

OPCAB 術中の体温保持を目的とした特殊保温ドレープの臨床応用

岩渕 美加¹, 荒井 裕国², 大洞すみ子¹, 小林 清子¹, 波田野江里子¹, 橋本 素乃¹
大井 啓司², 伊藤 聡彦², 染谷 毅², 田中 啓之², 田中 直文¹

OPCAB の術中低体温防止を目的とした保温ドレープを開発し、臨床応用した。保温ドレープのみを使用した群、通常ドレープを使用し、温風式加温装置を併用した群、通常ドレープのみを使用した群の3群に分け、体温の推移を比較検討した。その結果、保温ドレープは3群間で最も術中低体温を招きにくく、簡易で有効な術中体温保温法であることが明らかになった。また、コストダウンにもつながり、OPCAB手術のさらなる手術侵襲の軽減に貢献するデバイスであると考えられた。

KEY WORDS: OPCAB, prevention of intra operative hypothermia, thermal insulating surgical drape

Iwabuchi M, Arai H, Oubora S, Kobayasi S, Hatano E, Hashimoto S, Oi K, Ito F, Someya T, Tanaka H, Tanaka N: **Clinical application of an innovative special thermal insulating surgical drape for prevention of intraoperative hypothermia in OPCAB.** J Jpn Coron Assoc 2007; 13: 205-209

I. はじめに

近年、冠動脈バイパス手術(coronary artery bypass grafting; CABG)の対象患者は、高齢者や種々の合併症を併発したリスクの高い症例が増加したことから、手術の低侵襲化を目的とした方法が増えてきている。1990年代初めころより、体外循環を使用しない心拍動下CABG、いわゆる off pump CABG(OPCAB)が普及してきた。当院では、スプリング付きオクルーダー¹⁾(冠動脈を遮断するために使用)、冠灌流カテーテル²⁾(シースに接続して冠動脈末梢の灌流に使用)、リトラクトバルーン(シリコン製のバルーンで、心臓の後面に固定し空気を膨らませて心臓を挙上する)やテンタクルズ³⁾(三方向から吸引することで心臓を持ち上げ冠動脈の視野を確保する)などを開発・臨床応用し OPCAB の低侵襲化に向けて意欲的に取り組んできた。しかし OPCAB のひとつの弱点は、人工心肺による加温が行われないうえに手術中に低体温をきたしやすいためである。これは、術野が胸腹部のみならずグラフト採取のために上肢または下肢まで広範囲であり、保温できる部位が限られていることが、原因のひとつである。また、OPCAB 手術では消毒範囲も広く、手術中の患者加温方法が限られ、心臓が直接室温にさらされることにより体温低下が起こりやすい⁴⁾。手術中の低体温は、術後の回復にも大きく作用し低体温によって、薬剤作用の遅延、血液凝固

障害、ふるえ、創感染に対する抵抗力の低下、術後蛋白代謝抑制、心筋虚血の誘発などの合併症を生じ得る。麻酔中においては覚醒遅延、筋弛緩薬の作用遅延、薬物反射性低下が生じる⁵⁾。

当院における一般的な全身麻酔下での手術患者に対する保温方法として、室温の調節、高・低体温維持装置、温風式加温装置、血液加温装置などを使用し体温管理に努めている。しかしながら上記の加温装置を用いても、患者は低体温(およそ 35℃ 前半)のまま ICU へ入室していた事実があった。

現状の体温管理では満足のいくものではなかった理由から、今回小児外科の手術の際ラップやアルミ布で四肢をくるみ体温の喪失を防止することにヒントを得て、OPCAB 下でアルミ布を使用して低体温の防止を試みた。当初、術野以外の部位(頭部・上肢・下肢の先端)に未滅菌のアルミ布を覆うことから始まった。しかし身体を覆う面積が少ないことや未滅菌のドレープを使用することに清潔面の観点から問題があった。次にアルミ布自体を滅菌し術野に覆うことも行ったが、アルミ布の性質上柔軟性に乏しく患者の身体を被覆する効果が薄かった。保温効果をより確実にするためには、術野を覆うドレープ自体を保温性の高い素材に改良し清潔野を含めて、身体全体を覆うことがより効果的であるのではないかとすることに着目した。そこで、ホギメディカル社の協力を得て、新素材による保温ドレープを共同開発し臨床例において従来法との比較を行ったので報告する。

