

MCS (Mechanical Circulatory Support) 管理

 看護実践に直結するMCS管理のポイントを解説

 MCSの特徴と合併症管理を理解する

臨床工学技士 平嶋晃大

MCS管理とは？

「生体」を診る

の変化こそが「真実」

表情・顔色

苦悶様？ 蒼白？

皮膚温・冷感



末梢は温かい？

意識レベル

鎮静深度・反応

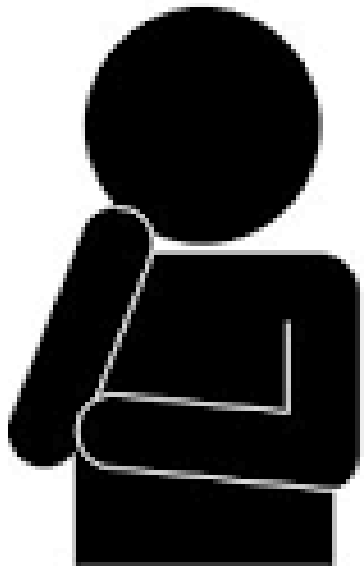
尿量・性状



臓器灌流の鏡



看護師の「観察」が、合併症の予兆に最速で気づくセンサになる



MCS管理とは？

機械ではなく、その先にいる「生体」を診る



数字チェックだけ

血圧 80... 回転数 3000...

ただの現象確認



患者の変化こそが「真実」

表情・顔色



苦悶様？蒼白？

皮膚温・冷感



末梢は温かい？

意識レベル



鎮静深度・反応

尿量・性状



臓器灌流の鏡

看護師の「観察」が、合併症の予兆に最速で気づくセンサになる

MCS管理の本質とは？

MCSは「ゴール」ではなく、次の治療への「架け橋（Bridge）」である

自己心機能改善、または次の治療へ

OPTION 1

Bridge to **Recovery**

自己心機能の回復・離脱

OPTION 2

Bridge to **Decision**

治療方針の決定・評価

OPTION 3

Bridge to **VAD / Transplant**

植込型VAD・心臓移植へ



合併症の発生

脳卒中・感染・出血

治療選択肢を
失う最大のリスク

合併症を防ぐこと = 未来の治療資格を守り抜くこと

MCSの合併症

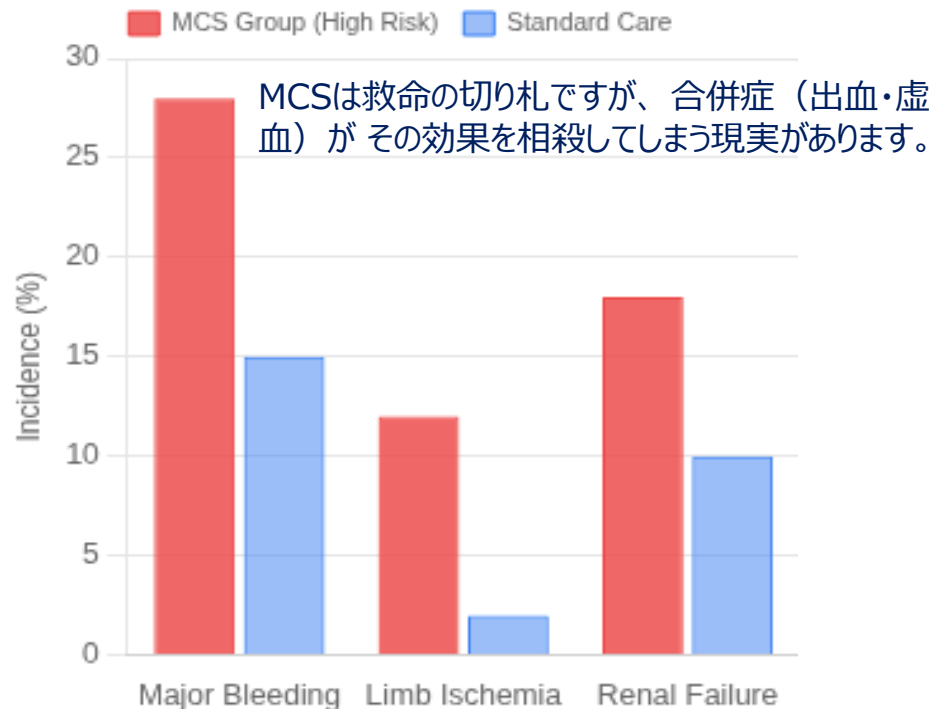
⚠ 衝撃的な事実：リスクとベネフィットの狭間

2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for Management of ACS; ACC Journal 2024

