

豊橋ライブ9

CHIP Case Discussion B: CHIP+左室補助デバイス

CHIP PCIにおいて必要な 左室補助デバイスの基礎知識

Keita Saku, MD, PhD

Kyushu University

Dr. レクチャーสライドの共有にあたって

- 豊橋ライブ講演スライドを共有させていただきます。
- 本資料を個人もしくは院内勉強会資料以外で使用される場合はアカデミー事務局までご連絡ください。
- その他、ご質問などはinfo@circ-dynamics.jpまでお願いします。

CHIPにおけるImpellaを考える前提

	Impella 2.5	Impella CP	Impella 5.0/LD	Impella RP
カテーテルタイプ				
サポート対象	左室			右室
アクセス方法 / アクセス部位	経皮的 / 大腿動脈	経皮的 / 大腿動脈	外科的 / 腋窩・鎖骨下・上 行・大腿大動脈	経皮的 / 大腿静脈
最大ポンプ拍出量	最大2.5 L/min	最大3.5 L/min	最大5.0 L/min	4.0 L/min以上
カテーテル径(最大)	12 Fr	14 Fr	21 Fr	22 Fr
最大回転数	51000 rpm	46000 rpm	33000 rpm	33000 rpm
EUでの承認使用時間	5日間	5日間	10日間	14日間
米国での適応	<ul style="list-style-type: none"> ・高リスクPCI ・既存治療に不応の心原性ショック 	<ul style="list-style-type: none"> ・高リスクPCI ・既存治療に不応の心原性ショック 	既存治療に不応の心原性ショック	急性心筋梗塞や心開心術などに続発する急性右心不全
本邦における承認	○	○	○(Impella 5.0)	未承認

CHIPにおけるImpellaを考える前提

	Impella 2.5	Impella CP	Impella 5.0/LD	Impella RP
--	-------------	------------	----------------	------------

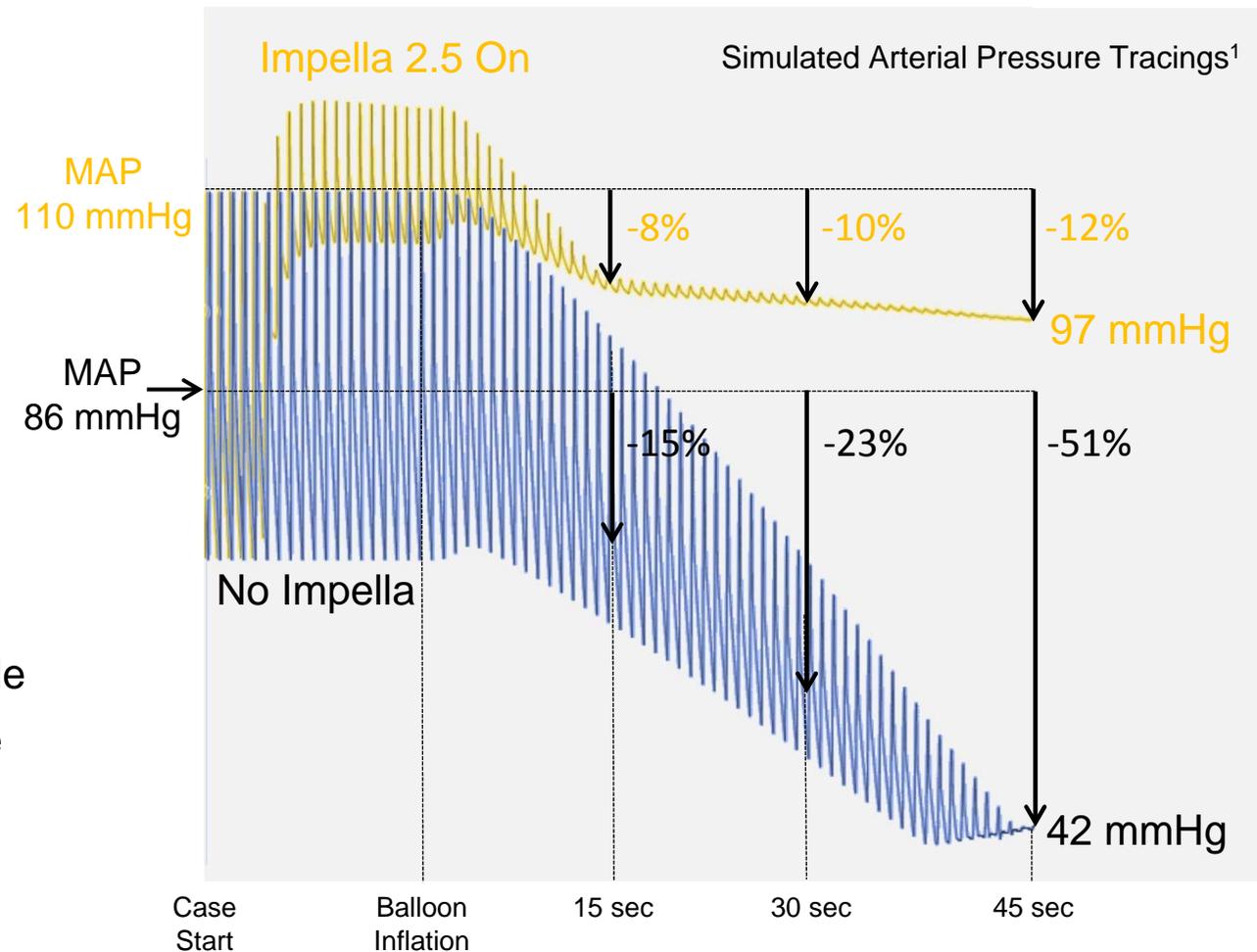
- 日本においては、Impella 2.5および5.0が「心原性ショック等、薬物療法抵抗性の急性心不全」への使用において適応となっている。
- 米国における適応となるHRPCIは、ハートチームによってPCIが至適な治療であると判断された待機的・緊急的に施行される低左心機能合併の冠動脈疾患に対するPCIと定義。

	心原性ショック	心原性ショック	心原性ショック	する急性右心不全
本邦における承認	○	○	○ (Impella 5.0)	未承認

血行動態が不安定な症例のPCIに Impellaがあると安心な図

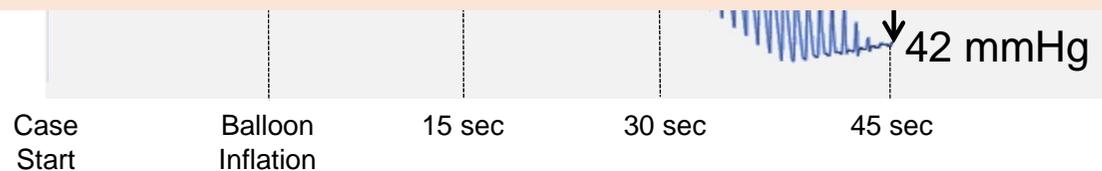
Case Example*

- 66 yo male
- 85% SVG
- Last patent conduit
- EF = 30%
- NYHA Class IV
- Prior CABG
- Prior PCI
- Hemodynamically stable
- Not Surgical Candidate



