

Κλινικό Φροντιστήριο
HANDS-ON COURSE
«Αναζωογόνηση σε μη τραυματία»
ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ MONITORING

Κυριακή 6 Φεβρουαρίου 2022
11:20-11:50πμ

Φερεντίνος Γιώργος
Ειδικός Καρδιολόγος
Επικουρικός Ιατρός
Α' Κλινική Εντατικής Θεραπείας ΕΚΠΑ

Αιμοδυναμικό Monitoring

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 αποκατάσταση τους.

Ο όρος **monitoring** προέρχεται από το λατινικό ρήμα **moneō** που σημαίνει προειδοποιώ.

Το αιμοδυναμικό monitoring, που συνίσταται στην παρακολούθηση του καρδιαγγειακού συστήματος, διαδραματίζει βασικό ρόλο στη διερεύνηση και αντιμετώπιση των βαρέως πασχόντων-αιμοδυναμικά ασταθών ασθενών, μπορεί δε να γίνει με επεμβατικούς ή λιγότερο επεμβατικούς τρόπους

Στόχοι Monitoring

1. Η αποκατάσταση του ενδαγγειακού όγκου
2. Η αποφυγή υπερφόρτωσης με υγρά
3. Η βελτιστοποίηση της καρδιακής παροχής
4. Η βελτιστοποίηση της ιστικής οξυγόνωσης

Monitoring → decision making → Treatment

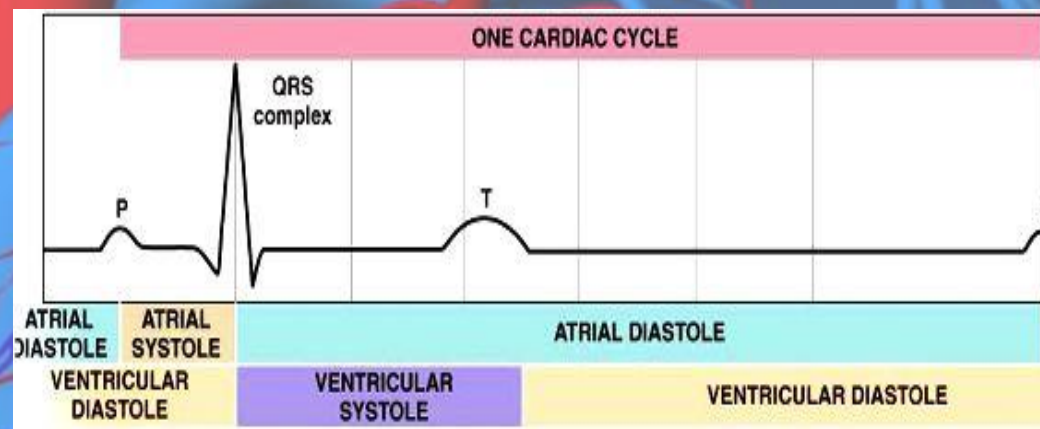
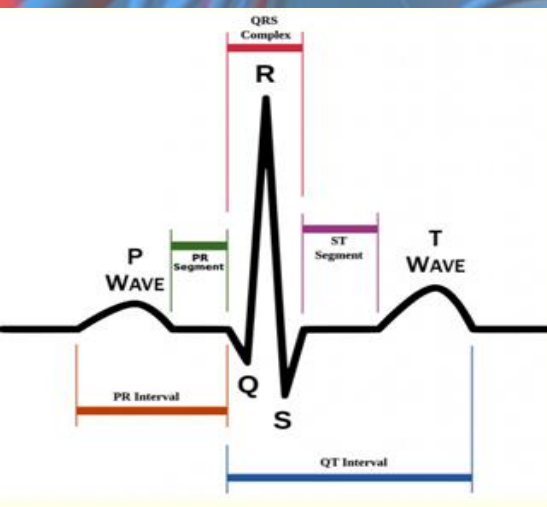
Μέθοδοι Αιμοδυναμικού Monitoring

1. Παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού
2. Παρακολούθηση αρτηριακής πίεσης
3. Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης
4. Μέτρηση καρδιακής παροχής
5. Μέτρηση πιέσεων καρδιακών κοιλοτήτων και όγκων πλήρωσης
6. Μέτρηση κορεσμού φλεβικού και μικτού φλεβικού αίματος

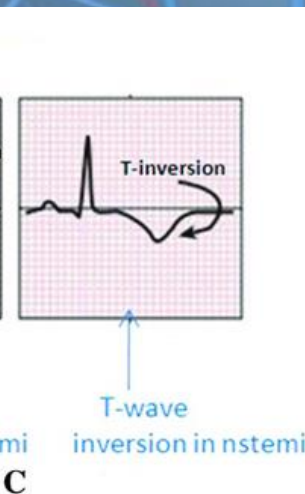
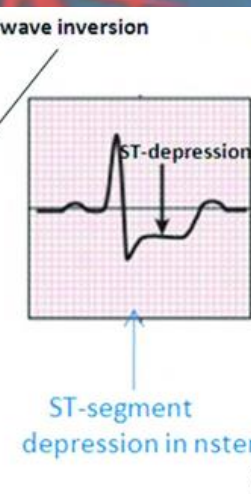
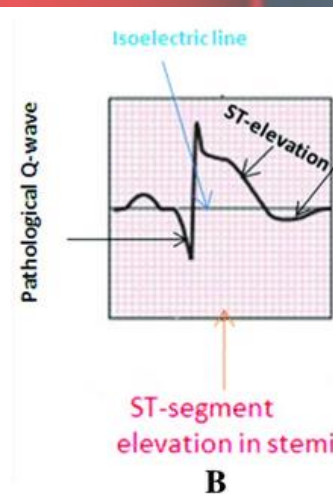
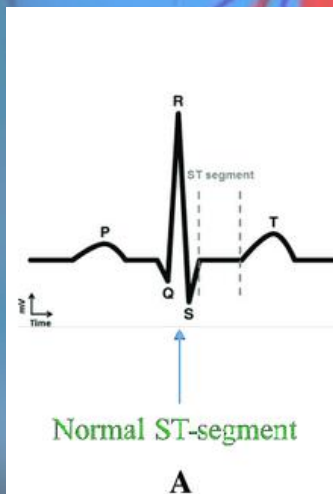
1. Παρακολούθηση Καρδιακού ρυθμού

Το Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) καταγράφει την παραγωγή και εξάπλωση του ηλεκτρικού ρεύματος στην καρδιά δηλαδή τις μεταβολές στο ηλεκτρικό δυναμικό που συμβαίνουν διαδοχικά, ανά πάσα στιγμή στα κύτταρα της. Αυτές οι μεταβολές στο ηλεκτρικό δυναμικό καταγράφονται εύκολα με τη συσκευή του ηλεκτροκαρδιογράφου από 12 διαφορετικές “οπτικές γωνίες” γύρω από την καρδιά.