50%

AMI-CS 30-DAY MORTALITY

MCS使用と合併症リスクの増大



マイクロアキシャルポンプ等は死亡率を下げる可能性がある一方、出血や下肢虚血のリスクは有意に上昇する

予後を規定する「負のトライアングル」



↑ これらの合併症がECMO/MCSの救命率を相殺する

デバイスを入れるだけでは救えない！「管理の質」が予後を左右する

なぜMCSは合併症が多いのか？

「人工物」と「生体」のミスマッチが引き起こす必然的なリスク構造

人工物 × 血液

- ・異物接触による凝固系の活性化
- ・血小板の消費と機能低下
- ・抗凝固療法による出血リスク

非生理的な循環

- ・ポンプ回転によるせん断応力（溶血）
- ・脈圧の消失・変化による臓器灌流への影響
- ・後負荷の増大（VA-ECMO等）

カテーテル/回路

- ・大口径カテーテル挿入部の出血・感染
- ・回路内血栓やキンク
- ・脱血不良による循環不安定



これらは「人為的ミス」ではなく「構造上のリスク」
だからこそ、正常値を外れる前の「微細な変化」に気づく必要がある

MCSの種類と役割

IABP

Intra-Aortic Balloon Pump

左心補助

- ✓ 導入が簡便・低侵襲・安価
即座に使用可能
- ✓ 後負荷低下と冠動脈灌流の改善
- ⚠ 自己心機能に依存するため、
完全な代行は不可。

心機能依存性の補助

Impella

Micro-axial Pump

左心補助

- ✓ 左室から直接脱血し大動脈へ
強力な左室アンローディング
- ✓ 心筋酸素消費量を劇的に減少
- ⚠ 位置調整がシビア
溶血や血管合併症のリスクが高い

強力なUnloading効果

VA-ECMO

Veno-Arterial ECMO

右心補助

- ✓ 高流量で全身循環を維持
心・肺両方の機能を代行
- ⚠ 左室後負荷（Afterload）が増大
心臓の負担になる場合がある
抗凝固管理が非常に重要

心肺代行・後負荷増大

重要：それぞれのデバイスが『心臓のどこを助けている装置か』を常に意識する

MCS管理における3つの視点

循環

CIRCULATION

- ・血圧・脈圧：灌流圧は足りているか？ 拍動はあるか？
- ・心拍出量：全身に血液を送れているか（ECMO flow + 自己心拍出）
- ・前後負荷：心臓が楽になっているか？（減負荷/後負荷）

「流れているか？」

血液

BLOOD

- ・抗凝固管理：固まらず、出血せざるの狭い範囲（APTT/ACT）
- ・溶血：機械的破壊による貧血・腎障害（LDH/尿色）
- ・感染：異物挿入によるCRBSIリスク

「壊れていないか？」

臓器

ORGAN

- ・肺・脳・腎・肝：心臓以外の重要臓器は守られているか
- ・尿量：臓器灌流の最も敏感な指標
- ・意識レベル：脳血流と鎮静のバランス（rSO₂）

「守られているか？」

デバイスの数値だけでなく、この3つのバランスが取れているかを常にアセスメントする

MCS管理を時間軸で考える

時期によって変化する「管理の焦点」と「リスク」を理解する

01

PHASE 1 導入直後

⚠️ **最大のリスク**
出血 / 脱血不良 / 循環破綻(LOS)

