

# 実践！よりシンプルに体温管理療法をするコツ

～より多くの心肺停止蘇生後の適応症例で行うために～

座長



## 今井 寛 先生

三重大学医学部附属病院  
救命救急・総合集中治療センター / 救急科 センター長・教授

演者



## 石倉 健 先生

三重大学医学部附属病院  
救命救急・総合集中治療センター / 救急科 副センター長・講師

「AHA 心肺蘇生法ガイドライン」では 2010 年から、心肺停止後の脳保護戦略として体温管理療法 (TTM: targeted temperature management) が提示されるようになりました。ここでは、心肺停止蘇生後の体温管理がどのような位置付けであるか、ガイドラインを振り返り、2021 年に発表された「TTM2 Trial」を受けて今後どのように対応していくのかを述べたいと思います。また具体的な TTM の取り組みについて、心肺停止蘇生後の当院での使用対象と方法、皮膚管理、体位変換などについて、皆さんにわかりやすくお伝えします。救急医療に従事されている方々の参考になれば幸いです。

三重大学医学部附属病院 救命救急・総合集中治療センター 救急科 副センター長・講師 石倉 健

## 心肺停止蘇生後の体温管理 ～ガイドラインの変遷～

心肺停止蘇生後の TTM の変遷について、アメリカ心臓協会の「AHA 心肺蘇生法ガイドライン」を見てみますと、2005 年の段階では「さらなる研究が必要」とされていますが、2010 年からは、「院外での VF からの自己心拍再開 (ROSC: return of spontaneous circulation) 後に、昏睡状態の成人を対象に、32～34℃、12～24 時間維持が推奨」と記載されるようになりました。この時点では、

「院内での ROSC、院外での無脈性電気活動 (PEA: pulseless electrical activity) 心静止からの ROSC について考慮を必要とすることも推奨」とありました。これが 2015 年になると、ROSC 後の昏睡状態の成人に対し、「32～36℃、24 時間以上の TTM を推奨」と、体温の設定範囲はより広く、時間もより長くなりました。



そして、2020年のものでは、「初期波形、院内外に関係なく、ROSCした昏睡患者に対して TTM が推奨」と変更されています。つまり、ROSC 後はすべての症例での TTM を推奨するということです。日本蘇生協議会の「JRC ガイドライン 2020」においては、エビデンス、クライテリアまでもしっかり記載されています（図 1）。

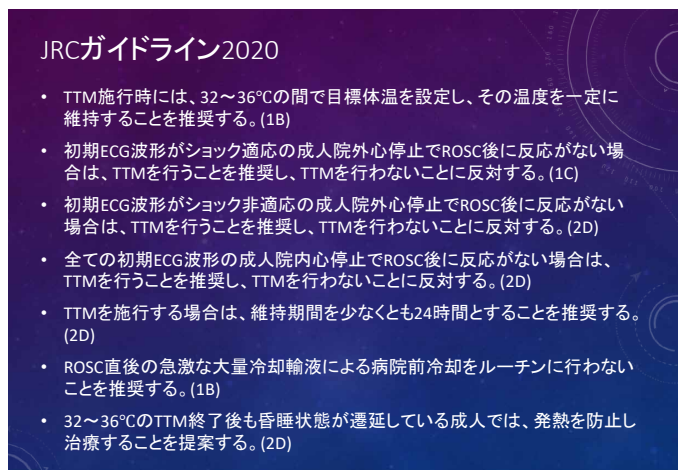


図 1：JRC ガイドライン 2020 の内容

## TTM2 trial が示唆する 体温管理の重要性

目標温度の比較（低体温群『33℃』vs 標準体温群『37.8℃以下』）を主眼に置いた TTM2 trial の結果は、生命予後および神経予後について、それぞれの年齢、性別、ROSC までの時間、初期リズムなども含めて、評価および（サブグループでの）解析をしても低体温群と標準体温群とで差がありませんでした。

