

輸血医療における可搬冷蔵庫 Active Transport Refrigerator (ATR) 運用の エキスパートコンセンサス

大久保光夫¹⁾ 藤田 浩²⁾ 関 義信³⁾⁴⁾ 藤巻 拓也⁵⁾ 石原 智子⁶⁾
富山 隆介⁷⁾ 深堀 道俊⁸⁾ 常深あきさ⁹⁾ 大橋 晃太¹⁰⁾¹¹⁾

キーワード：赤血球輸血，可搬冷蔵庫，Active Transport Refrigerator (ATR)，エキスパートコンセンサス

1. 緒 言

可搬型電子式冷蔵庫：Active Transport Refrigerator (以下 ATR と略す) の輸血医療への利用は，島嶼のブラッドローテーション実証研究を経て，救命初療治療現場への搬送，在宅医療へと広がっている。ATR の使用経験を持つ施設にアンケート調査を実施したところ，有用性は高いがガイドライン等が未整備との回答が多かった (図 1)。现阶段では輸血医療において ATR を保冷ボックス等と比較検討した客観的報告は無く，エビデンスに基づくガイドラインは作成できない。そこで使用経験に基づくエキスパートコンセンサスを作成した。まず，院内の血液製剤搬送，救急初療室での使用，そして在宅医療での運用に関して「ATR 運用のエキスパートコンセンサス」を作成したのでここに報告する。

2. 機器と保守

血液製剤搬送用 ATR は，持ち運び可能な大きさの電子式冷蔵庫であり，外部電源あるいは蓄電池で一定時間庫内を $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内に保つことができる。庫内温度は自動的に記録されて，温度が設定外になると警告音

を発する。蓋の開閉記録は残るが，製剤を取り出したかどうかについては記録されない。本論文作成時に国内で流通している血液製剤搬送用 ATR は東邦薬品 ATR 700 シリーズのみである。なお，医療機器としての申請はなされていない。定期点検は販売会社と保守契約を結び実施することが推奨されているが，下記の日々の保守と点検は輸血部門で行う。

(1) 原則毎日，動作 (起動，表示確認，ドア開閉時の警告音，庫内温度) を確認して記録する。

(2) 原則毎日，(電源 ON 中には常時記録されている) 記録を抽出して，庫内の温度に異常変化がなかったことを確認する。

(3) 適宜，アルコール綿等による庫内の清拭と送風口の清掃を行う。

(4) 充電電池は劣化前に交換することを原則とする。

3. 収納血液製剤

ATR に収納する血液製剤は赤血球製剤に限定する。最大収納量は Ir-RBC-LR-2「日赤」5 バッグ (10 単位相当) である。なお，緊急 O 型赤血球輸血用に ATR を用いる場合は，O 型 Ir-RBC-LR「日赤」以外の製剤を

- 1) 順天堂大学医学部附属浦安病院輸血室
- 2) 東京都立墨東病院輸血科
- 3) 新潟大学医歯学総合病院血液内科
- 4) 新潟県立がんセンター新潟病院血液内科
- 5) 浜松医療センター臨床検査技術科輸血管理室
- 6) 島根大学医学部附属病院検査部
- 7) 富山大学附属病院検査・輸血細胞治療部
- 8) 公立八女総合病院臨床検査科
- 9) 東京都立広尾病院検査科・輸血科
- 10) トータス往診クリニック
- 11) NPO 法人血液在宅ねっと

連絡責任者：大久保光夫，E-mail：mi-okubo@juntendo.ac.jp

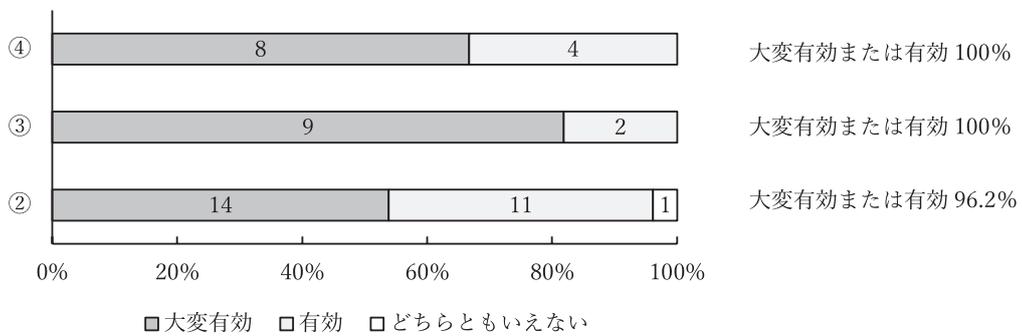
〔受付日：2024 年 9 月 3 日，受理日：2024 年 11 月 29 日〕

