

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

鈴木 沙樹¹⁾ 力丸 峻也¹⁾ 皆川 睦美¹⁾ 渡邊 万央¹⁾ 山田舞衣子¹⁾
 皆川 敬治¹⁾ 高野 希美¹⁾ 渡部 文彦¹⁾ 小野 智¹⁾ 川畑 絹代¹⁾
 三村 耕作^{1)~3)} 鈴木 剛⁴⁾ 池田 和彦¹⁾²⁾

輸血療法は緊急患者の救命に重要な役割を果たす。福島県立医科大学附属病院の超緊急輸血の依頼件数は増加傾向にあり、休日及び夜勤帯の人員不足時における製剤搬送遅延緩和のため、2019年7月末より救命救急センター初療室内の輸血専用保冷庫にO型RhD陽性赤血球製剤6単位を常備する運用を開始した。

常備製剤は、時間帯を問わず製剤搬送時間を待たない症例では積極的に使用されており、検査や人員確保までの時間を効果的に補填していると考えられる。例えば、超緊急時に製剤準備を省略できるため、検査を優先し集中して行うことで患者血液型の報告を早めることができた。また、製剤使用開始時間は、運用に慣れた期間後半では短縮傾向となり、来院3分以内に輸血が開始された例もみられた。必要時、迅速に使用できるO型RBCの常備配置は救命への大きな利点となりえる。

キーワード：超緊急輸血，O型RhD陽性赤血球製剤，常備配置

はじめに

輸血療法は外傷、出産、大動脈破裂等による大量出血を来した患者の救命に重要な役割を果たす。輸血製剤は患者血液型と同型を選択するのが原則であるが、危機的な大量出血に対する超緊急時には救命のため血液型判定や交差適合試験に先んじて輸血を行うことがある。その際、検査用の検体を採取したうえでO型赤血球製剤(RBC)、AB型新鮮凍結血漿(FFP)を開始する^{1)~4)}。

血液製剤を臨床現場で用いる際には、輸血検査、準備、払出、輸血担当部署から現場への搬送、各段階における確認、実施という手順が存在する。超緊急輸血における輸血開始時のO型RBCとAB型FFPの使用に対しても、準備、払出、製剤搬送のために相応の時間と人員を要する。その間、大量出血に対する輸血開始前の補液量が多くなることで、希釈性の凝固障害の助長も懸念される。以上から、特に緊急性の高い症例にはさらなる迅速な血液製剤の供給、投与が望まれる。

当院(福島県立医科大学附属病院)では、血液型検査、および別採血での血液型確認検査と製剤の準備時間にそれぞれ約15分を要しており、患者同型の製剤を

用意するには30分が必要となる。我々は、血液型検査の暫定結果を連絡できる15分以内に輸血の開始を必要とする患者に対し、一切の検査を省き製剤の準備、払出を行う超緊急輸血対応を行っている。超緊急時の製剤選択は危機的出血への対応ガイドライン⁵⁾に準じ、O型RBC6単位とAB型FFP4単位としている。

当院の超緊急輸血の依頼件数は増加傾向にあり、必要性は高まってきていた(表1)。一方、当院の輸血担当部署(輸血・移植免疫部)は既存棟2階、救命救急センターは新棟1階と互いに離れており、製剤の搬送に最大3分程度を要する。このため、超緊急輸血が必要な場合、平日日勤帯は輸血・移植免疫部の技師が血液製剤の搬送を担当し、可能な限り迅速な供給を行っている。しかし、休日及び夜勤帯は技師一人体制で製剤の搬送を行うことができないため、救命救急センタースタッフが搬送を担当する。この場合、超緊急輸血を要する患者が入室し、人手が必要な状況下において、人員の限られた救命救急センターのスタッフが製剤の搬送を担当することも問題となっていた。