- 👁️ **観察ポイント**
- 穿刺部・消化管出血
 - カテーテル位置異常
 - 「なんとなく変」な違和感

GOAL: 循環の安定化

02

PHASE 2 安定期

⚠️ **最大のリスク**
血栓 / 溶血 / プラズマリーク

- 👁️ **観察ポイント**
- 人工肺トラブル(Wet lung)
 - D-dimer / LDHトレンド
 - 尿色の変化 (暗赤色)

GOAL: 合併症予防・全身管理

03

PHASE 3 長期管理

⚠️ **最大のリスク**
感染 / 栄養不良 / 廃用症候群

- 👁️ **観察ポイント**
- 感染兆候の監視
 - 栄養状態の維持
 - 出口戦略 (Weaning/VAD)

GOAL: 社会復帰・次の治療へ

V-A ECMO 補助期間と予後

急性心筋炎 - ELSO Registry

850例 (2011-2020)

平均年齢41歳、中央値6日

65.1%

院内生存率

34.9%

院内死亡率

Outcomes With Peripheral Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Suspected Acute Myocarditis: 10-Year Experience From the Extracorporeal Life Support Organization Registry.

Circulation: Heart Failure. 2023

心原性ショック全体 - JACC 2023

心原性ショック総計 (1,253例)

平均7.0±6.7日

47.0%

院内生存率

53.0%

院内死亡率

Association Between Shock Etiology and 5-Year Outcomes After Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation.

J Am Coll Cardiol. 2023

急性心筋梗塞 - JACC 2023

233例 (1,253例中)

平均6.8±6.0日

院内生存率37.3%、院内死亡率62.7%

不整脈ストーム

補助期間: 6.7±7.4日

院内生存率: 51.6%

拡張型心筋症

補助期間: 10.1±8.6日

院内生存率: 53.2%

心臓外科後心原性ショック

補助期間: 7.3±6.3日

院内生存率: 34.6%

急性心筋梗塞

補助期間: 6.8±6.0日

院内生存率: 37.3%

V-A ECMOの平均稼働日数は7日程度

・Schmidt M, et al. "Outcomes With Peripheral VA ECMO for Suspected Acute Myocarditis: 10-Year ELSO Registry Experience" Circulation. 2018;137(23):2536-2538

・Schrage B, et al. "Association Between Shock Etiology and 5-Year Outcomes After VA-ECMO" J Am Coll Cardiol. 2023;81(8):751-763

導入直後に見るべき指標

脈圧 PULSE PRESSURE

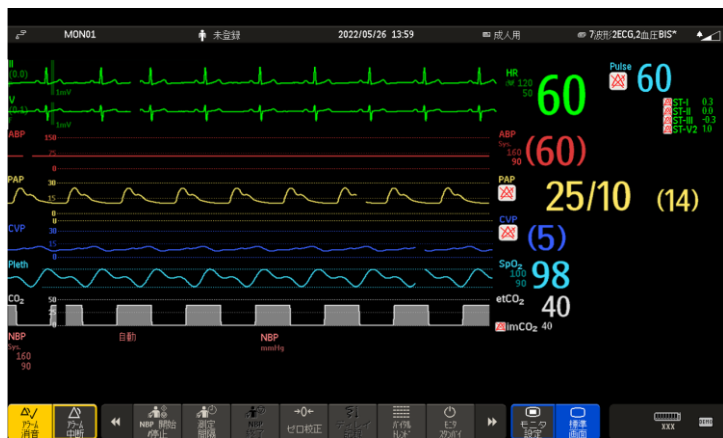
⚠ 消失は要警戒 (DANGER)

脈圧消失 = 自己心拍出なし

心機能の著しい低下

左室内血栓形成の高リスク状態

大動脈弁開放の有無を必ず確認



回路圧 CIRCUIT PRESSURE

⚠ 陰圧・陽圧の異常変動
流量低下の前兆として捉える

脱血圧(陰圧)増大: 脱血不良、ボリューム不足

送血圧(陽圧)増大: 回路内凝血、後負荷上昇



安定期に入ると起こる問題

循環が落ち着いた時こそ、デバイス関連の合併症が顕在化する

血栓



発生場所

回路内、人工肺、カテーテル表面

リスク

脳梗塞、デバイス機能不全、消費性凝固障害

兆候 (Signs)

