

急性心不全診療に活かす 血行動態ワールド！

—Physiological Heart Failure Managementのすすめ—

循環平衡から血行動態を読み解く

頻脈と急性心不全

交感神経を意識した急性心不全治療戦略

Takafumi Sakamoto, MD, PhD

Kyushu University

循環動態アカデミー
Circulatory Dynamics Academy

Dr. 坂本レクチャースライドの共有にあたって

- 坂本隆史による講演スライドを共有させていただきます。
- 本資料を内部資料以外で 사용되는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。

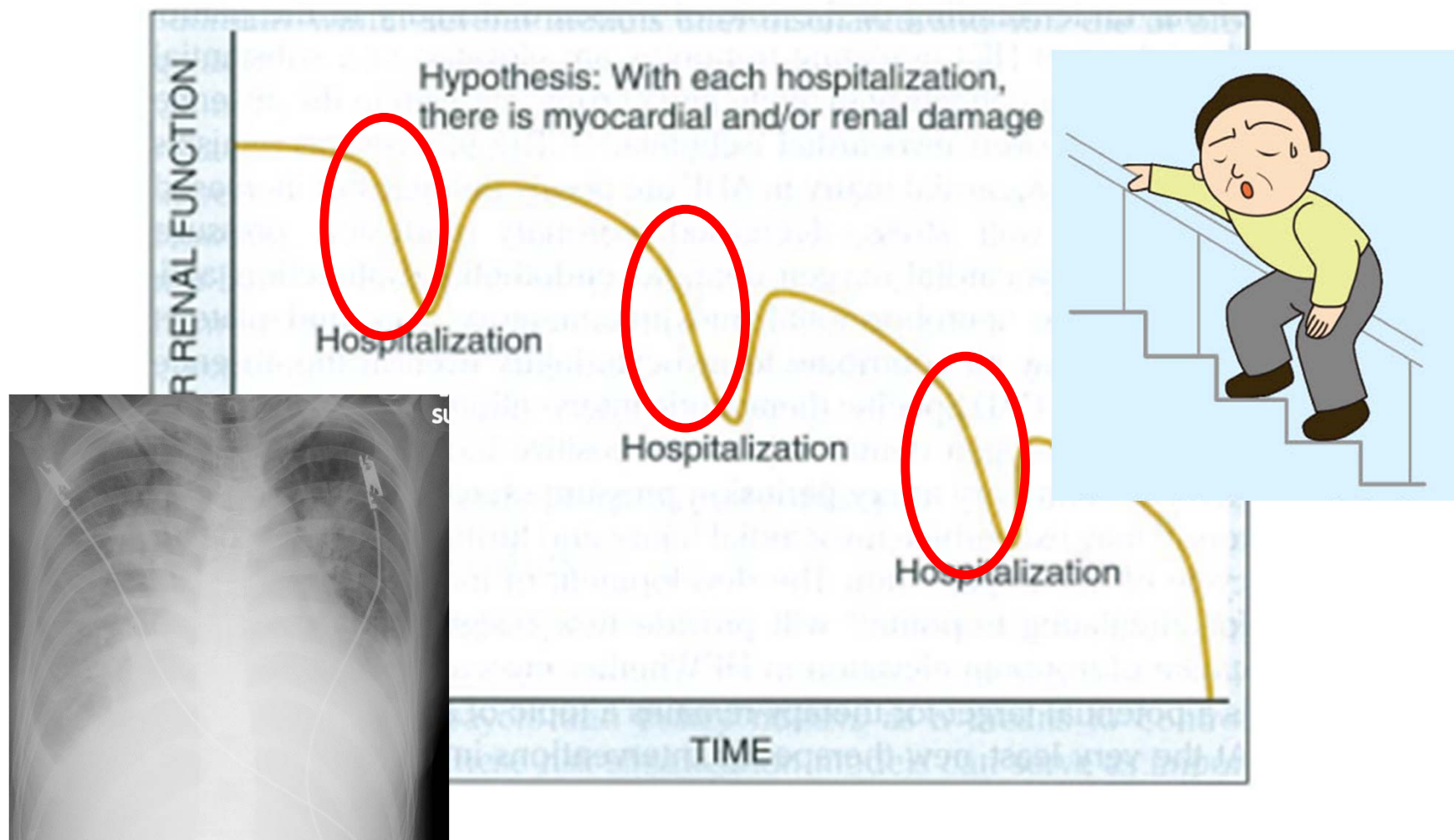


循環平衡から血行動態を読み解く

頻脈と急性心不全

交感神経を意識した急性心不全治療戦略

急性心不全入院と心機能



循環器内科医

- ・治療のエビデンスが豊富

小児循環器医

- ・個々の病態に応じた治療

個々の病態に応じた治療ができる
循環器内科医

血行動態、生理学の考え方が重要！

本日の内容

急性心不全で知っておくべき 血行動態と循環制御

1. 循環平衡から血行動態を読み解く
2. 頻脈と急性心不全
3. 交感神経を意識した急性心不全治療戦略

本日の内容

急性心不全で知っておくべき 血行動態と循環制御

1. 循環平衡から血行動態を読み解く
2. 頻脈と急性心不全
3. 交感神経を意識した急性心不全治療戦略



心不全とは？





心不全とは？



心臓のポンプ機能の低下により起こる様々な症状

