

2026年 クリティカルケア看護学会主催セミナー
実践！重症患者の回復を導く循環管理

循環生理と身体所見に基づく病態アセスメント

—心機能を左右する4つの因子の理解—

防衛医科大学校
集中ケア認定看護師 永田明恵

本日の内容

1 そもそも「心機能」とは？

2 心機能を評価する際、欠かせない心拍出量を規定する4つの因子とは？

3 「Nohria-Stevenson分類」を生理学的根拠とともに活用するには？

4 治療介入後の変化を再評価し、看護に活かすには？

心機能とは何か

心臓機能とは、心臓が動脈に血液を送り出す能力のことであり、単位時間あたりの心拍出量、または1拍あたりの一回拍出量として表される。

Cardiac performance is the ability of the heart to pump blood into arteries and is expressed as cardiac output per unit time or as stroke volume per heartbeat.

- 心臓が動脈に血液を送り出す能力のこと
- 心機能は、心拍出量（＝心臓が1分間に送り出す血液量）、または1回拍出量

$$\text{CO : 心拍出量 (L/分)} = \text{SV : 一回拍出量} \times \text{HR : 心拍数}$$

心機能曲線とは

- 縦軸：心拍出量
- 横軸：右心房圧
- 心室機能曲線ではなく心臓全体の機能を表した「心機能曲線」
- 右心房（＝心臓への入り口）と、左心室から大動脈への心拍出量との関係を表したもの
- 交感神経刺激により、心拍出量が増加
- 副交感神経刺激により、心拍出量が減少

