

我々の行ってきた低温麻酔の歴史

奏病院長 渡辺 晃

I 低温麻酔研究のいきさつから心臓外科適応に至るまでの概要について

- 1 はじめに
- 2 自己紹介
- 3 低温麻酔研究の動機
- 4 超低体温麻酔研究の動機
- 5 日本外科学会で実験の全貌を上映—学会に映画が始めて導入される—
- 6 低温麻酔の基礎的研究から臨床適応迄の苦勞
- 7 低温麻酔開心術への適応
- 8 桂外科低温研究班の解体
- 9 東北大に気管内麻酔導入初期の思い出
- 10 私の考案したエーテル閉鎖麻酔の理論との実際
- 11 低温麻酔の心臓外科適応への道

II 低温麻酔の研究経過について

1. 臨床に用い得る安全な冷却温度の限界について
2. 冷却温度と許容血流遮断時間（文献による）
3. 桂外科に於ける成績（直腸温度と許容脳血流遮断時間）
4. 直腸温度と許容脳血流遮断時間の関係（実験成績）
5. 冷却加温過程の直腸温度と酸素消費量比率
6. 各種麻酔法による冷却加温過程の血圧変動
7. 血流動態（浅麻酔急速冷却（-4℃食塩加氷水）過程）
8. 血流動態（深麻酔冷却・加温過程）並びに心電図変化
9. 各種麻酔法の検討（冷却に伴う病態比較）
10. 地下実験室での記念撮影
11. 同一犬による各種冷却加温曲線
12. 動物実験の成績・（超低体温下長時間血流遮断による開心術後の蘇生実験）
13. 低温麻酔導入時の麻酔前投薬の実際
14. 我々の研究経過の概要
15. 心房中隔欠損根治手術例の術中経過（低温麻

酔下手術本邦第1例）

16. 低温麻酔による開心手術の血流遮断方法
17. 氷嚢氷沈法による冷却法
18. クーリングブランケット法による冷却法
19. 外国で用いられているクーリングブランケット
20. 氷水槽直接浸漬冷却法並びに間接冷却法
21. ドイツで用いられている冷却水槽
22. 桂渡辺式空冷低温麻酔装置兼手術台のシーマー
23. 空冷低温麻酔装置使用状況（第1号器）
24. 空冷低温麻酔装置（改良完成器）
25. 手術台に着脱可能な渡辺式ポータブル水槽
26. ポータブル水槽の内面回転した写真
27. 手術台に組み立てられたポータブル水槽と運搬車上で麻酔中の患者
28. 冷却加温法別分類並びに冷却加温時間
29. 冷却法による冷却速度並びにアフタードロップ
30. 麻酔法別合併症エーテル閉鎖麻酔と笑気エーテル半閉鎖麻酔（G. O. E）の比較
31. 低温麻酔全症例と疾患別直腸温度別分類
32. 主な心奇形に対する直視下根治手術症例（低温麻酔と人工肺の比較）
33. 食道癌根治手術後尿中電解質の比較
34. 食道癌根治手術後の尿量尿比重の変動比較
35. 術後肝グリコーゲン（写真11：常温例）
36. 術後肝グリコーゲン（写真12：低温例）
37. 術後平熱に復する迄の日数と例数（%）
38. 食道癌の直接死亡
39. 低温麻酔の利点
40. 大動脈瘤摘出後合成繊維アミラン管移植成功本邦第1例のシーマー
41. 同症例の術中経過
42. 大○軍○アルコール泥酔、流水中で冷却された頭部外傷救命例
43. 巨大縦隔腫瘍の胸部レントゲン写真（神経鞘腫）
44. 同症例（神経鞘腫）術中経過
45. 松果体部腫瘍の手術成績

46. 脳の血管性疾患（外傷性血腫を除く）
47. 頭蓋咽頭管腫全摘例（Craniopharyngioma）
48. 脳外科に於ける低温麻酔の利点
49. 低温麻酔後甲状腺 I_{131} 摂取率の変動
50. 低温麻酔後甲状腺内サイロキシン合成量の変動
51. ^{131}I 摂取量（30分値）の低温群と常温群の比較
52. 麻酔法別による中毒性甲状腺腫症例
53. 無処置バセドウ氏病周期性四肢麻痺を伴うBMR +64%に対する低温麻酔下手術
54. 血流遮断下拡大肝左葉切除例のシエーマー
55. 肝, 胆, 膵癌の手術成績
56. 考案並びに結語

我々の行ってきた低体温麻酔の歴史

I 低温麻酔研究のいきさつから心臓外科適応に至るまでの概要について

1 はじめに

ただ今ご紹介に預かりました渡辺です。考えてみますと低温麻酔は30年以上前の研究でありますのでその詳細につきましては残念乍ら忘れてしまいました。今回特別講演を依頼されましたので改めて前に書いた論文を一通り読み直して見ました処、感慨一入で若かりし頃の色々な事をまざまざと思い出しました。そこで研究の動機とか開心術を安全に出来る迄どんなに苦勞をしたか等を中心にお話しようと思います。

2 自己紹介

私は海軍機関学校出身で始めはエンジニアとしての教育を受けた関係上、医学部での記憶許りで理論のない講義には全く興味がありませんでした。従って旧制高校から医学部に進学された同級生とは考え方が可なり違っていた様に思いました。どう考えても理屈に合わない講義が多かった。例えば感染症である肺結核に人工気胸を行なって肺の安静を保つ等ナンセンスと思っていました。というのは呼吸循環の運動系は、1分間約60回の心拍動と1分間20回の呼吸運動の組み合わせと考えられます。呼吸運動が胸腔内に空気を入れる気胸術により抑制され肺の安静が保てる筈がないのは循環を考えれば明白であり、又結核病棟では開放療法といって冬でも窓を開けて寝る必要があるという事等も全く馬鹿げた考え方であろう。この様な治療法が誠しやかに行われていたが疑問さえ持たれなかったのは不思議という他はありません。私は昭和25年東北大医学部を卒業しインターン終了後桂外科に入局しました。海軍では階級に関係なく会議中は激しい議論がよ

く行われていました。それでも一旦方針が決定するとすべての人間が全面協力するという素晴らしい風習がありました。私は脳外科の故鈴木二郎教授と海兵同期で桂外科入局も一緒に仲でした。桂外科では毎朝朝会が行われ、当時としては可なり自由闊達な討議が行われていた唯一の医局でした。桂教授は規則にこだわらない方でしたので海軍出身者が4名も入局し、更に雰囲気が変わった様でした。私は麻酔とか病態生理に大変興味を持ち、入局後は殆ど医局に寝泊まりして研究をしておりました。その後、海が忘れられず許可をもらってシップドクターに応募し半年程ペルシャ湾航路を巡航してきました。航海中ボンベイの古本屋でApplied physiologyを購入しました。当時活字にはハングリーだったので船の中で毎日50頁づつこの本を熟読しました。大変勉強になり帰国後の低温麻酔の研究に大いに役立ちました。

3 低温麻酔研究の動機

帰国後は故大原到先生の研究グループに一応入りその時、直腸温度と脳血流遮断時間の関係を追求する事になりました。

丁度その頃フランスのラボリー等によって紹介された薬物冬眠といって自律神経遮断剤の混合液注射（カクテル）をすると色々なストレスが生体に殆ど影響を及ぼさないという興味ある話題が提供されていました。又薬物冬眠に冷却を加えた所謂冬眠麻酔の論文もあり我々は先ずこれを取り上げました。そこでプロパーから提供された自律神経遮断剤を用いて冬眠麻酔の研究を始めました。エネルギーに実験をしたのでまたたく間にサンプルはなくなりました。当時28才の若い医局員に対する薬剤の提供は1回限りでストップし途方に暮れました。当時私は桂外科の全麻を一手に引き受けていたのと麻酔の主流はエーテルだったので、適当にエーテルをごまかして実験用に供する様にしました。実験に熱が入って来たので夏休みを返上して毎日目的の温度迄冷却し、開胸して完全脳血流を遮断し時間が来たら又開放する実験を行い全過程の脳波をとっていました。その時直腸温32℃15分、30℃25分、28℃30分、25℃40分、20℃1時間という大凡の目標をたて実験を行い、28℃30分迄の実験では全例生存しました。

4 超低体温麻酔研究の動機

さて、29年9月23日彼岸の中日の実験で丁度書食時間で仲間が食事に行っている間、私が1人で犬を観察しておりました。処が20℃になったら直腸温が5分たっても一向に下降しないので寒暖計を変えてみたが矢張り同じ温度でした。どうして順調に下がって来た

直腸温がストップしたのかと色々考えた結果、恐らく心臓が止まった為であろうと考えました。血液循環が対流の役目をしている。その血流が止まったので温度が下がらなくなったのであろうと判断し確かめるため、早速開胸してみました。予想通り心停止の状態でした。この時考えた事は心臓が止りたとえ1時間血流はなくとも個々の脳細胞は酸素消費量が極度に低下しているので生きてに違いない冷却過程と同じ様に加温し乍ら血流を再開してやれば犬は生き返って来るのではないだろうかと思ひ温水槽にビニールを張りその上に犬をのせて暖め乍らゆっくりと心臓マッサージを始めますと心臓はすぐ心室細動になりました。そして徐々に温度が上がって24℃になった時、自発呼吸が出きました。又心マッサージを続けて27℃で舌を動かす様になり、更に加温と心マッサージを続け直腸温29℃で心室細動は更に強くなって来たので左心室内にノルアドレナリン0.5CCを注射し細動が躍動的になった処で電気ショックをかけた処、シングルショック1回で除細動に成功し、この犬は生き返りました。その後は超低体温下長時間血流遮断犬の心蘇生法を如何にすべきか心臓マッサージを短く出来ないか又マッサージなしで蘇生する方法はないか、蘇生を行った時薬剤をどの様に用いその後の管理は如何に行うべきか等に関して色々な実験を数多く行い様々な知見が得られたので数編の論文に纏め報告致しました。当時直腸温20℃で1時間完全心血流遮断犬が生き返ってくるとは誰一人として考えてもいなかった時代でした。結局この実験結果は従来の死の概念を変える事になりました。感激の余り実験着の儘教授室に行き報告した処桂先生はわざわざ地下実験室まで下りて来られ、これはおもしろいな、実験を更に続けたまえと言われました。これが契機となり夢中になって色々なファンタジーを追求し殆ど毎日実験を行いました。

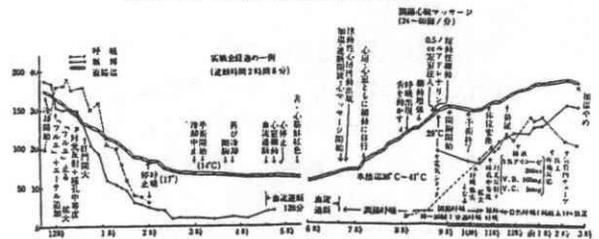
即ち温血動物が冬眠動物と同じ様に果たして行くだろうか兎も角、凍った金魚が生き返るという事があるので色々な条件を設定して凍死実験もやってみました。例えば犬をいきなり無麻酔で縛り付け気管内挿管後麻酔器に連結し純酸素呼吸を続け乍ら冷やしてみました。処が暴れシパーリングが激しく25℃迄の間に全ての犬はチアノーゼのまま心室細動に移行し全例死亡し心蘇生は全く不可能でした。それで冷やす為にはどうしても麻酔が必要で然も充分麻酔を深くし生体の過剰反応が完全に抑えられる状態で冷却しなければならない事を先ず知らされました。その為に各種の麻酔条件を設定して冷却し、その病態生理について比較検討

を行ってみました。結果として自律神経遮断剤を多少へビーに用いエーテル深麻酔を行った群が一番良い病態であるとの結論に達しました。

5 日本外科学会で実験の全貌を上映一学会に映画が始めて導入される一

我々の研究がアピールしたのは昭和31年東北大第1外科武藤教授が日本外科学会会長の時、我々の出した演題が没になったので武藤教授に直接交渉して、休憩時間を利用して私達の実験映画を是非上映させて下さいとお願いした処、心よく了承して戴き16mmのカラーフィルムに実験の全貌を収録しました。実験全経過は第1図の通りでその詳細は省略しますがこの犬は直腸温17℃2時間8分心血流遮断後に蘇生した実験で全過程の記録です。時間が長いので時計で時間を表示しながら、映画に収録しました。そして最後は犬が餌を食べている処迄を撮影し既に6例、長期生存例のある事も併せて報告しました。そして別個に録音したテープと同調させ説明は東北放送の女性アナウンサーにお願いしました。男だけの声にウンザリしていた会場に歯切れの良い女性アナウンサーの美しい声で解説が行われたので実に良くアピールした様でした。そして大変反響があり日本外科学会は超低体温麻酔の話題で持ち切りとなった様です。そしてこれが本邦で学会に映画を導入した最初のケースでした。

図1 日本外科学会で上映した実験映画の全経過の詳細(直腸温17℃心血流遮断2時間8分)



6 低温麻酔の基礎的研究から臨床適応迄の苦労

その後、前述した如く凍死実験とか、どれだけ長く遮断した犬を蘇生出来るか等の実験では直腸温10℃～8℃最長3時間15分遮断犬の蘇生に成功しました。又24時間持続低温麻酔をかけた場合の病態生理の研究とか脳波、呼吸循環動態、肝、腎機能の病態、組織学的研究等極めて多方面に亘る実験的研究を行いました。又臨床面では脳外科とか所謂 Poor Risk 症例とか過大侵襲が予想される症例を選択して低温麻酔をかけその安全性を立証し最後は心臓外科への適用を可能にする為に寝食を忘れて実験に臨床に精進しました。振り

返ってみますと私としても良くやっと思ったと思います。又大学在籍中の臨床低温麻酔症例は475例で私のグループから学位論文は24名作りました。昭和36年東北大長町分院外科科長として2年間分院に出向した時低温麻酔と代謝に関する実験は続けておりましたが物理的に低温麻酔の総合的研究は続行不可能になり一般外科に転向を余儀なくされ今日に到りました。

7 低温麻酔開心術への適応

心臓外科への適応に関して我々はASD, PS, VSD, 程度迄の臨床適応の道を開拓しましたがその後、乳幼児開心術への適応が東北大胸部外科で開発されました。又乳児(2才)開心術で低温の有用性がクローズアップされたのは同慶の到りであると思っています。しかしその後事実上桂外科では低温麻酔の研究は不能となりました。

幸い実験当初から苦業を共にした共同研究者岡村宏博士が岩手医大麻酔科に助教として赴任され胸部外科新津教授と共に赫々たる研究業績を挙げられたのは皆さんも良く御存じの通りと思います。そして表面冷却による超低体温法であらゆる心奇形の根治手術が出来る道を開拓しました。一方共同研究者小山田恵博士は岩手県立中央病院心臓血管外科医長として赴任後は地方病院に於ける心臓手術として多数の症例に本法を適応し素晴らしい成績を挙げられました。山形至誠堂病院の成績と両者との症例を含めて低温麻酔と人工心肺を比較検討した報告がなされ低温麻酔が注目を引くようになりました。

