

## 重回帰分析を用いた病院毎の血液製剤使用量の予測モデルとその評価

関本 美穂<sup>1)</sup> 今中 雄一<sup>1)</sup> 吉原 桂一<sup>1)</sup> 米野 琢哉<sup>2)</sup> 白井 貴子<sup>1)</sup>  
 ジェイソン・リー<sup>1)</sup> 佐々木弘真<sup>1)</sup>

Disease Procedure Combination (DPC) データには臨床情報および詳細な輸血情報が含まれるため、輸血リスクを考慮した血液製剤使用量評価に利用できる可能性がある。われわれは DPC データを利用して、73 の急性期病院における血液製剤使用状況を調査し、血液製剤を多く消費する疾患や手術を検討した。また病院ごとの血液製剤使用量を予測する 3 つの重回帰分析モデルを作成し、 $R^2$  値を使ってその予測能を評価した。最初のモデルは、病院機能に関する 5 つの変数（病床数、全身麻酔下手術数、心臓手術の実施、造血幹細胞移植の実施、血漿交換の実施）を予測因子とした。2 つ目のモデルでは、年齢分布および血液製剤を多く使用する疾患・手術の年間 1 病床あたり件数を予測因子とした。3 つ目のモデルは DPC 診断群分類を利用して血液製剤の使用量を予測した。血液製剤の大部分が、特定の疾患・手術を受けた患者により消費されていた。診断群分類を用いた予測モデルは、輸血のリスクや血液製剤の使用量を診断群分類ごとに細やかに考慮できるために高い予測能を示した。一方、血液製剤の使用量が多い疾患や手術の症例数から使用量を予測するモデルも、比較的良好な予測能を示した。しかし病床数や全身麻酔下手術数は、血液製剤の使用量と関連しなかった。DPC データを利用した血液製剤使用状況の解析は、少ない労力で大量のデータを処理でき、また各病院における疾患分布を考慮して血液製剤使用量を評価できる。

キーワード：輸血、DPC データ、診断群分類、重回帰分析、病院

## はじめに

外傷や手術に伴う出血、消化管出血などの出血性疾患、血液疾患やその他の重篤な病態において、輸血の有効性は広く認められている。その一方で、血液製剤の使用基準や効果判定に対する不十分な知識が、血液製剤およびアルブミン製剤の乱用、および HIV や C 型肝炎感染の拡大を招いたとされる<sup>1)</sup>。輸血の安全性に対する社会的要求の増大、少子高齢化に伴う相対的な血液供給不足、治療の高度化による需要の増加に伴い、必要な血液製剤を最低限用いることが、患者安全・医療の質の面だけではなく医療資源の有効利用の点から、ますます求められるようになっていく。

このような状況を踏まえ、血液および血液製剤の適正使用の促進を目的として、これまでいくつかの施策が実施されてきた。1999 年に厚生省(当時)は、「輸血療法の適正化に関するガイドライン(1989年)」および「新鮮凍結血漿・アルブミン・赤血球濃厚液の使用基準(1986年)」を改訂した「血液製剤の使用指針および輸血療法の実施に関する指針<sup>2)</sup>」を公表し、最新のエビデンスに基づいた使用基準を示した<sup>3)</sup>。また 2003 年には血

液関連法が施行され、病院に対して 20 年間の血液製剤使用記録の保管、輸血感染症の監視・報告と共に、血液製剤使用時の患者への説明と同意が義務付けられた。

2006 年度の診療報酬改定の際に、病院の輸血療法の質を評価する目的で「輸血管理料」が新たに導入された<sup>4)</sup>。この導入は、輸血療法において一定の基準を満たした病院に対して診療報酬を与えることにより適正使用を促すことを意図している。輸血管理料の算定条件には、輸血部門への医師や臨床検査技師の配置、血液製剤やアルブミン製剤の一元管理体制の確保など輸血管理体制に関する項目の他に、血液製剤の使用量に関する具体的な数値基準が含まれる。すなわち病院単位で新鮮凍結血漿(以下 FFP)・赤血球製剤(以下 RBC)・アルブミン製剤の使用総量を求め、FFP/RBC 比およびアルブミン/RBC 比が基準を満たす病院を輸血療法の質が高いと評価する。これら基準は、2003 年に実施された約 2,500 の病院を対象とした輸血の実態調査に基づいて策定された<sup>3)</sup>。この調査では病院を機能(病床数、全身麻酔下手術、心臓手術、造血幹細胞移植、血漿交換)別に分類し、各群における FFP/RBC 比およびアルブ

