

Vol. 6

Patient Warming Voice

3M
Bair Hugger™
Normothermia System

周術期体温管理は次のステージへ より効果的に実践するために

第30回日本手術看護学会年次大会
ランチョンセミナー 9
仙台国際センター

2016年10月15日(土) 12:10~13:10

体温調節機能が破綻する低体温の定義

「低体温」は、端的にいうと体温調整中枢の破綻をさす。私たち恒温動物には体温を維持する機能が備わっており、それは脳で調整している。しかし、そのシステムが破綻してしまう状況を低体温と定義することができる。

臨床的には36℃以下を低体温、40℃以上を高体温と呼ぶ。高体温状態が続くと人体に影響が出てくるが、低体温状態では案外生命を維持できるが、周術期では各種の合併症のリスクをあげることがわかっている。

体温調節機能の破綻の原因の1つは麻酔薬と大きな傷を患者につくることである。この2つが医原性であり、3点目に侵襲やサイトカインによる熱発があげられる。

麻酔の影響による再分布性低体温

周術期の低体温の代表的な影響因子は、①体温調整中枢反応の抑制、②熱産生と放散のアンバランス、③冷たい輸液、④再分布性低体温の4つがあげられる。これらの影響が重なり、周術期に体温はどんどん失われていく。なかでも「再分布性低体温」が重要なキーワードとなる。

再分布性の低体温とは、麻酔をかけたときに急激に体温が奪われていく状況である。加温をしない場合は着実に体温が下がり、これ以上下がらない体温で一定の値が続くことが多い(図1)。

周術期の低体温が人体に与える影響として、①創傷治癒の遅延、②感染率の増加、③心血管系のリスク増加、④出血量の増加などがあげられ、これらによって入院日数も長期化する。結果的に、医療にかかるコストを上昇させることになる。

36.6℃と34.7℃の群に分けて創部感染の感染者数を調べてみたところ、「2℃の違いで劇的に感染率が減った」というデータがある。



〈座長〉

江島 豊 先生

東北大学病院 手術部

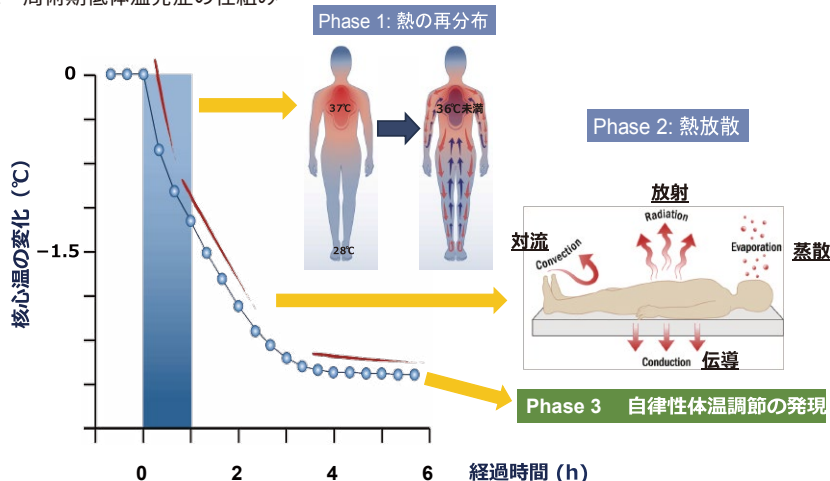


〈演者〉

立花 俊祐 先生

札幌医科大学医学部 麻酔科学講座

図1 周術期低体温発症の仕組み



Sessler DI, Perioperative Heat Balance. Anesthesiology 92(2):578-96, 1995.