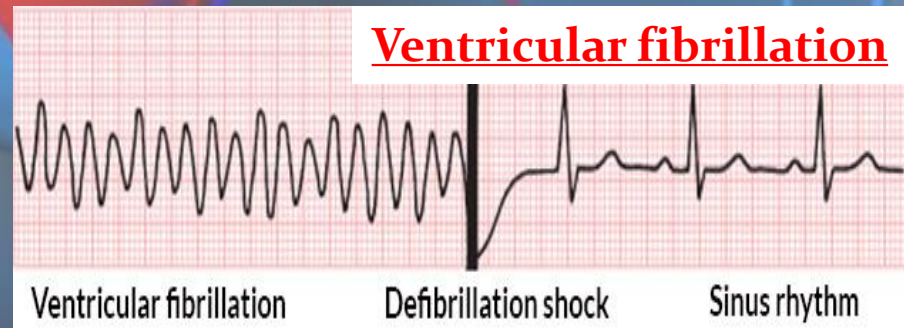
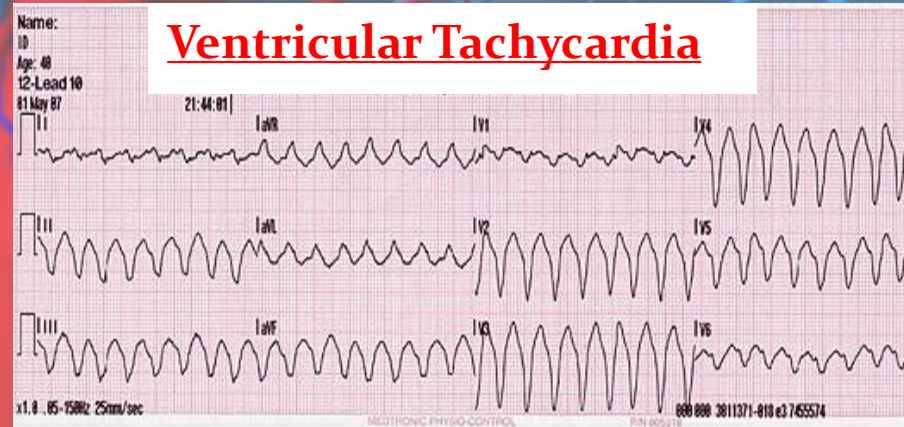
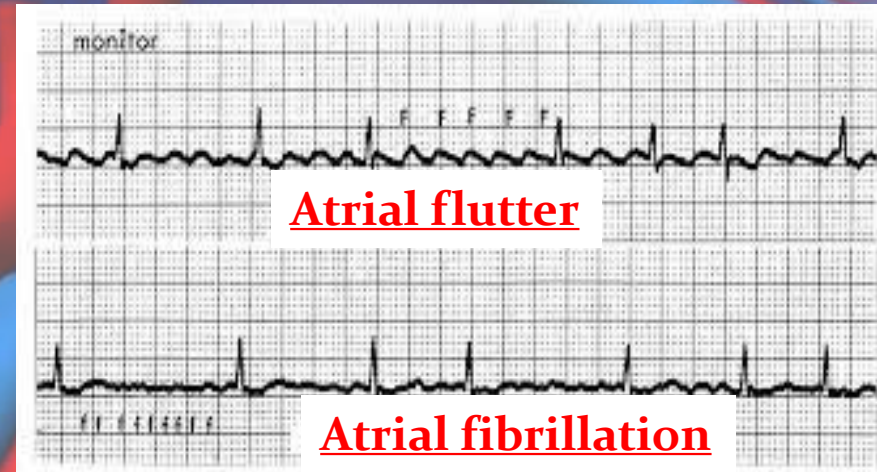
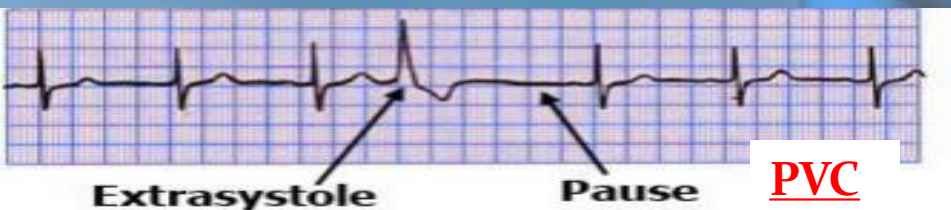
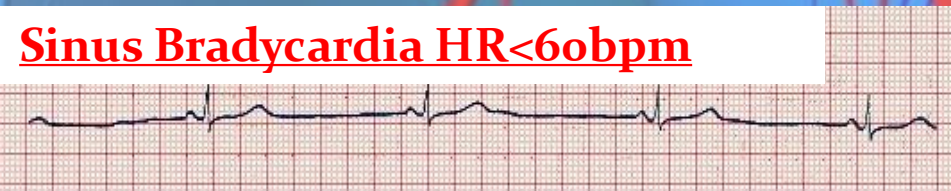
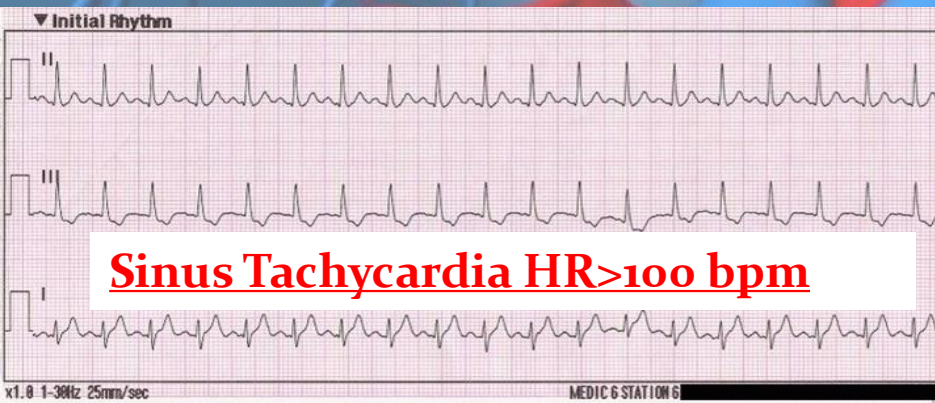
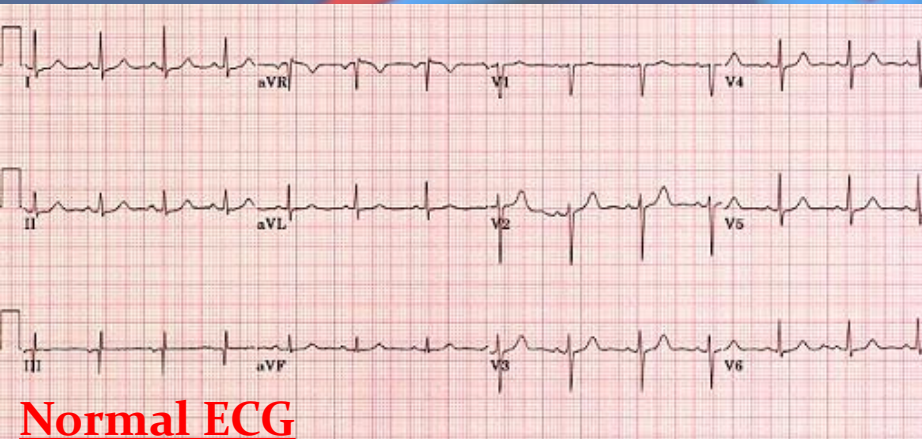
Ο ηλεκτροκαρδιογράφος ΔΕΝ χορηγεί ηλεκτρισμό στο σώμα!!



Ισχαιμία



1. Παρακολούθηση Καρδιακού ρυθμού



2. Παρακολούθηση Αρτηριακής πίεσης

Μη επεμβατικοί μέθοδοι

1) Ψηλάφηση (Συστολική αρτηριακή πίεση)

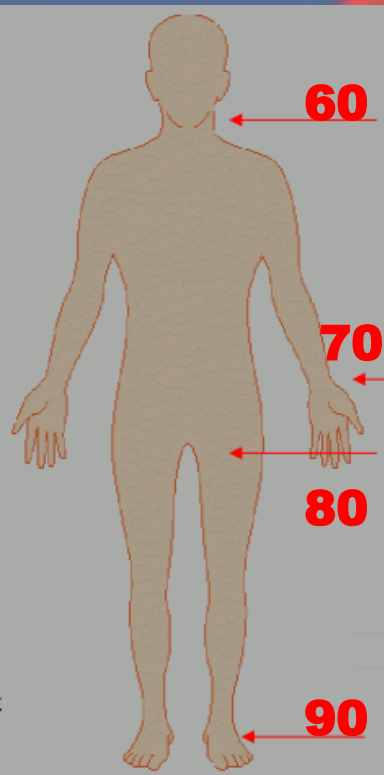
2) Ακρόαση (υδραργυρικό μανόμετρο): βασίζεται στην εφαρμογή περιχειρίδας με εκπτυσσόμενο αεροθάλαμο γύρω από το βραχίονα ή την κνήμη του ασθενούς και στην ακρόαση των ήχων του Korotkoff που δημιουργούνται εξαιτίας της στροβιλώδους ροή αίματος καθώς αποσυμπιέζεται ο αεροθάλαμος και συνεπώς και η υποκείμενη αρτηρία.

Πάντα μέτρηση και στα 2 άκρα!!!

Εάν υπάρχει διαφορά:

- Περιφερική αγγειακή νόσος
- Διαχωρισμός αορτής
- Συγγενής καρδιακή νόσος

3) Ταλαντωσιμετρία (ηλεκτρονικό πιεσόμετρο): βασίζεται στην εφαρμογή περιχειρίδας με εκπτυσσόμενο αεροθάλαμο γύρω από το άκρο και στην ηλεκτρονική ανίχνευση της ροής αίματος με ταλαντωσιμετρία ή υπερηχητική ανίχνευση των κινήσεων των αγγείων .



2. Παρακολούθηση Αρτηριακής πίεσης

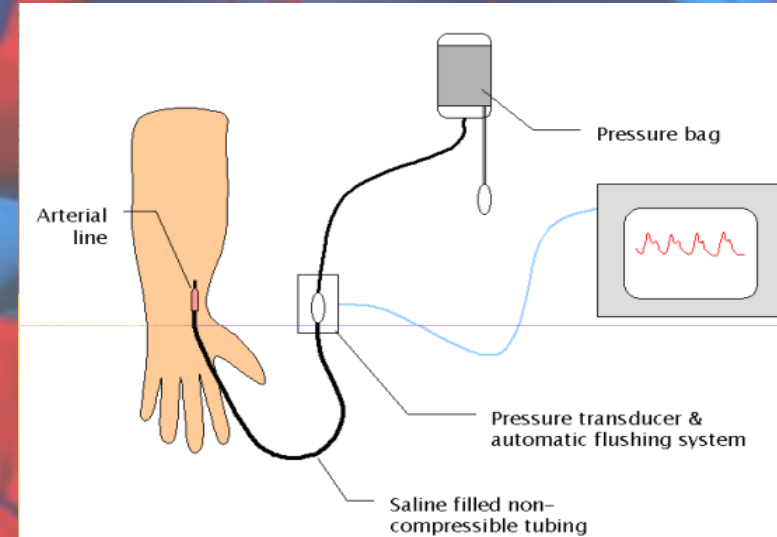
Επεμβατική μέθοδος

Ενδείξεις:

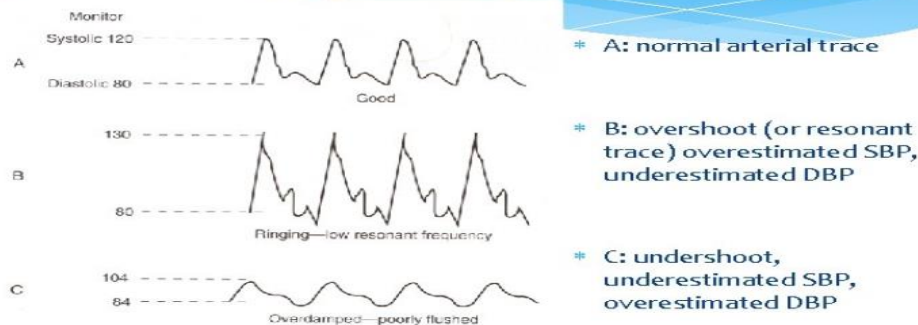
- 1) Αιμοδυναμική αστάθεια-Καταπληξία
- 2) Χορήγηση αγγειοσυσπαστικών/ινότροπων
- 3) Μηχανικός αερισμός
- 4) Συχνή λήψη αερίων αίματος
- 5) Αδυναμία μέτρησης ΑΠ με περιχειρίδα(παχυσαρκία)

Σημεία καθετηριασμού:

- 1) Κερκιδική αρτηρία
- 2) Ωλένια αρτηρία
- 3) Βραχιόνιος αρτηρία
- 4) Μηριαία αρτηρία
- 5) Ραχιαία αρτηρία του ποδός



Undershoot & overshoot



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.

