
話 題

“拍動流体循環と超低体温法”

森 渥 視

近年における新生児・乳児期開心術の進歩はきわめて著しいものがある。これらの進歩には、新しい手術術式の開発もさることながら、その開心術の補助手段としての超低体温法の研究とその普及がきわめて重要な役割を演じていることは周知の事実である。この超低体温法の中でも、京都大学第2外科において、日笠頼則教授の指導のもとに開発された、表面冷却と体外循環を併用する。いわゆる京大方式の超低体温法は世界的に有名である。この方法は、この日本外科宝函に1967年に初めて発表されたものである。

超低体温法そのものは、この発表より以前に、すでに京都大学と東北大学で、それぞれ別々に研究され、臨床にも応用されていた。しかしながら当時の超低体温法は単純超低体温法といわれるもので、患児を冷却するにも、復温するにも、すべて体表面から行った。そのため、超低体温下で全身循環を停止し、心内奇形の修復を行った後、心臓の拍動を再開する際には必然的に心臓マッサージが必要であった。

当時すでに行われていたもう1つの超低体温法は Drew 法を改良したもので、体外循環の回路内で血液温を調節することにより、冷却・復温を行う方法である。この方法では冷却・復温も短時間で可能であり、しかも心拍再開に際し、心臓マッサージも不要であり、復温時、補助循環として心筋の保護も行える利点がある。しかしながら冷却時に体内主要臓器間、およびこれらと末梢部の筋肉などの組織との間、などに温度較差が大きく、代謝性 acidosis を引き起こしやすい欠点がある。事実、BJÖRK, EGERTON などは、これが原因と思われる術後脳障害の発生を報告している。

京大方式の超低体温法というのは、これら2方法の利点を組み合わせて、冷却は体表面から行い、加温は体外循環を使用して行う方法である。実験的には、当時、我々が行っていた犬を使用する、同種大動脈弁移植の実験に初めて応用されたのである。

現在では新生児・乳児期の先天性心疾患に対する根治手術にすぐれた成果を発表し、世界的にも有名な、New Zealand の Sir. B. G. Barratt-Boyes の所に、1967年、城谷 均教授（現近畿大学医学部心臓血管外科）と同種大動脈弁移植の手術を見学に行った時のことが思い出される。当時、Barratt-Boyes は心室中隔欠損でも、ファロー四徴症でも、乳児期はもちろん1~2才の幼児にも、すべて姑息の手術を行っていた。我々が同種大動脈弁移植手術を見学させてもらったお礼に、京大方式の超低体温法について日笠教授が書かれた、例の外科宝函の別冊を贈ったところ、彼は大変に興味を示し、ある日の午後、我々はこの超低体温法についての講演をさせられた。その後、小生が1年間、

ATSUMI MORI: Pulsatile Cardiopulmonary Bypass and Profound Hypothermia.
Associate Professor of the 2nd Department of Surgery, Shiga University of Medical Science.
Key words: Pulsatile Cardiopulmonary Bypass, Profound Hypothermia.

索引語：拍動流体体外循環，超低体温法。

Present address: 2nd Department of Surgery, Shiga University of Medical Science, Otsu, Shiga, 520-21 Japan.

彼のもとで修練する機会があったことも加わって、彼は京大方式の超低体温法に習熟し、すばらしい新生児・乳児期開心根治手術の成果を上げたのである。城谷教授と一緒に、最初に彼と話をする機会があった時、なぜ心室中隔欠損ぐらい乳児期に根治手術をしないのか、という我々の質問に対し、彼が「我々は超低体温法を知らないからだ」と答えたことを今も記憶している。

拍動流体外循環というのは、人工心肺を使用して体外循環を行う場合、動脈圧波形をできるだけ正常に近い拍動波形にして行う体外循環である。通常の体外循環では一定量の血液を単位時間内に動脈内に流しているだけであって、その動脈圧波形は拍動がなく、定常流であり、まったく非生理的なものである。拍動流体外循環の研究の歴史を調べてみると必ず1960年、この日本外科宝函に発表された京都大学第2外科、緒方 武先生の論文が引用されていることに気づく。緒方先生は、大網の毛細血管内の赤血球の動きを拍動流と非拍動流との場合で比較されて、拍動流体外循環が末梢循環にきわめて良好な効果をもたらすことを発表されている。この拍動流体外循環の研究は1950年代よりすでに散見され、末梢循環、ひいては臓器組織の体外循環中の機能維持にきわめて有効な作用があることが指摘されてきた。従来の拍動流体外循環は装置が複雑で、溶血が多く、なかなか一般的に実用化されにくかった。しかしながら近年の改良で装置の簡略化が図られ、その装置が商品として一般化されるまでになった。

一昨年、文部省の短期在外研究員に指名され、ヨーロッパ、米国の心臓血管外科手術を身近に見る機会を得た。その中で新生児・乳児の開心術は大部分の施設で体外循環による、急速冷却・急速加温による超低体温法が使用されている現状を見た。さらに彼らがこの体外循環を拍動流で行うことを計画している事実も知った。以前より新生児・乳児の重症例では表面冷却による低温導入が困難な症例があり、また、冷却過程の麻酔管理にも細心の注意が必要であることを感じていた。この問題の解決に、拍動流体外循環による中心冷却法を使用することに着目し、滋賀医大第2外科に赴任以来研究を始めていた。

研究の内容は拍動流体外循環による中心冷却の場合と、通常の定常流体外循環を用いた場合とを比較して、脳組織における代謝状態、および全身の糖・脂質代謝におよぼす影響について検討を行った。犬を使用し、超低体温過程における Cerebral Excess Lactate (Δ XL) を測定した。これによると、中心冷却に拍動流体外循環を使用すれば、通常の定常流体外循環の場合と比較して、有意に脳組織の嫌気性代謝が抑制されることが判明した。さらに一般的に超低体温下では過血糖、低インシュリン状態を示すが、拍動流を使用すれば過血糖は有意に抑制され、インシュリンも高値を示した。また、血中の中性脂肪は拍動流群で有意に高値を示した。その他、血中 NEFA, Cortisol, Amylase, GPT などの測定結果より、拍動流体外循環による超低体温法は、定常流体外循環による場合と比較して、明らかに体内重要諸臓器の機能を保護する作用があることが証明された。

超低体温への導入に表面冷却が代謝面より有利であることは事実であるが、中心冷却法を用いるならば、その不利な点を最大限に抑制する意味で、拍動流体外循環はきわめて有効であると思われる。

超低体温法も拍動流体外循環も、共に伝統ある京都大学第2外科で、世界に先がけて開発、研究された分野であり、我々後輩はこれを誇りに思うと同時に、この2つの先輩諸先生の研究分野を応用し、これを1つにして新生児・乳児期開心術の進歩、発展にいくらかでも貢献できれば幸せだと考えている。