

Impella lecture series

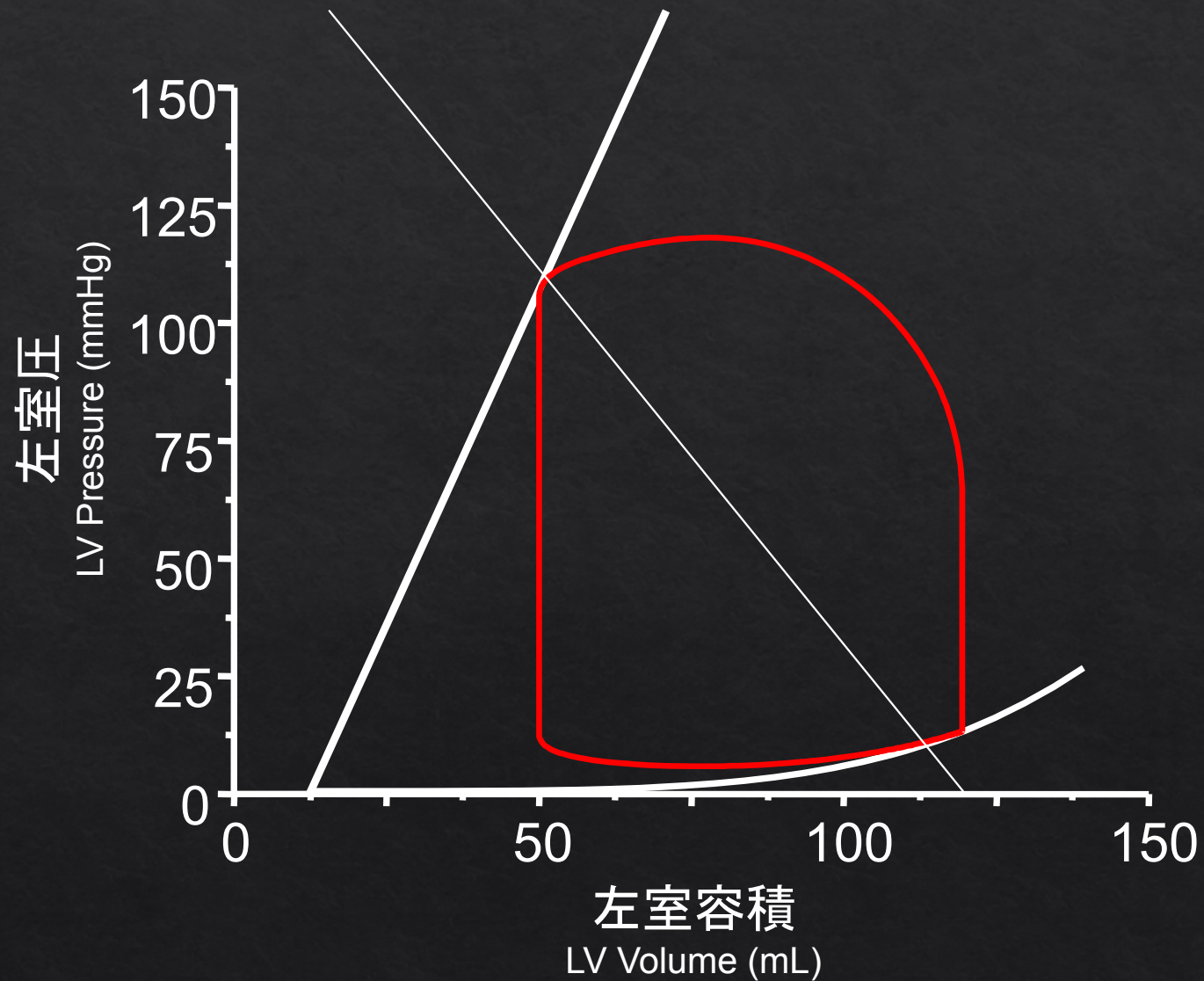
Episode 2

循環フレームワーク におけるImpella

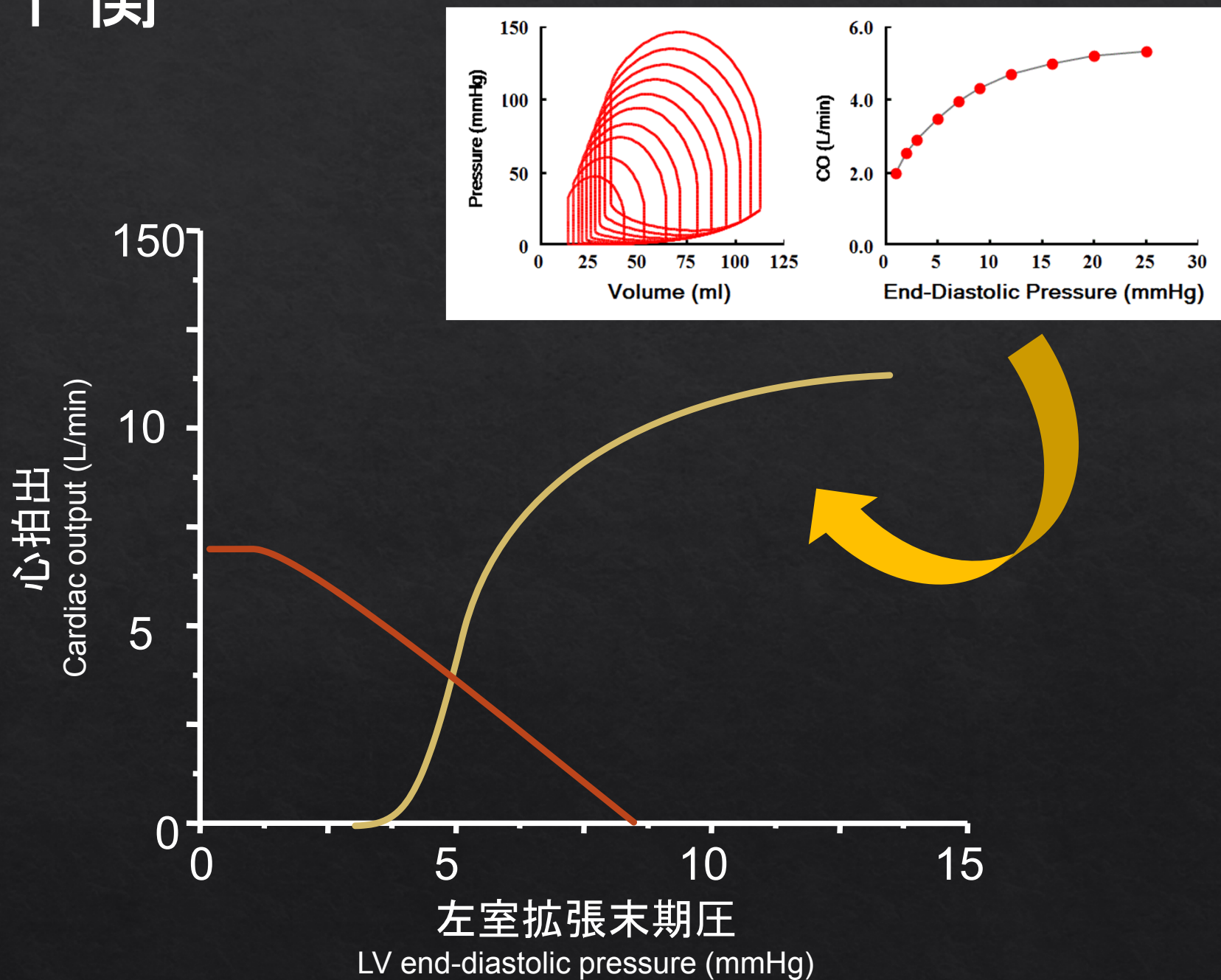
Keita Saku, MD, PhD

National Cerebral and Cardiovascular Center

PV loop

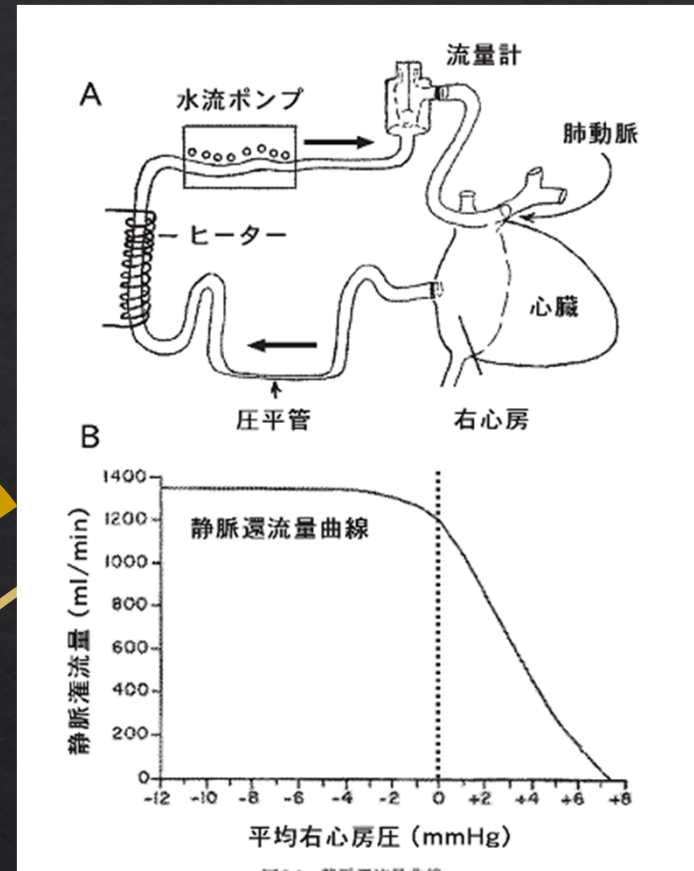
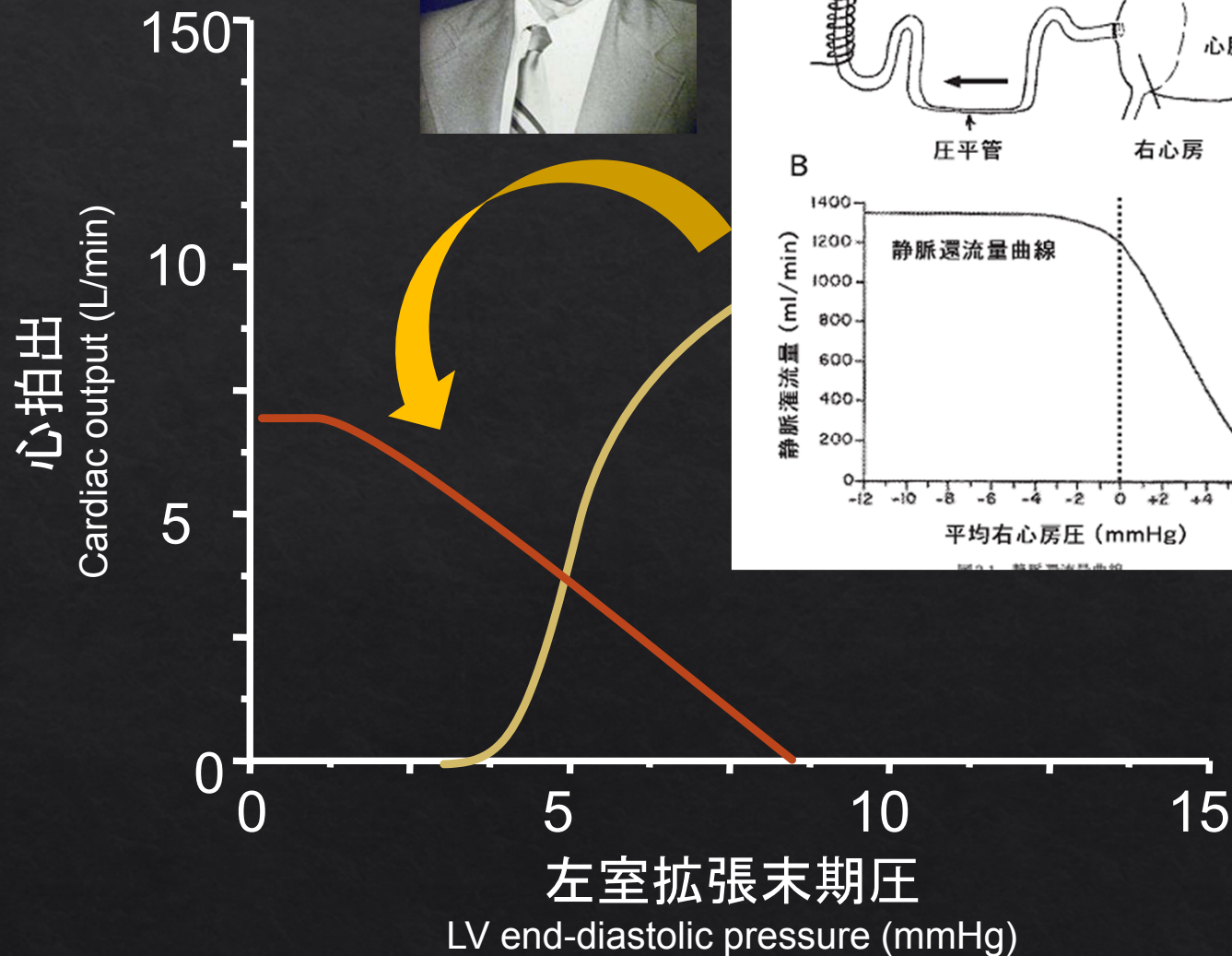
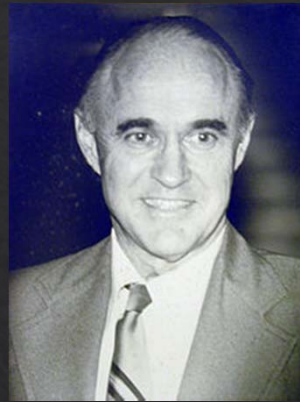


