

輸液を用いた冷却方法の検討

—輸液ポンプを用いた輸液冷却を試みて—

高度救命救急センター ICU

○三橋 義史 仲山 哲平

山本 裕美 山田 聡美

I. はじめに

当センターでは熱中症患者、感染による高体温の患者が入院することがある。高体温が持続すると細胞障害を起こす可能性があるため、早期に体温を低下させる必要がある。冷却方法には体外冷却と体内冷却の併用もしくはそのどちらかの方法がある。体内冷却として持続的緩徐式血液透析濾過法などの体外循環を用いて体温を下げる施設もあるが、当センターでは冷却目的のみで用いることはなく、適応は腎障害などの疾患を併発している患者である。前回私たちは、ERC 心肺蘇生法ガイドライン 2005 で「4℃の生理食塩水を30ml/kg 点滴すると、核芯温が1.5℃低下する。」¹⁾とあることから、冷却させた輸液を体内に投与する体内冷却に着目し、輸液冷却による体温低下方法の開発を目的に輸液ポンプを用いた輸液冷却法を検討した。ピッチャー内に氷とルートを入れて輸液の冷却を試みた。しかし、前回の研究結果ではルート内で冷却された輸液はピッチャーから出た後、ルート先に到達するまでに、急激に復温していることが分かった。そこで、今回私たちは前回の研究方法を振り返り、冷却した輸液の復温をおさえ、効果的に冷却された輸液が投与できる方法について検討した。

II. 研究実験

<研究期間>

2008年8月10日～2008年8月31日

<使用物品>

- ・輸液ルートの材料として生理食塩水(常温～23℃)、テルフュージョンポンプ輸液セット Hi (TERUMO・TI-PE300L)、JMS 延長チューブ (JV-PP207P2 : JV-PNP4010L10)、テルフュージョン輸液ポンプ TE-171 (TERUMO) を使用した。
- ・冷却材料としてふた付きアルミ保存容器(スケーター株式会社・AKH2)、製氷機の氷 (HOSHIZAKI)、アルミホイルを使用した。

<測定方法>

- ・測定材料として水温計、ストップウォッチ、スピッツを使用した。
- ・スピッツの中に生理食塩水が出てくるようセットし測定時間に生食をスピッツでとり温度測定した。

<実験方法>

室温：23℃に設定し生理食塩水にポンプ用輸液セットと延長チューブをつなぎ、輸液ポンプにセットした。冷却方法は先端から20cmの部位から50cmをふた付きアルミ保存容器に氷片で満たす。氷片は250gに統一した。

図1のようにセットし、以下の条件(表1)をかえ実験した。

実験1は、ルートを冷却し、輸液流量100ml/hの条件で、1分毎に計10回温度を測定した。実験2は、ふた付きアルミ保存容器を密閉し、輸液流量を100ml/hの条件で、1分毎に計10回温度を測定した。実験3は、ふた付きアルミ保存容器は密閉せず、容器か

らルート先までのルートをアルミホイルで巻き、輸液流量を 100ml/h の条件で、1 分毎に計 10 回温度を測定した。実験 4 は、実験 2 と実験 3 を合わせた条件で、容器からルート先までのルートをホイルで巻き、ふた付きアルミ保存容器を密閉し、輸液流量を 100ml/h の条件で、1 分毎に計 10 回温度を測定した。

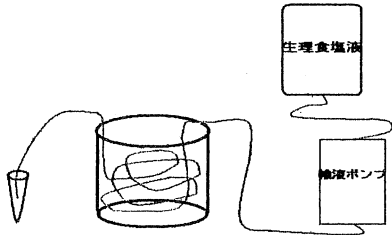


図1 実験装置

表1 実験条件

条件	実験1	実験2	実験3	実験4
輸液流量	100ml/h	100ml/h	100ml/h	100ml/h
ルート冷却	○	○	○	○
密閉	×	○	×	○
ホイルのみ	×	×	○	○

III. 結果

実験 1 と実験 2 の比較では、アルミ保存容器を密閉しないより、密閉することによって生理食塩水の温度低下が認められるが、図 2 のように、ほとんど温度差を認めていない。しかし、密閉することで、少しながらの冷却の効果があることがわかる。

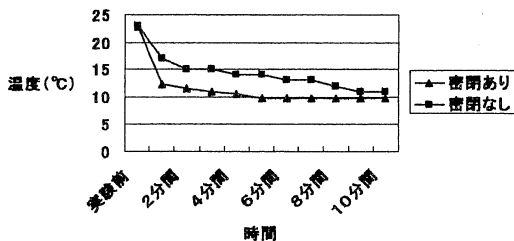


図2 密閉の有無

実験 1 と実験 3 での比較では、アルミ保存容器を密閉せず、アルミホイルを使用するこ

とによって、冷却温度差は図 3 のように 4°C 程認めることができた。10 分後の温度でも差を認めることができた。

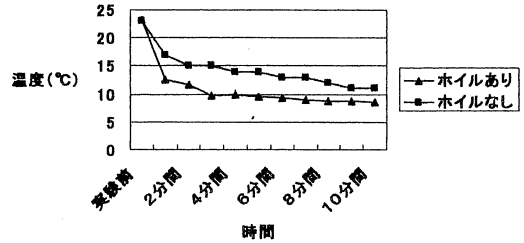


図3 ホイルの有無

実験 1 と実験 4 の比較では、アルミホイルと密閉の併用した冷却方法には図 4 にでているように 6°C 程度温度差を認められた。10 分後のデータにおいてもアルミホイルと密閉を併用したことで、平均 6.22°C まで低下を認められた。

