

大量輸血プロトコル（MTP）における輸血部門の臨床支援と今後の課題

吉田 雅弥¹⁾ 吉丸 希歩¹⁾ 渡辺 琴乃¹⁾ 平木 幹久¹⁾ 西山 陽香¹⁾
福岡 星夜¹⁾ 古閑 有咲¹⁾ 瀧口 大輔²⁾ 山崎 卓¹⁾ 佐々木妙子³⁾
寺住 恵子³⁾ 小出 俊一¹⁾

大量出血が予想される外傷患者に対して、当院は病院前情報から事前に決めた新鮮凍結血漿 (fresh frozen plasma : FFP) : 血小板濃縮製剤 (platelet concentrates : PC) : 赤血球 (red blood cell : RBC) 比率で先制的に投与する大量輸血プロトコル (massive transfusion protocol : MTP) を必要に応じて発動している。平日の昼間に限り、輸血製剤を救命救急センター (ER) の輸血専用保冷庫に配置し、輸血専従技師が輸血チームの一員として臨床支援を行うことで、輸血製剤の廃棄件数削減および輸血開始までの時間短縮に繋がった。しかし、時間外対応には課題が残り、ER の輸血専用保冷庫に輸血製剤を常備した場合の管理や非輸血専従技師の再教育が挙げられる。迅速かつ安全な輸血医療の提供を目指し、更なる運用改善に努めたい。

キーワード：MTP、臨床支援、輸血チーム

I. はじめに

大量出血が予想される外傷患者に対しては、事前に決めた血漿製剤 (fresh frozen plasma : FFP) : 血小板製剤 (platelet concentrates : PC) : 赤血球製剤 (red blood cell : RBC) 比率で先制的に投与する大量輸血プロトコル (massive transfusion protocol : MTP) を用いることが強く推奨されている¹⁾。

当院は重症外傷診療の基幹病院であり病院前情報から MTP を運用しているが、輸血部門と救命センター (以下、ER) が離れているため、患者搬入までの時間が短い場合や搬入後に MTP が発動された場合は輸血開始までに時間を要することが課題であった。その課題の克服及びタスク・シフト/シェアを推進するため、2023 年 8 月から平日日中に限り当院 MTP の初回で使用する輸血製剤を ER の輸血専用保冷庫に配置し、「救急救命処置の場における補助行為の実施」²⁾の一部を輸血部門に所属する臨床検査技師 (以下、輸血専従技師) が行うこととした。今回、輸血製剤を ER へ配置したことによる輸血開始時間の短縮効果及び輸血専従技師による臨床支援の効果と今後の課題について報告する。

II. 運用及び対象・方法

①MTP の運用

当院の MTP では初回 O 型 RBC 12 単位と AB 型クリオプレシピテート (以下、クリオ) 12 単位を使用している。人員が充足している平日日勤帯 (9 時～17 時) は ER の輸血専用保冷庫に前記輸血製剤を配置し、MTP 発動時に輸血専従技師 2 名 (原則、1 名は認定輸血検査技師) が ER に 5 分以内に駆けつけて臨床支援を行う。それ以外の時間帯である平日時間外 (17 時～9 時) 及び休日は輸血部門の部屋で製剤を管理し、MTP 発動時には ER から医師や看護師が輸血製剤 (O 型 RBC 12 単位と AB 型クリオ 12 単位) を受け取りに行く。患者同型製剤への切り替えや輸血製剤追加が発生した際、平日日勤帯は輸血専従技師が搬送し、ER に配置していた輸血製剤の残りは回収する。それ以外の時間帯は医師や看護師が搬送及び回収作業を担う。配置した輸血製剤を使用する場合、記録は紙伝票に残し (図 1)、MTP 終了後に紙伝票は電子カルテにスキャンし、その情報を基に輸血製剤の登録処理を行う。

