

TECNOLOGIE E MANAGEMENT PER LA SANITÀ

4

APR017

Tecnica Ospedaliera

SIDEM

S.I.D.E.M. S.p.A. – Prodotti Elettromedicali

www.sidemspa.com

info@sidemspa.it



RIVENDITORE AUTORIZZATO

PHILIPS



SunTech Medical
Brilliant Blood Pressure Solutions™

 **tecniche nuove**
healthcare

Con il patrocinio di

 **EXPOSANITÀ**



CREMS

Centro di Ricerca
in Economia e Management
in Sanità e nel Sociale

LIUC – Università Cattaneo



In copertina:
 S.I.D.E.M.
 via Bergamo, 94
 20882 Bellusco (MB)
 039.606771

6 AGENDA

Roberta Grisotti

8 NOTIZIARIO AIIC

Associazione Italiana Ingegneri Clinici

SANITÀ DIGITALE

**10 Luci e ombre
 della digitalizzazione**

Michele Cerruti

SISTEMA SANITARIO

12 Nuova veste per l'ISS

Pierluigi Altea

**16 Eurostat.
 La sala operatoria dà i numeri**

Roberto Carminati

PROGETTAZIONE

**20 Spedali Civili di Brescia,
 ampliamento e ristrutturazione**

Giuseppe La Franca

CARDIOLOGIA

**24 Valutazione della gittata cardiaca
 a ciclo continuo. Una nuova
 metodica non invasiva**

Armando Ferraioli

INNOVAZIONE&TECNOLOGIE

**28 La stereolitografia nelle scienze
 mediche. Applicazioni
 della stampa 3D**

Armando Ferraioli

**32 Aferesi 2.0. Ricerca
 e nuove terapie**

Lorenzo Dardano

**35 Ricerca e sanità.
 Una collaborazione concreta**

Roberto Carminati

CARDIOCHIRURGIA

**38 Innovazioni tecnologiche
 in ambito di device.
 Il caso MitraClip nel trattamento
 dell'insufficienza mitralica**

Marzia Bonfanti, Umberto Restelli, Davide Croce

DIREZIONE SANITARIA

**44 OCSE. Nuova Raccomandazione
 sulla privacy in sanità**

Stefania Somaré

ONCO-EMATOLOGIA

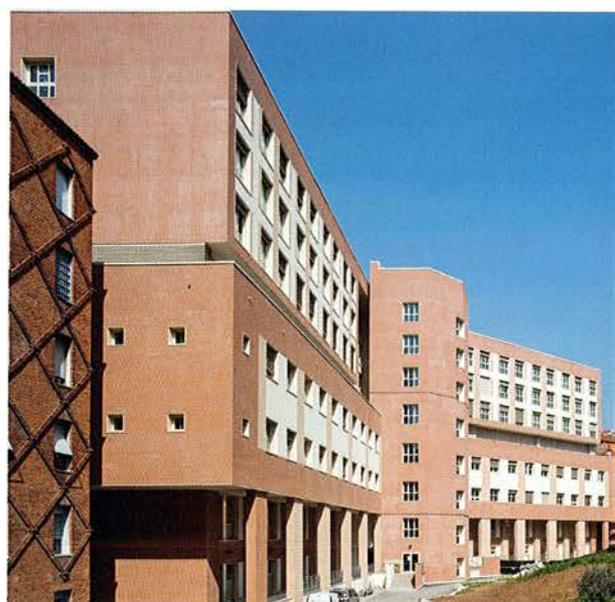
**46 Tornare a sorridere
 con il medical coaching**

Beatrice Arieti

10



12



20

Valutazione della gittata cardiaca a ciclo continuo. **Una nuova metodica non invasiva**

Armando Ferraioli - bioingegnere, Studio di Ingegneria Medica e Clinica – Cava de' Tirreni (SA)

La misura accurata della gittata cardiaca è indispensabile in corso di trattamenti emodinamici. Un nuovo sistema di monitoraggio continuo e non invasivo è stato validato e offre una elevata affidabilità clinica.