D-dimer の上昇トレンド
回路圧(陽圧)の上昇
血小板数の急激な減少

溶血



原因

高回転数、位置不良によるせん断応力、
回路内血栓

リスク

急性腎障害(AKI)へ直結、貧血の進行

兆候 (Signs)

LDH の急激な上昇
尿の暗赤色化
遊離ヘモグロビン上昇

プラズマリーク



現象

人工肺の中空糸膜から血漿成分がガス側へ漏出

リスク

ガス交換能の低下、呼吸不全の増悪

兆候 (Signs)

PaO₂低下 / PaCO₂上昇
人工肺ガス出口の結露・液体
長期使用例でリスク増大

安定期は「数値の変化」よりも、これら「トラブルの予兆」を探す時期である

長期管理で本当に怖いこと

管理が長期化するほど高まるリスク。これらは相互に悪循環（負のスパイラル）を形成する。



感染



栄養不良



廃用症候群

感染

デバイス関連感染（ドライブライン、カニューレ挿入部）

細菌侵入のリスク増大

→ 全身播種・敗血症へ直結

栄養不良

異化亢進（侵襲下での急速な筋肉量減少）

創傷治癒の遅延

→ 免疫力低下で感染を助長

廃用症候群

ICU-AW（著しい筋力低下、サルコペニア）

離脱・リハビリ困難

→ 次の治療への道を閉ざす

これら3つは独立しておらず、放置すると「負のスパイラル」を形成する

MCS離床・体位管理（アプローチ別）

リハビリ可能なデバイスと、看護師が関与できる領域

大腿アプローチ

IABP / VA-ECMO / IMPELLA CP

⊘禁止・原則不可

端座位・立位・歩行
股関節屈曲 > 30°

✓許容範囲

ヘッドアップ < 30°
慎重な側臥位

鎖骨下アプローチ

IMPELLA CP / IMPELLA 5.5

⊘禁止

患側上肢の過度な挙上
激しい体幹回旋
ライン・ケーブルの引っ張り

✓許容

端座位・立位・歩行（条件付）
ヘッドアップ制限なし
患側上肢の軽い可動



心尖部アプローチ

体外式VAD / 植込型VAD

⊘禁止

ドライブラインの牽引・屈曲
入浴（医師許可制）

✓許容

歩行・ADL自立
外出・外泊



患者に説明・同意の上利用

MCS離床・体位管理（アプローチ別）

リハビリ可能なデバイスと、看護師が関与できる領域

大腿アプローチ

IABP / VA-ECMO / IMPELLA CP

⊘禁止・原則不可

端座位・立位・歩行
股関節屈曲 > 30°

✓許容範囲

ヘッドアップ < 30°
慎重な側臥位

鎖骨下アプローチ

IMPELLA CP / IMPELLA 5.5

⊘禁止

患側上肢の過度な挙上
激しい体幹回旋
ライン・ケーブルの引っ張り

✓許容

端座位・立位・歩行（条件付）
ヘッドアップ制限なし
患側上肢の軽い可動



心尖部アプローチ

体外式VAD / 植込型VAD

⊘禁止

ドライブラインの牽引・屈曲
入浴（医師許可制）

✓許容

歩行・ADL自立
外出・外泊



長期臥床・筋萎縮による静脈ポンプ機能低下。
立位・体位変換時に静脈還流が減少し脱血不良を起こすリスクあり

患者に説明・同意の上利用

IABP管理の要点

1. 拡張期・収縮期補助を最大化

IABPの最大効果である拡張期血圧の上昇と、自己収縮期直前の後負荷軽減を確認。

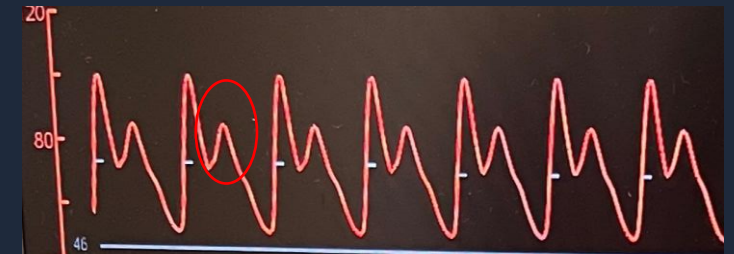
2. タイミング調整 (Timing)

