

症 例

5才未満症例における単純超低体温下開心術の検討

志 田 寛 池 田 忍 森 本 雅 巳
土 屋 隆 関 竜 幸

信州大学医学部丸田外科教室

Studies on Open Heart Surgery Performed by Simple Profound Hypothermia in Cases Below 5 Years Old Age

Hiroshi SHIDA, Shinobu IKEDA, Masami MORIMOTO,
Takashi TSUCHIYA and Tatsuyuki SEKI
Prof. MARUTA's Surgical Clinic, Shinshu University

緒 言

McMahon¹⁾, Coleman²⁾, Hay³⁾等の報告にみるごとく先天性心疾患乳児は大きな生命の危険にさらされているが、近年麻酔、手術手技の向上に努力が払われ、最近では先天性心疾患児の80%以上が手術的手段により好結果を得られるようになった⁴⁾⁵⁾。

著者等は丸田外科教室に於て岡村等⁶⁾⁷⁾の方法による単純超低体温麻酔により現在までに67例の開心術を施行して来た。今回はこれら67例の症例を5才未満の幼児と5才以上の年長児に分け、幼児を主体として両者を冷却時間、加温時間、脳波、心電図、心蘇生時間、術中出血量、中心静脈圧(CVP)、血液酸・塩基平衡並びに術後合併症等の面より比較検討したので報告する。

症 例

昭和44年5月末までの丸田外科教室に於ける単純超低体温下開心例は67例で、このうち5才未満の幼児開心例は17例であり、5才以上の年長児50例については脳波、心電図等記録不十分な症例19例を除いた31例について検討した。尚67例中死亡例は5才未満にはなく、5才以上症例に1例のみである。

疾患別症例は表1のごとくで ASD 5才未満10例、5才以上16例。VSD 5才未満4例、5才以上6例。VSD+ASD 5才未満1例、5才以上3例。PS 5才未満0、5才以上2例。PS+ASD 5才未満1例(フロー三徴症)、5才以上2例。PS+VSD 5才未満0、5才以上1例。PS+VSD+ASD 5才未満1例、5才以上0、フロー四徴症5才未満0、5才以上1例である。

表 1 検 討 症 例

	5才未満	5才以上
ASD	10 ^(例)	16 ^(例) <small>(死亡1例)</small>
VSD	4	6
VSD + ASD	1	3
PS		2
PS + ASD	1 <small>(Trilogy of Fallot)</small>	2
PS + VSD		1
PS + VSD + ASD	1	
Tetralogy of Fallot		1
計	17	31

測定方法

超低体温法は渡辺⁷⁾、岡村⁶⁾等の方法により交感神経遮断剤を充分に使用し、エーテル深麻酔下に水槽浸漬による表面冷却を行い、食道温 25°C で30分の血流遮断を安全域の標準とした。

脳波、心電図は麻酔前より日本光電 Multipurpose Polygraph RM-150-M 監視装置により観察、必要に応じて記録した。脳波は頭皮脳波で、前頭、側頭、後頭よりの単極誘導を、心電図は原則として第Ⅱ誘導を観察、記録し、必要に応じて第Ⅰ及び第Ⅲ誘導を記録した。体温は麻酔開始直後より食道温を指標とし、時により直腸温を参考にした。食道温 1°C の変動時間は冷却・加温時における中間あたりで最も勾配の大きい部分の平均時間をとった。心蘇生時間は血流遮断解除後心マッサージを開始する時より自然律動に放置するまでの時間を表示し、術中出血量は手術経過中体外に出た全血液量で、時により心内血液を吸引し、これを急速輸血にて輸血した場合があるが、これは出血量に

加算しなかった。中心静脈圧 (CVP) は右肘静脈より上大静脈に充分到達出来ると思われる長さのビニール管を挿入し呼吸性変動を確認した上で圧の測定を行った。血液酸・塩基平衡は Astrup-Micro-Method により PH, pCO₂ を測定し, Siggaard-Andersen の Curve Nomogram により Base Excess を算出した。

