτηριστικά.

**A N N A :** Βοηθά γιατρούς στη διαχείριση με ψηφιακό τρόπο ασθενών με καρδιακά προβλήματα, όπως αρρυθμία και πλήρη καρδιακή ανεπάρκεια. Το σύστημα χρησιμοποιεί το ιστορικό και τα συμπτώματα του ασθενούς για να καθορίσει την κατάλληλη δοσολογία, συμπεριλαμβανομένου της ποσότητας και της συχνότητας που πρέπει να λαμβάνεται.

**A R A M I S :** Βοηθά γιατρούς να προσδιορίσουν νέους ασθενείς που πάσχουν από ρευματικές ασθένειες. Το σύστημα επανακτά δεδομένα σχετικά με προηγούμενους ασθενείς που πάσχουν από ρευματικές ασθένειες και κατορθώνει να αναλύει στατιστικά τα δεδομένα αυτά.

**A T T E N D I N G :** Εκπαιδεύει φοιτητές της ιατρικής επιστήμης στην αναισθησιολογία. Το σύστημα φέρνει αντιμέτωπο τον σπουδαστή με κάποιον υποθετικό ασθενή που υφίσταται εγχείρηση και αναλύει την ενδεδειγμένη αναισθησιολογική αντιμετώπιση με τον φοιτητή.

**B A B Y** : Βοηθά τους γιατρούς στο να παρακολουθούν νεογέννητα σε μιά μονάδα εντατικής θεραπείας. Το σύστημα επιχειρεί να βρεί κλινικά σημαντικά πρότυπα με ιατρικά και δημογραφικά δεδομένα σχετικά με τα νεογέννητα που βρίσκονται στην εντατική.

**B L U E B O X** : Συμβουλεύει ένα γιατρό στο να επιλέξει μιά κατάλληλη θεραπεία για κάποιον ασθενή του που πάσχει από κατάθλιψη. Το σύστημα χρησιμοποιεί τις γνώσεις για τα συμπτώματα που παρουσίασε ο ασθενής καθώς και τις πληροφορίες σχετικά με το ιατρικό, ψυχιατρικό, φαρμακευτικό και οικογενειακό ιστορικό για να διαγνώσει τον τύπο και την έκταση της κατάθλιψης και να προτείνει ένα ενδεδειγμένο σχέδιο αντιμετώπισής της.

**C A S N E T / G L A U C O M A** : Βοηθά στη διάγνωση της καταστάσεως του ασθενούς που πάσχει από γλαύκωμα και ορίζει μέτρα ή θεραπείες για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Το σύστημα βασίζει τις αποφάσεις του στο συνδυασμό των γνώσεων σχετικά με τα συμπτώματα που παρουσιάζει ο ασθενής, τα αποτελέσματα των εξετάσεων, τα στάδια της νόσου και σχέδια αντιμετώπισής της.

**C E N T A U R** : Βοηθά πνευμονολόγους στη διαγνωστική ερμηνεία των εξετάσεων σχετικών με τη λειτουργία των πνευμόνων. Το σύστημα χρησιμοποιεί μετρήσεις αερίων στους πνεύμονες και των ποσοστών εκροών των αερίων μέσα και έξω από τους πνεύμονες με σκοπό να καθορίσει την παρουσία και σοβαρότητα της νόσου στον ασθενή.

**C L O T** : Βοηθά τους γιατρούς στην εκτίμηση στοιχείων για διαταραχές στην πήξη του αίματος. Το σύστημα διαγιγνώσκει κάποια ανωμαλία στην κυκλοφορία του αίματος αναγνωρίζοντας ποιά από τα δύο υποσυστήματα που έχουν σχέση με την πήξη του αίματος, αιμοπεταλίων - αγγείων ή πηκτικό, είναι ίσως ελαττωματικό.

**D I A G N O S E R** : Βοηθά γιατρούς στην αναγνώριση γενετήσιων καρδιακών νοσημάτων, ειδικότερα καρδιακών ανωμαλιών γνωστών σαν ολικές πνευμονικές ανωμαλίες σε σχέση με τις φλέβες.

