

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΒΑΡΕΩΣ ΠΑΣΧΟΝΤΩΝ ΣΤΗ ΜΕΘ

ΙΩΑΝΝΑ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ  
ΝΟΣΗΛΕΥΤΡΙΑ Τ.Ε. ΜΕΘ ΒΓΝΗ

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING ΣΤΗ ΜΕΘ

**MONITORING** ορίζουμε τη **συνεχή ή διαλείπουσα παρατήρηση και καταγραφή** διαφόρων παραμέτρων και λειτουργιών ενός ασθενούς σε νοσοκομειακές συνθήκες (ΜΕΘ, χειρουργείο, ΤΕΠ) οι οποίες συμβάλουν στην **παρακολούθηση της ομοιόστασης** και στην δυνατότητα να αντιληφθούμε μεταβολές και δυσλειτουργίες που μπορεί να είναι μοιραίες για την έκβαση της υγείας του ασθενούς ώστε να μπορέσουμε να παρέμβουμε εγκαίρως για αποκατάστασή τους.

**ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING** είναι η παρακολούθηση του καρδιαγγειακού συστήματος και είναι από τις κύριες ενασχολήσεις των νοσηλευτών των ΜΕΘ διότι κυρίως αιμοδυναμικά ασταθείς είναι οι ασθενείς που νοσηλεύονται ανά τις ΜΕΘ όλης της χώρας μας.



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING ΣΤΗ ΜΕΘ



Οι στόχοι του **αιμοδυναμικού Monitoring** είναι οι εξής:

A. Παρακολούθηση του ενδαγγειακού όγκου  
B. Εκτίμηση της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλίας  
και συνεπώς ως αποτέλεσμα αυτών



Γ. Εκτίμηση και αποκατάσταση της παροχής οξυγόνου  
στους ιστούς

Αυτοί οι στόχοι επιτυγχάνονται με άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο επεμβατικές μεθόδους πάντα με σκοπό την διατήρηση της ομοιόστασης του οργανισμού και της αποφυγής βλαβών οργάνων του ασθενούς.

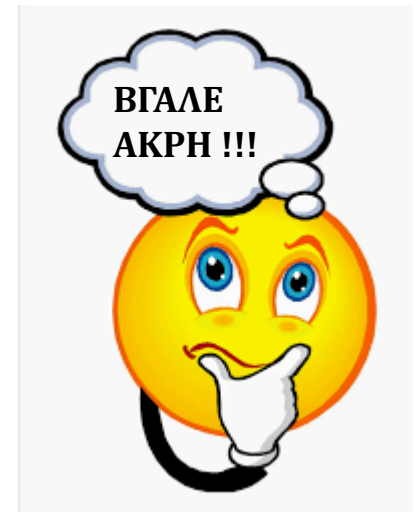
Ανάλογα με το χώρο του νοσοκομείου στον οποίο συμβαίνει το **Monitoring** διαφορετική είναι και η επεμβατικότητα των μεθόδων πχ διαφορετική είναι στα εξωτερικά ιατρεία και διαφορετική στη ΜΕΘ ενώ η ακρίβεια τους και η διαγνωστική τους αξία αμφισβητείται καθότι υπάρχει σύγκριση με τιμές αναφοράς οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από ασθενή σε ασθενή και από περιστατικό σε περιστατικό νοσηλείας.

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΟΝΙΤΟΡΙΝΓ ΣΤΗ ΜΕΘ

Χρησιμοποιούνται για αιμοδυναμική παρακολούθηση ασθενών λοιπόν οι παρακάτω μέθοδοι που θα δούμε αναλυτικότερα :

## Μέθοδοι αιμοδυναμικής παρακολούθησης :

- A. Παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού
- B. Παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης
- Γ. Κεντρική φλεβική πίεση CVP
- Δ. Μέτρηση της καρδιακής παροχής
- Ε. Μέτρηση των πιέσεων στις καρδιακές κοιλότητες
- ΣΤ. Μέτρηση όγκων πλήρωσης της καρδιάς
- Ζ. Μέτρηση κορεσμού του μικτού φλεβικού και του φλεβικού αίματος



Αυτοί ως στόχο τους έχουν την παρακολούθηση και αποκατάσταση του ενδαγγειακού όγκου καθώς και της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλίας.

# Α. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ

Η ασφαλέστερη μέθοδος παρακολούθησης του καρδιακού ρυθμού είναι το **ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ)**.

Μας παρέχει πληροφορίες για την δραστηριότητα του ερεθισματοαγωγού συστήματος της καρδιάς και ανιχνεύει πιθανές παθολογικές καταστάσεις όπως αρρυθμίες, διαταραχές του βηματοδότη της καρδιάς (φλεβόκομβου) αλλά και ισχαιμία της καρδιάς κοκ.

Το ΗΚΓ είναι απλή και μη επεμβατική μέθοδος και μας δίνει άμεση εκτίμηση των διαταραχών του ρυθμού διότι είναι γνωστό ότι:

ΦΤ είναι περί τις **60 - 80 bpm** .

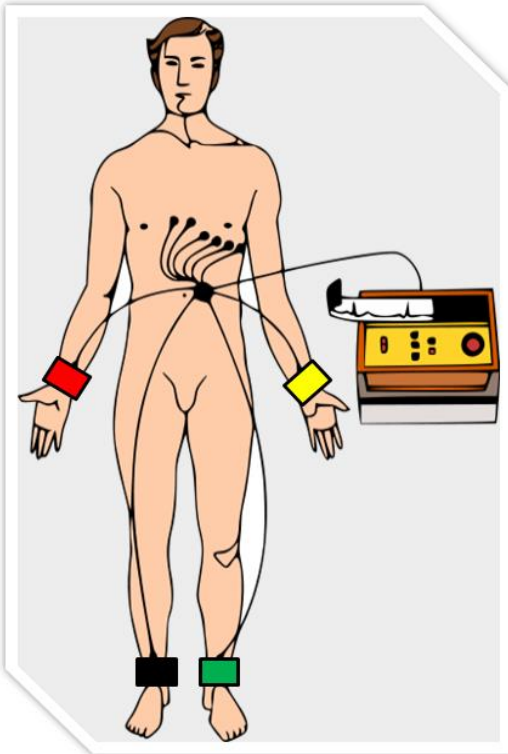
Τιμές **> 100 bpm** είναι ταχυσφυγμία.

Τιμές **< 60 bpm** είναι βραδυσφυγμία.

Στις ΜΕΘ εφαρμόζεται **συνεχής** καταγραφή στο MONITOR σε συγκεκριμένες απαγωγές συνήθως την I, την II, την III, και την V1 αλλά και **διαλειπόντως** με ΗΚΓφο για καλύτερη καταγραφή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των τοιχωμάτων της καρδιάς.



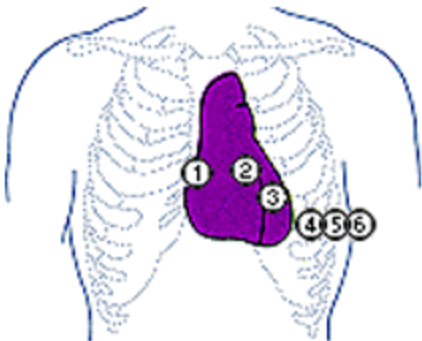
# Α. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ



Το ηλεκτροκαρδιογράφημα γίνεται με ειδικό μηχάνημα τον ηλεκτροκαρδιογράφο (ΗΚΓφο) που είναι ευαίσθητο βολτόμετρο που καταγράφει μέσω ηλεκτροδίων τις διαφορές δυναμικού στην επιφάνεια του σώματος που προκύπτουν κατά την λειτουργία της καρδιάς.

Αποτελείται από μια κεντρική μονάδα και ένα καλώδιο με 10 ηλεκτρόδια τα οποία συνδέονται στο σώμα του εξεταζόμενου. Τα 4 πρώτα συνδέονται από ένα στα χέρια και στα ποδιά και τα υπόλοιπα 6 μπροστά στο θώρακα και οι θέσεις σύνδεσης είναι συγκεκριμένες και φαίνονται στις εικόνες. Τα ηλεκτρόδια κωδικοποιούνται με χρώματα και ενδείξεις για να μην γίνονται λάθη κατά τη σύνδεση που θα επιφέρουν μορφολογικές αλλαγές στο ΗΚΓμα.

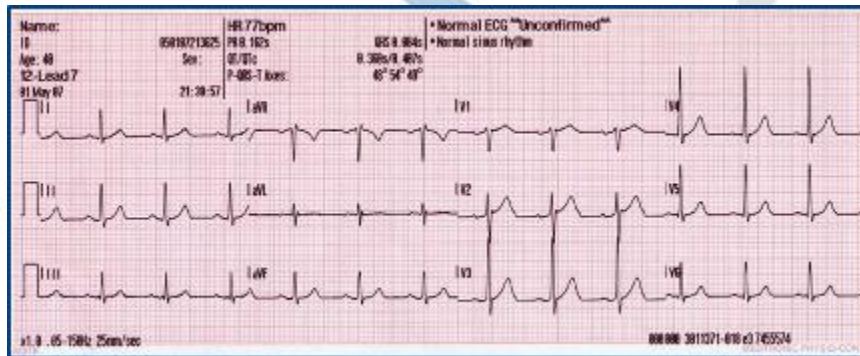
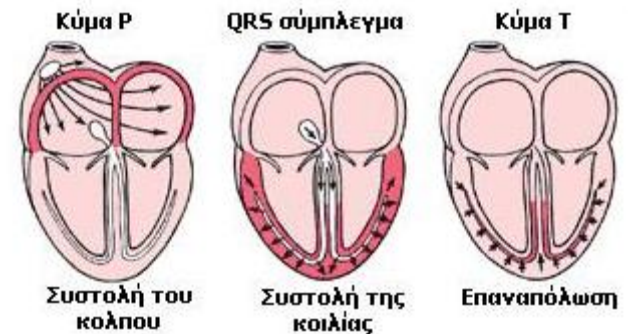
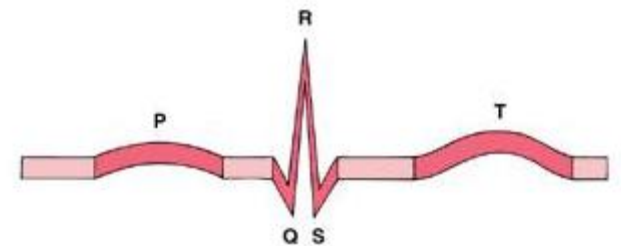
Τα αποτελέσματα εκτυπώνονται σε ειδικό (μιλιομετρέ) χαρτί και αναλύονται από τον θεράποντα ιατρό.



# Α. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ

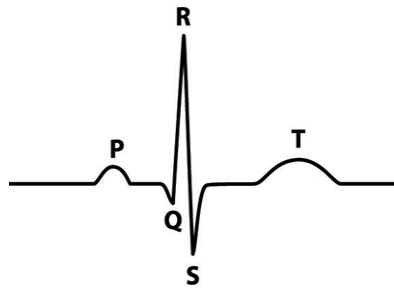
Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από ένα έπαρμα (κύμα) P, ένα «σύμπλεγμα» QRS και ένα έπαρμα (κύμα) T. Το έπαρμα P προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση (συστολή) των κόλπων, ενώ το σύμπλεγμα QRS προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση (συστολή) των κοιλιών, δηλαδή, κατά την επέκταση της εκπόλωσης στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Το έπαρμα T τέλος προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την ανάνηψη των κοιλιών από την κατάσταση της εκπόλωσης και χαρακτηρίζεται ως κύμα επαναπόλωσης.

**Η γνώση του φυσιολογικού ΗΚΓματος είναι σημαντική για τις νοσηλεύτριες της ΜΕΘ γιατί έτσι μόνο μπορούν να υποπτευθούν αλλαγές και να ειδοποιήσουν τον ιατρό.**

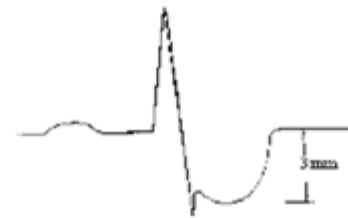


# Α. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ

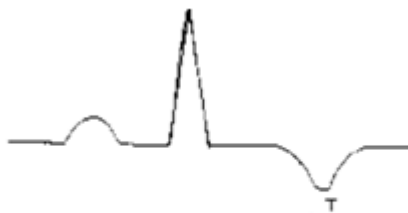
Οι παρεκκλίσεις του ΗΚΓματος από το φυσιολογικό θα πρέπει να εγείρουν ανησυχία στο νοσηλευτικό προσωπικό έτσι πχ σε σχέση με το φυσιολογικό ΗΚΓμα αλλαγές σαν τις παρακάτω είναι ενδεικτικές ισχαιμίας του μυοκαρδίου .