8 桂外科低温研究班の解体

麻酔科が本邦で最初に東北大に新設されましたが行きがかり上、低温麻酔だけは独自に私が管轄していたので麻酔科の教授から見れば目の上のタンコブみたいな存在だった様です。私としても極めてやりにくくなり、その後の著しい研究発展は不可能になってしまいました。そして東北大長町分院に外科課長として出向されたので9年間の研究班は事実上解体し残された4人の学位論文を国立水戸病院着任後完成して私の責を果たし超低体温麻酔研究班は解体してしまいました。

9 東北大に気管内麻酔導入初期の思い出

私は麻酔に興味があったので昭和26年から桂外科の麻酔を一手に引き受けておりましたので恐らくこの会では私が最年長だろうと思っています。さて昭和26~27年当時の気管内麻酔は本邦に導入された許かりで当時の思い出をお話し参考に供したいと思います。兎も角ソーダライムは粉が多く口で吹いてソーダライムの粉末を除かないと術後肺合併症が必発し、喀痰が多

いには悩まされました。それ程粗悪な製品しかありませんでした。又気管内挿管時も筋弛緩剤がないので、オルトパンソーダだけを用いていたので腕力も必要であり又前歯を折ったり中々挿管出来ず血だらけになったり気管のスパスメスでチアノーゼになったり悲惨なものでした。又同窓会でのデモンストレーションでは胃癌の手術にこんな酷い事までして麻酔をかけなくてはならないのかという印象を与えた程でした。その当時、麻酔導入時の失敗で他施設では死亡例も報告されました。今から考えてみますと正に隔世の感があります。私は暇があれば動物実験をやっていたのでラボナールを大量に静注すると犬はグッタリとなり筋弛緩剤は全く不要な状態になり口蓋垂をペアンで把握持ち上げて気管内挿管する方法を考案し実施しておりました。

10 私の考案したエーテル閉鎖麻酔の理論とその実際

臨床でも動物実験と同様、初期の頃はラボナールを大量使用するとサクシン使用時と同じく挿管がやり易く私だけはいち早く本法を行っておりましたので失敗は1例もなくいつも容易に挿管出来ましたので看護婦からは名人扱いされておりました。然し本法を行う場合は挿管後15分位は純酸素だけで人工呼吸をし、ラボナールがある程度分解されるのを待って始めてエーテルを入れる様にしないと相乗作用で著しい低血圧ショック時には心停止を来す事もあるので注意が肝要でした。エーテル麻酔は安全域が広くやり易い麻酔ですが欠点は爆発の危険の他に粘膜刺激が強く気管内分泌物が多く導入覚醒に時間がかかるという事でした。その欠点を除く為に副交感神経遮断剤を充分前投薬し分泌物を抑え導入時間短縮の為にHyper Ventilationを行って換気量を最大限にし人工的に物理現象を促進してやればサクシンの効いている間に3期1想迄麻酔を深くする事が出来、バックギョもなく病態に応じてエーテルを閉鎖性に追加して行けば挿管後10分以内で執刀出来る麻酔深度にする事が出来る事が判りました。又覚醒の場合も同様にHyper Ventilation後回路中のガスを完全に押し出し又純酸素を満し同様に過喚起を行い又Wash outする事を何回も続ければ3期3様の深い麻酔から覚醒のタイミングを考えて10分~15分で麻酔を覚ますと手術終了と同時に麻酔が覚めて抜管出来る様になります。エーテルのラビットインダクション並びに急速覚醒法(Hyper Ventilation and wash out)法でエーテルの欠点は完全に克服出来ました。そして充分麻酔器を点検してガス漏れがない様にすれば閉鎖麻酔なので麻酔深度は長時間一定の

状態に維持出来る訳です。当時エーテル麻酔は一般的に G.O.E. (Gas Oxygen Ether) 即ち半閉鎖法が主に用いられておりエーテルの閉鎖麻酔を行っているのは私達のグループだけに限られていました。又エーテル麻酔は爆発性があり危険であるというので現在は殆ど用いられなくなりました。然し爆発という現象さえ充分理解しておれば即ち(燃焼速度1000/sec 以上のガス)酸素との混合比率が爆発混合比になっておれば発火温度例えば大花の様なものに接触すれば全てが一瞬にして燃焼してしまいます。この現象が爆発ですから閉鎖性もれがなければ更にぬれたガーゼで肺を被覆しておけば爆発は起こる筈がありません。肺泡が破れていれば人工呼吸ですぐガス漏れがわかります。それで開胸時も開心術中も電気メスを平気で使っておりましたが事故は皆無でした。勿論術者にはよく爆発現象の理論は説明しておきました。私自身エーテル麻酔は12年間に800例程かけましたが無事故でした。つまり理論さえ分かっているならばエーテルは全く恐くないという事です。世界中エーテル麻酔をやっている所がなくなったので低温麻酔を世界的に普及させようにも方法がないので困りました。それで、色々な麻酔方法を変えて冷却を行って見ましたが矢張り一番安全率が高いのはエーテル閉鎖麻酔だけである事が分かったので他の麻酔での冷却は合併症が多く推奨出来ないと考えています。又私は誰にでも我々の提唱するエーテル麻酔が出来る様に導入時酸素で呼吸中の窒素を2~3回 Wash Out してから挿管し前述した如く Rapid Induction を行っています。大事な事は最初に回路中のガス漏れない事を確認しておく事です。完全に気密であれば麻酔中は酸素消費量の250~400cc/m だけ流しておけば済み、安くて安全で麻酔深度は長時間一定でこれ程管理し易い麻酔はありません。又麻酔を更に深くすれば筋弛緩剤も不要となります。私のエーテル麻酔導入法の実際は挿管後サクシンの効き目がなくなる5分の間にエーテルを0.3~0.5cc/Kgを急速に Hyperdilatation によって導入すると5分間で3期1様まで持って行く事が出来ます。その後バックアップなしに自発呼吸に合わせて徐々にエーテルを追加し、最終的には2.0cc~2.5cc/Kg迄出来るだけ麻酔を深くすると三期三相以上になり数多くの経験からエーテルが如何に気化したかを手がかりにして大凡の麻酔深度が判定出来る事にもなります。この様な方法は殆どの症例に適用出来ますが Poor Risk の場合は Rapid Induction 後慎重にエーテルを追加する必要があります。又 Poor Risk の症例は術前に出来るだけ患者の

一般状態を改善し貧血低蛋白血症脱水等の是正を予め、行っておく事が大切です。麻酔深度を一定にするという事は方程式で言えば変数を1つ常数とする事を意味するのでそれだけ管理がやり易くなるのは当然です。ラボナールは静脈麻酔剤で体内で分解され効力は徐々に失われて行きますが静注でラボナールを追加して定状態を維持する事は難しく調節性がありません。その点、ガス麻酔の場合は純物理現象としてとらえる事が出来るので深度調節は容易です。私は何とかして低温麻酔を世界的に普及させようと考えましたので誰にでも出来るエーテル麻酔の方法を詳しく解説した次第です。どうか食わず嫌いをせず一応試してみたいと念願するものです。エーテル麻酔は前述した如く名人芸ではなく誰にでも出来る極めてやり易い麻酔方法であると信じています。

11 低温麻酔の心臓外科適応への道

実は昭和30年、私は動物実験に成功した時これは将来心臓外科に適用出来るだろうと最先に考えたので早速心臓外科研究会に加入しました。そこで色々な事を勉強して開心術適応に目標を置いて低温麻酔の病態生理を徹底的に研究しました。当時東北大学では殆ど心臓の手術はなく中々開心術への適応のチャンスはありませんでした。そして昭和32年の金沢で占部教授が胸部外科学会会長の時超低体温麻酔の問題がシンポジウムとして取り上げられ私は超低体温下開心術と大動脈弓同種移植の実験で85%の生存率が得られた事を報告しました。その時心臓外科の大家木本教授に「病的な心臓では無理だよ」と一言の元に否定され本当に悔しかった事を思い出しています。然しその時励ましてくれた今は亡き小沢、篠井、榊原の3教授の温情は終生忘れる事が出来ません。勿論私は諦めませんでした。その頃木本外科では浅野先生等の研究によるブレンクーリングが行われ、臨床にも適用されていました。又東京女子医大では織畑教授が選択的頭部冷却法を行っておられました。当時も低酸素に最も弱い脳だけを選択的に冷却しようという考えで研究が行われておりました。脳は常温では血流遮断許容時間は3分半ですが冷やせば10分から20分更に1時間にも延長出来る事が実験的に我々は昭和30年既に判明していました。そして臨床例でも低温麻酔は安全である事を立証する必要がありました。我々は一般状態の最も良い脳外科領域と次は Poor risk 例とか手術侵襲の極めて大きい症例を選択して低温麻酔をかけて見ました。そしてもしこれ等の症例が安全に直腸温22℃前後迄冷却可能であれば心臓外科にも充分適用出来るだろうと考えまし

た。始めた頃は慎重に直腸温30℃前後まで冷却し安全を確かめ徐々に25℃～22℃迄冷却を行った結果臨床でも実験同様安全に冷却出来る事を立証しました。これ等の経験から低温麻酔を巡る諸問題を逐一解決し如何に安全に低温麻酔を臨床に適應するかに関して報告を行いました。それで低温麻酔を心臓外科に適應出来るという結論を出した訳です。然し残念乍ら症例に恵まれず心臓外科への適應の道は長く苦難の連続でした。最初のチャンスは昭和33年山形至誠堂病院で心房中隔欠損症の直視下閉鎖手術を25℃の低体温で行い見事に成功した時でした。当時地方新聞に三段抜きで報道され、その後秋田県立中央病院の飯川先生の所に出張してA.S.D2～3例の手術を低温麻酔で行い注目をひきました。爾来徐々に症例を重ねて行き初期の目的は一応達成出来ました。この研究はドイツ外科学会に石川、岡村が超低温麻酔に関する実験的研究を映画を含めて報告した時はセンセーショナルな反響があったそうです。その後岡村博士は残留して低体温麻酔の指導を1カ月程行ってから帰国しました。結局我々の研究は逆輸入の形で本邦でもクローズアップされる様になったのは皮肉な話であると思っています。総括的な話はこれ位にしてスライドによって説明致します。又このスライドは仙台ロータリークラブで特別講演した時のもので35年前のスライドで古くて恐縮に存じます。

II 低温麻酔の研究経過について

1. 臨床に用い得る安全な冷却温度の限界について

表1は臨床に用い得る安全な冷却温度の限界について文献的に調べたものでSwan Graham Bigelow Grillmann等は29℃から32℃という事で限界は大凡30℃迄と考えられていました。それは心室細動が高頻度に起こったからです。従ってこの程度の直腸温では血流遮断時間は精々10分位しか出来ないので手術の適應はPS, ASD, VSD, 等簡単な手術だけに限られていました。Bigelowは1度日本にこられた時にDr渡辺に是非会いたいというので連絡があり仙台に出張してお会いし、色んな低温麻酔に関する討論を行って大変楽しい一夜を過ごしてきました。そして3年前トロントに行った折、招待を受けていましたが奥さんが急病でお会い出来なくなったのは残念でした。兎も角、世界で彼が一番早く低体温麻酔の基礎的研究を行った方でした。

表1 臨床に用い得る安全な冷却温度の限界について

臨床に用い得る安全な冷却温度の限界

Swan	29～32℃
Graham	29℃
Bigelow	30℃
Grillmann	29～30℃

2. 冷却温度と許容血流遮断時間 (文献による)

表2は冷却温度と許容血流遮断時間の関係を示したものです。Bigelowは20℃15分, Coksonは26℃12分, 17℃30分, Wulfは26～30℃16分, Gollanは4℃2時間という報告を出しています。夫々の主張は可なり異なっており、我々の経験では同じ直腸温度で更に長い時間遮断しても全く脳障害はありませんでした。

表2 冷却温度と許容血流遮断時間 (文献による)

冷却温度と許容血流遮断時間

Bigelow	20℃	15分
Cokson	26℃	12分
、	17℃	30分
Wulf	26～30℃	16分
Gollan	4℃	2時間

3. 桂外科教室に於ける成績 (直腸温度と許容脳血流遮断時間)

表3は桂外科での成績ですが許容脳血流遮断可能時間と直腸温度との関係を実験的に立証したものです。我々の成績では30℃15分, 25℃30分, 20℃1時間, 15℃2時間, 12℃3時間以上という事になって温度が下がる程遮断時間が遙かに延長出来る事がわかりました。

表3 桂外科に於ける成績 (直腸温度と許容遮断時間)

桂外科教室に於ける成績

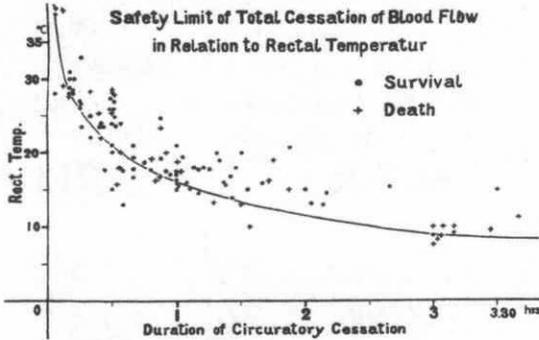
直腸温	許容遮断時間
30℃	15分
25℃	30分
20℃	1時間
15℃	2時間以上
12℃	3時間以上

4. 直腸温度と許容脳血流遮断時間の関係(実験成績)

図2は直腸温度と許容脳血流遮断時間との相関関係を図示したのですが温度が下がると予想以上に許容脳血流遮断時間が延長する事が動物実験により判明しました。

例えば4℃では子犬の摘出心臓を冷蔵庫に24~30時間保存した後成犬の頸部に移植し生着拍動を続けた事からも了解出来ると思います。さて、酸素消費量を実測してみますと直腸温度12℃になると実験の結果は94%迄減少している事が分かりました。この様な理由で血流遮断時間は遙かに延長出来るだろうという事が予想されました。

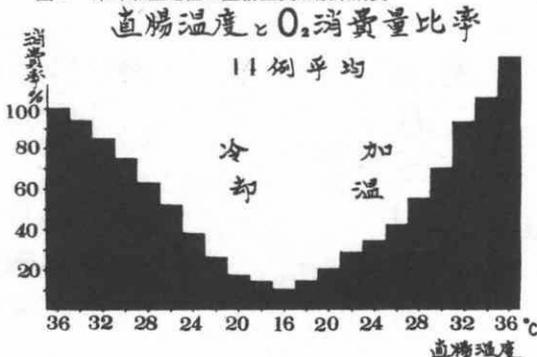
図2 直腸温度と許容脳血流遮断時間の関係



5. 冷却加温過程の直腸温度と酸素消費量比率

図3は直腸と冷却加温過程の酸素消費量比率を比較したヒストグラムです。冷却過程と、加温過程では後者の方が、酸素消費量が同じ温度でも遙かに高くなっており加温過程の酸素消費量は急に上がるので心拍量の回復が追いつかなくなる可能性もあり余り急速に加温すると Deficit が大きくなるので注意が必要となります。加温過程の直腸温は34℃で既に冷却前値以上に上昇している事が了解されると思います。又麻酔が浅い程酸素消費量の増加率は更に高くなるので麻酔は冷却加温の全過程を通して深麻酔を維持する事が必要である事がわかりました。つまり麻酔は覚まさない様にしなければならぬという事です。

