

「平成29年度 一般財団法人救急振興財団 調査研究助成事業」

「寒冷地での病院前輸液保温の実態と輸液温に関する研究」

代表研究者 上村 修二  
札幌医科大学 救急医学講座 講師  
北海道病院前・航空・災害医学講座 兼任講師

共同研究者 水野 浩利  
札幌医科大学 救急医学講座 助教  
北海道病院前・航空・災害医学講座 兼任助教

稲村 広敏  
札幌医科大学附属病院 薬剤部  
北海道病院前・航空・災害医学講座 薬剤師

吉田 有法  
札幌医科大学  
北海道病院前・航空・災害医学講座 特任助教

稲童丸 将人  
札幌市消防局救急課 課長

濱崎 利彦  
江別市消防署救急課 課長

# 目次

第1章 本調査研究の概要 .....	3
第2章 寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査.....	4
第3章 外気温と輸液温度に関する調査 .....	8
第4章 病院前輸液温度と患者体温に関する調査 .....	12
第5章 保温による輸液成分変化に関する研究 .....	14
第6章 まとめ .....	17

## 第1章 本調査研究の概要

### 1 背景と目的

平成26年の救急救命士の処置拡大（心肺機能停止前の重度傷病者に対する静脈路確保及び輸液）を受け、救急救命士による病院前の輸液投与の機会は増加している。一方、寒冷地では保温管理を実施しない場合は環境温低下時に輸液温低下が予想されるが、輸液の保温法は特に決められておらず、消防本部毎に対策は異なっており、その実態は不明である。また外気温によりどの程度輸液温が低下するかも不明である。さらに管理の観点から長期保温保存による輸液の安定性は検討されていない。本調査の目的は①寒冷地である北海道の各消防本部の輸液製剤の保温法の実態を明らかにすること、②保温法毎の外気温に対する輸液温の変化を明らかにすること、③実際の病院前輸液の温度と患者体温の関連性について明らかにすること、④ 長期保温管理による輸液成分の変化を明らかにすることである。

### 2 調査研究の構成

本調査研究は、①寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査、②外気温と輸液温度に関する調査、③病院前輸液温度と患者体温に関する調査、④保温による輸液成分変化に関する研究の4種類の研究から構成されている。

#### ① 寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査（第2章）

北海道内の全消防本部に対し、救急車内の輸液管理方法の現状に関するアンケート調査を実施し、保温法の実態を把握し今後の課題について検討した。

#### ② 外気温と輸液温度に関する調査（第3章）

実態調査で明らかになった保温法から道内の6救急隊を選び、それぞれの救急隊で約1か月半の間、輸液温と環境温の変化を経時的に記録し、同時期の環境庁の外気温データとともに、保温法と外気温、出動件数でどの程度まで輸液温が低下するかを調査した。

#### ③ 病院前輸液温度と患者体温に関する調査（第4章）

札幌市消防局、江別市消防本部の救急隊計5隊を対象とし、病院前輸液を実施した患者の輸液温と救急車内温、患者体温のそれぞれの温度を輸液開始時と病院到着時で計測集計した。

#### ④ 保温による輸液成分変化に関する研究（第5章）

乳酸リンゲル液を保温庫に保管し、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、6週間後、2か月後、3か月後の重量を測定し、保温開始1か月後、2か月後、3か月後のpHと電解質濃度を測定し、長期間保温の輸液成分の変化について検討した。

## 第2章 寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査

### 1 背景

寒冷時における病院前輸液の管理方法は特に指針がない。各消防本部の判断で対策を実施しているのが現状であるが、その実態は明らかではない。本調査で寒冷地である北海道内の救急隊毎の輸液保温法の現状を把握した。