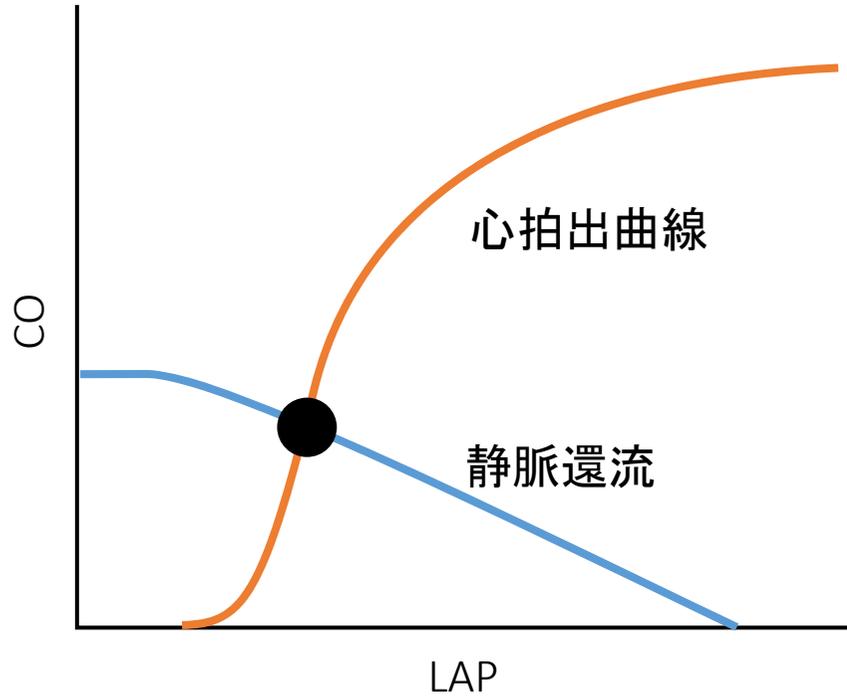
血行動態が不安定な症例のPCIに Impellaがあると安心な図

- シミュレーションは「やりたい放題」
- なぜ血行動態が保てるのか？
を理解しておくことが重要



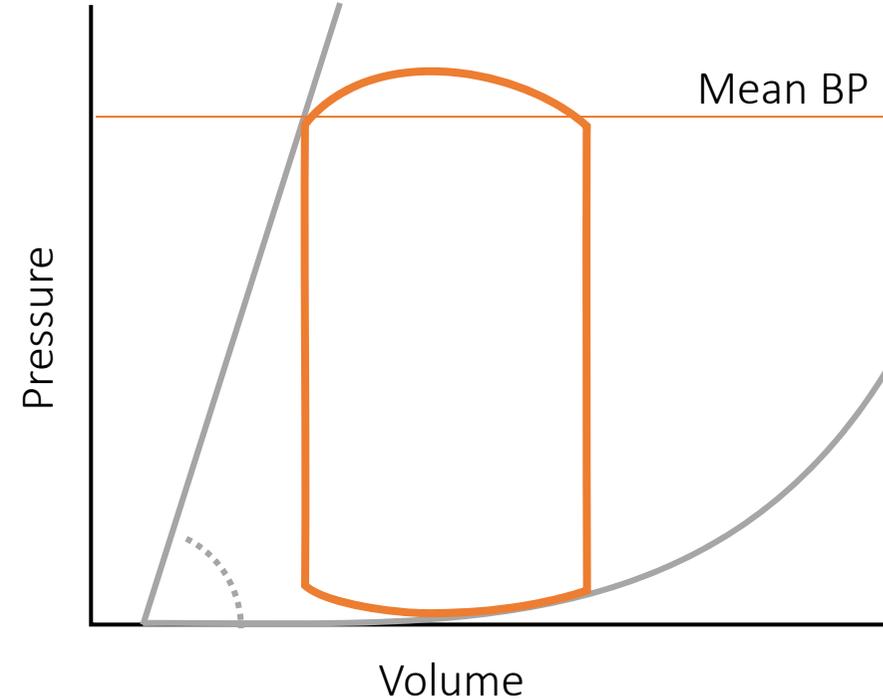
循環平衡と心拍出曲線

循環平衡



心拍出量と静脈圧は心拍出曲線と静脈還流で決定する。

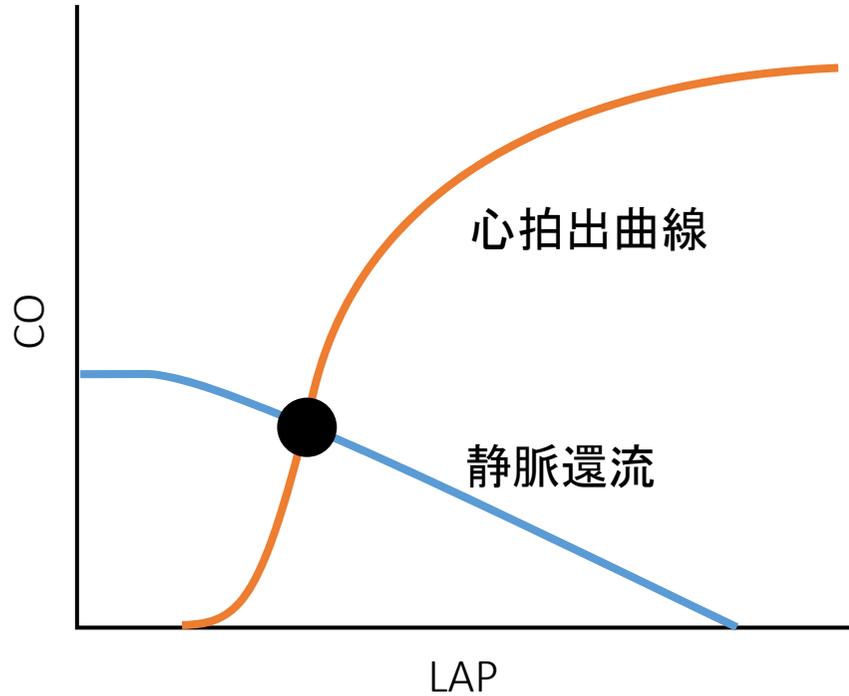
PV loop



心機能のすべてが集約されている