循環平衡

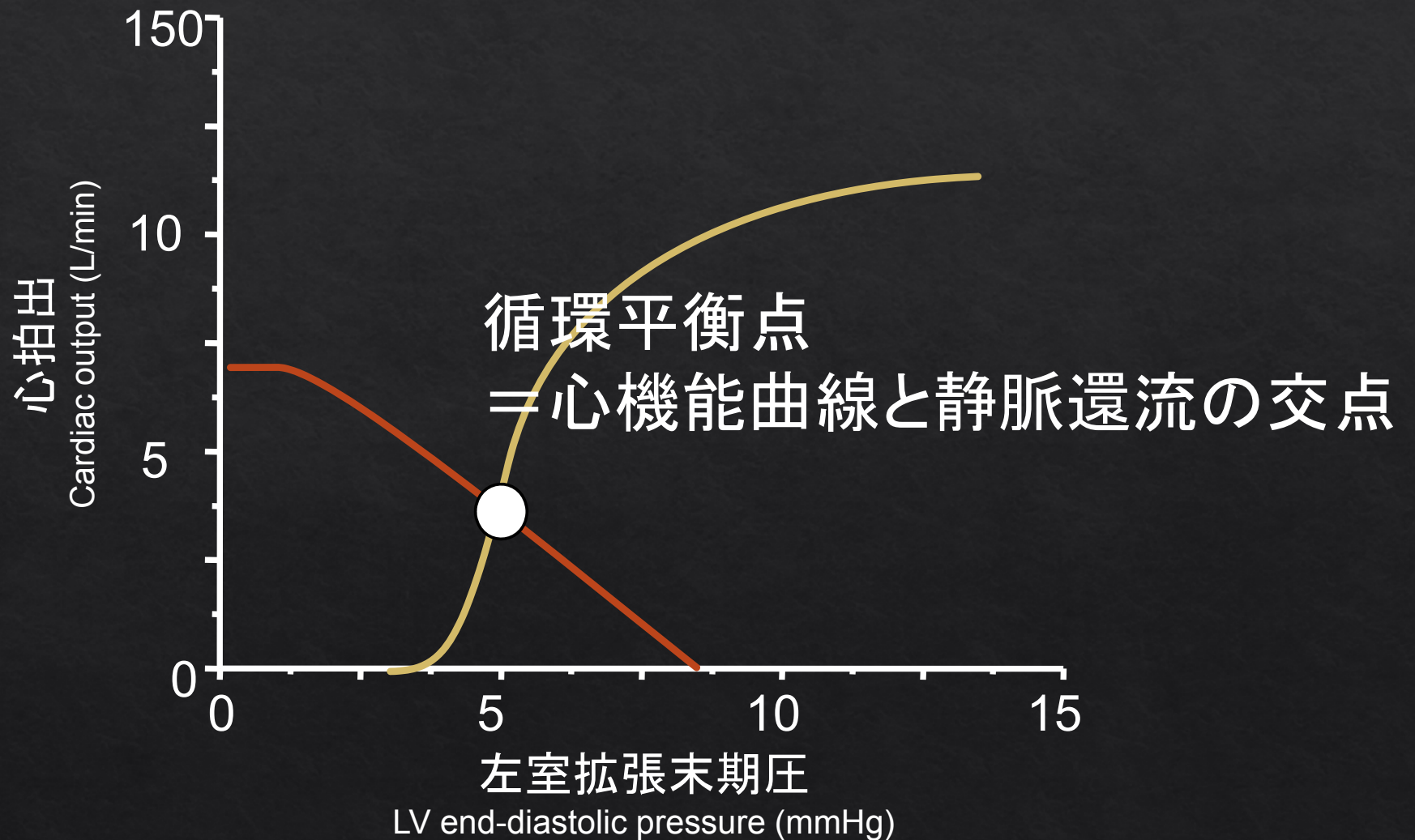


循環平衡

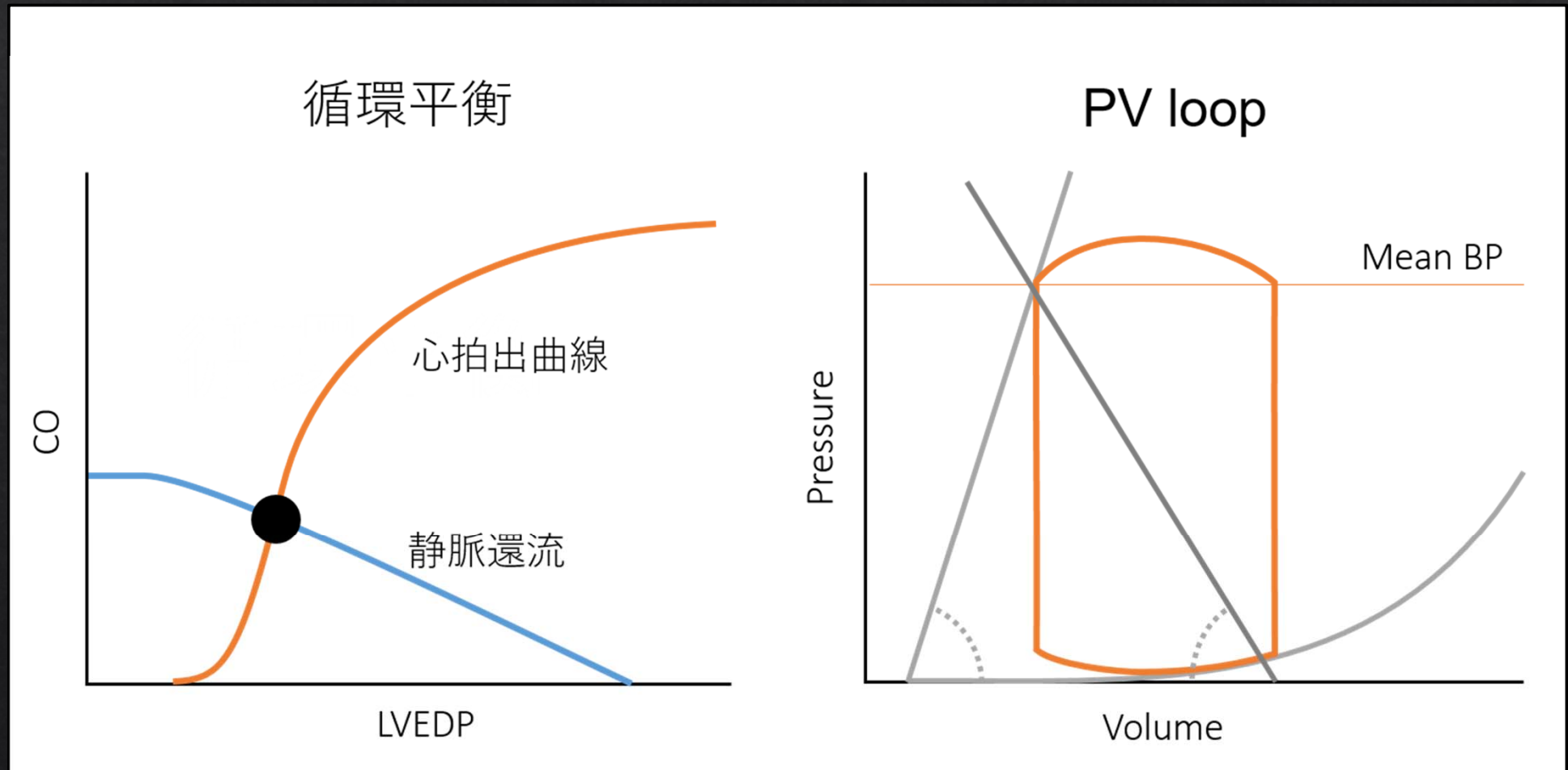
※厳密にはガイトンは右房圧と静脈還流の関係を見ている
※わかりやすさのために左室のみに着目しています