成績

冷却時間についてみると, 食道温 1°C の下降に要する時間は 5 才未満で最短 4 分 12 秒, 最長 7 分 30 秒で平均 5 分 27 秒。5 才以上で最短 5 分 0 秒, 最長 13 分 24 秒で平均 8 分 2 秒であって, 5 才未満の方が 5 才以上より冷却時間の短縮が認められる。また加温時間についてみると, 1°C 上昇に要する時間は 5 才未満最短 3 分 45 秒, 最長 10 分 0 秒で平均 4 分 31 秒。5 才以上最短 4 分 6 秒, 最長 10 分 54 秒で平均 7 分 16 秒と冷却時間同様 5 才未満において短縮が認められる (表 2)。以上の成績から 5 才未満の症例は 5 才以上と比較して冷却-加温操作が容易であると考えられる。

表 2 食道温 1°C の変動時間

	年 令	
	5 才未満	時間(平均)
冷却時	5 才未満	5 分 27 秒
	5 才以上	8 分 02 秒
加温時	5 才未満	4 分 31 秒
	5 才以上	7 分 16 秒

次に冷却-加温時における脳波の変化を比較検討すると, まず冷却中に現われる脳波の一時的抑制 (図 1) は 5 才未満では 17 例中食道温 30~28°C に 2 例, 28~26°C に 2 例, 26~24°C に 6 例と計 10 例 (58.8%) にみられ, 5 才以上 31 例中食道温 30°C 以上に 2 例, 30~28°C に 2 例, 28~26°C に 6 例, 26~24°C に 10 例と計 20 例 (64.5%) に出現しており (図 2, 3), 幼児例と年長児例の間には特別な差異がないようである。術後加温時における脳波の出現時期を比較検討してみると (図 4), 30°C 以下で脳波の出現するものは 5 才未満では 17 例中, 食道温 24°C 以下で 1 例, 24~

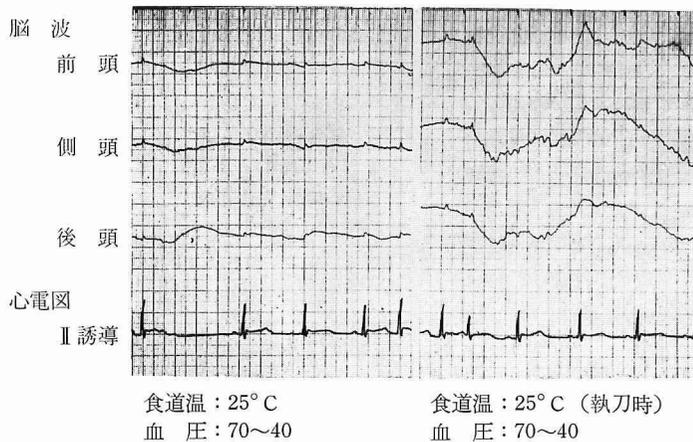


図 1.

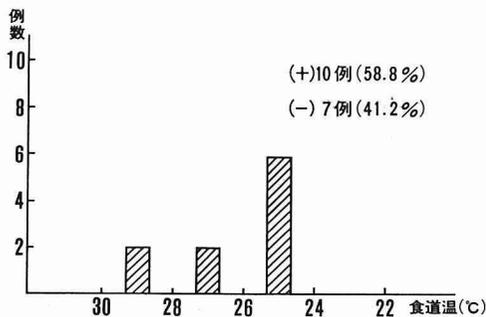


図 2. 脳波の一時的抑制 (5 才未満)

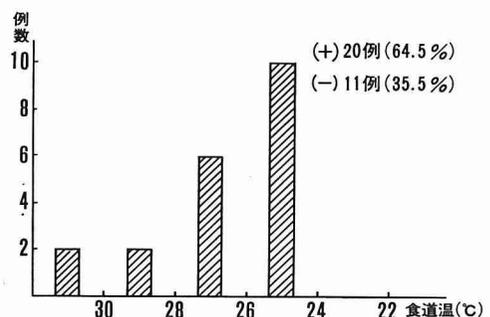


図 3. 脳波の一時的抑制 (5 才以上)