そこで我々は、製剤搬送遅延緩和のため、2019年7月末より救命救急センター初療室内の輸血専用保冷庫

1) 公立大学法人福島県立医科大学附属病院輸血・移植免疫部
 2) 公立大学法人福島県立医科大学医学部輸血・移植免疫学講座
 3) 公立大学法人福島県立医科大学医学部消化管外科学講座
 4) 公立大学法人福島県立医科大学医学部救急医療学講座
 [受付日：2022年6月17日，受理日：2022年11月29日]

表1 超緊急輸血依頼件数と実施件数の推移

	2016年	2017年	2018年	2019年	
超緊急輸血 依頼件数	全件数	26	40	54	57
	外傷	20	29	42	47
	消化管出血	2	5	4	5
	産科的出血	4	1	4	5
	循環器疾患	0	4	4	0
	その他	0	1	0	0
超緊急輸血 実施件数	全件数	20 (77%)	31 (78%)	40 (74%)	41 (72%)
	外傷	16	22	34	32
	消化管出血	2	4	1	5
	産科的出血	2	1	3	4
	循環器疾患	0	3	2	0
	その他	0	1	0	0

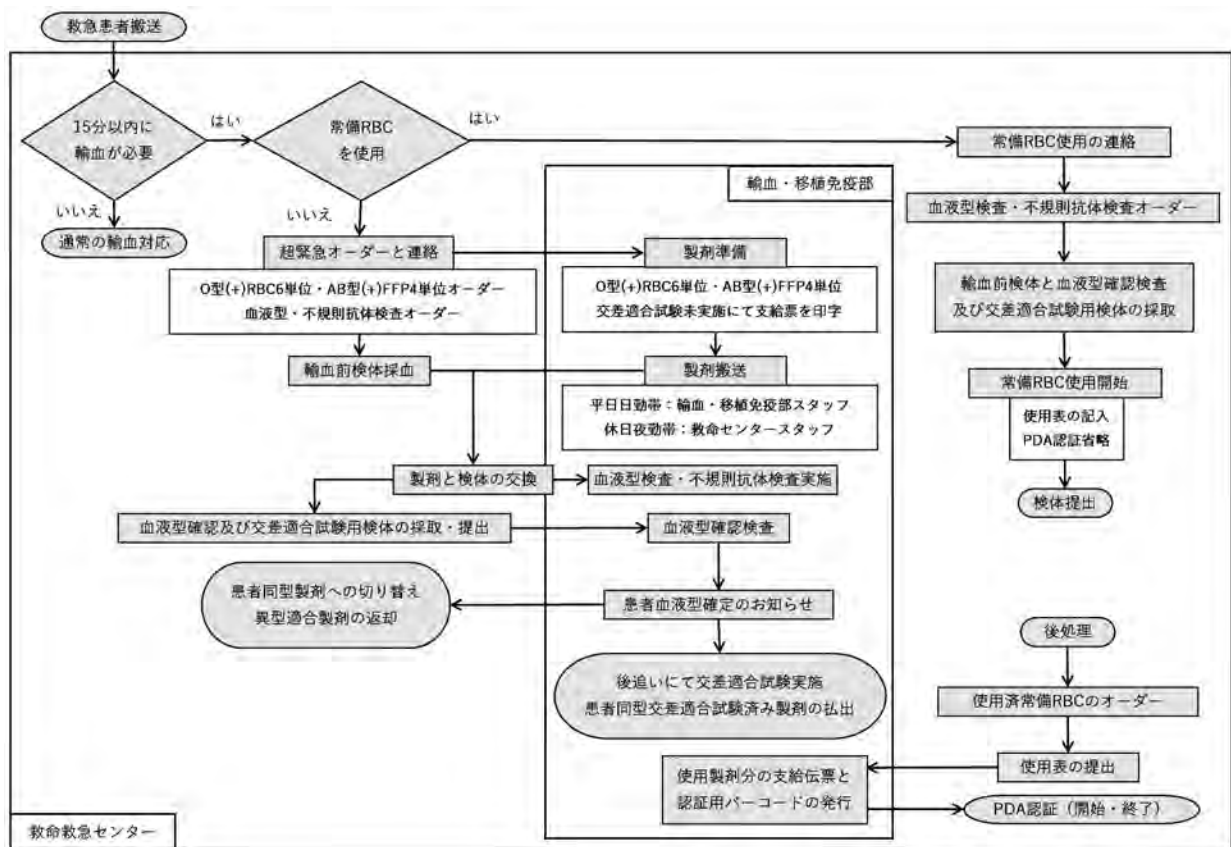


図1 常備 RBC 使用を含む超緊急輸血のフロー

にO型RhD陽性RBC6単位を常備する運用を開始した。そのフローを図1に示す。常備製剤配置開始における効果と問題点を検討したので報告する。

対象と方法

対象

O型RBCの常備配置を開始した2019年7月22日から2020年7月31日までの約1年間に、超緊急輸血の依頼に対して使用された常備配置あるいは輸血・移植免疫部から払出されたO型RBC(以下、前者を常備RBC,

後者を輸血部門 RBC と記載する)を対象とした。輸血未実施の症例は除外した。

超緊急用常備 O(+)赤血球製剤 使用表

常備O(+)赤血球製剤を使用した場合は下記をご記入ください

患者ID	患者氏名(カナ)			
照射赤血球液-LR2単位	使用日			
	年	月	日	
	輸血実施者			

製剤使用後の処理手順 (□にチェックを入れる)

- 【救命救急センター】
- 電子カルテから使用した赤血球製剤分の輸血オーダーをお願いします
コメント欄に「超緊急常備製剤使用分」と入力ください