KEYWORDS

Monitoraggio emodinamico, gittata cardiaca

Hemodynamic monitoring, cardiac output

La gittata cardiaca (GC) è il parametro che misura la funzione di pompa del cuore che genera il flusso del sangue ed è il volume di sangue che il ventricolo destro e il ventricolo sinistro riescono a espellere in un minuto attraverso l'arteria polmonare e l'aorta, rispettivamente. Il valore medio della gittata cardiaca in condizioni di riposo in un adulto di taglia media è di circa 5-5,5 litri al minuto. La gittata cardiaca è determinata dal prodotto tra la frequenza cardiaca (f) e la gittata sistolica o stroke volume (GS). Quest'ultimo valore rappresenta la quantità di sangue pompata a ogni sistole attraverso ciascun ventricolo. A riposo, la frequenza cardiaca è di circa 72-75 battiti al minuto, mentre la gittata sistolica è di circa 70 ml, per cui la gittata cardiaca corrisponde a circa 5

litri al minuto, che corrisponde grossomodo all'intero volume del sangue. La gittata cardiaca varia in funzione delle esigenze dell'organismo, in funzione cioè delle richieste di ossigeno dei vari distretti circolatori. Nel caso di pazienti critici, soltanto la determinazione dei parametri emodinamici clinicamente rilevanti rende possibile una corretta diagnosi e un'adeguata terapia. Poiché la maggior parte delle metodiche di misura disponibili per la gittata cardiaca si basano su tecniche invasive, risulta non praticabile per tutti i pazienti anche perché negli ultimi tempi si ricorre sempre di più al monitoraggio dei parametri vitali con l'utilizzo di metodiche non invasive. D'altra parte il trend moderno si basa sempre di più sulla misura continua piuttosto che intermittente. Il monitoraggio della

Measuring cardiac output accurately is very helpful for safely managing hemodynamics. A new non-invasive continuous cardiac output monitoring system has been validated for measuring cardiac output continuously and non-invasively.

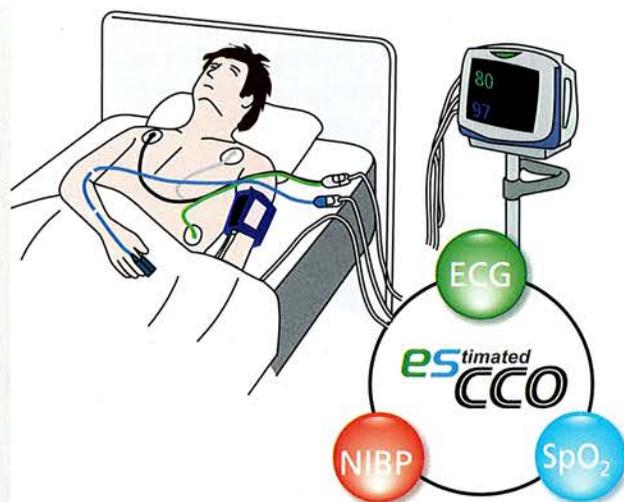


Figura 1

gittata cardiaca è molto importante nella gestione emodinamica del paziente in sala operatoria e presso le unità di Terapia Intensiva, soprattutto per i pazienti con parametri emodinamici instabili. La misurazione continua della gittata rappresenta un significativo miglioramento del controllo emodinamico di pazienti con affezioni critiche. Il metodo per la misurazione continua della gittata cardiaca dovrebbe essere il più sicuro possibile, di semplice esecuzione e privo di margini aleatori. Questa innovativa misura in continuo e non invasiva della gittata cardiaca si basa sulla relazione tra il tempo di transito della pulsazione (Pulse Wave Transit Time), calcolato dal segnale ECG e della curva di pulsossimetria (SpO₂), e per la calibrazione necessita di una misurazione di pressione non invasiva (NIBP) o in alternativa invasiva. La nuova metodica brevettata esCCO™ (Estimated Continuous Cardiac Output) utilizza i parametri standard ECG, SpO₂ e NIBP, già in uso nella routine clinica, consentendo un monitoraggio emodinamico senza la necessità di particolari abilità operative e competenze cliniche.

Principio clinico dell'esCCO

L'onda letismografica è diventata il parametro vitale più comunemente utilizzato nella pratica clinica perché può fornire informazioni tempo-correlate, come la trasmissione della pressione intravascolare e informazioni relative alla variazione del volume di sangue arterioso. Il rilievo viene effettuato mediante la pulsossimetria, una metodica indiretta e non invasiva che consente di misurare la saturazione di ossigeno nel sangue arterioso, la frequenza cardiaca, la curva letismografica e l'indice di perfusione.

