

シンポジウム

1. 単純低体温麻酔と循環

岡田一敏*

1. はじめに

人工心肺の安全性、有用性が確立された現在もなお単純低体温法麻酔は、乳幼児の開心術の補助手段として、大量の血液の不必要、体液変動の僅少性、麻酔手術操作の容易性や術後の患者管理¹⁾、とくに呼吸²⁾、体液管理が容易である点などの理由から重要視されている。

しかし血流遮断時間の制限、心蘇生時の一抹の不安、麻酔手術前後の循環機能の一切を病的な心臓に託さねばならない点は本法の欠点といえる。麻酔中の循環機能の破綻は、血流遮断許容時間の短縮化のほか、脳障害、腎不全等の後遺症を残す原因となるため、循環機能の十分な監視と適切で迅速な対処が要求されるので著者は、それらについて述べる。

2. 麻酔前投薬

円滑なエーテル麻酔導入のためには表1のごとく heavy premedication が必要である³⁾。副交

表1. Premedication

minutes before induction	(mg/kg)			
	150	90	60	30
chlordiazepoxide	0.3—0.5			
pentobarbital calcium	1.0			
trifluorpromazine		0.15		0.15
hydroxyzine			0.5	0.5
pethidine		0.5		0.5
atropine			0.005	0.005

感神経のみならず、交感神経の適切な遮断により頻脈、体温上昇を防止し、十分な鎮静状態をうる事が重要である。著者らは患者の体重を誤認し、半量の前投薬投与後冷却し、32℃に体温が下降した時点で、心室細動が起き手術を断念、後日、適量の前投薬投与下の冷却で円滑な麻酔、手術を遂行し得た経験がある。

3. エーテル深麻酔の意義

本法はエーテル深麻酔による生体の寒冷反応を遮断し、円滑な体温下降を目差す。閉鎖回路（気化器は回路内灯車型が使いやすい）を用い、自発呼吸下に1.0cc/kgのエーテルを投与後、trifluorpromazine 1.5mg/kgを静脈内投与、直ちに患者を氷水に浸漬する。体温が20℃になるまでのあいだにエーテルを2.5~3.0cc/kgを投与し深麻酔をうる。心修復後加温しつつ washout する。20℃の低体温つまり3.0cc/kg投与せしめた時点のエーテル血中濃度は、180mg/dl以上に達する（図1）。

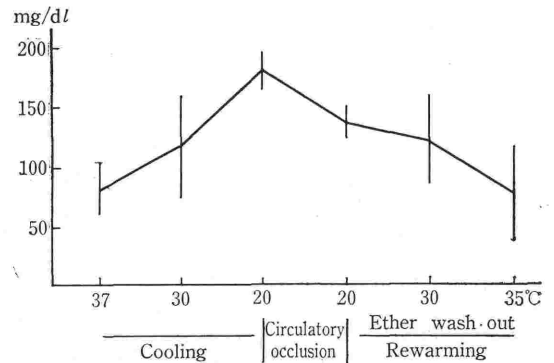


図1. 血中 ether 濃度

*岩手医科大学麻酔学教室

エーテル麻酔のⅢ期2相, 3相の外科期におけるエーテル血中濃度はそれぞれ120, 130mg/dlといわれ, 本法の麻酔深度はきわめて深い. 不適切な麻酔深度下の冷却は shivering 末梢血管障害などの寒冷反応が起き, カテコールアミン分泌が増加し⁴⁾, 心室細動の重要な促進因子となる. そのため本法が危険視され, 応用されない時期があった. 柴田⁵⁾は深いエーテル麻酔が, 低体温時における心筋の電気的細動閾値を上昇せしめることを図2のごとく確認している. 著者は, ペースメーカーの閾値を心筋の被刺激性の指標としてエーテル深麻酔と NLA について検索した結果, 冷却とともに前者は上昇し, 後者は下降した. また著者⁶⁾はエーテル深麻酔下の冷却時には血中カテコールアミンが増加しないことを確認している. これらのことから本法が重要な不整脈の危険性が少ないことが理解でき, また臨床では冷却による心室細動の経験は皆無である.