1) 京都大学大学院医学研究科医療経済学分野

2) 国立病院機構水戸医療センター血液内科

[受付日：2009 年 2 月 20 日、受理日：2009 年 9 月 14 日]

ミン/RBC比の平均値から前述の基準を設定した。

これらの基準は実態調査に基づいて設定され、基準設定後に適正使用が促進されたと一定の評価を得ているが<sup>3)</sup>、次のような懸念を孕む。すなわち、血液製剤の適正使用の基準は医学的根拠に基づくものでなければならないが、数値による単純な指標は使用の適切性を正しく反映するだろうか。さらに血液製剤の使用量は各病院の機能や診療内容の影響を大きく受けるので、病院単位の使用量の評価は、その病院における個々の患者の病態や診療内容を考慮したものであるべきだが、病院規模・全身麻酔件数、心臓手術、造血幹細胞移植、血漿交換などの因子は、疾患分布や診療内容の違いによる病院間の血液製剤使用量のばらつきを十分説明できるだろうか。

上記の問題に答えるために、われわれは administrative data の一種である Disease Procedure Combination (以下 DPC) データを解析した。わが国では DPC と呼ばれる独自の診断群分類が 2003 年から支払請求に用いられており、「DPC に基づいた包括評価」による支払請求を行う病院は DPC データと呼ばれる退院サマリデータおよびレセプトデータを統一されたフォーマットで作成している。データには 1 入院患者毎の病名・手術名の他に、各血液製剤の使用に関する情報が含まれる。われわれは 73 の急性期病院における血液製剤の使用状況を調査し、血液製剤を多く消費する疾患や手術を検討した。さらに、病院の血液製剤使用量を予測する重回帰分析モデルを作成し、モデルの説明力を検討した。

## 方 法

本研究は、京都大学「医の倫理委員会」の承認を受けている。この研究に用いたデータは、Quality Indicator/Improvement Project (QIP) に提供された DPC 基礎調査データである。QIP は参加病院から DPC データの提供を受け、診療プロセス・患者アウトカム・診療の効率性や経済性に関する指標の解析を行い、それを参加病院にフィードバックするプロジェクトである。われわれは、2006 年 4 月から 2008 年 3 月までの 73 病院の退院患者レコード 661,340 件を研究対象とした。

DPC データは 1 患者 1 入院毎に作成されており、データには病院 ID・患者 ID の他に DPC コード(入院中最も医療資源を消費した疾患・手術・合併症や疾患重症度から決定される 14 桁の文字コード)、入院経路、主傷病名、副傷病名、手術情報、退院時転帰等が含まれる。さらにこのデータにレセプトデータを結合することにより、特定の血液製剤の使用状況(血液製剤の種類・量・使用時期)、化学療法の有無(抗がん剤の使用の有無から同定)や血漿交換の実施を詳細に知ることができる。

レセプトデータから 1 入院症例毎の血液製剤使用量に関する情報を抽出し、さらに病院毎の使用総量を計算した。赤血球製剤・濃厚血小板・FFP の使用量は単位数で、アルブミン製剤の使用量は g 数で評価した。多変量解析のひとつである重回帰分析を用いて、各病院の年間 1 床あたり各血液製剤の使用量を 3 つの数学モデルで予測した。最初の 2 つのモデルは、重回帰分析による予測モデルで、後の 1 つは DPC 診断群分類を利用して血液製剤の使用量を予測するモデルである。