**D I A L Y S I S T H E R A P Y A D V I S O R** : Βοηθά γιατρούς στη επιλογή ενός αρχικού σταδίου δίαιτας για ένα ασθενή που αρχίζει συντηρητική θεραπεία. Δίδεται στο σύστημα το φύλλο του ασθενή, το ύψος του, το βάρος του, τον όγκο των ούρων του και τη συγκέντρωση του αζώτου στην ουρία και παράγει μία λίστα των αποδεκτών θεραπειών.

**D I G I T A L I S A D V I S O R** : Βοηθά γιατρούς στο να συστήσουν κατάλληλη θεραπεία για ασθενείς με καρδιακή υπεραιμία ή κυκλοφοριακές διαταραχές. Το σύστημα απαντά στους γιατρούς σχετικά με το ιστορικό του ασθενούς, την ηλικία του κλπ. και παράγει ένα σύνολο από συστάσεις για τη θεραπεία του.

**D R U G I N T E R A C T I O N C R I T I C** : Βοηθά τους γιατρούς να αποφασίσουν για τη χορήγηση φαρμάκων σε ασθενή που χορηγούνται ήδη άλλα φάρμακα. Το σύστημα αναγνωρίζει δυσμενείς και ωφέλιμες αλληλεπιδράσεις, εξηγεί γιατί οι αλληλεπιδράσεις

συμβαίνουν, απαντά σε ερωτήσεις και προτείνει μέτρα για την αντιμετώπιση δυσμενών γεγονότων.

**E E C T A N A L Y S I S S Y S T E M:** Αναλύει τα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα που έχουν καταγραφεί από ασθενείς που πάσχουν από νεφρική ανεπάρκεια. Το σύστημα αναλύει τα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα από έναν ηλεκτροεγκεφαλόγραφο χρησιμοποιώντας μέθοδο γρήγορης μετάδοσης της πληροφορίας.

**E M E R G E :** Βοηθά γιατρούς στην ανάλυση πόνων στο στήθος σε τομέα αντιμετώπισης ατυχημάτων. Το σύστημα αποφασίζει αν ο ασθενής που υποφέρει από πόνους στο στήθος πρέπει να εισαχθεί στο νοσοκομείο.

**E X A M I N E R :** Αναλύει τη διαγνωστική συμπεριφορά των γιατρών στο νοσοκομείο. Το σύστημα παρουσιάζει μία υποθετική περίπτωση και ο γιατρός αναγνωρίζει τη νόσο, πολύ περισσότερο δε αιτιολογεί τα συμπτώματα που παρουσιάζονται καθώς επίσης σημειώνει άλλα νοσήματα ή προβλήματα που ενδέχεται να παρουσιαστούν.

**G A L E N :** Συντελεί στη διάγνωση γενετήσιων καρδιακών νοσημάτων σε παιδιά. Το σύστημα χρησιμοποιεί δεδομένα που περιγράφουν το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς, τις ιατρικές του εξετάσεις, τις ακτίνες X και άλλα προκειμένου να αναγνωρίσει την παρούσα ασθένεια.

**G U I D O N :** Εκπαιδεύει φοιτητές της ιατρικής να διαλέγουν κα-

τάλληλη αντιμικροβιολογική θεραπεία σε ασθενείς που είναι σε νοσοκομείο με βακτηριακές μολύνσεις.

**H D D S S** : Βοηθά γιατρούς να καθορίσουν και να επιλέξουν κατάλληλη θεραπεία για ασθενείς που πάσχουν από την νόσο του Hodgkin (κακοήθης λεμφοκοκκιωμάτωση)

**H E A D M E D** : Συμβουλεύει γιατρούς σε ζητήματα κλινικής ψυχοφαρμακολογίας με τη διάγνωση ενός ποσοστού ψυχιατρικών διαταραχών και συστήνει φαρμακευτική αγωγή. Το σύστημα σχεδιάστηκε να χρησιμοποιηθεί σαν συμβουλευτική βοήθεια.

**H E A R T I M A G E I N T E R D P E T E R** : Βοηθά γιατρούς να καθορθώσουν να ερμηνεύσουν την κινητική συμπεριφορά της καρδιάς.

