

人工心肺の脱血法と 陰圧脱血時の安全確認事項

Internet

(社)日本臨床工学技士会

医療機器安全対策委員会 WG1 体外循環部会

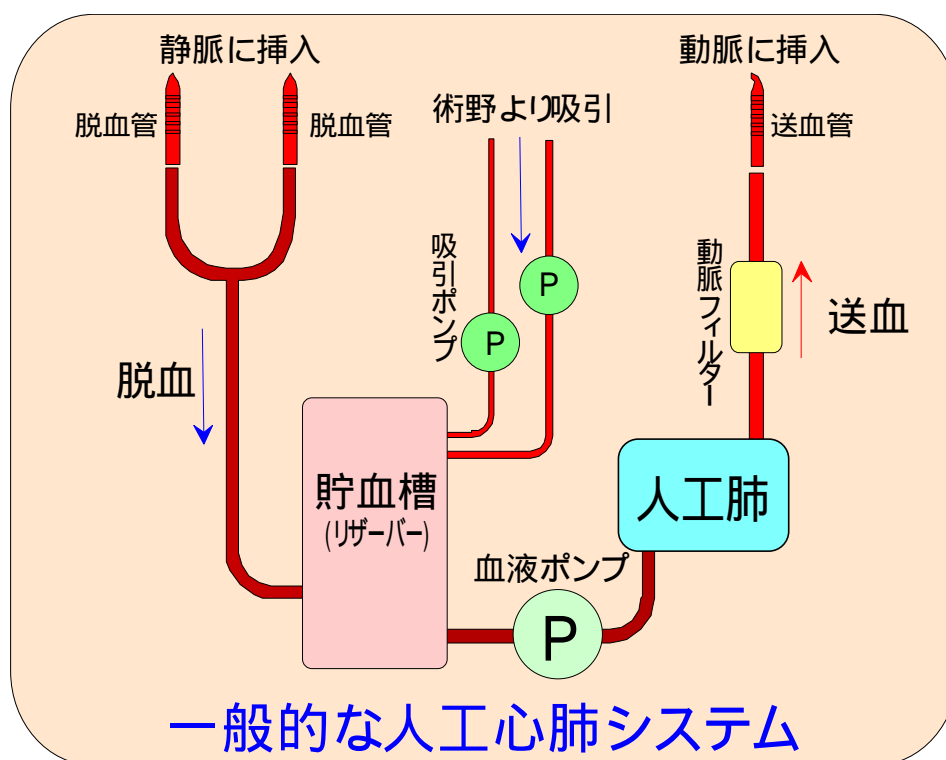
日本体外循環技術研究会

人工心肺の脱血法と陰圧脱血時の安全確認事項

臨床工学技士の業務は、代謝、呼吸、循環、MEの領域に大別される。臨床工学技士は臨床と工学の境界においてチーム医療の実践を強く要求される職種である。今回マスコミ等で取り上げられている人工心肺中の医療事故について、この業務に関与されていない技士の方にもその背景を理解していただくとともに、今回の要因と推察される脱血法の安全確認事項を提示し、さらなる人工心肺業務における安全性の確保をお願いするところである。

人工心肺システムについて

人工心肺システムは、心臓血管手術等の際に、生体の心臓と肺の機能を一時的に代行するために用いられ、患者より血液を取り出すための脱血管、血液を一時的に貯める貯血槽（リザーバー）、術野より血液を回収する吸引回路（注：吸引された血液は貯血槽に入る）、血液ポンプ、人工肺、動脈フィルター、患者に血液を返すための送血管、それぞれをつなぐ血液回路で構成されるのが一般的である。施設によって用いる人工心肺装置や人工肺により、組み合わせや順序が異なる。



これらの人工心肺システムは、患者の右心房に還流する静脈血を、脱血管という特殊なチューブ（通常カニューレと呼ばれ、血管と血液回路との接手となる）を血管内に挿入し、血液回路を通して貯血槽に貯留させる。貯血槽に貯まった静脈血を血液ポンプで人工肺に送り込み、酸素化し炭酸ガスを排出させた後、動脈血として患者の動脈に送血する。必要な灌流量は患者の体格に合わせる必要がある。体表面積 1 m^2 あたり $2.2 \sim 2.6 \text{ L/min}$ 、成人では $3500 \sim 4500 \text{ mL/min}$ で灌流される。

脱血法

人工心肺システムで必要な循環血液量を確保するための脱血法には以下の3種類がある。

1) 落差脱血法

手術台の患者心臓の位置から貯血槽液面までの落差（通常は 50～60cm）によって発生する圧力を利用して脱血する最も一般的な脱血法である。脱血のための血液回路を挟み絞り込む事で脱血量の調整が行える。脱血が不足する場合には落差を大きくすることで脱血量を増加させることができる。

