

## Simulace srdečního výdeje pomocí simulátorů pacienta

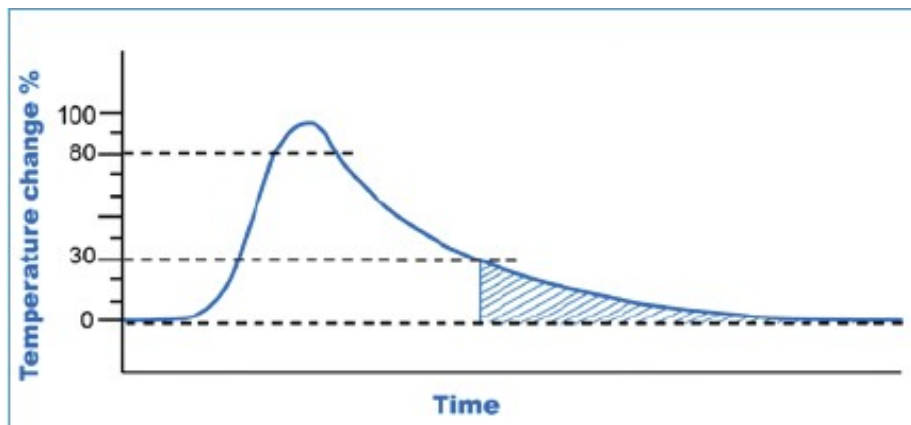
### Teorie

Měření objemu krve pumpované srdcem je hodnotná diagnostická pomůcka při řízení pacienta procházejícího zásadní kardiovaskulární chirurgií a pro kriticky nemocné pacienty jinde v medicínském centru. Srdeční výdej je indikátor výkonnosti srdce a stavu celého cévního systému.

Ačkoliv jsou k dispozici metody k určení kontinuálního srdečního výdeje, termodiluční technika je široce používaná na operačním sále, na jednotce intenzivní péče a v kardiologické kateterizační laboratoři od svého představení v roce 1970.

Tato metoda vyžaduje zavedení Swan-Ganzova katetru do plicnice. Jak už název naznačuje, technika zahrnuje krátce klesající teplotu krve v plicnici při vstříknutí známého množství fyziologického roztoku do krevního oběhu pravé síně a poté zjištění poklesu teploty, když injektátem naředená krev proudí teplotním senzorem 10 cm po proudu na konci katetru:

Každá injekce nese v časově-teplotní křivce, kterou oblast reprezentuje srdeční výdej:



Všimněte si, že vertikální osa představuje teplotní změnu, ne aktuální teplotu. Rovnice pro určení srdečního výdeje vyžaduje množství fixních hodnot: hustotu krve, hustotu injektátu, specifickou teplotu krve, specifickou teplotu injektátu, objem injektátu a korekční faktor specifický pro katetr. Rovnice je předprogramovaná do monitoru:

$$CO = K \times \frac{T_i - T_b}{\int \Delta T dt}$$

kde  $K$  reprezentuje fixní faktor části rovnice a  $\int \Delta T dt$  je oblast pod křivkou.

Opravy jsou rovněž provedeny pro kompenzaci rozšířené zadní části vytvořené postupným ředěním injektátem. Výrobci poskytují výpočetní konstantu pro každý model katetru plicnice. Záleží na objemu injektátu a teplotě, může kolísat od 0,132 do 0,608. Nakonec jediná proměnná nezbytná pro vstup na monitor je teplota krve ( $T_b$ ) a injektátu ( $T_i$ ). Natáčení srdečního výdeje je umění a věda: injekce musí být rychle hotová a v hladké pohybové činnosti za účelem vytvoření téměř ideální časově-teplotní křivky.

Původně byl použit mražený injektát za účelem zajištění velkého rozdílu mezi  $T_i$  a  $T_b$ , kvůli větší přesnosti. Se zlepšením produktů a techniky je nyní častěji používán injektát pokojové teploty ( $20^\circ\text{C}$ ), pokud je teplota v místnosti neobvykle vysoká.