循環平衡

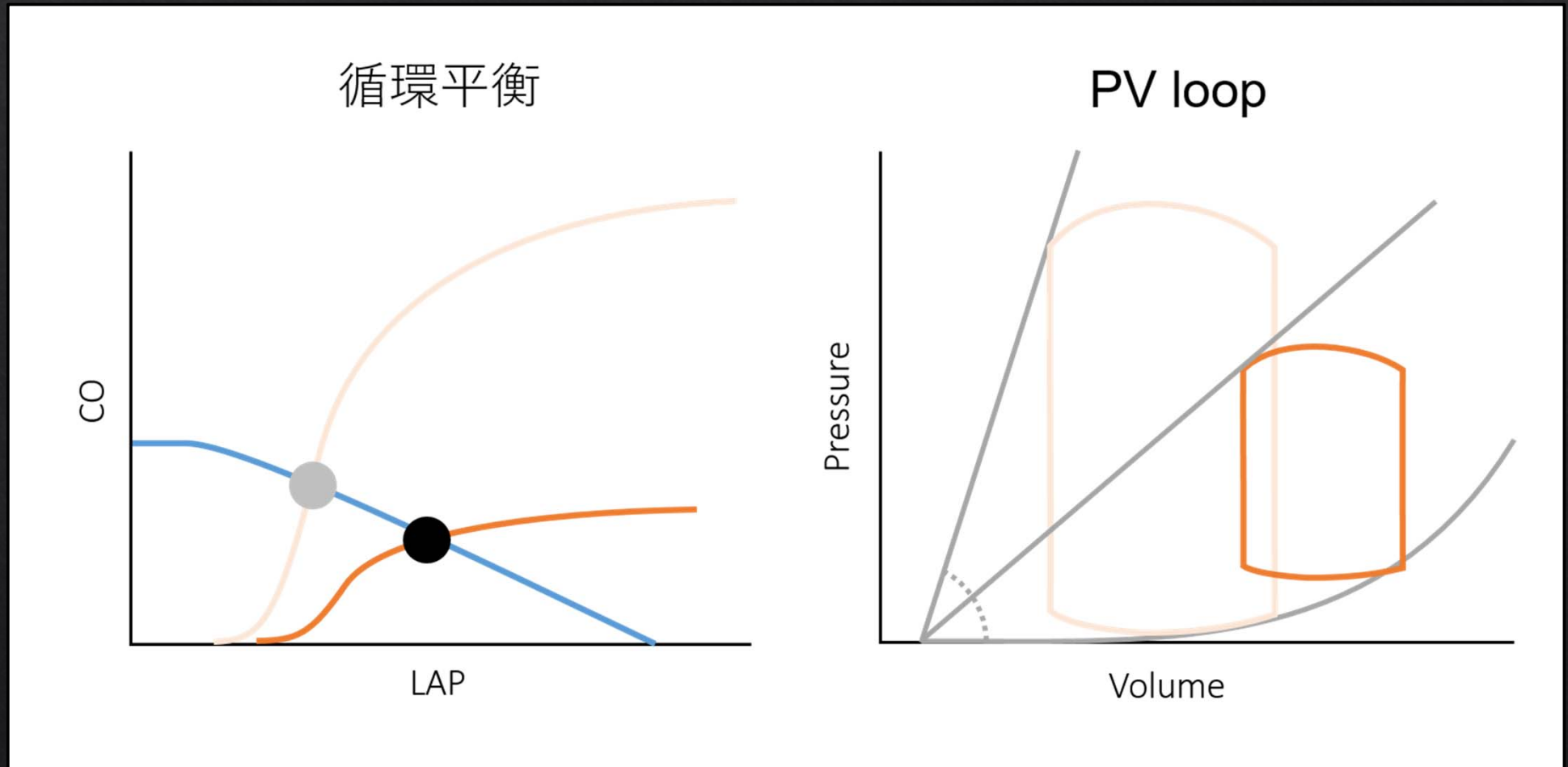


日常診療に便利な循環フレームワーク



- 全身循環と心臓の機能・負荷・仕事を考えることができる。

左室の収縮性が低下すると？



心拍出量曲線が寝るために動作点において心拍出低下と左房圧上昇がおきる

Eesが低下することでPV loopは右下に移動する。慢性心不全などではさらにEDPVRも右に移動する

Impellaはどう影響する？

- 血圧や総血流が上げる
- 左室拡張末期圧は下げる
- 脈圧がさがる

Impellaはどう影響する？

- 血圧や総血流が上げる
- 左室拡張末期圧は下げる
- 脈圧がさがる

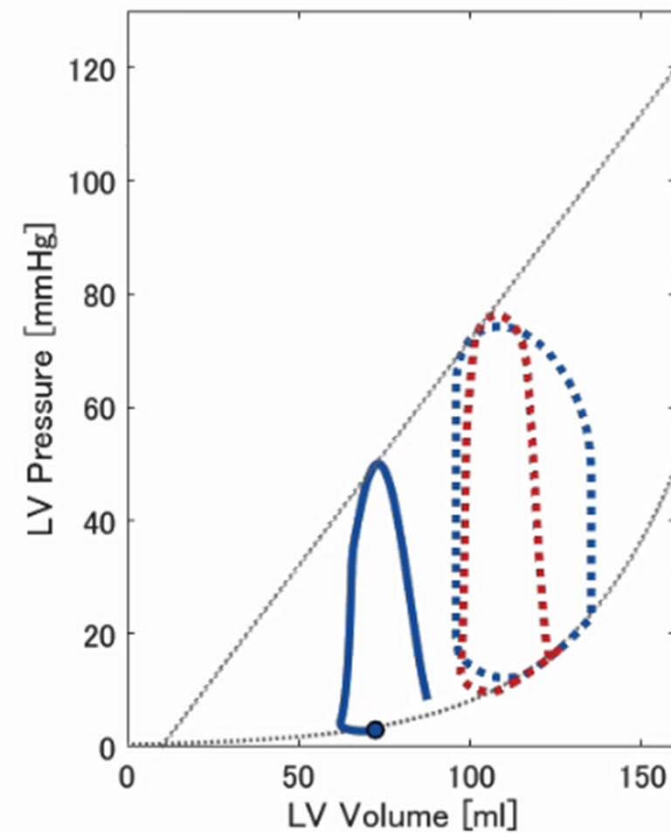
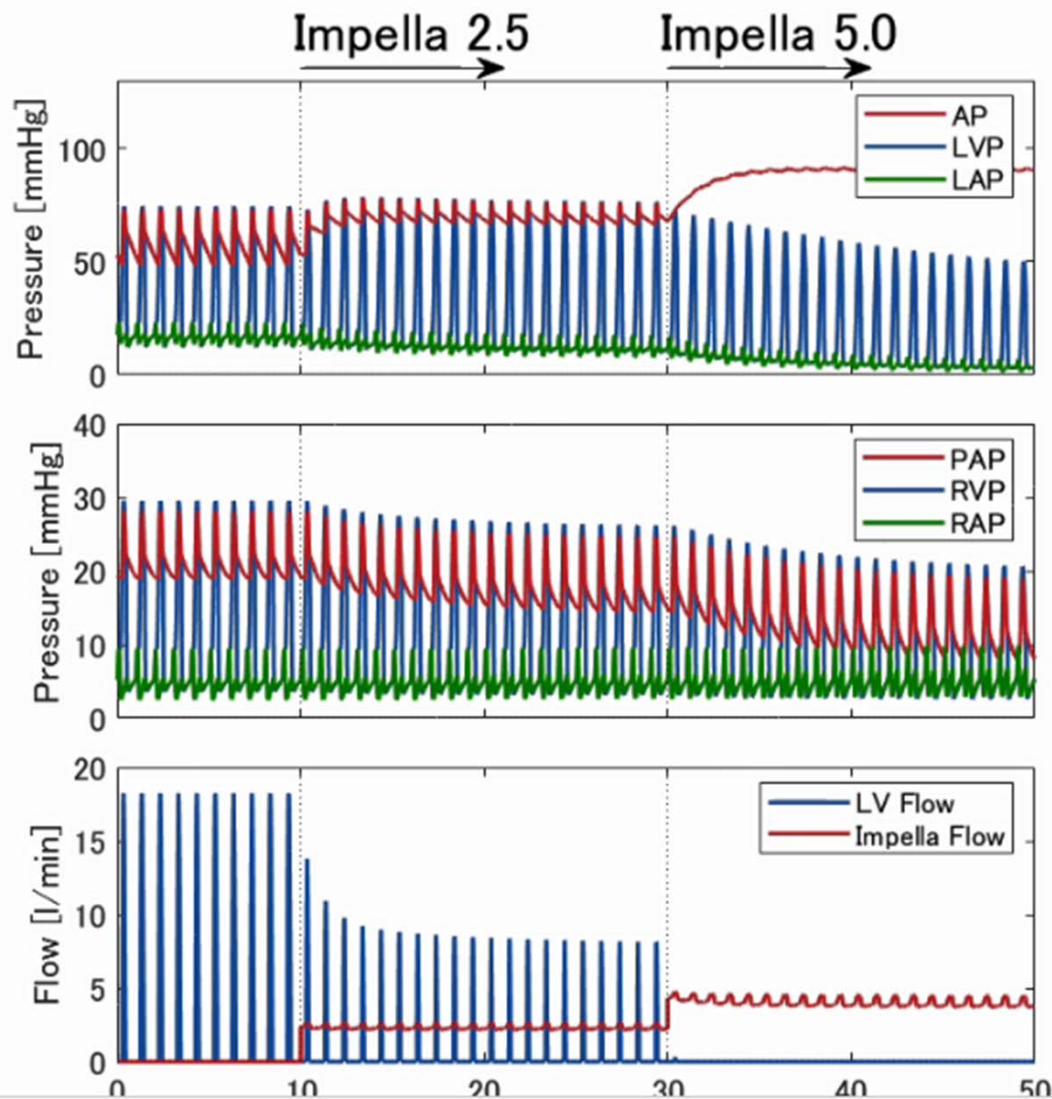
- 収縮性は？
- 拡張性は？
- 前負荷は？
- 後負荷は？

Impellaはどう影響する？

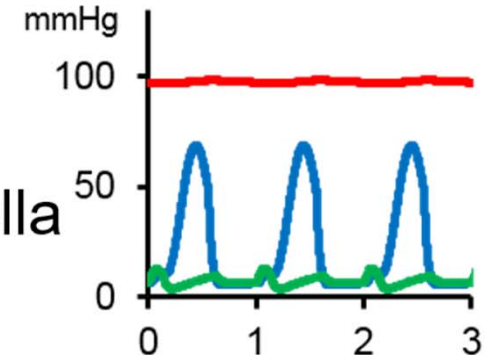
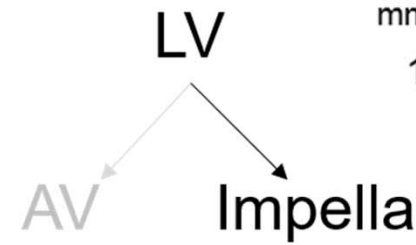
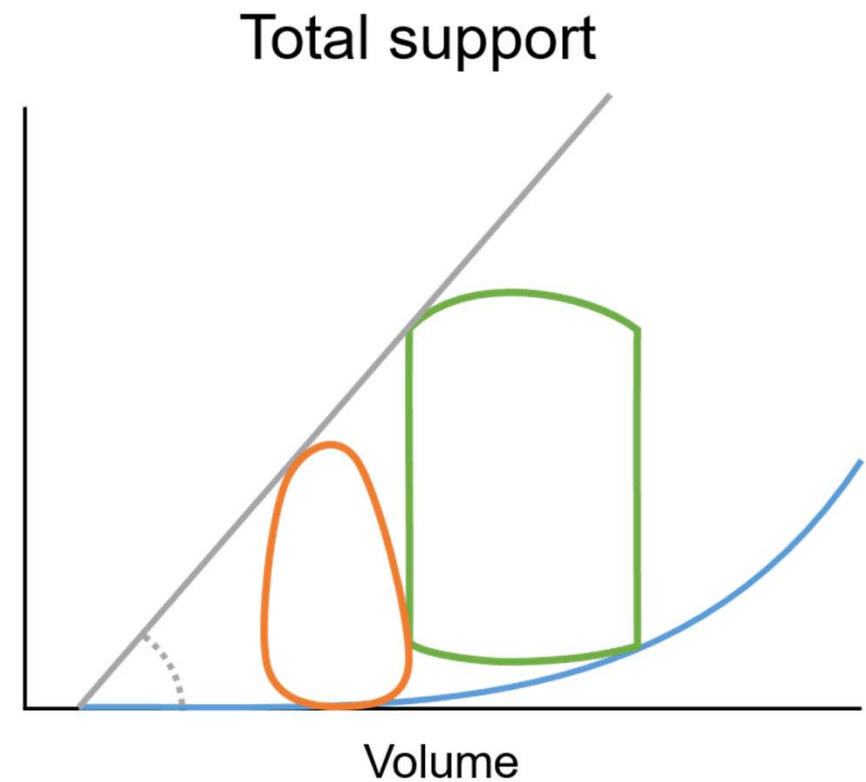
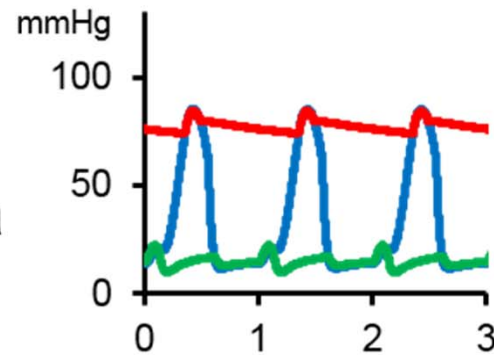
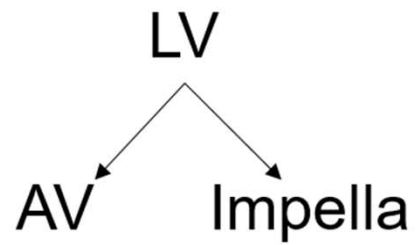
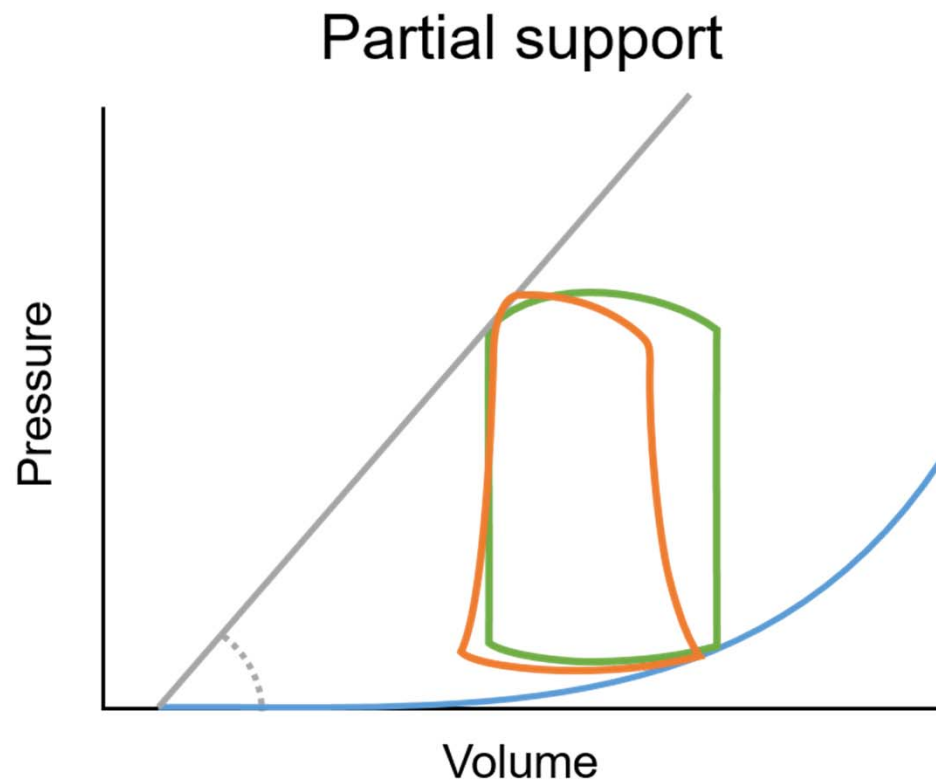
- 血圧や総血流が上げる
- 左室拡張末期圧は下げる
- 脈圧がさがる

