

Luminex system を用いた抗血漿タンパク抗体検査法の開発

宮崎 孔 松林 圭二 佐藤進一郎 加藤 俊明 池田 久實

紀野 修一 高本 滋

抗血漿タンパク抗体はアナフィラキシー様の非溶血性輸血副作用の原因となることが報告されている。我々は Luminex system を用いた抗血漿タンパク抗体検査法を開発し、非溶血性輸血副作用例について IgA, IgA₁, IgA₂, ハプトグロビン, α_2 -マクログロブリン, セルロプラスミン, C4, C9 に対する抗体の検出を試みた。さらに特異性の向上を目指してヒトプール血漿を用いた吸収試験を同時に行った。その結果、陽性コントロールである抗 IgA 抗体、抗 IgA₂ 抗体、抗ハプトグロビン抗体、抗セルロプラスミン抗体、抗 C4 抗体は全て Luminex 法で検出でき、ヒトプール血漿による吸収試験でも反応の抑制が確認できた。抗 IgA 抗体および抗ハプトグロビン抗体を用いた感度試験では ELISA 法の 64 倍の高感度を示した。242 検体の抗体スクリーニングでは抗 IgA₂ 抗体と抗ハプトグロビン抗体の各 1 例ずつが検出され、いずれも ELISA 法では陰性であった。我々の開発した Luminex 法による抗血漿タンパク抗体検査法は ELISA 法に比べ検出感度、特異性が高く、非溶血性副作用の原因解析に適した優れた検査法であると考えられる。

キーワード：非溶血性輸血副作用、抗血漿タンパク抗体、抗 IgA 抗体、抗ハプトグロビン抗体、Luminex

はじめに

血漿タンパクに対する抗体はアナフィラキシー様の非溶血性輸血副作用の原因となる^{1)~4)}。わが国ではアナフィラキシー様の非溶血性輸血副作用の原因として、特に抗 IgA 抗体、抗ハプトグロビン抗体の報告が多い^{1)~4)}。抗 IgA 抗体や抗ハプトグロビン抗体は IgA 欠損者、あるいはハプトグロビン欠損者が血液製剤を使用することで産生されることが知られている。IgA 欠損の頻度は白人で 0.05~0.5%、日本人で 0.005~0.033%¹⁾²⁾、また、ハプトグロビン遺伝子欠損は日本人に比較的多く認められ、0.011~0.025% と報告されている⁵⁾⁶⁾。これらの抗血漿タンパク抗体は抗 HLA 抗体、抗 HNA 抗体と同様に非溶血性輸血副作用の原因となるため、それらを特定する感度、特異性の高い検査法の開発は重要である。

我々はこれまで抗血漿タンパク抗体検査として自家製の ELISA 法で検査を行っていたが、非溶血性輸血副作用症例において特異的な抗体が検出されたことはなく、非特異的な反応のみが検出されていた。そこで、より効果的な測定法として、感度・特異性に優れると考えられる Luminex system を用いた検査法を開発し、同時多項目の抗体測定を試みた。

材料と方法

1. Luminex 法による抗血漿タンパク検出試薬の作製

Luminex 用の carboxyl beads (Bio-Rad, CA, USA) を Luminex 社のユーザーマニュアルに準じ 5mg/ml 1-Ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) と 5mg/ml N-hydroxysulfosuccinimide (sulfo-NHS) で活性化し、50mM 2-Morpholinoethanesulfonic acid (MES) バッファー (pH5.0) で希釈したヒト IgA (Jackson Immuno Research, PA, USA)、ヒト IgA₁ (Jackson Immuno Research, PA, USA)、ヒト IgA₂ (Jackson Immuno Research, PA, USA)、ヒトハプトグロビン (Athens Research & Technology, GA, USA)、 α_2 -マクログロブリン (Athens Research & Technology, GA, USA)、ヒトセルロプラスミン (CosmoBio, 東京, 日本)、ヒトセルロプラスミン (Calbiochem, MA, USA)、ヒト C4 (Calbiochem, MA, USA)、ヒト C4 (Quidel, CA, USA)、ヒト C9 (Calbiochem, MA, USA)、ヒトアルブミン (Athens Research & Technology, GA, USA)、ヒト IgG (in house)、bovine serum albumin (BSA) (Millipore, MA, USA) をそれぞれ 5 μ g/ml の濃度で結合させた。2% BSA 加 phosphate buffered saline (PBS) でブロック、洗浄後、全てのタンパク結合ビーズをそれぞれ 500/ μ l となるように 2% BSA 加 PBS で混合調製しビーズミッ

