

原 著

単純超低体温下開心術の術後合併症

志田 寛 森本雅己 土屋隆 関 龍幸

信州大学医学部第二外科学教室

本間勇郷 足立英二

甲府市立病院外科

西尾克彦 松田三郎

岡谷塩嶺病院外科

POSTOPERATIVE COMPLICATIONS FOLLOWING OPEN HEART SURGERY BY SIMPLE PROFOUND HYPOTHERMIA

Hiroshi SHIDA, Masami MORIMOTO, Takashi TSUTIYA and Tatsuyuki SEKI

(Department of Surgery, Faculty of Medicine, Shinshu University)

Toshikimi HONMA and Eiji ADACHI

(Department of Surgery, Kofu City Hospital)

Katsuhiko NISHIO and Saburo MATSUDA

(Department of Surgery, Okaya Enrei Hospital)

Key words : 単純超低体温 (simple profound hypothermia), 開心術 (open heart surgery), 術後合併症 (postoperative complication)

単純超低体温法は開心術の手段として優れた方法の一つであるが、その適応並びに病態生理等に尚未解決の問題を残している。我々は従来先天性心疾患は専ら本法により開心術を施行し、満足すべき成績を得ており、とくに5才未満幼児における本法の優秀性を強調し⁽¹⁾、同時にその病態生理を種々の面より検討している⁽²⁾。

今回は単純超低体温下開心術を術後合併症の面より検討し、その特殊性、頻度、予防法並びにその対策等についても報告する。

症 例

昭和46年7月までに我々の取扱った先天性心疾患は222例で、このうち開心例は168例であり、この168例を検査対象とした。開心例の疾患別では心房中隔欠損(ASD)69例、心室中隔欠損(VSD)66例、肺動脈狭窄(PS)7例、肺動脈狭窄(PS)+心房中隔欠損(ASD)10例、肺動脈狭窄(PS)+心室中隔欠損(VSD)5例、ファロー四徴症(TOF)11例である(表1)。

表1 単純超低体温下開心例の手術成績

	症 例	治	死
A S D	69	67	2
V S D	66	66	0
P S	7	7	0
P S + A S D	10	9	1
P S + V S D	5	5	0
T O F	11	9	2
計	168	163	5

表2 単純超低体温下開心例168

年令分布

3才~34才	平均年令 9.5才
5才未満	41例
5才以上	127例

性 別

男 子	80例
女 子	88例

年齢別にみると3才より34才に及び、平均年齢は9.5才で、このうち5才未満は41例、5才以上は127例であった。また性別では男子80例、女子88例とほぼ同率である(表2)。

単純超低体温法は、自律神経遮断剤カクテルを使用し、エーテル深麻酔下に水槽浸漬法により表面冷却し、心停止剤による人為的心停止下に開心術を施行し、術後は心マッサージにより心蘇生をはかった。血流遮断時間は食道温25℃で30分、20℃で1時間を安全域の標準とした(表3)。

表3 超低体温法

1. 自律神経遮断剤
2. エーテル深麻酔 (2~2.5cc/kg)
3. 表面冷却 (水槽浸漬)
4. 心停止剤による人為的心停止
5. 心マッサージ及び心蘇生剤による心蘇生

表4 単純超低体温下開心術後の合併症

A. 早期合併症	B. 晚期合併症
脳障害	消化器障害
末梢神経障害	肝障害
循環障害	不整脈
呼吸器障害	皮膚障害
腎障害	
皮膚障害	

表5 早期合併症

合併症	症状	例数
脳障害	意識消失・痙攣	1例
	頑固な頭痛	1
	軽度癲癇発作	1
神経障害	末梢神経麻痺	2
循環障害	低血圧	2
	A-Vブロック	1
呼吸器障害	滲出性肋膜炎	2
	無気肺	1
	肺浮腫 (気管切開 5例)	1
腎障害	腎不全	1
	腎炎	1
皮膚障害	加温による熱傷	4

手術成績並びに合併症

168例の手術成績は死亡5例であり、163例は治

癒退院した。死亡5例のうち、術後24時間以内に死亡した所謂手術死は4例で、合併症のため死亡したのは34才のASD1例である(表1)。

術後合併症を手術直後より発生する早期合併症と、手術後一定期間をおいて発生する晚期合併症とに大別すると、早期合併症としては脳障害、末梢神経障害、循環障害、呼吸障害、腎障害および皮膚障害等があり、晚期合併症としては消化器障害、肝障害、不整脈および晚期皮膚障害等がある(表4)。