重回帰分析は、複数の説明変数からひとつの結果変数を予測する数学モデルであり、具体的には以下の重回帰直線でデータを代表させる。

$$\text{結果変数} = \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \dots + \beta_i\chi_i + \alpha$$

(ただし、 $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_i$  は説明変数、 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$  は各説明変数の係数、 $\alpha$  は定数)

最初のモデルでは、病院機能に関する 5 つの変数(一般病床数、全身麻酔下手術数、心臓大血管手術の有無、造血幹細胞移植の有無、血漿交換の有無)を予測因子とした。現在厚生労働省はこれら 5 つの変数を使って病院を機能別に分類し、それぞれの群における血液製剤使用量の統計を公表している<sup>3)</sup>。したがって、最初のモデルは病院機能を代表する 5 因子がどのくらい病院レベルの使用量を説明できるかを検討したものである。一般病床数は 4 分位(25, 50, 75 パーセンタイル値)で 4 群にカテゴリ分類した。全身麻酔下手術数は年間 1 病床あたりに換算し、4 分位でカテゴリ分類した。手術レコードから心臓大血管手術・造血幹細胞移植実施の有無を同定し、実施しているかどうかで病院を 2 群(1 例以上実施している、全く実施していない)に分けた。また心大血管手術には開心術の他に人工心肺を使用する胸部大動脈瘤手術が含まれる。また血漿交換の実施の有無をレセプトデータから同定し、実施しているかどうかで病院を 2 群(1 例以上実施している、全く実施していない)に分けた。

2 つ目のモデルでは、年齢分布および血液製剤を多く使用する疾患および手術の年間 1 病床あたりの件数を予測因子とした。予測因子の候補となる疾患および手術は、血液疾患・肝硬変・心大血管手術・血漿交換・悪性腫瘍(化学療法あり、化学療法なし)・大腿骨頸部骨折手術・消化管出血・慢性腎不全・播種性血管内凝固症候群(DIC)・産科出血・重症外傷である。これらの因子は、既存の研究にて輸血のリスクと関連することが指摘されている。血液疾患には、血液悪性腫瘍の他に、再生不良性貧血・骨髄線維症が含まれる。ICD-10 疾患分類コードあるいは診療報酬点数コードを利用して、これらの疾患や手術に関する情報を抽出した。各疾患・手術手技の定義を Table 1 に示す。

3 つ目は DPC 診断群分類を利用して血液製剤の使用

Table 1 Disease codes (ICD-10 codes) and surgical codes used for identifying risks of transfusion

Risk factor	Diagnostic group	ICD-10	Surgical code
Cardiovascular surgery	Malignant neoplasm of heart	C380	K544\$
	Benign neoplasm of heart	D151	
	Acute myocardial infarction	I21\$, I22\$, I23\$, I24\$, I510	K552\$, K553\$, K554\$, K555\$, K576\$
	Angina pectoris	I20\$, I25\$	K552\$, K553\$
	Cardiomyopathy	I42\$, I43\$, I515	K553\$, K554\$, K555\$, K557-2
	Valve diseases	I05\$, I06\$, I07\$, I34\$, I35\$, I36\$, I37\$	K554\$, K555\$, K558\$, K5601, K557-3
	Multiple valve diseases	I08\$	
	Endocarditis	I33\$, I38	
	Heart failure	I50\$	K553\$, K554\$, K555\$
	Aortic aneurysm and dissection	I710	K552\$, K554\$, K555\$, K560\$
	Ruptured aortic aneurysm	I711, I713, I715, I718	
	Unruptured aortic aneurysm	I712, I714, I716, I719	
Cardiopulmonary bypass			K601\$
Hip fracture surgery		S720, S721, S722	K0461, K0811
Gastrointestinal bleeding		K250, K252, K254, K256, K260, K262, K264, K266, K270, K272, K274, K276, K280, K282, K284, K286, K290, K920, K921, K922	
Hematopoietic disorders	Acute leukemia	C910, C912, C913, C914, C915, C917, C919, C920, C924, C925, C927, C929, C930, C932, C937, C939, C950, C952, C957, C959	
	Chronic leukemia	C911, C921, C931, C941, C951	
	Malignant lymphoma	C81, C82, C83, C84, C85	
	Multiple myeloma	C90	
	Myelodysplastic syndromes	D46	
	Aplastic anemia	D610, D611, D612, D613, D618, D619	
Obstetric bleeding		O441, O450, O460, O67, O670, O678, O679, O72, O720, O721, O722, O723, O751	
Severe trauma		S11, S15, S25, S26, S35, S36, S39, S45, S49, S75, S78, S85, S88, T04, T11, T79	
Chronic renal failure		I120, I131, N180, N188, N189	
Disseminated intravascular coagulation (DIC)		P65, P60, D65	

