

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ



Εισηγητής:

Κωνσταντίνος Κουτσογιάννης

Σπουδαστές:

Καλαμαράς Ιωάννης

Λαζανάς Κωνσταντίνος

ΠΑΤΡΑ 2006

**ΑΦΙΕΡΩΣΗ**

*Χρυσάνθη Μαστροκάλου*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**ΠΡΟΛΟΓΟΣ****ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ**

1.1	ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ .....	10
1.1.1	Προετοιμασία για τη διαδικασία .....	10
1.1.2	Η εξέταση.....	11
1.1.3	Ερμηνεία.....	11
1.1.3.α	Χαρακτηριστική αξονική τομογραφία.....	12
1.2	ΚΑΜΕΡΑ (ΤΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ) .....	13
1.2.1	Διαγνωστικές χρήσεις .....	13
1.2.2	Πώς λειτουργεί .....	15
1.2.3	Σπινθηρογράφος PET.....	15
1.2.3.α	Γιατί γίνεται.....	16
1.2.3.β	Ποιοι είναι οι κίνδυνοι; .....	16
1.2.3.γ	Πώς γίνεται η εξέταση.....	17
1.2.3.δ	Η δημιουργία της εικόνας .....	17
1.3	ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ.....	18
1.3.1	Από ποια μέρη αποτελείται .....	18
	Τα βασικά μέρη του συστήματος είναι: .....	18
1.3.1.α	Το Ολισθαίνον τραπέζι .....	19
1.3.1.β	Το Γυάλινο κάλυμμα .....	19
1.3.1.γ	Το Διάφραγμα .....	19
1.3.2	ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ .....	20
1.3.3	ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	20
1.3.3.α	Πώς γίνεται η εξέταση .....	21
1.4	Ο ΥΠΕΡΗΧΟΣ .....	21
1.4.1	ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ .....	22
1.4.2	Διαγνωστικές χρήσεις .....	23
1.4.3	Πώς γίνεται.....	24
1.4.4	Υπάρχουν κίνδυνοι; .....	25
1.5	ΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	25
1.6	Ο ΗΧΟΒΟΛΕΑΣ DOPPLER .....	26
1.6.1	Πώς λειτουργεί .....	26
1.6.2	Πώς γίνεται.....	27
1.6.3	Πώς λειτουργεί η εξέταση Doppler .....	28
1.7	Ο ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΣ.....	28
1.7.1	Νοσηλευτικές διαδικασίες.....	29
1.7.2	ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	30
1.8	ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΟΣ	
1.8.1	Γιατί γίνεται	
1.8.2	Προετοιμασία για τη διαδικασία .....	33
1.8.3	Πώς γίνεται το εγκεφαλογράφημα.....	33

1.8.4	Ποιοι είναι οι κίνδυνοι .....	34
1.8.5	Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ).....	34
1.8.6	ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	34
1.9	Ο ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΟΣ .....	36
1.9.1	Ηλεκτρομυογράφημα (με τη στενή σημασία του όρου) .....	37
1.9.2	Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας κινητικών νεύρων .....	39
1.9.3	Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας αισθητικών νεύρων .....	39
1.9.4	H - αντανακλαστικό .....	41
1.9.5	F κύμα .....	42
1.9.6	Δοκιμασία επαναλαμβανόμενου ερεθισμού.....	44
1.9.7	Συμπαθητική δερματική απάντηση.....	45
1.9.8	Blink reflex.....	46

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

2.1	Ο ΑΠΠΝΙΔΩΤΗΣ .....	49
2.1.1	Νοσηλευτικές διαδικασίες.....	50
2.2	ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΑΕΡΙΩΝ .....	51
2.3	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΖΩΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ.....	52
2.3.1	Βασικές αρχές μετατροπής βιολογικών παραμέτρων σε ελέγξιμη μορφή .....	53
2.3.2	Αρχές μετατροπής.....	54
2.4	MONITORING ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	56
2.4.1	Αρτηριακή πίεση.....	56
2.4.2	Επεμβατικός έλεγχος .....	56
2.4.3	Μη επεμβατικός έλεγχος.....	59
2.4.4	Ηλεκτροκαρδιογράφημα .....	60
2.4.5	Κεντρική φλεβική πίεση .....	61
2.4.6	Καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας (Swan Ganz).....	62
2.4.7	Θερμοαραίωση και υπολογισμός.....	65
2.5	MONITORING ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	69
2.5.1	Monitoring αερίων αίματος, δείκτες οξυγόνωσης .....	69
2.5.2	Κυψελιδο-αρτηριακή διαφορά μερικής πίεσης .....	71
2.5.2.α	Λόγος PaO <sub>2</sub> / PAO <sub>2</sub> .....	71
2.5.2.β	Λόγος PaO <sub>2</sub> / Fio <sub>2</sub> .....	71
2.5.2.γ	Ενδοπνευμονικό shunt (QS/QS) .....	71
2.5.2.δ	Μερική πίεση μεικτού φλεβικού O <sub>2</sub> (PvO <sub>2</sub> ) .....	72
2.5.3	Οξυμέτρια .....	72
2.5.3.α	Παλμική οξυμετρία .....	72
2.5.3.β	Οξυμέτρια μεικτού φλεβικού αίματος .....	73
2.5.3.γ	Παράμετροι ιστικής οξυγόνωσης.....	74
2.5.4	Monitoring του εκπνεόμενου CO <sub>2</sub> .....	76
2.5.5	Monitoring μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος στο χειρουργείο .....	77
2.5.5.α	Πιέσεις (Pressures) .....	77
2.5.6	Monitoring ροών- όγκων .....	79

2.6.	MONITORING ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	80
2.6.1	Βασικό monitoring.....	80
2.7	MONITORING ΠΕΡΙΕΓΧΙΡΙΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	81
2.7.1	Αερισμός.....	83
2.8	ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	84
2.8.1	Αναισθησία με ημίκλειστο σύστημα.....	84
2.8.2	Αναισθησία με σύστημα μη επανεισπνοής.....	84
2.8.3	Αναισθησία με ημιανοικτό σύστημα.....	85
2.9	ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΑΣ.....	85
2.10	MONITOR VCM.....	86
2.11	MONITOR ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ.....	87

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ ΖΩΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

3.1	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ.....	89
3.2	Η ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	93
3.3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΜΟΣ.....	94

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** **96**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** **97**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας την έχει καταστήσει έναν από τους κύριους παράγοντες που διαμορφώνουν τη ζωή μας. Επηρεάζει με πολλούς τρόπους την εξέλιξη. Μετέβαλε τις συνθήκες παραγωγής, δημιούργησε μορφές απασχόλησης, που διεύρυναν τα πλαίσια της ανθρώπινης δραστηριότητας. Απάλλαξαν τον άνθρωπο από κοπιαστικές μονότονες και φθοροποιές για την υγεία του εργασίες.

Η ανάγκη για ευρεία χρήση της Τεχνολογίας, έκανε αναπόφευκτη την εφαρμογή της και στο χώρο του χειρουργείου. Καθημερινά έρχονται στην επικαιρότητα νέες ανακαλύψεις και νέες τεχνικές πάνω στην έρευνα και παρακολούθηση των αρρώστων. Η συνεχώς αυξανόμενη τεχνολογική ανάπτυξη φέρνει νέα στοιχεία από λεπτομερέστερες έρευνες. Ο άνθρωπος, κυριολεκτικά στέκει με δέος και παρακολουθεί την αλματώδη, αυτή ανάπτυξη, προσπαθώντας με κάθε τρόπο να γνωρίσει τα πάντα γύρω από τις ανακαλύψεις που συνεχώς έρχονται εμπρός του. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, η δορυφορική κάλυψη, η αυτόματη λήψη δεδομένων τον βομβαρδίζουν ασταμάτητα. Βρίσκεται σε συνεχή εγρήγορση για να μάθει τις νέες μεθόδους και τα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα, που θα βοηθήσουν στην ανακάλυψη των πολύπλοκων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι νοσηλευόμενοι.

Σήμερα, άλλωστε, η παροχή της φροντίδας είναι βασισμένη στην υψηλή τεχνολογία και καλύπτει με επιτυχία σχεδόν όλο το φάσμα των ασθενών, οι οποίοι ίσως, μερικά χρόνια πριν θα είχαν, ελάχιστη ελπίδα για να ζήσουν. Έτσι, αδυνατώντας να μείνουμε αμέτοχοι στην εξέλιξη, εμείς οι αυριανοί νοσηλευτές, καθώς και εκείνοι που ήδη αποτελούν δυνάμει στελέχωση των νοσοκομείων μας, θελήσαμε να καταστήσουμε κατανοητή την συμβολή της τεχνολογίας,. Επίσης, καθώς το μέλλον της εξέλιξης της τεχνολογίας δείχνει ότι όλο και πιο πολύπλοκος εξοπλισμός θα χρησιμοποιείται, δημιουργείται η εντύπωση ότι ο σύγχρονος τεχνολογικός εξοπλισμός μπορεί να υποκαταστήσει τον ανθρώπινο παράγοντα. Όσο προχωράει η τεχνολογία, τόσο και οι απαιτήσεις από τους νοσηλευτές γίνονται μεγαλύτερες.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ — ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ**

Πριν ξεκινήσουμε και δούμε ποια ήταν η συμβολή της τεχνολογικής εξέλιξης στην ανάπτυξη του νοσοκομειακού τομέα, θα ήταν σκόπιμο να κάνουμε μια αναδρομή στο πώς ξεκίνησε και πώς εξελίχθηκε το νοσοκομείο.

Έτσι ξεκινάμε από την Προϊπποκράτειο περίοδο για να διακρίνουμε τους ναούς — θεραπευτήρια όπου οι ασθενείς τοποθετημένοι κοντά στο μνημείο του Ασκληπιού και με την περιποίηση γιατρών, νοσοκόμων, μαλακών, και υδατοθεραπευτών θεραπεύονταν από τις ασθένειές τους. Στην περίοδο αυτή τα ιατρικά εργαλεία που χρησιμοποιούνταν είχαν υποτυπώδη μορφή και τα λιγοστά φάρμακα ήταν διάφορα θεραπευτικά βότανα.

Προχωρώντας στην Ιπποκράτειο περίοδο, βρίσκουμε ότι η ιατρική σαν επιστήμη έχει πάρει πιο συγκεκριμένη μορφή, άρχισε πια να γίνεται πιο κατανοητή η αιτία της νόσου και άρχισαν να χρησιμοποιούνται περισσότερα φάρμακα. Η εξέλιξη αυτή θα συνεχιστεί κατά την Αλεξανδρινή και Ελληνορωμαϊκή περίοδο, για να φτάσουμε στην περίοδο του Βυζαντίου κατά την οποία ο Χριστιανισμός με την εξάπλωσή του ενισχύει την αντίληψή του για την συμπαράσταση αυτών που έχουν ανάγκη και γίνεται η αιτία για να αρχίσει η κατασκευή διαφόρων ιδρυμάτων όπου θα έβρισκαν στέγη όλοι αυτοί που είχαν ανάγκη, δηλαδή οι ασθενείς, οι φτωχοί, οι εργάτες, οι ηλικιωμένοι, τα ορφανά, τα βρέφη και οι ανίκανοι. Αλλά η περίοδος αυτή της προόδου όσον αφορά την εξέλιξη της υγειονομικής περίθαλψης και της κατασκευής όλο και περισσότερων νοσοκομείων, έρχεται να αντικατασταθεί από την περίοδο της Τουρκοκρατίας που όχι μόνο ο θεσμός των νοσοκομείων και της υγειονομικής περίθαλψης ατόνησε αλλά και ολόκληρος ο Ελληνισμός στέναζε κάτω από το ζυγό της για τετρακόσια χρόνια.

Προσπερνώντας όμως τη φοβερή αυτή περίοδο της τουρκοκρατίας θα φτάσουμε στα χρόνια μετά την απελευθέρωση του κράτους. Κατά την περίοδο αυτή βλέπουμε ένα πλήθος από Νοσοκομεία Κρατικά, Δημοτικά κ.ά. να κατασκευάζονται, που όμως υστερούν στο θέμα της οργάνωσης των υγειονομικών υπηρεσιών. Παρ' όλ' αυτά η πρόοδος θα σημειωθεί σιγά σιγά μέσα στα επόμενα χρόνια για να πάρουν τα νοσοκομεία τη σημερινή τους μορφή λειτουργίας. Σ' αυτό βέβαια Θα συμβάλει σημαντικά και η τεχνολογική εξέλιξη που έχει επιτευχθεί αυτά τα χρόνια. Έτσι εγκαινιάζεται μια νέα εποχή στη διαγνωστική ιατρική. Ο γιατρός για πρώτη φορά με τη βοήθεια ενός επιστημονικού οργάνου μπορεί να πάρει πληροφορίες από το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος χωρίς χειρουργική επέμβαση. Με τη βοήθεια του απλού αυτού οργάνου ο εκπαιδευόμενος παθολόγος μπορούσε να αποκτήσει μια ιδέα για την κατάσταση μορφής και λειτουργίας μιας ποικιλίας εσωτερικών οργάνων.<sup>1</sup>

Το στηθοσκόπιο μπορεί να θεωρηθεί ο πρόδρομος των σύγχρονων συστημάτων απεικόνισης, συστημάτων που σχεδιάστηκαν για να δίνουν πληροφορίες για το εσωτερικό του σώματος με ελάχιστο κίνδυνο για τον ασθενή. Ο 19ος αιώνας έφερε δύο ακόμη σημαντικά όργανα απεικόνισης, το οφθαλμοσκόπιο που χρησιμοποιείται

για τη μελέτη του κερατοειδούς και τα πρώτα συστήματα απεικόνισης με ακτίνες «X».

Η επανάσταση των πρώτων δεκαετιών του 20ου αιώνα είναι η ανακάλυψη των αντιβιοτικών, τα οποία άλλαξαν τη θεραπευτική αντιμετώπιση του τραυματία. Το μικροσκόπιο και επωαστικοί κλίβανοι έδωσαν τη δυνατότητα καλλιέργειας των εκκριμάτων του αίματος και τη χορήγηση του κατάλληλου αντιβιοτικού. Παράλληλα για να υπάρξουν καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνεται μέριμνα για να υπάρχει καλή αιμάτωση της τραυματικής περιοχής. Τα αντιβιοτικά αποτελούν την κατ' εξοχήν θεραπεία των οξέων λοιμώξεων και έχουν αποτέλεσμα τις πρώτες 24-88 ώρες.

Το 1963 αναφέρεται η χρήση του υπερβαρικού οξυγόνου. Σ' ένα ειδικό θάλαμο διαστάσεων ενός δωματίου μπαίνουν ο ασθενής και το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό. Στο θάλαμο αυτό αυξάνεται η ατμοσφαιρική πίεση τρεις φορές από την κανονική. Ο ασθενής για επτά περιόδους διάρκειας 1,5 ώρας και για τρεις μέρες αναπνέει με μάσκα προσώπου οξυγόνο 100%. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της φυσιολογικής τάσης του οξυγόνου στο πλάσμα, στη λέμφο κατά 15-20 φορές. Περιγράφεται ότι παρατηρήθηκε πολύ μεγάλη βελτίωση στους περισσότερους ασθενείς. Τέτοιοι θάλαμοι υπερβαρικού οξυγόνου βρίσκονται σήμερα σε ορισμένα στρατιωτικά νοσοκομεία και σε νοσοκομεία του ναυτικού.

Παράλληλα όμως με τις παραπάνω εξελίξεις και τις νέες μεθόδους που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση του τραύματος άρχισαν να χρησιμοποιούνται διάφορα βοηθητικά υλικά και συσκευές για την καλύτερη παρακολούθηση του τραυματία και ουσιαστικότερη βοήθεια.

Όταν ο ασθενής δεν μπορεί να τραφεί από το στόμα, με ειδική συσκευή χορηγείται από τη φλέβα αίμα, σακχαρούχα διαλύματα, ηλεκτρολύτες. Τοποθετείται Levin για την απομάκρυνση των γαστρικών υγρών και την πρόληψη του εμετού και πιθανής εισρόφησης. Επίσης τοποθετείται καθετήρας Foley για την ακριβή μέτρηση των αποβαλλόμενων υγρών.

Με τη συσκευή της Κεντρικής Φλεβικής Πίεσης είναι δυνατός πλέον ο έλεγχος του κυκλοφορούντος όγκου υγρών στον οργανισμό και έτσι προλαμβάνεται η υπερφόρτωση του ασθενή με περιττά υγρά.

Αρχίζει η ενδοφλέβια χορήγηση αντιβιοτικών αραιωμένα σε απλή σύριγγα αρχικά, για να φθάσουμε σήμερα να χορηγούνται σε μεγάλη αραιώση σε συσκευές Soluset. Προλαμβάνεται έτσι ο ερεθισμός των φλεβών και οι θρομβοφλεβίτιδες. Σήμερα επίσης αν ο ασθενής δεν έχει ανάγκη ενυδάτωσης χρησιμοποιούνται ηπαρινισμένα καθετηράκια.

Αναπτύσσεται η πλαστική και επανορθωτική χειρουργική η οποία με την τοποθέτηση μοσχευμάτων βοηθά στην επούλωση του τραύματος όταν υπάρχει πρόβλημα.

Επίσης βρίσκει εφαρμογή η υπεριώδης ακτινοβολία στη θεραπευτική αντιμετώπιση του τραύματος γιατί ελαττώνει τη βακτηριακή κινητικότητα και την παραπέρα ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών και επιπλέον αυξάνει την κυκλοφορία. Την τελευταία δεκαετία βρίσκουμε μια μοντέρνα νοσηλευτική μονάδα monitors τα οποία καταγράφουν αυτόματα την Α.Π., τις σφίξεις, τις αναπνοές και άλλες παραμέτρους. Οξυγόνο παίρνει από την κεντρική παροχή, η αναρρόφηση είναι εντοιχισμένη, τα κρεβάτια ρυθμίζονται αυτόματα, έχει αεροπλιθές στρώμα για πρόληψη κατακλίσεων.



Η Τεχνολογία με τα άλματα τα οποία σημειώνει καθημερινά μας δίνει ευοίωνες προοπτικές για το μέλλον του ασθενή.

Η πληροφορική και τα computers ασφαλώς δεν μπορούσαν να μην εμπλακούν στην ιατρική και τη νοσηλευτική. Σήμερα χρησιμοποιούνται σε περιορισμένη κλίμακα προγράμματα για ειδικευμένους γιατρούς και νοσηλευτές για την αρχική αντιμετώπιση των ασθενών με κοιλιακά τραύματα αμέσως μετά την αναζωογόνησή τους και τη σταθεροποίησή τους.

Εξοικείωση λοιπόν με τα computers ώστε να αντιμετωπίσουμε την πρόκληση του μέλλοντος με τη χρήση τους στις Νοσηλευτικές Μονάδες δίπλα στον ασθενή.

Ακόμα υπάρχει η σκέψη και γίνεται έρευνα να χρησιμοποιηθούν ρομπότ στις νοσηλευτικές μονάδες για ορισμένες εργασίες. Πολύ πιθανό τον 21<sup>ο</sup> αιώνα αυτό να γίνει πραγματικότητα.<sup>2</sup>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο:

*ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ*

*ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ*

## 1.1 ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ

*Η* ανάπτυξη της αξονικής τομογραφίας στη δεκαετία του '70, υπήρξε επανάσταση για την ιατρική διάγνωση. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί ακτίνες X που διαπερνούν το σώμα υπό πολλές γωνίες και με τη βοήθεια ενός κομπιούτερ παράγουν εγκάρσιες εικόνες (τομές) περιοχών όπως η κοιλιακή χώρα και ο εγκέφαλος.

Ο αξονικός τομογράφος, είναι ένα ακτινολογικό μηχάνημα, με την εξής διαφορά. Αντί να στέλνει στο σώμα μια δέσμη ακτινών X, στέλνει διαδοχικά πολλές μικρές δέσμες, υπό διαφορετικές γωνίες. Ένα συγκρότημα ανιχνευτών «πιάνει» τις δέσμες και στέλνει σήματα σ' έναν κομπιούτερ. Από τις πληροφορίες που του παρέχονται, ο κομπιούτερ ανασυνθέτει μια φέτα, δυο διαστάσεων, του σώματος, η οποία εμφανίζεται σε μια τηλεοπτική οθόνη.

Οι εικόνες της αξονικής τομογραφίας είναι λεπτομερέστερες από της απλής ακτινογραφίας και με τη χρησιμοποίηση ενός κομπιούτερ, ο γιατρός μπορεί να βλέπει τους ιστούς υπό διάφορες γωνίες ή ακόμη και τρισδιάστατους. Πέρα απ' όλ' αυτά, η αξονική τομογραφία ελαχιστοποιεί την ποσότητα ραδιενέργειας στην οποία εκτίθεται ο εξεταζόμενος.<sup>3</sup>

### 1.1.1 Προετοιμασία για τη διαδικασία

Πριν από μερικές αξονικές τομογραφίες, γίνεται διοχέτευση (με ένεση) ειδικού διαλύματος, με το οποίο φαίνονται καθαρά ορισμένα αιμοφόρα αγγεία, όργανα ή άλλες ανωμαλίες, όπως είναι οι όγκοι. Ο ασθενής αισθάνεται μόνο το τσίμπημα της βελόνας και κάποια γενική ζεστασιά.

Όταν η αξονική τομογραφία αφορά την κοιλιακή χώρα, ο ασθενής δεν πρέπει να φάει ή να πει τίποτα επί 12ωρο. Πίνει όμως ένα διάλυμα βαρίου, το οποίο κάνει να φαίνεται καλύτερα το έντερο κατά την εξέταση<sup>3</sup>.

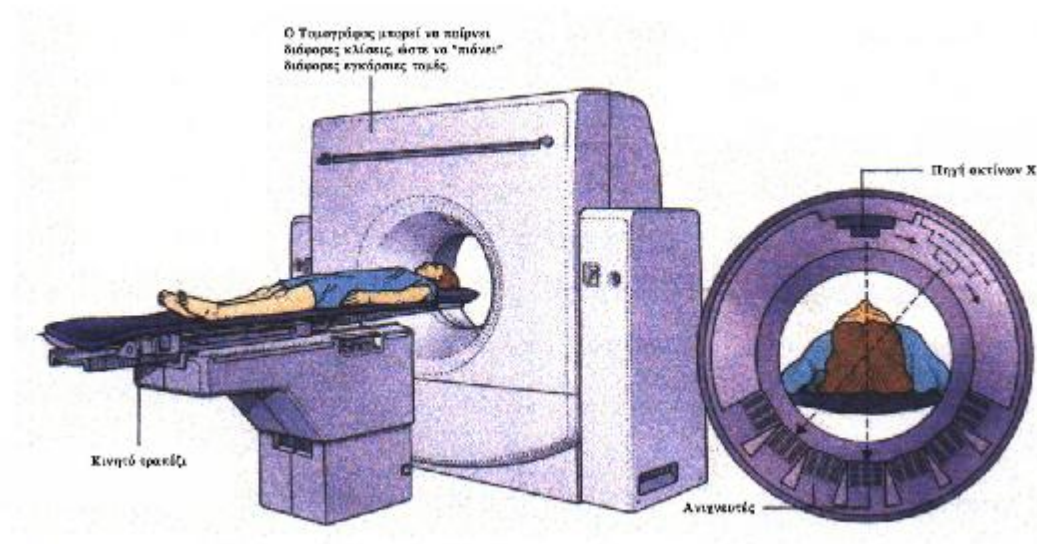
### 1.1.2 Η εξέταση

Κατά την εξέταση, ο ασθενής ξαπλώνει σ' ένα τραπέζι, έχοντας το υπό εξέταση μέρος του σώματος μέσα στο κυκλικό άνοιγμα του αξονικού τομογράφου. Ο εξεταζόμενος δεν αισθάνεται τίποτε και σε λίγο εμφανίζεται μια εικόνα, στην οθόνη που υπάρχει στην κονσόλα του μηχανήματος. Καθώς παίρνεται η κάθε εικόνα, το τραπέζι στο οποίο είναι ξαπλωμένος ο ασθενής κινείται λίγο κάθε τόσο.

Η κάθε ανίχνευση γίνεται μέσα σε 2-5 δευτερόλεπτα. Μια χαμηλή δόση ακτίνων X παράγεται από μια μικρή πηγή ακτίνων X που βρίσκεται μέσα στον αξονικό τομογράφο, ο οποίος περιστρέφεται γύρω υπό τον εξεταζόμενο. Την ακτινοβολία «καταγράφουν» ανιχνευτές ο οποίοι βρίσκονται στην άλλη πλευρά του τομογράφου. Με κάθε παλμό ακτινοβολίας, οι ανιχνευτές παράγουν ηλεκτρικά σήματα που αποθηκεύονται σ' έναν Ηλεκτρονικό Υπολογιστή.

Η διάρκεια της εξέτασης εξαρτάται από τον αριθμό των γωνιών που απαιτούνται για τη “φωτογράφιση”, της κάθε φέτας. Βέβαια, χρειάζονται και κάποια λεπτά, προκειμένου ο τεχνικός να τοποθετήσει σωστά τον ασθενή και να θέσει σε ετοιμότητα το μηχάνημα<sup>3</sup>.

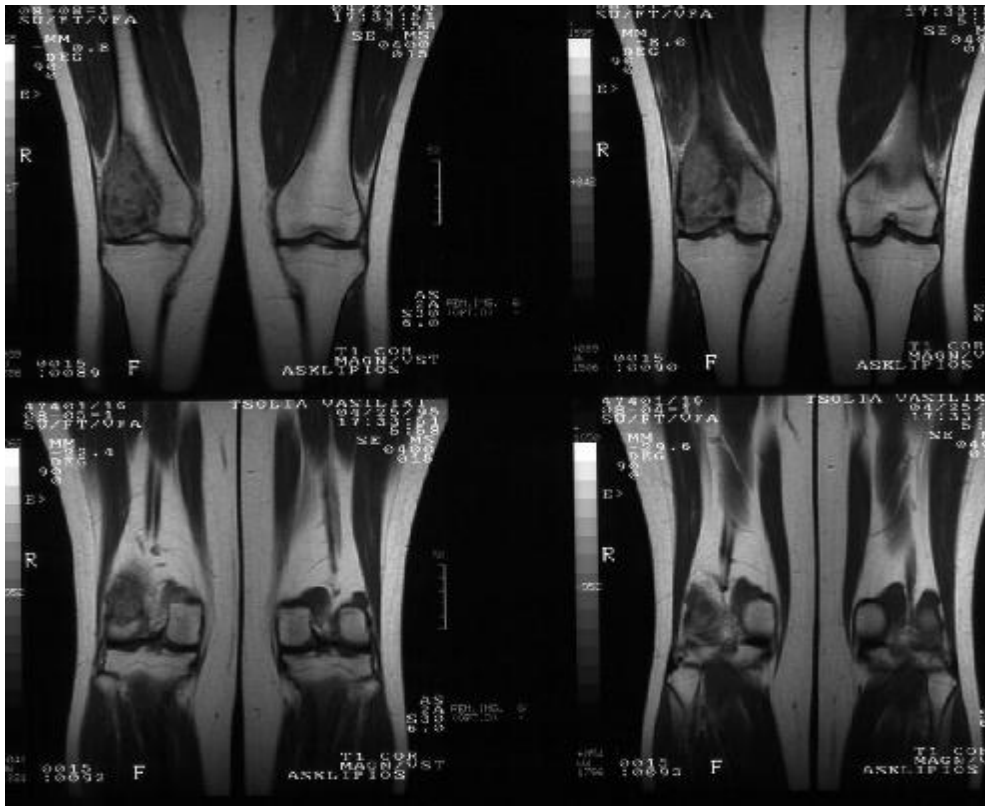
### 1.1.3 Ερμηνεία



Οι συνηθισμένες ακτινογραφίες ανιχνεύουν μόνο ορισμένα επίπεδα, μεταξύ των οστών, των μαλακών ιστών και άλλων εσωτερικών οργάνων. Οι αξονικές τομογραφίες ανιχνεύουν εκατοντάδες επιπέδων και μάλιστα τόσο λεπτομερώς, ιδίως όσον αφορά τους μαλακούς ιστούς, που είναι αδύνατον να φανούν με τις συμβατικές ακτινογραφίες. Οι διαφορετικής πυκνότητας σωματικοί ιστοί, όπως τα οστά, τα λίπη και οι μύες σκιαγραφούνται ξεκάθαρα στην εικόνα που παράγει ο αξονικός τομογράφος.

Οι εικόνες που παράγουν οι αξονικές τομογραφίες του εγκεφάλου δείχνουν με ιδιαίτερη σαφήνεια τις περιοχές που είναι γεμάτες με υγρό. Οι αξονικές τομογραφίες της κοιλιακής χώρας αποκαλύπτουν εύκολα ορισμένα όργανα, όπως το πάγκρεας, που δε φαίνονται στις συνηθισμένες ακτινογραφίες.

Τις περισσότερες φορές, τα ευρήματα των αξονικών τομογραφιών είναι μεγάλης ακριβείας<sup>3</sup>.



**Χαρακτηριστική αξονική τομογραφία**

## 1.2 ΚΑΜΕΡΑ (ΤΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ)

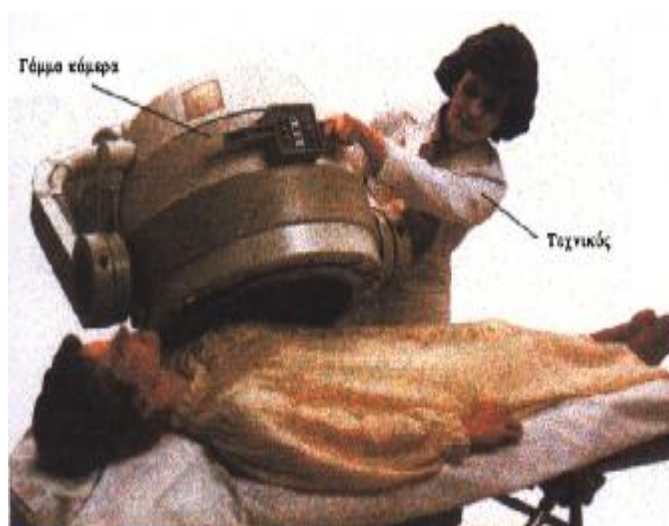
Οι τεχνικές των ακτινών X χρησιμοποιούν κάποια εξωτερική πηγή ακτινοβολίας, από την οποία αυτή διοχετεύεται στο σώμα. Στο σπινθηρογράφημα, όμως, εισάγεται στο σώμα μια ραδιενεργός ουσία και η ραδιενέργεια που εκπέμπεται ανιχνεύεται από μια ειδική κάμερα. Επειδή ελάχιστη είναι η ποσότητα της ραδιενέργειας (ακτίνες «γ») που χρησιμοποιείται, η διαδικασία θεωρείται πολύ ασφαλής. Πράγματι, η έκθεση στη ραδιενέργεια είναι συνήθως μικρότερη από εκείνη μιας συνήθους ακτινογραφίας του θώρακος ή του εγκεφάλου. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σαν μέθοδος απεικόνισης πάνω από 30 χρόνια. Οι όροι - όπως σπινθηρογράφημα καρδιάς, οστών και του θυρεοειδούς - αναφέρονται σ' αυτή την τεχνική, προκειμένου να κάνουν το διαχωρισμό από άλλου είδους τεχνικές απεικόνισης.<sup>3</sup>

### 1.2.1 Διαγνωστικές χρήσεις

Όταν εισέλθουν στον οργανισμό, με ένεση ή κατάποση, διάφορες ραδιενεργοί ουσίες, γνωστές σαν ραδιοϊσότοπα, απορροφώνται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ορισμένους ιστούς, απ' ό,τι από άλλους, καθιστώντας δυνατή την εξέταση συγκεκριμένων οργάνων. Π.χ. το ραδιενεργό ιώδιο συγκεντρώνεται στο θυρεοειδή αδένα. Μια υψηλότερη ή χαμηλότερη του φυσιολογικού συγκέντρωση στον αδένα αυτό, σημαίνει υπερλειτουργία ή υπολειτουργία του.

Αυτού του είδους η εξέταση μπορεί να εντοπίσει μερικές ασθένειες σε πιο αρχικό στάδιο, απ' ό,τι άλλες τεχνικές απεικόνισης λόγω των αλλαγών του τρόπου λειτουργίας που υφίσταται συχνά το όργανο, προτού συντελεστούν δομικές μεταβολές. Λόγου χάρη, η μόλυνση των οστών διεγείρει τη ροή του αίματος και τη δραστηριότητα των κυττάρων. Η δραστηριότητα αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη απορρόφηση ραδιοϊσοτόπων από τα οστά, προτού καταστεί δυνατό να φανούν στις ακτινογραφίες οι όποιες μεταβολές της δομής των οστών. Το σπινθηρογράφημα χρησιμοποιείται ευρύτατα για την ανίχνευση μικρών περιοχών βλάβης των ιστών. Λόγου χάρη, μετά από μια καρδιακή προσβολή, η έκταση της βλάβης του καρδιακού μυός μπορεί να εκτιμηθεί, με τη χρησιμοποίηση μιας ουσίας η

οποία συγκεντρώνεται στα μυϊκά κύτταρα που έχουν υποστεί βλάβη, πράγμα που δεν κάνει με τα φυσιολογικά κύτταρα. Ορισμένα ραδιοϊσότοπα συγκεντρώνονται στους όγκους, γεγονός που καθιστά χρησιμότερη τη μέθοδο αυτή, για τον εντοπισμό όγκων και τον προσδιορισμό της εξάπλωσης του καρκίνου, σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος. Κινούμενες εικόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξέταση λειτουργιών, όπως η ροή του αίματος, η κένωση του στομάχου, οι κινήσεις της καρδιάς, η ροή των ούρων διαμέσου των νεφρών ή η ροή της χολής διαμέσου του ήπατος.



### **Γάμμα κάμερα**

Η ραδιενεργός ουσία που υπάρχει στο σώμα εκπέμπει ακτίνες γάμα, οι οποίες ανιχνεύονται από μια κάμερα, σαν αυτή της φωτογραφίας. Η κάμερα περιέχει πολλούς κρυστάλλους ιωδιούχου νατρίου, οι οποίοι αντιδρούν στις ακτίνες γάμα, εκπέμποντας μικρούς σπινθηρισμούς. Οι ανιχνευτές μετατρέποντας σπινθηρισμούς σε ηλεκτρονικά σήματα τα οποία μετατρέπει σε εικόνα ένας κομπιούτερ.