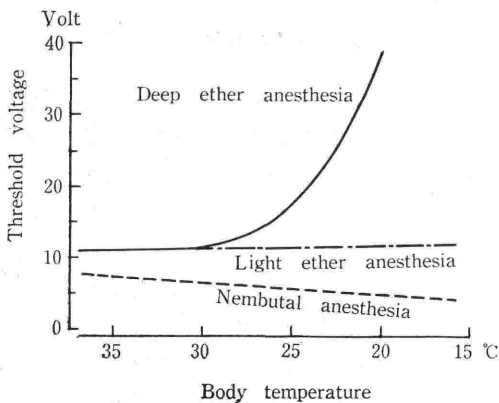


図2. Threshold of ventricular fibrillation during hypothermia

カテコールアミンに関し, 経験的に, 加温過程の低体温時では, 心筋の被刺激性に関し冷却過程とは異なった性質を有することが予想され, 加温過程に分泌増加するカテコールアミンは, 循環機能の回復に有益なことと考えられる.

低体温麻酔の麻酔薬としてエーテルのほかフローセン⁷⁾モルヒネ⁸⁾ NLA⁹⁾等が報告されているが, フローセンは30℃以下では不整脈と低血圧が著しい. また Ishitoya⁷⁾は中枢神経障害の発生と, それに関連して血流遮断許容時間の短縮を指摘している. モルヒネも NLA と同様に冷却による細動閾値に関し疑問があり, 現在のところではエーテ

ルが, 低体温麻酔の至適な麻酔薬と考えている.

しかしエーテルは爆発性, 気道刺激性が強く, 気道分泌物増加などの欠点を有し, 心筋抑制も強く, 複雑心奇形などで, 心不全を合併する重症例には, エーテル深麻酔は困難である. かかる high risk case には全脊麻下の冷却も一方法である¹⁰⁾.

4. Triflupromazine の意義

本剤の投与は麻酔深度の補足ができ, 寒冷反応の予防, 冷却所要時間の短縮, 全末梢血管抵抗の減少を示し, きわめて有用な薬剤である. しかし復温過程では血圧の回復が dose dependent に遅延する(図3)ので, その至適投与量が問題と

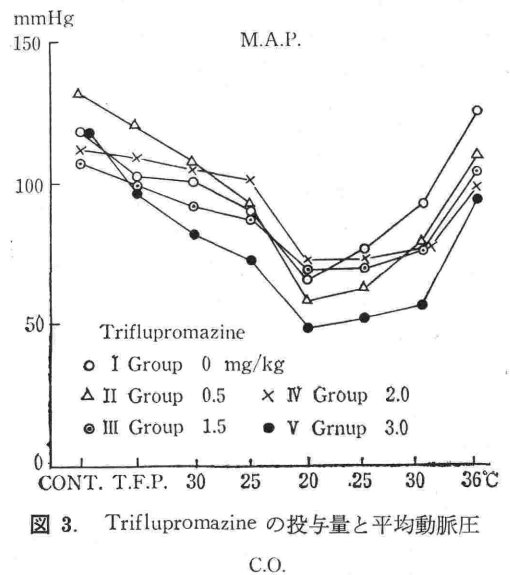


図3. Triflupromazine の投与量と平均動脈圧 C.O.

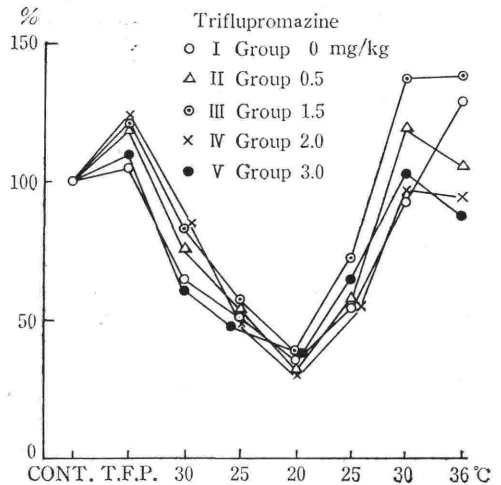


図4. Triflupromazine の投与量と心拍出量

表 2. 体温毎の血圧と心拍数の期待値と遮断許容時間 (文献1)

体 温	36	30	25	24	23	22	21	20	15	20	21	22	23	24	25	30	36	°C
収縮期血圧	110	80	60	56	52	48	44	40		40	42	44	46	48	50	70	90	mmHg
拡張期血圧	60	50	40	38	36	34	32	30		25	26	27	28	29	30	40	60	
平均血圧	76	60	47	44	41	39	36	33		30	31	33	34	35	37	50	70	
心 拍 数	155	100	60	55	50	45	40	35		55	60	65	70	75	80	110	160	
遮断許容時間	3	10	30	36	42	48	54	60	120									分