東京医科歯科大学医学部付属病院¹手術部、²心肺機能外科(〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45)(本論文の要旨は第19回日本冠疾患学会学術集会、2005年12月・大阪で発表した)
(2007.2.7 受付、2007.6.21 受理)

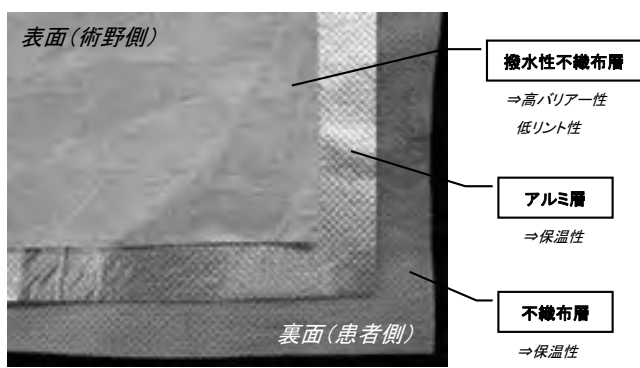


図1 保温ドレープの素材

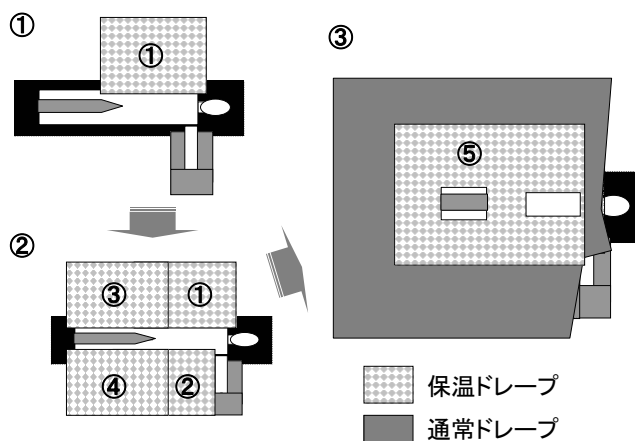


図2 保温ドレーピングの実際

II. 方 法

当院で行なわれている従来の OPCAB のドレーピングは、以下の通りである。

使用しているドレープは、木材パルプとポリエステルを素材とした不織布(以下、通常ドレープ)である。90 cm×120 cm のテープ付通常ドレープを両側胸部に2枚、腹部から下肢にかけて2枚、合計4枚使用する。頭側と下肢および両下肢間に150 cm×180 cm の通常ドレープを各1枚使用した後、中央に100 cm×145 cm の保温ドレープを貼り付けた210 cm×420 cm の通常ドレープで全体を覆っている。なお、術中、大伏在静脈(greater saphenous vein; SVG)採取中以外は、120 cm×120 cm の通常ドレープを4つ折とし、両大腿部を覆っている。

今回開発した保温を目的としたドレープは、以下の通りである。

撥水性不織布にアルミ蒸着フィルムと不織布を貼り合わせた複合素材(以下、保温ドレープ)を使用しており、ホギメディカル社に製作依頼したものである。このドレープは赤外線に対する輻射率(物質が赤外線を吸収して熱を生ずる率)が小さいアルミニウムを用いることで、体表面から発生する熱がドレープの外に放出されるのを防ぎ、受動的な体温保持を図れるように、工夫したものである(図1)。

術中の保温ドレープ使用法は、90 cm×120 cm のテープ付保温ドレープを両側胸部に2枚、腹部から下肢にかけて2枚、合計4枚使用する。頭側と下肢および両下肢間に150 cm×180 cm の通常ドレープを各1枚使用した後、さらに、210 cm×420 cm の保温ドレープで全体を覆っている。なお、術中、SVG 採取中以外は、90 cm×120 cm の保温ドレープで両大腿部を覆っている(図2)。

当院で行われている従来の保温方法としては、①高・低体温維持装置(GAYMAR 社製)(以下、Medi-Therm II)、②温風式加温装置(オーガスティンメディカル社製)(以下、ベアーハガー)、③血液加温装置(八光社製)(以下、ウォーマーバス)、④血液加温装置(サンジェニックス製)(以下、アニメック)、⑤手術室用保温肩掛(看護研究社製)