神経刺激による変化は心拍数と
心収縮力の変化による結果

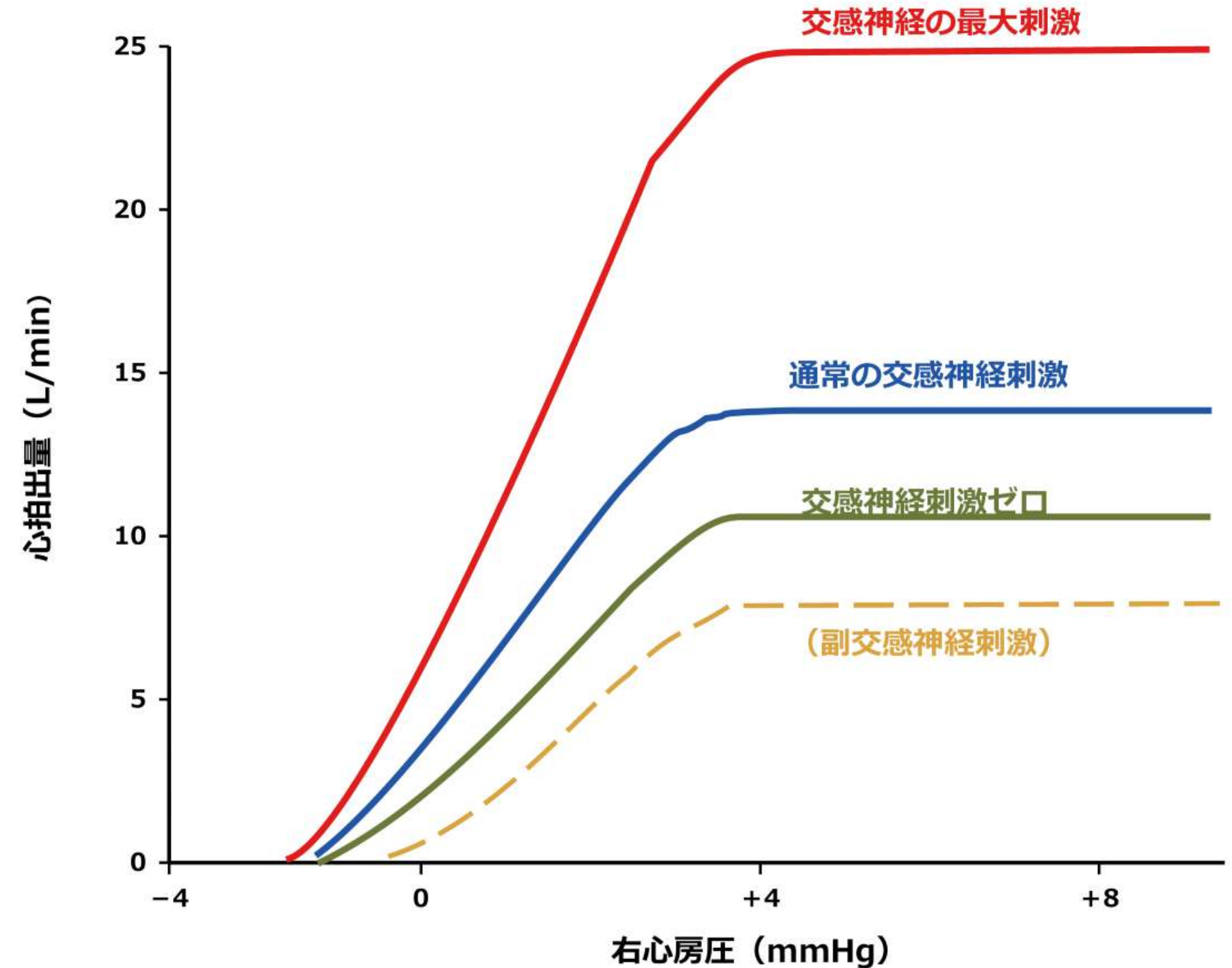


図1 種々の程度の交感神経刺激，副交感神経刺激が心拍出量曲線に及ぼす影響

Guyton AC, Hall JE. ガイトン生理学 原著第11版. エルゼビア・ジャパン; 2010. p.122を参考に
著者作成.

血圧だけでは循環は見えない

心拍出量（CO）が下がっても、末梢血管抵抗（SVR）が上がれば、血圧という「数字」は保たれる。
昇圧薬で血圧が保たれていても、臓器灌流が保たれているとは限らない。

