

## 手術室との連携の向上を目的とした画像モニタリングと輸血情報システム

古牧 宏啓 渡邊 弘子 藤原 晴美 山田千亜希 牧 明日加  
 芝田 大樹 永井 聖也 石塚 恵子 金子 誠 竹下 明裕

本研究では、従来の音声情報に加え、手術室画像モニタリングと輸血情報システムを活用し、該当手術の、出血の程度、使用中の血液製剤の種類、輸血量、輸血速度、さらには、手術室内の医療スタッフ数と業種、製剤の保管状況や取り扱い等の情報を、リアルタイムに把握した。そして、手術室のニーズを迅速に察知し、充分量の製剤の準備、迅速な供給、部門を超えた輸血に関連する業務の補助を行い、製剤の準備状況などの情報を提供した。これらは、フレキシブルかつ臨床側とより一体化した形で進めた。

本システムの導入による効果を、赤血球濃厚液 (RCC) の廃棄件数、廃棄量と廃棄率および術前請求量、初回在庫量、総在庫量、使用量、返納量、インシデント件数を、システム導入前後2年間で比較し評価した。RCCの廃棄件数は15件から2件 ( $p=0.002$ )、廃棄量は51単位から3単位 ( $p<0.001$ )と有意に減少し、廃棄率は1.02%から0.09%に減少した。RCCを10単位以上使用した心臓血管手術におけるRCCの初回在庫量 (平均 $\pm$ SD)は $7.5\pm 2.2$ 単位から $6.7\pm 2.4$ 単位と減少した ( $p=0.020$ )。また、システム導入後2年間に製剤の保存や取扱いに関するインシデントは発生していない。本システムの活用により、提供可能な輸血業務は広がり活性化され、臨床側との密接な連携が構築された。

キーワード：手術室画像モニタリング、輸血情報システム、臨床側との連携、廃棄血、輸血業務

## 緒 言

「輸血療法の実施に関する指針」に則した安全かつ適正な輸血療法の推進のためには、輸血部門と臨床側との連携は必要不可欠である<sup>1)</sup>。特に、緊急輸血や大量輸血といった迅速な対応が要求される手術に際しては、手術部門との連携を緊密にする必要がある<sup>2)3)</sup>。当施設では、これまでも大量輸血対応体制を構築し、手術部門および血液センターとの連携を緊密にすることで血液製剤 (製剤) の安定供給のための努力をしてきた<sup>4)</sup>。

臨床側と、より堅固な協力関係を構築するためには、まず、輸血部門自らが最新の臨床側の情報を取得する。それを基に、迅速かつ的確に臨床側のニーズを察知し、積極的に動くことが必要である。しかし、音声情報は各連絡時点の断片的かつ部分的な情報であり、情報交換は看護師などを介することも多い。それゆえ、これまでのインターホンや電話といった音声情報による情報取得手段のみでは、該当手術の、出血の程度、使用中の血液製剤の種類、輸血量、輸血速度を迅速に把握しにくかった。さらに、手術室内の医療スタッフ数と業種、製剤の保管状況や取り扱われ方を把握することは困難であった。これらの情報の不足は、輸血部門の

臨床現場への進出を妨げていた。その結果、製剤の過剰請求は2006年に大量輸血対応体制を整備した以降より減少せず、RCCの廃棄量をさらに減少させることが困難であった。

今回、当施設では従来の音声情報に加え、手術室画像モニタリングと輸血情報システムを新たな情報取得手段として導入した。それにより、正確かつリアルタイムな手術室内の情報の収集を図った。得られた情報を基に、手術室のニーズを迅速に察知し、充分量の製剤の準備、迅速な供給、部門を超えた輸血に関連する業務の補助を行い、製剤の準備状況や副作用などの情報を提供した。これにより、手術室のニーズに応じフレキシブルに輸血業務を行った。そして、本システムの手術部門との連携の向上に対する効果を、赤血球濃厚液 (RCC) の廃棄件数、廃棄量と廃棄率および術前請求量、初回在庫量、総在庫量、使用量、返納量、インシデント件数を、システム導入前後で、比較し評価した。



Fig. 1 Screen display of the operating room monitor.  
It is possible to select and enlarge the image of individual operating rooms.