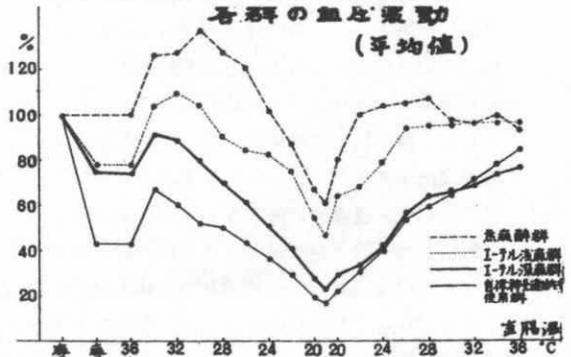
図3 冷却加温過程の直腸温度と酸素消費



6. 各種麻酔法による冷却加温過程の血圧変動

図4は各種麻酔法による血圧の変動曲線です。無麻酔と、エーテル浅麻酔, エーテル深麻酔, 自律神経遮断剤併用エーテル麻酔の各々を比較してみますと、冷却開始時の血管収縮に伴う血圧上昇率は夫々の群で明確に差が見られ自律神経遮断剤併用, エーテル深麻酔群が最も安定していました。麻酔方法により一目瞭然でその差は歴然としており同じ直腸温度でも生体反応は可なり異なっている事が了解出来たと思います。

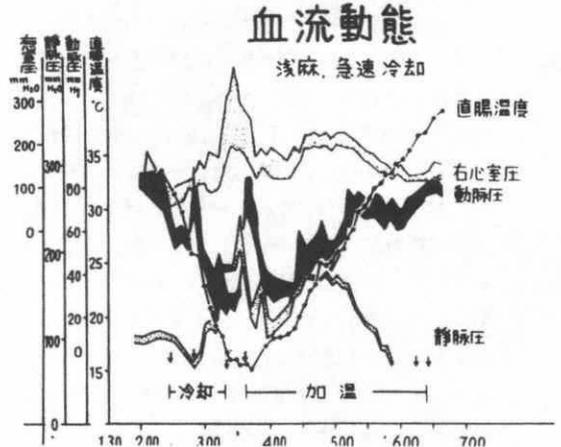
図4 各種麻酔法による冷却加温過程の血圧変動



7. 血流動態浅麻酔急速冷却(-4℃食塩加水水)

図5は麻酔条件によって血行動態は全然異なってくるという図で、浅い麻酔で急速に冷却しますと右心室圧動脈圧は直腸温度と平行せず変動が著しい事が分かります。

図5 血流動態(浅麻酔急速冷却-4℃食塩加水水・加温)



8. 血流動態(深麻酔氷水冷却・加温過程)並びに心電図変化

図6の如く深麻酔で冷却をすると直腸温度と平行して対照的に安定した血行動態が得られるという事です。この様に充分自律神経遮断剤を併用しエーテル深麻酔に入ってから冷却する事が如何に大切であるという事が了解されたと思います。ちなみにこの様な状態で冷

却加温を行った時の心電図の分析結果を図示すると4図の如く冷却加温過程がほぼ対照的である事が分かります。又文献的に低温麻酔による合併症の頻度は報告者によってまちまちであるのは麻酔の方法、深度が大いに関係しているからで数多くの動物実験と臨床適応の結果判明した事です。外国の報告では麻酔条件の明確な記載はなされておらずコールドナルコジストという概念があつて温度が下がる事自体麻酔作用があると考えられていた様でした。その為温度が下がってくると麻酔は浅目にすべきであるという風に考えられていた様で、高い頻度の合併症が生じたものと私は考えました。例えば冷却中不整脈が発生した場合、麻酔の常識に反してエーテルを追加すると消失する事を何回も経験致しました。

図6 血流動態(深麻酔氷水冷却・加温過程)並びに心電図変化

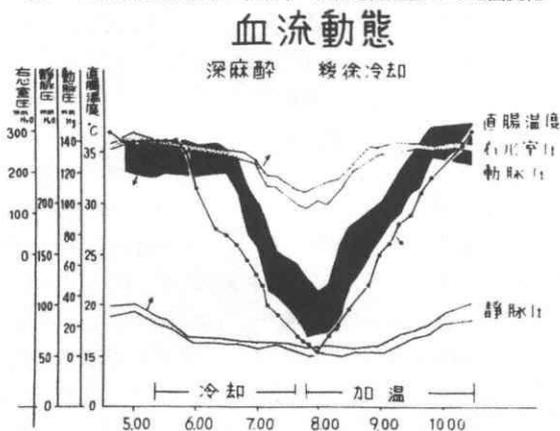
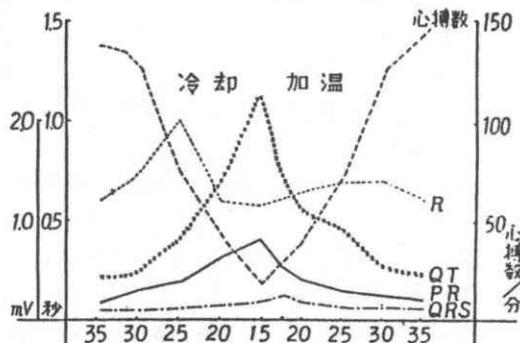


図7 冷却加温に伴う心電図変化



体温下降に伴う変化が再加温により可逆的にもとにもどることを示し、少々鏡像をなししていることを示す。

9. 各種麻酔法の検討 (冷却に伴う病態比較)

表4は各種麻酔法の検討という事でエーテル、サイクロプロベイン、笑気、人工冬眠、ネンプタール麻酔下に冷却を行ってみますと呼吸系抑制、循環系抑制、

麻酔の調節性筋弛緩の程度、細動発生率、冷却に必要な麻酔深度の維持、麻酔作用、シバーリングの発生率等について検討を行った結果です。この表をみると一目瞭然とエーテル麻酔が断然良い麻酔法である事が分かります。

表4 各種麻酔法の検討 (冷却に伴う病態比較)

各種麻酔法の検討

麻酔剤	E-テル	サイクロ	笑気	人工冬眠	ネンプタール
深麻酔時呼吸系抑制	少	少	少	中	大
循環系抑制	少	大	少	中	大
調節性筋弛緩	有良	不良	不良	不良	不良
細動発生	最少	多	中	中	多
冷却に必要な麻酔深度の維持	容易	難	難	稍可	稍可
麻酔作用	強	最強	最弱	中	弱
シバーリング	無	有	有	有	有

10. 地下実験室での記念撮影

写真1は地下動物実験室の様相ですが35年前は流石に我ながら若かったと思えました。

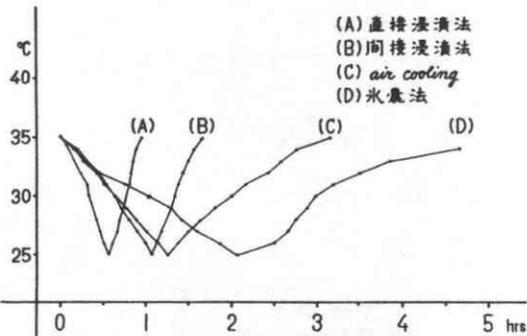


写真1 地下実験室での記念写真撮影

11. 同一犬による各種冷却加温曲線

図8は同一犬を用いて各種冷却加温法による冷却加温時間を図示したものです。直接浸法は1時間、間接冷却法が1時間30分、空冷法冷却速度は間接法と殆ど変わらないが加温時間は緩徐になっており3時間であった。然し加温時の温風温度を上げれば加温時間の短縮が出来る事を確かめました。氷嚢氷沈法は4時間45分を要し最も時間がかかりました。

図8 同一犬による各種冷却加温曲線



12. 動物実験の成績 (超低体温下長時間血流遮断による開心術後の蘇生実験)

表5は動物実験の成績で直腸温14~20°C平均19.5°C血流遮断時間45分~160分平均65分で手術方法は右心室切開27例, 両心室切開, 中隔欠損作成縫合4例, 左心房左心室切開1例, 両心房切開中隔切開縫合1例, 右心房右心室切開3例, 右心房切開, 中隔切開縫合1例, 計37例で1週間以上生存37例中33例という成績で永久生存は16例でしたが死亡例は何れもフィラリアに起因する合併症で当然助かるべきものでした。

表5 動物実験の成績 (超低体温下長時間血流遮断による開心術後の蘇生実験)

実験成績

直腸温度 14~20°C 平均 19.5°C
遮断時間 45~160分 平均 65分

	例	(生存例)			
		1日	7日	14日	長期生存
右心室切開	27	4	3	8	12
両心室切開, 中隔欠損作成縫合	4		2		2
左心房左心室切開	1		1		0
両心房切開, 中隔切開縫合	1		1		0
右心房右心室切開	3		1		2
右心房切開, 中隔切開縫合	1		1		0
計	37	4	9	8	16

13. 低温麻酔導入時の麻酔前投薬の実際

表6は麻酔前注射について我々が好んで行って来た方法を提示します。我々は表の如く硫酸アトロピン0.1mg/Kgピレチアジン0.5~1.5mg/kgオピタン0.5~1.5mg/kgパカタール0.5~1mg/kg或いはベスブリン(末梢血管拡張後剤0.3~0.5mg/1g)を通常1.5時間前より2~3回に分割して注射しておりますが自律神経遮断剤の前投薬が非常に大切であるという事を多くの事例を通じて痛感し用いて来ました。所謂カクテル麻酔にエーテル深麻酔を追加するという事です。

表6 低温麻酔導入時の麻酔前注射 (投薬の実際)

麻酔前注射

硫酸アトロピン	0.01 mg/kg
ピレチアジン	0.5 ~ 1.5 mg/kg
オピスタン	0.5 ~ 1.5 mg/kg
パカタール	0.5 ~ 1.5 mg/kg

麻酔開始前 1時間1.5時間前より 2~3回に分割投与

14. 我々の研究経過の概要

表7は我々の研究経過の概要を表示したものです。昭和30年9月23日彼岸の中日に20°C1時間血流遮断犬の蘇生に世界で始めて成功しました。昭和31年4月の仙台で行われた日本外科学会総会で直腸温17°C2時間8分心血流遮断犬を蘇生するという実験映画を紹介し又20°C以下1時間以上血流遮断犬蘇生後の永久生存例6例も含めて映画で紹介し一躍この研究が脚光を浴びる様になりました。その後10°C~8°C3時間15分遮断犬が長期生存し, 10°C~6°Cで6時間遮断犬は数時間生存し死亡しました。又子犬の心臓を摘出, 血流を洗い流してから4°Cの冷蔵庫に30時間保存した心臓を成犬の頸部に移植し生着しました。これも画期的な事実で長時間保存した心臓移植の研究は可なり反響があり共同研究者, 神文雄博士の学位論文になりました。次は32年10月に日本胸部外科学会シンポジウムで前述した如く20°C以下の超低体温下1時間以上の血流遮断を行った開心術と大動脈弓移植の実験映画並びにその成績で85%の生存率が得られた事を報告し, 注目をひき臨床適応の可能性を示唆しましたが臨床適応の道は遠くその時私は31才でした。

又昭和33年には日本外科学会総会で一般外科並びに脳外科領域の低体温法というテーマでピネアロームの連続3例全摘成功例と深部脳腫瘍手術で素晴らしい成績が得られた事を報告, 低温麻酔が脳外科領域で注目を引く様になりました。当時ピネアローム全摘成功例は殆どなく, 本邦で僅か6例報告されたに過ぎませんでした。低温麻酔により桂教授留守中に同級の鈴木二郎博士が3例続けて全摘手術に成功したので帰国後桂教授の信頼は絶大となりました。この手術成功例が契機となり脳外科領域で数多くの症例に低温麻酔が適応されるトリガーとなりました。当時私は低温麻酔の臨床例を増やそうと思っており鈴木君はピネアロームを

助けたいという事で合意に達し25℃迄冷却し全摘手術を行いました。私は低温麻酔の適応により術中のストレスが著しく軽減された結果術後に必発した過高熱の発生を防止出来たものと推論しました。この様な経過から低温麻酔が脳外科領域で脚光を浴びる様になり特に脳動脈瘤のクリッピングでは血流遮断下クリッピング法が行われ手術成績が著しく向上しその後500例以上に本法が適応されました。

表7 我々の研究経過の概要

研究経過

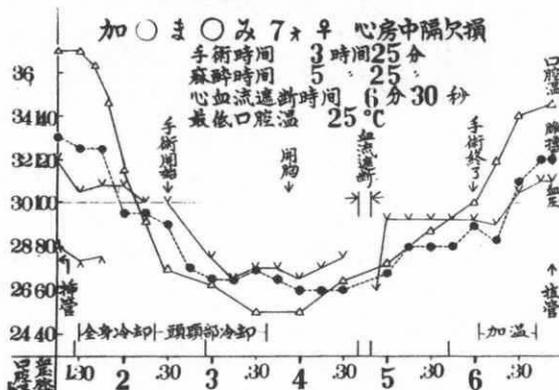
1. 昭和30年9月23日 20°1時間右血流遮断犬の蘇生に成功 (世界で初めての成功例)
2. 31年4月日本外科学会総会に実験映画供覧。20°以下1時間以上血流遮断長期生存6例の報告。
3. 12°~80°3時間15分遮断犬→長期生存を得る。
 - 10°~6°6時間遮断犬→数時間生存する。
- ハ 心臓移植実験。4°保存摘出心臓。24~30時間後の移植に成功する。
4. 32年10月。日本胸部外科学会シンポジウム超低体温下心術と大動脈弓移植の実験映画供覧。臨床適応の可能性を推論 85%の生存率(実験成績)
5. 33年4月日本外科学会一般外科並に脳外科領域と低温法 Pinealom の連続成功例。安全な麻酔法 Poor Risk に卓効あり。

15. 心房中隔欠損症根治手術例の術中経過 (低温麻酔下手術本邦第1例)

図9は山形市の至誠堂病院に出張して低温麻酔で行った本邦第1例の心房欠損症根治手術の全経過を示したものです。患者は25℃迄冷却し4図の如く心房中隔欠損口を連続縫合で直接縫合閉鎖しました。遮断時間6分30秒で手術を終了、加温を行ったものです。この症例は動物実験と全く同じ方法で手術を行い第1例は私が執刀しました。当時私は若くて東北大学では手術はさせてもらえない時代でした。丁度堀内先生が至誠堂病院に外科医長として赴任しておられ、心臓外科手術を開拓されていました。10図の如き二次孔欠損口を連続縫合で閉鎖し最後に欠損口を閉める前、生食で心房を完全に満たし空気混入のないのを確かめてから閉め更に心房切開を閉鎖し遮断を開放し補助マッサージと強心剤投薬で心拍が強くなり見事に根治手術に成

功しました。至誠堂病院ではこのA.S.Dの根治手術以前には心臓手術がある度に私が大学から山形に出張し100例以上麻酔並びに手術の助手をつとめていました。丁度A.S.Dの症例があったので低温麻酔で手術しようという事に決定し根治手術に踏み切りました。又秋田県立中央病院にも出張して飯川豊彦先生の所でA.S.Dの手術を2~3例行いました。