### 2 調査実施内容

#### 1) 調査対象

北海道内の全常設救急車

#### 2) 調査実施期間と方法

ア 実施期間 2017年6月上旬

イ 調査方法 北海道内全消防本部の担当者に「輸液管理の現状調査」アンケートをEメールで配布し、常設運用高規格救急自動車毎の回答を依頼した。

#### 2) 調査内容

1) 救急車内保温庫の有無、2) 輸液保温法、3) 設定温度、4) 保温対策をしていない理由、5) 今後保温対策に期待すること

#### 3) 調査結果

回収結果 回収率 100%

165市町村(14町村は救急業務を他市町村に委託)、331台の高規格救急車の現状を得た。

##### ①各救急車の輸液保温法について(図1)

保温法はア.保温庫管理(救急車内に設置してある保温庫による管理有り)55隊(17.7%)、イ.車内保温管理(救急車内の暖房等による保温管理有り)151隊(48.6%)、ウ.車庫内保温管理(車庫内の暖房等による保温管理有り)91隊(29.3%)、エ.署内管理(救急バックを消防署内で管理し出場時に持参等)4隊(1.3%)、オ.保温なし(特に何の保温対策もしていない)10隊(3.2%)と様々であった。

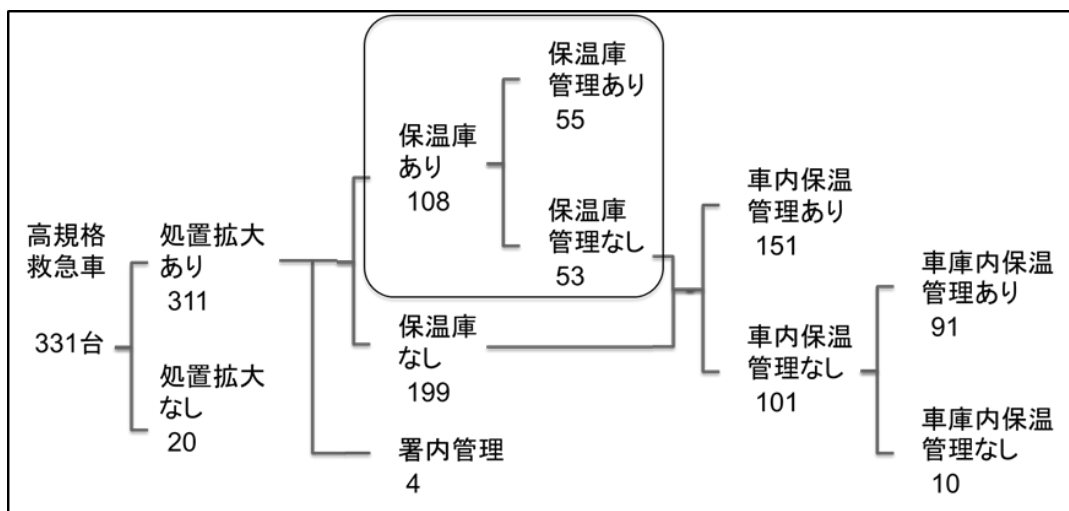


図1 各救急隊の輸液保温法

②ア.救急車内保温庫について

救急車内に保温庫を常設している救急隊は108台（33%）あったが、そのうちで実際に使用しているのは55台（51%）と約半数であった。消防本部単位では11消防本部（7.3%）のみ保温庫が導入されていた。設定温度は図2のように30℃以上が約9割を占めていたが、30℃以上の設定温度の内訳は、30℃設定（32救急隊：同一消防本部）、20～35℃設定（3救急隊：同一消防本部）、34℃設定（3救急隊：同一消防本部）、30～38℃設定（3救急隊：同一消防本部）、37℃設定（7救急隊：同一消防本部）と消防本部ごとに設定が異なっていた。