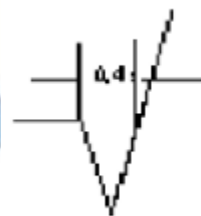
Ανάσπαση του διαστήματος ST της τάξεως των 4mm



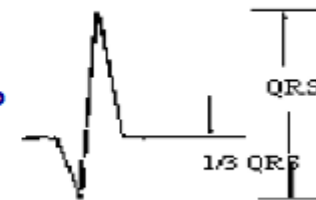
Κατάσπαση του διαστήματος ST της τάξεως των 3mm



Αρνητικοποίηση του κύματος T σε απαγωγές που αναμένεται θετικό



Υπαρξη σημαντικού κύματος Q με εύρος 0,04 sec ή με ύψος ίσο με το 1/3 του QRS



Καλό θα είναι λοιπόν τέτοιες αλλαγές να εγείρουν την υποψία του νοσηλευτικού προσωπικού ώστε να ειδοποιείται εγκαίρως ο θεράπων ιατρός για αποφυγή μη αναστρέψιμων “ζημιών” στο μυοκάρδιο του ασθενούς



# Α. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ

Επίσης σε σχέση με το φυσιολογικό ρυθμό που βλέπετε παρακάτω υπάρχουν και διαταραχές ρυθμού υπό τη μορφή βραδυαρρυθμιών, ταχυαρρυθμιών, έκτακτων συστολών και της γνωστής σε όλους μας κολπικής μαρμαρυγής.

Normal Sinus Rhythm



Sinus Tachycardia



Sinus Bradycardia



Ventricular Extrasystole



Extrasystole

Pause

Atrial Fibrillation



Απουσία κύματος P και παντελής αρρυθμία στις εκπολώσεις

Σε περίπτωση που αυτές επηρεάζουν αιμοδυναμικά τον ασθενή θα πρέπει να αναφέρονται επίσης στον θεράποντα ιατρό.

# Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

## HIGHLIGHTS

Η μέγιστη πίεση που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της συστολής της ΑΡ κοιλίας είναι η **συστολική αρτηριακή πίεση (ΣΑΠ)**.

Η χαμηλότερη πίεση κατά τη διάρκεια της διαστολής της ΑΡ κοιλίας είναι η **διαστολική αρτηριακή πίεση (ΔΑΠ)**.

Η **μέση αρτηριακή πίεση (ΜΑΠ)** είναι ο μέσος όρος των πιέσεων που επικρατούν στο αρτηριακό σύστημα κατά τη διάρκεια ενός πλήρους καρδιακού κύκλου και αποτελεί την πραγματική πίεση άρδευσης των ιστών του ανθρώπινου σώματος, υπολογίζεται δε με την παρακάτω εξίσωση:

$$ΜΑΠ = ΣΑΠ + 2 \times ΔΑΠ / 3$$

Η διατήρηση της ΜΑΠ σε συγκεκριμένα όρια θεωρείται προαπαιτούμενο για την επαρκή άρδευση των ιστών και αυτά τα όρια έχουν οριστεί σε τιμές

$$ΜΑΠ \geq 65 \text{ mmHg}$$

Εξάιρεση αποτελούν περιπτώσεις:

Α. Αυξημένης ενδοκράνιας πίεσης

Β. Αυξημένης ενδοκοιλιακής πίεσης

Γ. Ιστορικού αυξημένης αρτηριακής πίεσης – υπερτασικοί ασθενείς!

Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να γίνεται διόρθωση είτε με μείωση των αυξημένων (ενδοκράνιων, ενδοκοιλιακών) πιέσεων είτε με αύξηση της ΜΑΠ.



## Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Οι μέθοδοι παρακολούθησης της ΑΠ χωρίζονται σε μη επεμβατικές - αναίμακτες μεθόδους και σε επεμβατικές - αιματηρές:

### ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ:

➤ ΨΗΛΑΦΗΣΗ - υποκειμενική και ανακριβής μέθοδος που επιτρέπει αδρά εκτίμηση της πίεσης

- ✓ Ψηλαφητή κερκιδική ➡ ΣΑΠ τουλάχιστον 80 mmHg
- ✓ Ψηλαφητή μηριαία ➡ ΣΑΠ τουλάχιστον 70 mmHg
- ✓ Ψηλαφητή καρωτίδα ➡ ΣΑΠ τουλάχιστον 60 mmHg

➤ ΑΚΡΟΑΣΗ (Υδραργυρικό μανόμετρο) - βασίζεται στη εφαρμογή περιχειρίδας με εκπτυσσόμενο αεροθάλαμο γύρω από το άκρο (βραχίονα ή κνήμη) του ασθενούς και στην ακρόαση των ήχων του Korotkoff που δημιουργούνται από την στροβιλώδη ροή αίματος όταν αποσυμπιέζεται ο αεροθάλαμος και συνεπώς και η υποκείμενη αρτηρία. Όταν αποκαθίσταται γραμμική ροή αυτοί σταματάνε.

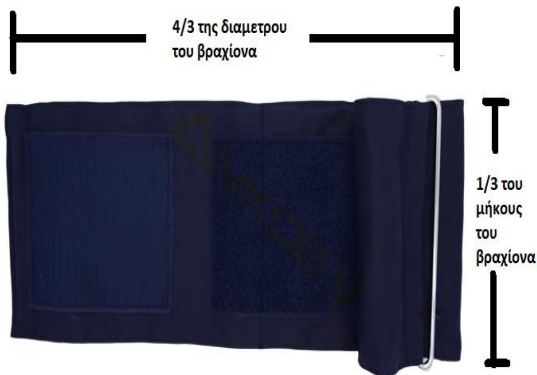


# Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

➤ **ΤΑΛΑΝΤΩΣΙΜΕΤΡΙΑ (Ηλεκτρονικό πιεσόμετρο)** - βασίζεται επίσης στην εφαρμογή περιχειρίδας με εκπυσώμενο αεροθάλαμο γύρω από το άκρο και στην ηλεκτρονική ανίχνευση της ροής αίματος με διάφορες μεθόδους όπως της ταλαντωσιμετρίας και της υπερηχητικής ανίχνευσης των κινήσεων των αγγείων



Σε αυτές τις μεθόδους σημαντικό ρόλο έχει και το μέγεθος του αεροθάλαμου της περιχειρίδας, διαφορετικά έχουμε σημαντικές αποκλείσεις στις μετρήσεις μας από τις πραγματικές τιμές. Ένας απλός κανόνας είναι ότι αυτός θα πρέπει το πλάτος του να είναι ίσο με το  $1/3$  του μήκους του βραχίονα και το μήκος του ίσο με τα  $4/3$  της διαμέτρου του βραχίονα.



Προτεινόμενα μεγέθη περιχειρίδων		
BHS (Βρετανική Εταιρεία Υπέρτασης)		
Είδος περιχειρίδας	Για ποιόν ασθενή	Διαστάσεις σε cm
Μικρή	Λεπτά άκρα, παιδιά	12 X 18
Συνήθης	Οι περισσότεροι ενήλικες	12 x 26
Μεγάλη	Παχύσαρκοι	12 x 40
AHA (Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία)		
Είδος περιχειρίδας	Διάμετρος άκρου σε cm	Διαστάσεις σε cm
Μικρός ενήλικας	22 – 26	12 X 22
Ενήλικας	27 – 34	16 X 30
Παχύς ενήλικας	35 – 44	16 X 36
Υπέρβαρος ενήλικας	45 - 52	20 X 42



# Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

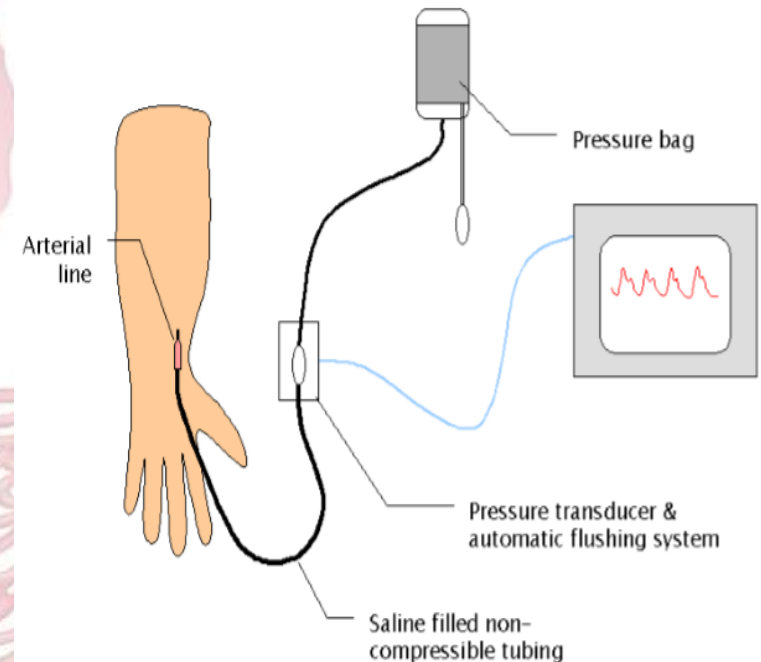
## ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ:

Αποτελεί τη μέθοδο εκλογής (**gold standard**) σε ασθενή της ΜΕΘ!

Γίνεται με την εισαγωγή ενός αρτηριακού καθετήρα σε μία περιφερική αρτηρία. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα σωλήνα που είναι πλήρης διαλύματος Ν/Σ 0,9%, μέσω του οποίου μεταδίδεται το σήμα της πίεσης από το αγγείο σε ένα μορφομετατροπέα (transducer). Εκεί το κύμα της πίεσης μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω καλωδίου στο monitor του ασθενή, όπου καταγράφεται στην οθόνη.

Το διάλυμα, που βρίσκεται μέσα στο σύστημα μετάδοσης της πίεσης, βρίσκεται και εντός ενός ασκού συμπίεσης, που φουσκώνει στα 300 mmHg, ώστε να εμποδίζει την επιστροφή αίματος προς το σύστημα.

Το transducer τοποθετείται στο ύψος του δεξιού κόλπου (στη μέση μασχαλιαία γραμμή, όταν ο ασθενής βρίσκεται στην ύπτια θέση, ή 5 cm κάτω από τη στερνική γωνία, όταν ο ασθενής βρίσκεται σε ανάρροπη θέση μέχρι τις 60°) .



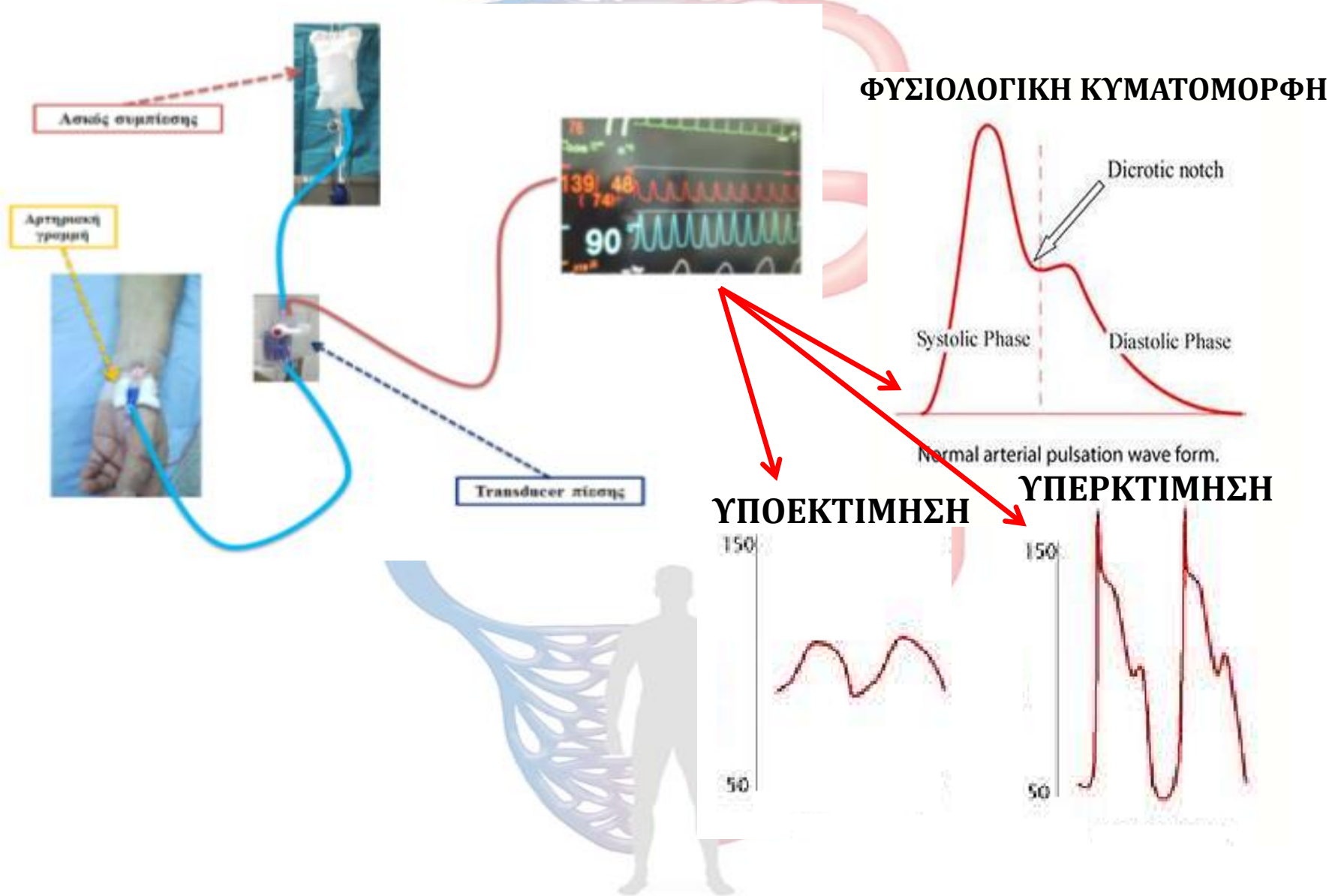
# Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

## ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

- ✓ Ο καθετήρας μπορεί να τοποθετηθεί σε διάφορες αρτηρίες όπως η κερκιδική (συνήθης), ωλένια, μηριαία ή ραχιαία του ποδός.
- ✓ Το σύστημα καταγραφής διατηρεί συνεχή ροή (3-4 ml/hr) διαλύματος προς την αρτηρία που εμποδίζει την δημιουργία θρόμβων ενώ διαθέτει και σύστημα έκπλυσης. Υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για το σύστημα μέτρησης της πίεσης που θα πρέπει να πληρούνται!
- ✓ Η μέση αρτηριακή πίεση στο σύστημα υπολογίζεται και δίδεται ως τιμή στο monitor από το ολοκλήρωμα της επιφάνειας κάτω από την κυματομορφή της πίεσης για αυτό και χρειάζεται αυτή η κυματομορφή να είναι σωστή!
- ✓ Όταν υπάρχει θρόμβος, φυσαλίδα αέρα, γωνίωση ή πολύ μεγάλο μήκος του συστήματος η πίεση μπορεί να υποεκτιμάται ενώ αντιθέτως σε ταχυκαρδία ή σε ευένδοτους σωλήνες υπερεκτιμάται. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει γίνεται έκπλυση (flushing) και έτσι εκτιμάται η ακρίβεια της μέτρησης.
- ✓ Επαναβαθμονόμηση (Calibration) του συστήματος θα πρέπει να γίνεται τακτικά και ειδικά όταν μεταβάλλεται η θέση του ασθενούς.



