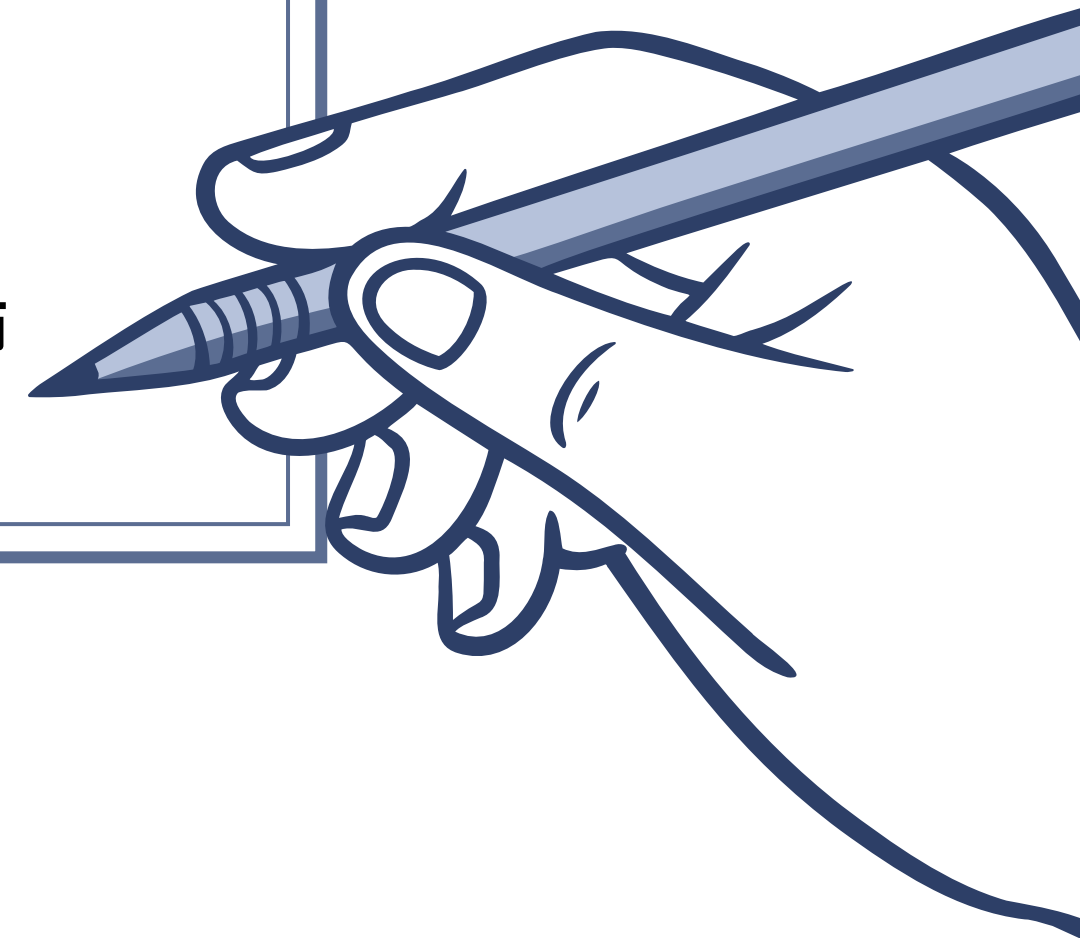


日本クリティカルケア看護学会 オンデマンドセミナー
実践！重症患者の回復を導く循環管理－循環動態の見える化と補助循環管理の克服

講義⑤

大動脈バルーンパンピング (IABP)・ 経皮的補助人工心臓 (IMPELLA) 管理と看護 －適応・原理・安全管理・合併症予防－

東京女子医科大学病院
クリティカルケア認定看護師
村田宏美



本日の内容



適応

なぜ使う？

循環のどこが
破綻している？



原理

どう助ける？

IABPとImpellaは
どう違う？



管理・看護・合併症

何を見る？

患者・挿入部・機器を
どう観察する？

心不全が進行するほど、補助循環の役割が大きくなる

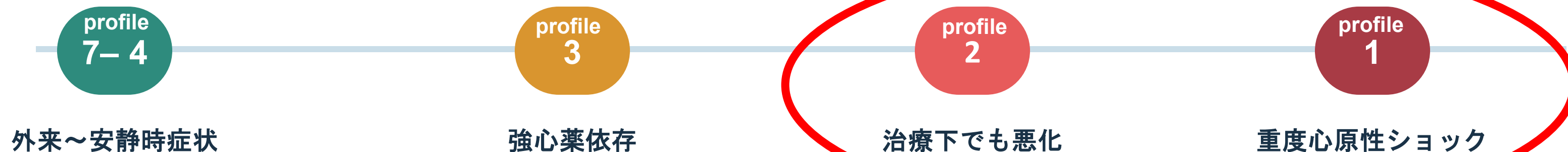




適応

様々な分類から機器的循環補助 (mechanical circulatory support:MCS)の適応を考える

INTERMACS/J-MACS分類 NYHA分類Ⅲ～Ⅳの患者を状態と経過により細分化したもの



- ・INTERMACSは重症心不全患者を1～7のプロファイルに分類している
- ・J-MACSは日本における補助人工心臓(VAD)の治療・管理に関するもので、日本の重症心不全患者の状態把握や治療評価に活用される

Stevenson LW, et al. J Heart Lung Transplant. 2009;28:535-541.

2021年改訂版 重症心不全に関する植込型補助人工心臓ガイドライン 参考に作成

https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Ono_Yamaguchi.pdf

SCAI ショックステージ分類 心原性ショックを5段階(A～E)の重症度別に分類



Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al. SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock. Catheter Cardiovasc Interv. 2019;94(1):29-37.を参考に作成

- ・臨床現場での心原性ショックの判断を標準化し治療介入のタイミングを明確化している

MCSはどこのサポートをするか

両心補助の場合

V-A ECMO

ECPELLA

右心機能

左心機能

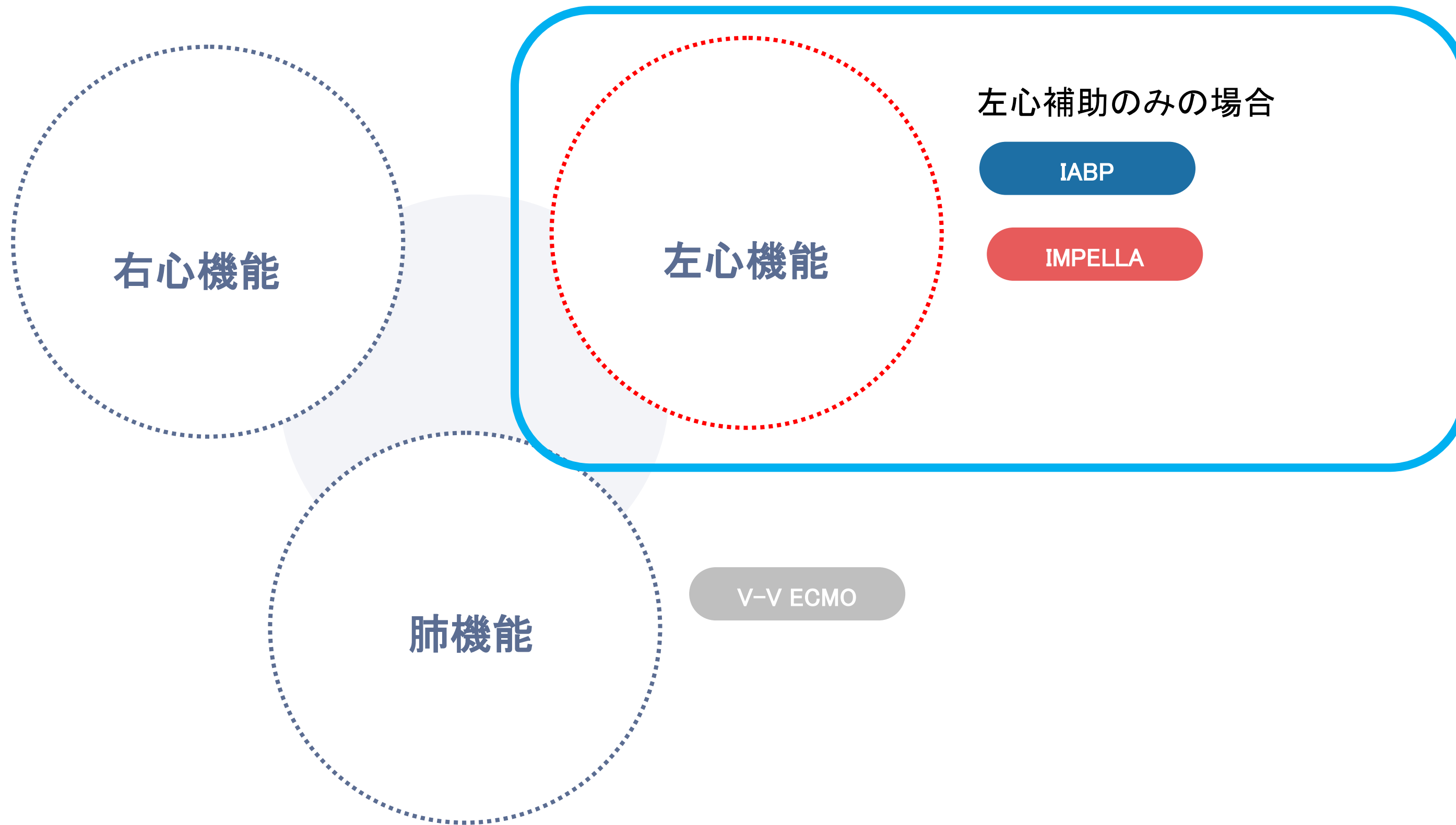
左心補助のみの場合

IABP

IMPELLA

肺機能

V-V ECMO



IABPとIMPELLAはどこをサポートをするか

左心機能

混合静脈血酸素飽和度 SvO_2 酸素供給と酸素消費のバランスを反映酸素運搬量 DO_2

$$DO_2 = \text{心拍出量(CO)} \times \text{動脈血酸素含量}(CaO_2)$$

心拍出量 CO 動脈血酸素含量 CaO_2 Hb・SaO₂などに影響される

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

1回拍出量
SV心拍数
HR

SVを決める3つの要素

前負荷

後負荷

心収縮力Impella | 左室アンローディング
+ 順行性血流を補助IABP | 後負荷を軽減
+ 冠灌流を増加

IABPとImpellaは、補助の“しかた”が違う

IABP

圧補助

心臓の収縮と拡張に合わせてバルーンの収縮・拡張を行う

- ・補助流量: 0.3~0.5L/min
- ・心補助率: 10~20%
- ・左室後負荷を軽減し、冠血流を増加
- ・血液を直接送るポンプではない
- ・不整脈や高度頻脈で補助効果が減弱する

禁忌

中等度以上の大動脈弁閉鎖不全症、大動脈解離など

IMPELLA

流量補助

左室から大動脈へ血液を送る

- ・補助流量: 1~5.5L/min
- ・心補助率: 50%~
- ・順行性に血液を送血
- ・左室の前負荷と後負荷を軽減
- ・正しい位置と前負荷が必要
- ・IMPELLA CP®/5.5®で挿入方法や流量が変わる

禁忌

中等度以上の大動脈弁閉鎖不全症、大動脈機械弁など

道又元裕:これならわかるICU看護,照林社,P102-108 を参考に作成

市場晋吾,服部英敏ら:経皮的循環補助の生理学を参考に作成
(ECMO/IMPELLA/IABP).INTENSIVIST.2022;14(2:331-348)

