

動的パラメータを活用した体液管理

～モニタリングの解釈・治療の評価～

東邦大学医療センター大森病院 特定集中治療室

急性・重症患者看護専門看護師

福永拓人

本セミナーの目標

- ・ 輸液療法の基本的な知識がわかる
- ・ 輸液療法を評価するための動的パラメータがわかる
- ・ 輸液療法を評価するためのアセスメントができる

52%

この数字は何でしょう？

52%

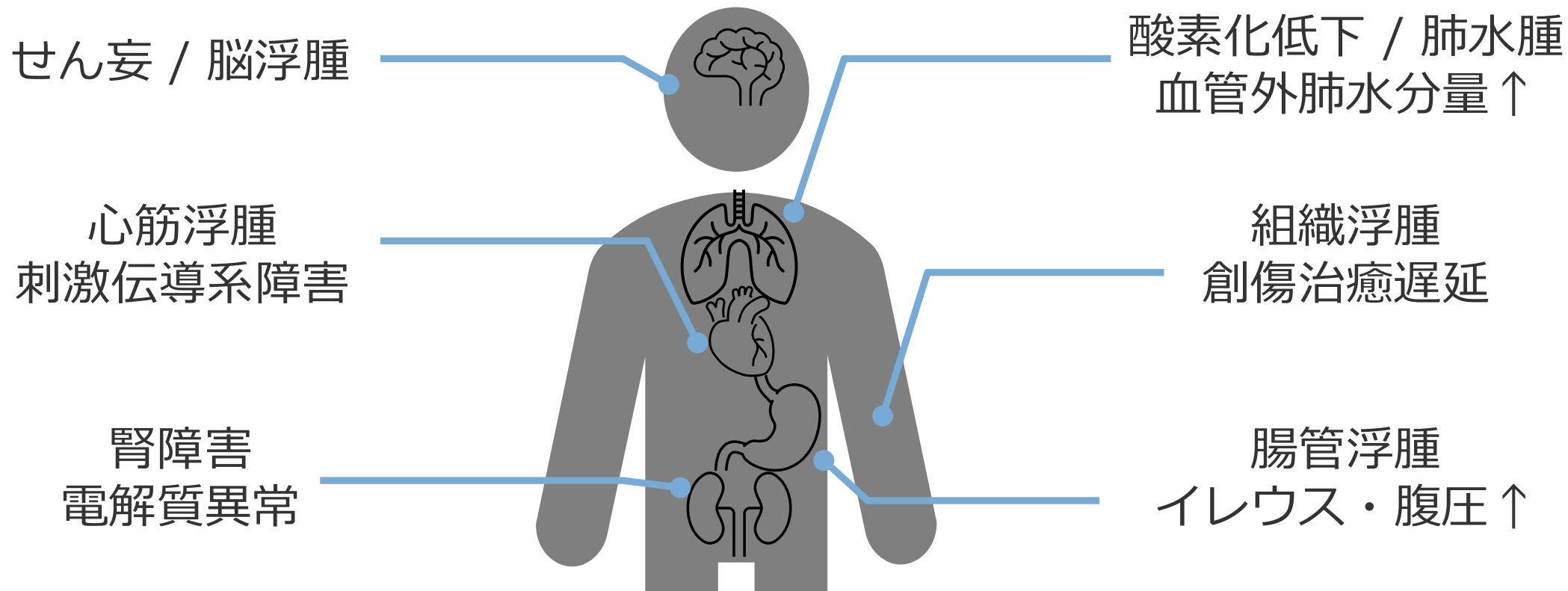
輸液チャレンジによって
輸液反応ありと判定された割合

Messina A, et al. Crit Care. 2022.

血圧が下がったから輸液を入れよう



過剰輸液（Fluid Overload）による害



Pfortmueller et al. Ann Intensive Care. 2024.を参考に作成

体液過剰は、死亡率上昇とも関連している

Messmer AS, et al. Crit Care Med. 2020.