# Β. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ



# Γ. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΦΛΕΒΙΚΗ ΠΙΕΣΗ CVP

## HIGHLIGHTS

- Η κεντρική φλεβική πίεση (Central Venous Pressure, CVP) είναι η πίεση στα μεγάλα φλεβικά στελέχη του θώρακα (άνω και κάτω κοίλη φλέβα).
- Η CVP, κατά σύμβαση, μετράται σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, την οποία ορίζουμε ως μηδενική.
- Μετράται στη συμβολή της **άνω κοίλης φλέβας** με τον δεξιό κόλπο της καρδιάς, ώστε να παρέχει μια κοντινή εκτίμηση της πίεσης στον δεξιό κόλπο.
- Η CVP έχει παραδοσιακά χρησιμοποιηθεί ως δείκτης εκτίμησης του προφόρτιου και του ενδαγγειακού όγκου και ως οδηγός για τη χορήγηση υγρών.
- Κατευθυντήρια γραμμή κατά την ανάνηψη των αιμοδυναμικά ασταθών ασθενών αποτελεί η χορήγηση υγρών, με στόχο την επίτευξη CVP 8-12 mmHg (12-15 mmHg, για ασθενείς σε μηχανικό αερισμό).
- Ωστόσο, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας καθιστά σαφές ότι υπάρχει πολύ φτωχή συσχέτιση της τιμής της CVP και του ενδαγγειακού όγκου, όπως και αδυναμία της CVP ή της μεταβολής της ( $\Delta$ CVP) να προβλέψει την αιμοδυναμική ανταπόκριση του ασθενή στη χορήγηση υγρών.
- Μπορεί να μετρηθεί στην **κάτω κοίλη φλέβα** μέσω της μηριαίας αρκεί να μην είναι αυξημένη η ενδοκοιλιακή πίεση και πάντα σε ύπτια θέση.

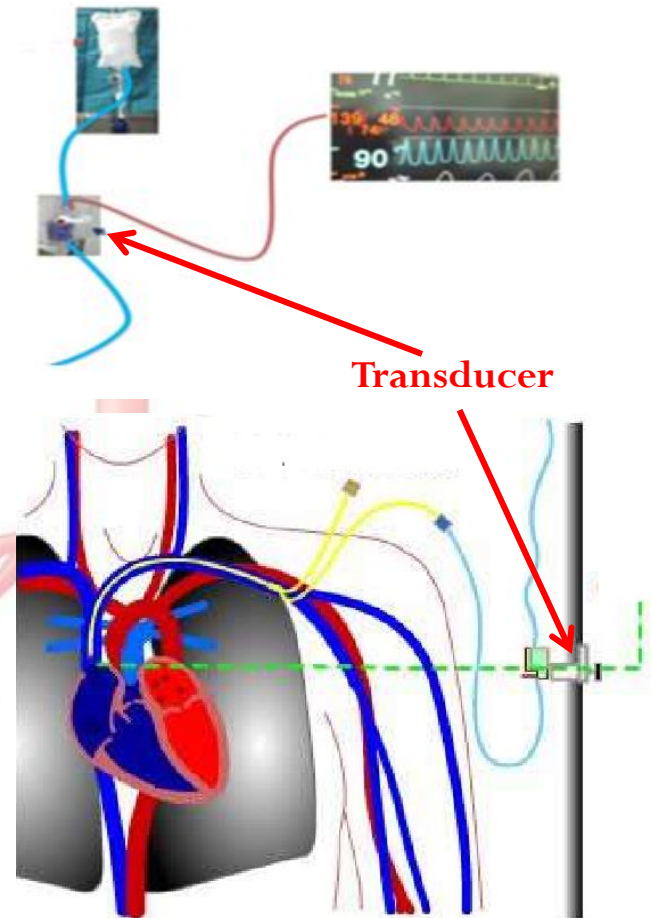


# Γ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ CVP

Η μέτρηση της CVP γίνεται συνήθως επεμβατικά, μέσω ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα που βρίσκεται στην υποκλείδιο ή την έσω σφαγίτιδα φλέβα. Το άκρο του καθετήρα φτάνει στην άνω κοίλη φλέβα, κοντά στον δεξιό κόλπο οπότε η πίεση που μετράται στο άκρο του κεντρικού φλεβικού καθετήρα είναι ίση με την πίεση στον δεξιό κόλπο.

Ο αυλός του κεντρικού φλεβικού καθετήρα συνδέεται, μέσω ενός κυκλώματος που περιέχει διάλυμα N/S 0,9% (που βρίσκεται ομοίως της επεμβατικής μεθόδου καταγραφής της ΑΠ σε ασκό υπό πίεση 300mmHg) με έναν μορφομετατροπέα, όπου το κύμα της φλεβικής πίεσης μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και καταγράφεται ψηφιακά στην οθόνη του monitor.

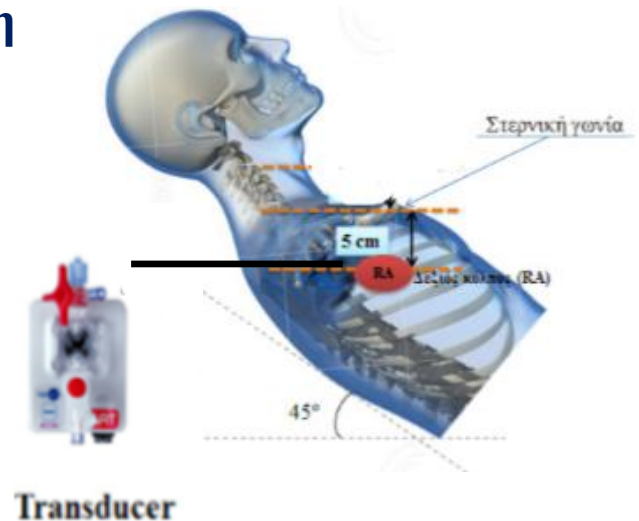
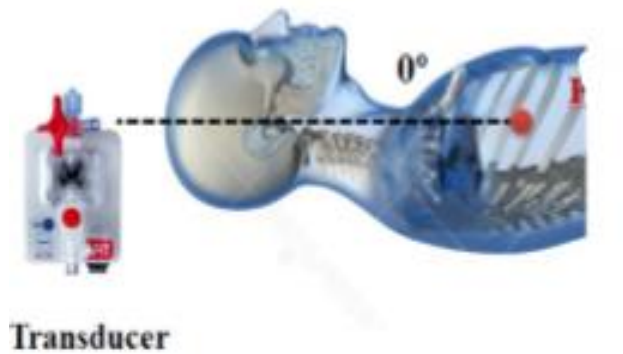
Για να είναι σωστή η μέτρηση της CVP απαραίτητο είναι το transducer να τοποθετείται στο ύψος του δεξιού κόλπου και να γίνεται σωστό Calibration σε σχέση με το ύψος του ΔΕ κόλπου και της ατμοσφαιρικής πίεσης.



# Γ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ CVP

Η σωστή μέτρηση της CVP προϋποθέτει τις εξής συνθήκες:

1. Μηδενισμός του transducer, προκειμένου οι τιμές να μετρώνται σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, που ορίζουμε ως μηδενική.
2. Το ύψος του transducer πρέπει να βρίσκεται στο ύψος του δεξιού κόλπου, καθώς η CVP αντανακλά την πίεση του δεξιού κόλπου. Για τον ασθενή που βρίσκεται στην ύπτια θέση, το ύψος του δεξιού κόλπου είναι στο 4ο μεσοπλεύριο διάστημα στη μέση μασχαλιαία γραμμή, ενώ, για τον ασθενή που βρίσκεται σε καθιστή θέση  $\leq 60^\circ$ , αντιστοιχεί σε ύψος 5 cm κάτω από τη στερνική γωνία.
3. Ο ασκός ο οποίος περιβάλλει το διάλυμα N/S που πληροί το κύκλωμα καταγραφής πρέπει να έχει πίεση 300 mmHg.
4. Σωστή κυματομορφή της CVP καθώς η μέση τιμή της υπολογίζεται και δίδεται ως τιμή στο monitor από το ολοκλήρωμα της επιφάνειας κάτω από την κυματομορφή της.



# Γ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ CVP

Η κυματομορφή της κεντρικής φλεβικής πίεσης αποτελείται από τα εξής σημεία:

Το κύμα a, το οποίο αντιπροσωπεύει την κολπική συστολή.

Την ανάπαυση c, η οποία αντιπροσωπεύει την κίνηση της τριγλώχινος κατά την πρώιμη (ισομετρική) κοιλιακή συστολή.

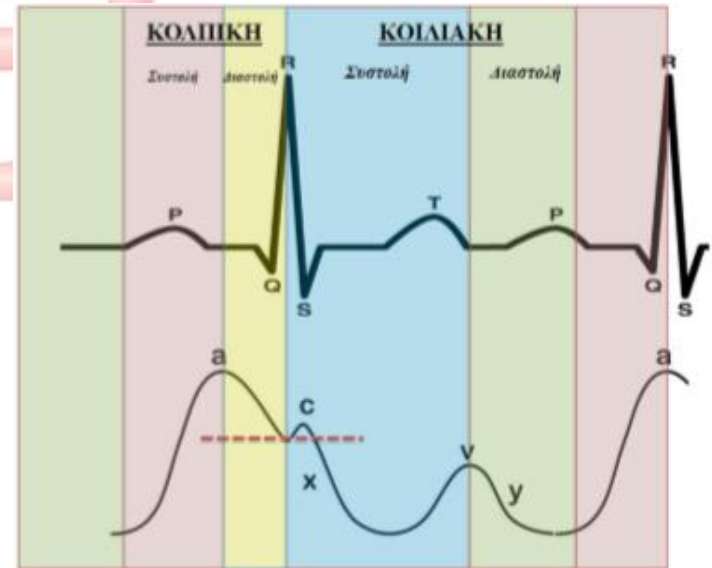
Το καθοδικό κύμα x, το οποίο αντιπροσωπεύει την κολπική διαστολή.

Το κύμα v, το οποίο αντιπροσωπεύει την πλήρωση των κόλπων κατά την κοιλιακή συστολή.

