

臨床現場での血液製剤常備保管を行わない緊急輸血体制の構築と運用について

岡田 和也¹⁾²⁾ 藪田 吉弘¹⁾ 小幡 奏子¹⁾ 新田 典子¹⁾ 加塩 奈美¹⁾
加藤 祥子¹⁾ 石田 涼子¹⁾ 村田真由美¹⁾ 平尾 進¹⁾ 岩崎 真子¹⁾
佐藤 貴之¹⁾²⁾ 前田 猛¹⁾²⁾ 大西 達人¹⁾²⁾ 上田 恭典¹⁾²⁾

危機的出血に対する迅速な輸血開始は救命上きわめて重要である。当院では、臨床現場に血液製剤を常備せず輸血部門で一元管理する方針を維持しつつ、重篤な出血性ショックに対応するため、2013年に救命救急センターで超緊急輸血体制を開始し、後に分娩室にも対象拡大した。本体制では、医師の依頼後、輸血部門スタッフがO型RBC4単位を直ちに現場へ搬送し払出を行う。11年間の運用では532例に実施され、輸血検査用検体は99.7%で確保されていた。時間記録のある84例において、依頼から製剤到着まで中央値2分、投与開始まで12分であり、現場常備を行う先行報告と同程度であった。また患者病院到着後の依頼であっても投与開始は遅延せず、搬送体制が十分に機能していた。本体制は、現場常備を行わずとも迅速かつ安全に輸血開始を可能とする運用であり、今後も継続的な検証と改善を通じて、さらなる運用最適化を進めていきたい。

キーワード：緊急輸血体制，現場非配置，血液製剤一元管理，迅速供給，輸血検査用検体採取

はじめに

日本のガイドラインにおいて、血液製剤の適切な品質・温度管理、在庫管理および責任所在の明確化などの観点から、血液製剤を臨床現場で常備保管することはリスクがあるとされており、血液製剤は輸血部門において一元的に管理することが推奨されている¹⁾。

しかし、危機的出血に対する赤血球製剤の迅速な供給は、患者の生命予後改善のために重要であり、通常の搬送体制では輸血開始の遅れが救命の機会を失わせる可能性がある。国内の施設より、初療室に血液製剤を常備配置することで超緊急輸血を迅速化したとする報告がある²⁾。

当院では血液製剤の一元管理を維持しつつ、心肺停止あるいはそれに準ずる重篤な出血性ショックの症例に対応するため、2013年9月から救命救急センター(emergency room: ER)を対象として、その後2018年12月から分娩室も追加して、「超緊急輸血」体制を導入した。これは医師の依頼後、輸血部門スタッフがO型RhD陽性赤血球製剤(O型(+)RBC)4単位を即時に臨床現場へ搬送し、その場で輸血検査用検体(輸血用検体)と引換で払出を完了する体制であり、24時間稼働している。また、その他の緊急輸血を要する

症例では、緊急O型血または未交差同型血を用いる「緊急輸血」フローを併用し、二本立て体制とすることで、輸血部門への負担が強い超緊急輸血の過剰使用を抑制しつつ、柔軟かつ迅速な製剤供給を実現している。

本研究では、当院が11年間継続して運用してきた超緊急輸血体制について、運用状況・安全性・廃棄率・迅速性などを後方視的に解析し、臨床現場に血液製剤を常備しない体制の有用性と課題を明らかにする。

当院概要

当院は病床数1,172床の急性期病院であり、ERでは年間約4.7万人の救急患者と約9,800件の救急搬送を受け入れている。輸血部門である血液治療センターでは、通常勤務時間帯に専従臨床検査技師6名と細胞治療認定管理師を有する薬剤師1名を配置している。時間外は、約70名の臨床検査技師のうち3名が検査業務と並行して輸血供給を担当し、そのうち1名を輸血専従技師または時間外の輸血検査責任者として必ず配置している。責任者は定期的なトレーニングと力量評価を受け、時間外でも一定の品質を担保した輸血供給体制を維持している。2024年度の血液製剤使用量はRBC 14,556単位、PC 25,930単位、FFP 6,221単位であり、輸血管理料Iを取得し、I&A認証を得ている。