図9 心房中隔欠損症根治手術症例の術中経過 (低温麻酔下手術本邦第1例)



16. 心房中隔欠損閉鎖の血流遮断方法

心血流遮断法は図10の如く上下大静脈と肺動脈大動脈を一括遮断する方法を行うと結局心臓からの流入流出口が完全に遮断されるので出血は殆どありません。又心臓内にある血流は予め心房を開く前に吸引し保存しておいて術後に戻す方法をとってあります。

図10 心房中隔欠損閉鎖手術の血流遮断方法

心房中隔欠損閉鎖手術

欠損部縫合法



17. 氷嚢氷沈法による冷却法

写真2は始めて臨床に低温麻酔を行った頃の氷嚢氷沈法による冷却法でこの写真の様な方法で冷却しまし

たが時間はかかるが本法でも結構冷却は可能でした。
我々は16例に本法を用いました。

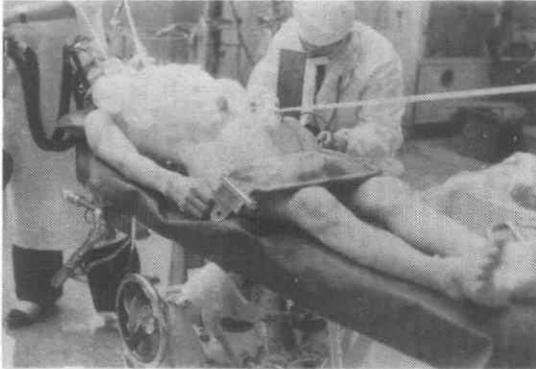


写真2 氷嚢水沈法による冷却法

18. クーリングブランケット法による冷却法

写真3はクーリングブランケットで冷却している処です。この方法の欠点は冷却加温効率が悪く、時間がかかり過ぎるので効率の良い別の冷却方法で冷却しこの器械はむしろ体温調節に用いる様にして来ました。例えば術中加温に切り替えて行くと加温時間の短縮につながり、又下がりすぎた時に暖める等、体温調節用に転用すると便利でした。我々は本法を22例に適用しました。

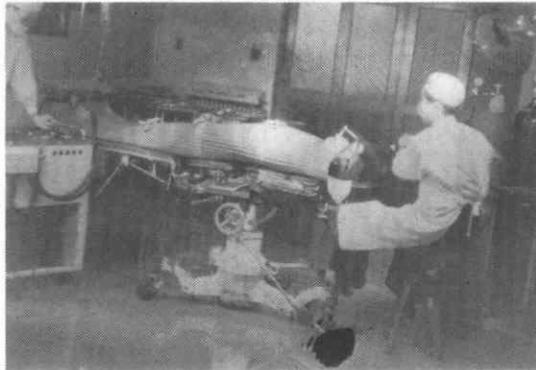


写真3 クーリングブランケット法による冷却

19. 外国で用いられているクーリングブランケット

写真4は外国で用いられているクーリングブランケットを使用し冷却している処です。

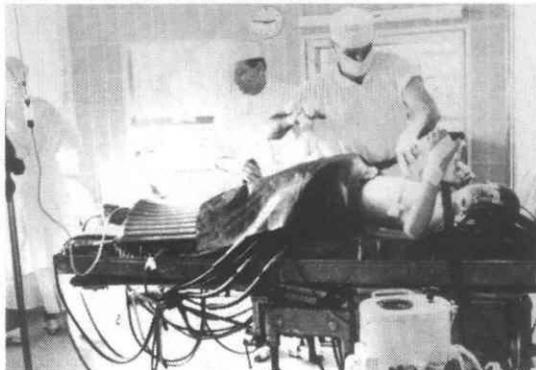


写真4 外国で用いられているクーリングブランケット

20. 氷水槽直接浸漬冷却法並びに間接冷却法

写真5は我々手作りの水槽で氷水中に動物実験同様直接患者を浸漬して冷却しているところです。この方法は冷却速度は最も早くアフタードロップ即ち冷却中止後、更に直腸温度が下降する温度が3~5℃あるので目的の直腸温度に達する為には大凡3℃より高い温度で冷却を中止し充分水を拭き取る必要があります17例に本法を適用しました。この方法は全身が漏れる欠点があるので臨時的には好ましくないで氷水槽にビニールを張りその上に患者をのせて間接的に冷却を行う方法をより多く用い77例になりました。本法は冷却効率も良く冷却後すぐ手術を行う事が出来る利点があります。然しこの水槽はどうしても棺桶を想像させるので柱教授にもっと体裁のよい冷却方法がないか考えてみてはどうかと言われました。

我々も同感で空冷低温麻醉装置を考え試作しておりました。

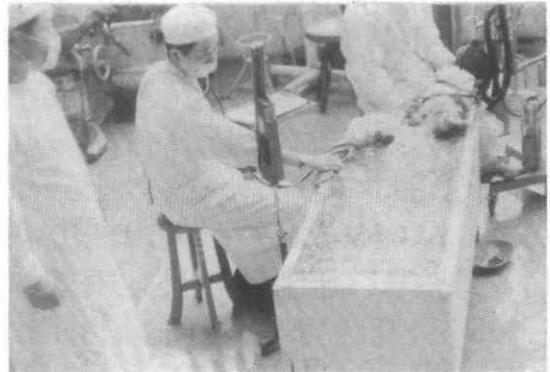


写真5 氷水槽直接浸漬冷却法並びに間接冷却法

21. ドイツで用いられている冷却水槽

写真6はドイツで使われていた冷却装置で洋式バスタブを利用、キャスターを付け移動出来る様に作られていました。両腕を縛り付けて直接氷水に浸漬冷却しておりましたが考える事は同じだと感じました。

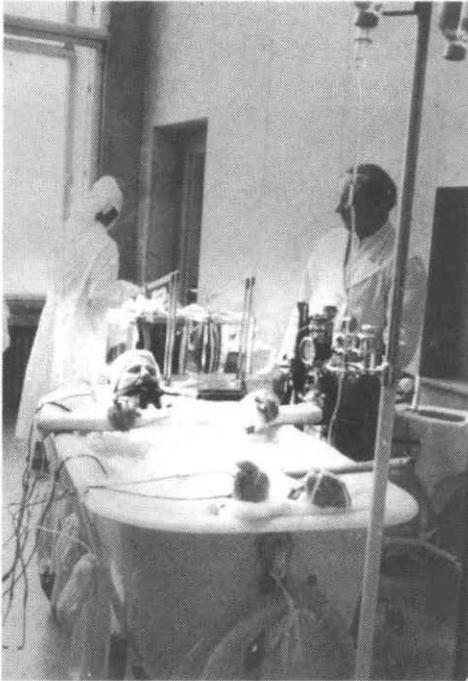
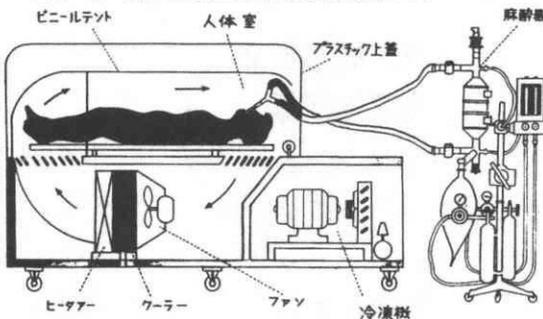


写真6 ドイツで用いられている冷却水槽

22. 桂・渡辺式空冷低温麻醉装置兼手術台のシエマー

図11は私が考案した空冷低温麻醉装置兼手術台のシエマーです。この機械は特許を取りましたが、2台しか売れませんでした。我々が意図した事は手術台兼用にし体位変換をせず済ませる様に工夫しました。又1号機は大型で不格好で冷却効率も悪かったので改良し遙かに効率の良いものを造りました。冷凍器で冷却した空気を風洞で整流し強力な扇風機で全身に吹き付ける様にしました。私は前から空冷でやって見ようというファンタジーを持っておりましたので単身で日立の本社に乗り込み低温麻醉の有用性を説明し私の考えている器械を何とか制作して載せたいとお願いした処、心よく承諾して載せて仙台の日立系某工場で作ってもらいました。この好意には今でも感謝の気持ちで一杯です。又図11の右方にある麻醉器は私の考案した渡辺式万能ポータブル麻醉器で分解すればトラックの中に入る様になっています。

図11 桂・渡辺式空冷低温麻醉装置兼手術台のシエマー



23. 空冷低温麻醉装置使用状況 (第1号器)

写真7は最初に日立で作って載いた空冷低温麻醉装置です。実際に冷却している処で大きい枠の中にテントが張ってありその中に麻醉器に連結された患者が裸で入り冷たい空気を吹き付けている処です。この装置は冷却効率が悪くとても実用性がない事が分かり2~3回改良を加えて冷却効率も良くなり又手術台に使える様に完成しました。

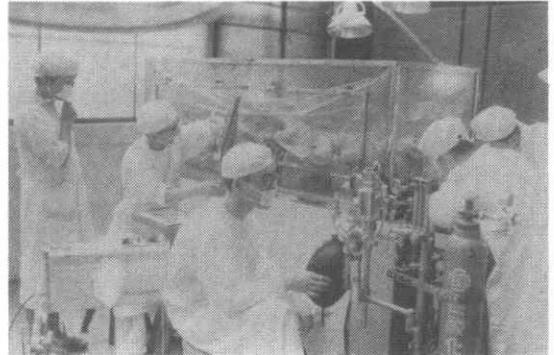


写真7 空冷低温麻醉装置使用状況 (第1号器)

24. 空冷低温麻醉装置並びに手術台 (改良完成器)

写真8は3回程改良を加えて完成した器械です。写真は分解した処で左側が内枠でビニールで包みますが術中操作を容易にする為に操作用の袖が4カ所造ってあります。中にあるのが外枠で4つの操作口があり気密の状態注射血圧測定その他色々な操作が両手で出来る用になっています。右側にあるのが本体で手術台が置いてあり銅製にし熱伝導を良くし取り外しが出来、患者搬送用にも供していました。冷却終了後には2つの枠を外せば手術台として使用出来る様になるわけです。手術終了後加温する時にはこの枠を組み立て温風を吹き付けて加温します。この様に体裁も良く巾を狭め風洞をつけ風を整流し体に強く吹き付け冷却加温の効率化を計りました。低温麻醉は体位変換時の合併症発生率が高いので、分解してその儘すぐ手術台に転用出来る様にし冷却後はその儘手術が出来る様になりました。我々はこの装置を最も愛用し268例に適応してほぼ満足すべき結果が得られる様になりました。

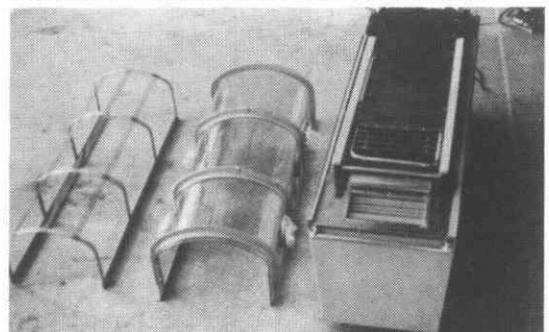


写真8 空冷低温麻醉装置並びに手術台 (改良完成器)

25. 手術台に着脱可能な渡辺式ポータブル水槽

26. ポータブル水槽の内面回転した写真

写真9は私の考案したあらゆる手術台に組み立て可能なポータブル水槽です。低温麻酔を数多く手掛けた教訓を生かして冷却し終わったら氷水を除くと1枚の衣になり何時でも組み立てる事が出来るようにしました。写真10は反転した処です。又たたんで手術台にその儘置いてすぐ手術が行える訳です。この装置は体位変換が不要で又簡単に着脱が出来るので冷却し終わったら氷水を抜き去れば手術台としての機能を100%発揮出来る様になります。又開心術の場合は肝腎の直視下心臓内手術を終えてから水槽を浅く組立て閉胸する間中加温を行うと、麻酔時間の短縮につながるので大変便利です。この水槽はポータブルで持ち運びが自由で大低の既存手術台に組立られます。価格も安く素晴らしいアイデアの装置であると思っています。即ちこれさえあれば水は何処にでもあるので如何に辺鄙な所でも低温麻酔がかけられるという利点があります。

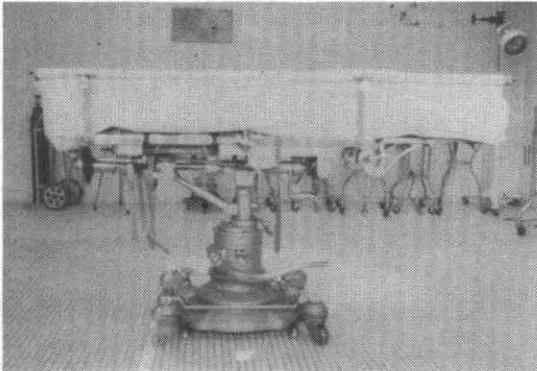


写真9 手術台に着脱可能な渡辺式ポータブル水槽



写真10 ポータブル水槽の内面回転した処

27. 手術台に組み立てられたポータブル水槽と運搬車上で麻酔中の患者

写真11は運搬車の上で麻酔をかけている処で左側に手術台の上に組み立てられたポータブル水槽があり水

水を入れ、ビニールシートが張ってあります。充分麻酔深度が深くなってからポータブル水槽に移して冷却を始めます。

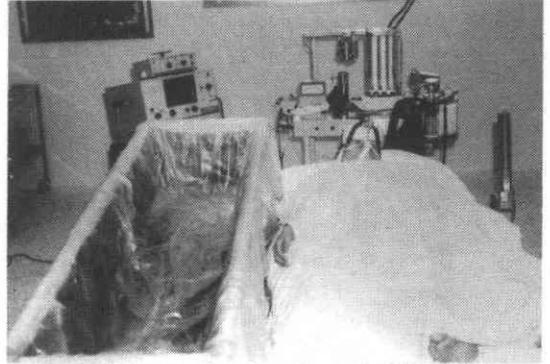


写真11 手術台に組み立てられたポータブル水槽と運搬車上で麻酔中の患者

28. 冷却加温法別分類並びに冷却加温時間

表8は冷却加温法別分類です。氷嚢氷枕法は16例、クーリングブランケット法は22例、氷水槽浸漬間接法77例、直接浸漬法17例、空冷法268例で、計400例になりました。下図の冷却加温時間を見ると氷嚢氷枕法は明らかでないが冷却加温時間を見ると

クーリングブランケット法	7.0~7.5時間
氷水浸漬法 間接法	1.5~2.0時間
直接法	1.0~1.5時間
空冷式冷却法	1.5~2.5時間

でした。

表8 冷却加温法別分類並びに冷却加温時間

冷却法別分類

冷却法

1 氷嚢氷枕濡水布法	16例
2 Cooling blanket	22
3 氷水槽法 { 間接法	77
{ 直接法	17
4 空冷式冷却法	268
計 400	

冷却加温時間

1 氷嚢氷枕濡水布法	不詳
2 Cooling blanket	7~7.5時間
3 氷水槽法 { 間接法	1.5~2
{ 直接法	1~1.5
4 空冷式冷却法	1.5~2.5