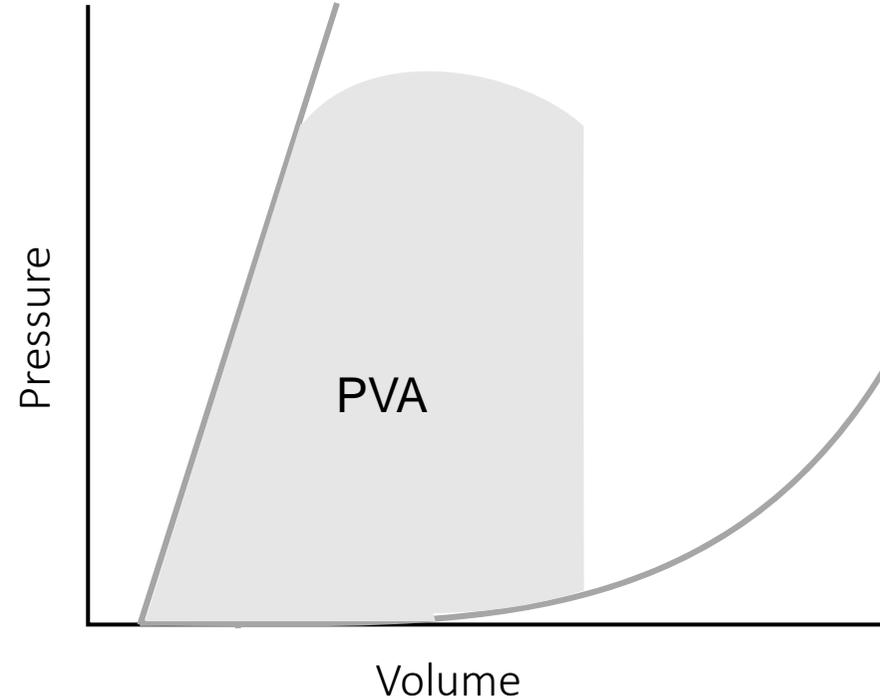
循環平衡と心拍出曲線

循環平衡



心拍出量と静脈圧は心拍出曲線と静脈還流で決定する。

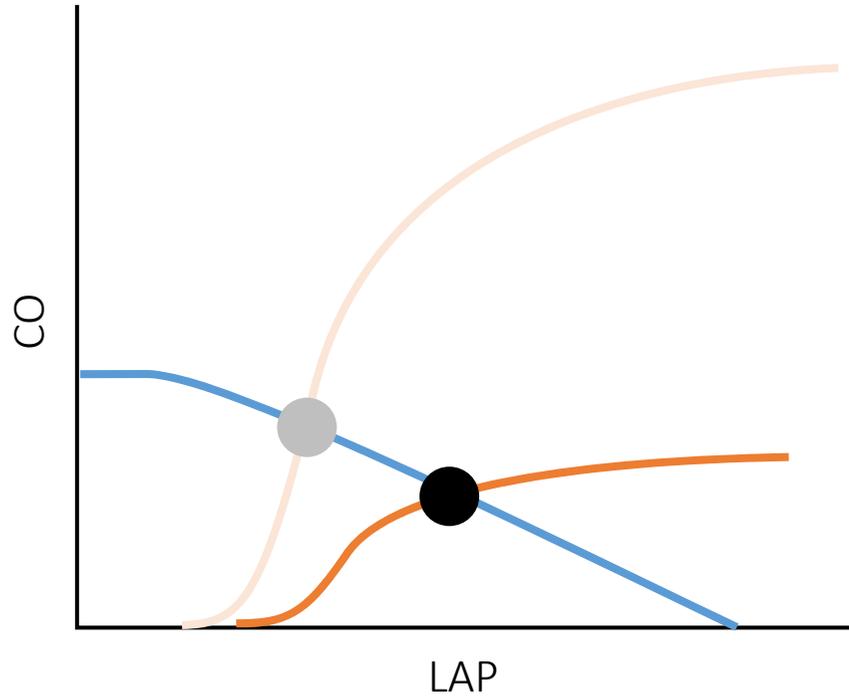
PV loop



心機能のすべてが集約されている
PVAは酸素消費を表す

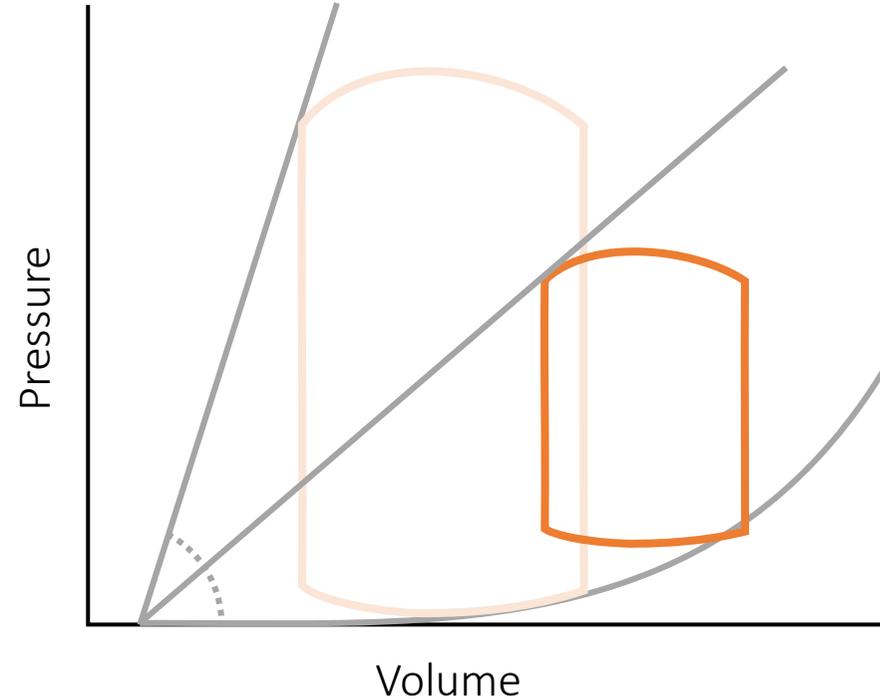
左心不全(収縮性のみ低下)になると

循環平衡



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