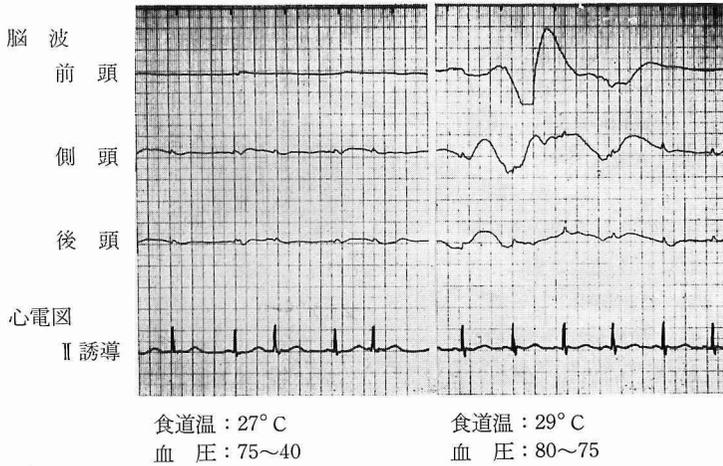


図 4.

26°Cで3例, 26~28°Cで3例, 28~30°Cで7例の計14例(82.4%)であるのに対し, 5才以上では31例中, 24°C以下で6例, 24~26°Cで4例, 26~28°Cで3例, 28~30°Cで9例の計22例(71.0%)と5才未満の方が脳波出現がやゝ早いように思われる(図5, 6)。また血流遮断時間と脳波出現時期との関係は両者間に差はなく, 血流遮断20分以内の症例はすべて

30°C以下で脳波の出現をみている。

冷却中の心電図の変化についてみると, P波の移動(図4)は5才未満では17例中, 食道温28~26°Cで1例, 26~24°Cで7例, 24~22°Cで2例の計10例(58.8%), 5才以上では31例中, 30°C以上で3例,

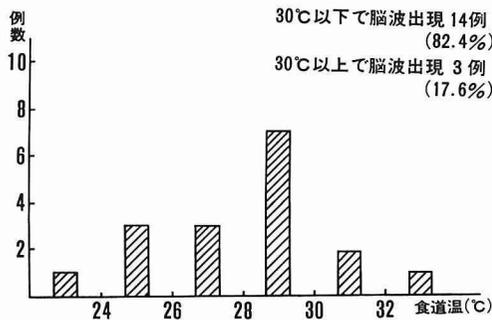


図 5. 脳波出現時期 (5才未満)

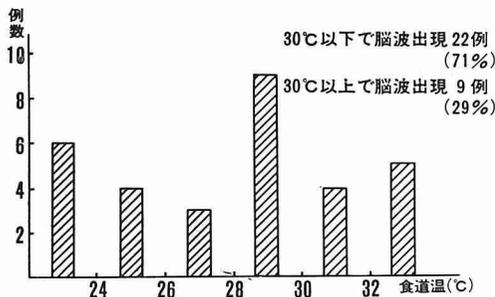


図 6. 脳波出現時期 (5才以上)

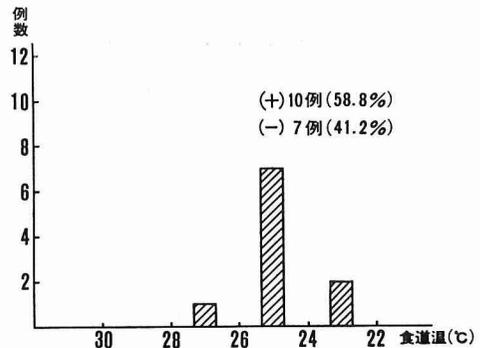


図 7. P波の移動 (5才未満)

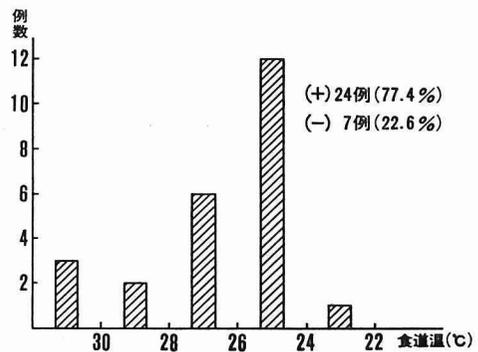


図 8. P波の移動 (5才以上)