臨床支援の際には、医師、看護師、輸血専従技師による輸血チームを編成する (図 2)。輸血チームにおける医師の役割は輸血製剤の依頼及び輸血製剤の投与、

1) 熊本赤十字病院検査部

2) 熊本赤十字病院看護部

3) 熊本赤十字病院重症外傷センター外傷外科

連絡責任者：吉田 雅弥, E-mail : m-yoshida@kumamoto-med.jrc.or.jp

〔受付日：2025 年 3 月 20 日, 受理日：2025 年 5 月 26 日〕

印刷日時 2024年12月17日 17:55:25 ページ数 1			
未クロス(ER)・亜型・異型依頼票 (輸血室保存)			
22703270 - 01			
患者ID	[REDACTED]		
フリガナ 患者氏名	[REDACTED] 様		
生年月日	[REDACTED]		
性別・年齢	[REDACTED]		
患者IDバーコード	[REDACTED]		
診療科・病棟	[REDACTED]		
指示年月日 発行時間	[REDACTED]		
医師氏名	[REDACTED]		
依頼内容			
【使用予定日】 2024/12/17 時間指定なし 第01版 オーダNo.: 22703270			
依頼 ABO 型 : 0			
依頼 Rh 型 : +			
依頼 製剤種 : RBC-LR			
依頼 単位数 : 12単位			
輸血開始時間	時 分	バイタル等	記入者
使用Rot貼付欄	[REDACTED]		
輸血終了時間	時 分	[REDACTED]	
副作用	有 ・ 無	[REDACTED]	
※有りの場合は記入			
※輸血終了後、この用紙と輸血用血液支給・実施点検表をスキャンしてください。スキャン実施サイン			

図1 紙伝票「未クロス (ER)・亜型・異型依頼票」

緊急輸血の他、亜型などの特殊な血液型のため、電子カルテで依頼できない場合、緊急時に使用する伝票。

看護師は輸血製剤の投与及び輸血実施の記録、輸血専従技師は輸血製剤の管理及び輸血部門と ER 間の製剤搬送を行う。認定輸血検査技師 1 名は MTP 終了まで ER で製剤管理及び輸血チームの医師や看護師とコミュニケーションを取りながら対応にあたる。残りの輸血専従技師 1 名は認定輸血検査技師の臨床支援の補助的な役割及び製剤搬送を担い、実践的な教育を兼ねて FFP (クリオ含む) の融解作業などを行っている。MTP 終了と共に輸血専従技師による臨床支援も終了する。

運用については、医師、看護師、輸血専従技師の役割を ER と輸血部門で十分に協議し、輸血療法委員会の承認を得て決定した。輸血専従技師（主に認定輸血検査技師）が ER 内でのシミュレーション 及び複数回の実践トレーニングを行った上で運用を開始した。

②対象

2023 年 8 月から 2024 年 7 月までの 1 年間に ER へ搬入され、血液型が確定する前に輸血を実施する「緊急度 I」で対応した外傷 MTP 症例を対象とし、産科症例や大血管疾患などの MTP 症例は除外した。

③評価方法

輸血専従技師による臨床支援を実施した群（以下、実施群）と臨床支援を実施していない群（以下、未実施群）の件数、及び各群の輸血製剤廃棄件数を調査した。各群における患者搬入から輸血開始までの時間を調査した。未実施群では輸血部門での製剤準備時間と搬送時間に影響を受ける。常時輸血業務に携わる輸血専従技師と夜間休日の当番日のみ輸血業務に携わる非専従技師とで輸血準備にかかる時間が異なるかを実症例とは別途に検討した。具体的には事前告知なしに輸