創部感染からみた位置づけとしては、①剃毛が適切に行われているか、②予防的な抗菌薬投与が行われているか、③術中血糖値200mg/dL以下という血糖コントロールができているか、④正常体温を維持することで創部感染のリスクを下げることも常識になりつつある。

次に麻酔薬の影響という見地から考える。正常体温と軽度低体温で、筋弛緩薬の作用の継続性を比較した。正常体温の場合はある程度の時間で筋弛緩作用が切れていくが、低体温では作用時間が倍近く延びることが報告されている。そして、「麻酔からの覚醒にも時間がかかる」という結果がでている。

出血量と輸血量の変化も同様にみると、「正常体温（36.5℃）群と軽度低体温（35.0℃）群では、出血量・輸血量とも正常体温のほうが少なかった」という結果になっている（図2）。なぜ出血量・輸血量ともに正常体温のほうが減少したのだろうか。私たち麻酔科医は術前から出血時間、PT（プロトロンビン時間）、APTT（活性化部分トロンボプラスチン時間）などの血液凝固能に着目することが多いが、「低体温になればなるほど出血時間が伸び、PTやAPTTといった指標も、体温が下がるごとに延長する」と報告されている（図3）。

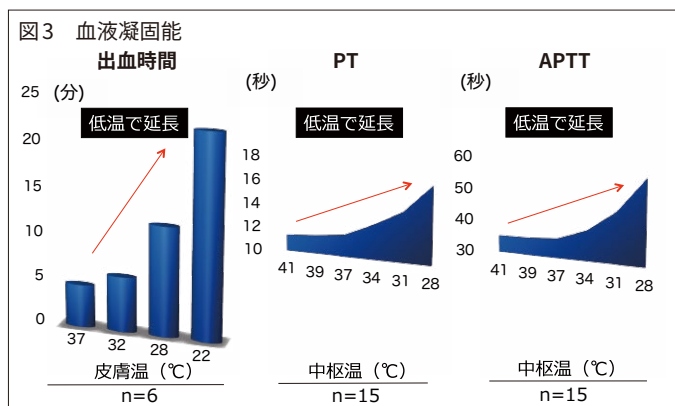
図2 出血量と輸血量の変化

出血量

	36.6℃ (n = 30)	35.0℃ (n = 30)	P
手術終了時	690 ± 230	920 ± 400	0.008
術後3時間	1310 ± 330	1700 ± 510	< 0.001
術後12時間	1500 ± 310	1970 ± 560	< 0.001
手術翌日	1670 ± 320	2150 ± 550	< 0.001

輸血量 (ml)

	36.6℃ (n = 30)	35.0℃ (n = 30)	P
輸血を受けた患者数	1/30	7/30	0.06
術後3時間	10 ± 55	60 ± 120	0.04
手術翌日	10 ± 55	80 ± 154	0.02



シバリングの防止と体温維持の重要性

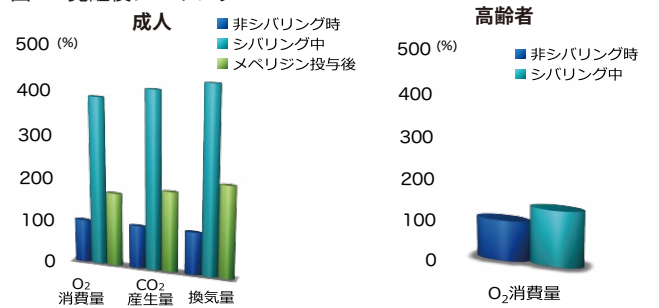
術後に患者が震え出すシバリングがときおり起こるが、シバリングはなぜよくないのだろうか。

シバリングは酸素の消費量を増やすことがわかっており、循環や呼吸に問題がある患者の場合、シバリングによって酸素消費量が増加してしまうと全身状態が悪化する可能性がある。これは高齢者に限らず成人にも起こるというデータがあるため、私たちとしては極力シバリングの発症を防ぎたいと思っている（図4）。

次に、周術期の体温維持について述べる。

術後回復強化プロトコル（ERAS：Enhanced Recovery After Surgery）にも「体温管理」の項目が設けられており、体温維持はスタンダードな知識となっている。具体的には、3 M™ ペアーハガー™ ア

図4 覚醒後シバリング



ンダーボディ ブランケットなどに代表される「温風式の加温をさす」と明記されている。CDCの「手術部位感染対策ガイドライン（2014年ドラフト）」にも「カテゴリー 1A」というエビデンスの高い情報を根拠として、「周術期には正常体温を維持する」と指導している。