 - オーダー入力後、本用紙をエアシューターを用いて輸血・移植免疫部に送付してください
- 【輸血・移植免疫部】
- 輸血製剤支給票と認証用バーコード用紙をエアシューターで送付します
- 【救命救急センター】
- 電子カルテから輸血認証入力をお願いします
 - 終了後、本用紙は輸血製剤支給票、使用済み製剤バッグと一緒に輸血・移植免疫部まで返却ください

図2 常備 RBC 使用表

方法

1. 常備 RBC 使用件数, 2. 常備 RBC 使用量と症例, 3. 患者到着から常備 RBC 使用開始までの経過時間, 4. 患者検体輸血部門到着から初回血液型検査結果報告までの経過時間, 5. 輸血前検体の採取状況について検討した。2019年7月22日~12月31日を期間前半, 2020年1月1日~7月31日を期間後半とし, 3. については記録上開始時間が不明なものを除外した。

常備 RBC 配置は, 運用マニュアルを作成し, 輸血療法委員会承認を得た後, 救命救急センターと輸血部門のスタッフでミーティングを行い, 実際の流れをシミュレーションし, 当初は原則休日及び夜勤帯での使用を目的として開始した。常備 RBC 6 単位は救命救急センター初療室内の輸血専用保冷庫に保管し, 使用都度の補充と週1回の未使用製剤の交換を行う。輸血専用保冷庫は24時間温度記録付きで, 救命救急センタースタッフによる毎日のチェックと輸血部門技師による週1回の確認により温度管理を行う。常備 RBC には患者名, ID, 実施者等を記入する「使用表」(図2)をあらかじめ添付, 使用時は事前に輸血・移植免疫部に連絡し, 輸血前検体の採取後, PDA 認証は行わずに輸血を開始する。患者対応が落ち着いた時点で, 電子カルテに使用分の輸血依頼を事後入力し, 必要事項を記載した「使用表」を輸血・移植免疫部へ提出する。輸血部門システムにて輸血依頼に使用した常備 RBC を登録し, 支給票の印字と使用製剤のバーコードラベルを発行し, 救命救急センターで実施入力が行われる。常備 RBC

表2 超緊急輸血時における時間帯別超緊急輸血の実施件数 [総件数 (開始時間記録が明確な件数)] と患者到着から超緊急 RBC 使用開始までの経過時間 [中央値 (最短~最長)]

