

PCPS の酸素加不良について

PCPS では長期的な人工肺の使用や患者移動などで予想外の酸素加不良が起こる可能性があります。通常、人工肺出口の PaO₂ が極端に低値を示すと、つい人工肺自体の問題と捉えがちですが、人工肺以外が原因ということもあるため、直ちに人工肺の交換とすることなく適切な判断をしなければなりません。

ここでは、判断および交換時の注意点を解説します。

なお、人為的なミスの予防のためには、日常的な管理が必要です。一般的な管理チェック項目を最後に挙げていますのでご参考ください。



1 人工肺の酸素加不良が疑われたら

人工肺に起因していない場合でも、酸素加不良の原因はありますので、以下の表を参考に総合的に判断する必要があります。

	確認事項	注意点
人工肺に起因しないこと	ガスの設定およびガス供給ラインの異常	移動後などはラインの確認を行う
	生体肺機能の悪化はないか	胸部 X 線写真の異常の有無等
	Hb または S _v O ₂ が過度に低下していないか	酸素親和性が低下していることも考慮する
人工肺に起因すること	二酸化炭素除去能の低下はないか	人工肺出口部の PCO ₂ の上昇の有無
	wet lung となっていないか	人工肺ガス出口が水滴で塞がっていないか
	人工肺内血栓形成がないか	黒い凝血塊が人工肺内に透見されるか
	plasma leakage を起こしていないか	人工肺ガス出口から泡がでていないか

それでも原因が特定できない場合は、簡易的ですが酸素移動量を計算し、添付文書等の基準値と比較することで人工肺の評価も可能です。

$(\text{人工肺出口の酸素含有量} - \text{入口の酸素含有量}) \times \text{血液流量}(\text{ml}/\text{min}) / 100 = \text{酸素移動量}(\text{ml}/\text{min})$

酸素含有量 = $1.34 \times \text{血中ヘモグロビン濃度}(\text{g}/\text{dL}) \times \text{酸素飽和度}(\%) / 100$ (血漿溶存酸素は無視しています)

基準値より、かなり低い場合は人工肺交換の必要性がでてきます。

注意！人工肺入口は一般的に採血個所がないことがありますので、人工肺入口側の酸素含有量の測定のための採血は S-G カテーテル、あるいは CV カテーテルなどから行うことが望ましいです。脱血回路側は強い陰圧となっていますので採血をすることは危険です。

Wet lung とは、吹送されたガスが中空系膜を介し、血液より移行した水蒸気が、人工肺出口部付近のハウジングや外気により冷却された際に、主に中空系出口部端面に結露が生じます。その結果、膜面積が減少、ガス流路抵抗が上昇する現象です。

この Wet lung によりガス交換能が低下する場合は、適宜酸素ガスフラッシュを行い、結露水を飛ばすことにより、ガス交換能を回復させる方法もあります。また、その他に人工肺ガス出口部付近をヒーターで加温する方法などもあります。

添付文書に記載された流量以上のガスを吹送する場合、ガス流路抵抗を上昇させることにより、血液側に気泡が漏出しないように細心の注意が必要です。(血液流量が少なく送血圧が低い場合など)

plasma leakage とは、膜型人工肺に用いられている多孔質膜の micropore から、患者の血液の変性や、長時間使用により、血漿成分が漏れ出てくることです。plasma leakage が生じたときには、炭酸ガス排出能、酸素加能低下に注意するとともに、人工肺の交換を考慮しなければなりません。

Point 人工肺のガス交換能が正常であるかどうかを適正に評価しなければなりません。人工肺が不良、限界または劣化なのか、患者の状態、人工肺の特性も理解しておきましょう。



2 人工肺の酸素加不良が起こったら

人工肺が原因となる許容できない酸素加能低下が生じた場合、人工肺もしくは回路の全交換が必要となります。医師と協議のうえで、交換を行ってください。

交換の手技については言及しませんが、プライミングにはバックアップ装置などを利用して、十分なエア抜きを行いましょ。また交換時には、血行動態や ACT に注意し、交換に要する人員や時間などを予め考慮した交換手技となるようにしましょ。

Point すみやかな人工肺または回路交換を行うために、常日頃からトレーニングをしておきましょう。また、緊急的な交換に備えて、回路などの物品や機材の場所も把握しておきましょう。

人工肺での血液の酸素加不良予防のための管理

1) PCPS 開始前の確認

ガスチューブが人工肺のガス流入ポートに接続されているか確認しましょ。

ガスチューブが酸素流量計に接続されているか確認しましょ。

実際に酸素ガスが流れるか確認しましょ。

FiO_2 が適正か確認しましょ。

2) PCPS 開始直後の確認

送血回路の血液の色を確認しましょ。

血液ガスあるいは連続ガスモニターの値を確認しましょ。

ポンプ流量が得られているかどうか確認しましょ。

ガス流量と酸素濃度を再確認しましょ。

3) PCPS 中の確認

血液ガスあるいは連続ガスモニターの値を一定時間ごとに確認しましょ。

血液ガスは定時チェックだけでなく患者の移動や体位変換後など適宜確認しましょ。

人工肺内に血液凝血塊が透見されないかどうか確認しましょ。

Wet lung または plasma leakage でないことを確認しましょ。

参考情報

- 1) 松田 暉 経皮的心肺補助法-PCPS の最前線- 2004
- 2) 関東甲信越地方会の安全速報 人工肺のガス交換に関するトラブルの防止策 2004
- 3) 西垣孝行 体外循環技術 vol137 No3 p338 2010
- 4) 新見能成 監訳 人工心肺 その原理と実際 メディカル・サイエンス・インターナショナル 2010