29. 冷却法による冷却速度並びにアフタードロップ

表9は冷却方法による冷却速度とアフタードロップを表示しました。冷却速度は即ち直腸温1℃下降するのに要した時間を見ると体重、肥満度等により個体差はありますが大凡氷嚢氷沈法は30～40分クーリングブランケット法20分、氷水槽間接冷却法は10～15分直接浸漬法5～10分、空冷法は12～15分でした。又冷却終了後更に直腸温が下降するアフタードロップは氷嚢氷沈法0.5℃、クーリングブランケット法0.5～1.0で直接浸漬法は4～5℃、間接法2～3℃、空冷法は2℃でした。

表9 冷却法による冷却速度並びにアフタードロップの比較

冷却方法

	冷却速度	Afterdrop
氷嚢氷枕法	30~40 ^m / _{1c}	0.5℃
クーリングブランケット法	20 ^m / _{1c}	0.5~1℃
氷水槽	間接冷却	10~15 ^m / _{1c} 2~3℃
	直接浸漬法	5~10 ^m / _{1c} 4~5℃
空冷法	12~15 ^m / _{1c}	2℃

30. 麻酔法別合併症エーテル閉鎖麻酔と笑気エーテル半閉鎖麻酔 (G.O.E.) の比較

表10はエーテル閉鎖麻酔と笑気エーテル半閉鎖麻酔下に冷却した場合々々を比較したものです。不整脈はエーテル閉鎖麻酔群は231例中47例20%に対して後者は27例中14例51.8%と極めて高率に発生しました。又除脈は2%と7%血圧下降は夫々6%7%であり、明らかにエーテル閉鎖麻酔の方が合併症が少なく優れた成績でした。

表10 麻酔法別合併症エーテル閉鎖麻酔と笑気エーテル半閉鎖麻酔(G.O.E.)の比較

麻酔法別合併症の比較

	エーテル閉鎖	笑気エーテル半閉鎖
全症例	231	27
不整脈	47(20%)	14(51.8%)
徐脈	5(2%)	2(7%)
血圧下降	15(6%)	2(7%)
備考		1才未満乳児17例除外

31. 低温麻酔全症例と疾患別直腸温度別分類

表11は私が国立水戸病院に着任する迄の間に東北大

第二外科で経験した低温麻酔下手術の全症例で475例に達しました。一番多かったのが脳腫瘍の140例、うち脳動脈瘤は9例でしたが、その後約500例に本法が用いられました。その理由は東北大脳神経外科では血流遮断下に脳動脈瘤クリッピングが行われ低温麻酔が用いられたからです。食道癌は84例、中毒性甲状腺腫瘍46例、問題の心疾患はA.S.D35例、V.S.D29例、P.S.7例、その他計88例でした。又重症疾患を数多く低温麻酔により手術を行いました。直腸温度で分類すると30℃以上134例、29℃～28℃迄145例、更に25℃迄119例、25℃迄39例、25℃以下10例、不明28例となっており、大部分が30℃以下に冷却しました。脳外科領域の手術が多かった理由は特に深部脳腫瘍の手術に際してはどうしても脳を圧迫せざるを得ません。圧迫中は当然組織血流は充分ではありません。脳血流遮断許容時間が僅か3分30秒である事を考えると低温麻酔であれば血流遮断許容時間が30分以上にも延びるので術中の圧迫その他の手術侵襲が問題にならない程に軽減されます。その結果、術後反応が少なく過高熱が防止され手術成績が著しく向上したと思います。次は食道癌、食道噴門癌も含めた症例が84例と多かった事です。その理由は食道癌は手術侵襲が大きく開胸開腹頸部切開を行う必要があり低温麻酔を適応すると手術侵襲が著しく軽減される結果常温下手術症例と比較して明らかに成績が向上したからでした。次は甲状腺中毒症46例に本法を行いました。実験的、研究成績を基礎に低温麻酔を行えばBMR+40%でも何等術後合併症はなく良好な経過を辿る事が判明したので無処置バセドウ氏病を低温麻酔で手術する事を考え桂教授の許可を得て直腸温25℃迄冷却し、BMR+64%周期性四肢麻酔を伴い凶暴性のある患者に慎重に適応して見ました。結果はバセドークリーゼもなく極めて順調な経過で驚いた次第です。心奇形に対する開心術は東北大では当時ASD、VSD、PSに適応し安全性を立証出来ました。又巨大縦隔腫瘍で常温ではとても手術が出来そうもない症例に適応し、術中大出血心停止を来しましたが慌てず腫瘍を全摘、止血後心蘇生に成功し救命し得たと大動脈瘤に対しても3時間以上の血流完全遮断後も脊髄神経麻痺がなく良好な経過を辿りました。又直腸癌では骨盤内腔全体を占める様な巨大な腫瘍を腹部大動脈を遮断する事により全摘する事が出来ました。次は肝、胆、膵癌に対する根治手術は44例あり後述するが本法を適応し良好な成績が得られました。この様に各種のPoor Risk症例に低温麻酔を行ってその安全性を立証すると共に低温により手術侵襲が著しく軽減された結果、

良好な術後経過をたどる事を知ることができました。

表11 低温麻酔全症例と疾患別直腸温度別分類

低温麻酔全症例の疾患直腸温度別分類

	30℃以上	29.9-28℃	27.9-26℃	25.9-25℃	24.9℃以下	不明	統計
脳腫瘍	35	59	33	5	1	7	140
外傷	1	1	1	1			3
脳動脈瘤		1	6	2			9
食道癌	29	28	23	3		1	84
バセドウ病 の甲状腺癌 心臓炎	23	19	1	1	2		46
A.S.D.	2	1	11	14	2	5	35
V.S.D.			11	10	5	3	29
P.S.			3			2	7
その他の心疾患	7	2	4	1		1	15
縦隔腫瘍	3	1	1			1	6
肺疾患	5		5				10
大動脈瘤その他	2	5	6			1	14
胃癌	2	5	3			1	11
直腸癌		5	1				6
痔・肝・十二指腸部癌	16	13	8	2		5	44
後腹膜腫瘍	2	1	3				6
その他	4	3				1	8
	134	145	119	39	10	28	475

32. 主な心奇形に対する直視下根治手術症例（低温麻酔と人工肺の比較）

表12は主な心疾患に対する人工心肺と低温麻酔による直視下心内手術症例を比較した一覧表です。心房中隔欠損症は44例中人工心肺9例低温麻酔35例、肺動脈弁狭窄症は13例中、人工心肺2例、低温麻酔11例でした。心房中隔欠損症は夫々19例、45例でトータルで126例中47例が人工心肺で死亡6例12.5%、低温麻酔は79例中死亡12例15.1%で成績は決して良好とは言えませんが一応安全に手術が出来る方法を確認し初期の目的は一応達成する事が出来ました。

表12 主な心奇形に対する直視下根治手術症例（低温麻酔と人工肺の比較）

主なる心疾患の直視下根治手術症例

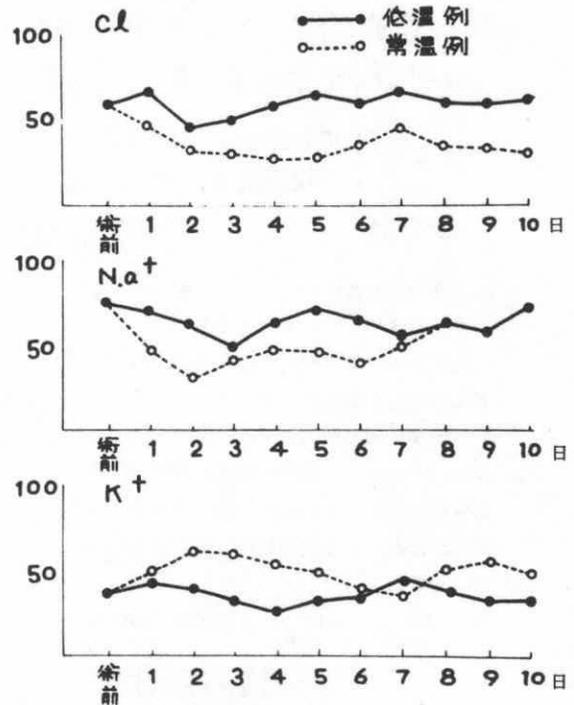
	手術例数 (死亡)	人工心肺 (死亡)	低温 (死亡)
心房中隔欠損症	44 (5)	9 (2)	35 (3)
肺動脈弁狭窄症	13 (2)	2 (0)	11 (2)
心室中隔欠損症	64 (11)	19 (4)	45 (7)
計	126 (18)	47 (12.5)	79 (15.1)

33. 食道癌根治手術後尿中電解質の比較

図12は食道癌根治手術を行った場合、常温12例、低温15例の術後経過を比較検討した図で平均値でみると尿中Cl値の変動は低温群で殆ど変化はなかったが、常温群では明らかにCl値の低下が見られました。Na値についても同様でした。又K値は常温群で高値を示したが低温群の変化は殆ど見られませんでした。即ち低温の場合過大な手術侵襲が軽減される結果尿中電解質の変動が殆どない事が判明し驚いた次第です。

図12 食道癌根治手術後尿中電解質の比較

食道癌根治手術後尿中電解質の比較

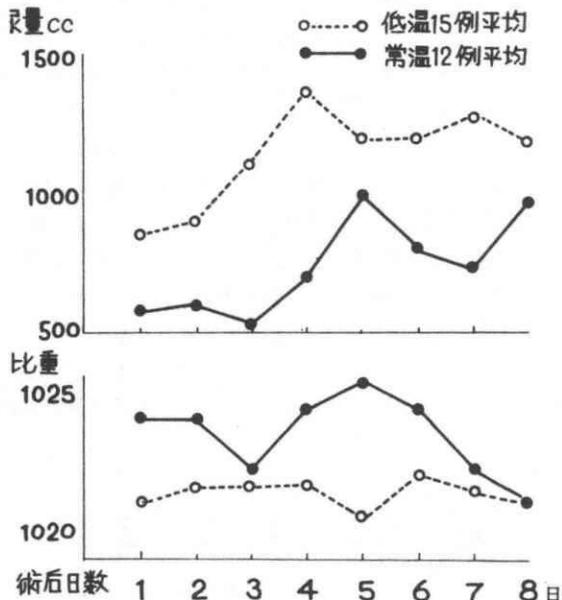


34. 食道癌根治手術後の尿量尿比重の変動比較

図13は低温群、常温群の尿量尿比重の術後変動を比較した成績である。低温群は術後乏尿が全く見られず又尿比重の変動も殆どなく常温群では尿量減少と尿比重の増加が著名で両者間に著しい差が見られました。

図13 食道癌根治手術の尿量尿比重の変動比較

食道癌根治手術後の尿量 尿比重の変動比較



35. 術後肝グリコーゲン (写真11: 常温例) の消長

写真12は肝グリコーゲンの消長を見たものですが常温例は肝グリコーゲンが術後可なり消費されている事が一目瞭然でした。

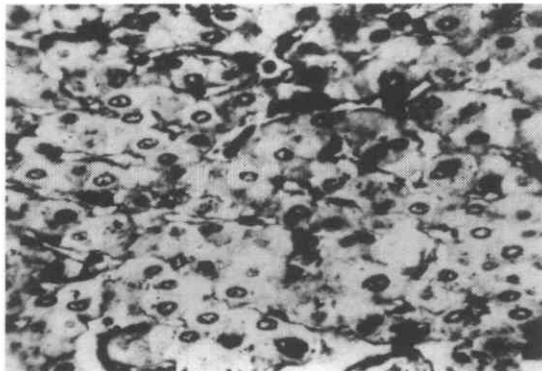


写真12 術後肝グリコーゲン (常温例)

36. 術後肝グリコーゲン (写真12: 低温例)

写真13の低温例では殆ど肝グリコーゲンは消費されていない事が判明しました。これも肝グリコーゲンを調べるまでは全く知らなかった事で低温が何故術後経過が良かったかという事を客観的に立証出来たものと思います。何れにしろ低温下手術群は総じて術後ケロツとしており手術した患者という感じがしませんでした。これに反して常温群はぐったりしておりました。常温下手術例は肝グリコーゲンが術中使い果たされる

が低温群では総じて肝グリコーゲンは殆ど消費されず肝臓に充分蓄えられた儘になっていた事が判明し結果として低温群の術後経過が良好であった事の客観的証明になったものと思われまます。

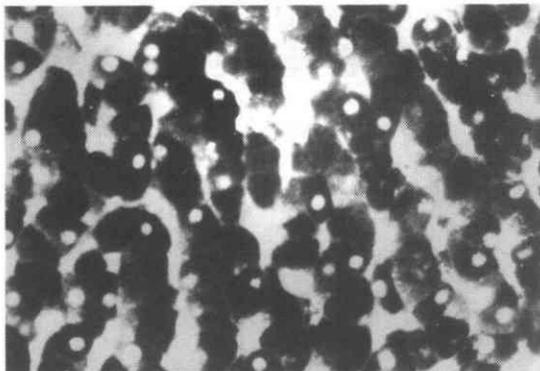


写真13 術後肝グリコーゲン (低温例)

37. 術後平熱に復する迄の日数と例数 (%)

表13は低温群20例と常温群20例の術後平熱に回復する迄の日数を調べた表です。一目瞭然の様に低温群では全く発熱のない者が25% 3日で平熱に戻ったもの60%, 5日80%で7日間では全例平熱に戻っていましたが、常温群では発熱なしはなく3日以内5%, 5日35%, 7日70%, 9日90%という事で明らかに両群間に差がみられました。つまり平熱に戻るという事は術後経過が良好である事の端的な表現であると思われまます。即ち手術後侵襲が軽減された為発熱が少なかったという事を意味すると思ひます。

表13 術後平熱に復する迄の日数と例数 (%)

術後平熱に復する日数と例数 (%)
 低温麻酔例 …… 20 例
 常温麻酔例 …… 20 例

術後日数	1	3	5	7	9	11
低温例	25	60	80	100	100	100
常温例	0	5	35	70	90	100

38. 食道癌の直接死亡例

図14は食道癌の直接死亡例を常温群, 低温群で比較した図であります。上中部食道癌は常温群34例中9例死亡率26.6%に対して, 低温群は30例中5例, 死亡率16.6%, 下部噴門癌では63例中6例死亡率9.5%, 低温群は35例中2例死亡率5.4%で低温群は切除率が高く重症例が遙かに多かったにも拘らず死亡率は低かった。その理由は前述してきた如く腎機能, 肝機能, 肝

グリコーゲンの消費、術後平熱に戻る迄の日数等の比較からも明かの様到低温麻酔によって手術侵襲が著しく軽減された結果成績の向上をもたらしたのと思われました。(図15, 16)

図14 食道癌の直接死亡例

食道癌直接死亡 (1956~1960)