1) 公益財団法人 大原記念倉敷中央医療機構 倉敷中央病院血液治療センター

2) 公益財団法人 大原記念倉敷中央医療機構 倉敷中央病院血液内科

連絡責任者：岡田 和也，E-mail: kol2315@kchnet.or.jp

〔受付日：2025年12月10日，受理日：2026年1月25日〕

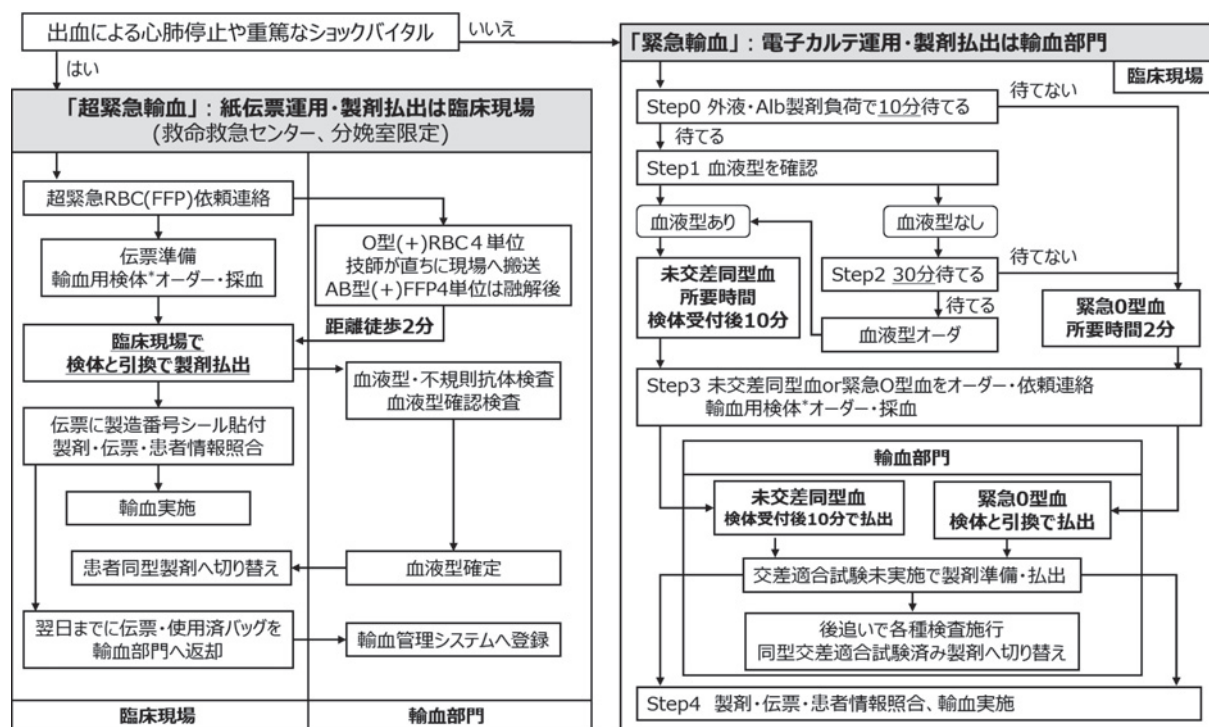


図1 「超緊急輸血」・「緊急輸血」の運用フロー

輸血用検体*：血液型および交差適合試験用検体（当院で血液型検査歴あれば血液型検体は省略可）

全血液製剤は輸血部門で一元管理し、払出後の製剤の返品は認めていない。払出後30分以内の投与開始を原則とし、60分以上未投与であった製剤は廃棄としている。現場での温度逸脱や在庫管理の不確実性を排除することを重視した運用であるが、当院全体のRBC製剤廃棄率は5年間(2020～2024年度)で中央値0.47%/年と0.5%未満を達成している。