- 収縮性は？ → 不変 or 間接的に上昇
- 拡張性は？ → 不変
- 前負荷は？ → 低下
- 後負荷は？ → RとHRは大きく変わらない？

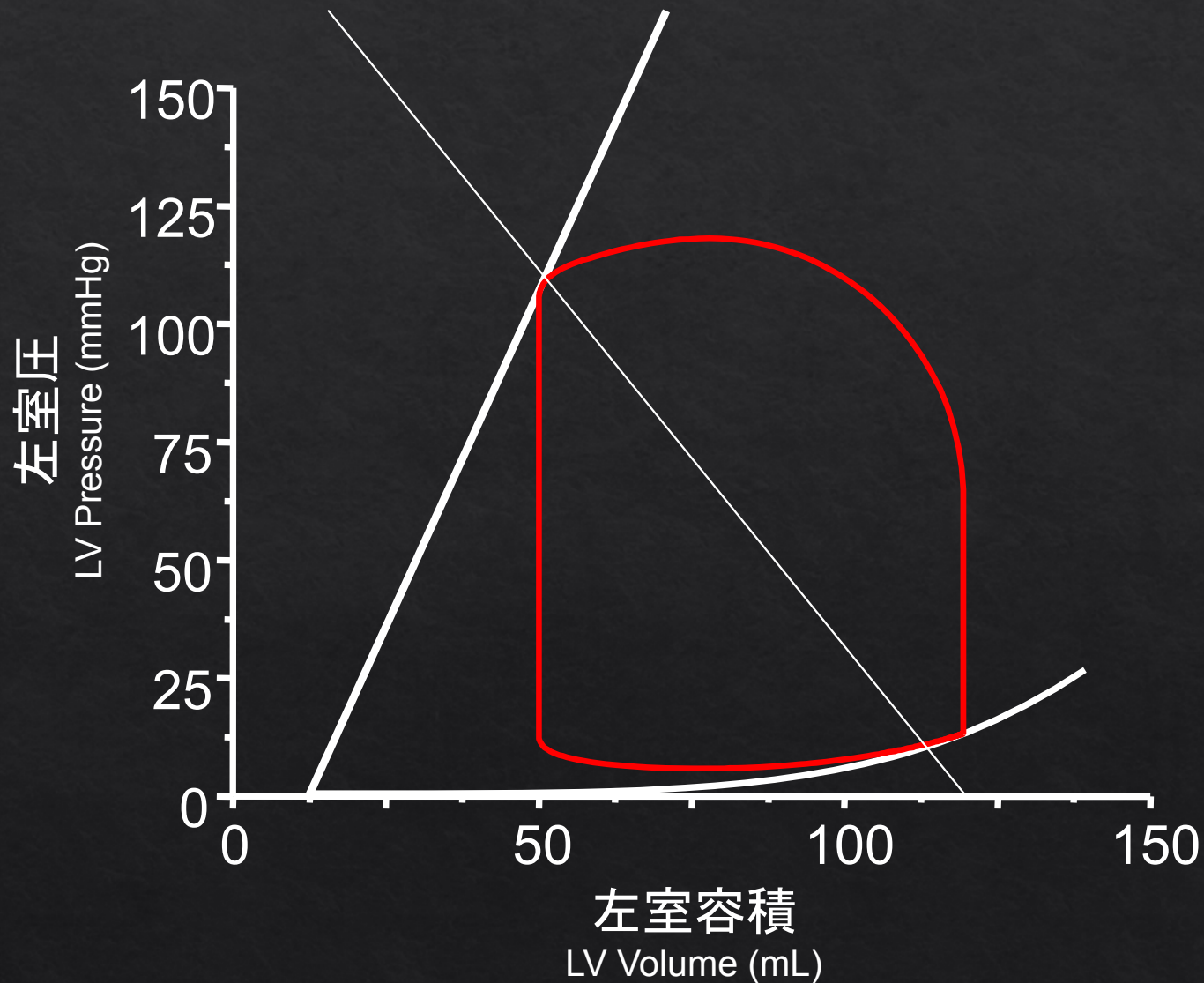
Impellaと血行動態、PV loop



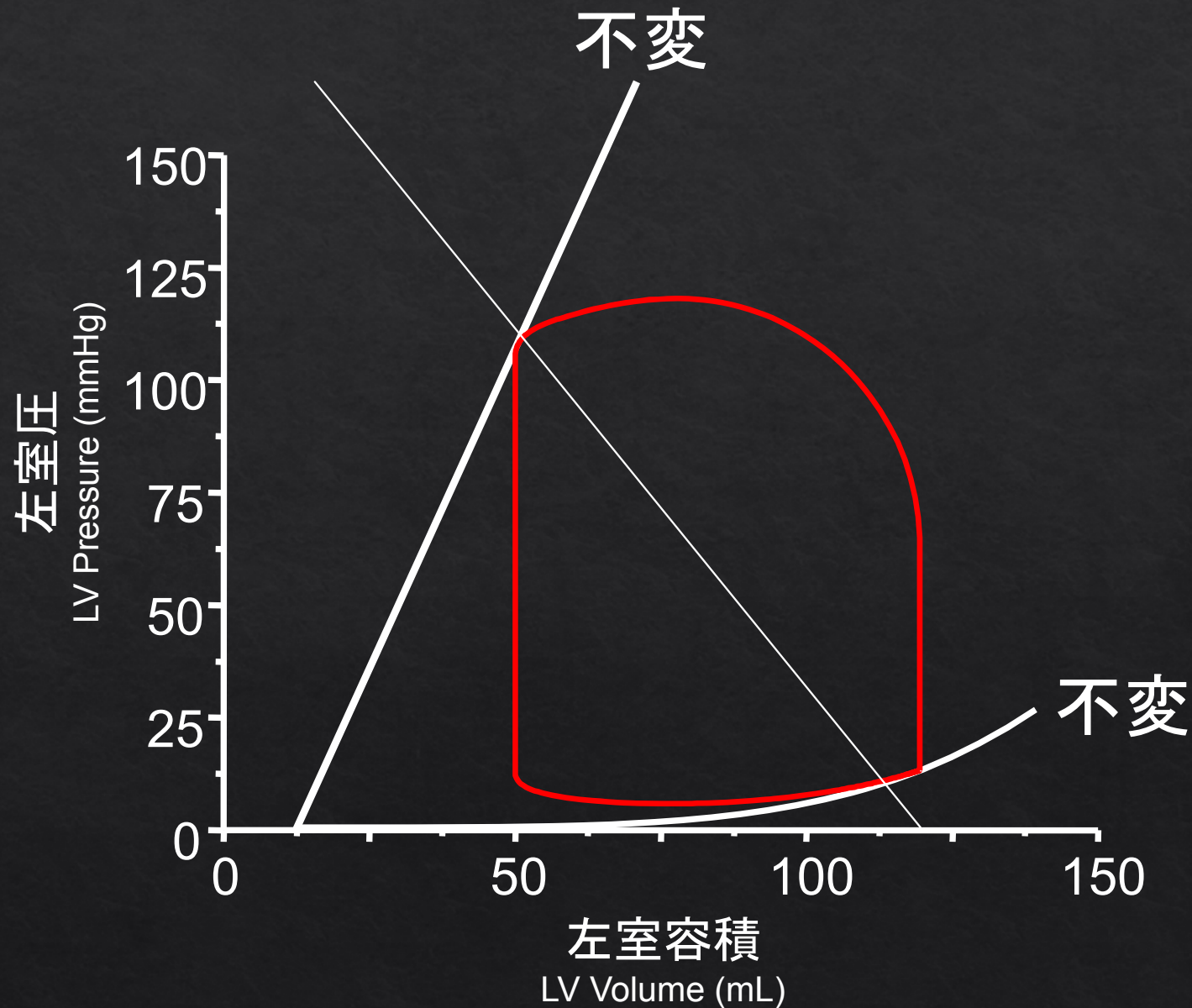
ImpellaとPV loop



Impella partial support時のPV loop



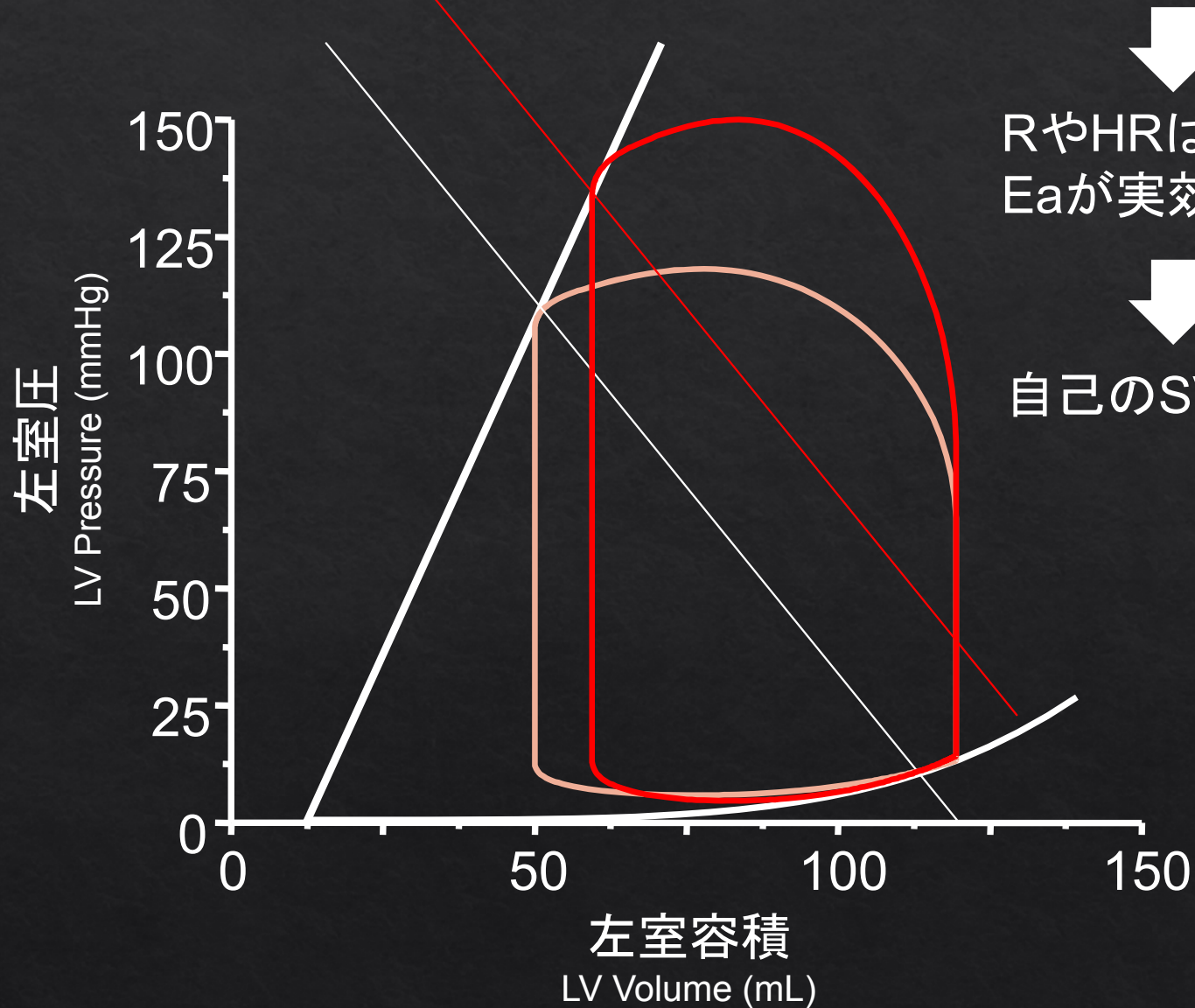
Impella partial support時のPV loop