Table 1 Purified plasma proteins coupled with Luminex beads or ELISA microplate

Beads No.	Purified plasma protein	Bead symbol	Manufacturer	Luminex	ELISA
30	Bovine serum albumin	BSA	Millipore	yes	
61	Human serum albumin	HSA (background)	Athens	yes	
70	Human IgA	IgA	Jackson	yes	yes
71	Human IgA ₁	IgA ₁	Athens	yes	
72	Human IgA ₂	IgA ₂	Athens	yes	
73	Human Haptoglobin	Hp	Athens	yes	yes
74	Human α_2 Macroglobulin	α_2 M	Athens	yes	yes
75	Human Ceruloplasmin	Cp-1	CosmoBio	yes	yes
76	Human Ceruloplasmin	Cp-2	Calbiochem	yes	yes
77	Human C4	C4-1	Calbiochem	yes	yes
78	Human C4	C4-2	Quidel	yes	yes
79	Human C9	C9	Calbiochem	yes	yes
80	Human IgG	IgG (positive control)	In-house	yes	

クス試薬とした (Table 1)。

2. Luminex 法による抗血漿タンパク抗体の測定

96 穴 V 底マイクロプレートのウェルに 0.1% BSA を添加した 0.05% Tween20-PBS (PBST) で 10 倍希釈した被検血清, あるいは血漿を 5 μ l 分注した。さらに血漿タンパクを固定した Luminex ビーズミックス試薬を 45 μ l 加え, 室温で遮光して 30 分間攪拌しながらインキュベートした。150 μ l の PBST で 4 回洗浄後, 0.1% BSA-PBST で 100 倍希釈した phycoerythrin (PE) 標識抗ヒト IgGFc γ (Jackson Immuno Research, PA, USA) を 20 μ l 分注し, 室温で遮光して 15 分攪拌しながらインキュベートした。150 μ l の PBST で 1 回洗浄後, PBST を 50 μ l 加えてビーズを再浮遊して Luminex (Luminex Japan, 東京, 日本) 装置で測定した。

各ビーズの蛍光値から以下の式で Index 値を計算し, カットオフ以上を陽性と判定した。

$$\text{Index} = \frac{\frac{\text{sample fluorescence of bead \#nn}}{\text{sample fluorescence of background bead}}}{\frac{\text{negative control fluorescence of bead \#nn}}{\text{negative control fluorescence of background bead}}}$$

カットオフは陰性検体 70 例を用いた予備検討において, 全ての抗原ビーズで陰性検体平均値 + 3SD 以上となる index = 5 に設定した。ただし C4 は陽性コントロールの蛍光値が低かったため, 陰性検体平均値 + 6SD に相当する index = 3 をカットオフとした。

3. 正常ヒトプール血漿による吸収試験

あらかじめ被検血清 5 μ l と正常ヒトプール血漿を 5 μ l を混和し, 室温で 30 分間インキュベートして吸収操作を行った。さらに未吸収の検体と同様に 0.1% BSA-PBST で 10 倍希釈し, それぞれ 5 μ l を用いて同時に測定を行い, 未吸収検体に対する吸収後検体の index 値の低下を算出した。陰性検体 10 例での予備検討において

算出された index 低下の平均値 + 2SD に相当する 50% を暫定的なカットオフとし, 50% 以上の index 値の低下が認められる場合を吸収試験陽性, すなわち特異性ありと判定した。