**H E M E** : Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση αιματολογικών νόσων. Το σύστημα χρησιμοποιεί ασθενείς για τους οποίους έχει εισηγηθεί κάποιος γιατρός και μία εκδοχή του θεωρήματος του Bayes για να υπολογίσει την πιθανότητα ότι ο ασθενής έχει κάθε μία από τις νόσους προσφάτως καταγεγραμμένες στο σύστημα.

**H T - A T T E N D I N G** : Κρίνει τη φαρμακολογική διαχείριση που προτείνει ένας γιατρός σε περιπτώσεις ιδιοπαθούς υπέρτασης. Το σύστημα βοηθά γιατρούς να διαχειριστούν υπερτασικούς ασθενείς και παρέχει πληροφορίες σχετικά με νέα φάρμακα και θεραπευτικές αγωγές.

**I N T E R N I S T – I / C A P U C E O U S :** Βοηθά τους γιατρούς να κάνουν πολύπλοκες και πολλαπλές διαγνώσεις στην γενική νοσοκομειακή ιατρική δίδοντας το ιστορικό του ασθενούς, τα συμπτώματα ή τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων.

**I R I S :** Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών. Το σύστημα συλλέγει πληροφορίες από το γιατρό για τα συμπτώματα του ασθενή, δημιουργώντας ένα σύνολο από πιθανές διαγνώσεις.

**M D X :** Συντελεί στη διάγνωση της ύπαρξης και της αιτίας του συνδρόμου του ήπατος που καλείται χολόσταση. Το σύστημα βασίζεται τη διάγνωσή του στο ιστορικό του ασθενούς, ενδείξεις, συμπτώματα και κλινικά δεδομένα.

**M E C S – A I :** Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση και πρόταση θεραπευτικής αγωγής για καρδιαγγειακές νόσους και ασθένειες του θυρεοειδούς. Μολονότι δημιουργήθηκε κυρίως για καρδιαγγειακές παθήσεις, αναθεωρήθηκε σε ένα γενικό εργαλείο ανάπτυξης συστημάτων ιατρικών συμβουλίων και απευθυνόταν σε ασθένειες του θυρεοειδούς.

**M E D I C O :** Δίνει οφθαλμολογικές συμβουλές σχετικές με την αντιμετώπιση ασθενειών του χοριοειδούς και αμφιβληστροειδούς χιτώνας. Το σύστημα εμπεριέχει γενική παθολογική γνώση και μία μεγάλη βάση δεδομένων αποτελούμενη από στοιχεία προηγούμενων γεγονότων και ασθενειών.

**M E D 1:** Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση ασθενειών που σχετίζονται με πόνο στο στήθος. Το σύστημα χρησιμοποιεί στοιχεία όπως τη συχνότητα των παλμών της καρδιάς και τη πίεση του αίματος με σκοπό να καθορίσει τη νόσο ή τις νόσους.

**M I :** Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση του εμφράγματος του μυοκαρδίου μέσω ανάλυσης της δραστηριότητας των ενζύμων. Το σύστημα φθάνει στη διάγνωση της βλάβης της καρδιάς ελέγχοντας για υψηλά επίπεδα βασικών ενζύμων στο αίμα για μία περίοδο αρκετών ημερών

**M O D I S :** Βοηθά γιατρούς στη διάγνωση μίας ποικιλίας μορφών της αρτηριακής υπέρτασης. Αρχικά το σύστημα συλλέγει πληροφορίες για τον ασθενή, όπως παράπονα, συμπτώματα και αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων. Έπειτα υποθέτει τις ομάδες των ασθενειών έχοντας χαρακτηριστικά που αποτελούνται από συλλεχθέντες πληροφορίες.

**M Y C I N :** Βοηθά στην επιλογή κατάλληλης αντιμικροβιολογικής θεραπείας για ασθενείς που νοσηλεύονται με βακτηριαιμία, μηνιγγίτιδα και μεταδοτική κυστίτιδα. Το σύστημα αναγνωρίζει την αιτία της μόλυνσης (π.χ. ο μολυσματικός οργανισμός είναι ψευδομόναδα) χρησιμοποιώντας γνώση σχετική με μολυσματικούς οργανισμούς από το ιστορικό του ασθενούς, συμπτώματα και αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων.