Major risks of transfusion were identified, and disease codes (ICD-10 codes) and surgical procedure classification code (from the Ministry of Health and Welfare in Japan) for each risk factor are shown in the Table. If a case had any disease or surgical codes, the case was classified as having a risk factor.

量を予測するモデルである。このモデルでは、DPCコードの最初の10桁(疾患コード+手術コード)で規定される診断群分類毎に1症例あたり平均使用量を計算し、その診断群分類における予測使用量とする。各病院の診断群分類の分布に基づいて病院毎の血液製剤の使用総量を予測し、予測値が実測値をどの程度予測できるか検討した。データベースの全レコードをDPCコードの最初の10桁に基づいてグループ化し、各グループにおける血液製剤の平均使用量を計算する。i番目のグループにおける1症例あたり平均使用量をQ(i)とする。ある病院においてi番目のグループに属する症例

数をN(i)とすると、その病院における血液製剤の総使用量の予測値は、

$$\sum_{i=1}^W \{Q(i) \times N(i)\} \text{ (ただし } W \text{ は診断群分類の種類数)}$$

で表される。

各重回帰モデルの予測能は、調整済み決定係数(R<sup>2</sup>)を用いて評価した。R<sup>2</sup>は、重回帰モデルにより予測した血液製剤の総使用量が、実際の総使用量をどのくらい説明できるか(寄与率)を表す。全ての統計学的解析に、統計解析ソフトDr. SPSSを用いた。

Table 2 Characteristics of 73 hospitals included in this study

Factor	Range	Percentile		
		25%	50%	75%
No of beds	43 - 1,106	250.5	350	605
No of hospitalizations (/month)	93 - 2,468	368	576	1,012
Mean length of stay (days)	9.6 - 25.8	13.2	16	19.3
Hospital mortality (%)	0% - 7.7%	3.2%	4.5%	5.2%
All RBC units transfused (/100 beds/month)	2.7 - 228.6	33.3	50.2	73.7
All PLT units transfused (/100 beds/month)	0 - 372	19.1	45.7	120
All FFP units transfused (/100 beds/month)	0 - 181	10.9	23.1	42.6
All ALB transfused (g/100 beds/month)	29.7 - 1,526	146	300	465

## 結 果

Table 2 に研究対象病院の特性を示す。病院の規模や血液製剤使用量には、大きなバラツキがみられた。また Table 3 に、患者特性別、あるいはリスク(特定の疾患を有する患者群、特定の手術を受けた患者群)別の血液製剤の消費量(各グループにおける血液製剤の総消費量がデータ全体の消費量に占める割合)を示す。年齢階層別では、どの血液製剤も 65 歳から 79 歳までの年齢層で最もよく消費され、20 歳から 64 歳までの年齢層がそれに続いた。80 歳以上の年齢層は、全体の 10~20% を消費していた。また死亡した患者は赤血球製剤の 30%、濃厚血小板の 46% を消費していた。