なるが、冷却、復温過程の推移、cardiac index などの循環動態の回復(図 4)の状態と、寒冷反応予防効果など、総合的な見地から1.5mg/kgの投与が至適量と考えている¹¹⁾。

5. 循環系に及ぼす影響

1) 心拍数, 血圧

本法の心拍数, 血圧の変動は図5のごとく冷却により減少低下し加温によりほぼ鏡像的に推移する。冷却過程の収縮期血圧は36, 30, 25, 20°Cで、それぞれ110, 80, 60, 40mmHg復温過程20, 25, 30, 36°Cで、それぞれ40, 50, 70, 90 mmHg 前後を示す。著者はこれらの値を各体温における血圧

の期待値と考えている。この値を大きく逸脱した症例には脳障害の発生することが多く期待値を重要視している。心拍数は表2のごとく冷却過程36, 30, 25, 20°Cで、それぞれ155, 100, 60, 35/分、復温過程 20, 25, 30, 36°Cで、それぞれ55, 80, 110, 160/分を期待値と考えている。Rate pressure productは冷却前値を100%とすると30, 20, 25°Cで、それぞれ47, 21, 8%と減少する。臨床的には心不全準備状態で不整脈, チアノーゼ, 呼吸促拍の患者を30°Cくらいの軽度低体温にすると一般状態の著しい改善をみる。Rate pressure productの低下より心筋負荷が減少するからであろう。

2) 心 系 数 (表 3)¹⁷⁾

心拍出量は冷却により減少し20°C前後になると冷却前の40%以下になる。加温により鏡像的に回復する。心拍出量の減少は heart rate dependent で stroke volume は全経過を通じほぼ一定である。

3) 肺・体動脈収縮圧比 (PP/PS), 平均体・肺動脈圧差(ΔP) (図 6)

動脈圧は冷却前の110mmHgから冷却により下降し、20°Cでは40mmHg、冷却前の約36%に下

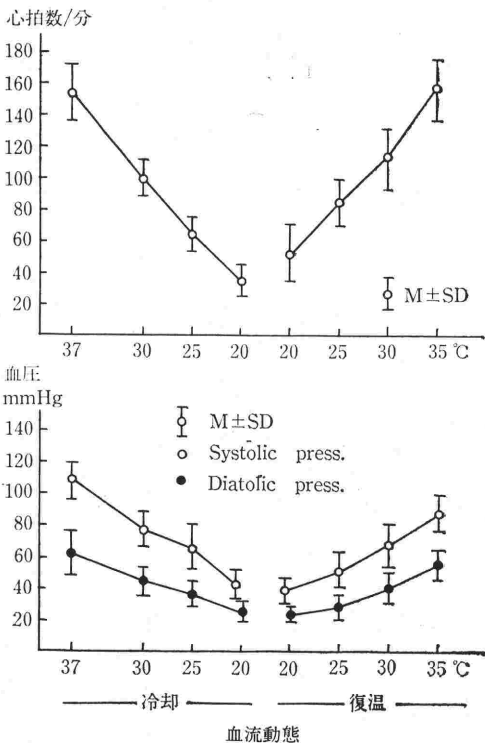


図 5. 低体温麻酔時の心拍数と血圧

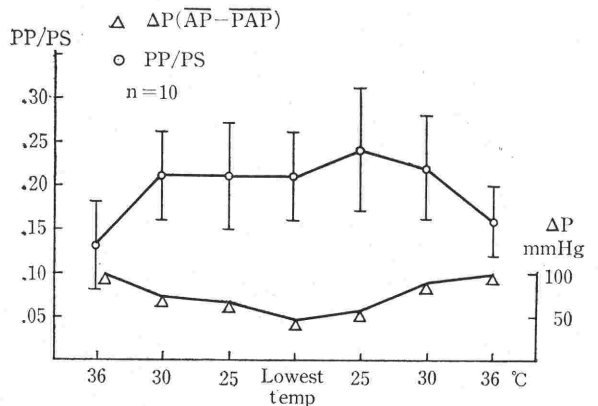


図 6. PP/PS and ΔP under deep hypothermia (Dogs)

表 3. Changes in parameters during hypothermia in dogs (n=10)