**N E O M Y C I N :** Βοηθά γιατρούς στο να διαγνώσουν και να θεραπεύσουν ασθενείς που πάσχουν από μηνιγγίτιδα και από παρεμφε-



ρείς νόσους. Το σύστημα ενσωματώνει ειδικευμένα δεδομένα προερχόμενα από το MYCIN και τα αναπαραγάγει κατά τέτοιο τρόπο που διευκολύνουν στην ερμηνευση και διδασκαλία.

**N E U R E X :** Βοηθά στη διάγνωση ασθενών με νόσους του νευρικού συστήματος. Το σύστημα χρησιμοποιεί αποτελέσματα νευρολογικών εξετάσεων αναισθητων ασθενών για να εντοπίσει τη ζημιά του νευρικού συστήματος και κατατάσσει τους ασθενείς σύμφωνα με τη περιοχή που έχει υποστεί τη βλάβη (π.χ. αλλοίωση της παρεγκεφαλίτιδας ζώνης).

**N E U R O L O G I S T – I :** Βοηθά στη διάγνωση νευρολογικών διαταραχών εντοπίζοντας βλάβες που συμβαίνουν μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Το σύστημα αναλύει δεδομένα από τον ασθενή, όπως νευρολογικές ασθένειες και αποτελέσματα ιατρικών εξετάσεων και ύστερα παράγει ένα σύνολο από δυσλειτουργικές διόδους χαρτογραφώντας τα συμπτώματα.

**O C U L A R H E R P E S M O D E L :** Βοηθά ένα γιατρό να διαγνώσει και να θεραπεύσει ασθενείς που πάσχουν από σύμπλεγμα οφθαλμολογικού έρπητα. Το σύστημα συνδέει το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς και τα εργαστηριακά του ευρήματα με τις κατηγορίες της νόσου, χρησιμοποιεί τη γνώση αυτή για να διαγνώσει την ασθένεια (π.χ. ο ασθενής παρουσιάζει βλάβη στον κερατοειδή χιτώνα) και συστήνει την θεραπεία.

**O N C O L I N :** Βοηθά ιατρούς στη θεραπεία και αντιμετώπιση

ασθενών που πάσχουν από καρκίνο και υφίστανται πειράματα χημειοθεραπείας που ονομάζονται protocols. Το σύστημα διαλέγει θεραπεία σχετίζοντας πληροφορίες σχετικά με τη διάγνωση του ασθενούς, προηγούμενες θεραπείες και εργαστηριακές εξετάσεις.

**P A T H F I N D E R** : Βοηθά παθολόγους να ερμηνεύσουν ευρήματα από τις μικροσκοπικές εξετάσεις του λεμφαδένου ιστού. Το σύστημα θέτει ερωτήματα στους παθολόγους σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο που να μειώνουν την αβεβαιότητα στις διαφορικές διογκώσεις και μπορεί να παράσχει απάντηση για την πιο πρόσφατη ερώτηση που έχει τεθεί.

**P A T R E C** : Διαχειρίζεται μία βάση δεδομένων που περιέχει εγγραφές ασθενών, εξασφαλίζοντας έγκυρη διάγνωση και το M D X ειδικευμένο σύστημα με επιτηδευμένη πρόσβαση στις εγγραφές. Χειρίζεται δεδομένα ασθενών στο πλαίσιο της διάγνωσης για το σύνδρομο "χολόστασις".

**P E C** : Βοηθά στη διάγνωση και την από κοινού θεραπεία και την ενδεχόμενη διαταραχή στην αιμάτωση του οφθαλμού. Ένα αρχικό σετ ερωτήσεων του στυλ ναι ή όχι (όπως, "είναι το μάτι κόκκινο") οδηγεί σε επόμενες ομάδες ερωτήσεων σχετικών με τον ασθενή.

**P I P** : Βοηθά θεραπευτές στο να πάρουν το ιστορικό της παρούσας κατάστασης ασθενούς που πάσχει από οίδημα.

**P U F F** : Συντελεί στη διάγνωση και θεραπεία ασθένειας των

πνευμόνων ενός ασθενούς, ερμηνεύοντας καταμετρήσεις πνευμονολογικών εξετάσεων που εφαρμόζονται σε εργαστήριο που ασχολείται με τη λειτουργία των πνευμόνων. Τα δεδομένα ερμηνεύονται συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων των εξετάσεων (π.χ. ολική ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων) και το ιστορικό του ασθενούς.