がある。

比較対象群としては、以下の3群に分類した。

①保温ドレープ群(6例)：保温ドレープ+従来の保温方法(ベアーハガーを除く)

現在当院で使用している通常ドレープにベアーハガーを併用した場合と同等の保温効果が得られるかどうかを調べる目的で、ベアーハガーを使用せずに、保温ドレープと現行の保温方法とした群。

②通常ドレープ群(7例)：通常ドレープ+従来の保温方法(ベアーハガーを除く)

保温ドレープの保温性を検証するため、保温ドレープ群と保温方法を統一し、検討することを目的とした群。

③通常ベアーハガー群(10例)：通常ドレープ+従来の保温方法(ベアーハガーを含む)

従来から当院で行っている方法を示した群。

麻酔導入1時間後に起こる中枢温の低下は、再分布性低体温といわれており、麻酔薬の血管拡張作用により、熱が体温の中核成分から末梢成分に移動⁶⁾するために起こると考えられている。そのため、その後の体温上昇は保温に由来する部分が大きいとされている。手術開始時刻は麻酔導入から約1時間後(Aライン・トリプルルーメンやスワンガンツカテテル挿入、剃毛や手術に適した体位の固定、消毒に要する)にあたるため、手術開始を初期体温に設定し、それ以降の体温上昇との比較検討を行った。

測定方法は、手術開始から30分毎に膀胱温、血液温、皮膚温(足背)を測定した。ベアーハガーを使用する群では、ウォーミングカバーを両肩と下肢の2箇所に着用し、設定温度は42℃とした。温水マットの設定温度も42℃とした。患者が裸体となるような部屋では体感温度で25℃以上が要求されており⁷⁾、手術室では室温24~26℃が望ましいとされている⁸⁾。よって、室温は26℃とした。手術時間は6時間半未満の症例とした。

膀胱温は、膀胱内に留置する尿カテテルに温度センサーが付属したもの(バーデックスシルバールプリキヤス

温度センサーカテーテル、バクティガード[®]、メディコン社製)であり、長時間手術の継続した体温測定に便利である。また、下腹部臓器の温度を直接反映するため、中枢温に近い。

血液温は、スワンガンツカテーテル(スワンガンツ[®]CCO/CEDV サーマダイリレーションカテーテル、エドワーズライフサイエンス社製)を留置して、その先端に付属している温度計を利用して測定するため、肺動脈血液温を直接測定でき、中枢温を反映する。

皮膚温は、皮膚温計(テルモファイナー[®]CTM-303、テルモ社製)を両足背に使用し、中枢温のみでなく、外気温の影響を受けやすいとされる末梢の温度を測定することで、患者全体の体温をとらえる指標とした。

直腸温は、手術中の継続した体温測定方法として最もポピュラーなもののひとつであり、重要臓器の温度を反映するものと考えられるが、直腸内の異物(便やガス)の影響を受けやすい⁹⁾。また、直腸温は体温の急激な変化に対し、大動脈血温と比較すると遅れが生ずる¹⁰⁾。このため、直腸温は今回の測定方法より除外した。

鼓膜温は、中枢温に近いとされており、当初この研究において鼓膜温もデータの対象になっていたが、測定者によって他の部位の中枢温と相違が生じることがわかった。これは、用手による鼓膜温測定器であったため、単に測定者の測定方法に問題があったと考えられる。したがって今回は測定方法より除外した。

研究期間は2002年11月から2005年8月までのOPCABを施行した25例を対象とした。対象患者の年齢は、49歳から82歳であった。

統計学検討にはt検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

III. 結 果

手術開始時の体温(以後初期体温と呼ぶ)を基準(0)とし、体温の推移を比較した。

1. 膀胱温でみた術中体温の推移(図3)

通常ベアーハガー群は手術開始から2時間後に -0.63°C まで下降し、4時間後は -0.06°C まで上昇した。通常ドレーブ群は、1時間後に -0.65°C まで下降し、3.5時間後に -0.32°C まで上昇した。保温ドレーブ群は、1時間後に -0.23°C まで下降し、2時間後に初期体温を上回った。その後、4時間後には、 $+0.38^{\circ}\text{C}$ まで上昇した。1, 2, 2.5時間後(*印)で、保温ドレーブ群と通常ベアーハガー群との間に有意差を認め2.5, 3時間後(◎印)で、保温ドレーブ群と通常ドレーブ群との間に有意差を認めた。