	常備 RBC 使用あり		常備 RBC 使用なし (輸血部門 RBC 使用)		計
平日日勤帯	11 件 (6 件)		10 件 (6 件)		21 件 (12 件)
	13 分 (7 分~21 分)		12 分 (4 分~14 分)		
	前半	後半	前半	後半	
	2 件 (1 件) 16 分 (16 分)	9 件 (5 件) 12 分 (7 分~21 分)	4 件 (1 件) 10 分 (10 分)	6 件 (5 件) 13 分 (4 分~14 分)	
休日及び夜勤帯	24 件 (15 件)		6 件 (3 件)		30 件 (18 件)
	12 分 (3 分~27 分)		13 分 (4 分~22 分)		
	前半	後半	前半	後半	
	11 件 (6 件) 21 分 (3 分~27 分)	13 件 (9 件) 11 分 (3 分~20 分)	4 件 (3 件) 13 分 (4 分~22 分)	2 件 (0 件)	
計	35 件 (21 件)		16 件 (9 件)		51 件 (30 件)
	12 分 (3 分~27 分)		13 分 (4 分~22 分)		
	前半	後半	前半	後半	
	13 件 (7 件) 20 分 (3 分~27 分)	22 件 (14 件) 12 分 (3 分~21 分)	8 件 (4 件) 12 分 (4 分~22 分)	8 件 (5 件) 13 分 (4 分~14 分)	