質問 1. ATR の利用と使用用途 (回答 60 人)



①使用していない	18.3%
②輸血場所 (救急初療室を含めて) に搬送するために院内で使用している	43.3%
③救急初療室にあらかじめ赤血球製剤を入れて置いて使っている	18.3%
④訪問診療の家庭輸血で使っている	20.0%

質問 2. ATR の有用性 (回答 49 人)



質問 3. ガイドライン等の必要性 (回答 49 人)

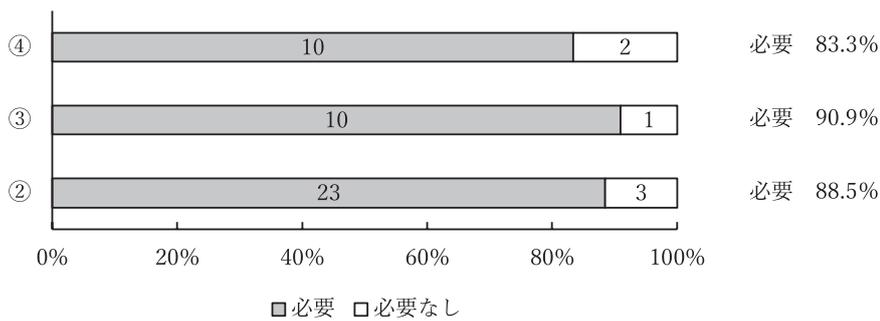


図1 ATRに関するアンケート結果

ATR 使用経験が文献上確認できた施設に「ATRに関するアンケート」を依頼して 60 人から回答を得た。質問 1 で実際に ATR を使用しているのは 49 人であった。質問 2 と質問 3 の②は質問 1 で②と回答した 26 人、③は質問 1 で③と回答した 11 人、④は質問 1 で④と回答した 12 人である。ATR は大変有効または有効と回答したものは 48 人で全体の 98.0% であった。また、ATR 運用ガイドライン等を必要と回答したものは 43 人で全体の 87.8% であった。

収納してはならない。

4. 運 用

4-1. 院内血液製剤搬送における ATR 運用

ATR 使用により搬送から使用直前まで適正な温度管理が可能である。ATR 内の未使用製剤は他患者に転用可能であることから、有効利用と廃棄率低減に寄与することができる。運用に際しては以下の留意点と使用手順を遵守すべきである。

4-1-1. 留意点

(1) 輸血療法委員会において十分な検討を行い、内容を周知しておく。

(2) ATR 搬送先を限定して(例：輸血部門救急外来間のみ) それ以外の場所には持ち出さない。

(3) あらかじめ ATR 使用の輸血依頼内容を標準化しておく(例：単位数を統一する)。

(4) ATR に収納したままで未使用となった製剤の転用可能条件を定めておく。

(5) 未使用の場合は速やかに輸血部門に返却する(4-1-2 (7)(9) 参照)。

4-1-2. 使用手順

(1) 満充電になるように搬送時以外は外部電源と接続した状態にしておく。

(2) 血液製剤を収納する前に操作パネルの記録ボタンを押して温度記録を始める(常時電源 ON の場合は自動記録を確認する)。

(3) 輸血製剤の払い出しの依頼を受けたら、輸血部門の人員はダブルチェックをしながら赤血球製剤を ATR に収納する。

(4) 蓋を閉じた後は(中が見えないので)、輸血部門の人員と搬送者は帳票類を用いて搬送製剤の確認を行う。

(5) 搬送先では、搬送者と受領スタッフは帳票類で搬送された製剤を確認する。

(6) 輸血を行う者は、実施する直前に必要な本数のみを取り出して帳票類でダブルチェックをしてから実施をする。

(7) 使用しなかった場合や未使用製剤は速やかに返却する(7時間保冷できるが3時間程度で輸血部門から返却を促す運用が良い)。

(8) ATR 返却時、輸血部門で使用状況や未使用製剤の確認をする。

(9) 温度記録のボタンを押して温度記録を終了後、適切に保管されていたことを確認する(常時電源 ON の場合は記録を確認)。記録は専用の記録管理ソフトで保存する(これは他患者への転用条件のひとつになる)。