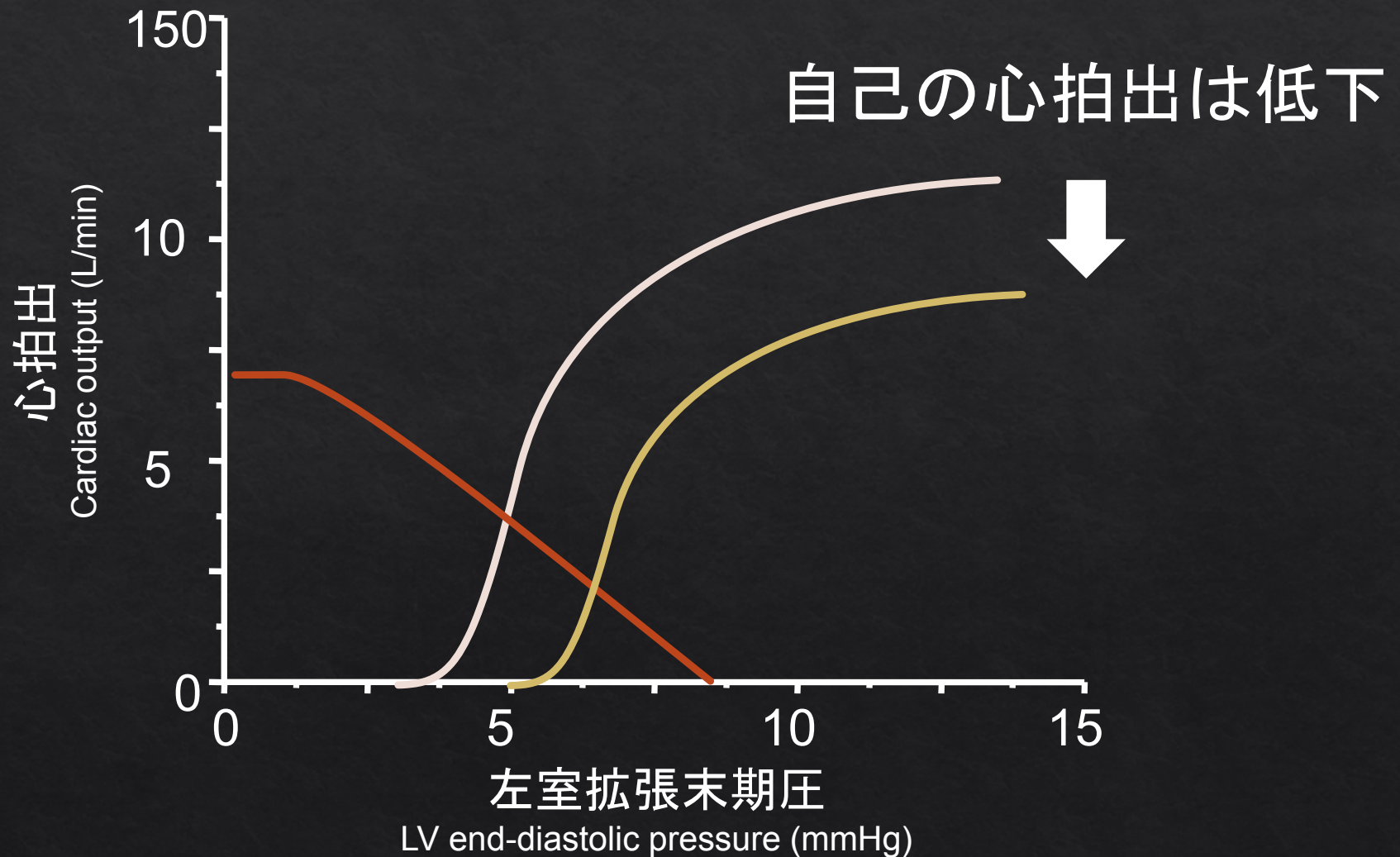
Impella partial support時のPV loop

後負荷だけを考える

自己心拍出非依存の血流が血圧を増加

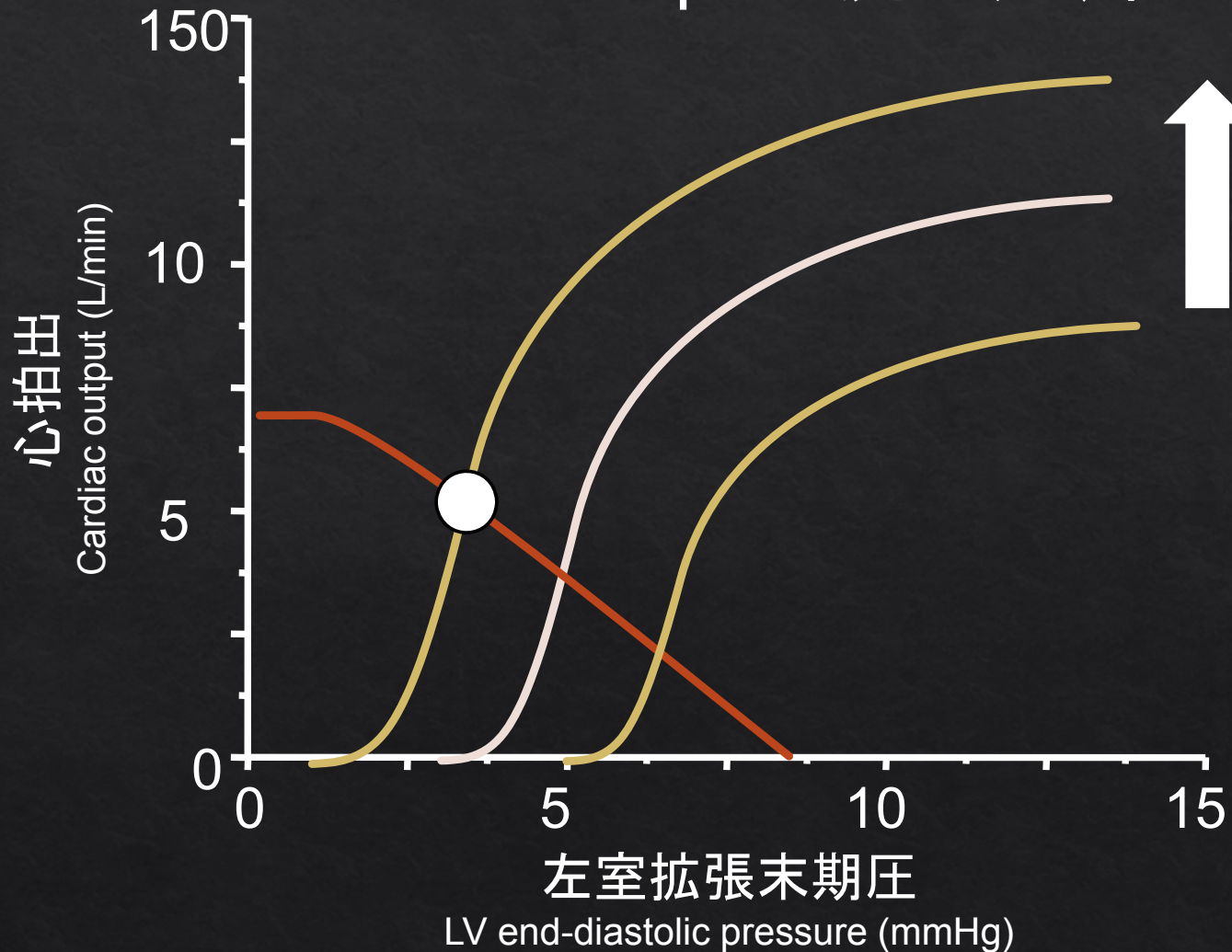


Impella partial support時のCO curve



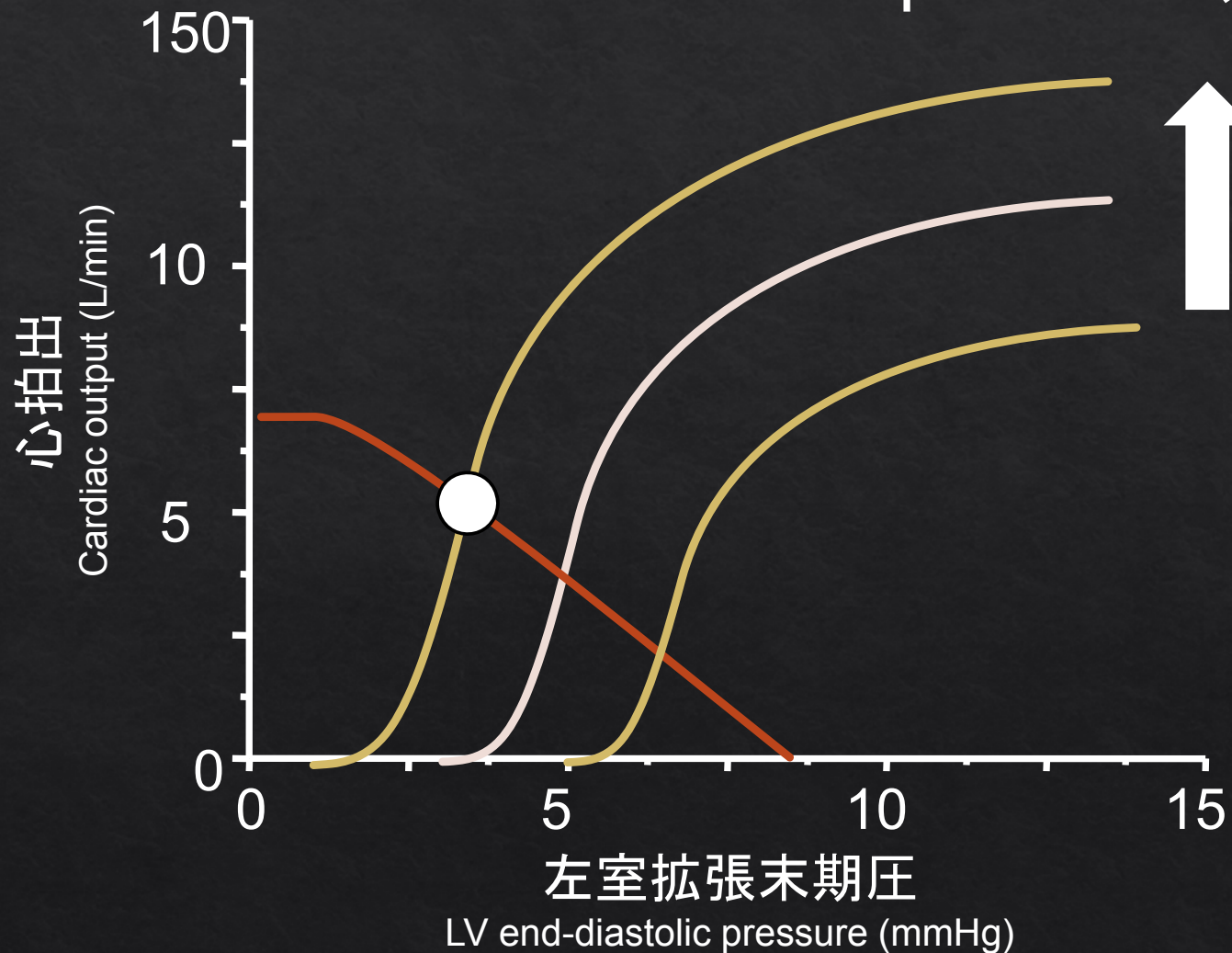
Impella partial support時のFS curve

自己の心拍出は低下するが、
Impella流量分、総血流は増加



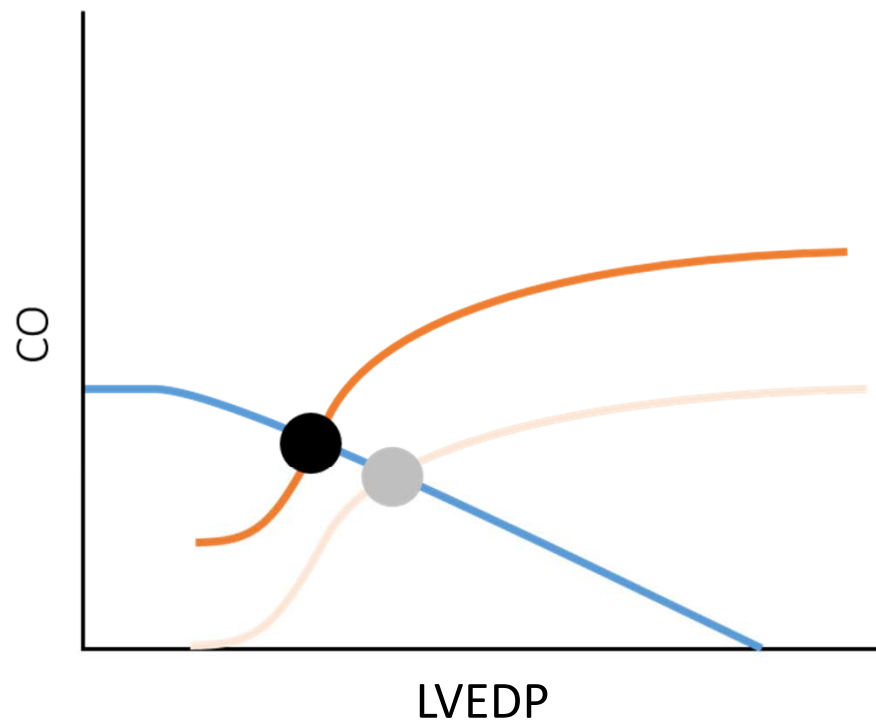