Ο ασθενής ξαπλώνει ή μένει καθιστός. Η γάμμα κάμερα τοποθετείται κοντά στο εξεταζόμενο μέρος του σώματος, ώστε να μπορεί ν' ανιχνεύσει την εκπεμπόμενη ραδιενέργεια. Ο εξεταζόμενος δεν αισθάνεται τίποτε, συχνά όμως του ζητείται ν' αλλάξει τη θέση του σώματος του. Την ώρα που γίνεται η εξέταση πρέπει να είναι ακίνητος. Η διάρκεια της διαδικασίας εξαρτάται από το είδος της εξέτασης.<sup>3</sup>

### 1.2.2 Πώς λειτουργεί

Μόλις εισαχθεί στο σώμα, το ραδιοϊσότοπο κατευθύνεται στο όργανο που αποτελεί το στόχο του, όπου εκπέμπει ακτίνες γάμα (που είναι όπως οι ακτίνες X αλλά βραχύτερου μήκους κύματος), τις οποίες μπορεί να ανιχνεύσει μια γάμα κάμερα. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής αναλύει τα αποτελέσματα και φτιάχνει μια εικόνα η οποία μπορεί να εμφανιστεί σε οθόνη ή υπό αριθμητική μορφή. Κινούμενη εικόνα μπορεί να δημιουργηθεί και με τη λήψη σειράς εικόνων, καθώς το ραδιοϊσότοπο περνάει μέσα από το σώμα.

Το σπινθηρογράφημα είναι ελάχιστα ενοχλητικό. Στα περισσότερα, το ραδιοϊσότοπο εισάγεται στο σώμα με μια ένεση που γίνεται σε μια φλέβα του χεριού. Σε μερικές περιπτώσεις, ο ασθενής πίνει ένα ραδιενεργό διάλυμα. Η εξέταση γίνεται αμέσως, μερικές φορές όμως ο ασθενής χρειάζεται να περιμένει, μέχρι και 4 ώρες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα σπινθηρογραφήματα επαναλαμβάνονται σε διαστήματα ημερών ή εβδομάδων<sup>3</sup>.

### 1.2.3 Σπινθηρογράφος PET

Πρόκειται για ειδική μορφή σπινθηρογραφήματος, το οποίο χρησιμοποιεί ειδικά ραδιοϊσότοπα που εκπέμπουν σωματίδια, τα οποία ονομάζονται ποζιτρόνια. Τα ραδιοϊσότοπα μπορούν να προστεθούν σ' ένα ευρύ φάσμα σημαντικών βιολογικά ουσιών όπως είναι η γλυκόζη ή οι ορμόνες. Αυτές οι ραδιενεργώς προσαρτώμενες ουσίες εισάγονται με ένεση στο αίμα ή εισπνέονται. Τότε, συμμετέχουν σε βιοχημικές διεργασίες που γίνονται μέσα στο σώμα, συγκεντρωμένες σε ιστούς που μεταβολικά είναι πιο δραστήριοι.

Εντός των ιστών, τα ραδιοϊσότοπα εκπέμπουν ποζιτρόνια. Όταν ένα ποζιτρόνιο συγκρούεται μ' ένα ηλεκτρόνιο, εκπέμπεται ενέργεια υπό μορφή ζεύγους ακτινών γάμα που κατευθύνονται προς αντίθετες κατευθύνσεις. Με την περιστοιχίσει του ασθενούς από έναν δακτύλιο ανιχνευτών συνδεδεμένων μ' έναν κομπιούτερ, μπορεί να υπολογιστεί το σημείο προέλευσης αυτών των ακτινών και να σχηματιστεί μια εικόνα σ' ένα μόνιτορ. Επειδή τα ραδιοϊσότοπα που εκπέμπουν ποζιτρόνια είναι εξαιρετικά βραχύβια, το κύκλοτρο (ή γραμμικός επιταχυντής) που τα παράγει πρέπει



να βρίσκεται κοντά στο σπινθηρογράφημα. Το κύκλοτρο είναι μια περίπλοκη και πανάκριβη συσκευή την οποία ελάχιστα ιατρικά κέντρα διαθέτουν<sup>3</sup>.

### **1.2.3.1 Γιατί γίνεται**

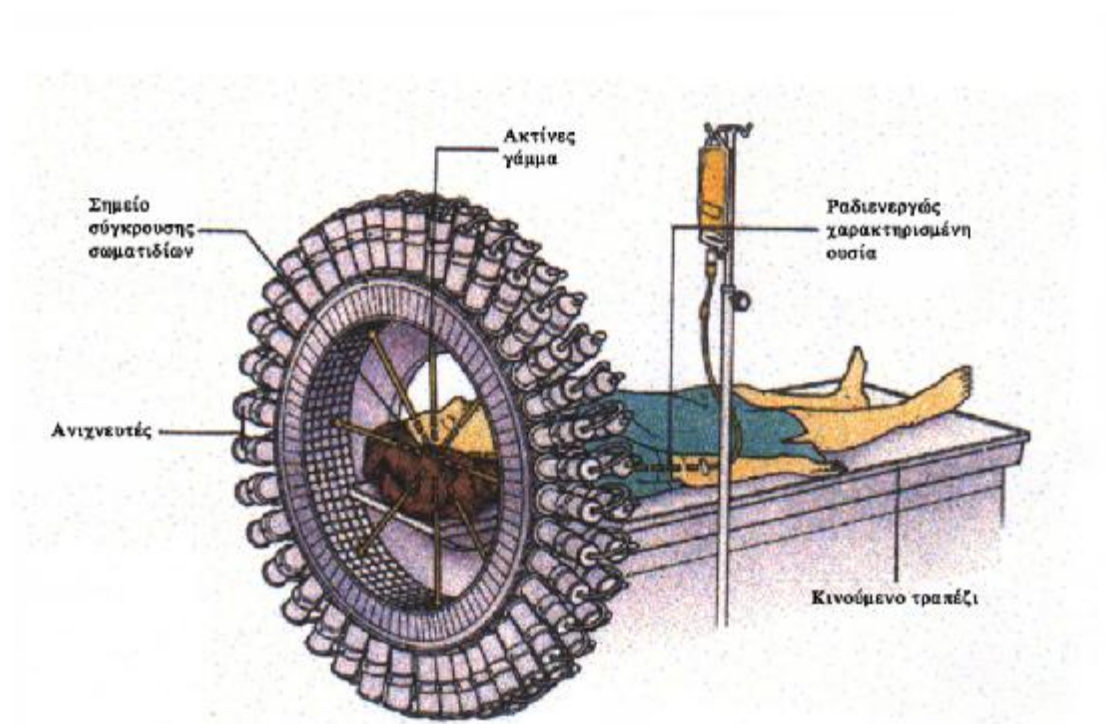
Το σπινθηρογράφημα PET είναι πολύτιμο, επειδή οι παραγόμενες εικόνες απεικονίζουν τη χημική και μεταβολική δραστηριότητα των εξεταζόμενων ιστών. Μια από τις κύριες εφαρμογές του είναι η εξέταση του εγκεφάλου. Ανιχνεύει όγκους, εντοπίζει την πηγή επιληπτικής δραστηριότητας και παρέχει πληροφορίες για τη λειτουργία του εγκεφάλου, στις περιπτώσεις ψυχικών ασθενειών. Επίσης, αποδεικνύεται χρήσιμο για τις εξετάσεις της καρδιάς. Αποκαλύπτοντας τις περιοχές όπου είναι μειωμένη η ροή του αίματος, καθώς και τη δραστηριότητα των κυττάρων του καρδιακού μυός, η τεχνική αυτή βοηθάει στο να προβλέπεται το αν πρόκειται να συνέλθει ο καρδιακός μυς, μετά από μια καρδιακή προσβολή<sup>3</sup>.

### **1.2.3.2 Ποιοι είναι οι κίνδυνοι;**

Το σπινθηρογράφημα είναι ασφαλής διαδικασία. Τα ραδιοϊσότοπα εκπέμπουν ελάχιστη ραδιενέργεια, σε σύγκριση μ' εκείνη των ακτινολογικών εξετάσεων, και γρήγορα αποσυντίθενται σε αβλαβείς μη ραδιενεργούς ουσίες. Λόγω του ότι εισάγονται στο σώμα με ένεση ή παίρνονται από το στόμα, αποφεύγονται οι κίνδυνοι ορισμένων άλλων διαδικασιών, όπως ο καρδιακός καθετηριασμός. Ο κίνδυνος αλλεργικής αντίδρασης είναι ανύπαρκτος<sup>3</sup>.

### 1.2.3.3 Πώς γίνεται η εξέταση

Ο ασθενής ξαπλώνει σ' ένα τραπέζι που τον εισάγει σε μια μεγάλη κυλινδρική συσκευή, η οποία είναι γεμάτη με δακτυλίους ανιχνευτών. Πριν από την εξέταση, του



γίνεται μια ένεση ή την ώρα που βρίσκεται μέσα στο μηχάνημα, γίνεται έγχυση ή εισπνοή ραδιενεργού αερίου. Η διαδικασία στη συνέχεια είναι ανώδυνη, και λαμβάνει χώρα αφού περάσει το διάστημα που απαιτείται για την μέγιστη συγκέντρωση του ραδιενεργού υλικού στο υπό εξέταση σύστημα ή όργανο.<sup>3</sup>

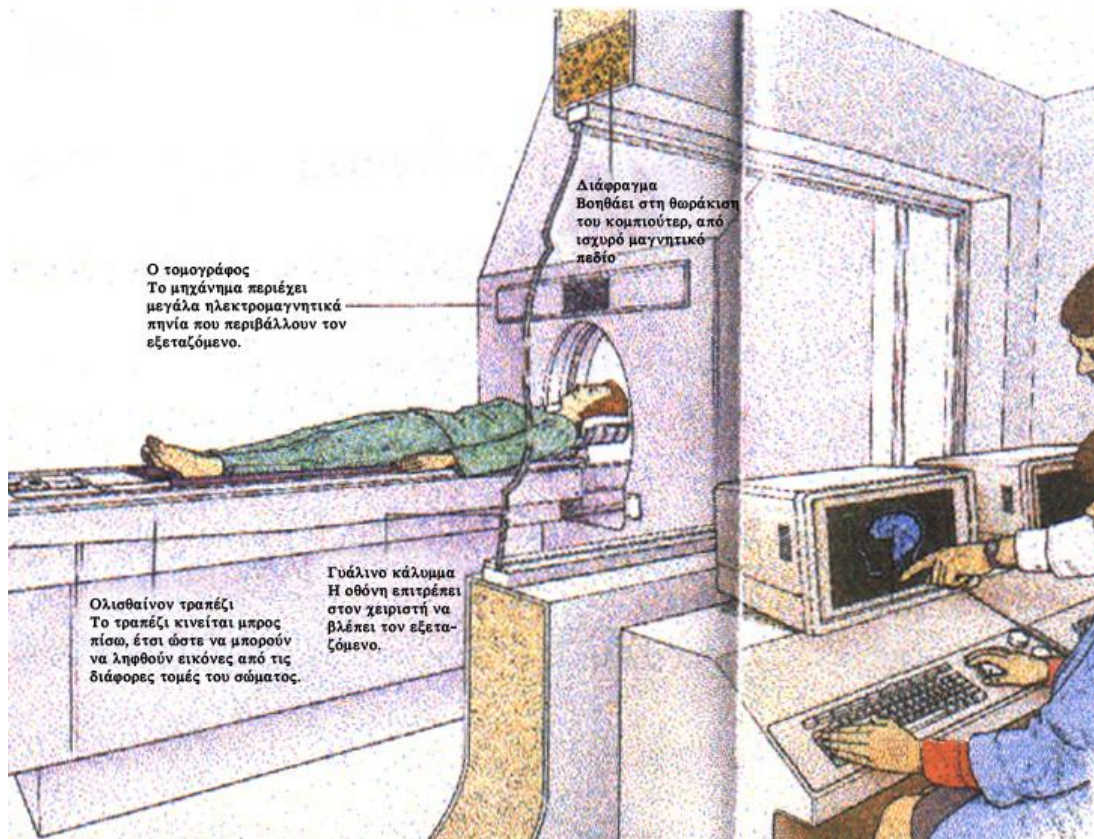
### 1.2.3.4 Η δημιουργία της εικόνας

Καθώς το μηχάνημα ανιχνεύει την πηγή των ακτινών γάμμα που εκπέμπονται από τους ιστούς του ασθενούς, δημιουργείται εικόνα της κατανομής της ραδιενέργειας της σεσημασμένης ουσίας, από ένα κομπιούτερ που συνδέεται με το μηχάνημα. Η εικόνα που παρουσιάζεται στην οθόνη είναι μια εγκάρσια διατομή του εξεταζόμενου μέρους του σώματος, της οποίας τα χρώματα είναι αντίστοιχα με τη συγκέντρωση ραδιενέργειας.<sup>3</sup>

### 1.3 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ

Η μαγνητική τομογραφία είναι μια πολύτιμη διαγνωστική τεχνική, που χρησιμοποιείται από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Προσφέρει υψηλής ποιότητας εγκάρσιες η και τρισδιάστατες εικόνες των οργάνων και των εσωτερικών δομών του σώματος, χωρίς τη χρησιμοποίηση ακτινών X ή άλλων πιθανώς βλαβερών ακτινοβολιών. Η τεχνική βασίζεται στη χρησιμοποίηση ενός μαγνητικού πεδίου και ραδιοκυμάτων.<sup>3</sup>

#### 1.3.1 Από ποια μέρη αποτελείται



Τα βασικά μέρη του συστήματος είναι:

### **1.3.1.1 Ο τομογράφος**

Το μηχάνημα περιέχει μεγάλα ηλεκτρομαγνητικά πηνία που περιβάλλουν τον εξεταζόμενο.

### **1.3.1.2 Το Ολισθαίνον τραπέζι**

Το τραπέζι κινείται μπρος πίσω έτσι ώστε να μπορούν να ληφθούν εικόνες από τις διάφορες τομές του σώματος.

### **1.3.1.3 Το Γυάλινο κάλυμμα**

Η οθόνη επιτρέπει στον χειριστή να βλέπει τον εξεταζόμενο.

### **1.3.1.4 Το Διάφραγμα**

Βοηθάει στη θωράκιση του κομπιούτερ, από το ισχυρό μαγνητικό πεδίο του μηχανήματος.



### **Η Εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη του κομπιούτερ**

Η εικόνα κατατάσσεται χρωματικά, ανάλογα με την περιεκτικότητα του υδρογόνου ή άλλων ατομικών πυρήνων των ιστών του σώματος. Τα σήματα που παράγονται από τους ατομικούς πυρήνες ανιχνεύονται και επεξεργάζονται από έναν Ηλεκτρονικό Υπολογιστή στην οθόνη του οποίου εμφανίζεται η τελική εικόνα<sup>3</sup>.

### 1.3.2 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Κατά τη διάρκεια της εξέτασης ο εξεταζόμενος περιβάλλεται από τα πηνία ενός πανίσχυρου ηλεκτρομαγνήτη. Ένα δεύτερο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο, περιβάλλει το μέρος σώματος που πρόκειται να απεικονιστεί.

Οι πυρήνες υδρογόνου των μορίων ύδατος του σώματος είναι σαν μαγνήτες. Υπό κανονικές συνθήκες, περιστρέφονται γύρω από μαγνητικούς άξονες που «κοιτάζουν» προς διάφορες κατευθύνσεις.

Όταν ο ασθενής βρίσκεται μέσα στο μαγνήτη, μερικοί από τους περιστρεφόμενους πυρήνες υδρογόνου ευθυγραμμίζονται στην ίδια κατεύθυνση με τη μαγνητική επίδραση που εκπέμπεται από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Οι ταλαντεύσεις παράγουν σήματα τα οποία εξασθενούν, καθώς οι περιστρεφόμενοι άξονες επανέρχονται στην κανονική τους κατάσταση. Τα σήματα αναλύονται και παράγεται μια εικόνα που δείχνει τις διάφορες πυκνότητες υδρογόνου, σε μια τομή του σώματος.

Ένα δεύτερο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο κάνει τους περιστρεφόμενους άξονες των πυρήνων υδρογόνου του ασθενούς να ταλαντεύονται ελαφρά<sup>3</sup>.

### 1.3.3 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Εντοπίζει τους όγκους του εγκεφάλου ακριβέστερα από κάθε άλλη μέθοδο και δείχνει την έκταση της προσβολής. Λόγου χάρη, αν κάποιος έχει έναν όγκο στο κάτω και πίσω μέρος του κρανίου (όπου τα οστά είναι πιθανό να τον κρύβουν), ακόμη και η αξονική τομογραφία ενδέχεται να μην τον αποκαλύψει.

Όμως, η μαγνητική τον δείχνει, επειδή ,δεν επηρεάζεται από τα οστά που παρεμβάλλονται. Ακόμη, είναι χρήσιμη για την εξέταση των αρθρώσεων και των μαλακών ιστών, ιδιαίτερα των γονάτων.

Η μαγνητική τομογραφία δίνει ακριβείς εικόνες της καρδιάς και των μεγάλων αιμοφόρων αγγείων, καθώς και λεπτομερή εικόνα της ροής του αίματος. Δείχνει το αίμα των αρτηριών και των φλεβών και το ξεχωρίζει ξεκάθαρα από τον περιβάλλοντα ιστό. Εντοπίζει τις μεταβολές του πάχους του καρδιακού μυός, μετά από καρδιακή προσβολή, και απεικονίζει τις εκ γενετής καρδιακές ανωμαλίες. Επίσης, παρουσιάζει τις λόγω ασθενείας μεταβολές των ιστών του σώματος. Συχνά, διαχωρίζει το φυσιολογικό ιστό του εγκεφάλου από περιοχές με μερική στέρηση της τροφοδοσίας τους με αίμα, πράγμα που συμβαίνει σε όσους έχουν πάθει εγκεφαλικό επεισόδιο<sup>4</sup>.



### 1.3.3.1 Πώς γίνεται η εξέταση

Συνήθως, μαγνητική τομογραφία κάνει κανείς σαν εξωτερικός ασθενής και στη διάρκεια της εξέτασης πρέπει να μείνει ακίνητος. Μερικές φορές, στα παιδιά γίνεται γενική νάρκωση. Ο τομογράφος είναι ένας τεράστιος ηλεκτρομαγνήτης.

Παρά το εντυπωσιακό του μέγεθος, ένα μέρος του όγκου του καταλαμβάνεται από μια συσκευή που ψύχει τα πηνία του μαγνήτη, κατά την ώρα της λειτουργίας του.

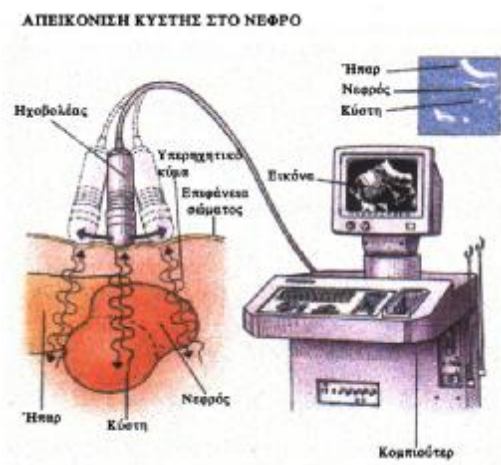
Δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για τον ασθενή, αν ο γιατρός του συστήσει να κάνει μαγνητική τομογραφία. Δεν πονάει και η εξέταση τελειώνει μέσα σε 45-60 λεπτά ή και νωρίτερα. Το μόνο που ακούγεται είναι ο ήχος των μηχανημάτων<sup>3</sup>.

## 1.4 Ο ΥΠΕΡΗΧΟΣ

Από τη δεκαετία του '70, πολλές από τις διαγνωστικές μεθόδους που βασίζονται στις ακτίνες X έχουν εκτοπιστεί από νεότερες διαδικασίες, οι οποίες είναι ασφαλέστερες, απλούστερες και πιο άνετες για τον ασθενή. Η μέθοδος του υπερηχογραφήματος, με

το οποίο υψηλής πυκνότητας ηχητικά κύματα περνούν δια μέσου του σώματος, αποτελεί σήμερα την πρώτη επιλογή, για τη διαγνωστική απεικόνιση της χοληδόχου κύστης, του γυναικείου γεννητικού συστήματος, τμημάτων της καρδιάς και του εμβρύου. Οι γιατροί χρησιμοποιούν τους υπερήχους για την απεικόνιση και πολλών άλλων μερών του σώματος<sup>3</sup>.

### 1.4.1 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ



Υπερηχητικά κύματα εκπέμπονται από μια συσκευή που ονομάζεται ηχοβολέας, η οποία τοποθετείται πάνω από το εξεταζόμενο μέρος του σώματος. Ο ηχοβολέας περιέχει ένα πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο, το οποίο μετατρέπει ένα ηλεκτρικό ρεύμα, σε υψηλής συχνότητας ηχητικά κύματα που μπορούν να εστιαστούν σε μια στενή δέσμη (τα ηχητικά κύματα είναι τόσο υψηλά που δεν μπορεί

να τ' ακούσει το ανθρώπινο αυτί). Αν ο υποβολέας κινείται μπρος-πίσω, η δέσμη αυτή διαπερνά μια «φέτα», του σώματος. Μερικά από τα κύματα αντανακλώνονται από τις οριακές γραμμές των ιστών και επιστρέφεται μια σειρά ήχων.

Ο υποβολέας λειτουργεί και σαν δέκτης, μετατρέποντας αυτές τις αντηχήσεις σε ηλεκτρικά σήματα, που υφίστανται επεξεργασία κι εμφανίζονται σε μια οθόνη, δίνοντας μια διδιάστατη εικόνα του εξεταζόμενου μέρους του σώματος.

Σήμερα, με τις προόδους που έχουν συντελεστεί, τα υπερηχογραφήματα μπορούν να δείχνουν και τις κινήσεις που γίνονται μέσα στο σώμα, όπως π.χ. τις κινήσεις του εμβρύου μέσα στη μήτρα<sup>3</sup>.

### 1.4.2 Διαγνωστικές χρήσεις

Τα υπερηχητικά κύματα περνούν εύκολα από τα υγρά και τους μαλακούς ιστούς, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμα για την εξέταση οργάνων που είναι γεμάτα με υγρό, όπως η χοληδόχος κύστη και η μήτρα μιας εγκύου, καθώς και των μαλακών οργάνων, όπως είναι το συκώτι.

Όμως, δε διαπερνούν τα οστά και τα αέρια και, γι' αυτό, η χρησιμοποιήσει τους είναι περιορισμένη, όταν πρόκειται για την εξέταση μερών του σώματος που περιβάλλονται από οστά, όπως ο εγκέφαλος, ή μερών που περιέχουν αέρα, όπως οι πνεύμονες ή τα έντερα.

Μια από τις συνηθέστερες χρήσεις των υπέρηχων είναι η εξέταση της μήτρας και του εμβρύου. Χρησιμοποιούνται όμως και εκτός της μαιευτικής, όπως για την απεικόνιση της καρδιάς. Επίσης, πολύτιμη είναι η συμβολή τους στη διερεύνηση καταστάσεων οι οποίες πλήττουν τα όργανα της κοιλιακής χώρας.

Οι υπέρηχοι βοηθούν στη διάγνωση ή τον εντοπισμό κύστεων ή όγκων στους νεφρούς, καθώς και υδρονέφρωσης (μιας κατάστασης στην οποία είναι διατεταμένο το αποχετευτικό τμήμα των νεφρών). Ακόμη, βοηθούν στον εντοπισμό όγκων και ψευδοκύστεων του παγκρέατος, χολολιθίασης ή φλεγμονής της χοληδόχου κύστης, διόγκωσης ή ρήξης του σπλήνα, μετά από κάποιο σοβαρό τραυματισμό, καθώς και παθήσεων του ήπατος, όπως διόγκωσης, όγκων, ίκτερου, κίρρωσης του ήπατος, κύστεων, αποστημάτων, ανωμαλιών των χοληφόρων πόρων κ.λ.π. Άλλα όργανα που εξετάζονται με υπέρηχους για διαγνωστικούς λόγους, κυρίως για την αξιολόγηση κύστεων, όγκων ή ξένων σωμάτων, είναι ο θυρεοειδής, οι μαστοί, η κύστη, οι όρχεις, οι ωοθήκες, ο σπλήνας και τα μάτια.

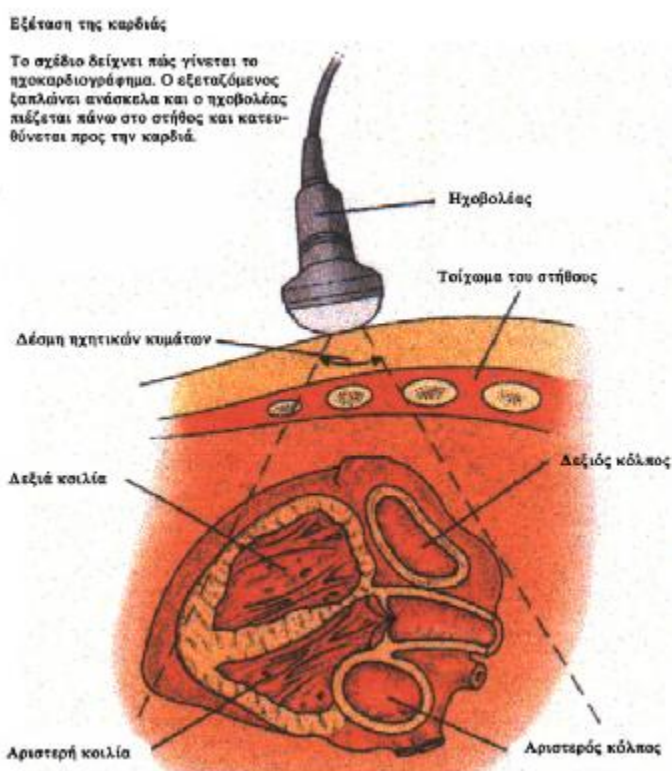
Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται για την εξέταση του εγκεφάλου των νεογέννητων, διαμέσου της πρόσθιας πηγής, για τη διερεύνηση υδροκεφαλίας (νερού στον εγκέφαλο) και για τη διάγνωση όγκων ή αιμορραγιών στον εγκέφαλο. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται και για τη μέτρηση της ροής του αίματος μέσω των αρτηριών, σε πολλά μέρη του σώματος. Οι υπέρηχοι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στο να



δείχνουν τις κινήσεις μέσα στο σώμα και να προσδιορίζουν το βάθος, πράγμα που βοηθάει το γιατρό να κατευθύνει μια βελόνα σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, προκειμένου να πάρει δείγμα υγρού, ή να εισάγει καθετήρα<sup>5</sup>.

### 1.4.3 Πώς γίνεται

Πριν από το υπερηχογράφημα, αφαιρούνται τα ρούχα πάνω από την εξεταζόμενη περιοχή, η περιοχή που πρόκειται να εξεταστεί επιχρίεται μ' ένα ειδικό ζελέ, με το οποίο διευκολύνεται η επαφή του ηχοβολέα πάνω στην επιδερμίδα. Το υπερηχογράφημα διαρκεί 15-30 λεπτά. Σε πολλά είδη υπερηχογραφημάτων, ο ασθενής ξαπλώνει κοντά στη συσκευή και στο δωμάτιο δημιουργείται σκοτάδι, ώστε οι εικόνες να φαίνονται καλύτερα στην οθόνη. Η συσκευή παράγει παλμούς που δε γίνονται αντιληπτοί από τον εξεταζόμενο.



Υπάρχουν διάφορα είδη συσκευών. Για ορισμένες εξετάσεις, ο ασθενής κάθεται αναπαυτικά σε μια καρέκλα. Η εξέταση των ματιών με υπερηχογράφημα ίσως ν' ακούγεται σαν κάτι επικίνδυνο, δεν υπάρχει όμως λόγος ανησυχίας, όταν ο γιατρός συνιστά κάτι τέτοιο. Ο ηχοβολέας ή μετατροπέας που χρησιμοποιείται σ' αυτές τις εξετάσεις είναι πολύ μικρός και ο γιατρός τον πιέζει πολύ ελαφρά πάνω στα κλειστά βλέφαρα.

Στην περίπτωση της εξέτασης του ήπατος ή της χοληδόχου κύστης, ζητείται από τον ασθενή να μείνει εντελώς νηστικός επί 12 ώρες πριν από το τεστ, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα αέρια του εντέρου, τα οποία επηρεάζουν τη μετάδοση των υπερήχων.

Για την εξέταση του εμβρύου ή της περιοχής της πυέλου, η κύστη πρέπει να είναι γεμάτη. Έτσι, η εξεταζόμενη πρέπει να πει 3-4 ποτήρια νερό, περίπου μίση ώρα πριν από το τεστ.<sup>3</sup>

### **1.4.4 Υπάρχουν κίνδυνοι;**

Το πλεονέκτημα των υπερηχογραφημάτων είναι ότι είναι πολύ ασφαλή, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να επαναλαμβάνονται ακινδύνως. Στα 25 περίπου χρόνια που χρησιμοποιούνται οι υπέρηχοι, δεν έχουν προκύψει ενδείξεις ότι ενέχουν κάποιο κίνδυνο.<sup>3</sup>

## **1.5 ΗΧΟΚΑΡΔΙΟΑΓΡΑΦΙΑ**

Η ηχοκαρδιογραφία χρησιμοποιεί τους υπερήχους, οι οποίοι επιτρέπουν στο γιατρό να σχηματίζει εικόνα της εσωτερικής δομής της καρδιάς και των κινήσεών της. Ο μετατροπέας ή ηχοβολέας τοποθετείται στην επιφάνεια του θώρακος και η δέσμη κατευθύνεται προς τα διάφορα τμήματα της καρδιάς.

Με τη συστηματική μετακίνηση του μετατροπέα ή ηχοβολέα πάνω στην περιοχή καρδιάς, σιγά-σιγά δημιουργείται μια λεπτομερής εικόνα. Η ηχοκαρδιογραφία είναι χρήσιμη στο να δείχνει τις ανωμαλίες των καρδιακών βαλβίδων, όπως ανεπάρκεια της μιτροειδούς ή της αορτικής βαλβίδας, οι οποίες είναι επιρρεπείς στο να νοσούν. Αν ο γιατρός βρει κάποιο φύσημα στην καρδιά, που υποπτεύεται ότι οφείλεται σε πάθηση της μιτροειδούς βαλβίδας, το ηχοκαρδιογράφημα συχνά αποκαλύπτει ότι το φύσημα οφείλεται σ' ένα φύσκωμα ελαφρό και συχνά ακίνδυνο, σε κάποια γλωχίνα της βαλβίδας, που λέγεται πρόπτωση της μιτροειδούς.

Η ηχοκαρδιογραφία μπορεί να δείξει όλα τα είδη των εκ γενετής καρδιακών παθήσεων και εύκολα ανιχνεύει ελαττώματα στην κίνηση των καρδιακών τοιχωμάτων, προεκβολές των τοιχωμάτων αυτών (ανευρύσματα) και σπάνιους

όγκους, τα λεγόμενα μυξώματα, που μπορούν να σχηματιστούν μέσα στην καρδιά (συνήθως σε κάποιον από τους κόλπους)<sup>6</sup>.

## 1.6 Ο ΗΧΟΒΟΛΕΑΣ DOPPLER

Πρόκειται για ένα είδος υπερηχογραφήματος με το οποίο εξετάζεται η ροή του αίματος στα αιμοφόρα αγγεία. Είναι ακριβής και ιδιαίτερα χρήσιμη για τη διερεύνηση σοβαρών ή πιθανώς σοβαρών προβλημάτων που δημιουργεί η ανεπαρκής παροχή αίματος στα πόδια ή στα χέρια, λόγω πάθησης των αιμοφόρων αγγείων. Στο 95% των περιπτώσεων, η εξέταση Doppler εντοπίζει την οποία ουσιαστική και επικίνδυνη μείωση της ροής του αίματος<sup>3</sup>.



### 1.6.1 Πώς λειτουργεί

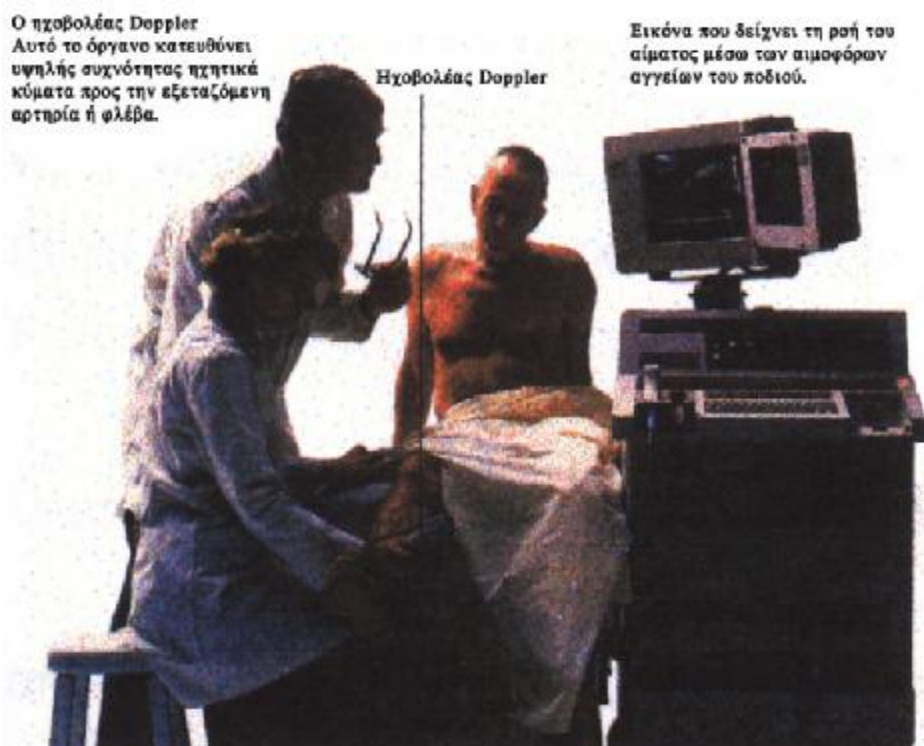
Ο τόνος μιας νότας εξαρτάται από την ηχητική της συχνότητα. Αν η πηγή του ήχου πλησιάζει ή απομακρύνεται, η συχνότητα γίνεται υψηλότερη ή χαμηλότερη, αντίστοιχα. Η αρχή αυτή εξηγεί γιατί ο τόνος της σειρήνας ενός περιπολικού φαίνεται ν' ανεβαίνει καθώς αυτό πλησιάζει, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν αυτό απομακρύνεται.