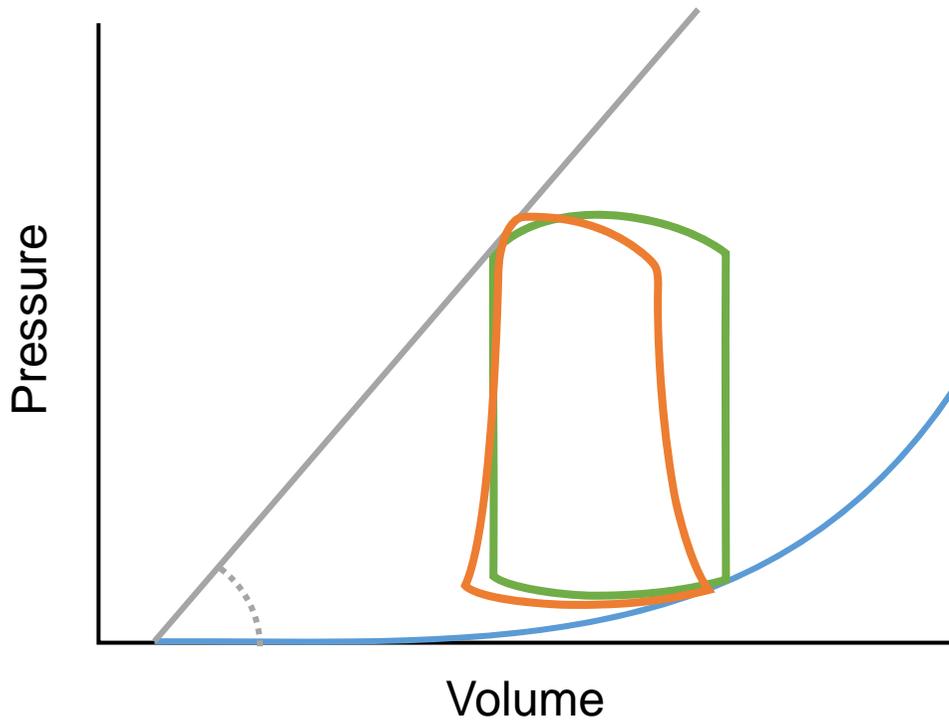
PV loop



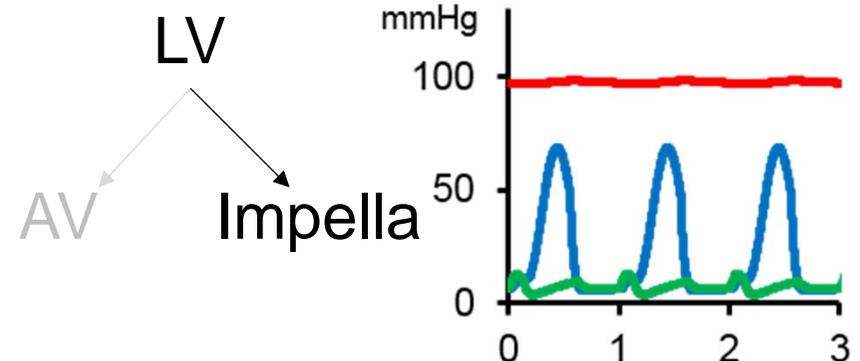
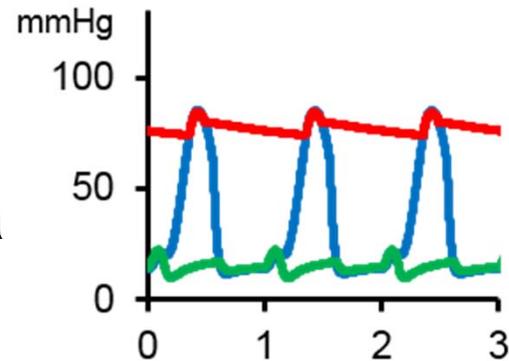
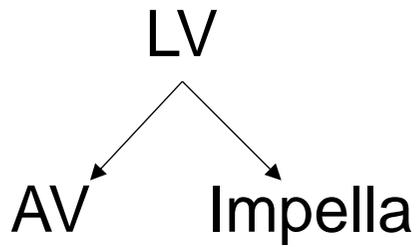
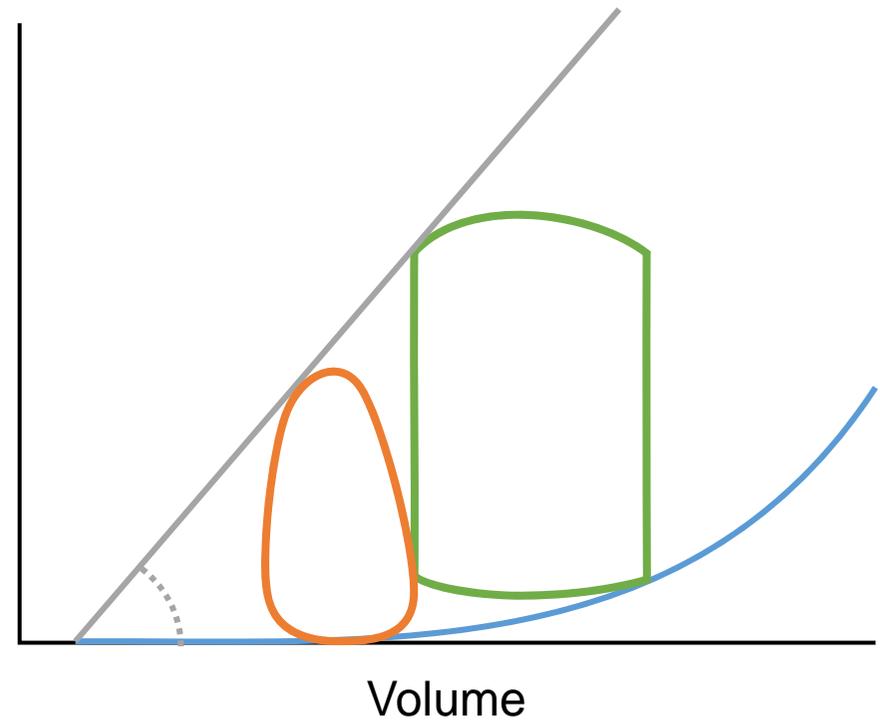
Eesが低下することでPV loopは右下に移動する。慢性心不全などではさらにEDPVRも右に移動する