## 方 法

### 1. 手術室画像と製剤使用状況一覧画面の活用

2010年1月より、輸血部門内に手術室画像と輸血情報システムの製剤使用状況一覧画面を表示する40インチの液晶モニタを2台隣接して設置した。

手術室画像は手術部門システム（手術室管理システム JSA/AE、鈴与システムテクノロジー、静岡）と LAN 接続し、全11室の各手術室のモニタリング画像を分割して表示させた (Fig. 1)。輸血情報システム (CLINILAN BT、エイアンドティー、横浜) は Windows XP 環境上で病院情報システムと連結させた。製剤使用状況一覧画面には製剤請求依頼ごとに、患者情報 (ID、氏名、血液型、血液型確定の有無、不規則抗体保有の有無、不規則抗体スクリーニング検査の有効期限、輸血前患者検体の採取日)、依頼情報 (使用予定日、使用場所、依頼製剤、依頼単位数)、製剤の進捗状況を表示させた。製剤の進捗状況は製剤の管理状況によって受付、割当、準備、払出、到着、実施の順にリアルタイムに表示させた。たとえば、臨床側が病院情報システム上で製剤の受取り照合を行うと製剤使用状況一覧画面の進捗状

況欄が「到着」となり、次に実施時照合を行うと進捗状況欄が「実施」となることから、臨床側の製剤の使用・在庫状況を確認した (Fig. 2)。

### 2. 手術部門に対する輸血運用の変更

従来は、輸血部門スタッフが製剤をエレベーターで送り、手術部門スタッフが手術部内の同エレベーター入口で製剤を受取っていた。今回、輸血部門スタッフが製剤を持って手術部と直結する専用エレベーターで各手術室まで搬送し、手術部門スタッフと直に製剤の受渡しを行った。

### 3. システムの導入による効果の検討

手術用に準備し使用されず有効期限切れで廃棄となった RCC の廃棄件数、廃棄量と廃棄率、手術室において製剤の保管や取扱い中に発生したインシデント件数および RCC が 10 単位以上使用された心臓血管手術における RCC の術前請求量、初回在庫量、総在庫量、使用量、輸血部門への返納量を、システム導入前後 2 年間で比較した。なお、RCC の廃棄量、請求量、在庫量、使用量、返納量は 200ml 由来を 1 単位として計算した。RCC の廃棄率は廃棄した製剤の単位数/手術室へ在庫し

SEQ	依頼 状況	オーダー番号	患者ID	患者氏名	患者 ABO	Rh	血型 確定	抗体 有無	Scr検査 期限	保管 検待	T&S 7分*	使用予定日	時間	使用場所	依頼製剤	依頼単位	使用目的	進捗 状況
12	未予	3000002826732			保留	+	確定	無	2011/03/25	2011/02/18		2011/03/21	00:00	8階東病棟	赤血球濃厚液-LR	2 / 2	血液疾患	礼出
13	未予	3000002826312			A	+	確定	無	2011/03/24	2011/03/17		2011/03/21	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	10 / 10	血液疾患	実施
14	未予	3000002826975			A	+	確定	無	2011/03/27	2011/03/18		2011/03/21	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10	血液疾患	受付
15	未予	3000002818619			保留	+	確定	無	2011/03/23	2011/02/10		2011/03/21	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	10 / 10	血液疾患	到着
16	未予	3000002826676			B	+	未確	無	2011/06/17	2011/03/19		2011/03/21	00:00	5階東病棟	献血ケルミン-L 5	1 / 1	血液成分製	実施
17	未予	3000002826001			B	+	未確	無	2011/06/17	2011/03/19		2011/03/21	00:00	5階東病棟	7% <sup>γ</sup> シ-25 250ml	1 / 1	血液成分製	実施
18	未予	3000002826432			B	+	確定	無	2011/03/27	2011/02/28		2011/03/21	00:00	2階西病棟	7% <sup>γ</sup> シ-25 250ml	0 / 1		受付
19	未予	3000002826061			AB	+	確定	無	2011/03/21	2011/03/14		2011/03/22	00:00	5階東病棟	赤血球濃厚液-LR	0 / 2	慢性貧血	受付
20	未予	3000002821475			AB	+	確定	無	2011/05/29	2011/02/28		2011/03/22	00:00	手術部	赤血球濃厚液-LR	6 / 14	手術	準備
21	未予	3000002816047			AB	+	確定	無	2011/03/25	2011/01/24		2011/03/22	00:00	外未	赤血球濃厚液-LR	2 / 2	血液疾患	準備
22	未予	3000002821476			AB	+	確定	無	2011/05/29	2011/02/28		2011/03/22	00:00	手術部	新鮮凍結血漿-LR	15 / 15	手術	準備
23	未予	3000002812515			B	+	確定	無	2011/03/24	2011/02/17		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10		受付
24	未予	3000002824699			B	+	確定	無	2011/03/25	2011/03/17		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10		受付
25	未予	3000002826568			O	+	確定	無	2011/03/25	2011/02/10		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10		受付
26	未予	3000002826542			O	+	確定	無	2011/03/21	2011/03/14		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10		受付
27	未予	3000002823725			B	+	確定	無	2011/03/21	2011/03/10		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10	血液疾患	受付
28	未予	3000002826713			保留	+	確定	無	2011/03/25	2011/02/18		2011/03/22	00:00	8階東病棟	濃厚血小板-LR	0 / 10		受付
29	未予	3000002816070			AB	+	確定	無	2011/03/25	2011/01/24		2011/03/22	00:00	外未	濃厚血小板-LR	0 / 20	血液疾患	受付