赤血球製剤を最も多く消費する病態・手術は、悪性腫瘍・血液疾患(血液悪性疾患・再生不良性貧血・骨髓異形成症候群など)・消化管出血・心大血管手術であり、血小板の使用総量の 64% は血液疾患を有する患者により消費され、また 13% は心大血管手術を受けた患者により消費されていた。FFP の 3 分の 1 は心大血管手術を受けた患者により消費され、5 分の 1 が播種性血管内凝固症候群(DIC)・肝硬変の患者にそれぞれ消費され、悪性腫瘍(化学療法なし)・慢性腎不全・消化管出血の患者はそれぞれ 10 分の 1 程度を消費していた。血漿交換を受けた患者の FFP 消費量は全体の 7.2% であった。アルブミン製剤の約 4 分の 1 は悪性腫瘍(化学療法なし)の患者に消費され、DIC・肝硬変・慢性腎不全・消化管出血の患者がそれぞれ約 10 分の 1 ずつを消費していた。

Table 4 に、重回帰分析の結果を示す。R<sup>2</sup>を用いて、各モデルの予測能を評価した。血小板を除いて、モデル 3(DPC による診断群分類を利用した予測モデル)は、モデル 1(病院機能を代表する 5 つの因子、すなわち一般病床規模・全身麻酔手術件数・造血幹細胞移植の有無・心臓手術の有無・血漿交換の有無から消費量を予測するモデル)やモデル 2(各病院における輸血リスク

Table 3 Usage of blood products by patient characteristics and by risk\*

Factor	RBC	PLT	FFP	ALB
Age				
0	1.6%	0.6%	0.9%	1.5%
1-19	0.6%	0.3%	0.3%	0.5%
20-64	3.5%	1.0%	1.0%	2.3%
65-79	6.5%	1.5%	1.7%	4.3%
80+	9.0%	1.1%	1.3%	4.6%
Death	23%	8.2%	7.4%	21%
Hematopoietic disease*	17%	64%	6%	5%
Gastrointestinal bleeding	19%	7%	11%	11%
Cardiovascular surgery	18%	13%	33%	16%
DIC	9.9%	17%	22%	12%
Plasma exchange	0.4%	0.6%	7.2%	0.9%
Chronic renal failure	12%	6%	10%	11%
Liver cirrhosis	5%	3%	11%	13%
Malignant tumor				
Without chemotherapy	20%	6%	17%	26%
With chemotherapy	5%	3%	2%	6%
Obstetric bleeding	0.3%	0.1%	0.3%	0.1%
Severe trauma	1.6%	0.5%	2.5%	1.0%

\* Proportion of total units of blood product used by patients within each risk factor to the hospital-wide use of the blood product

† Includes hematopoietic malignancies

RBC: red blood cell, PLT: platelet, FFP: fresh frozen plasma, ALB: albumin

が高い疾患や手術の分布を使って予測するモデル)よりも、優れた予測能を示した。

モデル 1 において、一般病床規模や全身麻酔手術件数はどの血液製剤でも、有意な予測因子ではなかった。一方、造血幹細胞移植の有無は赤血球製剤・濃厚血小板の使用量と有意に関連し、心臓手術の有無は FFP の使用量と関連し、血漿交換の有無は赤血球製剤およびアルブミン製剤の使用量と関連した。モデル 2 では、年間 1 床あたりの心大血管手術数や血漿交換件数は、全ての血液製剤の使用量と有意に関連した。また血液疾患入院件数は、赤血球製剤および濃厚血小板の使用量と関連した。悪性腫瘍の入院件数は、アルブミン製剤の使用量とだけ関連した。モデル 3 はどの血液製剤においても優れた予測能を示したが、赤血球製剤において最も予測能が高く、一方濃厚血小板において予測能がやや悪かった。

## 考 察

今回われわれは administrative data を利用して、日本の急性期病院における血液製剤の使用状況を調査するとともに、病院毎の使用量と関連する因子を検討した。諸外国ではメディケアなどの administrative data を利用した輸血状況の分析が 1980~90 年代を中心に行われている。これらの分析では DRG (Disease relating Group) を利用して、いくつかの診断群分類<sup>(5)(6)</sup>や手術<sup>(7)~(9)</sup>