Il PWTT (Pulse Wave Transit Time) viene definito come il tempo che intercorre tra il picco dell'onda R dell'ECG e il punto di salita dell'onda letismografica. Il punto di salita dell'onda letismografica viene definito come il punto in cui l'onda letismografica differenziata raggiunge il 30% della sua ampiezza di picco. Il PWTT è un nuovo parametro non invasivo correlato alle variazioni di pressione sanguigna. In caso di repentina variazione della pressione offre la possibilità di triggerare la misura della NIBP (non invasiva) per la conferma della variazione di pressione e del suo valore. Poiché la misura della NIBP viene normalmente programmata a tempo, nel caso di una brusca variazione di pressione tra una misura e la successiva programmata a tempo, la stessa non verrebbe evidenziata mentre, grazie al PWTT che la rileva istantanea-

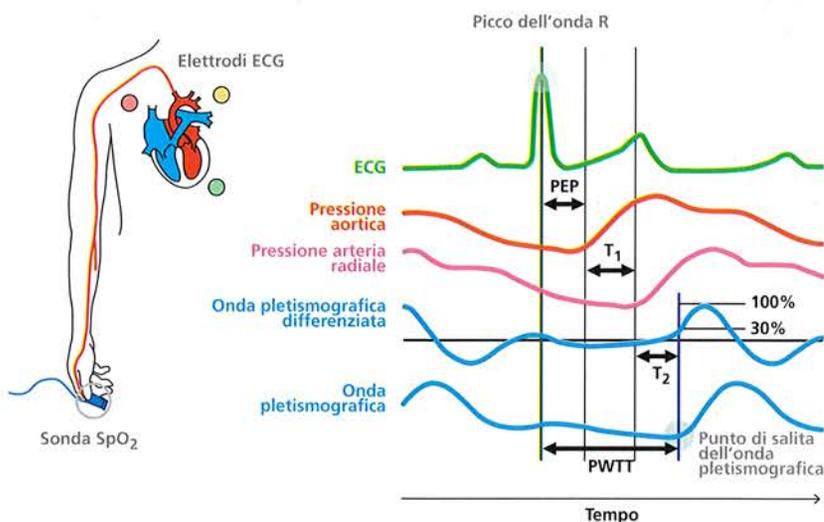


Figura 2. Componenti del PWTT: PEP (periodo di pre-eiezione), T1 (PWTT attraverso le grandi arterie), T2 (PWTT attraverso le arterie periferiche)

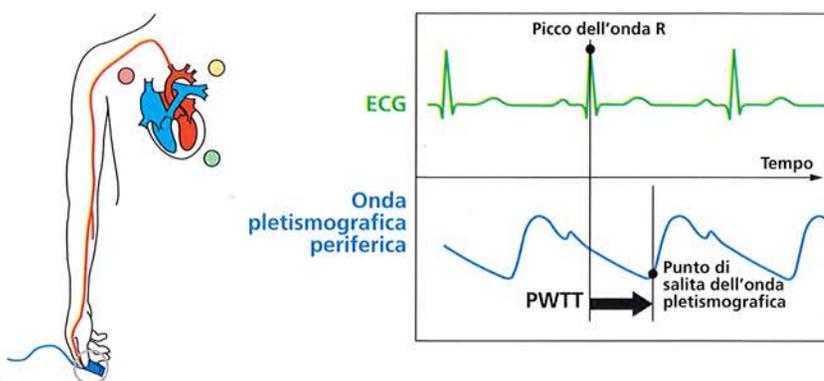


Figura 3. Il PWTT, calcolato dall'ECG e dall'onda letismografica

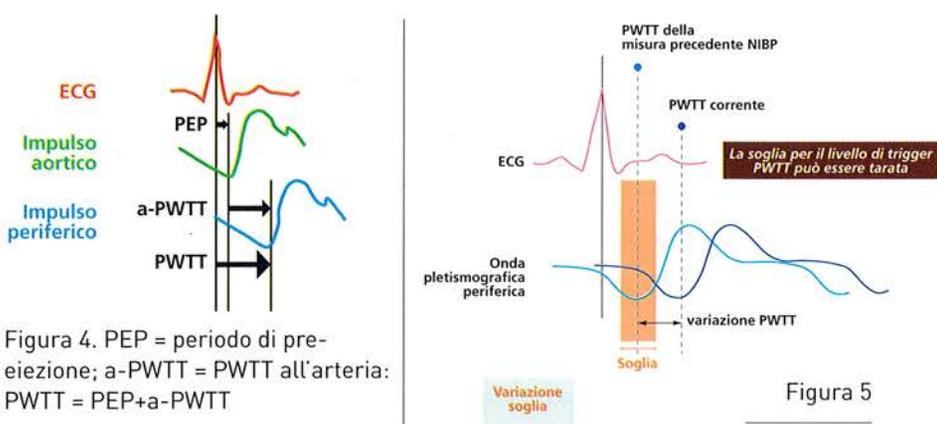


Figura 4. PEP = periodo di pre-eiezione; a-PWTT = PWTT all'arteria; PWTT = PEP+a-PWTT