また、データを見るとショック適応症例が圧倒的で、心原性かなり多いことがわかります。25 分未満で ROSC している症例も多数です。当院がある三重県では、搬送に時間がかかり、ROSC まで 30～40 分、長い場合には 70 分というケースもありますので、今回の Trial はかなり条件が良いのでは、と感じています。

そして、注目すべきポイントとしては、標準体温群でも約半分の 46% が冷却デバイスを使用していたことが挙げられます。体温コントロールのために解熱剤の使用は許可されていましたが、やはり冷却デバイスでの体温管理が必要だったことがわかります。

これらを踏まえて TTM2 trial からわかることは、低体温と標準体温、適正な目標体温はまだ明確ではないものの、いずれにしても体温管理が重要であるということです。ただし、低体温群に関しては不整脈の合併症が多く、ほかにも体温管理の際に発生するシバリング、低体温利尿と電解質異常、凝固異常と出血、感染などには、引き続き注意が必要になります。

当院では多くの場合、目標体温を 34℃ に設定しています。不整脈の出現はほとんどなく、血圧が下がる症例や低体温利尿の頻度も比較的少なく済んでいます。これはガイドライン推奨内で

当院が実際に行い得た考えですが、可能であれば 34～36℃で 24 時間、その後ゆっくり復温するのが良いと思います。

## ROSC 後からの TTM の流れ

当院で TTM を行う対象は、ガイドラインと同様に「心肺停止から蘇生後で指示動作のできない全ての症例」です。GCS (glasgow coma scale) の「M6 (運動反応の 6 点『命令に従う』) ではない」を基準にしています。仮に M6 が確認できればその時点で方針を転換しますが、すでに ICU に入った場合は、そのまま体温管理を継続します。

除外基準は、くも膜下出血や大動脈解離、持続的な出血があるなど、救命困難な疾患が明らかになった場合です。また、輸液負荷や昇圧剤でも、血圧などのバイタルを維持できない症例もあります。

次に、実際の実施方法について、ROSC 後の管理の観点から流れをお伝えします（図 2、3）。当院では、ROSC 後に、気管挿管と人工呼吸器管理、昇圧剤ノルアドレナリンの準備が始まります。そして、12 誘導心電図を取って、心臓カテーテル治療、経皮的冠動脈インターベンション（PCI：percutaneous coronary intervention）の適応・非適応を確認します。また、薬剤などを必要とするため、ここで動脈圧ライン、中心静脈カテーテルを留置するかどうかを判断します。

基本的に全身 CT 撮影をします。これによって、くも膜下出血や救命できない血管障害などが見つかることがあるからです。加えて、気胸、心タンポナーデ、蘇生処置による合併症などが発見されることもあり、その対応を検討します。この時に、PCI が適応と考えれば、その対応に移ります。



図 2：ROSC 後からの流れ

その後、ICU に入り体温管理を行います。おおよそ PCI などが終わり、ROSC 後から 2、3 時間経過したタイミングで TTM を開始します。TTM 開始後 2 時間以内で冷却でき、TTM 開始までと合わせると約 5 時間ほどで目標体温となるため、ROSC 後から 6 時間以内の目標体温到達はさほど難しくありません。ICU での管理移行後は、体動やシバリングを出さないように鎮痛剤、鎮