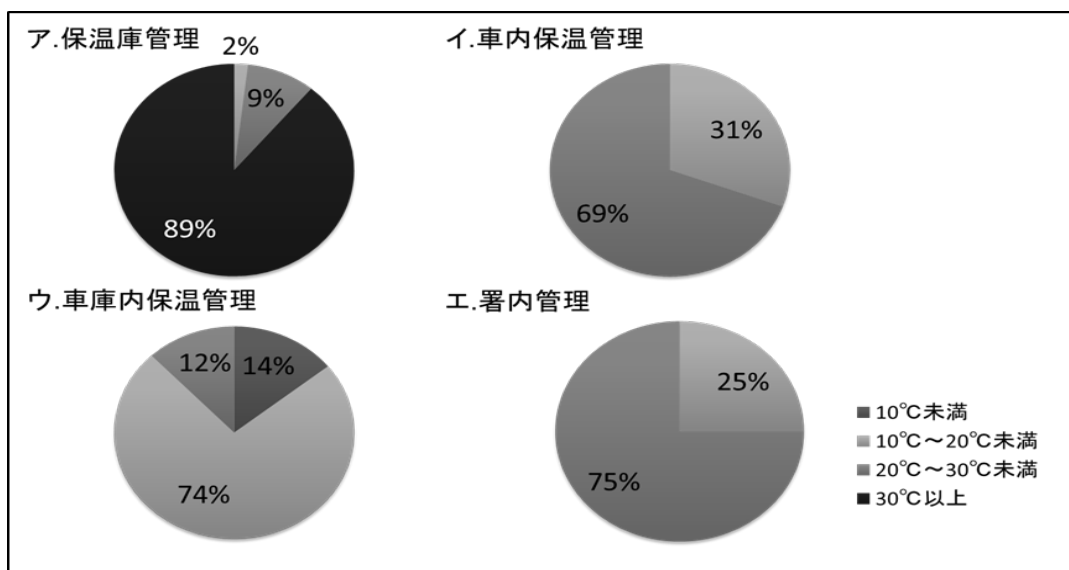


図2 各保温法と設定温度

### ③イ.車内保温管理について

車内保温による輸液保温管理は約半数で実施されていたが、その方法は、

#### i 車載装置では

- ・サーモ付温風暖房機（外部電源にて稼働）
- ・寒冷地向けリアヒーター取付け（燃焼ヒーター）
- ・エンジンの熱を利用した温水ヒーター
- ・ベバスト・ヒーター AT2000ST
- ・待機中も稼働する患者室用リアヒーター
- ・ホットレディ（ビルトインタイプ足元温風機）

#### ii 車外からの持ち込みでは

- ・セラミックヒーター
- ・パネルヒーター
- ・車庫内のACコンセントを使用し小型ファンヒーターにて車内を暖める
- ・電気ファンヒーター
- ・オイルヒーター
- ・ダイソン ファンヒーター
- ・トレイ用温風機

等の回答があり、救急隊により様々であった。

### ④保温法と設定温度について

図2に示すように、設定温度はア.保温庫管理では30℃以上（89%）、イ.車内保温管理では20～30℃（69%）、ウ.車庫内保温管理では10～20℃（74%）が最も多く。保温方法によって設定温度が大きく異なっていた。

### ⑤保温対策をしていない理由について

保温対策をしていない理由については図3に示すように、指針がないが66%、根拠がないが18%であり、予算がないという救急隊もいた。その他の意見としては、保温対策について重視していなかった。医師以外の者が加温し使用することは認められていないと回答を得ているため。保温庫はあるが温度設定機能がないので現在使用していない。車内の保温庫の温度が高すぎるため。（最低でも50℃近くなる）等の回答があった。

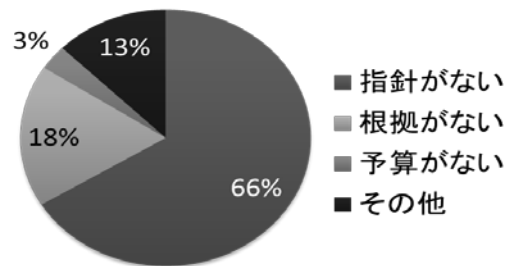


図3 保温対策をしていない理由

⑥今後の保温対策について期待することについて

今後の保温対策について期待することは図4に示すように、指針が欲しいが72%、根拠が欲しいが26%であり、その他の意見としては、搬送先の医師から輸液温度について意見される時もあるが輸液の加温は救急隊には認められていないという意見も聞く、本調査を機に、根拠または指針が良い方向に整備されることを期待している。現在行っている方法も正しいか否か判断がつかないまま積載している状況である。プロトコル等に根拠・指針等を示して欲しい等があった。