心臓のポンプとしての2つの役割



心臓ポンプ機能低下による症状



心臓に血液が戻りきれない



うっ血

左心系: 肺うっ血、肺水腫
右心系: 浮腫、胸腹水

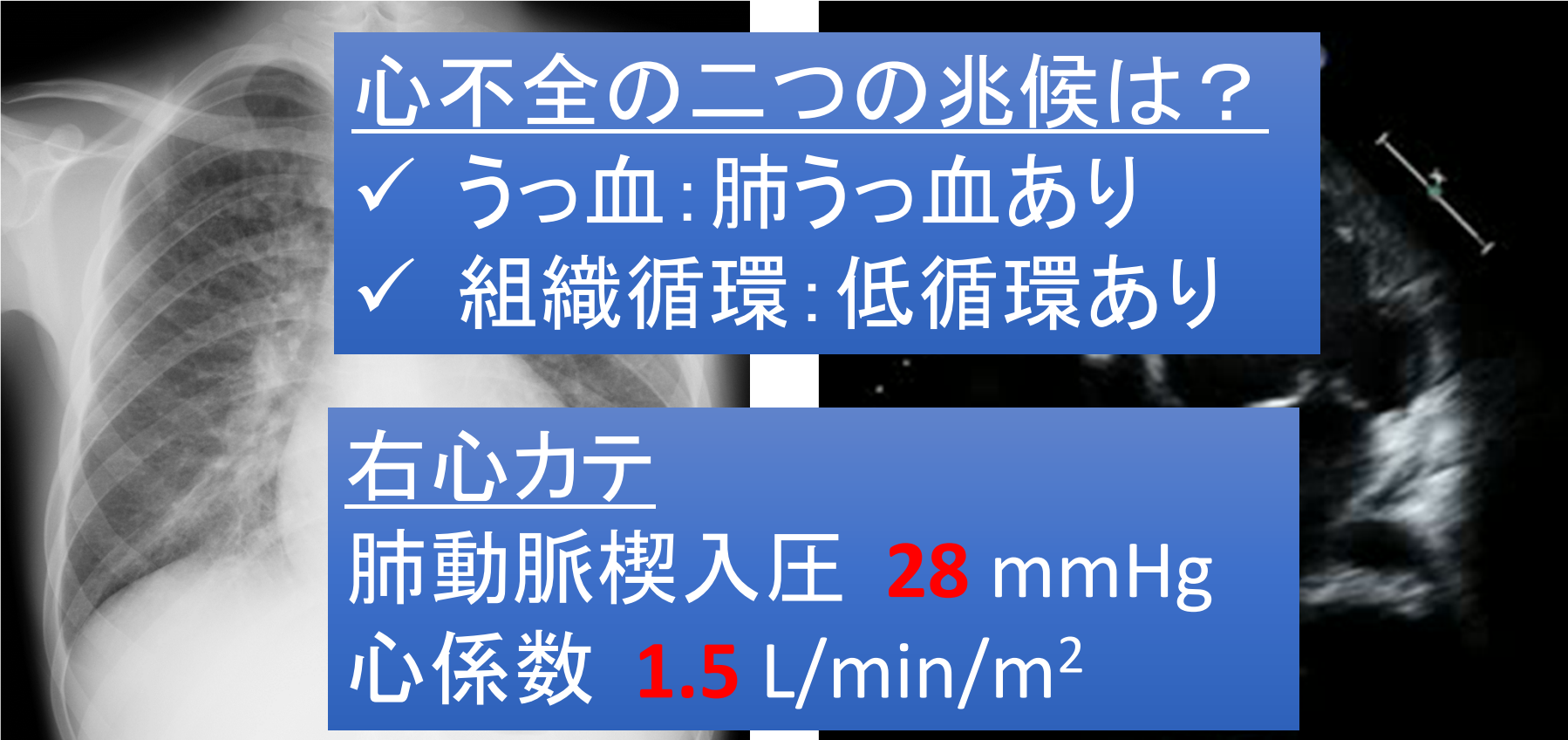
心臓が十分な血液を送り出せない



低心拍出

血圧低下、末梢冷感
尿量減少、意識障害

症例：33歳、DCM、EF 20%、



心不全の二つの兆候は？

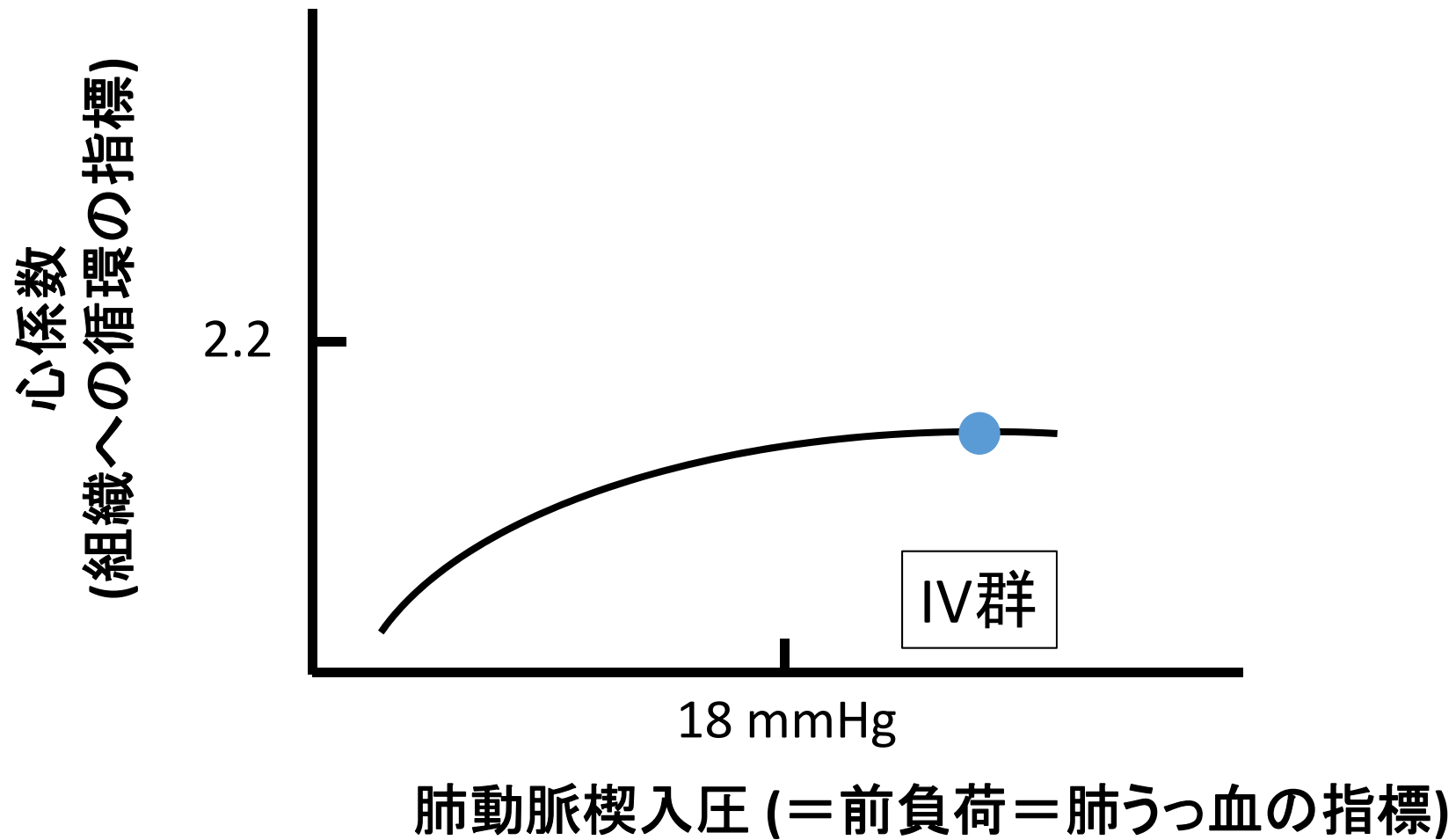
- ✓ うっ血：肺うっ血あり
- ✓ 組織循環：低循環あり

右心カテ

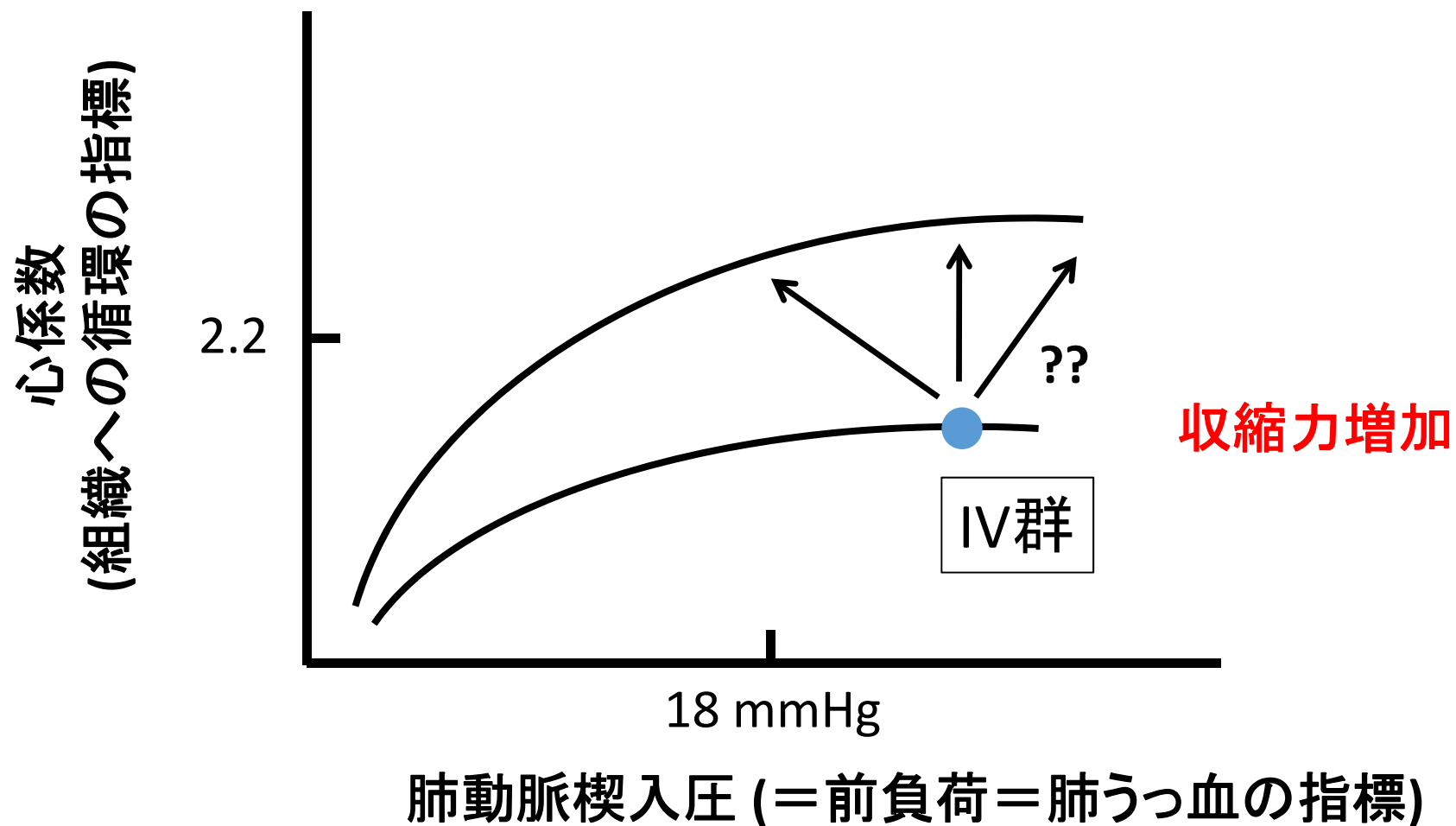
肺動脈楔入圧 **28** mmHg

心係数 **1.5** L/min/m²

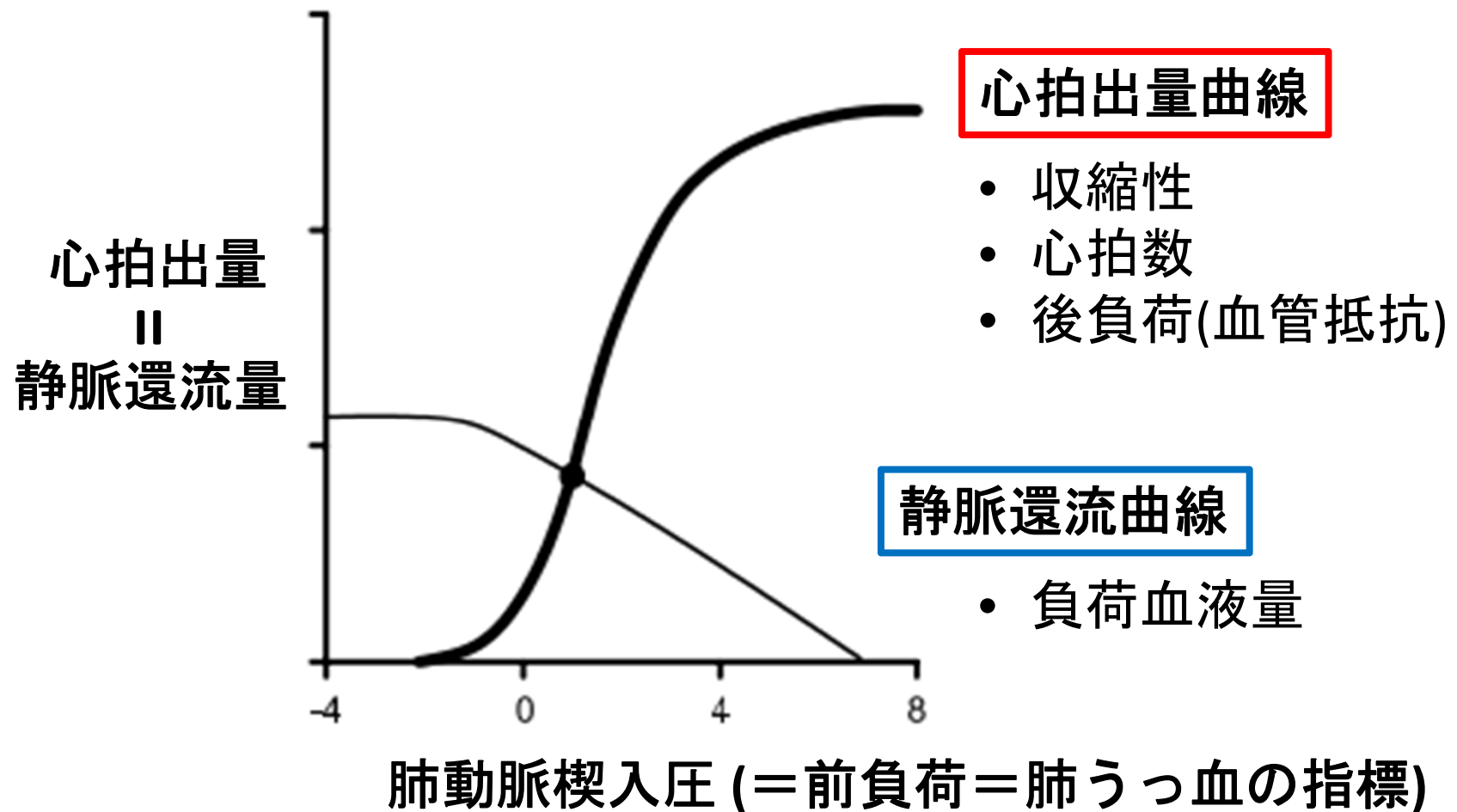
心拍出量曲線＝心臓のポンプ機能を意識する



心拍出量曲線を意識した血行動態把握



循環平衡理論 by A.C. Guyton



負荷血液量: Stressed Blood Volume



V_0 [ml]

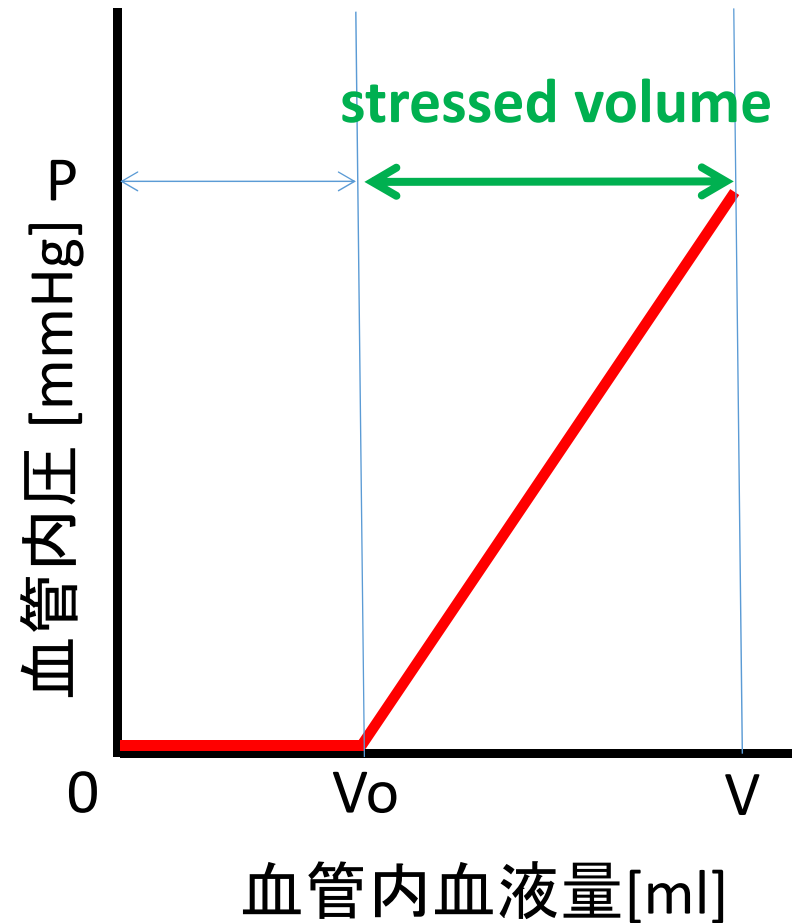
0 [mmHg]



V [ml]

P [mmHg]

Total volume= unstressed volume
+ stressed volume



血管収縮による負荷血液量変化



V_0 [ml]

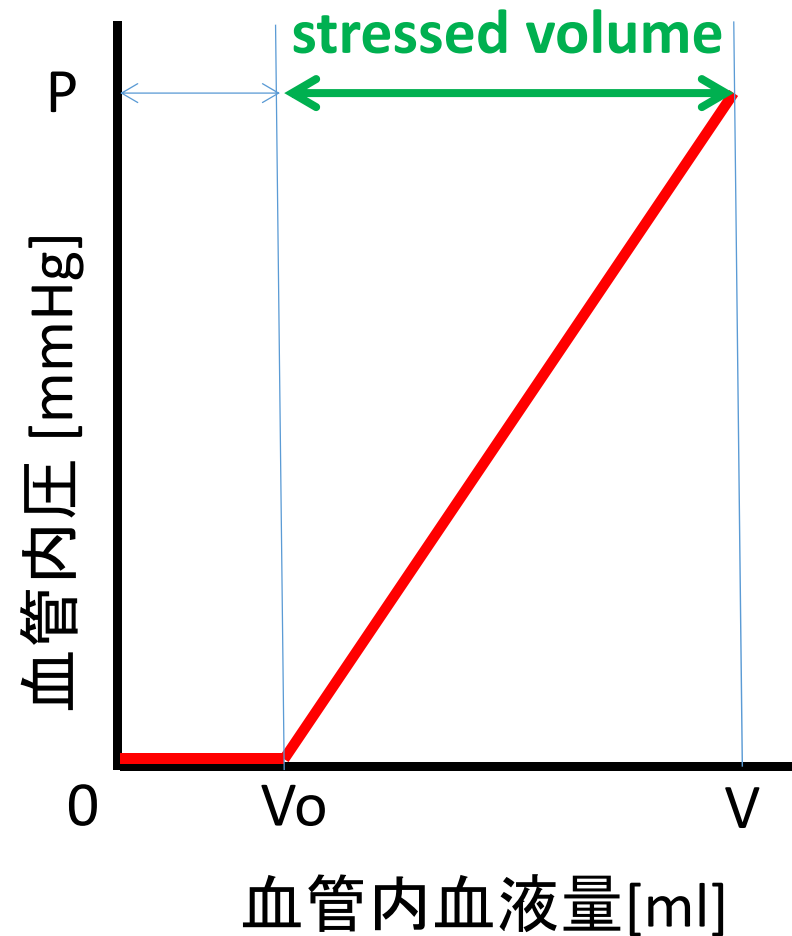
0 [mmHg]