Impella partial support時のFS curve

解析的にはCO curveを
 $EF \times \text{Impella flow}$ 分上方へ

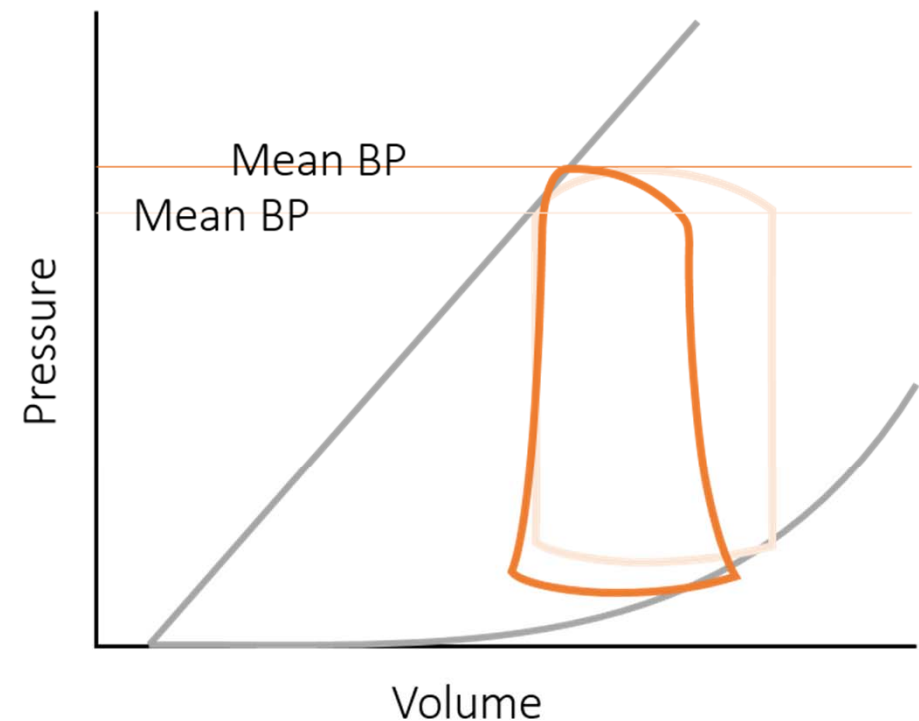


Impella partial support時を 循環フレームワークで考えると

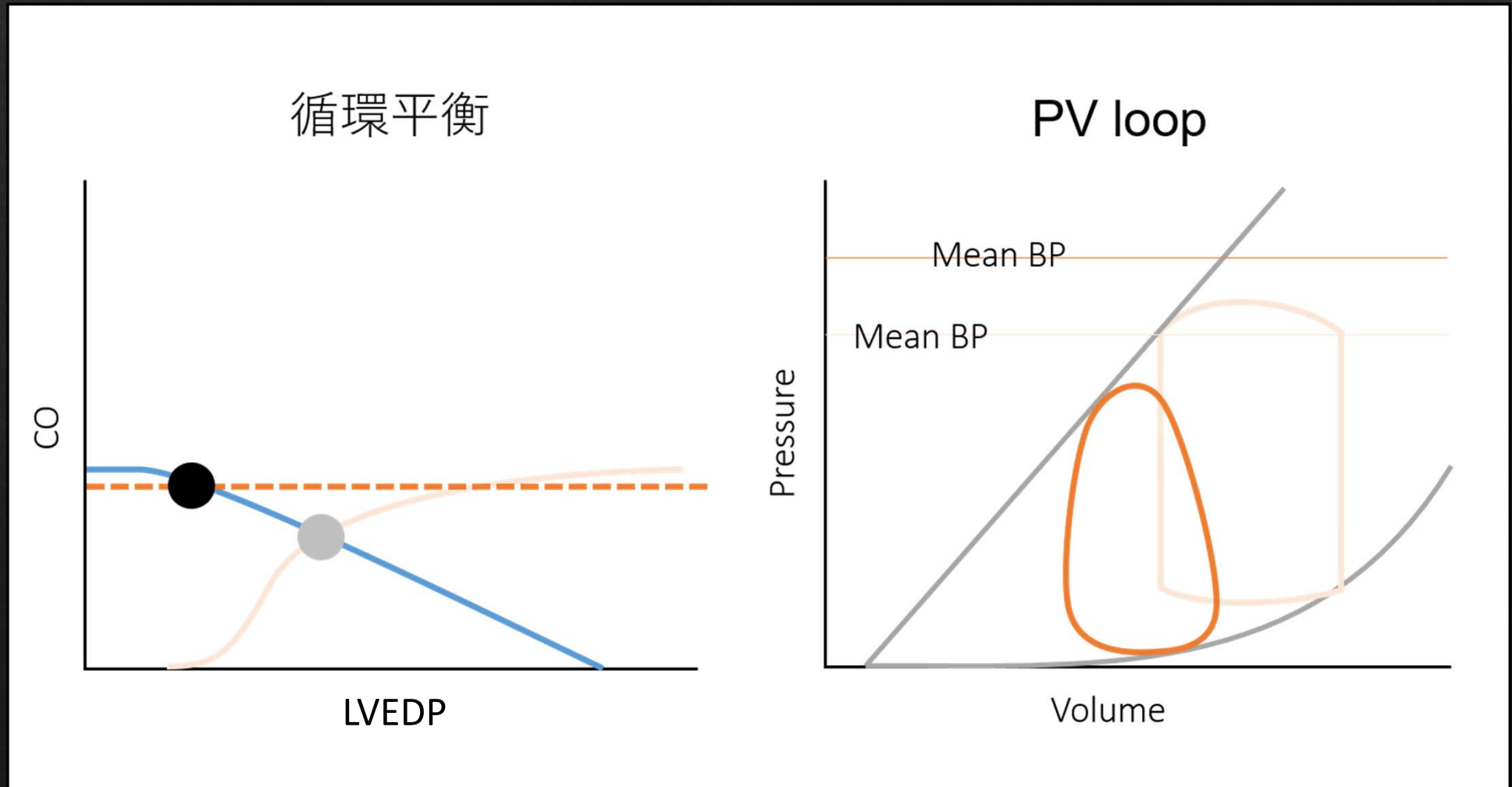
循環平衡



PV loop

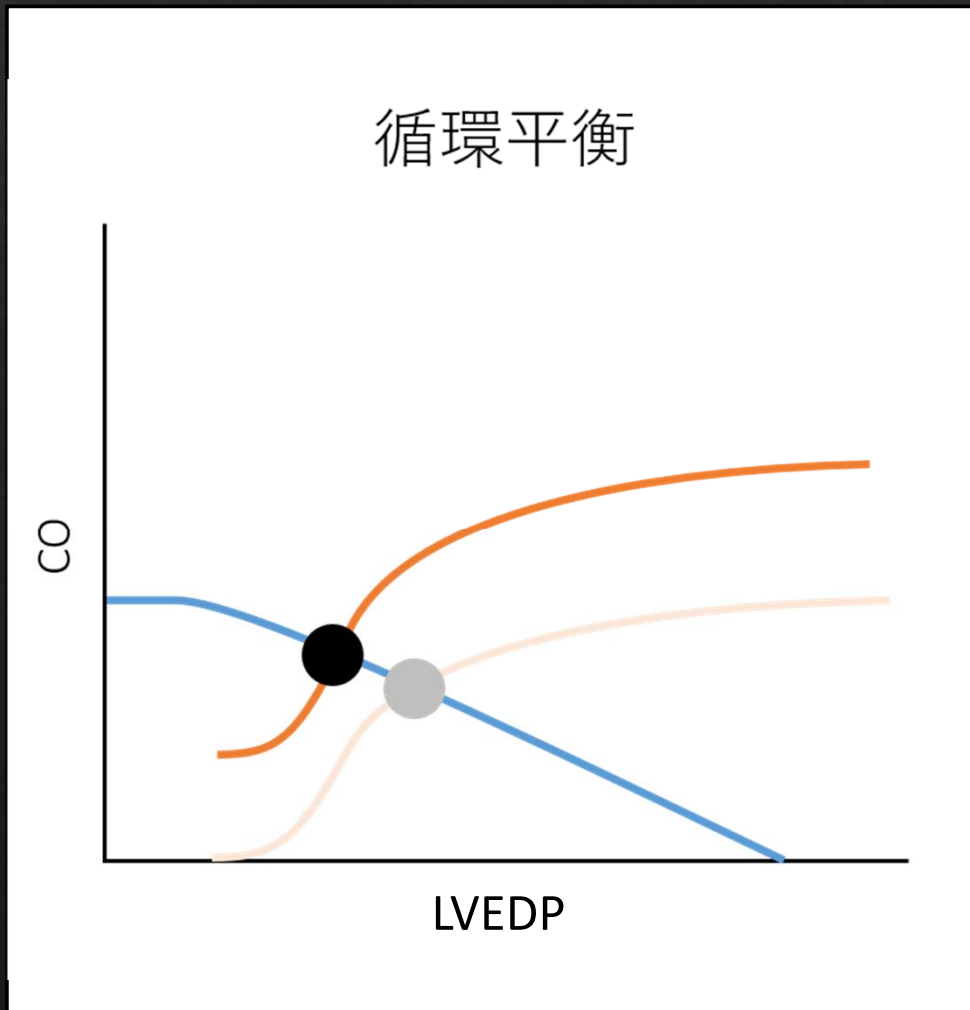


Impella total support時を 循環フレームワークで考えると