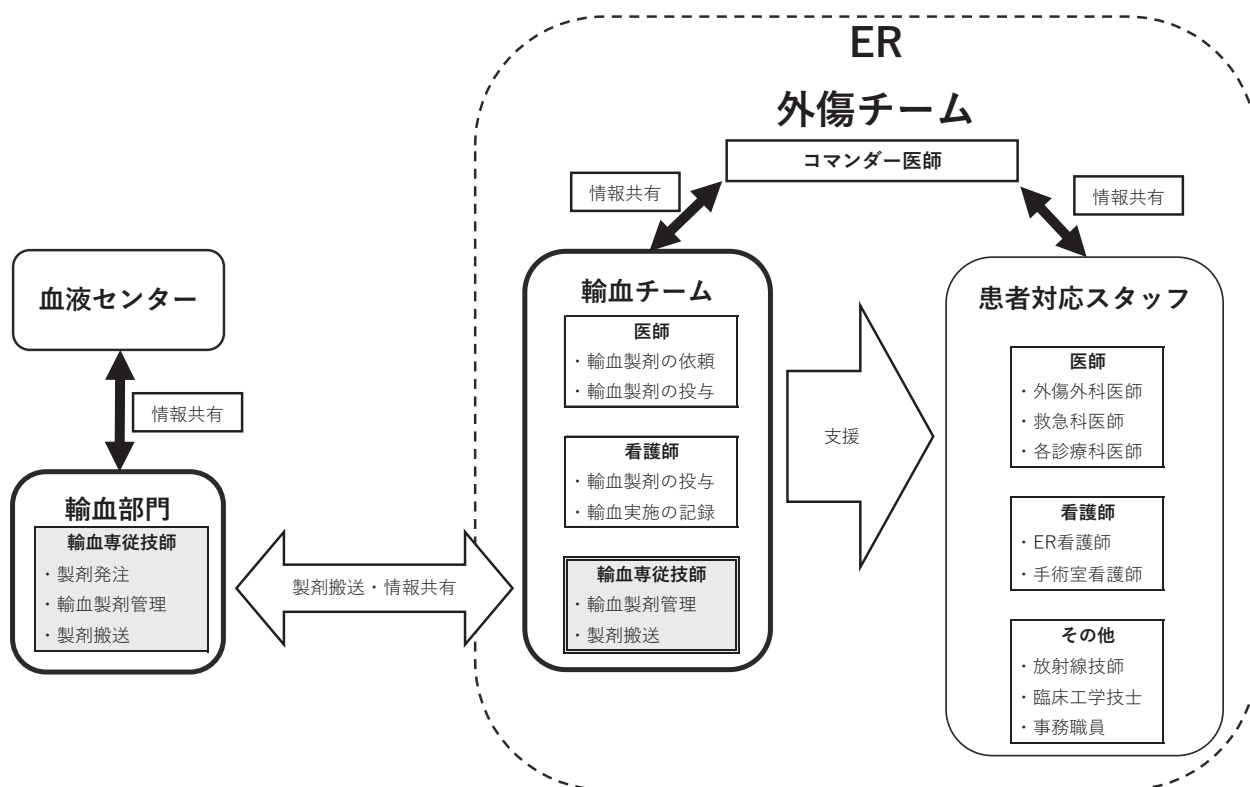


図2 外傷チームにおける輸血チームの役割

輸血チームは輸血業務に特化し、時に患者対応スタッフの支援を行う。輸血チーム内の輸血専従技師は輸血部門と情報共有を図り、製剤管理及び製剤搬送を行う。

血部門での輸血製剤準備時間を計測した。その際の準備する血液はO型RBC12単位とAB型クリオ12単位とした。また搬送にどれくらい時間がかかるかを複数の輸血専従技師で状況を再現して測定した。具体的にはERと輸血部門の往復時間及び輸血製剤を輸血部門から出庫する際の読み合わせ時間を併せて計測した。

なお、本研究は熊本赤十字病院倫理審査委員会の承認（受付番号：669）を得て実施した。

III. 結 果

対象期間内にERへ搬入され、「緊急度I」で対応した外傷MTP症例は44例（実施群：12例、未実施群：32例）であった。実施群の12例はすべて平日日勤帯の症例であり、運用に準拠していた。搬送時に救命困難と判断された症例や想定よりも出血が少なかった症例などは1時間以内に臨床支援は終了したが、ERでの試験開腹や経動脈的塞栓術が必要になった症例は持続的な輸血のため、長時間（最長で約5時間）支援を行った症例もあった。未実施群の32例のうち3例は平日日勤帯の症例であったが、運用開始直後で不慣れな時期であったため、MTP発動の情報が輸血部門に伝達されず、輸血専従技師の支援がなかった。輸血製剤廃棄件数は実施群が0例であったのに対し、未実施群が2例であっ