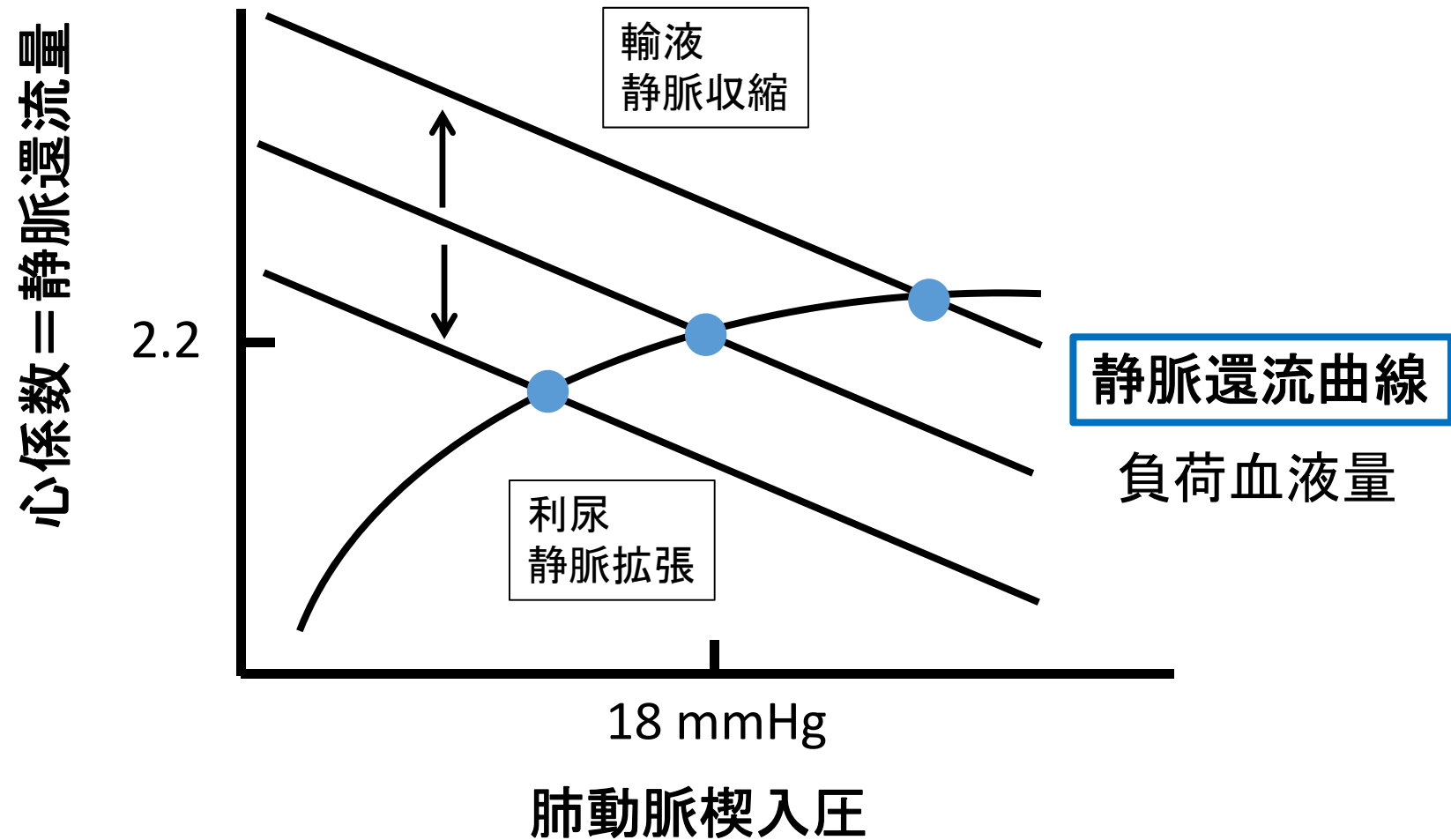
V [ml]

P [mmHg]

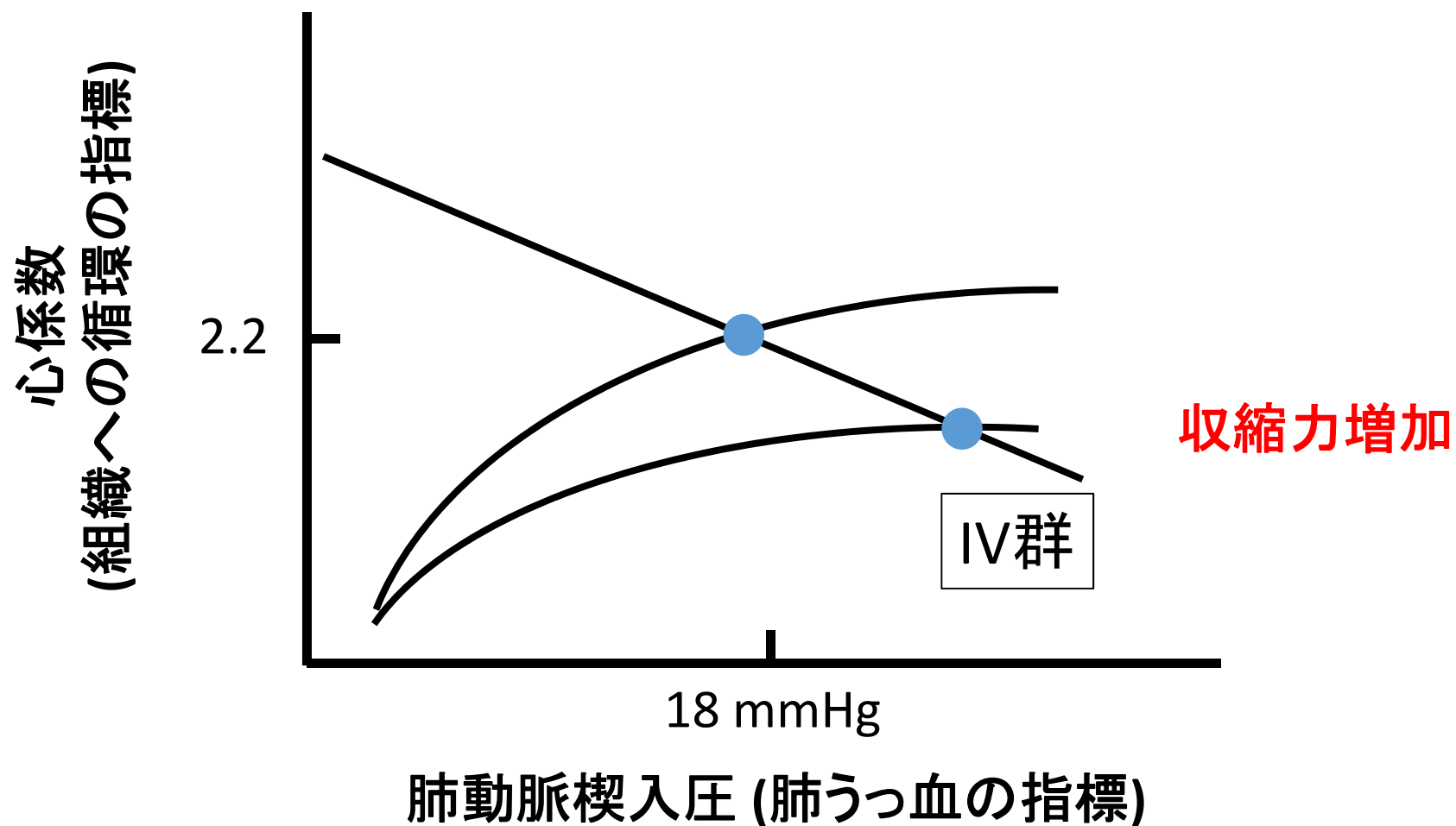
Total volume= unstressed volume
+ stressed volume