Impella & PV loop

Partial support

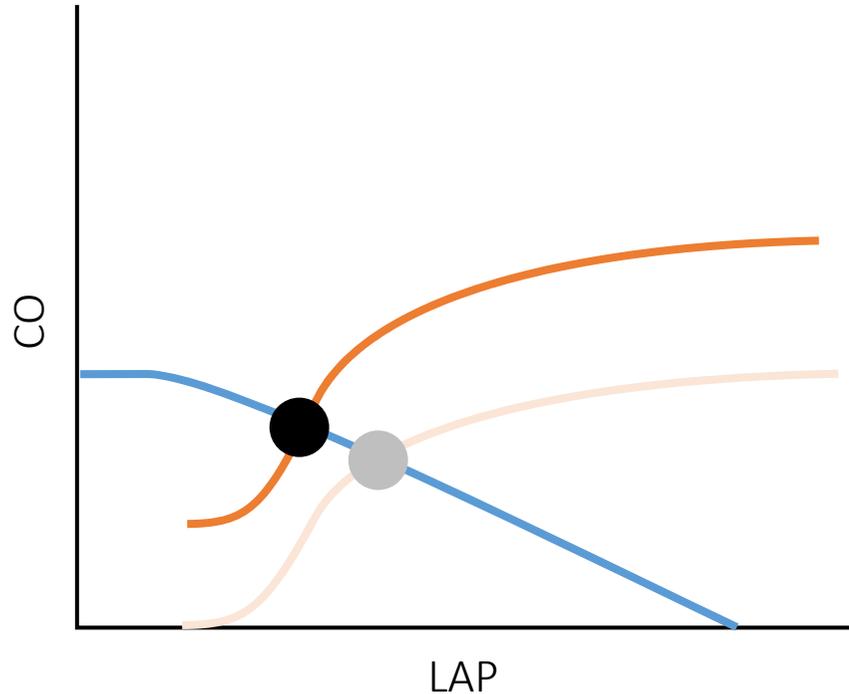


Total support



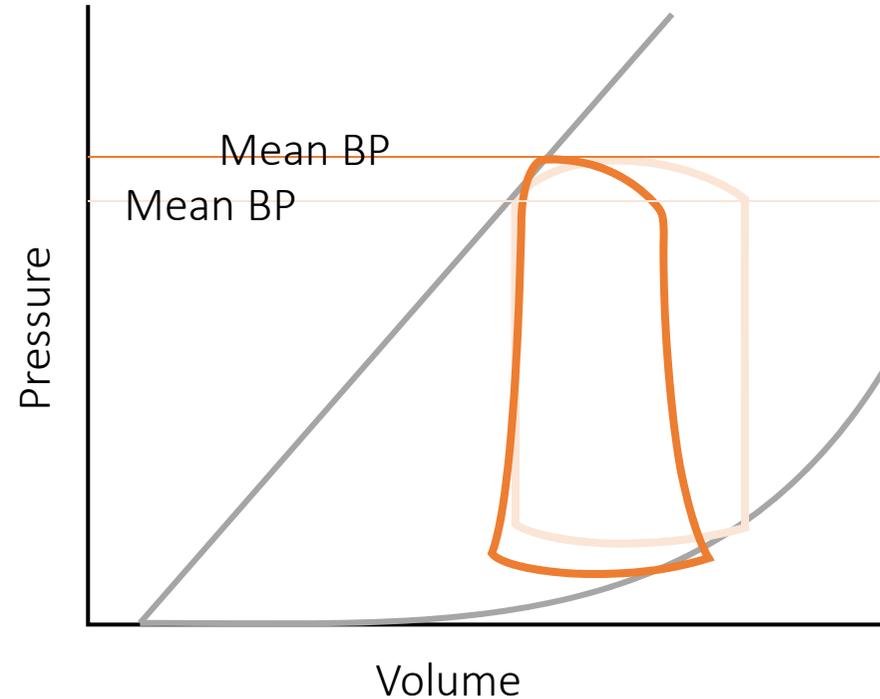
Partial support時の血行動態

循環平衡



自己心拍出とImpellaが合わさり、心拍出量曲線が上昇するために心拍出が上昇し、左房圧が低下する

PV loop

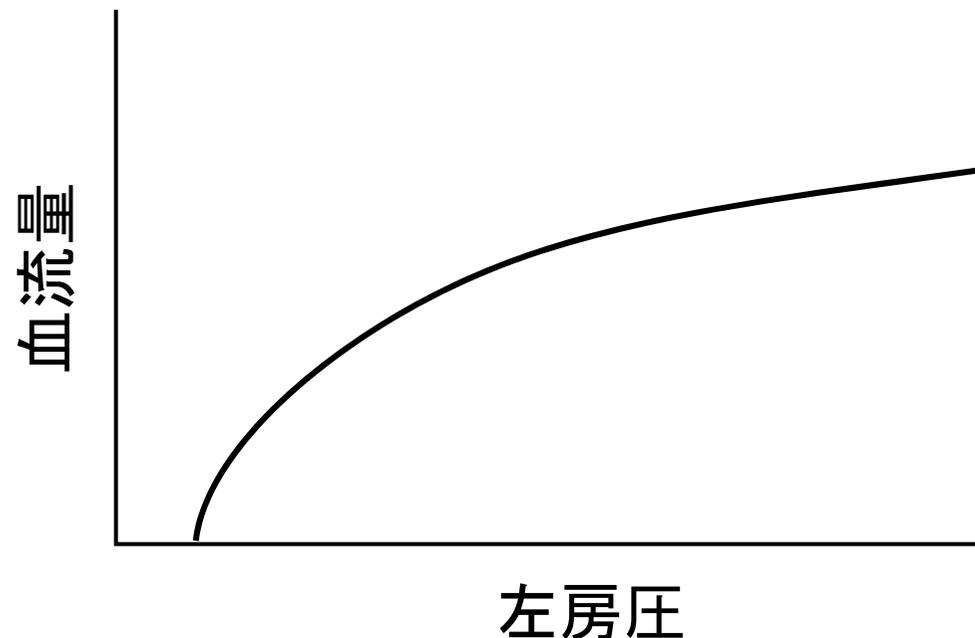


左室から直接脱血することでEDVは縮小されるが、血圧は上昇しているため、PV loopは高くなる

ImpellaはEF×Impella flow分、心拍出曲線をサポートすることで血行動態補助をする

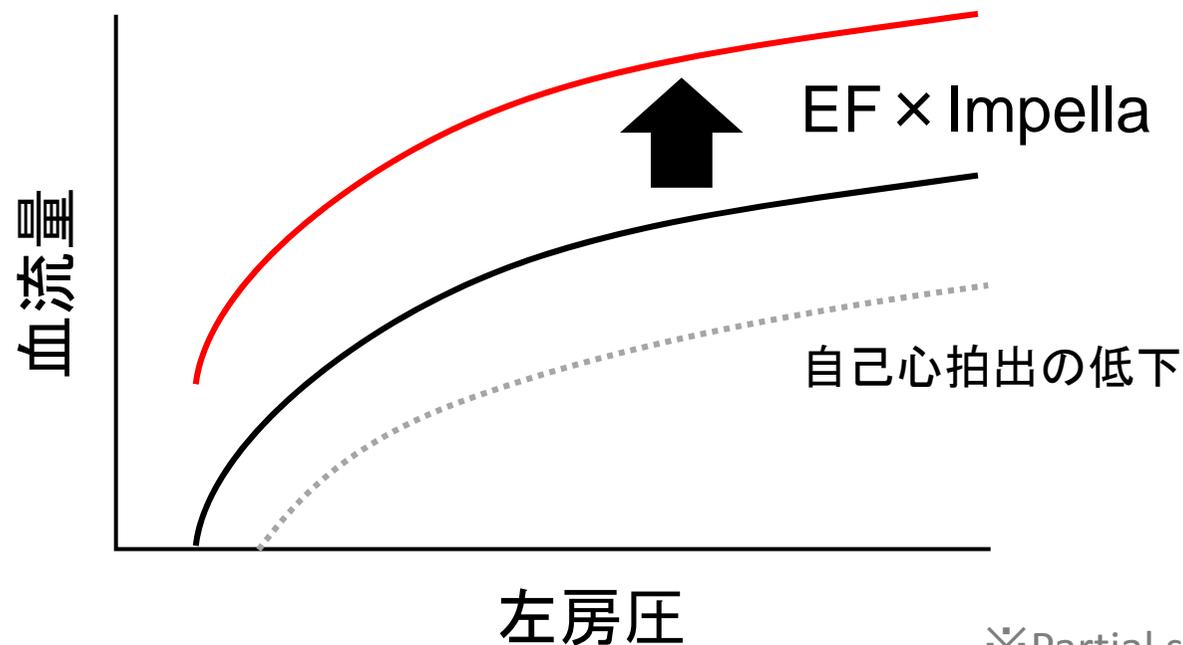
$$CO = S \times (\log(LAP-F)+H)$$