当院の緊急輸血体制（図1）

当院では、出血の重症度に応じて超緊急輸血と緊急輸血を使い分け、製剤を臨床現場に常備せず、輸血部門の一元管理下で迅速かつ適正な供給を行っている。

<超緊急輸血>

対象はERおよび分娩室における心肺停止またはそれに準ずる重篤な出血性ショックとする。医師の電話依頼後、輸血部門スタッフがO型(+)RBC4単位を直ちに臨床現場へ搬送する。新鮮凍結血漿についても、同様にAB型(+)新鮮凍結血漿を融解後に追加搬送している。輸血部門は検査棟2階、ERは隣接棟1階に位置し、両者間の距離は階段も含めて約150m(徒歩約2分)である。搬送は職員専用通路を使用し、転倒や衝突などの事故を防ぐため、全力疾走は求めず無理のない範囲での速やかな歩行として、搬送順路の最適化と事前トレーニングにより、短時間での供給を可能としている。

患者が病院到着（病着）前・電子カルテで各種オー

ダーが可能となる前にも対応するため、紙伝票（図2）を用いて運用し、臨床現場では原則として輸血用検体と引換で製剤を払出している。紙運用により、救急隊情報を基にした事前依頼にも対応可能であり、その場合は病着予定時刻に合わせて製剤を現場へ搬送し、検体が採取され次第、払出している。

超緊急輸血O型(+)RBC4単位使用後には、後述する緊急輸血での緊急O型血へ、血液型確定後は未交差同型血へ順次切り替えている。輸血実施後、紙伝票と使用済みバッグは翌日までに輸血部門へ返却し、輸血管理システムへ登録している。

<緊急輸血>

超緊急輸血の対象とはならないが、迅速な輸血が必要な症例を対象とする。フロー(図1 緊急輸血)に沿って、医師が患者の状態によってO型(+)RBCを使用する緊急O型血もしくは未交差同型血を選択して、電子カルテにてオーダーする。緊急O型血は、事前連絡とオーダーで、2分で準備できる体制を整えており、輸血部門にて検体と引換で払出している。未交差同型血は、当院で血液型検査歴があっても、安全性を重視して、血液型確認検査を実施しており、検体受付後10分で、輸血部門にて払出している。

<輸血用検体>

血液型検査用検体と交差適合試験用検体を別々に採取し、当院では交差適合試験用検体により2回目の血

救命救急センター・分娩室 専用
『超緊急』O(+)RBC-LR 4単位出庫 依頼伝票

指示医:
(職員番号)

患者コード(ラベルでも可)
※患者名

※患者番号

※生年月日

カリウム吸着フィルター(1本)
必要時要に○を → 要

血液型用検体 有・無
クロス用検体 有・無
外観異常 有・無
払出し担当者()

※ O(+) RBC-LR

受領日時(外観チェック済→異常無)
年 月 日 時 分 受領者()

手順
①依頼者が指示医・患者名・患者番号・生年月日を記入
②血液治療センターに電話連絡 (TEL)
③検体提出と製剤受領
☆原則、輸血施行前までに検体を採取
☆採血困難な場合は、血液型確認後に
長筒針 1ml の採取に努める
採血可能となった時点で、速やかに
クロス用検体を提出
☆輸血後の採取は、検体ラベルに「輸血後」と記入
・払出し担当者は、準備したO(+)の製剤
番号シールを貼付し、払出し担当者の
サイン、検体受け取りの有無を記入
・受領者は患者コードラベルを製剤に貼付
・払出し担当者と受領者で、製剤と伝票の
読み合わせ確認を行う(※の箇所)
患者名、患者番号、生年月日、製剤血液型と
製造番号
・受領者は外観を確認した上で、受領日時、受領者の
サインを記入
④輸血施行後
・本伝票はスキャナで電子カルテに保存後、
血液治療センターへ使用製剤と共に提出
・『超緊急』輸血の同意書も取得
・事例検討会を開催
赤枠は救命救急センター・分娩室が記入
青枠は血液治療センター・時間外検査室が記入

【製造番号(シール貼付)】	確認医師	施行者
※ []		
※ []		

救命救急センター・分娩室 専用
『超緊急』AB(+)FFP-LR 4単位出庫 依頼伝票

指示医:
(職員番号)

患者コード(ラベルでも可)
※患者名

※患者番号

※生年月日

血液型用検体 有・無
クロス用検体 有・無
外観異常 有・無
払出し担当者()

※ AB(+) FFP-LR

受領日時(外観チェック済→異常無)
年 月 日 時 分 受領者()