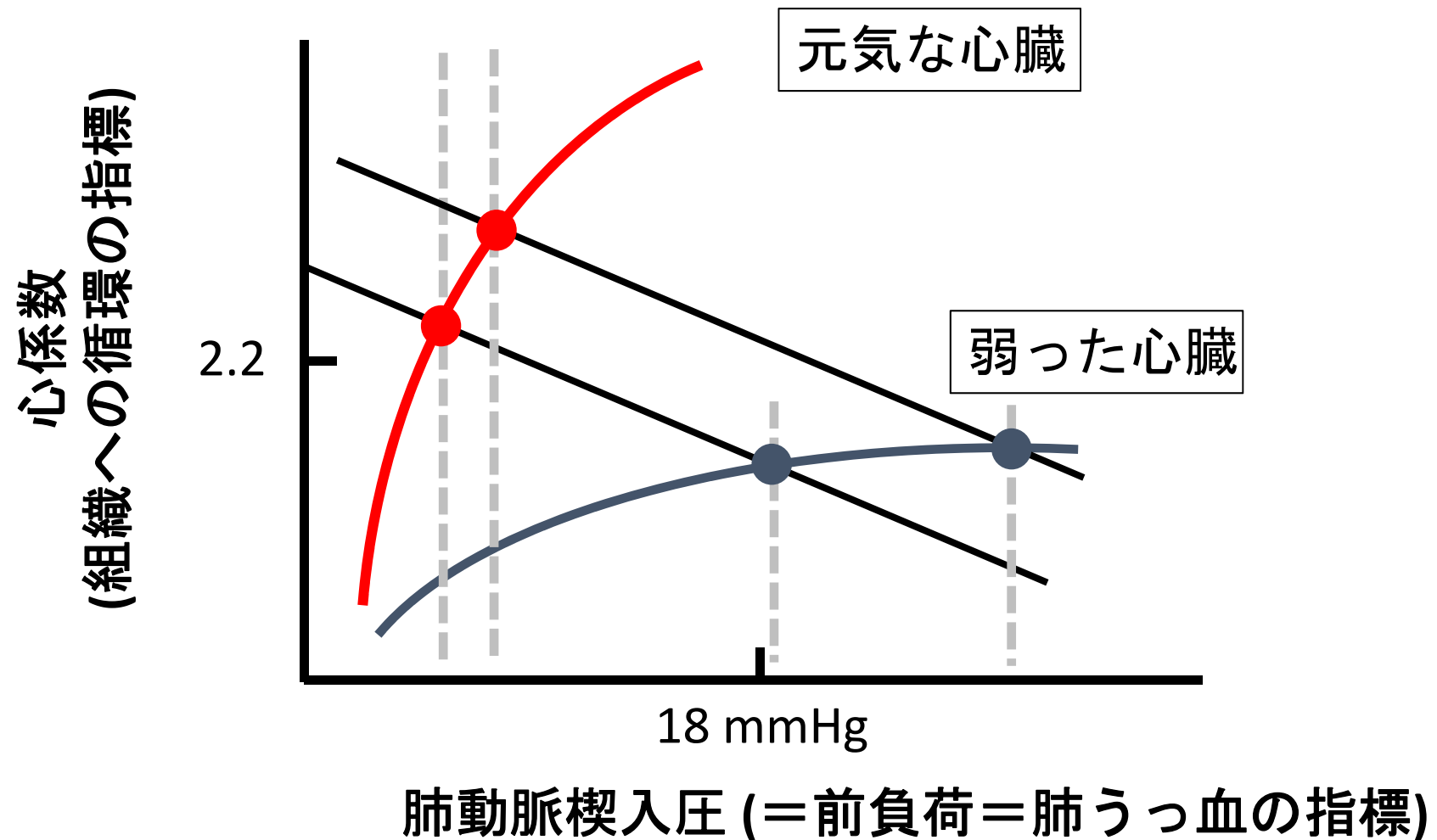
静脈還流曲線と負荷血液量



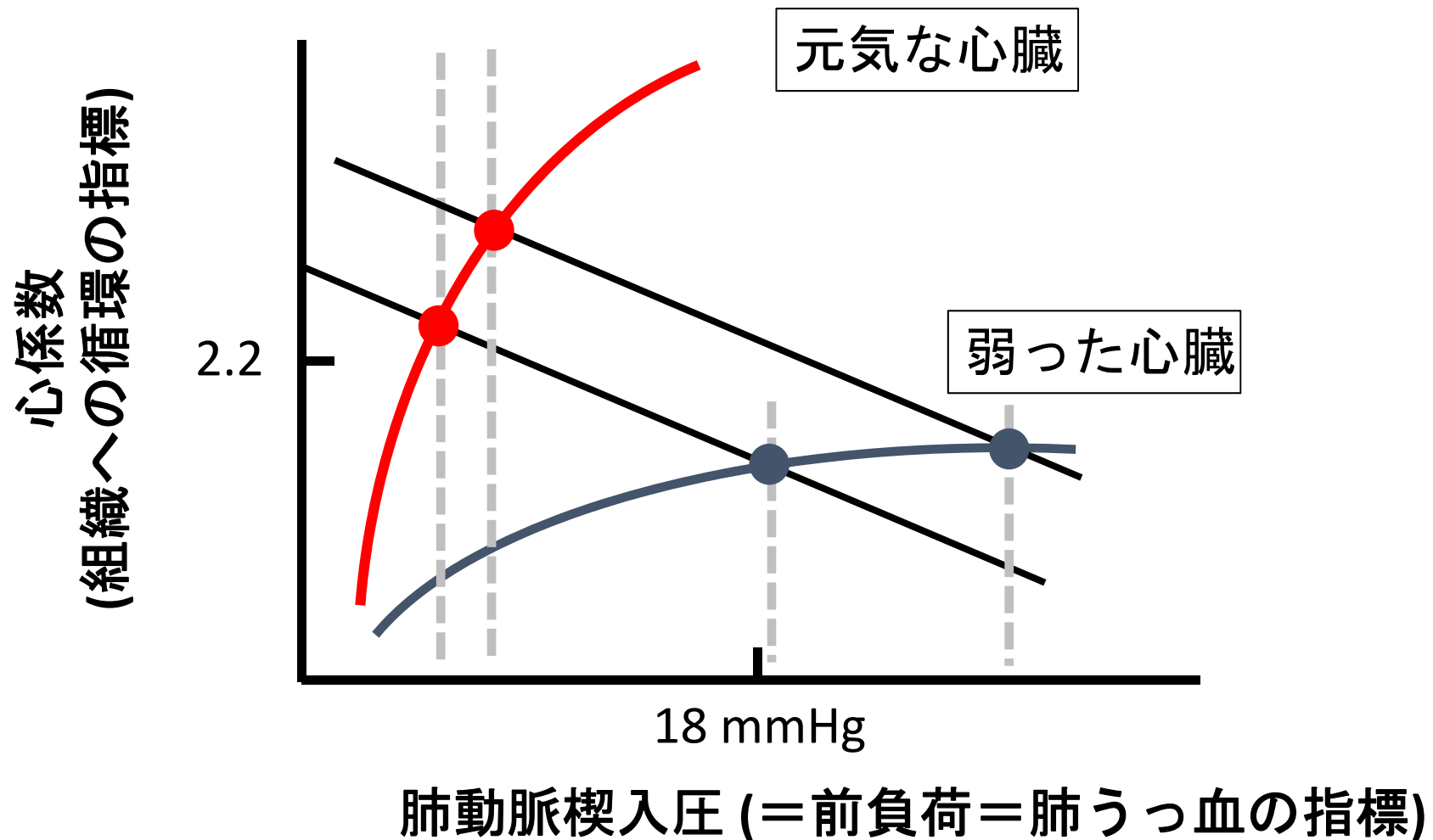
収縮力増加と循環平衡



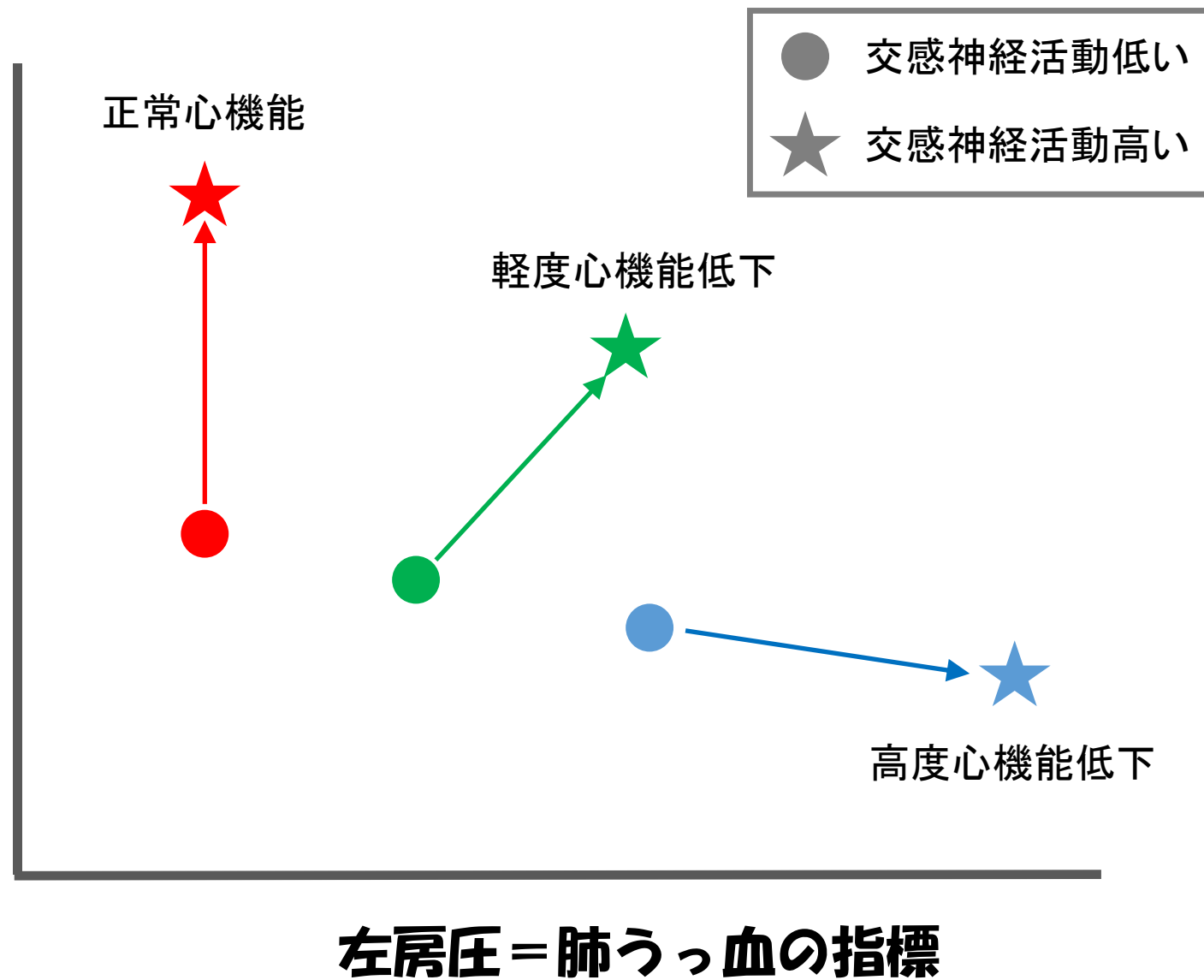
循環平衡から見えるポンプの特徴



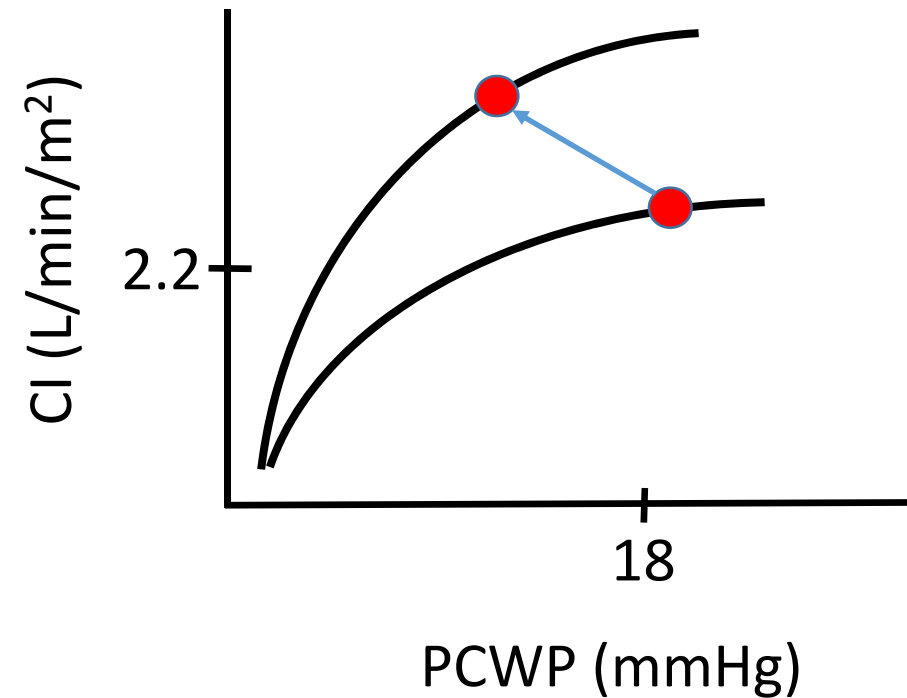
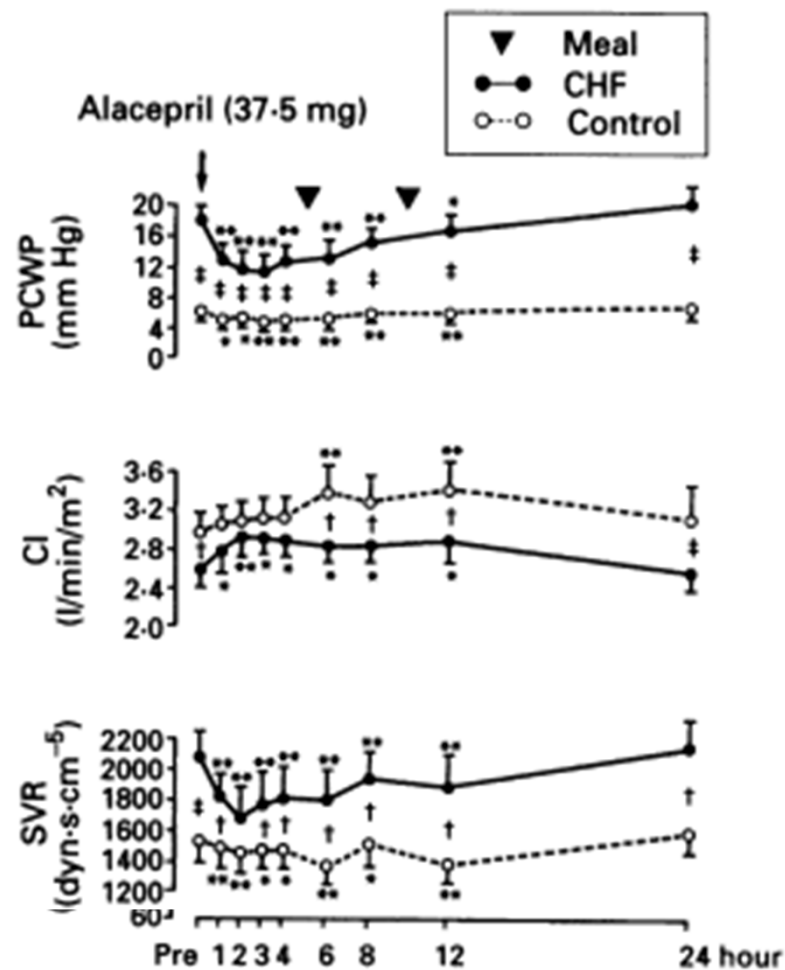
循環平衡から見えるポンプの特徴



心拍出量
組織への循環の指標



ACE阻害薬はSVRを低下させ血行動態を改善する



Yoshimura M, Br Heart J 1994

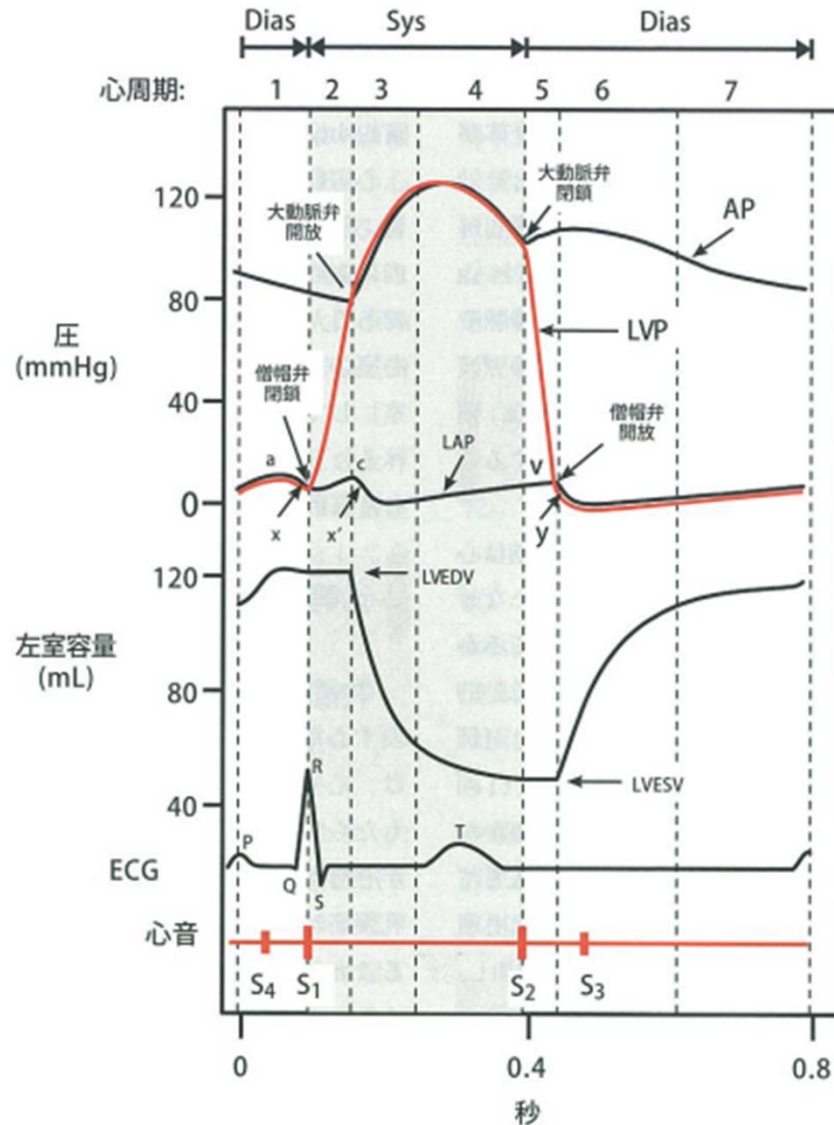
本日の内容

急性心不全で知っておくべき 血行動態と循環制御

1. 循環平衡から血行動態を読み解く
2. 頻脈と急性心不全
3. 交感神経を意識した急性心不全治療戦略

Incomplete relaxation(不完全弛緩)

左室弛緩能



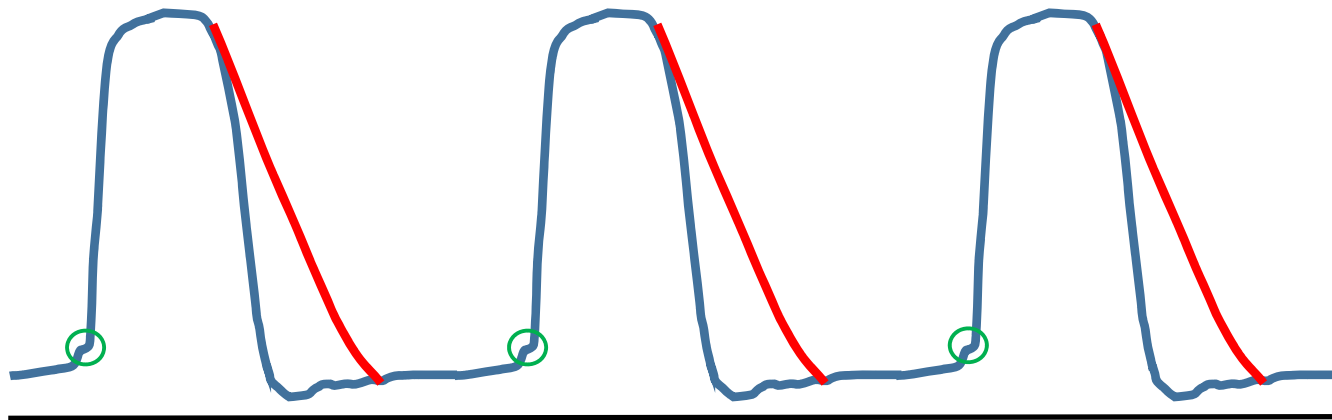
- ✓ 左室はATPを使って能動的に弛緩する
- ✓ 弛緩能は等容拡張期で評価する
- ✓ 早く拡張期の圧に戻るほど弛緩能が良好
- ✓ 弛緩の時定数(τ :タウ)で表記される
- ✓ τ が大きいほど弛緩に時間がかかる
→弛緩能が悪い