4. ELISA 法による抗血漿タンパクの測定

ELISA 法は既報⁷⁾に基づき, プロトコルを一部変更して実施した。96 穴平底マイクロプレートに精製血漿タンパクを結合させて抗原プレートを作製した。このマイクロプレートに 101 倍希釈した被検血清を加え 37 $^{\circ}$ C, 30 分間インキュベートし, PBST で洗浄後, 50,000 倍希釈ビオチン標識抗ヒト IgG (Zymed, CA, USA) を加え 37 $^{\circ}$ C, 1 時間インキュベート, PBST で洗浄, さらに horse radish peroxidase-avidin biotin complex (HRP-ABC) 試薬 (Vector Laboratories, CA, USA) を加えて 37 $^{\circ}$ C, 1 時間インキュベートし PBST で洗浄した。Tetramethylbenzidine (TMB) 基質液を加えて 10 分後に 1N 硫酸で反応を止めて, 450nm の吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。陰性コントロールの 2 倍 + 0.100 をカットオフとした。

5. 評価用検体

Luminex 法の検出感度を評価するため, 陽性コントロールとして従来の ELISA 法で特異性が確認されている陽性血清 (抗 IgA 抗体 2 例, 抗 IgA₂ 抗体 2 例, 抗ハプトグロビン抗体 1 例, 抗 C4 抗体 1 例), ならびにモノクローナル抗体 (抗 α_2 マクログロブリン抗体, 抗セルロプラスミン抗体) を測定した。また, 輸血副作用患者 64 例, 輸血副作用原因血ドナー 49 例, 頻回輸血患者 33 例, 健常ドナー 96 例の計 242 検体を用いて抗体スクリーニングを実施した。この中で追加検査が可能だった 126 検体と既知の陽性検体 6 例の計 132 検体については従来の ELISA 法との比較を行った。