Inflationのズレは心負荷を増大させます。

3. IABP下でモニタの見方

普段見ている、収縮期血圧とは違う

看護師が見るべきポイント



IABP管理の要点

1. 拡張期・収縮期補助を最大化

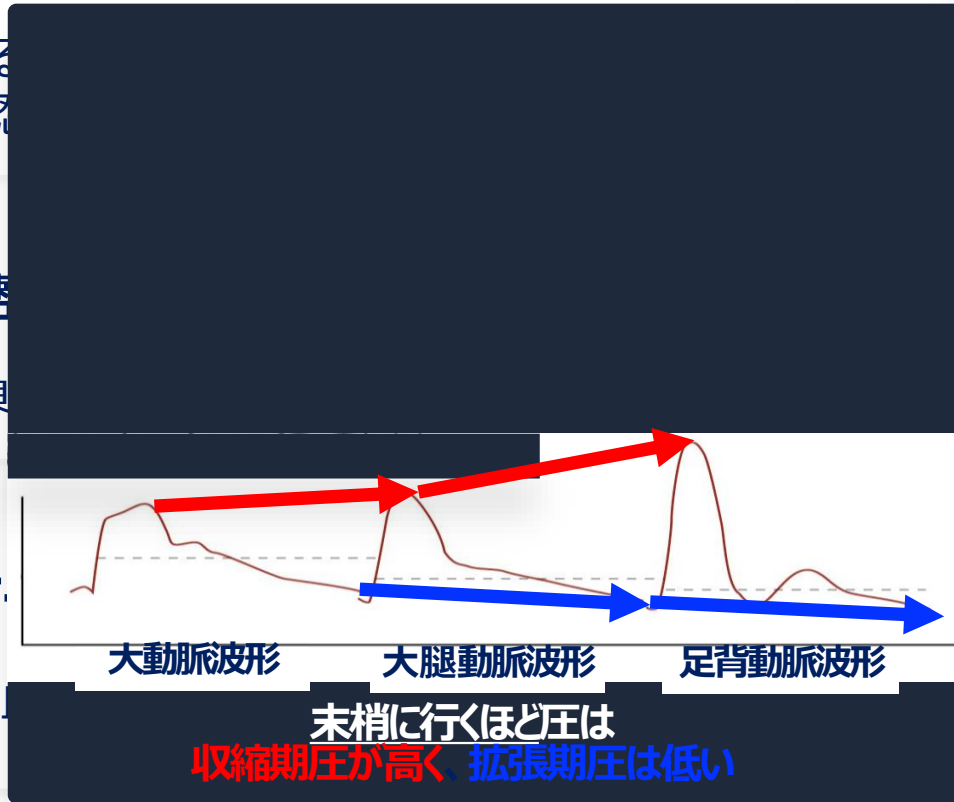
IABPの最大効果である
前の後負荷軽減を確認

2. タイミング調整

Inflationのズレは心負

3. IABP下でも

普段見ている、収縮期



看護師が見るべきポイント



IMPELLA管理の要点



1. 前負荷依存 (Prevent Suction)

左室から直接汲み出すため、十分な前負荷が必要。ボリューム不足や右心不全はSuctionの原因となる。適切な脱水補正と右心機能評価が必須。



2. 位置ずれの初期サイン (位置波形)

位置波形の変化は位置ズレの最初期サイン。Ao波形やLV波形を見逃さない

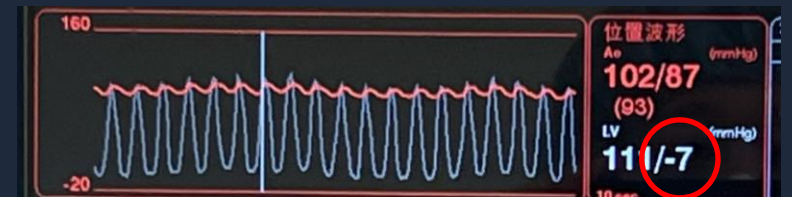


3. 溶血の早期発見 (Hemolysis)