Fig. 2 Screen display of the blood transfusion information system, including real-time monitoring of the use of blood components.

Real-time information of all blood components is monitored by the system, including patient name, patient ID, blood type, kinds of blood product, number of orders and current transfusion status.

た製剤の単位数から算出した。システム導入前2年間(2008年, 2009年)と後2年間(2010年, 2011年)のRCC廃棄件数と廃棄量の有意差はchi-square test(SAS, Tokyo), RCCの術前請求量, 初回在庫量の有意差はt-test(SAS)とchi-square test, 総在庫量, 使用量, 返納量の有意差はt-testを用いて検定し, 両側危険率5%未満を統計学的に有意とした。

## 結 果

### 1. 情報から得られた業務上の改善項目

音声情報に加え, 手術室画像と製剤使用状況一覧画面を活用することで, 該当手術の出血の程度, 使用中の血液製剤の種類, 輸血量, 輸血速度, さらに手術室内の医療スタッフ数と業種, 手術室内での製剤の保管状況や取り扱われ方を目視で確認することが可能となった。また, 患者の入室, 手術開始と終了など手術の進行状況も把握され, 輸血部門の業務を効率化することができた。これらの情報を基に, 手術部門からの製剤請求に先行して, 日赤センターへの製剤供給状況の問合せと発注調整, 院内在庫の確保, 患者用製剤の準備を行った。結果として, 製剤請求に迅速に対応できるようになった。さらに, 患者や手術の状況を把握しや

すくなり, 輸血の緊急性の高さを手術室と一体化して, 対応ガイドラインを確認しながら, 対応することができた。結果, 輸血部門は, 部門の垣根を越えて, 輸血に関連する業務の補助を行うことが可能となった。外科医, 麻酔科医に対しては, 製剤の準備量や供給までの時間などの情報を提供した。緊急輸血や危機的出血時などで異型適合血の使用を選択する場合には, 溶血性副作用や不規則抗体産生のリスク, 凝固時間やフィブリノーゲン値に基づいた凝固因子製剤の使用などの情報を提供した。また, 手術部看護師に対しては, 衛生面に留意した製剤の適切な取扱い方や, 輸血情報システムを使用した製剤の受取りや実施照合, 輸血副作用の入力手順などを助言し業務を補助した。

これらの対応に関しアンケート調査(5段階評価)を行った。輸血療法委員会の外科医および麻酔科医全員(8/8名)は明らかな改善があったと評価した。手術部門看護師23名中10名(44%)は明らかな改善, 8名(35%)は改善があったと評価した。

### 2. RCCの廃棄件数, 廃棄量と廃棄率

本システム導入前2年間に比較し, 導入後2年間では, 廃棄件数が15件から2件( $p=0.002$ ), 廃棄量が51単位から3単位( $p<0.001$ )と有意に減少し, 廃棄

Table 1 Expired red cell component (RCC) for transfusion in operations from 2008 to 2011.