Αλλαγές στη θέση του ασθενούς πρέπει να συνοδεύονται από επανατοποθέτηση και μηδενισμό του μετατροπέα



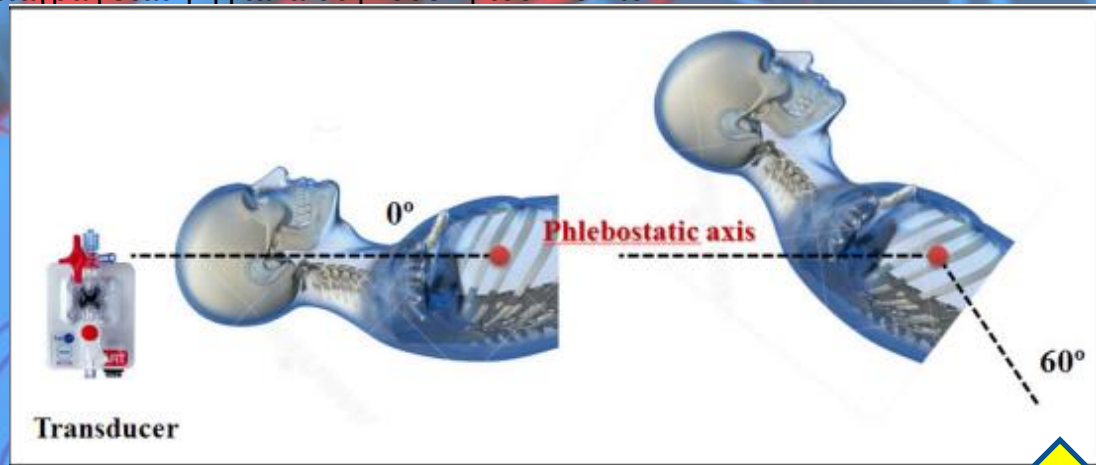
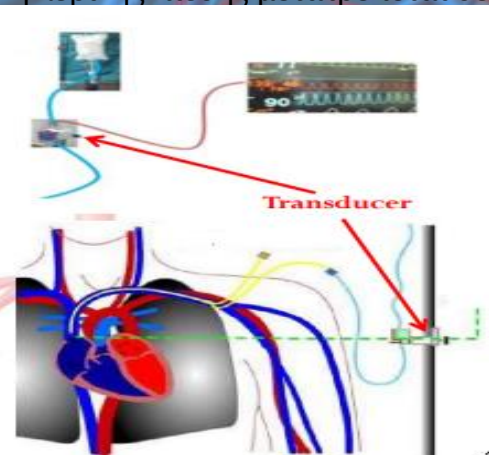
3. Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης(CVP)

➤ Η CVP είναι η πίεση στα μεγάλα φλεβικά στελέχη του θώρακα και κατά σύμβαση μετράται σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, που ορίζουμε ως μηδενική. **Φυσιολογική τιμή 2-6 mmHg.**

➤ Χατευθυντήρια γραμμή κατά την ανάνηψη των αιμοδυναμικά ασταθών ασθενών αποτελεί η χορήγηση υγρών με στόχο την επιτευξη CVP 8-12mmHg (12-15mmHg, για ασθενείς σε μηχανικό αερισμό)

➤ Συνήθως η μέτρησή της γίνεται επεμβατικά, μέσω ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα που εισέρχεται στην υποκλείδιο ή σφαγίτιδα φλέβα, με το άκρο του να φτάνει στην άνω κοίλη φλέβα, στη συμβολή με το δεξιό κόλπο.

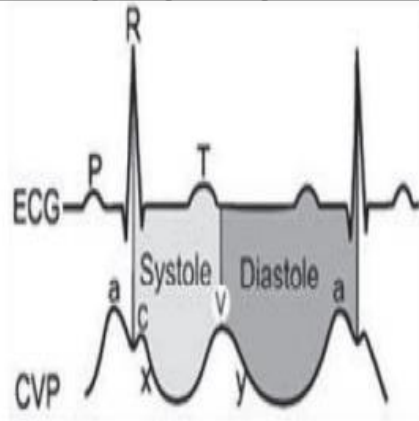
➤ Ο αυλός του κεντρικού φλεβικού καθετήρα συνδέεται, μέσω ενός κυκλώματος που περιέχει διάλυμα N/S 0,9% (που βρίσκεται ομοίως της επεμβατικής μεθόδου καταγραφής της ΑΠ σε ασκό υπό πίεση 300mmHg) με έναν μορφομετατροπέα, όπου το κύμα της φλεβικής πίεσης μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και καταγράφεται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



➤ 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

3. Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης(CVP)



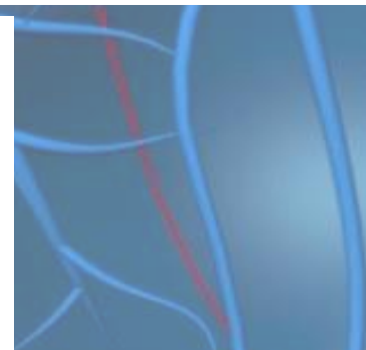
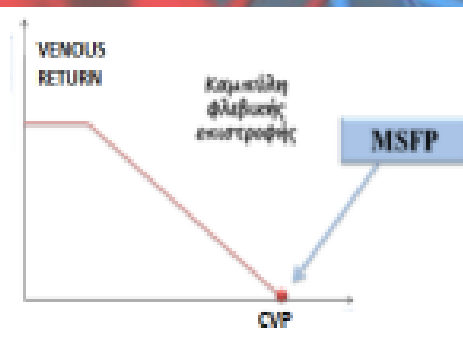
Υψηλή τιμή

- Υπερυδάτωση
- Ανεπάρκεια TV
- Κ.Ανεπάρκεια
- Επιπωματισμός
- Πνευμοθώρακας

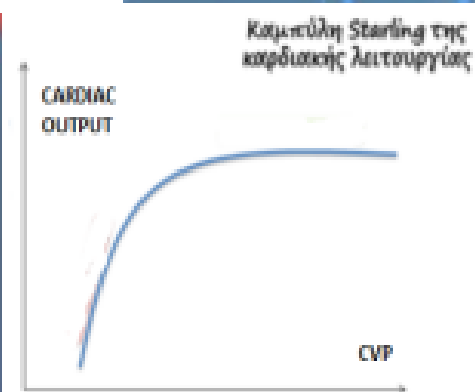
Χαμηλή τιμή

- Υποογκαιμία
- Περιφερική αγγειοδιαστολή

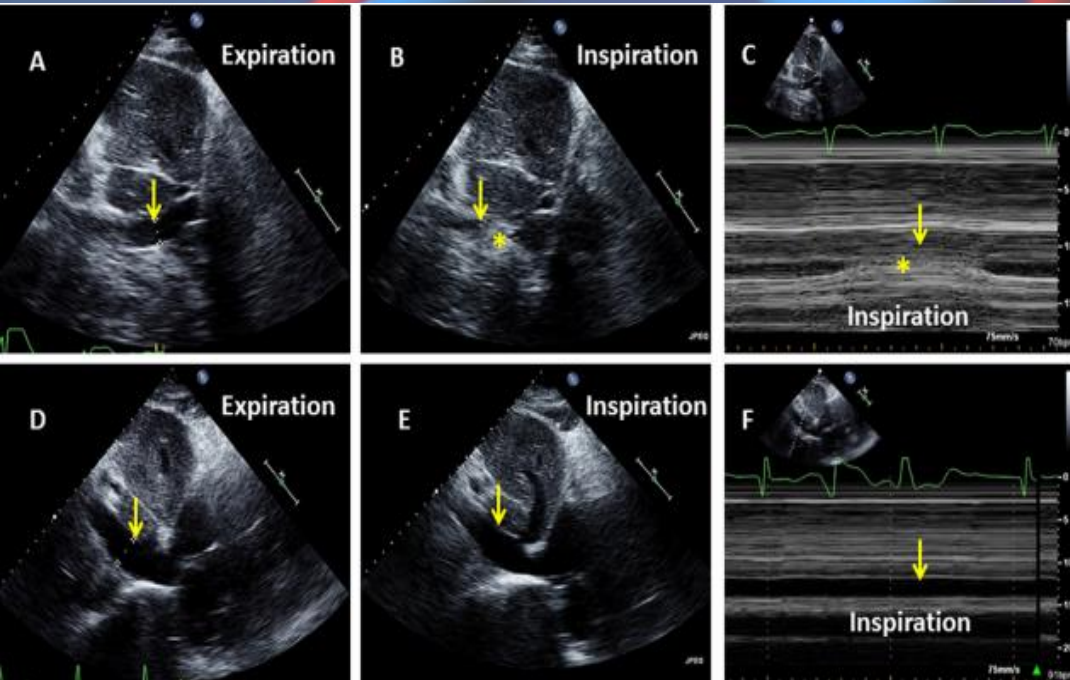
Το κύμα **a** αντιπροσωπεύει την κοιλιακή συστολή, το κύμα **c** αντιπροσωπεύει την πρόπτωση της τριγλώχινας βαλβίδας κατά την πρώιμη κοιλιακή συστολή και πάντα ακολουθεί το κύμα R στο ηλεκτροκαρδιογράφημα, το κύμα **v** αντιπροσωπεύει την φλεβική πλήρωση των κόλπων κατά το τέλος της κοιλιακής συστολής και ακολουθεί το κύμα T στο ηλεκτροκαρδιογράφημα. Το αρνητικό έπαρμα **x** παρατηρείται κατά τη διάρκεια μείωσης της πίεσης στον δεξιό κόλπο κατά τη διάρκεια της κοιλιακής σύσπασης λόγω της χαλάρωσης του κόλπου και μεταβολής του σχήματος του, το αρνητικό έπαρμα **y** παρατηρείται κατά τη διάρκεια διάνοιξης της τριγλώχινας βαλβίδας και μείωσης της πίεσης στον δεξιό κόλπο λόγω της εξόδου του αίματος στην δεξιά κοιλία.