ポンプ回転数と血流量のバランス崩壊で赤血球が破壊される。尿の暗赤色変化やLDH急上昇を確認。Pレベル調整や位置修正を検討。



看護師が見るべきポイント



適正な脱血の場合、0~-10mmHg程度

IMPELLA管理の要点



1. 前負荷依存 (Prevent Suction)

左室から直接汲み出すため、十分な前負荷が必要。ボリューム不足や右心不全はSuctionの原因となる。適切な脱水補正と右心機能評価が必須。



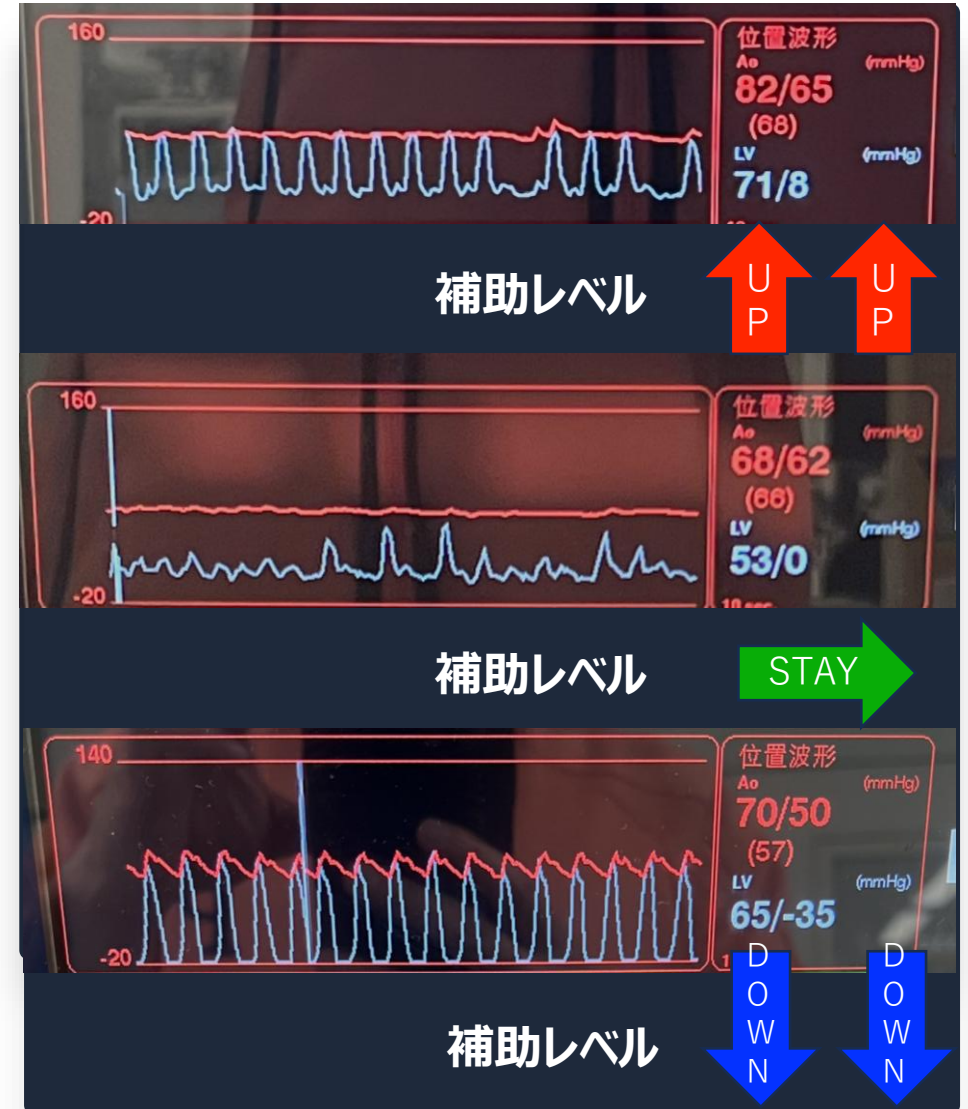
2. 位置ずれの初期サイン (位置波形)