た。廃棄の内訳は1例が医師間のコミュニケーションエラーによるものでPC10単位が廃棄となった。ERで試験開腹していた医師はPC不要と判断していたが、PCを依頼した医師にその情報は伝わっていなかった。輸血専従技師の支援があれば、輸血に関する情報は集約され、特に有効期限が短いPCについては、投与されるか再確認を行うことから依頼されることはなかった。もう1例は血管内治療中に高カリウム血症による心肺停止を来とし蘇生困難となったことによるもので、RBC4単位及びFFP4単位が廃棄となった。当院のRBC返品条件は輸血部門から出庫後30分以内（ERの輸血専用保冷庫で適切に保管していた場合を除く）としているが、RBCは規定時間以上の室温放置、FFPは過剰融解が廃棄の原因であり、輸血専従技師の支援があれば、適切に管理され、廃棄を防ぐことができた。

「緊急度I」で対応した外傷MTP症例44例のうち、ER搬入後、速やかに輸血が必要と判断された症例は23例（実施群：8例、未実施群：15例）であった。他の21例は画像検査の後に輸血が必要と判断されていた。ER搬入後速やかに輸血が必要と判断された23例について、患者搬入から輸血開始（RBCまたはクリオのどちらかが投与される）までの時間は実施群は中央値7.5分、未実施群は中央値16分であった。実施群は1例の

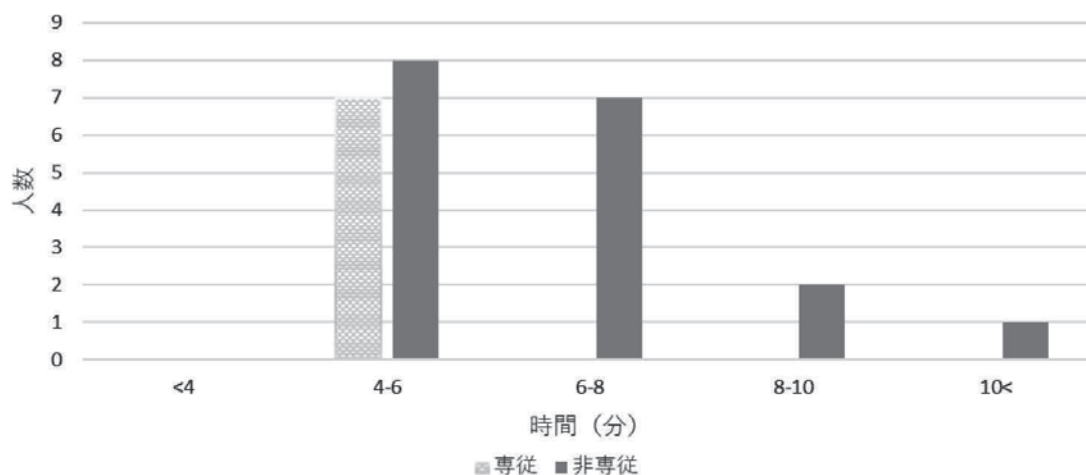


図3 輸血製剤準備時間

輸血専従技師7名は4～6分で製剤出庫処理が完了したが、非輸血専従技師18名のうち、10名は6分以上の時間を要していた。

み開始までに15分かかったが、他の7例は10分以内に輸血が開始されていた。未実施群は9例が輸血開始までに15分以上かかっており、そのうち4例は30分以上、最大で35分かかっていた。

輸血製剤準備時間にかかる時間は、輸血専従技師7名の平均が4分52秒であったのに対し、非輸血専従技師18名の平均は6分52秒であった。輸血専従技師と同水準で完了した非輸血専従技師は8名に留まった(図3)。

搬送は輸血専従技師の他、非輸血専従技師や医師、看護師も関わるが、職種による差はないと考え、輸血専従技師7名で計測したところ、平均は7分35秒(6分10秒～8分51秒)であった。

IV. 考 察

MTPを運用するためには、輸血製剤の残量を把握して不足がないように連絡・搬送すること、保冷库で保管すること、状態を見て終了時期を判断することなどが必要である。しかし外傷患者がERに搬入されると多くの医療スタッフが治療や処置に集中し、輸血製剤の管理が疎かになりがちである。未実施群における輸血製剤の廃棄理由に挙げられたコミュニケーションエラーや輸血製剤の不適切な管理がその典型例であり、輸血専従技師の支援があれば、防ぐことができたと考えられる。

