

Gäller för: Anestesi- operation- intensivvård  
Innehållsansvar: Håkan Söderbergh, (hakso2), Överläkare  
Granskad av: Katarina Strid, (katst), Överläkare  
Godkänd av: Jimmy Bjelkengren, (jimbj), Verksamhetschef

Giltig från: 2024-11-14

Giltig till: 2026-11-14

# Hemodynamisk monitorering med hjälp av PiCCO

---

## Revidering i denna version

Tillägg av PiCCO-kontroller i extremitet där katetern sitter under rubrik ”kontroller och omvårdnad”

## Bakgrund

För att kunna ge våra kritiskt sjuka patienter optimal behandling är det nödvändigt med en god hemodynamisk monitorering. Målsättningen är att optimera adekvat syreleverans till kroppens vävnader.

Invasiv blodtrycksmätning med artärnål och CVK är närmast obligatoriskt på dessa patienter. Vill man utvidga sin monitorering finns det idag en ständigt växande mängd alternativt.

## Sammanfattning/syfte

Ge en överblick över de olika monitoreringsalternativen som finns att välja på.

## Vilka berörs

All personal som arbetar på AnOpIVA-kliniken.

## Åtgärder

**Ultraljud** (ex FATE, TEE) ger en god visuell bild av patientens hemodynamik där man kan se svikt, hypovolemi, betydande vitier, pulmonalstryck och tamponad. Den är icke invasiv och i stort sett riskfri, men ger bara en ögonblicksbild av patientens hemodynamiska status och är beroende av undersökarens vana och skicklighet. Framförallt ger den dig ett bra utgångsläge för fortsatt monitorering.

**Pulmonaliskateter** (PA-kateter) monitorerar trycket centralt i lungartären, a pulmonalis, och mäter pre-load, afterload, kontinuerligt cardiac-output och centralvenös syrgasmättnad (ScVO<sub>2</sub>). Det är en pålitlig metod och används ofta som standard när man skall jämföra med nya monitoreringsmetoder. Nackdelen är att PA-katetern är förenad med allvarliga risker för komplikationer, som arrytmier, endokardit, klaffskador, embolier, ruptur, tamponad, blödningar och infarkt. Det är den enda metoden där man kan mäta ScVO<sub>2</sub> och pulmonalstryck (invasivt). Hos oss ingår den inte som någon av standardmetoderna, men kan användas i utvalda fall.

**CardioQ** är en metod där man via en esofaguskateter använder doppler-teknik för att mäta flödes hastigheten i aorta descendens. Med hjälp av patientens ålder och längd får man ett statistiskt uträknat mått på patientens aortaarea. CO blir då produkten av hjärtfrekvens, aortaarea och strokedistance (som man beräknar med hjälp av den uppmätta flödes hastigheten) Den används framförallt peroperativt till att mäta effekten av vätskebehandling så att patienten ligger optimalt på Frank-Starlingkurvan. Kan naturligtvis användas även på IVA-patienter som behöver optimeras vätskemässigt, ex en sepsispatient. Fördelen med metoden är att den är icke-invasiv och väl validerad. Nackdelen kan ibland vara svårigheten att få en bra signal, kräver sedering/sövning för att tolereras och att den kräver mer närvaro vid monitorering.

**PPV, Pulse Pressure Variation** är en metod som räknar ut pulstryckets variation (i procent) under övertrycksventilation, dvs i respirator med en tidalvolym på över 8 ml/kg. Enkelt uttryckt kan man säga att en hypovolem patient får större variationer (högre PPV) pga försämrat venöst återflöde under inspirationsfasen, pga högre intrathorakalt tryck. Fördelen är att metoden är enkel och relativt pålitlig, men att den kräver en sövd patient med övertrycksventilation och sinusrytm. Under de senaste decennierna har man utvecklat metoder som räknar ut Cardiac Output från den arteriella pulskurvan. Det finns flera olika metoder som t ex LiDCO och FloTrac (som i sin tredje upplaga heter LiDCOrapid – den har dock inget med litium att göra). Vi använder oss av **PiCCO**. Både LiDCO och PiCCO är metoder som måste kalibreras (med lithium respektive kall koksalt). CO-mätning med PiCCO har visat god överensstämmelse med PA-katetern i ett flertal olika studier. Den är dessutom den enda metoden som mäter extravaskulärt lungvatten (bra mått på hur ”blöta” lungorna är) och intrathoracal blodvolym (bra mått på pre-load).