2. 血液温でみた術中体温の推移(図4)

通常ベアーハガー群は手術開始から1時間後に -0.17°C まで下降し、2.5時間後に初期体温になった。その後、4時間後には $+0.28^{\circ}\text{C}$ まで上昇した。通常ドレーブ群は2.5時間後に -0.40°C まで下降し、4時間後に -0.15°C まで上昇した、

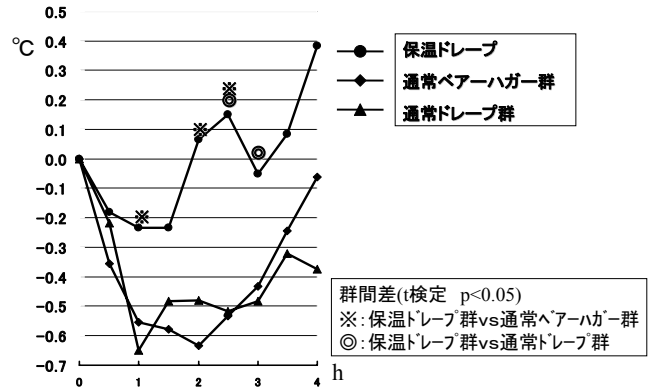


図3 術中体温推移(膀胱温)

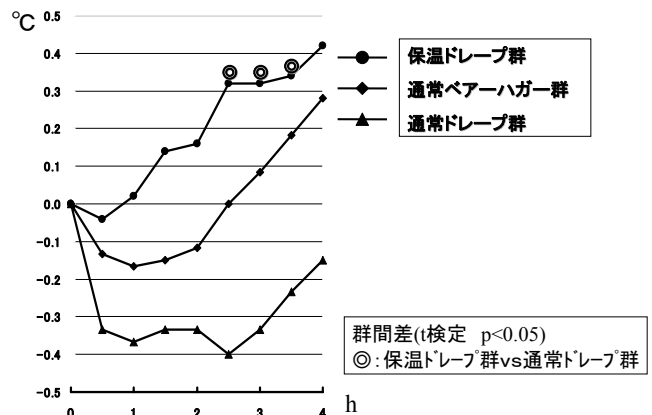


図4 術中体温推移(血液温)

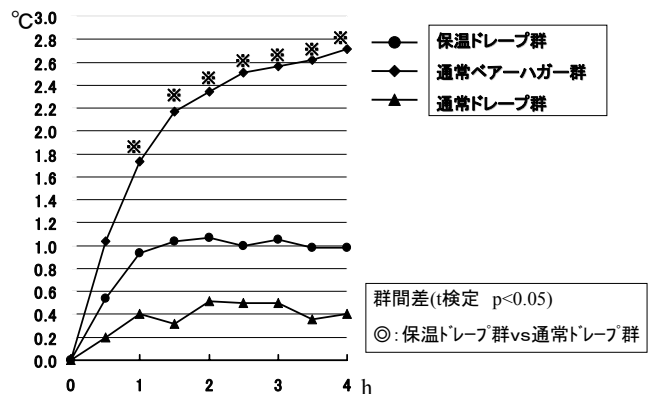


図5 術中体温推移(皮膚温)

保温ドレーブ群は、0.5時間後に -0.04°C まで下降し、1時間後に初期体温を上回った。その後、4時間後には、 $+0.42^{\circ}\text{C}$ まで上昇した。2.5, 3, 3.5時間後(◎印)で保温ドレーブ群と通常ドレーブ群との間に有意差を認めた。

3. 皮膚温でみた術中体温の推移(図5)

3群ともに手術開始から上昇し、4時間後に通常ベアーハガー群は $+2.71^{\circ}\text{C}$ 、通常ドレーブ群は $+0.40^{\circ}\text{C}$ 、保温ドレーブ群は $+0.98^{\circ}\text{C}$ であった。1~4時間後(*印)で保温ド