2) ポンプ脱血法

患者からの脱血をポンプによって行う方法である。図の脱血管と貯血槽の間に静脈ポンプを配置し、これにより脱血量の調整を行う。本法は脱血用の静脈ポンプと血液を送血する動脈ポンプを使用するため2ポンプシステムと呼ばれる。

3) 陰圧脱血・陰圧補助脱血法

脱血管と接続されている血液回路および貯血槽を陰圧に保持することで脱血する方式である。本法では脱血のための落差圧力を壁吸引や陰圧ポンプによる陰圧に置き換えるため、患者と貯血槽間の落差を不用にする事も可能である。これにより脱血のための血液回路短縮と、脱血管・血液回路の細口径化が可能になり、さらに穿刺式の細口径脱血管が使用可能でシステム全体の充填量を軽減でき、無輸血体外循環が可能な症例が拡大する。また、細口径化により術野における視野が広がり作業が容易になるため、低侵襲手術への可能性も拡大する。このため本法での人工心肺施行施設が増加している。

また貯血槽は、術野から吸引した血液の貯血を兼ねるため、貯血槽には脱血される静脈血と術野からの吸引血液や空気が流入する。術野から吸引された血液や空気に変動があった場合でも、貯血槽内圧を常に適正な陰圧に維持できる安全策を講じた上で使用する事が重要である。

おわりに

人工心肺は心臓血管手術等の際の補助手段である。手術遂行には、外科医を中心とする多くの医療関連職種とのチームによる共同作業が必要となる。我々臨床工学技士は、チーム医療の一員として人工心肺の操作を中心とする任に当たり手術の流れに沿って、術者、麻酔医、看護師等との連絡を密にすると共に、適時様々な確認事項を互いに確認することが重要である。また、万が一、人工心肺中のトラブルに遭遇した場合においても、臨床工学技士は人工心肺操作者としての的確な操作・処置を講じ、術者及びスタッフと共に迅速な対応を行う必要がある。

臨床工学技士は、人工心肺中のトラブルは、患者に重篤な結果をもたらす可能性がある事を肝に銘じ、常に、より安全なシステムへの改善を目指し、安全監視装置の使用を徹底し、細心の注意を払って人工心肺操作に努める必要がある。また、人工心肺システムを変更する場合は、起こり得る事象を想定し、その対策をチーム全員で検討し周知徹底しておく事が必要である。

(社)日本臨床工学技士会医療機器安全対策委員会では、人工心肺における臨床工学技士業務指針の見直しを行政担当部局へお願いするとともに、＜陰圧脱血法の安全確認事項＞を提示し、さらなる人工心肺業務等における安全確保を図るところである。

なお、本件の詳細については、学術団体「日本体外循環技術研究会 安全対策委員会」から後に発表される予定であり、その稿を閲覧されたい。

< 陰圧脱血・陰圧補助脱血を用いての人工心肺運転時の安全確認項 >

陰圧脱血・陰圧補助脱血は低侵襲手術の登場により 新たな脱血法として選択肢の一つに加わった。本法は、静脈貯血槽全体を陰圧に維持することで行うため、目的の血液流量を得るための陰圧を確保するには、これまでのシステムに新たな安全対策を付加する必要がある。ここで本法を用いて人工心肺操作を行う際の確認事項を列挙する。

1. 貯血槽内圧を直接モニターする。
2. 貯血槽又は吸引ラインに陽圧開放バルブを装着する。
3. 人工心肺開始に際し貯血槽にリークが無く規定の陰圧が維持できる事を確認する。
4. 壁吸引を利用した陰圧付加方式では同一吸引ラインが大気開放状態でも陰圧調整器を介して貯血槽が規定陰圧に維持できている事を確認する。
5. 送血ポンプに遠心ポンプを利用する場合は、人工肺に陰圧が加わらない事を確認する。特に人工心肺開始及び終了時には、適切な回転数が維持されている事を確認する。
6. 多量出血等で吸引ポンプの回転数を増大させる場合は必ず貯血槽内圧を確認する。
7. 人工心肺操作中に脱血に異常を生じたら、必ず貯血槽内圧を確認し必要な改善策を講じる。
8. 陰圧付加ラインにフィルターを装着する際は結露水によるフィルターの目詰まりに注意する。
9. 静脈チューブが振動している時は脱血カニユーレがコラップス現象を起こしているため陰圧を緩めに再調整する。