## PiCCO

PiCCO-katetern består av två delar; en traditionell artärkanyl och en termistor, dvs en temperatursensor som kontinuerligt mäter kroppstemperaturen invasivt. Den används till att mäta temperaturförändringarna som sker i samband med kalibrering och uträkning av Cardiac Output (CO).

För att göra mätningarna behöver patienten en CVK, helst i v.jugularis interna eller v.subclavia. En PiCCO-kateter med termistor läggs in med seldingerteknik i en central artär, företrädesvis a. Femoralis men även a.Brachialis fungerar. Vi använder ett speciellt artärtryckset till PiCCO. PiCCO teknologin är en metod för hemodynamisk monitorering som är baserat på en kombination av transpulmonell termodilution och analys av artärtryckskurvan. Förenklat betyder det att en given mängd (20 ml hos oss) kall vätska injiceras i CVK:n och passerar igenom lungkretsloppet till vänsterkammaren som pumpar det vidare genom kroppen. Termodilution innebär ”värmeförtunning”, dvs sänkt temperatur som monitoreras i en central artär, dvs PiCCO-katetern, till en temperaturkurva där y-axeln motsvarar temperaturen (omvänd skala, dvs ju lägre temperatur desto toppigare kurva) och x-axeln motsvarar tiden. Utifrån kurvan beräknas sedan patientens hemodynamiska parameterar.

## Vad betyder de uppmätta värdena?

En hel räckta parametrar kan läsas ut från mätningarna med PiCCO-katetern. En del av värden förändrar sig kontinuerligt, de dynamiska, och andra värden mäts enbart vid själva kalibreringen.

Dynamiska:	CCO	Endast vid kalibrering:	CO
	CCI		CI
	SVR		ITBVI
	SVV		EVLWI
	Temperatur		
	CFI		

## ITBV – INTRATHORACAL BLODVOLYM

ITBV motsvarar blodvolymen i hjärtat och lungkretsloppet. ITBV utgör ca 1/3 av den totala blodvolymen i kroppen och är normalt 850-1000 ml/m<sup>2</sup> kroppsytan. Det är ett bra mått på den cirkulerande blodvolymen och på hur bra ”fylld” patienten är (cardiac preload). Studier visar att ITBV är ett bättre mått på preload än CVP och wedgetryck (PA-kateter). Beräkning och optimering av patientens preload (fyllnadsgrad) är en viktig parameter vid behandling av den kritiskt sjuke patienten. Inadekvat preload leder till nedsatt vävnadsperfusion och hypoxi. För högt preload (övervätskning) ger svikt och respirationsproblem.

Normalt ITBVI (indexerat värde) är 850-1000 ml/m<sup>2</sup>. Lägre värden indikerar hypovolemi och högre värden hypervolemi. Något förenklat kan patientens volymsbehov beräknas enligt formeln: **(850 – uppmätt ITBVI) x kroppsytan x 3**.

Ex: (850-650) x 1,8 x 3 = 1080 ml kolloid eller ca 5000 ml kristalloider (om man räknar med att ca 20 % av kristalloiderna stannar i blodbanan).

## EVLW – EXTRAVASALT LUNGVATTEN

Vid flera sjukdomstillstånd ökar vätskemängden i lungorna. Patienter med t ex ARDS, inhalationsskador, vänsterkammarsvikt och pneumoni får en ökad kärlpermeabilitet med läckage av vätska och plasma till interstitiet i lungorna. Denna vätska benämns EVLW och är ett mått på stasen i lungkretsloppet. Stasen eller övervätskningen syns inte alltid på lungröntgen eller i blodgaserna. Studier visar att det finns ett samband mellan förhöjt EVLW och förhöjd mortalitet. Dessa patienter behöver oftast övertrycksventilation och har en högre risk för nosokomiala infektioner. Kan man reducera EVLW utan samtidig reduktion i perfusion ökar patientens överlevnadsmöjligheter.  $EVLWI = 3-7$  ml/kg, där värden över 7 ml/kg indikerar stas i lungkretsloppet.