Το καθοδικό κύμα y, το οποίο αντιπροσωπεύει το τέλος της κοιλιακής συστολής, όταν ανοίγει η τριγλώχινος βαλβίδα και το αίμα του δεξιού κόλπου ρέει στη δεξιά κοιλία

Η τιμή που αξιολογείται είναι η μέση τιμή της CVP που δίδεται ως τιμή στο monitor

ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΗ ΤΗΣ CVP ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΗΚΓ

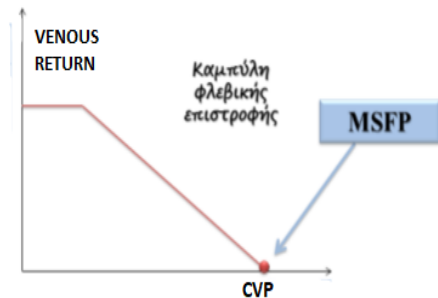
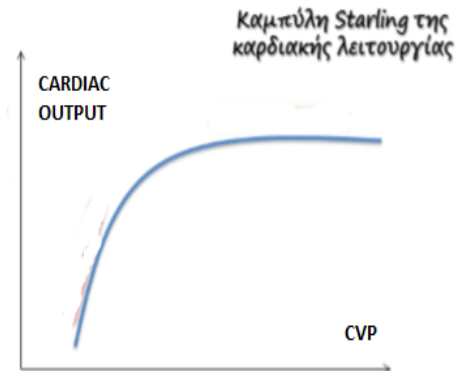


# Γ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ CVP

## ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

➤ Η καρδιακή παροχή δέχεται θετική επίδραση από τη CVP δηλαδή αύξηση των πιέσεων στον δεξιό κόλπο, οδηγεί σε αύξηση του αίματος που εξωθείται από αυτόν, συνεπώς αύξηση του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής, έως ενός σημείου όπου περαιτέρω αύξηση της CVP δεν οδηγεί σε αύξηση της παροχής όπως περιέγραψε ο Starling στην καμπύλη του το 1904. Όμως μια μεμονωμένη τιμή της CVP δεν μπορεί να αποκαλύψει σε ποιο σημείο της καμπύλης καρδιακής παροχής βρίσκεται ο ασθενής, ούτε αν χειρισμοί που θα αυξήσουν την τιμή της CVP θα οδηγήσουν παράλληλα σε βελτίωση της καρδιακής παροχής

➤ Όμως αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης (CVP) οδηγεί σε μείωση της φλεβικής επιστροφής όπως μερικές δεκαετίες μετά περιέγραψε με την καμπύλη του ο Guyton επειδή αυτή είναι ανάλογη της πίεσης στο φλεβικό δίκτυο (μέση πίεση πλήρωσης της συστηματικής κυκλοφορίας) μείον την CVP και αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης στη φλεβική κυκλοφορία



$$VR = \frac{MSFP - CVP}{R}$$

# Γ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ CVP

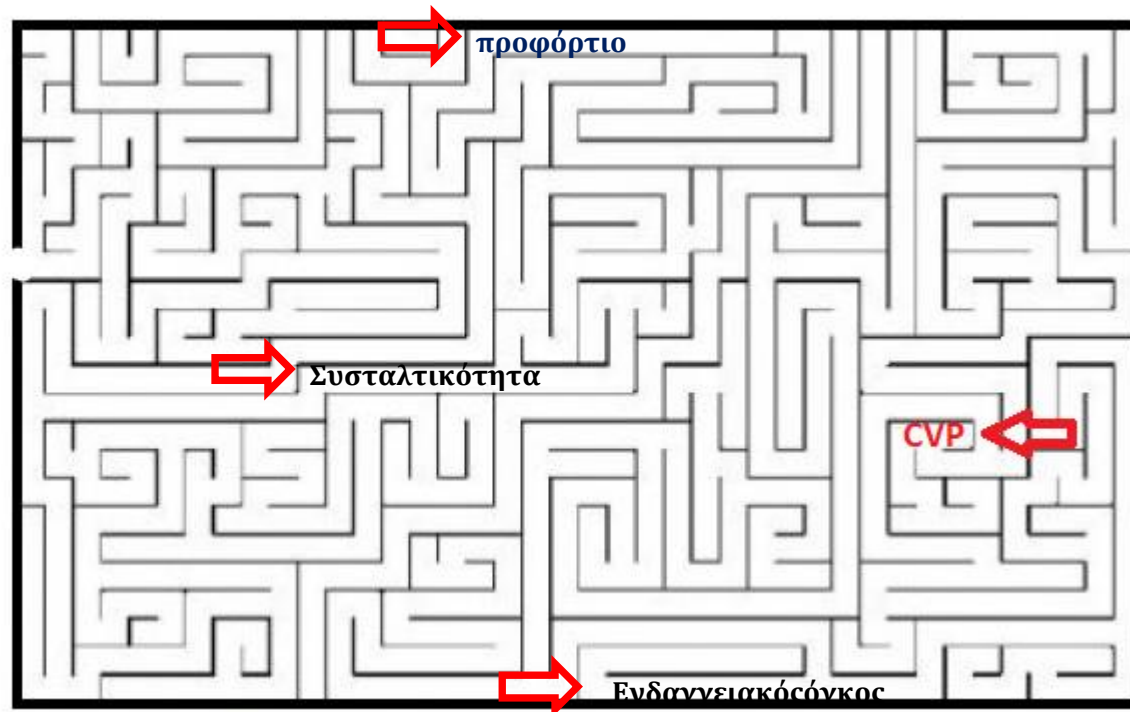
## ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ (συνέχεια)

- Ένα επιπρόσθετο σφάλμα που επηρεάζει την αιμοδυναμική εκτίμηση των ασθενών είναι η επίδραση των ενδοθωρακικών πιέσεων στον καρδιαγγειακό σχηματισμό καθώς καρδιά και μεγάλα αγγεία (άνω και κάτω κοίλη φλέβα) βρίσκονται στον θωρακικό κλωβό και υπόκεινται στις μεταβολές πιέσεων κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου, όπως επίσης το ρόλο της έχει και η πίεση που ασκεί το περικάρδιο σε περιπτώσεις περικαρδιακών συλλογών ή και καρδιακού επιπωματισμού.
- Η CVP τελικά αποτελεί συνισταμένη του αίματος που επιστρέφει στην καρδιά από τη συστηματική κυκλοφορία (venous return), δηλαδή του προφόρτιου και της συσταλτικότητας του καρδιακού μυ αλλά επηρεάζεται από ενδοθωρακικές πιέσεις (μηχανικό αερισμό, πνευμοθώρακα), τις βαλβιδοπάθειες (στένωση ή ανεπάρκεια τριγλώχινας βαλβίδας), τα νοσήματα του περικαρδιακού σάκου (περικαρδιακές συλλογές, καρδιακό επιπωματισμό), τα νοσήματα που επιδρούν στη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου (έμφραγμα, διατακτική μυοκαρδιοπάθεια) ή τον καρδιακό ρυθμό (κολπική μαρμαρυγή κ.ά.). Έτσι, η τιμή της από μόνη της δεν μπορεί να μας δώσει πάντα σαφείς πληροφορίες για την αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενή.

# Γ. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ CVP ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Εκτίμηση της CVP μπορεί να γίνει **υπερηχογραφικά** κατά προσέγγιση, από τη διάμετρο της κάτω κοίλης φλέβας, λίγο πριν από την εκβολή της στον δεξιό κόλπο, καθώς αυτή εξαρτάται από τον όγκο του αίματος που επιστρέφει στην καρδιά από τον κορμό και τα κάτω άκρα. Η διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας μεταβάλλεται στη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου: μεταβολή της διαμέτρου κατά  $> 50\%$  υποδηλώνει χαμηλή CVP και μπορεί να προβλέψει την ανταπόκριση του ασθενή στη χορήγηση υγρών με αύξηση της καρδιακής παροχής του

Δεν το λες και  
εύκολο !!!

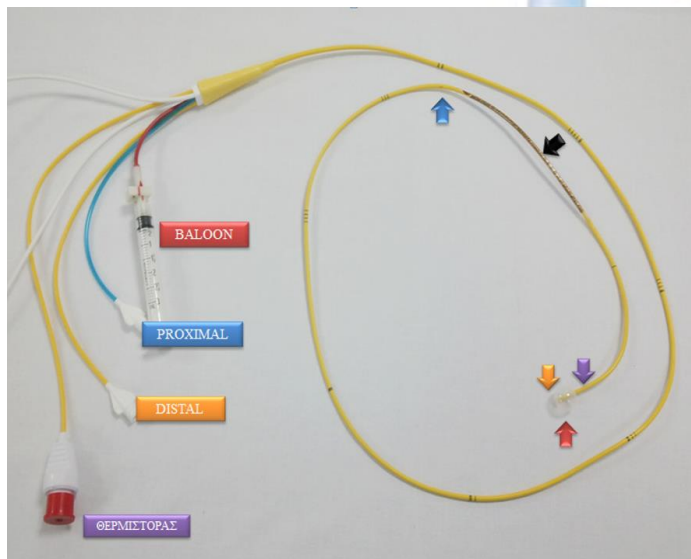


## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

Μέτρηση της καρδιακής παροχής έγινε εφικτή με την εφαρμογή του ΔΕ καρδιακού καθετηριασμού και την εφαρμογή του καθετήρα Swan - Ganz. Πήρε την ονομασία του από τους ερευνητές που τον κατασκεύασαν και τον εξέλιξαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970.

Ο καθετήρας Swan - Ganz είναι κατασκευασμένος από μαλακό υλικό και εισάγεται μέσω ενός ανένδοτου περιβλήματος-θηκαριού. Έχει μήκος 110 cm και διάμετρο 7,5 Fr (2,5 mm).

Αποτελείται από 4 κύριους αυλούς ενώ ενίοτε υπάρχουν και άλλοι παράπλευροι αυλοί για χορήγηση φαρμάκων ή για εισαγωγή καλωδίων βηματοδότησης.

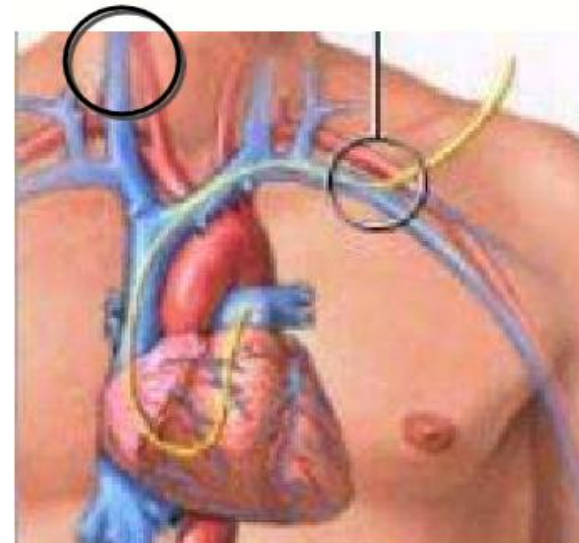


(α) ο άπω αυλός (distal lumen-κίτρινος αυλός) καταλήγει σε στόμιο (κίτρινο βέλος) που βρίσκεται στην άκρη του καθετήρα,  
(β) ο εγγύς αυλός (proximal lumen-μπλε αυλός) εκβάλλει σε στόμιο (μπλε βέλος) που βρίσκεται περίπου 30 cm πριν από την άκρη του καθετήρα,  
(γ) ο αυλός του μπαλονιού (balloon inflation valve-σύριγγα) η άκρη του οποίου καταλήγει σε ένα μπαλόνι (κόκκινο βέλος) που βρίσκεται στην άκρη του καθετήρα και φουσκώνει με 1,5 mL αέρα,  
(δ) περίπου 4 cm από την άκρη του καθετήρα υπάρχει ο θερμίστορας (μωβ βέλος) που ανιχνεύει την θερμοκρασία του αίματος στην άκρη του καθετήρα.

## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

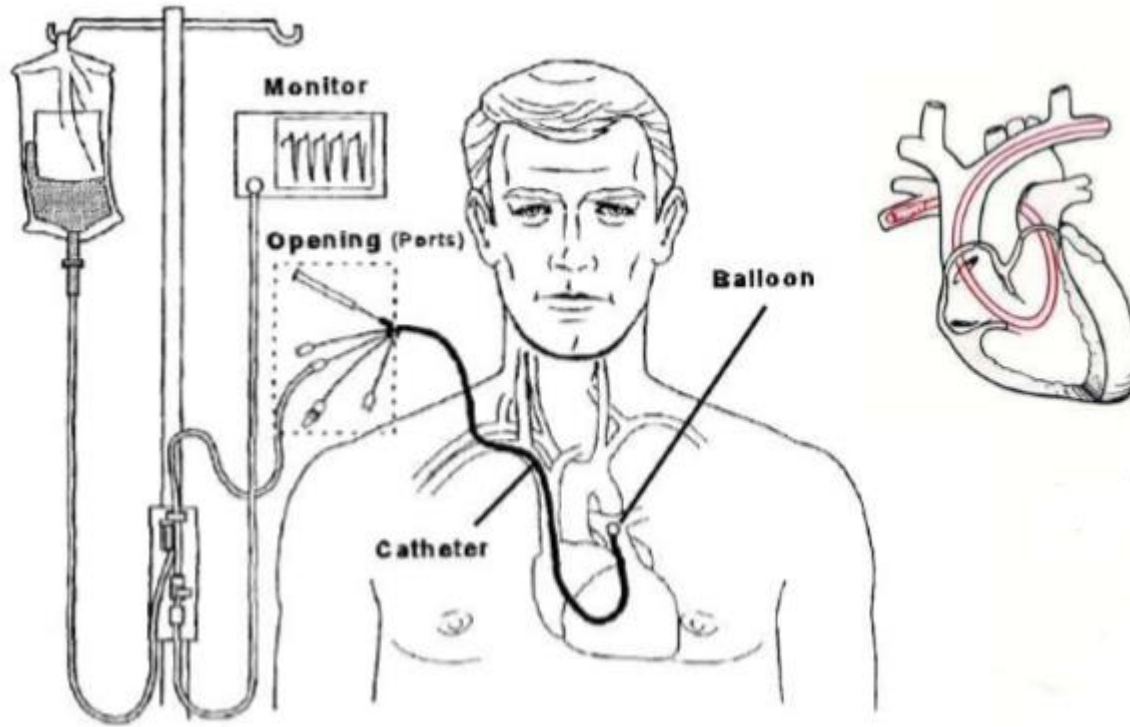
Η εισαγωγή του καθετήρα Swan - Ganz γίνεται μέσω θηκαριού που τοποθετείται σε ένα μεγάλο φλεβικό στέλεχος κατά προτίμηση τη δεξιά έσω σφαγίτιδα ή την αριστερή υποκλείδιο φλέβα, καθώς έτσι καθίσταται ευκολότερη η προώθηση του καθετήρα. Το θηκάρι αποτελείται από ανένδοτο υλικό, έχει μήκος 12 cm και είναι ευρύτερο του καθετήρα.