	Years	Expired RCC		Used RCC*/year		Ratio (%)
		Case	Unit	Case	Unit	Unit
Before system implementation	2008 ~ 2009	15	51	608	4,967	1.02
After system implementation	2010 ~ 2011	2	3	605	3,327	0.09
p-value <sup>‡</sup>		0.002	<0.001			

\*RCC used in operations.

<sup>‡</sup>p value was calculated by the chi-square test (compared before and after system implementation).

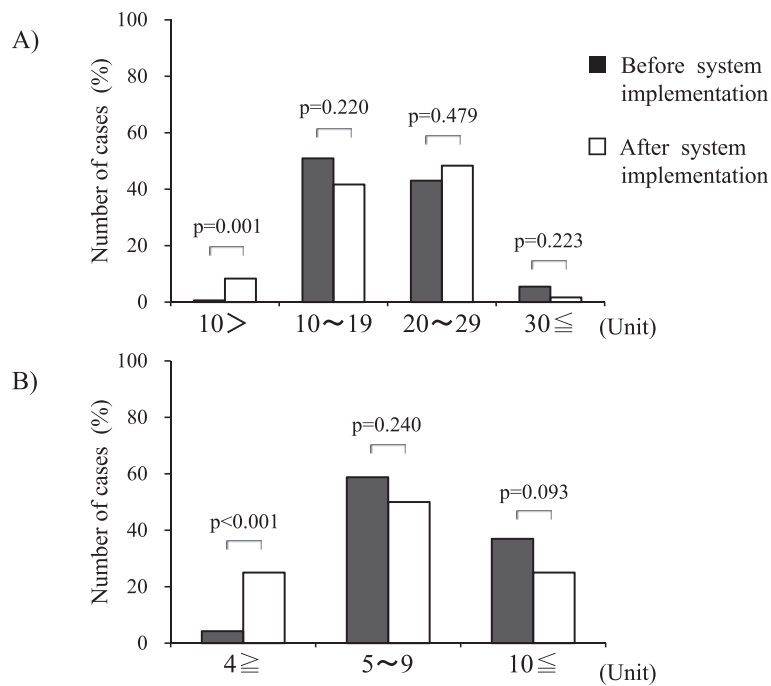


Fig. 3 A) Amounts of RCC ordered before cardiovascular operations in which 10 units or more RCC were used. B) Amounts of initial RCC delivered to operation rooms in cardiovascular operations in which 10 units or more RCC were used.

率が1.02%から0.09%と減少した (Table 1).

### 3. 製剤取扱いに関するインシデント

本システム導入前の2年間に、手術室において、RCC 4単位が室温に3時間以上放置されて廃棄となった事例、新鮮凍結血漿4単位が溶解時に破損した事例があった。本システム導入後2年間は、手術室画像や製剤の搬送のために手術室へ出向いた輸血部門スタッフにより、未使用のRCCが室温に60分近く放置されていた事例が5件確認された。輸血部門からの指摘により、輸血部門に一旦返却された事例が4件、直ちに使用された事例が1件あった。その結果、廃棄となったRCCはなかった。本システム導入後2年間に製剤の保存や取扱いに関するインシデントは発生していない。

### 4. 心臓血管手術におけるRCC請求および使用と返納

術前請求量、総在庫量および使用量は、システム導入前後2年間で有意差がなかった。RCCの術前請求量

が10単位未満の症例は、本システム導入前2年間に比較し、導入後2年間は、1症例(0.6%)から5症例(8.3%)と有意に増加し(p=0.001)、RCCの術前請求量が30単位以上の症例は9症例(5.5%)から1症例(1.7%)と減少した (Fig. 3-A)。初回在庫量(平均値±SD)は、7.5±2.2単位から6.7±2.4単位と有意に減少した(p=0.020, Table 2)。初回在庫量が4単位以下の症例は、7症例(4.2%)から15症例(25.0%)と有意に増加し(p<0.001)、初回在庫量が10単位以上の症例は、61症例(37.0%)から15症例(25.0%)と減少した (Fig. 3-B)。手術室からの返納量は1.2±2.1単位から3.1±2.9単位と有意に上昇した (p<0.001)。

### 考 察

WHO guidelines for safe surgery 2009: safe surgery saves lives では、手術に関わるチームは血液製剤の供給

Table 2 Red cell component (RCC) ordered and actual RCC transfused in cardiovascular operations that used 10 or more RCC units. Comparison between before and after the system was adapted. The number of bags is also shown in parentheses.