Figura 5

mente, viene attivata la NIBP che conferma e valorizza il tutto. La figura 1 esplica graficamente il concetto. Il PWTT è costituito da tre intervalli come mostrato in figura 2: il periodo di pre-eiezione (PEP), il tempo di transito dell'onda letismografica attraverso le grandi arterie (T1) e il tempo di transito dell'onda letismografica attraverso le arterie periferiche (T2). Il periodo di pre-eiezione (PEP), definito come il tempo tra l'onda R dell'ECG e il punto di risalita dell'onda di pressione aortica, riflette la contrattilità cardiaca.

Figura 6

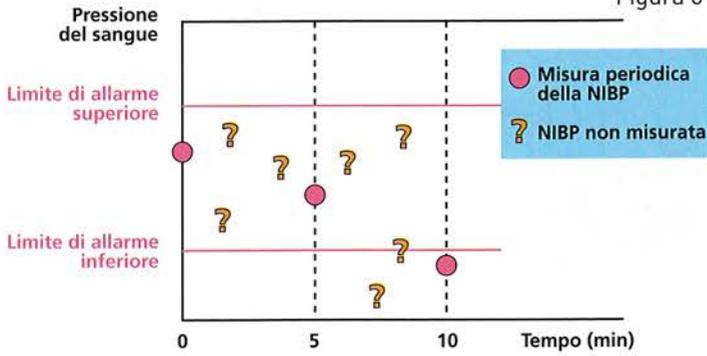


Figura 7

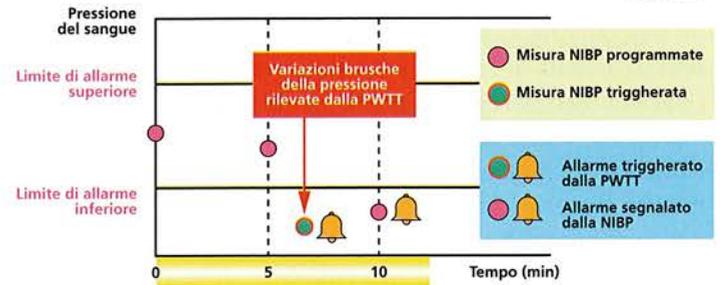


Figura 8

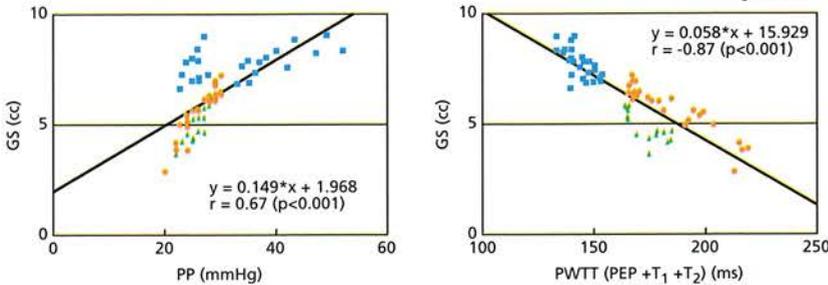


Figura 6. Le misure periodiche della NIBP non rivelano le variazioni di pressione tra gli intervalli programmati

Figura 7. Variazioni brusche di pressione tra misure periodiche della NIBP possono essere rilevate dalla PWTT

Figura 8. Relazione tra la pressione di polso (PP) e la gittata sistolica (GS) e tra il tempo di transito dell'onda pletismografica (PWTT) e la gittata sistolica (GS) di dinamica circolatoria modificata. I cerchi arancioni, i triangoli verdi e i quadrati blu mostrano i dati, rispettivamente, in corrispondenza della somministrazione di pentobarbital, del prelievo del sangue e della somministrazione di fenilefrina

T_1 è il tempo che intercorre tra il punto di salita dell'onda di pressione aortica e il punto di salita dell'onda di pressione dell'arteria radiale, è influenzato dall'elastanza arteriosa.