➤ 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 το1904. 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



3. Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης(CVP)



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



4. Μέτρηση της καρδιακής παροχής (CO)

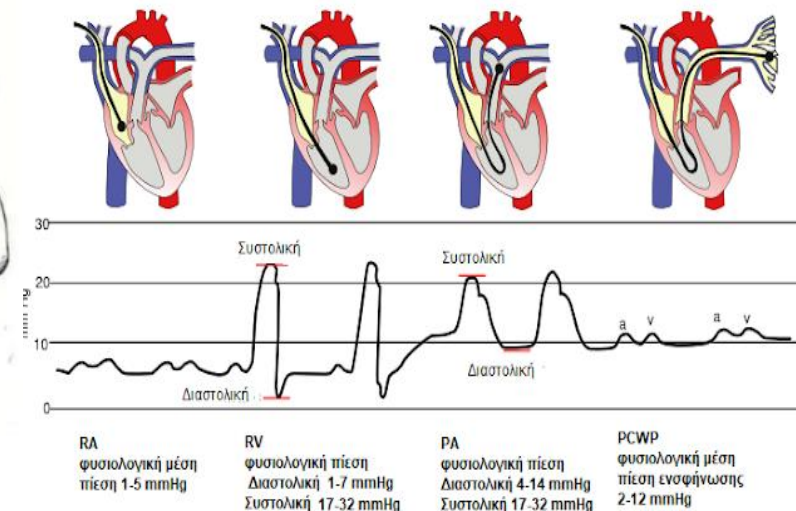
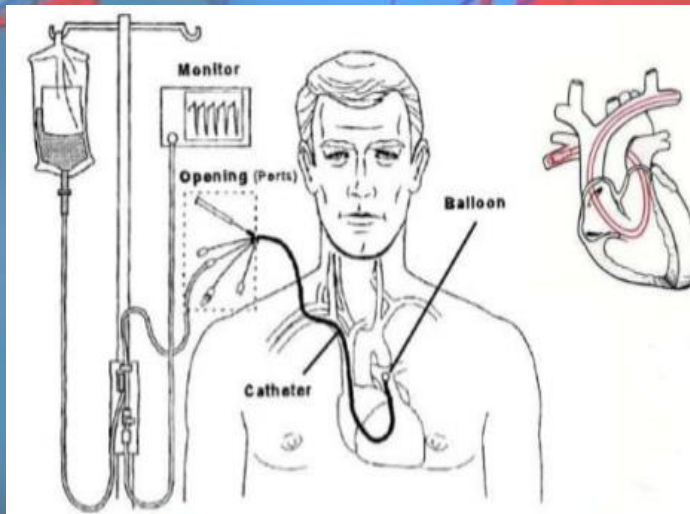
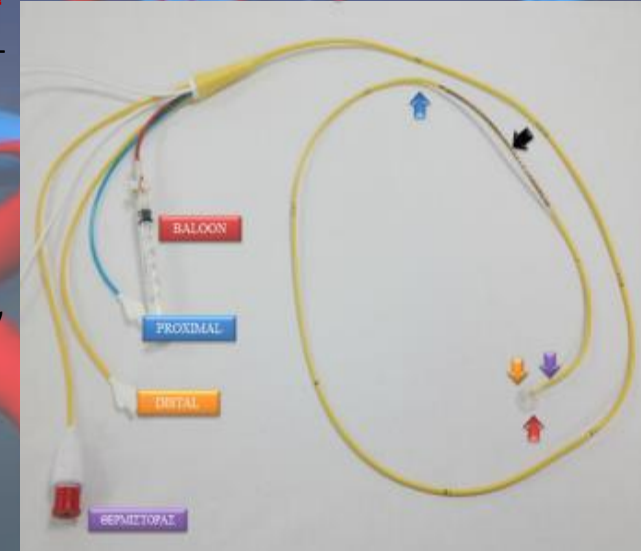
Καρδιακή παροχή: Ο όγκος αίματος που διέρχεται μέσω της κυκλοφορίας ανά λεπτό. Συχνά εκφράζεται ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας σώματος, μέτρηση που αναφέρεται ως καρδιακός δείκτης (cardiac index – CI). Δηλαδή καρδιακός δείκτης = καρδιακή παροχή / επιφάνεια σώματος σε m^2 . Φυσιολογικές τιμές CI = 2,8-4,2 lt/min / m^2 .

A. Επεμβατική μέθοδος

Δεξιός καθετηριασμός: PAC (Pulmonary Artery Catheter) ή καθετήρας Swan-Ganz. Αποτελείται από 4 αυλούς: **(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.

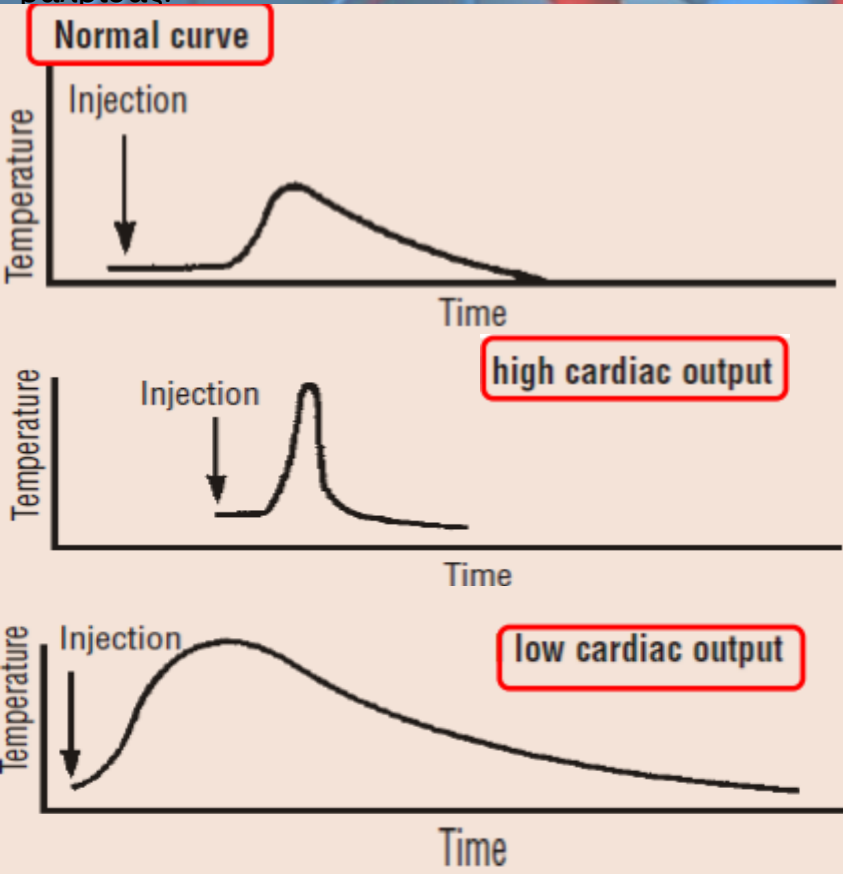
Μειονεκτήματα:

1. Επεμβατική μέθοδος
2. Ρήξη πνευμονικής
3. Θρόμβωση
4. Αιμορραγία
5. Λοίμωξη > 72^H
6. Σοβαρή ανεπάρκεια τριγλώχινας βαλβίδας.



4. Μέτρηση της καρδιακής παροχής (CO)

Θερμοαραίωση: Γίνεται ένεση 10ml N/S 0% ή D/W 5% στον αυλό που επικοινωνεί με το εγγύς στόμιο του καθετήρα που βρίσκεται στο δεξιό κόλπο. Μέσω του θερμίστορα μετράται η μεταβολή της θερμοκρασίας του αίματος στο άκρο του καθετήρα, που βρίσκεται στην πνευμονική αρτηρία. Έτσι λαμβάνεται η καμπύλη της μεταβολής της θερμοκρασίας σε συνάρτηση προς το χρόνο. Όταν η καρδιακή παροχή είναι αυξημένη γίνεται ταχύτερη απομάκρυνση και αραίωση του ψυχρού υγρού με την κυκλοφορία, με αποτέλεσμα την ταχεία ελάττωση της παρατηρούμενης μεταβολής της θερμοκρασίας. Αντίθετα όταν η καρδιακή παροχή είναι ελαττωμένη η απομάκρυνση και αραίωση του ψυχρού υγρού είναι βραδύτερη, με αποτέλεσμα τη βραδεία ελάττωση της παρατηρούμενης μεταβολής της θερμοκρασίας. Η ακρίβεια της μεθόδου επηρεάζεται (ελαττώνεται) όταν υπάρχει αξιόλογη ανεπάρκεια τριγλώχινας βαλβίδας ή παθολογική επικοινωνία μεταξύ των αριστερών και των δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων. Δεν επηρεάζεται σε ανεπάρκεια αορτικής ή μιτροειδούς βαλβίδας.



➤ Όταν το άκρο του άπω αυλού βρίσκεται στη θέση ενσφήνωσης, το άκρο του εγγύς αυλού βρίσκεται στον δεξιό κόλπο και καταγράφει τιμές CVP.

➤ 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.