System implementation	Before	After	p-value*
Years	2008 ~ 2009	2010 ~ 2011	
Number of cases	165	60	
RCC ordered before operation	16.1 ± 6.6	16.0 ± 4.9	0.883
RCC accordingly delivered to operations	16.3 ± 5.9 (8.4 ± 3.1)	16.8 ± 6.0 (8.5 ± 3.2)	0.584 (0.713)
RCC initially delivered to operations	7.5 ± 2.2 (3.9 ± 1.2)	6.7 ± 2.4 (3.4 ± 1.2)	0.020 (0.015)
RCC accordingly used in operations	15.0 ± 5.2 (7.7 ± 2.7)	13.6 ± 5.4 (7.0 ± 2.9)	0.071 (0.088)
RCC returned from operations	1.2 ± 2.1 (0.7 ± 1.3)	3.1 ± 2.9 (1.6 ± 1.5)	<0.001 (<0.001)

Plus-minus values are mean ± SD.

\*p value was calculated by the t-test (compared before and after system implementation).

体制の確認を行い、大量出血のリスクに対して適切な準備をすることが必要であるとしている<sup>7)</sup>。この規定を遵守するためには、輸血部門は手術部門との連携をより緊密にし、最新の手術室内の情報を収集することが重要である。しかし、これまでの音声情報のみでは、断片的で部分的な手術室の情報しか把握できなかった。

近年、外科医、麻酔科医および看護師が手術室の稼働状況や手術室内の作業状況をリアルタイムに確認する手段として手術室画像の利用が有用とされている<sup>5)</sup>。また、ネットワークコンピュータを活用した輸血管理システムは、リアルタイムに製剤の使用状況および在庫状況を把握するのに役立つ、効率的な製剤利用を可能にさせている<sup>6)</sup>。

今回、手術室画像を手術部門だけでなく輸血部門にまで拡大して設置し、輸血情報システム、音声情報と合わせて活用した。その結果、手術室内の状況や手術の進行状況、製剤の使用状況および手術室内での保管状況や取り扱い方を正確かつリアルタイムに把握することが可能となった。そして、手術部門からの製剤請求に先行して製剤を準備し、迅速に必要な量の製剤を供給することが可能となった。必要な製剤が常時、迅速に術者の手元に届けられることで、外科医や麻酔科医の信頼度が増し、製剤の過剰請求が抑えられたと考える。その結果、心臓血管手術において、RCCの術前請求量が10単位未満および初回在庫量が4単位以下の症例数が増加し、RCCの初回在庫量が減少した。宮田ら<sup>6)</sup>は輸血情報システムの導入により、RCCの廃棄率は3.9%から0.32%に減少したと報告している。今回、手術用に準備し使用されず有効期限切れとなったRCCの廃棄率は1.02%から0.09%に有意に減少した。このように、限りある資源である血液の有効利用にも繋がった<sup>7)8)</sup>。

また、手術室画像や手術室へ出向いた輸血部門スタッ

フにより製剤の室温での放置や不適切な取扱いが認識でき、それらに対する手術部門への指摘がインシデントの防止に役立った。一方、本システム導入後、手術室画像で手術終了を確認した際に、製剤使用状況一覧画面において未使用製剤の確認を行った。未使用の製剤が存在する場合には、手術部門へ連絡し、輸血部門への返納を確実にした。さらに、必要に応じて、輸血部門スタッフが手術室に出向き、輸血部門への未使用製剤の返納を徹底した。その結果、未使用の製剤が患者と一緒にICUや病棟に移動し使用される事例がなくなり、手術部門から返納されるRCCの平均単位数が増加したと考えられる。

画像モニタリングと輸血情報システムの導入により、患者、手術、手術室の情報が多く得られるようになった。これらの情報をもとに、手術室のニーズに応じたフレキシブルな輸血業務を提供することが可能となった。