Η ίδια αρχή έχει εφαρμογή κι όταν υπάρχει κίνηση της επιφάνειας από την οποία εκπέμπονται ηχητικά κύματα. Αυτό επιτρέπει να χρησιμοποιείται η εξέταση Doppler, σε συνδυασμό με τους υπερήχους, για τη διερεύνηση της κίνησης όγκων αίματος μέσα στα αιμοφόρα αγγεία.

Επίσης, δείχνει στροβιλώδη ροή που δημιουργείται σε αρτηρίες που έχουν υποστεί στένωση, στο άνοιγμα και το κλείσιμο των καρδιακών βαλβίδων και τις κινήσεις του καρδιακού μυός<sup>3</sup>.

### 1.6.2 Πώς γίνεται

Ο εξεταζόμενος ξαπλώνει και κινεί τα πόδια ή τα χέρια του και αναπνέει βαθιά, καθώς γίνονται μετρήσεις, ώστε να διαφοροποιείται η ροή του αίματος κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Η ροή του αίματος μετριέται μ' έναν ειδικό μετατροπέα, ο οποίος κατευθύνει υψηλής συχνότητας ηχητικά κύματα προς την αρτηρία ή τη φλέβα που εξετάζεται. Τα τελευταία χρόνια, γίνεται συνδυασμός της συμβατικής απεικόνισης υπερήχων με την τεχνολογία Doppler. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα στους γιατρούς, να βλέπουν εικόνες οι οποίες δείχνουν την ανατομία και τη δομή των οργάνων, αλλά και τη ροή του αίματος μέσω των αγγείων.<sup>5</sup>



### 1.6.3 Πώς λειτουργεί η εξέταση Doppler

Όταν τα κύματα από τον ηχοβολέα Doppler φτάνουν στα κινούμενα ερυθρά αιμοσφαίρια, η συχνότητά τους αλλάζει, ανάλογα με την ταχύτητα ροής του αίματος. Η καταγραφή των κυμάτων επιτρέπει στον γιατρό να εντοπίσει ενδεχόμενη απόφραξη των φλεβών και των αρτηριών. Η εξέταση Doppler είναι ακριβής ασφαλέστερη, ταχύτερη και λιγότερο δαπανηρή από άλλα ανάλογα τεστ.

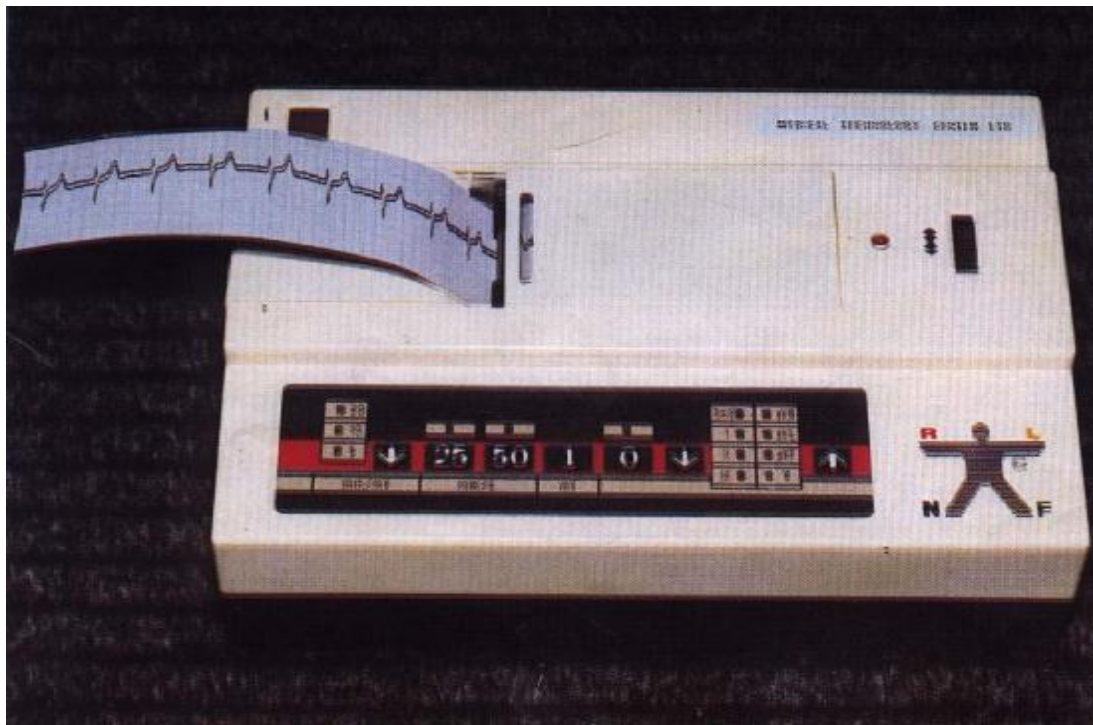
## 1.7 Ο ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΣ

Από τότε που ανακαλύφθηκε το Ηλεκτροκαρδιογράφημα (Η.Κ.Γ.) πέρασαν πολλά χρόνια ώσπου να εισέλθει στην καθημερινή ρουτίνα με τη μέθοδο monitor (παρακολούθησης), όχι μόνο στο χειρουργείο αλλά και στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

Το Η.Κ.Γ. λαμβάνεται με την εφαρμογή τριών ηλεκτροδίων στον άρρωστο. Συνήθεις θέσεις είναι ο δεξιός βραχίονας για το ηλεκτρόδιο που ονομάζεται RA (Right Arm), ο αριστερός βραχίονας για το LA (Left Arm) και ο θώρακας για το F (Foot).

Οι απαγωγές που λαμβάνονται είναι οι άτυπες Γ ή ΓΓ. Νέα μοντέλα monitor με την τοποθέτηση τεσσάρων ηλεκτροδίων καταγράφουν σχεδόν όλες τις απαγωγές και εμφανίζονται στην οθόνη του monitor όσες παράμετροι του αρρώστου μετριούνται, με διαφορετικά χρώματα ή καθεμία. Συγχρόνως με το Η.Κ.Γ. καταγράφονται στην οθόνη του monitor και οι σφύξεις. Καλό είναι να ορισθούν τα όρια αυξημένων και χαμηλών σφύξεων. Έτσι σε περιπτώσεις που

ο άρρωστος έχει βραδυκαρδία ή ταχυκαρδία, που ξεπερνά τα όρια, ενεργοποιείται το Alarm<sup>3</sup>.



Οι κλινικές ενδείξεις για τη χρήση του Η.Κ.Γ. στο monitor είναι:

- 1) Έλεγχος καρδιακής ανακοπής.
- 2) Διάγνωση ισχαιμικών μεταβολών.
- 3) Προσδιορισμός αρρυθμιών.
- 4) Έλεγχος ηλεκτρολυτικών, αλλαγών.
- 5) Επίβλεψη λειτουργίας βηματοδότη<sup>6</sup>.

### 1.7.1 Νοσηλευτικές διαδικασίες

Συχνά ο Νοσηλευτής/τρια είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει ο ίδιος το μηχάνημα κυρίως προεγχειρητικά ή τουλάχιστον να είναι παρών κατά τη διενέργεια ενός ΗΚΓ. Συμμετέχει έτσι στην:

- 1) Προετοιμασία του δέρματος ώστε να γίνεται καλή επαφή με το ηλεκτρόδιο και να λαμβάνεται σωστό αποτέλεσμα.
- 2) Σωστή τοποθέτηση ηλεκτροδίων, ενώ είναι υποχρεωμένος :

- 3) Να γνωρίζει τις απαγωγές που καταγράφονται στην οθόνη.
- 4) Να είναι σε θέση να διακρίνει τις αλλαγές στο Η.Κ.Γ. και τι μπορεί να σημαίνουν αυτές (μία ισοηλεκτρική γραμμή δεν σημαίνει πάντα ανακοπή της καρδιακής λειτουργίας αλλά και αποσύνδεση ηλεκτροδίων).
- 5) Να ελέγχει το Alarm του monitor ώστε να είναι ανοιχτό οπτικά και ακουστικά.
- 6) Να ενημερώνει τον ιατρό για τις αλλαγές στο Η.Κ.Γ. όταν χρειάζεται (εμφάνιση παρασίτων λόγω κακής επαφής των ηλεκτροδίων με τον άρρωστο παραπλανούν το νοσηλευτικό προσωπικό για τυχόν αρρυθμίες).

Ο ΗΚΓ είναι μηχανήμα που το συναντάμε σε όλα τα τμήματα των ιδρυμάτων. Είναι μηχανήματα χαμηλής αξίας, εύκολα στη χρήση τους και με αξιόπιστα αποτελέσματα. Όσο εύκολα και ανώδυνα είναι στη χρήση τους, τόσο σημαντικά είναι τα αποτελέσματα που παίρνουμε και λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν για τη διάγνωση ασθενειών. Με τον ΗΚΓ μπορούμε να διαγνώσουμε όχι μόνο τις διάφορες αρρυθμίες, αλλά την στηθάγχη και το έμφραγμα, την υπερτροφία της καρδιάς, την ισχαιμία του μυοκαρδίου κ.λ.π<sup>7</sup>.

### 1.7.2 ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Η ευθύνη κατά τη διεκπεραίωση ενός ΗΚΓ είναι σημαντική όσο και αν η εξέταση αυτή φαίνεται εύκολη. Με την παράβλεψη διαφόρων παραγόντων, μπορεί να έχουμε εσφαλμένα αποτελέσματα, που άλλες φορές μπορεί να μην έχουν αντίκτυπο στην υγεία του ασθενούς, αλλά μπορεί να αποβούν μερικές φορές μοιραία.

Δεν χρειάζεται ιδιαίτερη προετοιμασία του ασθενούς για την εξέταση, παρά μόνο να του εξηγήσουμε τι θα κάνουμε και να λύσουμε τυχόν απορίες του.

Πρέπει να έχουμε φροντίσει από πριν να είναι στην πρίζα ο ΗΚΓ για να έχουν φορτιστεί οι μπαταρίες του. Έπειτα λέμε στον εξεταζόμενο να βγάλει παπούτσια, κάλτσες, ρολόγια και μεταλλικά αντικείμενα απ' τα χέρια και να ελευθερώσει το θώρακά του απ' τα ρούχα. Ταυτόχρονα ο εξεταζόμενος ξαπλώνει στο κρεβάτι φροντίζοντας να μην ακουμπά σε μεταλλικές επιφάνειες ενώ εμείς φροντίζουμε να μην εκτίθεται σε κρύο και σε αδιάκριτα βλέμματα. Έπειτα τοποθετούμε τα

ηλεκτρόδια στη σωστή θέση τους καθώς και τις προκάρδιες, έτσι ώστε να μην είναι σε λάθος θέση.

Ταυτόχρονα πρέπει να φροντίσουμε να υπάρχει ηλεκτραγωγιμότητα, η οποία εξασφαλίζεται ή με νερό ή με ειδικό ζελέ. Κατά την τοποθέτηση των βεντουζών στο θώρακα, πρέπει να προσέχουμε αν αυτές έχουν στερεωθεί και αν παραμένουν στη θέση τους και ιδιαίτερα στους άντρες που η τριχοφυία στο στήθος καθιστά αυτό πιο δύσκολο. Όταν πλέον είμαστε έτοιμοι για τη λήψη, πρέπει να έχουμε προβλέψει από πριν την ύπαρξη θερμογραφικού χαρτιού για να μη μείνει η διαδικασία στη μέση και υποχρεωθούμε έτσι να ξαναρχίσουμε απ' την αρχή ταλαιπωρώντας επιπλέον τον εξεταζόμενο. Στη συνέχεια ανοίγουμε τον ΗΚΓ. Κάνουμε τη δοκιμασία σωστής λειτουργίας και έπειτα ανάλογα με τον τύπο του μηχανήματος ή λαμβάνουμε τον ΗΚΓ αυτόματα ή δημιουργούμε μόνοι μας το ΗΚΓ αλλάζοντας μόνοι μας τις απαγωγές κάθε φορά. Με τον δεύτερο τρόπο μπορούμε να δημιουργήσουμε μόνοι μας το ΗΚΓ που θέλουμε, δίνοντας έμφαση ιδιαίτερα στις απαγωγές που υποψιαζόμαστε πως μπορεί να υπάρχει κάποιο πρόβλημα. Όταν γίνει η λήψη του ΗΚΓ φροντίζουμε να αποσυνδέσουμε τον εξεταζόμενο απ' τα καλώδια και να τον βοηθήσουμε να ντυθεί. Έπειτα σημειώνουμε τα στοιχεία του εξεταζόμενου, την ημερομηνία και κάνουμε μια πρόχειρη εκτίμηση του ΗΚΓ.

Η εκτίμηση γίνεται για να δούμε από μόνοι μας κάποιες ανωμαλίες στη λειτουργία της καρδιάς και για να διαπιστώσουμε μήπως έχει συμβεί κάτι που κάνει το ΗΚΓ ασαφή. Βέβαια κατά τη διάρκεια λήψης του ΗΚΓ παρατηρούμε αν λειτουργούν όλα σωστά και αν είναι όλα στη θέση τους. Μπορεί βέβαια να φαίνεται εύκολη η λήψη του ΗΚΓ, αλλά εμείς δεν πρέπει να μένουμε στη λήψη του ΗΚΓ μόνο, αλλά να μπορούμε να ξέρουμε ανά πάσα στιγμή να διακρίνουμε σοβαρές παθήσεις. Αυτό είναι προϊόν της σωστής εκπαίδευσης και του ενδιαφέροντος που δείχνει ο νοσηλευτής γι' αυτό που κάνει.<sup>6</sup>

## 1.8 Ο ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΟΣ

Ο εγκέφαλος παράγει ελάχιστες ποσότητες ηλεκτρισμού, οι οποίες μπορούν να ανιχνευτούν με την προσαρμογή ηλεκτροδίων στο κρανίο. Οι ηλεκτρικές ώσεις που



συλλαμβάνονται από τα ηλεκτρόδια μεταβιβάζονται, μέσω των καλωδίων, στον ηλεκτροεγκεφαλογράφο, ο οποίος τις μεγεθύνει κατά 1 εκατομμύριο φορές και τις καταγράφει σ' ένα χαρτί (το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα). Τα είδη των κυμάτων που καταγράφονται κατατάσσονται, βάσει της συχνότητάς τους, σύμφωνα με το ελληνικό αλφάβητο (άλφα, βήτα κ.τ.λ.).



Τα φυσιολογικά σύνολα ηλεκτρικών κυμάτων παρουσιάζουν διαφορές, ανάλογα με την ηλικία του ασθενούς και την κατάσταση επαγρύπνησης. Ορισμένα κύματα δείχνουν διάφορες μορφές επιληψίας<sup>3</sup>.



### 1.8.1 Γιατί γίνεται

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα γίνεται κυρίως για τη διάγνωση επιληψίας (και για τον προσδιορισμό του είδους της) και, με κάποιες μετατροπές, για τη διερεύνηση ανωμαλιών στον ύπνο. Μερικές φορές, χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τη διάγνωση εγκεφαλίτιδας ή μηνιγγίτιδας (φλεγμονή του εγκεφάλου ή των μηνίγγων) ή για την εκτίμηση της βλάβης που έχει υποστεί ο εγκέφαλος μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο. Συνήθως όμως, για την τελευταία περίπτωση, προτιμάται αξονική ή μαγνητική τομογραφία.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα δεν μπορεί να δείξει την πνευματική ικανότητα ενός ατόμου, ούτε και να διαγνώσει ψυχιατρικής φύσεως παθήσεις<sup>3</sup>.

### 1.8.2 Προετοιμασία για τη διαδικασία

Μερικές φορές, απαγορεύεται η λήψη ηρεμιστικών και καταπραϋντικών επί 24-48 ώρες πριν από το τεστ, ενώ ο ασθενής δεν πρέπει να καταναλώσει καφεΐνη επί αρκετές ώρες πριν από τη διαδικασία. Λίγο πριν από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, πρέπει να φάει ελαφρά. Αν το τεστ γίνει με άδειο στομάχι, τα χαμηλά επίπεδα σακχάρου στο αίμα ενδέχεται να παρουσιάσουν μη φυσιολογικά αποτελέσματα. Δε χρειάζεται να κοπούν τα μαλλιά του ασθενούς<sup>8</sup>.



### 1.8.3 Πώς γίνεται το εγκεφαλογράφημα

Το τεστ γίνεται σ' ένα δωμάτιο απομονωμένο από την εξωτερική ηλεκτρική δραστηριότητα. Ο εξεταζόμενος, ξαπλωμένος στο κρεβάτι, παίρνει ένα ηρεμιστικό, ώστε να μην είναι ανήσυχος κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Προσαρμόζονται στο κεφάλι του 1β ή περισσότερα ηλεκτρόδια, συνήθως με ένα ειδικό ζελέ και μια πάστα που αφαιρείται εύκολα. Μερικές φορές εισάγονται στο κρανίο μικροσκοπικές βελόνες-ηλεκτρόδια, πράγμα που δεν είναι καθόλου επώδυνο, επειδή το κρανίο έχει

πολύ λίγες νευρικές απολήξεις. Μόλις τα ηλεκτρόδια μπουν στη θέση τους, γίνονται καταγραφές με τα μάτια του εξεταζόμενου και κλειστά και ανοιχτά. Κατά τις καταγραφές, ο εξεταζόμενος πρέπει να κινείται και να μιλάει όσο το δυνατόν λιγότερο, γιατί επηρεάζεται το εγκεφαλογράφημα. Μερικές φορές, γίνεται καταγραφή την ώρα που ο εξεταζόμενος κοιμάται. Το τεστ διαρκεί μια ώρα<sup>9</sup>.

#### **1.8.4 Ποιοι είναι οι κίνδυνοι**

Σε σπάνιες περιπτώσεις, τα άτομα που είναι επιρρεπή στην επιληψία παθαίνουν παροξυσμό κατά τη διάρκεια του τεστ, ιδίως αν έπαιρναν κάποιο επιληπτικό φάρμακο και το 'χουν σταματήσει προσωρινά. Αν παρουσιαστεί παροξυσμός, ο γιατρός θα λάβει τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή του.

#### **1.8.5 Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ)**

Η Ε Γ είναι η καταγραφή των δυναμικών ενεργείας που παράγονται απ' τον ζωντανό εγκέφαλο, πάνω σε χαρτί ως ηλεκτρικά κύματα. Ο ΗΕΓ είναι μηχάνημα περίπλοκο, κοστίζει αρκετά (γι' αυτό δεν το συναντάμε και σε όλα τα ιδρύματα) και αρκετά ευαίσθητο. Βοηθά αρκετά στη διάγνωση ασθενειών του εγκεφάλου, αναγνωρίζοντας ανωμαλίες στα ηλεκτρικά κύματα και εντοπίζοντας τον τόπο των αλλοιώσεων π.χ. επιληπτικά περιστατικά. Πιο σωστά θα ήταν να λέγαμε πως το ΗΕΓ χρησιμοποιείται μόνο για την υποστήριξη της κλινικής διάγνωσης. Τέλος χρησιμοποιείται για τον νόμιμο ορισμό του θανάτου (εγκεφαλικός θάνατος) και στην ψυχοχειρουργική<sup>6</sup>.

#### **1.8.6 ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ**

Κύριο μέλημά μας είναι να προετοιμάσουμε τον εξεταζόμενο γι' αυτό το οποίο θα υποστεί. Πρέπει να του εξηγήσουμε τη διαδικασία στην οποία θα υποβληθεί, να του εξηγήσουμε τους λόγους για τους οποίους γίνεται και να τον καθησυχάσουμε πως δεν διατρέχει κανένα κίνδυνο. Στόχος και σκοπός μας είναι να τον πείσουμε πως πρέπει να είναι ήρεμος πριν και κατά τη διάρκεια της εξέτασης, γιατί τα αποτελέσματα επηρεάζονται εύκολα από πολλούς παράγοντες, τόσο εξωγενείς όσο και ενδογενείς. Αυτό οφείλεται στο ότι το μηχάνημα είναι τόσο ευαίσθητο και κάθε ερέθισμα

αλλάζει το αποτέλεσμα. Έτσι πρέπει να έχει καθαρό το τριχωτό της κεφαλής που εξασφαλίζεται με λούσιμο της κεφαλής απ' την προηγούμενη ημέρα της εξέτασης. Πρέπει να φάει ελαφρά και φροντίζουμε να κοιμηθεί άνετα και ήρεμα εξασφαλίζοντάς του τις κατάλληλες συνθήκες. Έπειτα πρέπει να φροντίσουμε ώστε να μην υπάρχει συναισθηματική φόρτιση με μέλη της οικογένειας ή φίλους. Η ώρα που θα πάει στην αίθουσα της εξέτασης πρέπει να είναι ακριβής όσο το δυνατόν, για να μην αγχωθεί όσο θα περιμένει. Έπειτα, αφού καθίσει και του τοποθετηθούν με ακρίβεια και προσοχή τα ηλεκτρόδια (ανά δύο) στο τριχωτό της κεφαλής, προσέχουμε να μην παρεμβάλλονται τρίχες και να καλύπτονται με βαμβάκι εμποτισμένο σε αλατούχο διάλυμα, αφού πρώτα έχουν εφαρμοστεί απευθείας στο δέρμα. Του εξηγούμε και πάλι πως δεν πρέπει να σκέφτεται τίποτα, να μην μιλά και να κρατά τα μάτια κλειστά. Υπόψιν μας πρέπει να πάρουμε κάποιους παράγοντες που επηρεάζουν τα ηλεκτρικά αποτελέσματα. Αν κινηθεί ο ασθενής ή τα καλώδια, τότε καταγράφονται άλλα κύματα, μιας και διαταράσσεται η ηλεκτροχημική ισορροπία μεταξύ ηλεκτροδίων και δέρματος. Επίσης αν ο ασθενής ιδρώνει, αυτό θα επηρεάσει την ηλεκτροχημική ισορροπία. Αν πάλι υπάρχει εμφυτευμένος βηματοδότης, προκαλεί ισχυρή παρεμβολή στο ΗΕΓ, χωρίς να μπορεί να εξαλειφθεί. Επίσης άλλα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από κεραίες ραδιοφώνων, κινητών τηλεφώνων, μπορεί να δημιουργήσουν παρεμβολές στον ΗΕΓ.

Μερικά μέτρα που μπορούμε να πάρουμε για τη σωστή χρήση και λήψη του ΗΕΓ, είναι :

- 1) Το μηχάνημα πρέπει να είναι πάντα γειωμένο
- 2) Τα καλώδια σύνδεσης ασθενούς - μηχανήματος και τροφοδοσίας του μηχανήματος πρέπει να είναι προστατευμένα με αγώγιμο περίβλημα και να είναι σωστά και σταθερά συνδεδεμένα και καλά στερεωμένα.
- 3) Τα φώτα πρέπει να είναι χαμηλά και όχι έντονα, προτιμούμε λαμπτήρες πυρακτώσεως
- 4) Τα ηλεκτροφόρα καλώδια να είναι μακριά από τον ασθενή και να είναι καλά μονωμένα
- 5) Οι μετασηματιστές να είναι μακριά από τον ασθενή
- 6) Να αποφεύγονται θόρυβοι και ομιλίες που μπορεί να επηρεάσουν την ηρεμία του εξεταζόμενου αποσπώντας του την προσοχή.

Μετά το τέλος της εξέτασης πρέπει να είμαστε κοντά στον ασθενή και να τον φροντίσουμε αποσυνδέοντάς τον από τα ηλεκτρόδια και να τον καθησυχάσουμε για τα αποτελέσματα της εξέτασής του. Τα αποτελέσματα και τα στοιχεία της εξέτασης θα πρέπει να τα συζητήσει με τον γιατρό του.<sup>6</sup>

## 1.9 Ο ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΟΣ

Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μια νευρολογική εργαστηριακή εξέταση για το περιφερικό νευρικό σύστημα και τους μύες. Αναπτύχθηκε ως κλινική μέθοδος στη δεκαετία των '60 και από τότε συνεχίζει να εξελίσσεται.

Εξετάζει τα βιοηλεκτρικά χαρακτηριστικά νεύρων και μυών και έτσι προσφέρει κλινικά σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία τους. Δεν απεικονίζει δομικά όπως η αξονική και η μαγνητική τομογραφία, αλλά εντοπίζει με ακρίβεια ποιοι μύες, ποια νεύρα και σε ποια σημεία έχουν προσβληθεί.

Όσο αφορά στις αυχενικές και οσφουοϊερές ρίζες το ηλεκτρομυογράφημα διευκρινίζει ποιες ρίζες από αυτές που φαίνεται στη μαγνητική τομογραφία ότι πιέζονται, είναι κλινικά σημαντικά προσβεβλημένες. Όσο αφορά στα περιφερικά νεύρα, στις παθήσεις των μυών και της νευρομυϊκής σύναψης, το ηλεκτρομυογράφημα είναι η πιο αποτελεσματική διαγνωστική μέθοδος.

Όπως σε όλη την ιατρική, έτσι και στη νευρολογία, πρωταρχική σημασία έχει το ιστορικό και μετά η κλινική εξέταση. Το ηλεκτρομυογράφημα αποτελεί την επέκταση της νευρολογικής εξέτασης. Ο νευρολόγος, που κάνει το ηλεκτρομυογράφημα, πρέπει να έχει λεπτομερή γνώση των δεδομένων της κλινικής εξέτασης. Συνήθως γίνεται μια σύντομη, επικεντρωμένη εξέταση της μυϊκής ισχύος, της αισθητικότητας και των αντανακλαστικών πριν από την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων. Η συνολική διάρκεια της εξέτασης είναι συνήθως 45 με 60 λεπτά. Τα ηλεκτρικά ερεθίσματα, όπως και η εμβύθιση της ηλεκτρομυογραφικής βελόνας προκαλούν μια αίσθηση ενόχλησης, όχι απαραίτητα πόνου. Η καλή και ανθρώπινα ζεστή σχέση συνεργασίας γιατρού και ασθενούς στο ηλεκτρομυογράφημα κάνει την εξέταση σχεδόν ανώδυνη.

Ο όρος ‘ηλεκτρομυογράφημα’ έχει δύο σημασίες: 1. το σύνολο διαφόρων νευροφυσιολογικών εξετάσεων, που έχουν σκοπό τη διαγνωστική στο περιφερικό νευρικό σύστημα και τους μύες και 2. μια από αυτές τις επιμέρους εξετάσεις, η οποία γίνεται με εμφύθιση ενός ηλεκτροδίου-βελόνας σε μυ.

Ας δούμε ποιες είναι αυτές οι επιμέρους νευροφυσιολογικές εξετάσεις και τι προσφέρει η κάθε μία.<sup>5</sup>



### **1.9.1 Ηλεκτρομυογράφημα (με τη στενή σημασία του όρου)**

#### **ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ**

Εμφύθιση ενός ηλεκτροδίου-βελόνας στον μυ και εξέταση της ηλεκτρικής δραστηριότητάς του. Ελέγχονται οι μύες, που είναι σχετικοί με το κλινικό πρόβλημα.

Αξιολογείται η παθολογική αυτόματη δραστηριότητα σε ηρεμία (φυσιολογικά δεν

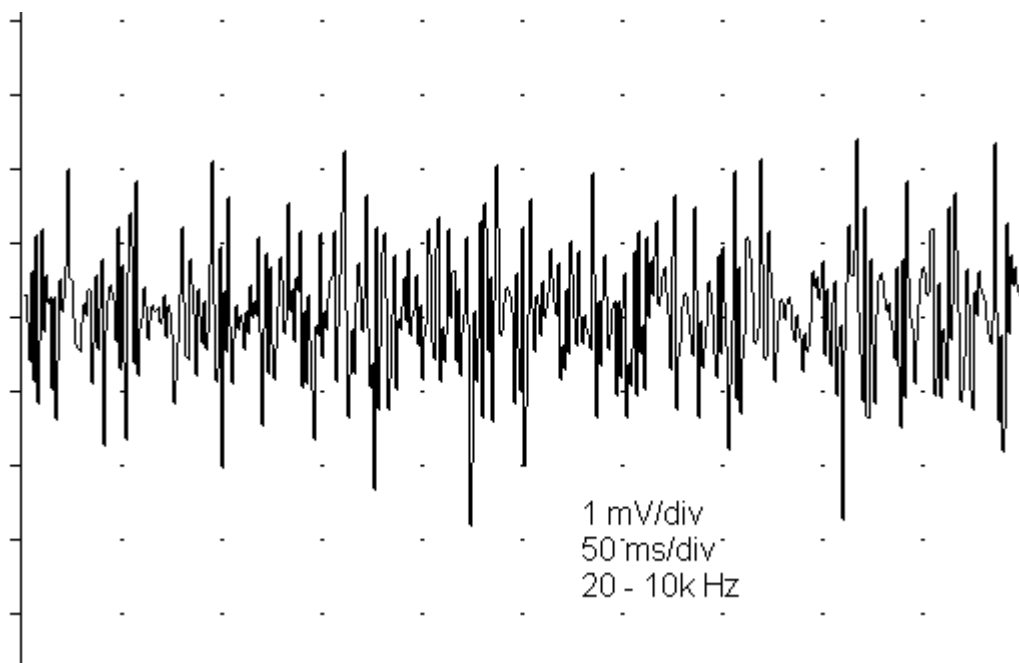
υπάρχει), το διάγραμμα της ηλεκτρικής δραστηριότητας του μυός σε μικρή, μέτρια και μέγιστη προσπάθεια, καθώς και τα χαρακτηριστικά των κινητικών μονάδων. Η βασική ποιοτική διάκριση γίνεται ανάμεσα σε: απουσία παθολογικών ευρημάτων, στοιχεία νευρογενούς βλάβης και στοιχεία μυογενούς βλάβης.

Το ηλεκτρόδιο-βελόνα συνιστάται να είναι μιας χρήσεως, είναι λεπτό, και δεν πονάει παρά ελάχιστα.

### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Στοιχεία προσβολής της εννεύρωσης του μυός (προσβολή κινητικών νευρώνων προσθίων κεράτων, κινητικών ριζών, κινητικών νεύρων) ή

στοιχεία προσβολής των μυϊκών ινών (μυοπάθεια, μυοσίτιδα, μυϊκή δυστροφία) και να εκτιμήσουμε την βαρύτητα και τη χρονιότητα της προσβολής. Σε προσβολή μιας ρίζας αποτελεί την πιο εντοπιστική από τις νευροφυσιολογικές μεθόδους.<sup>5,6</sup>



### 1.9.2 Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας κινητικών νεύρων

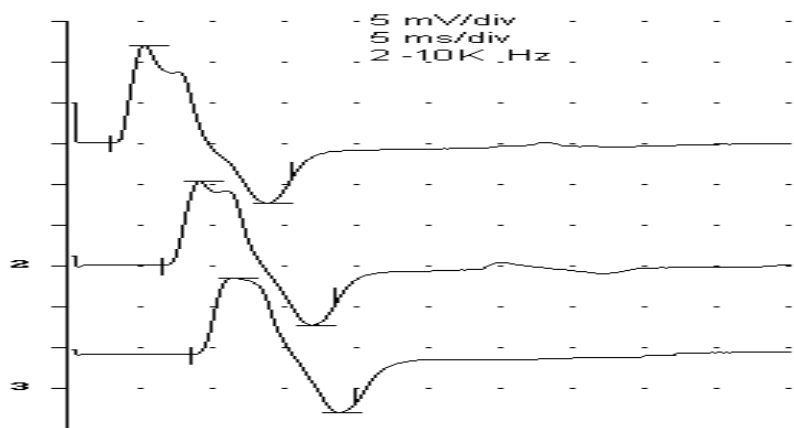
#### ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα κινητικό νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση με ηλεκτρόδιο επιφανείας\* από ένα μυ, που νευρώνεται από το νεύρο. Ελέγχονται τα νεύρα: μέσο, ωλένιο, κερκιδικό, περνιαίο, κνημιαίο, μηριαίο, προσωπικό και άλλα, ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

#### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ

Μπορούμε να δούμε ελάττωση της ταχύτητας ομότιμα (απομυελινωτική πολυνευροπάθεια) ή σε κάποιο σημείο (παγίδευση, πολυνευροπάθεια), ελάττωση εύρους (ριζοπάθεια, αξονική πολυνευροπάθεια, σοβαρή μυοπάθεια/μυϊκή δυστροφία, νόσος κινητικού νευρώνα) ή διαταραχή της μορφολογίας (παγίδευση, πολυνευροπάθεια).

\* ηλεκτρόδιο που στερεώνεται πάνω στο δέρμα. Όλες οι εξετάσεις, που περιγράφονται παρακάτω, γίνονται συνήθως με τέτοια ηλεκτρόδια.<sup>5,8</sup>



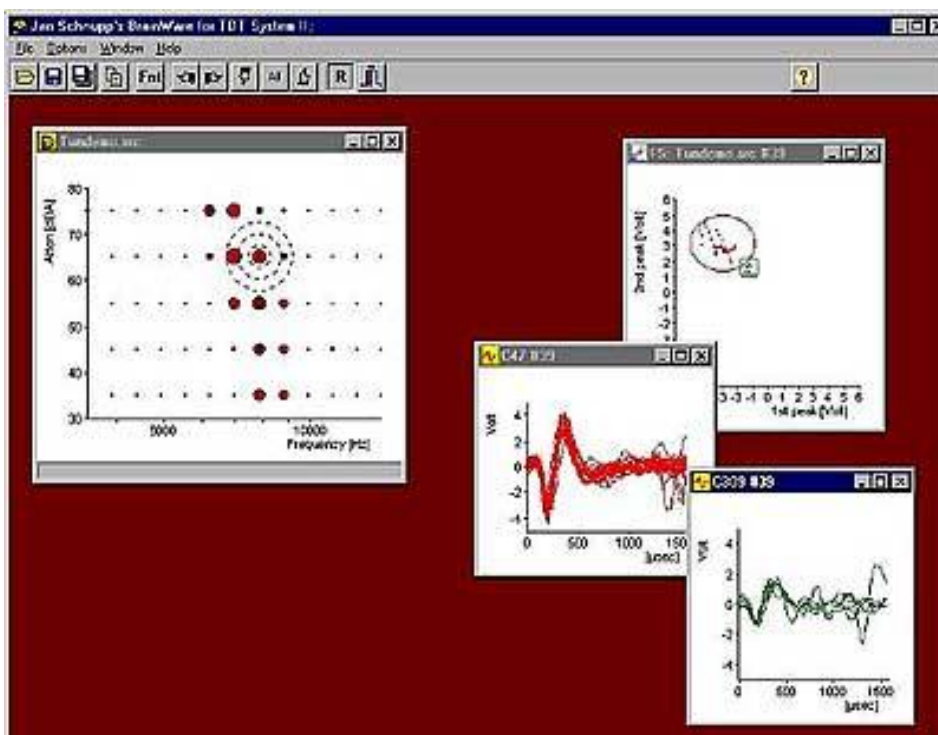
### 1.9.3 Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας αισθητικών νεύρων

#### ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ



Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα αισθητικό νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση από ένα άλλο σημείο του νεύρου.