※ 心拍出曲線はLAPの変数として指数関数で近似



ImpellaはEF × Impella flow分、心拍出曲線をサポートすることで血行動態補助をする

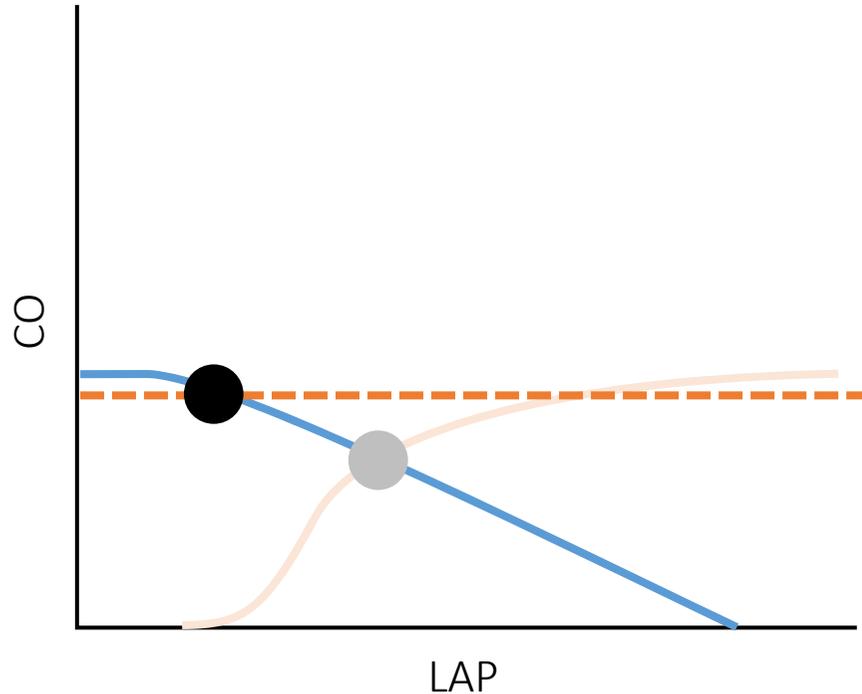
$$\begin{aligned} \text{CO} &= S \times (\log(\text{LAP}-F)+H) \\ &\quad - (1-\text{LVEF}) \times \text{Impella} \quad \dots \text{自己心拍出は減少} \\ &\quad + \text{Impella flow} \quad \dots \text{Impella流量} \\ &= S \times (\log(\text{LAP}-F)+H) + \text{LVEF} \times \text{Impella} \end{aligned}$$