さらに, Luminex 法によって抗ハプトグロビン, 抗 IgA 抗体が検出された非溶血性副作用症例について解

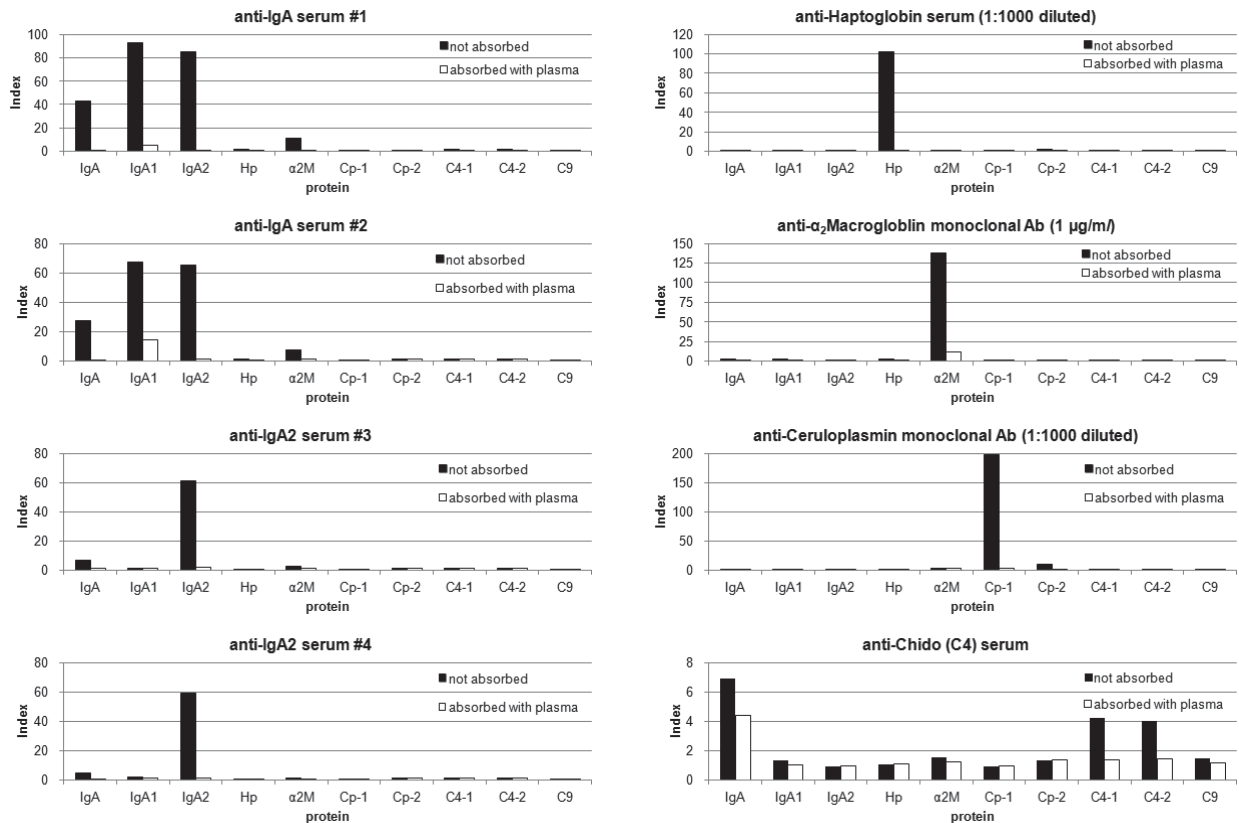


Fig. 1 Luminex assays with reference positive samples for anti-plasma proteins

Table 2 Comparison of sensitivity between Luminex assay and conventional ELISA

Reference positive samples	ELISA	Luminex
anti-IgA #2	IgA: ×1	IgA: ×64 IgA2: ×256
anti-IgA2 #4	IgA: < ×1	IgA: ×1-2 IgA2: ×64
anti-Haptoglobin	×1,000	×64,000
anti-Chido (C4)	×1-2	×2

End titer of serial dilution

析を行った。

結 果

1. Luminex 法の評価

陽性コントロール(抗 IgA 抗体, 抗 IgA₂抗体, 抗ハプトグロビン抗体, 抗 C4 抗体, 抗 α₂マクログロブリン抗体, 抗セルロプラスミン抗体)は Luminex 法で全て陽性を示し, 同時に行った吸収試験でもすべて 50% 以上の反応の低下が認められた(Fig. 1). 陽性コントロールの抗 IgA 抗体を保有する 2 例の血清は IgA, IgA₁, IgA₂ のすべてのビーズと反応し, 抗 IgA₂ 抗体を保有する 2 例の血清は IgA₂ ビーズのみ反応が認められた. 2 種類作製したセルロプラスミンビーズのうち Cp-2 は抗

セルロプラスミンモノクローナル抗体との反応性が極端に低かったため評価から除外した. また, 抗 C4 抗体を保有する血清では C4 ビーズと共に IgA ビーズとの反応も認められたが, 吸収試験での反応の低下は C4 ビーズで 67%, IgA ビーズでは 37% であったため IgA との反応は非特異反応であることが疑われた.

段階希釈した陽性コントロールを用いて Luminex 法の抗体検出感度を求めると, 抗 IgA 抗体, 抗 IgA₂ 抗体, 抗ハプトグロビン抗体では従来の ELISA 法に比べ 64 倍, 抗 C4 抗体でも ELISA 法の 2 倍の性能を示した (Table 2).

242 検体の抗体スクリーニングの結果, 吸収試験なしでは 49 例 (20.2%) で何らかの血漿タンパクとの反応が認められた (Table 3). この 49 例の内訳をみると IgA タンパクに対する反応が最も多く, IgA, IgA₁, IgA₂ のいずれかと反応した検体は 35 例 (14.5%) で, 陽性の 7 割を占めた. なお, この 49 例は全て ELISA 法陰性であった. ヒトプール血漿による吸収試験を実施すると, 49 例の陽性検体のうち特異性が確認されたのは 2 例 (抗 IgA₂ 抗体, 抗ハプトグロビン抗体) のみであり, 他の 47 例は非特異反応であると考えられた. 検査対象による陽性率の差をみると, 非溶血性副作用症例の患者検体が 64 例中 22 例 (34.4%) 陽性となり, 他の群に比べると 2 倍以上高い陽性率を示した.

