

外科的心筋保護法に関する我々の経験とその理論的背景

秋田大学医学部 心臓血管外科学講座
山本文雄

1. はじめに

開心術の成績が飛躍的に向上安定してきた理由として、体外循環中の全身管理の向上に加え心停止中の心筋保護法の進歩が挙げられる。現状は殆どの症例が安全に手術を施行されているが、理論的根拠を熟知した上での心筋保護法の選択が肝要である。そこで、外科的心筋保護法の概略を述べ、それに関連する著者らの研究成果の一部を紹介し、安全な心筋保護法使用の啓蒙に努めたい。

2. Cardioplegia の基本的概念

Hearse らは、1) Rapid arrest, 2) Hypothermia, 3) Additional protection を cardioplegia の基本に挙げている。1)の目的は主として高カリウム液を使用し可及的速やかに心停止を得、心停止までに消費される ATP の保存を図ること、2)の目的は心停止、冠灌流停止中の心筋内 ATP の分解を可及的に遅らせることである。3)の目的は 1)及び 2)により防止できない、虚血再灌流時の細胞障害を可及的に防止ないしは軽減を図るものであり、主として薬剤を用い、その細胞障害の発生 mechanism をブロックし心筋保護を得ようとする試みである。Fleckenstein らの指摘する、虚血再灌流障害の key mechanism が intracellular Ca-overload であるということに着目し、心筋保護液の Ca 濃度が著しく重要であると考え、至適 Ca 濃度を、又、Ca-overload の防止という観点から Ca-antagonist の心筋保護作用を検討した。その結果、至適 Ca 濃度や Ca-antagonist の保護作用は温度により変化することが確認された。

3. 現行 cardioplegia の問題点

a. 晶質液心筋保護液を用いた Cardioplegia

本法による cardioplegia は基本的にエネルギー保存を目的とした方法であり、低温を導入しなければ自ら限界がある。その際の問題点として、温度により晶質液中の各電解質の至適濃度が変化することに加え、低温障害の発生も問題となる。

b. Blood Cardioplegia

本法による cardioplegia は前述の晶質液における原理に加え、血液中のエネルギー基質や酸素、unknown な物質の供給を行うことができ、理論的には晶質液より有利であると考えられる。しかしながら、低温下において果たして酸素需要がどの程度あるのか、また酸素供給がなされたとしてもいかなる温度において基質利用がなされるのか等解決されていない問題も多い。著者らはこの点に着目しエネルギー基質を心保存液に添加して検討した結果、20 以上の温度で基質利用が可能であることを見いだした。一方、血液中の好中球による free radical 特に superoxide anion の発生が心筋障害に働くことが指摘され、一部の施設では好中球除去による blood cardioplegia の必要性を指摘している。

4. Cardioplegia の最近の trend - Warm Heart Cardioplegia

前述の低温を用いた心筋保護法が臨床成績を飛躍的に向上させたことから、今なお外科医の間では、低温による保護は臓器保護という観点からは必須の手段とされている。しかしながら、一部の施設から常温手術の成績が報告され、その成績がこれまでの方法に比し勝るとも劣らないことから、現在 warm heart surgery 特に warm heart cardioplegia に対する検討が行われている。本法はすべての臓器保存に必須な hypothermia という武器を捨て、その代わりに持続灌流法をもちいることから、無血、静止野での手術が困難となり、灌流量、灌流圧等の問題も出現してくる。仮に間欠的注入が可能としても、これまでの 10~15 に維持されていた心筋に対しどの程度の間隔で注入すれば安全かということも未解決である。著者らも、これまでの研究成果を背景に、心筋温を 29 に維持する tepid blood cardioplegia を導入し、実験的背景から温度依存性を有する Ca-antagonist の一つである diltiazem や ATP sensitive potassium channel の一つである nicorandil を添加し additional protection を得ながらこれまで通り 30 分間隔で注入して心筋保護を行う方法を採用している。これらの方法を臨床的に比較検討した結果、diltiazem added tepid blood cardioplegia が他の方法に比し、より良好な心筋保護作用を有することが判明した。

5. 結語

開心術時の心筋保護法の選択に資する目的で、その理論並びに我々の経験をのべ諸家の批判を仰ぎたい。