心拍出量（CO）に注目する

$$\text{CO（心拍出量）} = \text{SV（1回拍出量）} \times \text{HR（心拍数）}$$

01

SVを左右する3要素

前負荷／後負荷／収縮性

02

CO全体を左右する要素

心拍数／リズム

- 式を暗記するのではなく「COの低下時、どこに要因があるか？」をアセスメントするために理解する

心拍出量を左右する4つの因子

01

前負荷

収縮前の心筋の伸展度

02

後負荷

血液を送り出す際の抵抗

03

収縮性

心筋が収縮する力

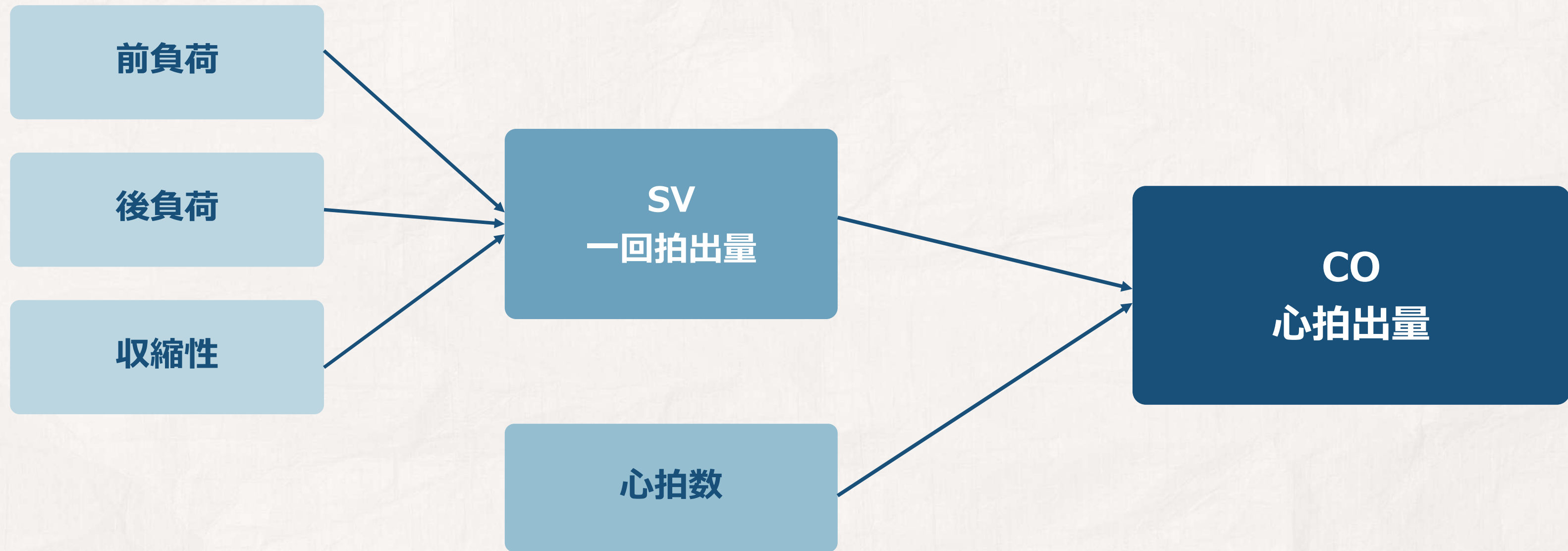
04

心拍数

1分間の拍動数

この4つは独立して存在するのではなく、相互に関連している。
ひとつの因子の変化は他の因子との関係によって心拍出量への影響が異なる。

階層構造で見る：4因子とCOの関係



前負荷・後負荷・収縮性 → SV（一回拍出量） / SV × 心拍数 → CO（心拍出量）

心拍出量＝自転車で表現すると…



- 心拍出量（ある期間に心臓が送り出す血液量）を、ある瞬間の自転車の速度にたとえる
- 4因子それぞれの役割と、疾患・治療介入がCOに及ぼす影響を表現している

※自転車のたとは、4因子の関係を理解するための教育的比喩であり、実際の循環動態をそのまま表すものではない

Vincent JL. Understanding cardiac output. Crit Care. 2008;12(4):174. doi:10.1186/cc6975.
フリー素材使用

心拍数＝ペダルを漕ぐ**速さ**

- 速く漕ぐほど、自転車は速く進む＝心拍数が速いほどCOは増える
- 漕ぎすぎると疲れて減速する＝COの低下→早ければ良いのではない
- 遅すぎれば距離が進まない＝徐脈でもCOは低下する



心拍数

急性上室性頻拍・心室性頻拍だけでなく、重度の徐脈性不整脈も CO低下や心原性ショックの原因になりうる

Vincent JL. Understanding cardiac output. Crit Care. 2008;12(4):174. doi:10.1186/cc6975.

を参考に著者がフリー素材を使用し記載