どちらも右室を補助する機能はない

原理

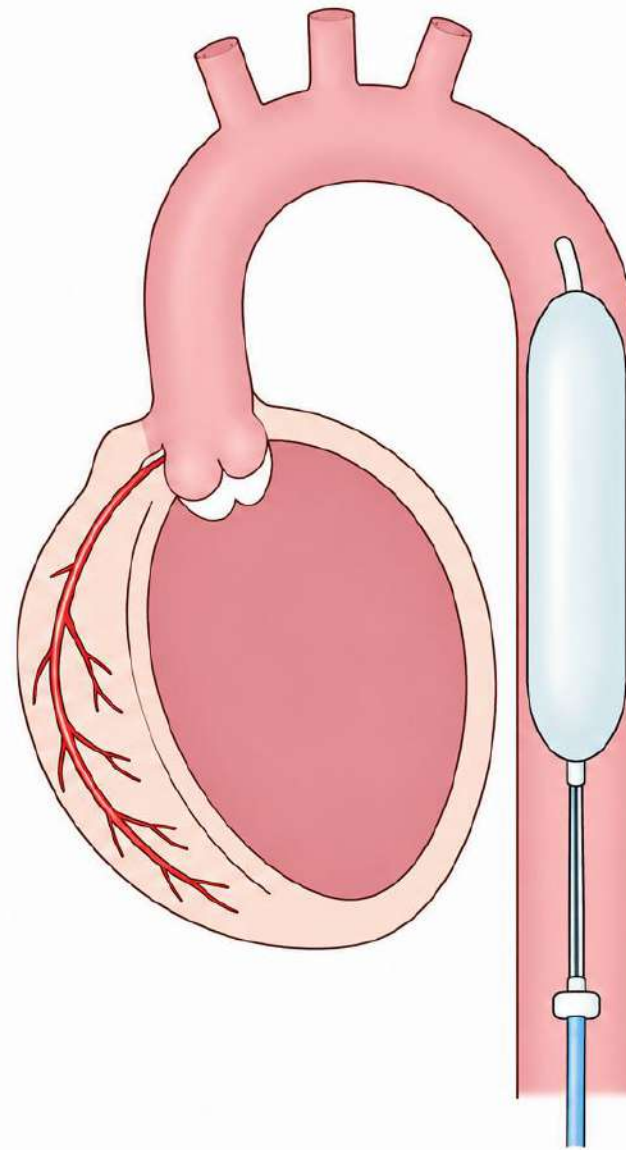
IABP

圧補助

心臓の収縮と拡張に合わせてバルーンの収縮・拡張を行う

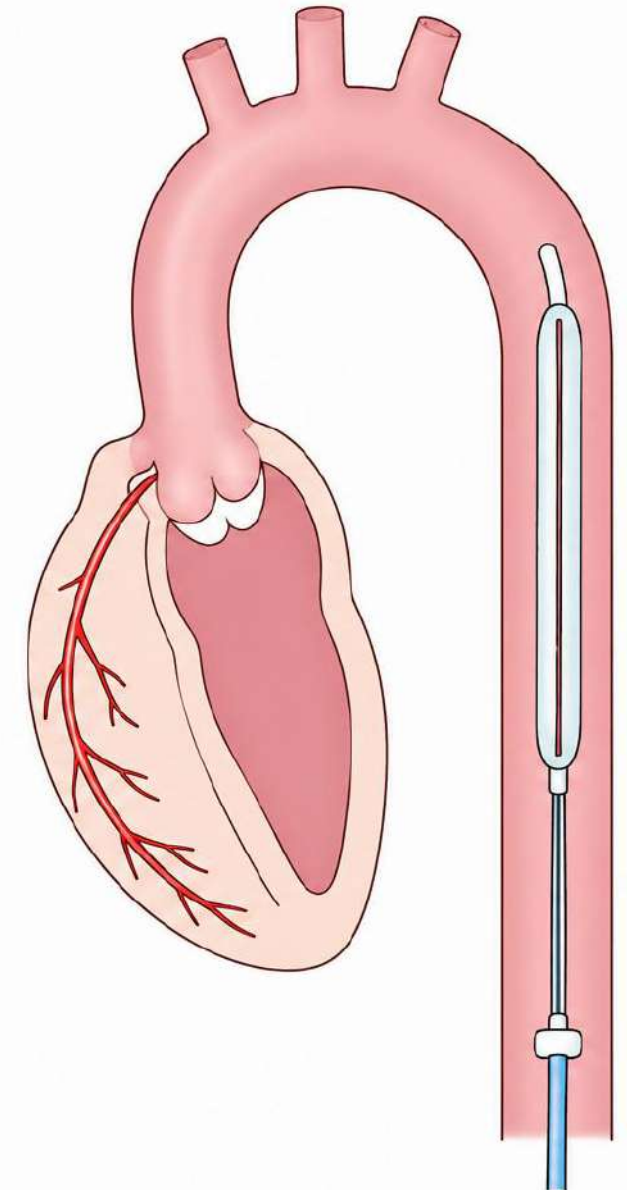
- ・補助流量: 0.3~0.5L/min
- ・心補助率: 10~20%
- ・左室後負荷を軽減
- ・血液を直接送るポンプではない
- ・不整脈や高度頻脈で補助効果が減弱する
- ・バルーンサイズは25~40CCで身長に応じて使い分ける

ダイアストリック・オーグメンテーション diastolic augmentation

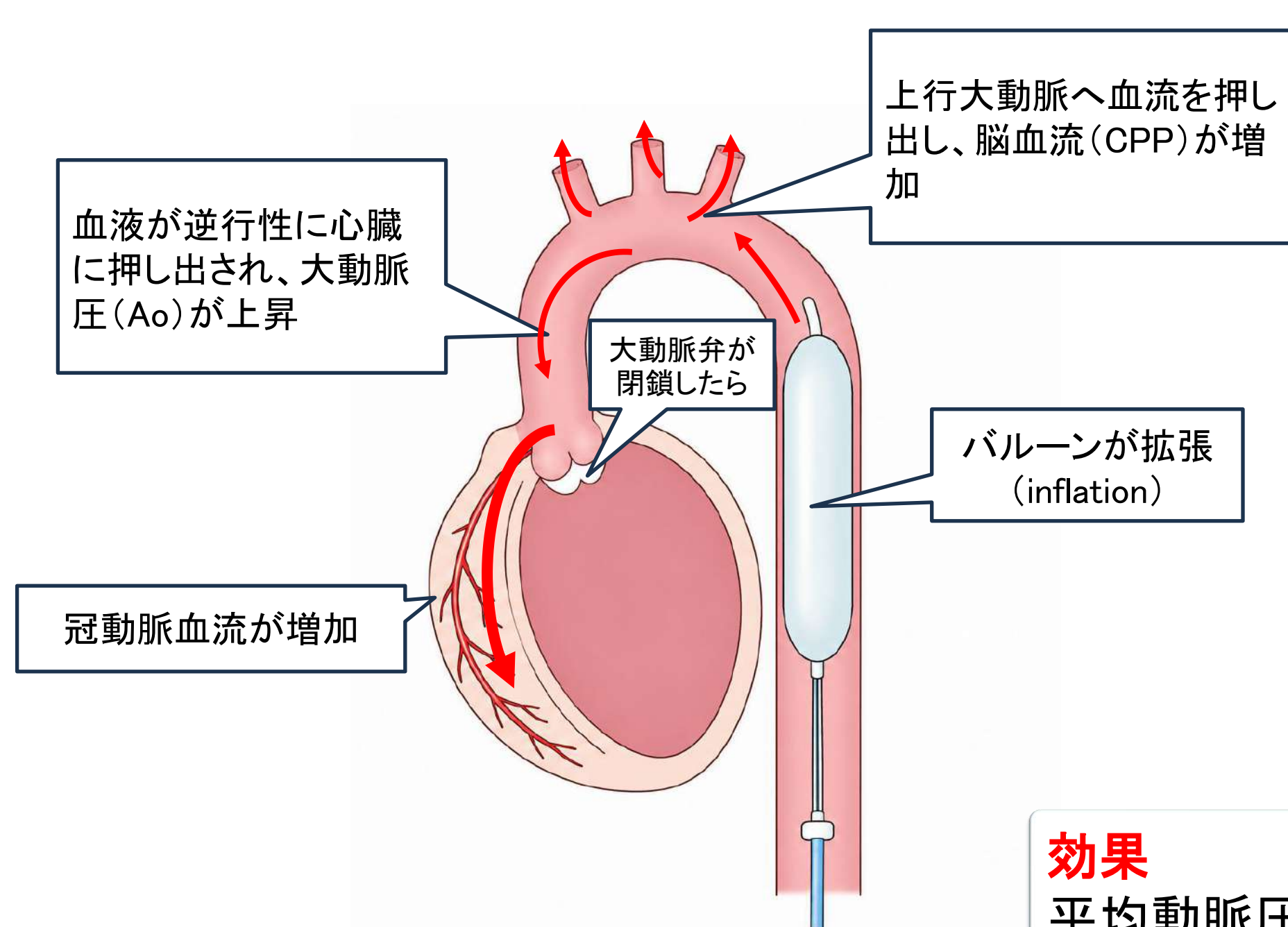


拡張期: 冠血流を増やす

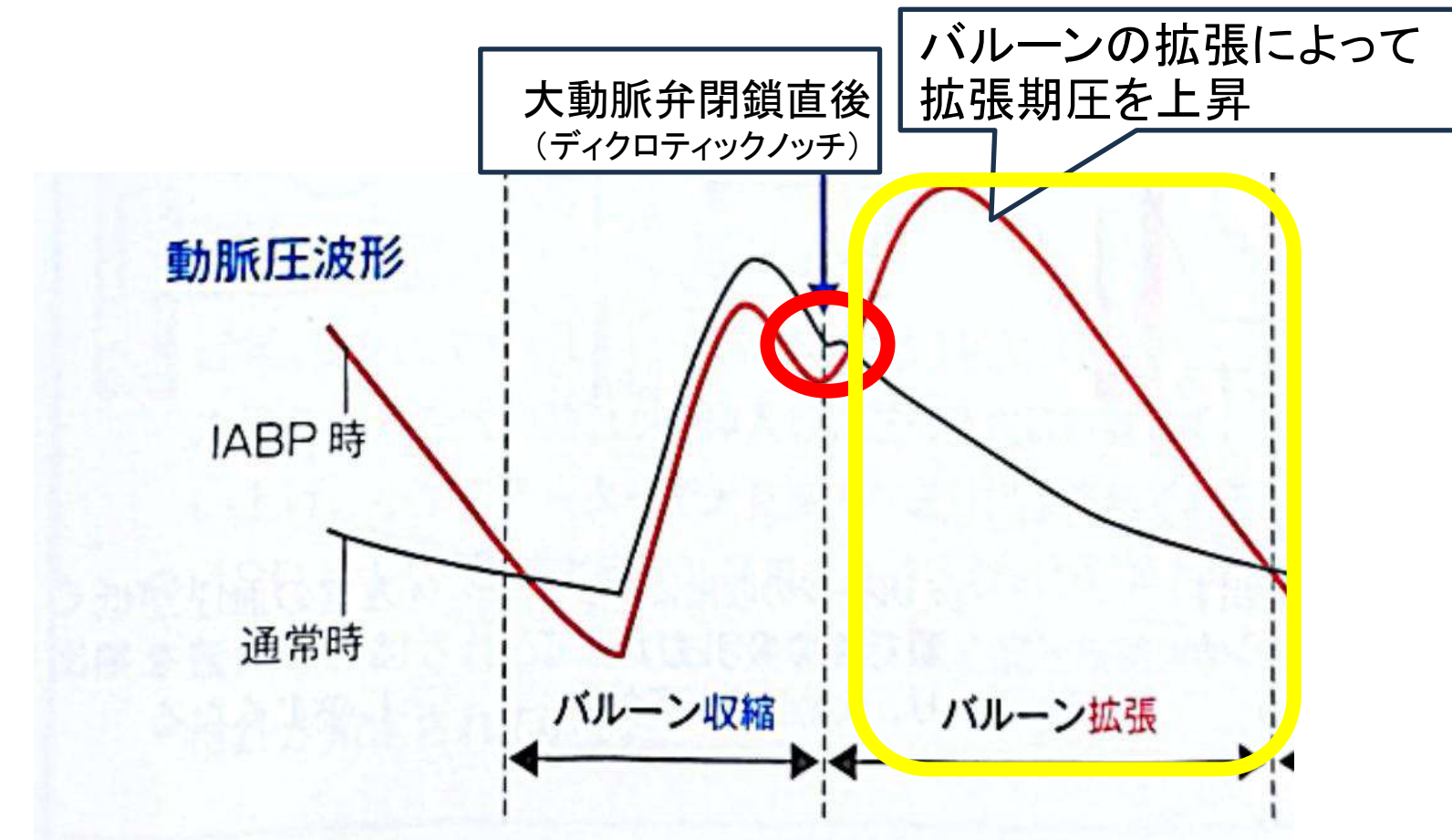
シストリック・アンローディング systolic unloading



収縮期: 後負荷を減らす



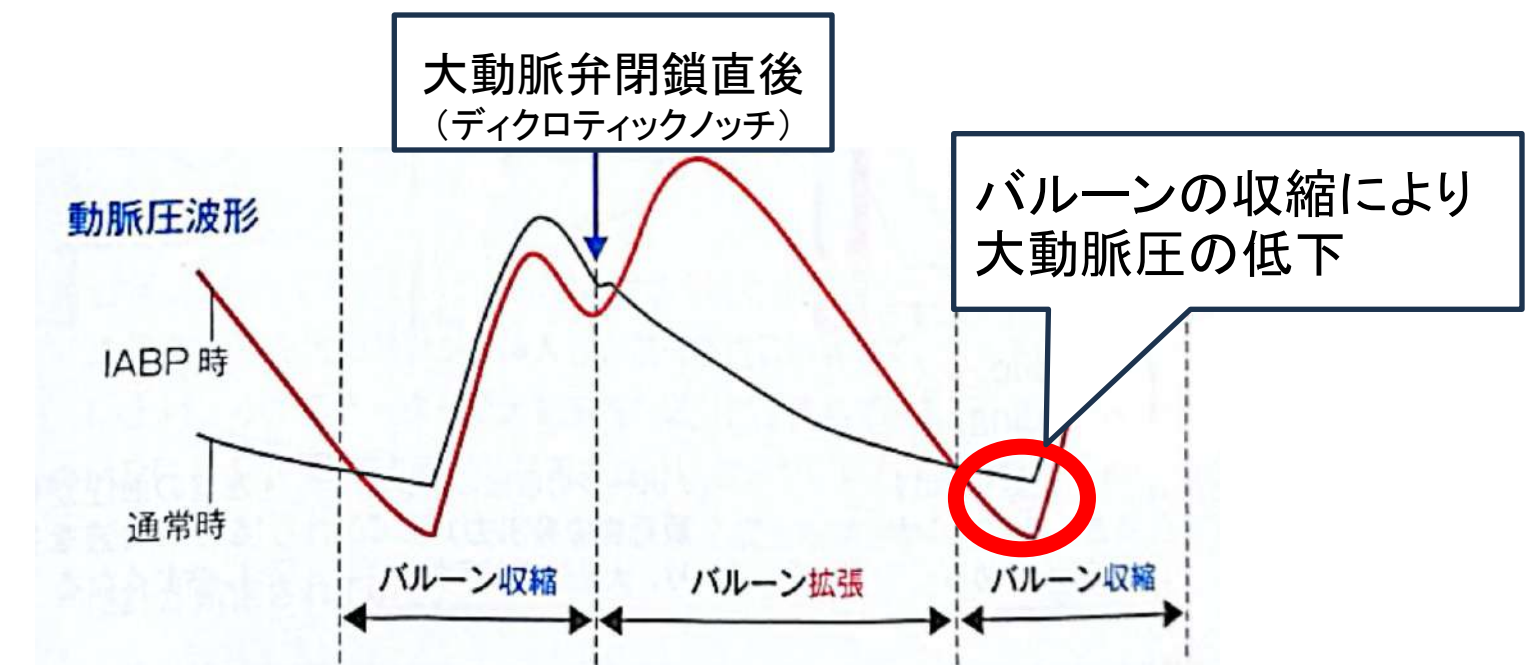
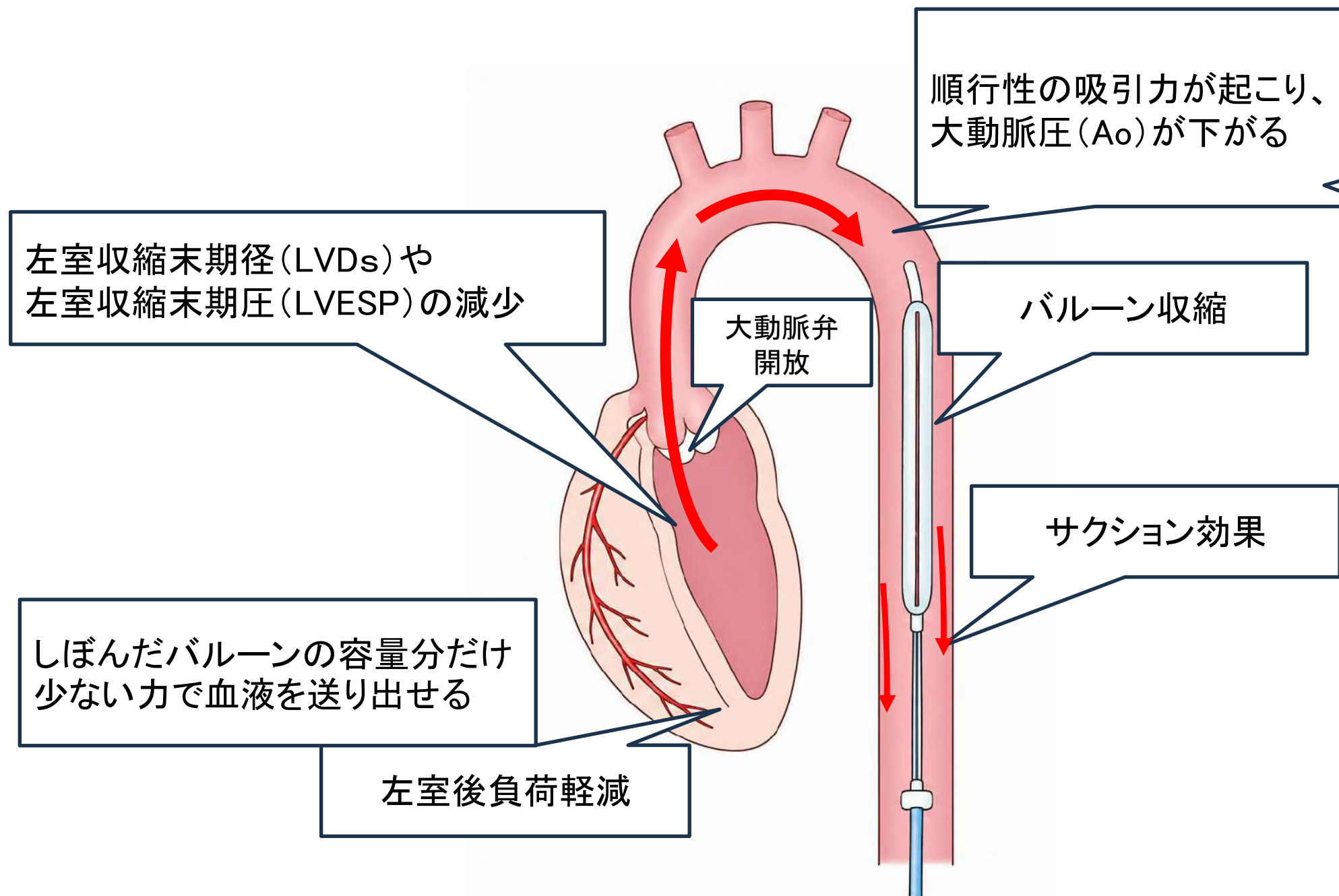
著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