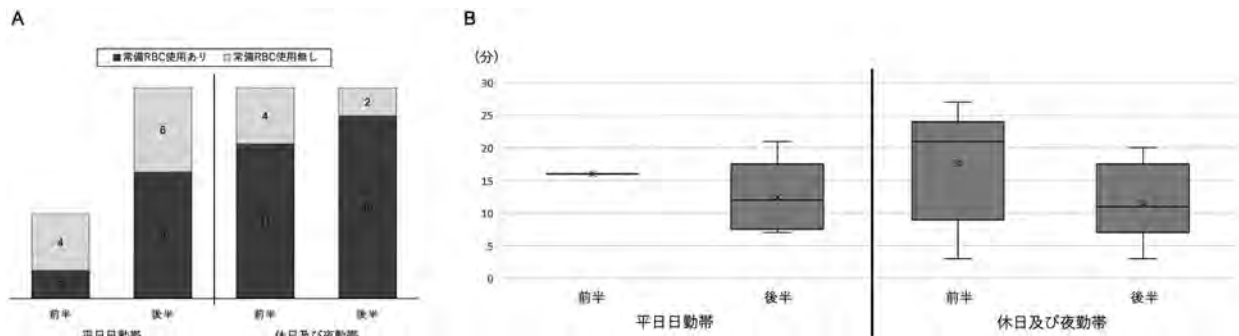


図3 平日日勤帯と休日及び夜勤帯の常備 RBC 使用
A 常備 RBC 使用の有無
B 常備 RBC 使用開始までの時間

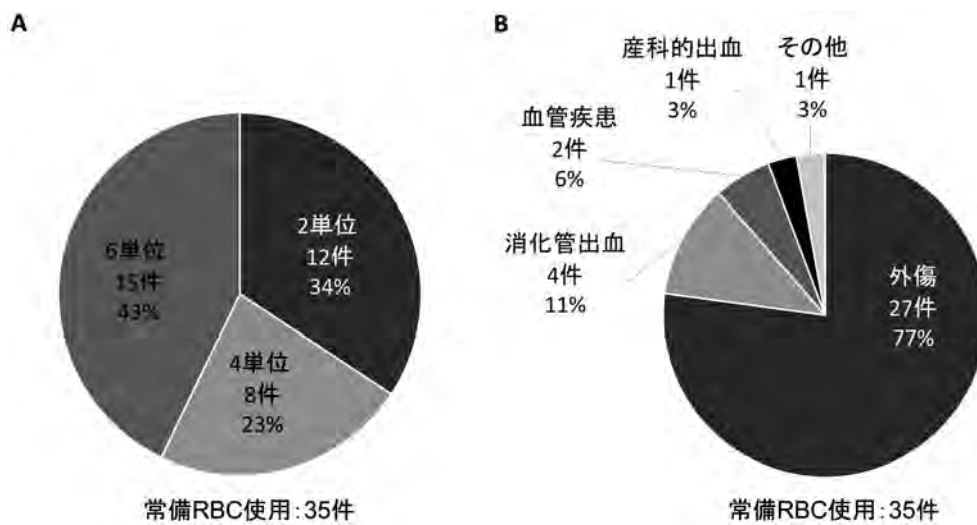


図4 常備 RBC 使用実績 (2019年7月22日~2020年7月31日)
A 使用された常備 RBC の患者毎赤血球単位数
B 常備 RBC の使用症例別件数

の使用は救急部門医師に一任しており，AB型 FFP が必要な場合は，従来通り輸血・移植免疫部より払出を行う（以下輸血部門 FFP）。

結 果

1. 常備 RBC 使用件数

検討期間内に超緊急輸血を実施した51件中35件(69%)が常備 RBC を使用した。休日及び夜勤帯での使用を目的として開始された常備配置であったが，平日日勤帯での使用も35件中11件(31%)にみられた(表2)。特に，期間前半には，常備 RBC の使用はほぼ休日及び夜勤帯に限られていたが，期間後半には平日日勤帯での使用も増えた(図3A)。それに伴い，輸血部門 RBC の使用割合は減少した。

2. 常備 RBC 使用量と症例

常備 RBC を使用した35件の製剤使用量は2単位が12件(34%)，4単位8件(23%)，6単位15件(43%)

であった(図4A)。使用理由は外傷が最も多く27件(77%)，消化管出血4件(11%)，血管疾患2件(6%)，産科的出血1件(3%)等に使用されていた(図4B)。常備 RBC を使用した35名全員がRhD陽性で，1名が抗Eを保有していた。抗E保有患者に使用した製剤は2単位のみでE抗原陰性であった。9件(26%)では常備 RBC と輸血部門 RBC への依頼が重複し，そのうち2件で輸血部門 RBC も使用した。常備 RBC を使用した35件中29件(83%)では，常備 RBC (及び重複した輸血部門 RBC) 使用後に RBC の追加依頼があったが，患者血液型確定の後，交差適合試験を実施した患者同型製剤のみが使用され，異型適合製剤は使用されなかった。常備 RBC，輸血部門 RBC とともに廃棄となった製剤はなかった。

常備 RBC に加え輸血部門 FFP の依頼があったのは5件，重複した輸血部門 RBC と共に払出した輸血部門 FFP は7件あり，実際に使用した症例は5件であった。

表3 病院到着後10分未満に超緊急輸血を開始した例数と比率 [10分未満の例数/総例数, (%)]

	常備 RBC 使用あり	常備 RBC 使用なし (輸血部門 RBC 使用)	計
期間前半	1/7 (14.3%)	1/4 (25.0%)	2/11 (18.2%)
期間後半	6/14 (42.9%)	2/5 (40.0%)	8/19 (42.1%)
計	7/21 (33.3%)	3/9 (33.3%)	10/30 (33.3%)

3. 患者到着から常備 RBC 使用開始までの経過時間

常備 RBC 配置開始後の期間前半における患者到着から常備 RBC 使用開始までの時間の中央値は20分と、輸血部門 RBC の使用開始までの12分に比べて長い時間を要していた。期間後半は常備 RBC も使用開始までの時間が12分と短縮し、その傾向は平日日勤帯と休日及び夜勤帯で同様で(表2, 図3B), 常備 RBC が来院後10分以内の短時間に開始される例が増えた(表3)。

4. 患者検体輸血部門到着から初回血液型検査結果報告までの経過時間

検討期間内に患者検体到着から初回血液型検査結果報告時間の記録があったのは26件であった。技師一人体制で業務を行う休日及び夜勤帯では、検査業務と並行して輸血部門 RBC を払出した場合で中央値14分(8件)であったのに対し、検査業務のみを行い常備 RBC を使用した場合には11分(6件)での報告であった。