Φυσιολογικές τιμές

CVP: 2-6 mmHg

RV: 20-25/4-6 mmHg

PAP: 20-25/6-12 mmHg

PCWP: 5-15 mmHg

CO: 4-8 l/min

SvO₂: 67-77 %

CI: 2.8-4.2 L/m²

SV: 60-100ml/beat

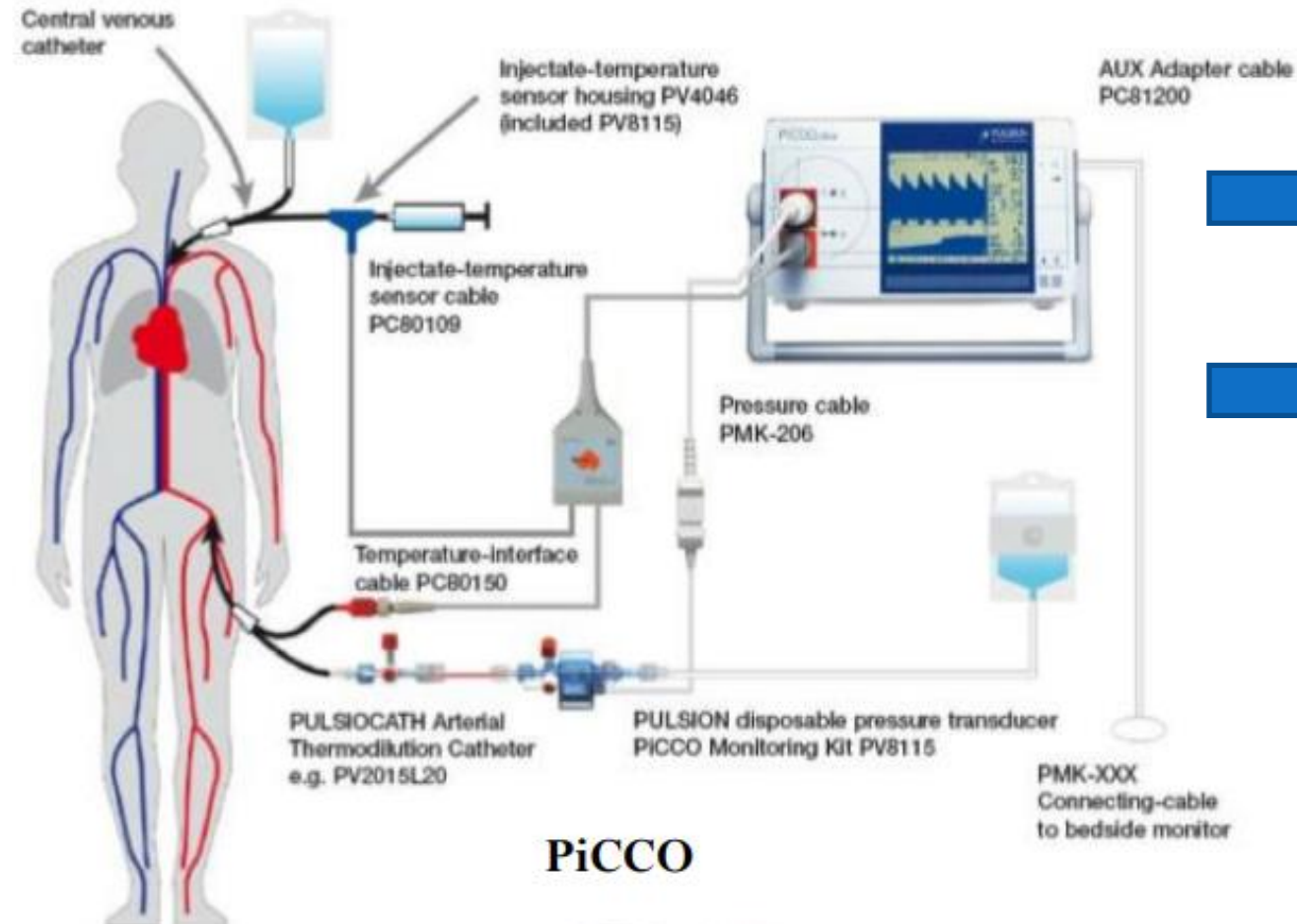
SVR: 800-1200 dynes/sec/cm-5

PVR: <250 dynes/sec/cm-5

4. Μέτρηση της καρδιακής παροχής (CO)

B. Λιγότερο επεμβατική μέθοδος

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. Γίνεται ένεση 15-20ml N/S 0.9% ή D/W 5% 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).



• <i>Transpulmonary thermodilution</i>	
Thermodilution Parameters	
• Cardiac Output	CO
• Global End-Diastolic Volume	GEDV
• Intrathoracic Blood Volume	ITBV
• Extravascular Lung Water	EVLW
• Pulmonary Vascular Permeability Index	PVPI
• Cardiac Function Index	CFI
• Global Ejection Fraction	GEF

• <i>Pulse contour analysis</i>	
Pulse Contour Parameters	
• Pulse Contour Cardiac Output	PCCO
• Arterial Blood Pressure	AP
• Heart Rate	HR
• Stroke Volume	SV
• Stroke Volume Variation	SVV
• Pulse Pressure Variation	PPV
• Systemic Vascular Resistance	SVR
• Index of Left Ventricular Contractility	dPmx

▲ Η μέθοδος **LIDCO** χρησιμοποιεί την έγχυση λιθίου ως χημικής ουσίας και μετράει την καρδιακή παροχή με την μέτρηση της αραίωσης του διαλύματος λιθίου.

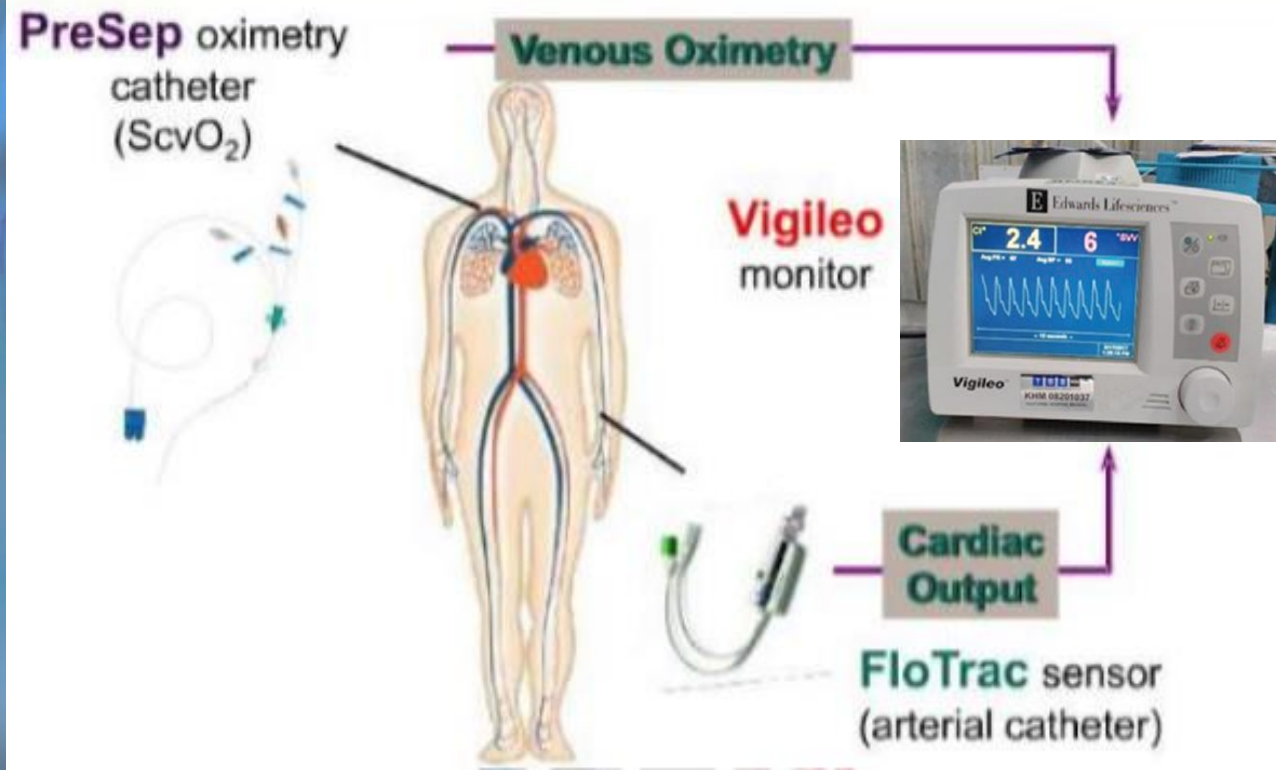
4. Μέτρηση της καρδιακής παροχής (CO)

Γ. Ελάχιστα επεμβατική μέθοδος

Η καρδιακή παροχή μπορεί να υπολογιστεί και 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. Μετατρέπεται το σήμα της πίεσης σε μέτρηση ροής, κάτι που βασίζεται στο γεγονός ότι το περίγραμμα της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης είναι ανάλογο του όγκου παλμού (SV). Μέσω του τύπου **CO = SV x HR** υπολογίζεται η καρδιακή παροχή, αλλά και η πίεση παλμού (=ΣΑΠ-ΔΑΠ)

Επηρεάζεται από:

1. Κακή καταγραφή αρτηριακού κύματος
2. Αρρυθμίες, λόγω μεταβλητότητας του σήματος ανά παλμό.



4.Μέτρηση της καρδιακής παροχής (CO)

Γ. Μη επεμβατική μέθοδος

Διαθωρακικό Υπερηχογράφημα

Διοισοφάγγειο Υπερηχογράφημα

MEASURING CARDIAC OUTPUT

CALCULATE LVOT AREA

1. PARASTERNAL LONG AXIS VIEW
2. ZOOM INTO LVOT
3. MEASURE LVOT DIAMETER IN CM
4. CALCULATE LVOT AREA USING AREA OF A CIRCLE FORMULA


$$LVOT\ AREA = \pi \left(\frac{cm}{2} \right)^2$$

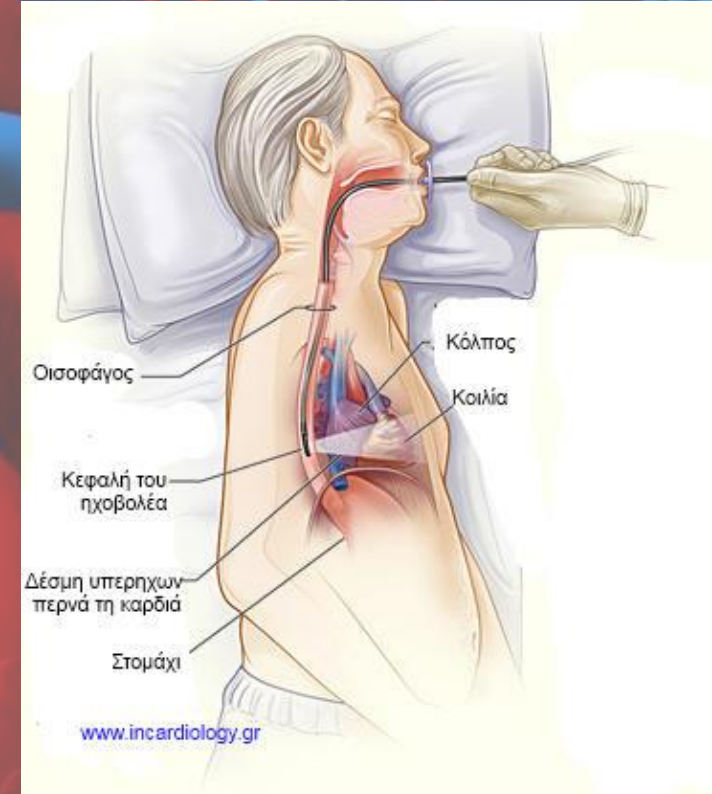
CALCULATE LVOT VTI

1. APICAL 5 CHAMBER VIEW
2. PLACE PULSE WAVE DOPPLER GATE AT LVOT
3. ACTIVATE PW DOPPLER
4. TRACE AROUND EJECTION WAVE
5. RECORD VTI IN CM