**R A D E X** : Βοηθά γιατρούς και το **M D X** ειδικευμένο σύστημα στη διάγνωση του συνδρόμου του ήπατος, "χολόστασις". Αυτός ο σύμβουλος ραδιολογίας λαμβάνει πληθώρα περιγραφών για την κλινική εικόνα του ασθενούς και τις χρησιμοποιεί σαν βάση απαντήσεων σε ερωτήσεις που αφορούν σε ανατομικές ή φυσιολογικές ανωμαλίες.

**R X** : Έχει απευθυνθεί στο πρόβλημα εύρεσης αιτιολογικών σχέσεων μέσα στη βάση δεδομένων του ειδικευμένου συστήματος "**A R A M I S**".

**S P E** : Διακρίνει, σε φλεγμονώδεις καταστάσεις, ανάμεσα στις αιτίες που τις προκαλούν σε έναν ασθενή (π.χ. κύρωση του ήπατος, μύελωμα - μιά μορφή καρκίνου) ερμηνεύοντας ηλεκτρικά κύματα.

**T H Y R O I D M O D E L** : Βοηθά γιατρούς να διαγνώσουν διαταραχές στο θυρεοειδή όπως υποθυρεοειδισμός. Το σύστημα δέχεται ένα αρχικό σύνολο από ευρήματα στον ασθενή (π.χ. δημογραφικές πληροφορίες, συμπτώματα, αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων και προτρέπει για τα συνολικά δεδομένα που χρειάζονται για μιά

διάγνωση.

**V M** : Εξασφαλίζει διαγνωστικές και θεραπευτικές προτάσεις για ασθενείς σε μετεγχειρητικό στάδιο σε μία μονάδα εντατικής θεραπείας. Το σύστημα αναγνωρίζει πιθανές επικίνδυνες καταστάσεις, ξεχωρίζει λανθασμένα δεδομένα, χαρακτηρίζει το στάδιο που βρίσκεται ο ασθενής και προτείνει ενδεδειγμένες θεραπευτικές αγωγές.

**W H E E Z E** : Συντελεί στη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών των πνευμόνων ερμηνεύοντας τις καταμετρήσεις των πνευμονολογικών εργαστηριακών εξετάσεων. Το σύστημα στηρίζει τη διάγνωσή του σε κλινικά εργαστηριακά δεδομένα (π.χ. ολική ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων) και στο ιστορικό του ασθενούς ( π.χ. ηλικία, κάπνισμα κλπ.).

ΝΑΦΟΡΕΣ:

- 1] "EXPERT SYSTEM" . Η. Αντωνοπούλου, σημειώσεις τμήματος /Υ. Πολυτεχνείο Πατρών 1992.
- 2] "ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ", Θ. Τσακαλίδης . ΙΤΥ-ΠΑΤΡΑ, 1989.
- 3] "Parallel Distributed Processing" . D.E. Rumelhart and J.L. McClelland, Cambridge, MA, MIT Press. 1986.
- 4] "Neural and Massively Parallel Computers: The Sixth Generation", B. Soucek and M. Soucek, J. Willey and Sons Inc., 1988.
- 5] "Adaptive Signal Processing", B. Widrow and S.D. Stearns, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall 1985.
- 6] "Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition", B. Widrow and Winter . IEEE Computer, PP. 25-29, March 1988.
- 7] "ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ", Σ. Λυκοθανάσης και Π. Θωμαΐδης Πανεπιστήμιο Πατρών, 1992.
- 8] "Κολποσκόπηση , Τεστ Παπανικολάου, Βιοψία Τραχήλου-Μυκροβιολογική Μελέτη και Στατιστική Ανάλυση", Β. Τζιγκούνης κ.α., Πανελλήνιο Συνέδριο Γυναικολογίας, Αθήνα, 1992.
- 9] "ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ". Π. Αδαμίδης και Χ. Τζιότζιος. Διπλ. Εργασία. Πατρά, 1992.