Table 3 Anti-human plasma protein screening by Luminex assay

sample	n	IgA				Hp	α 2M	Cp	C4	C9	positive	
		total	IgA	IgA1	IgA2							
Non-hemolytic transfusion reaction-related patient	64	14	8	7	0	1	2	0	1	4	22	34.4%
		0	0	0	0	1*	0	0	0	0	1	1.6%
Non-hemolytic transfusion reaction-related donor	49	5	1	4	0	0	0	0	2	0	7	14.3%
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
Multi-transfused patient	33	2	1	2	0	1	0	0	0	1	4	12.1%
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
Healthy donor	96	14	11	7	1	1	0	0	1	0	16	16.7%
		1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1.0%
Total	242	35	21	20	1	3	2	0	4	5	49**	20.2%
		1	0	0	1	1*	0	0	0	0	2	0.8%

Upper section: Number of Luminex assay-positive samples

Lower section: Number of Luminex absorption test-positive samples

*Haptoglobin deletion (Hp^{del}/Hp^{del})

** All 49 Luminex positive samples were negative on ELISA.

Table 4 Comparison of specificity between Luminex assay and conventional ELISA

		ELISA	
		+	-
Luminex	+	6	2*
	-	0	124

n = 132

* 1 anti-Haptoglobin, 1 anti-IgA2

132 検体を用いて ELISA 法との比較を行った結果、2 例の不一致が認められた (Table 4)。この 2 例は吸収試験で特異性が確認されたことから、ELISA 法陰性の結果は検出限界による偽陰性と考えられた。さらに、この抗ハプトグロビン抗体陽性例のハプトグロビン遺伝子を検査⁵⁾したところ、 Hp^{del}/Hp^{del} 型のハプトグロビン遺伝子欠損であることが証明された (Table 3)。

2. 副作用症例の解析

(1) 抗ハプトグロビン抗体陽性副作用症例 (Fig. 2)

患者は MDS の 80 歳代の男性で、アレルギー素因、医薬品副作用歴なし。2011 年 1 月 17 日、1 月 18 日の血小板製剤使用により呼吸困難、血圧低下、ショックを発症した。発熱、皮膚症状、脈拍変動は無し。ソルコテフ、補液ならびに酸素投与により症状は改善した。1 月 17 日以前の輸血では副作用は報告されていなかった。当初、血液センターでの副作用検査では患者血清、および原因血の抗 HLA 抗体、抗血漿タンパク抗体 (ELISA 法) はいずれも陰性であったが、Luminex 法で抗血漿タンパク抗体検査を行ったところ抗ハプトグロビン抗体が患者の輸血前および輸血後血清から検出された。その後の調査で、患者はハプトグロビン遺

伝子欠損であることが判明した。患者の抗ハプトグロビン抗体価の推移を見ると、副作用発生前が最も高く、副作用発症後は一時的に抗体価の減少が見られたが、その後徐々に上昇した。この一時的な減少は輸血した血小板製剤に含まれるハプトグロビンにより患者血清中の抗ハプトグロビン抗体が吸収されたためと予想される。その後の 2011 年 2 月 25 日の輸血には洗浄血小板を用いたが、副作用発生の報告はなかった。

(2) 抗 IgA 抗体陽性副作用症例 (Fig. 3)

患者は自己免疫疾患である混合性結合組織病と診断された 10 歳代の男性。2012 年 5 月 14 日からの一連の血小板輸血で発熱、膨疹を発症した。血圧変動、呼吸障害は無し。血液センターで副作用検査をしたところ、Luminex 法により患者血清から抗 IgA 抗体が検出されたため、6 月以降の輸血は洗浄血小板を用い、副作用発生の報告は無かった。過去の患者のシリーズ血清で抗 IgA 抗体の測定を行ったところ、副作用発症の 1 年前の 2011 年 5 月 2 日までは抗 IgA 抗体は検出されておらず、その後は 1 年間輸血をしていなかった。また、IgA 定量検査では 2006 年 4 月 6 日から患者の IgA 量は徐々に低下しており、2009 年 6 月 19 日以降は IgA 欠損の基準値としている 0.01mg/dl 以下となった。2012 年 5 月 14 日の輸血後から IgA 値は上昇しているが、これは輸血した血小板製剤中の IgA に起因するものであり、患者の抗 IgA 抗体はこの輸注された IgA により吸収されて陰性化したと考えられる。2012 年 5 月 23 日から 6 月 20 日までの 1 カ月間の輸血の中断により患者血清中の IgA 量の低下が認められ、それに伴い、6 月 20 日以降の患者血清では再び抗 IgA 抗体が検出された。