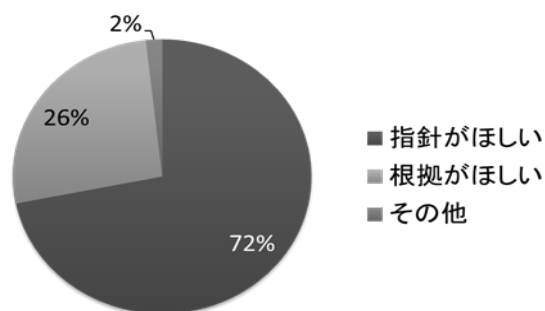


図4 今後の保温対策について期待すること。

5) 小括

救急隊の輸液管理法はア.保温庫管理、イ.車内保温管理、ウ.車庫内保温管理、エ.署内管理、オ.保温なしに大別され、各消防本部の考え方によって様々であった。保温庫を搭載している救急車も約1/3あったが、そのうち半数が使用しておらず、使用している救急隊も設定温度は統一されていなかった。保温対策をしていない理由は指針や根拠がないことが挙げられており、今後期待されることも指針や根拠を示すことであった。

### 第3章 外気温と輸液温度に関する調査

#### 1 背景

寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査（第2章）により救急隊の輸液管理が様々であることがわかったが、寒冷時には保温法によりどの程度輸液温が低下するかについては不明である。本調査では保温法と外気温、出動件数でどの程度まで輸液温が低下するかを調査した。

#### 2 調査実施内容

##### 1) 調査対象

以下の保温法を実施していた北海道内の6救急隊

A	救急隊	車内保温管理（電気ヒーター）	目標車内温	20°C
B1	救急隊	車庫内保温管理 出動件数 多	目標車庫内温	10°C
B2	救急隊	車庫内保温管理 出動件数 少	目標車庫内温	14°C
C	救急隊	署内管理	目標署内温	20°C
D1	救急隊	保温なし 出動件数 多	目標温	なし
D2	救急隊	保温なし 出動件数 少	目標温	なし

##### 2) 調査実施期間と方法

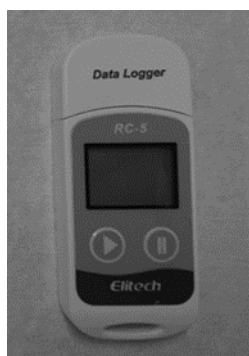
通常使用する輸液と同環境の輸液温と輸液周囲の環境温を計測。

・測定機器（図5）：

- ① 輸液温＝乳酸リンゲル液にセットした RC-4 水温計  
(FLOUREON® RC-4 温度データローガー 16000 ポイント)
- ② 輸液周囲の環境温＝ RC-5 気温計  
(Elitec® RC-5 温度データローガー 32000 ポイント)



RC-4 水温計



RC-5 気温計



RC-4 をラテック注にセット

図5 輸液温と環境温の測定器



- ・測定期間：平成 30 年 1 月 15 日午前 9 時～3 月 1 日午前 9 時
- ・測定頻度：10 分毎
- ・データ収集：
  - ① と②の温度計に蓄積されたデータを温度計回収後に収集し解析した。
  - 気象庁発表の消防本部所在地の 1 時間ごとの気温と輸液温を比較した。

### 3) 調査結果

表 1、図 6 に各救急隊の輸液温の平均値、中央値、最大値、最小値、分布を示す。輸液温の平均値と最低温が高かったのは署内管理（C）であるが、署内管理の出動時の環境温は 10℃台前半であり、救急車内の保温がされてないため低体温を助長する可能性が示唆された。車内保温（A）は 20℃を目標温度に設定されていたが、実際にはそれより低い温度で管理されていた。車庫内保温と保温無しの救急件数が多い B 1 と D 1 は車内保温とあまり変わらない温度であり。出動時間が長くその間に保温されていたと推測された。一方で救急件数が少ない救急隊では車庫内保温も保温無しもともに輸液が冷えており、輸液温が 1 桁台になっていることもあった。図 7 に 1 時間毎の外気温と輸液温の関係を示す。全体的には外気温の低下とともに輸液温も低下していた。