弛緩能と頻拍の
血行動態的関係を考察

左室弛緩能障害

LVP

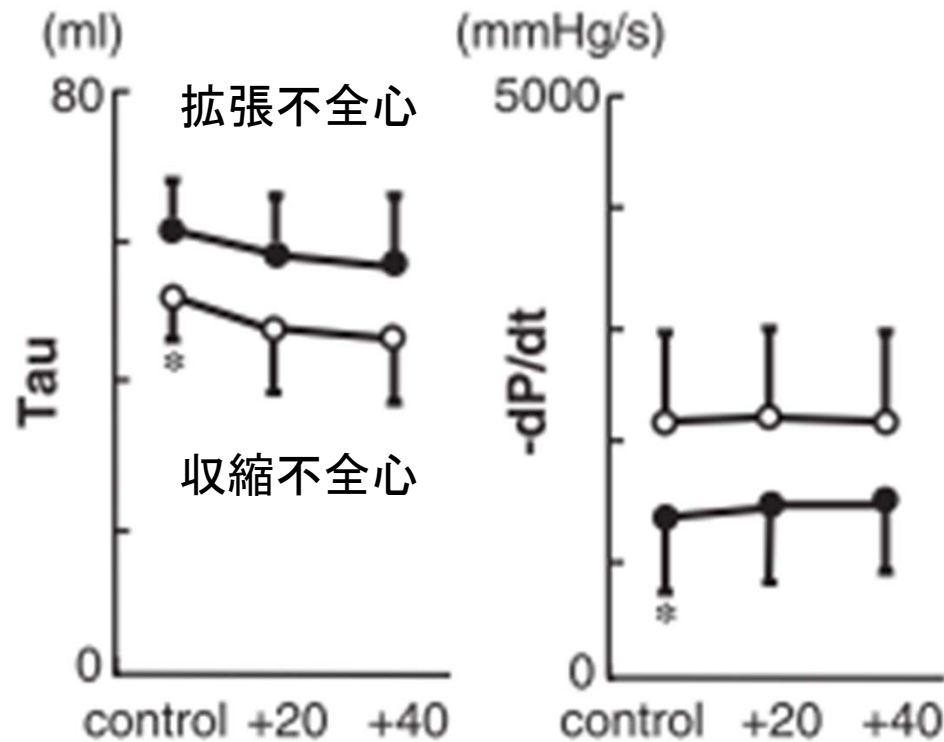
HR 60bpm



- ✓ 拡張障害(HFpEF)だけでなく収縮障害(HFrEF)でも弛緩能は低下
- ✓ 弛緩障害は虚血、低酸素で起きる

弛緩が障害されていても十分弛緩すれば
肺うっ血の指標の左室拡張末期圧は変化しない。

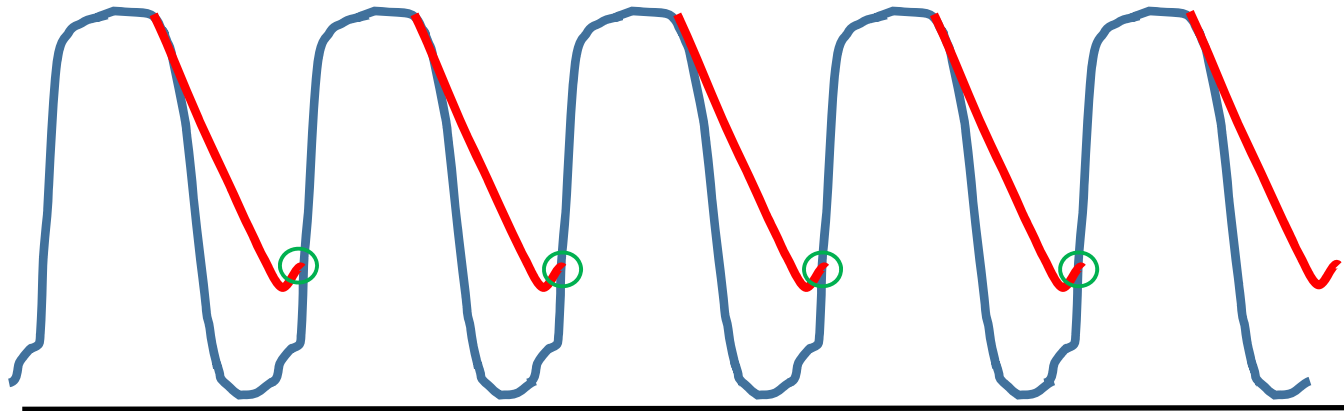
不全心では弛緩能が低下している



弛緩能障害と頻脈

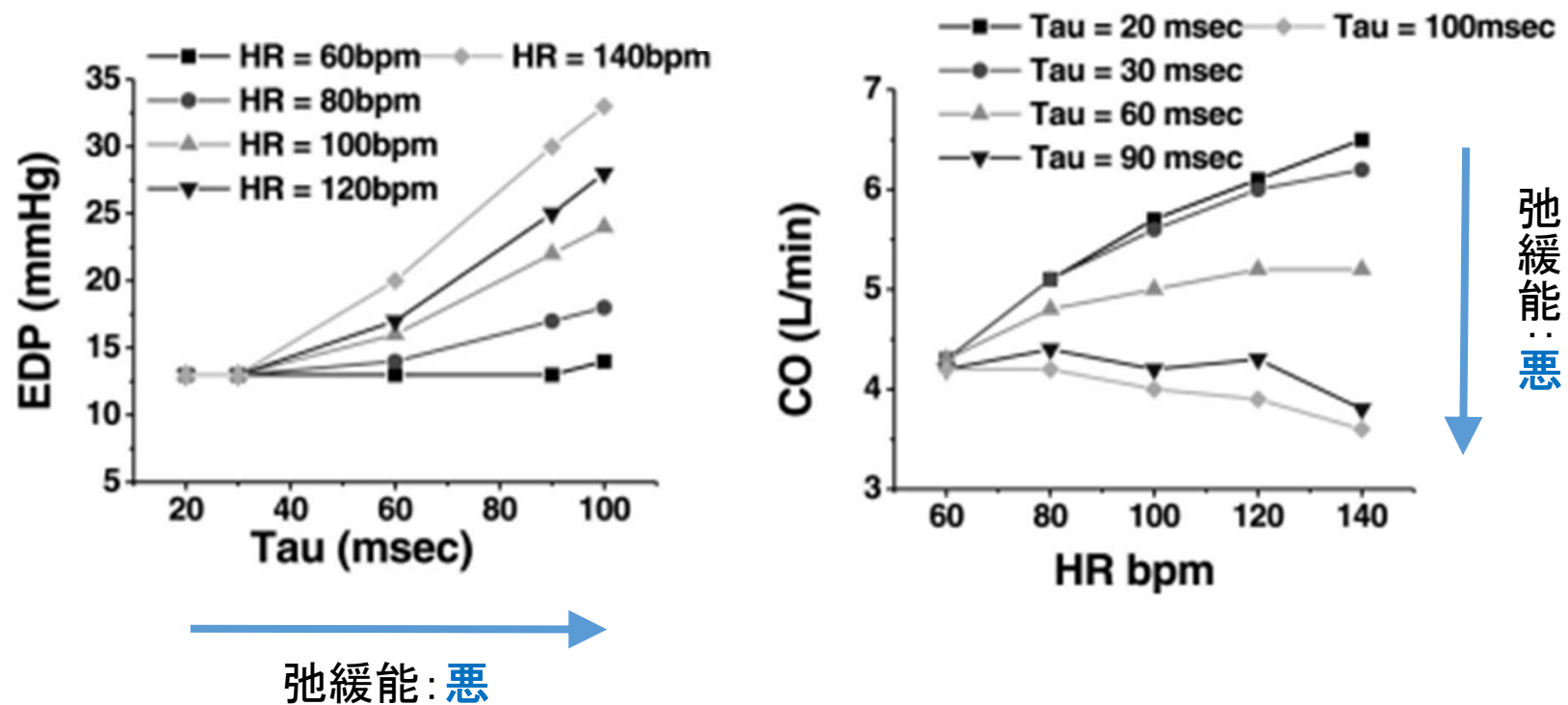
LVP

HR150bpm

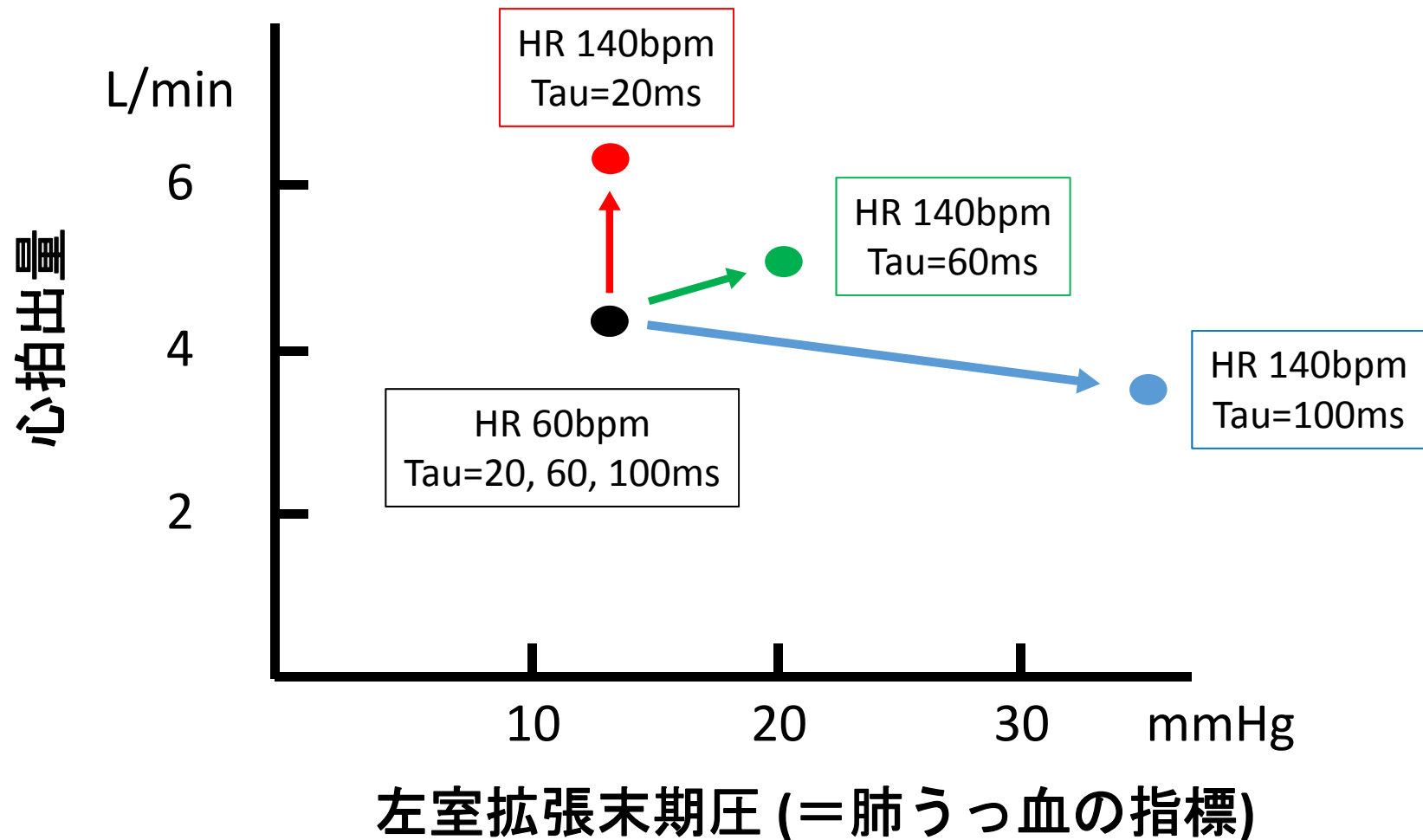


弛緩障害により肺うっ血の指標の左室拡張末期圧が上昇する。
これを「incomplete relaxation」という

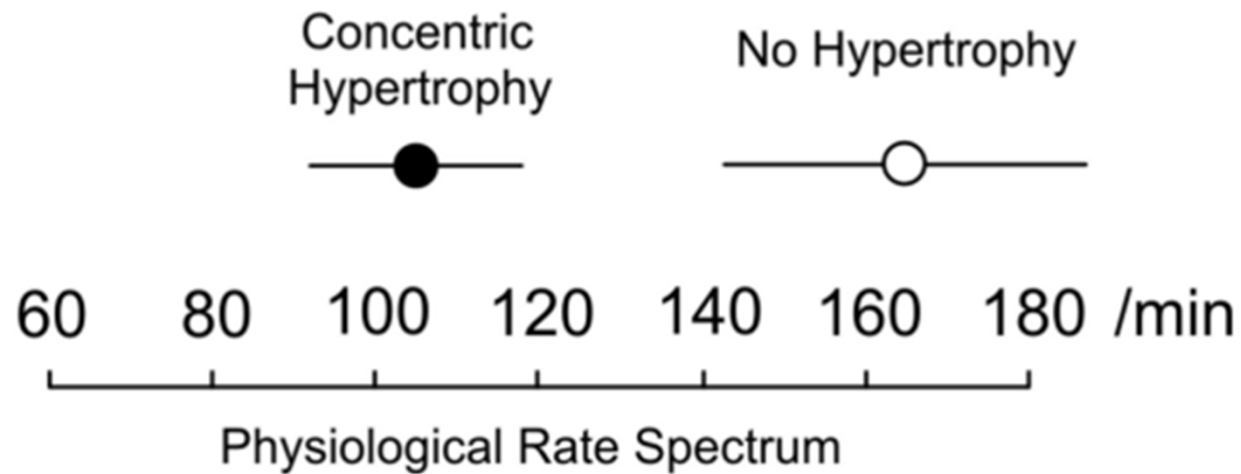