T_2 è il tempo che intercorre tra il punto di salita dell'onda di pressione dell'arteria radiale e il punto di salita dell'onda pletismografica, rilevata tramite la sonda del pulsossimetro (SpO_2) al dito, è indice della vasocostrizione periferica. Questi tre tempi (PEP, T_1 e T_2) costituiscono il PWTT e hanno singolarmente una correlazione inversamente proporzionale con la gittata sistolica o stroke volume (GS).

La figura 3 mostra il PWTT calcolato dall'ECG e dall'onda pletismografica.

Il PWTT viene calcolato per ogni battito cardiaco dall'ECG e dall'onda sfingica (SpO_2). Essa include la PEP (periodo di pre-eiezione) e la a-PWTT, strettamente correlata alla pressione sanguigna, ed è il tempo che impiega l'onda impulsiva per andare dall'aorta all'arteria periferica (figura 4).

Purtroppo non è possibile misurare direttamente solo la a-PWTT escludendo la PEP, che è il periodo al pompaggio del sangue nell'aorta. Però, generalmente, la variazione della PEP in periodi di tempo brevi, è trascurabile per cui si può assumere che il PWTT corrisponda al valore della a-PWTT e pertanto alla pressione sanguigna. Resta inteso che l'azione di alcuni farmaci vasoattivi possono causare variazioni significative nella PEP e quindi alterare la correlazione tra il PWTT e la pressione. Nella maggioranza dei casi si può comunque assumere il PWTT corrispon-

dente alla a-PWTT. Quando il cuore pompa il sangue nell'aorta, genera un'onda pressoria che viaggia lungo le arterie innanzi al sangue pompato, cioè la cosiddetta onda di polso. La velocità dell'onda dipende dalla tensione delle pareti arteriose. Quando la pressione è alta, le pareti arteriose sono tese e dure per cui l'onda viaggia più veloce.

In caso di bassa pressione succede il contrario. Il PWTT rileva la variazione di pressione attraverso la variazione di velocità dell'onda del polso per cui una variazione del PWTT indica una variazione della pressione. Poiché il PWTT, per ogni battito cardiaco, fa la comparazione con il PWTT dell'ultima misura effettuata dalla NIBP, quando la variazione supera una soglia impostata, triggera la misura della NIBP per far sì da misurarne il valore indipendentemente dal tempo di misura programmata per la NIBP.

È pertanto possibile aumentare o diminuire la soglia del PWTT in modo da controllare la risposta a variazioni della pressione più alte o più basse per poter effettuare le misure, in funzione della situazione clinica del paziente (figura 5).

In genere, nell'utilizzo in corso di intervento chirurgico, la soglia prescelta è minore per poter monitorizzare repentine variazioni pressorie mentre nei reparti di cure intensive è il contrario.

La figura 6 mostra un grafico di un utilizzo in sala operatoria dove, in seguito a una perdita di sangue del paziente antecedente a una misura programmata della NIBP, la pressione non sarebbe stata rilevata; con la misura del PWTT, invece, si ha l'opportunità di poter rilevare istantaneamente il valore della pressione e somministrare per esempio, efedrina per farla aumentare.

La figura 7 mostra invece l'utilizzo in un reparto di terapia intensiva con un paziente cosciente ma con pressione alta ed instabile. Somministrando un sedativo, per esempio, la pressione si abbassa diventando stabile. Se la misura della NIBP fosse stata impostata con intervallo di trenta minuti, l'abbassamento della pressione non sarebbe stato rileva-

to, mentre grazie al PWTT si ha immediata contezza di ciò. La gittata cardiaca può essere derivata dalla pressione di polso sulla base della seguente equazione:

$$GC = GS \cdot FC = (K \cdot PP) \cdot FC$$

dove

GC = gittata cardiaca

GS = gittata sistolica

FC = frequenza cardiaca

K = una costante

PP = pressione di polso

definita mediante vari sistemi di misurazione continua della gittata cardiaca con l'utilizzo dell'analisi del profilo. Questo ha rappresentato il punto di partenza della nuova metodica esCCO.