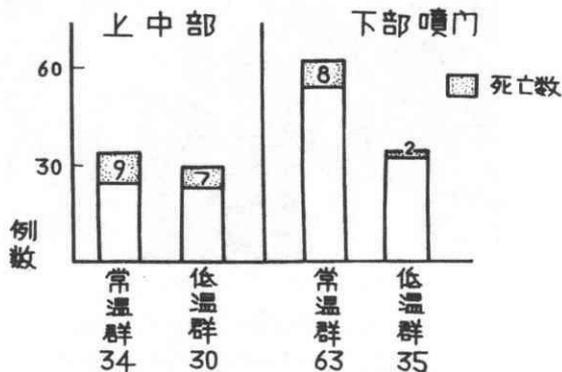
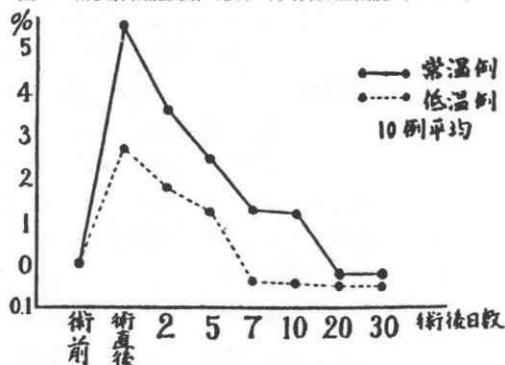
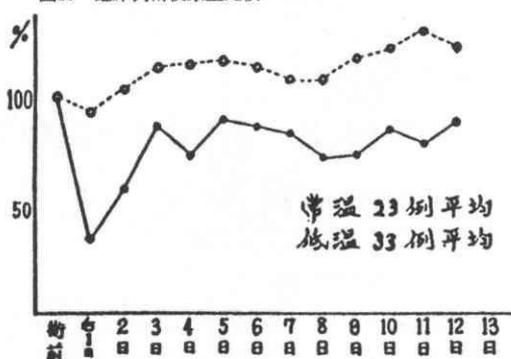


図15 術後肝機能変動比較(1)異物排泄機能(BSP)



術後肝機能変動比較(1)異物排泄機能(BSP)

図16 臨床例術後尿量比較



臨床例術後尿量比較

39. 低温麻酔の利点

図17の如く低温麻酔の利点は(1)ショック耐性が増大する。(2)手術侵襲が著しく軽減される。

(3)許容脳血流遮断時間が延長する。(4)血圧が低下し出血量が減少する。(5)脳圧低下、脳浮腫が軽減される。(6)脳手術後の過高熱が軽減される。

(7)術後過剰反応が抑制される。(8)肝機能障害は術後早期に快復する(9)Anoxieになり難(10)肝グリコーゲンは術後消費されずに残っている等多くの利点を見出す事が出来ました。欠点は冷却加温にかなりの時間がかかり、且つ嚴重な患者監視が必要であるという事だけです。同じ程度の侵襲で常温群低温群の術後経過を比較すると後者の方が遙かに良好な経過をたどった事が歴然となりました。例えば肝機能で見ても15図の如く常温群が術前値に快復する迄に20日を要していたが低温群は1週間で正常化しました。腎機能も16図の如く常温群低温群の術後尿量、尿比重を比較すると歴然とした差があり常温群は乏尿と尿濃縮が見られましたが低温群では全く変化が見られませんでした。

図17 低温麻酔の利点

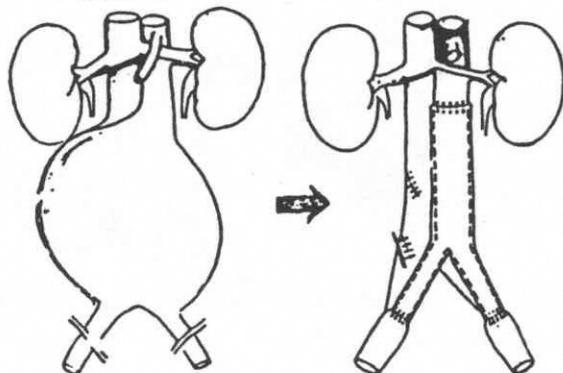
低温麻酔の利点

1. ショック耐性の増大
2. 手術侵襲の軽減
3. 許容血流遮断時間の延長
4. 出血量の減少
5. 脳圧低下、脳浮腫の軽減
6. 術後高熱の軽減
7. 術後過剰反応の抑制
8. 肝腎機能の改善
9. Anoxieになり難い事

40. 大動脈瘤摘出後合成繊維アミラン管移植成功本邦第1例のシエーマー

図18は腹部大動脈に対して動脈瘤を切除しY字型人工血管(合成維持アミラン管)の置換手術成功本邦第1例のシエーマーです。当時人工血管はまだ本邦にはなかったので合成維持アミランでY字型の人工血管を手製で作ったものでした。

図18 大動脈瘤摘出後合成繊維アミラン管移植成功本邦第1例のシエーマー

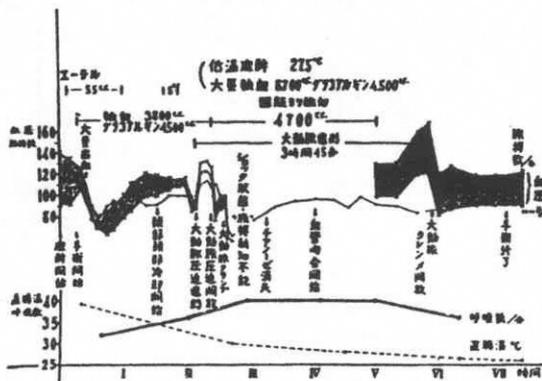


41. 同症例の術中経過

図19に詳細な全経過を詳しく図示しましたエーテル閉鎖麻酔で手術を開始後間もなく大動脈と下大静脈の癒着を剥離中静脈を損傷し大量出血が起こり血圧は80 mmHg迄に下降したので先ず氷嚢氷沈法による頸部前胸部冷却を開始すると共に急速輸血、輸液を行い1時間の間に4℃保存血3800cc並びにグリコアルギン4500ccをパンピングにより入れ続けました。然し輸血が間に合わずショック状態となり大動脈を圧迫昇圧を計り又解除等するうち辛うじて大動脈に嵌子をかける事が出来ました。然し出血が依然として止まらずショック状態が続き足背動脈は約一時間脈拍触知不可能でありました。結局大動脈遮断時間は3時間45分に及び4時間後辛うじて人工血管の吻合を開始、約1時間を要して吻合が完了しました。この間大量出血が更に続いたので8700ccの輸血並びにグリコアルギン4500ccをパンピングにより注入を続けました。腹部大動脈瘤を全摘してから血管縫合等により止血を行い、人工血管置換を完了しました。その後は血圧も安定しました。患者の直腸温度は徐々に下降し最低27℃になっていましたのでショック耐性が増大し術中急速輸血補液によく耐え術後にも心配された腎機能障害、脊髄神経麻痺の後遺症を残す事なく予想外に良好な経過で全治退院する事が出来た貴重な症例でした。当時は瘤内人工血管置換法はまだ知られていなかったので動脈瘤を全摘した為に大動脈瘤と腸骨静脈の癒着がひどいので剥離中静脈を損傷した為に異常な迄の大量出血となった症例でした。現在は瘤内人工血管置換が行われる様になったので出血の心配は殆どなく輸血なしで人工血管置換が出来る程進歩しました。

図19 同症例の術中経過

大動脈瘤摘出後合成アミラン管移植成功本邦第1例



42. 大○軍○アルコール泥酔、流水中で冷却された頭部外傷

表14は前述した如く上棟式後の祝宴で泥酔状態になり弟子と親方が喧嘩になり弟子に大工道具で頭を割られ約2m下の広瀬川に橋から蹴落とされたが幸い浅瀬で助かり約4時間12℃の流水中に浸って午前4時頃うめき声で通行人が気付き大学病院に連れてきた患者でした。

体は冷たく脈は触れずクロールプロマジン50mg 筋注後4℃の保温血1600ccを急速輸血し血圧は75~58mmHg迄回復しましたが脈拍触知不能時間は推定でも約1時間以上あり、緊急開頭を行い血腫除去骨折を修復し救命する事が出来ました。この症例は幸いアルコール深麻酔下に川の水で冷却され27℃の低体温になっていた為に助かった稀有な例と考えました。手術は1時間30分を要し術中輸血量1000ccに及び術後10時間経過して意識を回復、以後順調な経過で全治退院出来た症例でこれは初期の頃の患者で低温麻酔の研究者にとっては大変励みになった貴重な症例でした。

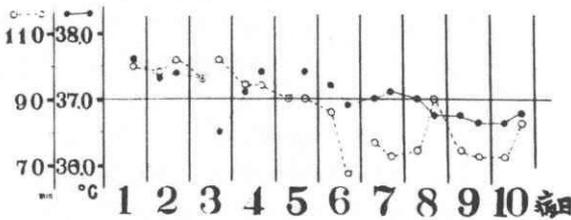
表14 大〇軍〇 (アルコール泥酔、流水中で冷却された頭部外傷)

大〇軍〇

術前処置
 クロールプロロマジン50mg筋注
 4°C保存血1600cc急速輸血
 (輸血右血圧75-58mmHg)
 脈搏触知不能時間 推定1時間

手術
 手術時間 1時間30分
 術中輸血量 1000cc
 術終了時直腸温 27°C

術後経過
 術後10時間 意識回復
 血圧 110 mmHg
 直腸温 37.5°C



43. 巨大縦隔腫瘍の胸部レントゲン写真 (神経鞘腫)

39才男性で、右上肺野全体を占める巨大な縦隔腫瘍であり、下肺野は萎縮し喀痰を毎日80cc排出する状態で大出血が予想されたので低温麻酔を適応しました。(写真14, 図20)

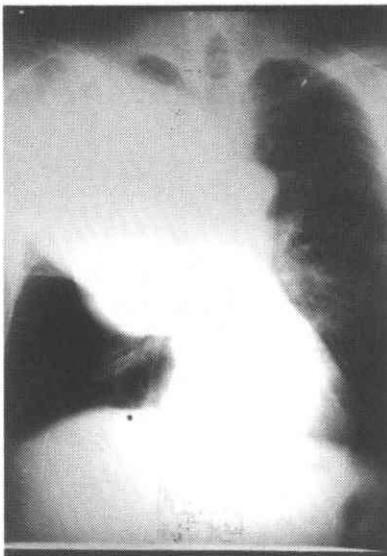
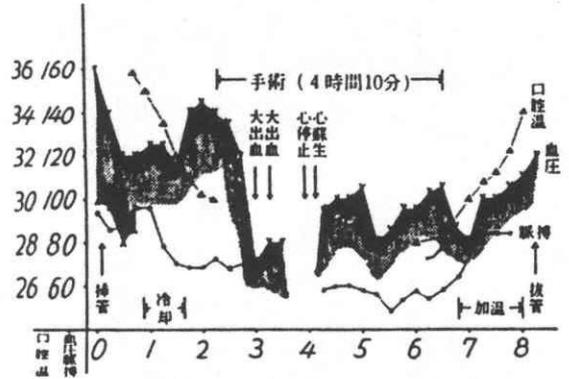


写真14 巨大縦隔腫瘍の胸部レントゲン写真

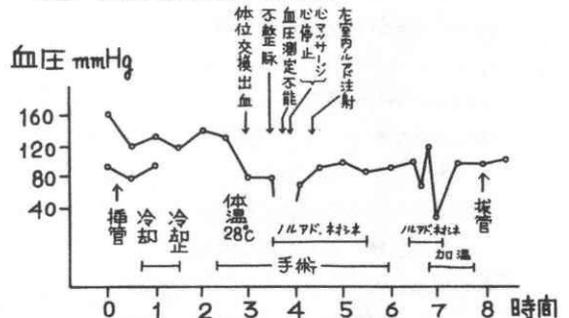
図20 高〇一〇, 39才, 48kg縦隔腫瘍 出血量 7800cc, 輸血 8200cc



44. 同症例 (神経鞘腫) 術中経過

図21の如く麻酔をかけ空冷低温麻酔装置で冷却し開胸して見ると巨大な腫瘍で新生血管が多く出血多量となり湧き出る如く出血し輸血が間に合わずショックとなり間もなく心停止を来いたしました。直腸温28°Cであったので慌てず兎も角、巨大な腫瘍が邪魔になり全摘しない限り止血も出来ないので急いで全摘してもらいその後出血部位を縫合止血し同時に急速輸血を行い乍ら心臓マッサージを開始しました。還流血流量が多くなった処でノルアドレナリンを左心室内に0.5cc注入後、電気ショックにより除細動に成功し救命する事が出来ました。蘇生後はノルアドレナリン並びにネオシネジン等を分注し乍ら昇圧を計り8時間に及ぶ大手術を終えました。手術時間は4時間10分心停止時間15分輸血量8200cc 麻酔時間は8時間20分になりました。この症例は低温麻酔を行わなければ出血死になったと思われる貴重な症例であったので論文に纏め報告した症例でした。

図21 同症例 (神経鞘腫) 術中経過



巨大神経鞘腫術中経過 (高〇39才)

45. 松果体部腫瘍の手術成績

先述したピネアロームは全摘手術は脳外科医が一生涯に1度は成功したいものと言われた程難しい手術

であり鈴木君は低温麻酔で3例続けて全摘手術に成功しその後症例に恵まれた16例の松果体部腫瘍が集まり全例に全摘を行いました。死亡は4例、死亡原因は(1)全身衰弱(2)随液瘻感染(3)意識不明(4)肺合併症でその他11例を救命する事が出来ました。低温麻酔中の直腸温は31度以上が2例、11例は30度以下に冷却致しました。この様に素晴らしい成績を納める事が出来たのも低温麻酔に負う処大なるものがあつたと思っています。(表15)

表15 松果体部腫瘍の手術成績

氏名	性	年令	診断	冷却法	手術法	経過	予後	死因
二階 聖	♂	11才	Pinealom	30℃空冷	全摘	+	死	全身衰弱
安倍	♂	9	Pinealom	27.5	・	+	死	
半谷	♂	14	Pinealom	26.8	・	+	死	随液瘻感染
長尾	♂	7	Teratom	34℃氷水	・	+	死	意識不明
伊藤	♀	31	Meningiom	28	・	+	死	肺合併症
石垣	♂	13	Astrocytom	26.5	・	+	治	
磯池	♂	19	Pinealom	26	・	-	治	
草野	♂	27	Pinealom	27	・	-	治	
佐藤 (Ⅰ)	♂	15	Teratom	28 空冷	・	-	治	
遊谷	♂	10	Pinealom	27	・	-	軽	
佐藤 (Ⅱ)	♂	24	Teratom	34℃氷水	・	+	治	
米沢	♂	21	Pinealom	37.8	・	-	治	
斉藤	♂	26	Pinealom	30℃氷水	・	-	治	
池田	♂	16	Teratom	28 空冷	・	+	死	久咳
松田	♂	21	Pinealom	27	・	+	死	久咳
金野	♂	17	Pinealom	27	・	-	治	

46. 脳の血管性疾患 (外傷性血腫を除く)

表16の如く脳実質内出血8例中6例に手術を行い、軽快治癒3例、脳動脈瘤は17例中14例に手術、10例治癒退院、脳動静脈瘻は8例中7例に手術し全例生存、脳動脈閉鎖症は9例中1例手術し死亡という成績でした。

