

在宅輸血における可搬型血液冷蔵庫の試験運用

藤田 浩¹⁾ 三根 堂²⁾ 堀 真樹²⁾ 大橋 晃太³⁾ 太田 祥一⁴⁾
英 裕雄⁵⁾ 石永 裕司⁶⁾ 田中 朝志⁷⁾

キーワード：温度管理, 赤血球液, active transport refrigerator

はじめに

血液疾患の終末期における在宅診療の導入には、在宅輸血を欠かすことはできない¹⁾。東京都では、都内における在宅輸血の実績が把握されており²⁾、小規模医療機関向けに輸血マニュアルを作成している³⁾。しかしながら、訪問看護ステーションへのアンケート結果では在宅輸血での輸血検査、輸血中の患者観察、血液製剤の温度管理などの問題点が指摘されている⁴⁾⁵⁾。また、田中の報告によれば、小規模医療施設での血液の保管場所として、血液専用保冷库 15%、医薬品用冷蔵庫 45%、家庭用冷蔵庫 35%、その他 5% であり、患者への血液搬送方法は、蓄冷剤使用 70%、蓄冷剤未使用 25% で、35 施設中 1 施設では可搬型血液冷蔵庫：active transport refrigerator（以下、ATR）を使用していた⁶⁾。ATR は遠隔地への血液搬送装置として使用され、長時間の搬送でも血液の品質低下がないことがすでに報告されている⁷⁾。我々は、在宅輸血における温度管理上の問題を解決するためには、ATR が有効ではないかと考え、在宅輸血を行っている小規模医療施設による協力のもと、臨床研究に関する説明と輸血研修を行った上で、ATR を用いた血液保管・搬送について試験運用したので報告する。

方 法

活動内容は、研究を含む輸血安全を担保する観点から、(1) 臨床研究に関する説明 (ATR の使用方法、注意事項を含む) と輸血研修会の実施、(2) ATR の試験

的運用と、それに関連したアンケート調査とした。アンケート調査結果を補足する目的で、訪問医療機関における輸血管理状況を確認した。

2019 年 2 月～9 月までの期間で、4 協力医療機関にて、ATR を赤血球液の一時保管、患者への搬送に使用した計 25 件の在宅輸血を対象とした。ATR は、墨東病院所有のものを医療機関に貸し出した。調査項目は、基礎疾患、患者までの所要時間、普段の血液保管方法と搬送手段、ATR 使用に関する意見、ATR の一時保管日数をアンケート方式で調査し (回収率：100%、図 1 参照)、ATR の温度記録データなどを確認した。今回は、使用済み血液バッグの残余血液を用いて溶血に関する評価はしなかった。

本研究は、厚生労働省の科学研究「地域における包括的な輸血管理体制構築に関する研究 29170301」の支援により、院内倫理委員会の承認を得て行われた。

結 果

1 輸血研修

4 医療機関を訪問し、ATR の使用方法、注意事項を含む臨床研究に関する説明を行った。4 医療機関中 3 施設に対して研究前に輸血に関する基礎的知識に関する輸血研修を開催した。図 2 には、3 施設中 2 施設での輸血研修風景を示す。3 回の研修参加総人数は、77 名 (医師 27 名、看護師 30 名、臨床検査技師 3 名、薬剤師 1 名、事務職 16 名) であった。

1) 東京都立墨東病院輸血科

2) 献血供給事業団

3) トータス往診クリニック

4) 恵泉クリニック

5) 新宿ヒロクリニック

6) いしホームクリニック

7) 東京医科大学八王子医療センター輸血部

〔受付日：2020 年 5 月 25 日、受理日：2020 年 7 月 31 日〕

Q 1 輸血の準備について教えてください。

- ・ 赤血球液の入庫日： 年 月 日
- ・ 交差適合試験日： 年 月 日
- ・ 輸血日： 年 月 日

- ・ 通常の一時的保管場所：
- ・ 血液保冷庫・家庭用冷蔵庫
- ・ その他 ()

Q 2 輸血症例について教えてください。

- ・ 在宅診療の原因疾患：
- ・ 輸血する原因疾患：

Q 3 患家への移動について

- ・ 移動手段：徒歩・徒歩＋公共乗り物・車・自転車
- ・ その他 ()
- ・ 帯同スタッフ：医師・診療所籍の看護師、
- ・ 訪問看護ステーション籍の看護師
- ・ その他 ()