群	車内保温	車庫内保温		署内管理	保温なし	
	A	B1	B2	C	D1	D2
平均値	16.7	14.9	12.6	21.5	14.9	12.5
中央値	16.7	15.0	12.4	21.9	14.8	11.7
最大値	22.2	21.5	19.4	33.2	23.2	21.5
最小値	10.4	9.6	8.4	12.9	10.2	6.7

表 1 10 分毎に計測した各郡の輸液温（℃）

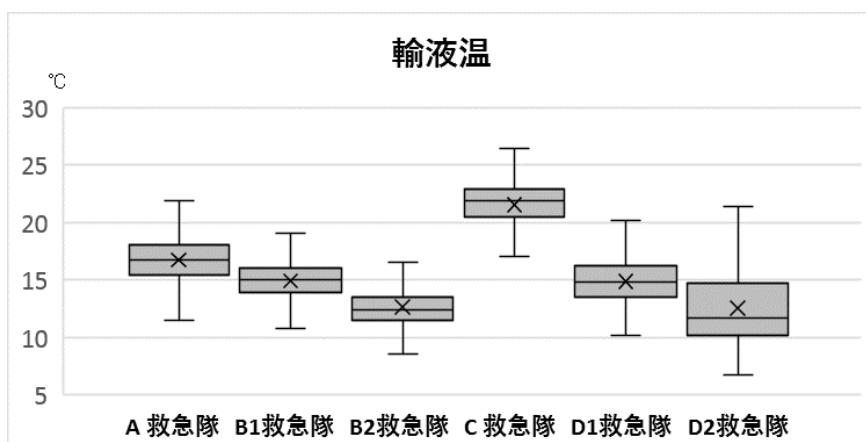


図 6 各郡の輸液温の分布

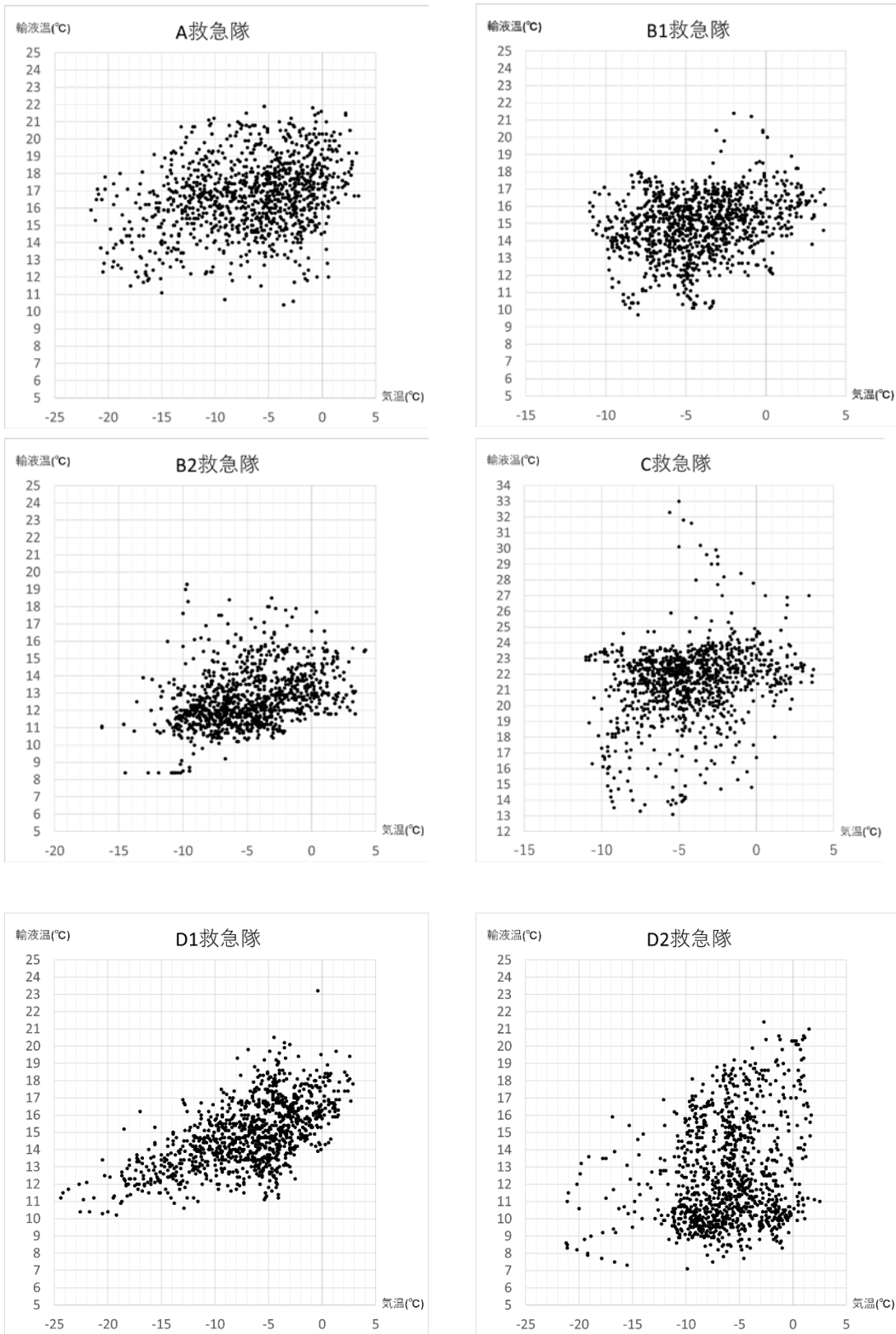


図 7 1 時間毎の外気温と輸液温の関係

#### 4) 小括

輸液製剤の消防署内での管理は輸液保温の利便性はあるが、救急車内は保温されないため低体温を助長する可能性はある。20℃に車内目標温度を設定した場合でも、外気温が下がれば10℃台前半まで輸液温は下がることもある。救急件数が多い救急隊では保温法に関係なく、車内保温と類似した輸液温度が保てるが、救急件数が少ない救急隊では保温をしっかりとしなければ、輸液温度が1桁台になることもあり、注意が必要である。

## 第4章 病院前輸液温度と患者体温に関する調査

### 1 背景

これまで輸液の保温法とその結果の輸液温について検討したが、救急現場での輸液温、患者体温の実際の経時変化を把握することは、今後の保温の必要性を検討するうえで必要である。一方で実際の患者調査はその方法や症例数からも容易でなく、今回は調査可能かどうかのパイロットスタディの位置づけとして研究計画を立て実施した。

### 2 調査実施内容

#### 1) 調査対象

札幌市消防局、江別市消防本部の救急隊 計5隊

#### 2) 調査実施期間と方法

・測定機器（図8）：

① 輸液温=赤外線サーモメーター：

Black & Decker TLD100 Thermal Leak Detector, Black & Decker, Inc を使用

② 患者体温=オムロン 耳式体温計 MC-510 を使用



図8 赤外線サーモメーターと耳式体温計

・実施期間：平成30年2月1日～2月28日

・データ収集内容：

- ①症例：CPAかショックか、②輸液開始時の輸液温、③病院到着時の輸液温、④輸液開始時の救急車内温、⑤病院到着時の救急車内温、⑥輸液開始時から病着時の時間(分)、⑦輸液量、⑧輸液開始時の患者体温、⑨病院到着時の患者体温