個別化した輸液投与が重要

1 輸液を考えるための基本

2 輸液投与を判断する3つの視点

3 動的パラメーターの使い分け

体の水分量と体液コンパートメント



ショック時のコンパートメントのターゲットは血管内

循環管理の目標

ショックの本質は、「末梢組織の酸素供給低下」

ショック $\neq$ 血圧低下

酸素需給バランス↓

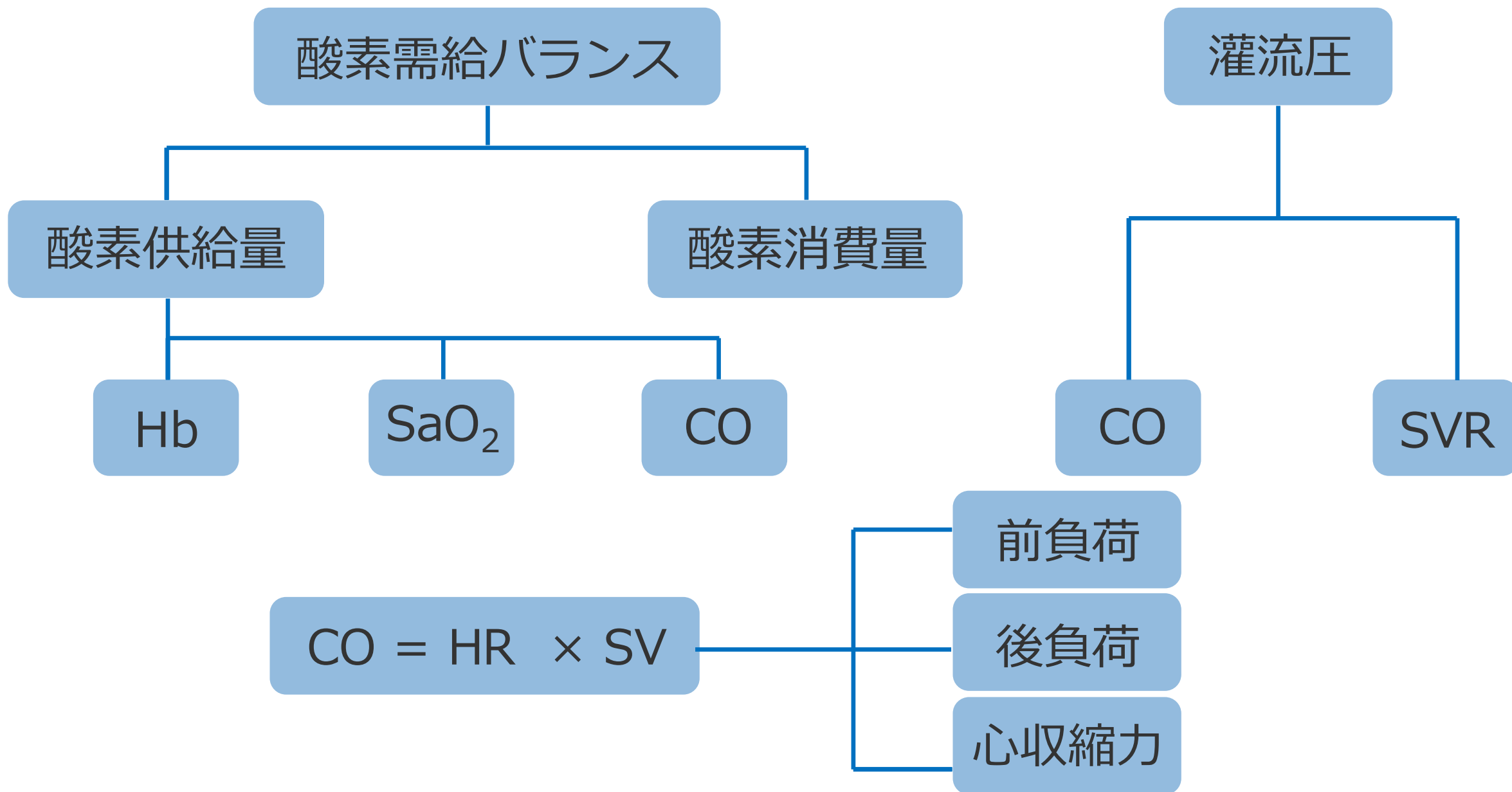
$$DO_2 = (1.34 \times Hb \times SaO_2) \times CO$$

$$VO_2 = 1.34 \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2) \times CO$$