まず、早期における各合併症について検討すると、表5の如く、脳障害を来したと考えられる症例は3例である。このうち痙攣を伴う意識障害を来し、術後5日目腎不全にて死亡した1例は34才(女性)のASDで、心蘇生が困難であった症例であり、その原因としては高令者の先天性心疾患による心筋障害も無視出来ないが、心蘇生時の冠動脈空気栓塞が主因と考えられる。術後頑固な頭痛を繰返した1例は8才(男性)のASDで、心蘇生時間が12分20秒であった。我々の経験によると、心蘇生時間は表6の如く、

表6 心蘇生時間

(平均)	
5才未満	4分34秒
5才以上	5分50秒

表7 単純超低体温下開心術前後のI.Q.の変化

氏名	性	年齢	病名	血流遮断時間	術前I.Q.	術後I.Q.
楠	♂	13	ASD	18分50秒	73	73
田中	♀	16	VSD	20.20	81	92
滝沢	♀	13	VSD	20.45	93	96
百瀬	♂	8	ASD	20.30	93	104
市川	♂	6	VSD	13.45	96	115
百瀬	♂	6	ASD	24.18	99	118
日達	♀	12	VSD	20.32	102	111
依田	♂	7	VSD	24.18	104	120
伊藤	♂	4	PS+VSD	17.45	106	120
池内	♀	8	ASD	21.08	110	123
小松	♂	7	ASD	18.00	115	115
遠藤	♂	7	VSD	20.30	117	124
津金	♀	9	VSD	21.00	118	121
松島	♂	4	VSD	19.37	122	129
高山	♀	7	VSD	19.25	129	130

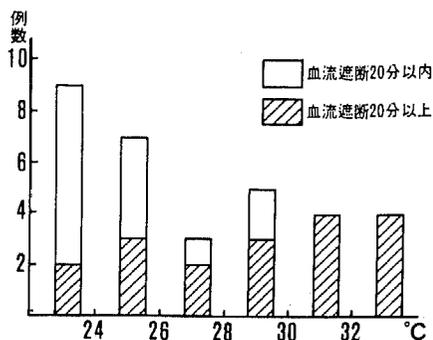


図1 血流遮断時間と脳波出現温度

5才未満症例では平均4分34秒、5才以上では平均5分50秒であり、従ってこの症例では心蘇生時間の遅延もその一因と考えられるが、麻酔終了時の脳波には異常を認めなかった。術後テンカン様小発作を示した症例は13才(男性)のASDで、心蘇生時間8分50秒とやや遅延しているが、麻酔終了時脳波は正常であった。この2例は術後1カ月の退院時には頑固な頭痛およびテンカン様小発作も消失し全く正常に復した。脳障害は単純超低体温下開心術における最も危惧される合併症の一つである。そこで脳障害の有無を検する一方法として、術前後におけるI.Q.の変化を比較検討した。表7に示す如く、血流遮断30分以内の15例についてみると、術後退院時I.Q.の低下をみた症例は1例もなく、安全域内の血流遮断は知能に全く影響をおよぼさない成績が得られた。次に血流遮断時間と脳波出現温度との関係を見ると、図1の如く、血流遮断20分以内の症例は全例30℃(食道温)以下ですでに脳波が出現するが、血流遮断20分以上の症例では、ほぼ半数は30℃以下で脳波が出現し、半数は30℃以上で脳波が出現した。このように明らかに血流遮断時間と脳波出現温度との間には一定の関係が認められるが、いずれの場合においても所謂安全域内に手術が終了したものでは覚醒時には術前の正常脳波に復した。

末梢神経障害としてはファロー四徴症の術後に尺骨神経麻痺を、ASDの術後に腓骨神経麻痺を来した計2例があるが、退院時はほぼ回復しており一時的なものであった。

循環障害として術後低血圧はファロー四徴症の2例に認められた。低心拍出症候群の本態は未だ明らかではないが、ファロー四徴症においては左室形

成不全、VSD閉鎖にともなう左心循環血液量の減少も一因であろう。本例に対しては輸血とプロタノール点滴静注にて対処し、事なきをえた。術後A-Vブロックはファロー四徴症に1例認められたが、プロタノールの点滴静注および経口投与により幸い1週後に消失した。