収縮力＝ペダルを踏み込む力

- 強く踏み込めば自転車は速く進む＝収縮力が増せばCOは増える
- 弱すぎれば速度は出ない＝収縮力低下でCOは低下する
- 踏み込みすぎれば疲労で倒れる＝収縮力を無理に上げ続けられれば止まらざるを得ない



強心薬の過剰投与は「漕ぎすぎて倒れる」状態に相当する。必要性和反応を評価しながら使用する。

Vincent JL. Understanding cardiac output. Crit Care. 2008;12(4):174. doi:10.1186/cc6975.

を参考に著者がフリー素材を使用し記載

前負荷 = 追い風

- 前負荷 = 収縮前の心筋の伸展度合い
- Frank-Starlingの法則：伸展が大きいほど（一定範囲内で）収縮力も大きい
- 追い風 = サイクリストが追加の力を使わずに速く走れる

自転車は風速が増すほど速度も上がり続けるが、心臓では前負荷がある値に達するとCOはそれ以上増加しなくなる。

前負荷



Vincent JL. Understanding cardiac output. Crit Care. 2008;12(4):174. doi:10.1186/cc6975.

を参考に著者がフリー素材を使用し記載

前負荷と静脈還流を混同しない！

静脈還流 = こちらに向かってくる自転車の速度

- 前負荷は、心室充満や心筋伸展を表す概念
- 静脈灌流は心臓に戻ってくる“流量”
- 一定期間に心臓に戻る血液量（静脈還流） = 同じ期間に心臓が送り出す血液量（心拍出量）

→あくまでも定常状態のとき

- 静脈還流は心拍出量に等しく、前負荷は一回拍出量の規定因子にすぎない

後負荷＝道の状態

- 後負荷＝心室が血液を送り出す際に抵抗しなければならない力（主に動脈血圧・血管緊張）
- 広くて滑らかな道や下り坂＝同じ筋力でも自転車の速度は上がる
- 狭くでこぼこした道・上り坂＝同じ力でも速度は上がらない



後負荷を減らすことでCOを増やせる。特に心筋収縮力が低下している状態で効果的

Vincent JL. Understanding cardiac output. Crit Care. 2008;12(4):174. doi:10.1186/cc6975.