効果

平均動脈圧が上昇 → 脳血流や腎血流、末梢血流の増加
拡張期圧上昇 → 冠灌流圧が上昇 → 心筋酸素供給量が増加



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

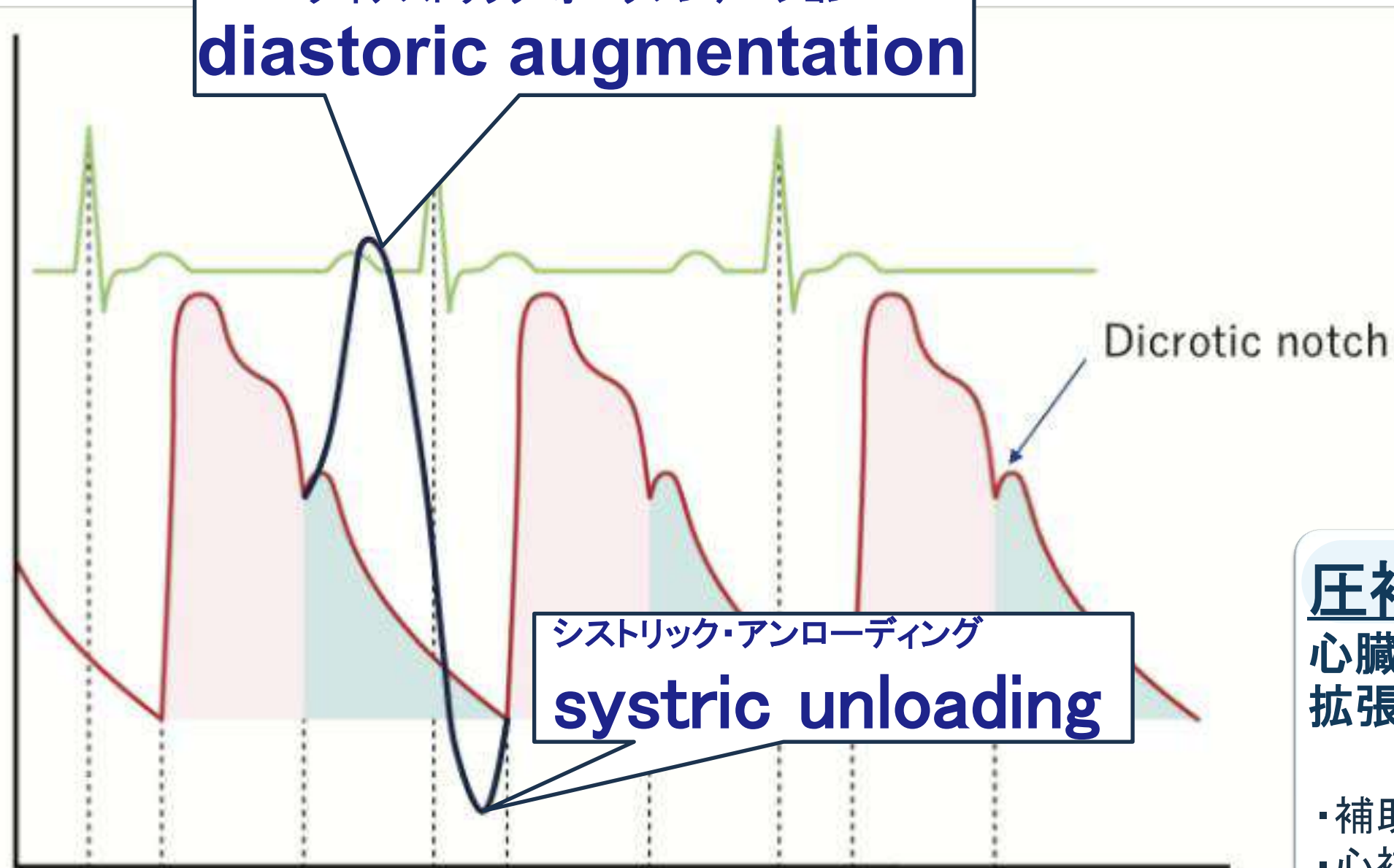
著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

効果

大動脈圧低下、後負荷軽減 ➡ 心仕事量の軽減
圧仕事量低下 ➡ 心筋酸素消費量の減少

心周期と大動脈圧波形の関係

ダイアストリック・オーグメンテーション
diastolic augmentation



シストリック・アンローディング
systolic unloading

圧補助

心臓の収縮と拡張に合わせてバルーンの収縮・拡張を行う

- ・補助流量: 0.3~0.5L/min
- ・心補助率: 10~20%
- ・左室後負荷を軽減
- ・血液を直接送るポンプではない
- ・不整脈や高度頻脈で補助効果が減弱する

管理と看護と合併症

IABP

適切なモードと駆動に なっているか

IABP操作画面



管理のポイント

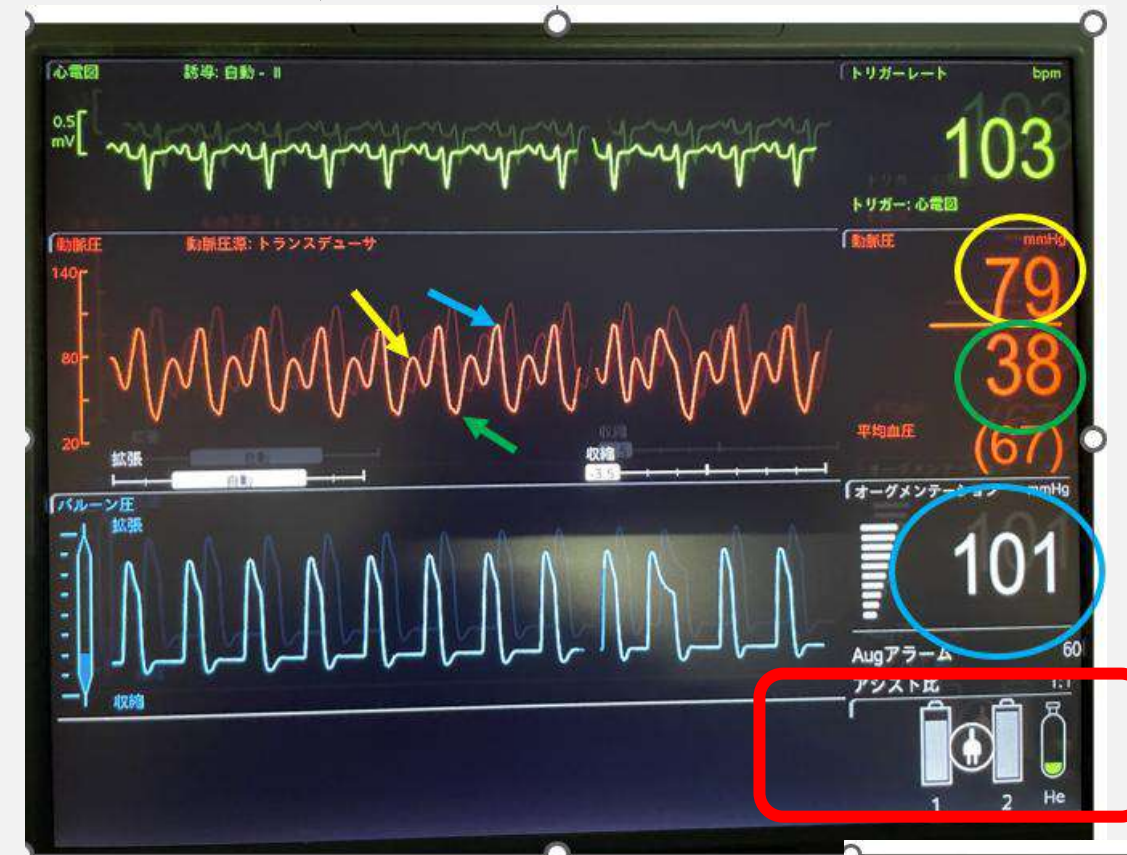
- ・操作モード
- ・トリガー
- ・アシスト比
- ・オーグメンテーション
- ・タイミング
- ・ヘリウムガス