Προώθηση του καθετήρα γίνεται με φουσκωμένο το μπαλόνι στην άκρη του, το οποίο λειτουργεί ως ιστίο και βοηθά την προώθηση του καθετήρα. Αυτός ακολουθεί τη ροή του αίματος, προωθείται στον ΔΕ κόλπο, στη ΔΕ κοιλία και κατόπιν εισέρχεται στην πνευμονική αρτηρία. Εκεί αποφράσσει έναν μικρότερο κλάδο της πνευμονικής αρτηρίας όταν προχωράει περιφερικότερα και η θέση αυτή ονομάζεται θέση ενσφήνωσης του καθετήρα





## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

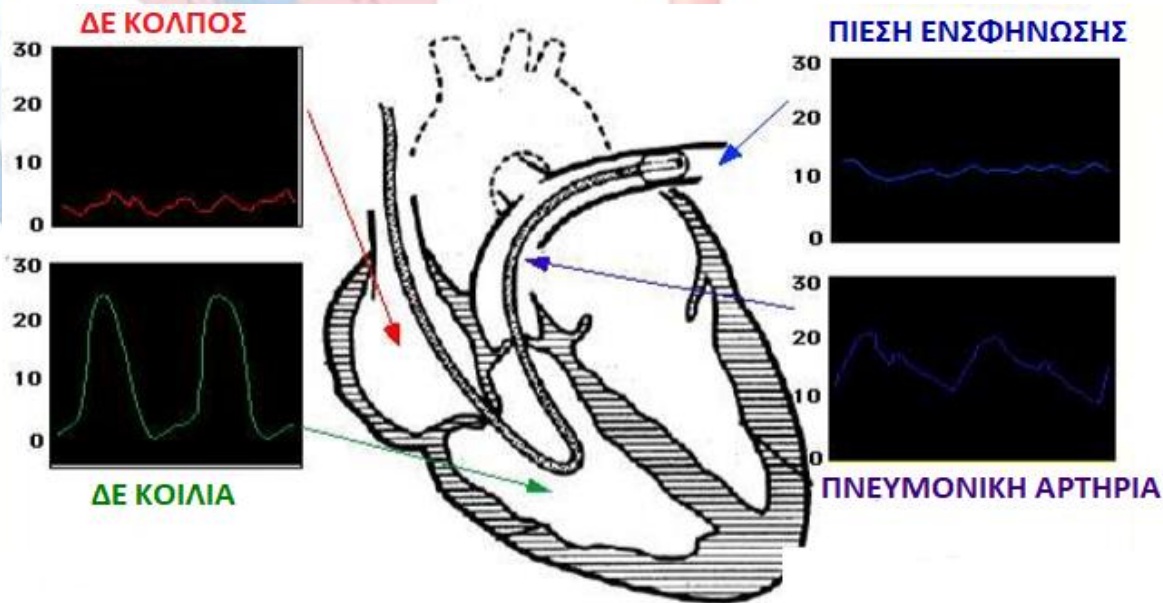


Το εξωτερικό άκρο του άπω αυλού του καθετήρα συνδέεται μέσω ενός συστήματος καταγραφής της πίεσης με ένα μορφομετατροπέα (transducer), έτσι ώστε να προβάλλονται στο monitor οι κυματομορφές των πιέσεων στην άκρη του καθετήρα. Από την κυματομορφή των πιέσεων μπορούμε να γνωρίζουμε τη θέση του άκρου του καθετήρα Swan - Ganz καθώς προωθείται έως τη θέση ενσφήνωσης.

## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

Όταν ο καθετήρας εισέλθει στο ΔΕ κόλπο έχουμε κυματομορφή κεντρικής φλεβικής πίεσης (CVP). Ακολούθως, ο καθετήρας περνά μέσω της τριγλώχινας βαλβίδας και εισέρχεται στη ΔΕ κοιλία, όπου παρατηρούνται οξυκόρυφα κύματα που αντιστοιχούν στη συστολική και διαστολική πίεση της ΔΕ κοιλίας. Στη συνέχεια ο καθετήρας Swan - Ganz περνά μέσω της πνευμονικής βαλβίδας, στην πνευμονική αρτηρία όπου η κυματομορφή έχει μορφή αρτηριακού κύματος, με το συστολικό έπαρμα ίσο με τη συστολική πίεση της δεξιάς κοιλίας και το διαστολικό υψηλότερο από τη διαστολική πίεση της δεξιάς κοιλίας. Τέλος καθώς ο καθετήρας προωθείται περιφερικότερα το μπαλόνι που είναι φουσκωμένο με περίπου 1,5 mL αέρα αποφράσσει ένα περιφερικό κλάδο της πνευμονικής αρτηρίας και

καταγράφεται η πίεση ενσφήνωσης (Pulmonary Capillary Wedge Pressure - PCWP) που αντιστοιχεί στην πίεση του ΑΡ κόλπου και η κυματομορφή της είναι αντίστοιχη της CVP



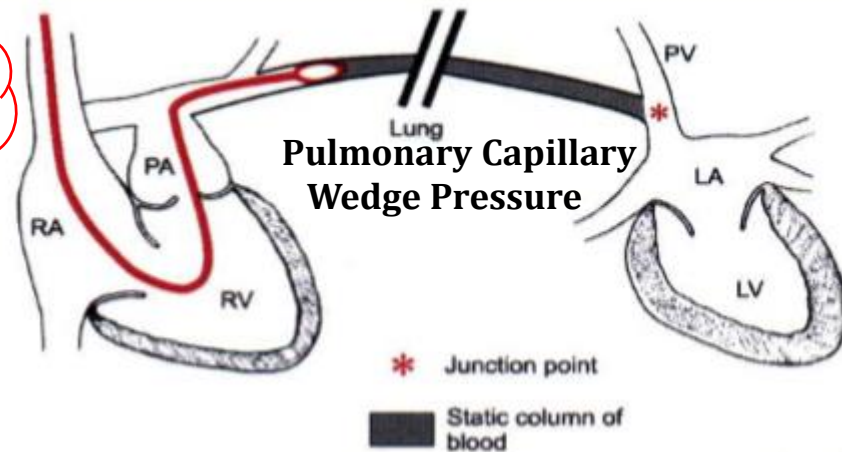
# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

## ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

- Όταν το άκρο του άπω αυλού βρίσκεται στη θέση ενσφήνωσης, το άκρο του εγγύς αυλού βρίσκεται στον δεξιό κόλπο και καταγράφει τιμές CVP.
- Η καρδιακή παροχή μπορεί να μετρηθεί με τη μέθοδο της πνευμονικής θερμοαραίωσης.
- Η προώθηση του καθετήρα γίνεται με το μπαλόνι στην άκρη του φουσκωμένο, ωστόσο η απόσυρση του καθετήρα προς τα έξω γίνεται πάντα με το μπαλόνι ξεφούσκωτο προκειμένου να αποφευχθεί ο τραυματισμός των βαλβίδων της καρδιάς.
- Μετά την τοποθέτησή του, ο καθετήρας μένει στη θέση ενσφήνωσης αλλά με ξεφούσκωτο το μπαλόνι, ώστε να μην προκληθούν βλάβη και ρήξη της πνευμονικής αρτηρίας.



Wedge  
τι???



## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

### ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

- Η καρδιακή παροχή αντικατοπτρίζει τον όγκο αίματος που διακινείται ανά λεπτό από την δεξιά και την αριστερή κοιλία αντίστοιχα.
- Η καρδιακή παροχή εξαρτάται από την καρδιακή συχνότητα (Heart Rate, HR) και τον όγκο του αίματος που εξωθείται σε κάθε καρδιακό παλμό (Stroke Volume, SV), και είναι ίση με:

$$CO = HR \times SV$$

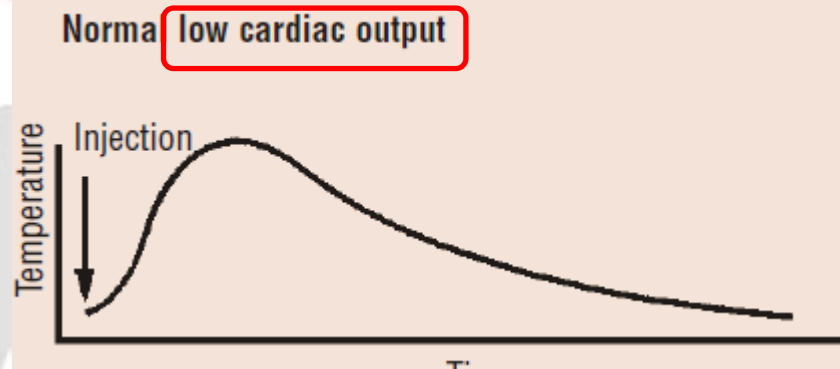
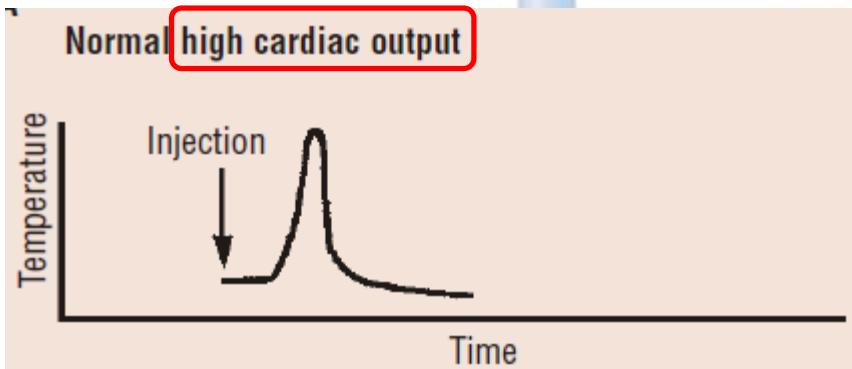
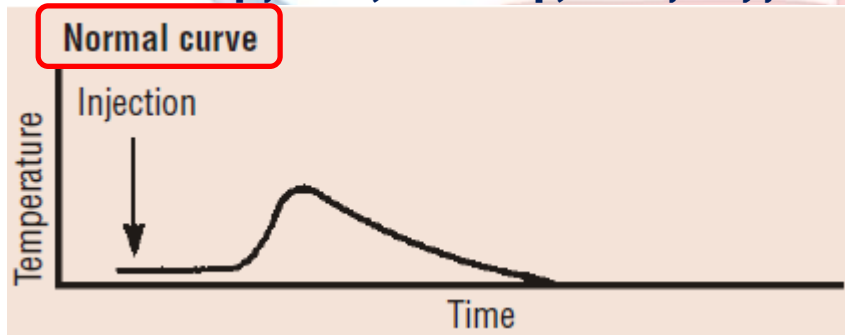
- Ο καρδιακός δείκτης (Cardiac index CI) είναι πιο αξιόπιστος από την καρδιακή παροχή, λαμβάνει υπόψη του και την επιφάνεια του σώματος, και προκύπτει από τον λόγο της καρδιακής παροχής προς τον δείκτη επιφάνειας σώματος.

➤ **Καρδιακή παροχή με τον καθετήρα Swan – Ganz** μετράται με τη **μέθοδο της πνευμονικής θερμοαραίωσης**. Είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδο μέτρησης της καρδιακής παροχής και βασίζεται στην αραίωση ενός δείκτη στην κυκλοφορία, που στην περίπτωση αυτή είναι θερμικός δείκτης.

Γίνεται έγχυση συγκεκριμένης ποσότητας και θερμοκρασίας υγρού (συνήθως 10 mL διαλύματος N/S 0,9%, σε θερμοκρασία 8-10 °C χαμηλότερη της κεντρικής θερμοκρασίας του ασθενή) στον εγγύς αυλό του καθετήρα Swan-Ganz, η άκρη του οποίου βρίσκεται στον δεξιό κόλπο. Το παγωμένο διάλυμα αναμειγνύεται με το αίμα, το οποίο ψύχει, και η διαφορά της θερμοκρασίας ανιχνεύεται από τον θερμίστορα, που βρίσκεται στην άκρη του καθετήρα, στο ύψος της πνευμονικής αρτηρίας.

## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

Προκύπτει έτσι μια καμπύλη μεταβολής της θερμοκρασίας σε σχέση με τον χρόνο από την στιγμή της έγχυσης, το εμβαδό της οποίας είναι αντιστρόφως ανάλογο της καρδιακής παροχής. Όσο μεγαλύτερη είναι η καρδιακή παροχή, τόσο πιο γρήγορα θα ανιχνευτεί ο θερμικός δείκτης αναμειγμένος στην άκρη του καθετήρα



και τόσο γρηγορότερα θα εκπλυθεί το παγωμένο υγρό και θα επιστρέψει η θερμοκρασία στην περιοχή του θερμίστορα στην αρχική θερμοκρασία του ασθενή.

## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣ ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΑΘΗΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

Για τον υπολογισμό της καρδιακής παροχής, συνήθως χρειάζονται διαδοχικές εγχύσεις και η καρδιακή παροχή υπολογίζεται από ειδικά μηχανήματα καταγραφής ως η μέση τιμή τριών μετρήσεων με απόκλιση μικρότερη του 10% μεταξύ τους.