弛緩能障害と頻脈



Forrester分類と頻脈



不完全弛緩をきたす心拍数



Selby D et al, JACC 2011

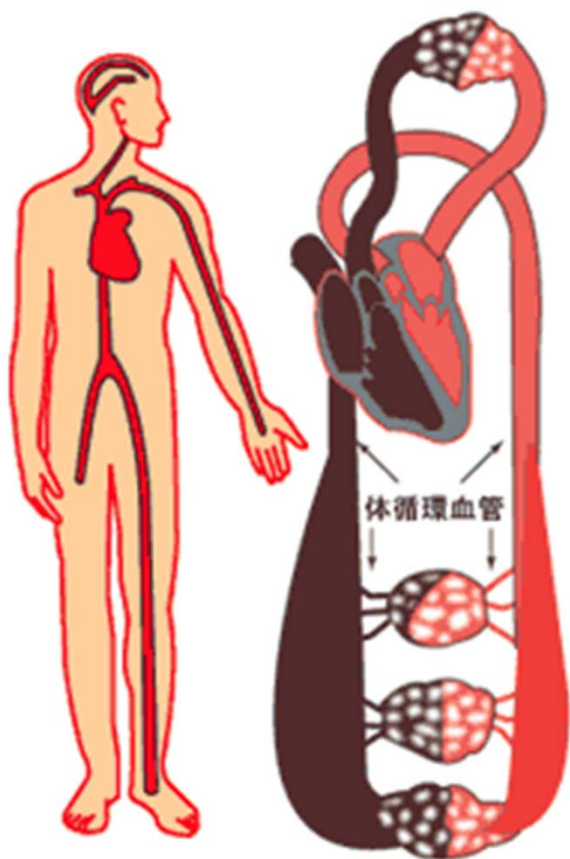
頻脈による心筋酸素需要増加による
相対的心筋虚血

急性心不全での相対的心筋虚血

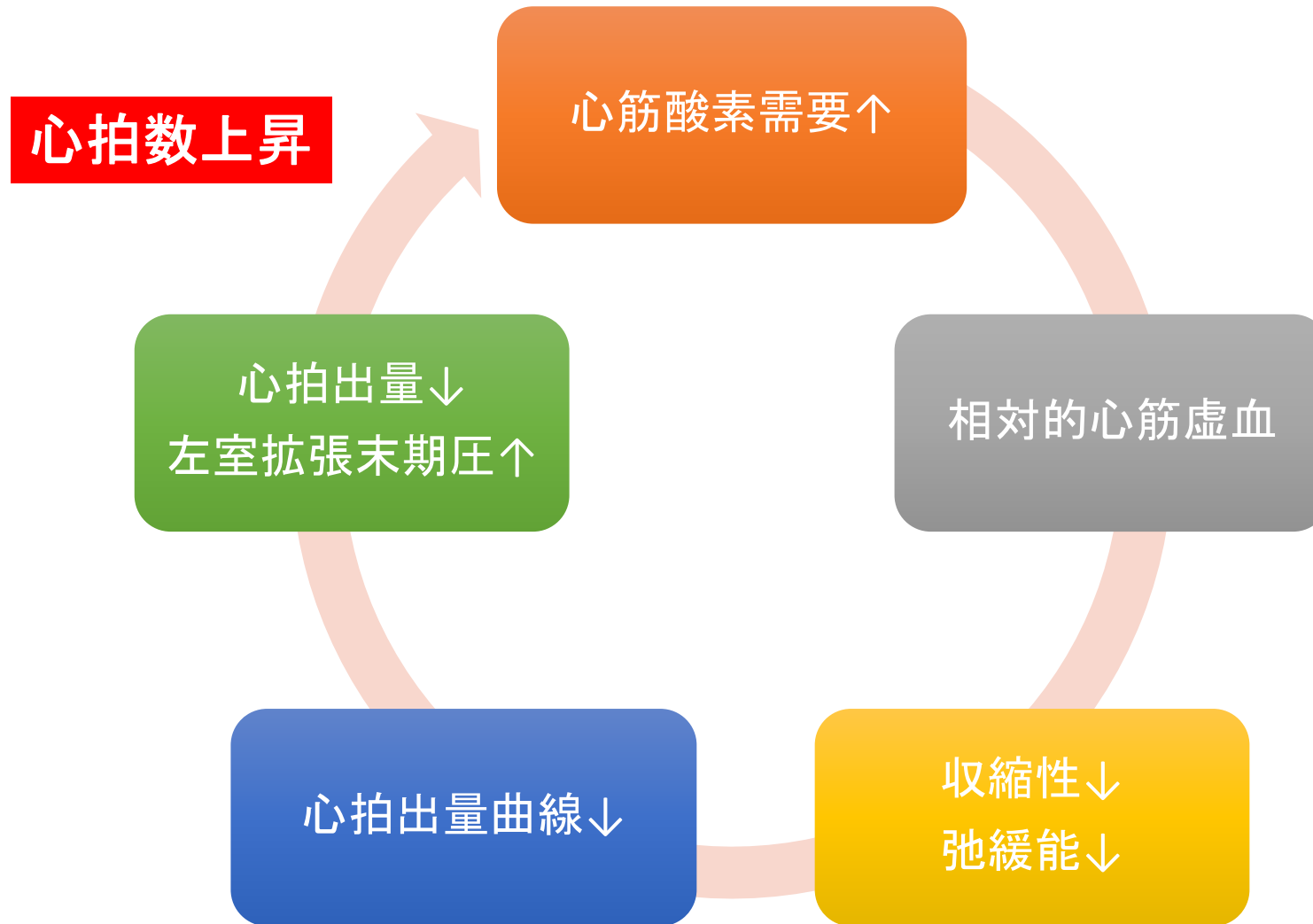
動脈血酸素飽和度: 100%とすると

混合静脈血酸素飽和度:

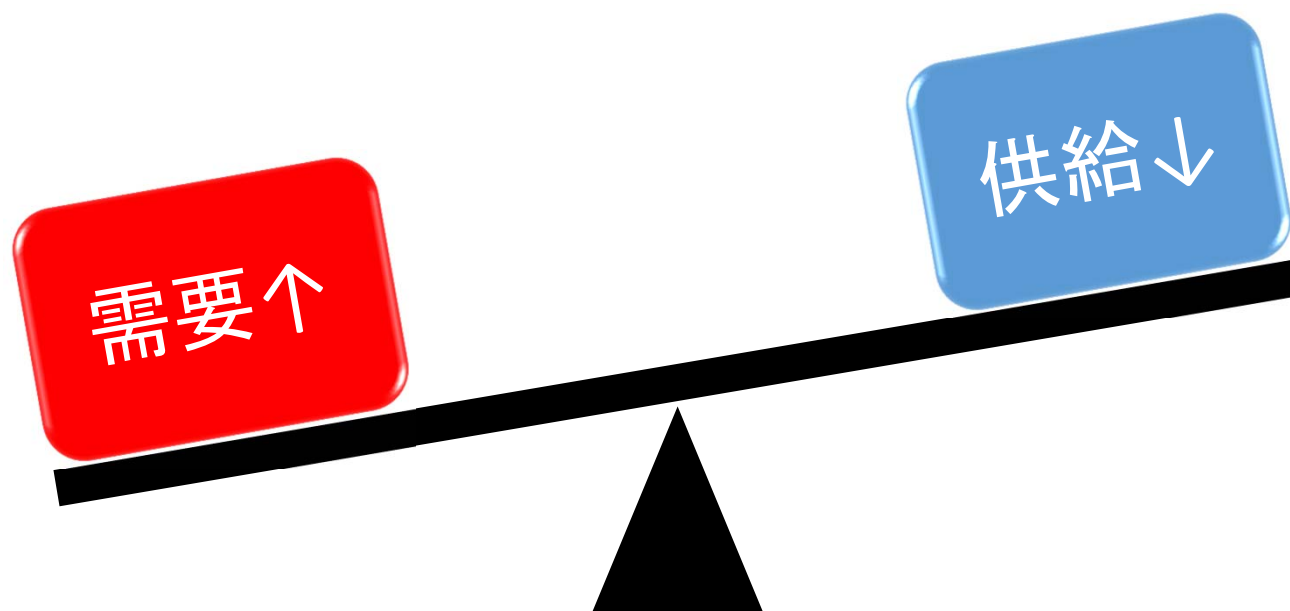
冠静脈酸素飽和度: 2



心筋虚血による心不全の負のサイクル



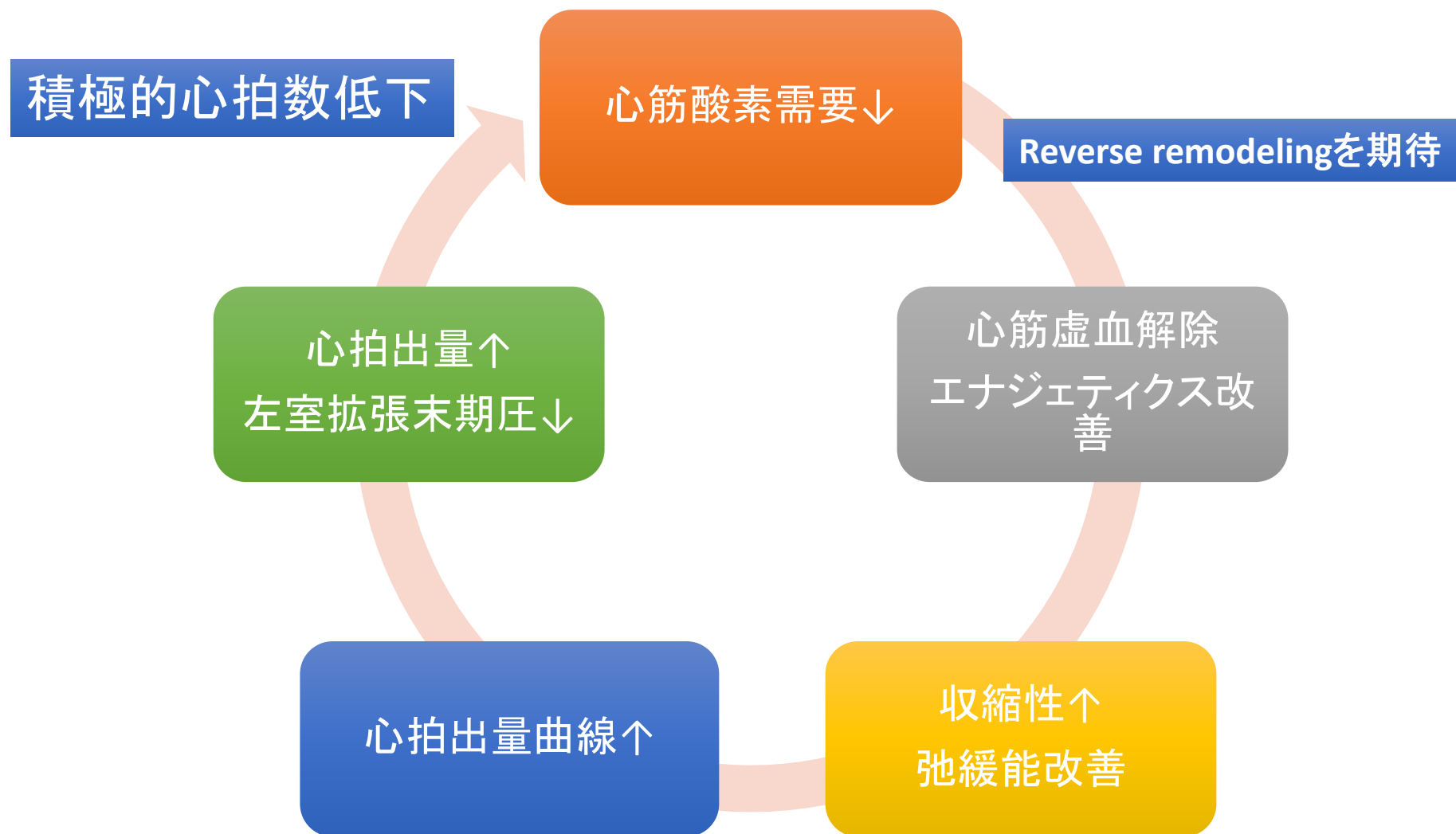
心筋の血行動態的虚血の解除を 考慮した心不全治療戦略



- ①心筋の酸素需要を下げる
心拍数低下: β 遮断薬、ジギタリス、
Ivabradin
一回仕事量減: 前負荷軽減
交感神経活動低下
- ②酸素消費効率を増やす