	Control	COOLING			REWARMING			
		30°C	25°C	Lowest Temp.	25°C	30°C	35°C	
H. R. beat/min.	Mean±S. D.	155±13	108±10	69±9	49±10	87±15	124±19	151±23
	%	100	69	44	31	56	803	97
	P ₁ P ₂	*	0.001	0.001	0.001 **	0.001 0.001	0.001 0.001	N. S. 0.001
A. P. mmHg	Mean±S. D.	125±12	101±18	90±19	69±20	85±17	108±19	121±19
	%	100	80	72	55	68	86	96
	P ₁ P ₂	*	0.01	0.001	0.001 **	0.001 N. S.	0.05 0.001	N. S. 0.001
P. A. P. mmHg	Mean±S. D.	20.8±3.8	24.6±3.2	20.0±3.4	14.6±3.3	20.8±3.9	26.2±4.7	22.9±3.2
	%	100	118	96	70	100	125	110
	P ₁ P ₂	*	0.05	N. S.	0.01 **	N. S. 0.01	0.02 0.001	N. S. 0.001
P. C. W. P. mmHg	Mean±S. D.	8.1±2.9	11.7±4.4	12.2±3.3	8.2±3.9	11.5±2.4	12.3±4.2	10.6±4.1
	%	100	141	150	101	141	151	130
	P ₁ P ₂	*	N. S.	0.02	N. S. **	0.02 0.05	0.05 0.05	N. S. N. S.
R. A. P. mmHg	Mean±S. D.	3.4±1.2	5.9±1.6	5.8±1.6	3.7±1.5	6.3±1.2	6.0±1.7	4.7±2.7
	%	100	173	170	108	185	176	138
	P ₁ P ₂	*	0.01	0.01	N. S. **	0.001 0.001	0.001 0.01	N. S. N. S.
C. I. l/min./M ²	Mean±S. D.	3.56±0.60	2.80±0.55	1.92±0.50	1.42±0.38	2.04±0.74	2.94±0.70	3.81±0.87
	%	100	78	53	39	57	82	107
	P ₁ P ₂	*	0.05	0.001	0.001 **	0.001 0.05	N. S. 0.001	N. S. 0.001
S. V. I. ml/beat /M ²	Mean±S. D.	22.1±4.6	25.8±5.8	27.9±9.4	28.5±7.9	24.7±9.8	24.6±7.1	25.1±6.0
	%	100	116	126	128	111	111	113
	P ₁ P ₂	*	N. S.	N. S.	N. S. **	N. S. N. S.	N. S. N. S.	N. S. N. S.
S. V. R. dyne·sec· cm ⁻⁵ /M ²	Mean±S. D.	3001±610	2797±891	3767±1461	3718±1490	3362±1285	2843±757	2653±893
	%	100	93	125	123	112	94	88
	P ₁ P ₂	*	N. S.	N. S.	N. S. **	N. S. N. S.	N. S. N. S.	N. S. N. S.
P. V. R. dyne·sec· cm ⁻⁵ /M ²	Mean±S. D.	291±145	370±181	341±116	373±92	408±166	339±157	282±90
	%	100	127	117	128	164	116	96
	P ₁ P ₂	*	N. S.	N. S.	N. S. **	N. S. N. S.	N. S. N. S.	N. S. N. S.
L. W. I. kg·m/M ²	Mean±S. D.	5.88±1.57	3.39±1.01	2.08±0.67	1.22±0.61	2.04±1.03	3.91±1.49	5.87±1.42
	%	100	59	35	20	34	66	99
	P ₁ P ₂	*	0.01	0.001	0.001 **	0.001 N. S.	0.05 0.001	N. S. 0.001
R. W. I. kg·m/M ²	Mean±S. D.	0.83±0.15	0.68±0.14	0.36±0.13	0.20±0.09	0.37±0.18	0.74±0.25	0.88±0.26
	%	100	81	43	24	44	89	106
	P ₁ P ₂	*	N. S.	0.±1	0.001 **	0.001 0.05	N. S. 0.001	N. S. 0.001
L. V. S. W. I. g·m/M ² /beat	Mean±S. D.	37.6±10.2	31.9±9.3	29.7±11.7	24.0±12.1	24.1±10.49	31.7±10.5	37.9±5.9
	%	100	84	78	63	64	84	100
	P ₁ P ₂	*	N. S.	N. S.	0.05 **	0.05 N. S.	N. S. N. S.	N. S. 0.02
R. V. S. W. I. g·m/M ² /beat	Mean±S. D.	5.1±0.6	6.3±1.5	5.3±2.4	4.1±1.7	4.5±2.4	6.1±2.4	5.8±1.9
	%	100	123	103	80	88	119	113
	P ₁ P ₂	*	N. S.	N. S.	N. S. **	N. S. N. S.	N. S. N. S.	N. S. N. S.
P _p /P _s %	Mean±S. D.	13.2±4.8	21.4±5.5	21.2±6.1	21.5±5.61	24.4±7.2	21.8±5.9	16±4.1
	%	100	162	160	62	184	165	121
	P ₁ P ₂	*	0.01	0.01	0.01 **	0.01 N. S.	0.01 N. S.	N. S. N. S.