看護・合併症予防のポイント

- ・心電図電極の剥がれやブレ
- ・モニター誘導選択は適切か
- ・作動状況の確認

駆動中の実際の画面

アシスト比1:1



アシスト比1:2



画像は所属施設の承諾を得ています

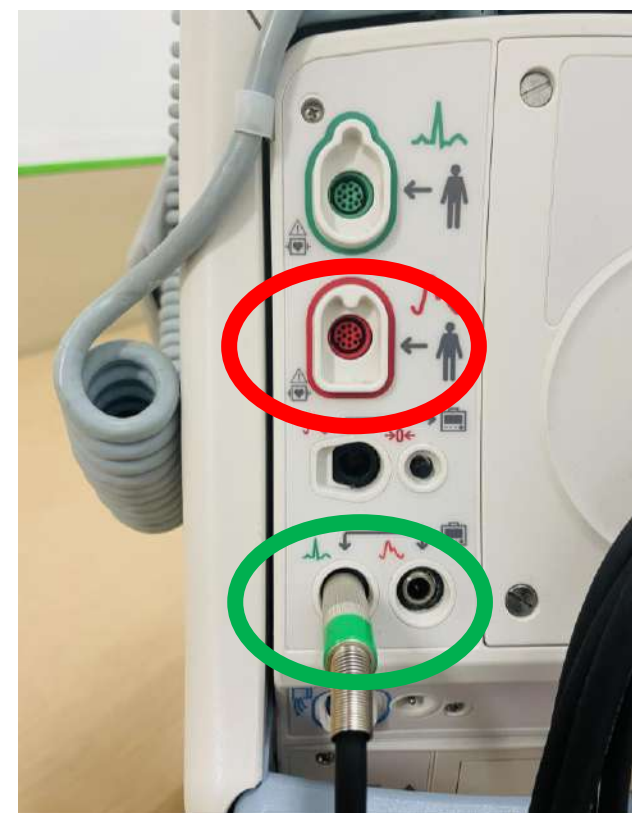


個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

接続状況の確認



接続確認箇所

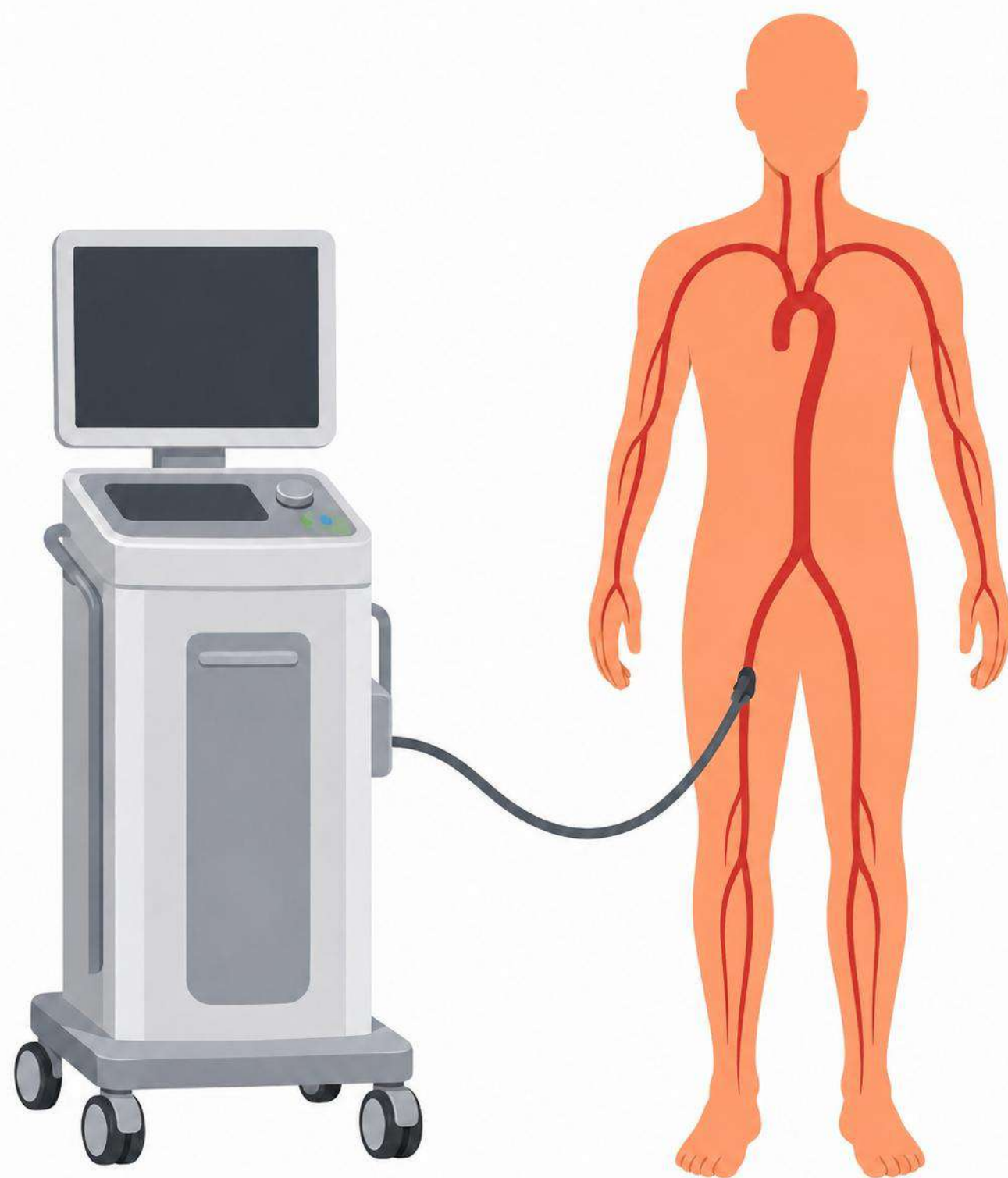


画像は所属施設の承諾を得ています

管理のポイント

- ・電源コードが医療用コンセントに差し込みされているか
- ・接続部分の緩み、外れ、屈曲がないか
- ・IAB画面波形や数値が表示されているか

補助効果を確認する

管理のポイント

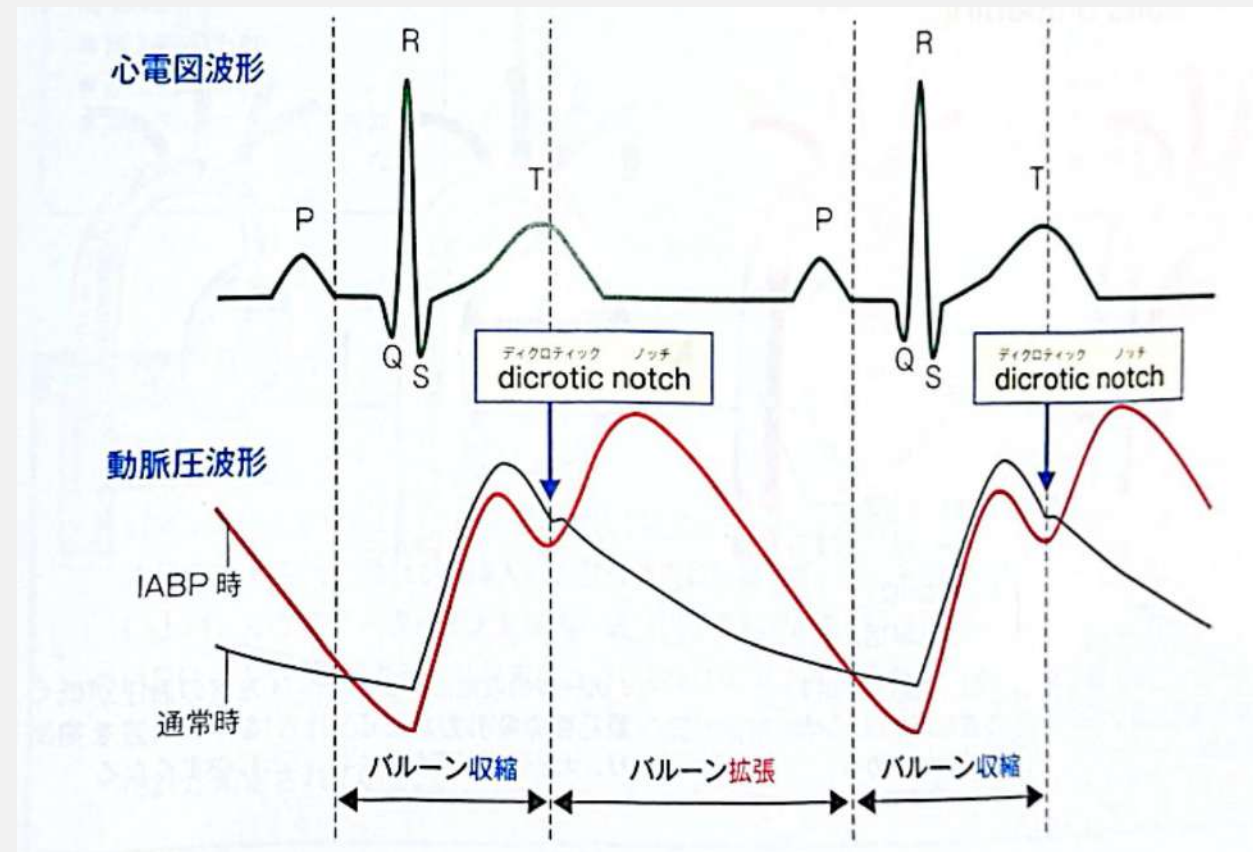
- ・挿入前と比べて症状やバイタルサインはどう変化したか

看護・合併症予防のポイント

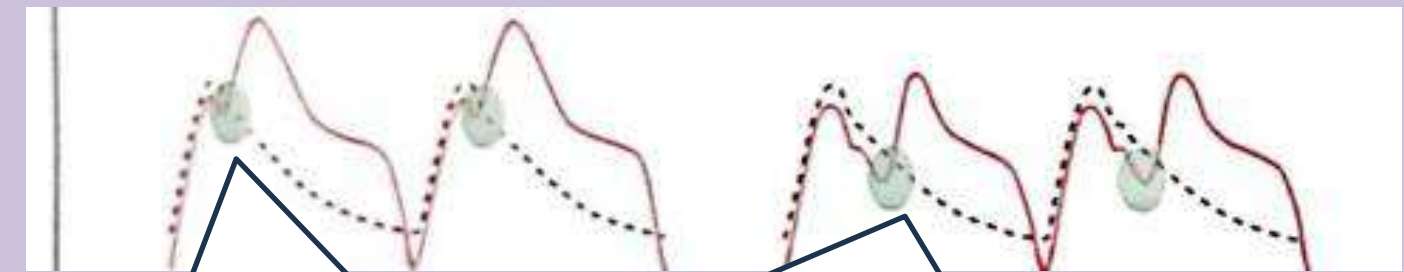
- ・動脈圧上昇の有無
- ・平均血圧上昇の有無
- ・頻脈の改善
- ・不整脈の減少・消失
- ・腎血流増加(尿量の増加)
- ・末梢循環の改善
(乳酸値、チアノーゼ、冷感、CRT、下肢色調、足背動脈の触知、左右差)
- ・酸素化の改善(心不全症状の改善、副雑音、痰の性状、量など)
- ・意識レベルの変化
(せん妄や不穏の有無や改善など)