を参考に著者がフリー素材を使用し記載

自転車のたとえ：4因子まとめ

01

心拍数 = ペダルを漕ぐ速さ

速すぎても遅すぎてもCO低下

02

収縮力 = ペダルを踏み込む力

強すぎれば疲弊、弱ければCO低下

03

前負荷 = 追い風

ある点でCOは頭打ちになる

04

後負荷 = 道の状態

滑らかな道・下り坂ほどCOは増える



4因子が崩れると、患者に何が起こるか

ここまでは「心臓の中で何が起きているか」の話でした

→ ここからは、それが患者の身体にどう現れるかを見ていきます

心拍出量のグラフで振り返る

- この「心機能曲線」を、4因子の変化と結びつけて見る
- 黄：総末梢血管抵抗↓ + 収縮力↑が重なった状態
- 黒：通常の作動点
- 緑：総末梢血管抵抗↑ + 収縮力↓が重なった状態

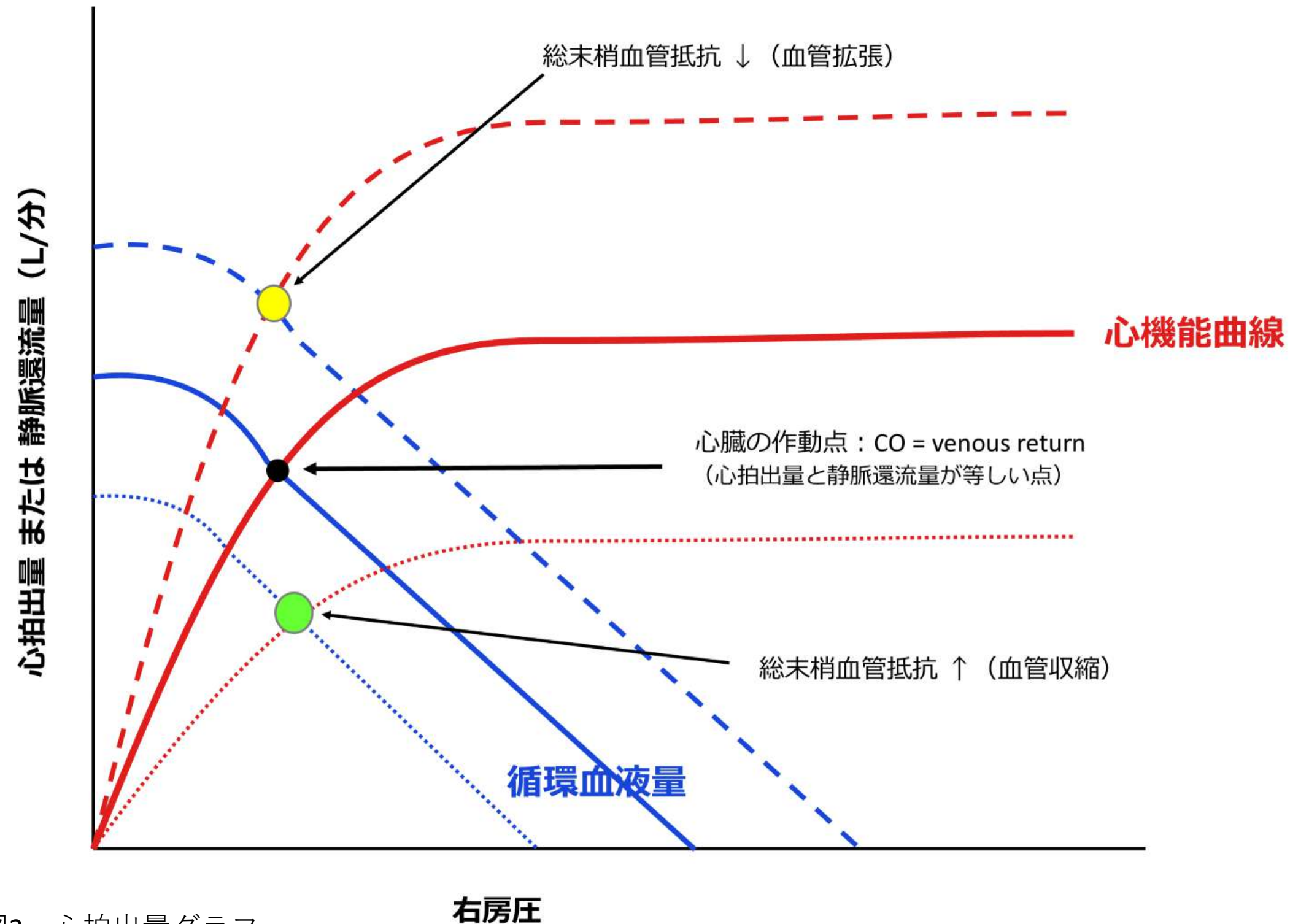


図2. 心拍出量グラフ

Guyton AC. (1955). Determination of Cardiac Output By Equating Venous Return Curves With Cardiac Response Curves. *Physiological Reviews*, 35(1), 123–129. DOI: 10.1152/physrev.1955.35.1.123を参考に著者作成

患者を2つの問いで見る：灌流とうっ血

① 血液を末梢まで十分に「送り出せているか」 = 灌流

② 血液が心臓の手前に「たまっていないか」 = うっ血

- Nohria-Stevensonの2軸（Warm/Cold・Wet/Dry）の本質は、この2つの問い
- 循環の数値を個別に見るのではなく、この2つの視点で患者の循環状態を捉える

Nohria A, Tsang SW, Fang JC, et al. Clinical assessment identifies hemodynamic profiles that predict outcomes in patients admitted with heart failure. J Am Coll Cardiol. 2003;41(10):1797-1804.

Japanese Circulation Society/Japanese Heart Failure Society Joint Working Group. JCS/JHFS 2025 Guideline on Diagnosis and Treatment of Heart Failure. Circ J. 2025;89(8):1278-1444.

灌流を考える：なぜ手足が冷たいのか

01

心拍出量が低下する

02

血圧・重要臓器血流を守るため交感神経が活性化

03

末梢血管が収縮する

04

皮膚血流が低下する → 四肢冷感・CRT延長・皮膚色変化

Naidu et al. J Am Coll Cardiol. 2022;79:933-946;

JCS/JHFS 2025 Guideline. Circ J. 2025;89:1278-1444. https://www.jstage.jst.go.jp/article/circj/89/8/89_CJ-25-0002/_article/-char/en