呼吸器障害としては術後ひきつづいて起こった滲出性肋膜炎、無気肺、肺浮腫等があげられる。滲出性肋膜炎は右開胸例において右側に1例、胸骨縦切開例において右側に1例計2例に認められた。無気肺は右下葉に1例左上葉に1例計2例に発生し、肺浮腫はファロー四徴症の術後に1例認められたが、いずれも重大事に致らず治癒せしめた。これらの合併症は特に低体温法に起因するものではないと考えられる。気管切開は全症例を通じ5例に行なったのみであり、術後は酸素テント内を出来るだけ高温とし、喀痰溶解剤を投与すれば気管切開を施行しなくとも術後呼吸管理は容易であった。最近特別な症例以外はほとんど気管切開を行っていない。この成績は我々の症例についての結論であって、1才未満乳児の開心術における呼吸管理についてはまた異なるものと考えられる。

表8 晩期合併症

消化器障害	急性虫垂炎	3
	頑固な下痢・腹痛	1
肝障害	血清トランスアミナーゼの上昇	1
	肝炎	1
不整脈	長期頻脈	2
皮膚障害	円形脱毛	6

表9 術後血清トランスアミナーゼ値の上昇

	フローセン麻酔 一般外科手術 848例	単純超低体温 開心術 63例
輸血群	29/365 (7.9%)	1/63 (1.6%)
非輸血群	12/483 (2.5%)	0
	41	1

腎障害は脳障害の項にのべた痙攣発作を伴う意識障害を来した症例が、術後5日目腎不全のため死亡した。その他は術後腎炎を併発したVSDの1例があるが、退院時には治癒した。低体温法においては本来の腎障害は極めて少いものである。

皮膚障害については加温時における熱傷が4例にみられたが、いずれも第1度で操作上の注意により防止出来るものであった。

次に晩期合併症についてみると、表8に示す如く、消化器障害として開心術後1週以内に発症し、開復術を行なった急性虫垂炎3例がある。低体温法と直接の関係は不明であるが注意すべきことである。その他頑固な下痢、腹痛が1例にみられた。

肝障害についてみると、まず、術後退院時、術前に比し血清トランスアミナーゼ値の上昇をみたものは表9の如く、63例中1例(1.6%)である。一方フローセン麻酔による一般外科手術における輸血群においては術後トランスアミナーゼ値の上昇をみたものは7.9%であって、単純超低体温下開心術において明らかに低率であった。また肝炎の臨床症状を呈したものは168例中僅かに1例のみである。

不整脈としては、ASDの術後2例に1カ月以上にわたって頻脈が認められたが、これは低体温によるものではなく開心術それ自身に起因するものである。

晩期皮膚障害としては、後頭部の円形脱毛が6例にみられたが、これは圧迫による局所循環障害が主因と考えられた。

考 按

早期合併症は168例中18例(10.7%)に発生したが致命的なものは1例のみであった。また晩期合併症は14例(8.3%)にみられたが致命的なものはなかった。さらにこれら合併症を検討すると、明らかに低体温に起因したと考えられる合併症は早期および晩期の皮膚熱傷および円形脱毛で、その他のものは低体温にかぎらず体外循環による開心術にても同様に発生しうるものである。今回は我々の施行してきた単純超低体温下開心術の合併症を体外循環のそれと比較検討しながら考按する。

脳障害は最低温時における安全域内の血流遮断時間を越えた場合に発生することが多いとされているが、血流遮断前の循環不全、心蘇生困難、蘇生後の低心拍出および空気エンボリー等も原因となる(3)。新津(4)は術後脳障害は単純超低体温下開心例の5.6%に発生し、低温導入中の循環障害が主因と報告している。体外循環においても脳障害は致命的合併症