SCIP（Surgical Care Improvement Project）にも、術後合併症を予防するために必ず体温を維持すべきである旨が掲載されている。『Anesthesiology』（麻酔学）という専門雑誌の2015年の論文でも、「SCIPの勧告に従って正常体温を維持した結果、感染（Any infection）をより防ぐことができた」という報告がある。虚血性心疾患イベント（Ischemic cardiovascular event）や予後（Inhospital mortality）を改善する効果があったという報告もある。

英国では国立医療技術評価機構（NICE：National Institute for Health and Care Excellence）のガイドラインがスタンダードになっており、体温以外の各領域についてもアプローチ方法の効果、費用対効果などが詳細に明記されている。ホームページの体温の項目を閲覧してみると、「導入前に30分以上温風式加温装置を使用する」とか「手術後も加温を行う」と明記されている。

周術期低体温予防のフローチャート（図5）にも、保温について言及されている。術前の保温、手術室への移動時の保温のほか、可能であれば歩行入室で入室時に体温測定し低体温であれば加温するよう指示している。麻酔導入に関して特徴的なのが、「核心温が36℃以上になってから麻酔を導入する」という点である。日本の医療現場では「いま35.8℃だから麻酔を待ってください」というやりとりはないので、NICEのガイドラインに学ぶべきことは非常に多いといえる。

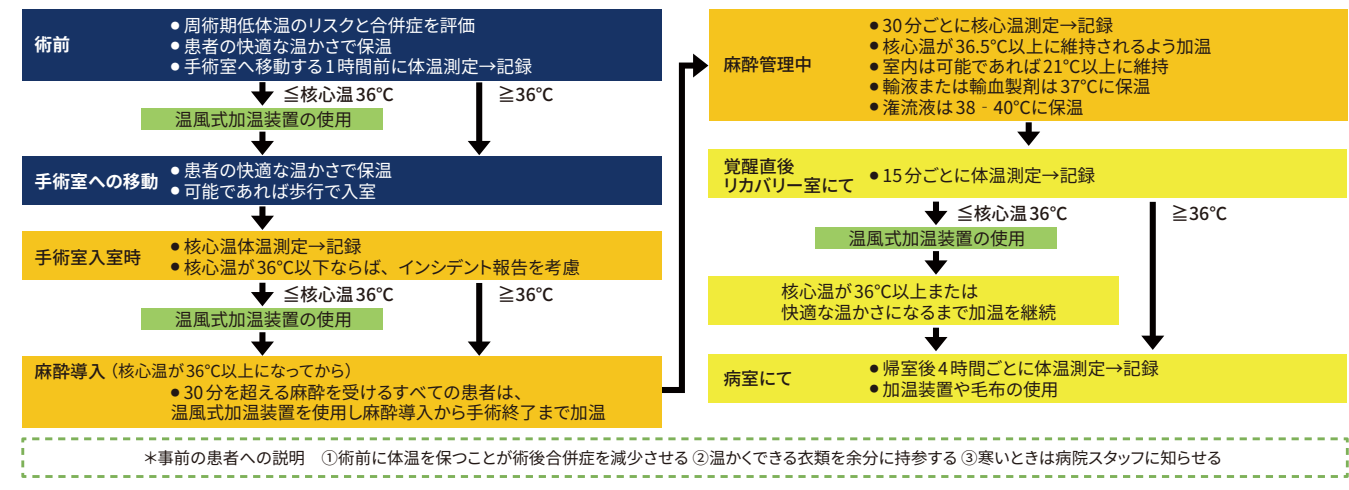
術前の患者説明に関する注意事項も一歩進んでいる。術前に体温を保つことが術後合併症を減少させることを説明するうえで、「温かくできる衣類を余分に持参してもらうこと、寒いときは病院のスタッフに知らせてもらうことを患者に伝える」などの指示がある。