手順
①依頼者が指示医・患者名・患者番号・生年月日を記入
②血液治療センターに電話連絡 (TEL)
電話があった時点で即連絡となります。
③製剤受領
(原則、血液治療のまたは時間外検査室が搬送する)
・払出し担当者は、融解済みのAB(+)の製
剤番号シールを貼付し、払出し担当者の
サイン、検体受け取りの有無を記入
・受領者は患者コードラベルを製剤に貼付
・払出し担当者と受領者で、製剤と伝票の
読み合わせ確認を行う(※の箇所)
患者名、患者番号、生年月日、製剤血液型と製造番号
・受領者は外観を確認した上で、受領日時、受領者の
サインを記入
④輸血施行後
・本伝票はスキャナで電子カルテに保存後、
血液治療センターへ使用製剤と共に提出
・『輸血に関する同意書』とは別に、
『超緊急時の輸血に関する説明(同意書)』も取得
・超緊急のレポート提出
※初動の4単位のみ有効、追加は輸血オーダーで請求。
赤枠は救命救急センター・分娩室が記入
青枠は血液治療センター・時間外検査室が記入

【製造番号(シール貼付)】	確認医師	施行者
※ []		
※ []		

図2 超緊急輸血依頼伝票 (RBC と FFP)

液型確認を行っている。

対象と方法

1. 超緊急輸血の運用状況、安全性、廃棄率

2013年9月～2024年9月に超緊急輸血としてRBC輸血が施行された532例を対象とした。運用状況を患者背景、施行時期、安全性を輸血用検体提出状況、廃棄率を廃棄袋数/払出袋数(および廃棄理由)にて調査して、後方視的に解析した。

2. 迅速性

2023年1月～2024年9月に実施された88例のうち記録が得られた84例を対象とした。依頼時刻、製剤現場到着時刻、投与開始時刻から、依頼から製剤現場到着までの時間(依頼→製剤現場到着時間)、依頼から投与開始までの時間(依頼→投与開始時間)を算出し、後方視的に解析した。救急隊情報を基に医師がRBCを事前依頼し、患者病着前に製剤が現場到着していた28例は、臨床整合性から依頼→製剤現場到着時間を0分として先行供給群と定義した。残る56例は実測値を用いて、病着後供給群と定義した。

依頼時刻、製剤現場到着時刻は、搬送を担当したスタッフが記録した時刻(時:分)を用いた。投与開始時刻は、電子カルテ初療記録の血液製剤投与開始時刻(時:分)から取得した。そのため、時間解析は分単位で行った。輸血部門とERには固定式時計を設置してお

り、これらの時計は院内の有線式同期システムにより一元管理され、電子カルテの時刻とも一致していることから、部門間での時間のずれはないものと判断した。

本研究は倉敷中央病院の倫理委員会で承認を受け実施した。

統計解析には、EZR³⁾を使用し、2群間の比較にはMann-Whitney U検定を用いて、有意水準は $P < 0.05$ とした。

結 果

1. 超緊急輸血の運用状況、安全性、廃棄率

11年間で532例に超緊急輸血が施行され、年間平均48例であった。疾患別年次推移でも外傷が常に最上位であった(図3)。全体の割合は、外傷332例(62%)、消化管出血117例(22%)、産科的出血27例(5%)、血管疾患26例(5%)、その他30例(6%)であった(図4)。輸血用検体は、輸血前に518例(97.4%)で確保された。輸血開始後に採取された検体(輸血後検体)となったのは12例(2.3%)、検体未提出となったのは2例(0.3%)で、いずれも来院時心肺停止などによる採血困難例であった。払出されたRBC製剤2,476単位(1,238袋)のうち、68単位(34袋)が廃棄され、廃棄率は2.7%であった。これらは28例(年間平均2.5例)において発生していた。廃棄理由の内訳は、死亡に伴う24単位、状態改善に伴う20単位、血液型確定に伴う8単位などであった。