- ・ 往診の順番： 人中 番目

Q 4 ATRについてご意見ください

- ・ いい点：安心
- ・ その他 ()
- ・ 悪い点：重い・外気温が高いとアラームが鳴る
- ・ その他 ()

図1 調査項目

4 医療機関に行われた在宅輸血 25 件に対して、それぞれ、このアンケート用紙で回答を得た。

(A) A 医療機関



(B) B 医療機関



図2 輸血研修

表1 参加医療機関におけるアンケート調査報告結果

医療機関名 (輸血件数)	輸血検査実施者	血液専用保冷庫 (通常の保管場所)	保管日数* (日)	血液搬送機材	往診時間(分) 平均値±標準偏差 (最小～最大)
A 医療機関 (9 件)	委託外注検査	あり	4	Active transport refrigerator	29±19 (15～60)
B 医療機関 (5 件)	委託外注検査	あり	3	血液搬送バッグ	146±113 (6～270)
C 医療機関 (9 件)	常勤臨床検査技師	あり	6	クーラーボックス	22±3 (20～25)
D 医療機関 (2 件)	委託外注検査	なし 連携医療機関の 血液専用保冷庫に保管	2	クーラーボックス	40 (40～40)

*：保管日数は、今回の ATR での血液保管日数を示す。

2 調査結果

赤血球液の在宅輸血を行った基礎疾患は、骨髄異形成症候群 15 件、赤芽球癆 5 件、胃がん 2 件、再生不良性貧血 1 件、慢性腎不全 1 件、貧血 1 件であった(複数重複例あり)。普段の血液の保管場所は、4 医療機関ともに血液専用保冷庫であったが、1 医療機関は連携病院の血液専用保冷庫を借りていた(表 1)。ATR での血

液保管日数は、2～6 日で、交差適合試験の実施場所は、自施設 1 (臨床検査技師による検査)、委託外注検査 3 医療機関であった(表 1)。

患家への血液搬送手段は、25 件中 24 件が車両、1 件が自転車であった。往診時間には、施設間差があり、22 分～146 分であった(表 1)。ATR の温度管理状況を表 2 に示す。庫内温度の適切な温度からの逸脱は認め

表2 active transport refrigerator での保管における温度管理状況

		温度 (°C)
		平均値 (最小～最大)
外気温	最小温度	18.7 (11.9～23.9)
	最大温度	27.2 (24.2～36.4)
庫内温度	最小温度	3.9 (3.7～4.0)
	最大温度	4.8 (4.1～6.3)

外気温、庫内温度の最小、最大温度の25件の平均値と最小と最大値を示す。

られなかった。

ATRの使用については、「適切に温度管理ができ、安心である」(4件)、「患家で、赤血球輸血2本予定症例で、2本目を1本目の終了まで、患家で一時保管できたのがよかった」(1件)、「意外に軽い」(1件)、「コンパクト」(1件)など好意見があった。その一方で、「重い」(14件)、「大きい」(12件)、「ほかの機材を運ぶ関係で車両スペースに余裕がない」、「患家が狭い」と軽量化、小型化を求める意見が多かった。

考 察

1. 輸血研修

江戸川区医師会は安全な輸血医療に関する活動に理解を示し、医師会員に対する悉皆研修として輸血研修を企画した。その結果、1医療機関が研究に協力した。研究に協力した医療機関のうち2施設からは輸血の基礎的知識を確認する目的で院内における輸血研修の要望があった。輸血研修をあえて要望しなかった1施設は、我々が行う在宅輸血連携研修会で参加する予定であったことが理由であった¹²⁾。東京都では、アドバイス事業を平成14年から行っており、最近では小～中規模医療機関を対象に、輸血の安全、適正使用を主要テーマで研修会を毎年開催している。それを参考に、今回の輸血研修を企画した。在宅輸血を行っているスタッフが輸血研修を受けている様子を図2に示している。図2(A)の施設では、配布スライド資料を職場の個人端末にて共有する仕組みを導入しており、当日参加できない職員に対して輸血研修の資料を閲覧できる環境を整備している。図2(B)の施設では、自施設職員だけでなく、近隣の訪問看護ステーションのスタッフに情報提供があり、現場の看護師の参加が多かった。この施設では、スタッフ間の患者情報の共有に工夫がされており、在宅輸血における情報共有の場があることが重要であることを再認識した¹²⁾。先述の在宅輸血連携研修会のように、正しい輸血知識を持ち、向上させていく環境整備が必要と考える。1医療機関は、江戸川区医師会の悉皆研修(研究参加の依頼を兼ねた研修)を