(10) 最後に外部電源に接続して ATR の充電を再開する。

4-1-3. その他

(1) 運用前にはシミュレーションをして問題点を解決しておく。

(2) ここに記載した運用以外に、小笠原ブラッドローテーションでは、いったん蓋を開けると再利用できないという運用方法を取っている¹⁾。一方、新潟県内のブラッドローテーションでは、結束バンドで血液製剤を ATR 内で固定しておくことにより、蓋の開閉があっても再利用できるという運用がなされている²⁾。

4-2. 救命初療室における ATR 配置の運用

救命初療室で緊急 O 型赤血球輸血をする際には、製剤の搬送時間を極力短くする必要がある。ATR 内に O 型 Ir-RBC-LR を収納して救命初療室に事前配置しておくことにより、搬送時間を省くことができる³⁾。この運用は高度救命救急センター等での使用を想定している。

4-2-1. 留意点

(1) 施設の輸血療法委員会で「救命初療室での緊急 O 型赤血球輸血の準備時間短縮のために ATR による保管を可能とする」旨の議決しておく。

(2) ATR を他部署や他の場所へ持ち出してはならない。

(3) ATR には O 型 Ir-RBC-LR-2 以外の製剤を収納しない。

(4) 原則として製剤は使用する直前に取り出す。不要な開閉をしない。取り出した製剤が未実施となってもその製剤は ATR には戻さない。

(5) 複数の ATR を使用している場合、救命初療室の事前設置用と混用してはならない。

4-2-2. 使用手順

(1) ATR は満充電になるように搬送時以外は外部電源と接続した状態にする。

(2) 血液製剤を収納する前に操作パネルにある記録ボタンを押して温度記録を始める(常時電源 ON の場合は記録を確認)。

(3) 輸血部門の人員はダブルチェックをしながら赤血球製剤を収納する。ATR 内には O 型 Ir-RBC-LR-2 製剤を 5 バッグ収納する。異型不適合輸血を回避するため O 型 Ir-RBC-LR 以外は一切入れない。

(4) 輸血部門の人員は、製剤入り ATR と帳票類を救命初療室の指定設置場所に搬送後、外部電源に繋ぐ。

(5) 輸血を行う者は、実施する直前に必要な本数のみを取り出して、帳票類とダブルチェックしてから輸血を実施する。実施後、帳票類に必要事項を記入して輸血部門に電話連絡をする。

(6) 輸血部門の人員は原則として毎日、製剤使用状況と温度記録の確認を行う。

(7) 製剤が使用された場合もしくは製剤の使用期限が 1 週間になった場合には、輸血部門の人員がダブル

チェックをしながら製剤の交換を行う。

(8) 使用後の記録, (ATRは電子カルテや輸血システムと連携しないため) ATRと帳票類を輸血部門の人員が回収して, 電子カルテおよび輸血システムにダブルチェックしながら入力して結果を反映させる。

4-2-3. その他

安易に緊急O型RBC輸血が行われないように, 実施例は後日の輸血療法委員会で適正であったかどうかを検討する。

4-3. 在宅医療での運用

Quality of Lifeへの配慮, Advance Care Planningの普及から, 在宅輸血の希望が増えている⁴⁾。すでに「在宅赤血球輸血ガイド」⁵⁾が策定されており, 血液製剤の搬送の際にはATRなどの専用保冷庫の使用が推奨されている。在宅輸血でATRを運用する際には以下の留意点と使用手順を参考にすべきである。

4-3-1. 留意点

(1) 血液製剤の入ったATRを運搬する際には, 振動や衝撃ができるだけ加わらないように配慮する。ATR自体は衝撃を吸収する構造にはなっていないため, 周囲を緩衝材で保護してベルトで固定するなどして輸送する。原則として徒歩や自転車での長時間搬送は行わない。

(2) 原則として複数人分の血液製剤を同じATRに保管, 搬送することは避ける。

(3) 複数台のATRを使用する際は, 各機器に番号を振って各患者に使用する機器を明確にする。

4-3-2. 使用手順

(1) 外部電源と接続した状態で運用して使用前には満充電にする。

(2) 収納する前に操作パネルにある記録ボタンを押して温度記録を始める(常時電源ONの場合は記録を確認)。

(3) 血液製剤を収納する際は, 帳票類を用いてダブルチェックを実施して, 速やかにATRに格納する。収納した後は, ATR内の血液を外から確認することはできなくなるので, 中に入っている血液製剤がどの患者のものか分かるようにラベル付けする(帳票等をタグに入れて見えるようにする等)。

(4) 外部電源の接続を外して患家へ搬送する。満充電で7時間までは温度維持が可能だが, 車中など外気温が高くなる場合は電力消費が増加する。できるだけ速やかに患家に到着するような行程を配慮する。