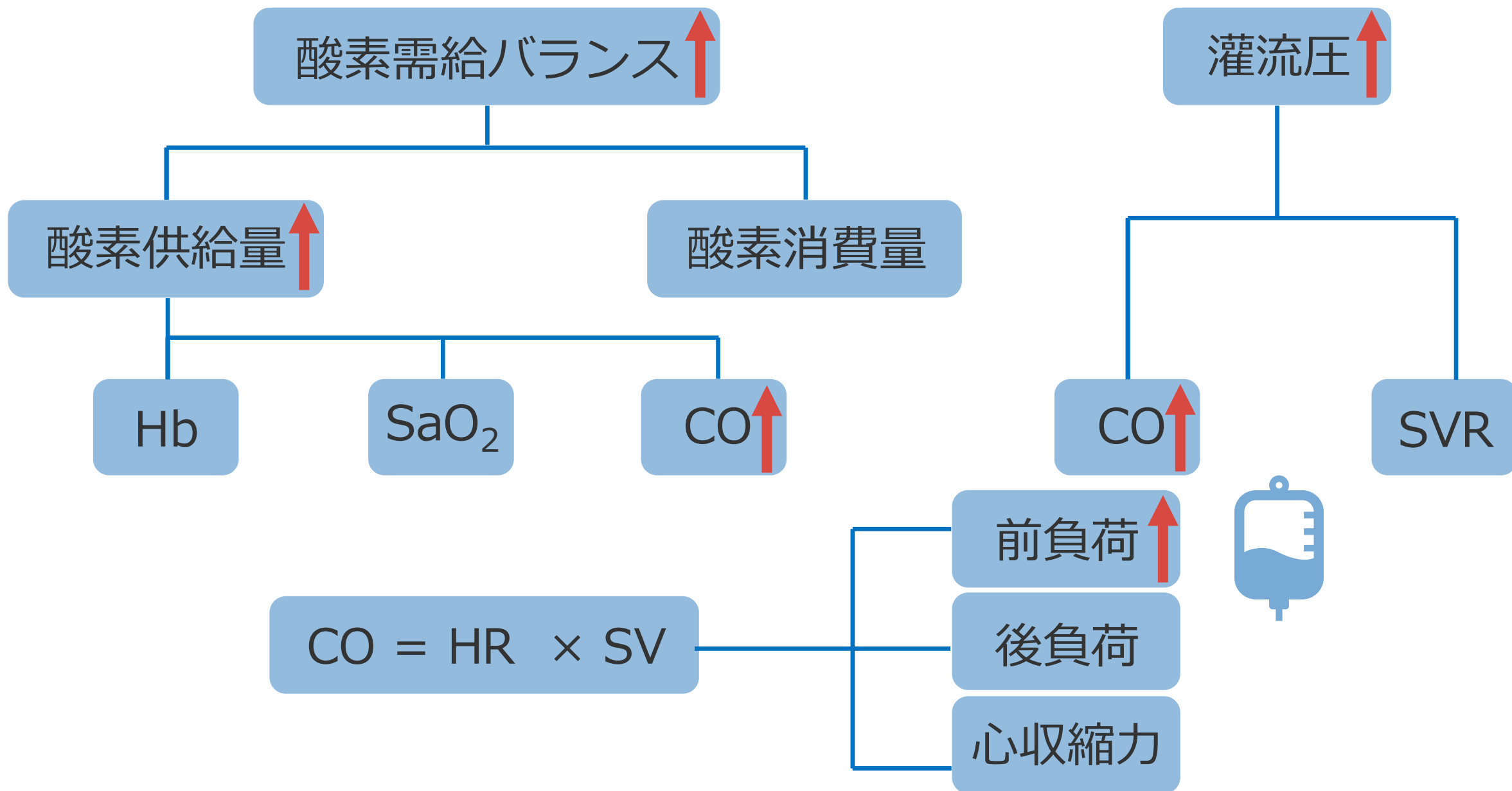
灌流圧↓

$$\begin{aligned} \text{灌流圧} &= \text{MAP} - \text{RAP} \\ &= \text{MAP} - \text{CVP} \\ &= CO - \text{SVR} \end{aligned}$$