として最も重要であり、且つ頻度も高いもので、その原因としてinadequate perfusionによる脳の低酸素とエンボリーが主因と考えられている(5)。我々の症例についてみると、術後頑固な頭痛および軽度テンカン様小発作をみた2例は術後心蘇生までの時間が平均より多少延長していたが確証はなく、重大なものではなかった。痙攣発作と意識障害を来した症例は34才の高令者ASDで、空気エンボリーと心蘇生困難が原因であった。高令者のASDに心蘇生困難例が多く、また死亡例も小児のそれと比較し高率であることは、低温導入中の管理および心蘇生の面等より、かゝる症例に対する単純超低体温下開心術の適応限界を示す問題と考えられる。脳波は脳の循環状態をよく反映するもので、我々の成績では血流遮断時間の長いものほど術後脳波出現の遅延が認められるが、安全域内に血流遮断の解除された場合には正常脳波に復した。次に知能の変化を術前・術後のI.Q.について検すると、手術が順調に行なわれた場合には術後I.Q.の低下は認められず血流遮断の影響は全く認められないことを示している。脳障害と関連し術後心蘇生困難の原因の1つとなる冠動脈空気塞栓は重要な問題であり、江口(6)は直視下心内手術において最も留意すべき問題の1つであるとし、その予防法を種々検討している。

末梢神経障害はファロー四徴症の1例とASDの術後に1例、計2例にみられた。一般に末梢神経は0℃に3時間おかれると障害を来すとされている。我々の症例は168例中わずか2例であり、ファロー四徴症の術後にみられたことより、長時間低温にさらされることも一因と考えられるが、長時間の機械的圧迫も全く否定出来ないと考えられる。

循環障害として術後低血圧はファロー四徴症の術後に2例みとめられたのみで、他の症例においては輸血の不足によるもの以外は経験されなかった。我々の経験した2例はファロー四徴症それ自身が主因であり、とくに低体温に由来するものではないと考えられる。またA-Vブロックもファロー四徴症の術後にみられたものであり、手術手技によるもので、低体温が原因ではなかった。一般に循環障害のうち最も重大な心機能障害は開心術後の所謂低心拍出症候群(7)として一括されているものである。この原因としては心自体に原因のある場合と、全身状態に起因する場合とが考えられ、前者はファロー四徴症の場合の如き不完全修復あるいは肺高血圧症等であり、後者は代謝性アチドーシスである。単純超低体温の場合代謝性アチドーシスを来すことはすでに

我々の報告してきた所見であるが(8), この代謝性アチドーシスは術後加温により漸次正常化され復温より回復室においては殆んど術前値に近づくもので、血流遮断30分以内の症例ではこの代謝性アチドーシスのため低心拍出を来すことはないが、血流遮断50分以上の症例や、高令者(20才以上)のA S D等では注意すべき所見である。

呼吸器障害の5例は開心術自体に由来するものと考えられるが、単純超低体温の場合は麻酔管理の時間が4乃至5時間以上におよぶ場合が多いので、体外循環に比較し術後無気肺の発生が多いと考えられるが、長時間体外循環においてはやはり肺合併症の発生頻度が増加し、2時間以上にわたる場合には213例中28例と報告されている(5)。したがって単純超低体温法において特に多い合併症とも考えられない。事実、自律神経遮断剤の使用によりエーテル深麻酔にも拘らず、殆んど麻酔中は分泌物をみないのが現況である。

腎障害の2例のうち、腎不全で死亡した1例は、脳障害、痙攣発作および低心拍等の悪循環の結果であり、他の1例は術後に発生した腎炎で、単純超低体温にその原因を求めるべきではないと考えられる。一般に冷却により腎血流量は低下し、尿量は減少し、血流遮断時には無尿となるが、術後加温により再び尿量は増加してくるのが通常であり、順調に経過した症例で無尿をつづけた症例はなかった。ただ術後一時的に尿量の減少を来す場合があり、かかる場合には体外循環におけると同様 osmotic diuresis である Mannitol の投与が有効である(9)。一方体外循環における腎不全の原因として体外循環中の腎血流量の低下(10)と溶血とが考えられるが、前者が最も重要であり、後者はあまり臨床的意義は少いとされている(11)。単純超低体温においては腎血流の減少および停止が起こるにも拘らず、術後腎障害が殆んど認められぬことはその合理性を裏付ける成績であろう。