Poiché sperimentalmente è stata riscontrata una correlazione tra GS e PWTT migliore della correlazione tra GS e PP, come si evince dalla figura 8, è stata determinata la seguente formula che fornisce i valori di gittata cardiaca a partire dalle informazioni PWTT:

$$esCCO = GS \cdot FC = K \cdot (\alpha \cdot PWTT + \beta) \cdot FC$$

dove α e β sono costanti sperimentali. Mentre α è una costante decisa sperimentalmente da studi clinici con esCCO, β e K devono essere individualizzate per ogni paziente, basandosi sui dati vitali di ogni singolo paziente quali altezza, peso, età ecc. quando si effettua la calibrazione.

Per ottenere una performance affidabile della misura della gittata cardiaca utilizzando la metodica esCCO, bisogna posizionare accuratamente gli elettrodi per rilevare l'ECG. Il rilievo delle forme d'onda del QRS e della frequenza cardiaca sono fondamentali per il calcolo dell'esCCO. Il rilievo della SpO2 è semplicemente effettuato con una sonda monouso o riutilizzabile posizionata al dito. Il bracciale per la pressione non invasiva deve essere posizionato sull'arto dove non viene posizionato il sensore per la saturazione d'ossigeno (pulsossimetro). Per ottenere una buona calibrazione, prima di effettuare la misura della gittata cardiaca, il paziente deve essere in condizioni stabili ovvero non ci devono essere movimenti/variazioni della posizione del corpo o variazioni della dinamica circolatoria. Il diagramma a blocchi della figura 9 schematizza la procedura di calcolo effettuata dalla metodica esCCO, mentre la figura 10 mostra la visualizzazione delle forme d'onda sul monitor.

In sintesi la esCCO, con il semplice rilievo non invasivo dell'ECG, della SpO2 e della NIBP permette un controllo accurato della pressione e della gittata cardiaca.

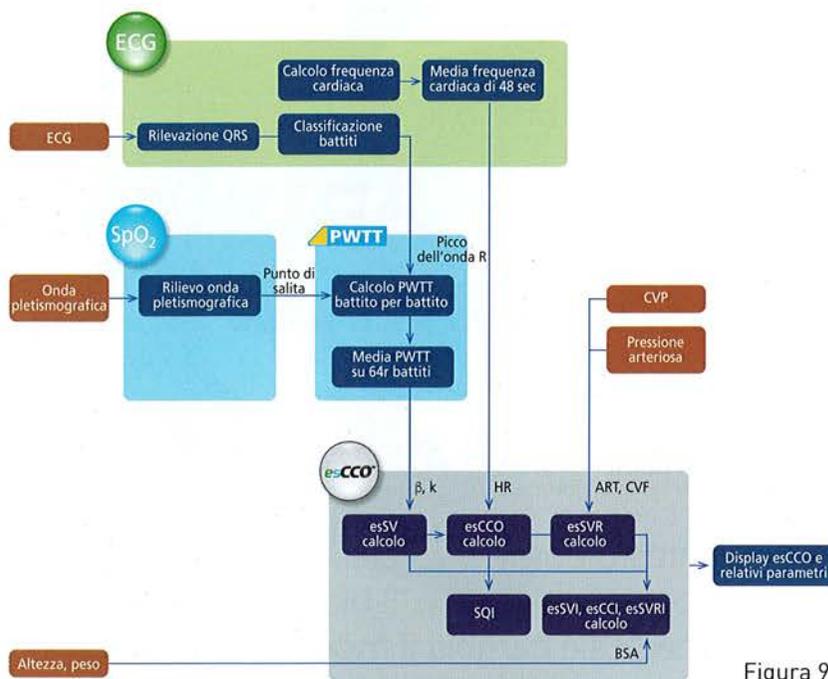


Figura 9



Figura 10. Forme d'onda visualizzate sul monitor

Ambiti applicativi della metodica esCCO

Le informazioni emodinamiche che la metodica esCCO rende disponibili sono di indubbio valore clinico per un approccio dinamico alle procedure convenzionali di anestesia e per l'ottimizzazione della gestione dei fluidi nel pre, intra e post operatorio, con conseguente miglioramento del risultato e riduzione della degenza post operatoria, uno strumento di monitoraggio utile in terapia intensiva per il follow-up di pazienti con stato emodinamico instabile, utile nella fase pre/post critica potendo visualizzare i trend emodinamici cardiovascolari in modo non invasivo ed inoltre valutare l'eventuale dimissione del paziente dalla terapia intensiva post operatoria o dalla terapia semintensiva, ovvero stabilire se le condizioni del paziente ne consentono il trasferimento dai reparti più critici (terapie intensive) a quelli meno critici.