聴講したのを契機に研究参加協力となった。このことから、東京都のアドバイス事業の在り方を検討するにあたり、在宅輸血実施医療機関への情報提供に関する各医師会への働きかけは重要であることを再認識した。

2. 調査結果

2-1 血液保管

輸血用血液の温度管理の重要性は、各医療機関は認識しているが、血液専用保冷庫を保有するには、経済的負担が伴う。在宅輸血件数が少ない施設では、血液を医薬品用や家庭用冷蔵庫で、保管している施設が多いことが分かっている⁶⁾。家庭用冷蔵庫は、局所的に-10°C程度の冷風を吹き込むことで庫内を冷やしている。我々はその局所付近(吹き出し口)に血液を保管すると低温暴露による溶血が起きることを実験により確認し、報告した⁸⁾。そのようなリスクを避けるためにも、血液専用保冷庫の機能と同等であるATRの導入は有用であると考えられる。ATRが血液専用保冷庫と同等の保管機能を持っていることは、遠隔離島である小笠原への血液供給ですでに証明されている⁷⁾⁹⁾。産科小規模医療機関でのATR利用の検討は、茨城県で先行的に行われており¹⁴⁾、我々も茨城県と同様に、産科小規模医療機関の協力を得て、ATRの運用を試行した¹⁰⁾。産科小規模医療機関で、ATR、血液専用保冷庫で血液保管を行い、有効期限切れの血液の検討で輸血用血液として品質に問題ないことを確認した。また、交差適合試験のためにATRから血液を取り出し、その後再収納する行程が血液の品質に影響が生じないことを確認した⁸⁾。今回の研究では、実際に、在宅輸血を行っている小規模医療機関において、ATR運用を行ったところ、患家まで血液を適切に温度管理して搬送できることを確認できた(表2)。在宅輸血では血液搬送中の温度モニターはされておらず、在宅輸血を行っている医療機関に対してこのような機材の情報を提供することは有用と考える。なお、ATR導入によって生じる小規模医療機関の経費(や労力)の負担は地方自治体(合同輸血療法委員会)、医師会や血液センターなどの関係者で協議する必要があり、今後の課題である。

2-2 血液搬送

館谷は、患者宅への搬送方法として、発泡スチロールを用いた血液搬送を推奨している¹⁷⁾。医療機関スタッフは血液センター職員のように血液搬送に慣れていない。山形県でも、医療機関における血液搬送機材としてATRのほかに、温度管理した発泡スチロールを用いた血液搬送を提案している¹⁵⁾。東京都内においては、発泡スチロールなどに蓄冷剤を使用している医療機関が84%であることが報告されている¹⁶⁾。しかし、慣れない医療機関スタッフの配送では、蓄冷剤使用による不都合(直接接、挿入忘れ、季節による適切な個数の

管理、長時間搬送での過誤)があり、不適切な温度管理で車両搬送すると血液が溶血することから我々は、温度管理の実験を繰り返し、発泡スチロールによる車両搬送の適切な条件を確認することができた¹¹⁾。ATRではそのような危惧が無く、医療機関のスタッフには安心感があり、かつ有用である。表1に示したように、往診時間が医療機関によって異なり、C医療機関のように往診時間を30分以内に配慮しているところもあるのに対して、B医療機関のように、4時間かけている医療機関もある。飴谷は、猛暑時期や長距離搬送を鑑みて、温度管理が不十分になる可能性がある場合には、ATRを推奨する¹⁷⁾。先に記載したように、長時間、クーラーボックスや発泡スチロールなどでの温度管理することは、過誤を発生させる可能性があるために、往診順番の配慮や、ATR導入を検討することは有用である。また、搬送による過度な振動は、溶血の程度が増強することから、患者への血液車両搬送について温度管理を徹底するとともに、急ブレーキなどで血液を収納している発泡スチロール、ATRが車内で動いてしまうような運転はしないことが重要である¹¹⁾。