Ελέγχονται συνήθως τα νεύρα : μέσο, ωλένιο, επιπολής κερκιδικό, μυοδερματικό, επιπολής περνιαίο και γαστροκνημιαίο ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

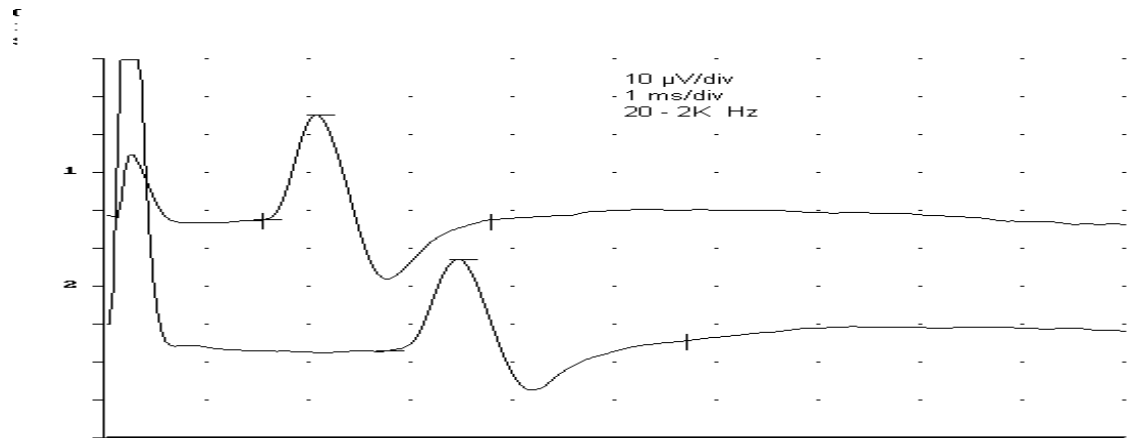


## ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ

Μπορούμε να δούμε ελάττωση της ταχύτητας ή του εύρους.

Ιδιαίτερα χρήσιμη εξέταση σε πολυνευροπάθειες και σε παγιδεύσεις νεύρων. Σε αμιγείς ριζοπάθειες (π.χ. σε δυσκοκήλη) τα ευρήματα είναι φυσιολογικά, καθώς η προσβολή των αισθητικών ριζών αφήνει ανέπαφο τον πιο περιφερικό αισθητικό νευρώνα, το σώμα του οποίου είναι στο νωτιαίο γάγγλιο. Σε σοβαρή υπαισθησία η

απουσία προσβολής των αισθητικών δυναμικών εντοπίζει τη βλάβη κεντρικά του νωτιαίου γαγγλίου (δηλαδή στις ρίζες ή ακόμα κεντρικότερα).<sup>7</sup>



#### 1.9.4 Η - αντανακλαστικό

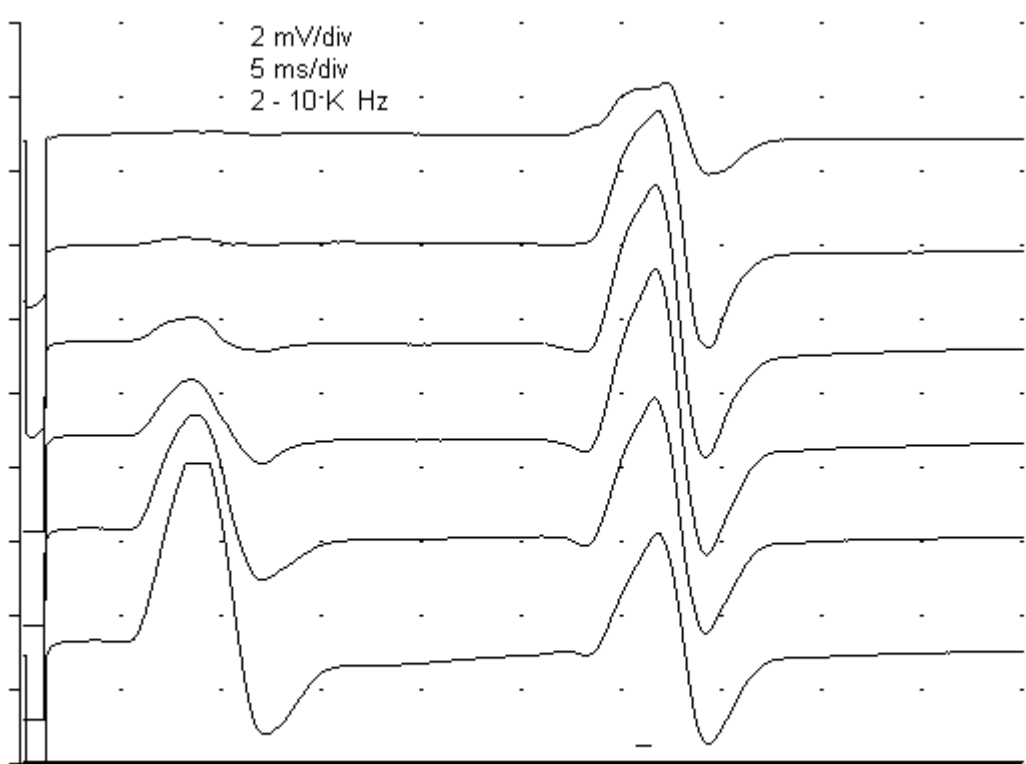
##### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Στα άνω άκρα ερεθίζουμε ηλεκτρικά το μέσο νεύρο στον αγκώνα και καταγράφουμε την απάντηση στον κερκιδικό καμπτήρα του καρπού (Η-αντανακλαστικό) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση. Δεν είναι το ίδιο με το F κύμα. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές. Ελέγχει την οδό: αισθητικές ίνες μέσου νεύρου - αισθητική ρίζα A7 - μυελοτόμιο A7 - κινητική ρίζα A7 - κινητικές ίνες μέσου νεύρου.

Στα κάτω άκρα ερεθίζουμε ηλεκτρικά το κνημιαίο νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση στον υποκνημίδιο μυ. Ελέγχει την οδό : αισθητικές ίνες κνημιαίου νεύρου - αισθητική ρίζα Ι1- μυελοτόμιο Ι1- κινητική ρίζα Ι1- κινητικές ίνες κνημιαίου νεύρου.

## ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Μπορούμε να δούμε αύξηση του λανθάνοντα χρόνου του Η-αντανακλαστικού ή την απουσία του ως ένδειξη προσβολής του μέσου/κνημιαίου νεύρου, της ρίζας A7/I1 ή μιας διάχυτης πολυνευροπάθειας/πολυριζίτιδας.<sup>9</sup>



### 1.9.5 F κύμα

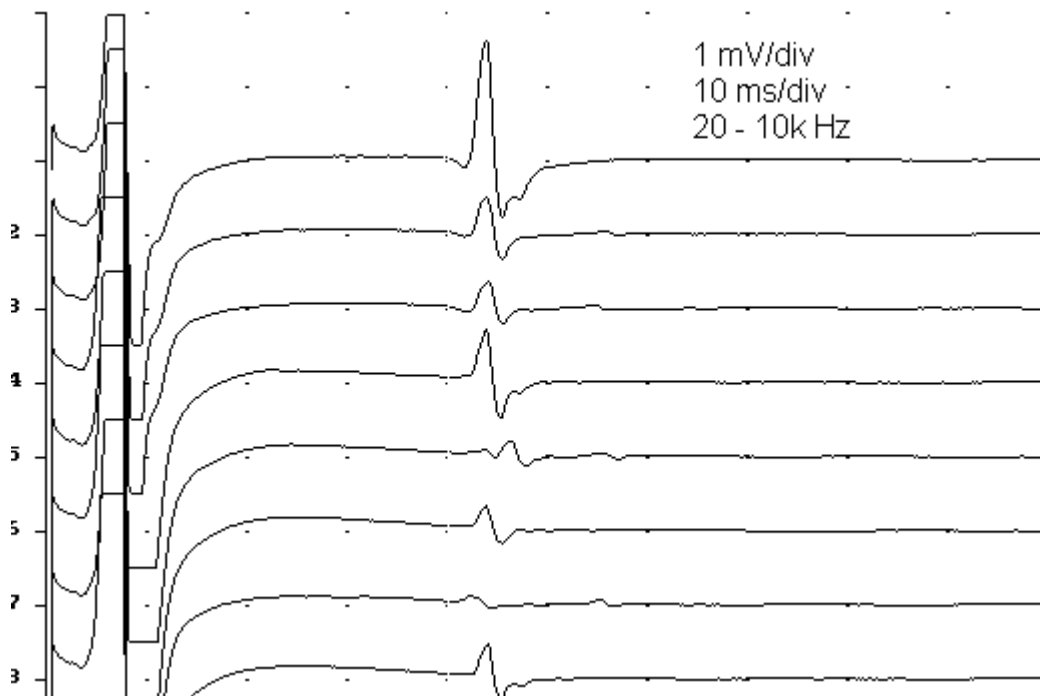
#### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση (F κύμα) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση και αποτελεί την αντίδραση του κινητικού νευρώνα του προσθίου κέρατος του νωτιαίου μυελού. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές.

Ελέγχονται τα F κύματα του μέσου, ωλενίου, περνιαίου και κνημιαίου νεύρου ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

#### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Μπορούμε να δούμε αύξηση του λανθάνοντα χρόνου του F κύματος ή την απουσία του ως ένδειξη προσβολής του εξεταζόμενου νεύρου, των εμπλεκομένων ριζών και των κινητικών νευρώνων των προσθίων κεράτων. Επειδή το F κύμα χρησιμοποιεί περισσότερες από μια ρίζες (όπως ο μυς από τον οποίο καταγράφεται), σε προσβολή μιας μόνο ρίζας μπορεί να είναι φυσιολογικό. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε αποκάλυψη διαταραχής της αγωγής σε κεντρικά τμήματα των περιφερικών νεύρων και των ριζών όπως συμβαίνει στην πολυριζονευρίτιδα(σύνδρομο Guillain Barre).<sup>8,9</sup>



### 1.9.6 Δοκιμασία επαναλαμβανόμενου ερεθισμού

#### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα κινητικό νεύρο επανειλημμένως (συνήθως το ωλένιο, το παραπληρωματικό και το προσωπικό) σε συχνότητα 3 Hz σε μια σειρά δέκα ερεθισμάτων και καταγράφουμε δέκα απαντήσεις από τον κατάλληλο μυ (απαγωγό μικρού δακτύλου, τραπεζοειδή και ρινικό). Επαναλαμβάνουμε την εξέταση αμέσως και 2-5 min μετά από άσκηση.

Αξιολογούμε την εξέλιξη του εύρους από την 1<sup>η</sup> ως την 10<sup>η</sup> απάντηση.

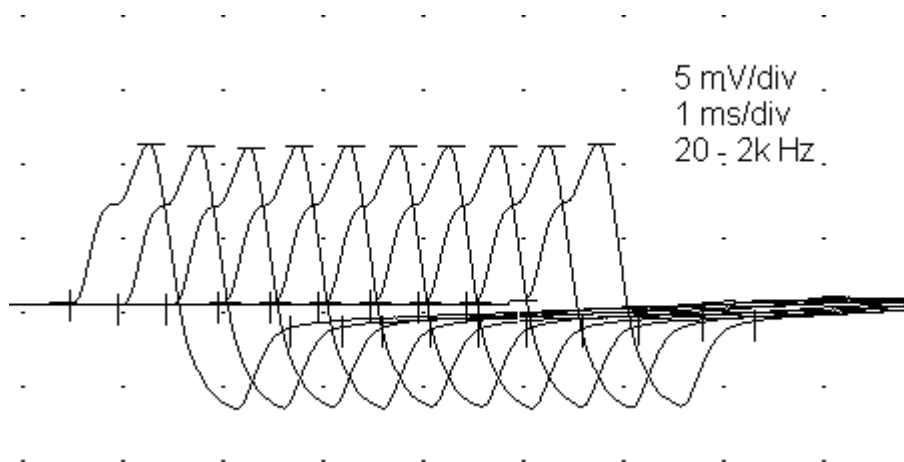
Σε εύκολη κόπωση της νευρομυϊκής σύναψης όπως π.χ. στη βαρεία μυασθένεια το εύρος συνήθως ελαττώνεται σημαντικά από την 1<sup>η</sup> ως την 4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup> απάντηση και μετά μένει σταθερό ή αυξάνεται ελαφρά.

Στο μυασθενικό σύνδρομο Lambert-Eaton παρατηρείται εντυπωσιακή αύξηση του αρχικά χαμηλού εύρους της κινητικής απάντησης μετά από ερεθισμό συχνότητας 30 Hz.

#### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Στη βαρεία μυασθένεια η δοκιμασία αυτή σε κλινικά αδύναμους μύες είναι συνήθως θετική. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν κλινικά υπάρχει συμμετρική κεντρομελική αδυναμία, αλλά η αιτία της είναι αμφίβολη.

Στο μυασθενικό σύνδρομο Lambert-Eaton η εξέταση είναι πολύ ευαίσθητη και ειδική.<sup>9</sup>



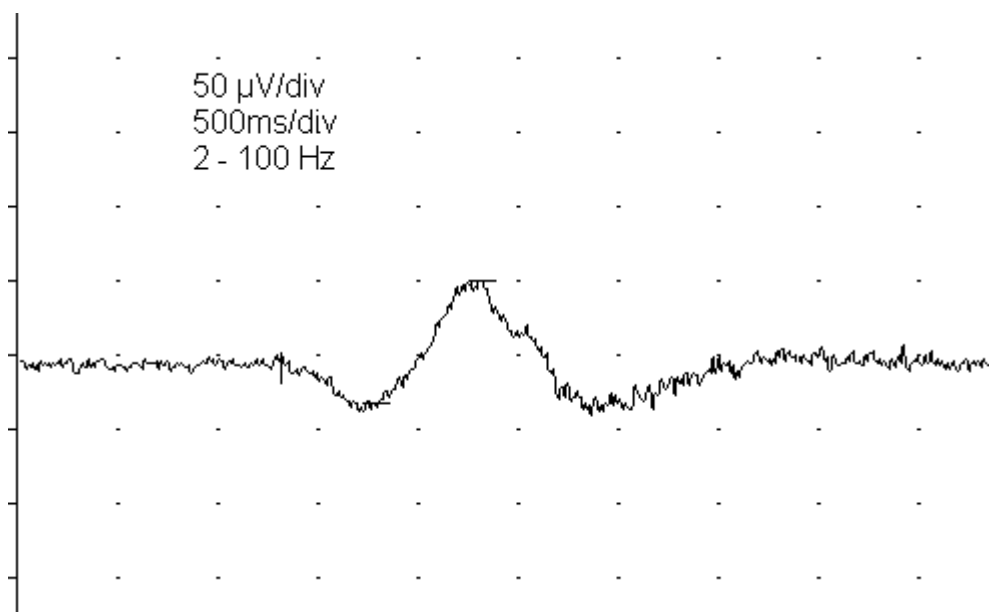
### 1.9.7 Συμπαθητική δερματική απάντηση

#### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά κάποιο απομακρυσμένο νεύρο και καταγράφουμε μια διαφορά τάσεως, που εμφανίζεται στο πέλμα ή στη παλάμη. Και ένα άλλο ερέθισμα όπως μια βαθιά αναπνοή μπορεί να προκαλέσει την συμπαθητική δερματική απάντηση. Αξιολογούμε μόνο την παρουσία/απουσία της, καθώς ο λανθάνων χρόνος και το εύρος δεν έχουν κλινική σημασία.

#### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Ελέγχει τις συμπαθητικές ίνες γενικότερα και είναι μερικώς χρήσιμο στη διάγνωση προσβολής του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Σε πολυνευροπάθεια, που προσβάλλει και τις μικρές ίνες, χωρίς γενικότερη προσβολή του αυτόνομου νευρικού συστήματος, η συμπαθητική απάντηση μπορεί να απουσιάζει.<sup>8</sup>



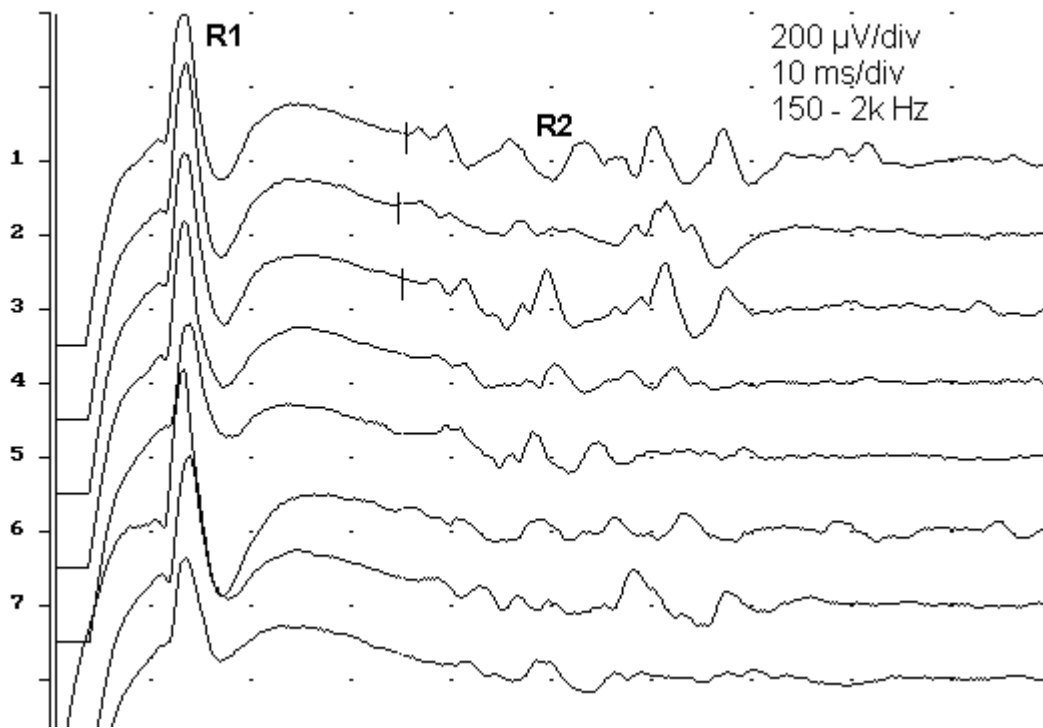
### 1.9.8 Blink reflex

#### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά τον υπερκόγχιο κλάδο του τριδύμου και καταγράφουμε την πρώτη απάντηση R1 από τον σύστοιχο σφιγκτήρα των βλεφάρων και την δεύτερη απάντηση R2 σύστοιχα και αντίστοιχα με ηλεκτρόδια επιφανείας. Ελέγχει την οδό : τρίδυμο - εγκεφαλικό στέλεχος - προσωπικό νεύρο. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές.

#### ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Είναι χρήσιμο για την πιστοποίηση και εντόπιση βλαβών κατά μήκος της εξεταζόμενης οδού π.χ. σε περιφερική πάρεση προσωπικού νεύρου.<sup>8,9</sup>





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:

*ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ  
ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ*

## 2.1 Ο ΑΠΙΝΙΔΩΤΗΣ

*Η* ανάταξη της κοιλιακής μαρμαρυγής γίνεται με τη χορήγηση ηλεκτρικού shock γνωστό σαν απινιδισμός.

Αυτός γίνεται με ειδική συσκευή που λέγεται απινιδωτής. Τα ηλεκτρόδια του απινιδωτή (επαλείφονται με παχύ στρώμα ειδικής αλοιφής για να αποφεύγονται τα εγκαύματα) τοποθετούνται στο θωρακικό τοίχωμα με πίεση αντίστοιχα προς τη βάση και την κορυφή της καρδιάς και προσφέρεται ηλεκτρικό shock μεγάλης ισχύος (400 Watt/sec). Ο απινιδωτής πρέπει να είναι φορητός και να λειτουργεί με μπαταρία αλλά και ηλεκτρικό ρεύμα.

Η τεχνική μπορεί να επιτελεστεί με δύο τρόπους. Στην εσωτερική απινίδωση, δύο μεταλλικοί δίσκοι τοποθετούνται στο πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα. Στην εξωτερική απινίδωση που χρησιμοποιείται μερικές φορές στην καρδιοχειρουργική επέμβαση, οι μεταλλικοί δίσκοι εφαρμόζονται απευθείας στο μυοκάρδιο.

Η εξωτερική απινίδωση χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της αιφνίδιας έναρξης ορισμένων τύπων αρρυθμίας, συνήθως ταχυκαρδίας ή μαρμαρυγής. Περιστασιακά κάποιο φάρμακο ενίεται ενδοφλεβίως πριν την όλη διαδικασία για να σταθεροποιηθεί η δραστηριότητα στον καρδιακό μυ. Όταν η απινίδωση γίνεται σε αίθουσα επειγόντων περιστατικών και αφού ο ασθενής έχει καταρρεύσει δεν χρειάζεται παυσίπονη αγωγή. Αν όμως γίνεται σε ασθενή που παρουσιάζει αρρυθμία για αρκετές ώρες και είναι σε πλήρη συνείδηση συνήθως χορηγείται κάποιο ηρεμιστικό.

Οι άνθρωποι που επιτελούν την απινίδωση δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με τον άρρωστο ή το κρεβάτι όταν ο απινιδωτής βρίσκεται σε λειτουργία διότι το ηλεκτρικό shock θα μπορούσε να επηρεάσει τη δική τους λειτουργία<sup>9,10</sup>

Ο απινιδωτής με την πρωτοποριακή απινίδωση Multipulse Biowave και μόνιτορ σε μία συσκευή προσφέρει:

- Μέγιστη διφασική ενέργεια 180J.
- Έγχρωμη οθόνη 10,4 ιντσών.

- Πλήρες ΗΚΓ 12 απαγωγών με 10πολικό καλώδιο.
- Θερμικό καταγραφικό τριών καναλιών.
- Δυνατότητα διαθωρακικής βηματοδότησης.
- Δυνατότητα παρακολούθησης στο μόνιτορ ΗΚΓ, Οξυμετρία και αναίμακτη πίεση.



Μια νέα μόρφη απινιδωτή, πιο εξελιγμένη από τις ήδη υπάρχουσες είναι ο αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής ( AED ). Ο οποίος είναι μια συσκευή που αναλύει τον καρδιακό ρυθμό και αν διαγνώσει κάποιο πρόβλημα το οποίο χρίζει απινίδωσης ,τότε προχωράει στην απινίδωση για να επαναφέρει τον καρδιακό ρυθμό στην σωστή συχνότητα του. Επειδή είναι ιδιαίτερα μικρά σε μέγεθος και πολύ εύκολα και απλά στην χρήση τους έχουν τοποθετηθεί σε πολλά σημεία όπως ξενοδοχεία, υπουργεία, συνεδριακοί και εκθεσιακοί χώροι, γήπεδα, χώροι συναυλιών, πλοία όλων των τύπων (κρουαζιερόπλοια, yachts , ιστιοπλοϊκά, εμπορικά) χώροι αθλοπαιδιών, χιονοδρομικά κέντρα, σχολεία, γυμναστήρια, εργοστάσια, ιδιωτικές εταιρίες περιπολικά αστυνομίας, πυροσβεστικά οχήματα ναυαγοσώστες με αποκλειστικό στόχο να μεγαλώσει ο αριθμός ευκαιριών για να σωτηρία των ατόμων που έχουν υποστεί ανακοπή καρδιάς.<sup>10</sup>

### 2.1.1 Νοσηλευτικές διαδικασίες.

1. Ο νοσηλευτής θα πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο λειτουργίας του απινιδωτή.
2. Να ελέγχει αν είναι πάντα φορτισμένος.
3. Να γνωρίζει πώς γίνεται η επαναφόρτιση

4. Να ξέρει πώς να καθορίζει την ισχύ σε Watt που θα χορηγήσει ο γιατρός στον άρρωστο.

## 2.2 ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΑΕΡΙΩΝ

Για την παρακολούθηση των αρρώστων που είναι σε τεχνητό αερισμό είναι απαραίτητη η μέτρηση των αερίων αίματος, που γίνεται με την έγχυση αρτηριακού αίματος στο μηχάνημα που ονομάζεται αναλυτής αερίων. Στα τελευταία μοντέλα αναλυτών αερίων είναι δυνατή και η μέτρηση ηλεκτρολυτών π.χ. K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>.

Νοσηλευτικές ενέργειες:

- & Η νοσηλεύτρια/της θα πρέπει να γνωρίζει, πότε πρέπει να γίνει η λήψη αρτηριακού αίματος για έλεγχο αερίων, σε σχέση με την κατάσταση του αρρώστου.
- & Τη σωστή τεχνική λήψεως αρτηριακού αίματος
- & Τον έλεγχο και το σωστό τρόπο λειτουργίας του μηχανήματος.<sup>11</sup>

Προδιαγραφή	Stat Profile CCx
Μετρούμενες παράμετροι	pH, pCO <sub>2</sub> , pO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> %, Hct, Hb, HHb, O <sub>2</sub> Hb, MetHb, COHb, Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> , Cl <sup>-</sup> , Mg <sup>++</sup> , Σάκχαρο, Ουρία, Κρεατινίνη, Γαλακτικό οξύ & Βαρομετρική πίεση
Υπολογιζόμενες παράμετροι	HCO <sub>3</sub> , TCO <sub>2</sub> , SBC, BE-ecf, BE-b, O <sub>2</sub> Ct, A, A-aDO <sub>2</sub> , a/A, PO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> , Anion Gap, Normalized Ca <sup>++</sup> , Normalized Mg <sup>++</sup> , Osmolality, p50
Ταχύτητα ανάλυσης	42 δείγματα ανά ώρα
Χρόνος STAT ανάλυσης	65 sec
Είδη δείγματος	Ηπαρινισμένο ολικό αίμα (αρτηριακό ή φλεβικό), πλάσμα ή ορός,
Όγκος δείγματος	200 μl πλήρης ανάλυση 100 μl για micro sample (χωρίς οξύμετρο)
Εκτυπωτής	Ενσωματωμένος θερμογραφικός, 80 στηλών
Διαστάσεις ΜxΠxΥ (cm)	56.7 x 43.8 x 43.7
Βάρος Kgr	25
Πιστοποιήσεις	ISO 9001, CE, CSA, TUV, FDA

## 2.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΖΩΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

(monitoring)

Ο όρος 'monitoring' έχει ενταχθεί στην ελληνική ιατρική ορολογία λόγω της έλλειψης αντίστοιχου ελληνικού μονολεκτικού όρου, κατάλληλου να αποδώσει με ακρίβεια την έννοια της συνεχούς συλλογής πληροφοριών. Η λέξη 'monitoring' προέρχεται από το λατινικό ρήμα 'monere', που σημαίνει 'προειδοποιώ'. Στην ιατρική ορολογία, ο όρος 'monitoring' υποδηλώνει την συλλογή πληροφοριών για τη λειτουργία, την απόδοση και τις εφεδρικές δυνατότητες των διαφόρων οργανικών συστημάτων. Το monitoring διακρίνεται σε επεμβατικό και μη επεμβατικό. Το πρώτο αναφέρεται στη διαδικασία, συλλογής πληροφοριών μέσω διεϊσδυσης από διαφορετικές εισόδους του ανθρώπινου σώματος (δέρμα, βλεννογόνοι κ.ά), γεγονός που σημαίνει ότι, έστω, και σ' ελάχιστο βαθμό, προκαλείται τραυματική βλάβη στον ασθενή. Οι γενικές αρχές που πρέπει να διέπουν κάθε monitoring είναι:

1. Το μη επεμβατικό είναι προτιμότερο από το επεμβατικό.

2. Πρέπει να επιλέγονται οι πιο χρήσιμες πληροφορίες με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η κατανόηση των παραμέτρων και των βασικών αρχών προσέγγισης τους που χρειάζονται σε καθημερινή καταγραφή και ανάλυση στο περιβάλλον των χειρουργείων και των Μονάδων Εντατικής Θεραπείας. Αρχικά θα σχολιαστεί η μέθοδος μετατροπής των διαφόρων βιολογικών μεταβλητών σε ελέγξιμη μορφή και ακολούθως θα περιγραφούν οι βασικές αρχές monitoring του κυκλοφορικού, αναπνευστικού, κεντρικού νευρικού συστήματος, της νεφρικής λειτουργίας, καθώς επίσης και οι αρχές παρακολούθησης της θερμοκρασίας και της χορηγούμενης αναισθησίας<sup>12</sup>.

### **2.3.1 Βασικές Αρχές Μετατροπής Βιολογικών Παραμέτρων Σε Ελέγξιμη Μορφή**

Όλα τα έμβια όντα, από τα κύτταρα μέχρι το σύνολο του οργανισμού, παράγουν σήματα. Αυτά τα σήματα μπορεί να είναι ηλεκτρικά (π.χ. εκπόλωση ενός νευρικού ή καρδιακού κυττάρου), μηχανικά (π.χ. ο ήχος από τη σύγκλιση μίας καρδιακής βαλβίδας), χημικά (π.χ. η μερική πίεση του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα) και άλλα. Αυτά τα βιοσήματα είναι χρήσιμα για τη διάγνωση, το monitoring αλλά και την έρευνα. Τα περισσότερα από αυτά τα βιοσήματα, προκειμένου να αναλυθούν και να μας δώσουν τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε, πρέπει να φιλτραριστούν από το 'θορυβώδες' περιβάλλον τους και να περιοριστούν σε εκείνες μόνο τις παραμέτρους που μας ενδιαφέρουν. Ο κύριος σκοπός της επεξεργασίας των βιοσημάτων είναι η άντληση πληροφορίας από αυτά μέσω αρχικά μετατροπής τους σε ηλεκτρικά σήματα, με τη βοήθεια των μετατροπέων (transducers). Οι transducers είναι διατάξεις που μετατρέπουν, με αξιοσημείωτη πιστότητα, τις ενεργειακές μεταβολές κάποιας μορφής σε ενεργειακές μεταβολές άλλης. Στη συνέχεια, τα σήματα, σε ηλεκτρική πλέον μορφή, ψηφιοποιούνται προκειμένου να υποστούν επεξεργασία από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Όλα τα βιοσήματα είναι αναλογικά και συνίστανται σε αθροίσματα απλών ημιτονοειδών κυμάτων, χαμηλών και υψηλών συχνοτήτων. Η διαδικασία ψηφιοποίησης περιλαμβάνει την δειγματοληψία (sampling) ενός αναλογικού σήματος, με συχνότητα δειγματοληψίας διπλάσια της πλέον υψίσυχνης συχνότητας που ενυπάρχει σ' αυτό, σύμφωνα με το θεώρημα Shannon-Nyquist. Για παράδειγμα το ΗΚΓφημα έχει ένα εύρος συχνοτήτων από 0,15 έως 150Hz. Άρα η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας για την αξιόπιστη μετατροπή του σε ψηφιακή μορφή (δηλαδή πόσο συχνά θα λαμβάνεται τιμή για τη μετατροπή) θα είναι  $2 \times 150 = 300\text{Hz}$ . Σε διαφορετικά βιοσήματα τροποποιείται και το εύρος των συχνοτικών τους περιεχομένων. Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα για παράδειγμα έχει εύρος συχνοτήτων 0,2-50Hz, το σπυρομετρικό γράφημα 0-40 και η αρτηριακή πίεση 0-60Hz. Επιπλέον, το κάθε σήμα μπορεί να υποστεί δειγματοληψία κατά την οποία τα ύψη (πλάτη των ταλαντώσεων) μετριοούνται σε ίσα διαστήματα και μετατρέπονται σε διακριτές τιμές που εκφράζονται με δυαδική μορφή. Αυτή η

διαδικασία αποκαλείται κβαντισμός του σήματος και γίνεται μέσω ενός αναλογικού-ψηφιακού μετατροπέα (Analog to Digital Converter, ADC). Ένας ADC π.χ. με ακρίβεια 10 bit διαφοροποιεί το σήμα σε  $2^{10} = 1024$  διαφορετικά επίπεδα ύψους (πλάτος ταλαντώσεων). Ο αριθμός των επιπέδων ύψους ανάλυσης είναι ο βαθμός κβαντισμού

του σήματος και αποτελεί παράμετρο της ακρίβειας της ψηφιοποίησης. Οι περισσότεροι μετατροπείς αναλογικών ψηφιακών σημάτων που χρησιμοποιούνται, έχουν ακρίβεια 6-12 bit. Μετά τη μετατροπή του σήματος σε ψηφιακή μορφή, δίνεται πλέον η δυνατότητα ποικίλης επεξεργασίας με τεχνολογία υπολογιστών και ακολουθεί η επιλογή των παραμέτρων προς μέτρηση για διαγνωστικούς ή ερευνητικούς σκοπούς<sup>13</sup>.

### 2.3.2 Αρχές Μετατροπής

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η δυνατότητα υπολογιστικής επεξεργασίας παρέχεται από την προηγούμενη μετατροπή και ψηφιοποίηση. Οι δύο αυτές επιμέρους διαδικασίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του monitoring και επηρεάζονται από τα χαρακτηριστικά του συστήματος μετατροπής και του αναλογικού-ψηφιακού μετατροπέα (ADC). Η μετατροπή δεν είναι απαραίτητη για όλα τα βιοσήματα (π.χ. αυτά που έχουν ηλεκτρική μορφή όπως η μεταβολή δυναμικού κατά την καρδιακή λειτουργία ή τα κύματα του εγκεφάλου) και η ποιότητα του monitoring εξαρτάται από το φίλτράρισμα, την ενίσχυση και την ψηφιοποίηση. Σε αυτά όμως που χρειάζονται μετατροπή σε ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. μέτρηση πιέσεων), τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας μετατροπής παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του monitoring.