p₁< : significant control valueP₂< : significant against lowest temperature value

N. S. : not significant

降する。肺動脈圧は冷却前の15mmHgから冷却により10mmHg冷却前値の67%に下降する。その下降度は肺動脈圧の方がはるかに小さい。そのためPP/PSは冷却による体温低下に伴い増加する。また ΔP (体・肺動脈圧差)は冷却により減少する。このことは、冷却により心内短絡のある症例では、心内の循環動態に変化することが推定される。すなわち、左→右短絡の疾患 ASD, VSD などでは短絡量の減少、右→左短絡の疾患 TOF などでは短絡量の増加が予想される。

6. 代謝に及ぼす影響

冷却により酸素消費量と炭酸ガスが産生量は著しく減少し20°Cでは冷却前値のそれぞれ23, 32%に減少する。両者は復温により増加するが、両者とも、復温過程の方が大である。

7. 合併症とその対策

1) 徐脈

各体温ごとにおける期待心拍数より大きく逸脱した徐脈は心拍出量の減少を伴うため適切な処置による心拍数の是正が必要である。カテコールアミンの使用は心室細動など不整脈の危険が大でpacemakerの使用が有用である。手術操作中はfixed rateで使用すると便利である。心室不応期に心室へのスパイクの危険を防止するため心房ペーシングを行うべきである。ペーシング数は期待心拍数を参考に決めることが大切で、頻脈は冠血流量の減少を招く危険がある。またpacemaker閾値は体温低下とともに上昇することを銘記すべきである。

2) 低血圧

体温に相当なしい低血圧は、脳、冠、腎、の循環不全を招き、術中の心停止などのトラブルや術後の脳障害、腎不全の原因となるため、低血圧発生には十分注意しなければならない。麻酔薬の投与、冷却速度の調節など、きめこまかい方法により対処すべきである。

High risk case ではエーテルの投与と冷却により著しい低血圧をきたすことがある。かかる症例には時間をかけ緩徐なエーテル投与後に比較的温度の高い氷水に体の一部のみを浸漬することなどによる緩徐な冷却を行うと、低血圧予防に効果

的である。

復温過程では、加温と冷却前に投与した triflu-promazine による血管床の拡張, vascular leakage など hypovolemia 効果を促進し、血圧の回復が遅延しがちである。このため出血量をはるかに越える量の輸血、輸液が必要となる例がまれにみられる。時期を逸すると rewarming shock の危険がある。血圧の是正には酸塩基平衡の是正も重要であるが、血液ガスの測定値に対する評価は常温時のそれと異なる点に注意を払わねばならない¹⁴⁾。心蘇生後に大量の補液輸血にもかかわらず低血圧が持続するときには糖代謝の改善を目的としたインスリン投与が奏効することがある¹³⁾。

3) 脳障害

血栓、空気塞栓遮断許容時間超過等の外科的因子を除けば脳障害は麻酔経過中の血圧と密接な関係がある。

図7は9ヵ月 体重9.5kgのVSD+PSの症例の麻酔記録である。20.3°Cの低体温下に31分40秒と比較的短時間の血流遮断にて開心根治手術を行った。図のIの印は各体温における期待値と測定血圧の差 ΔP である。本症例は冷却過程と心蘇生後に期待値より低い血圧が持続した。術後全身痙攣を伴った脳障害が発生したが適切な治療により全治退院した。麻酔全経過を通じ10分毎に計算した ΔP の総和 $\Sigma\Delta P$ は250mmHg、平均血圧での計算では230mmHgであった。