#### 3) 調査結果（表2）

期間中の対象症例は7症例で、未測定や体温測定のエラーもあり、すべてのデータが揃ったのは2例のみであった。保管庫から使用した症例は30℃以上あり、病院到

着時にも輸液温の低下はあまり認めなかった。薬剤バックからの輸液は20℃前後であった。症例数は少ないが搬送中の低体温は認めなかった。

	CPAorショック	輸液温度(℃)			輸液開始から到着までの時間(分)	輸液量(ml)	車内温度(℃)		傷病者体温(℃)	
		輸液処置時	病院到着時	使用輸液保管方法			輸液処置時	病院到着時	輸液処置時	病院到着時
1	CPA	-	24	薬剤バッグ	-	-	-	20	38	37.8
2	CPA	34	31	保管庫	23	200	19	21	エラー	エラー
3	CPA	20.4	20.6	薬剤バッグ	9	50	21	22	エラー	エラー
4	CPA	31.1	30.4	保管庫	10	100	21	21	38.9	37.4
5	CPA	33.8	-	保管庫	21	400	19	21	エラー	エラー
6	ショック	30.5	30.5	保管庫	6	90	21	21	39.4	-
7	ショック	14.6	15.3	薬剤バッグ	14	70	15.9	17.3	35.1	35.7

表2 期間中の各症例のデータ

#### 4) 小括

期間中の対象症例は7症例のみであり、輸液温の未測定や体温測定エラーなどもあり、十分な検討を行うほどの症例を集めることができなかった。研究の方法については確立されたので、今後は問題点を解決しながら更なるデータを収集したい。

## 第5章 保温による輸液成分変化に関する研究

### 1 背景

救急搬送の少ない地域では心肺停止や心停止前の輸液の頻度も少なく、輸液製剤を長期間使用せずにいることもある。一方ソフトバッグ製剤の輸液製剤は保温管理すると膨張し、液量の減少や電解質の濃縮が起こることがある。長期間の保温管理による膨張現象が乳酸リンゲル液の性状におよぼす影響は十分に検討されておらず、病院前輸液投与の保温法の安全面の確認のため、保温による輸液成分変化に関する研究を実施した。

### 2 研究実施内容

#### 1) 研究方法

乳酸リンゲル液の2種類の規格(250mL、500mL)を各10袋保温庫内(温度設定40°C、湿度10%)に保管し、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、6週間後、2か月後、3か月後の重量を測定した。また、保温開始1か月後、2か月後、3か月後のpH、電解質濃度(Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>)を測定した。

#### 2) 研究結果(表3~6)

250mL規格、500mL規格の保温開始前の重量は283±1、545±2gであり、3か月後は274±1、537±2gであり、それぞれ8.9g、8.3g減量した。pHは6.84から6.93、6.94となった。Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>(mEq/L)は124・3.8・2.1・107から、250mL規格は130・4・2.2・110、500mL規格は125・3.8・2.1・111となった。

	0	1week	差	2week	差	3week	差	4week	差	6week	差	2month	差	3month	差
A	546	546	0	546	0	545	-1	544	-2	543	-3	541	-5	539	-7
B	546	546	0	546	0	545	-1	545	-1	543	-3	541	-5	538	-8
C	545	544	-1	544	-1	543	-2	543	-2						
D	543	542	-1	542	-1	541	-2	541	-2						
E	546	546	0	546	0	544	-2	544	-2	542	-4	541	-5		
F	546	545	-1	545	-1	544	-2	544	-2	542	-4	540	-6	537	-9
G	544	543	-1	543	-1	542	-2	542	-2	541	-3	539	-5	536	-8
H	546	546	0	546	0	545	-1	544	-2	542	-4	541	-5	538	-8
I	547	547	0	547	0	546	-1	545	-2	543	-4	541	-6	538	-9
J	542	542	0	541	-1	540	-2	540	-2	538	-4	536	-6	533	-9
平均	545	545	-0.4	545	-0.5	544	-1.6	543	-1.9	541.8	-3.6	540	-5.4	537	-8.3

表3 乳酸リングル液 500ml の重量と変化量 (g)