心室はポンプへのみ拍出するので、PVAも著明に小さくなる

Impellaのサポート効率



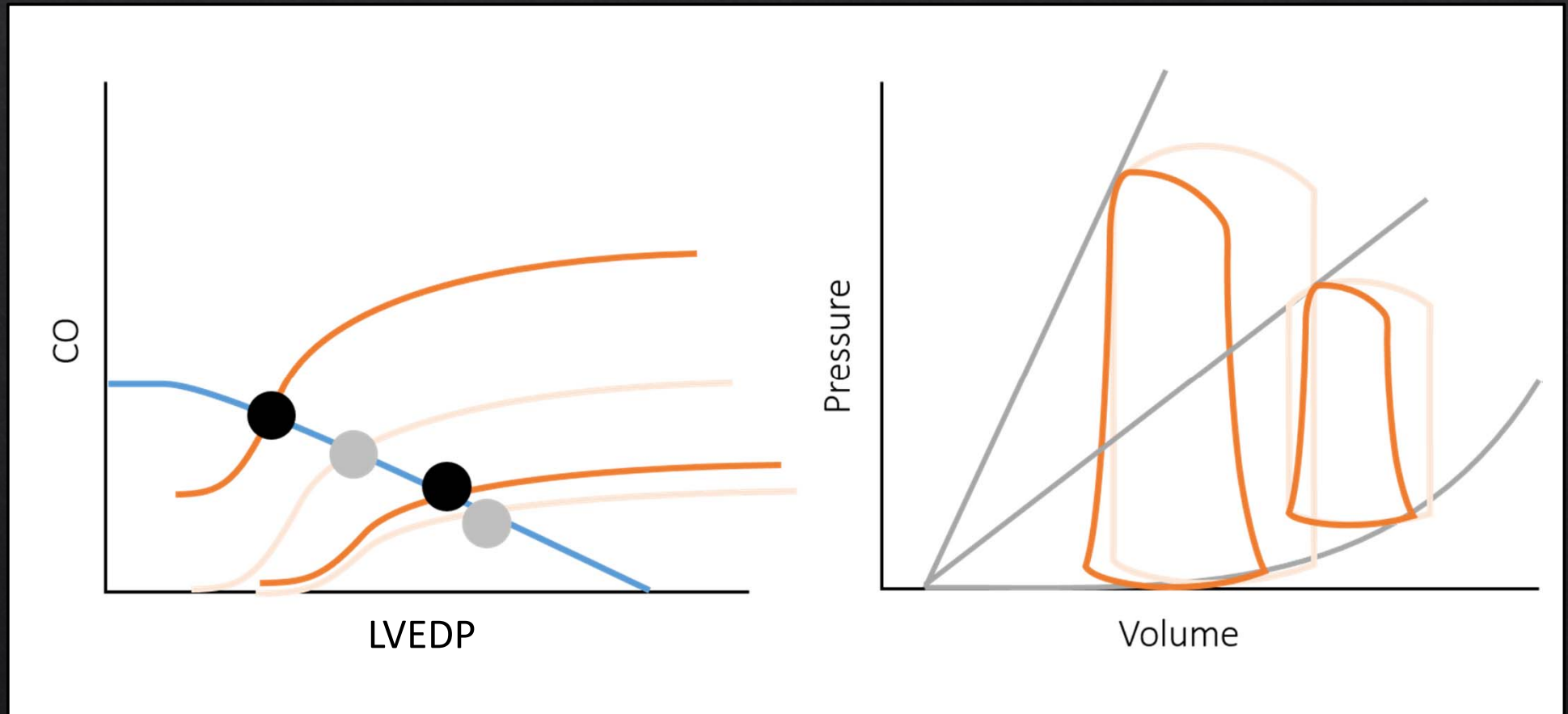
- EF × Impella flow 分上方へ
- EFが高いとCO curveはよりあがり、サポート効率よい
- EFが低いとCO curveはあまり上昇しない

- $$EF = \frac{E_{es}}{E_{es} + E_a (=R \cdot HR)}$$

この時のEFは前負荷非依存

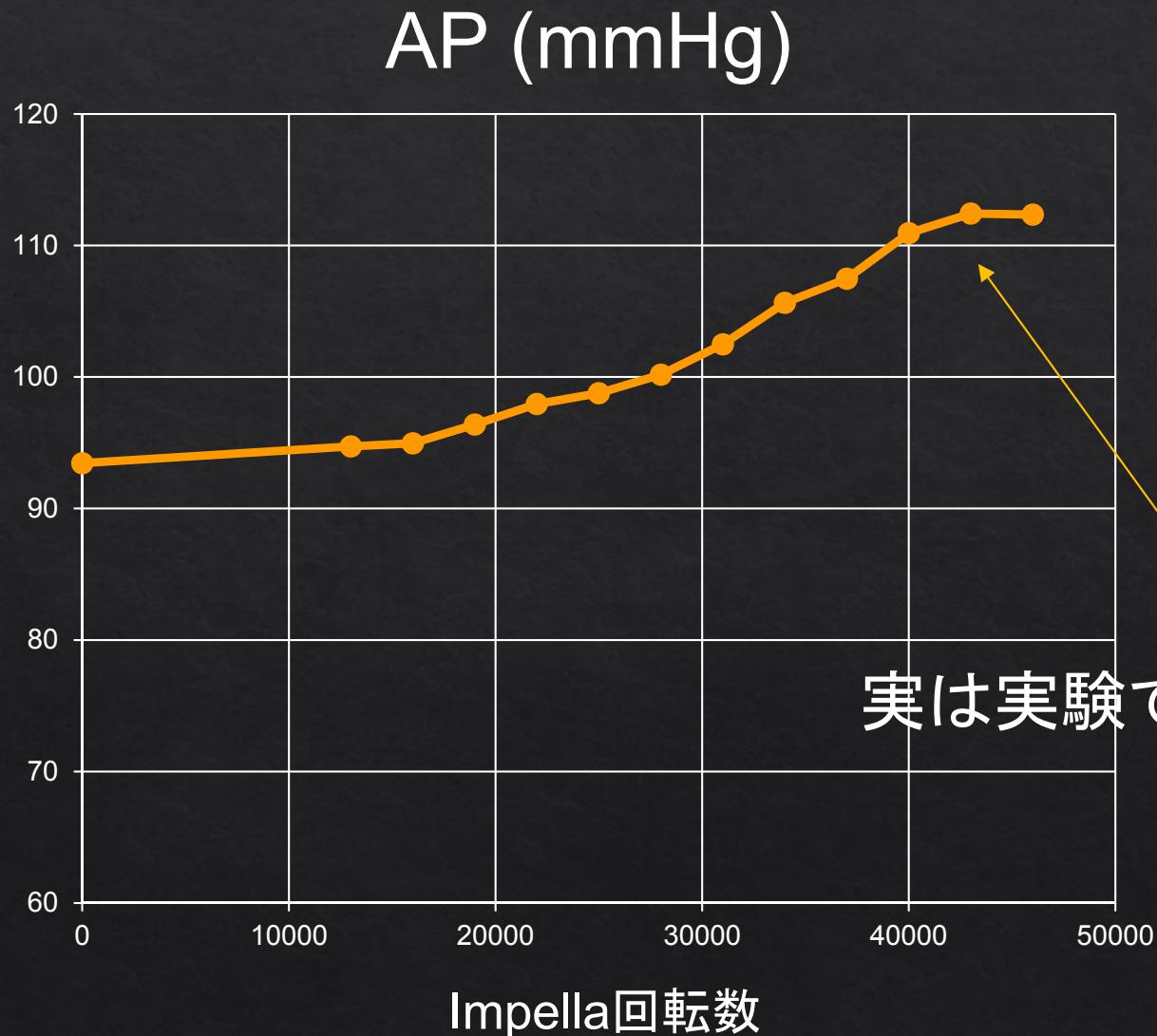
- 心機能が悪い、血管抵抗高いときは自己心拍出が大きさがり、Impellaサポートの総血流量への効果が低下する