循環管理の2大原則



循環管理の2大原則



輸液療法の目的と種類

前負荷を増やすことで心拍出量や酸素供給量を増加させること

蘇生輸液

循環血液量減少
の是正
ショックの蘇生

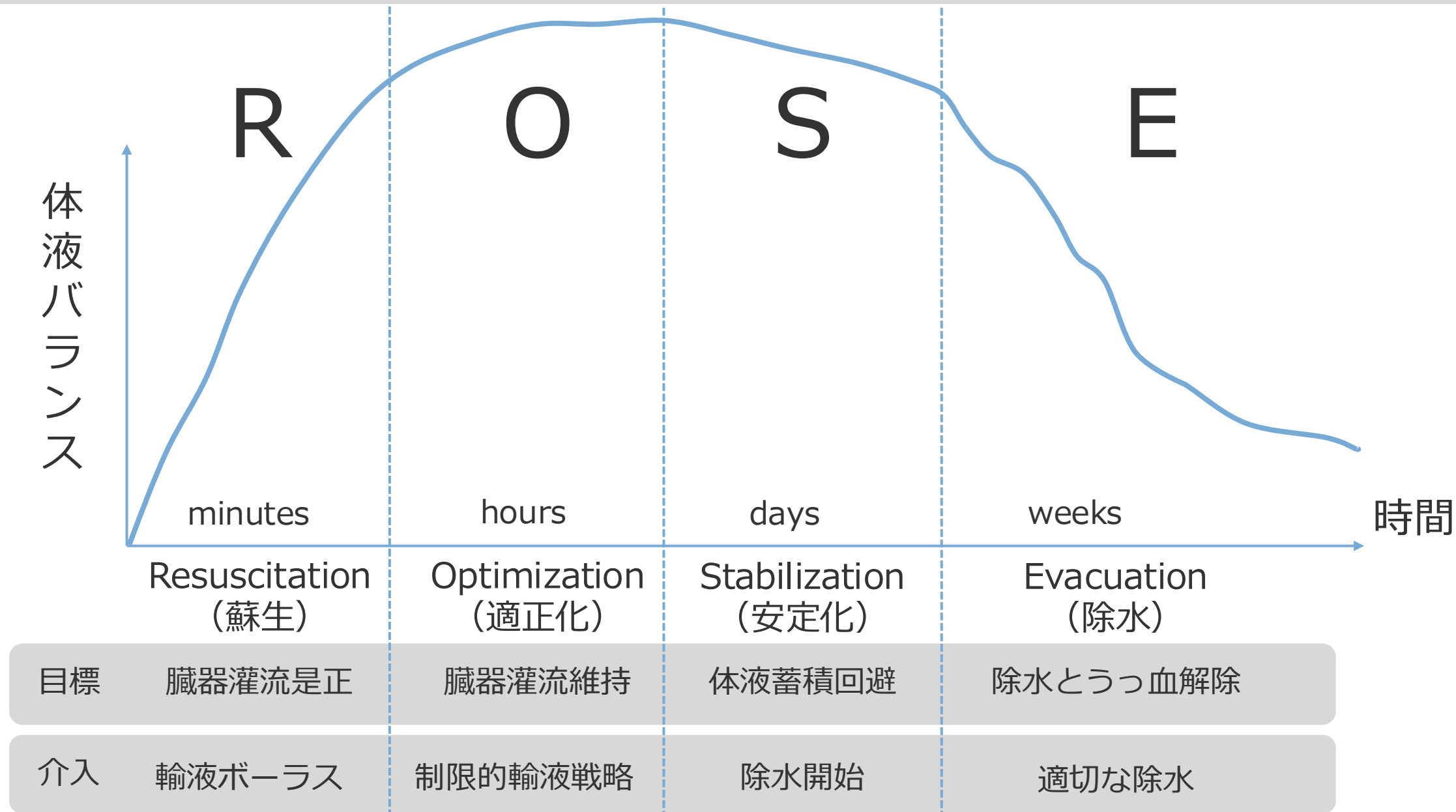
補充輸液

嘔吐や下痢、ドレ
ーン排液、滲出液
などで失われた水
分を補充

維持輸液

経口摂取が困難で、
循環動態が安定して
いる患者の水分・
糖分・電解質を補充

体液管理のフェーズ



- 1 輸液を考えるための基本
- 2 輸液投与を判断する3つの視点**
- 3 動的パラメーターの使い分け

輸液療法の3大原則



輸液必要性の評価

組織の低灌流はあるか？



低血圧 / 乳酸値
混合静脈血酸素飽和度
毛細血管再充満時
尿量 / 網状チアノーゼ



輸液反応性の評価

輸液による心拍出量は
上がるか？



動的指標
静的指標



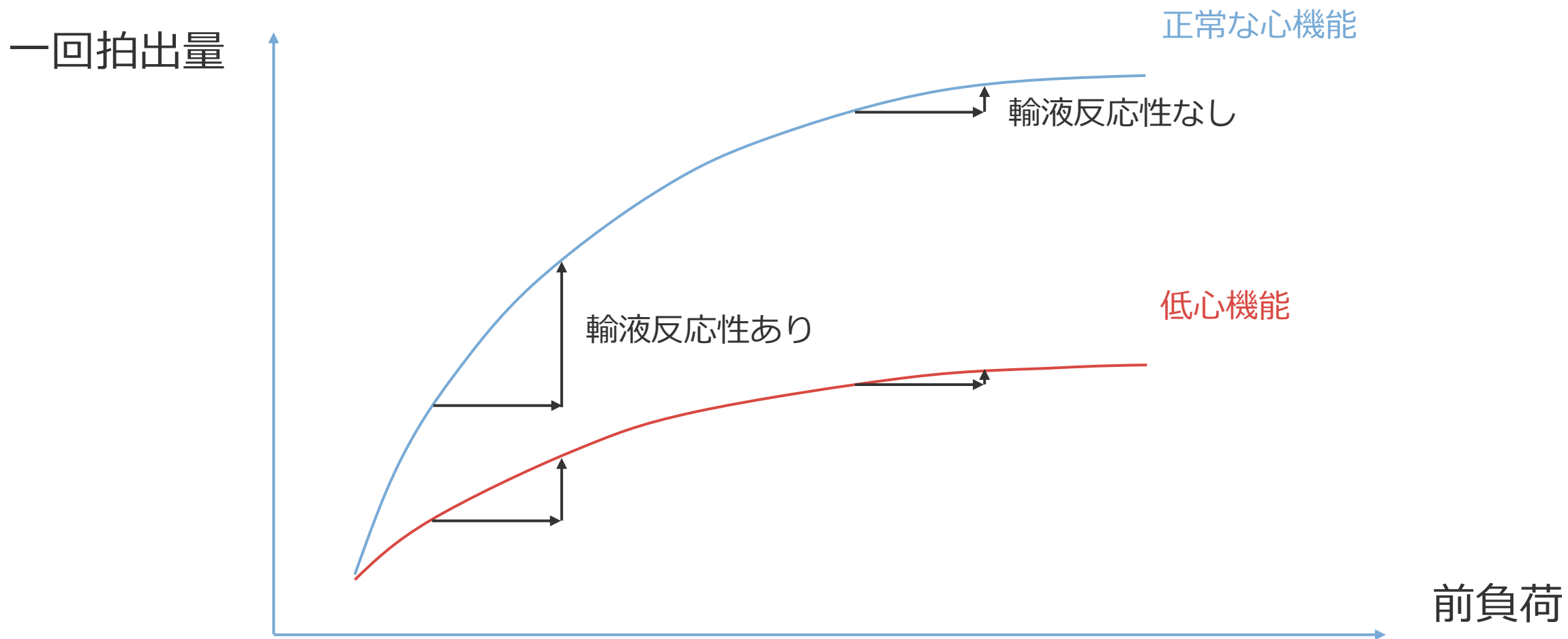
輸液忍容性の評価

輸液負荷に耐えられるか？



肺エコーのB-line
CVP/ 腹腔内圧
VExUSスコア※
P/F ratio
肺動脈楔入圧

輸液反応性の考え方



Bentzer P, et al. JAMA. 2016.を参考に作成

輸液反応性の評価方法には、静的指標と動的指標がある

静的指標

ある1点での循環動態を
反映した指標



CVP / 肺動脈楔入圧など

動的指標

介入に対する反応や変動を
評価する指標



Fluid challenge / PLR※
SVV ※ / PPV ※ / IVC ※ / VTI ※

※ PLR: passive leg raise, PPV: Pulse Pressure Variation, SVV: Stroke Volume Variation,
IVC: Inferior Vena Cava, VTI: Velocity Time Integral

静的指標 vs 動的指標

指標	カットオフの 中央値	感度	特異度	陽性LR	陰性LR
CVP	8mmHg(6-9)	62(54-69)	76(60-87)	2.6(1.4-4.6)	0.50(0.39-0.65)
SVV（強制換気）	13(10-13)	79(67-87)	84(74-90)	4.9(2.8-8.5)	0.25(0.15-0.43)
IVC（強制換気）	15(12-21)	77(44-94)	85(45-97)	5.3(1.1-27)	0.27(0.08-0.87)
PLRのCO変化 （強制換気）	10(7-12)	92(82-97)	92(86-96)	11(6.3-21)	0.08(0.03-0.21)