	0	1week	差	2week	差	3week	差	4week	差	6week	差	2month	差	3month	差
A	282	281	-1	281	-1	280	-2	279	-3	278	-4	277	-5	274	-8
B	283	283	0	282	-1	281	-2	280	-3	280	-3	278	-5	274	-9
C	283	283	0	282	-1	281	-2	280	-3						
D	282	282	0	281	-1	281	-1	280	-2						
E	283	283	0	282	-1	281	-2	280	-3	279	-4	278	-5		
F	284	284	0	283	-1	282	-2	282	-2	281	-3	279	-5	275	-9
G	283	283	0	282	-1	281	-2	281	-2	279	-4	278	-5	274	-9
H	283	283	0	282	-1	282	-1	281	-2	279	-4	278	-5	274	-9
I	282	281	-1	281	-1	280	-2	279	-3	278	-4	277	-5	273	-9
J	284	284	0	283	-1	282	-2	282	-2	280	-4	279	-5	275	-9
平均	283	283	-0.2	282	-1	281	-1.8	280	-2.5	279	-3.8	278	-5.0	274	-8.9

表4 乳酸リングル液 250ml の重量と変化量 (g)

	Control	1month		2month		3month	
		①	②	①	②	①	②
pH	6.84	6.882	6.838	6.88	6.877	6.941	6.931
Na	124	125	125	124	123	125	124
Cl	107	108	108	109	110	111	111
K	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Ca	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02

表5 乳酸リングル液 500ml の pH と電解質の変化

	Control	1month		2month		3month	
		①	②	①	②	①	②
pH	6.835	6.835	6.893	6.911	6.886	6.929	6.925
Na	123	126	126	128	126	131	129
Cl	108	108	108	108	110	109	110
K	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	4	4
Ca	1.03	1.06	1.05	1.07	1.05	1.11	1.08

表6 乳酸リングル液 250ml の pH と電解質の変化

### 3) 小括

3カ月間の保温管理で乳酸リンゲル液の性状は徐々に変化していた。重量も減少しており、特に 250ml 製剤で変化率が大きかった。本研究での性状は輸液に適さない程の変化ではなかったが、さらに長期間の保温管理により輸液量、性状がさらに変化をきたす可能性が考えられるため。更に長期間の保温による経過をみていく必要がある。



## 第6章 まとめ

寒冷地での病院前輸液保温管理の実態調査から、各消防本部によって様々であることがわかった。救急車内に保温庫を整備してある救急隊もあったが、半数は使用しておらず、使用していても設定温度は統一されていなかった。現在のところ保温法の指針や根拠がなく、今後指針や根拠の策定が期待されていた。

保温庫使用以外の外気温と輸液温度の調査では、救急件数が多い救急隊では保温法に関係なく、車内保温と類似した輸液温度が保っていたが、外気温が下がれば10℃台前半まで輸液温は下がることもあった。救急件数が少ない救急隊では保温をしっかりとしなければ、輸液温度が1桁台になることもあり、注意が必要だと考えられた。消防署内での管理は保温にすぐれてはいたが、救急車内は保温されていないため低体温を助長する可能性が考えられた。

病院前輸液温度と患者体温に関する調査で、今回は調査可能かどうかを含めたパイロットスタディとして研究計画を立て実施したが、期間中の対象症例は7症例のみであり、輸液温の未測定や体温測定エラーなどもあり、十分な検討を行うほどの症例を集めることができなかった。今後更なるデータを収集したい。

保温による輸液成分変化に関する研究では、3カ月間の40℃保温管理で乳酸リンゲル液の性状は徐々に変化し、重量も減少していたが、輸液に適さない程の変化ではなかった。今後は更に長期間の保温による経過をみていく必要があるだろう。

本研究全体をとおして、病院前輸液の保温法の現状把握や問題点の抽出、今後の研究方法の確立はできたものの、病院前輸液の保温法の指針や根拠を作成するまでの結果を出すことはできなかった。今後もこの研究を継続することにより、将来的には病院前輸液の保温法の根拠を明らかにし、指針を作成したい。

\*本研究は一般財団法人救急振興財団の「救急に関する調査研究事業助成」を受けて行ったものである。