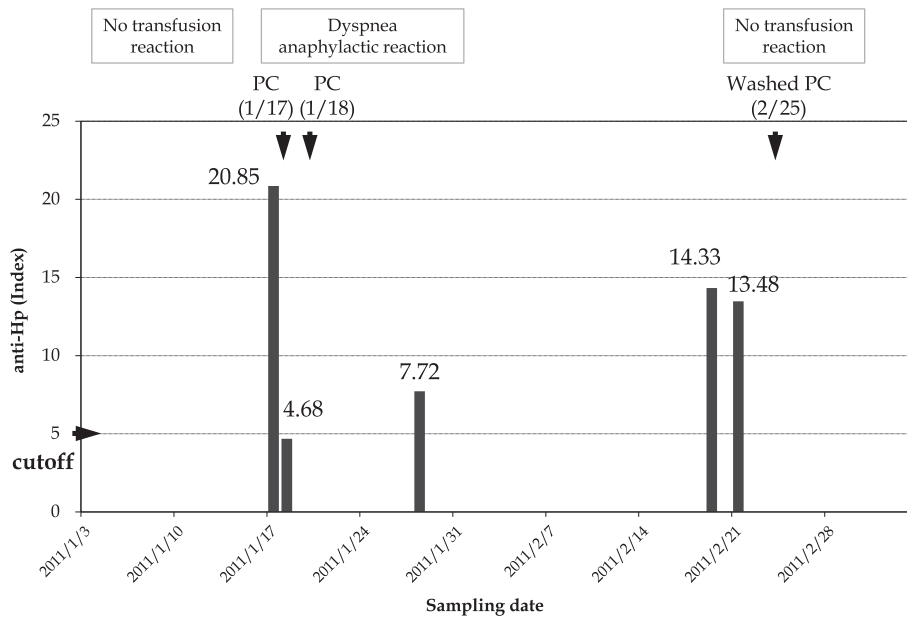


Fig. 2 Case of non-hemolytic transfusion reaction with anti-haptoglobin-positive patient