次に、当院での体温モニタリングについて紹介する。症例は限定されるが、鼓膜温や核心温の基準とされている食道温のほか直腸温も測定することがあるが、直腸温は少し正確性に欠けるという印象がある。

「3 M™ スポットオン™ 深部温モニタリングシステム」は前額部に貼るタイプで、①しっかり粘着しずれにくい、②術前から術後まで使うことができるという特長がある。実際に使用した患者に聞いたところ、「非常にコンパクトなので装着していてもそれほどつらくない」ということである。低侵襲で衛生面にも優れ、装着時間が長くても表皮剥離などもないので、使いやすいと実感している。また、ドクターヘリなどの狭い場所でも正確な値が測定できると思われる。3 M™ スポットオン™ 深部温モニタリングシステムを使用した非心臓手術での体温の推移をみると、食道温と追従性が非常によく、かつその差もごくわずかだということがわかった。

しかし、開頭する脳外科手術の場合は3 M™ スポットオン™ 深部温モニタリングシステムを前額部に貼ることは難しいので体温測定が困難になる。そこで腹腔鏡手術の際に頸部と胸部に貼ってみたところ、麻酔導入後に加温して食道温と比べてみると大きな誤差はなかった。もちろん貼付する場所の検討は必要だが、頸部と胸部でも体温の推移をしっかりとらえることができることが証明された。

図5 周術期低体温予防のフローチャート



高い加温効率を得るには加温装置を正しく使う

次に加温効率に関して考えていきたい。

体温の90%は体表を通して失われるといわれているので、皮膚を温めることで保温できるといえる。一方で、体表からの加温を安全に行える温度は 43°C くらいまでだといわれているので、適切な温度で可能なかぎり広範囲の体表を加温することが重要になってくる。

昨今は、3M™ ベアーハガー™ パーシエントウォーミングに代表される細かな温度設定が可能な加温装置が登場しており（図6）、同時にウォーミングブランケットの種類も豊富である。たとえば、3M™ ベアーハガー™ アンダーボディブランケット（以下、ブランケット）では、碎石位や脊椎手術に対応したもののほか、乳幼児用なども用意されている（図7）。適切な体位と手術内容に合わせてブランケットを選ぶと、加温効率が上がると考えられる。

さらに、3M™ ベアーハガー™ パーシエントウォーミング本体の Model 5050（旧型）と Model 775（新型）を比較してみると、性能も確実に向上してきている。サーモグラフィでみると時間が経過するごとに温かい部分の面積が広がり、その範囲は Model 775 のほうが広いことがわかる（図8）。このように、使用機種を選択も大切である。また、これらの製品を適正に使用することも加温効率を上げる重要なポイントである。不適正な使用例として以下の3つがあげられる。

①ホーシング（Hosing）：ブランケットを使用しないためホースから直接高温の温風が集中して吹き付けること。また、ブランケットを使用した

としても固定されていないノズルの先が患者の皮膚に接触したり、ホースの接続部分のはずれることで熱傷リスクが上昇するという実例がある。米国FDAの報告では、重度の熱傷により両足の切断を余儀なくされたという。

②再利用（Reusing）：ブランケットには患者の血液やさまざまな分泌物が付着する可能性があるため、複数の患者で再利用すると感染のリスクが上がる。また、複数回使用することによってブランケットが破損した場合熱傷のリスクや、加温効果が低下することも考えられる。接続部が緩んではずれるリスクも上昇する。

③混用（Commingleing）：メーカー指示のブランケットと装置の組み合わせをしないこと。温風式加温装置の本体とブランケットは風圧と温度のバランスを保つことでトータルシステムとして設計されている。混用することで、機能が正常に働かなくなってしまう可能性がある。加温効果も悪くなるので混用は避けるべきである。

