

SORIN | GDP™ MONITOR

ソーリンGDP™モニターは体外循環管理システム、ソーリンCONNECT™の機能であり、患者の代謝需要に合わせた適切な体外循環を行うことを目的としたGoal-Directed Perfusionを円滑に導入できるモニタリングシステムです。このような配慮をした体外循環により急性腎不全（AKI）の発症率の減少、そしてICU及び病院の滞在期間の短縮に寄与できたという報告もあります¹。ソーリンGDP™モニターとソーリンCONNECT™は体外循環システム、HeartLink™の一部です。

DO₂ = 酸素送出（供給）量 (ml/min)、または酸素供給は送血流量から送られる酸素の量です。心拍出量をポンプ流量と動脈酸素含有量を割って計算されます。

DO_{2i} = インデックスされた酸素送出（供給）量 (ml/min/m²) は体表面積（BSA）で酸素送出（供給）量を割った数値です。

VO₂ = 酸素消費量 (ml/min)、または酸素摂取量は組織に消費される酸素の容量です。好気性代謝の状態では酸素はエネルギーを発生させるために消費され、VO₂は代謝率に対応します。VO₂は心拍出量/ポンプ流量、そして動静脈の酸素含有量の差から得られます。

心拍出量をポンプ流量と動脈酸素含有量を割って計算されます。

VO_{2i} = インデックスされた酸素消費量 (ml/min/m²) は体表面積（BSA）で酸素消費量を割った数値です。



VCO₂ = 炭酸ガス生成量 (ml/min) は組織から生成された炭酸ガスの量であり、肺、または人工肺から除去されます。

VCO_{2i} = インデックスされた炭酸ガス生成 (ml/min/m²) は体表面積（BSA）で炭酸ガス生成量を割った数値です。

VO_{2i}/DO_{2i} = 酸素抽出率 (O₂ER) は酸素消費量と酸素送出（供給）量の比率、VO_{2i}/DO_{2i}であり、組織により摂取される酸素の割合です。

DO_{2i}/VCO_{2i} = 酸素供給量指数を炭酸ガス生成量指数で割った数値 (Ranucci比率) です。

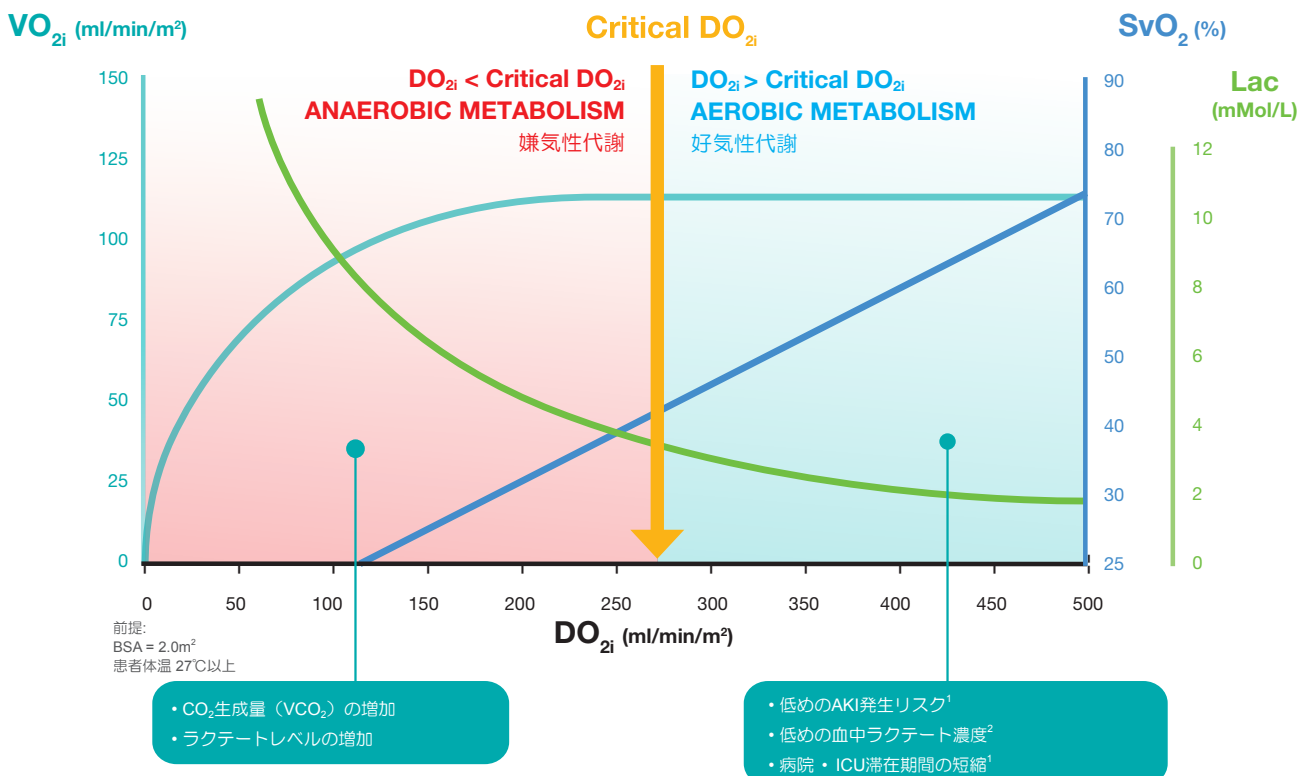
Dr. Ranucciらによる急性腎不全(AKI)と高乳酸塩血症(HL)に関連するマーカーであるという報告があります¹。