常に輸血専従技師による臨床支援ができれば良いが、時間外は臨床検査技師2名で輸血業務以外の検査も行っていること、輸血専従技師が勤務外の日もあることから輸血チームとしての臨床支援拡充は厳しい。しかし「緊急度I」で対応した外傷MTP症例の29件(59.1%)は時間外に発生していることを考慮すると、時間外に

どのように対応するかが鍵になってくる。廃棄を減らすべく、認定輸血検査技師およびERに所属している学会認定・臨床輸血看護師が中心となり、輸血製剤の取り扱いに関する定期的な教育は一手の可能性があり、今後実施を検討したい。

輸血開始までの時間短縮には、輸血製剤準備にかかる時間短縮と搬送時間の短縮が必要である。未実施群の輸血開始までに30分以上かかった症例は非輸血専従技師が対応しており、製剤の準備に時間を要したことが一番の原因と考えられた。土手内らは、繰り返しシミュレーションを実施したこと、製剤の準備、供給を迅速・正確に行えるよう検討を重ねたことで、緊急輸血対応の時間短縮、個人差の低減を実現できたと報告している³⁾。MTPは追加の輸血製剤依頼もあることから、当院においても製剤準備にかかる時間短縮、効率化のために非輸血専従技師の再トレーニングや業務内容の見直しが必要と考えられた。搬送時間の短縮に関して、鈴木らは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を目的に、救命救急センター初療室内の輸血専用保冷库に、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ことを報告している⁴⁾。当院でも、ERの輸血専用保冷库に輸血製剤を常備することが輸血部門での製剤準備時間の短縮及び業務負担軽減、搬送時間の短縮に繋がり、外傷MTP症例における早期の輸血開始に効果的であると考えられる。

課題としては検査技師による臨床支援がない状態で、ERの常備血液製剤を適切に管理できるかが挙げられる。現在は平日9時前に輸血専従技師がERに輸血製剤を配置し、17時過ぎに回収し、使用期限が切れないように翌日再配置をしたり、袋の破損がないかなどを確認したりしている。常備した場合、製剤をいつ交換・補充

するか、血液型が判明後に新たにオーダーした製剤と常備製剤が混じらないか、などを検討する必要がある。外傷診療において早期に十分に輸血ができるかは予後に直結することが多く、検討事項を解決し、ERで安全に常備輸血の運用をできるようにしていきたい。

V. ま と め

輸血専従技師が輸血チームに加わり製剤管理や搬送を担うことで、輸血製剤の廃棄件数削減や他職種の業務負担軽減に繋がった。しかし、外傷 MTP 症例は時間外に搬入されることが多く、ER の輸血専用保冷庫に輸血製剤を常備することや時間外の製剤搬送、非輸血専従技師に対しての教育などの課題が見つかった。MTP における安全かつ迅速な輸血医療を提供できるよう、更なる運用の構築を目指したい。

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) 宮田茂樹, 板倉敦夫, 上田裕一, 他：大量出血症例に対する血液製剤の適正な使用のガイドライン. 日本輸血細胞治療学会誌, 65 (1) : 21—92, 2019.
- 2) 宮島喜文：医師の業務のタスク・シフト/シェアと臨床検査技師. 臨床検査学教育, 14 (1) : 24—29, 2022.
- 3) 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(3) : 302—307, 2017.
- 4) 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.

CLINICAL SUPPORT AND FUTURE CHALLENGES OF THE TRANSFUSION DEPARTMENT IN THE MASSIVE TRANSFUSION PROTOCOL (MTP)

Masaya Yoshida¹⁾, Kiho Yoshimaru¹⁾, Kotono Watanabe¹⁾, Mikihiisa Hiraki¹⁾, Hinoka Nishiyama¹⁾, Seiya Fukuoka¹⁾, Arisa Koga¹⁾, Daisuke Takiguchi²⁾, Takashi Yamasaki¹⁾, Taeko Sasaki³⁾, Keiko Terazumi³⁾ and Shunichi Koide¹⁾

¹⁾Department of Clinical Laboratory, Japanese Red Cross Kumamoto Hospital

²⁾Department of Nursing, Japanese Red Cross Kumamoto Hospital

³⁾Department of Trauma Surgery, Severe Trauma Center, Japanese Red Cross Kumamoto Hospital

Keywords:

MTP, clinical support, transfusion team