

## 小児及び新生児の補助循環について

解答：菊池利夫\*

薬物療法に抵抗性の重症心不全や開心術後体外循環離脱困難例では、IABP (intraaortic balloon pumping) や人工心肺による V-A (veno-arterial) バイパスを中心とした補助循環が行なわれ、その治療効果も良好となってきた。しかしこれらの多くは成人例で小児例での報告は少ない。小児では体が小さく、合併症や治療効果の点で臨床経験が遅れていた。近年、IABP のバルーンサイズの改良<sup>1)~4)</sup> や新生児・未熟児の重症呼吸不全に対する ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) による治療成績の向上により<sup>5)9)</sup>、小児・新生児の重症心不全に対する補助循環の報告<sup>6)7)8)10)</sup> がなされるようになってきた。

### 1. 適 応

種々のカテコラミン (ドパミン 20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ 、ドブタミン 20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ 、ノルアドレナリン 1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ 、アドレナリン 1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$  以上) の投与によっても改善が得られない重症心不全状態が適応となる。開心術後や小児科疾患では心筋炎などである。

### 2. IABP

IABP は手技が簡単で効果も十分期待できることから、成人例では急性心筋梗塞などの内科的疾患、開心術後の重症心不全に対して最も広く用いられている補助循環法である。しかし、小児では小児特有の解剖生理学的特性により IABP の効果は疑問視されてきた。特に5才以下 (あるいは10 kg 以下) では治療効果が難しいとされてきた<sup>11)</sup>。

先ず IABP 用カテーテルのバルーンサイズの

問題であるが、成人では 30 ml あるいは 40 ml のものが用いられるが小児では大きすぎる。近年、小容量のバルーンが開発され、新生児・乳児 (2.5 ml, 3 ml)、小児 (6 ml) でも臨床経験が報告されている。

また IABP の主要な効果である diastolic augmentation は心拍数130~140/分以上の頻脈、及び大動脈コンプライアンスの大きい小児では得にくいとされてきたが小容量のバルーンカテーテルの出現、駆動装置の改良により小児・新生児の効果例が報告されている。

カテーテルの挿入部位は成人では殆どが大腿動脈であるが、小児では大腿動脈では細すぎることもあるため、総腸骨動脈、外腸骨動脈、上行大動脈などが用いられる。

合併症は成人例より高率である。下肢の虚血、血栓形成、腹部臓器還流障害 (腎不全など) など、IABP カテーテルの抜去を余儀なくさせられることもある。作動中は十分注意を要する。血栓形成予防のため、ヘパリンが ACT (active coagulation time) 150~200秒を目安に投与される。

成績はまだ不良で、成績向上が今後の課題である。

### 3. ECMO

ECMO は膜型人工肺を用いた体外循環により呼吸・循環補助を行なう方法である。欧米では1970年代後半より、新生児・未熟児の内科的治療、人工呼吸法では治療困難な呼吸不全 (呼吸窮迫症候群、胎便吸引症候群など) に用いられる治療法であるが、近年、開心術後の重症心不全例に対しても使用されてきている。前述の IABP に比べるとより重症例に用いられることが多い。

送脱血カニューレの挿入部位は、呼吸不全の非

\*榊原記念病院外科部長

手術例では右側の総頸動脈(送血)・内頸動脈(脱血)が好んで用いられる。開心術後症例では上行大動脈(送血)・右房(脱血), 大腿動静脈(送脱血)が用いられる。

体外循環用のポンプは従来ローラーポンプが広く用いられていたが, 遠心ポンプ(Bio-Pump)が開発・導入され, より長時間の補助循環が可能となってきた。すなわち, 遠心ポンプの特性として耐久性に優れ, 血液損傷が少なく, 自動運転が可能となる点である。人工肺を用いない左心補助循環では必ずしもヘパリンを必要としない利点も有する。

膜型肺は血液と酸素ガスが直接接しないシリコンホロファイバー型人工肺が血球成分への悪影響が少なく, 抗血栓性にも優れ, ガス交換能も長時間維持でき用いられるようになり長時間のECMOが可能となってきた。