Bentzer P, et al. JAMA. 2016.を参考に作成

輸液反応性の評価指標としては、動的指標が有用

- 1 輸液を考えるための基本
- 2 輸液投与を判断する3つの視点
- 3 動的パラメーターの使い分け**

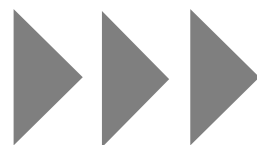
Fluid challenge

輸液負荷を行い、COが上がるかどうかを見る方法であり、
輸液反応性を評価するゴールドスタンダード



250～500mL
(少なくとも4mL/kg)
の等張晶質液を20分
以内に投与

【Mini Fluid challenge】
輸液忍容性が低い場合に実施
100～150mLを1～2分で投与



輸液終了1分後に、**CO**
が10～15%上昇してい
れば輸液反応性あり

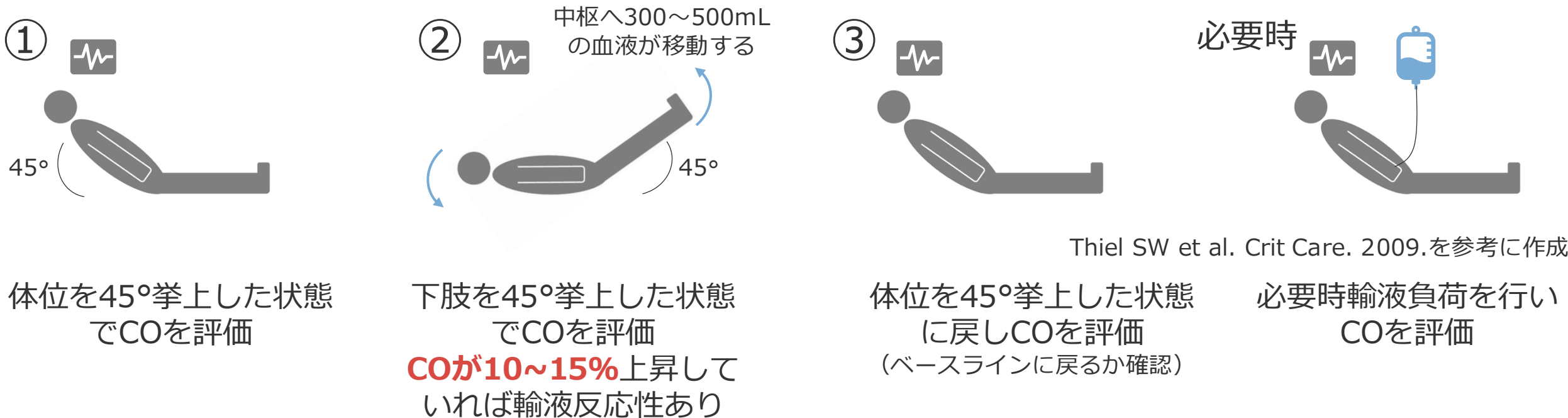
【Mini Fluid challenge】
輸液終了1分後に、**COが5～10%**
上昇していれば輸液反応性あり

Monnet X, et al. Ann Intensive Care. 2016; Messina A, et al. Crit Care. 2022.を参考に作成

- ▶ 過剰輸液による肺水腫や腎障害のリスクがあるため、CVPの上昇に注意
- ▶ 代替指標として、ETCO₂ (2mmHg ↑) や、SvO₂ (3.4～5% ↑) などがある