うっ血を考える：血液の滞りはどこで起こっているか

01

心臓が受け取った血液を十分前方へ送れない

02

心臓より手前側の圧が上昇する

03

静脈系に血液が滞る（＝「後ろ側」の問題）

左心系のうっ血

肺うっ血

→ 呼吸困難、断続性副雑音

右心系のうっ血

体静脈系のうっ血

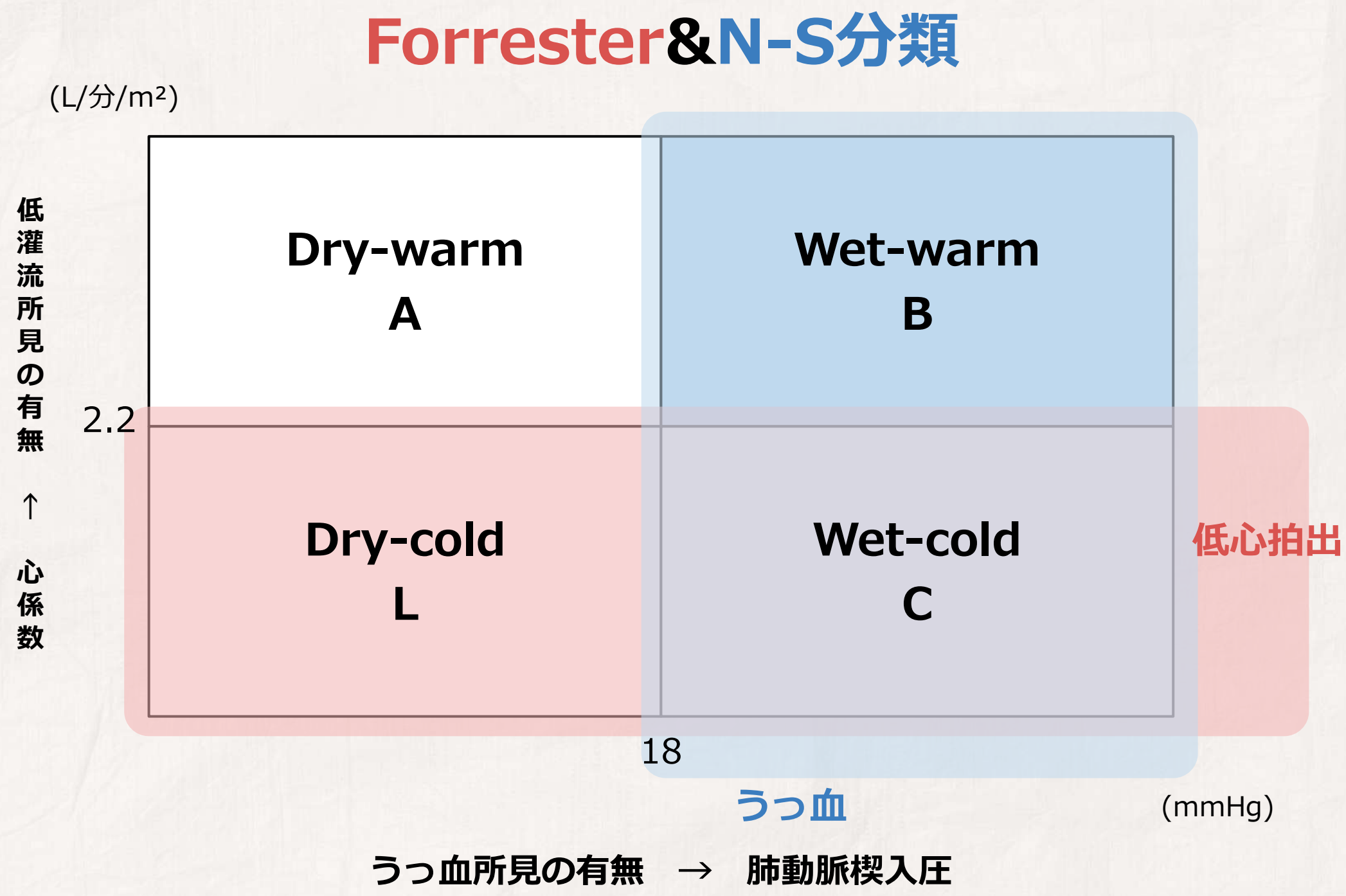
→ 頸静脈怒張、浮腫

Forrester分類と Nohria-Stevenson分類

		うっ血所見	
		なし	あり
低灌流所見	なし	warm & dry A	warm & wet B
	あり	cold & dry L	cold & wet C

図3．Nohria-Stevenson分類

「皮膚」から分かることもある
患者さんに「触れて」
アセスメントに活かす



Forrester JS, et al. N Engl J Med. 1976;295(24):1356-1362 / Nohria A, et al. J Am Coll Cardiol. 2003;41(10):1797-1804 を
参考に著者作成