GOAL-DIRECTED PERFUSIONの導入

GDP™モニターにより酸素送出（供給）量、酸素消費量と炭酸ガス生成量のリアルタイム情報が継続的にモニタリングされ、適切な体外循環を行うために評価することができます。具体的には：

- クリティカル DO_{2i} の数値を下回ると好気性代謝が維持できなくなり、嫌気性代謝が発生します。下記に記載してある参考文献ではクリティカル DO_{2i} は262と272ml/min/m²の間と定義され、 DO_{2i}/VCO_{2i} の比率のクリティカル閾値は5.0と5.3の間と認識されています。
- DO_{2i} は主にヘマトクリット（HCT）と血液流量（Qb）により影響され、Qb、そして（または）HCTの増加により DO_{2i} の増加の結果となります。従って、 DO_{2i} と DO_{2i}/VCO_{2i} をクリティカル閾値以上に維持するにはHCTを高く維持（希釈率を抑える）そして（または）Qbを上げることで低いヘマトクリットを補填することが可能になります。そのため、輸血が必要になるのはポンプ流量を上げるだけでは必要な DO_{2i} に達しない場合にのみ限られることになります。
- DO_{2i} がクリティカル DO_{2i} より高い時には患者は好気性代謝の状態になっており、このことがAKI発生率の減少の可能性、より低いラクテートレベル、そして病院とICUの滞在期間の短縮に関連しているとの報告があります^{1,2}。
- DO_{2i}/VCO_{2i} はラクテートの生成と嫌気性代謝のインジケータとして使えます²。もし VCO_{2i} が増加し、 DO_{2i} と VO_{2i} が一定である場合、嫌気性代謝になりつつあることが考えられます。 DO_{2i}/VCO_{2i} がクリティカル閾値以上の時にはAKI発生率の減少の可能性があると¹、ラクテートレベルが低めであること²が報告されています。
- 39%以上の VO_{2i}/DO_{2i} （ O_2ER ）、そして68%以下の静脈血酸素飽和度（ SvO_2 ）は人工心肺中の赤血球輸血の判断に関してヘマトクリットのみだけではないガイドとして使用することもできます⁴。 DO_{2i} がクリティカル DO_{2i} より高い時には患者の VO_{2i} は DO_{2i} から独立していることから輸血により SvO_2 を増やす効果が低いと考えられます。もし DO_{2i} がクリティカル DO_{2i} より低い場合、患者の VO_{2i} は DO_{2i} に依存（ DO_{2i} 依存）しているので、酸素供給量を増やすのに自己血、あるいは他家血輸血のより赤血球を増やすことによる効果はより良くなると考えられますが、目標の DO_{2i} を達成する最も効果的な方法はポンプ流量（Qb）を調整することと考えられます。

体外循環中の好気性と嫌気性代謝



参考文献：

- ¹ O_2 DELIVERY AND CO_2 PRODUCTION DURING CARDIOPULMONARY BYPASS AS DETERMINANTS OF ACUTE KIDNEY INJURY: TIME FOR A GOAL-DIRECTED PERFUSION MANAGEMENT?, De Somer F, Mulholland JW, Bryan MR, Aloisio T, Van Nooten GJ, Ranucci M., Crit Care. 2011 Aug 10;15(4):R192.
- ² ANAEROBIC METABOLISM DURING CARDIOPULMONARY BYPASS: PREDICTIVE VALUE OF CARBON DIOXIDE DERIVED PARAMETERS, Ranucci M, Isgrò G, Romitti F, Mele S, Biagioli B, Giomarelli P, Ann Thorac Surg. 2006 Jun;81(6):2189-95.
- ³ OUTCOME WITH HIGH BLOOD LACTATE LEVELS DURING CARDIOPULMONARY BYPASS IN ADULT CARDIAC OPERATION, Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R., Ann Thorac Surg. 2000 Dec;70(6):2082-6.
- ⁴ TRANSFUSIONS DURING CARDIOPULMONARY BYPASS: BETTER WHEN TRIGGERED BY VENOUS OXYGEN SATURATION AND OXYGEN EXTRACTION RATE. Ranucci M, Castelvichio S, Ditta A, Brozzi S, Boncilli A, Baryshnikova E, Perfusion. 2011 Jul;26(4):327-33.