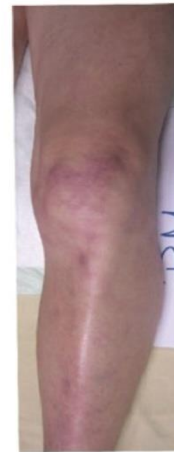
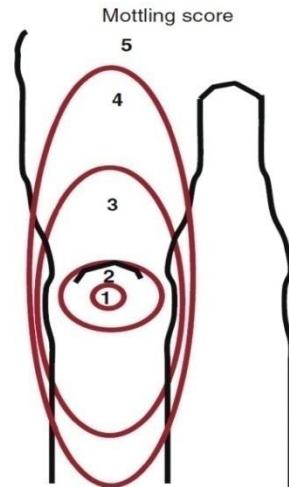
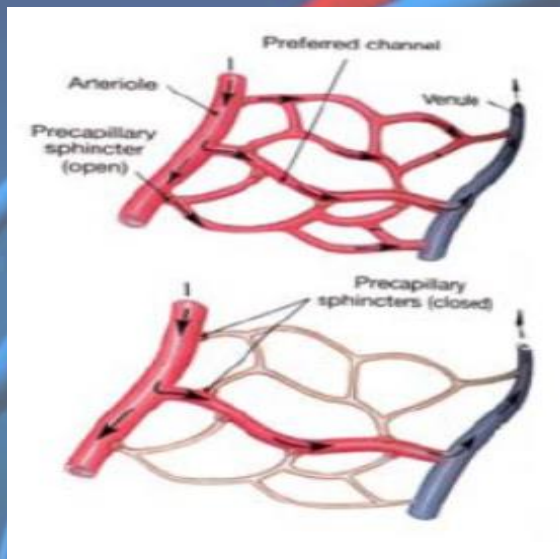
CALCULATE CARDIAC OUTPUT

$$SV = LVOT\ AREA \times LVOT\ VTI$$
$$CO = (LVOT\ AREA \times LVOT\ VTI) \times HR$$
$$CO\ (mL/min) = SV\ (mL/cycle) \times HR\ (bpm)$$

Η υπερηχοκαρδιογραφία απαιτεί παρουσία καρδιολόγου ή εκπαιδευμένου ιατρού στο υπερηχογράφημα καρδιάς. Πέρα από τη μέτρηση της καρδιακής παροχής παρέχονται πληροφορίες για ανατομικές, δομικές και λειτουργικές παθήσεις της καρδιάς, του περικαρδίου, των βαλβίδων και των μεγάλων αγγείων.

Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου



SCORE 2



SCORE 4

- 0 – No mottling
- 1 – Coin sized mottling area on the knee.
- 2 – To the superior area of the knee cap.
- 3 – Mottling up to the middle thigh
- 4 – Mottling up to the fold of the groin
- 5 – Severe mottling that extends beyond the the groin.

Πελίωση

Quelle: Ait-Oufella et al., Intensive Care Med 2011

Σημεία αφυδάτωσης
- Μειωμένη σπαργή δέρματος - Αίσθημα δίψας - Ξηροστομία - Υπερνατρίαμια - Αύξηση αιματοκρίτη
Σημεία από την κυκλοφορία
- Διαταραχές επιπέδου επικοινωνίας - Υπόταση, ταχυκαρδία - Κρύα άκρα, δικτυωτή πελίωση - Μειωμένη τριχοειδική επαναπλήρωση - Αύξηση γαλακτικού οξέος, οξέωση
Επιδείνωση νεφρικής λειτουργίας
- Πυκνά ούρα (αυξημένη οσμωτικότητα) - Αύξηση ουρίας - Μεταβολική αλκαλωση



Κυάνωση

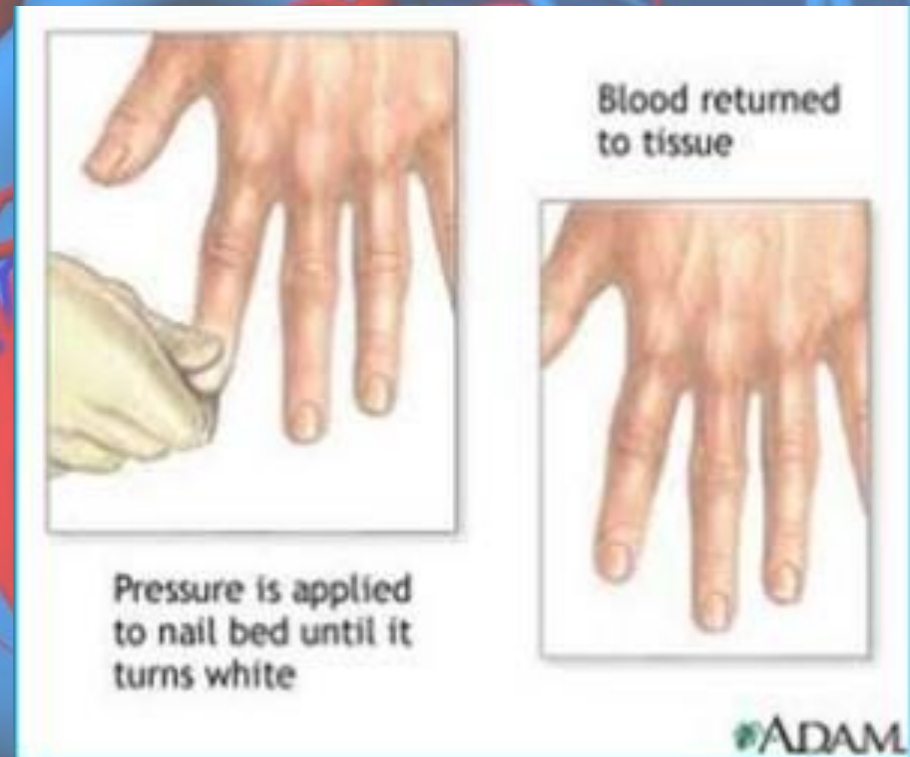


Εκτίμηση σπαργής δέρματος

Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου

Τριχοειδική επαναπλήρωση

- Ο χρόνος τριχοειδικής επαναπλήρωσης ελέγχεται πιέζοντας πάνω στην κοίτη του νυχιού για 5 δευτερόλεπτα. Αυτή η πίεση αφαιρεί το αίμα από τα ορατά τριχοειδή.
- Η ταχύτητα της επιστροφής του αίματος στην κοίτη του νυχιού μετά την απελευθέρωση της πίεσης (χρόνος επαναπλήρωσης των τριχοειδών) επιτρέπει την εκτίμηση της αιματικής ροής στην περιφερική κυκλοφορία.
- Χρόνοι επαναπλήρωσης τριχοειδών άνω των 2 δευτερολέπτων είναι ενδεικτικοί πτωχής αιμάτωσης των τριχοειδικών δικτύων.
- Επηρεάζεται από:
 - 1) Περιφερική αγγειακή νόσο
 - 2) Χαμηλή θερμοκρασία
 - 3) Χρήση αγγειοδιασταλτικών/αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων
 - 4) Παρουσία νευρογενούς καταπληξίας



- Έχει θέση στην εκτίμηση της επάρκειας του κυκλοφορικού συστήματος, αλλά θα πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα ευρήματα από τη φυσική εξέταση, όπως ισχύει και για άλλους δείκτες (πχ. αρτηριακή πίεση).

Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου

Λειτουργικοί δείκτες

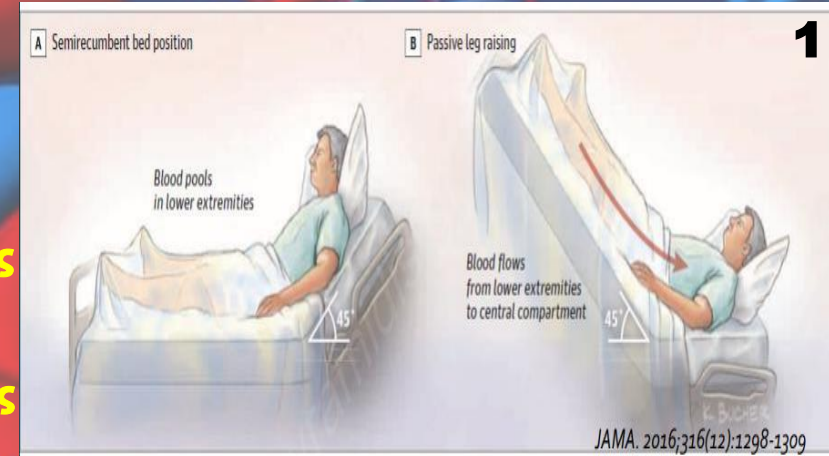
1) Passive Leg Rising (PLR): μετατόπιση του ασθενούς από την ημικαθιστή θέση (κεφαλή στις 45°) στην ύπτια θέση με ταυτόχρονη ανύψωση των κάτω άκρων

➤ Κινητοποίηση 300-350ml αίματος από το κάτω άκρο και το σπλαχνικό διαμέρισμα

➤ $\uparrow$ CO 10+/-2% κατά το PLR

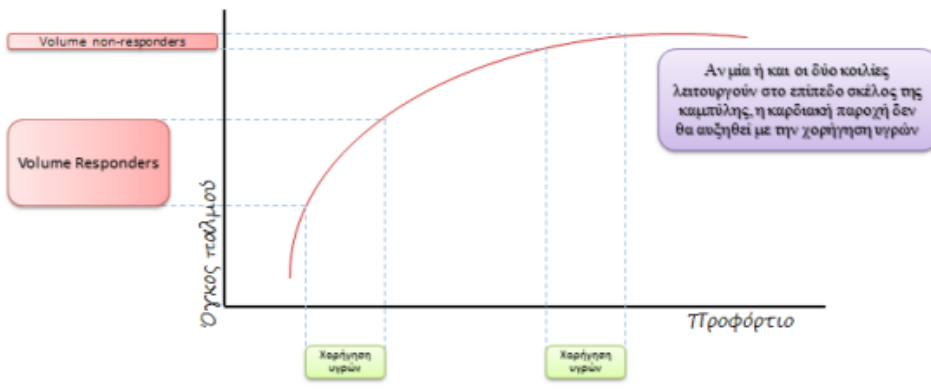
➤ προϋποθέτει τη δυνατότητα άμεσης καταγραφής της καρδιακής παροχής, καθώς η επίδραση της αλλαγής θέσης στην αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενή είναι παροδική

2) Fluid challenge: Χορήγηση 250cc κρυσταλλοειδούς διαλύματος σε σύντομο χρόνο με παράλληλη αιμοδυναμική παρακολούθηση. Κίνδυνος overload των ασθενών που βρίσκονται στο επιπεδωμένο μέρος της καμπύλης.