Table 4 Multiple linear regression models

Factor	RBC		Platelet		FFP		Albumin	
	Coefficient	P	Coefficient	P	Coefficient	P	Coefficient	P
<i>Model 1</i>								
Bed size (acute bed)								
25th-50th percentile	- 0.06	0.67	- 0.02	0.54	- 0.02	0.74	- 0.07	0.61
50th-75th percentile	- 0.14	0.37	- 0.01	0.89	- 0.05	0.44	- 0.15	0.31
+ 75th percentile	- 0.28	0.12	- 0.03	0.55	- 0.11	0.19	- 0.24	0.17
Annual volume of general anesthesia								
25th-50th percentile	0.09	0.49	0.01	0.80	0.07	0.26	0.087	0.50
50th-75th percentile	0.26	0.07	0.02	0.66	0.06	0.34	0.147	0.28
+ 75th percentile	0.36	0.02	0.06	0.18	0.12	0.09	0.256	0.08
Provision of bone marrow transplantation	0.26	0.04	0.18	< 0.001	0.08	0.19	0.123	0.32
Provision of cardiovascular surgery	0.18	0.13	0.06	0.08	0.15	0.01	0.158	0.18
Provision of plasma exchange	0.30	0.01	0.05	0.14	0.07	0.17	0.229	0.04
Constant	0.52	< 0.001	0.06	0.12	0.03	0.54	0.314	0.009
<i>R2 (Adjusted R2)</i>	0.41 (0.33)		0.54 (0.48)		0.31 (0.22)		0.25 (0.14)	
<i>Model 2</i>								
Age								
+ 80	0.12	< 0.001	—	—	—	—	0.10	0.005
Annual volume of cardiovascular surgeries/bed	1.11	< 0.001	0.46	< 0.001	0.70	< 0.001	0.74	< 0.001
Annual volume of plasma exchanges/bed	3.1	0.05	1.3	0.02	1.3	0.05	5.54	< 0.001
Annual volume of DIC/bed	0.99	0.005	—	—	0.55	< 0.001	—	—
Annual volume hematopoietic diseases/bed	0.02	0.003	0.018	< 0.001	—	—	—	—
Annual volume of malignancies/bed	—	—	—	—	—	—	0.12	< 0.001
Constant	0.17	0.07	0.045	0.005	0.04	0.056	- 0.01	0.90
<i>R2 (Adjusted R2)</i>	0.73 (0.71)		0.70 (0.68)		0.69 (0.67)		0.47 (0.44)	
<i>Model 3</i>								
Predicted usage of blood products	1.00	< 0.001	0.90	< 0.001	1.1	< 0.001	1.04	< 0.001
Constant	2.6	0.99	476	0.46	- 194	0.32	- 841	0.66
<i>R2 (Adjusted R2)</i>	0.88 (0.88)		0.64 (0.63)		0.78 (0.77)		0.77 (0.77)	

における血液製剤の使用状況が記述されている。DRG分類は広く利用されている患者分類システム（診断群分類）であり、医療費の支払いや病院の診療の分析に使われている。DRGによる支払いの根本的な考え方は、「同じような患者に対する治療は、同程度の医療資源を消費する」というものである。したがってDRG分類を用いると、同一診断群における血液製剤の使用頻度や使用量を異なる病院で比較することができる。このように診断群分類を利用すれば、血液製剤の使用量を病院間で比較することが可能であるが、従来の administrative data を利用した研究は特定の診断群分類や手術を対象として病院間の使用量を比較したものであり、病院全体の使用量を評価した研究は存在しない。

そこで本研究は、診断群分類を利用して病院全体の使用量の評価を試みた。わが国ではDPCと呼ばれる独自の診断群分類が2003年から「包括評価による診療報酬請求」に用いられている。DPCにおける診断群分類は、DRGより臨床的な視点から策定されており、DPCデータは主傷病名に加え、入院の契機となった傷病名・最も医療資源を消費した傷病名（上位2疾患まで）・8つの副傷病名、手術時期や麻酔の種類などを含む詳細

な手術情報（5手術まで）、疾患特異的重症度（がん・心疾患・脳血管疾患など）、化学療法や放射線療法の有無など詳細な臨床情報を含む。したがってこれらの臨床情報を利用することにより、輸血に関わるさまざまなリスク因子を効果的に同定することができる。