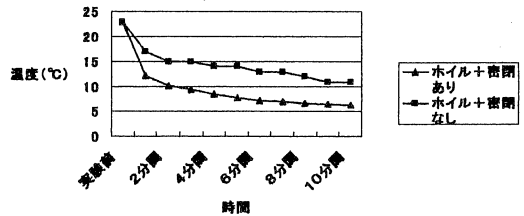


図4 ホイル+密閉の有無

以上の結果より、冷却方法において密閉のみや、アルミホイルのみではルート冷却のみのデータと比較するとあまり冷却効果を認めなかった。しかし、全体の図 5 のグラフでも分かるように冷却方法を併用することによって、冷却効果を期待することができた。

実験で得られたデータ 50 件の平均値を表 2 へ出した。またこのデータを、Friedman 検定にかけたところ、実験 1 と実験 4 のデータにおいては、 $P < 0.001$ と有意差を認めた。また、実験 1 と実験 3、実験 2 と実験 4 のデータにおいても、 $P < 0.005$ と優位差を認めることができた。

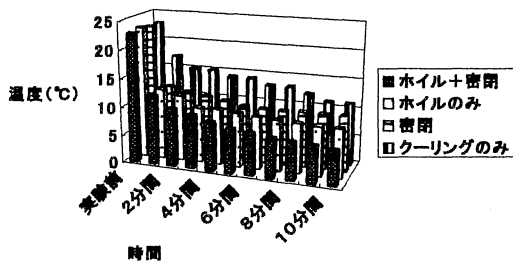


図5 冷却方法の違い

表 2 クーリング方法の違いによる 10 分後の平均値

	実験前	10分後
ルート冷却のみ	23	11
密閉のみ	22.9	9.86
ホイルのみ	23.3	8.64
ホイル+密閉	22.9	6.22

IV. 考察

前回の研究で冷却されたルート内の輸液が復温していることが分かった。またそれは冷却した後のルートが長ければ長いほど急激に上昇することが分かったため、今回の研究ではいかに復温させずにルート先まで冷却させた輸液を到達させるかがポイントとなった。そのうえで、患者様に実際、施行出来る効率の良い冷却方法を考える必要があった。挿入部からなるべく近い部位で冷却することが前提であったが、冷却させる容器をベッドサイドで安定させること・ルートの接続部を浸水しないようにするため、最低でも挿入部からのルートの長さは 20cm 以上とる必要があった。

冷却する部位を安定させるため水を入れる容器はフタ付きのアルミ容器とし、冷却した輸液を復温させないように容器からルート先までをアルミホイルで巻くこととした。

実験の結果として、フタ付きアルミ容器で密閉する実験 2・アルミホイルでルートを巻く実験 3・フタ付きアルミ容器で密閉+ルートをアルミホイルで巻く実験 4 全てで冷却効

果を認めた。その中で、低い温度まで冷却効果を認め優位差が出たのはアルミホイルを巻いた実験 3・4 であった。これは、アルミホイルを巻くことにより、冷やされたルートの冷気が逃げるのを予防出来たためと考えられる。前回の研究でも判明した通り、「容器から出た後の復温を抑えることが重要」ということを示す結果となった。

ERC 心肺蘇生ガイドライン 2005 で「4°C の生理食塩液を 30ml/kg 点滴投与すると、核心温が 1.5°C 低下する」¹⁾ といっている。今回の実験では、実験 4 の 6.22°C が最低温度であり、4°C までは冷却出来なかった。冷却方法の効果を評価しやすいように流量は 100ml/h で固定し実験を行ったが、前回の研究では流量が速いほど冷却効果を認めており、流量次第では今回の実験方法でも 4°C まで冷却することは可能であると考えている。

V. 結論

1. 冷却してからルート先までの部位を復温しないようにする工夫が必要である。
2. アルミホイルを用いることによって、復温を抑えることができた。
3. 医師との連携により継続研究が課題。

おわりに

今回の研究では、ルート冷却の方法を検討してきた。しかし、実際には患者対象に実験研究をしたのではないため、今後は医師との連携により継続研究の課題として、実際に患者様へのアプローチと共にデータを取り、再度検証を行い、患者様により良い看護を提供できるように研究を続けていきたいと考えている。

引用文献

- 1) ヨーロッパ蘇生協会(ERC)の心肺蘇生法ガイドライン 2005, 第 7 部 e, 第 4 部 g

参考文献

- 1) 田中秀治：日射病・熱射病 総合臨床 Vol.37 救急辞典 永井書店 1988
- 2) 前川剛志：熱中症(heat illness), 実践 救急医療, 日本医師会雑誌, 135(1), S281 - 283
- 3) Bernard S, Buist M, Monteiro O, Smith K. Induced hypothermia using large volume, ice-cold intravenous fluid in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a preliminary report. Resuscitation 2003;56:9-13. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005 S167
- 4) Virkkunen I, Yli-Hankala A, Silfvast T. Induction of therapeutic hypothermia after cardiac arrest in prehospital patients using ice-cold Ringer's solution: a pilot study. Resuscitation 2004;62:299-302.
- 5) Al-Senani FM, Graffagnino C, Grotta JC, et al. A prospective, multicenter pilot study to evaluate the feasibility and safety of using the CoolGard System and Icy catheter following cardiac arrest. Resuscitation 2004;62:143-50.
- 6) Kliegel A, Losert H, Sterz F, et al. Cold simple intravenous infusions preceding special endovascular cooling for faster induction of mild hypothermia after cardiac arrest-a feasibility study. Resuscitation 2005;64:347-51.
- 7) Kim F, Olsufka M, Carlbom D, et al. Pilot study of rapid infusion of 2 L of 4 degrees C normal saline for induction of mild hypothermia in hospitalized, comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2005;112:715-9.