- ③酸素供給を増やす
貧血の改善
酸素含有量を増加: 酸素吸入
心筋血流を増加: IABP, PCIなど

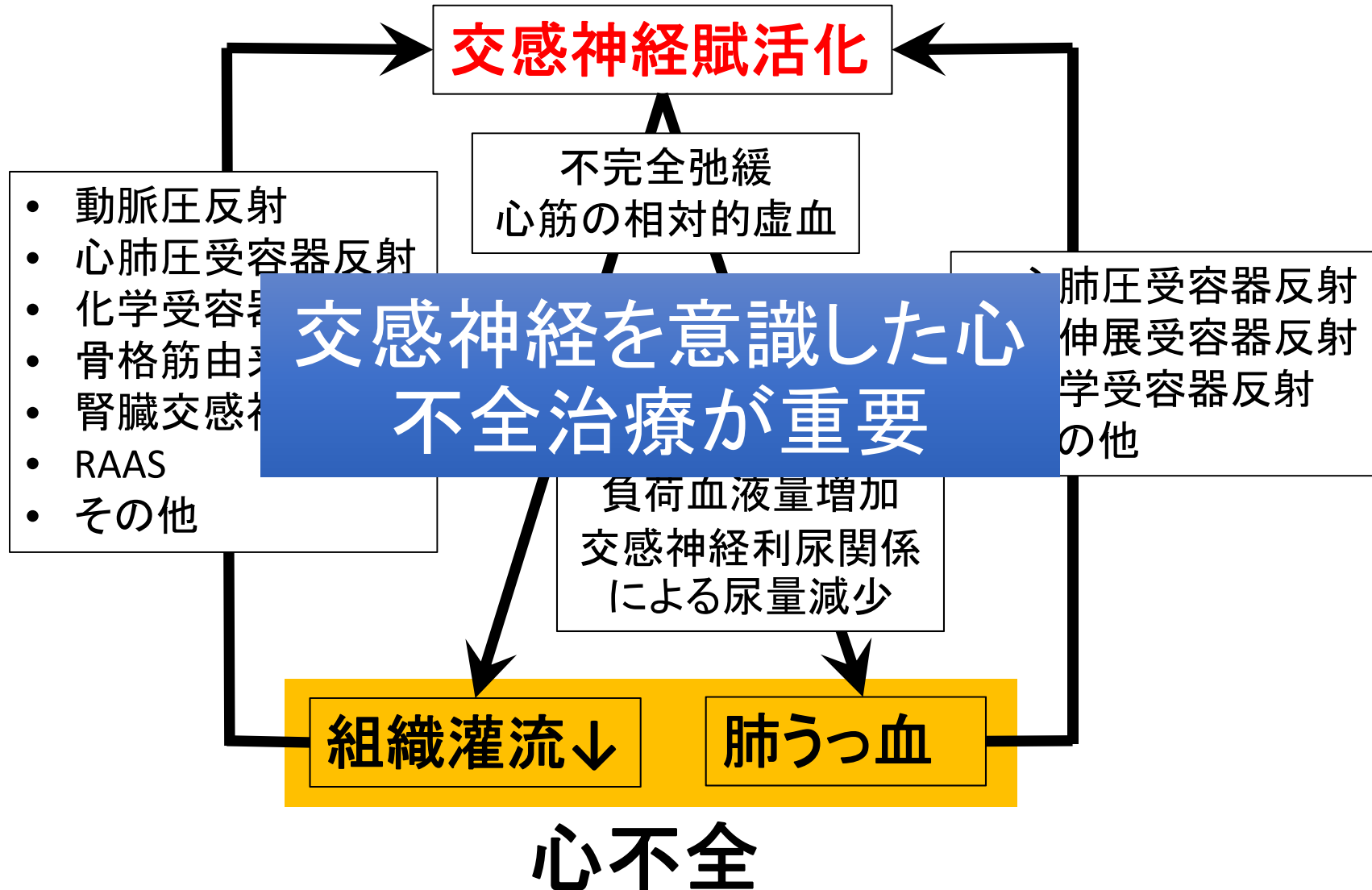
心筋虚血解除による心不全治療



まとめ：頻脈と血行動態

- 弛緩能の程度により頻脈が血行動態に与える影響は異なる。
- 弛緩能が悪ければ頻脈は「incomplete relaxation」を介して血行動態を悪化させる。
- 弛緩能の悪い心臓では、
 - ✓ β 遮断薬による「積極的な心拍低下」による血行動態改善は、
 - ✓ β 遮断薬による「心収縮能低下」を介した血行動態悪化を凌駕する可能性がある。
- 相対的虚血の解除により血行動態が改善する可能性