Σήμερα, είναι δυνατή η συνεχής μέτρηση της καρδιακής παροχής με ειδικούς καθετήρες, που διαθέτουν θερμαινόμενη ηλεκτρική αντίσταση στην επιφάνειά τους, μεταξύ του 15ου και του 25ου cm του μήκους τους. Η θερμαινόμενη αντίσταση στην επιφάνεια του καθετήρα μετά την τοποθέτησή του βρίσκεται στο ύψος του δεξιού κόλπου και παρέχει ώσεις θερμότητας (40-44 °C) στο ύψος των δεξιών κοιλοτήτων, ενώ οι μεταβολές της θερμοκρασίας καταγράφονται στον θερμίστορα που βρίσκεται στην άκρη του καθετήρα. Η καρδιακή παροχή δίνεται ως μια μέση τιμή για τα τελευταία 20-30 λεπτά.

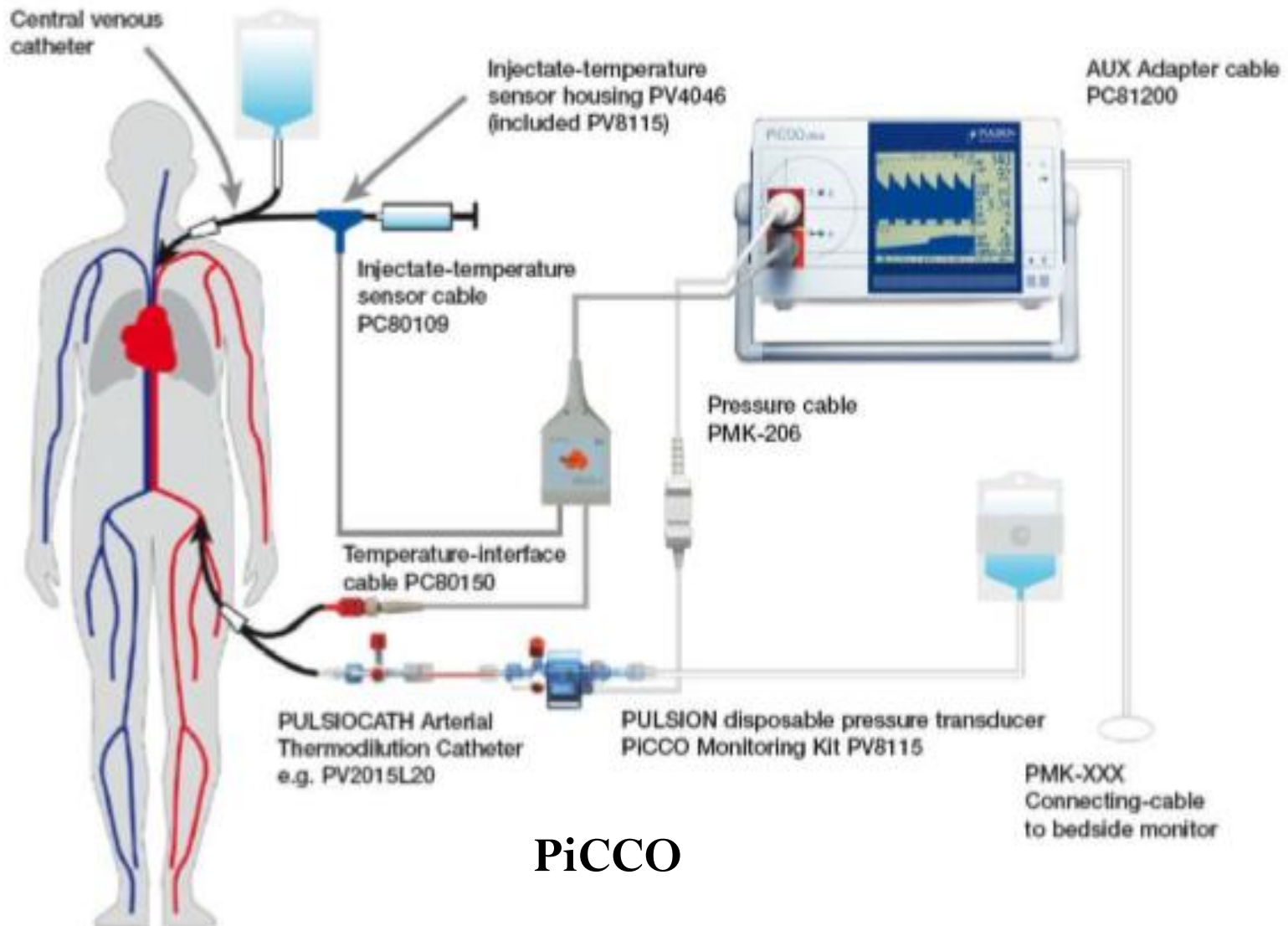


## Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

Με τη μέθοδο της **διαπνευμονικής θερμοαραίωσης**, μπορεί να μετρηθεί η καρδιακή παροχή λιγότερο επεμβατικά, με τη χρήση ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα και ενός αρτηριακού καθετήρα. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται και πάλι θερμικός δείκτης (παγωμένος διαλύτης), ο οποίος εγχύεται στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες μέσω ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα, που βρίσκεται στην έσω σφαγίτιδα ή την υποκλείδιο φλέβα. Η ανίχνευση της μεταβολής της θερμοκρασίας που προκαλείται γίνεται μέσω ενός θερμίστορα που βρίσκεται σε περιφερική αρτηρία της συστηματικής κυκλοφορίας (μηριαία ή μασχαλιαία αρτηρία). Εδώ η ποσότητα του θερμικού δείκτη είναι μεγαλύτερη (συνήθως 15-20 mL) και η θερμοκρασία του χαμηλότερη ( $< 8^{\circ}\text{C}$ ), ώστε να ανιχνευτεί μεταβολή της θερμοκρασίας στην περιφέρεια.

Προκύπτει έτσι μεταβολή της θερμοκρασίας στην αρτηρία σε συνάρτηση με τον χρόνο το εμβαδό της οποίας είναι αντιστρόφως ανάλογο της καρδιακής παροχής. Ο υπολογισμός της καρδιακής παροχής με τη μέθοδο της διαπνευμονικής θερμοαραίωσης παρουσιάζει καλή συσχέτιση με την καρδιακή παροχή που μετράται με τον καθετήρα Swan-Ganz (πνευμονική θερμοαραίωση). Καταγραφή και υπολογισμός της καρδιακής παροχής γίνονται από ειδικά μηχανήματα, τα οποία μπορούν να καταγράψουν και άλλες παραμέτρους εκτός από την καρδιακή παροχή (σύστημα PiCCO).

# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ



PiCCO



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING - ΣΥΣΤΗΜΑ PiCCO

Το σύστημα PiCCO επιτρέπει επιπρόσθετα την μέτρηση άλλων αιμοδυναμικών παραμέτρων όπως την μέτρηση του συνολικού τελοδιαστολικού όγκου της καρδιάς (global end diastolic volume - GEDV), του ενδοθωρακικού όγκου αίματος (intrathoracic blood volume - ITBV), επιτρέπει την αξιολόγηση της απαντητικότητας στην χορήγηση υγρών με την μέτρηση των διακυμάνσεων της πίεσης παλμού και του όγκου παλμού (pulse pressure variation - PPV, stroke volume variation - SVV).

Η τεχνική αυτή προσφέρει την μοναδική δυνατότητα αξιολόγησης της διαπερατότητας των αγγείων του πνεύμονα με τον δείκτη διαπερατότητας (pulmonary vascular permeability index - PVPI) και την αξιολόγηση του εξωαγγειακού όγκου υγρών στον πνεύμονα (extravascular lung water -EVLW)

Τελικά το σύστημα συνδυάζει:

## • *Transpulmonary thermodilution*

### Thermodilution Parameters

- Cardiac Output
- Global End-Diastolic Volume
- Intrathoracic Blood Volume
- Extravascular Lung Water
- Pulmonary Vascular Permeability Index
- Cardiac Function Index
- Global Ejection Fraction

CO  
GEDV  
ITBV  
EVLW  
PVPI  
CFI  
GEF



## • *Pulse contour analysis*

### Pulse Contour Parameters

- Pulse Contour Cardiac Output
- Arterial Blood Pressure
- Heart Rate
- Stroke Volume
- Stroke Volume Variation
- Pulse Pressure Variation
- Systemic Vascular Resistance
- Index of Left Ventricular Contractility

PCCO  
AP  
HR  
SV  
SVV  
PPV  
SVR  
dPmx

# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

Ο υπολογισμός της καρδιακής παροχής μπορεί να γίνει, επίσης με τη **μέθοδο ανάλυσης της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης (pulse contour analysis)** και την αντιστοίχιση των μεταβολών του εύρους και της διάρκειας του αρτηριακού κύματος με τις μεταβολές της ροής ή του όγκου αίματος που εξωθείται από την καρδιά σε κάθε παλμό.

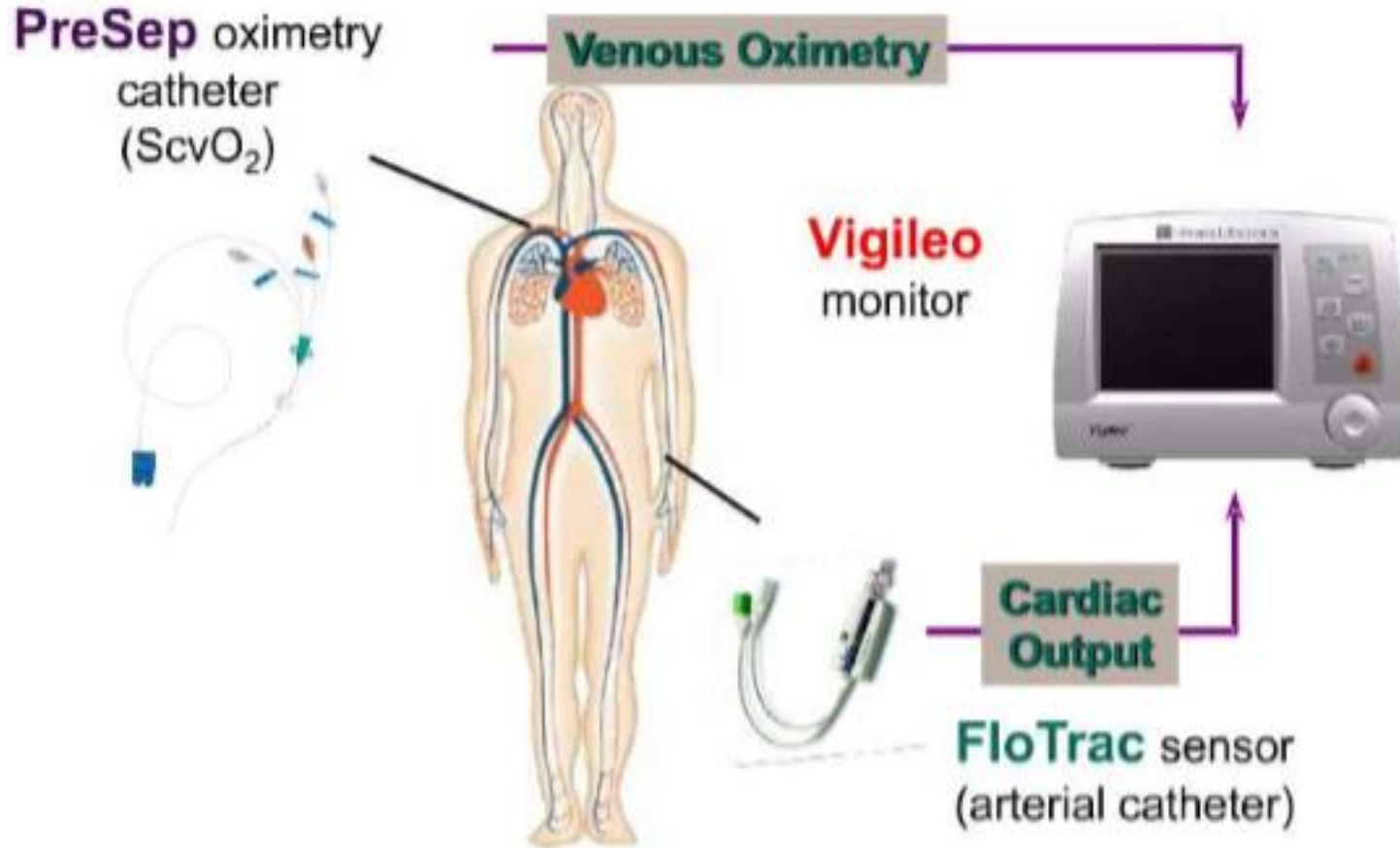
Η βασική υπόθεση εντοπίζεται στο γεγονός ότι το περίγραμμα της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης είναι ανάλογο του όγκου παλμού (SV). Προσδιορίζεται, έτσι, ο όγκος παλμού και γίνεται συνεχής καταγραφή της καρδιακής παροχής, αφού:  $CO = SV \times HR$ .

Παράλληλα, υπολογίζεται η πίεση παλμού, που αποτελεί τη διαφορά μεταξύ συστολικής και διαστολικής πίεσης και εξαρτάται από τον όγκο παλμού. Η καρδιακή παροχή προσδιορίζεται ως μέση τιμή για τα τελευταία λίγα δευτερόλεπτα.