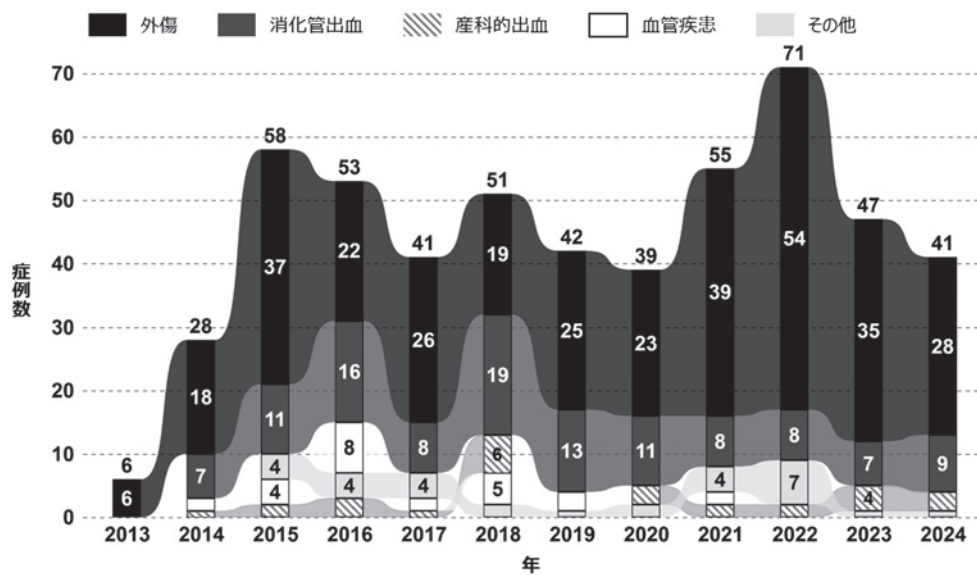


図3 疾患別実施件数の年次推移

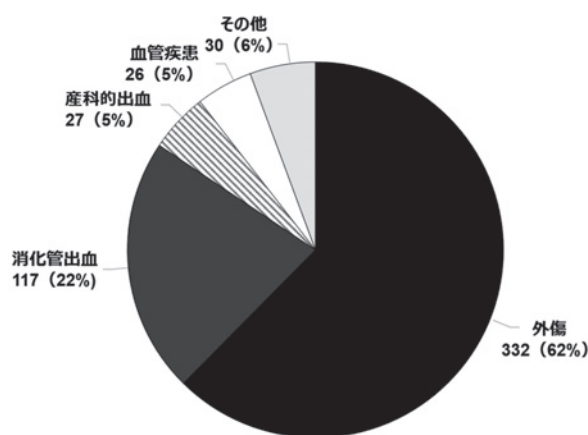


図4 疾患別実施件数の全体割合

2. 迅速性

依頼→製剤現場到着時間（図5）は、全体：中央値2分（範囲0～8分）、病着後供給群：中央値3分（範囲2～8分）であった。依頼→投与開始時間（図6）は、全体：中央値12分（範囲2～32分）、先行供給群：中央値12.5分（範囲2～30分）、病着後供給群：中央値11分（範囲3～32分）であった。依頼→投与開始時間において、先行供給群と病着後供給群の2群間で有意差はなかった（ $P=0.98$ ）。

考 察

本研究では、依頼→製剤現場到着時間は中央値2分と短時間で供給され、依頼→投与開始時間は中央値12分（範囲2～32分）であった。これは初療室常備配置体制²⁾における患者病着→投与開始時間の中央値12分（範囲3～27分）と比較して、大きな遅延は認められず、

輸血部門で一元管理する体制においても、現場常備型と同等の迅速性を実現できていることが示唆された。さらに、患者病着前に製剤が到着した先行供給群と病着後供給群の間で投与開始時間に差を認めなかったことから、通常であれば先行供給群で有利となる時間的差が生じておらず、病着後の依頼であっても輸血部門からの搬送が十分に迅速で、いずれの群でも同程度の時間で輸血開始が可能であったと考えられる。