2

Καμπύλη Frank-Starling



3) Εισπνευστική πτώση της CVP > 1 mmHg με τις αυτόματες αναπνευστικές κινήσεις

Δείκτες εκτίμησης ιστικού οιδήματος

1) Extra Vascular Lung Water (EVLW): Υπολογίζεται με τη μέθοδο της διαπνευμονικής θερμοαραιώσης. 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.

2) Intra Abdominal Pressure (IAP): Ορίζεται η πίεση μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Τιμές πάνω από 12 mm Hg συνιστούν ενδοκοιλιακή υπέρταση, ο βαθμός της οποίας σχετίζεται με το ιστικό οίδημα

Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου

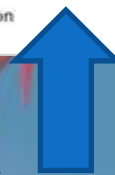
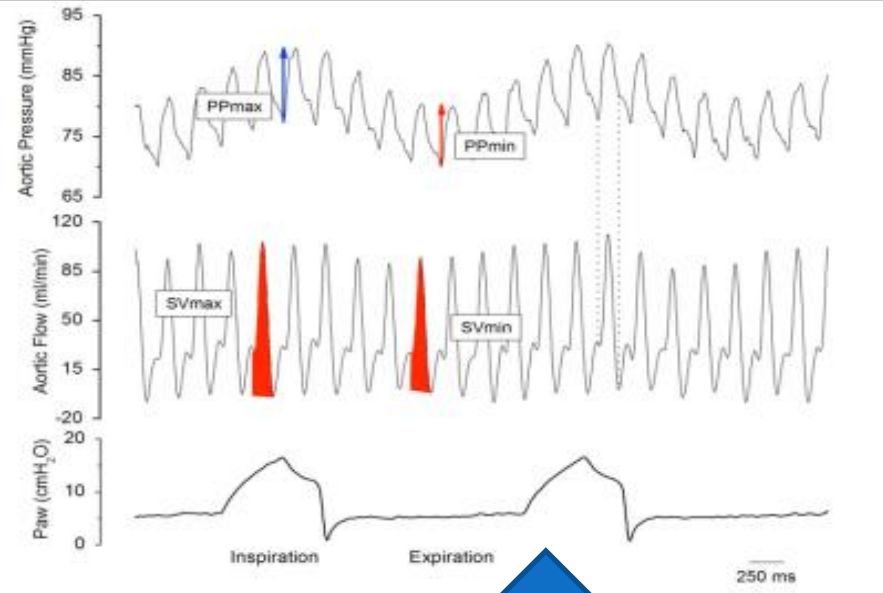
Δυναμικοί δείκτες

Συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι

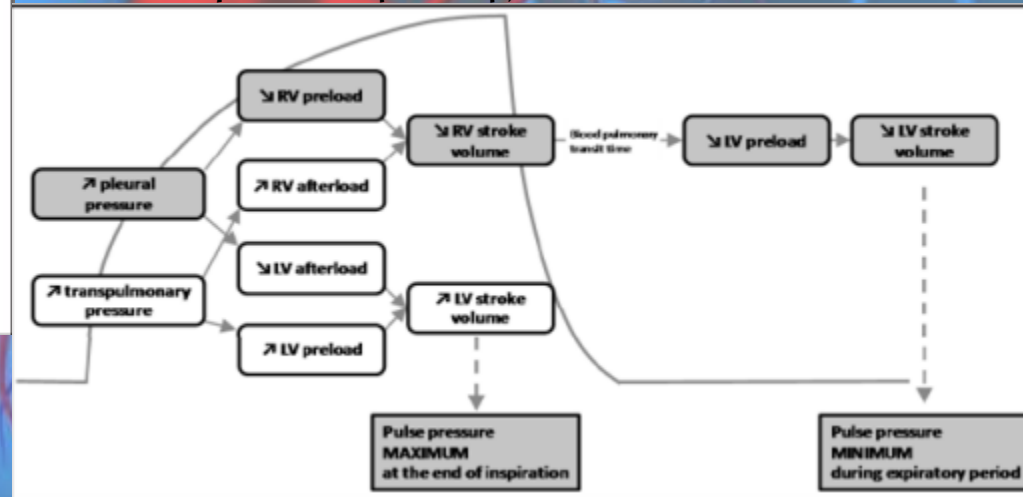
- 1) Pulse Pressure Variation (PPV) > 13%
- 2) Stroke Volume Variation (SVV)



➤ Σχετίζονται με τις κυκλικές μεταβολές που προκαλεί ο μηχανικός αερισμός στα φορτία των δύο κοιλιών. 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.



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

Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου

3) Perfusion Index (PI): **Είναι ο λόγος της πάλλουσας αιματικής ροής προς τη στατική αιματική ροή. ΦΤ: 0.02% → 20%**

➤ **Εξαρτάται από τον ασθενή, φυσιολογικές καταστάσεις και το σημείο μέτρησης και παρέχει στιγμιαία ή και συνεχή εικόνα για το βαθμό άρδευσης του επιλεγμένου σημείο μέτρησης.**



4) Pleth Variation Index (PVI): **Είναι οι μεταβολές στον PI που καταγράφονται σε έναν ή περισσότερους αναπνευστικούς κύκλους.**



Figure 4: Normal vs. low perfusion pleth waveforms



ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΙΚΤΟΥ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ($ScvO_2$) ΚΑΙ ΦΛΕΒΙΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ(SvO_2)

- Παροχή O_2 (Oxygen Delivery): **το συνολικό ποσό O_2 που μεταφέρεται στους ιστούς στη μονάδα του χρόνου**
- Για την εκτίμηση της ιστικής άρδευσης και την πρώιμη διάγνωση και διόρθωση της ιστικής υποξίας χρησιμοποιούνται κλινικοί και εργαστηριακοί δείκτες. Κυρίως η μέτρηση του κορεσμού του **$ScvO_2$** , του **SvO_2** και της τιμής του **γαλακτικού οξέος**.
- Ο κορεσμός του μεικτού φλεβικού αίματος ($ScvO_2$) μετράται σε δείγμα αίματος που λαμβάνεται με αιμοληψία από κεντρικό φλεβικό καθετήρα τοποθετημένο σε σφαγίτιδα ή υποκλείδιο φλέβα και εκφράζει τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης του αίματος που επιστρέφει από το άνω μέρος του σώματος (κεφαλή και άνω άκρα).
 - Ο κορεσμός του μεικτού φλεβικού αίματος (SvO_2) λαμβάνεται με αιμοληψία από την πνευμονική αρτηρία και προϋποθέτει την παρουσία καθετήρα Swan – Ganz εντός αυτής, και εκφράζει το O_2 που απομένει στην κυκλοφορία έπειτα από τη διέλευση του αίματος από όλο το σώμα.
 - Το φυσιολογικό εύρος τιμών κυμαίνεται μεταξύ **60% και 75%**. Οι μεταβολές των δύο παραμέτρων είναι παράλληλες, όταν υπάρχει διαταραχή της προσφοράς και της κατανάλωσης του οξυγόνου σε όλα τα όργανα του σώματος. Το $ScvO_2$ που λαμβάνεται λιγότερο επεμβατικά χρησιμοποιείται συχνότερα στην κλινική πράξη ως δείκτης ιστικής οξυγόνωσης - άρδευσης.
 - 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.
 - Στη σηπτική καταπληξία, λόγω σημαντικής μείωσης της αιμάτωσης των σπλαχνικών οργάνων, αυξάνεται η απόσπαση του οξυγόνου από την τριχοειδική κυκλοφορία στα σπλάχνα. Η αιμάτωση του εγκεφάλου και των άνω άκρων δεν επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό, με συνέπεια την μεγαλύτερη πτώση του κορεσμού του $ScvO_2$ σε σχέση με το SvO_2 και την αύξηση της διαφοράς μεταξύ των $ScvO_2$ και SvO_2 (συνήθως πάνω από 8%).