交感神経を介した心不全増悪の負のサイクル



本日の内容

急性心不全で知っておくべき 血行動態と循環制御

1. 循環平衡から血行動態を読み解く
2. 頻脈と急性心不全
3. 交感神経を意識した急性心不全治療戦略

体重

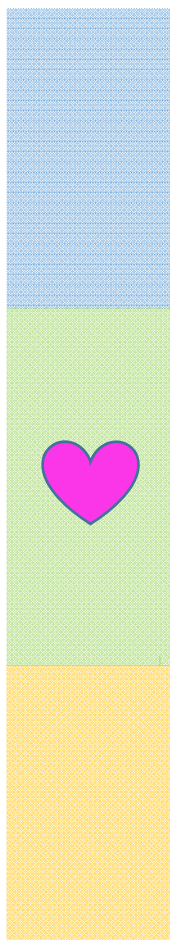


うつ血

至適

低灌流

正常



体重

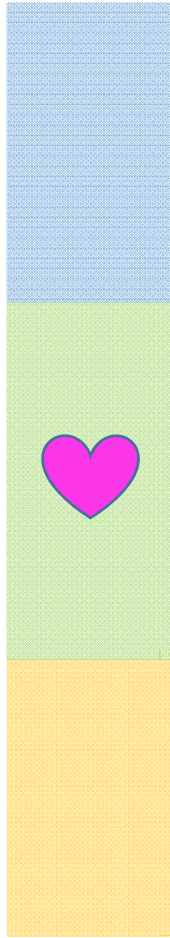


うっ血

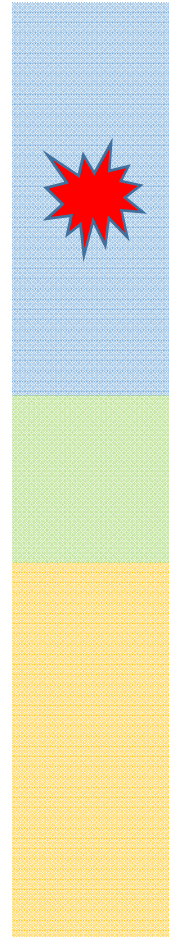
至適

低灌流

正常



軽症心不全



体重

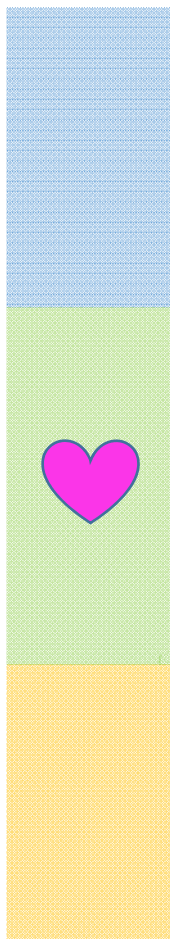


うっ血

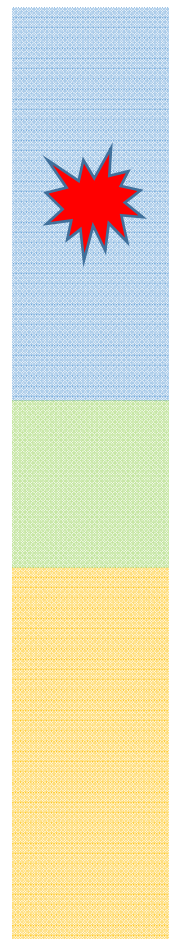
至適

低灌流

正常



軽症心不全



体重

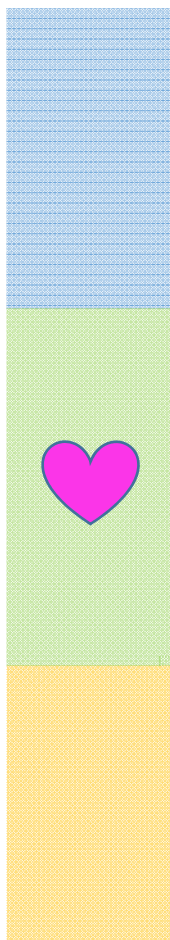


うっ血

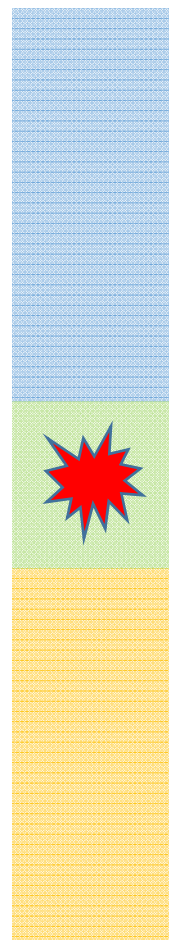
至適

低灌流

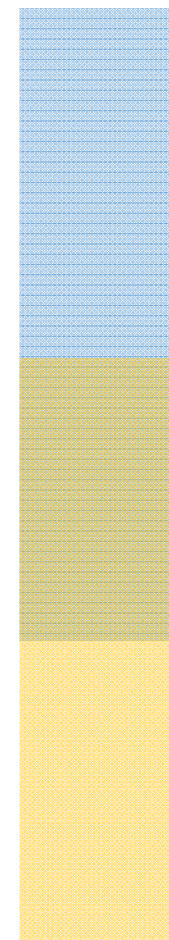
正常



軽症心不全



重症心不全



体重

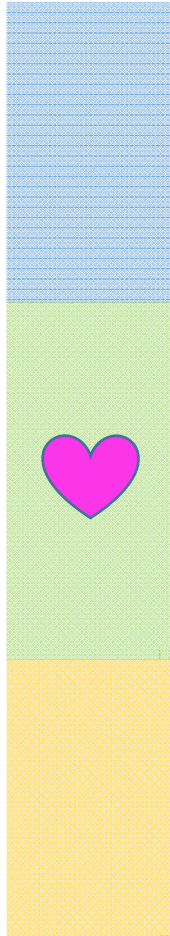


うっ血

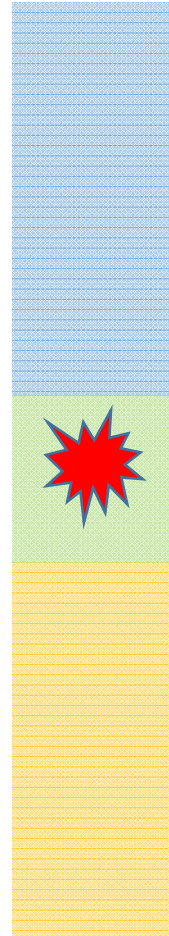
至適

低灌流

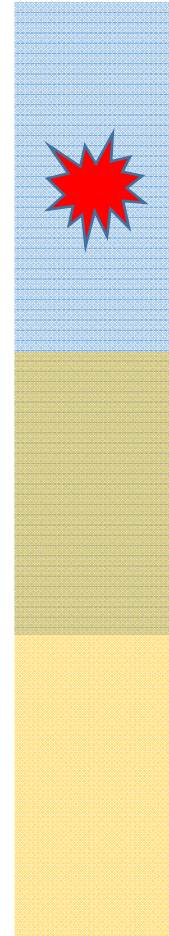
正常



軽症心不全



重症心不全



体重

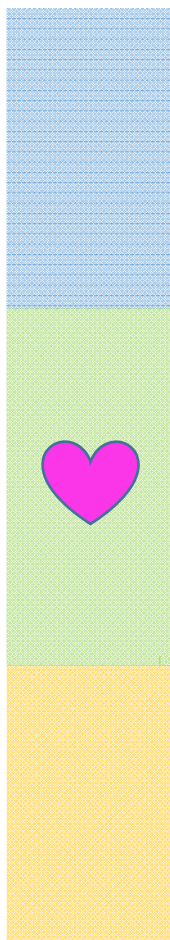


うっ血

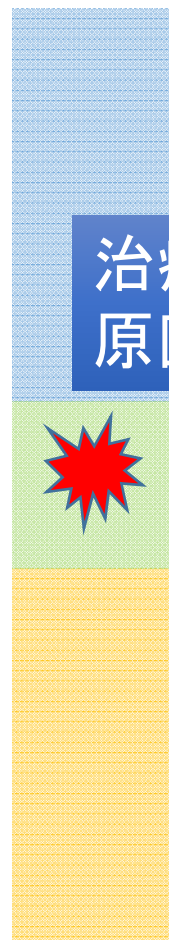
至適

低灌流

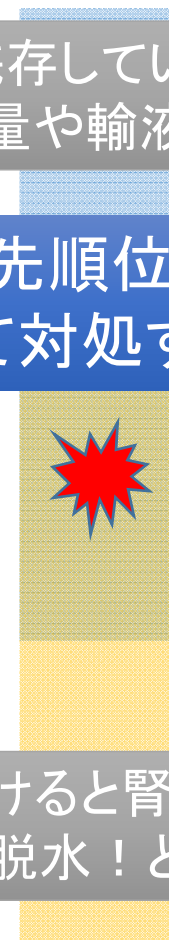
正常



軽症心不全



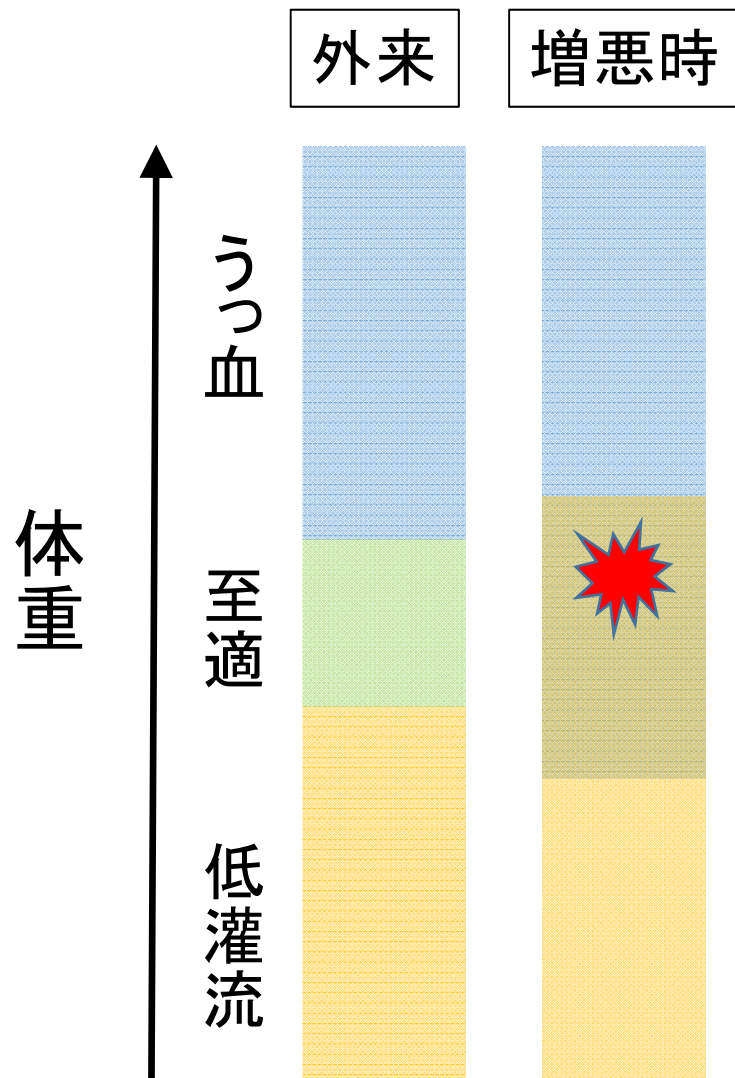
重症心不全



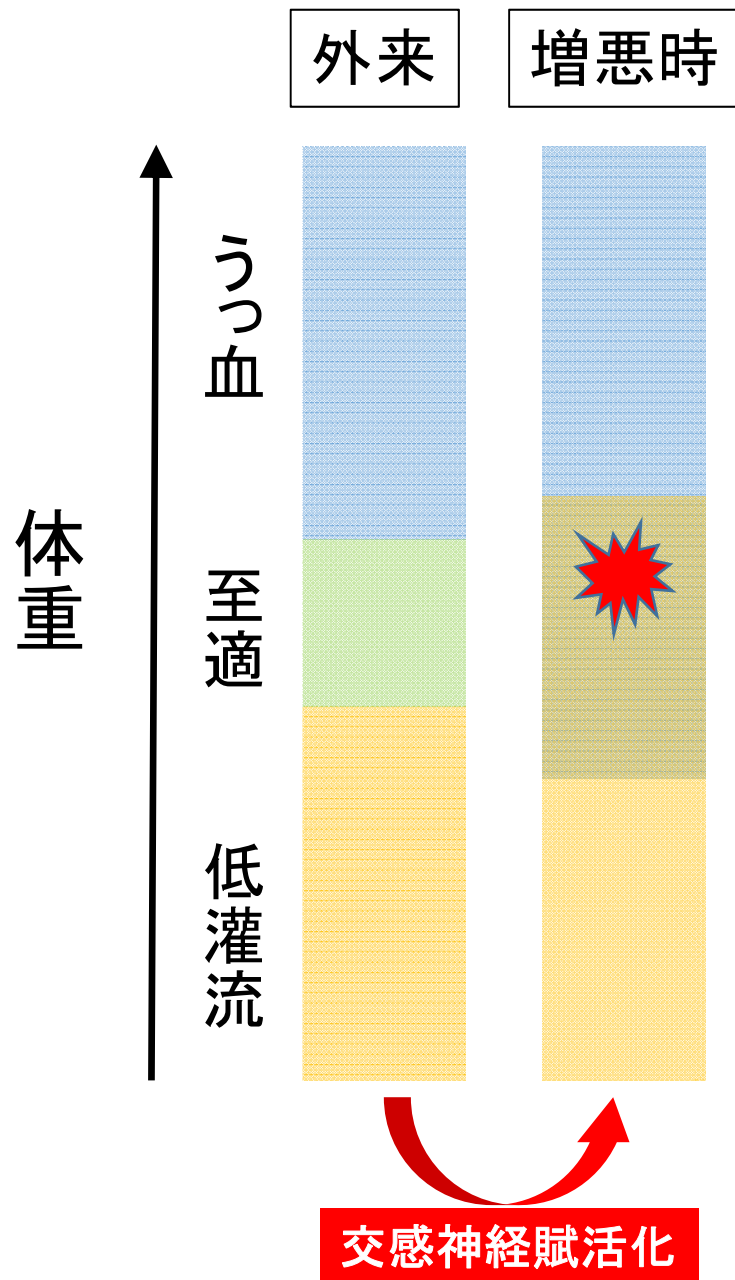
うっ血は残存しているのに
利尿薬減量や輸液

治療対象の優先順位を考える
原因を理解して対処する！

利尿をかけると腎機能悪化
→血管内脱水！と勘違い

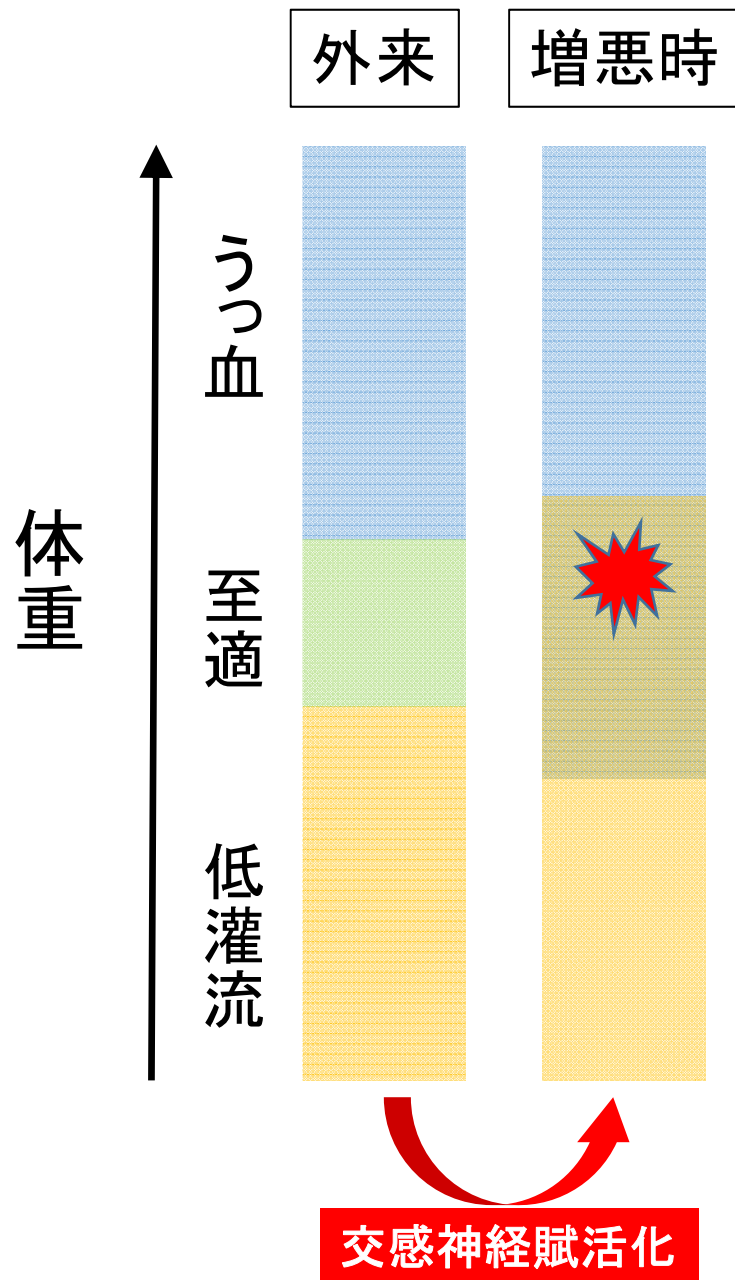


- ✓ 同じ体重でも組織低灌流をきたす。
- ✓ 特に腎への低灌流により腎機能悪化
- ✓ 圧利尿or交感神経利尿関係が原因



- ✓ 同じ体重でも組織低灌流をきたす。
- ✓ 特に腎への低灌流により腎機能悪化
- ✓ 圧利尿or**交感神経利尿関係**が原因

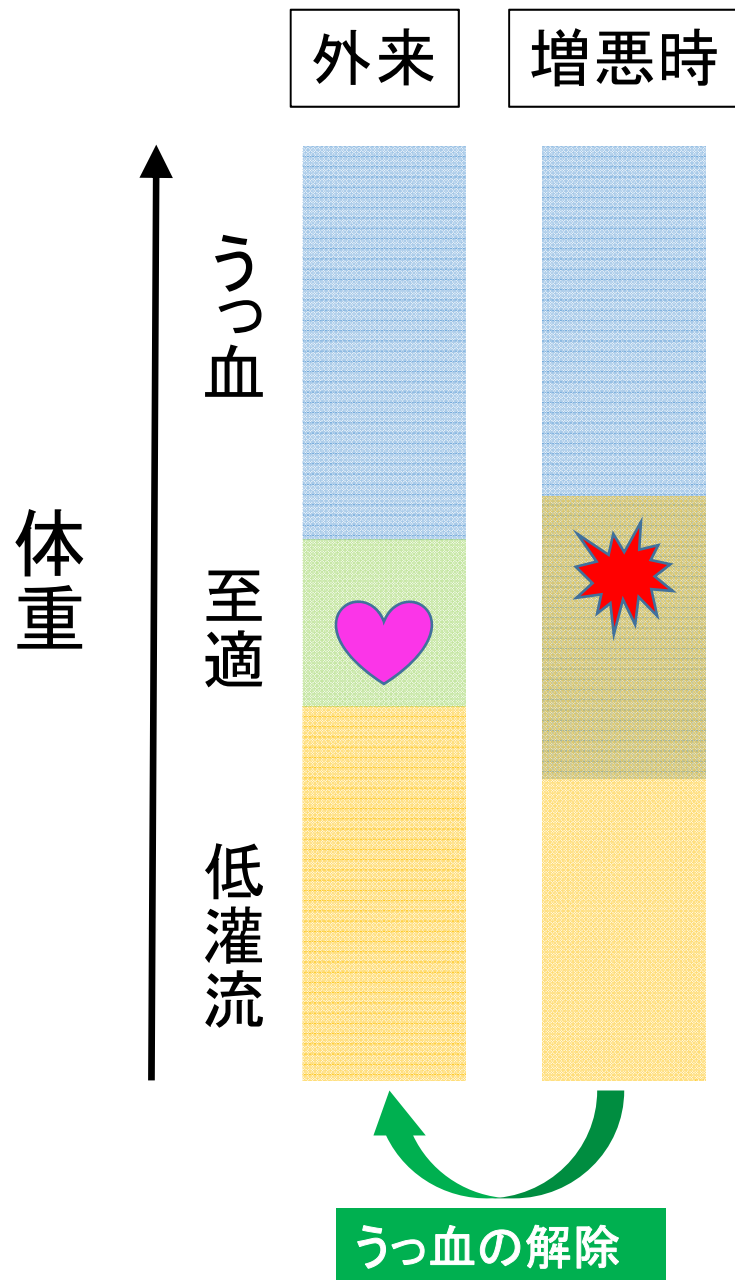
- ✓ 交感神経賦活化の原因に対処
- ✓ うっ血、酸素化低下、低灌流など
- ✓ 交感神経活動低下
- ✓ 外来の状態へ戻る
- ✓ 強心薬などの減量が可能



- ✓ 同じ体重でも組織低灌流をきたす。
- ✓ 特に腎への低灌流により腎機能悪化
- ✓ 圧利尿or**交感神経利尿関係**が原因

- ✓ 交感神経賦活化の原因に対処
- ✓ うっ血、酸素化低下、低灌流など
- ✓ 交感神経活動低下
- ✓ 外来の状態へ戻る
- ✓ 強心薬などの減量が可能

外来時の図に戻すイメージで
治療戦略を考える！



- ✓ 同じ体重でも組織低灌流をきたす。
- ✓ 特に腎への低灌流により腎機能悪化
- ✓ 圧利尿or**交感神経利尿関係**が原因

- ✓ 交感神経賦活化の原因に対処
- ✓ うっ血、酸素化低下、低灌流など
- ✓ 交感神経活動低下
- ✓ 外来の状態へ戻る
- ✓ 強心薬などの減量が可能

外来時の図に戻すイメージで
治療戦略を考える！

まとめ

- ✓ 本来交感神経賦活化は心拍出量を増加させるためのシステムである(うっ血は生じない)。
- ✓ 低心機能では、**交感神経賦活化**は
 - 循環平衡点の右方移動
 - 腎での尿量減少
- ✓ 頻脈による不完全弛緩、心筋相対的虚血を意識。
- ✓ うっ血などにより交感神経はさらに賦活化するvicious cycleを形成。
- ✓ 安静、酸素投与、血行動態改善などは交感神経抑制を介して心不全を改善することをイメージ。

交感神経賦活化を意識した
Physiological Heart Failure Management

ご清聴ありがとうございました。

連絡先

tsaka@junnai.org