位置波形の変化は位置ずれの最初期サイン。Ao波形やLV波形を見逃さない



3. 溶血の早期発見 (Hemolysis)

ポンプ回転数と血流量のバランス崩壊で赤血球が破壊される。尿の暗赤色変化やLDH急上昇を確認。Pレベル調整や位置修正を検討。



IMPELLA管理の要点



1. 前負荷依存 (Prevent Suction)

左室から直接汲み出すため、十分な前負荷が必要。ボリューム不足や右心不全はSuctionの原因となる。適切な脱水補正と右心機能評価が必須。



2. 位置ずれの初期サイン (位置波形)

位置波形の変化は位置ずれの最初期サイン。Ao波形やLV波形を見逃さない



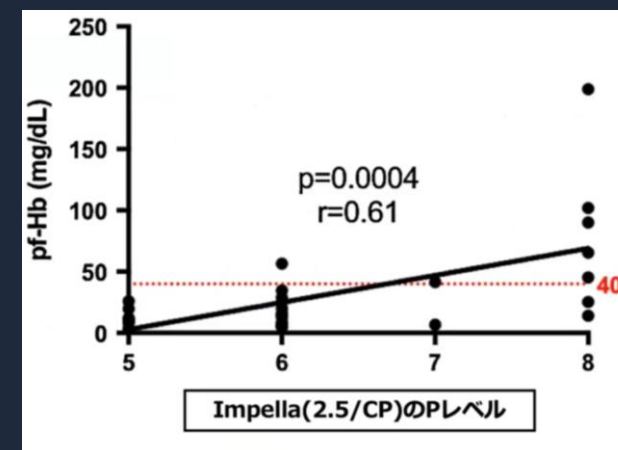
3. 溶血の早期発見 (Hemolysis)

ポンプ回転数と血流量のバランス崩壊で赤血球が破壊される。尿の暗赤色変化やLDH急上昇を確認。Pレベル調整や位置修正を検討。



看護師が見るべきポイント

・IMPELLA 2.5とCPは、補助レベルP-7以上から溶血する
Artif Organs.2019;43(2):125-131



補助レベル



V-A ECMO管理の要点

1. 後負荷(Afterload)増大への配慮

逆行性送血は左室の後負荷を増大させる。平均血圧の管理目標を厳密に設定し、必要に応じて血管拡張薬を使用し心負荷軽減を図る必要がある。

2. 左室拡張と血栓予防

大動脈弁が開放しない状態 = 左室内うっ滞・血栓形成リスク大。脈圧の有無やエコーでの弁開放を確認し、IABPやImpellaの併用(Unloading)を検討する必要あり。

3. 肺うっ血(Wet Lung)の監視

左室圧上昇に伴い左房圧・肺静脈圧が上昇し、肺水腫をきたす。胸部X線での浸潤影、泡沫状痰の増加、酸素化の悪化などのサインを見逃さないようにする。

4. 脱血の安定性

特に高流量を出している時は注意が必要。
また、胸腔内圧の上昇時や腹腔内圧が高い肥満患者などは、不安定になりやすい。



看護師が見るべきポイント

“The afterload of the ventricle is the pressure in the aorta leading from the ventricle.”

「心室の後負荷とは、その心室から出ていく大動脈内の圧である」

(左室なら大動脈圧、右室なら肺動脈圧)

ガイトン生理学.原著第13版.p110第9章.