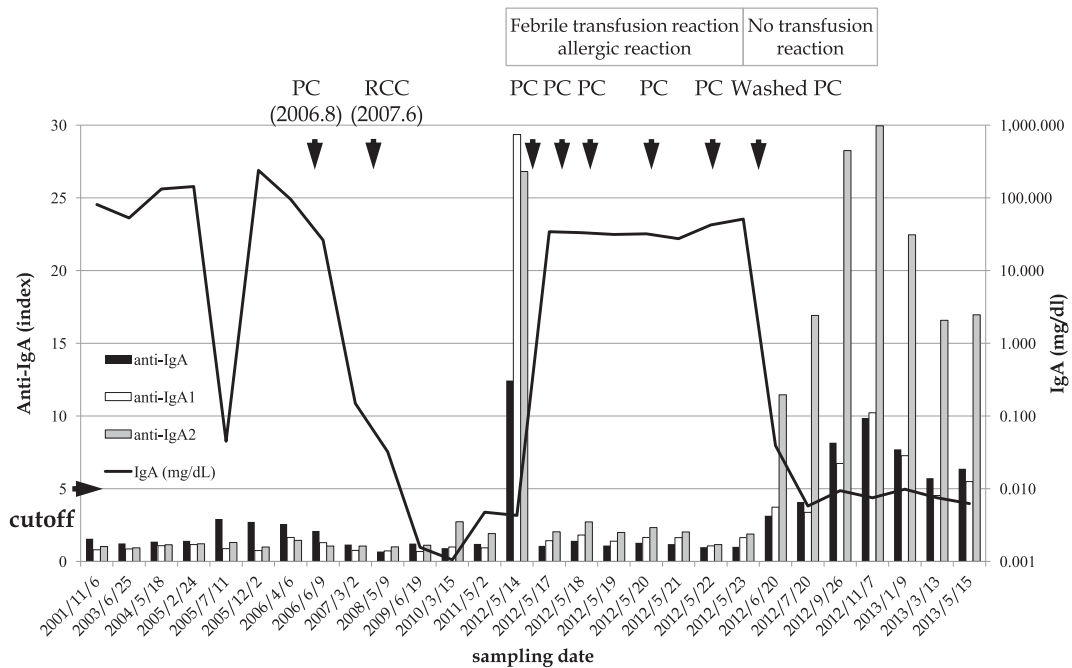


Fig. 3 Case of non-hemolytic transfusion reaction with anti-IgA-positive patient

考 察

Luminex 法は蛍光ビーズを担体とした免疫測定法であり、蛍光ビーズに結合させた対象物質と相互作用するタンパクやDNA等をフローサイトメトリーと同様な原理であるLuminex systemを用いて高感度に検出することができる。Luminex systemの特徴は、担体である蛍光ビーズを最大100種類同時に独立して測定することが可能な点であり、HLA-DNAタイピングやHLA抗体検査、サイトカイン測定など同時多項目測定が必

要な検査に利用されている。

免疫測定法では感度と特異性は相反する関係にあり、高感度化を図ると非特異反応の増加が問題となる。抗IgA抗体検出でも非特異反応が問題となり⁸⁾、我々もELISA法で検出した抗IgA抗体の多くは固相に使用している精製IgAとは反応するがヒト血漿中のIgAとは反応しないことを経験している。本検討でも抗IgA抗体陽性と判定された35例中34例はヒトプール血漿で吸収されないため、精製IgAとのみ反応する抗体で

あると考えられた。この原因として、精製過程で変性したIgAとのみ反応する非特異的な抗体を検出していることが予想される。このような非特異反応を区別するためにヒトプール血漿での吸収試験は有効であり、特異性の向上に大きく寄与していると考えられた。

また、抗IgA₂の検出では、IgA₂の血漿IgAに占める割合が10%程度であるため、低力価の抗IgA₂ではIgA抗原との反応が見られない可能性がある。抗IgA₂の陽性コントロール2例はIgAビーズとの反応が認められなかったが、IgAに加えIgA₁、IgA₂の抗原ビーズを個別に用意することにより抗IgA₂を高感度に検出することが可能となった。

非溶血性副作用症例で何らかの抗体が検出された場合、その抗体と副作用の因果関係を証明することは難しい。患者が抗体を保有している場合は、抗体と反応しない血液製剤を使用した場合のみ副作用が発生しなければ因果関係ありと推測されるが、実際はそこまで確認できた症例は少ない。Sandlerらは抗IgA抗体の頻度は受身血球凝集法(PHA)法で1:1,200であるが、抗IgA抗体による非溶血性副作用の発生率1:20,000~47,000に比べて極めて高い陽性率であるため、抗IgA抗体の存在は非溶血性副作用発症の指標にはならないと考えている⁹⁾。Robitailleらは抗IgA抗体を含む血液製剤による非溶血性副作用の発生率は抗IgA抗体を含まない製剤に比べて高くなかったと報告している¹⁰⁾。したがって、非溶血性副作用症例で検出された抗血漿タンパク抗体を無条件に副作用の原因と考えるべきではない。

一方、我々が今回検出した2例の副作用症例ではいずれも患者血清中の抗体価が輸血直後に低下しており、輸血中断後は再び抗体価の上昇が認められた。これは輸血血液により患者血清中の抗血漿タンパク抗体が吸収されたために起こる特異的な反応であり、Luminex法の検出感度、定量性が高いため観察できた現象である。輸血前後で抗体価の変動がない場合には、検出された抗血漿タンパク抗体に輸血副作用との因果関係を求めることは慎重であるべきと考える。Luminex法を用いて患者の輸血前後の抗体価の変動を測定することにより、精度の高い輸血副作用の原因分析が可能になると考える。

結 語

Luminex法による抗血漿タンパク抗体検査は従来のELISA法よりも2~64倍高感度であった。高感度の抗体検出法は非特異反応が増えることが多いが、ヒトプール血漿による吸収試験を同時に実施することにより特

異性は大きく向上した。さらに吸収試験を同時に行っても検査所要時間は2時間以下であり、自家製ELISA法よりも短縮されている。Luminex法の導入により、アレルギー様の非溶血性副作用の詳細な解析が可能になることが期待される。