Nohria-Stevenson分類



疾患名のラベルではなく、ベッドサイド所見から「今どこにいるか」を問い続けるための
地図です。

灌流の所見：Warm／Cold

Warm（灌流が保たれている）

意識清明／四肢が温かい／尿量維持／
CRT延長なし／乳酸上昇なし

注意：昇圧薬使用中は血圧だけで判断し
ない

Cold（低灌流）

四肢冷感・冷汗／意識変化／尿量低下／
CRT延長／乳酸上昇・腎機能悪化

Coldは「血圧が低いこと」ではなく「臓
器に血が届いていないこと」

うっ血の所見：Wet／Dry

Wet（うっ血あり）

頸静脈怒張（JVD）／断続性副雑音／呼吸困難・起坐呼吸／浮腫・胸水・肝腫大／体重増加

Dry（うっ血なし）

JVDなし・断続性副雑音なし・浮腫なし／口渇・皮膚乾燥／起立性低血圧・脈圧低下／尿量低下

注意：Dryに見えても Cold & Dry は危険な組み合わせ

分類して終わりではなく、変化を見る

01

利尿後

うっ血は軽減したが、冷感・乳酸上昇など低灌流所見が出現していないか

02

昇圧薬

平均血圧は上昇したが、尿量・意識・末梢冷感・乳酸は改善しているか

03

輸液

血圧は上昇したが、呼吸困難・副雑音・酸素化悪化が出現していないか

04

Af改善後

心拍数・リズムの改善に伴い、尿量・末梢冷感が改善したか

治療は循環動態を動かす。看護師はその動きを読む。評価は1回きりではない

同じ血圧。でも…

血圧 90/50 mmHg の患者を2人考えてみましょう

- 同じ血圧の数値でも、触れて分かる循環像はまったく違う
- 血圧だけでは判断できない

患者A：温かく、脈はドクドクと感じる

血压

90/50mmHg

四肢

温かい

CRT

短い

脈

bounding

皮膚

warm

血压は低い。でも末梢血管は収縮していない。むしろSVR低下？

- 末梢血管が締まっていない＝身体は血管収縮という代償をしていない
- 血压低下の主因は、末梢血管抵抗（SVR）の低下が疑われる

患者B：冷たく、CRT延長

血压

90/50mmHg

四肢

冷たい

CRT

延長

皮膚

蒼白

尿量

低下

身体は末梢血管を収縮させて血压を維持しようとしている。それでも90/50mmHg。
COは低いのでは？

- 末梢血管収縮という代償が働いているにもかかわらず血压**90/50mmHg**
- 代償してもこの数値ということは、心拍出量の低下が疑われる

Persichini R, et al. Venous return and mean systemic filling pressure: physiology and clinical applications. *Crit Care*. 2022;26:150.

血圧が下がる、2つの経路

「末梢血管の拡張により血圧が下がる」には、実は2つの経路がある

01

① 抵抗が下がって血圧が下がる経路

細動脈拡張 → SVR低下 → 後負荷低下 → MAP低下

02

② 静脈還流が減ってCOが下がる経路

静脈拡張 → 有効な静脈還流量の減少 → 前負荷低下 → CO低下 → MAP低下

同じ「血圧低下」でも、経路によって考えるべき介入は異なる

まとめ：ベッドサイドで見るポイント

- 1 血圧だけを見ない
- 2 心拍出はどうか、うっ血していないかを見る
- 3 その背景に前負荷・後負荷・収縮性・心拍数のどこが関係していそうか、と考える
- 4 循環の数値を個別に見るのではなく、因子と身体所見を結びつけて患者の循環状態を捉える

「患者に触れる、皮膚からの情報をもっと活用する。
循環の数値ではなく、患者さんを看る。」

参考文献

1. Muir WW, Hamlin RL. Myocardial contractility: Historical and contemporary considerations. *Front Physiol.* 2020;11:222. doi:10.3389/fphys.2020.00222.
2. Vincent JL. Understanding cardiac output. *Crit Care.* 2008;12:174. doi:10.1186/cc6975.
3. Guyton AC. Determination of cardiac output by equating venous return curves with cardiac response curves. *Physiol Rev.* 1955;35(1):123-129. doi:10.1152/physrev.1955.35.1.123.
4. Nohria A, Tsang SW, Fang JC, et al. Clinical assessment identifies hemodynamic profiles that predict outcomes in patients admitted with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41(10):1797-1804. doi:10.1016/S0735-1097(03)00309-7.
5. Japanese Circulation Society/Japanese Heart Failure Society Joint Working Group. JCS/JHFS 2025 Guideline on Diagnosis and Treatment of Heart Failure. *Circ J.* 2025;89(8):1278-1444. doi:10.1253/circj.CJ-25-0002.
6. Naidu SS, Baran DA, Jentzer JC, et al. SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update: A Review and Incorporation of Validation Studies. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(9):933-946. doi:10.1016/j.jacc.2022.01.018. Guyton AC, Hall JE. ガイトン生理学 原著第11版. エルゼビア・ジャパン; 2010.
7. 山下武志 監修, 公益財団法人心臓血管研究所付属病院 編著. **NEW はじめての循環器看護**. メディカ出版; 2022.
8. 医療情報科学研究所 編. 病気がみえる vol.2 循環器 第4版. メディックメディア; 2017.
9. 眞茅みゆき 監修, 池亀俊美, 加藤尚子, 大津美香 編集. 心不全ケア教本 第2版. メディカル・サイエンス・インターナショナル; 2019.