今回の分析の結果、特定の疾患を有する患者や手術を受けた患者が血液製剤の大部分を消費することが示された。したがって各病院におけるこれらの疾患や手術の分布を把握すれば、その病院における血液製剤使用量をかなりの精度で予測できるはずである。われわれは病院ごとの血液製剤使用量を予測する多変量解析モデルを作成し、その予測能を評価した。診断群分類を用いたモデル（モデル3）は、疾患名と手術の組み合わせから血液製剤の使用量を予測するモデルであり、輸血のリスクや血液製剤の使用量を診断群分類ごとに細やかに考慮できるために高い予測能を示した。一方、血液製剤の使用量が多い疾患や手術の症例数から使用量を予測するモデル（モデル2）も、比較的良好な予測能を示した。濃厚血小板使用量の予測能はモデル2の方がモデル3より優れており、RBCやFFPにおける予測能もモデル2とモデル3で同等であった。

病院機能のみで用量を予測するモデル1は、モデル2やモデル3より予測能が劣った。また機能を表す5つの因子のうち病床数および全身麻酔手術件数は、どの血液製剤の使用量とも関連しなかった。その理由として、病床数や全身麻酔手術件数が造血幹細胞移植や心臓手術の交絡因子であることが考えられる。すなわちこれらの高度な医療技術は専ら大規模病院で行われるために、これらの医療技術に関する変数をモデルに入れることで、病床数や全身麻酔数など病院の規模を表す変数の影響が打ち消された可能性がある。結果的にモデル1は病院機能に関連する3因子だけから成る非常にシンプルなモデルとなった。現在厚生労働省はこの5つの因子により病院を分類し、各グループにおける血液製剤の使用量やFFP/RBC比・ALB/RBC比などの統計値を使用の多寡の目安として公表している。この分類は病院機能を反映する分かりやすい項目から構成されており、病院における血液製剤使用量をそれなりに予測することができるが、モデル2やモデル3のように各病院における疾患や手術分布を考慮した使用量の評価法の開発が望まれる。

本研究の限界として、解析対象が入院症例に限られていることがあげられる。近年外来における輸血療法が増加しているため、血液製剤使用の評価は外来も対象とするべきである。今後電子レセプトデータの普及により、外来における血液製剤使用に関する情報が容易に入手できるようになれば、病院全体の使用量評価の有望な手段となり得る。

今回われわれはDPCデータを利用して、血液製剤の使用量を評価した。血液製剤の使用には病院間で大きなバラツキがある。一般的には、病院によって診療機能や疾患分布が異なるために、単純な使用量の比較だけで使用の多寡を論じることはできない。しかし重解析モデルを利用すると、病院による疾患や手術などの分布の違いを考慮した(つまり患者リスクを調整した)使用量の評価ができる。患者リスクを調整した血液製剤使用量の評価は、各病院にその位置付けを知らせることで、使用適正化に貢献する可能性がある<sup>10)~12)</sup>。しかし血液製剤使用に関するデータの収集には労力とコストがかかるために、多数の病院からデータを収集して使用を比較・検討する試みはほとんどされてこなかった。DPCデータは全入院患者の臨床的な情報および診療行為のデータが、統一されたフォーマットで収集されているという利点を持つ。したがって共通の評価指標を用いて血液製剤使用状況を病院間で比較することができ、臨床指標に関する議論も可能である。今後継続的に指標をモニタリングすることで、血液製剤使用のトリガー値の最適化、輸血療法の一層の適正化に資すると期待できる。