さいごに

厚労省の在宅診療の推進、高齢化などで今後も在宅輸血が増加することが予想され、小規模医療機関における輸血の安全を推進する方略の一つとして、輸血研修の実施や本研究で示したATRの導入を挙げることができる。

著者のCOI開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

謝辞：可搬型血液冷蔵庫に関して適切な情報提供をいただいたことに対して、富士フィルム富山化学株式会社、都能克博氏に感謝する。

文 献

- 1) 藤田 浩：在宅輸血の適応とその動向。在宅新療, 4: 810—815, 2019.
- 2) 藤田 浩, 石丸文彦, 奥山美樹, 他：東京都における小規模医療機関における輸血の実態調査。日本輸血細胞治療学会誌, 64: 553—558, 2018.
- 3) 東京都福祉保健局：小規模医療機関における輸血マニュアル。
http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/iryu/k_ishoku/yuketsu-manual.html (2020年4月22日現在)。
- 4) 藤田 浩, 薬師寺史厚：東日本での訪問看護ステーションにおける輸血実施に関するアンケート調査。日本輸血細胞治療学会誌, 65: 112—116, 2019.
- 5) 藤田 浩, 薬師寺史厚：西日本での訪問看護ステーションにおける輸血実績調査。在宅新療, 4: 882—884, 2019.
- 6) 田中朝志：在宅での輸血の実情。在宅新療, 4: 816—818, 2019.
- 7) 北田幸治, 小野寺秀一, 栗原勝彦, 他：血液搬送装置 ATR 700 で船舶搬送された赤血球製剤の品質。血液事業, 38: 785—787, 2016.
- 8) Fujita H, Tsuno K, Tanaka A: An active transport refrigerator is optimal for blood preservation in small medical institutions. Hematol Transfus Int J, 8: 47—49, 2020.
- 9) Igarashi T, Fujita H, Asaka H, et al: Patient rescue and blood utilization in the Ogasawara blood rotation system. Transfusion, 58: 788—794, 2018.
- 10) 藤田 浩：産科小規模医療機関における血液の返品再利用は可能か？ 日本産婦人科新生児血液学会誌, 印刷中.
- 11) Fujita H, Tojo Y, Mine T, Tanaka A: Temperature management of red blood cell solution transported by car for transfusion at home. Open J Blood Dis, 10: 37—40, 2020.
- 12) 大橋晃太, 太田祥一, 飴谷利江子, 他：訪問看護師を対象とした在宅輸血研修会について。日本輸血・細胞治療学会誌, 66: 685—686, 2020.
- 13) 大橋晃太：連携の実際。在宅新療, 4: 865—870, 2019.
- 14) 茨城県合同輸血療法研究会：適正に管理された血液の返却・転送の実現性についての調査研究(報告)。57—61, 2016.
- 15) 山形県合同輸血療法委員会：輸血医療における地域連携に向けた新たな取り組み。89—142, 2018.
- 16) 金子真理, 廣木かほり, 飴谷利江子, 他：東京都における在宅輸血の現状について。血液事業, 41: 496, 2018.
- 17) 飴谷利江子：輸血用血液製剤の発注・保管・搬送。在宅新療, 4: 831—837, 2019.

TRIAL OPERATION OF ACTIVE TRANSPORT REFRIGERATOR IN THE HOME TRANSFUSION

*Hiroshi Fujita*¹⁾, *Takashi Mine*²⁾, *Masaki Hori*²⁾, *Kota Ohashi*³⁾, *Shoichi Ohta*⁴⁾, *Hiroo Hanabusa*⁵⁾,
*Yuji Ishinaga*⁶⁾ and *Asashi Tanaka*⁷⁾

¹⁾Department of Transfusion Medicine, Tokyo Metropolitan Bokutoh Hospital

²⁾Donated Blood Distribution Foundation

³⁾TOTUS Home Care Clinic

⁴⁾Keisen Clinic

⁵⁾Shinjuku Hiro Clinic

⁶⁾Ishi-home Clinic

⁷⁾Department of Transfusion Medicine, Tokyo Medical University Hachioji Medical Center

Keywords:

home transfusion, red blood cell solution, active transport refrigerator

©2020 The Japan Society of Transfusion Medicine and Cell Therapy

Journal Web Site: <http://yuketsu.jstmct.or.jp/>