

Two-stage Norwood procedureと両側肺動脈絞扼術

徳島大学心臓血管外科
北川 哲也

本論文は「頭蓋内出血の既往のある左心低形成症候群に対する外科治療の1例」と題して、頭蓋内出血のためにNorwood手術を施行できなかった症例の治療経験から、両側肺動脈絞扼術の有用性を指摘している。Norwood手術のハイリスク症例において、意図的にNorwood手術を先送りするにはどうすべきかなど、発展性のある興味ある論点をテーマとしている。そのような意味で、具体的に両側肺動脈絞扼術による肺血流量調節はどうあるべきかと、その有用性についてさらに議論を展開してみる。

通常の肺動脈幹で絞扼した肺動脈絞扼術後状態を考えると、絞扼部を流れる血流はその近位側と遠位側の圧力関係により、ある程度連続性になってもいいと思われる。ところが、実際に肺動脈幹絞扼部の近位側、遠位側に超音波連続波ドプラ法を適用すると、ともにほぼ駆出期のみ血流波形が観察される。絞扼の肺動脈弁側の肺動脈幹が短く、かつ充填する血液量は少なく、その部の良好なコンプライアンスと相まって、心周期の拡張期に絞扼部を流れる血流は少なくなるためと考えられる。このように、通常の肺動脈絞扼術後に安定した肺血流量(酸素飽和度)を得るには、遠位側肺動脈血流が*pulsatile flow*であり、定常流になるほど締め過ぎないことが重要であるが、具体的なTruslerの基準等があり、適切な絞扼度に調節することは比較的容易である。また、右室・肺動脈導管にて肺血流量を得るNorwood手術後においては、駆出期のみ調節しやすい肺血流量が観察され、安定した循環動態が得られやすい。しかし、本論文のように、左心低形成症候群に対して両側肺動脈絞扼術を適用するには、以下に述べるようなこれらと異なる認識が必要で、いまだ肺血流量規制のための具体的で、確立された指標は見当たらない。

大動脈(左心低形成症候群では肺動脈幹)が太く、そこを流れる血流量が豊富で、そこから起始する左右肺動脈分枝を絞扼することを想定し、絞扼を徐々に強くしていくと、絞扼部の遠位側血流は駆出血流 *continuous pulsatile flow* 定常流へと変化していくと思われる。そしてその術後に安定した肺血流量(酸素飽和度)を得るには、本論文で示されている*continuous pulsatile flow*あるいは定常流のどちらかの血流であるべきと思われる。

以前、われわれは体循環と分離した肺循環の間を短絡孔あるいは細管で並列につないだ剛体および動物のNorwood循環モデルを作成し、適切な肺血流量を供給する短絡サイズを検討した^{1,2)}。結果の一部を示すと、短絡孔の径が2.0mmと3.0mmでは得られる肺血流量に大きな違いがあり、短絡径の極めて小さな変化によって得られる肺血流量は大きな影響を受けるが、長さの影響は僅少であった。この事実を臨床面から裏付ける、総動脈幹症におけるYoung JN, 左心低形成症候群におけるDoty DB, Behrendt DM, およびJonas RAらの肺血流量規制に関する論文が1980年代に相次いで発表された³⁻⁶⁾。しかし、これらの肺血流量規制法が現在確立された地位を獲得していないように、両側肺動脈絞扼術においても、得られる肺血流量が極めて小さな絞扼径の変化によって大きく変化し、安全域が極めて狭く、調節が難しい。

通常の肺動脈幹で絞扼する場合よりも、両側肺動脈絞扼術では強い絞扼が必要である。実際には、著者らが行っているように、まず左右肺動脈に、上記論文および経験等を参考におおよその絞扼を行い、動脈血酸素分圧あるいは酸素飽和度を適正に保つように、かつ出来上りの左右肺動脈血流量に極端なインバランスを来さないように配慮しながら、胸骨正中切開アプローチから解剖学的に扱いやすい右肺動脈の絞扼度を微調整することになるだろう。両側肺動脈絞扼術を施行するうえでの技術的な注意点に関しては、本論文に詳細に記されており、参考にしてほしい。

本症例の両側肺動脈絞扼術後の超音波検査では、絞扼部肺動脈の内腔が確認できず、絞扼部の遠位側血流が*continuous pulsatile flow*であったことが示されている。おそらく、定常流となる絞扼度では高度の低酸素血症となり、不適當であろう。もし*continuous pulsatile flow*であることが循環動態の安定上必要不可欠ならば、そうなることを術中エコー等で確認する手段等を工夫すべきだろう。そして絞扼テープによる肺動脈壁の非可逆的変性は絞扼期間がどの程度続けば起こるのだろうか？ データの蓄積と今後の検討が必要である。

以上の点が未解明で，両側肺動脈絞扼術では適正な肺血流量調節が難しく，左右の流量のバランスもとりにくいことを考慮すると，左心低形成症候群に対する外科治療の第一選択にはならず，体外循環のリスクが高いなどのNorwood手術のハイリスク症例に限るべきであるとする著者らの結論は現時点で妥当なものと思われる．しかし，Norwood手術の適応が拡大されつつある現在，Norwood手術を1～2カ月間遅らせるための両側肺動脈絞扼術は，心臓外科医の備えておくべき一つの武器かもしれない．

【参考文献】

- 1 Kitagawa T, Katoh I, Fukumura Y, et al: Achieving optimal pulmonary blood flow in the first-stage of palliation in early infancy for complex cardiac defects with hypoplastic left ventricles. *Cardiol Young* 1995; 5: 21–27
- 2 Kitaichi T, Chikugo F, Kawahito T, et al: Suitable shunt size for regulation of pulmonary blood flow in a canine model of the univentricular parallel circulations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002, in press
- 3 Young JN, Piancastelli MC, Harrell JE Jr., et al: Internal banding for palliation of truncus arteriosus in the neonate. *Ann Thorac Surg* 1989; 47: 620–622
- 4 Doty DB, Marvin WJ Jr., Schieken RM, et al: Hypoplastic left heart syndrome: Successful palliation with a new operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80: 148–152
- 5 Behrendt DM, Rocchini A: An operation for the hypoplastic left heart syndrome: Preliminary report. *Ann Thorac Surg* 1981; 32: 284–288
- 6 Jonas RA, Lang P, Hansen D, et al: First-stage palliation of hypoplastic left heart syndrome: The importance of coarctation and shunt size. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 92: 6–13