

主論文の要旨

**Retrograde Cardioplegia Revisited: Open Technique for
Long Aortic Cross Clamping**

逆行性心筋保護の再考：長時間の大動脈遮断に対する
Open Technique

名古屋大学大学院医学系研究科 機能構築医学専攻
病態外科学講座 心臓外科学分野

(指導：碓氷 章彦 教授)

伊藤 英樹

【背景】

心筋保護に心筋保護液の使用は必須であるが、その最適な投与方法はいまだ議論のあるところである。本研究では大動脈弁閉鎖不全症、大動脈切開を要する症例、僧帽弁形成術を行う症例において一貫して以下に詳説する open technique を用いた逆行性心筋保護法を採用した。大動脈遮断時間が 3 時間を超える待機的弁膜症手術に対するこの戦略を再考察し、その臨床成績を評価した。

【対象と方法】

2006 年 1 月から 2009 年 12 月に、当施設で施行された開心術は 681 例であった。そのうち心停止症例は 228 例であり、逆行性心筋保護を使用した症例は 153 例であった。本研究では逆行性心筋保護のみを使用し、3 時間を超える大動脈遮断時間を要した待機的弁膜症症例 49 例を対象とした。対象全例において、心筋保護法は open technique を用いた。表 1 に対象の術前背景を示す。

Open technique は胸骨正中切開、上行大動脈送血、上下大静脈脱血にて人工心肺を確立した後に、上下大静脈をスネアし、右房前壁に 4－5 cm の少切開を行い、バルーンカフ付逆行性冠静脈洞灌流カテーテルを冠静脈洞に挿入し、心筋保護液を半量注入する。心停止を得た後、一旦カテーテルを抜去し、冠静脈洞周縁に 4-0 ポリプロピレン糸で巾着縫合をかけ、直視下にカテーテルを冠静脈洞終末部に置き、膨張させたバルーンと巾着縫合にて固定する。バルーンは冠静脈洞口が閉塞するまで膨張させた。

心筋保護液は、非希釈人工心肺酸素化血にカリウムを添加したもので、29℃の微温とした。初回に投与する 1000ml には、カリウム 20mEq/L とマグネシウム 5mEq が添加した。その後 600ml の心筋保護液を 20 分毎の間欠的に投与するが、マグネシウムが添加されているのは初回のみとした。カリウム濃度に関して、2 回目は 16mEq/L、3 回目以降は 12mEq/L である。カテーテル先端圧で、持続的に灌流圧をモニターし、20-40mmHg で維持した。灌流速度は灌流圧に規定されるが、通常は 100－250ml/min である。カリウムを添加しない 39℃加温血液心筋保護液を大動脈遮断解除の 3－5 分前に投与し、terminal shot とした。

周術期心筋梗塞の定義は、日本成人心臓血管外科手術データベースの診断基準を採用した。

【結果】

術前データを表 1 に示す。16 例(33%)が術前心不全を呈していた。また 12 例(24%)が再手術症例であった。

術中データを表 2 に示す。冠静脈洞損傷を 1 例(2%)に生じた。しかしながらその損傷は縫合とシート状生物学的組織接着剤による圧迫にて修復できたので、その後も逆行性心筋保護を継続可能であった。

術後データを表 3 に示す。入院死亡なく、周術期に縦隔炎、心筋梗塞、脳合併症を認めた症例はなかった。術後 1 例(2%)に大動脈バルーンパンピングを必要とし、

別の 1 例に大動脈バルーンパンピングと経皮的心肺補助を必要とした。前者は人工弁感染性心内膜炎に対して 2 弁置換を施行し、遮断時間を 358 分要した症例であった。後者は同様に人工弁感染性心内膜炎に対して再弁置換を施行し、大動脈遮断時間を 204 分要した症例であった。この症例は術前より重度の呼吸障害を合併しており、経皮的心肺補助は術後酸素化改善を目的として使用した。

【考察】

虚血性心停止に、逆行性心筋保護を使用するという概念は古くからあり、1956 年に Blanco らにより最初に提案されて以来、臨床で使用されている。逆行性心筋保護の利点は、**direct cannulation** に伴う冠動脈入口部損傷の回避、均一な心筋保護液の分布、空気、粥腫による塞栓症の回避である。

その利点の一方で、臨床経験が進むにつれて、逆行性心筋保護の信頼性は薄まっていった。動物実験において、右心系の心筋保護液の分布が乏しいという報告がなされ、特に長時間の大動脈遮断を要する症例では順行性心筋保護が使用されるようになった。

しかしながら、逆行性心筋保護を奨励する報告もあり、Menasche らは連続 500 例の大動脈弁置換術に逆行性心筋保護を使用し、その臨床成績を報告し、後半 5 年間の単独大動脈弁置換 180 例での死亡率はわずか 1.5%であった。Flameng らは、順行性心筋保護を投与した群と比較して、逆行性血液心筋保護液の持続投与が病院死亡率を低下させると報告した。Bar-EL らは 2 時間以上の遮断時間を要した 1280 例において後ろ向きに検討し、逆行性心筋保護は複雑で、長時間を要する手術にも適切に心筋を保護する能力があると結論づけている。それ以上に強調したい点は、本研究において入院死亡、周術期心筋梗塞がなく、最長の遮断時間 380 分を要した症例は、心肺補助などを使用することなく耐術退院したことである。以上から我々は長時間の遮断時間を要する手術においても **open technique** を使用した逆行性心筋保護法は適切な心筋保護法であると考えている。

逆行性心筋保護法として、**closed transatrial cannulation** 法は広く使用されているが、その確実性と安全性については懐疑的である。正確に冠静脈洞にカニューレを挿入し、心筋保護液が右心房に逆流することを防ぐことが、適切に心筋を保護するために必須であるからであるが、これは **closed transatrial cannulation** 法では困難である。よって我々はいかなる症例に対しても **closed transatrial cannulation** 法は使用していない。

バルーンカフを巾着縫合にて冠静脈洞に固定することは極めて重要である。ターニケットでカニューレを固定することより、膨張させたバルーン上部が冠静脈洞周縁全周にわたり圧着し、これによりカニューレの位置がずれることでの漏出を防ぎ、静脈洞のすべての枝に効果的に灌流することになる。

灌流圧を持続的に測定することも必須である。冠静脈の損傷を防ぐためには 40mmHg を上限とするべきである。また灌流圧が 20mmHg 以下の場合には、心筋保護液が漏出していることを疑い、冠静脈洞入口部を確認するべきである。

バルーンを過膨張させたことにより生じたカテーテル関連冠静脈洞損傷を 1 例経験した。カテーテル関連冠静脈洞損傷の多くはバルーンの過膨張による静脈への過剰加圧であるといわれている。その発生頻度 0.095-0.6%と報告されており、順行性 direct cannulation により生じる冠動脈合併症の発生率 1-5%と比較すると損傷の頻度は低い。

【結語】

冠静脈洞に直視下に直接カニューレを挿入する open technique の有効性を、長時間遮断症例を対象に検証した。3 時間以上の大動脈遮断時間を必要とする開心術においても適切な心筋保護効果が得られ、臨床上的安全性と有効性が認められた。