当時くも膜下出血即ち破裂性脳動脈は待期手術が原則とされていましたが早期手術を提唱し東北大脳神経外科グループは発症後24~48以内に手術を行うと脳神経障害を残す事なく治療出来ると主張し、手術のタイミングとしてゴールデンアワーを主張しました。成績が良かったので現在では定説が覆返され早い時期に緊急動脈瘤クリッピングが行われる様になりました。又手術の安全性を高める目的で低温麻酔による血流遮断下脳動脈瘤クリッピングが創案され、低温麻酔は脳外科領域でクローズアップされる様になりました。

表16 脳の血管性疾患 (外傷性血腫を除く)

脳血管性疾患

(外傷性及び血管腫を除く)

	例数	手術	軽快治癒
脳実質内出血	8	6	3
脳動脈瘤	17	14	10
脳動静脈瘻	8	7	7
脳動脈閉塞	9	1	0
脳血管不全	8	0	0
計	50	28	20

47. 頭蓋咽頭管腫全摘例 (Craniopharyngioma)

Craniopharyngioma の全摘手術も難しい手術とされて来ましたが東北大では28℃の低体温麻酔下に5例全例に全摘を行い、内1例だけ肺合併症で死したが他の4例は治癒退院させる事が出来ました。(表17)

表17 頭蓋咽頭管腫全摘例 (Craniopharyngioma)

頭蓋咽頭管腫全摘例

氏名	性	年	診断名	冷却法	手術法	予後	死因
伊。鈴。	♀	7	Craniopharyngiom	28℃空冷	全摘	死	肺合併症
伊。き。	♀	33	・	28℃空冷	・	治	
荒。哲。	♂	3	・	・	・	治	
佐。順。	♀	4	・	・	・	治	
伊。文。	♂	9	・	・	・	治	

48. 脳外科領域に於ける低温麻酔の利点

表18の如く1. 低温麻酔は脳手術侵襲を軽減する為術中の脳圧迫の影響は殆どなく、術後異常反応を抑制する。2. 脳血流遮断時間が延長する。又低血圧に伴い出血量が減少する。3. 脳圧が低下、脳容積が減少し手術操作が容易となる。4. 術後過高熱が予防され且つ低温による治療効果が認められる。5. 頭部外傷に伴う出血時の耐性が増大し生命の延長が可能となり引き続き手術により救命も可能になりました。等であり多くの利点が実証されています。

表18 脳外科領域に於ける低温麻酔の利点

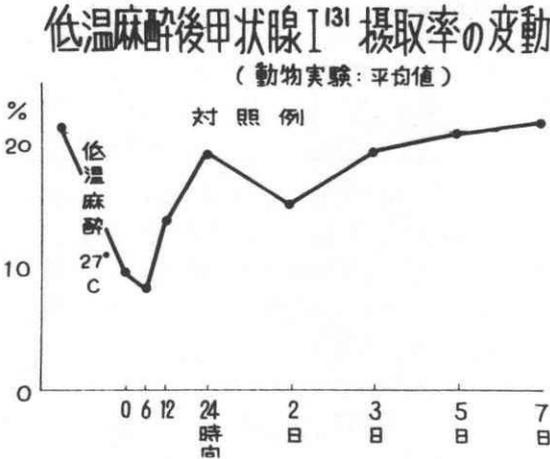
脳外科領域に於ける低温麻酔の意義

1. 脳手術侵襲に対する異常反応の防止
2. 脳血流遮断時間の延長, 出血の減少
3. 脳圧の低下, 脳容積減少による容易な手術操作
4. 術後過高熱に対する治療
5. 頭部外傷, 脳出血等に於ける生命の延長
— 手術救命

49. 低温麻酔後甲状腺 I₁₃₁ 摂取率の変動

図22の如く I₁₃₁ 摂取率は体温下降に伴って動物実験により下降し27°Cで10%に低下し6時間値が最低で8%となり12時間値は14%に摂取率が增加するが正常値に快復するのに1週間を要する事が判明しました。

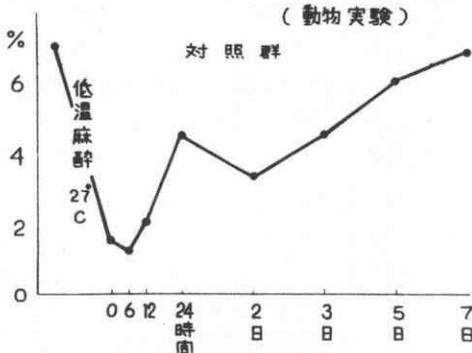
図22 低温麻酔後甲状腺 I₁₃₁ 摂取率の変動



50. 低温麻酔後甲状腺内サイロキシン合成量の変動

図23の如くサイロキシン合成量も I₁₃₁ とほぼ同様に27°Cで1.8%に低下6時間値は1.5%と最低値を示し12時間値2%24時間値4%と増量するが術前値迄に快復するには I₁₃₁ 同様1週間を要しました。この様にただ1回限りの低温麻酔の影響が1週間も続きサイロキシン合成量の低下状態が持続する事が分かりました。

図23 低温麻酔後甲状腺内サイロキシン合成量の変動

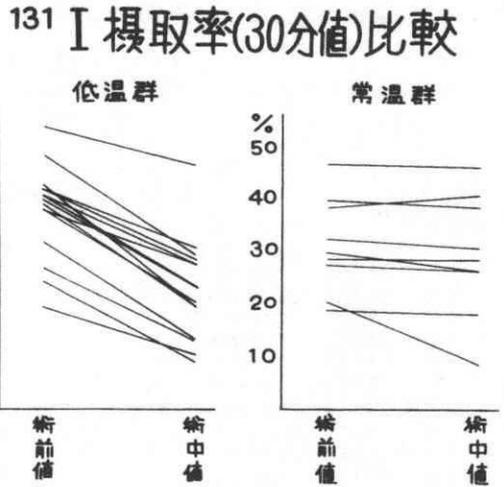


51. ¹³¹I 摂取率 (30分値) の低温群と常温群の比較

図24の如く常温群では I₁₃₁ 摂取率は術前値も術後値も全く変化はありませんでしたが低温群では明らかに術前値に比較して術中値の I₁₃₁ 摂取率は著明に低下していました。この様な実験結果をもとにして低温麻酔下に手術を行えば甲状腺機能が可なり抑えられた状態で甲状腺全切除が行われるので術中の甲状腺ホルモンの異常流出はないものと推定された。この様な

実験成績を参考に中毒性甲状腺腫の手術でBMR値の高い状態の患者に低温麻酔を適応して実験で得られた効果の詳細を検討して見ようと考え実施に踏み切りました。

図24 ¹³¹I 摂取率(30分値)の低温群と常温群の比較



52. 麻酔法別による中毒性甲状腺腫症例

表19の如く低温麻酔による中毒性甲状腺腫の手術は46例であり直腸温は23°C~32°Cに分布し術直前BMR値は平均+39.3%でした。低温麻酔群の対照として全身麻酔による手術は30例でBMR平均値は+24.2%で局麻で行った手術は117例でBMR平均+20%でした。つまり低温麻酔以外は手術を行う時には術前メルカゾール投薬により基礎代謝率を+20%程度まで低下させてからでない手術は危険とされてきました。

然し低温麻酔を利用すればBMR値が高く+40%であっても術後経過が極めて良好で術後に問題が全くなかった事に勇気づけられ最後は無処置バセドウ氏病に低温麻酔を適用する事を決意した訳です。

表19 麻酔法別による中毒性甲状腺腫症例

麻酔法別による甲状腺腫症例

麻酔法	例数	直腸温	術直前BMR (平均)
低体温麻酔	46	23-32°C	+ 39.3 %
対照	全身麻酔	常温	+ 24.2 %
	局所麻酔		+ 20.7 %

53. 無処置バセドウ氏病周期性四肢麻痺を伴う BMR +64% に対する低温麻酔下手術

写真15は患者のプロフィールで図25は低温麻酔で行った無処置バセドウ氏病手術の全過程を図示したものです。直腸温27℃で冷却を中止，アフタードロップで25℃に低下しました。手術時間は2時間足らずで終了麻酔時間は加温に7時間を要したので冷却手術加温を含めると何と16時間に迄延長致しました。術中念のためコーチゾン50mg注射し術後は湯タンポによる保温程度で積極的加温は行わず自然体温上昇を待ちました。24時間持続低温麻酔の研究成果をもとに術後は麻酔覚醒を全く行わず深い麻酔深度の状態を維持しました。術後体温は徐々に上昇し7時間で36℃に達して麻酔を覚醒し気管内チューブを挿管しました。血圧は90から100mmHg前後を維持し脈拍数は術前は160と頻脈でしたが体温下降に伴い漸次減少し70で安定しており加温過程では120となりパカトール25mgで100に減少した。20回分注し直腸温32℃で不整脈が消失すると同時に脈拍数は90に減少しました。呼吸数は20回前後でした。患者は図25の如く術翌日より平熱となり脈拍数も減少が著しく6日以降は正常人と同様70台に低下しドラマティックに全身状態は全て好転してきました。



写真15 無処置バセドウ氏病周期性四肢麻痺を伴うBMR+64%に対する低温麻酔下による手術

その時の印象は手術を境にして一夜明けたら別人の様に人間が変わっていたという事でした。正に浦島太郎の様な変化であり術前はいつもイライラしており眼はランランと輝き凶暴性で看護婦に八つ当たりして困らせ看護婦から早く退院させて下さいと催促された程でした。処が術後は全くおとなしくなり笑顔も見られ穏和な顔貌に変わり驚いた次第です。かくして無処置バセドウ氏病に対する低温麻酔の適応は予想されたバセドウクリーゼ様反応は全くなく極めて良好な経過を辿り人格も変わって退院出来たという事実は画期的であるという事でした。

日本医学会総会シンポジウムにも報告した次第です。

1例だけでその後の経験はありませんが充分基礎的研究に立脚した結果で学問的に興味ある話題を提供した物と思います。

図25 若○寅○ 24才 52kg
診断：周期性四肢麻痺を伴へるバセドウ氏病

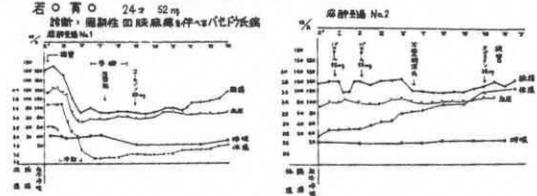
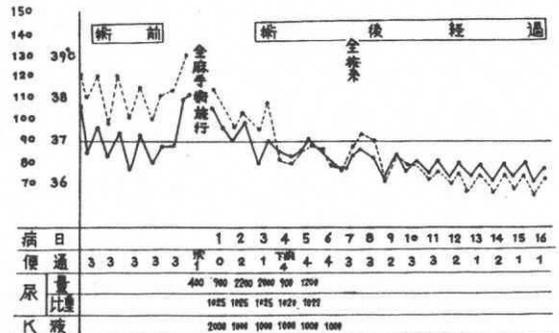


図26 低温麻酔による無処置バセドウ氏病
亜全切除症例術前後経過表



54. 血流遮断下拡大肝左葉切除のシーマー

当時、肝切除は困難で未開拓の分野でした。又肝癌に対する拡大肝葉切除等はその方法も研究もなされておらず手術不能と一般的には考えられていました。又手術成績も悪かった時代でした。図27は低温麻酔によ

り血流遮断下拡大肝左葉切除を行った時のシーメー
で肝動脈と上腸間膜動静脈を同時に遮断し出血の減少
と長時間の遮断に耐えられる様にしました。肝左葉の
切除標本は写真16の如く1 Kg以上のものでしたが幸
い全摘に成功し当時としては大変な話題となった症例
でした。(図27)

図27 血流遮断下肝左葉切除のシーメー

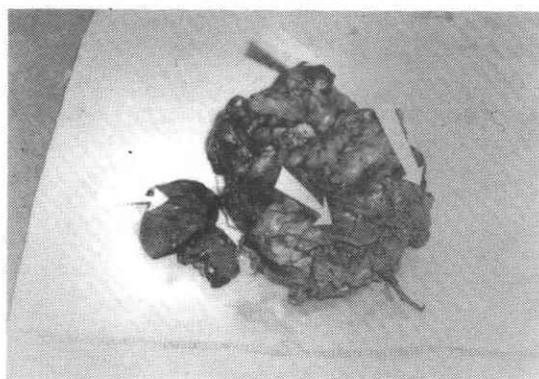
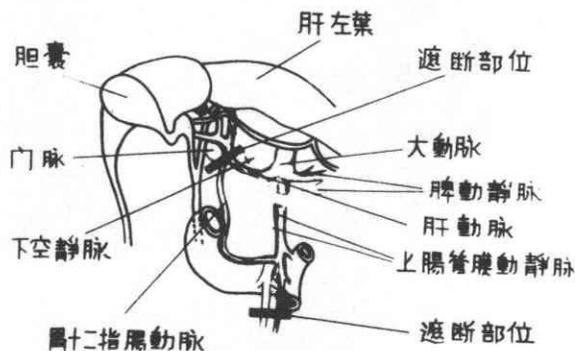


写真16 肝、胆、脾、癌の手術成績

55. 肝、胆、脾、癌の手術成績

表20は常温82例と低温23例の肝胆脾癌の手術成績の
比較です。切除率は常温群58.52%に対して低温群は78.
3%と極めて高くなっていました。1カ月以上生存率
は常温群60.5%に低温群55.6%とほぼ同程度でした。
この様に低温麻酔をこの困難な手術に適應する事によ
って確実に手術適應が拡大され従来切除不能と考え
られていた症例に切除を行ったにも拘らずその死亡率
は殆ど差がなかった事から低温麻酔の有用性が立証さ
れました。又脾頭十二指腸切除に関しては安心して門
脈遮断、門脈切除再建も出来る様になり又出血ショッ
ク耐性が増大し手術侵襲が著しく軽減されるので長時
間の手術とか術中大出血にも良く耐えて常温では死亡
したであろうと考えられた症例が救命される様になり
ました。

表20 肝、胆、脾、癌の手術成績

肝胆道脾十二指腸悪性腫瘍手術成績

	常温	低温
例数	82	23
根治手術 (切除率)	48 (58.6%)	18 (78.3%)
一ヶ月以上生存 (生存率)	29 (60.5%)	10 (55.6%)

56. 考案並びに結語

昭和29年9月23日低温麻酔の実験中冷却過程で直腸
温度が下降しなくなった事がヒントになり心臓が止
まった為であろうと考えたこの時、個々の脳細胞は1
時間位血流がなくとも生きていくに違いない。部分と
全体の関係から人工的に心臓マッサージにより暖め乍
ら血流を再開してやれば個々の細胞が活動を開始し個
体の生につながってくるのではないかと閃いた。そこ
で温水槽にビニールを張り犬をのせ加温し乍ら人工呼
吸と心臓マッサージを続けて見た。24℃で自発呼吸が
発現27℃で舌を動かし心室細動は体温上昇と共に強く
なり29℃で除細動に成功しこの犬は生き返りました。
考えてみれば極めて当たり前の事で兎も角20℃1時間
呼吸心停止状態の犬が生き返ったのであります。その
後、夢は果てしなく広がり色々な実験に夢中になった
のは当然でした。脳波も心電図も全くフラットになっ
てから6時間たった犬も6℃まで冷却出来たので生き
返りました。残念乍ら6時間後死亡したが恐らく世界
記録であろう。又摘出した小犬の心臓を4℃の冷蔵庫
内に30時間保存後に成犬の頸に移植した処この心臓は
拍動を続けたのにも驚きました。さて東北大外科では
心臓の手術は未開発であったので開心術適應への道は
長くこの間低温麻酔の病態生理等に関する基礎的実験
的研究を勢力的に行い低温麻酔の臨床適應を目指しそ
の安全性確認の目的で脳外科並びに各種 Poor Risk
症例等を選択して受け持ち医の反対を克服しながら麻
酔をかけました。予想通りの成績で安全性を確かめる
事が出来ました。一般的に食道癌は高齢者が多く低米
養 Poor Risk で手術侵襲も大きく術後合併症発生頻
度も高かったが25℃前後で手術を行ってみると術中術
後、低温群と常温群の術比較検討を行った結果、低温
群の方が信じられない程術後経過が良好である事に先