## CCO/CCI

CO, Cardiac Output, är den mängd blod som hjärtat pumpar ut per minut. CCO och CCI står för kontinuerlig cardiac output respektive kontinuerlig cardiac index. Indexerade värdet tar hänsyn till patientens storlek och ger jämförbara mått mellan olika patienter.

CO mäts genom att en given mängd (20 ml kall NaCl 9 mg/ml) injiceras i CVK-katetern med temperatursensor. Termodilationsmetoden mäter CO som det är just vid mättillfället. Den kalla NaCl-lösningen blandar sig med blodet i hjärt-lungkretsloppet som kyls ned. Temperaturförändringen registreras i PiCCO katetern som är placerad i en central artär, vanligtvis a.femoralis. En tid-temperaturkurva ritas upp varifrån CO beräknas med hjälp av en speciell matematisk formel (Stuart-Hamilton). En ”normal” kurva karaktäriseras av att den stiger snabbt efter injicering och den senare sjunker och planar ut långsamt till den ursprungliga temperaturen. Är CO lågt både stiger och sjunker kurvan långsammare. Om CO är högt passerar den kalla vätskan snabbare genom hjärt-lungkretsloppet vilket ger en snabbt stigande och sjunkande kurva.

En CO-mätning innebär också att PiCCO-katetern kalibreras. Det kontinuerliga CCO/CCI-värden är avhängigt en regelbunden kalibrering minst var 8:e timme för att vara pålitlig, oftare om patientens hemodynamiska status förändras. PiCCO-katetern mäter kontinuerligt CO (CCO) med hjälp av pulsfrekvensen samt arean under den arteriella pulskurvan.

## SLAGVOLYMVARIATIONER-SVV

Slagvolym (SV) är den mängd blod i ml som pumpas ut av hjärtats vänsterkammare vid varje kontraktion. Normal slagvolym ligger hos en vuxen person på 60-100 ml.

Slagvolymvariationen (SVV) mäter i procent av det genomsnittliga värdet hur mycket slagvolymerna varierar under de senaste 30 sekunderna. Patienten måste övertrycksventileras och inte ha någon spontanandning (se PPV). En annan förutsättning är att patienten har en stabil hjärtfrekvens, dvs sinusrytm. Vid t ex förmaksflimmer varierar den ventrikulära fyllnaden vilket ger en stor variation i slagvolym. SVV hos en övertrycksventilerad patient med sinusrytm skall vara mindre än 10%. Högre värden är ett tecken på hypovolemi.

## CARDIAC FUNCTION INDEX – CFI

Detta värde avspeglar vänsterkammarens kontraktila funktion. Värdet beräknas som ett förhållande mellan global enddiastolisk volym och CO och representerar hjärtats inotropiska status, som normalt endast kan bedömas med hjälp av ultraljud. I en studie såg man god överensstämmelse mellan LVEF (vänsterkammarens ejektionsfraktion) och CFI. Ett CFI < 3,2 motsvarade ett LVEF < 35%. Värdet påverkas av inotropisk behandling och kan då vara en bra effektparameter. Studier visar att CFI är oberoende av intrathoracalt tryck, myokardiets complience och käriltonus (Julien et al, Crit Care Med 2009 Vol. 37, No. 11). Normalt CFI = 4,5-6,5 l/min. Värdet lägre än 4,5 indikerar dålig kontraktilitet och kan vara en indikation för inotropisk behandling med t ex Dobutamin eller Corotrop.