皮膚障害は加温による背部の熱傷であり、43℃以下の加温では全くみとめられないが、45℃以上になった場合に発生するもので、注意深い管理により防止出来るものである。また熱傷はすべて第1度であった。

消化器障害に関し、新津(12)は単純超低体温下開心例121例中、急性十二指腸潰瘍2例、その他消化管出血6例を報告し、小児の開心術に多く、これらを一種のストレス潰瘍と考えている。一方 Konrad (13)は開心術後の潰瘍の発生は体外循環にもみられ、体外循環の方がや、多いと報告している。我々は開心

術後の消化性潰瘍の経験はないが、開心術後の1週以内に3例の急性虫垂炎を経験しており、また手術を行なわなかったが急性虫垂炎を思わせる腹痛および下痢を来した症例があり、一応注目すべき所見と考えている。しかしながらこれら虫垂炎と低体温との直接の関係は不明である。

肝障害については、単純超低体温に起因すると思われる重大な肝障害は認められなかった。術後血清トランスアミナーゼ値のみについてみると、その上昇を来したものは単純超低体温下開心例で1.6%、フローセン麻酔による一般外科手術例で7.9%で、むしろ開心例において低率であった。術後血清肝炎は1例(0.77%)にみとめたのみである。一方体外循環においても一般に肝不全を来すような症例は認められないが、術後血清肝炎は15.1%に認められるという(5)。この相異は単純超低体温法においては輸血量が少ないことに起因するものであろう(1)。

不整脈を来した2例は、手術手技あるいは疾患そのものに由来するもので、単純超低体温法に起因する合併症ではないと考えられる。本法による心蘇生直後には殆んど全例に洞性不整脈がみられるが、体温の上昇とともに洞調律となるのが通常である(1)。

最後に晩期皮膚障害としての円形脱毛は minor complication であり、その原因として比較的長時間麻酔による局所の圧迫が主因と考えられ、その発生部位が後頭部に多いこともこれを裏付ける所見であり、単純超低体温法のみ由来するものではないと考えられる。

結 語

以上我々の行なっている単純超低体温下開心術の術後合併症を検討したが、開心術それ自体に起因すると思われるものが大部分であり、単純超低体温法が主因と考えられるものは殆んど認められなかった。また本法による開心術の合併症を文献上報告されている体外循環のそれと比較検討したが、本法が種々の面でよりすぐれており、合併症の面からも本法の優秀性が認められた。

文 献

- 1) 志田 寛：5才未満症例における単純超低体温下開心術の検討，信州医誌，18：849-855，1969
- 2) 志田 寛：単純超低体温下開心術における脳波心電図並びに中心静脈圧について，信州医誌，18：715-724，1969

- 3) 木本誠二：現代外科学大系，P 318, 中山書店，東京，1968
- 4) 新津勝宏：低体温開心術後の脳障害発生症例に関する考察，胸部外科，24：467-477, 1971
- 5) 田口一美：人工心肺装置の現況と臨床的問題点，胸部外科，17：225-241, 1964
- 6) 江口昭治：開心術に合併する空気塞栓症の諸問題，胸部外科，18：539-545, 1965
- 7) Hall, D. P. : Myocardial metabolism during elective cardiac arrest determined by biochemical analysis of multiple cardiac biopsy, Surg. Forum, 10 : 540-543, 1960
- 8) 志田 寛：小児の單純超低体温下開心術における血液酸塩基平衡並びに血漿遊離脂酸の変動，日本小児外科学会雑誌，6：58-59, 1970
- 9) Attar, S. : Use of intravenous mannitol in postperfusion oliguria - anuria, Circulation, 27 : 699-704, 1963
- 10) Beall, A. C. : Effect of total cardiac bypass on renal hemodynamics and water and electrolyte excretion in man, Ann. Surg., 146 : 190-194, 1957
- 11) Maluf, N. S. : Factors inducing renal shutdown from lysed erythrocytes, Ann. Surg., 130 : 49-67, 1949
- 12) 新津勝宏：開心術後の消化性潰瘍，胸部外科，18 : 551-556, 1965
- 13) Konrad, R. M. : Gastro-duodenal haemorrhage and perforation following cardiovascular surgery in children, Arch. Dis. Childh., 38 : 158-160, 1963

(1971. 8. 12 受稿)