30~28°C で2例, 28~26°C で6例, 26~24°C で12例, 24~22°C で1例の計24例(77.4%)と5才以上に多く認められ, 30°C 前後におけるP波の移動は5才未満の症例にはなく, 5才以上の症例に比較して安定している(図7, 8)。心室性期外収縮(図9)は5才以上では31例中, 食道温30°C以上に2例, 28~26°Cに1例, 26~24°Cに5例, 24~22°Cに2例と計10例(32.3%)に認められ, また30°C以上でも2例に出現しているのに反し, 5才未満では17例中, 24~22°Cに1例(5.9%)に認められたにすぎず両者間に明白な差が認められる(図10, 11)。

術後の心蘇生時間をみると, 血流遮断時間は, 5才未満症例で平均21分58秒, 5才以上症例で平均22分2秒とほぼ同じであるが, 心蘇生時間は5才未満で1分30秒~8分25秒で平均4分19秒, 5才以上で23秒~14分0秒で平均5分22秒と5才未満においてやや短縮が認められる(表3)。

術中出血量は5才未満では130cc~520ccで平均275cc, 5才以上では170cc~1100ccで平均536ccと5才

未満症例は5才以上症例に比し出血量は $\frac{1}{2}$ である(表4)。

表3 心蘇生時間 (平均)

5才未満	4分 19秒
5才以上	5分 22秒

表4 術中出血量 (平均)

5才未満	275 cc
5才以上	536 cc

超低体温法における術後の問題点は心蘇生と蘇生後の有効拍出量にかかっているが, 著者等はその指標として心電図と共に中心静脈圧(CVP)の測定を行っている。中心静脈圧は血流遮断直前よりやや上昇の傾向にあるが, 血流遮断解除後の急速輸血に伴って上昇し, 有効心拍出が得られると共に下降して正常値に近づくが, 5才未満と5才以上の症例の間には特別な差

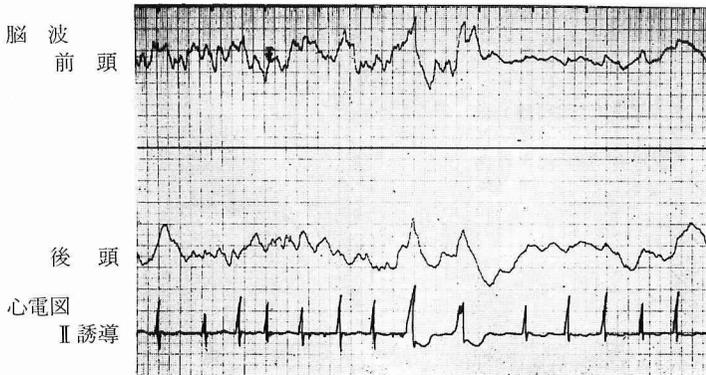


図9.

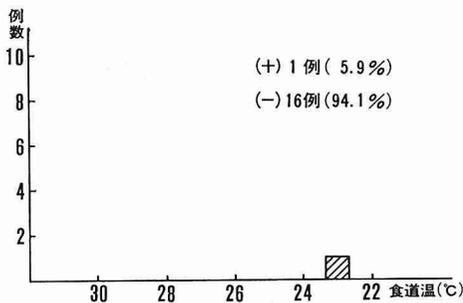


図10. 心室性期外収縮 (5才未満)

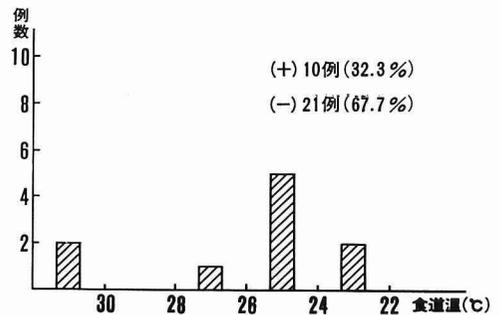


図11. 心室性期外収縮 (5才以上)