Χρησιμοποιείται ειδικό λογισμικό, για τη μετατροπή του σήματος της πίεσης σε μέτρηση ροής.

Κακή καταγραφή του αρτηριακού κύματος μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις μετρήσεις ενώ προβλήματα προκύπτουν σε αρρυθμίες ή κολπική μαρμαρυγή όπου υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα του σήματος από παλμό σε παλμό. (σύστημα Vigileo).

# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ



Το σύστημα Vigileo επιτρέπει μέτρηση και άλλων αιμοδυναμικών παραμέτρων που περιγράφονται στο σκέλος του “pulse contour analysis” του συστήματος PiCCO.

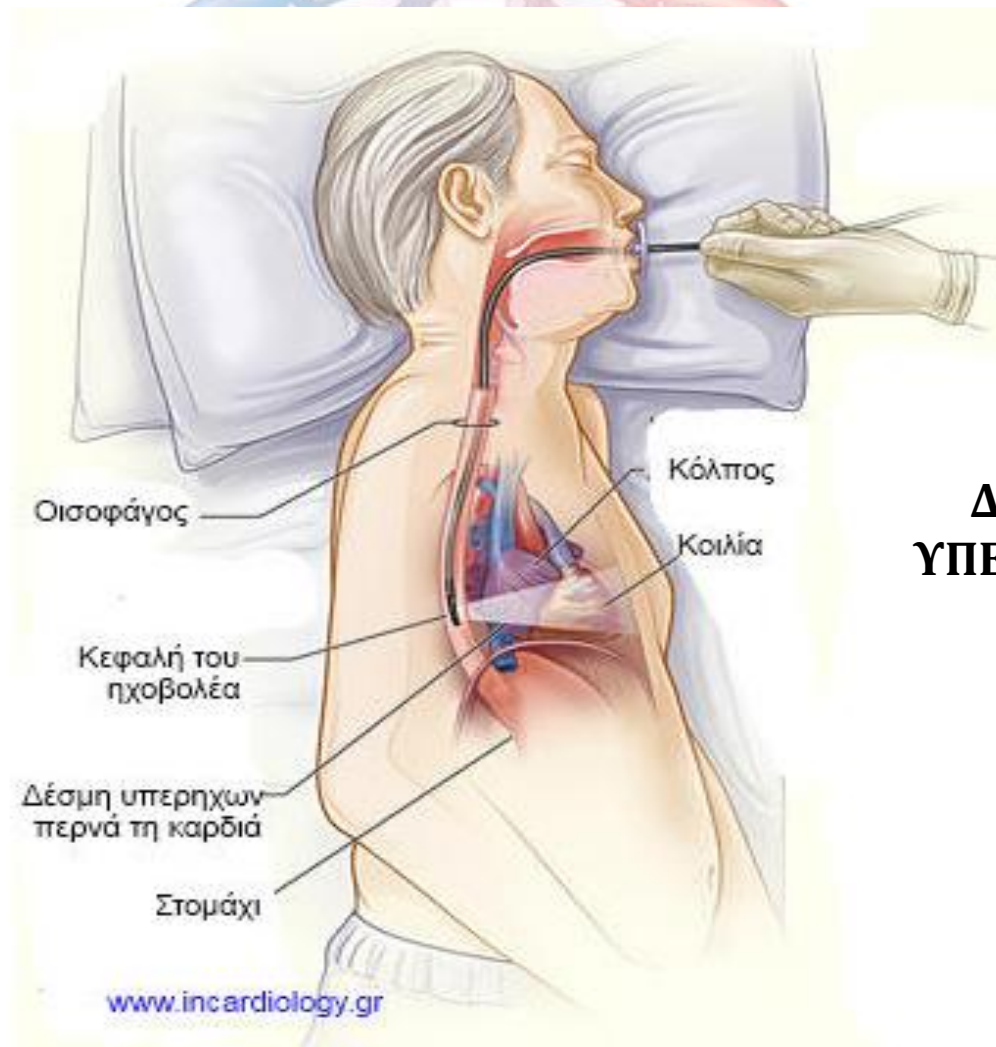
# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ (Υπερηχοκαρδιογραφία).

**Η υπερηχοκαρδιογραφία** επιτρέπει μέτρηση της καρδιακής παροχής, ενώ ταυτόχρονα δίνει ανατομικές και λειτουργικές πληροφορίες για την καρδιά, το περικάρδιο και τα μεγάλα αγγεία και θέτει συχνά διάγνωση σε αιμοδυναμικές διαταραχές που προέρχονται από δυσλειτουργίες της καρδιάς ή του περικάρδιου. Η υπερηχοκαρδιογραφική εξέταση απαιτεί παρουσία ειδικού (καρδιολόγου ή εκπαιδευμένου γιατρού στο υπερηχογράφημα καρδιάς) και παρότι μπορεί εύκολα να γίνει και να επαναληφθεί επί κλίνης, δεν μπορεί να δώσει συνεχείς καταγραφές - παρακολούθηση.

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η μέθοδος του echo - Doppler, που χρησιμοποιεί έναν διοισοφάγιο ηχοβολέα (probe) και μπορεί κατευθύνοντας μια ακτίνα στην αορτή, να ανιχνεύσει την αιματική ροή και τον όγκο του αίματος στη ρίζα της αορτής, υπολογίζοντας έτσι την καρδιακή παροχή. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανάγκη για τοποθέτηση ενός ηχοβολέα στον οισοφάγο του ασθενή και είναι κακώς ανεκτή σε μη κατεσταλμένους ασθενείς, ενώ αντενδείκνυται σε βλάβες του οισοφάγου. Βέβαια σε διασωληνωμένους ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό, μπορεί να τοποθετηθεί και να είναι καλώς ανεκτή, δίνοντας συνεχείς πληροφορίες για την αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενή.

# Δ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

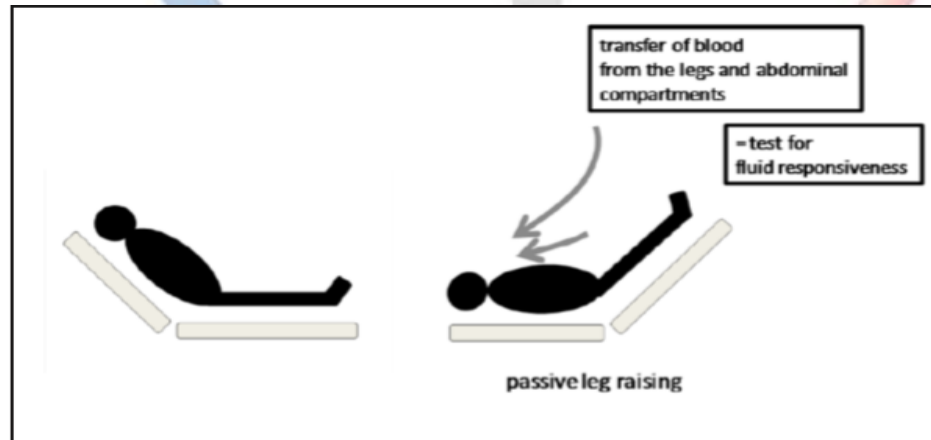


**ΔΙΟΙΣΟΦΑΓΕΙΟ  
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ**

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ

- Από τους **λειτουργικούς δείκτες**, πολύ μεγάλη ευαισθησία παρουσιάζει η **δοκιμασία παθητικής ανύψωσης των κάτω άκρων** η οποία πραγματοποιείται με μετατόπιση του ασθενή από την ημικαθιστή θέση (κεφαλή στις 45°) στην ύπτια θέση με ταυτόχρονη ανύψωση των κάτω άκρων. Αυτό προκαλεί αύξηση της φλεβικής επιστροφής από τα κάτω άκρα και τη σπλαγχνική κυκλοφορία, με αποτέλεσμα αύξηση του προφόρτιου της δεξιάς κοιλίας, άρα και αύξηση της καρδιακής παροχής της δεξιάς, που ανιχνεύεται στη συστηματική κυκλοφορία ως αύξηση της καρδιακής παροχής ή της μέσης αρτηριακής πίεσης.
- Η δοκιμασία προϋποθέτει τη δυνατότητα άμεσης καταγραφής της καρδιακής παροχής, καθώς η επίδραση της αλλαγής θέσης στην αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενή είναι παροδική και το αποτέλεσμα χάνεται γρήγορα.
- Αποτελεί πολύ καλό δείκτη για την εκτίμηση της ανταπόκρισης στην χορήγηση υγρών.



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ

➤ Τέλος, η απαντητικότητα στη χορήγηση υγρών μπορεί να εκτιμηθεί και με τη δοκιμασία φόρτισης με υγρά (fluid challenge), κατά την οποία χορηγείται μικρός όγκος υγρών (τυπικά 250 mL κρυσταλλοειδούς διαλύματος) σε μικρό χρονικό διάστημα, με παράλληλη αιμοδυναμική παρακολούθηση. Με τον τρόπο αυτό αναδεικνύονται οι volume responders, δηλαδή οι ασθενείς που απαντούν με αύξηση της καρδιακής παροχής, ωστόσο ενέχεται ο κίνδυνος υπερφόρτωσης με υγρά των ασθενών που βρίσκονται στο επιπεδωμένο τμήμα της καμπύλης Frank - Starling. Αξιολογείται η μεταβολή των αιμοδυναμικών και άλλων παραμέτρων (αύξηση της αρτηριακής πίεσης, μείωση της ταχυκαρδίας κοκ).

Από **λειτουργικούς δείκτες**, πολύ μεγάλη επίσης διαγνωστική αξία έχουν:

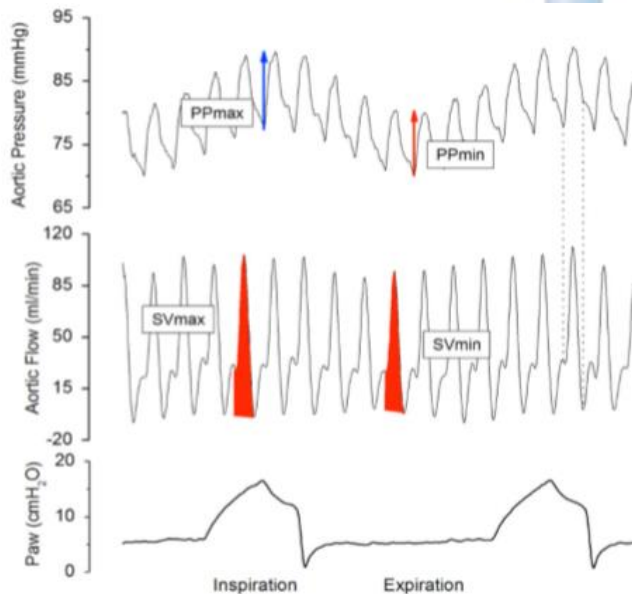
1. Οι **μεταβολές της κεντρικής φλεβικής πίεσης με τις αυτόματες αναπνευστικές κινήσεις** και συγκεκριμένα η εισπνευστική πτώση της κεντρική φλεβικής πίεσης πάνω από 1 mmHg προβλέπει θετική απάντηση στην χορήγηση υγρών.
2. Οι **μεταβολές της διαμέτρου της κάτω και της άνω κοίλης φλέβας** κατά τον μηχανικό αερισμό με θετικές πιέσεις που ανιχνεύονται με την χρήση του υπερηχογραφήματος.



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ

➤ Σημαντικός αριθμός κλινικών μελετών δείχνει ότι οι **μεταβολές της πίεσης παλμού PPV**, όπως προκύπτουν από την ανάλυση του αρτηριακού κύματος, και οι **μεταβολές του όγκου παλμού SVV**, όπως προκύπτουν από την ανάλυση του σφυγμικού κύματος (pulse contour analysis) έχουν υψηλή συσχέτιση με την ανταπόκριση ενός ασθενή στη χορήγηση υγρών. Αυτό σχετίζεται με τις κυκλικές μεταβολές που προκαλεί ο μηχανικός αερισμός στα φορτία των δύο κοιλιών και συγκεκριμένα στη διάρκεια της εισπνοής, λόγω της αύξησης των ενδοθωρακικών πιέσεων, μειώνεται το προφόρτιο και αυξάνεται το μεταφόρτιο της δεξιάς κοιλίας, και οδηγείται σε μείωση του όγκου παλμού της.



➤ Η εισπνευστική αυτή μείωση του όγκου παλμού της δεξιάς κοιλίας οδηγεί σε μείωση του όγκου πλήρωσης, συνεπώς και του όγκου παλμού της αριστερής κοιλίας ύστερα από 2-3 παλμούς της καρδιάς, που χρονικά ανιχνεύεται στο τέλος της εκπνοής.

➤ Οι κυκλικές αυτές αλλαγές στον όγκο παλμού της δεξιάς και αριστερής κοιλίας οδηγούν σε αναπνευστική διακύμανση του όγκου και της πίεσης παλμού PPV και SVV.

➤ Μειονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι ότι απαιτείται ο ασθενής να βρίσκεται σε μηχανικό αερισμό.