※Partial supportを想定

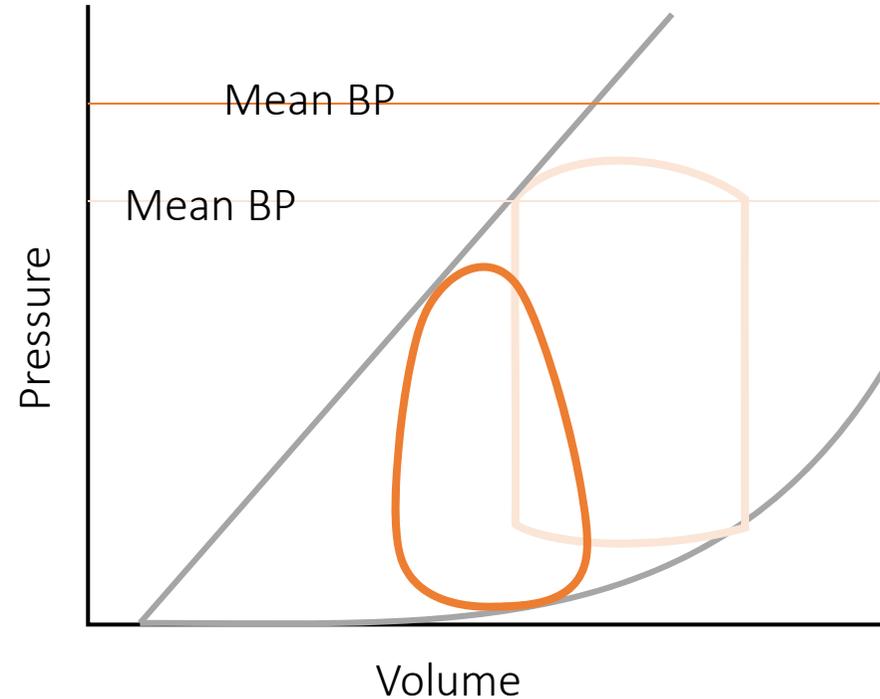
Total support時の血行動態

循環平衡



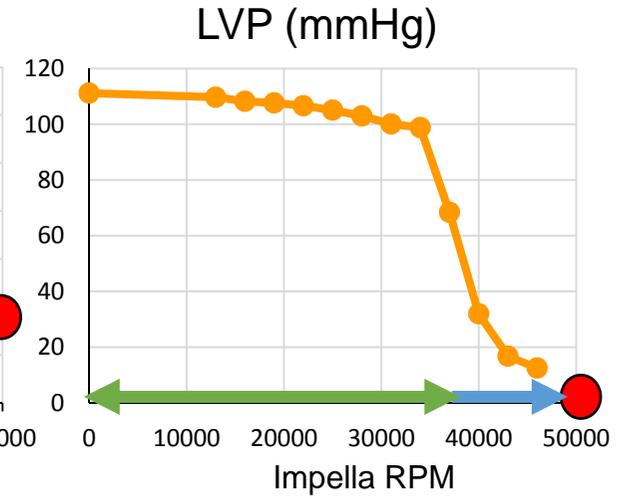
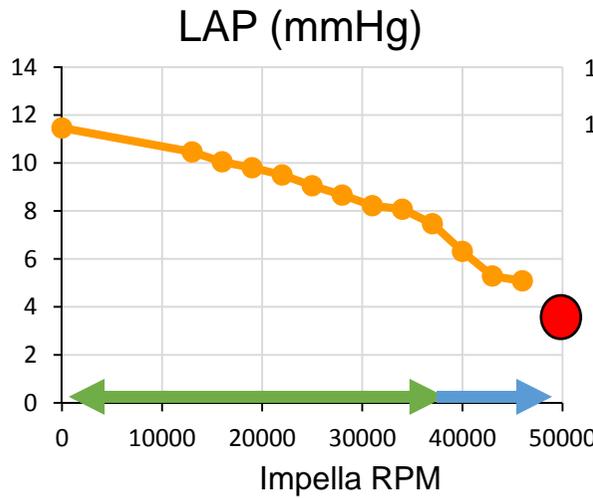
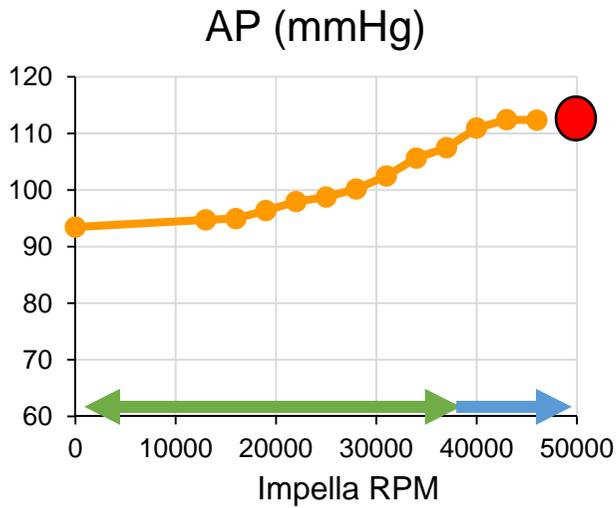
左室からの心拍出量がなくなるので、心拍出曲線はなくなり、Impella flowと静脈還流の交点になる

PV loop

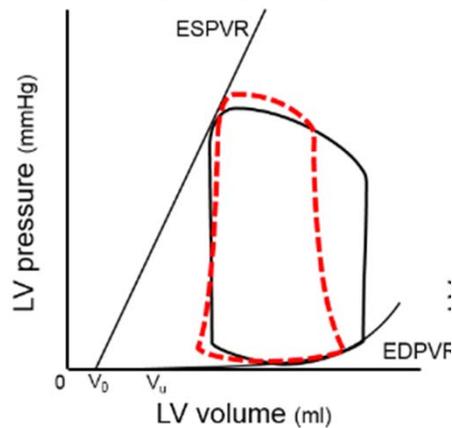


左室からImpellaにのみ駆出し、PV loopは著明に縮小する

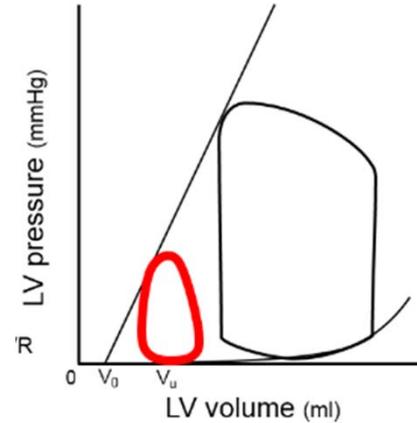
Impellaと血行動態



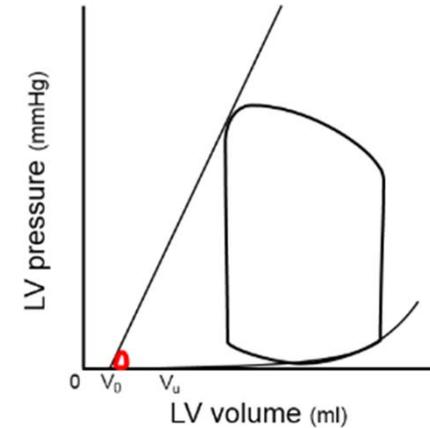
Partial support
(p-Impella)



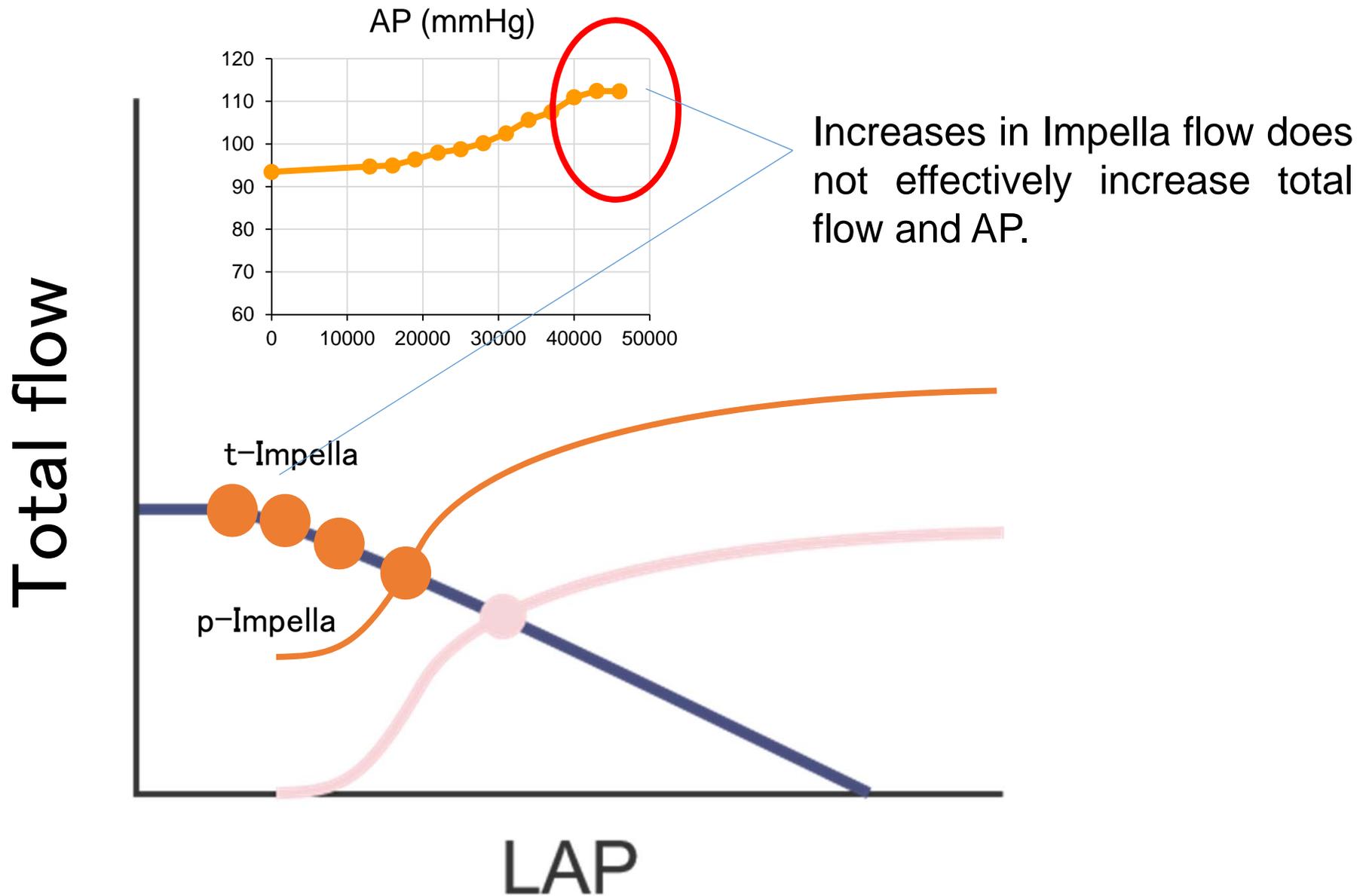
Total support
(t-Impella)