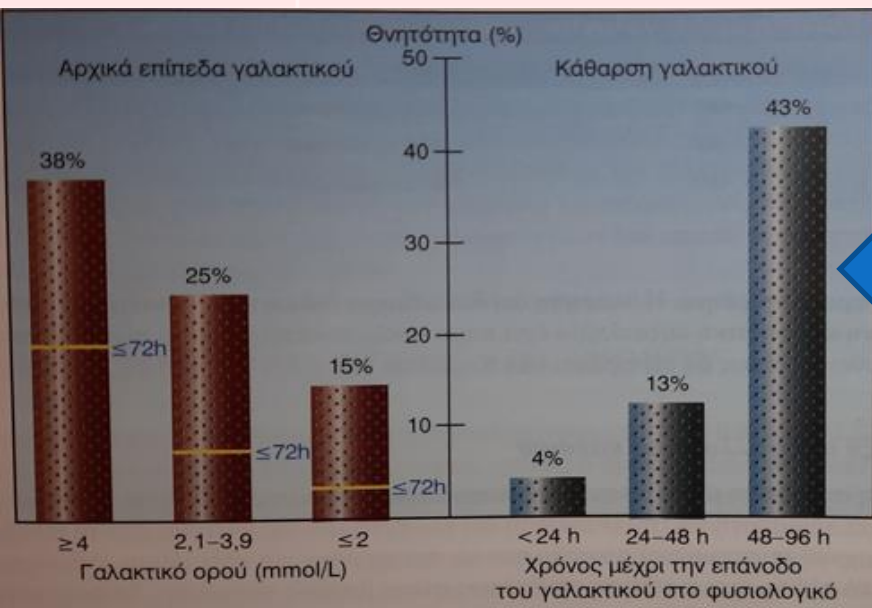
$SvO_2 (<60\%)$

- 1) Μειωμένη παροχή O_2 : Υποξία αναιμία, μειωμένη καρδιακή παροχή
- 2) Αυξημένη κατανάλωση O_2 : Ρίγος, υποθερμία, κρίσεις "Ε"

$SvO_2 > 75\%$: Σήψη, καταπληξία

Σχέση τιμών του SvO_2 και της ιστικής οξυγόνωσης

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



Έλλειμμα βάσης

- Η ποσότητα σε millimoles που πρέπει να προστεθεί σε ένα λίτρο αίματος για να φτάσει το PH στο 7.4, με το $P.CO_2 = 40 \text{ mmHg}$. Φυσιολογική τιμή $< 2 \text{ mmol/L}$ (2-5, 6-14, $> 15 \text{ mmol/L}$)
- Χρησιμοποιείται στην επείγουσα χειρουργική, ιδίως σε τραυματίες για την εκτίμηση της ιστικής οξυγόνωσης.
- Επάνοδος των τιμών στα φυσιολογικά επίπεδα σχετίζεται με ευνοϊκότερη έκβαση του ασθενούς.

Γαλακτικό Οξύ

- Σε καταστάσεις όπου τα κύτταρα βρίσκονται υπό συνθήκες αναερόβιου μεταβολισμού, υπάρχει συσσώρευση γαλακτικού, με αποτέλεσμα τιμές στο αίμα $> 2 \text{ mmol/L}$. Υπολογίζεται το γαλακτικό ανιόν.
- Υπάρχει άμεση συσχέτιση της τιμής του γαλακτικού στο αίμα με την ιστική υποξία και την έκβαση των σηπτικών ασθενών
- 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.

Διαφορική διάγνωση shock

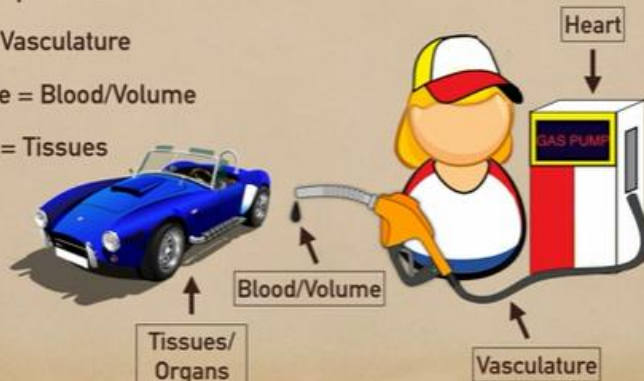
Analogy

Gas Pump = Heart

Hose = Vasculature

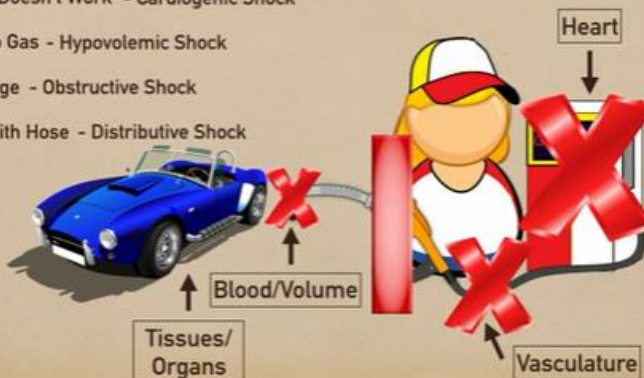
Gasoline = Blood/Volume

Vehicle = Tissues

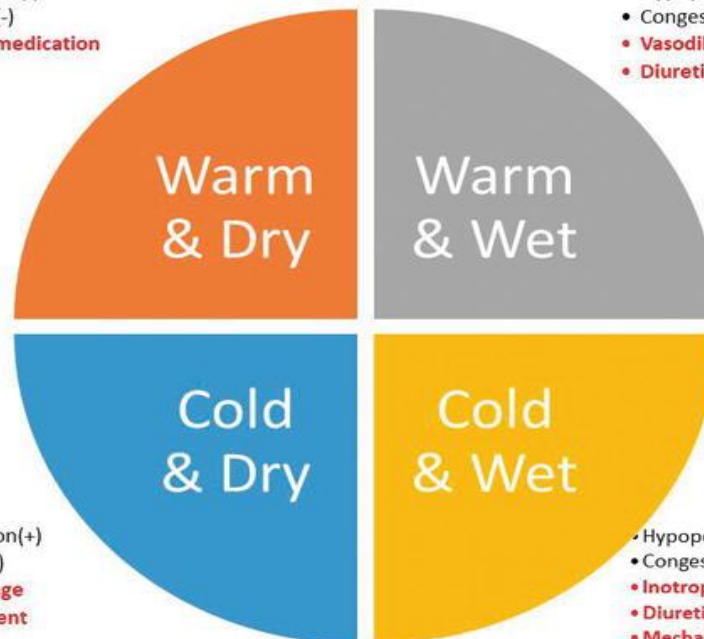


4 Ways of Not Getting Gas

1. Gas Pump Doesn't Work - Cardiogenic Shock
2. There Is No Gas - Hypovolemic Shock
3. Gas Blockage - Obstructive Shock
4. Problem With Hose - Distributive Shock



- Hypoperfusion(-)
- Congestion (-)
- **Adjust oral medication**



- Hypoperfusion(-)
- Congestion(+)
- **Vasodilator**
- **Diuretics**

- Hypoperfusion(+)
- Congestion(-)
- **Fluid challenge**
- **Inotropic agent**

- Hypoperfusion(+)
- Congestion(+)
- **Inotropic agent**
- **Diuretics**
- **Mechanical circulator support if necessary**

- 1) Οξύ στεφανιαία σύνδρομο, αρρυθμία, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, βαλβιδοπάθειες, μυοκαρδίτιδα, καρδιακή θλάση, φαρμακοτοξικότητα
- 2) Αιμορραγία, αφυδάτωση, έμετοι/διάρροιες
- 3) Πνευμοθώρακας, επιπωματισμός, πν. Εμβολή
- 4) Σήψη, αναφυλαξία

Shock Index

Shock Index = $\text{HR} / \text{Systolic Blood Pressure}$

Shock Index to Mortality Rates

	Shock Index	Mortality Rate
No Shock	<0.6	10.9% mortality
Mild Shock	≥ 0.6 to <1.0	
Moderate Shock	≥ 1.0 to <1.4	
Severe Shock	≥ 1.4	
		39.8% mortality

Συμπεράσματα

- Ως αιμοδυναμικό monitoring εκτιμούμε καταστάσεις υποάρδευσης και την ανταπόκριση του καρδιοαναπνευστικού συστήματος σε παρεμβάσεις.
- Οι στόχοι του αιμοδυναμικού monitoring είναι: α) η καταγραφή της πίεσης άρδευσης (perfusion pressure) σε διάφορα σημεία του καρδιαγγειακού συστήματος, β) η παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας-παροχής ως κινητήριας δύναμης της παροχής οξυγόνου, γ) ο υπολογισμός του προφορτίου που είναι μείζων παράγοντας της καρδιακής παροχής και δ) η παρακολούθηση της ιστικής οξυγόνωσης
- Το αιμοδυναμικό monitoring μπορεί να είναι επεμβατικό ή μη επεμβατικό.
- 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.
- Η υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη καταλαμβάνει όλο και μεγαλύτερο ρόλο στην αιμοδυναμική εκτίμηση του βαρέως πάσχοντος ασθενή καθώς μπορεί εύκολα, παρακλίνια και μη επεμβατικά να δώσει δομικές και λειτουργικές πληροφορίες για την καρδιά και τα μεγάλα αγγεία.
- Η μέση αρτηριακή πίεση μετράται κυρίως επεμβατικά, ύστερα από καθετηριασμό μιας αρτηρίας, και στόχος είναι η διατήρησή της σε τιμές ≥ 65 mm Hg (με εξαίρεση καταστάσεις αυξημένης ενδοκράνιας ή ενδοκοιλιακής πίεσης, στις οποίες ο στόχος μπορεί να είναι υψηλότερος, καθοριζόμενος από την πίεση άρδευσης των οργάνων στόχων)
- Η καρδιακή παροχή μετράται με επεμβατικό τρόπο (πνευμονική θερμοαραίωση, με τη χρήση του καθετήρα Swan-Ganz) ή με τα σύγχρονα λιγότερο επεμβατικά μέσα (διαπνευμονική θερμοαραίωση, μέθοδος ανάλυσης του κύματος της αρτηριακής πίεσης και υπερηχογραφικές μεθόδους).

Συμπεράσματα

- Στην καθημερινή κλινική πράξη, εξαιρετικά εύκολη, ελάχιστα επεμβατική και με πολύ καλή ευαισθησία για την ανάδειξη των ασθενών που θα ωφεληθούν από τη χορήγηση υγρών είναι η δοκιμασία της παθητικής ανύψωσης των κάτω άκρων, που βρίσκει εφαρμογή και σε ασθενείς σε αυτόματη αναπνοή.
- Η εκτίμηση της ιστικής άρδευσης στην καθημερινή κλινική πράξη γίνεται με την παρακολούθηση του κορεσμού του φλεβικού αίματος που επιστρέφει στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες από τη συστηματική κυκλοφορία και με την μέτρηση του γαλακτικού οξέος.
- 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 πρόπouσα, τότε η χρήση οποιασδήποτε τεχνικής αιμοδυναμικής παρακολούθησης δεν είναι αποτελεσματική και μπορεί να είναι και επιβλαβής για τον ασθενή.

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