タイミングが合わないことで心負荷となる

適切なタイミング

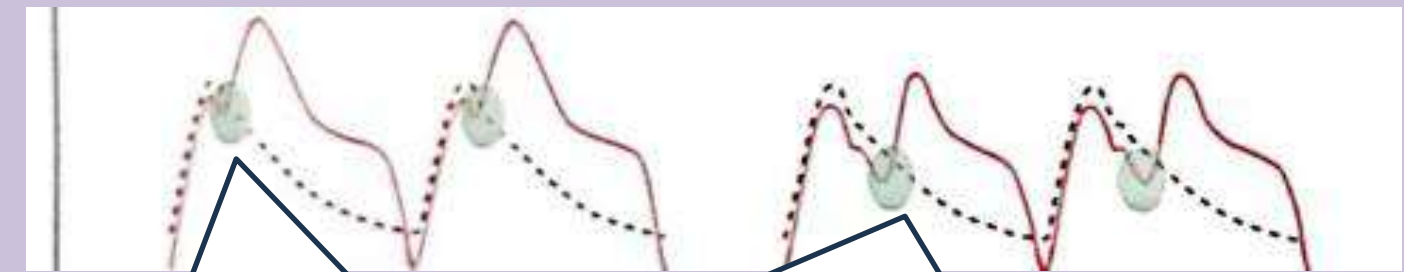


拡張が早い



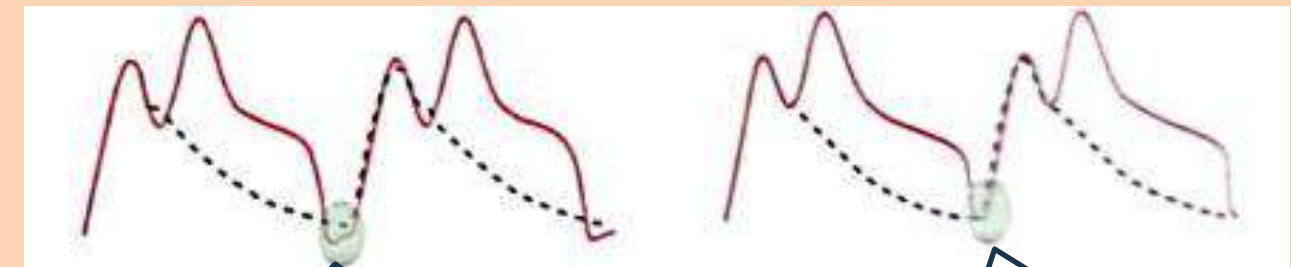
dicrotic notchより早期に拡張

拡張が遅い



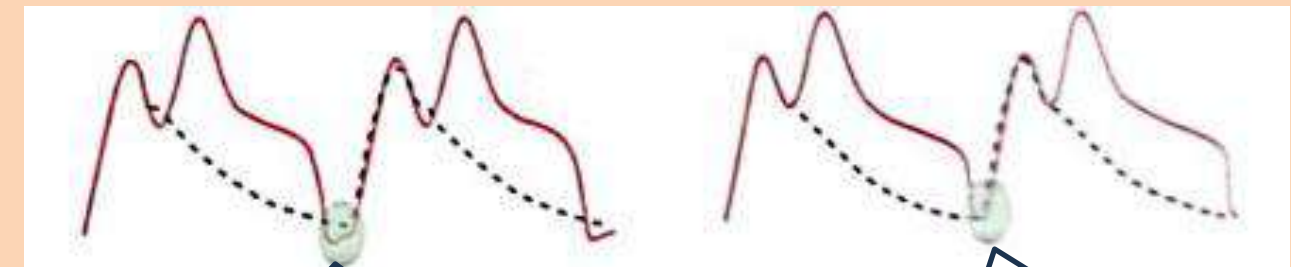
dicrotic notchより遅れてに拡張している

収縮が早い



拡張末期圧の低下が小さい

収縮が遅い



拡張末期の低下が小さい

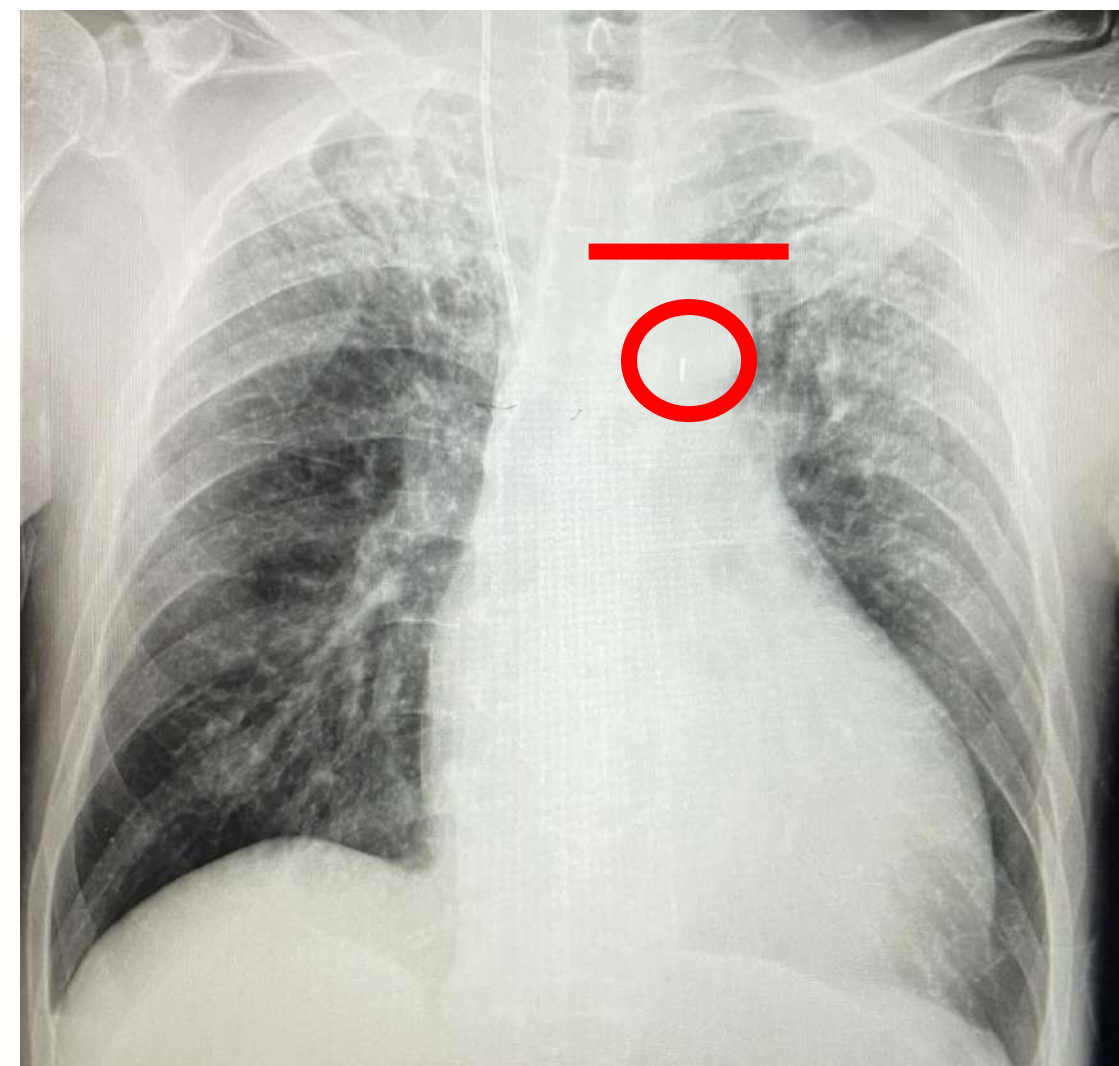
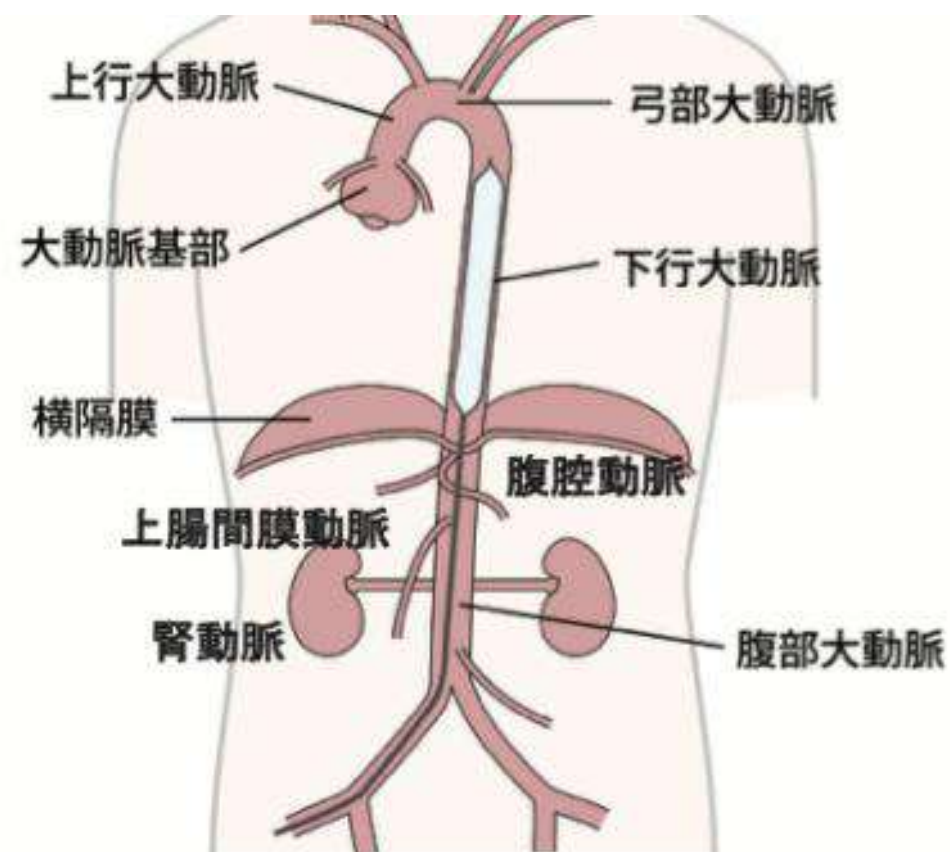
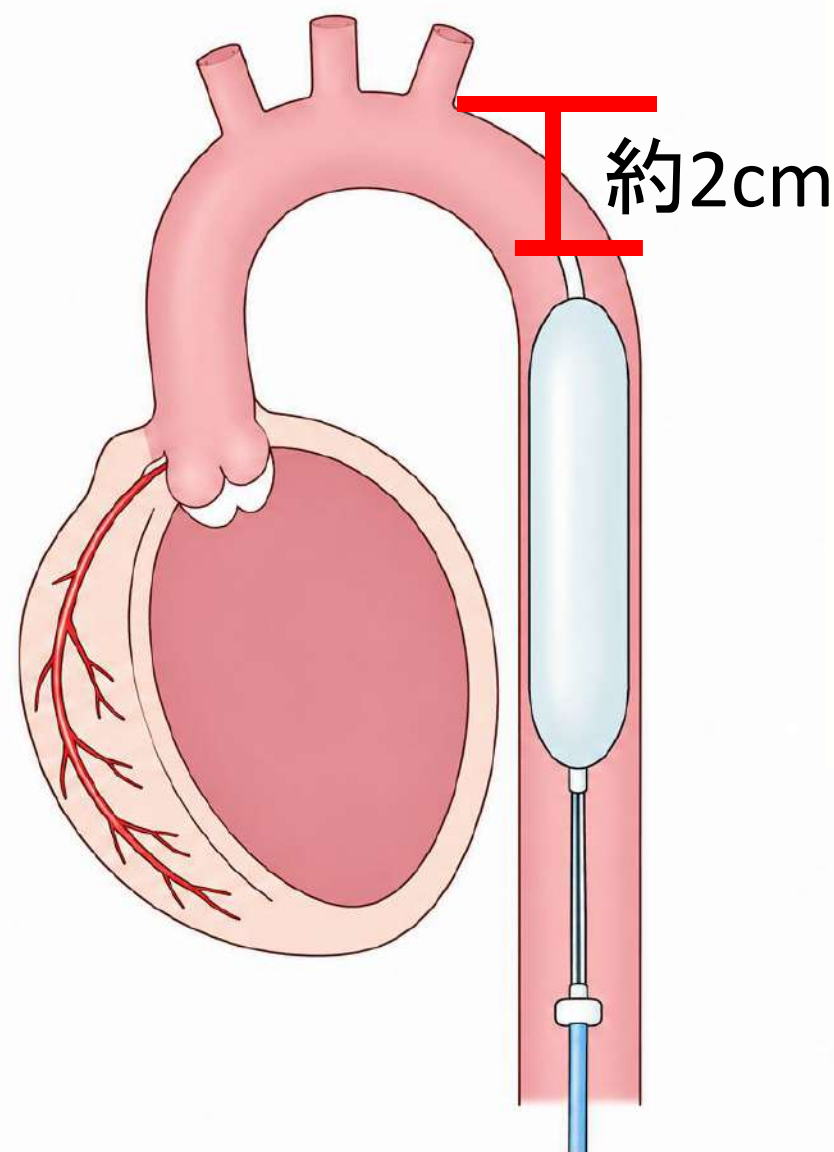
光センサーとは

IABの先端のセンサーで動脈圧を測定しているため、正確なタイミング調整ができる

管理のポイント

- ・最適なバルーンのタイミングを理解する
(頻脈や不整脈出現時はトリガーモードやアシスト比の変更も必要となる場面がある)

適切な留置位置



個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

管理のポイント

- ・左鎖骨下動脈起始部より約2cm下にくるように留置する
- ・バルーン上端が血管の損傷や左鎖骨下動脈の閉塞とならないようにする
- ・バルーンの下端が腹腔動脈や腎動脈にかからないように留置する
- ・レントゲンで留置位置の確認

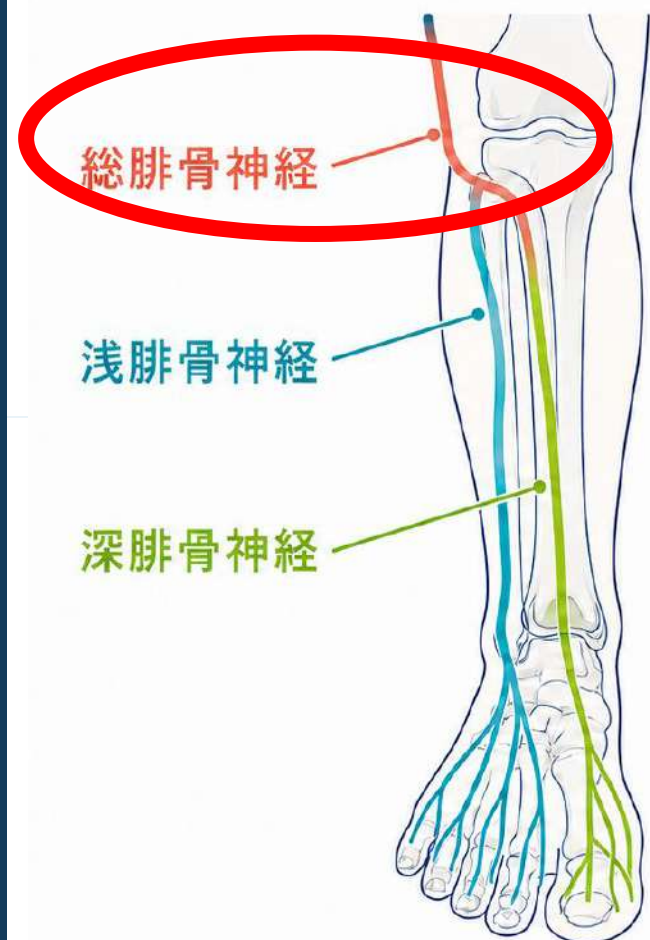
著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

看護・合併症予防のポイント

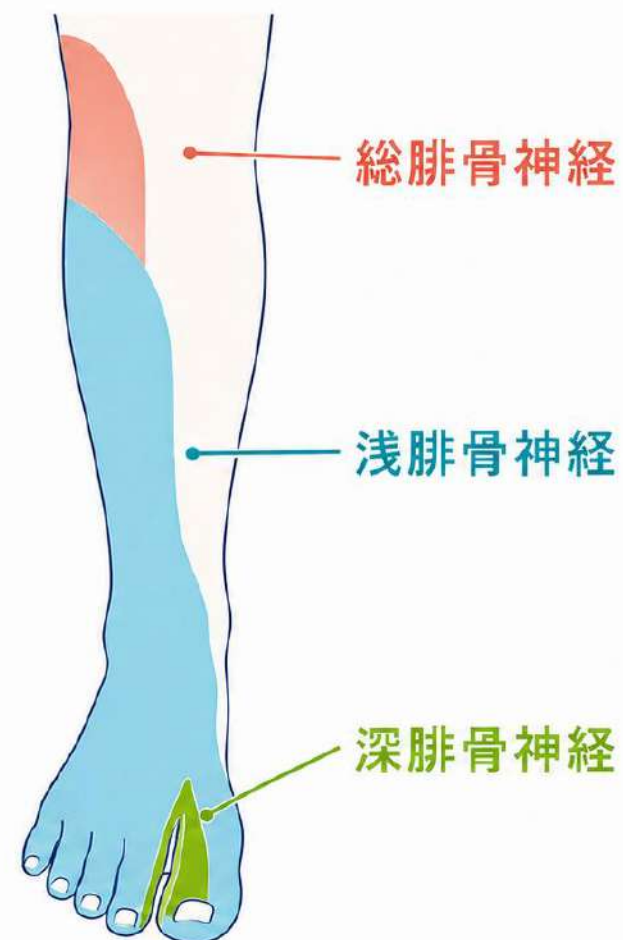
- ・血尿、尿量低下、下血の有無
- ・腹部症状(腹痛、嘔気、嘔吐)の有無

腓骨神経麻痺に注意する

腓骨神経の走行



知覚領域



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています



個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

管理のポイント

- ・腓骨頭の位置を確認(マーキング)
- ・足関節、母趾の背屈の確認
- ・下肢の外旋を予防する

看護・合併症予防のポイント

- ・外旋内旋中間位のポジション
- ・背屈底屈運動や感覚知覚の観察
- ・患者への説明
- ・弾性ストッキングの履き直し



個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

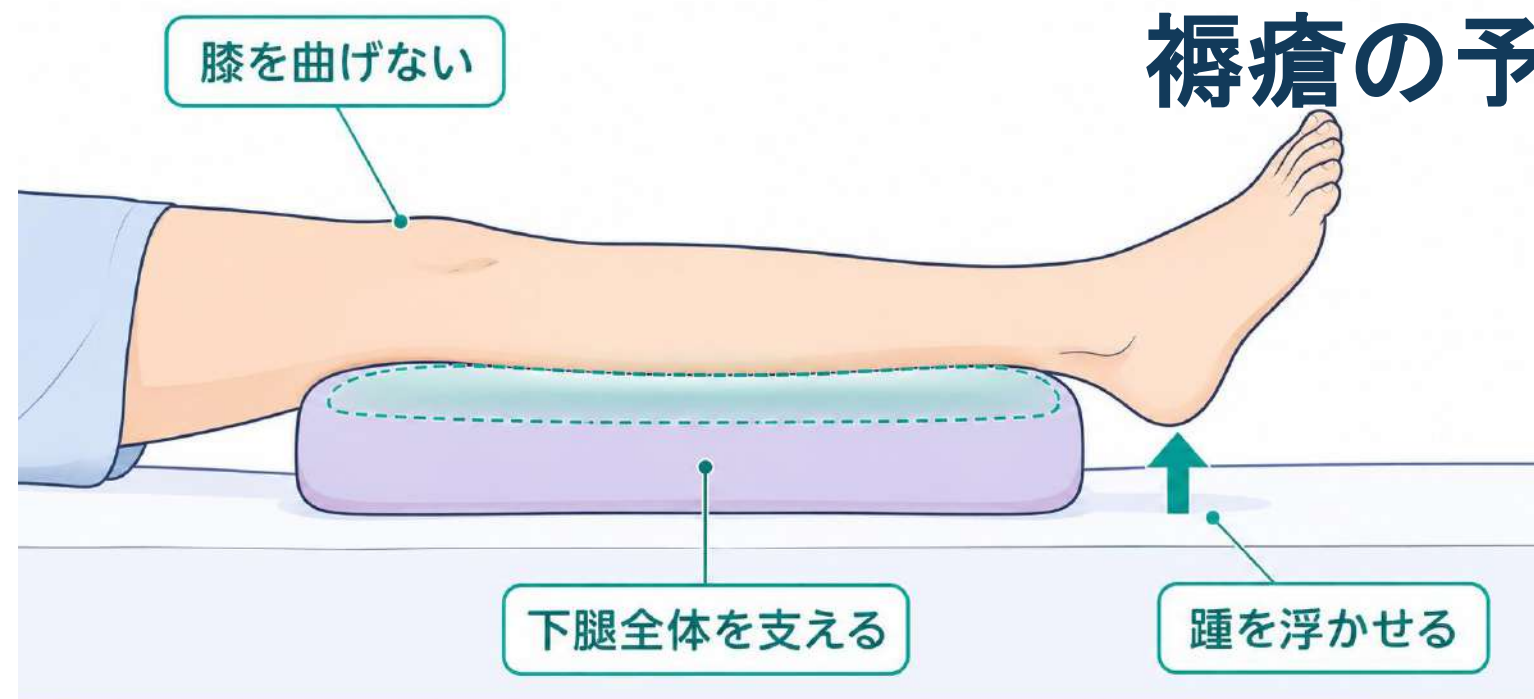


個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

ポイント

- ・足背動脈の触知（触知できるか、ドップラーか）
- ・冷感・チアノーゼの有無、左右差、色調変化
- ・疼痛、しびれの有無
- ・採血データ（K値、LDH、CK、Lac値など）
- ・保温
- ・経時的な観察（色調変化部分のマーキング）
- ・薬剤の検討
- ・反対側への入れ替え