現場常備型は、ER内の保冷庫にO型（+）RBCを常備することで、輸血部門からの搬送を待たずに輸血開始が可能となる点が大きな利点である。とくに、時間外など輸血部門の人員体制が手薄な時間帯に、ERのみで輸血開始まで完結しうることは、人的資源に制約がある施設において有用な運用といえる。一方で、ガイドライン¹⁾で指摘されているように、保冷庫ごとの温度管理、在庫・期限管理、帳票管理、紛失などの事故発生時の責任所在の明確化といった課題を内在する。これに対し、本体制は血液製剤を輸血部門で一元管理したまま、専任スタッフによる搬送と紙伝票運用にて、常備配置型と同等の迅速性を保ちつつ、輸血用検体を高率で確保し、温度・在庫管理を輸血部門に集約できる点に特徴がある。また、当院では輸血部門とER間が長距離ではなく、24時間体制で搬送可能な人員を確保できていることから、一元管理型でも時間的ハンディキャップが生じにくい構造となっている。他方で、院内動線が長い施設や人員配置に制約がある施設では、常備配置型が適する場合も想定され、両者は施設構造と運用資源に応じて選択されるべき戦略と考えられる。輸血用検体に関しては、99.7%の症例で検体が確保された。輸血後検体が2.3%と少数含まれた理由としては、

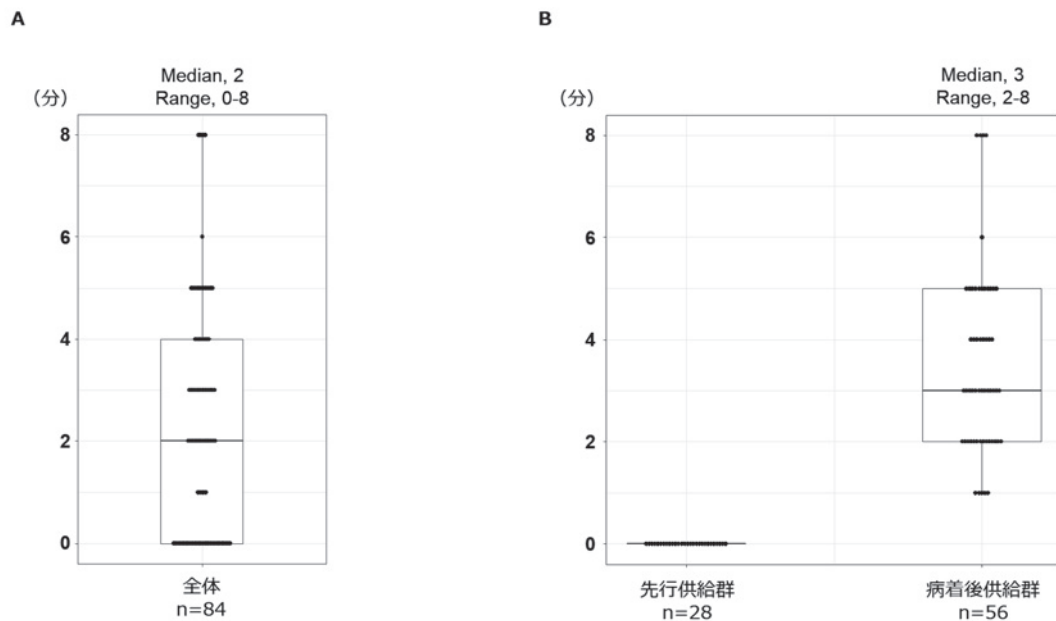


図5 超緊急輸血における依頼から製剤現場到着までの時間分布 (分)

A 全体 (n=84)

B 先行供給群 (n=28) と病着後供給群 (n=56)

先行供給群（患者病着前に製剤が現場到着）では依頼から製剤現場到着時間を0分として扱い，病着後供給群では実測値を用いた。病着後供給群の到着時間は中央値3分（2～8分）と短時間であり，輸血部門からの搬送が迅速に行われていたことが示された。