以上3点のことは添付文書にも明記されており、禁忌項目になっていることをあわせて強調したい。

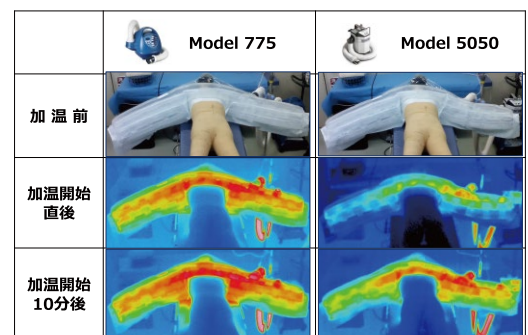
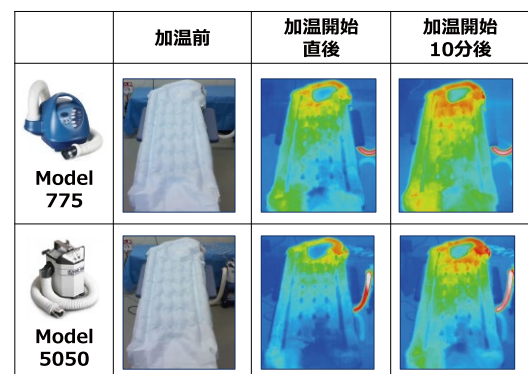
図6 温風式加温装置



図7 ブランケット



図8 温風式加温の効率性



体温管理の最新知見「プレウォーミング」を理想に

体温管理について説明してきたが、大切なのは正常体温を維持することである。とくに周術期は低体温になりがちな環境なので、これを維持するためには再分布性の低体温を予防することが重要である。

諸外国では「プレウォーミング」という概念があり、有効性が報告されている。これは「手術前から温める」ということで、術前30～60分を目安とし、麻酔導入前から体表温を温めることを目的としている。もちろん、体内と体表には温度差があるので、体表温を上げることで核心温との乖離を縮めることが重要となる。

体温と加温についてのいくつかの最近の論文を紹介する。

健康な26歳前後のボランティアを、温風式加温で2時間加温したところ、加温しなかった群よりも麻酔導入1時間後に約1℃高いという結果がでた(図9)。健康な人でもこれだけの差が出るということは、開腹手術患者を加温しないとずっと体温が下がる可能性がある。

2つめは、全身麻酔患者200名を麻酔導入前0分、10分、20分、30分に分けて加温した群それぞれを比較したところ、加温なしの群では手術中に体温が低下し術後も元の体温に戻らなかった。しかし、10分、20分、30分だけ加温した群は、それほど体温の差は生じなかった(図10)。つまり、加温時間は短時間でもそれなりの効果があることがわかったのである。

下半身麻酔だけの帝王切開症例でも、プレウォーミング群と術中加温群に大きな差が生じた(図11)。60分後の終了時には1℃近くの差があり、

プレウォーミング群ではシバリングを発症した人も少なかったという。全身麻酔だけではなく、下半身麻酔でも加温の重要性が確立している印象がある。

オフポンプCABG(冠動脈バイパス移植術)の全身麻酔導入ケースでも、麻酔導入中に温風式加温装置を使って加温し続けた群と、しなかった群では手術2時間後に1℃近くの差が出た(図12)。

最後は、加温方法を組み合わせた例である。帝王切開患者を温風式加温+点滴加温の群と、保温ブランケットのみの群を比較したが、保温のみよりも加温したほうが体温を維持できたという結果が出た(図13)。

体温を維持することは、出血量や輸血量の減少にもつながるので、手術中の体温を維持することは非常に重要だと考えている。

ガイドラインの理解が効果的な体温維持につながる

効果的な加温は、術前、術中、術後それぞれの段階である程度行うことが重要である。さらに、正確なモニタリングを心がけ、再分布性の低体温の悪影響、加温方法について理解すること、つまり最新のエビデンスやガイドラインを理解し、これに則り実行することが加温効率を上げる方法だと考えている。

結論として、①低体温を避ける、②体温測定を正確に非侵襲的に行う、③プレウォーミングを実施する、④加温効果を意識して体温管理をすすめる、の4点に絞られる。患者の予後を少しでもよくするために、これらを念頭において体温維持に努めていただきたいと思う。