Impellaのサポート効率



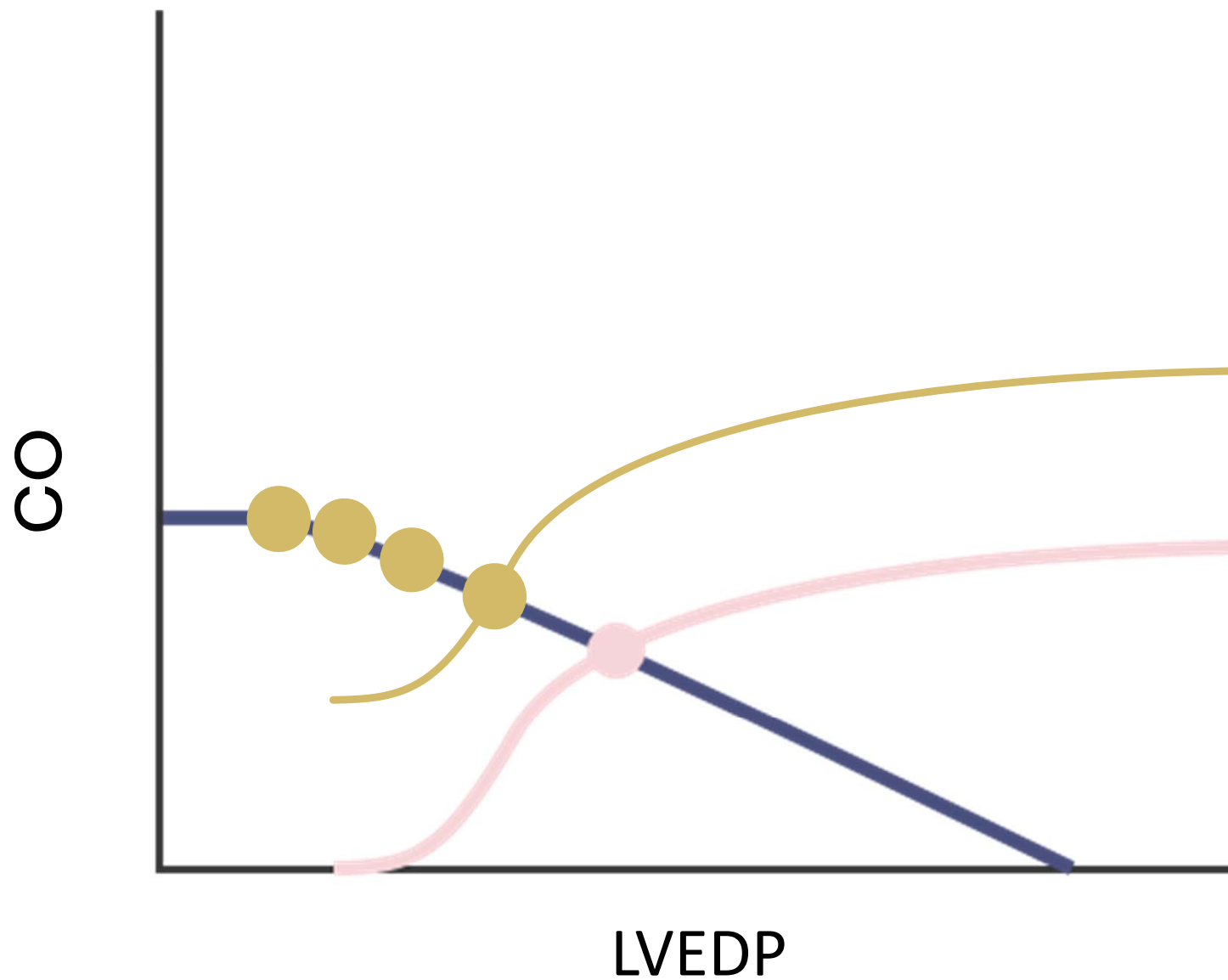
- ともにPartial supportであれば、いい心臓ほど血行動態改善が望め、PVA低下率もあがる。

心臓はいいのに血圧上がらない？

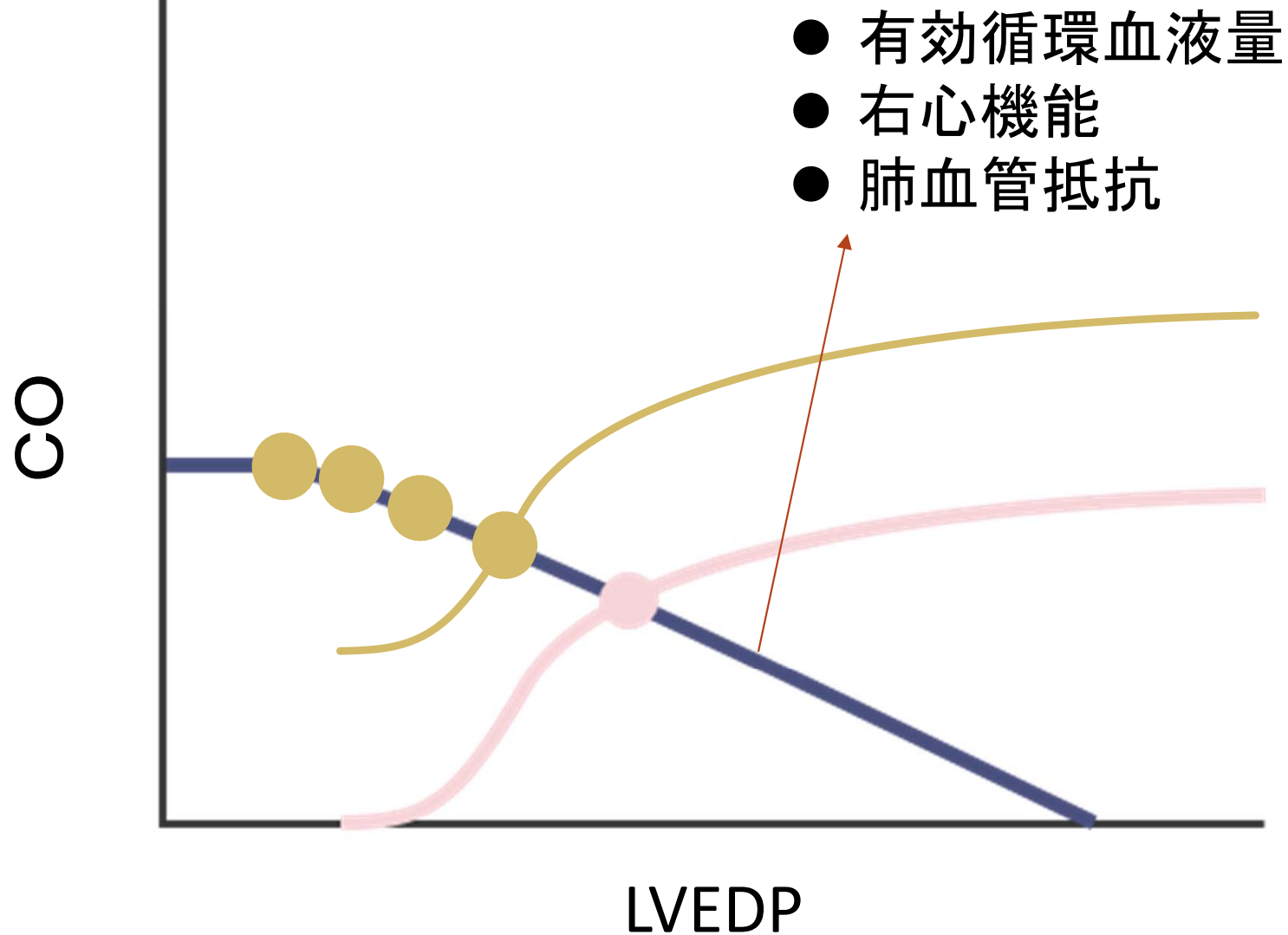


実は実験でも確認できます！

左心の静脈還流が重要



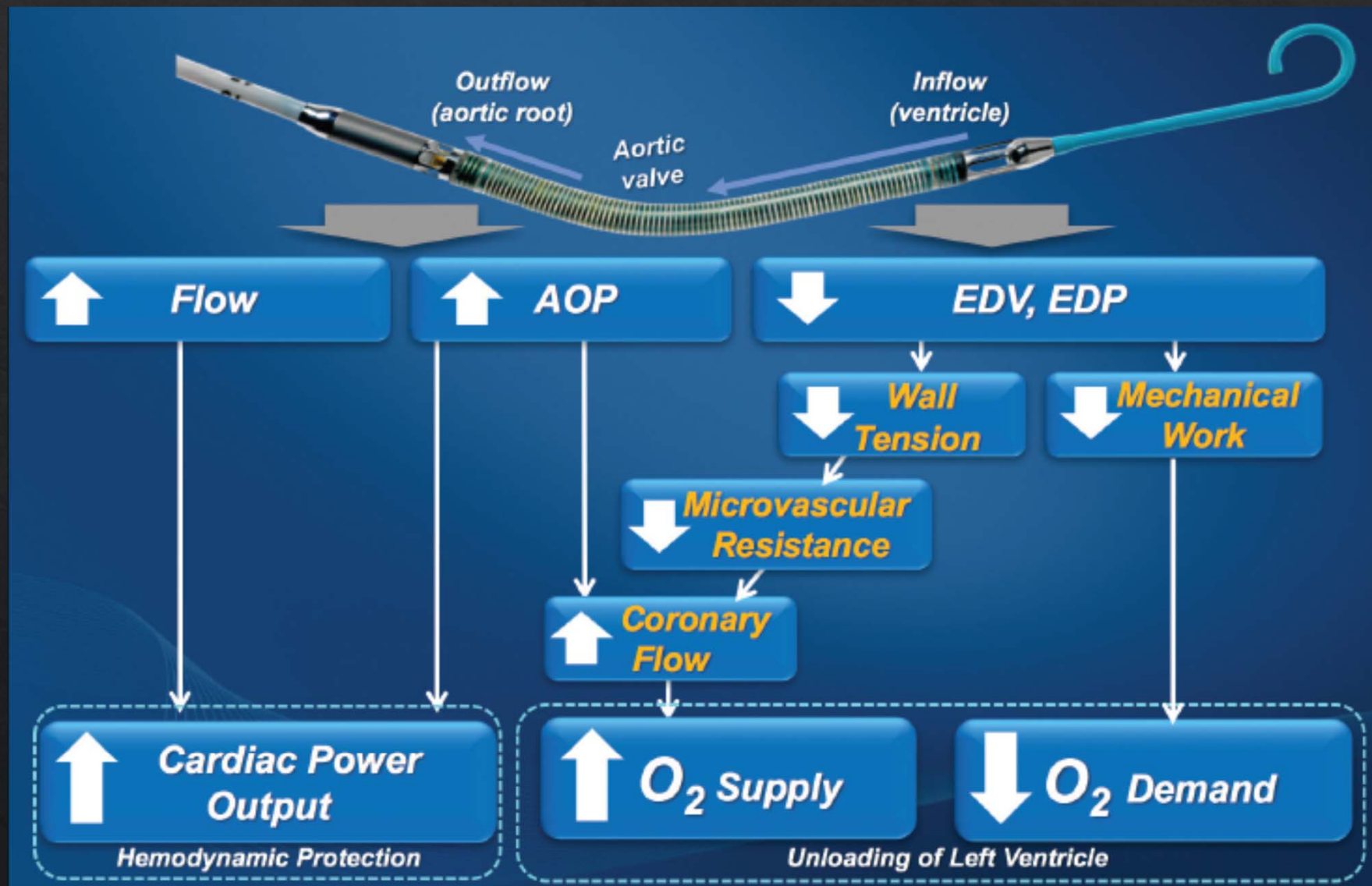
左心の静脈還流が重要



Impellaのサポート形式

Support level	PV loop	Circulatory equilibrium	Total flow	Other parameters
No support				
Partial support				● Pulsatility ↓ ● LAP ↓ ● Mean AP ↑ ● LV wall stress ↓
Total support				● Pulsatility ↓ ↓ ↓ ● LAP ↓ ↓ ● Mean AP ↑ ↑ ● LV wall stress ↓ ↓

Impellaの効果の基礎



Summary

- Impellaは自己心拍出が残っているPartial supportの状態と自己心拍出がなくなり大動脈弁が閉じたTotal supportの状態がある.
- ImpellaはPartial supportの状態では、心拍出曲線は $EF \times \text{Impella flow}$ 上昇する.
 - 心機能が高度に悪い時にImpella 2.5使っても心拍出上がらない！
- Impellaによる安定した血流の維持は静脈還流も重要.
 - Impellaが10 L拍出できても総血流は10Lにならない！
 - 左心の静脈還流には右心機能が関与する！
- ImpellaはPVAを低下させる.
 - 血行動態を安定化させつつ、左室仕事量を落とせる.