Ένα σύστημα μετατροπής αποτελείται από περισσότερα επιμέρους υλικά με διαφορετικές ιδιότητες. Για την επεμβατική μέτρηση πίεσης υπάρχει ο αγγειοκαθετήρας, το επίμηκες συνδετικό με την παρεμβολή συνδετικών τριών κατευθύνσεων (three-way stop-cock), το νερό, ο ίδιος ο transducer και τα υλικά για τη μεταφορά του μικρορεύματος στη διάταξη επόμενης επεξεργασίας. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, εκτός απ' τους thermistors, που μπορεί ανάλογα με τον τρόπο που λειτουργούν (διάφορα διμεταλλικά ζεύγη, ημιαγωγοί) να εμφανίζουν διαφορετικές ιδιότητες, υπάρχουν

επικαλυπτικά υλικά και υλικά μεταφοράς του μικρορεύματος. Όλα τα παραπάνω προσδίδουν στο σύστημα ιδιότητες για τη μετατροπή του σήματος που προσομοιάζουν με πραγματική (φθίνουσα, με ενεργειακές απώλειες) ταλάντωση (damped oscillation). Το σύστημα μετατροπής, για τους παραπάνω λόγους, παρουσιάζει απόσβεση όταν εκτίθεται στο περιοδικά μεταβαλλόμενο βιοσήμα

(damping). Επιπλέον, εμφανίζει μια δική του ιδιοσυχνότητα (natural frequency), στην οποία, όταν εκτεθεί, συντονίζεται. Οι παραπάνω ιδιότητες συνολικά μαζί με τα χαρακτηριστικά του προς μετατροπή βιοσήματος αποτελούν τη δυναμική ανταπόκριση (dynamic response) του συστήματος στην ενεργειακή μεταβολή που πρέπει να μετρηθεί. Εάν ο damping factor του συστήματος, σε σχέση με τη μεταβολή, είναι μεγάλος (προσεγγίζει τη μονάδα), τότε η αντανάκλαση του φαινομένου από το σύστημα μετατροπής φθίνει άμεσα. Εάν είναι μικρός, μία μόνο μεταβολή (π.χ. ένα κύμα πίεσης) προκαλεί ταλάντωση στο σύστημα μετατροπής και η μονήρης μεταβολή αντανάκλαται σαν πολλαπλά κύματα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι για να είναι πιστό ένα σύστημα μετατροπής-μεταφοράς σήματος πρέπει οι συχνότητες της προς μέτρηση μεταβολής να απέχουν απ' την ιδιοσυχνότητα του. Το σύστημα πρέπει να διαβάσει με ακρίβεια τη μεταβολή αλλά και στο πέρας της πρέπει να είναι έτοιμο (να έχουν αποσβεσθεί όλα τα στοιχεία της δικής του ταλάντωσης) για να διαβάσει την επόμενη. Αν το σύστημα έχει μικρό damping factor τότε "υπερδιαβάζει" τη μεταβολή και γίνεται εξαιρετικά ανακριβές όταν η συχνότητα της πλησιάζει την ιδιοσυχνότητα του. Εάν έχει μεγάλο damping factor τότε πράγματι "περιμένει" έτοιμο τον επόμενο παλμό αλλά υποεκτιμά, σε κάποιο βαθμό το ύψος της αρχικής μεταβολής. Το φαινόμενο μάλιστα αυτό γίνεται πιο έντονο όσο η συχνότητα παλμών αυξάνει. Τα παραπάνω έχουν μεγάλη σημασία για τις μεταβολές που έχουν υψηλή συχνότητα (γίνονται πολλές φορές στη μονάδα του χρόνου), όπως η αρτηριακή πίεση, ενώ για αργές μεταβολές, όπως η θερμοκρασία, η σημασία τους είναι δευτερεύουσα<sup>13</sup>.

## 2.4 MONITORING ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 2.4.1 Αρτηριακή πίεση



Η αρτηριακή πίεση είναι μία από τις πιο συχνές αλλά και τις πιο αναξιόπιστες μετρήσεις στην σύγχρονη ιατρική. Το αποτέλεσμα της, με οποιονδήποτε τρόπο, μέτρησης της θεωρείται σίγουρα ενδεικτικό, αλλά απέχει, σε άλλοτε άλλο βαθμό, από την πραγματική τιμή της. Η μέτρηση της μπορεί να γίνει άμεσα με επεμβατικό έλεγχο των ενδοαγγειακών πιέσεων ή έμμεσα.

#### 2.4.2 Επεμβατικός έλεγχος

Αντικειμενικός σκοπός του επεμβατικού ελέγχου είναι η ακριβής εκτίμηση των δυνάμεων, δηλαδή των κυμάτων πίεσης που ασκούνται στο σημείο μέτρησης, με απώτερο όμως στόχο την εκτίμηση της πίεσης που παράγεται από την αριστερή κοιλία. Τα απαραίτητα στοιχεία για τη μέτρηση ενδοαγγειακών πιέσεων είναι: ένας ενδοαγγειακός καθετήρας, ένας συνθετικός σωλήνας γεμάτος, νερό, ένας ηλεκτρονικός αναλυτής και ένα σύστημα απεικόνισης. Κάθε σύστημα καταγραφής πιέσεων, και αυτό αφορά όχι μόνο την αρτηριακή πίεση αλλά και τη μέτρηση σε άλλα σημεία του κυκλοφορικού (π.χ. κεντρική φλεβική, ενδοκοιλιακές πιέσεις, πίεση στην πνευμονική αρτηρία, πίεση ενσφήνωσης κ.λ.π.), είναι ένας καθετήρας-μετατροπέας και μπορεί να περιγραφεί ως κυμαινόμενη αντίσταση. Σημαντικό μέρος του συστήματος αποτελεί ο μετατροπέας. Οι μετατροπείς μπορεί, να είναι διαφράγματα-μεμβράνες που όταν παραμορφώνονται από μία αλλαγή πίεσης, αλλάζει η διαφορά δυναμικού κατά μήκος των αντιστάσεων μίας γέφυρας Wheatstone. Ανάλογη συμπεριφορά παρουσιάζουν οι πιεζοηλεκτρικοί κρύσταλλοι. Τελικά, η μεταβολή της πίεσης προκαλεί μία αλλαγή σε ροή ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία και καταγράφεται.

Ανεξάρτητα απ' τα παραπάνω, κάθε κυματομορφή που αντανακλά φαινόμενα πίεσης (π.χ. αρτηριακή πίεση, πίεση αεραγωγών, ενδοκράνια πίεση κ.α.) είναι ένα περιοδικό φαινόμενο που επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Εντούτοις, είναι και ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο φαινόμενο

αλληλεπιδράσεων διαφορετικών μηχανισμών που καθορίζουν την χρονική του εξέλιξη. Σύμφωνα με μία μαθηματική μέθοδο που αποκαλείται ανάλυση Fourier, κάθε κυματομορφή μπορεί να αναπαραχθεί μέσω αθροίσματος σειράς απλών ημιτονοειδών κυμάτων με διαφορετικά ύψη και συχνότητες. Η αρχική κυματομορφή πίεσης έχει μία

χαρακτηριστική συχνότητα που αποκαλείται θεμελιώδης. Τα ημιτονοειδή κύματα έχουν συχνότητες πολλαπλάσιες της θεμελιώδους και αποκαλούνται αρμονικές. Αν η αρχική κυματομορφή αρτηριακής πίεσης περιέχει υψίσυχνα στοιχεία, όπως απότομη άνοδος της συστολικής πίεσης, απαιτούνται υψηλής συχνότητας αρμονικές για την ακριβή αναπαραγωγή του σήματος, ίσως 10 αρμονικές. Γενικά απαιτούνται 6-10 αρμονικές για μία σχετικά αξιόπιστη αναπαραγωγή του σήματος της αρτηριακής πίεσης. Έτσι, άρρωστος με 120 σφύξεις/λεπτό (2κύκλοι/sec, 2Hz) απαιτεί σύστημα μετατροπής-καταγραφής της αρτηριακής του πίεσης με δυναμική απάντηση 12 με 20Hz. Κάθε σύστημα καταγραφής πιέσεων είναι ένας καθετήρας-μετατροπέας που χαρακτηρίζεται, ανάλογα με τις ιδιότητες του (ελαστικότητα, μάζα, τριβή κ.ά.), από μία δυναμική απάντηση ή συχνότητα απάντησης. Αυτή η συχνότητα ορίζεται από τη φυσική συχνότητα και τον συντελεστή απόσβεσης (damping factor ή coefficient). Η φυσική συχνότητα περιγράφει το πόσο εύκολα το σύστημα ταλαντώνεται (λόγω μετάδοσης των κυμάτων πίεσης) και ο συντελεστής απόσβεσης περιγράφει πόσο γρήγορα το σύστημα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση. Όταν η φυσική συχνότητα του συστήματος μέτρησης είναι μικρότερη από τη συνήθη (12-20Hz) ή όταν η κυματομορφή της πίεσης περιέχει υψίσυχνα στοιχεία (π.χ. σε έντονη ταχυκαρδία), τότε ενδέχεται η φυσική συχνότητα του συστήματος να εξισωθεί με την θεμελιώδη συχνότητα του σήματος της πίεσης. Το φαινόμενο αυτό αποκαλείται συντονισμός (resonance) και η κυματομορφή της πίεσης εμφανίζεται τροποποιημένη, με έντονη ενίσχυση της κορυφής της (over-Shooting). Πέρα απ' την αυξημένη φυσική συχνότητα που απαιτείται να διαθέτει το σύστημα καθετήρας-μετατροπέας για αποφυγή του φαινομένου συντονισμού, πρέπει να έχει και τον κατάλληλο συντελεστή απόσβεσης. Αύξηση του (overdamped) συνοδεύεται από απώλεια λεπτομέρειας και πληροφοριών κατά την αναπαράσταση της κυματομορφής, ενώ μείωση (underdamped) προκαλεί εικόνα ενίσχυσης των κορυφαίων τιμών

(overshooting). Τα περισσότερα συστήματα monitoring πιέσεων είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε σε χαμηλές τιμές φυσικής συχνότητας, να στενεύει το εύρος των τιμών του συντελεστή απόσβεσης που επιτρέπει ακριβή αναπαράσταση της κυματομορφής της πίεσης. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι με την μείωση του μήκους του συστήματος, χωρίς επιπλέον χρήση προεκτάσεων και την αφαίρεση των όποιων φυσαλίδων αέρα ή πηγμάτων αίματος από τις συνδέσεις, επιτυγχάνεται η αύξηση της

φυσικής συχνότητας του συστήματος και απομακρύνεται η περίπτωση συντονισμού και overshooting.

Η επεμβατική μέτρηση αρτηριακής πίεσης υπόκειται και σε άλλου τύπου περιορισμούς εκτός των τεχνικών χαρακτηριστικών των συστημάτων καταγραφής. Αν και υπάρχει η τάση να θεωρείται η αρτηριακή πίεση ως δείκτης της αιματηρής ροής, πίεση και ροή αποτελούν ξεχωριστές φυσικές οντότητες. Η εξώθηση του όγκου παλμού σε κάθε συστολή δημιουργεί ένα κύμα πίεσης και ένα κύμα ροής. Το πρώτο τρέχει τουλάχιστον 20 φορές γρηγορότερα από το δεύτερο, με αποτέλεσμα το κύμα πίεσης που καταγράφεται στην περιφερική αρτηρία να προηγείται του όγκου αίματος (ροή = μεταβολή όγκου στη μονάδα χρόνου) κατά λίγα δευτερόλεπτα. Η αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων συνεπάγεται, κατά το ηλεκτρικό ανάλογο του νόμου του Ohm, μείωση της ταχύτητας μετάδοσης της ροής σε σχέση με την ταχύτητα της πίεσης. Γι' αυτό σε περιπτώσεις αγγειοσύσπασης και γενικά αυξημένων αγγειακών αντιστάσεων, η αρτηριακή πίεση δεν είναι αξιόπιστος δείκτης της αιματικής ροής. Επιπλέον η κυματομορφή της διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση μέτρησης. Όπως απέδειξε ο Guyton, η συστολική πίεση αυξάνεται καθώς το κύμα πίεσεως μεταδίδεται από την αριστερή κοιλία προς την περιφέρεια. Αυτή η αύξηση αντirroπείται από τη μείωση της γεωμετρικής επιφάνειας που καταλαμβάνει η κυματομορφή της αρτηριακής πίεσης, με αποτέλεσμα η μέση αρτηριακή πίεση να ελαττώνεται προς την περιφέρεια. Η αύξηση της συστολικής τιμής οφείλεται σε κύματα πίεσης που αντανακλώνται προς τα πίσω από την περιφέρεια. Καθώς το κύμα πίεσης κινείται, ανταλλάσσει ενέργεια με το αγγειακό τοίχωμα και η δυναμική ενέργεια που αποταμιεύεται κατά τη συστολή μετατρέπεται σε κινητική κατά τη διαστολή. Τα κύματα αυτά προστίθενται στα συστολικά που ακολουθούν και ενισχύουν την συστολική

πίεση, ιδιαίτερα όταν οι αρτηρίες έχουν μειωμένη ευενδοτότητα (π.χ. αθηρωμάτωση). Τελικά, η μόνη αξιόπιστη τιμή παραμένει η μέση αρτηριακή πίεση, καθώς αποτελεί την κατεξοχήν οδηγό πίεση της κυκλοφορίας (πίεση αριστερής κοιλίας-πίεση δεξιού κόλπου), ενώ παράλληλα δεν επηρεάζεται από τη θέση μέτρησης. Αποτελεί το γεωμετρικό μέσο όρο, δηλαδή το ολοκλήρωμα της επιφάνειας που περιλαμβάνει η κυματομορφή της πίεσης και ισοδυναμεί αδρά με τη διαστολική +  $1/3$  (συστολική-διαστολική πίεση). Επειδή η παραπάνω σχέση προέρχεται από τη γνώση ότι η διαστολή είναι τα  $2/3$  του καρδιακού κύκλου (60σφύξεις/λεπτό) η μέση αρτηριακή πίεση δεν είναι αξιόπιστη σε περιπτώσεις ταχυκαρδίας με μείωση της διαστολικής φάσης του

καρδιακού κύκλου. Πρακτικά, χωρίς όμως ο παρακάτω ορισμός να είναι χωρίς σημασία, η μέση πίεση αντιστοιχεί στην συνεχή πίεση στο σύστημα των περιφερικών αντιστάσεων που θα επέφερε το ίδιο μηχανικό αποτέλεσμα, δηλαδή την ίδια ροή<sup>14</sup>.

### 2.4.3 Μη επεμβατικός έλεγχος

Οι έμμεσες μέθοδοι μέτρησης της αρτηριακής πίεσης συνίστανται στη χρήση μίας περιχειρίδας με μανόμετρο, που τυλίγεται στον βραχίονα του ασθενούς και διατεινεται με αέρα, προκειμένου να δημιουργήσει μία πίεση που να συμπίεσει την υποκείμενη αρτηρία και τις φλέβες. Η περιχειρίδα ακολούθως αποσυμπιέζεται αργά, επιτρέποντας στην αρτηρία να ανοίξει. Η αρτηριακή πίεση υπολογίζεται είτε με την ανίχνευση των ήχων Korotkoff (μέθοδος ακρόασης), είτε με τη ψηλάφηση των σφύξεων (ταλαντομετρική μέθοδος). Στην πρώτη μέθοδο, ο πρώτος ήχος που ακούγεται αντιστοιχεί στην συστολική πίεση που καταγράφεται στο μανόμετρο ενώ ο τελευταίος ήχος αντιστοιχεί στην διαστολική. Το πρόβλημα με αυτή τη μέθοδο είναι ότι ενώ το ανθρώπινο αυτί έχει κριτική συχνότητα ανίχνευσης του ήχου στα 16Hz, το εύρος συχνοτήτων των ήχων Korotkoff βρίσκεται στα 25 με 50Hz. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το ανθρώπινο αυτί είναι σχεδόν κουφό στους ήχους που πρέπει να ακούσει για να μετρήσει την αρτηριακή πίεση. Επιπλέον, η περιχειρίδα πρέπει να είναι ικανή να προκαλεί ομότιμη συμπίεση της υποκείμενης αρτηρίας, κάτι που είναι

συνάρτηση του μεγέθους της. Το μήκος της πρέπει να είναι τουλάχιστον το 80% της περιφέρειας του άκρου και το πλάτος τουλάχιστον 40% της ίδιας περιφέρειας. Αν το μέγεθος είναι πολύ μικρό, οι μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης θα είναι ψευδώς ανεβασμένες. Επίσης, σε καταστάσεις με χαμηλές συστηματικές ροές π.χ. αιμοδυναμικά ασταθής άρρωστος, οι ήχοι Korotkoff δεν ακούγονται ικανοποιητικά γι' αυτό και δεν συνίσταται σε τέτοιους ασθενείς η χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου. Μία παραλλαγή της παραπάνω τεχνικής είναι η ταλαντωσιμετρία η οποία στηρίζεται στην αρχή της πληθυσμογραφίας. Όταν η περιχειρίδα φουσκώνει, οι σφυγμικές μεταβολές της πίεσης στην υποκείμενη αρτηρία προκαλούν περιοδικές μεταβολές της πίεσης στην ίδια τη φουσκωμένη περιχειρίδα. Η μέθοδος μετράει αυτές τις περιοδικές μεταβολές της πίεσης (ταλαντώσεις) ως έμμεση μέτρηση της σφυγμικής πίεσης της

υποκειμένης αρτηρίας. Στην καθημερινή κλινική πράξη παρατηρείται συχνά διάσταση μεταξύ των άμεσα και έμμεσα μετρούμενων τιμών της αρτηριακής πίεσης. Αυτό που πρέπει να αποτελεί γενικό κανόνα είναι ότι η έμμεση μέτρηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης υποεκτιμά ελαφρά την άμεση τιμή σε νορμοτασικούς ασθενείς, την υποεκτιμά αρκετά σε υπερτασικούς, ενώ σε καταστάσεις υπότασης την υπερεκτιμά. Η έμμεσα μετρούμενη διαστολική πίεση (που αποτελεί σημαντικά καθοριστικό παράγοντα της στεφανιαίας ροής) υπερεκτιμά ελαφρώς την άμεσα μετρούμενη τιμή<sup>14</sup>.

#### 2.4.4 Ηλεκτροκαρδιογράφημα

Όλοι οι ασθενείς χωρίς εξαίρεση χρήζουν συνεχούς ΗΚΓφικής καταγραφής, στα Χειρουργεία και στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας. Η επιλογή των απαγωγών (lead) καθορίζει τη διαγνωστική ευαισθησία της μεθόδου. Ο ηλεκτρικός άξονας της απαγωγής II είναι παράλληλος με τον κόλπο και καταγράφει τα κύματα P με το μεγαλύτερο δυναμικό, γι' αυτό και είναι σημαντικός για την ανίχνευση κολπικών αρρυθμιών και ισχαιμίας του κατώτερου καρδιακού τοιχώματος. Η απαγωγή V5 καθώς βρίσκεται στο 5ο μεσοπλεύριο διάστημα στην πρόσθια μασχαλιαία γραμμή, θεωρείται ιδανική για την ανίχνευση της πρόσθιας και πλάγιας κοιλιακής ισχαιμίας. Εξαιτίας των

χαμηλών δυναμικών που καταγράφονται, το ΗΚΓφικό σήμα επηρεάζεται συχνά από 'θόρυβο' όπως η διαθερμία κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται διάφορα φίλτρα τα οποία όμως είναι δυνατό να αλλοιώσουν την εικόνα του διαστήματος ST. Πολλά σύγχρονα monitors αντιμετωπίζουν αυτό το πρόβλημα με την δυνατότητα αυτόματης ανάλυσης και καταγραφής του διαστήματος ST. Η πτώση του πάνω από 1 mm, 60-80 milliseconds αμέσως μετά το σημείο J (το ακριβές τέλος του συμπλέγματος QRS) σε συνδυασμό με αναστροφή των T επαρμάτων, ή άνοδος του με συνοδά οξυκόρυφα T αποτελούν διαγνωστικά κριτήρια περιεγχειρητικής ισχαιμίας<sup>15</sup>.

#### 2.4.5 Κεντρική φλεβική πίεση

Η μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης χρησιμοποιείται ως οδηγός για την χορήγηση υγρών, ειδικά στο πλαίσιο αντιμετώπισης της υποογκαιμίας και του shock. Επιπλέον, ο κεντρικός καθετηριασμός είναι απαραίτητος για τη χορήγηση ιδιαίτερα των όξινων φαρμάκων (κίνδυνος θρομβοφλεβίτιδας σε περιφερική χορήγηση), τεχνητής παρεντερικής διατροφής και για την αναρρόφηση αέρα σε περιπτώσεις εμβολής (π.χ. χειρουργική οπίσθιου κρανιακού βόθρου). Η κεντρική φλεβική πίεση (CVP) λαμβάνεται κυρίως από ένα καθετήρα με το τελικό του άκρο στον δεξιό κόλπο ή στην άνω κοίλη φλέβα ή από τον εγγύς (Proximal) αυλό του καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας, για τον οποίο θα γίνει λόγος αργότερα. Η πίεση του δεξιού κόλπου και η CVP θεωρούνται ταυτόσημες. Η φυσιολογική της κυματομορφή αποτελείται από πέντε 'φασικά' γεγονότα, τρεις κορυφές (a,c,v) και δύο κοιλάνσεις (χ,y). Το κύμα a συμβαίνει στο τέλος της διαστολής και οφείλεται στην κολπική συστολή, η οποία αυξάνει την κολπική πίεση, ενώ ακολουθεί το κύμα P του ΗΚΓφήματος. Καθώς ο κόλπος χαλαρώνει, η κολπική πίεση πέφτει αρχικά και μετά ανεβαίνει (κύμα c). Αυτό το κύμα προέρχεται από την ισοογκαιμική κοιλιακή συστολή, που κλείνει την τριγλώχινα βαλβίδα και τη μετατοπίζει ελαφρά προς τον κόλπο. Το κύμα c πάντα ακολουθεί το έπαρμα R του ΗΚΓφήματος καθώς δημιουργείται με την έναρξη της κοιλιακής συστολής.

Ακολουθώντας, η κολπική πίεση συνεχίζει να μειώνεται κατά τη διάρκεια της κοιλιακής συστολής (κοιλανση χ) μέχρι την εκ νέου άνοδο (κύμα v), που προκαλείται από την φλεβική πλήρωση του κόλπου στο τέλος της συστολής με κλειστή την τριγλώχινα βαλβίδα (ισοογκαιμική χάλαση). Το κύμα αυτό ενδέχεται να είναι έντονο σε ασθενείς με ανεπάρκεια, της τριγλώχινας βαλβίδας, σε συνδυασμό με ελάττωση του κοιλιακού μέρους του κύματος χ. Το κύμα v συνήθως εμφανίζεται μετά τα έπαρμα T του ΗΚΓφήματος (σχήμα 11.4). Μετά η κολπική πίεση πέφτει καθώς ανοίγει η βαλβίδα και ακολουθεί η διαστολική πλήρωση (κοιλανση y). Σε σχέση με τον καρδιακό κύκλο και τις μηχανικές λειτουργίες της κοιλίας, η κυματομορφή της κολπικής πίεσης έχει τρία συστολικά στοιχεία (κύμα c, κοιλανση χ, κύμα v.) και δύο διαστολικά (κοιλανση y, κύμα a). Σημειώνοντας το έπαρμα R που προσδιορίζει το τέλος της διαστολής και την έναρξη της συστολής μπορούμε να προσδιορίσουμε τα συστολικά και διαστολικά μέρη της κολπικής πίεσης του δεξιού κόλπου<sup>16</sup>.

#### 2.4.6 Καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας.(Swan-Ganz)

Ο καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας για τους ενήλικες (PAC) έχει συνήθως μήκος 110 cm και εξωτερική διάμετρο 2.3 mm (7 French). Συνήθως φέρει δύο εσωτερικά κανάλια, ένα που διατρέχει όλο το μήκος του καθετήρα και ανοίγει στο τελικό του άκρο (distal) και ένα μικρότερο με άνοιγμα στα 30 cm από το τελικό άκρο του καθετήρα (proximal). Στο τελικό άκρο υπάρχει ένα μικρό μπαλόνι με χωρητικότητα 1.5 ml. Το μπαλόνι γεμίζει με αέρα από άλλο αυλό και λειτουργεί τόσο για την προώθηση του καθετήρα με τη ροή του αίματος όσο και προστατευτικά, καθώς εμποδίζει τη βλάβη-διάτρηση του τοιχώματος των κοιλοτήτων κατά τη διάρκεια της προώθησης προς την πνευμονική αρτηρία. Επιπλέον, υπάρχει ένας θερμίστορας (μετατροπέας που αισθάνεται τις μεταβολές θερμοκρασίας και τις μετατρέπει σε ηλεκτρικό ρεύμα), 4 cm από το τελικό άκρο του καθετήρα.

Ο θερμίστορας μετρά τις μεταβολές θερμοκρασίας κατά την ταχεία ροή ενός ψυχρού υγρού που εγχύεται μέσω του proximal άκρου του καθετήρα, και το ειδικό monitor υπολογίζει την καρδιακή παροχή με μέθοδο αντίστοιχη της

αρχής του Fick, όπως αναλύεται διεξοδικά σε επόμενη παράγραφο. Ενδείξεις χρήσης του καθετήρα αποτελούν διάφορα καρδιακά νοσήματα (π.χ. στεφανιαία νόσος, βαλβιδοπάθειες), οξεία και βαριά χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, χορήγηση υγρών σε διάφορες καταστάσεις αιμορραγικού ή σηπτικού shock και γενικά μείζονες χειρουργικές επεμβάσεις σε ασθενείς με καρδιολογικό ιστορικό και σημαντικές μετακινήσεις υγρών, διεγχειρητικά. Σχετικές αντενδείξεις θεωρούνται ο πλήρης αποκλεισμός αριστερού σκέλους, το σύνδρομο Wolff-Parkinson-White και η συγγενής ανωμαλία Ebstein, ενώ επιπλοκές της τεχνικής θεωρούνται η ρήξη της πνευμονικής αρτηρίας (πολύ σπάνια) και διάφορες αρρυθμίες που προκαλούνται κατά την προώθηση του καθετήρα. Ο καθετήρας εισέρχεται από την υποκλείδιο ή την έσω σφαγίτιδα φλέβα στην κεντρική κυκλοφορία ενώ το distal άκρο του καθετήρα συνδέεται, αμέσως πριν την εισαγωγή, με ένα μετατροπέα πίεσης. Οι τιμές και κυματομορφές της πίεσης καταγράφοντας συνεχώς κατά τη διάρκεια της εισαγωγής του (σχήμα 11.7). Αρχικά, στα 20 cm από το σημείο εισαγωγής (έσω σφαγίτιδα), καταγράφεται η κεντρική φλεβική πίεση ή πίεση του δεξιού κόλπου (6-12mmHg), καθώς ο καθετήρας προωθείται στον

δεξιό κόλπο. Ακολούθως εμφυσείται 1.5 ml αέρα στο μπαλόνι και ο καθετήρας προωθείται στη δεξιά κοιλία (30-35cm) όπου φαίνεται στην κυματομορφή έντονη άνοδος της συστολικής πίεσης (25mmHg) με παράλληλα χαμηλή διαστολική (3-7mmHg). Η τελοδιαστολική πίεση της δεξιάς κοιλίας (RVEDP) μετράται ταυτόχρονα με το έπαρμα R του ΗΚΓφήματος. Στα 40-45 cm ο καθετήρας μπαίνει στην πνευμονική αρτηρία όπου η συστολική πίεση παραμένει η ίδια, ενώ η διαστολική ξεπερνά την αντίστοιχη της δεξιάς κοιλίας (15mmHg), κάτι που επιβεβαιώνει τη σωστή τοποθέτηση του καθετήρα. Συνήθως στα 50 cm, το συστολικό στοιχείο της κυματομορφής εξαφανίζεται και η καμπύλη μοιάζει με την τυπική πίεση του αριστερού (ή δεξιού) κόλπου. Αυτή είναι η πίεση ενσφήνωσης (wedge pressure), με τιμές 6-12 mmHg, και σε αυτή τη θέση σταματά η επιπλέον προώθηση, ενώ ξεφουσκώνεται το μπαλόνι.

Στη θέση ενσφήνωσης το μπαλόνι αποκλείει μέρος της κυκλοφορίας σε ένα κομμάτι της πνευμονικής αγγειακής κοίτης (σχήμα 8). Η ροή σταματά ανάμεσα στο άκρο του καθετήρα και ένα σημείο όπου οι πνευμονικές φλέβες που παροχετεύουν την αποφραγμένη περιοχή συνδέονται με άλλες φλέβες που

παροχετεύουν προς τον αριστερό κόλπο την υπόλοιπη αγγειακή πνευμονική κοίτη. Έτσι, μία συνεχής στατική στήλη αίματος συνδέει την πίεση ενσφηνώσεως με το παραπάνω κομβικό σημείο που αντανακλά (λόγω χαμηλών αντιστάσεων των μεγάλων πνευμονικών φλεβών) τελικά την πίεση του αριστερού κόλπου (LAP). Συμπερασματικά, η πίεση wedge μετρά έμμεσα την πίεση του αριστερού κόλπου, η οποία με την σειρά της αντανακλά επίσης έμμεσα την τελοδιαστολική πίεση της αριστερής κοιλίας, που εξ ορισμού αποτελεί ένα μέτρο του προφορτίου της αριστερής κοιλίας. Η μέση πίεση wedge αντιστοιχεί στην υδροστατική πίεση των πνευμονικών τριχοειδών όταν η υδραυλικές αντιστάσεις στις πνευμονικές φλέβες θεωρούνται αμελητέες. Σύμφωνα με την εξίσωση Gaar, μπορεί να υπολογισθεί μια ενδεικτική πίεση για τα πνευμονικά τριχοειδή:

$$P_c - PCWP = 0.4(P_a - PCWP)$$

$$P_c = PCWP + 0.4(P_a - PCWP) \text{ όπου}$$

$P_c$ , πίεση των πνευμονικών τριχοειδών

$P_a$ , μέση πίεση της πνευμονικής αρτηρίας

PCWP, πίεση ενσφήνωσης



Με την προϋπόθεση ότι η μιτροειδής βαλβίδα λειτουργεί φυσιολογικά, η μέση τιμή της wedge συσχετίζεται ικανοποιητικά με την τελοδιαστολική πίεση της αριστερής κοιλίας (LVEDP). Μερικοί συσχετίζουν την τελοδιαστολική τιμή της πίεσης wedge, που προέρχεται από την κολπική συστολή, με την LVEDP (προφορτίο) και υπολογίζεται στο σημείο που αντιστοιχεί στο έπαρμα R. Σε φλεβοκομβικό ρυθμό, επειδή η κολπική πίεση προκαλεί την τελοδιαστολική φόρτιση όγκου της αριστερής κοιλίας, μπορεί η LVEDP να μετρηθεί από το κύμα α.της πίεσης ενσφήνωσης. Τα περισσότερα σύγχρονα monitors παρέχουν τη δυνατότητα ακριβούς επιλογής για το σημείο μέτρησης στην κυματομορφή της wedge. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτίμηση του προφορτίου (που είναι ο τελοδιαστολικός όγκος και όχι η τελοδιαστολική πίεση της αριστερής κοιλίας) είναι η φυσιολογική ευενδοτότητα (compliance) της αριστερής κοιλίας. Επειδή η ευενδοτότητα, ως σχέση πίεσης-όγκου περιγράφεται από εκθετική και όχι γραμμική εξίσωση, έπεται ότι η τελοδιαστολική πίεση ενσφήνωσης δεν αποτελεί αξιόπιστο δείκτη του προφορτίου, ειδικά σε περιπτώσεις μειωμένης

ευενδοτότητας της αριστερής κοιλίας, όπως υπέρταση, ισχαιμική καρδιοπάθεια, στένωση αορτικής βαλβίδας (σχήμα 9). Σ' αυτές τις περιπτώσεις η πλήρωση της αριστερής κοιλίας υποεκτιμάται από την τιμή της wedge. Η στένωση και η ανεπάρκεια της μιτροειδούς συνοδεύονται αντίθετα από υπερεκτίμηση του προφορτίου.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί η σχέση της πίεσης ενσφήνωσης και της κεντρικής φλεβικής πίεσης ως δείκτες ενδοαγγειακού όγκου και προφορτίου. Επειδή οι διαστολικές καμπύλες πίεσεως-όγκου των δύο κοιλιών διαφέρουν (η αριστερή είναι λιγότερο ευένδοτη) η ίδια μεταβολή όγκου στις δύο κοιλίες προκαλεί πολύ μεγαλύτερη μεταβολή πίεσης στην αριστερή κοιλία. Επομένως το ερώτημα δεν αφορά το αν συσχετίζονται οι μεταβολές της CVP και της πίεσης wedge αλλά το αν μικρές μεταβολές της πρώτης είναι κλινικά ανιχνεύσιμες, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την έμμεση αξιολόγηση του προφορτίου. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι οι πιέσεις που καταγράφονται είναι ενδοαγγειακές (πίεση μέσα στον αυλό σε σχέση με την ατμοσφαιρική που θεωρείται μηδενική). Εντούτοις, το προφορτίο είναι διατοιχωματική πίεση δηλαδή η διαφορά ενδο- και εξωαγγειακής πίεσης. Η τελευταία είναι η ενδοθωρακική η οποία μεταβάλλεται διαρκώς κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου. Η ενδοθωρακική πίεση θεωρείται μηδενική στο τέλος της εκπνοής, εκτός από περιπτώσεις ενεργητικής εκπνοής και εφαρμογής PEEP. Γι' αυτό

και οι μετρήσεις παρουσία PEEP, σύμφωνα με τον Pinsky, πρέπει να γίνονται μετά από αποσύνδεση του ασθενούς από τον αναπνευστήρα για 2-3 sec και να υπολογίζονται οι κατώτατες τιμές. Επιπλέον, ο καθετήρας πρέπει πάντα να βρίσκεται σε ζώνη III κατά West κάτι που επιβεβαιώνεται ακτινολογικά από τη θέση του κάτω από το επίπεδο του αριστερού κόλπου.<sup>16</sup>

#### 2.4.7 Θερμοαραίωση και υπολογισμός της καρδιακής παροχής

Ο νόμος του Fick αποτελεί μία κλασσική μοντελοποίηση φυσιολογικών διεργασιών που αφορούν αιματικές ροές. Σύμφωνα με αυτόν, η ποσότητα μίας ουσίας που μπαίνει σε ένα διαμέρισμα μέσω του αίματος, ισούται με το άθροισμα της ουσίας που αποθηκεύεται σ' αυτό το διαμέρισμα και το ποσό που απάγεται από το εξερχόμενο αίμα. Πρόκειται για την αρχή εισόδου-εξόδου (input-out-put principle, IOP), όπου σε σταθερές συνθήκες και σε μία δεδομένη χρονική στιγμή, ότι μπαίνει σε ένα κλειστό σύστημα ισούται με ότι βγαίνει από αυτό. Ας θεωρήσουμε ένα κλειστό σύστημα για χρονική περίοδο ενός λεπτού. Το σύστημα είναι σταθερό, δηλαδή η καρδιακή παροχή  $Q$  (lt/min) είναι σταθερή. Το σύστημα είναι οι πνεύμονες, η είσοδος είναι το συνολικό  $CO_2$  που εισέρχεται από την πνευμονική αρτηρία ( $Q \times C_{vCO_2}$ ) ενώ η έξοδος είναι λογικά αυτό που αποβάλλεται με τον αερισμό (και ισούται με το συνολικά παραγόμενο από τον μεταβολισμό  $V_{CO_2}$ ) συν αυτό που επιστρέφει στη συστηματική κυκλοφορία μέσα από τις πνευμονικές φλέβες ( $Q \times C_{aCO_2}$ ). Οπότε ισχύει:

$$Q \times C_{vCO_2} = V_{CO_2} + Q \times C_{aCO_2} \text{ και τελικά λύνοντας ως προς } Q \text{ ισχύει:}$$

$$Q = V_{CO_2} / (C_{vCO_2} - C_{aCO_2})$$

Η ίδια μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί με βάση την πρόσληψη οξυγόνου αντί της αποβολής διοξειδίου του άνθρακα. Σ' αυτή την περίπτωση η είσοδος του συστήματος 'πνεύμονες' είναι το προσλαμβανόμενο  $O_2$ , που ισοδυναμεί περίπου με το καταναλισκόμενο ( $V_{O_2}$ ) συν αυτό που προέρχεται σαν περίσσεια από το σύνολο του μεταβολισμού (μεικτό φλεβικό) μέσα από την πνευμονική αρτηρία ( $Q \times C_{vO_2}$ ). Έξοδος του συστήματος είναι το οξυγόνο στην συστηματική κυκλοφορία μέσα από τις πνευμονικές φλέβες ( $Q \times C_{aO_2}$ ). Οπότε ισχύει:

$$Q \times C_{vO_2} + V_{O_2} = Q \times C_{aO_2} \text{ και τελικά :}$$

$$Q = V_{O_2} / (C_{aO_2} - C_{vO_2})$$

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι, εφ' όσον είναι γνωστή είτε η κατανάλωση οξυγόνου είτε η παραγωγή-αποβολή διοξειδίου του άνθρακα και τα αντίστοιχα περιεχόμενα στο αρτηριακό και μεικτό φλεβικό αίμα, η καρδιακή παροχή είναι προσδιορίσιμη. Στην καθημερινή πράξη ωστόσο, τα μεγέθη αυτά δεν είναι διαθέσιμα, παρ' όλο που υπάρχουν στο εμπόριο συσκευές για τη μέτρηση τους. Οι παραπάνω εξισώσεις προσδιορίζουν έμμεσα την καρδιακή παροχή και αποτελούν τον έμμεσο νόμο του Fick.