褥瘡の予防



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

管理のポイント

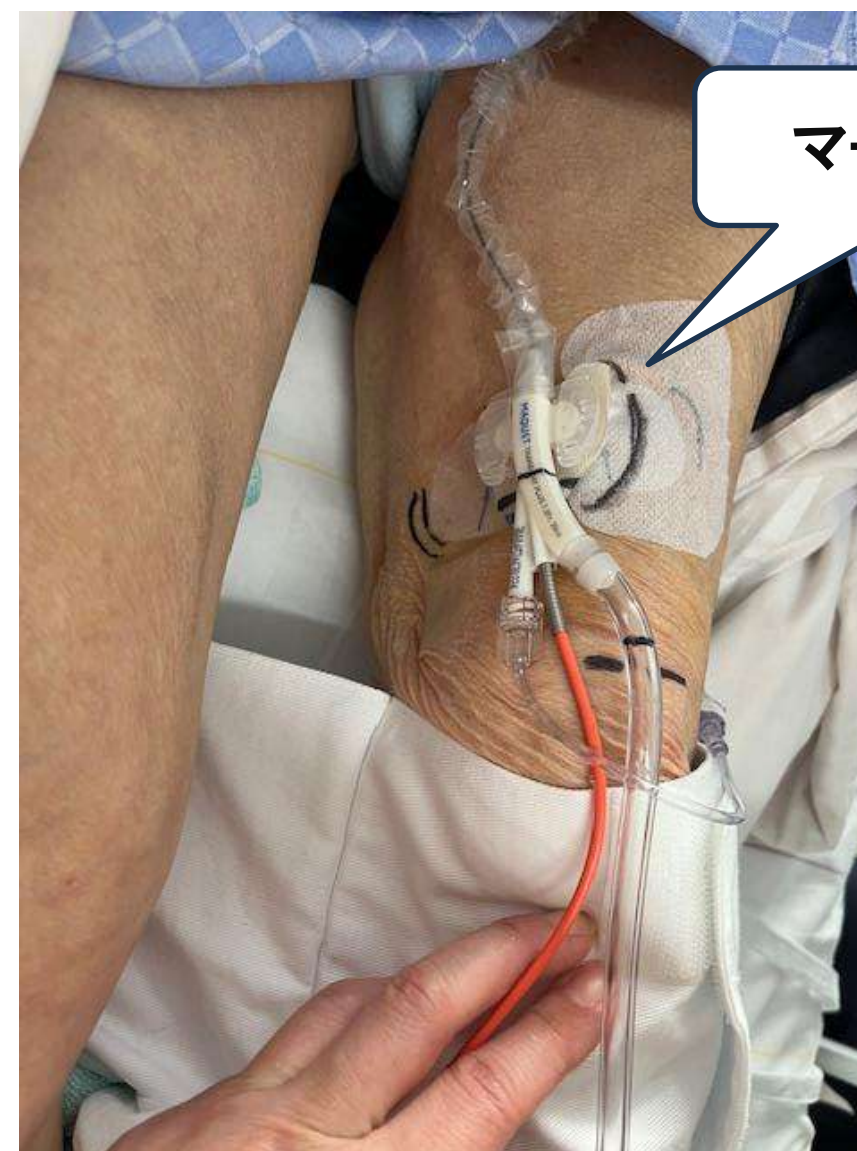
- ・挿入されていない側の足は膝立が可能
- ・下肢の外転、背屈、底屈運動は可能

看護・合併症予防のポイント

- ・安静度の説明
- ・好発部位の除圧とポジショニング
- ・クッションは点ではなく面で支える
- ・IABPを使用する患者は循環動態が不安定なため、末梢循環障害が起こりやすい



縫合糸の確認

テガダーム内の
汚染の有無

マーキング

**STATLOCK®**固定に縫合糸が不要なため苦痛や
出血予防につながる著作権に配慮して生成AIで作成した
イラストを一部使用しています

個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

ポイント

- ・挿入部の縫合糸が外れていないか
- ・マーキングによる固定位置の観察
- ・固定用テープの汚染や剥がれがないか
- ・感染徴候の有無（出血や排泄物の汚染）

原理

IMPELLA

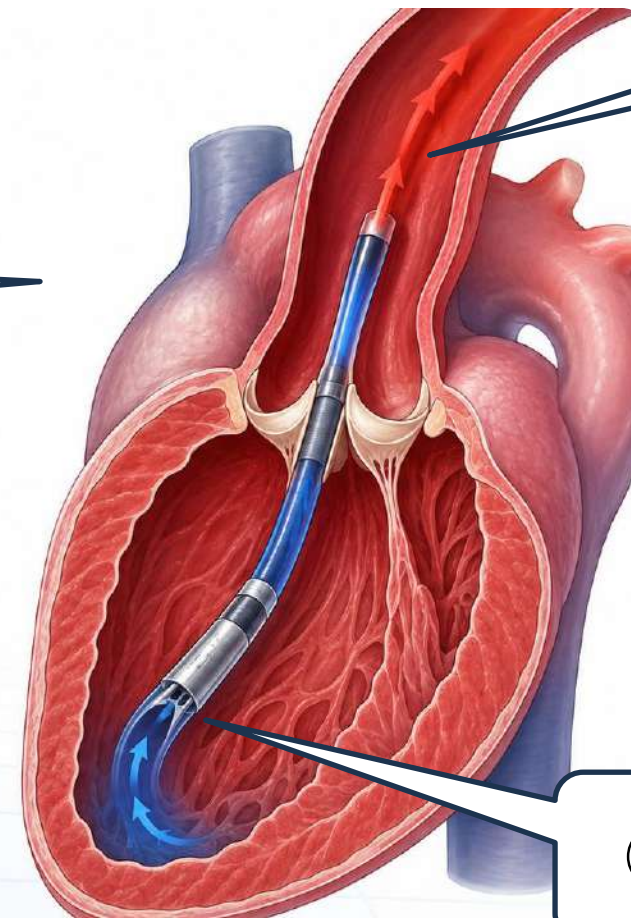
左室のアンローディングにより、心臓の負担を軽減する

心周期に関わらず定常流で
流量補助を行う

流量補助

左室から大動脈へ血液を送る

- ・補助流量: 1~5.5L/min
- ・心補助率: 50%~
- ・**順行性に血液を送血**
- ・左室の前負荷と後負荷を軽減
- ・正しい位置と前負荷が必要
- ・IMPELLA CP®/5.5®で挿入方法や流量が変わる



②大動脈基部に送血

効果

血流量(Flow)の増加
平均動脈圧(MAP)の上昇
➡末梢循環不全、臓器血流の改善

①左心室から脱血

効果

左室拡張末期圧(LVEDP)の低下
左室拡張末期用量(LVEDV)の減少
➡最大冠血流量の増大

IMPELLAには2種類ある

著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

IMPELLA5.5 SmartAssist®



最大補助流量: 5.5L/min
ポンプ径: 21Fr
カテーテルシャフト径: 9Fr
鎖骨下動脈や大動脈より挿入
(外科的手術)
使用期間: 30日程度

劇症型心筋炎や急性心筋梗塞、拡張型心筋症などによる心原性ショック

BTB、BTR、BTDに
使用されることが多い

歩行リハビリなどが可能

BTB: 植え込み型LVADまでの橋渡し
BTR: 心機能回復までのブリッジ
BTD: 治療方針決定までの橋渡し

IMPELLACP®



最大補助流量: 3.7L/min
ポンプ径: 14Fr
カテーテルシャフト径: 9Fr
大腿動脈より挿入(カテーテル
室で挿入ができる)
使用期間: 1週間程度

急性心筋梗塞や劇症型心筋炎
などによる心原性ショック

緊急で挿入する場合
5.5までの橋渡しに使用すること
もある

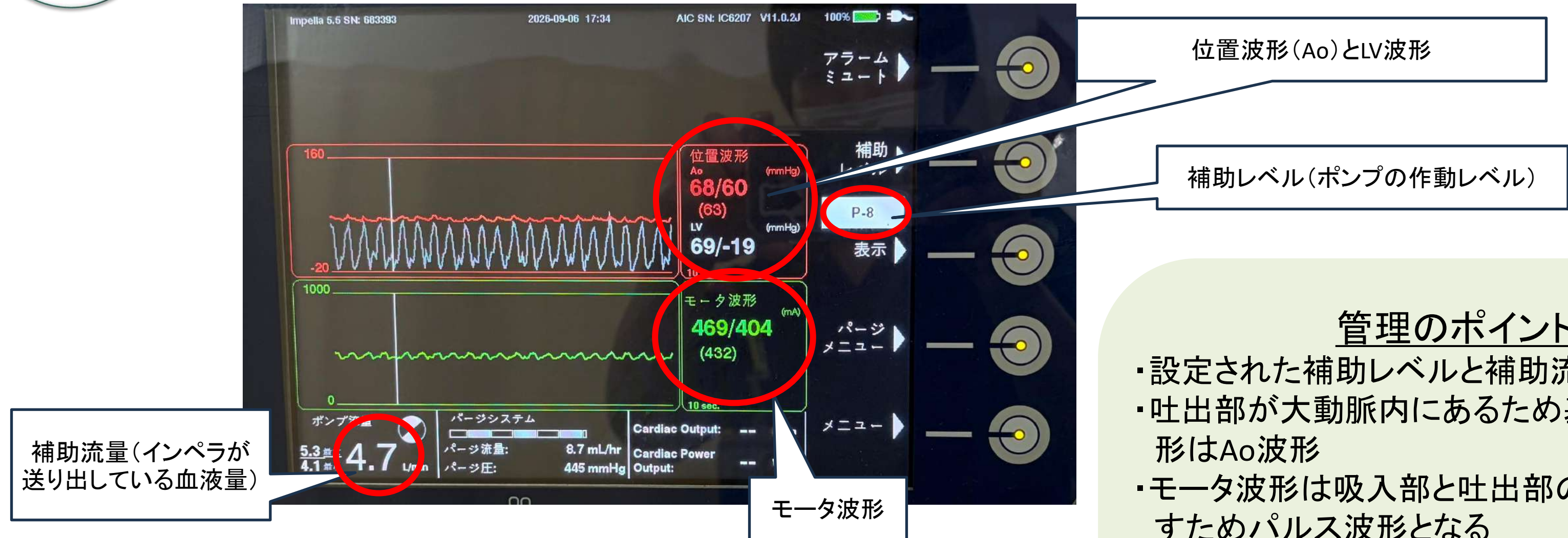
床上リハビリが基本

補助レベル(P2~P9)で平均流量(min/L)で決める

管理と看護と合併症

IMPELLA

制御装置でみられる波形



管理のポイント

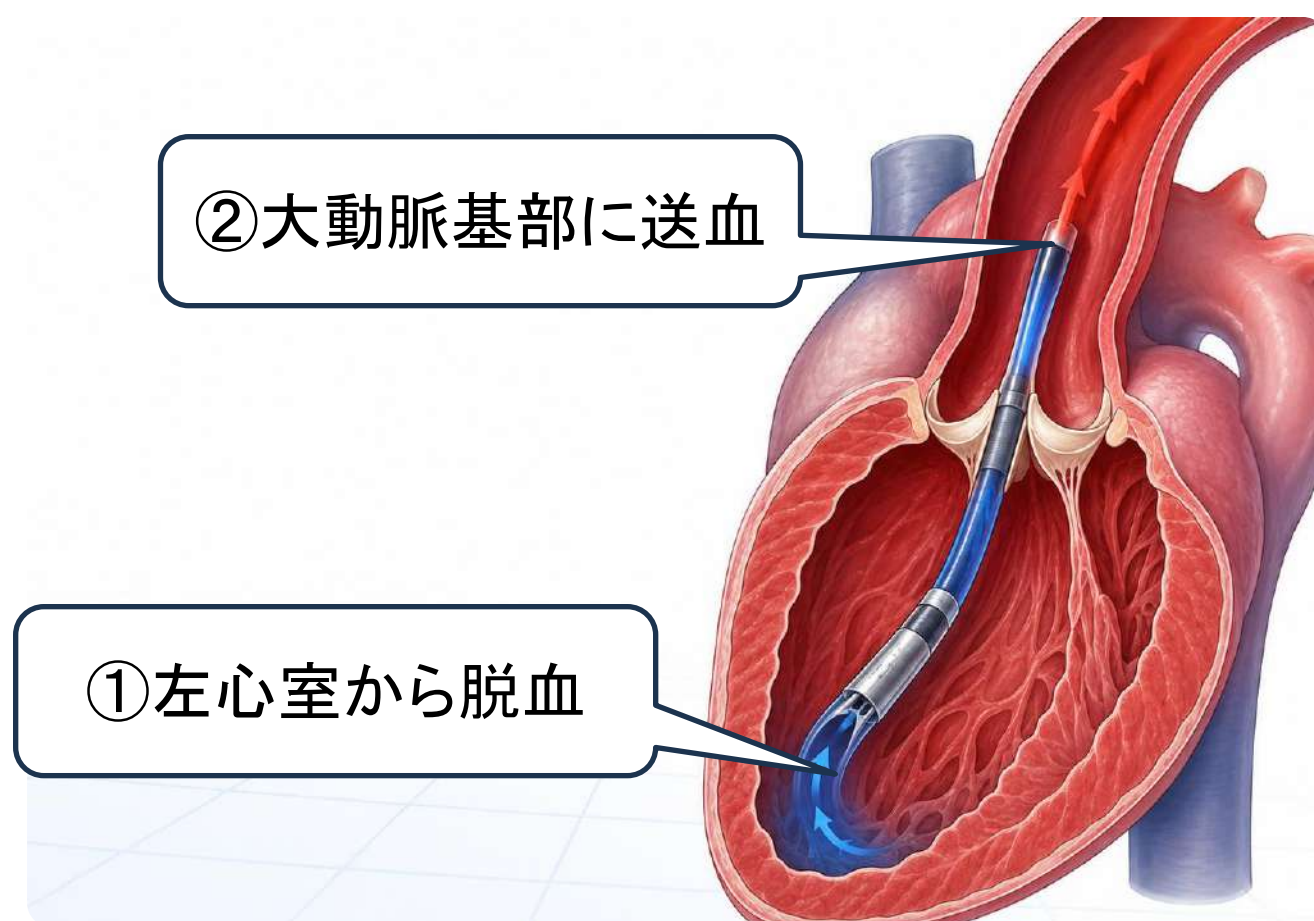
- ・設定された補助レベルと補助流量の確認
- ・吐出部が大動脈内にあるため基本の位置波形はAo波形
- ・モータ波形は吸入部と吐出部の圧差を表すためパルス波形となる

