



植込み型補助人工心臓 HeartMate3™

ポンプパラメータ概要

HeartMate3™LVADには、ポンプ速度、ポンプ出力、ポンプ流量、拍動指数の4つのパラメータがあります。単一パラメータで患者状態を把握することは困難です。パラメータのトレンドを評価することが重要です。ポンプパラメータは患者毎によって異なり、評価は患者状態により異なります。

ポンプ速度 (SPEED)

- ポンプ速度はシステムモニタ上でのみ調整可能です。固定速度範囲：3,000-9,000 RPM (100 RPM 毎に調整可)、最低ポンプ速度範囲：4,000-6,000 RPM (固定速度の設定値から-200 RPM~-400 RPM)
- システムモニタはポンプ速度をRPMで表示します。ポンプ速度の表示値は固定速度から ± 100 RPMの範囲です。
- 固定速度が、4,000 RPM以上から2秒毎1回の人工拍動が始まります。
- システムコントローラのディスプレイのポンプ速度表示の横にある (▲) のアイコンは人工拍動の作動を示しています。



ポンプ出力 (POWER)

- ポンプ出力は、血液ポンプが血流を発生させるために必要な電力を直接測定したものです (ポンプ速度、ポンプ流量、または血行動態の変化は、ポンプ出力に影響します)。

- ポンプ出力の上昇は、血液ポンプ内に血栓または大動脈弁閉鎖不全症の可能性があります。
- ポンプ出力の低下は、内部閉塞の可能性を示唆するため、臨床的に評価する必要があります。
- ポンプ出力 が10 W以上の場合は、患者を臨床的に評価する必要があります。

ポンプ流量 (FLOW)

- ポンプ流量は、ポンプ速度、ポンプ出力、およびヘマトクリット値 (設定範囲：20-55%) で計算された推定値です。

↑ポンプ速度 = ↑ポンプ流量

↓ポンプ速度 = ↓ポンプ流量

- ポンプ流量が2.5 L/min未満になった場合、システムコントローラは“LOW FLOW”の警告アラームを発生します。

- 前負荷 (ポリウム) と後負荷 (血圧) の影響を受けます：前負荷 (ポリウム) が少ない場合、ポンプ流量は低下します。また、後負荷 (血圧) が高い場合も同様にポンプ流量は低下します。

拍動指数 (PULSATILITY INDEX)

- 拍動指数は、心臓の拍動性を表し、血液ポンプにより提供されるサポート量に関連しています。拍動指数が高いほど、左心室充満が高いことを示します (血液ポンプによる左心室へのサポートが低い状態)。拍動指数が低いほど、左心室充満が少なく、拍動性が低いことを示します (血液ポンプが、より大きなサポートを左心室に行い、より大きく左心室の負荷を減らしている状態)。
- 拍動指数は毎秒15秒間隔で測定された平均値で、通常1-10です。
- 拍動指数は定期的に監視する必要があり、安静時での大幅な変化が起きないように管理する必要があります。
- 拍動指数の急激な上昇 (PIが10以上) は循環血液量の減少または高血圧を示している可能性があります。

$$\text{拍動指数の計算式} = \frac{\text{Power}_{\text{MAX}} - \text{Power}_{\text{MIN}}}{\text{Power}_{\text{AVG}}}$$

PIイベント(PI EVENT)

- PIイベントは (1秒) 前の15秒平均値から45%変化した場合に発生します。目的は左心室内のサクシオンイベントの回避です。
- PIイベントが検出されると、ポンプ速度は自動的に最低速度 (Low Speed Limit) まで低下し、50 RPM/sec毎に徐々に設定した固定速度まで上昇します。頻繁なPIイベントは、原因を調査する必要があります。PIイベントによるポンプ速度の変化は、ポンプ流量の減少を伴います。

すべてのPIイベントがサクシオンイベントではありません。






PIイベントの発生原因：ポンプ速度やポンプ出力の急激な変化、循環血液量の急激な変化、咳 / くしゃみ、左心室容積の拍動による変動、IABPの使用、不整脈の可能性がります。