左室側

大動脈側

V-A ECMO管理の要点

1. 後負荷(Afterload)増大への配慮

逆行性送血は左室の後負荷を増大させる。平均血圧の管理目標を厳密に設定し、必要に応じて血管拡張薬を使用し心負荷軽減を図る必要がある。

2. 左室拡張と血栓予防

大動脈弁が開放しない状態 = 左室内うっ滞・血栓形成リスク大。脈圧の有無やエコーでの弁開放を確認し、IABPやImpellaの併用(Unloading)を検討する必要がある。

3. 肺うっ血(Wet Lung)の監視

左室圧上昇に伴い左房圧・肺静脈圧が上昇し、肺水腫をきたす。胸部X線での浸潤影、泡沫状痰の増加、酸素化の悪化などのサインを見逃さないようにする。

4. 脱血の安定性

特に高流量を出している時は注意が必要。
また、胸腔内圧の上昇時や腹腔内圧が高い肥満患者などは、不安定になりやすい。



V-A ECMO管理の要点

1. 後負荷(Afterload)増大への配慮

逆行性送血は左室の後負荷を増大させる。平均血圧の管理目標を厳密に設定し、必要に応じて血管拡張薬を使用し心負荷軽減を図る必要がある。

2. 左室拡張と血栓予防

大動脈弁が開放しない状態 = 左室内うっ滞・血栓形成リスク大。脈圧の有無やエコーでの弁開放を確認し、IABPやImpellaの併用(Unloading)を検討する必要あり。

3. 肺うっ血(Wet Lung)の監視

左室圧上昇に伴い左房圧・肺静脈圧が上昇し、肺水腫をきたす。胸部X線での浸潤影、泡沫状痰の増加、酸素化の悪化などのサインを見逃さないようにする。

4. 脱血の安定性

特に高流量を出している時は注意が必要。
また、胸腔内圧の上昇時や腹腔内圧が高い肥満患者などは、不安定になりやすい。

看護師が見るべきポイント



共通する危険サイン

デバイスが異なっても「循環不全」のサインは共通している

Lac (乳酸値) 上昇

意味するもの

**組織の酸素欠乏 (SOS)
嫌気性代謝の進行サイン**

看護アクション

- 数値のトレンド確認（上昇傾向なら危険）
- 末梢冷感・チアノーゼ確認
- 腹部膨満・腸管虚血の除外

SvO₂ 低下

意味するもの

**酸素需給バランスの悪化 需
要過多 または 供給不足**

看護アクション

- Hb値チェック（貧血是正）
- 鎮痛・鎮静深度の見直し（酸素消費を抑える）
- 発熱・シバリングへの介入

尿量 低下

意味するもの

**臓器灌流の鏡 腎血流低
下 = 全身虚血の予兆**

看護アクション

- 時間尿量の厳密な把握（0.5ml/kg/h以下は要注意）
- 平均血圧(MAP)・CVP確認
- 利尿薬への反応性評価

看護師の立ち位置

チーム医療におけるMCS管理のキーパーソン



24時間そばにいる

医師が離れている時間も含め、患者のバイタル、表情、機器の挙動を24時間連続して観察しています。この連続性が異常の早期発見につながります。



変化に気づける唯一の職種

「なんとなく顔色が悪い」「いつもより手足が冷たい」「回路の音が違う」など、数値に出ない五感を通じた微細な変化を最初に察知できるのは看護師だけです。



予兆の共有でチームを動かす

気づいた「変化」や「違和感」をチームに共有することで、医師の治療判断やMEの機器調整を促し、重大なトラブルを未然に防ぐ起点となります。

本日覚えて帰って欲しい3つのこと

合併症なき管理が、患者の次の治療への道をつなぐ

01

🕒 時間軸で考える

「導入直後」「安定期」「長期管理」。フェーズごとにリスクと目標を切り替える視点を持つ。

今は何が最大のリスクか？

02

↗️ 数値より『変化』

正常範囲内でも安心しない。急変やトラブルの前には必ずトレンドの変化がある。点ではなく線で捉える。

数値の「傾き」に異常はないか？

03

📌 合併症は予測できる

トラブルには必ず前兆がある。それを未然に防ぐことが、移植・VADへの道を守ることにつながる。

小さな「違和感」をチームで共有する
合併症予防こそが「次の治療」への架け橋

ご清聴有難う御座いました