5. 輸血前検体の採取状況

当院では常備 RBC を使用する際、輸血前に輸血前検査用検体の採血を実施する運用としている。ほとんどの症例で輸血前検体が採取されていたが、採血忘れが1件、産科の症例に認められた。

考 察

超緊急輸血のために初療室に RBC を常備配置する利点として、輸血製剤準備・搬送時間、および輸血開始までの時間の短縮、製剤を搬送する人的負担の軽減、輸血部門の業務軽減等が考えられる。わが国の危機的出血への対応に関する調査によれば、緊急の血液製剤出庫要請から未交差 ABO 異型適合血の払出までの所要時間は、平日日勤帯で11.0分、休日及び夜勤帯では14.6分と報告されている⁵⁾。また、交差済 ABO 異型適合血、交差済 ABO 適合血の全てにおいて、休日及び夜勤帯の方が払出までに長時間を要しており、特に問題になってきた⁵⁾。当院でも休日及び夜勤帯は人員の不足などにより超緊急輸血を要する患者への輸血開始の遅れが懸念され、O型 RBC を常備する運用に至った。

初療室への RBC 配置により超緊急目的の輸血部門 RBC の出庫は減少した。また、常備 RBC を使用した35件中、輸血部門 RBC の重複依頼があった9件を除く26件(74%)では、常備 RBC のみの異型適合製剤の使用

にて、患者同型製剤へ移行または輸血を終了できた。超緊急時に製剤準備を省略できることにより、検査を優先し集中して行えるため患者血液型の報告を早めることができた。

休日及び夜勤帯の使用を想定して開始した初療室への常備配置であったが、35件中11件(31%)が平日日勤帯での使用であった。常備 RBC の運用は救急部門の医師に任せられており、平日の人員が十分に確保できる時間帯であっても、製剤搬送時間を待てない症例では積極的に使用されていた。今後例数が増加すれば平日日勤帯と休日・夜勤帯の差異も検討すべきであるが、使用時間帯を問わず、ほとんどの患者で常備 RBC 使用後は患者同型の製剤が使用されていたことから、初療室配置は、検査や人員確保までの時間を補填する適切な運用であると考えられる。

常備 RBC 配置開始後の期間前半においては、常備 RBC 使用開始までに中央値として20分を要しており、当院における超緊急適応目安の15分を超えていた。それ以降の期間後半は、常備 RBC 使用開始までは短縮される傾向となり、来院3分以内に輸血が開始されていた例もあった。救急部門が常備 RBC を用いた超緊急輸血の運用に慣れ、直ちに輸血が開始できる利点が発揮されたと推測される。常備開始直後とそれ以降の期間の比較において、10分以内に輸血を開始できた例の増加を認めた。また、輸血開始時間が不明確な事例が散見された(表2)。当院では超緊急時の製剤使用は PDA 認証を省き早急に行うため、輸血開始時刻の記録は事後でのカルテ記載に頼るのみであり、無記載は救急医療の現場でやむを得ない面はあるが、それらについては今後の課題と思われる。さらなる検討のため使用表に開始時刻の記載欄を追加することも考慮したい。

常備配置の単位数については、6単位全てを使用した例が全体の半数を若干下回る程度であったことから、現状の6単位が妥当であると考えている。検討期間中に常備 RBC の廃棄は無かった。常備配置の注意点として、超緊急輸血製剤の受け渡し時の条件として定めている製剤と検体との交換が省略されるため、輸血前検体の採血忘れが懸念される。実際に、検討期間内に産科症例で輸血前検体の採血忘れが1件あり、常備 RBC を使い慣れた救急科スタッフが当時不在であったこと、

担当した産科スタッフへの常備配置対応の周知が不足していたことが原因と考えられた。超緊急輸血において、製剤払出までの時間短縮や適切な運用に対するシミュレーションや他職種間の連携の重要性も示されており⁶⁾⁷⁾、他職種、関連部署との連携と情報共有を推進する必要がある。