臨床的考察

連続流ポンプ	バイタルサイン	アセスメント
<ul style="list-style-type: none"> 血液ポンプによって、絶えず左心室の負荷を減らし、脈圧が縮、小します。 HeartMate3は、心臓と非同期で2秒に1回人工拍動を生成します(1分間に30回)。 HeartMate3は、心電図モニタリングで電磁干渉を引き起こす可能性があります。心電図のリード線の配置を調整することによって、電磁干渉を低減できる場合があります。 	<p>血圧:</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動血圧計は正確に測定できない可能性があります。 ドップラー血圧計で血圧を測定し、最初のコロトコフ音をMAPとして記録してください。 目標平均血圧 (MAP) は90 mmHg未満 <p>脈拍: 脈拍は触知できない場合があります。</p> <p>酸素飽和度: 拍動が弱く測定できない場合があります。</p>	<p>血液ポンプの駆動確認:</p> <ul style="list-style-type: none"> 左前胸部を聴診して、駆動音を確認します。異音があれば報告してください。 ポンプパラメータの変化は、患者の臨床所見を考慮して評価する必要があります。 ポンプパラメータのみで、患者の臨床状態を評価することはできません。

緊急時の対応	機器の確認	ドライブライン
<ul style="list-style-type: none"> 体外除細動の際には、血液ポンプを止めていただく必要はありません。開心時除細動は、ドライブラインとシステムコントローラの接続を外してください。逆流を防ぐため、送血グラフのクランプを検討してください。 胸骨圧迫は禁忌ではありませんが、胸骨圧迫の実施に伴うリスク(脱血管の閉塞、送血グラフのねじれ)があります。実施の有無は、医師の判断が必要です。 	<ul style="list-style-type: none"> 駆動用システムコントローラは常に、パワーモジュール、モバイル電源ユニット、または14Vリチウムイオンバッテリーに接続されている必要があります。 14Vリチウムイオンバッテリーは2本1組で使用し、最大17時間のサポートが可能です。 就寝する場合は、常にパワーモジュールまたはモバイル電源ユニットに接続する必要があります。 予備用システムコントローラと充電済み14Vリチウムイオンバッテリーは、常に患者のそばに置いておく必要があります。 	<ul style="list-style-type: none"> 清潔操作でドレッシング材の交換をしてください。 感染兆候があれば報告してください。 ドライブラインのシリコンまたはポリウレタンの破損があれば報告してください。 ドライブラインが皮膚貫通部から引っ張られないように、固定具を使用してください。 ドライブラインをねじったり、急に曲げたりしないでください。 ポンプケーブルとモジュールケーブルの接続で、黄色の線が見えていないことを確認してください。

INR	モニターチェック項目
<ul style="list-style-type: none"> 目標: 2.0 ~ 3.0 INRの目標値は患者さんによって変化します。各施設のプロトコルに準じてください。 	<p>Clinical Screen.....ポンプ速度、ポンプ流量、拍動指数、ポンプ出力をレビューして記録してください。</p> <p>Settings Screen 固定速度、最低ポンプ速度、ヘマトクリットをレビューし記録してください。</p> <p>Alarms Screen..... 発生しているアラームをレビューして記録してください。</p> <p>History Screen ログをレビューしてください。</p>

ドライブライン感染のステージ分類	禁忌
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>状態: • ドライブライン挿入部が清潔で、腫れや発赤がほとんど見られません。 • 紅斑なし、または軽度 • 圧痛なし • 浸出液なし</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>状態: • ドライブライン挿入部で皮膚発赤が出現 • 紅斑あり • 軽度の圧痛 • 少量の浸出液(黄色、臭い、臭い)に少量の培養(+)の場合もある</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>状態: • 感染兆候が全身にあり、発赤が広範囲に広がり、肉芽形成が観察され、ドライブラインの周囲に膿が溜まり、膿が観察できる • 紅斑あり • 圧痛(軽度) • 浸出液は、少量から多量、培養(+)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>状態: • 全身性感染兆候、重篤な皮膚発赤、肉芽形成からの出血、ドライブラインからの分泌物が観察され、鋒癩または出血がある • 紅斑あり • ドライブラインに沿って感染がみられ、強い圧痛がある • 多量の排膿が観察、培養(+)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>状態: • 全身性感染兆候、重篤な皮膚発赤、肉芽形成からの出血、ドライブラインからの分泌物が観察され、鋒癩または出血がある • 紅斑あり • ドライブラインに沿って感染がみられ、深層ポケットまで浸し、高い可能性あり、強い圧痛あり • 多量の排膿、血液培養(+)</p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">*Sharp Driveline Staging Chart</p>	<ul style="list-style-type: none"> MRI 強い静電気を引き起こす行動は避けてください(古いテレビやコンピュータの画面に触れる、掃除機をかける)。 入浴・水泳 妊娠