### Simulační procedury pro monitory Philips

Termodiluční metoda je používána s některými z těchto modulů:

- M1012A, standardní či navolený #C10
- M3012A rozšíření hemodynamického měřicího serveru, volba #C05
- M3014A rozšíření kapnografického měřicího serveru, volba #C05

### Připojení

- Připojte kabel Philips M1642A (nebo M1643A) do modulu CO nebo serveru.
- Připojte 4-pinový konektor krevní teploty z kabelu Philips do 3-pinového na modulu Fluke Biomedical CI-3 (Fluke Biomedical #2392199).
- Připojte 4-pinový adaptér teploty injekátu (Fluke Biomedical #2199257) mezi kabelem Philips do 4-pinového na CI-3
- Připojte CI-3 do portu srdečního výdeje v ProSim 8.

### Postup

- Na monitoru Philips otevřete okno nastavení CO.
- Na některých modelech Philips musíte zadat „Metoda“ a vybrat „Pravé srdce“.
- Otevřete výpočetní konstantu 0,595.
- Pokud je to nutné, vyberte velikost katetru 7F.
- Pokud je to nutné, vyberte objem injekátu 10 cc
- Na modulu CI-3 upravte nastavení u teploty krve na 24°C na obrazovce Philipsu. (Toto nastavení může být rozhodující.)
- Na ProSim 8 zmáčkněte Speciální funkce.
- Přejděte na Srdeční výdej.
- Přejděte na parametr „Wave“ a vyberte 5,0 l/min.
- Přejděte na parametr Výchozí teplota a vyberte 37 °C.
- Přejděte na parametr Teplota injekátu a vyberte 24 °C.
- Při zprávě „Připraveno pro nové měření“ na monitoru Philips zmáčkněte tlačítko Start na modulu (nebo použijte rozbalovací klávesu Start CO na obrazovce). Ozve se zvuk a zpráva „Aplikujte nyní!“.
- Ihned zmáčkněte měkkou klávesu Start na ProSim 8.

Časovač na ProSim 8 začne odpočítávat a simulovaný průběh CO se objeví na obrazovce Philipsu. Během 30 sekund Philips vyhodnotí a zobrazí hodnotu CO, která by měla být 5,0 l/min +/- 5%. Až se zpráva „Čekejte na zahájení nového měření“ změní na „Připraveno pro nové měření“, zahajte minimálně 2 nová měření. Pro kontrolu široké škály hodnot doporučuje rovněž spustit určení CO pro nastavení „Wave“ na 2,5 l/min a 10 l/min na ProSim 8.

### **Simulace postupu pro GE monitory**

Termodiluční metoda je používána s některými z těchto GE monitorů:

- Serie Dash (3000, 4000 a 5000)
- Modul Carescape Patient Data

### **Připojení**

- Připojte kabel adaptéru Fluke CO (Fluke Biomedical #4022300) z monitoru do portu srdečního výdeje na ProSim 8.

### **Postup**

- Na monitoru GE přejděte na nastavení stránky CO.
- V boxu katetru vyberte Baxter.
- V boxu Teplota injektátu vyberte In-Line.
- V boxu Velikost vyberte 7.
- V boxu Objem injektátu vyberte 10.
- V boxu Výpočetní konstanta by měl být CC standardně 0,595.
- Na ProSim 8 zmáčkněte Speciální funkce.
- Přejděte na Srdeční výdej.
- Přejděte na parametr Wave a vyberte 5,0 l/min.
- Přejděte na parametr Základní teplota a vyberte 37 °C.
- Přejděte na parametr Teplota injektátu a vyberte 24 °C.
- Když se na GE monitoru objeví „Inject when ready“, zmáčkněte měkkou klávesu Start na ProSim 8.

Časovač na ProSim 8 začne odpočítávat a simulovaný průběh CO se objeví na obrazovce GE monitoru, stejně jako „Počítačový CO“. Za 30 sekund monitor stanoví a ukáže hodnoty CO, které by měly být 5,0 l/min +/- 5%. Objeví se „CO hotovo“.

Když se znovu objeví „Inject when ready“, začněte minimálně další 2 měření. Ke zhodnocení velké škály hodnot doporučujeme rovněž spustit stanovení CO pro nastavení Wave 2,5 l/min a 10 l/min na ProSim 8.