Ας θεωρήσουμε μία σκιαστική ουσία που χορηγείται γρήγορα στην πνευμονική αρτηρία και ακολούθως ως υπολογίσουμε τη συγκέντρωσή της στο περιφερικό αίμα με συχνή δειγματοληψία σε διάστημα ενός λεπτού. Η καταγραφή σε καμπύλη της μεταβολής της συγκέντρωσής της στο χρόνο εμφανίζει μία αρχική άνοδο της τιμής και ακολούθως μία εκθετική πτώση. Σύμφωνα με την αρχή IOP η είσοδος στο σύστημα μάζας  $M$  της χρωστικής ισούται με την έξοδο μάζας της χρωστικής. Μαθηματικά, η συγκέντρωση  $M$  της ουσίας ορίζεται ως η επιφάνεια που περιλαμβάνεται από την κυματομορφή της συγκέντρωσης σε σχέση με το χρόνο, δηλαδή  $M = Q \times AUC$  (όπου  $AUC = \text{area under the curve}$ ). Τελικά ισχύει η σχέση  $Q = M/AUC$ . Αν αντί για ροή μάζας (συγκέντρωση χημικής ουσίας χρησιμοποιούμε ροή ενέργειας (π.χ. θερμότητα), τότε πρόκειται για υπολογισμό της καρδιακής παροχής με την μέθοδο της θερμοαραίωσης. Χορηγείται όγκος  $m$  ψυχρού φυσιολογικού ορού με θερμοκρασία  $\theta_{\text{οροϋ}}$  ο οποίος αναμιγνύεται με το αίμα και θερμαίνεται μέσα στον οργανισμό σε νέα θερμοκρασία  $\theta_1$ . Τότε σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύει:

$$Q = m(\theta_{\text{οροϋ}} - \theta_1) / AUC$$

Ο θερμίστορας του καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας ανιχνεύει τις μεταβολές θερμοκρασίας και τις μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα. Ακολούθως ο ηλεκτρονικός επεξεργαστής καταγράφει την αντίστοιχη καμπύλη θερμοκρασίας-χρόνου. Όσο μικρότερη είναι η καρδιακή παροχή τόσο πιο προοδευτική είναι η άνοδος και η πτώση της κυματομορφής, ενώ μεγαλύτερη είναι και η επιφάνεια που αφορίζεται από την καμπύλη της θερμοκρασίας. Οι παραπάνω μέθοδοι αποτελούν τον άμεσο νόμο του Fick. Πάντα, η χορήγηση του κρύου ορού πρέπει να γίνεται γρήγορα (2-4sec) και κατά προτίμηση στο τέλος της εκπνοής. Η τεχνολογία τελευταία παρέχει την δυνατότητα συνεχούς

καταγραφής της καρδιακής παροχής χωρίς την περιοδική χορήγηση κρύου φυσιολογικού ορού από μέρους μας. Επιπλέον υπάρχει και η δυνατότητα υπολογισμού της με μη επεμβατικές μεθόδους όπως είναι η διοισοφάγεια υπέρηχοκαρδιογραφία και το οισοφάγειο Doppler.

Με γνωστή πλέον την καρδιακή παροχή, είναι δυνατό να υπολογισθούν ο όγκος παλμού και οι αντιστάσεις της συστηματικής και πνευμονικής κυκλοφορίας:

$$CO = SV \times HR \text{ και άρα } SV = CO/HR$$

CO, η καρδιακή παροχή

SV, ο όγκος παλμούς

HR, η συχνότητα σφύξεων

Μία επιπλέον λειτουργία του καθετήρα πνευμονικής, πέρα από την μέτρηση των διαφόρων πιέσεων, είναι και ο υπολογισμός διαφόρων αιμοδυναμικών παραμέτρων σε σχέση με την εκάστοτε συνολική επιφάνεια σώματος. Η παραπάνω αναγωγή στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του ασθενή είναι απαραίτητη για την αντίληψη του μέτρου διαφοροποίησης από το φυσιολογικό (άλλη είναι η καρδιακή παροχή και τα υπόλοιπα αιμοδυναμικά μεγέθη σε ένα μικρό παιδί και άλλη σε έναν μεγάλωμο ενήλικα). Η σωματική επιφάνεια προσδιορίζεται από τον τύπο DuBois:

$$BSA(m^2)=[Ht(cm)+Wt(Kg)-60]/100$$

BSA, επιφάνεια σώματος

Ht, ύψος

Wt, βάρος

$$CI=CO/BSA$$

CI, καρδιακός δείκτης

CO, καρδιακή παροχή, με φ.τ. 2.4-4L/min/m<sup>2</sup>

$$SV=CO/HR$$

SV, όγκος παλμού, με φ.τ. 40-50ml

HR, καρδιακή συχνότητα

$$SVRI=(MAP-CVP)*80/CI$$

SVRI, δείκτης συστηματικών περιφερικών αντιστάσεων

(φ.τ. 1800-2500 dynes/sec/cm<sup>5</sup>/m<sup>2</sup>)

MAP, μέση αρτηριακή πίεση

CVP, κεντρική φλεβική πίεση

$$PVRI = (PAP - PCWP) * 80 / CI$$

PVRI, δείκτης πνευμονικών περιφερικών αντιστάσεων

(φ. τ. 200-400 dynes/sec/cm<sup>5</sup>/m<sup>2</sup>)

PAP, μέση πίεση πνευμονικής αρτηρίας

PCWP, πίεση ενσφίνωσης

Από τις μετρήσεις με τον καθετήρα πνευμονικής και σε συνδυασμό με αποτελέσματα από τις μετρήσεις αερίων αίματος προκύπτουν μια σειρά από εξαιρετικά σημαντικές παραμέτρους για την αντιμετώπιση του βαρέως πάσχοντα ασθενή: περιεχόμενο αρτηριακού αίματος σε O<sub>2</sub> (CaO<sub>2</sub>, φ.τ.: 15-20 ml/dl):  $CaO_2 = (1,39 \times Hb) \chi (SpO_2) + (PaO_2 \chi 0,0031)$

Hb = αιμοσφαιρίνη

SpO<sub>2</sub> = κορεσμός αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο

PaO<sub>2</sub> = μερική πίεση οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα

0,0031 = συντελεστής διαλυτότητας οξυγόνου στο αίμα μεταφερόμενο οξυγόνου του αρτηριακού αίματος (D<sub>O<sub>2</sub></sub>, φ. τ.: 520-570 ml/min/m<sup>2</sup>):

$$DO_2 = CI \times 1,34 \times Hb \times SpO_2$$

κατανάλωση οξυγόνου (V<sub>O<sub>2</sub></sub>):

$$V_{O_2} = CI * 1.34 * Hb * (SpO_2 - SvO_2)$$

CI, καρδιακός δείκτης

Hb = αιμοσφαιρίνη

SpO<sub>2</sub> = κορεσμός αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο

SvO<sub>2</sub> = κορεσμός μεικτού φλεβικού αίματος

κλάσμα δέσμευσης οξυγόνου (0.2ER, με φυσιολογικές τιμές 20-30%):

$$O_2ER = V_{O_2} / DO_2 \times 100$$

Ο συνδυασμός των παραπάνω παραμέτρων μας βοηθάει να διαφοροδιαγνώσουμε καταστάσεις χαμηλής καρδιακής παροχής, όπως προβλέπεται και από την ταξινόμηση Killip-Forrester, Σύμφωνα με αυτήν, οι καταστάσεις χαμηλής ροής χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: 1. χαμηλή πίεση wedge και χαμηλός καρδιακός δείκτης (υποογκαιμία), 2. χαμηλή πίεση wedge και υψηλός δείκτης (συμπαθητικοτονία), 3.

υψηλή πίεση wedge και υψηλός δείκτης (υπερφόρτωση υγρών) και 4. υψηλή πίεση wedge και χαμηλός καρδιακός δείκτης (πρωτοπαθής καρδιακή ανεπάρκεια)<sup>17</sup>.

## 2.5 MONITORING ΑΝΑΙΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 2.5.1 Monitoring αερίων αίματος, δείκτες οξυγόνωσης

Η μέτρηση της μερικής πίεσης του οξυγόνου (PaO<sub>2</sub>, του διοξειδίου του άνθρακα (PaCO<sub>2</sub>) και του pH στο αρτηριακό αίμα είναι η πιο συχνή εργαστηριακή εξέταση στα Χειρουργεία και στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας. Αποτελεί τον σημαντικότερο τρόπο εκτίμησης και θεραπείας των μηχανικά αεριζόμενων ασθενών. Η ανάλυση αερίων αίματος προϋποθέτει την παρακέντηση μίας αρτηρίας (κερκιδική ή μηριαία).

Οι σύγχρονοι αναλυτές αερίων αίματος έχουν ενσωματωμένους ηλεκτροχημικούς αισθητήρες (ηλεκτρόδια). Η μέτρηση της PaO<sub>2</sub> βασίζεται στο πολαρογραφικό ηλεκτρόδιο του Clark, που έχει κάθοδο από λευκόχρυσο (πλατίνα), άνοδο από χλωριούχο άργυρο (AgCl) και είναι εμβαπτισμένο σε ρυθμιστικό διάλυμα χλωριούχου καλίου. Καλύπτεται από μία μεμβράνη η οποία επιτρέπει εκλεκτικά τη διάδοση του O<sub>2</sub> του εξεταζόμενου δείγματος προς το ρυθμιστικό διάλυμα. Η εφαρμογή δυναμικού 0,6Volt μεταξύ καθόδου και ανόδου προκαλεί αναγωγή των μορίων του διαλυμένου O<sub>2</sub>, ώστε κάθε μόριο του να προσλαμβάνει 4 ηλεκτρόνια. Οι χημικές αντιδράσεις είναι οι ακόλουθες:



Η μέτρηση του pH γίνεται από ένα σύστημα δύο ηλεκτροδίων, το ηλεκτρόδιο αναφοράς από χλωριούχο υδράργυρο, που είναι εμβαπτισμένο σε διάλυμα χλωριούχου καλίου, ώστε να παρέχει ένα σταθερό ρεύμα αναφοράς, και το ηλεκτρόδιο μέτρησης από χλωριούχο άργυρο (AgCl) εμβαπτισμένο σε ρυθμιστικό διάλυμα με σταθερό pH (6,840). Το ηλεκτρόδιο αυτό φέρει στην κορυφή του γυάλινη μεμβράνη που είναι ευαίσθητη στις μεταβολές του pH, ικανή δηλαδή να εμφανίσει στα άκρα της μία διαφορά δυναμικού

σε περίπτωση μεταβολής της συγκέντρωσης των ιόντων  $H^+$  μεταξύ των υγρών. Τέλος, οι μεμβράνες των κορυφών των δύο ηλεκτροδίων βρίσκονται μέσα σε διάλυμα χλωριούχου καλίου, όπου εγχέεται το προς εξέταση υγρό. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των ηλεκτροδίων καταγράφεται από ένα βολτόμετρο και είναι ανάλογη του pH που μετράται.

Η μέτρηση της  $PaCO_2$  βασίζεται στη χημική μετατροπή του  $CO_2$  σε ιόντα  $H^+$  και γίνεται στο ηλεκτρόδιο Severinghaus. Περιέχει και αυτό δύο ηλεκτρόδια. Το ηλεκτρόδιο μέτρησης φέρει στην κορυφή του γυάλινη μεμβράνη που είναι ευαίσθητη στις μεταβολές του pH και διαχωρίζεται από το εξεταζόμενο δείγμα με μία μεμβράνη σιλικόνης. Ο χώρος μεταξύ των δύο μεμβρανών περιέχει διάλυμα κορεσμένο σε διττανθρακικά. Όταν το  $CO_2$  του δείγματος εισέλθει μέσω της μεμβράνης σιλικόνης στο χώρο των  $HCO_3^-$ , η συγκέντρωση πρωτονίων που προκύπτει είναι ευθέως ανάλογη της  $PaCO_2$ . Κατά τη λήψη αρτηριακού αίματος για τον υπολογισμό των αερίων απαιτείται προσοχή σε περίπτωση κατά λάθος λήψης φλεβικού αντί αρτηριακού, ύπαρξης φουσαλίδων αέρα ή θρόμβων αίματος, μεγάλης ποσότητας ηπαρίνης στη σύριγγα (>0.2ml) που δημιουργεί ψευδώς χαμηλές τιμές  $PaO_2$  και  $HCO_3^-$  λόγω αραίωσης, αλλά και σε περίπτωση καθυστερημένης μέτρησης (πάνω από 30 λεπτά), καθώς ο μεταβολισμός των λευκοκυττάρων και των υπόλοιπων εμόρφων προκαλεί ψευδώς χαμηλές τιμές  $PaO_2$  και pH και αύξηση της  $PaCO_2$ . Τελικά οι παραπάνω μετρήσεις αποτελούν μία στατική και όχι δυναμική εκτίμηση μίας ταχέως μεταβαλλόμενης παθοφυσιολογικής διαταραχής, η οποία δεν προλαμβάνεται αλλά απλά επιβεβαιώνεται εκ των υστέρων, εν μέσω μεγάλων διακυμάνσεων, των μετρούμενων τιμών.

Η μέτρηση των αερίων του αρτηριακού αίματος επιτρέπει τον υπολογισμό ορισμένων δεικτών με τους οποίους εκτιμάται τόσο η επάρκεια των πνευμόνων για ανταλλαγή των αερίων, όσο και η παροχή οξυγόνου στους ιστούς<sup>11</sup>.

## 2.5.2 Κυψελιδο-αρτηριακή διαφορά μερικής πίεσης οξυγόνου

Η κυψελιδική μερική πίεση του οξυγόνου (PAO<sub>2</sub>) προσδιορίζεται από την εξίσωση των κυψελιδικών αερίων

$$PAO_2 = Fio_2 (PB - p_{H_2O}) - (Paco_2 / RQ) \quad (\text{εξίσωση 14})$$

Fio<sub>2</sub> = επί τοις εκατό ποσοστό εισπνεόμενου O<sub>2</sub>

PB = βαρομετρική πίεση (760 mmHg)

pH<sub>2O</sub> = μερική πίεση υδρατμών στη θερμοκρασία σώματος (47 mmHg)

RQ = αναπνευστικό πηλίκιο

Σε φυσιολογικές συνθήκες αερισμού με ατμοσφαιρικό αέρα, η αντικατάσταση των τιμών δίνει PAO<sub>2</sub> = 0.21(760-47)-(40/0,8) = 100 mmHg. Επειδή η αρτηριακή PaO<sub>2</sub> είναι περίπου 90 mmHg, η κυψελιδο-αρτηριακή διαφορά A-a P<sub>O</sub><sub>2</sub> σε φυσιολογικά νεαρά άτομα στο επίπεδο της θάλασσας είναι 10 mmHg και αυξάνεται μέχρι 30, στις μεγαλύτερες ηλικίες. Για κάθε αύξηση του Fio<sub>2</sub> κατά 10%, η διαφορά A-a P<sub>O</sub><sub>2</sub> αυξάνεται κατά 5-7 mmHg.

Λόγος PaO<sub>2</sub> / Fio<sub>2</sub>

### 2.5.2.α Λόγος PaO<sub>2</sub> / PAO<sub>2</sub>

Σε αντίθεση με τη διαφορά A-a P<sub>O</sub><sub>2</sub>, ο συγκεκριμένος λόγος δεν επηρεάζεται από τις τιμές του Fio<sub>2</sub>.

Η ιδιαίτερη σημασία αυτού του δείκτη συνίσταται στη συσχέτιση του με το ποσοστό του shunt (Q<sub>s</sub> /Q<sub>t</sub>), σύμφωνα με την αδρή σχέση: αν PaO<sub>2</sub> / Fio<sub>2</sub> < 200 τότε Q<sub>s</sub>/Q<sub>t</sub> > 20% και αν PaO<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> > 200, τότε Q<sub>s</sub>/Q<sub>t</sub> < 20%.

### 2.5.2.γ Ενδοπνευμονικό shunt (Q<sub>s</sub>/Q<sub>t</sub>)

Πρόκειται για την ποσότητα του μεικτού φλεβικού αίματος (αίμα της πνευμονικής αρτηρίας μετά την ανάμειξη στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες φλεβικού αίματος με διαφορετικό κορεσμό, που προέρχεται από τα διάφορα όργανα, του οργανισμού) που εκτίθεται σε PAO<sub>2</sub> μικρότερη από τη φυσιολογική. Η κατάσταση αυτή αφορά κυψελίδες με σχέση αερισμού/αιμάτωσης μικρότερη της μονάδας (V/Q <1). Η φυσιολογική τιμή του shunt είναι μικρότερη από 10%. Η κλασική εξίσωση του shunt υπολογίζεται σε συνθήκες εισπνοής 100% O<sub>2</sub>: Q<sub>s</sub>/Q<sub>T</sub>=(CcO<sub>2</sub> -CaO<sub>2</sub>)/( CcO<sub>2</sub> -CvO<sub>2</sub>),

Q<sub>s</sub> = η ροή παράκαμψης (shunt) σε μονάδες όγκου προς χρόνο



$QT$  = η συνολική ροή (καρδιακή παροχή) σε μονάδες όγκου προς χρόνο  
 $CcO_2$  = περιεκτικότητα σε  $O_2$  του τελοτριχοειδικού αίματος (υπολογίζεται από την  $PAO_2$  με την παραδοχή ότι η αντίστοιχη  $PcO_2$  ισούται με την κυψελιδική),  
 $CaO_2$  = περιεκτικότητα σε  $O_2$  του αρτηριακού αίματος  
 $CvO_2$  = περιεκτικότητα σε  $O_2$  του μεικτού φλεβικού<sup>18</sup>.

#### 2.5.2.δ Μερική πίεση μεικτού φλεβικού $O_2$ ( $PvO_2$ )

Το οξυγόνο στο αρτηριακό αίμα αναπαριστά το άθροισμα του οξυγόνου στο μεικτό φλεβικό (πνευμονική αρτηρία) και αυτό που προστίθεται απ' τα κυψελιδικά αέρια. Όταν η ανταλλαγή των αερίων είναι φυσιολογική, η κυψελιδική  $PO_2$  ( $PAO_2$ ) είναι ο κύριος καθοριστικός παράγοντας της αρτηριακής  $PaO_2$ . Όταν όμως η ανταλλαγή των αερίων είναι παθολογική, η συνεισφορά της κυψελιδικής ελαττώνεται ενώ αυξάνεται η αντίστοιχη του μεικτού φλεβικού. Με άλλα λόγια, σε φυσιολογικές καταστάσεις η  $PaO_2$ , είναι ανεξάρτητη από την περιεκτικότητα (κορεσμό ή μερική πίεση) του οξυγόνου στο μεικτό φλεβικό, ενώ σε βαριές καταστάσεις εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την  $PvO_2$ .<sup>19</sup>

### 2.5.3 Οξυμετρία

#### 2.5.3.α Παλμική οξυμετρία

Ο όρος οξυμετρία αναφέρεται στις διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τον απολογισμό του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης με οξυγόνο στο αίμα και αποτελεί συνδυασμό της φασματοφωτομετρίας και της πληθυσμογραφίας. Τοποθετείται στο δάκτυλο του ασθενούς ένας αισθητήρας που περιέχει δύο διόδους που εκπέμπουν φως και έναν φωτοανιχνευτή (φωτοδίοδος). Η οξυμετρία στηρίζεται στην παρατήρηση ότι η οξυγονωμένη και η μη οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη απορροφούν διαφορετικά το ερυθρό και το υπέρυθρο φως, χρησιμοποιώντας ως αρχή τον νόμο Lambert-Beer. Σύμφωνα με αυτόν, η συγκέντρωση μίας ουσίας σε ένα διάλυμα είναι ανάλογη με την ένταση του φωτός που μεταδίδεται μέσα από αυτό.

Συγκεκριμένα, η οξυαιμοσφαιρίνη (HbO<sub>2</sub>) απορροφά περισσότερο το υπέρυθρο φως (990nm), ενώ η δεσοξυαιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο το ερυθρό (660nm). Επομένως, οι αλλαγές στην απορρόφηση του φωτός κατά τη διάρκεια των αρτηριακών παλμών αποτελούν τη βάση των μετρήσεων. Η αναλογία απορρόφησης ερυθρού και υπέρυθρου αναλύεται από έναν μικροεπεξεργαστή και προσδιορίζεται ο κορεσμός σε οξυγόνο. Οι αρτηριακοί παλμοί υπολογίζονται με την πληθυσμογραφία, επιτρέποντας διορθώσεις για το απορροφούμενο φως από το μη σφυγμικό φλεβικό αίμα και τους ιστούς. Τα παλμικά οξυγονόμετρα, εκτός του κορεσμού, παρέχουν πληροφορίες και για την ιστική αιμάτωση και μετρούν παράλληλα και την καρδιακή συχνότητα. Επειδή ο φυσιολογικός κορεσμός είναι περίπου 100% μόνο σημαντικές ανωμαλίες γίνονται αντιληπτές στους αναισθητοποιημένους αρρώστους. Με βάση την εκάστοτε καμπύλη αποδέσμευσης της αιμοσφαιρίνης, ο κορεσμός 90% μπορεί να αντιστοιχεί σε PaO<sub>2</sub> μικρότερο από 65mmHg. Παράγοντες που επηρεάζουν την παλμική οξυμετρία είναι το σχήμα της καμπύλης διαχωρισμού της HbO<sub>2</sub>, παθολογικές αιμοσφαιρίνες (π.χ. ανθρακυλαιμοσφαιρίνη, μεθαιμοσφαιρίνη), αναιμία, έντονη υπόταση, ίκτερος και η κακή τοποθέτηση του ακροδέκτη. Ειδικά όσον αφορά στην ανθρακυλαιμοσφαιρίνη, το οξύμετρο θα καταγράψει ψευδώς ανεβασμένες τιμές σε ασθενείς με δηλητηρίαση με μονοξείδιο του άνθρακα. Η μεθαιμοσφαιρίνη έχει τον ίδιο συντελεστή απορρόφησης για το ερυθρό και το υπέρυθρο. Η επακόλουθη αναλογία 1/1 αντιστοιχεί σε κορεσμό 85%, προκαλώντας ψευδώς χαμηλές τιμές αρτηριακού κορεσμού.

### 2.5.3.β Οξυμετρία μεικτού φλεβικού αίματος

Ειδική αναφορά γίνεται για τη συνεχή καταγραφή του κορεσμού σε οξυγόνο του μεικτού φλεβικού αίματος (SvO<sub>2</sub>). Σύμφωνα με την έμμεση μέθοδο του νόμου του Fick, όπως φαίνεται από την εξίσωση 3, ισχύει η σχέση:

$$V_{O_2} = C_0 \times (C_{aO_2} - C_{vO_2}) \text{ ή}$$

$$V_{O_2} = CO \times Hb \times 1,34 \times (SaO_2 - SvO_2) \text{ ή}$$

$$SvO_2 = SaO_2 - V_{O_2} / CO \times Hb \times 1,34$$

Όπως φαίνεται από την παραπάνω εξίσωση, το SvO<sub>2</sub> αντικατοπτρίζει την σχέση προσφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου από τους ιστούς και αντανακλά την ολική

κατακράτηση οξυγόνου, καθώς η μέτρηση του γίνεται στο αίμα της πνευμονικής αρτηρίας μετά την ανάμειξη στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες φλεβικού αίματος με διαφορετικό κορεσμό, που προέρχεται από τα διάφορα όργανα του οργανισμού. Οι φυσιολογικές τιμές κυμαίνονται μεταξύ 73-85%. Σε φυσιολογικές καταστάσεις, οι αυξημένες ανάγκες των ιστών να  $O_2$  σημαίνουν αύξηση της καρδιακής παροχής και μεταφοράς του στην περιφέρεια, προκειμένου το  $SvO_2$  να παραμείνει σταθερό. Όταν  $SvO_2 > 65\%$ , υπάρχουν ικανοποιητικές εφεδρείες σε οξυγόνο, ενώ όταν  $SvO_2 < 50\%$ , οι εφεδρείες είναι ανεπαρκείς και υπάρχει ιστική υποξία. Η αρχή μέτρησης του  $SvO_2$  στηρίζεται στην αντανακλαστική φασματοφωτομετρία. Ο καθετήρας που χρησιμοποιείται έχει οπτικές ίνες που μεταφέρουν το φως, που εκπέμπεται από δύο δυοδικές λυχνίες, όμοιες μ' αυτές που χρησιμοποιούνται στα παλμικά οξυγονόμετρα. Το πηλίκιο του φωτός που ανακλάται και αυτού που προσπίπτει και στα δύο μήκη κύματος, συγκρίνεται από έναν υπολογιστή με αντίστοιχη τιμή αναφοράς του  $SvO_2$  με ειδικό αλγόριθμο. Η τιμή που προκύπτει αντιστοιχεί στο  $SvO_2$  που μετράται. Ελάττωσή του παρατηρείται σε καταστάσεις χαμηλής καρδιακής

παροχής, ελαττωμένης συγκέντρωσης αιμοσφαιρίνης και σε αυξημένο μεταβολισμό, ενώ αύξηση του συνοδεύει κάθε κατάσταση με αυξημένη παροχή οξυγόνου στους ιστούς ή ελαττωμένη απόσπαση οξυγόνου ( $O_2ER$ , εξίσωση 13) (π.χ. σηπτικό shock). Η αξία της μέτρησης του  $SvO_2$  φαίνεται και από το γεγονός ότι οι τιμές του βρίσκονται στο κατακόρυφο τμήμα της σιγμοειδούς καμπύλης διαχωρισμού της οξυαιμοσφαιρίνης, με αποτέλεσμα η σχέση του με το  $PvO_2$  να είναι ευθέως ανάλογη. Μεταβολή της  $PvO_2$  κατά 1 mmHg προκαλεί μεταβολή του  $SvO_2$  κατά 2%.

### 2.5.3.γ Παράμετροι ιστικής οξυγόνωσης

Οι μεταβολικές ανάγκες σε οξυγόνο είναι ουσιαστικά η ταχύτητα μεταβολισμού του σε νερό στα μιτοχόνδρια και ορίζονται από την ταχύτητα πρόσληψης από τη μικροκυκλοφορία ( $Vo_2$ ). Όταν η τελευταία δεν ανταποκρίνεται στις μεταβολικές ανάγκες, ένα μέρος του μεταβολισμού της γλυκόζης οδηγείται προς σχηματισμό γαλακτικού οξέος και 2 mol ATP (47 Kcal)/mol γλυκόζης, αντί 36 mol ATP (673

Kcal/mol γλυκόζης). Γενικά, όταν η παροχή  $O_2$  μειώνεται, η παραγωγή ATP επίσης μειώνεται, κάτι που αποκαλείται δυσοξία.

Η παροχή οξυγόνου δίνεται από τη σχέση  $DO_2 = CI \times 1,34 \times Hb \times SaO_2$ , όπως ήδη αναφέρθηκε, ή  $DO_2 = CaO_2 \times CO \times 10$  (10=παράγοντας μετατροπής των μονάδων) με φυσιολογικές τιμές 520-570 ml/min/m<sup>2</sup> ή 800-1200 ml/min. Φαίνεται η σημασία της καρδιακής παροχής, της περιεκτικότητας του αίματος σε αιμοσφαιρίνη και του αρτηριακού κορεσμού σε οξυγόνο για την επαρκή μεταφορά του  $O_2$  στους ιστούς. Η κατανάλωση  $VO_2$  προσδιορίζεται από την εξίσωση 3 ή μέσω της εξίσωσης 12,  $VO_2 = (CaO_2 - CvO_2) \times Q \times 10$  με φυσιολογικές τιμές 110-160 ml/min/m<sup>2</sup> ή 250 ml/min. Χαμηλή  $VO_2$  σημαίνει έλλειμμα  $O_2$  και προβληματική ιστική οξυγόνωση.

Τόσο η παροχή όσο και η κατανάλωση οξυγόνου υπολογίζονται με τη βοήθεια του καθετήρα πνευμονικής αρτηρίας και τη μέθοδο της θερμοαραίωσης. Εντούτοις, η  $VO_2$  δύναται να υπολογιστεί και με τη μέθοδο της έμμεσης θερμοδομετρίας από τον εισπνεόμενο και εκπνεόμενο όγκο αέρα, με τη χρήση ειδικών αλγορίθμων. Το κλάσμα δέσμευσης οξυγόνου  $O_2ER = VO_2 / DO_2 \times 100$ , έχει φυσιολογικές τιμές 20-30%. Αυτό σημαίνει ότι από το συνολικό διαθέσιμο οξυγόνο στο τριχοειδικό αίμα μόνο το 20-30% χρησιμοποιείται για τον αερόβιο μεταβολισμό. Σε περιπτώσεις μείωσης του  $DO_2$  (π.χ. πτώση της καρδιακής παροχής), το  $O_2ER$  αυξάνεται μέχρι το 0,5 ή 0,6 το  $SvO_2$  μειώνεται ενώ η κατανάλωση παραμένει σταθερή ( $VO_2 - DO_2$  μη εξάρτηση).

Σαν μηχανισμός πιθανολογείται το άνοιγμα των προτριχοειδικών σφικτήρων στους ιστούς με διεύρυνση του αγγειακού δικτύου. Αυτός όμως ο μηχανισμός δεν έχει απεριόριστες δυνατότητες. Όταν επέλθει πλήρης αγγειοδιαστολή και επιστράτευση του αγγειακού δικτύου, δεν είναι δυνατή μεγαλύτερη αύξηση του  $O_2ER$ , με αποτέλεσμα το  $VO_2$  να μεταβάλλεται ανάλογα με την προσφορά ( $VO_2 - DO_2$  εξάρτηση).

Η τιμή του  $DO_2$  στην οποία το  $VO_2$  γίνεται απόλυτα εξαρτώμενο από την παροχή, αποκαλείται κρίσιμη τιμή και σε αναισθητοποιημένους ασθενείς είναι περίπου 300 ml/min/m<sup>2</sup>. Η υποχρεωτική ελάττωση του  $VO_2$  λόγω μείωσης της προσφοράς προκαλεί ιστική υποξία, αναερόβιο μεταβολισμό και γαλακτική οξέωση. Έχει βρεθεί ότι ελάττωση της προσφοράς ικανή να προκαλέσει μείωση του  $SvO_2$  κάτω του 50% δημιουργεί ιστική υποξία και γαλακτική οξέωση. Εντούτοις, συχνά αυτή η μείωση αποδίδεται στο γεγονός ότι ο υπολογισμός της προσφοράς και κατανάλωσης, βάσει του νόμου του Fick, χρησιμοποιεί τρεις κοινές παραμέτρους, αιμοσφαιρίνη, καρδιακή παροχή και αρτηριακό κορεσμό. Αν η  $VO_2$  υπολογιστεί ανεξάρτητα από την  $DO_2$ , π. χ με έμμεση θερμοδομετρία, η παθολογική  $VO_2 - DO_2$  εξάρτηση καταργείται (φαινόμενο

μαθηματικής σύζευξης). Γενικά, η υπολογιζόμενη βάσει των τύπων  $\dot{V}O_2$  πρέπει να μεταβάλλεται τουλάχιστον κατά 15% για να θεωρηθεί κλινικά σημαντική η μεταβολή, ενώ αποτελεί μεθοδολογικό λάθος η συσχέτιση τιμών  $\dot{V}O_2$  και  $\dot{D}O_2$  σε χρονικές περιόδους μεγαλύτερες από μερικές ώρες, καθώς η πρώτη υφίσταται μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με την κλινική κατάσταση του ασθενούς<sup>20</sup>.