## 結 語

手術室画像モニタリングと輸血情報システムが重要な情報ツールとして効果を発揮した。本システムにより手術部門との連携をさらに緊密にすることができた。その結果、安全性と信頼性が向上し、臨床から評価を得ている。この改善を通して、輸血の部門スタッフが、臨床側との連携の密接にする重要性を改めて認識した。また、医療に携わる一員としてのモチベーションも向上した。

## 文 献

- 1) 輸血療法の実施に関する指針：厚生労働省医薬安全局長通知、薬食発0306第5号、平成24年3月6日。

- 2) 社団法人日本麻酔科学会, 有限責任中間法人日本輸血・細胞治療学会ホームページ: 危機的出血への対応ガイドライン (改訂版). <http://www.jstmct.or.jp/jstmct/Document/Guideline/Ref4-1.pdf> (2012年11月現在) <http://www.anesth.or.jp/guide/kikitekiGL2.pdf> (2012年11月現在).
- 3) 入田和男, 川島康男, 巖 康秀, 他: 「麻酔関連偶発症例調査 2002」および「麻酔関連偶発症例調査 1999-2002」について: 総論—(社)日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告—. 麻酔, 53: 320—335, 2004.
- 4) 竹下明裕, 浅井隆善, 村上 勝, 他: 地方病院における大量輸血対応体制の構築と血液の有効利用. 日本輸血細胞治療学会誌, 55: 63—67, 2009.
- 5) Xiao Y, Dexter F, Hu P, et al: The use of distributed displays of operating room video when real-time occupancy status was available. *Anesth Analg*, 106: 554—560, 2008.
- 6) Miyata S, Kawai T, Yamamoto S, et al: Network computer-assisted transfusion-management system for accurate blood component-recipient identification at the bedside. *Transfusion*, 44: 364—372, 2004.
- 7) WHO guidelines for safe surgery: 2009: safe surgery saves lives. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598552\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598552_eng.pdf) (2012年11月現在).
- 8) 大戸 齊, 稲葉頌一: 輸血製剤の有効利用における院内輸血システム整備の重要性. 日本輸血学会誌, 49: 27—32, 2003.
- 9) 恒川浩二郎, 宇佐見みゆき, 竹内則子, 他: 血液製剤廃棄率への取り組み—10年間の対策と結果—. 日本輸血細胞治療学会誌, 57: 17—24, 2011.

## COMBINATION OF IMAGE MONITORING OF OPERATION ROOMS AND A BLOOD TRANSFUSION INFORMATION SYSTEM IS EFFECTIVE IN REDUCING THE AMOUNT OF EXPIRED BLOOD AND IMPROVING TRANSFUSION PRACTICE

*Hiroaki Furumaki, Hiroko Watanabe, Harumi Fujihara, Chiaki Yamada, Asuka Maki, Hiroki Shibata, Seiya Nagai, Keiko Ishizuka, Makoto Kaneko and Akihiro Takeshita*  
Transfusion and Cell Therapy, Hamamatsu University School of Medicine

### **Abstract:**

In this study, we combined an image monitoring system in operation rooms with a blood transfusion information system to understand clinical practice in operation rooms more precisely and strengthen the relationship between surgeons and hospital transfusion units. Members of the transfusion unit transported blood components directly to the operation rooms and adjusted transfusion practice in accordance with information provided by the system. We analyzed the amount and frequency of wasted red cell component (RCC), and compared them before and after adoption of the combined system. We also analyzed the amounts of RCC ordered, RCC used and RCC returned to the transfusion unit in cardiovascular operations. The number of cases with wasted RCC significantly decreased from 15 cases to 2 cases ( $p=0.002$ ); the amount of expired RCC from 51 units and 3 units ( $p<0.001$ ); and the frequency of expiration from 1.02% to 0.09%. The mean amounts of RCC initially delivered from the transfusion unit to cardiovascular operations in which 10 units or more RCC were used, decreased from 7.5 units to 6.7 units ( $P=0.020$ ).

The combined system is effective in improving transfusion practice, decreasing expired blood, and establishing better cooperation between clinicians and the transfusion unit.

### **Keywords:**

image monitoring of operation rooms, transfusion information system, cooperation with clinical team, abandoned blood products, transfusion practice