ΝΑΦΟΡΕΣ:

- 1] "EXPERT SYSTEM" , Η. Αντωνοπούλου, σημειώσεις τμήματος /Υ. Πολυτεχνείο Πατρών 1992.
- 2] "ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ", Θ. Τσακαλίδης , ΙΤΥ-ΠΑΤΡΑ, 1989.
- 3] "Parallel Distributed Processing" , D.E. Rumelhart and J.L. McClelland, Cambridge, MA, MIT Press, 1986.
- 4] "Neural and Massively Parallel Computers: The Sixth Generation", B. Buzek and M. Buzek, J. Wiley and Sons Inc., 1988.
- 5] "Adaptive Signal Processing", B. Widrow and S.D. Stearns, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall 1985.
- 6] "Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition", B. Widrow and Winter , IEEE Computer, PP. 25-29, March 1988.
- 7] "ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ", Σ. Λυκαθενάσης και Π. Θωμαΐδης Πανεπιστήμιο Πατρών, 1992.
- 8] "Κολποσκόπηση , Τεστ Παπανικολάου, Βιοψία Τραχήλου-Μυκροσκοπική Μελέτη και Στατιστική Ανάλυση", Β. Τζιγκούνης κ.α., Πανελλήνιο Συνέδριο Γυναικολογίας, Αθήνα, 1992.
- 9] "ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ". Π. Αδαμίδης και Χ. Τζιότζιος. Διπλ. Εργασία. Πατρά, 1992.

ΝΑΦΟΡΕΣ:

- 1] "EXPERT SYSTEM" , Η. Αντωνοπούλου, σημειώσεις τμήματος /Υ. Πολυτεχνείο Πατρών 1992.
- 2] "ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ", Θ. Τσακαλίδης , ΙΤΥ-ΠΑΤΡΑ, 1989.
- 3] "Parallel Distributed Processing" , D.E. Rumelhart and J.L. McClelland, Cambridge, MA, MIT Press, 1986.
- 4] "Neural and Massively Parallel Computers: The Sixth Generation", B. Soucek and M. Soucek, J. Willey and Sons Inc., 1988.
- 5] "Adaptive Signal Processing", B. Widrow and S.D. Stearns, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall 1985.
- 6] "Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition", B. Widrow and Winter , IEEE Computer, PP. 25-29, March 1988.
- 7] "ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ", Σ. Λυκοθανάσης και Π. Θωμαΐδης Πανεπιστήμιο Πατρών, 1992.
- 8] "Κολλησκόπηση , Τεστ Παπανικολάου, Βιοψία Τραχήλου- Συγκριτική Μελέτη και Στατιστική Ανάλυση", Β. Τζιγκούνης κ.α.. Πανελλήνιο Συνέδριο Γυναικολογίας, Αθήνα, 1992.
- 9] "ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ", Π. Αδαμίδης και Χ. Τζιότζιος. Διπλ. Εργασία. Πατρά, 1992.

ΝΑΦΟΡΕΣ:

- 1] "EXPERT SYSTEM" , Η. Αντωνοπούλου, σημειώσεις τμήματος /Υ. Πολυτεχνείο Πατρών 1992.
- 2] "ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ". Θ. Τσακαλίδης , ΙΤΥ-ΠΑΤΡΑ, 1989.
- 3] "Parallel Distributed Processing" , D.E. Rumelhart and .L. McClelland, Cambridge, MA, MIT Press, 1986.
- 4] "Neural and Massively Parallel Computers: The Sixth Generation", B. Buzsaki and M. Buzsaki, J. Wiley and Sons Inc., 1988.
- 5] "Adaptive Signal Processing", B. Widrow and S.D. Stearns, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall 1985.
- 6] "Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition", B. Widrow and Winter , IEEE Computer, PP. 25-29, March 1988.
- 7] "ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ", Σ. Λυκοθανάσης και Π. Θωμαΐδης Πανεπιστήμιο Πατρών. 1992.
- 8] "Κολποσκόπηση , Τεστ Παπανικολάου, Βιοψία Τραχήλου-Ουγκριτική Μελέτη και Στατιστική Ανάλυση", Β. Τζιγκούνης κ.α., Πανελλήνιο Συνέδριο Γυναικολογίας, Αθήνα, 1992.
- 9] "ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ", Π. Αδαμίδης και Χ. Τζιότζιος. Διπλ. Εργασία. Πατρά, 1992.