## SYSTEMVASKULÄR RESISTENS – SVR

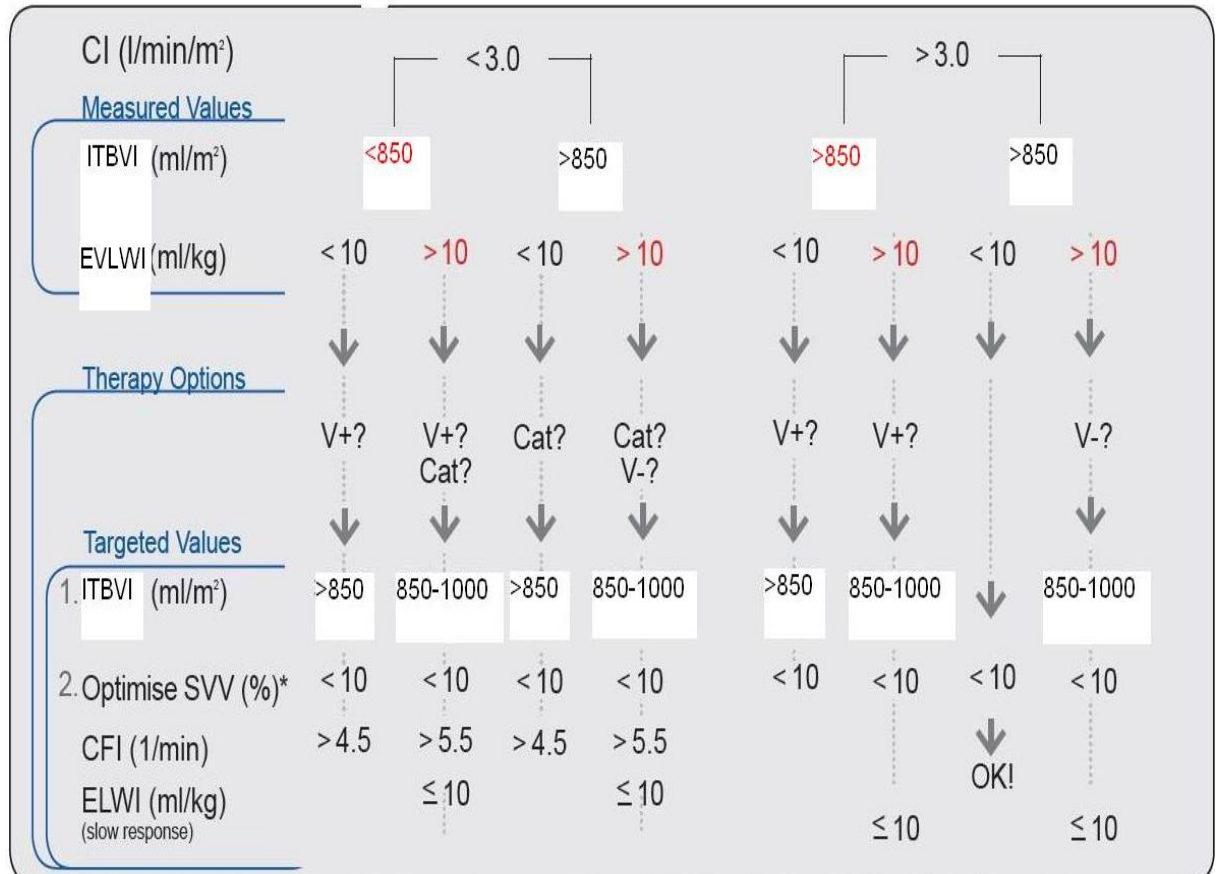
SVR är ett uttryck för vänsterkammarens afterload, dvs vilket motstånd vänsterkammaren får arbeta mot för att kunna pumpa ut blod i det stora kretsloppet. SVR mäts i dynes/sec/cm<sup>5</sup>. Normal SVR är på 800-1200 (dynes/sec/cm<sup>5</sup>). Ett lägre SVR än normalt kan vara uttryck för septisk chock, överdosering av blodtryckssänkande mediciner eller sympatikusblockad i form av EDA eller spinal. PiCCO ger en kontinuerlig mätning av SVR. SVR är dock beroende av CVP och man bör försäkra sig om att CVP-värdet är korrekt mätt när man tolkar SVR.

## NORMALVÄRDEN

Cardiac Index	CI	3,0-5,0	l/min/m <sup>2</sup>
Intrathorakal blodvolymindex	ITBVI	850-1000	ml/m <sup>2</sup>
Extravaskulärt lungvattenindex	EVLWI	3,0-7,0	ml/kg
Cardiac function index	CFI	4,5-6,5	l/min
Hjärtfrekvens	HR	60-90	slag/min
Centralt venttryck	CVP	2-10	mmHg
Medelartärtryck	MAP	70-90	mmHg
Systemvaskulär resistans index	SVRI	1200-2000	dyn s cm <sup>2</sup>
Slagvolymindex	SVI	40-60	ml/m <sup>2</sup>
Slagvolymvariation	SVV	=<10%	procent