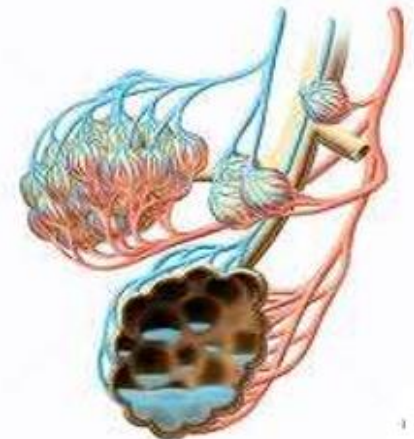


# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ – ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑ

- Οι **λειτουργικοί δείκτες**, αν και είναι πολύ καλοί στην εκτίμηση της απαντητικότητας στα υγρά, δεν μπορούν να αναδείξουν την υπερφόρτωση με υγρά και το βαθμό του ιστικού οιδήματος.
- Οι στατικοί δείκτες (CVP και PAWP) αποτελούν φτωχούς δείκτες για την εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και, συνεπώς, για την υπερφόρτωση της κυκλοφορίας.
- Για την εκτίμηση του ιστικού οιδήματος χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια ο εξωαγγειακός όγκος πνευμονικού ύδατος (Extra - Vascular Lung Water, EVLW) και η ενδοκοιλιακή πίεση (Intra - Abdominal Pressure, IAP).
- EVLW: Ο εξωαγγειακός όγκος πνευμονικού ύδατος μπορεί να υπολογιστεί με τη μέθοδο της διαπνευμονικής θερμοαραίωσης, η φυσιολογική τιμή του EVLW είναι 5-7 ml/ kg ιδανικού βάρους σώματος, ενώ σε καταστάσεις πνευμονικού οιδήματος μπορεί να φτάσει και τα 30 ml/kg, ενώ τιμές πάνω από 15 mL/kg σχετίζονται με αυξημένη θνητότητα.

IAP: Ορίζεται η πίεση μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Τιμές πάνω από 12 mmHg συνιστούν ενδοκοιλιακή υπέρταση, ο βαθμός της οποίας σχετίζεται με το ιστικό οίδημα.



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΙΚΤΟΥ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

### ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

- Ο ρόλος της κυκλοφορίας είναι η παροχή O<sub>2</sub> και θρεπτικών συστατικών ικανών να καλύψουν τις μεταβολικές ανάγκες των ιστών.
- Παροχή O<sub>2</sub> (Oxygen Delivery) ορίζεται το συνολικό ποσό O<sub>2</sub> που μεταφέρεται στους ιστούς στη μονάδα του χρόνου. Σε συνθήκες ηρεμίας, είναι παραπάνω από αρκετό για να καλύψει τις ανάγκες των κυττάρων. Αυτή μειώνεται σε συνθήκες αναιμίας, αποκορεσμού της αιμοσφαιρίνης ή σε χαμηλή καρδιακή παροχή.
- **Ανεπαρκής παροχή O<sub>2</sub> ή αδυναμία των κυττάρων να χρησιμοποιήσουν το προσφερόμενο O<sub>2</sub> συνιστούν τον ορισμό της καταπληξίας**, που οδηγεί σε πολυοργανική δυσλειτουργία, σύνδρομο με υψηλή νοσηρότητα και θνητότητα.
- Πρόληψη, πρόωμη αναγνώριση και διόρθωση της ιστικής υποξίας είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των βαρέως πασχόντων ασθενών
- Για την εκτίμηση της ιστικής άρδευσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κλινικοί δείκτες, εργαστηριακοί δείκτες και άμεσες μετρήσεις.
- Στην καθημερινή κλινική πράξη, η μέτρηση του κορεσμού του φλεβικού αίματος και του γαλακτικού οξέος αποτελούν τα μέσα «παρακολούθησης» της ιστικής μικροκυκλοφορίας-άρδευσης.

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΙΚΤΟΥ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

### ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ (συνέχεια)

- Το σύνολο του O<sub>2</sub> που δεν αποδίδεται στους ιστούς μπορεί να εκτιμηθεί από τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο του αίματος της άνω κοίλης φλέβας (ScvO<sub>2</sub>) ή του μεικτού φλεβικού αίματος (SvO<sub>2</sub>) από την πνευμονική αρτηρία.
- Ο **κορεσμός του αίματος της άνω κοίλης (ScvO<sub>2</sub>)** μετράται σε δείγμα αίματος που λαμβάνεται με αιμοληψία από κεντρικό φλεβικό καθετήρα τοποθετημένο σε μεγάλα αγγεία του τραχήλου ή του θώρακα (σφαγίτιδες και υποκλείδιες φλέβες), και εκφράζει τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης του αίματος που επιστρέφει από το άνω μέρος του σώματος (κεφαλή και άνω άκρα). Σήμερα, υπάρχει η δυνατότητα συνεχούς καταγραφής του ScvO<sub>2</sub> με κεντρικούς φλεβικούς καθετήρες, που φέρουν στο άκρο τους φασματοφωτόμετρο ανάκλασης και έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης στο περιβάλλον αίμα.
- Ο **κορεσμός του μεικτού φλεβικού αίματος (SvO<sub>2</sub>)** λαμβάνεται με αιμοληψία από την πνευμονική αρτηρία και προϋποθέτει την παρουσία καθετήρα σε αυτήν (καθετήρας Swan - Ganz), εκφράζει δε το O<sub>2</sub> που απομένει στην κυκλοφορία έπειτα από τη διέλευση του αίματος από όλο το σώμα. Υπάρχουν επίσης καθετήρες Swan-Ganz που φέρουν στην άκρη τους φασματοφωτόμετρο ανάκλασης και δίνουν τη δυνατότητα συνεχούς καταγραφής του SvO<sub>2</sub>.

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΙΚΤΟΥ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

- Το φυσιολογικό εύρος τιμών κυμαίνεται μεταξύ **60% και 75%**.
- Οι τιμές του  $SvO_2$  είναι περίπου 2-3% υψηλότερες από τις τιμές του  $ScvO_2$ , λόγω χαμηλότερης κατανάλωσης οξυγόνου από τα σπλαχνικά όργανα σε σχέση με τον εγκέφαλο υπό φυσιολογικές συνθήκες.
- Οι μεταβολές των δύο παραμέτρων είναι παράλληλες, όταν υπάρχει διαταραχή της προσφοράς και της κατανάλωσης του οξυγόνου σε όλα τα όργανα του σώματος.
- Η παραπάνω σχέση μπορεί να αναστραφεί σε παθολογικές καταστάσεις, όπως είναι το shock, ιδιαίτερα στην σηπτική καταπληξία που μειώνεται σημαντικά η αιμάτωση των σπλαχνικών οργάνων και συνεπώς, αυξάνεται η απόσπαση του οξυγόνου από την τριχοειδική κυκλοφορία στα σπλάχνα. Η αιμάτωση του εγκεφάλου και των άνω άκρων δεν επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό και η τιμή του  $ScvO_2$  δεν μειώνεται στον ίδιο βαθμό σε σχέση με την τιμή του  $SvO_2$ , με συνέπεια την μεγαλύτερη πτώση του κορεσμού του μικτού φλεβικού αίματος σε σχέση με τον κορεσμό του φλεβικού αίματος και την αύξηση της διαφοράς μεταξύ των  $ScvO_2$  και  $SvO_2$  (συνήθως πάνω από 8%).
- Στη σήψη, οι διαταραχές που παρατηρούνται στη μικροκυκλοφορία και η δυσχέρεια στη χρησιμοποίηση του παρεχόμενου  $O_2$  από τα μιτοχόνδρια, μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη αποδέσμευση  $O_2$ , με αποτέλεσμα ο κορεσμός του φλεβικού αίματος να αυξάνεται πάνω από το 75%.

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΙΚΤΟΥ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

Συνήθως όμως οι αλλαγές των δύο μεγεθών ακολουθούν παράλληλη πορεία και η μεταβολή του ενός αντανακλά ανάλογη μεταβολή του άλλου, ενώ και οι δύο επηρεάζονται το ίδιο από τις θεραπευτικές παρεμβάσεις.

Έτσι, το  $SvO_2$  που λαμβάνεται λιγότερο επεμβατικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κλινική πράξη ως δείκτης ιστικής οξυγόνωσης - άρδευσης.

### Σχέση τιμών του $SvO_2$ και της ιστικής οξυγόνωσης

<u><math>SvO_2</math></u>	<u>Ιστική οξυγόνωση</u>
> 75%	Φυσιολογική αποδέσμευση $DO_2 > VO_2$
75 – 50%	Αυξημένη κατανάλωση ή μειωμένη παροχή $O_2$ Αντιροπιστική αύξηση αποδέσμευσης
50 – 30%	Εξάντληση των δυνατοτήτων αποδέσμευσης Εμφάνιση γαλακτικής οξέωσης $DO_2 < VO_2$
30 – 25%	Σοβαρή γαλακτική οξέωση
< 25%	Κυτταρικός θάνατος

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΙΣΤΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ – ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ ΟΞΥ

- Σε συνθήκες stress, η παραγωγή ενέργειας γίνεται κυρίως με γλυκόλυση, καθώς ο ρυθμός αύξησής της (που μπορεί να πολλαπλασιαστεί κατά 100-1000 φορές) μπορεί να αποδώσει ταχύτερα πολύ περισσότερα μόρια ATP, εξασφαλίζοντας την ενέργεια που απαιτούν τα κύτταρα.
- Έτσι σε καταστάσεις όπου τα κύτταρα βρίσκονται υπό συνθήκες αναερόβιου μεταβολισμού, υπάρχει συσσώρευση γαλακτικού, με αποτέλεσμα την άνοδο των επιπέδων του στο αίμα σε τιμές μεγαλύτερες των 2 mmol/L.
- Υπάρχει άμεση συσχέτιση της τιμής του γαλακτικού στο αίμα με την ιστική υποξία και την έκβαση των σηπτικών ασθενών ενώ η αποκατάσταση της ιστικής άρδευσης στους ασθενείς σε καταπληξία οδηγεί σε κάθαρση του γαλακτικού.
- Έγκαιρη μείωση της τιμής του γαλακτικού περισσότερο από 10% σχετίζεται με μειωμένη θνητότητα σε σηπτικούς ασθενείς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στόχος ανάνηψης στη σηπτική καταπληξία.



# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Δεν υπάρχουν συστήματα αιμοδυναμικού monitoring, τα οποία πληρούν όλα τα κριτήρια του ιδανικού συστήματος παρακολούθησης. Σημασία έχει η επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος για κάθε ασθενή ή για κάθε παθολογική κατάσταση.
- Κάθε παράμετρος από μόνη της παρέχει λίγες πληροφορίες και αποτελεί μόνο ένα κομμάτι του πάζλ στην συνολική εικόνα του ασθενή
- Η επιλογή της τεχνικής της αιμοδυναμικής παρακολούθησης μπορεί να αλλάζει στον χρόνο και οι πληροφορίες που λαμβάνονται με την χρήση των συσκευών παρακολούθησης πρέπει να συνεκτιμούνται και να συσχετίζονται με την κλινική εικόνα του ασθενή.
- Δεν υπάρχει βέλτιστη τιμή των αιμοδυναμικών παραμέτρων, δεν μπορεί να είναι ίδια για όλους τους ασθενείς και μπορεί να είναι διαφορετική για τον ίδιο ασθενή σε διαφορετικές στιγμές της νοσηλείας του.
- Είναι προτιμότερη η συνεχής παρακολούθηση αιμοδυναμικών παραμέτρων διότι η μέτρηση και αξιολόγηση των μεταβολών των παραμέτρων στον χρόνο είναι σημαντικότερη από την αξιολόγηση της τιμής μίας παραμέτρου σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
- Η μη επεμβατικότητα δεν μπορεί να είναι το κύριο κριτήριο της επιλογής του συστήματος παρακολούθησης, παρότι είναι επιθυμητή, το κύριο κριτήριο της επιλογής της τεχνικής είναι κατά πόσο η πληροφορία που λαμβάνεται με τον έναν ή τον άλλο τρόπο βοηθάει στην διαχείριση της κατάστασης του ασθενή.

# ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

➤ Τελικά η χρήση οποιασδήποτε τεχνικής αιμοδυναμικής παρακολούθησης δεν μπορεί να βελτιώσει την έκβαση των ασθενών από μόνη της.

Αυτή μπορεί να επηρεάσει την έκβαση των ασθενών μόνο υπό 3 προϋποθέσεις:

1. Να υπάρχει ακριβής λήψη των παραμέτρων
2. Να γίνεται συσχέτιση των πληροφοριών που ελήφθησαν με τις κλινικές πληροφορίες για την κατάσταση του κάθε ασθενή,
3. Να γίνεται αποτελεσματική τροποποίηση της θεραπείας βάσει των πληροφοριών από το monitoring.

Αν οι πληροφορίες δεν ελήφθησαν με κατάλληλο τρόπο ή δεν ερμηνεύτηκαν σωστά και η θεραπεία που εφαρμόστηκε δεν είναι η πρόποσα, τότε η χρήση οποιασδήποτε τεχνικής αιμοδυναμικής παρακολούθησης δεν είναι αποτελεσματική και μπορεί να είναι και επιβλαβής για τον ασθενή.



Αυτό ήταν όλο???  
Σιγά τα ωά!!!







ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΥ ΜΕ  
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΤΕ!!!!