著者のCOI開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

謝辞：貴重な輸血副作用症例のデータを提供していただきました札幌北楡病院 三浦玲子先生、市立函館病院 近藤謙次先生、依田弥奈子先生に深謝致します。

文 献

- 1) 古田幸子, 東 尚美, 渡辺嘉久, 他: 抗IgA抗体によると思われる輸血副作用の1症例. 日本輸血学会誌, 50: 419—424, 2004.
- 2) 安村 敏, 樋口清博, 多葉田祥代, 他: 抗IgA抗体保有者の抗体価測定の意義と輸血上の対応. 日本輸血学会誌, 49: 646—652, 2003.
- 3) Morishita K, Shimada E, Watanabe Y, et al: Anaphylactic transfusion reactions associated with anti-haptoglobin in a patient with ahaptoglobinemia. *Transfusion*, 40: 120—121, 2000.
- 4) Shimada E, Tadokoro K, Watanabe Y, et al: Anaphylactic transfusion reactions in haptoglobin-deficient patients with IgE and IgG haptoglobin antibodies. *Transfusion*, 42: 766—773, 2002.
- 5) 神田芳郎, 副島美貴子, 川野洋之, 他: 輸血副作用原因遺伝子ハプトグロビン欠失アリの輸血前診断法の検討. 日本輸血細胞治療学会誌, 57: 34—38, 2011.
- 6) 嶋田英子, 伊佐和美, 前田伊規子, 他: ハプトグロビン欠損者検出のための簡便なELISA法の開発. 日本輸血細胞治療学会誌, 52: 493—500, 2006.
- 7) 嶋田英子, 平野昌子, 鈴木雅治, 他: 非溶血性副作用惹起患者より検出された同種IgA抗体について. 日本輸血学会誌, 42: 96—102, 1996.
- 8) Vassallo RR: Review: IgA anaphylactic transfusion reactions. Part I. Laboratory diagnosis, incidence, and supply of IgA-deficient products. *Immunohematology*, 20: 226—233, 2004.
- 9) Sandler SG, Mallory D, Malamut D, et al: IgA anaphylactic transfusion reactions. *Transfus Med Rev*, 9: 1—8, 1995.
- 10) Robitaille N, Delage G, Long A, et al: Allergic transfusion reactions from blood components donated by IgA-deficient donors with and without anti-IgA: a comparative retrospective study. *Vox Sang*, 99: 136—141, 2010.

DETECTION OF ANTI-HUMAN PLASMA PROTEINS USING A LUMINEX SYSTEM

Toru Miyazaki, Keiji Matsubayashi, Shinichiro Sato, Toshiaki Kato, Hisami Ikeda,

Syuichi Kino and Shigeru Takamoto

Japanese Red Cross Hokkaido Block Blood Center

Abstract:

Anti-human plasma proteins, especially anti-IgA and anti-haptoglobin, are reported to cause anaphylactic transfusion reactions. To detect anti-plasma proteins effectively, we designed and evaluated a sensitive and specific immunoassay using a Luminex system. Subjected samples were assayed with human plasma proteins (IgA, IgA₁, IgA₂, haptoglobin, α_2 -macroglobulin, ceruloplasmin, C4, C9, and albumin) coupled with microspheres and analyzed using the Luminex system. An absorption test was performed for sample serum which had been pre-incubated with pooled human plasma. In the sensitivity test using 2-fold serially diluted anti-IgA and anti-haptoglobin serum, the Luminex assay showed 64 times higher sensitivity than an ELISA. In screening of 242 serum samples derived from non-hemolytic transfusion reaction cases, multi-transfused patients, and healthy donors, 49 were found to be positive for at least one plasma protein using the Luminex assay. Only 2 of these were confirmed positive for anti-IgA₂ and anti-haptoglobin using the absorption test. The other 47 sera were regarded as nonspecific reactions, since their reactivities were not absorbed by pooled human plasma. All 49 Luminex-positive sera were negative on ELISA.

Although highly sensitive immunoassays often show nonspecific reactions, conducting a simultaneous absorption test could improve the specificity of the Luminex assay. Therefore, our newly developed Luminex assay is suitable for detecting anti-human plasma proteins in non-hemolytic transfusion reaction cases.

Keywords:

Non-hemolytic transfusion reaction, Anti-human plasma proteins, Anti-IgA, Anti-haptoglobin, Luminex