## TOLKNING AV DE UPPMÄTTA VÄRDENA

### Hemodynamisk beslutsguide



V+ = volume loading V- = volume reduction Cat = catecholamine / cardiovascular agents \*SVV is only applicable in fully ventilated patients without cardiac arrhythmia

### INDIKATION/KONTRAINDIKATION FÖR PICCO

Patienter med kardiell och respiratorisk svikt och/eller uttalad hypovolemi som inte svarar eller svarar dåligt på vätskebehandling. Framför allt patienter med:

- Septisk chock
- ARDS
- Akut hjärtsvikt – kardiogen chock
- Brännskador
- Stor kirurgi
- Multitrauma.

Kontraindikationer är inopererade graft i femoralisartären, brännskador eller infekterade sår vid insticksstället. Alternativa placeringar är då a.brachialis. PiCCO-katetern kan också ge felaktiga värden hos patienter med intrakardiella shuntar, aortaaneurysm, aortastenosis, pneumectomi, lungembolier och andra tillstånd som ändrar den intrathoracala cirkulationen. Extrakorporal cirkulation som t ex hemofiltration (CVVHF)

med dialyskateter i vena cava superior ger missvisande värden.  
Dialyskateter i v femoralis går dock bra.

## INLÄGGNING OCH SKÖTSEL AV KATETER

Back för PiCCO och CVK-inläggning tas fram av undersköterska på sal som även tvättar patienten med Descutan på lämplig sida, både för inläggning av PiCCO-kateter och CVK, om den inte redan finns på plats. Ultraljudsapparat hämtas och placeras på sal. Ansvarig IVA-sjuksköterska kopplar upp och förbereder PiCCO-modulen inför kalibrering. Undersköterska assisterar läkare under inläggning av katetrar. Läkare lägger in PiCCO-katetern ultraljudslett under sterila betingelser. Med ultraljud identifieras delningen av a femoralis till a superficialis och a profunda.

Sticket görs kraniellt om delningen men kaudalt om a femoralis böjning ner mot djupet.

Visualisering görs out- of- plane så att stickkanalen in i kärlet inte blir för flack, helst 45–60°. Instick ska ej ske i a. femoralis kraniellt om inguinalligamentet, risk för retroperitoneal blödning.

Den andra artärkatetern avlägsnas efter inläggningen av PiCCO-katetern. Temperatursensorn kopplas på CVK:ns distala skänkel där man även kopplar CVP-mätningen. Undvik andra infusioner (ffa läkemedel) i samma skänkel då dessa flushas in i samband med mätning. När katetern är på plats sköts den som en centralvenös kateter med avseende på omläggningar, inspektion av instickställe etc.

Den andra artärkatetern avlägsnas efter inläggningen av PiCCO-katetern. Temperatursensorn kopplas på CVK:ns distala skänkel där man även kopplar CVP-mätningen. Undvik andra infusioner (ffa läkemedel) i samma skänkel då dessa flushas in i samband med mätning.

PiCCO kalibreras av IVA-sjuksköterska. som även ansvarar för fortsatt kalibrering. Vid varje kalibrering tas även en centralvenös och arteriell blodgas.

Kalibrering bör göras minst var 8:e timme för att visa pålitliga värden, oftare om det sker ändringar i hemodynamiken:

- SVR ändras mer än 20%
- Betydande förändringar av CCO
- Förändrat kliniskt status
- Arytmier
- SVV ökar till mer än 10%: tecken på hypovolemi, rekalkibrera för att bedöma volymsstatus.

Har patienten varit fränkopplad från picco-mätningen (pga röntgenundersökningar, operationer etc) bör man också rekalkibrera. Kontrollera att värdena förts in i CCC.

## Kontroller och omvårdnad

Lägg in PiCCO-katetern i ”ögat” i CCC. Minst en gång varje arbetspass skall där dokumenteras hur insticksstället ser ut och om man kan känna distala pulsar i den extremitet där katetern sitter. Kan man inte känna distala pulsar i extremiteten skall doppler användas för att säkerställa att distala pulsar finns. Om distala pulsar ej hörs med doppler skall läkare kontaktas för kontroll av distalstatus.