#### 2.5.4 Monitoring του εκπνεόμενου $CO_2$

Η μέτρηση του εκπνεόμενου  $CO_2$  αποτελεί ένα μη επεμβατικό τρόπο εκτίμησης της επάρκειας του αερισμού και είναι χρήσιμη σε κάθε είδους αναισθησιολογική πράξη. Δεν υπάρχουν αντενδείξεις. Καπνομετρία είναι η συνεχής μέτρηση του τελοεκπνευστικού  $CO_2$  κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου, ενώ καπνογραφία είναι η συνεχής καταγραφή της κυματομορφής του  $CO_2$  από τον καπνογράφο. Τα περισσότερα καπνόμετρα χρησιμοποιούν την φασματοσκοπία απορρόφησης στην υπέρυθρη περιοχή, γιατί το  $CO_2$  απορροφά το φως σε μία μικρού εύρους ζώνη του υπέρυθρου φωτός (4,3 $\mu$ m). Σαν μέτρηση του τελοεκπνευστικού  $CO_2$  ( $P_{ET}CO_2$ ) υπολογίζεται η διαφορά απορροφητικότητας του υπέρυθρου φωτός μεταξύ του εξεταζόμενου δείγματος και ενός δείγματος αναφοράς. Οι καπνογράφοι διακρίνονται σε κυρίας ροής (main stream) και παράπλευρης ροής (side stream) αέρα.

Στους πρώτους, που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε διασωληνωμένους ασθενείς, ο αισθητήρας βρίσκεται μεταξύ του ενδοτραχειακού σωλήνα και του κυκλώματος του αναπνευστήρα, ενώ στους δεύτερους, που χρησιμοποιούνται και σε μη διασωληνωμένους ασθενείς, μία αντλία αρνητικής πίεσης αναρροφά συνεχώς δείγμα εκπνεόμενου αέρα με ροή 50-500 ml/min. Το δείγμα μεταφέρεται με τριχοειδή σωλήνα σε μία υδατοπαγίδα για την κατακράτηση των υδρατμών και ακολούθως, στον αναλυτή. Οι καπνογράφοι κυρίας ροής (main stream) πλεονεκτούν σε σχέση με τους παράπλευρης ροής (side stream) λόγω ταχύτερης ανταπόκρισης, μεγαλύτερης ακρίβειας και καλύτερης απεικόνισης της κυματομορφής του  $CO_2$ .

Το φυσιολογικό καπνογράφημα παρουσιάζει τρεις φάσεις: φάση I, όπου καταγράφεται η μερική πίεση του  $CO_2$  στον ανατομικό νεκρό χώρο που είναι πρακτικά μηδέν. Φάση II, όπου φαίνεται η ταχέως αυξανόμενη μερική πίεση του  $CO_2$ , καθώς ο εκπνεόμενος κυψελιδικός αέρας αναμειγνύεται με τον αέρα του νεκρού χώρου. Φάση III, όπου καταγράφεται το σχετικά σταθερό επίπεδο του  $CO_2$  (plateau  $CO_2$ ) κατά την εκπνοή του κυψελιδικού αέρα. Σε φυσιολογικά άτομα η διαφορά  $PaCO_2$  και  $P_{ET}CO_2$  κυμαίνεται

μεταξύ 1-5mmHg, ενώ σε παθολογικές καταστάσεις με ανομοιογενή κατανομή του αερισμού, η παραπάνω διαφορά αυξάνεται σημαντικά. Οι πιο συνηθισμένες κλινικές εφαρμογές της καπνογραφίας είναι ο έλεγχος της επιτυχούς διασωλήνωσης (απουσία κυματομορφής σε περίπτωση διασωλήνωσης του οισοφάγου), ο έλεγχος της επιτυχούς καρδιοαναπνευστικής αναζωογόνησης (όπου οι τιμές της  $P_{ET}CO_2$  αντανακλούν μεταβολές της καρδιακής παροχής και αύξηση της αποτελεί δείκτη ικανοποιητικών συμπίεσεων) και ο έμμεσος έλεγχος του μηχανικού αερισμού, καθώς σε σταθερές συνθήκες μερισμού, η συσχέτιση  $PaCO_2$  και  $P_{ET}CO_2$  είναι καλή.

Επιπλέον, από τη μελέτη της κυματομορφής μπορούμε να αντλήσουμε σημαντικά κλινικά συμπεράσματα, όπως αποφρακτική νόσο των αεραγωγών με χαρακτηριστική εξαφάνιση της φάσης III (plateau  $CO_2$ ) και μερική απόφραξη τραχειοσωλήνα με βαθμιαία αύξηση της  $PaCO_2$  χωρίς να επηρεάζεται η  $P_{ET}CO_2$ . Γενικά αύξηση της  $P_{ET}CO_2$  συμβαίνει σε περιπτώσεις αύξησης της καρδιακής παροχής, υποαερισμού ή και επανεισπνοής. Μείωση παρατηρείται σε καταστάσεις υπεραερισμού, καρδιακής ανακοπής, μαζικής πνευμονικής εμβολής, αποσύνδεσης απ' τον αναπνευστήρα (απόφραξη τραχειοσωλήνα, διαρροή κυκλώματος) ή και σε διασωλήνωση οισοφάγου<sup>21</sup>.

## **2.5.5 Monitoring μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος στο χειρουργείο**

### **2.5.5.a Πιέσεις (Pressures)**

Το θεμελιακό στοιχείο κατά τη διάρκεια της αναπνοής είναι η μεταβολή του όγκου του θώρακα. Η μεταβολή αυτή καθορίζεται από τη διαφορά πιέσεων ( $\Delta P$ ) και υπολογίζεται από τη μέτρηση της ροής του αέρα. Έτσι, το monitoring της μηχανικής συμπεριφοράς του αναπνευστικού συστήματος (θώρακας και πνεύμονες) μπορεί να γίνει με τη μέτρηση της πίεσης των αεραγωγών  $Paw$ , της οισοφαγικής πίεσης, που αντανακλά την υπεζωκοτική, και της ροής του αέρα. Η έκπτυξη των πνευμόνων καθορίζεται από τη διαφορά κυψελιδικής και υπεζωκοτικής-πλευριτικής πίεσης ( $P_{alv}-P_{pl}$ ), η έκπτυξη του θωρακικού τοιχώματος, από τη διαφορά ατμοσφαιρικής και υπεζωκοτικής ( $P_{atm}-P_{pl}$ ), ενώ η διαφορά  $Paw$  και  $P_{atm}$  καθορίζει τη συνολική κίνηση του αναπνευστικού στην παθητική μηχανική αναπνοή.

Η θετική πίεση στο σημείο εισόδου προκαλεί ροή που εξαντλείται στην υπερνίκηση: α) των αντιστάσεων τριβής του κυκλώματος, του τραχειοσωλήνα και των αεραγωγών, β) των ελαστικών αντιστάσεων για την έκπτυξη των πνευμόνων και του θώρακα και γ) της τελοεκπνευστικής πίεσης, PEEP και auto-PEEP. Η είσοδος αέρα στους πνεύμονες σε συνθήκες ενεργητικής αναπνοής είναι μια πολύπλοκη λειτουργία. Το κέντρο της αναπνοής που εδράζεται στον προμήκη (κεντρικός σταθμός ελέγχου), δέχεται ερεθίσματα από χημικές (περιφερικοί και κεντρικοί χημειούποδοχείς) και μη χημικές πηγές. Βασισόμενος σ' αυτές τις πληροφορίες, ο κεντρικός σταθμός ελέγχου διεγείρει τους νευρώνες των αναπνευστικών μυών που εδράζονται στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού, με συχνότητα και ένταση που μπορεί να διαφέρει σημαντικά από αναπνοή σε αναπνοή. Με τη σειρά τους οι νευρώνες διεγείρουν τους αναπνευστικούς μύες που συσπώνται και παράγουν πίεση ( $P_{mus}$ ). Σύμφωνα με την εξίσωση της κίνησης:

$$P_{mus} = V' \times R_{rs} + V \times E_{rs}$$

$V'$  η στιγμιαία ροή

$V$  ο στιγμιαίος όγκος πάνω από την παθητική λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC)

$R_{rs}$  η αντίσταση

$E_{rs}$  η ελαστικότητα του αναπνευστικού συστήματος (αντίστροφη της ευενδοτότητας)

Από την εξίσωση φαίνεται ότι η  $P_{mus}$  καταναλώνεται για την υπερνίκηση των δυνάμεων που οφείλονται στην  $R_{rs}$  (δυνάμεις τριβής) και  $E_{rs}$  (ελαστικές, δυνάμεις). Ο συνδυασμός  $P_{mus}$ ,  $R_{rs}$  και  $E_{rs}$  καθορίζει τη σχέση όγκου-χρόνου, που με τη σειρά της καθορίζει τον αερισμό και ανάλογα με την ικανότητα ανταλλαγής αερίων του πνεύμονα, τις μερικές πιέσεις των αερίων του αρτηριακού αίματος ( $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ ). Στο σύστημα αυτό, που περιγράφηκε πολύ σύντομα, υπάρχει ένα πλήθος αλληλεπιδράσεων που μπορεί να τροποποιήσει τη λειτουργία του σημαντικά. Η κατάσταση μπορεί να περιπλεχθεί ακόμη περισσότερο από νόσους που επηρεάζουν το σύστημα ελέγχου της αναπνοής σε διάφορα επίπεδα. Στους ασθενείς που αερίζονται μηχανικά με αναπνευστήρα θετικής πίεσης, η πίεση που παράγεται από τον αναπνευστήρα και μεταφέρεται στους αεραγωγούς ( $P_{aw}$ ) είναι μια επιπλέον μεταβλητή που καθορίζει τη σχέση όγκου-χρόνου. Σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς, σε οποιαδήποτε στιγμή του αναπνευστικού κύκλου, η συνολική πίεση που

εφαρμόζεται στο αναπνευστικό σύστημα ( $P_{tot}$ ) αποτελείται από το άθροισμα της  $P_{mus}$  και  $P_{aw}$ . Έτσι:

$$P_{tot} = P_{mus} + P_{aw} = V' \times R_{rs} + V \times E_{rs}$$

$$V' \times R_{rs} = (P_{mus} + P_{aw}) - V \times E_{rs}$$

Από τις εξισώσεις φαίνεται ότι όταν η  $P_{tot}$  (δηλ.  $P_{aw} + P_{mus}$ ) είναι μεγαλύτερη από τις ελαστικές δυνάμεις επαναφοράς του συστήματος  $V \times E_{rs}$ , η μεταβλητή  $V \times R_{rs}$  είναι θετική και η ροή παραμένει θετική (εισπνευστική). Εκπνευστική ροή αρχίζει όταν η  $P_{tot}$  είναι μικρότερη από  $V \times E_{rs}$ . Όταν ο μηχανικά αεριζόμενος άρρωστος είναι κατασταλαμμένος και μυοχαλαρωμένος, η  $P_{mus} = 0$  και έτσι  $P_{tot} = P_{aw} = V \times R_{rs} + V \times E_{rs}$ . Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι ο αναπνευστήρας θετικής πίεσης στην ουσία είναι ένας αναπνευστικός μυς που λειτουργεί σε σειρά με τους υπόλοιπους μύες του αναπνευστικού συστήματος. Η μέτρηση των πιέσεων στους αεραγωγούς, είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό των αντιστάσεων και της ευενδοτότητας του συστήματος. Χρησιμοποιούνται διάφοροι αισθητήρες πίεσης και ροής, σε διάφορες θέσεις του κυκλώματος αναισθησίας ή του αναπνευστήρα (στις ΜΕΘ), κυρίως όμως τοποθετούνται στον αεραγωγό του αρρώστου, ενώ ο μετατροπέας που παράγει το αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα, στον αναπνευστήρα<sup>20</sup>.

## 2.5.6 Monitoring ροών-όγκων

Η μέτρηση των αναπνεόμενων όγκων γίνεται με την χρήση του σπιρόμετρου. Πρόκειται για μία συσκευή που μετρά τον όγκο του αερίου που διακινείται μέσα από ένα κανάλι ροής σε μία χρονική περίοδο και δίνει ογκομετρικές μετρήσεις. Τα σπιρόμετρα, στην κλασική τους μορφή (Wright), αποτελούνται από αμιγώς μηχανικά μέρη. Το ρεύμα αέρα προσπίπτει σε ελάσματα που διατάσσονται ακτινωτά πάνω σε έναν άξονα, η περιστροφή του οποίου μετακινεί μέσω γραναζιών ένα δείκτη πάνω σε μία βαθμονομημένη κλίμακα. Πλεονεκτήματα των παραπάνω σπιρομέτρων θεωρούνται το μικρό μέγεθος και βάρος τους, αλλά και ο ελάχιστος νεκρός χώρος που προσθέτουν στο αναπνευστικό κύκλωμα στο οποίο συνδέονται. Τα σύγχρονα σπιρόμετρα που χρησιμοποιούνται στα μηχανήματα αναισθησίας αλλά και στους αναπνευστήρες των Μονάδων Εντατικής Θεραπείας, στηρίζονται στη μέτρηση της ροής, με επιπλέον δυνατότητα μετατροπής της σε ηλεκτρικό σήμα και αντίστοιχη επεξεργασία. Τέτοιες συσκευές είναι οι αισθητήρες ροής D-Lite και στηρίζονται στην χρήση του πνευμοταχογράφου



Fleisch. Μία σταθερή αντίσταση παρεμβάλλεται στο κύριο ρεύμα αέρα. Η πτώση της πίεσης κατά μήκος της αντίστασης είναι ανάλογη της ροής και ανιχνεύεται από έναν αισθητήρα (σωλήνας Pitot). Οι αναπνεόμενοι όγκοι προκύπτουν από τη μαθηματική 'ολοκλήρωση' των καμπυλών της ροής. Οι όποιες αλλαγές των εκπνεόμενων όγκων συνήθως οφείλονται σε σκόπιμες αλλαγές που γίνονται στον αναπνευστήρα ή σε διαρροές στο κύκλωμα αναισθησίας και σε πιθανές αποσυνδέσεις. Επιπλέον, στα εκπνεόμενα αέρια περιλαμβάνονται και αέρια που χάθηκαν αρχικά από το κύκλωμα λόγω συμπίεσης σε υδρατμούς, αλλαγών θερμοκρασίας κλπ. Αυτές οι διαφορές μεταξύ αερίων που επιστρέφουν στο κύκλωμα αναισθησίας (κυκλικό σύστημα) και του μείγματος που πραγματικά πηγαίνει στον άρρωστο, αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα σε περιπτώσεις υπερβολικά ευένδοτων αναπνευστικών κυκλωμάτων, ταχείας αναπνευστικής συχνότητας και υψηλών πιέσεων αεραγωγών<sup>21</sup>.

## 2.6 MONITORING ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η υποξία, η αυξημένη ενδοκράνια πίεση και η αρτηριακή πίεση σχετίζονται άμεσα με τη νευρολογική έκβαση των ασθενών. Γι' αυτό τον λόγο απαιτείται, ειδικά σε νευροχειρουργικούς ασθενείς και σε ασθενείς με κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, συνεχής έλεγχος της λειτουργίας του κεντρικού νευρικού συστήματος. Αυτός περιλαμβάνει το βασικό monitoring και το εξειδικευμένο. Το πρώτο θα πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε άρρωστο, ενώ το δεύτερο χρησιμοποιείται ανάλογα με τη συγκεκριμένη κλινική κατάσταση του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ).

### 2.6.1 Βασικό monitoring

Το βασικό monitoring αφορά τον έλεγχο της πίεσης του αίματος, της καρδιακής συχνότητας και του ρυθμού, της επάρκειας του αερισμού, της θερμοκρασίας και της διούρησης. Η τοποθέτηση καθετήρα για τον έλεγχο της κεντρικής φλεβικής πίεσης ή και καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας θα πρέπει να εφαρμόζεται στους ασθενείς με σοβαρή καρδιαγγειακή πάθηση. Ειδικά σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις, απαιτείται χρήση του προκάρδιου ή οισοφάγειου στηθοσκοπίου, καθώς η κεφαλή και οι αεραγωγοί δεν είναι άμεσα προσπελάσιμοι στον αναισθησιολόγο. Το ίδιο ισχύει αναφορικά με τη θερμοκρασία,

καθώς αύξησή της κατά ένα βαθμό πάνω από τους 37 °C προκαλεί εκθετική αύξηση του εγκεφαλικού μεταβολικού ρυθμού ( $CMR_{O_2}$ ) και γραμμική άνοδο της εγκεφαλικής αιματικής ροής (CBF). Ο συνεχής έλεγχος του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης και του τελοεκπνευστικού  $CO_2$  κατά τη διάρκεια της επέμβασης (ειδικά στη χειρουργική του οπίσθιου κρανιακού βόθρου) θεωρείται θεμελιώδης για τη διάγνωση μίας πιθανής εμβολής αέρα<sup>22</sup>.

## 2.7 MONITORING ΠΕΡΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Δύο κλίμακες (Celsius και Fahrenheit) χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν την θερμοκρασία του σώματος. Οι σχέσεις μεταξύ τους καθορίζονται από το σημείο πήξης και βρασμού του ύδατος:  $0^{\circ}C=32^{\circ}F$ ,  $10^{\circ}C=180^{\circ}F$ , οπότε προκύπτει:  $F0 = (9/50C)+32$ , και  $CO = 5/9(F0-32)$ . Παρά το γεγονός ότι η θερμοκρασία του σώματος αποτελεί την πιο συχνά μετρούμενη μεταβλητή στην κλινική ιατρική, υπάρχει διχογνωμία για το πια είναι η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος. Η φυσιολογική τιμή των 37 °C (98,6 °F) είναι ο μέσος όρος από τιμές μασχαλιαίας θερμοκρασίας μεγάλου αριθμού υγιών ατόμων που μετρήθηκαν τον 19ο αιώνα.

Από το 1992 και μετά γνωρίζουμε από μετρήσεις στοματικής θερμοκρασίας υγιών ατόμων (ηλικίας 18-40 ετών) ότι η μέση θερμοκρασία είναι  $37\pm 0,4^{\circ}C$ .

Οι ηλικιωμένοι εμφανίζουν μέση θερμοκρασία  $0,5^{\circ}C$  μικρότερη από ότι οι νεαρότεροι ενήλικες. Επιπλέον, η φυσιολογική θερμοκρασία έχει ημερήσια διακύμανση με το ναδίρ νωρίς το πρωί (4-8πμ) και το ζενίθ αργά το απόγευμα (4-8μμ). Η θερμοκρασία του πυρήνα (κορμός και κεφαλή χωρίς το δέρμα τους) είναι  $1^{\circ}C$  ( $1,8^{\circ}F$ ) υψηλότερη από την μασχαλιαία και  $0,5^{\circ}C$  ( $0,9^{\circ}F$ ) υψηλότερη από την στοματική θερμοκρασία. Αυτές οι παρατηρήσεις δείχνουν ότι η φυσιολογική θερμοκρασία δεν έχει μία συγκεκριμένη τιμή αλλά μάλλον ένα εύρος τιμών που επηρεάζεται από την ηλικία, τη χρονική στιγμή και τη θέση της μέτρησης.

Η συχνή εμφάνιση περιεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική ή τοποπεριοχική αναισθησία (υπαραχνοειδής ή επισκληρίδιο), καθώς και ο φόβος εμφάνισης κακοήθους υπερθερμίας καθιστούν απαραίτητο το περιεγχειρητικό monitoring της θερμοκρασίας. Πολλοί ερευνητές συνιστούν την παρακολούθησή της σε όλες τις επεμβάσεις διάρκειας μεγαλύτερης των 30 λεπτών. Χρησιμοποιούνται πέντε βασικοί τύποι θερμομέτρων.

- Υδραργυρικά θερμομέτρα. Είναι εύχρηστα και αρκετά ακριβή. Υπάρχουν τα κοινά, για μετρήσεις 34°C-43°C και τα υποθερμικά με εύρος μετρήσεων 22-34°C. Τοποθετούνται σε κοιλότητες όπως το στόμα, το ορθό, ο κόλπος και η μασχάλη. Πριν από τη χρήση τους μηδενίζονται και το αποτέλεσμα γίνεται αντιληπτό σε 1 περίπου λεπτό. Δεν χρησιμοποιούνται για συνεχές monitoring της θερμοκρασίας.
- Ηλεκτρονικά θερμομέτρα. Πρόκειται για καθετήρες που αναλύουν μεταβολές του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, που προκαλούνται από μεταβολές της θερμοκρασίας. Διακρίνονται στους θερμίστορες (thermistor), τις θερμοαντιστάσεις (thermistance) και τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη (thermocouple). Οι θερμίστορες είναι ημιαγωγοί των οποίων η αντίσταση μειώνεται προβλέψιμα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Είναι πολύ ακριβείς και δίνουν απάντηση σε 5-15 sec. Οι θερμοαντιστάσεις έχουν παρόμοια πλεονεκτήματα αλλά είναι πιο εύθραυστες και ακριβείς. Το θερμοηλεκτρικό ζεύγος είναι ένα κύκλωμα δύο μετάλλων που το κάθε ένα έχει διαφορετική θερμοχωρητικότητα και σχεδιάζεται έτσι ώστε μία διαφορά δυναμικού να αναπτύσσεται όταν τα μέταλλα βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Είναι μικρότερου μεγέθους και μεγαλύτερης ακρίβειας απ' τους θερμίστορες και δίνουν απάντηση σε 6,5sec αν είναι σ' απευθείας σύνδεση με τους ιστούς (π.χ. ενδοδερμικοί ή ενδομυϊκοί καθετήρες), ή εν γένει σε πάνω από 5sec αν είναι σε διαφορετική θέση (π.χ. οισοφαγικοί). Λειτουργούν με τάση 12 Volt και ένταση 50 mA. Το σημείο ανάγνωσης του αποτελέσματος μπορεί να είναι μακριά από το σημείο τοποθέτησης και να λειτουργεί με αυτόνομες μπαταρίες.
- θερμομέτρα υγρών κρυστάλλων. Πρόκειται για συσκευές που έχουν σαν αρχή λειτουργίας την αλλαγή του χρώματος των υγρών κρυστάλλων ανάλογα με τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Είναι εύχρηστα για την μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος αλλά ακατάλληλα για μετρήσεις θερμοκρασίας του πυρήνα.
- θερμομέτρα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Αυτά στηρίζονται στη μέτρηση της θερμότητας που εκπέμπεται με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Είναι εύχρηστα ακριβή και φθηνά και χρησιμοποιούνται για τη συνεχή μέτρηση της θερμοκρασίας του τύμπανου (θερμοκρασία πυρήνα), ενώ παράλληλα είναι ανεκτά και από τους ασθενείς.
- Μετατροπείς θερμικής ροής (deep tissue thermometers). Αποτελούνται από ένα καθετήρα σε επαφή με το δέρμα και ένα θερμαινόμενο στοιχείο, το οποίο εμποδίζει την απώλεια θερμότητας στο επίπεδο της επιδερμίδας και διατηρεί μία σταθερή

διαφορά (gradient) μεταξύ των δύο θερμικών καθετήρων. Η θερμοκρασία που υπολογίζεται μ' αυτή τη μέθοδο είναι ενδιάμεση μεταξύ δέρματος και πυρήνα.

Αναφορικά με τις θέσεις θερμομέτρησης φαίνεται ότι δεν υπάρχει απόλυτη ομοφωνία σχετικά με την υπεροχή κάποιας ιδιαίτερης θέσης έναντι κάποιας άλλης. Πάντως οι θέσεις μέτρησης της κεντρικής θερμοκρασίας φαίνεται ότι υπερέχουν τόσο στην εκτίμηση της πιθανής υποθερμίας όσο και στη γρήγορη διάγνωση της κακοήθους υπερθερμίας. Η πλέον προσιτή θεωρείται η τυμπανική μεμβράνη, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται θερμόμετρα υπέρυθρης ακτινοβολίας, θεωρητικά αντανακλά τη θερμοκρασία του εγκεφάλου καθώς η αιμάτωση του ακουστικού καναλιού γίνεται από την έξω κωτιδα.

Η θερμοκρασία ορθού και ουροδόχου, κύστης έχουν καθυστερημένη απάντηση στις μεταβολές θερμοκρασίας και έχουν αξία σαν ενδείξεις ενδιάμεσης και όχι κεντρικής, θερμοκρασίας. Οι ρινοφαρυγγικοί αισθητήρες προκαλούν επίσταξη αλλά μετρούν με ακρίβεια την θερμοκρασία του πυρήνα. Το ίδιο ισχύει και για τον θερμίστορα του καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας. Η μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος (π.χ. μασχάλη) δεν θεωρείται αξιόπιστη γιατί η διαφορά πυρήνα και δέρματος μπορεί να ποικίλει απρόβλεπτα (1-4°C). Οι αισθητήρες οισοφαγικής θερμοκρασίας, συχνά ενσωματωμένοι στα οισοφάγια στηθοσκόπια παρέχουν τον ιδανικό συνδυασμό οικονομίας, ακρίβειας και ασφάλειας. Για την αποφυγή μέτρησης της θερμοκρασίας των ενδοτραχειακών αερίων, ο αισθητήρας πρέπει να βρίσκεται πίσω από την καρδιά στο κατώτερο τριτημόριο του οισοφάγου. Ο συνδυασμός μετρήσεων θερμοκρασίας πυρήνα και ενδιάμεσης θερμοκρασίας (ορθού ή κύστης) ή και θερμοκρασίας δέρματος με μετατροπείς θερμικής ροής είναι χρήσιμος για την εκτίμηση της επαναθέρμανσης ασθενών σε επεμβάσεις που χρησιμοποιείται τεχνητή υποθερμία και για το monitoring της θερμοκρασίας στα νεογνά.<sup>22</sup>

### 2.7.1 Αερισμός

Κάθε ασθενής υπό γενική αναισθησία πρέπει να έχει τακτική εκτίμηση της επάρκειας του αερισμού. Αν και τα κλινικά σημεία όπως έκπτυξη του θώρακα και ακρόαση του αναπνευστικού ψιθυρίσματος είναι επαρκή, συνίσταται η ποσοτική παρακολούθηση του περιεχομένου CO και του όγκου του εκπνεόμενου μίγματος αερίων. Επίσης απαιτείται η χρήση της μέτρησης του τελοεκπνευστικού CO<sub>2</sub>

(PETCCU για την επαλήθευση της σωστής θέσης του ενδοτραχειακού σωλήνα. Τέλος, όταν ο αερισμός εξασφαλίζεται με αναπνευστήρα, πρέπει να υπάρχει διαρκώς συσκευή ανίχνευσης αποσύνδεσης του αναπνευστικού συστήματος<sup>23</sup>.

## 2.8 ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Το μηχάνημα αναισθησίας είναι κατάλληλο για όλες τις ηλικίες. Δίνει την δυνατότητα κάλυψης τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων, χωρίς να απαιτείται καμία ιδιαίτερη αλλαγή. Τα συστήματά του είναι μελετημένα έτσι ώστε να ανταποκρίνονται άριστα στις ανάγκες τόσο του πιο μικρού όσο και του πιο μεγάλου ασθενή.

Με το μηχάνημα αυτό δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής όλων των σήμερα δυνατών τύπων αερισμού ελεγχόμενου όγκου και ελεγχόμενης πίεσης (IMV και PCV), επιπλέον τους συγχρονιζόμενους τύπους (SIMV και S – PCV) και τον αερισμό με υποστήριξη πίεσης – pressure support (PSV), καθώς βεβαίως και τον χειροκίνητο αερισμό και την αυτόματη αναπνοή ( MANUAL και SPONTANEOUS).

Το μηχάνημα αναισθησίας υποστηρίζει:

### 2.8.1 Αναισθησία με ημίκλειστο σύστημα

- Χαμηλής ροής (Low- Flow) αλλά και
- Ελάχιστης ροής (Minimal Flow)

### 2.8.2 Αναισθησία με σύστημα μη επανεισπνοής:

- Bain
- Magill
- Jackson Rees και
- Kuhn



### 2.8.3 Αναισθησία με ημιανοικτό σύστημα (για την εισαγωγή και εξαγωγή).

Διαθέτει θερμαινόμενο σύστημα ασθενούς, ώστε αφ' ενός μεν να αποφεύγεται η συμπύκνωση υδρατμών εντός του συστήματος, αφ' ετέρου να κλιματίζονται σωστά τα εισπνεόμενα αέρια. Επίσης υπάρχει διάταξη - διακόπτης μεταλλαγής ώστε με μία μόνο κίνηση να αλλάζει από ημίκλειστο σε ημιανοικτό και αντιστρόφως.

Στο μηχάνημα αναισθησίας μέσω ειδικού μηχανισμού είναι δυνατή η προσθαφαίρεση του κανίστρου χωρίς τον κίνδυνο διαρροών !!!

Έχει την δυνατότητα της ολοκληρωμένης επεξεργασίας, διαχείρισης και απεικόνισης στην μεγάλη του οθόνη, όλων των δεδομένων κατά την εφαρμογή της αναισθησίας ήτοι:

- ❏ Όλες τις τιμές όλων των παραμέτρων ακόμη και αυτών των Lung Mechanics
- ❏ Όλες τις κυματομορφές
- ❏ Όλα τα Loops με όλους τους συνδυασμούς τους
- ❏ Όλα τα Trends
- ❏ Όλους τους συναγερμούς σε λίστα.

Το μηχάνημα αναισθησίας φέρει έως τέσσερις εφεδρικές φιάλες (2 μικρές και 2 μεγάλες) αερίων καθώς και συσσωρευτή για τουλάχιστον μία ώρα αυτόνομης λειτουργίας.<sup>23</sup>

## 2.9 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΑΣ

Οι αναπνευστήρες εντατικής είναι πλήρως εξοπλισμένοι αναπνευστήρες εντατικής θεραπείας. Έχουν την δυνατότητα αερισμού ενηλίκων, παιδιών και νεογνών και προσφέρουν τις κάτωθι δυνατότητες:

- ❁ Πλήρη σειρά τρόπων αερισμού, συμπεριλαμβανομένων των DuoPAP – APRV, μη επεμβατικού αερισμού με μάσκα και του μοναδικού τρόπου close-loop ASV.
- ❁ Εκτεταμένο πακέτο παρακολούθησης ασθενούς για 26 παραμέτρους, παραμέτρους μηχανικής πνευμόνων, κυματομορφών, καμπυλών βρόγχων Loops και Trends.
- ❁ Ειδικό λογισμικό P/V Tool για απεικόνιση της στατικής ενδοτικότητας και

υπολογισμού του κατώτερου και ανώτερου inflection point.

- Εργονομία και απλότητα στην χρήση τους
- Αερισμό με αντιστάθμιση των ενδοτραχειακών αντιστάσεων
- Πλήρες πρωτόκολλο επικοινωνίας για σύνδεση με εξωτερικές συσκευές όπως συστήματα διαχείρισης δεδομένων ασθενούς, Η/Υ, κλήση αδελφής κλπ.
- Ηλεκτρική αυτονομία συν πνευματική αυτονομία μέσω εφεδρικών φιαλών για ενδονοσοκομειακή μεταφορά.



## 2.10 MONITOR VCM

Το μόνιτορ VCM είναι το νέο αναίμακτο μόνιτορ για την παρακολούθηση ζωτικών παραμέτρων. Μετρά την Αναίμακτη Πίεση σε τακτά χρονικά διαστήματα, διαθέτει stat mode και προς επιλογή παρακολουθεί τον Καρδιακό Παλμό, την Οξυμετρία SPO2 και την Θερμοκρασία. Διαθέτει ξεχωριστές ρυθμίσεις για ενήλικες, παιδιά και νεογνά και οπτικοακουστικούς συναγερμούς.



## 2.11 ΜΟΝΙΤΟΡ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Μόνιτορ παρακολούθησης αναίμακτης πίεσης για χρήση σε μαγνητικό πεδίο. Μόνιτορ παρακολούθησης της αναίμακτης πίεσης (Συστολική – Διαστολική – Μέση) και του καρδιακού ρυθμού. Κατάλληλο για χρήση σε ενήλικες – παιδιά – νεογνά. Το μόνιτορ για την μέτρηση της αναίμακτης πίεσης χρησιμοποιεί την τεχνολογία του διπλού σωλήνα (double hose)<sup>24</sup>





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 30:  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 30:

*Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ  
ΖΩΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ*

### 3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

Ο ρυθμός ανάπτυξης στις προοδευμένες τουλάχιστον κοινωνίες παρουσιάζει μια συνεχή και σχεδόν σταθερή πρόοδο. Κάθε μία δεκαετία παρουσιάζει αλματώδεις αλλαγές παρά ο προηγούμενός της μισός αιώνας. Ο βασικός παράγοντας ο οποίος συνετέλεσε στην πρόοδο και την ευημερία του ανθρώπου είναι η Τεχνολογία.

Στα τελευταία 50 χρόνια έχουν επιτευχθεί τόσα πολλά στον τεχνολογικό τομέα, που άλλαξαν ριζικά τη ζωή του ανθρώπου. Με τα τεχνολογικά αυτά επιτεύγματα ανατράπηκαν πάρα πολλές απαισιόδοξες προβλέψεις για το μέλλον της ανθρωπότητας.