ず気付きました。その理由を更に究明すべく色々な臨床検査を行って見ました。直腸温25℃になると手術侵襲は大凡1/5位に軽減される結果術後、肝腎心肺機能障害が少ない許かりでなくその快復が著しく早い事が明確になりました。そしていつの間にか反対していた受け持医は積極的に低温麻酔を望む様になりました。又一般状態の良好な脳外科ではピネアロームを25℃で手術した時鈴木博士のコメントは常温時と比較して血圧並びに脳圧が低いせいか脳浮腫が見られず出血量も少なく手術が大変やり易く比較的容易に全摘が出来たという事でした。更に驚いた事には当時深部脳腫瘍の術後に必発した過高熱が見られず安定した経過を辿ったという事でした。この様な利点が明白となり脳外科領域に低温麻酔が目目される様になりました。その後低温麻酔を用い血流遮断下破裂性脳動脈瘤のクリッピング法が開発され脚光を浴びる様になりました。問題の開心術は昭和33年にASDに対して臨床第1例を地方病院で行ってから次々に症例が増加し、かくして初期の目的は達成する事が出ました。この様にして臨床低温麻酔開拓の経過とか如何に低温麻酔を行うべきか低温麻酔を巡る諸問題、超低体温麻酔について等数多くの問題について考察を加えてきました。然し残念乍ら私は昭和36年から長町分院外科科長として2年間出向させられ事実上低温麻酔の研究は不可能になってしまいました。又麻酔科が独立してからは低温麻酔の臨床的研究は困難となりました。然し幸い共同研究者岡村博士は岩手医大胸部外科新津教授と共同で低温麻酔によるあらゆる心奇形の根治手術に本法を適応し素晴らしい成績を残した事は皆さんご存知の通りであります。又同様小山田博士は低温麻酔と人工肺の両者を使い分け複雑心奇形は人工肺でその他は低体温麻酔で数多くの症例に適応した結果、夫々疾患に応じて使い続け素晴らしい手術成績を発表し注目されるようになりました。

さて我々の研究結果を要約すると

1. 昭和30年20℃1時間心血流遮断犬の蘇生成功以来超低体温麻酔下長時間心血流遮断犬の心蘇生法の実験並びに低温麻酔の病態生理に関する膨大な実験的研究を基礎に本法を臨床に安全に適応出来る道を開拓した。
2. 種々の麻酔法を比較検討した結果低温麻酔導入を行う場合の麻酔法は結論として自律神経遮断剤を多少多目に併用するエーテル閉鎖深麻酔が最良である事を確認した。
3. 如何なる麻酔条件で冷却されるかによって同じ

直腸温度でも生体内の病態は著しく異なっておりこれが合併症発生頻度に大きく関係しているのをこれを防止する為には生体反応を充分抑制出来るだけの深い麻酔深度が必要である事を強調した。又麻酔条件めきでの議論は無意味であると考えられる様になった。

4. コールドナルコージという既念即ち温度が下がる事自体に麻酔作用があるという考えは間違いである。例えば温度が下がり不整脈発生時には麻酔の常識に反してエーテルを追加し麻酔を深くすると自然に消失する事を多くの症例で経験したからである。
5. 脳の血流遮断可能時間は常温で3分30秒であるが20℃に冷却すると1時間以上は可能となる。脳動脈瘤クリッピングに脳血流遮断手術が考案され数多く適応され安全に手術が出来る様になった。更に多量出血が予想される時の血流遮断手術等により従来手術不能な癌腫の手術が可能になった。
6. 手術侵襲の最たるものは血流遮断である低温麻酔下手術により侵襲が著しく軽減される結果、食道癌根治手術の侵襲は胆摘以下の手術に比較する程度に軽減される結果良好な術後経過をとる事が判明した。本法は各種Poor Riskの麻酔に広く適応すべきものと考えている。又中毒性甲状腺外科並びに各種消化器進行癌根治手術に本法が極めて有用である事を述べた。パセドウシ病患者を無処置のまま低温麻酔を適応すればパセドウクリーゼ等考慮する事なく甲状腺全摘手術が出来る事を世界で始めて明らかにした。
7. 麻酔方法と麻酔深度の如何により低温麻酔の合併症発生率は著しく異なっており我々の提唱する自律神経遮断剤併用エーテル閉鎖深麻酔法は各種の実験的検討の結果最も優れた麻酔法と結論した。
8. 残念乍ら低温麻酔はエーテル閉鎖深麻酔の経験のない麻酔医だけとなった今日、本邦並びに世界的に普及は困難であろう。我々の研究をドイツ外科学会で実験映画を上映しその成績を報告した処注目を引き高く評価され逆輸入の形で本邦でもようやく認められる様になった。
9. 本法は冷却加温に長時間を要し極めて慎重な管理が必要であるという欠点はあるが患者に対して良い麻酔の選択という観点に立てば低温麻酔の適応は広く今後更に適応すべきものとする。
10. 以上の研究結果から私は今後は麻酔に代謝の概念を導入すべき事を提唱するものである。

11. 各種冷却加温法について論じたが推奨し得る方法は氷水槽間接冷却法と air cooling 法であろう。又私の考案したポータブル水槽は既存の手術台にセット出来るのと安くて簡単で持ち運びも出来る利点がある。同じく桂・渡辺式冷空低温麻醉装置兼手術台について紹介したが我々は本法を最も多く用い265例に適用し推奨に値する装置と考えている。
12. 我々は600頭以上の動物実験により低温麻醉の病態生理を明確にし475例の臨床に本法を適用した結果、数多くの低温麻醉の利点を見出す事が出来又心臓外科への適用の道を開拓した。幸いその後共同研究者岡村、小山田両博士等の研究により素晴らしい成績が報告され世界的にも充分評価される様になった事を心から感謝する次第である。
13. 最後に私の考案したエーテル麻醉法の欠点を無くす為考え出した急速導入急速覚醒法を詳述しエーテル閉鎖麻醉法の実際について紹介した。本文にも述べた如くエーテル閉鎖麻醉並びに低温麻醉法は名人芸ではなく誰にでも出来る方法である事も詳しく紹介したので食わず嫌いせずに1度御試し戴ければ幸甚である。

文 献

1. Laborit H;L'bernation art:fieller:snesthesist, 119,1952
2. Laborit H;Poteuziente Narkoe and Kiinstlicher Winterschlaf;Archiv F exper paith a pharmakol 222,41,1954
3. 渡辺 晃 超低体温麻醉に関する実験的研究 (第1～2編) 日本外科学会誌58,11,1675～1958
" 58,12,1867～1958
4. 渡辺 晃他. 低温麻醉下長時間心流停止の心蘇生法に関する実験的研究 総合医学13,771,1956
5. 桂 重次, 大原 到, 渡辺晃他. 心臓血管外科を対照とせる人工冬眠, 低温並びに超低体温麻醉の実験的研究, 心臓外科研究, 別冊, 1958
6. AKIRA WATANABE,EXAE ETUDE EXPERIMENTALE PELA REAN:MATION CARDIAQUE APPESS INTERRUPTION CIRULATOIREPRONGEPRATIQUEE A TRES BASSE TEMPEERATURE TALE BIOL 7,1017, 1959
7. 渡辺 晃, 岡村 宏他. 超低体温麻醉下長時間心

- 流遮断犬の心蘇生法に関する実験的研究 総合医学, 13巻, 771, 1956, 1959
8. 渡辺 晃他. われわれの行って来た臨床低温麻醉の経緯, 最新医学14,244,1959
9. 渡辺 晃他. 低温並びに超低体温麻醉に於ける腎臓並びに肝機能の変動についての実験的臨床的研究低温温度超低体温下心流遮断犬の主要臓器組織像の検討超低体温麻醉に伴う脳波変化特に長時間心流遮断に伴う脳波の延長について, 麻醉, 7,137,1958
10. 村上 穆. 24時間の持続低温麻醉に関する実験的研究, 日本外科学会誌65,1,80～95,839
11. 岡村 宏. 超低体温麻醉時並びに低温下心流遮断時の脳波観察 (第2編) 低温並びに超低体温麻醉の脳波観察, 麻醉 8,69,1958
12. 岡村 宏. 論低温下心流遮断時の脳波観察, 麻醉, 8,334,1958
13. 豊島 純三郎. (1) 低温並びに超低体温時における代謝に関する研究 (第1編) 低温並びに超低体温麻醉時における酸素消費量について, 麻醉, 8,482,1958
14. 豊島 純三郎. 第2編血液ガス組成より見た低温時の代謝状態について, 麻醉, 8,522,1958
15. 豊島 純三郎, 渡辺 晃他. 低温 (超低温を含めて) 麻醉時における外呼吸について (第1報) 麻醉, 7,264,1957
16. 日野 博裕. 低温並びに超低体温麻醉及び各種侵襲前後の腎機能の変動に関する実験的臨床的研究, 日本外科学会雑誌62,1061,1960
17. 菅原 利次. 常温並びに低温麻醉下腹部大動脈血流遮断に関する実験的研究, 主として腎機能について, 東北医学誌, 72,142,1961
18. 小山田 恵. 超低体温下血流遮断犬に於ける腫瘍臓器の病理組織
19. 新島 昭二. 低温並びに超低体温麻醉時に於ける末梢及び大循環系血流動態に関する実験的研究, 日本外科学会雑誌, 62,102,1961
20. 岡村 宏, 渡辺 晃他. 低温麻醉に関する考察, 特に PoorRisk 症例に対する臨床応用, 最新医学12, 80,1957
21. 岡村 宏, 渡辺 晃. Poor Risk 症例に対する低温麻醉適応に関する基礎と臨床, 麻醉, 7,633, 1958
22. 渡辺 晃他. 一般外科並びに脳外科領域に於ける低温麻醉適応の基礎と臨床, 日本外科学会誌59,743, 1958
23. 小山田 恵, 堀内 藤吾他. 乳児 (2才未満) 開

- 心術手術手段と手術成績, 胸部外科, 22,616,1969
24. 岡村 宏, 小山田 恵, 松岡 淳夫, 蝦名 勝二.
乳児(2才以下)開心術, 日胸外科学会誌, 17,539,
1969
25. 岡田 一夫他. 乳幼児心室中隔欠損症根治手術に於ける低体温麻酔の応用, 麻酔, 15,313,1966
26. HIROSHI OKAMURA, TOSHIHIDE YONEZAWA,
KOITI SETA, KATUHIRO NIITU, AND,
HIROSHI WAKO.
Experimentelle und klinische Studien bei Operation am offenen Herzen unter Hypothermie mit Kardioplegischen Substanzen, Langenbecks Arch. Klin. Chir. 297,593~633,1961
27. 岡村 宏他. 単純超低温法によるFallot四徴症根治手術その1 心臓1,8,806~820,1961
28. 岡村 宏他. 単純超低温法によるFallot四徴症根治手術その2 心臓1,9,903~914,1969
29. 岡村 宏他. Fallot四徴症根治手術—特に二段階手術での問題点—肺と心16,3,129~140,1969
30. 岡村 宏他. 低体温法の歴史的考察 臨床体温別冊 9,2,5~23,1989
31. 桂 重次, 渡辺 晃. 心臓大血管外科と低体温法, 胸部外科, 12,72,1969
32. 渡辺 晃. 直視下心臓内手術と超低温 日本胸外科学会誌, 04,598,1083
33. Takao Takahashi, An Experimental Study on Transplantation of the Aortic Arch, Part, I An Experimental Study on Interruption of the Ascending Aorta TJ Exp Med, 66,363,1957
34. An Experimental Study on Transplantation of the Aortic arch, part II Transplantation of the Sotce Arch under Severe Hypothermia (Rectal Temperature 18,5 - 14°C) The Tohoku journal of Expe rsineul Medicine 66,391,1957
35. 大原 到, 渡辺 晃他. 心臓停止による脳機能障害の研究, 313,1958
36. 桂 重次, 鈴木 二郎. 松果体部腫瘍手術, 日本医学新版
37. 渡辺 晃他. 低温麻酔をめぐる諸問題について最新医学, 14,162,1959
38. ISHIKAWA Y., u. H. OKAMURA: Grenzen fur die Wide rbelebunmg bei operetionen am offenen Herzen under tiefer Hypothermie. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 289,232~237,1958
39. Swan H&zeawin, I Surgery by Dired vision in opeu Heart during Hypotherunia J. A. M. A. 153, 1081, 1953
40. Bigelow, W, GZ Liudsay, W, KHypotheruia; Hs. Posible in Cardiae surgesy ; Investigation of Factors Govering Suruival in Dogs at Low Body Teumprature Ann. Surg 132,849,1953
41. Bigelow W. G. et al; Further Expeniucues with Hypotheania For Intacadaie Suregery in Monkeys and ground boys, Ann surg 131,361,1953
42. Cookson B. A. et al; Hypothersuia as a means of performing Intracardiac Surgery under direct Virsion Dis chest; 22,245,1962
43. Gollan to efal Hypothersuia of 1.5°C an Dogs Followed guy sursical : An. J. Pbyeiol, 181,297,1965
44. 俣野 一郎. 脳血流遮断に関する研究 日本外会誌, 13,978,1960
45. 渡辺 晃. 超低温麻酔 日本医学, 1959,1017, 1959
46. 渡辺 晃. 低体温麻酔について 外科診療, 6, 24,1962
47. Fumio Jin. Heat transplantation Tohoku J Exp Med 72,1,1960
48. 小山田 恵, 渡辺 晃他. 巨大縦隔腫瘍摘出術中発生した急性心停止症例に対する蘇生術成功の1経験, 外科治療2,135,1960
49. 小山田 恵, 渡辺 晃他. 脳腫頭部癌根治手術に対する低温麻酔の適応 外科診療, 1,139,1959
50. 村上 穆, 渡辺 晃, 富田 幸男. 低体温麻酔下腸頭十二指腸切除手術施行中誤って上腸間膜動脈を切断, 右腎動脈上腸間膜動脈吻合術を施行せる脾頭癌の1症例, 外科治療, 14,6,737,1962
51. 大原 到, 渡辺 晃他. 大動脈並びに空静脈移植に関する研究, 心臓外科研究別冊 342,1958
52. 小山田 恵. 私と低体温法30年の道程, 日低温会誌, 5,58,1985