静剤、筋弛緩剤等を迅速に投入します。その後、電解質管理などに移行します。

体温管理では、ArcticSun™ 5000 体温管理システム（以下 ArcticSun）を主に使用しております。多くの場合は水温のリミッター

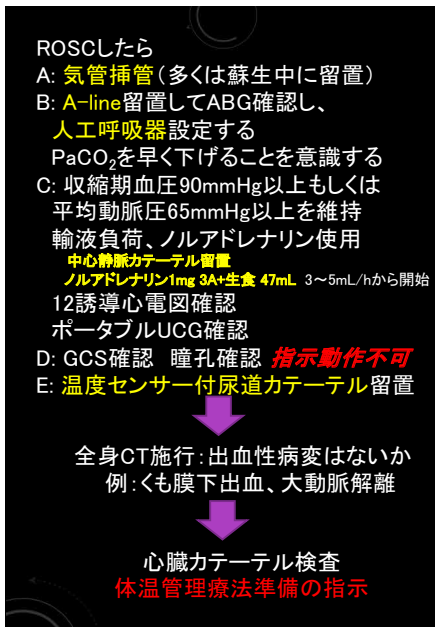


図3: ROSC後にABCDE順に行う具体的な対応

を設けません。当院では、以前皮膚障害を心配して下限水温を24°Cに設定しました。この設定ならば皮膚障害は確実に起こりませんが、目標体温到達まで6時間ほどかかるため、直近では24°C設定をやめて冷却時間がミニмумになるように設定しています。

## TTM 中は鎮痛、鎮静、筋弛緩の薬剤の使い方に留意

TTM 中は、鎮痛剤、鎮静剤、筋弛緩剤をうまく使って体温管理することが大切です。

参考までに当院における初期設定について述べますが、まず鎮痛剤としてはフェンタニル原液で1 mL/h、筋弛緩剤はロクロニウム原液で2 mL/h、ミダゾラム（1 アンプル 10 mg 2 mL）は5 アンプルと生食 40 mL total 50 mL として3 mL/hと、薬剤は「1-2-3」と覚えやすいセットで用意しています。その後も体動が残存する場合は、鎮静剤や筋弛緩剤を増量します。薬剤の中止は、復温後で問題ありませんが、少なくとも36°C以上となつてから、筋弛緩剤や鎮静剤を中断します。それでも意識が改善しない場合は、鎮痛剤も終了する方法を採ることが多いです。

次に人工呼吸器の管理ですが、従圧制御でも、従量制御でも構いませんが、ETCO<sub>2</sub> 35 ~ 40 mmHgを目標に調整を行います。酸素は心肺停止の蘇生中は必要ですが、ROSC後は、脳へのフリーラジカルによる障害があると考えられているため、SpO<sub>2</sub>が100%にならないように配慮します。

また、体温管理中、まれに低体温利尿を来す症例があります。低体温利尿は、32 ~ 33°Cでは頻繁ですが、34°Cでは症例に差があるため、尿量が時間当たり150 ~ 200 mlを超える場合は、慎重に対応する必要があります。一点、注意が必要なのは、尿量が増えた際には圧倒的にカリウムが低下するため、チェックと補正を忘れないことです。鎮痛剤などの投与により、末梢血管が広がると低血圧になりますが、それに対しては基本的にノルアドレナリンで管理しています。

ArcticSunの水温が急に下がる場合は、発熱があるかもしれません。そして、水温の上下動を繰り返すような現象が見られた場合は、シバリング、感染症を疑って対応を行います。

ただし、パッドの密着度合いによっても温度変化が出る場合があります。パッドのカバー範囲が少ないと変動しやすいため、適切に貼り付けられているかを必ず確認してください。

## ArcticSun による皮膚管理と体位変換

当院では基本的に、パッドを貼る場所にはスプレー式の皮膚保護剤を使います。そのため、パッド本来の強い密着力が少しソフトになっていますが、剥がれやすくなることもあるため、施設で使っている皮膚保護剤とご調整ください。

膝部分でパッドの縁が食い込む場合は、クッション性のある皮膚保護剤を間に挟みこみます。また、パッドと膝が当たると発赤することがあるため、管理には気を付けてください。当院ではパッドを剥がしたり張り替えのとき、機械のスイッチを止めたりはせず

## TTM 開始時の実際

最終的にTTMの実施を決定し開始する場合には、ICUに体格などを伝えて、あらかじめArcticSun本体を準備します。Arcticジェル™パッド（以下パッド）は日本人の男性でS、女性でSSがフィットしやすいかと思えます。体温冷却は早く始めるためにも心臓カテーテル検査中も施行が望ましいですし、ArcticSunのパッドはX線透過素材なのでその状況でも使用可能です。しかし、多くの病院ではデバイスを移動させる人員が不足しており、現実を考慮すると、ICUに設置してデバイス移動の手間をなくすほうがよいと考えています。そして、ICU入室後、モニタリング管理などが落ち着いた段階で、体表にパッドを貼って温度センサーと接続します。