異はなく、5才未満症例においても急速輸血による右心負荷の所見は認められなかった(図12, 13)。

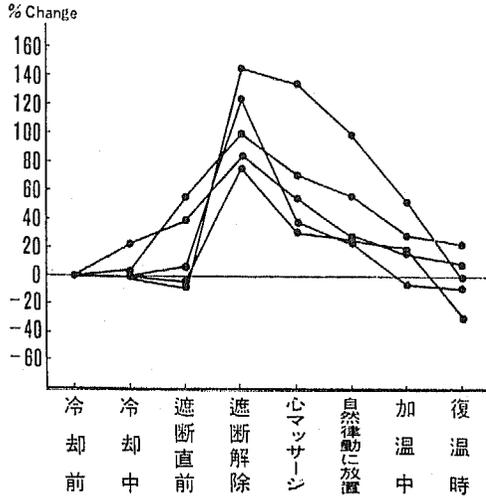


図12. CVPの変動 (5才未満)

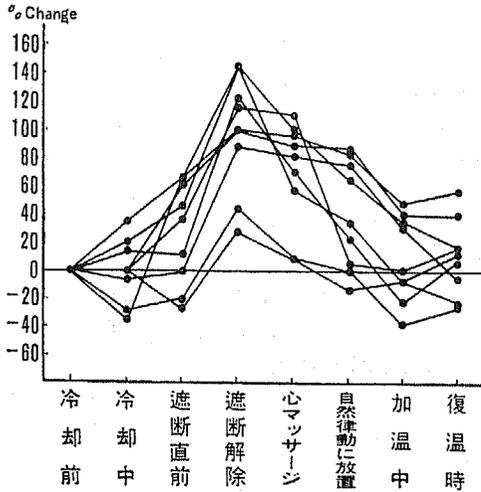


図13. CVPの変動 (5才以上)

血液の酸・塩基平衡については全症例の平均値をグラフにし検討したところ、術中は代謝性アシドーシスを示すが、術後はすみやかに回復し、術後24時間では正常範囲に回復しており、両者間に差異はなく、5才未満幼児症例においても特別な補正を要しないことを示している(図14, 15)。

術後合併症としては、5才未満の2例と5才以上の3例において気管分泌物が多く、気道確保のため気管切開を施行したが、他には特別重大なものはなかつた。

た。

以上の成績より単純超低体温下開心術は5才未満の幼児においても、年長児と同様に安全であり、且つ年長児より容易に施行し得るものと考えられる。

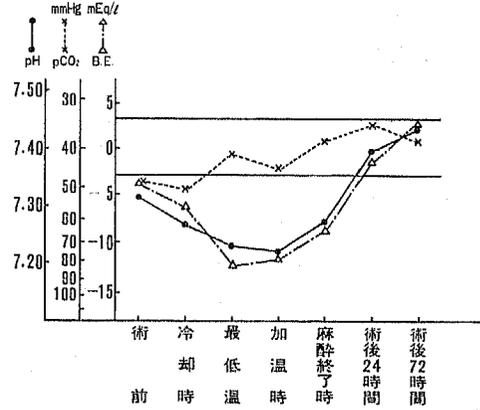


図14. 超低体温時の Acid Base Balance (5才未満)

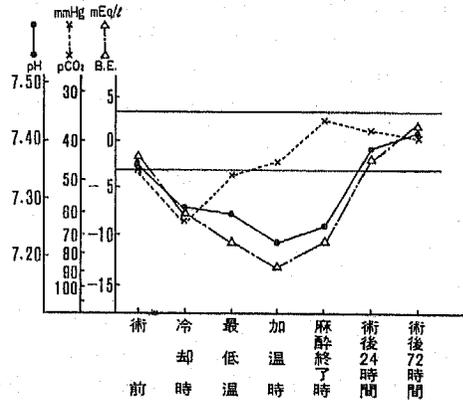


図15. 超低体温時の Acid Base Balance (5才以上)

考 按

先天性心疾患で最も死亡率の高いのは乳児期で、諸家の報告をみると1953年 McMahon¹⁾は65%が、1965年 Coleman²⁾は58%が、1966年 Hay³⁾は40%が1才未満で死亡すると述べている。しかし McNamara⁴⁾はこれら先天性心疾患児の80%は手術により好結果が期待されると述べている。一方、本邦に於てもこの分野に非常な努力が払われ、最近の報告によると岩⁵⁾は2才未満乳幼児324例(体外循環下根治手術128例, 寛解手術146例, 動脈管閉存症50例)の心手術を行い死亡は39例(根治手術11例, 寛解手術27例, 動脈管閉存症1例)で12%であったと述べ、小山田⁶⁾は2才未満乳