表1 ドレープコストの比較

通常ドレープ×ベアーハガー		保温ドレープ	
*通常ドレープ 210×420 cm : 1枚 *通常ドレープ 150×180 cm : 3枚 *通常ドレープ 120×120 cm : 1枚 *テープ付通常ドレープ 90×120 cm : 4枚	¥16,660	*保温ドレープ 210×420 cm : 1枚 *通常ドレープ 150×180 cm : 3枚 *保温ドレープ 90×120 cm : 1枚 *テープ付保温ドレープ 90×120 cm : 4枚	¥21,300
ベアーハガー上肢下肢用ウォーマー	¥11,600		
合計	¥28,260	合計	¥21,300

ドレープ群と通常ベアーハガー群との間に有意差を認めた。

ドレープコストの比較は、通常ドレープとベアーハガーを使用した場合、通常ドレープ 120 cm×120 cm が1枚、150 cm×180 cm が3枚、210 cm×420 cm が1枚、テープ付通常ドレープ 90 cm×120 cm が4枚、合計 16,660 円である。それに加え、ベアーハガー上肢用下肢用のウォーミングカバーが、1枚 5,800 円、2枚使用で、11,600 円となり合計 28,260 円となる。一方、保温ドレープを使用した場合、保温ドレープ 210 cm×420 cm が1枚、90 cm×120 cm が5枚、通常ドレープ 150 cm×180 cm が3枚、合計 21,300 円となる。両者の差は 6,960 円であった(表1)。

3群間において、年齢と手術時間、および BMI, EF に有意差はみられなかった。

IV. 考 察

中枢温の体温推移の分析結果より、保温ドレープ群において、血液温では、手術開始1時間後に初期体温を上回り、膀胱温では手術開始2時間後に初期体温を上回ったことが実証された。一方、通常ドレープ群において手術開始4時間後の膀胱温と血液温は、どちらも初期体温まで回復しなかった。通常ドレープ群で行われた、Medi-Therm II, アニメックのみの保温に比べ、保温ドレープやベアーハガーを加えたほうが、保温効果が高いことがわかる。また、通常ベアーハガー群における手術開始4時間後の血液温は、初期体温まで回復することができたが、膀胱温では、初期体温まで回復しなかった。さらに、手術開始2時間後の膀胱温は -0.7°C まで下降した。このことより、通常ベアーハガー群に比べて保温ドレープ群では、術中体温の低下が少なく、復温も早いといえる。これは、ベアーハガーの保温部位が、両肩・足関節より末梢側といったごく一部に限られてしまい、加温方法としてこの部位は、術野を確保しながら保温できる限界であると考えられる。解剖学的にも足関節を加温することは、効果が得られにくいと思われる。これに対し、保温ドレープは、両側胸部、清潔野の鼠径大腿部の保温が可能であり、術中も保温面積を拡大することで、よりいっそうの保温効果をあげることができると考えられる。皮膚表面あるいは術野からの熱喪失が、術中の身体からの熱喪失の大部分を占める。したがって、皮膚表面を保温あるいは加温して、皮膚表面からの熱喪失を

最小限に抑えることが術中低体温発生の予防には重要である¹¹⁾。

加温・保温を考慮するとき、低温熱傷が手術中でも問題となっている。ベアーハガーは、温度も4段階(28°C ・ 32°C ・ 38°C ・ 42°C)に設定でき、効果的な手術中の加温法のひとつであるといわれている。実際のベアーハガーの使用時間は約6時間にもおよび、使用するうえで、ウォーミングカバーと温風を送り込むホースとの接続部が、ホースの重みにより外れることもある。外れた場合、清潔なりネンの下になっているため、外れたことに気付きにくく、また、清潔なりネンを保ったまま接続を直すことも、やや困難である。このようなことから、直接温風が患者を吹き付ける危険性があり、それによる低温熱傷の危険性が全くないとはいいいきれない。その点、保温ドレープは積極的な加温に頼らず、患者の体表面から発生される熱を利用した保温のため、熱傷の危険性は全くなく安全で安心して使用できるのである。

手術室の環境は、通常 OPCAB の手術に限らず、様々な医療機器に囲まれている。主な機器は麻酔器・心電図・電気メス・手術台・輸液ポンプ・シリンジポンプ・吸引器等であり、配線・配管も多く室内が煩雑になりがちである。さらに OPCAB では、自己血回収装置の使用、人工心肺装置のスタンバイが必要であり、配線が多いことによって、環境整備ができにくいと考えられる。この点においても保温ドレープは、配線もなく使用できるため手術室内の環境整備に役立っていると考えられる。