看護・合併症予防のポイント

- ・サポートされた補助流量下での乳酸値上昇や心不全症状の有無 (末梢冷感、呼吸困難、咳嗽、尿量の低下など)
- ・右心不全や循環血液量低下では、右→左へ循環されていない可能性がある
→サクションアラームが鳴っていないか
→CVP、RA、RV、PCWPの上昇の有無
- ・位置不明アラームの有無
- ・自己心回復に伴う位置波形 (Ao) や補助流量の変化

- ・LV波形とAo波形の解離
→ポンプ位置不良の可能性
- ・拡張期のLV波形がマイナス
→左室内腔が狭い、左室フィリングが少ない
などから脱血不良の可能性

カテーテル位置の確認



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

管理のポイント

- ・レントゲンや心臓エコーで位置の確認
- ・医師や臨床工学技士と共有
- ・各病院で決められたチェックリストを用いる

看護、合併症予防管理のポイント

- ・搬送後はカテーテルポンプの位置が変化する可能性がある
→アラームの有無(ポンプ位置不明、大動脈内)
→制御装置画面の数値やパラメータ、バイタルサインの変動の有無
- ・大動脈弁損傷
→AR様の病態となる
肺うっ血や心不全症状(呼吸困難、尿量低下など)、乳酸値の上昇など
- ・大動脈弁狭窄・石灰化
→IMPELLAが大動脈弁を通過できず位置不良の可能性がある

血球破壊による溶血

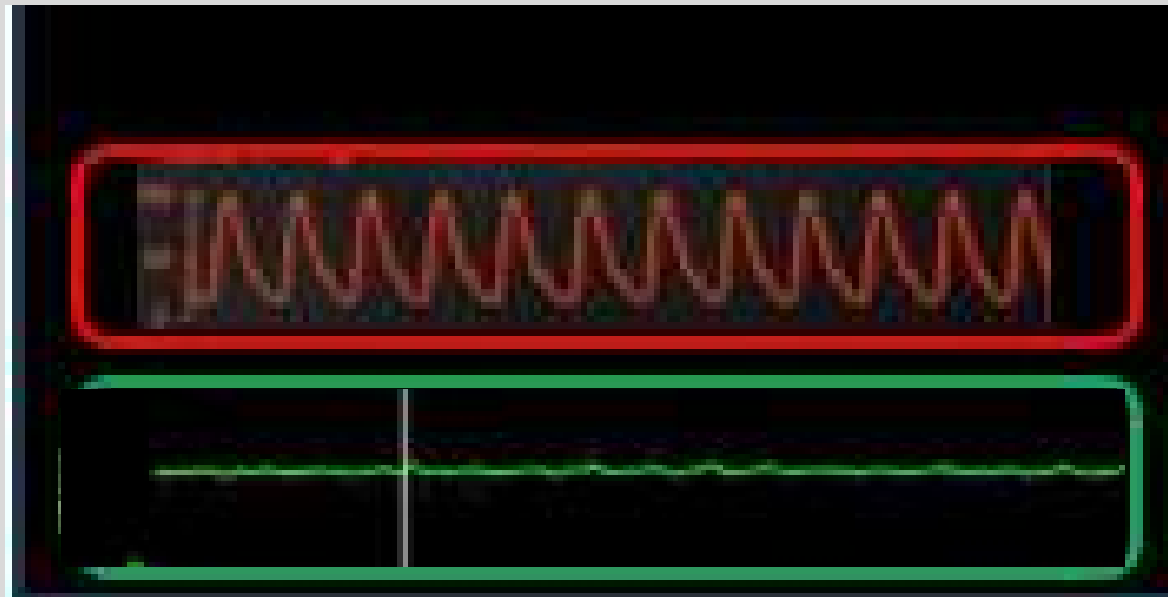
- (循環血液量低下でも起こる)
- 血尿や褐色尿の有無
 - Hbの低下、遊離Hbの上昇
 - LD、CKの上昇など
 - AKI

血栓形成

- ・血栓を吸い込むことでモーターが停止する可能性がある
- ・APTT2～2.5倍で調整(各施設で異なる)
- ・塞栓症状の観察
→脳梗塞が多い
(神経症状、MMT、瞳孔径、瞳孔不同、呂律、しびれなど)

制御装置でみられる位置波形の異常

カテーテルが深い場合



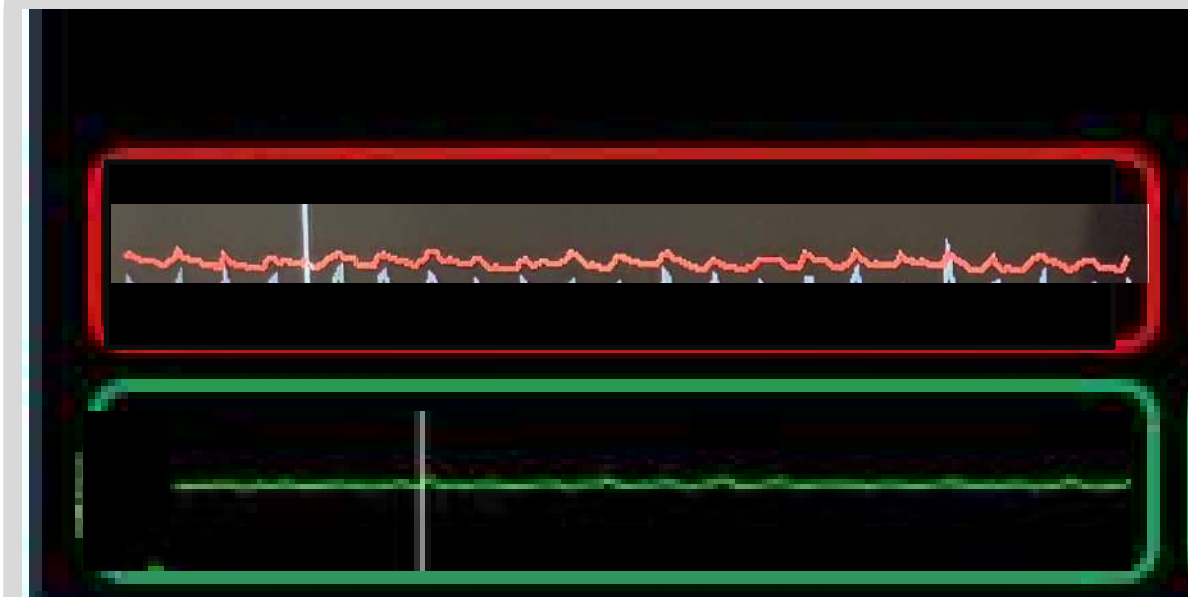
位置波形

心室(LV)波形に変化

モータ波形

フラット波形と変化

カテーテルが浅い場合



位置波形

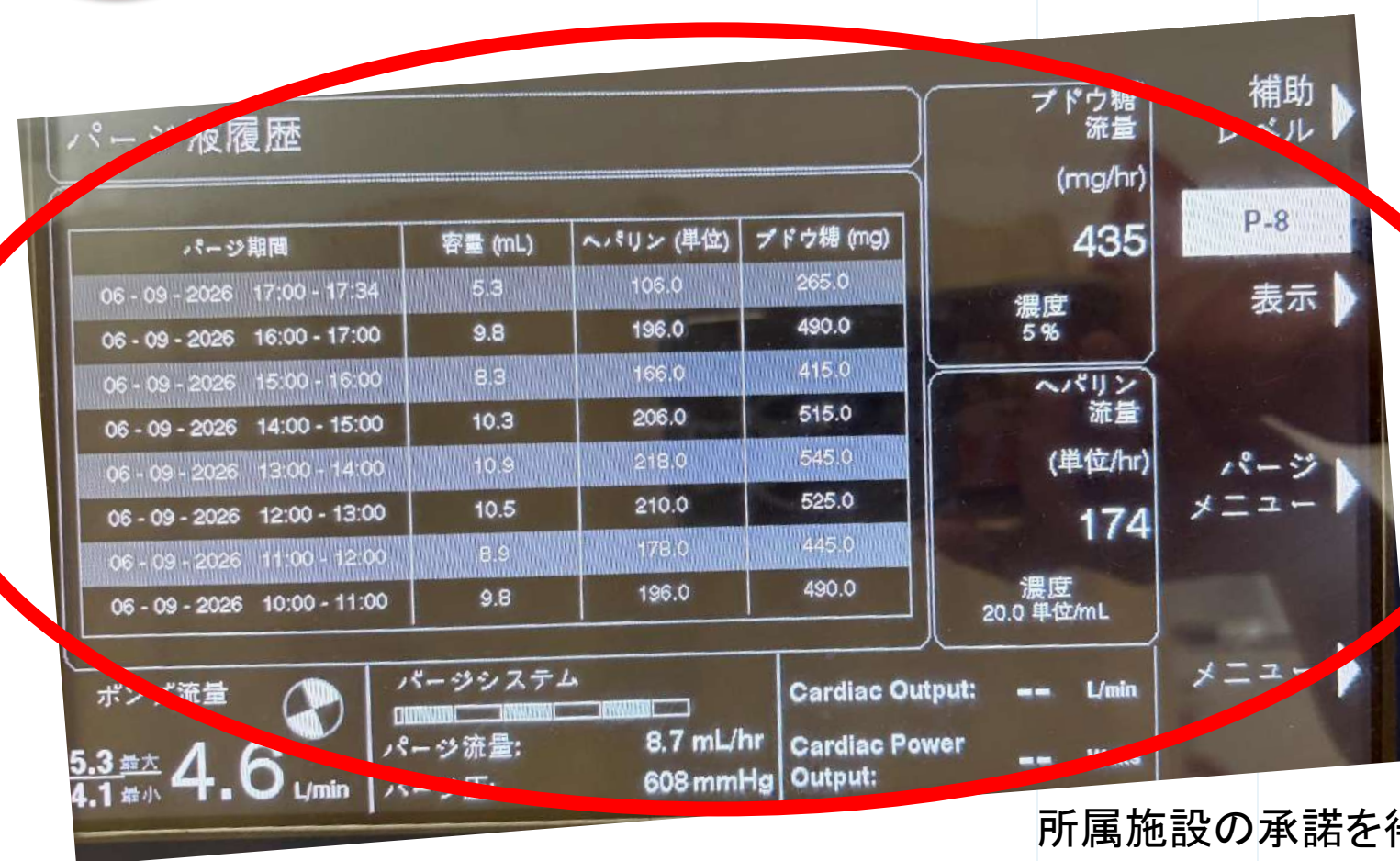
動脈圧波形のまま

モータ波形

フラット波形と変化



パージシステムについて

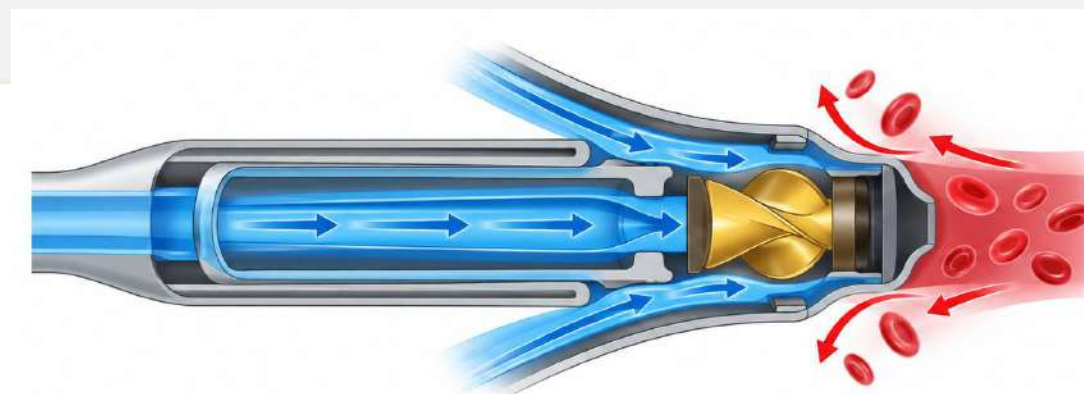


所属施設の承諾を得ています

管理のポイント

- ・パージ関連のアラームに注意する
 - パージ圧上昇: 屈曲や閉塞、血栓形成の可能性
 - パージ圧低下: パージカセットからの液漏れなど
- ・指示されたパージ液の確認
 - 基本は5%糖液500ml＋ヘパリン
(生理食塩液を使用することで中のモーターが錆びてしまうため使用禁)
(重篤な出血合併症やHITではヘパリンの代わりにメイロンを使用することもある)

パージシステムとは
IMPELLAカテーテル内のモーターに血液の侵入を防ぐバリア機能のこと



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

看護、合併症予防のポイント

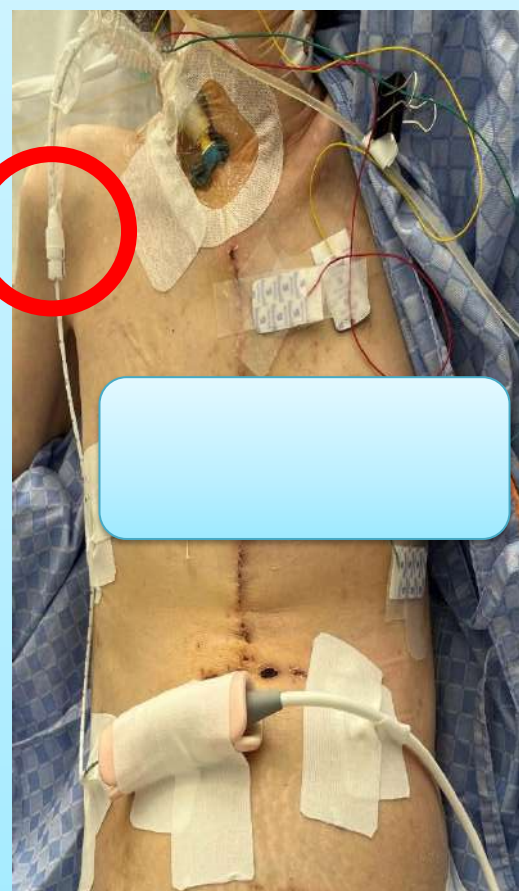
- ・パージ液の積算をバランスに入力する
(パージ液履歴は8時間)
- ・ポンプカテーテル～パージ用セットラインの屈曲がないように固定、環境整備