ΔP の算出地あたり

- ① 当該体温における遮断許容時間中の ΔP は0 mmHgとする。
- ② 心マッサージ中の血圧は20~0 mmHgとしその時の体温における期待値の差を ΔP とする。
- ③ 遮断許容時間を超過した場合はその体温における期待値を ΔP とする。
- ④ 実測値>期待値のときは $\Delta P=0$ とする。
- ⑤ 体温は食道温を用いる。

の5つの条件をつけた。同様な計算方法で本法により開心根治手術を施行した33例につき $\Sigma\Delta P$ を収縮期血圧と平均血圧につき計算し図8に示した。

$\Sigma\Delta P(M)$ は平均血圧 $\Sigma\Delta P(S)$ は収縮期血圧を用い麻酔全経過中において10分毎に算出した血圧の期待値と実測値の差の総和である。 $\Sigma\Delta P(M)$

麻酔記録

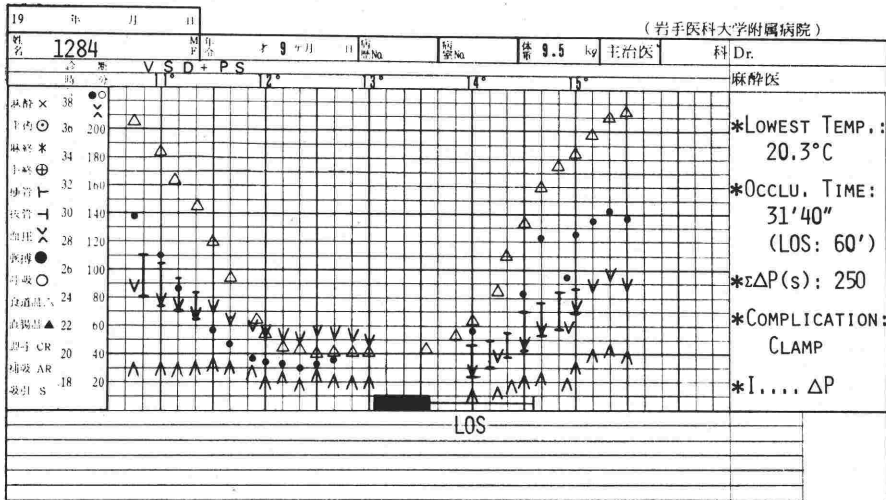


図 7. 脳障害例の麻酔経過

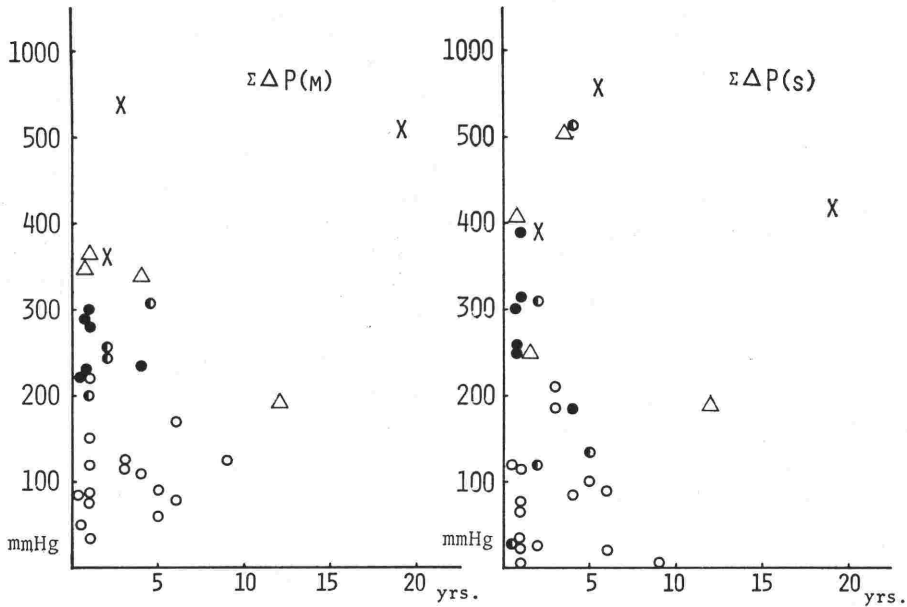


図 8. Cerebral Prognosis After Open Heart Surgery Under Deep Hypothermia
 ○ : no brain damage ● : upper deviation of eyeballs ● : transient brain damage
 △ : cerebral sequelae × : cerebral death