PLRテスト: 受動的下肢挙上テスト

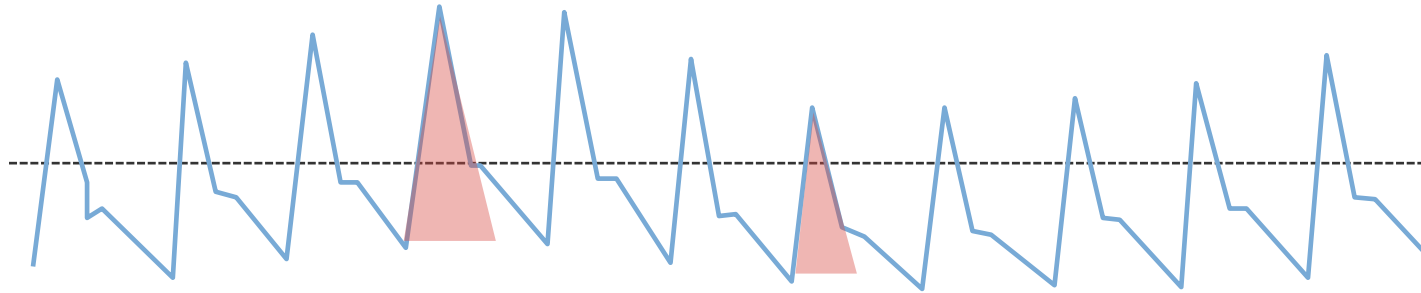
輸液をせず体位変換で実際に輸液をしたような変化をする方法



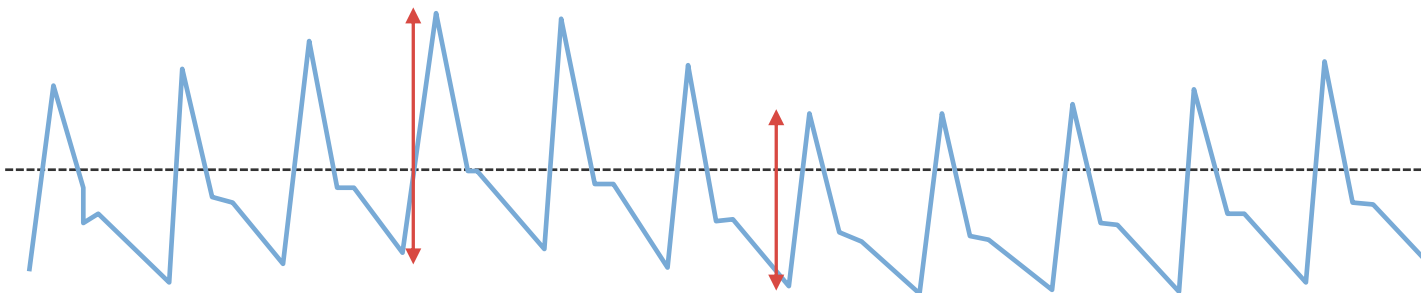
- ▶ PLRテストでは、血圧の変化ではなくCOの変化評価する
- ▶ 交感神経刺激を避けるため、リクライニング機能を用いて受動的に挙上する
- ▶ 腹腔内圧上昇や弾性包帯装着している患者は正しく評価できない
- ▶ **慢性心不全患者では禁忌**

陽圧換気時のCOの呼吸性変動を利用する手法

SVV：一つの動脈波形の面積の変動



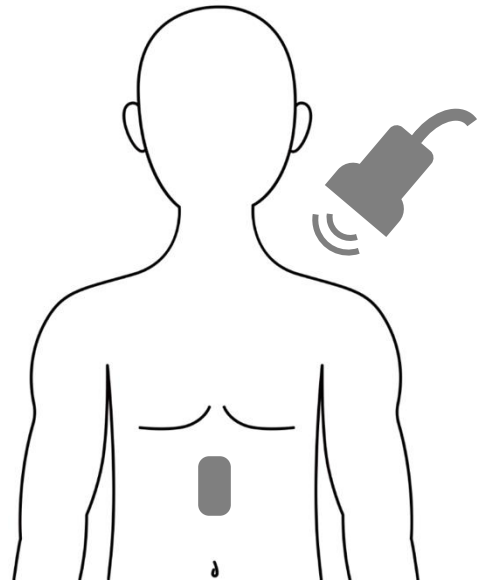
PPV：収縮期圧と拡張期圧の差の変動



13%以上で輸液反応性あり

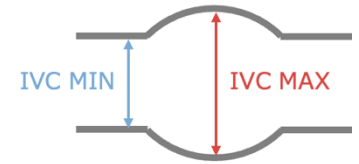
- ✓ 完全陽圧換気であること
- ✓ 不整脈がないこと
- ✓ 一回換気量が8ml/kg以上で呼吸数が一定
- ✓ 肺コンプライアンスが低下していない
- ✓ 腹腔内圧の上昇がない
- ✓ 開胸下ではない

