

## 2. 小児(乳児・新生児) に用いられる体外循環装置

### 1)はじめに

小児体外循環の装置面において、成人と大きく異なる、細径回路(チューブおよびカニューレ)使用に伴う高い回路内圧(陽圧、陰圧)の制御について述べる。また、乳児で特異的に起こる人工心肺による炎症反応(capillary leak syndrome<sup>18</sup>)を抑える方法のひとつとして、限外濾過の積極的利用があるため、関連装置の中で限外濾過について述べる。

### 2)血液ポンプ

小児体外循環、特に乳児・新生児においては、一般的にローラーポンプを用いる。遠心ポンプは、低流量域(500ml/min以下)の流量コントロールが困難であるため、流量2,000ml/min以上の症例に使用する。小児体外循環に用いるローラーポンプ径は、充填量や流量コントロールの面から小口径(直径75、85、100mmφなど)が望ましいが、成人との併用施設では、直径120、150mmφなどの大口径で行う場合もある。

#### ①至適圧閉度の調節

ローラーポンプ使用時には、毎回調節して至適圧閉度を得ることが重要である。ローラーポンプとは軟質塩化ビニル製などの弾性のあるチューブをローラーでしごいて血液を送り出す構造のため、正確な流量の維持および血液損傷(溶血)の回避のために、ローラーとチューブとの圧閉度を至適状態に調整する必要がある。特に、チアノーゼ疾患の乳児・新生児では厳格な流量調節が求められるため、正確な流量を把握するために極めて重要である。

### 3)回路内圧(陽圧、陰圧)の制御

乳児・新生児では、無輸血体外循環や低希釈率を目指す上で、充填量の削減が課題である。そのため、細い回路・カニューレの使用を余儀なくされ、過度な回路内圧が発生しやすいため、厳密な制御が求められる。

#### ①送血圧

小児の体外循環では、カニューレ挿入部が狭小で、わずかな術野操作により送血カニューレが先当たりし、回路内圧が上昇しやすい不安定な状態となることが多い。常に回路内圧を監視するが、急な上昇に備え、ポンプ自動停止機構を持つ装置の使用が望ましい。さらに、人工肺前後の回路内圧をモニターすることを薦める。

#### ②脱血圧(静脈貯血槽内圧)

陰圧吸引補助脱血やポンプ脱血により、回路長の短縮、チューブ径の小口径化

が可能となったが、一方で、強制脱血による溶血や、カニューレの先当たりによる脱血不良が起こりやすくなった。

過陰圧を防ぐため、貯血槽内圧を継続して監視する。強制脱血対策として、脱血回路内に脱血監視用バッグなどを用い、肉眼的にも変化を察知する工夫を薦める。

### ③ベント回路内圧

ベント回路内には、過陰圧による空気吸い込みと溶血を防止する目的に、一定の吸引圧を維持する安全弁を使用することが多い。小児では、落差圧や陰圧モニター連動制御など、工夫している施設も多い。

## 4) 限外濾過

小児体外循環の特殊性のひとつである、人工材料と血液が接触することによって惹起される様々な炎症反応を抑える方法として、限外濾過の積極的利用がある。

### ①充填血液洗浄濾過

充填に用いる保存血中の血管作動性物質（ブラジキニンなど）の除去や高カリウムの補正のため、補液にて洗浄濾過を行う。

### ②Conventional Ultrafiltration : CUF

体外循環中に心筋保護液などの余分な水分を除水する目的で行う、従来の限外濾過法。注入と同時に、除水を開始する。

### ③Dilutional Ultrafiltration : DUF

体外循環中に補液を追加し灌流血液を希釈しながら、水分や血管作動性物質を除去する限外濾過法。必要に応じ適宜行う。

### ④Modified Ultrafiltration : MUF

体外循環離脱直後、回路内残血や補液を追加しながら、短時間で急速に循環血液を洗浄濾過する限外濾過の変法。これにより浮腫の軽減だけでなく、炎症反応物質の除去にも効果がある<sup>19</sup>。

種類としては、

a) A-V MUF : 体外循環終了後の送血カニューレより脱血し、脱血カニューレへ返血する。

b) V-V MUF : 脱血カニューレの1本より脱血し、別の静脈へ返血する。

c) V-V MUF (ダブルルーメンカテーテル使用) がある。一例として、我々が行っているV-V MUFの模式図を図3-3に示す。

注意点として、水分出納バランスが不安定になれば、右房容量も容易に変化するため、カテーテル先当たりによる回路内圧の変化に注意する。急速除水による急激なヘマトクリットの上昇は、回路の目詰まりや生体内水分バランス調整に異