幼児開心根治手術例 133 例中死亡33例 (25%) と報告している。

著者等は Walther⁹⁾に始まり岡村等⁶⁾⁷⁾により開発された単純超低体温法により開心術を行い、現在迄に67例の症例を経験し、死亡例は1例のみで、最年少例は2才である。

今回は著者等の開心術を検討し5才未満の幼児を主体に冷却時間、加温時間、脳波、心電図、心蘇生時間、術中出血量、中心静脈圧、血液酸・塩基平衡並びに術後合併症等の面より5才以上年長児症例と比較検討した。

我々の症例では VSD より ASD が多いが、これは初期において意識的に ASD の根治手術を行ったことに原因があり、現在は VSD の例数の増加をみている。

冷却時間についてみると、食道温 1°C 下降に要する時間は5才未満平均5分27秒であるのに対し、5才以上は平均8分2秒と5才未満に平均2分35秒の短縮が認められる。また一方、加温時間についてみると、食道温 1°C 上昇に要する時間は5才未満平均4分31秒であるのに対し、5才以上は平均7分16秒と冷却時間同様5才未満症例の方が平均2分45秒の短縮が認められる。このことは体重の少ない程冷却+加温は容易であろうとの予想の通りである。しかし年少児つまり体重の少ない者が容易に冷却+加温が可能であっても脳及び心臓に対して悪影響があってはならないことはいうまでもない。そこで脳波、心電図について比較検討した。

脳波の一時的抑制は5才未満では17例中10例 (58.8%) にみられ、5才以上では31例中20例 (64.5%) と両者間に有意の差はないようである。更に加温時における脳波の出現時期を比較検討してみると、30°C 以下で脳波の出現するものは5才未満で17例中14例 (82.4%) であるのに対し、5才以上では31例中22例 (71.0%) と5才未満の方が脳波の出現がやや早いように思われる。また血流遮断時間20分以内の症例は5才未満、5才以上共にすべて 30°C 以下で脳波の出現をみている。脳波の一時的抑制については著者等の経験では術後何等の障害は認められない。また脳波の出現は岡村¹⁰⁾¹¹⁾、坂口¹²⁾、福慶¹³⁾等も述べているごとく血流遮断時間と密接な関係にある。

冷却中の心電図の変化について検討してみると、まずP波の移動は5才未満17例中10例 (58.8%) であるのに対し、5才以上は31例中24例 (77.4%) に認められ、両者共 26~24°C に多発しているが、28°C 以上の早期に出現しているのは5才以上の年長児に見られ

るのみで、5才未満の症例には認められなかった。また心室性期外収縮についてみても、5才未満17例中1例 (5.9%) に認めたにすぎなかったが、5才以上には31例中10例 (32.3%) と明白な差があった。このことより冷却中の心電図については5才未満の幼児症例の方が5才以上年長児症例に比較して安定しているようである。

術後の心蘇生時間をみると、血流遮断時間は5才未満と5才以上に差はなかったが、5才未満4分19秒、5才以上5分22秒と幼児症例の方がわずかに短縮している。超低体温法施行上の最大の問題点の一つが心蘇生にあるが、著者等は心マッサージを主体として、心蘇生剤、電気ショックを適宜使用して心蘇生を得ているが、小山田等⁸⁾¹⁴⁾¹⁵⁾はより確実な心蘇生を得るため心蘇生時酸素加血による冠灌流を併用することによりよい成績を得ていると報告している。いづれにしても短時間で確実に心蘇生が得られる方法の確立が望まれる。

術中出血量は5才未満平均275cc、5才以上平均536ccと、5才未満症例は5才以上の症例に比較し約1/2である。

術後の有効拍出量の指標として中心静脈圧 (CVP) を測定しているが、5才未満症例と5才以上症例の間には特別な差はないようであり、両者共強盛な心拍が得られれば中心静脈圧は正常値に復している。