コスト面に関しては下記の通りである。

まず消費電力という点では、体温管理をするうえで、上記にあげたベアーハガーは ME 機器であるため消費電力も多い。保温ドレープはそれ自体を患者に被覆するだけで効果を発揮するので、消費電力はゼロである。

また、ベアーハガーのウォーミングカバーは、ディスプレイであるためコストがかかる。そのため、再利用している施設が多いと予想される。しかし、一度またはそれ以上何度も患者に使用したものを別の患者に再利用することは、細菌感染の危険性を伴う可能性があるため避けるべきと考える。ドレープのコストの比較については、保温ドレープはディスプレイであるにもかかわらず、ベアーハガーのウォーミングカバーの価格よりも約 7,000 円

コストダウンとなり、安価である。また、当然のことながら感染の危険も全くなく、安心して使用できる。

保温ドレープは、水性不織布にアルミ蒸着フィルムと不織布を貼り合わせた複合素材から作られており、ME 機器（電気メス）の相互作用の危険性についても検証したが、実際の手術においても電気メスの使用に問題はなかった。また、患者自身にも熱傷などの皮膚異常がみられなかったことから ME 機器（電気メス）の相互作用の危険性はないと考えられる。

今回の研究では、患者の体温が過剰に上昇し、うつ熱を引き起こすことはなかった。これは、麻酔導入後における中枢温の低下や、術式により広い術野の確保が必要であることが関係していると考えられる。しかしながら、保温ドレープは一度被覆してしまうと温度調節ができないことも事実であり、患者の術式や状態によっては、うつ熱に陥ることも考えられる。この場合、術中体温に合わせた保温ドレープの被覆の調整（両大腿部のドレープの調節）による対処が可能である。

患者の体温や心機能が、術中体温変化に影響を及ぼす可能性も考え、BMI・EF と術中体温変化の相関を検討したが、今回、明らかな相関を認めなかった。今後、症例数を重ねて検討していきたい。

また、保温ドレープを使用した患者の術後経過（ICU での体温の推移、抜管までの時間、感染発症率など）も今回の研究に関係があるため分析を試みた。しかしながら ICU と手術室間で体温に関する詳細な情報の連携ができていなかったため、ICU における術後経過のデータと、術中の保温ドレープ使用の有無との関連性を収集することができなかった。今後は、保温ドレープの使用が術後の患者に有効であると実証するためにも ICU との連携をもち、データの分析をする必要があると考えられる。

V. 結 語

保温ドレープは、術中体温低下防止に有効であり、経済性もあり容易に体温が保持されるため、OPCAB のさらなる手術侵襲軽減効果に貢献するデバイスであると考えられた。

文 献

- 1) Arai H, Oi K, anaka H, Tabuchi N, Sunamori M: Safe coronary artery occlusion with a new tourniquet in off-pump bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 1137-1139
- 2) Arai H, Yoshida T, Izumi H, Sunamori M: External shunt for off-pump coronary artery bypass grafting: distal coronary perfusion catheter. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 681-682
- 3) Arai H, Mizuno T, Yoshizaki T, Itoh F, Oi K, Someya T, Tanaka H, Sunamori M: A new multi-suction cardiac positioner for multi-vessel off-pump coronary artery bypass grafting. *Innovations* 2006; **1**: 126-130
- 4) 川島千恵子, 渡邊裕美子, 牧野千哲, 松藤恵子: OPCAB 手術患者における手術前加温の効果. *手術医学* 2004; **25** (3): 27-29
- 5) 本山慶昌: 麻酔の基礎知識と周術期ケア, 医学芸術社, 2002
- 6) 岡本浩嗣: 周術期の体温管理. *Expert nurse* 2003; **19** (12): 10
- 7) 田中正敏: 手術室の至適温熱環境. *OPE nursing* 1995; **95** 春季増刊号: 128
- 8) HEAS-02(1989): 病院空調設備の設計・管理指針. 病院設備 1989
- 9) 並木昭義, 山蔭道明, 五十嵐元彦: 図解体温管理入門, 真興交易医書出版部, 1998, 12-19
- 10) 戸野 保: 直腸温. *OPE nursing* 1995; **95** 春季増刊号: 53
- 11) 赤田 隆: 術中体温管理の用いられる加温/保温法と冷却法. *OPE nursing* 1999; **14**(8): 43-50