図9 プレウォーミング群と非プレウォーミング群の比較①

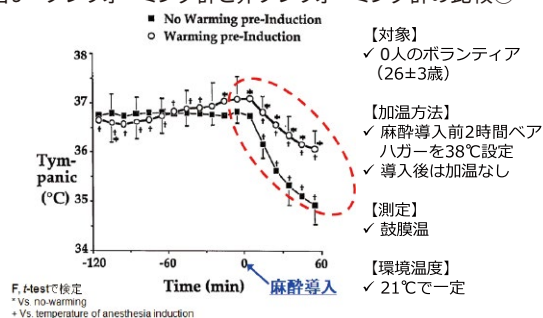
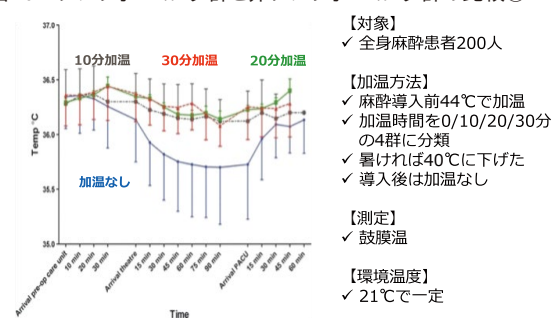


図10 プレウォーミング群と非プレウォーミング群の比較②



販売名: 3M ベア-ハガー ベーセントウォーミング モデル 775
 認証番号: 224ADBZX00145000
 販売名: 3M ベア-ハガー ベーセントウォーミング ブランケット
 認証番号: 223ADBZX00108000
 販売名: 3M ベア-ハガー 深部温モニタリングシステム コントロールユニット
 認証番号: 226ADBZX00092000
 販売名: 3M ベア-ハガー 深部温モニタリングシステム センサー
 届出番号: 13B1X10109000255

3M, Bair Hugger, ベア-ハガー, スポットオンは、3M社の商標です。



スリーエム ジャパン株式会社
 ヘルスケアカンパニー

感染管理製品事業部

<http://www.mmm.co.jp/hc/medical/>

図11 下半身麻酔導入におけるプレウォーミング群と非プレウォーミング群の比較

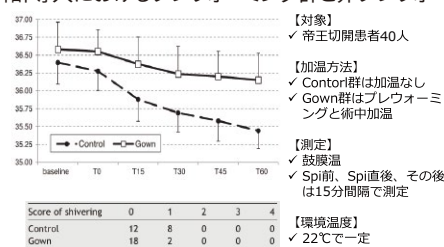


図12 全身麻酔導入におけるプレウォーミング群と非プレウォーミング群の比較

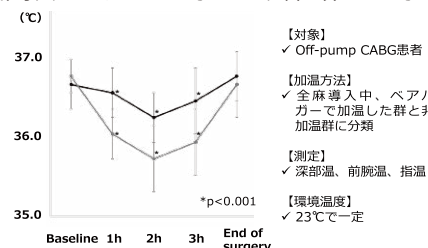
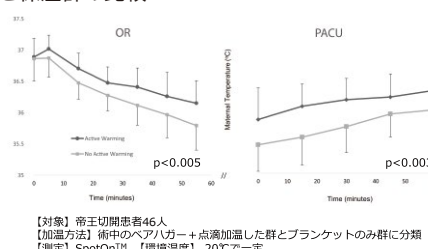


図13 加温群と保温群の比較



*図表はすべて立花先生ご発表資料より

「3M™ スポットオン™ 深部温モニタリングシステム」は、「3M™ ベア-ハガー™ 深部温モニタリングシステム」に名称変更いたしました。このたびのブランドリニューアルを機に、周術期体温管理にかかわるトータルソリューションをより強化し、さらに幅広い製品とサービスを提供してまいります。

2017年4月発行

カスタマーコールセンター

製品のお問い合わせはナビダイヤルで

0570-011-321

8:45～17:15 / 月～金 (土日祝年末年始は除く)
 全国どこからでも市内料金でご利用いただけます

Please Recycle. Printed in Japan.
 © 3M 2017. All Rights Reserved.
 HPM-753-A(041730)TP