血液の酸・塩基平衡についてみると、術中は代謝性アチドーシスを示しているが、術後はすみやかに回復し、術後24時間では正常範囲に回復しており、5才未満の幼児と5才以上の年長児症例との間には有意の差を認めず、5才未満の幼児に於ても特別な補正を要しないことを示している。

術後合併症についても5才未満に2例、5才以上に3例の気管切開を行ったのみで他には重大な合併症はなかった。

超低体温法は血流遮断許容時間が存在することが最大の問題点であるが、著者等は安全域の標準を 25°C で30分間の血流遮断においている。著者等の成績から本法は5才未満の幼児においても5才以上の年長児と同様安全であり、且つ年長児症例より容易に施行し得る。

結 論

1. 著者等は単純超低体温法により開心術を施行してきたが、今回は5才未満の幼児症例 (17例) と5才以上の年長児症例 (31例) に分け冷却時間、加温時間、脳波、心電図、心蘇生時間、術中出血量、中心静脈

圧、血液酸・塩基平衡並びに術後合併症等の面より比較検討した。

2. 冷却時間、加温時間：食道温1°C下降に要する時間は5才未満平均5分27秒，5才以上平均8分2秒であり，食道温1°C上昇に要する時間は5才未満平均4分31秒，5才以上平均7分16秒である。即ち冷却-加温時間共に5才未満において短縮している。

3. 脳波の変化：脳波の一時的抑制は5才未満17例中10例(58.8%)，5才以上31例中20例(64.5%)と両者間に有意の差はない。術後加温時の脳波出現時期は，30°C以下で脳波の出現するものは5才未満で17例中14例(82.4%)，5才以上31例中22例(71.0%)と5才未満の方が脳波の出現が早いようである。

4. 心電図の変化：P波の移動は5才未満17例中10例(58.8%)，5才以上31例中24例(77.4%)と5才以上に多く認められ，30°C前後におけるP波の移動は5才未満には認められなかった。心室性期外収縮は5才未満17例中1例(5.9%)であるのに反し，5才以上31例中10例(32.3%)に認められ，5才未満の方が安定している。

5. 心蘇生時間：5才未満4分19秒，5才以上5分22秒と5才未満がわずかに短縮している。

6. 術中出血量：5才未満平均275cc，5才以上平均536ccと5才未満は5才以上の1/2である。

7. 中心静脈圧(CVP)：両者間に特別な差異はなく，強盛な心拍が得られれば正常値に下降する。

8. 血液酸・塩基平衡：術中は両者共に代謝性アシドーシスを示すが，術後はすみやかに回復し，術後24時間では正常範囲に復しており，両者間に特別な差は認められなかった。

9. 術後合併症：5才未満2例，5才以上3例の気管切開を行った以外には特別なものは認められなかった。

10. 以上，単純超低体温下開心術は5才未満の幼児においても，年長児と同様に安全であり，且つ年長児より容易に施行し得るものと考えられる。

文 献

- 1) McMahon, B. et al. : Brit. Heart. J., 15 : 121, 1953.
- 2) Coleman, E. N. : Brit. Heart. J., 27 : 42, 1965.
- 3) Hay, J. D. : Brit. Med. J., 2 : 661, 1966.
- 4) McNamara, D. G. : Ped. Clin. N. Amer., 10 : 127, 1963.
- 5) 岩 喬・他：胸部外科，22(8)：575，昭44.
- 6) 岡村 宏・他：麻酔，11：688，1962.

- 7) 渡辺 晃：日外会誌，58：1675，1958.
- 8) 小山田恵・他：胸部外科，22(9)：616，昭44.
- 9) Walther, A. Virchow : Arch. Path. Anat., 25 : 414, 1862.
- 10) 岡村 宏：麻酔，8(4)：269，昭34.
- 11) 岡村 宏：麻酔，8(4)：334，昭34.
- 12) 坂口昭五：日胸外会誌，13(9)：62，1965.
- 13) 福慶逸郎：呼吸と循環，12(1)：53，1964.
- 14) 石川茂弘：日胸外会誌，14：1097，1966.
- 15) 松村光起：日胸外会誌，14：1215，1966.

(昭和44年12月10日 受付)