(5) 在宅赤血球輸血ガイド⁵⁾に従い, 患家でATRから製剤を取り出した際にも必ずダブルチェックを行う。

(6) 院内に返却(回収)する際には, 内部が空になっているか, 汚れがないか, 破損がないかを確認する。

(7) 温度記録のボタンを押して温度記録を終了の後, 適切に保管されていたことを確認する(常時電源ONの場合は記録を確認)。

(8) 最後に外部電源に接続してATRを充電する。

4-3-3. その他

血液製剤に直接患者氏名を書いて収納する運用は取り違えを防ぐために有用である。

著者のCOI開示: 大久保光夫と藤田浩は日本輸血・細胞治療学会の2022年度臨床研究推進事業の選定を受け, 研究助成により本事業を行った。これ以外に著者らに開示すべきCOIはない(東邦薬品株式会社との間にも利害関係はない)。

謝辞: 本論文作成時に行ったアンケートにご協力いただいた藤田医科大学病院輸血部の三浦康生先生と小嶋隼人先生, 聖隷浜松病院臨床検査部の中島裕美先生と渡邊卓哉先生, 横須賀共済病院輸血部の齋藤崇博先生と豊田茂雄先生, 群馬大学医学部附属病院輸血部の石川怜依奈先生, 東邦大学医療センター大森病院輸血部の鎗野友紀先生と奥田誠先生, 浜松医療センター臨床検査技術科の内藤健助先生, 島根大学医学部附属病院検査部の矢野彰三先生, 富山大学附属病院検査・輸血細胞治療部の道野淳子先生と仁井見英樹先生, 公立八女総合病院臨床検査科の小田秀隆先生と山口真紀先生に深謝いたします。

文 献

- 1) Igarashi T, Fujita H, Asaka H, et al: Patient rescue and blood utilization in the Ogasawara blood rotation system. *Transfusion*, 58: 788—799, 2018.
- 2) 関 義信, 佐藤賢治, 阿部健博, 他: 血液搬送装置ATRを活用した広域ブラッドローテーションによる新潟県での血液製剤の有効利用を図るための研究. *日本輸血細胞治療学会誌*, 68: 496—501, 2022.
- 3) 多田直記, 大澤俊也, 山際里奈, 他: 血液搬送装置ATRの当院での運用とその評価. *日本輸血細胞治療学会誌*, 68: 295, 2022.
- 4) 藤田 浩, 三根 堂, 堀 真樹, 他: 在宅輸血における可搬型血液冷蔵庫の試験運用. *日本輸血細胞治療学会誌*, 66: 680—684, 2020.
- 5) 北澤淳一, 玉井佳子, 藤田 浩, 他: 在宅赤血球輸血ガイド. *日本輸血細胞治療学会誌*, 63: 664—673, 2017.

EXPERT CONSENSUS ON ACTIVE TRANSPORT REFRIGERATOR OPERATION IN TRANSFUSION MEDICINE

Mitsuo Okubo¹⁾, Hiroshi Fujita²⁾, Yoshinobu Seki³⁾⁴⁾, Takuya Fujimaki⁵⁾, Tomoko Ishihara⁶⁾, Ryusuke Tomiyama⁷⁾, Michitaka Fukahori⁸⁾, Akisa Tsunemi⁹⁾ and Kota Ohashi¹⁰⁾¹¹⁾

¹⁾Division of Blood Transfusion, Juntendo University Urayasu Hospital

²⁾Department of Transfusion Medicine, Tokyo Metropolitan Bokutoh General Hospital

³⁾Department of Hematology, Niigata University Medical and Dental Hospital

⁴⁾Department of Hematology, Niigata Cancer Center Hospital

⁵⁾Transfusion Management Office, Clinical Laboratory, Hamamatsu Medical Center

⁶⁾Central Clinical Laboratory, Shimane University Hospital

⁷⁾Department of Clinical Laboratory and Transfusion Medicine & Cell Therapy Center, Toyama University Hospital

⁸⁾Department of Clinical Laboratory, Yame General Hospital

⁹⁾Department of Clinical Laboratory/Blood Transfusion Section, Tokyo Metropolitan Hiroo Hospital

¹⁰⁾TOTUS Home Care Clinic

¹¹⁾Specified Nonprofit Corporation Hemato-homecare Network

Keywords:

Red blood cell transfusion, Portable Refrigerator, Active Transport Refrigerator (ATR), Expert Consensus

©2025 The Japan Society of Transfusion Medicine and Cell Therapy

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