謝辞：本論文を作成するにあたり、ご指導・ご助言いただきました半田誠先生、高橋孝喜先生、前川平先生に心より御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) Slonim AD, Joseph JG, Turenne WM, et al: Blood transfusions in children: a multi-institutional analysis of practices and complications. *Transfusion*, 48: 73—80, 2008.
- 2) 厚生労働省編：血液製剤の使用に当たって 第3版(平成19年7・11月一部改正対応) 輸血療法の実施に関する指針・血液製剤の使用指針, じほう, 東京, 2005.
- 3) 半田 誠：輸血管理料と血液製剤の適正使用. *医学のあゆみ*, 219: 801—806, 2006.
- 4) 湯浅晋治, 清水 勝, 十字猛夫, 他：輸血医療を巡る激動の10年を振り返って(座談会). *日本輸血細胞治療学会誌*, 52: 627—667, 2006.
- 5) Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, et al: Utility of DRG and ICD-9-CM classification codes for the study of transfusion issues. *Transfusions in patients with digestive diseases*. *Transfusion*, 29: 761—767, 1989.
- 6) Jefferies LC, Sachais BS, Young DS: Blood transfusion costs by diagnosis-related groups in 60 university hospitals in 1995. *Transfusion*, 41: 522—529, 2001.
- 7) Surgenor DM, Churchill WH, Wallace EL, et al: The specific hospital significantly affects red cell and component transfusion practice in coronary artery bypass graft surgery: a study of five hospitals. *Transfusion*, 38: 122—134, 1998.
- 8) Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, et al: Red cell transfusions in total knee and total hip replacement surgery. *Transfusion*, 31: 531—537, 1991.
- 9) Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, et al: Red cell transfusions in coronary artery bypass surgery (DRGs 106 and 107). *Transfusion*, 32: 458—464, 1992. Erratum in: *Transfusion*, 32: 876, 1992.
- 10) Sanguis Study Group: Use of blood products for elective surgery in 43 European hospitals. *Transfus Med*, 4: 251—268, 1994.
- 11) Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, et al: Utility of DRG and ICD-9-CM classification codes for the study of transfusion issues. *Transfusions in patients with digestive diseases*. *Transfusion*, 29: 761—767, 1989.

- 12) Stover EP, Siegel LC, Parks R, et al: Variability in transfusion practice for coronary artery bypass surgery persists despite national consensus guidelines: a 24-institution study. Institutions of the Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Anesthesiology*, 88: 327—333, 1998.

## LINEAR REGRESSION MODELS PREDICT HOSPITAL-WIDE BLOOD PRODUCT USE

*Miho Sekimoto*<sup>1)</sup>, *Yuichi Imanaka*<sup>1)</sup>, *Keiichi Yoshihara*<sup>1)</sup>, *Takuya Komeno*<sup>2)</sup>, *Takako Shirai*<sup>1)</sup>, *Jason Lee*<sup>1)</sup> and *Hiromasa Sasaki*<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Healthcare Economics and Quality Management, Kyoto University Graduate School of Medicine

<sup>2)</sup>Department of Hematology, National Hospital Organization Mito Medical Center

### **Abstract:**

We analyzed blood product use by utilizing large administrative data (DPC data) provided by 73 acute care hospitals in Japan. We developed three multiple linear regression models to predict hospital-wide use of blood products and components (red blood cells, platelets, fresh frozen plasma, and albumin), and evaluated predictive accuracy of each model with R2 values. The first model had five predictive factors representing the structure of each hospital: bed size, annual volume of general anesthesia, provision of cardiac surgery, bone marrow transplantation, and plasma exchange therapy. The second model predicted blood usage by patient age and across several diseases (e.g., hematopoietic disease) and surgical procedures (e.g., cardiovascular surgery), which consume a large volume of blood products. The third model predicted hospital-wide blood product use by adjusting for the distribution of diagnostic groups at the hospital. By identifying the most important diagnostic group (disease or surgical procedures) with respect to blood usage, we found that most blood products were consumed by a small number of diagnostic groups. The third model had significant predictive accuracy, and the second model also showed relatively satisfactory accuracy. In contrast, bed size and annual volume of general anesthesia were not significantly associated with the use of blood products after adjusting for other factors. By utilizing DPC data, we are now able to easily assess risk-adjusted blood product use.

### **Keywords:**

Transfusion, Administrative data, Diagnosis-related group, Multiple linear regression, Hospital