固定管理と感染予防

IMPELLA 5.5 (鎖骨下動脈留置が多い)



- ・縫合糸がされているか
- ・刺入部の向きが大切
衣類の着用の際にも注意する



- ・固定リング (5.5は1か所 **赤丸**)
マーキングがズれていないか
- ・直接テープ固定はしない
閉鎖ライン(ビニールの箇所)を直接テープ固定することで、ビニールが破損し不潔となる。→位置変更ができなくなる
- ・屈曲に注意(パージ用サイドアーム)
保護剤で保護し、しっかり固定する
(当院では4点固定としている。
各施設の方法に準じる)
- ・リハビリの進み具合で固定位置の変更
- ・刺入部の感染徴候

管理のポイント

当院ではインペラに関わる医師や臨床工学技士、看護師が5.5、CPの固定ルールに準じて管理を行うようにしている

IMPELLA CP (大腿動脈に留置することが多い)



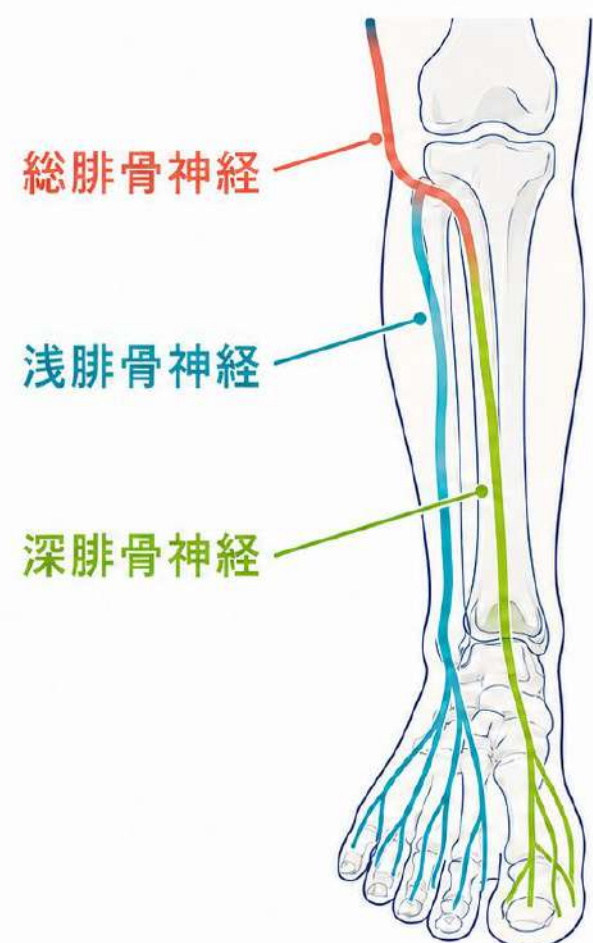
- ・縫合糸がされているか
- ・刺入部の角度が大切
掛物などの圧迫も注意が必要



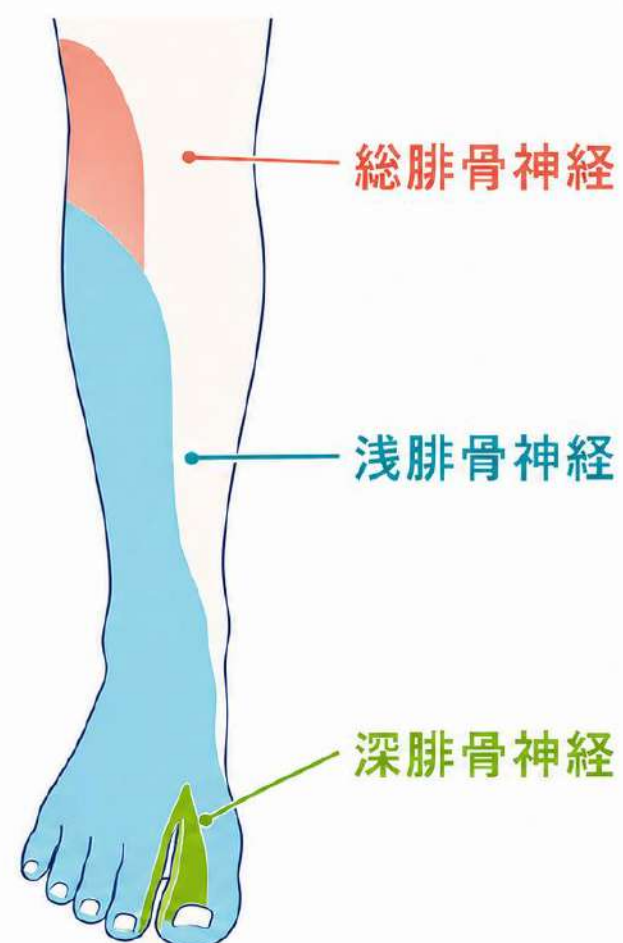
- ・固定リング (CPは2か所 **赤丸**)
マーキングがズれていないか
- ・直接テープ固定はしない
閉鎖ライン(ビニールの箇所)を直接テープ固定することで、ビニールが破損し不潔となる。→位置変更ができなくなる
- ・屈曲、破損に注意 **黄色の丸**
(パージ用サイドアームや圧リザーバ)
保護剤で保護し、膝下固定はしない
(各施設の方法に準じる)
- ・刺入部の感染徴候
炎症データ(WBC、CRPなど)、排泄物の汚染にも注意する

腓骨神経麻痺に注意する

腓骨神経の走行



知覚領域



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています



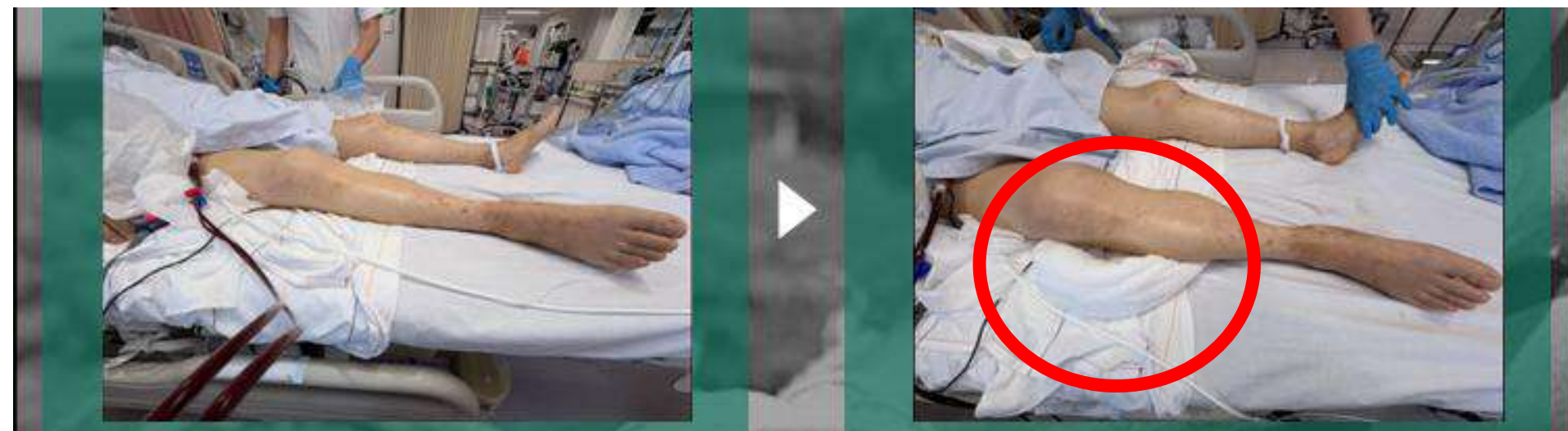
個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得た

管理のポイント

- ・腓骨頭の位置を確認(マーキング)
- ・足関節、母趾の背屈の確認
- ・下肢の外旋を予防する

看護・合併症予防のポイント

- ・外旋内旋中間位のポジション
- ・背屈底屈運動や感覚知覚の観察
- ・患者への説明
- ・弾性ストッキングの履き直し



個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

下肢の阻血

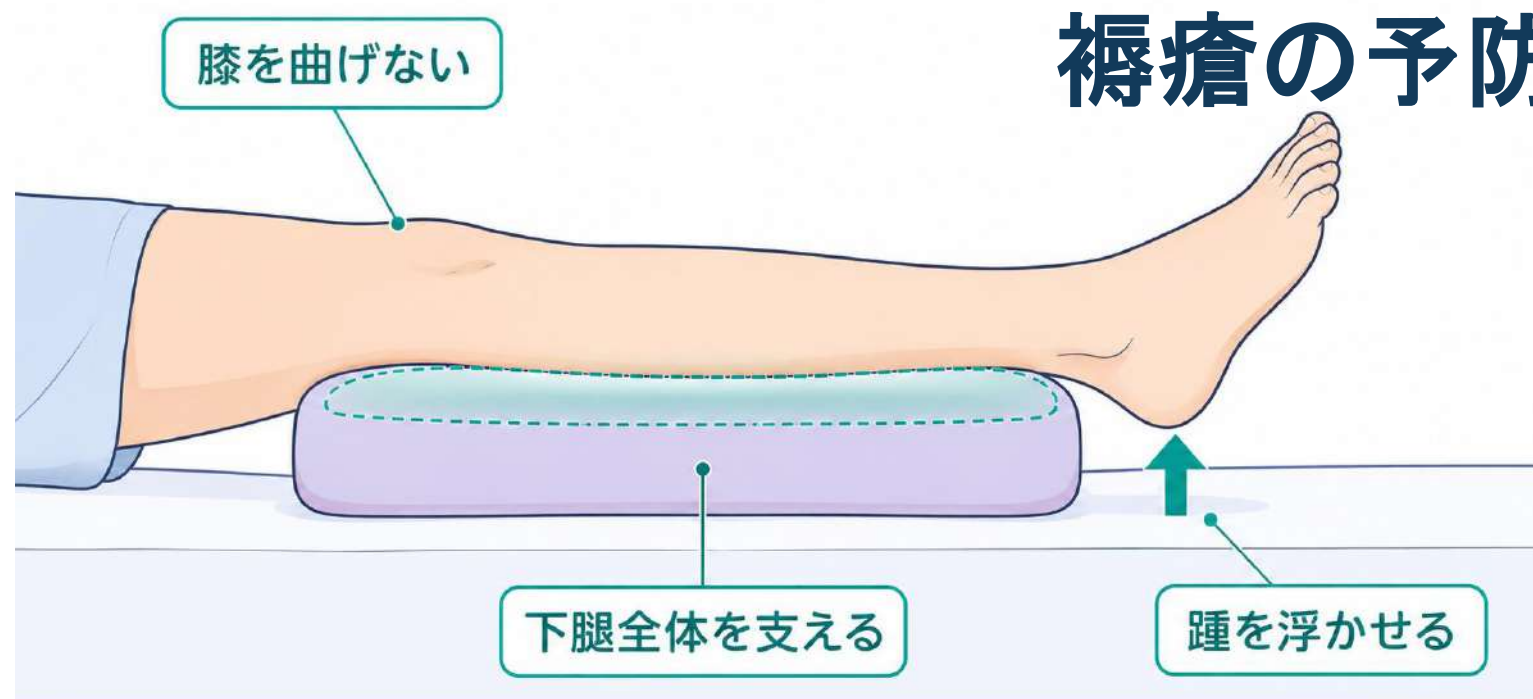


個人情報の保護等に配慮した上で患者の承諾を得ています

ポイント

- ・足背動脈の触知（触知できるか、ドップラーか）
- ・冷感・チアノーゼの有無、左右差、色調変化
- ・疼痛、しびれの有無
- ・採血データ（K値、LDH、CK、Lac値など）
- ・保温
- ・経時的な観察（色調変化部分のマーキング）
- ・薬剤の検討
- ・反対側への入れ替え→インペラCP抜去は外科的抜去が必要となる

褥瘡の予防



著作権に配慮して生成AIで作成したイラストを一部使用しています

管理のポイント

- ・挿入されていない側の足は膝立が可能

看護・合併症予防のポイント

- ・安静度の説明
- ・好発部位の除圧とポジショニング
- ・クッションは点ではなく面で支える



血流障害

IMPELLA 5.5

- ・挿入側の腕の血流障害
 - MMT、しびれ、麻痺、色調や腫脹の有無
 - 採血データ(CKなど)

その他

血液凝固異常

抗凝固薬使用や全身状態不良によるDICで易出血傾向となる

→刺入部出血の有無、神経学的所見(MMT、瞳孔、対光反射、しびれや麻痺など)、口腔内出血、下血など

ヘパリン起因性血小板減少症(HIT)

ヘパリンの代替となる抗凝固薬の検討

パージ液をメイロンパージ液に変更することもある

IABP・IMPELLA装着患者に共通する看護の視点

SvO₂を入口に、酸素運搬と循環のどこが変化したかをたどる



ケア中も観察を止めない

MCS装着中でも、状態に応じて基本的な看護ケアを継続する

清拭・吸引・体位変換など

ケア前・中・後に確認

- SvO₂・SpO₂
- 血圧・心拍数・心拍出量
- デバイス波形・アラーム
- 皮膚冷感・チアノーゼ
- 毛細血管再充満時間(CRT)

数値の変化と患者所見を
合わせて評価する

引用・参考文献

- 1) 日本循環器学会, 日本心不全学会合同ガイドライン: 2025年改訂版 心不全診療ガイドライン
- 2) 日本循環器学会, 日本心臓血管外科学会, 日本胸部外科学会, 日本血管外科学会合同ガイドライン: 2021年改訂版 重症心不全に関する植込型補助人工心臓ガイドライン
- 3) 日本循環器学会, 日本心臓血管外科学会, 日本心臓病学会, 日本心血管インターベンション治療学会: 2023年JCS/JSCVS/JCC/CVIT ガイドライン フォーカスアップデート版 PCPS/ECMO/循環補助用 心内留置型 ポンプカテーテルの適応・操作
- 4) Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al.
SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock.
Catheter Cardiovasc Interv. 2019;94(1):29-37.
- 5) Stevenson LW, et al. J Heart Lung Transplant. 2009;28:535-541.
- 6) 道又元裕: これならわかるICU看護, 照林社, P102-108
- 7) 市場晋吾, 服部英敏ら 経皮的循環補助の生理学
(ECMO/IMPELLA/IABP). INTENSIVIST. 2022; 14(2): 331-348)