Vid behov polstras trevägskranen på katetern samt där sladden skruvas fast i katetern. Detta för att undvika tryck mot huden.

Då det slutat siva blod från insticksstället kan det läggas om med CHG förband. Därefter läggs katetern om var 7:e dag eller vid behov.

## Avlägsnande av arteriell kateter

### Ordination

Vid draging av ljumskartärkateter på IVA så ordinerar läkare hur länge man behöver komprimera över punktionsstället på artären, normalt sett räcker det med 5-10 minuter. Var frikostig med att kontrollera koagulationsstatus och ROTEM.

OBS! Beakta att punktionsstället i kärlet inte alltid ligger under insticksstället i huden. Innan artärkateter dras görs en ultraljudskontroll av läkare för att säkerställa var artärkatetern går in i kärlet för att applikation av tryck från manuell kompression sker på optimalt ställe.

Kärlkirurg, Claes-Göran Stanke eller Peter Grahn på röntgen kan kontaktas när artärkateter skall dras på patient som har koagulopati. Artärkatetern dras då på röntgen i genomlysning alternativt med ultraljud samtidigt som Star-Close eller annan device appliceras.

### Tillvägagångssätt

1. Kontrollera om det redan finns några hematom kring insticksstället
2. Kontrollera med ultraljud var PiCCO-katetern går in i artären
3. Gör en markering i huden och instruera utsedd personal(sjuksköterska/undersköterska) som skall komprimera punktionsstället var de skall komprimera och hur länge.
4. Den personal som skall komprimera sätter på sig ett par engångshandskar och tar fram sterila kompresser som dubbelviks
5. Dra PiCCO-katetern och anlägg samtidigt ett ordentligt tryck mot punktionsstället. Bibehåll detta tryck utan uppehåll i minst 10 minuter därefter kan man anlägga förband. Glöm ej att kontrollera den perifera cirkulationen.

## Kontroller

Vid behov kan man göra en efterkontroll med ultraljud mot punktionsområdet för att se om det eventuellt har bildats ett hematom. Patienten kan lämna IVA/IMA 1 - 2 timmar senare om allt ser bra ut

## Referenser och litteratur

S.G.Sakka et al. Assesment of cardiac preload and extravascular lung water by single transpulmonary thermodilution. *Intensive Care Med* (2000) 26:180-187

F.Michard et al. Global End-Diastolic Volume as an Indicator of Cardiac Preload in Patients With Septic Shock. *Chest* 2003;124;1900-1908

J Mayer, S Suttner. Cardiac output derived from arterial pressure waveform. *Current opinion in Anaesthesiology* 2009,22:804-808

R Cottis, N Magee, D.J Higgins. Haemodynamic monitoring with pulse-induced contour cardiac output (PiCCO) in critical care. *Intensive and Critical Care Nursing* (2003)19,301-307

R. Bellomo, S. Uchino. Cardiovascular monitoring tools: use and misuse. *Curr Opin Crit Care* (2003) 9:225-229

R.M.Pearse, A.Rhodes. Haemodynamic monitoring and management of the circulation in intensive care. *Surgery* (2004).88-93

J.Julien et al. Cardiac function index provided by transpulmonary thermodilution behaves as an indicator of left ventricular systolic function. *Crit Care Med* 2009 vol.37, No11:1-5

M.Hadian et al. Cross-comparison of cardiac output trending accuracy of LiDCO, PiCCO, FloTrac and pulmonary catheters. *Critical Care* 2010 14:R212:1-10

J.Nielsen Bruk av PiCCO-Kateter I Intensivavdelningar. Intensivmedisinsk seksjon Haukeland Universitetssykehus

# Information om handlingen

**Handlingstyp:** Rutin

**Gäller för:** Anestesi- operation- intensivvård

**Innehållsansvar:** Håkan Söderbergh, (hakso2), Överläkare

**Granskad av:** Katarina Strid, (katst), Överläkare

**Godkänd av:** Jimmy Bjelkengren, (jimbj), Verksamhetschef

**Dokument-ID:** NU10033-657870698-79

**Version:** 7.0

**Giltig från:** 2024-11-14

**Giltig till:** 2026-11-14