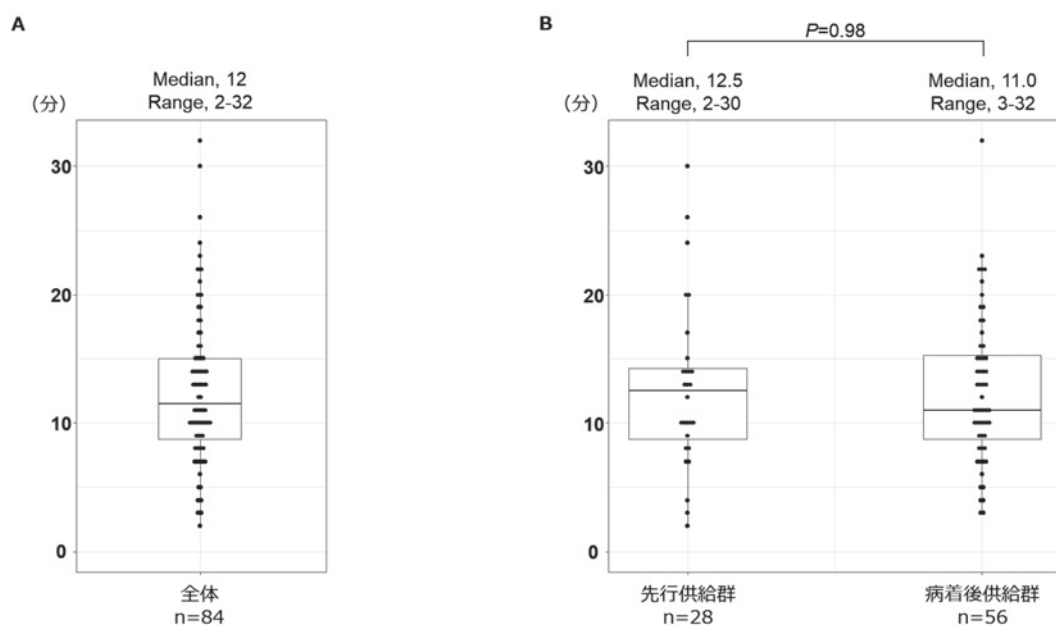


図6 超緊急輸血における依頼から投与開始までの時間分布 (分)

A 全体 (n=84)

B 先行供給群 (n=28) と病着後供給群 (n=56)

Bは先行供給群と病着後供給群で比較したものである。先行供給群12.5分（2～30分），病着後供給群11分（3～32分）と2群間に有意差は認められなかった（ $P=0.98$ ）。この結果から，患者病着後の依頼であっても輸血部門からの搬送が十分迅速であり，先行供給と同程度の時間で輸血開始が可能であったことが示された。

臨床現場で製剤と引換を基本としているが、心肺停止などで緊急性が高く、採血すら困難な状況では、検体がなくても製剤を払出し、輸血後検体の確保に努めるようにしている。そのような場合は、投与されたO型(+)RBCの影響がなくなるまで血液型は保留として対応している。輸血後検体すら確保できなかった2例(0.3%)は、いずれも心肺停止患者で輸血後も救命困難であった。緊急性が高く混乱が予想される状況では致し方ないと考えられるが、今後も輸血前検体確保に努めていく必要がある。

廃棄率は2.7%(廃棄袋数/払出袋数)であり、払出後の製剤返品を認めていないこともあり、当院全体のRBC廃棄率0.47%(廃棄袋数/購入袋数)と比較して高値であった。両者は分母が異なるため単純比較はできないものの、超緊急輸血における廃棄率が高くなる要因は複数考えられた。まず、死亡例に伴う廃棄は救命優先の観点から一定程度避けられないと考えられた。血液型確定に伴う廃棄は、身元不明例において一度超緊急輸血が依頼・供給された後、患者が同定され、当院での血液型検査歴と不一致であった場合に発生していた。この点については、2020年以降は「救命を優先して、すでに払出したO型(+)RBCをそのまま使用する」方針に改め、この理由での廃棄は発生していない。一方、状態改善による不要化は、本来であれば緊急輸血フローで対応可能であった症例が含まれていた可能性がある。実際に依頼→製剤現場到着時間は中央値2分であったのに対し、依頼→投与開始までは中央値12分、最大で32分を要した症例も認められた。これらの症例の一部は、初療時点で循環動態がある程度保たれていたなど、必ずしも超緊急輸血の本来の適応に合致していなかった可能性が考えられた。以上のことから、2025年6月に超緊急輸血の適応基準の徹底と、症例に応じた緊急O型血または未交差同型血の使用を優先する方針を改めて周知し、eラーニングを含む教育を実施した。短期間の集計ではあるが、2025年6月～11月における超緊急輸血22例での廃棄は0単位となっており、廃棄率に関しては改善傾向がみられている。今後も運用の継続的な検証と適正化を進めていく必要がある。