Με τον όρο Τεχνολογία εννοούμε: α) Την επιστημονική χρησιμοποίηση των μέσων μετατροπής της πρώτης ύλης σε βιομηχανικά προϊόντα και β) Τις κατακτήσεις του ανθρώπου στον τεχνικό τομέα. Συνήθως η δημιουργία στην τεχνολογία αλλά και η κατασκευή και η εφεύρεση πραγματοποιούνται με βάση τη βελτίωση των προηγούμενων κατασκευών ή εφευρέσεων. Είναι αυτονόητο ότι αυτή η βελτίωση δεν θα είχε κανένα νόημα αν δεν θα αποσκοπούσε στη βελτίωση της ζωής σ' αυτούς τους τομείς. Χωρίς την προϋπόθεση αυτή, η ανάπτυξη της τεχνολογίας θα ήταν άχρηστη για τον άνθρωπο. Το δόγμα «Η Τεχνολογία για την Τεχνολογία» είναι τουλάχιστον αδιανόητο. Παρουσιάζεται όμως και μια αντιφατικότητα. Ενώ η τεχνολογική πρόοδος είναι συνυφασμένη με την ωφέλεια του ανθρώπου ταυτόχρονα με την ανορθόδοξη και αλόγιστη χρησιμοποίησή της, προκαλεί πολλές φορές ανεπανόρθωτες βλάβες στην ανθρώπινη κοινωνία. Η άρνηση δηλαδή των δημιουργών και αυτών που εφαρμόζουν την τεχνολογία να λάβουν υπόψη τις αρνητικές επιπτώσεις και συνέπειες, επιφέρει ακριβώς το αντίθετο από το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Οι πρόοδοι στην τεχνολογία και την πληροφορική, η εισαγωγή αυτοματοποιημένων μεθόδων παραγωγής, η εισαγωγή ηλεκτρονικών συστημάτων στις επιχειρήσεις έχουν μια ευνοϊκή επίδραση και επίδοση στην επαγγελματική κατάρτιση και απόδοση. Η ωφελιμότητα της Τεχνολογίας είναι μάλλον αναμφισβήτητη. Αναμφισβήτητες είναι όμως και οι δυσμενείς επιπτώσεις πάνω στην υγεία, ψυχική και σωματική.

Έντονα αισθητή είναι στις μέρες μας η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος. Η μόλυνση του εδάφους, των νερών, των θαλασσών, της ατμόσφαιρας είναι παγκόσμιο φαινόμενο. Η όξινη βροχή, η καταστροφή του όζοντος οι αυξημένοι ρύποι του νέφους στις μεγαλουπόλεις, αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα. Οι δυσμενείς επιπτώσεις πάνω στη σωματική και ψυχική υγεία αυξάνονται μέρα με τη μέρα. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παθήσεις του δέρματος, καρκίνος, αναπνευστικά και καρδιακά προβλήματα. Η συνεχής σωματική καταπόνηση αυξάνει το άγχος, την ευερεθιστότητα, την αϋπνία, τους πονοκεφάλους. Πρόσφατες μελέτες απέδειξαν ότι μικρές εγκεφαλικές βλάβες έχουν σαν κύριο παθογενή παράγοντα διάφορα εντομοκτόνα, υδραργυρικές ενώσεις ή το μόλυβδο.

Η Παραγωγή μέσων μαζικότερης καταστροφής, όπως τα πυρηνικά όπλα, δηλαδή μια κοινωνία πολέμου αντί κοινωνία ευημερίας. Ισοπεδώνεται ο εσωτερικός κόσμος, αυξάνεται το άγχος και η ανασφάλεια. Κατάφερε ο άνθρωπος να ζει επικίνδυνα. Τρανό παράδειγμα το πυρηνικό ατύχημα στο Τσερνομπίλ, με όλες τις γνωστές καταστάσεις πανικού, φόβου και το αίσθημα επικείμενου θανάτου.

Υπερπαραγωγή και υπερκατανάλωση, είναι αποτελέσματα της εξάρτησης του ανθρώπου από τη μηχανή, με τη βοήθεια της διαφήμισης. Αυτά έχουν ως συνέπεια

τον πληθωρισμό. Μείωση της αγοραστικής αξίας του χρήματος, αύξηση του ανθρώπινου μοχλού για να προφθάσει την παραγωγή. Παρατηρείται τότε αύξηση της σωματικής καταπόνησης για περισσότερα χρήματα, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την αγορά καταναλωτικών αγαθών, σαν αποτέλεσμα τότε παρατηρείται αύξηση των διαφόρων ασθενειών. Με τη χρήση της τεχνολογίας αδρανοποιείται ο άνθρωπος, στερείται τη χαρά της δημιουργίας και κατ' επέκταση παράγονται το άγχος της αχρηστίας, η πλήξη, η μοναξιά, η μελαγχολία, η αύξηση αυτοκτονιών και αποπειρών αυτοκτονίας.

Τα διάφορα κοινωνικά εγκλήματα όπως κλοπές, νοθείες, φόνοι, ναρκωτικά, εκμετάλλευση, διαφθορά, περιζώνουν τον άνθρωπο, ο οποίος στην προσπάθειά του να προφθάσει την παραγωγή και την κατανάλωση περιπλέκεται ακόμα περισσότερο. Επιπροσθέτως μέσα στη δίνη αυτή, η όλη κατάσταση επιδεινώνεται με την κρίση θεσμών και αξιών που παρατηρείται, κλείνοντας έτσι στο φαύλο κύκλο, στον άνθρωπο.

Σοβαρότατο κοινωνικό φαινόμενο είναι η ανεργία. Η ανεργία όμως που παρατηρείται ένεκα της χρήσης της τεχνολογίας είναι η πιο επώδυνη. Ο άνθρωπος νοιώθει να εκπαρθυρώνεται από τη μηχανή παράλληλα αισθάνεται εγκαταλελειμμένος, μόνος. Παρατηρούνται αύξηση του άγχους και ισοπέδωση των συναισθημάτων. Με την αστυφιλία που παρατηρήθηκε στη βιομηχανική και τεχνολογική ανάπτυξη παρουσιάστηκε στενότητα εργατικού χώρου ανεργία και κατ' επέκταση εκμετάλλευση και δυσπραγία. Υπάρχουν αυτή τη στιγμή 500 εκ. άνεργοι και 1 δις άνθρωποι, οι οποίοι ζουν σε συνθήκες απαράδεκτες για τον πολιτισμό της εποχής μας.

Με τη δεύτερη βιομηχανική επανάσταση και με την τεχνολογική πρόοδο είδαμε, όχι μόνο την αντικατάσταση της ζωντανής ενέργειας από την μηχανική αλλά και την αντικατάσταση της ανθρώπινης σκέψης από τις σκεπτόμενες μηχανές. Οι μηχανές αυτές λειτουργούν με μεγαλύτερη ακρίβεια και πιο γρήγορα από τον ανθρώπινο εγκέφαλο και δίνουν απαντήσεις σε τεχνικά και οργανωτικά θέματα. Παράλληλα δημιουργούν μεγαλύτερα προβλήματα στον άνθρωπο. Η τελευταία οικονομική κρίση στο χρηματιστήριο της Ν. Υόρκης προκλήθηκε από την αυτόματη πώληση των μετοχών από τους Η/Υ. Όταν έπεσε η τιμή των μετοχών κάτω από ορισμένα χρηματικά όρια, άρχισαν να πωλούν σωρηδόν τις μετοχές. Τα αποτελέσματα είναι γνωστά. Χιλιάδες μικρομεσαίοι φτώχυναν, προκλήθηκε χάος, σύγχυση, αύξηση των αυτοκτονιών. Επαγγελλόμαστε τον ατομικισμό, την ελευθερία, την πίστη στο Θεό, αλλά οι επαγγελίες μας είναι πολύ ασθενικές, συγκρινόμενες με την πραγματικότητα της καταθλιπτικής καλοπέρασης του ανθρώπου, που και από την αρχή του ηδονιστικού υλισμού.

Η σημερινή τεχνολογική κοινωνία, η «απανθρωπισμένη κοινωνία» όπως την αποκαλεί ο Έριχ Φρομ, λειτουργεί σύμφωνα με δύο αρχές:

1) Ένα πράγμα πρέπει να κατασκευαστεί επειδή τεχνικά είναι δυνατό να κατασκευαστεί. Κατασκευάζουμε έτσι πυρηνικά όπλα παρόλο που αυτά μπορούν να μας καταστρέψουν. Ξοδεύοντας αστρονομικά ποσά, θυσιάζοντας πολλές ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν. Αρνούμαστε έτσι όλες τις ανθρώπινες αξίες που έχει καλλιεργήσει η ανθρωπιστική παράδοση.

2) Είναι η αρχή της μέγιστης δυνατής αποτελεσματικότητας και απόδοσης. Η αρχή αυτή έχει σαν συνέπεια την ελάχιστη δυνατή ατομικότητα. Η κοινωνική εργατική μηχανή εργάζεται πιο αποδοτικά, αν τα άτομα μπορούν να περιοριστούν σε καθαρά

ποσοστιαίες μονάδες. Έτσι ελέγχονται αποτελεσματικά από τις κάρτες των Η/Υ και η αποτελεσματικότητα είναι εξασφαλισμένη.

Η αρχή της αποτελεσματικότητας παραγνωρίζει τις «γειτονικές επιδράσεις», τις επιδράσεις δηλαδή που ξεπερνούν την άμεση δραστηριότητα της επιχείρησης που σκοπό έχει μόνο το κέρδος. Διαφορούμε π.χ. για τα απόβλητα που μολύνουν το περιβάλλον. Ο ανθρώπινος παράγοντας ελάχιστα ή καθόλου λαμβάνεται υπόψη.

Τα συστήματα ελέγχου των οικονομικών μονάδων σκοπό έχουν να εξασφαλίσουν την αποτελεσματικότητα. Ελέγχοντας συστηματικά τη «σωστή» φορά των εργαζομένων, την τυποποιημένη παροχή υπηρεσιών εξασφαλίζουν πειθήνιους και εύκολους στη μεταχείριση εργαζομένους. Από την πλευρά όμως των εργαζόμενων δημιουργούνται αισθήματα ανεπάρκειας, άγχους και απογοήτευσης. Απότοκο των αρνητικών αυτών συναισθημάτων είναι η αδιαφορία και η εχθρότητα.

Η μοναχικότητα στην εργασία που παρατηρείται στον καταμερισμό της εργασίας και ένεκα της έλλειψης δημιουργικότητας προκαλεί στους εργαζόμενους ένα αίσθημα απογοήτευσης. Ακούμε τακτικά εκφράσεις όπως: «Είμαστε άνθρωποι» και «αυτή η δουλειά δεν ταιριάζει σε ανθρώπους». Η αποτελεσματικότητα με τη στενή έννοια είναι αποθαρρυντικό και δαπανηρό στοιχείο για το άτομο και την κοινωνία.

Οι εργαζόμενοι με αυτές τις συνθήκες πλήττουν, νοιώθουν άγχος, κατάθλιψη και ένταση. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα ή να μην είναι δημιουργικοί, γραφειοκράτες ρουτίνας με περιορισμένη ενεργητικότητα, ή θα υποφέρουν από ψυχοσωματικές αρρώστιες σαν αποτέλεσμα του άγχους και της έντασης.

Αν η κύρια και επικρατούσα οικονομική αρχή είναι να παράγουμε περισσότερα για περισσότερα κέρδη, τότε ο καταναλωτής πρέπει να προετοιμαστεί να επιθυμεί. Το πιο σημαντικό όπλο που υπάρχει γι' αυτό τον σκοπό είναι η διαφήμιση. Σπαταλούνται μυθικά ποσά για να πεισθεί το κοινό να αγοράζει αχρειαστα προϊόντα και πολλές φορές υποβαθμισμένης ποιότητας. Τα αποτελέσματα όλων αυτών είναι η δημιουργία του ολοκληρωμένου καταναλωτή» Μοναδικός σκοπός του να έχει τις πιο πολλές φορές τις άχρηστα και αχρειαστα.

Σίγουρα με τη χρήση της τεχνολογίας αυξάνεται η παραγωγή παράλληλα όμως επιταχύνει τη σταδιακή απόθνηση του ανθρώπου από την άμεση επικοινωνία με τον συνάνθρωπό του. Η ταχύτητα και ο μοναχισμός καταλήγει στην μοναχικότητα του ανθρώπου. Αποξένωση του ανθρώπου από τον άνθρωπο. Οι άνθρωποι δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Έχουν υποταχθεί στην ύλη. Επικοινωνούν με τις μηχανές και τα χρήματα.

Αργά αλλά σταθερά παρουσιάζεται η αλλοτρίωση. Η αλλοτρίωση αναφέρεται σε μια μορφή ανθρώπινης εμπειρίας που έχει τεράστια σημασία. Ο όρος δημιουργήθηκε εκ των υστέρων, τα αίτια όμως που δημιούργησαν την αλλοτρίωση υπήρχαν. Απάθεια, σύγχυση, απογοήτευση και απέραντη μοναξιά είναι τα κύρια αίτια της. Ο Α.Ξ. Χάουσμμαν σε δύο στίχους περιέγραψε τόσο όμορφα και τόσο τραγικά την όλη κατάσταση. «Εγώ ξένος και φοβισμένος σε ένα κόσμο που δεν έχω φτιάξει».

Είναι ένα αίσθημα κακοκεφιάς, ένα αίσθημα επικρεμάμενης συμφοράς, μια αίσθηση πνευματικής εξάντλησης αλλά και ένας πόθος για ξαναγύρισμα στη ζωή, στην εμπιστοσύνη, στη σιγουριά.

\* Ο Μελβίν Ρίχτερ διακρίνει τέσσερις βασικές σημασίες σε μια μελέτη του για την αλλοτρίωση. Αποξένωση: α) από τους φίλους, από τη δουλειά και τα προϊόντα του, β)

από τον ίδιο τον εαυτό του - απώλεια ταυτότητας, γ) από τις ανθρώπινες αξίες και δ) τους θεσμούς της πολιτικής κοινωνίας.

Αν συλλογισθούμε τον ορισμό της ψυχικής υγείας του Φρόιντ που είναι το «εργάζεσθε και αγαπών» ή τον ορισμό της Π.Ο.Υ. που υγεία είναι «μια κατάσταση πλήρους φυσικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνο η απουσία αρρώστιας ή αναπηρίας» θα γίνει χειροπιαστό το μέγεθος του προβλήματος.

Παράλληλα μεγαλώνει η διάσταση μεταξύ της εγκεφαλονοητικής λειτουργίας και των συναισθημάτων. Αυξάνεται η διάσταση ανάμεσα στη σκέψη και στο συναίσθημα, το μυαλό και την καρδιά. Καταπνίγουμε τα συναισθήματα της, στο βωμό της λογικής, που πολλές φορές δεν είναι ορθολογική αν δεν κατευθύνεται από το ενδιαφέρον για τη ζωή.

Η λογική πηγάζει από την συγχώνευση της ορθολογικής σκέψης και του συναισθήματος. Αν οι δύο λειτουργίες διαχωριστούν, η πρώτη εκφυλίζεται σε σχιζοειδή διανοητική δραστηριότητα και το συναίσθημα εκφυλίζεται σε νευρωτικά πάθη, βλαπτικά για τη ζωή.

Ακόμα και στις κοινωνικές επιστήμες, πολλές φορές αντιμετωπίζουν τα ανθρώπινα προβλήματα χωρίς αναφορά στα συναισθήματα που συνδέονται άμεσα με τα προβλήματα αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το βιβλίο του , Χέρμαν Καν για το θερμοπυρηνικό πόλεμο. Εξετάζει στο βιβλίο πόσοι άνθρωποι θα ήταν παραδεκτοί σαν αριθμός σ' ένα πυρηνικό πόλεμο και αν θα ήταν δυνατό και τότε να ανασυγκροτηθεί η οικονομία. Παραγνωρίζει πλήρως τις επιπτώσεις του πόλεμου πάνω στον άνθρωπο από πλευράς πόνου, δεινών και δυστυχίας.

Ακούγονταν παράξενα στα πριν εκατό χρόνια φωτισμένα μυαλά όπως του Ντισλαέλι και του Μαρξ που ανήκαν δε ιδεολογικά σε αντίθετα στρατόπεδα, έλεγαν ότι με τη χωρίς έλεγχο ανάπτυξη της παραγωγής και της κατανάλωσης ο άνθρωπος θα εξασθενήσει και θα γίνει δούλος της μηχανής. Επίσης ο Φρόιντ, στο βιβλίο του «Πολιτισμός πηγή δυστυχίας» γράφει ότι πολιτισμός και νεύρωση είναι αλληλένδετα, ο πολιτισμός βασίζεται στην απώθηση των ενοτήτων. Χωρίς απώθηση, καμία εξέλιξη δεν είναι δυνατή. Παρόλο που κατακρίθηκε από πολλούς η Θέση αυτή, δεν έχει αποδειχθεί ακόμα, ύπαρξη πολιτισμού χωρίς την ύπαρξη της απώθησης των ενστίκτων. Επίσης στο τελευταίο του βιβλίο «Επιτομή στην Ψυχανάλυση» έγραψε λίγο πριν πεθάνει: <<Πρέπει να ομολογήσουμε πως δεν είναι δύσκολο για το βάρβαρο να είναι υγιής, ενώ για τον πολιτισμένο, τούτο είναι δυσχερέστατο έργο. Φυσική είναι σ' όλους μας η επιθυμία να έχουμε ένα ισχυρό Εγώ ένα Εγώ χωρίς αναστολές, αλλά όπως μας το διδάσκει η εποχή που ζούμε, η επιδίωξη αυτή είναι ουσιαστικά αντίθετη προς τον πολιτισμό>>.

Τελειώνοντας, Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η χρήση της τεχνολογίας δεν αλλάζει την πραγματική σχέση ανάμεσα στα μέσα και τους σκοπούς. Αυτό το κάνει η κατάχρησή της. Ο σκοπός δεν πρέπει να αγιάζει τα μέσα.<sup>16</sup>

### 3.2 Η ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η αναγκαιότητα να εφαρμοστεί η τεχνολογία στο χώρο της υγείας, συνέβαλε ώστε να αξιολογηθεί η πολύτιμη συμβολή της νοσηλευτικής στην υγεία, καθώς επίσης δημιουργήθηκαν νέες για τους νοσηλευτές περιοχές προσέγγισης, νέοι ορίζοντες επέκτασης, νέοι ρόλοι να αναλάβουν και νέες προκλήσεις να ανταποκριθούν.

Η τεχνολογία οξύνει δυνατά, ηθικά, νοητικά και κοινωνικά μυαλά να επιδοθούν πιο λαχταριστά και με μεγαλύτερη μαχητικότητα για τη νίκη του θανάτου να προχωρήσουν πιο ανθρωπιστικά, κεφάλτα και αποφασιστικά, στην

ανακούφιση του πόνου. Η τεχνολογία βοηθά στην εφαρμογή της επιστημονικής και εφαρμοσμένης νοσηλευτικής καθώς δημιούργησε τις προϋποθέσεις για τη νοσηλευτική έρευνα, δίνοντας τη δυνατότητα στη νοσηλευτική να ορθοποδήσει και να κινηθεί ισάξια και σύγχρονα με τις άλλες επιστήμες και τέχνες, στους ίδιους επιστημονικούς, πανεπιστημιακούς, εκπαιδευτικούς και διοικητικούς χώρους.

Η υψηλή τεχνολογία και η αυξανόμενη χρήση της στο χώρο της υγείας παρουσιάζει και μεγάλη επίπτωση στη νοσηλευτική. Οι νοσηλευτές του εικοστού πρώτου αιώνα δεδομένου ότι θα ασκούν το έργο σε περιβάλλον υψηλής τεχνολογίας και να τη χρησιμοποιούν κατάλληλα χωρίς να υποδουλώνονται σε αυτή.

Έτσι, ενώ σε γενικές γραμμές ωφέλησε η τεχνολογία τη νοσηλευτική και τον άρρωστο, υπήρξαν και ζημιές, όπως:

- ▼ Επηρέασε χρονικά την ανθρώπινη προσέγγιση του αρρώστου με τα νοσηλευτικά στελέχη. Συχνά ελαττώνεται στο ελάχιστο ο χρόνος προσέγγισής τους.
- ▼ Δημιούργησε διάσπαση και διάσταση του νοσηλευτο-ιατρικού πεδίου, αφού ταυτόχρονα ακόμα και οι επιστημονικοί βασικοί μέθοδοι όπως για παράδειγμα, η ψηλάφηση, η επισκόπηση διαμοιράστηκαν σε αρρώστους από μηχανήματα ακριβείας όπως είναι τα μόνιτορ.
- ▼ Παρεμβλήθηκαν στις σχέσεις και θέσεις αρρώστου - νοσηλευτο-ιατρικού προσωπικού και άλλα επαγγέλματα, όπως τεχνικοί νοσοκομειακών μηχανημάτων, συντηρητές κ.ά. που από τη φύση της εκπαίδευσής τους δεν έχουν αναπτύξει, ανθρωπιστικές σχέσεις με άρρωστους ανθρώπους και με πρώτιστο σκοπό την ανακούφιση κι αυτό γιατί επίκεντρο της δουλειάς τους είναι η λειτουργία του αυτόματου αναλυτού ή του αξονικού τομογράφου και όχι πρωταγωνιστής άνθρωπος άρρωστος Έτσι η εξάρτηση του αρρώστου - ανθρώπου που ζητά βοήθεια ζωής και φωνάζει «βοήθεια» δεν πιάνεται από τα βραχεία και τα μακρά κύματα των μηχανημάτων, ακόμα κι αν έχει τεθεί από την τεχνολογία σε κρύα μεταλλοπλαστικά μηχανήματα ακριβείας, αναπνευστήρες, απινιδωτές κ.ά.<sup>16</sup>

### 3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΜΟΣ

Τι ηθική και δεοντολογία χρειάζονται οι νοσηλευτές του 21ου αιώνα; Ήδη έχουμε αναφερθεί σε καταστάσεις που παρουσιάζονται ηθικά διλήμματα που όλο και περισσότερο θα αυξάνουν στη φροντίδα υγείας και τη νοσηλευτική.

Θέματα βιο-ηθικής με επιπτώσεις στη νοσηλευτική είναι αυτά που αφορούν τη ζωή και το θάνατο, ιδιαίτερα με τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας στην καθημερινή πράξη. Παράταση της ζωής αρρώστων με ανατάξιμες βλάβες, ευθανασία, αμβλώσεις, βιομηχανική και χρήση ρομπότ - αυτοματισμού. Ήδη υπάρχουν σήμερα ρομπότ που καταλαβαίνουν την ομιλία, δέχονται και μεταδίδουν μηνύματα, τηλεφωνούν αριθμούς και αισθάνονται τη θερμοκρασία του σώματος. Πολύ γρήγορα τα ρομπότ θα καταγράφουν και θα κάνουν πολλές άλλες εργασίες.

Αλλά σε ένα πολύ αναπτυγμένο τεχνολογικό περιβάλλον η κοινωνία περιμένει από τους νοσηλευτές να έχουν υψηλή ανθρωπιστική προσέγγιση, να διαθέτουν το ανθρώπινο στοιχείο που είναι απαραίτητο να διατηρεί υψηλή ηθική και δεοντολογία και να παρουσιάζουν παραδειγματική αριστεία στην παροχή νοσηλευτικής φροντίδας και υπηρεσιών υγείας σε διάφορες καταστάσεις και ιδρύματα.

Άλλα ηθικά διλήμματα στην πράξη είναι όσα έχουν σχέση με αξίες, συνήθειες και πεποιθήσεις αρρώστων ως προς τα θεραπευτικά μέσα και τρόπους διάσωσης της ζωής, εχεμύθεια προσωπικών πληροφοριών, πληροφόρηση ή μη του αρρώστου για διαθέσιμες υπηρεσίες υγείας, μη ορθή θεραπεία, χειρουργική ή άλλα νοσοκομειακά ατυχήματα, τήρηση ποιοτικών κριτηρίων στην πράξη, αποδοχή και ανάθεση ευθύνης σε αμφίβολες από ηθικής πλευράς καταστάσεις και συνθήκες, καθώς και με την ασφάλεια του αρρώστου.

Θέματα κατανομής πόρων - ανθρώπινων και υλικών, διάθεσης οργάνων σώματος για μεταμόσχευση, προσδιορισμοί προτεραιοτήτων υγείας, αποφάσεις που θα παίρνονται με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, παρουσιάζουν ηθικά προβλήματα. Και ποιος μπορεί να γνωρίζει τι άλλα θέματα και διλήμματα θα προκύψουν για τους νοσηλευτές και τους άλλους επιστήμονες υγείας στον 21ο αιώνα;

Και κάτι άλλο. Ένα φαινόμενο που ίσως παρατηρείται μιας σύγχυσης και χαλάρωσης στη σφαίρα των αξιών και πιθανόν κάποιας ανευθυνότητας που χαρακτηρίζει σε ορισμένες περιπτώσεις τους νοσηλευτές και άλλους λειτουργούς υγείας στις υπηρεσίες που προσφέρουν, προκαλεί ανησυχία μεταξύ των καταναλωτών και των υγειονομικών. Μια ανησυχία ως προς τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες υγείας, νοσηλευτές, γιατροί και άλλοι θα είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν υπεύθυνα τόσο σοβαρές υποθέσεις, όπως είναι αυτές που αφορούν τη ζωή και το θάνατο στην καθημερινή πράξη.

Τι ηθικές αξίες χρειάζονται οι νοσηλευτές να προσανατολίζουν την πράξη, να αντιμετωπίζουν υπεύθυνα συγκρουόμενες καταστάσεις και ηθικά διλήμματα του μέλλοντος;

Η νοσηλευτική έχει πλούσια ιστορία αφοσίωσης και προσήλωσης στην προαγωγή της υγείας ατόμων, οικογενειών και κοινοτήτων σε οποιαδήποτε κατάσταση υγείας. Ερευνώντας διαχρονικά την ιστορία, διαπιστώνουμε ότι γεννήθηκε, γαλουχήθηκε και αναπτύχθηκε με τις ανθρωπιστικές αξίες, οι οποίες αποτελούν μόνιμο, επίμονο και συνεχιζόμενο στοιχείο αναφοράς στη βάση του επαγγέλματος.

Η ολιστική θεώρηση του ανθρώπου - αρρώστου, μια σύγχρονη και ασφαλώς μελλοντική επιδίωξη όλων των νοσηλευτών, προέρχεται από την Ιπποκρατική σκέψη, την οποία επεξεργάστηκε και παρουσίασε στα φιλοσοφικά συγγράμματα του ο Πλάτωνας. Αυτή η ολιστική άποψη του ανθρώπου απέκτησε βαθύτερη και υψηλότερη έννοια στη Χριστιανική ανθρωπολογική προοπτική σύμφωνα με την οποία ο άνθρωπος θεωρείται «μοναδική, ανεπανάληπτη, αναντικατάστατη και ασύγκριτη ύπαρξη με ίδιο χαρακτήρα».

Οι κυριαρχούσες αξίες στη σύγχρονη φιλολογία και φιλοσοφία της νοσηλευτικής είναι επηρεασμένες στις παραπάνω απόψεις και εκφράζονται ως : φροντίδα με αγάπη και ενδιαφέρον για τον όλο νοσηλευόμενο άνθρωπο, δέος για το δώρο της ζωής, σεβασμό στην αξία, , αξιοπρέπεια αυτονομία και ατομικότητα κάθε ανθρώπινου όντος, υπεράσπιση και προστασία των δικαιωμάτων του αρρώστου, ευθύνη για παροχή προσωπικής ολιστικής και ανθρωπιστικής φροντίδας, συμβολή των νοσηλευτών στη βελτίωση της κοινωνίας με τη βοήθεια των ανθρώπων να ζουν υγιεινότερη και ψυχικά ισορροπημένη ζωή.

Όλα τα κοινωνικά και υγειονομικά επαγγέλματα έχουν σχεδόν ίδιες αξίες, η νοσηλευτική επιλέγει τις δικές της αξίες, τις αφομοιώνει και τις ενσωματώνει στη γενική φιλοσοφία της, την οποία προβάλλει στους σύγχρονους και μελλοντικούς νοσηλευτές που μπορούν να την εμπλουτίσουν, αναπροσδιορίζουν και προσθέτουν νέες διαστάσεις. Καλούνται δε να την πραγματώνουν στην καθημερινή πράξη παρά τις διαφορετικές ή και δύσκολες συνθήκες.

Η φιλοσοφία της νοσηλευτικής σαν πηγή ανθρωπιστικών αξιών μπορεί να καθοδηγεί και βοηθά τους νοσηλευτές να ασκούν με επιτυχία το έργο τους τώρα και στον 21<sup>ο</sup> αιώνα.

Οι νοσηλευτές που πιστεύουν στις υψηλές αξίες της ζωής, ζουν με συνέπεια και τις εφαρμόζουν στις πραγματικές συνθήκες, είναι ικανοί να κατευθύνουν τις ενέργειές τους προς ανθρωπιστική νοσηλευτική και φροντίδα υγείας, να αντιμετωπίζουν υπεύθυνα ηθικά προβλήματα και διλήμματα και να χρησιμοποιούν προς όφελος της υγείας των ανθρώπων κάθε επιστημονική και τεχνολογική ανακάλυψη και κάθε απίθανη μελλοντική πρόοδο.<sup>16</sup>



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλματώδεις ανάπτυξη της τεχνολογίας την έχει καταστήσει έναν από τους κύριους που διαμορφώνουν τις ζωές μας. Μετέβαλε τις συνθήκες διαβίωσης, δημιούργησε μορφές απασχόλησης που διεύρυναν τα πλαίσια της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η ανάγκη για ευρεία χρήση της τεχνολογίας, έκανε αναπόφευκτη την εφαρμογή της και στο χώρο του χειρουργείου. Καθημερινά έρχονται στην επικαιρότητα νέες ανακαλύψεις και νέες τεχνικές πάνω στην έρευνα και παρακολούθηση των αρρώστων.

Σκοπός της εργασίας μας δεν είναι να συμβάλλουμε την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας, αλλά βασικός μας στόχος είναι η παραπάνω εργασία να αποτελέσει έναν χρήσιμο οδηγό και να δώσει ερεθίσματα στους ενδυνάμει νοσηλευτές ώστε να μελετήσουν την επίδραση (θετική - αρνητική) της τεχνολογίας στο χειρουργείο και γενικότερα στο νοσηλευτικό χώρο.

Συγκεκριμένα στην εργασία μας αναφερόμαστε σε μηχανήματα διάγνωσης όπως ο αξονικός τομογράφος, το σπινθηρογράφημα, ο ηχοβολέας DOPPLER, καθώς και σε μηχανήματα υποστήριξης όπως μηχανικοί αναπνευστήρες, απινιδωτές και monitors. Η ευρεία χρήση της τεχνολογίας και της πληροφορικής στο χώρο του χειρουργείου αναδεικνύει τη αναμφισβήτητη ωφελιμότητα της τεχνολογίας στο χώρο της υγείας. Σήμερα άλλωστε, η παροχή της φροντίδας είναι βασισμένη στην υψηλή τεχνολογία και καλύπτει με επιτυχία σχεδόν όλο το φάσμα των ασθενών, οι οποίοι ίσως μερικά χρόνια πριν θα είχαν ελάχιστη ελπίδα για να ζήσουν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Λάγαρη Α. –Ρακιντζή Μ., Πτυχιακή Εργ. , “Ο Άνθρωπος Νοσηλευτής, Παρόν-Παρελθόν- Μέλλον”, Υπ. Καθ. Παπαδημητρίου Μαρία, Σ.Ε.Υ.Π. Τμήμα Νοσηλευτικής, Πάτρα 1990, σ. 1-4, 22, 43-47, 58-61, 65, 95-98
2. Πρακτικά 16<sup>ου</sup> Ετήσιου Πανελληνίου Νοσηλευτικού Συνεδρίου, “Τεχνολογία και Νοσηλευτική” Αθήνα 16- 18 Μαΐου 1989, Ξενοδοχείο Hilton
3. American medical Association, “Διάγνωση Ασθενειών”, Εκδόσεις ΜΑΝΙΑΤΕΑ, Αθήνα 1993, σελ. 37, 42-44, 48-54, 60-65.
4. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διπλωματούχων Νοσηλευτών/τριών American medical Association, “Ο Καρκίνος”, Εκδόσεις ΜΑΝΙΑΤΕΑ, Αθήνα 1993, σελ. 77-79, 84-87.
5. American medical Association, “Η Καρδιά”, Εκδόσεις ΜΑΝΙΑΤΕΑ, Αθήνα 1993, σελ. 49-54, 58-61.
6. Λόλας Χρ. “Καρδιοπάθειες – Αγγειοπάθειες και πώς Χειρουργούνται”, Εκδόσεις ΛΙΤΣΑ, Β΄ Έκδοση, Αθήνα 1984, σελ. 24-32.
7. Κουτσογιάννης Κων/νος, “Εισαγωγή στην Τεχνολογία και στις Επιστήμες Υγείας”, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2002
8. Σαχίνη – Καρδάση Α. – Πάνου Μ., “Παθολογική και Χειρουργική Νοσηλευτική”, Τόμος 1<sup>ος</sup>, Δ΄ Επανεκδοση, Εκδόσεις “ΒΗΤΑ Medical Arts”, Αθήνα 1994, σελ. 133, 279, 387.
9. Παληκαράκης Ν. – Νικηφορίδης Γ. – Παναγιωτάκης Γ., Ιατρική Φυσική Τόμος 3, σελ. 327-329.
10. Πρώμος Β. ιατρική Φυσική, Τόμος ΙΙΙ, σελ. 134-139, 141, 146, 169.
11. [www.Skoutas.gr](http://www.Skoutas.gr)
12. Χαρ. Προυκάκης: ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ τμός 1ος – ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΦΥΣΙΚΗ (Επιστ. Εκδόσεις: Κ Παρισιμου) ΑΘΗΝΑ 1983
13. Κ. Κουτσογιάννης ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ, Διδακτορική διατριβή ΠΑΤΡΑ 1994.
14. Dumitru, D: Electrodiagnostic Medicine. Philadelphia, Hanley & Belfus, 1995
15. Sethi RK, Thompson LL: The Electromyographer's Handbook, ed 2. Boston, Little Brown & Co, 1989

16. Στεφανοπούλου Ο. – Ανδρόγλου Α., πτυχιακή εργασία “Τεχνολογική εξέλιξη και οι επιπτώσεις της στην κοινωνία”, Υπ. Καθ. Ζορμπάς Β., ΣΔΟ, Τμήμα ΔΕ, Πάτρα Μάιος 1998.
17. Brazis PW, Masdeu JC, Biller J: Localization in Clinical Neurology, Little Brown & Co, 1990
18. Β. Πρώμος, ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ, τόμος 2, (Εκδόσεις Παν/μίου Πατρών) ΠΑΤΡΑ 1996.
19. Κανδαράκης Ι.: Φυσικές και τεχνολογικές Αρχές Πυρηνικής Ιατρικής, Εκδόσεις «ΕΛΛΗΝ», 1998.
20. Liveson JA, Ma DM: Laboratory Reference for Clinical Neurophysiology. Philadelphia, FA Davis, 1992
21. [www.Prionioniotakis. Gr](http://www.Prionioniotakis.Gr)
22. L. Walton ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ, (Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας) ΑΘΗΝΑ 1996
23. [www.Παπαποστόλου.gr](http://www.Παπαποστόλου.gr)
24. [www.In health.gr](http://www.Inhealth.gr)