ECMO 使用時のカテコラミン量はなるべく少なくしておき(ドパリン  $5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ , ドブタミン  $5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ , アドレナリン  $0.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ , ノルアドレナリン  $0.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$  以下としておく), 過度の末梢血管の収縮を防いだり, ECMO 離脱時のカテコラミンの増量に備えておく。

ECMO の離脱は補助循環が  $10\sim 20 \text{ ml}/\text{kg}/\text{分}$  でも血行動態が安定していれば行なう。

合併症は出血と感染である。出血はヘパリンを用いること(ACT  $150\sim 200$ 秒を目安に), 体外循環による凝固因子の消費, 低心拍出状態による凝固能低下により起こる最大の合併症である。外科的に止血可能な部位であれば早期に対処することが重要である。感染は抵抗力が少ない新生児・開心術後重症例では致死性であるので対策が重要である。カニューレシオン部位, 創部の清潔の保持及び患者周囲の清潔にも注意を払う必要がある。

ECMO の成績は新生児呼吸不全に対しては良好であるが, 重症心不全に対しては良好とは言えない。ECMO からの離脱は可能であっても長期生存例はそれほど多くない。症例の積み重ねが必要である。

## 文 献

- 1) 岡本好文, 野本慎一, 福増広幸, 伴 敏彦, 長見晴彦, 粟津篤司: 胸部下行大動脈の成長と小児大動脈内バルーンパンピング法. 日小外会誌, **21**: 836-840, 1985.
- 2) 島崎靖久, 沢 芳樹, 飯尾雅彦, 広瀬 修, 信貴邦夫, 杉本久和, 西垣恭一, 中田 健: IABP によって救命し得た幼児開心術後心不全の1例. 日小外会誌, **22**: 119-123, 1986.
- 3) 岡林 均, 伴 敏彦, 小西 裕, 羽生道弥, 福増広幸: 小児開心術後に生じた生じた重症心不全に対する IABP の使用経験. 胸部外科, **40**: 1051-1055, 1987.
- 4) del Nido, P. J., Swan, P. R., Benson, L. N., Bohn, D., Chalton, M. C., Coles, J. G., Trusler, G. A., Williams, W. G.: Successful use of intraaortic balloon pumping in a 2-kilogram infant. Ann. Thorac. Surg. **46**: 575-576, 1988.
- 5) Bartlett, R. H., Gazzaniga, B., Huxtable, R. H., Schipper, H. C., O'Connor, M. J., Fefferies, M. R.: J. Thorac Cardiovasc. Surg. **74**: 827-833, 1977.
- 6) 小石沢正, 伊藤健二, 大川恭矩, 松永 均, 長田信洋: 小児開心術後重症心不全に対し長期補助循環を行い離脱に成功した2症例の経験. 日胸外会誌, **34**: 395-399, 1986.
- 7) Kanter, K. R., Pennington, D. G., Weber, T. R., Zambie, M. A., Braun, P., Martychenko, U.: Extracorporeal membrane oxygenation for postoperative cardiac support in children. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **93**: 27-35, 1987.
- 8) Trento, A., Thompson, A., Siewers, R. D., Orr, R. A., Kochanek, P., Fuhrman, B., Frattallone, J., Beerman, L. B., Fischer, D. R., Griffith, B. P., Hardesty, R. L.: Extracorporeal membrane oxygenation in children: new trends. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **96**: 542-547, 1988.
- 9) Moront, M. G., Katz, N. M., Keszler, M., Visner, M. S., Hoy, G. R., O'Connell, J. J., Cox, C., Wallace, R. B.: Extracorporeal membrane oxygenation for neonatal respiratory failure; A report of 50 cases. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **97**: 706-714, 1989.
- 10) Weinhaus, L., Canter, C., Netzel, M., McAlister, W., Spray, T. L.: Extracorporeal membrane oxygenation for circulatory support after repair of congenital heart defects. Ann. Thorac. Surg. **48**: 206-211, 1989.
- 11) Pollock, J. C., Charlton, M. C., Williams, W. G.: Intraaortic balloon pumping in children. Ann. Thorac. Surg. **29**: 522-528, 1980.