近年、可搬型電子式冷蔵庫(active transport refrigerator: ATR)を用いることで、搬送中およびERで適切な温度管理を維持しつつ、未使用製剤を他症例へ転用し、廃棄を低減し得る運用が報告されている⁴⁾。当院

においても廃棄率改善のために導入を検討したが、ATRの重量(6.6kg)から搬送負担の増大が懸念されたことに加え、臨床現場へ装置を設置後に個々の製剤の取り出し・再収納を輸血部門が把握できず、当院が採用している「払出後返品なし」の方針との整合性に課題があると判断した。これらの要因を踏まえ、当院ではATRによる運用変更ではなく、超緊急輸血の適応基準の徹底などで対応する方針としたが、今後も廃棄率改善に向けて、検討を継続していく。

本研究の限界として、即応性・迅速性を優先して紙運用で行っているため、依頼時刻および製剤現場到着時刻について電子的な記録を取得できていない。また、電子的に取得した投与開始時刻を含め、いずれも分単位で記録された時刻であり、秒単位の誤差や記録タイミングのばらつきを完全に排除することはできない。

結 論

当院の超緊急輸血体制は、血液製剤の一元管理下でも迅速かつ安全に赤血球輸血を開始し得る運用であり、輸血用検体が99%以上で確保されていたことから、高い安全性が維持されていた。本体制は危機的出血症例の初期対応を支える重要な仕組みと考えられる。一方で、廃棄率には改善の余地があり、適応の最適化と教育の継続が必要である。今後も継続的な評価と改善を通じて、体制の質向上を図っていく。

著者のCOI開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

文 献

- 1) 奥田 誠, 田中朝志, 藤田 浩, 他：輸血用血液製剤保管管理ガイド. 日本輸血細胞治療学会誌, 70(6): 562—578, 2024.
- 2) 鈴木沙樹, 力丸峻也, 皆川睦美, 他：救命救急センター初療室への超緊急輸血製剤常備配置の運用について. 日本輸血細胞治療学会誌, 69(1): 32—37, 2023.
- 3) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software「EZR」for medical statistics. Bone Marrow Transplant, 48(3): 452—458, 2013.
- 4) 大久保光夫, 藤田 浩, 関 義信, 他：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. 日本輸血細胞治療学会誌, 71(1): 17—21, 2025.

ESTABLISHMENT AND OPERATION OF AN EMERGENCY TRANSFUSION SYSTEM WITHOUT ON-SITE BLOOD STORAGE IN CLINICAL AREAS

Kazuya Okada¹⁾²⁾, Yoshihiro Yabuta¹⁾, Kanako Obata¹⁾, Noriko Nitta¹⁾, Nami Kashio¹⁾, Shoko Kato¹⁾, Ryoko Ishida¹⁾, Mayumi Murata¹⁾, Susumu Hirao¹⁾, Michiko Iwasaki¹⁾, Takayuki Sato¹⁾²⁾, Takeshi Maeda¹⁾²⁾, Tatsuhito Onishi¹⁾²⁾ and Yasunori Ueda¹⁾²⁾

¹⁾Transfusion and Hemapheresis Center, Kurashiki Central Hospital

²⁾Department of Hematology/Oncology, Kurashiki Central Hospital

Abstract:

Prompt initiation of transfusion is critical to the survival of patients with severe hemorrhage. Rather than storing blood products in clinical areas, we centralize blood product management in the transfusion service. In 2013, we established an emergency transfusion system in the emergency room and later extended it to the delivery room. Under this system, transfusion service staff deliver four units of group O red blood cells to the clinical area immediately upon a physician's request. During 11 years of operation, this system was used in 532 cases. Transfusion testing samples were obtained in 99.7% of these cases. Of the 84 cases with time records, median time from request to arrival of blood products was 2 minutes and from request to transfusion initiation was 12 minutes. These times are comparable to those described in a previous report about on-site storage in an emergency room. The system functioned effectively; transfusions were not delayed, even when requested after the patient arrived at the hospital. These findings suggest that a centralized blood product management system without on-site storage ensures prompt transfusion while maintaining high safety standards.

Keywords:

emergency transfusion system, off-site blood product storage, centralized blood product management, prompt blood product delivery, transfusion testing sample collection