は $\Sigma\Delta P(S)$ に比し患者の症状と予後につき関連性が高かった。いずれにせよ $\Sigma\Delta P$ が200mmHg以上の症例には何らかの脳障害の発生が多くみられた。300mmHg以上ではほとんどの症例が脳死または脳障害後遺症を残した。これらの事象から冷却過程で著しい低血圧が持続し $\Sigma\Delta P$ が200mmHgを越したら開心術を断念し、後日改めて麻酔

手術を行うか、人工心肺の使用も考慮すべきである。冷却過程の低血圧にカテコールアミンの投与は不整脈心室細動の危険があり、慎重を要するが、適切な薬剤を適量用いれば安全にかつ昇圧の目的を全うすることができると考え現在検討中である。

4) 不整脈

冷却に起因する心室細動の発生は皆無であるが

種々の不整脈の出現がときどきある。比較的良好にみられる不整脈とその対策について述べる¹²⁾。

① **房室干渉解離** エーテル麻酔の導入時か、急速にエーテルが投与されたときによくみられる。これは上位中枢である洞の活動が遅くなり房室結節からの刺激が心室側にのみゆき、心房側に伝わらず、心房は洞の刺激で収縮し、心室は心室と無関係に収縮する。

② **房室調律** 前者と同様なときによくみられる洞からの伝導の障害が原因と考えられる。房室干渉解離や房室調律の発生は、血圧の下降と徐脈傾向となる。かかる場合、エーテル投与と冷却を中止し、エーテルの体内分布が均一化し、洞調律への回復を待つことが大切であり、エーテルの washout は必要ない。

③ **電気的交互脈** 本法における因果関係は不明であり、とくに不利益もないので放置してよい。これは元来P波、QRS、ST、T波にそれぞれ単独あるいは組み合わせられて出現することが特徴的であるが、本法では、R波の高さが異なるもの、深いQが交互に出現するものQRSの幅が交互に異なるものがよくみられる。そして動脈脈波が二段脈を呈す。

④ **右脚ブロック** 心蘇生後にみられる。右室に切開を加えたために起こるもので、本法に特異的に起こるものではない。右脚ブロックは術後の心機能の低下と、遠隔期の不整脈の focus となりやすい。右室切開を避け、経右房または経肺動脈的心内操作により、右脚ブロックの大半は防止しうる。

⑤ **完全房室ブロック** 刺激伝導系の完全切断による完全A-Vブロックは pacemaker の植え込みしか治療の方法がないが、低体温と心内操作の影響による浮腫などに起因する完全A-Vブロックは比較的心拍数が多く、ステロイドの投与あるいは復温により回復する。

⑥ **STの異常** 体温と麻酔深度の関係が不適切なときは起こりやすく、STの下降は心静止またSTの上昇は心室細動の前徴とされBoba's signとして知られている。STの偏位は心筋の hypoxia が主因である。冷却過程におけるSTの偏位は、経験的に回復させることは不可能で、それ以上の偏位を防止するために、麻酔深度の適切化を図ることが大切である。任意心停止まで心機能を維持

できれば、その後への影響はない。

⑦ **心室性期外収縮** 体温と麻酔深度のアンバランスにより発生しやすい。寒冷反応の一種とみなしてよい。冷却の一時中止と麻酔深度の適切化により消失する。

5) 酸塩基平衡障害

冷却により呼吸性アルカローシスと代謝性アシドーシスを呈し、血液のpHはアルカリ側に傾く。Base deficitは復温により加速度的に改善される¹⁴⁾。Base deficitの程度と循環動態は必ずしも平行しない。血液ガス分析の測定値に対し、常温時の評価をすべてあてはめてはならない。NaHCO₃による代謝性アシドーシスの補正を機械的に行うと、復温後に代謝性アルカローシスを呈したり、NaHCO₃による高浸透圧血症の危険がある。NaHCO₃の投与は低心機能の著しいもの、復温にもかかわらず base deficit の改善の著しく遅い症例または長時間の血流遮断を行った症例などにのみ行うべきである。