この後に目標体温を設定してTTMを始めますが、私たちは、34°Cを目標に最速冷却して24時間維持、その後目標温度を36.4°C、加温速度を0.05°C/hとプログラミングしています。およそ72時間で体温冷却と復温が一貫して管理できます。ただし、途中で血行動態が不安定になった場合は、直ちに目標温度を36°Cに上げて、できれば72時間以上を目安に、管理を行うようにしています。

「ぱっと剥がして、ぱっと貼る」スタイルで対応しているため、看護師の管理業務の負担は少ないと考えています。

仮に低体温による皮膚障害、全体的な発赤、色調の悪化などが見られたら、ある程度体温管理した後であれば、水温下限を24℃に上げることが考慮してもよいかもしれません。

最後に体位変換についてです。ArcticSun はベッドの下側、足側に設置することが多いです。チューブ類はある程度太さがあり、柔軟性もあるため、クッションの下に挟まれてもつぶれません。側臥位、腹臥位であれば、装置を停止することなく、体位変換が可能です。万が一、折れ曲がって流量が落ちた場合は、流量アラームが作動し、確認項目がディスプレイに表示されます。

## まとめ

このように、現在の TTM はデバイスの進歩により、手順（図 4）通りに行えば、さほど難しくありません。実施件数が豊富な施設

も増えてきており、それらの施設をモデルに、2 次医療機関における積極的な施行と、心肺停止蘇生後の社会復帰率の上昇を期待しています。

### まとめ

- 心肺停止蘇生後、CTを施行して方針決定
- 温度センサー付き尿道カテーテルを留置
- ICUで Arctic Sun 本体を準備
- 自動設定で34℃24時間、その後の復温は目標温度36.5℃ 0.05℃/hに設定
- フェンタニル-ロクロニウム-ミダゾラム 1-2-3
- 中心静脈カテーテルと動脈圧ライン留置
- ノルアドレナリンで血圧管理
- 低体温利尿：細胞外液とカリウム補正
- 水温低下で感染症を早期認識

図 4：ArcticSun を使用した TTM の手順

## Q&A

**質問** CT は必ず造影 CT 検査なのでしょうか。腎機能が低下している人に対してはどうか対応されていますか？

**石倉** 当院ではほとんどが、単純 CT です。まれに肺塞栓症を疑うケースでは造影 CT を使います。単純 CT、心エコーでうまく見つけられればよいですが、右心拡大が見つかったり、血栓が見つかったりする時は、造影 CT に切り替えることがあります。この時点では、腎機能保護を優先していないのが実際で、ICU 入室後に、持続ろ過透析の併用などを行っているのが現状です。



# Arctic Sun™ 5000

## 体温管理システム

販売名：Arctic Sun 5000 体温管理システム  
販売名：Arctic ジェルパッド

医療機器承認番号：22700BZX00278000  
医療機器認証番号：226ADBZX00175000



関連情報は  
こちら

※今回ご提示頂いた結果は、著者である先生の臨床経験例によるもので、全ての症例に当てはまるものではありません。患者様の状態、特性によって結果が異なる場合があることにご留意ください。  
※本資料は学術的情報の提供を目的としており実際のご使用に際しては、事前に必ず添付文書を読み、本製品の使用目的、禁忌・禁止、警告、使用上の注意等を守り、使用方法に従って正しくご使用ください。本製品の添付文書は、独立行政法人医薬品医療機器総合機構（PMDA）の医薬品医療機器情報提供ホームページでも閲覧できます。  
※本レポートに、掲載されている内容の無断転載、画像の無断複製・転用を禁じます。

## 株式会社メディコン

本社：大阪市中央区平野町 2 丁目 5 - 8（平野町センチュリービル 9F）

☎ 0120-036-541