危機的出血に対しては、ガイドライン⁴⁾に述べられているとおり、迅速にRBCとFFPを投与することが重要だが、我々の常備配置はRBCのみであり、FFPについては従来通り輸血部門からの払出となっている。常備RBCを使用した35件中、輸血部門RBCの重複依頼があった9件を除く26件において、超緊急扱いの輸血部門FFPは5件(19%)にとどまった。こうした常備RBCを投与され、かつ輸血部門FFPの投与を行われた例が少なかった点は本研究の限界であり、今後の検討が必要である。

必要時、迅速に使用できるO型RBCの常備配置は救命への大きな利点となりえるが、RhD陰性患者や不規則抗体陽性患者への投与の危険性があることを常に考慮しなければならない⁸⁾。また、製剤管理、輸血前検体の迅速な提出など、適切な運用であったかどうか連携部署と協議・再確認することが重要と考えられる。救急医療における迅速な輸血療法実施のため今後も検討を継続し、改善を図っていきたい。

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) Mulay SB, Jaben EA, Johnson P, et al: Risks and adverse outcomes associated with emergency-release red blood cell transfusion. *Transfusion*, 53: 1416–1420, 2013.
- 2) Barty RL, Pai M, Liu Y, et al: Group O RBCs: where is universal donor blood being used. *Vox Sanguinis*, 112: 336–342, 2017.
- 3) Balvers K, Saleh S, Zeerleder SS, et al: Are there any alternatives for transfusion of AB plasma as universal donor in an emergency release setting? *Transfusion*, 56: 1469–1474, 2016.
- 4) 日本麻酔科学会/日本輸血・細胞治療学会：危機的出血への対応ガイドライン，2007。
<http://yuketsu.jstmct.or.jp/wp-content/uploads/2017/11/25faebe5051d0812791167b1762f2e14.pdf>.
- 5) 紀野修一，半田 誠，稲田英一，他：輸血部門における危機的出血への対応に関するアンケート調査結果. *日本輸血細胞治療学会誌*，55：624–632, 2009.
- 6) 土手内靖，大野 綾，尾崎牧子，他：緊急輸血血液準備搬送シミュレーションとその評価. *医学検査*，66：302–307, 2017.
- 7) 谷口 容，松浦秀哲，西岡純子，他：輸血チーム医療の推進における相互理解に基づく職種を越えた連携. *日本輸血細胞治療学会誌*，65：754–758, 2019.
- 8) Cardigan R, Latham T, Weaver A, et al: Estimating the risks of prehospital transfusion of D-positive whole blood to trauma patients who are bleeding in England. *Vox Sang*, 117: 701–707, 2022.

USE OF O+RED BLOOD CELL PRODUCTS STORED IN EMERGENCY ROOM INSTEAD OF TRANSFUSION DEPARTMENT FOR TREATMENT INITIATION OF MASSIVE BLEEDING

Saki Suzuki¹⁾, Shunya Rikimaru¹⁾, Mutsumi Minakawa¹⁾, Mao Watanabe¹⁾, Maiko Yamada¹⁾, Keiji Minakawa¹⁾, Nozomi Takano¹⁾, Fumihiko Watanabe¹⁾, Satoshi Ono¹⁾, Kinuyo Kawabata¹⁾, Kousaku Mimura^{1)~3)}, Tsuyoshi Suzuki⁴⁾ and Kazuhiko Ikeda¹⁾²⁾

¹⁾Department of Blood Transfusion and Transplantation Immunology, Fukushima Medical University Hospital

²⁾Department of Blood Transfusion and Transplantation Immunology, Fukushima Medical University School of Medicine

³⁾Department of Gastrointestinal Tract Surgery, Fukushima Medical University School of Medicine

⁴⁾Department of Emergency and Critical Care Medicine, Fukushima Medical University School of Medicine

Keywords:

Emergency blood transfusion, O + RBC, blood storage in emergency room