Eucardia を目的としたCO₂投与は酸塩基平衡と麻酔経過を一見安定したものにするが突然発生し、蘇生がきわめて困難な心室細動を誘発する危険性が高い。

本法の酸塩基平衡に関し、血液のpHはどのくらいか生理的かは議論の多いところである。変温動物の冬眠中の血液はアルカリ側に移動するといわれている。またHeinz¹⁵⁾は低体温時には alkalemia の方が心筋障害が少なく、心機能、CBFの面からもよいと述べている。

6) 低カリウム血漿

20°Cの低体温になると2.4mEq/lくらいの低カリウム血漿になる。その原因は塩酸基平衡、内分泌、糖代謝、血液の冷却とは無関係であるが、真の因果関係は不明である¹⁶⁾。低体温時には尿量がきわめて少ないため、カリウムが体外に排泄することは考えられず、血漿カリウムは復温により早期に回復するうえ、低カリウム血漿により不整脈等の不利益はないので、補正する必要はない。

8. おわりに

単純低体温麻酔の循環動態について述べるとともに、臨床経験から、各体温におけるパラメーターの期待値と、その逸脱に対する予防と対策につ

き述べた。本法では、各体温ごとに病態生理があり、種々の測定値の評価は、常温時のそれと同一視してはならないことを強調したい。新生児を含み小児の複雑心奇形の開心術が、安全に時と場所を選ばず行いうるには、本法が、患児の呼吸、循環器への負担がより軽減されたものになり、更に安全に低い体温を得ることにより、血流遮断許容時間が延長されることと、より容易で、確実な心蘇生法の研究が待たれる。外科技術とともに本法が更に進歩することを切に望む。

稿を終えるにあたりご校閲いただいた涌沢玲児教授に深謝する。

文 献

- 1) 菰田研二：単純低体温 麻酔下開心術に伴う溶血の研究。岩手医誌 33 : 693, 1981.
- 2) 浜田洋一郎：乳幼児開心術前後の肺機能に関する臨床的研究。日胸外会誌 28 : 75, 1977.
- 3) 山下淳平：Premedication に関する実験的ならびに臨床的研究 第 I 編実験的研究。日胸外会誌 15 : 1103, 1967. 第 II 編 臨床的研究。日胸外会誌 15 : 1213, 1967.
- 4) Willis, AW. *et al.* : Ventricular fibrillation and catecholamine response during profound hypothermia in dogs. *Anesthesiology* 33 : 43, 1970.
- 5) 柴田茂治：第 I 編 低体温麻酔時における急性心停止とその蘇生法ならびに経過について。日胸外会誌 15 : 564, 1967. 第 II 編 超低体温麻酔時における任意心停止とその蘇生法ならびに経過について。日胸外会誌 15 : 627, 1967.
- 6) 岡田一敏：単純低体温麻酔の代謝調節機構に及ぼす影響。麻酔 25 : 14, 1976.
- 7) Takeshi, Ishitoya *et al.* : Oxygenconsumption during surface induced deep hypothermia under halothane anesthesia. *Ann. Thorac. Surg.* 23 : 52, 1977.
- 8) 深津 修：大量Morphine 使用による単純超低体温麻酔の経験。日本臨床麻酔学会誌 3 : 585, 1983.
- 9) 馬場国男：NLA による表面冷却低体温麻酔。日胸外会誌 25 : 1241, 1977.
- 10) 西尾四郎：Total spinal anesthesia による表面冷却低体温麻酔の循環動態および呼吸機能について——実験的臨床的研究——。麻酔 29 : 899~915, 1980.
- 11) 松井秀明：自律神経遮断薬併用 単純 低体温麻酔の循環動態について。麻酔 29 : 999~1007, 1980.
- 12) 岡田一敏他：低体温 麻酔時にみられる異常心電図とその対策。臨床麻酔 4 : 85, 1980.
- 13) 岡田一敏他：インスリンが奏効した低心 拍出量症候群の 2 例。麻酔 24 : 621, 1975
- 14) 涌沢玲児：低体温時の呼吸機能。呼吸と循環 25 : 763~772, 1977.
- 15) Heinz Bechen, MD. *et al.* : Myocardial damage caused by keeping pH 7,40 during systemic deep hypothermia. *J. Thoracic. Cardio. Vasc. Surg.* 82 : 810, 1981.
- 16) 岡田一敏他：低体温 麻酔時の低カリ血漿の機序について。麻酔 32 : 806, 1983.
- 17) 岡田 弘：単純低 体温麻酔時の循環動態の研究。麻酔 29 : 888, 1980.