Total unloading



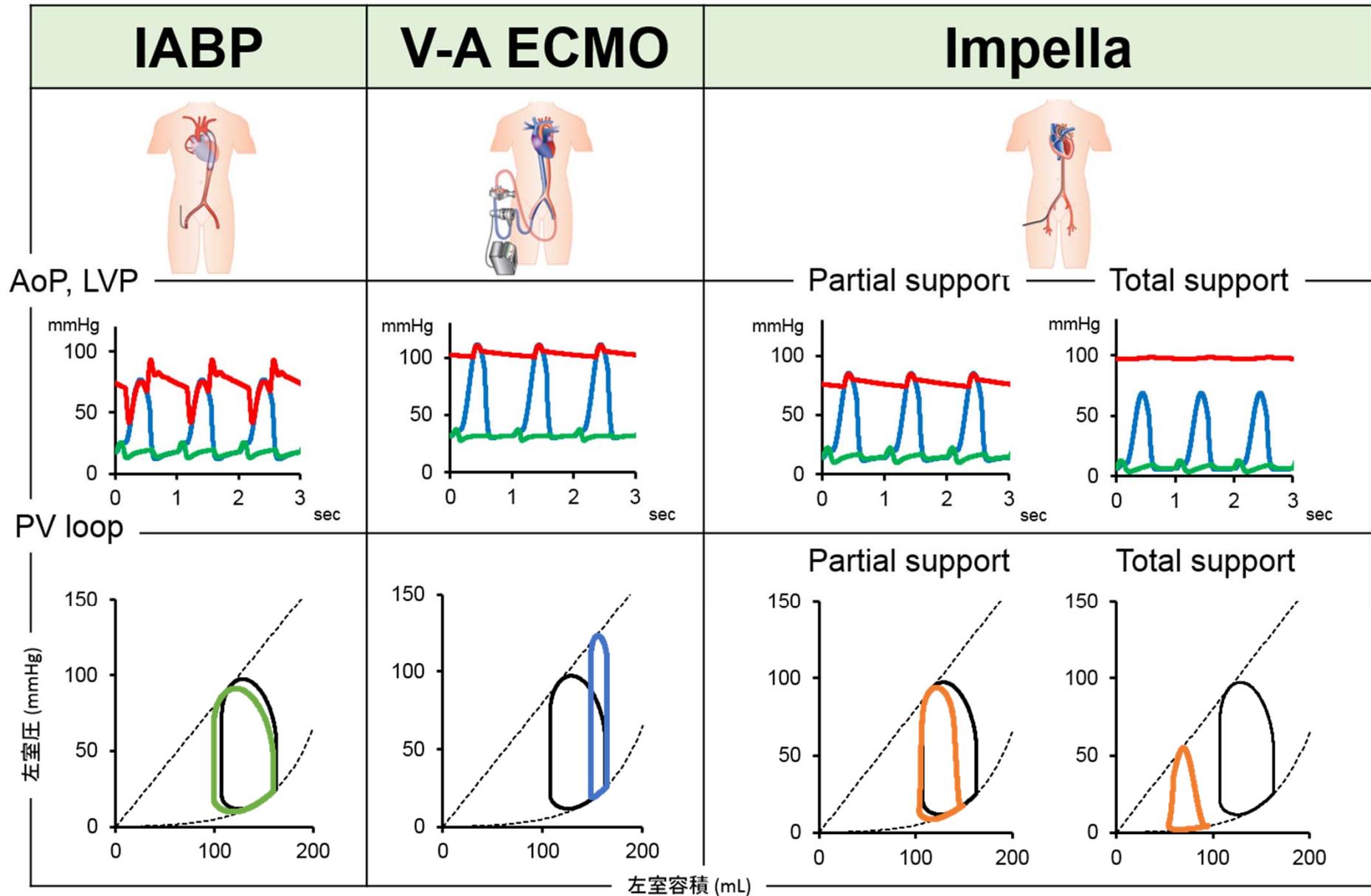
心拍出には静脈還流も大事！



今日のサマリー

Support level	PV loop	Circulatory equilibrium	Total flow	Other parameters
No support	<p>LV pressure (mmHg)</p> <p>LV volume (ml)</p>	<p>Cardiac output</p> <p>Left atrial pressure</p>	<p>Native</p>	
Partial support	<p>LV pressure (mmHg)</p> <p>LV volume (ml)</p>	<p>Cardiac output</p> <p>Left atrial pressure</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Pulsatility ↓ ● LAP ↓ ● Mean AP ↑ ● LV wall stress ↓
Total support	<p>LV pressure (mmHg)</p> <p>LV volume (ml)</p>	<p>Cardiac output</p> <p>Left atrial pressure</p>	<p>Impella</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pulsatility ↓ ↓ ↓ ● LAP ↓ ↓ ● Mean AP ↑ ↑ ● LV wall stress ↓ ↓

MCSによる違い



Impellaを操るための血行動態特性の5か条

- 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による心拍出増加は静脈還流量に依存する。
→ 静脈還流が少ないとImpellaが10L拍出できても無理！
- Impellaは体血圧の拡張期圧を上げ、左室拡張末期を低下させることから、心筋血流には有利に働く。
→ ただし、冠血流は酸素消費低下による効果も考慮.
- 左室仕事量(PVA)の観点から、ImpellaはIABP、ECMOより低下させる。
→ 血行動態を安定化させつつ、左室仕事量を落とせるのはImpellaだけ.