エコーを用いた指標



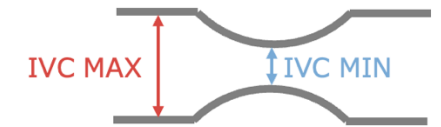
肝静脈流入部の1～2cm
末梢側で測定

自発呼吸あり → 吸気時に
胸腔内が「陰圧」になり
IVCが虚脱する



CI_{IVC} ($\geq 42\%$)
を評価

完全陽圧換気 → 吸気時に
胸腔内が「陽圧」になり
IVCが拡張する



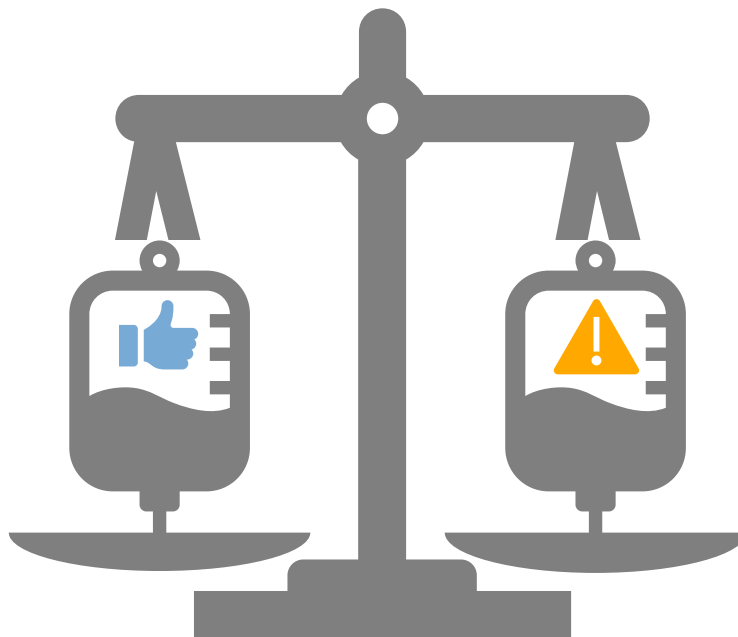
DI_{IVC} ($\geq 18\%$)
 DV_{IVC} ($\geq 12\%$)
を評価

Barbier C, et al. Intensive Care Med. 2004.を参考に作成

IVC虚脱で輸液反応性あり、**呼吸性変動**がないと輸液反応性なし

※数値だけで決めつけず、フィジカライグザミネーションなどを用い、総合的に判断する

輸液必要性・輸液反応性・輸液忍容性から評価する



- ✓ 輸液投与はフェーズを参考に投与する
- ✓ 輸液反応性の動的パラメーターは各特徴を考え選択する
- ✓ パラメーターのみで評価するのではなく、
フィジカルイグザミネーションと組み合わせ評価する



セルフチェック

興味があればやってみてください！

Q

輸液投与を評価する3つのアセスメント軸の説明として、不適切なものはどれか。

- A) 輸液必要性：乳酸値の上昇、尿量低下、毛細血管再充満時間の延長など、組織低灌流のサインがあるかを評価する。
- B) 輸液反応性：前負荷を増やした際に、Frank-Starlingの法則に従って心拍出量が増加するかどうかを評価する。
- C) 輸液忍容性：これ以上の輸液を行っても、肺水腫や臓器うっ血といった害を生じないかを評価する。
- D) 輸液忍容性が低下している状態であっても、輸液反応性が「あり」と出た場合は無条件で輸液ボールスを追加投与すべきである。

A

【正解】 D

【解説】

輸液反応性が存在しても、うっ血の進行・害のリスクがある場合は輸液ボーマスを避ける必要があります。単一の指標にとらわれず、必要性・反応性・忍容性の3軸を総合的にアセスメントすることが必須です。

Q

PLRテスト（受動的下肢挙上テスト）の手順
および注意点として、不適切なものはどれか。

- A) 測定開始時は「45度半座位」の体位にし、そこからベッド操作で頭部を平らに下げて下肢を45度挙上する。
- B) 下肢から約300～500mLの血液を中枢へ移動させる「可逆的な模擬輸液」である。
- C) 評価は血圧の上昇のみで判断し、心拍出量の変化を測定する必要はない。
- D) 疼痛や覚醒に伴う交感神経刺激による偽陽性を防ぐため、足を手で直接掴んで持ち上げず、ベッドのリクライニング機能を使用する。

A

【正解】 C

【解説】

PLRテストの効果判定は、心拍出量の変化を直接モニタリングして評価します。血圧の上昇のみで判定することは推奨されていません。

Q

動的パラメータの評価・アセスメントに関する
記述として、不適切なものはどれか。

- A) 「血圧が下がっているからとりあえず輸液」という対応は避け、乳酸値や身体所見から組織低灌流のサインがあるかを確かめて判断する。
- B) モニターの数値だけに振り回されず、毛細血管再充満時間・尿量・皮膚所見などのフィジカルイグザミネーションと組み合わせて総合評価する。
- C) 動的パラメータの数値が高値を示していれば、うっ血のサインや身体所見に関わらず、限界まで輸液を追加し続けるべきである。
- D) モニターの数値を治すのではなく、目の前の患者の病態を診ることが本質である。

A

【正解】 C

【解説】

動的パラメータで「輸液反応性あり」と出ても、すでにうっ血のサインが出ている場合は、過剰輸液による臓器障害を防ぐために輸液を回避する必要があります。数値単独に捉われず、フィジカルイグザミネーションと組み合わせて総合評価することが不可欠です。