

Knops 血液型関連抗体である抗 KDAS を同定した 1 症例

北崎 英晃¹⁾ 須田美喜子²⁾ 権田 綾子³⁾ 鈴木理映子¹⁾ 三浦 邦彦¹⁾
森下 勝哉¹⁾ 生田 克哉⁴⁾ 島本 悦宏¹⁾

Knops 血液型は補体レセプター 1 (CR1 : complement receptor type 1, CD35) に存在し、2025 年 12 月現在、14 種類の抗原が国際輸血学会に登録されている。市販の不規則抗体検査用パネル赤血球の抗原表には Knops 血液型の表記がなく、Knops 血液型関連抗体による赤血球凝集は弱いため、同定が難しい抗体として知られる。本邦では抗 Yk^aがよく検出されるが、今回我々は国内では初めて抗 KDAS を同定した症例を経験した。抗 KDAS の同定にあたっては、従来の血清学的な方法に加え、Immunocomplex Capture Fluorescence Analysis (ICFA) による抗体が結合する血液型抗原タンパクの確認、Knops 血液型の抗原情報が付与されたパネル赤血球を用いた間接抗グロブリン試験、CR1 タンパクによる中和試験を併用し、それらの結果を総合して特異性を決定した。

キーワード：Knops 血液型、抗 KDAS、遺伝子組み換えタンパク、
Immunocomplex Capture Fluorescence Analysis (ICFA)

はじめに

Knops 血液型 (KN ; ISBT 022) を構成するタンパクは補体レセプター 1 (CR1 : complement receptor type 1, CD35) であり、国際輸血学会には 14 種類の Knops 血液型抗原が登録されている¹⁾。Knops 血液型のひとつである KDAS (KN10) は 2020 年に Erwin らによって、KCAM (KN9) の対立抗原として報告された血液型である²⁾。Knops 血液型に対する抗体 (抗 Knops) はいずれも臨床的意義のない抗体とされており^{3)~5)}、本邦では抗 Yk^aの検出数が多い⁶⁾。抗 Knops による赤血球の凝集は非常に弱い特徴があり、抗原陽性の赤血球であっても発現量に個体差があるため、同定が難しい抗体として知られている⁷⁾。また、市販の不規則抗体検査用パネル赤血球試薬の抗原表には Knops 血液型の抗原情報の記載があることは少なく、さらには患者の Knops 血液型を検査するための抗体試薬も販売されていないため、抗 Knops の同定には苦慮するケースが多い。

従来は酵素および化学処理パネル赤血球や CR1 高発現赤血球との反応性から抗 Knops の検査を進めるが、今回我々は Immunocomplex Capture Fluorescence Analysis (ICFA) や遺伝子組み換えタンパクによる中

和試験など従来法とは異なる検査法を用い、本邦では初めて抗 KDAS の同定に成功した症例を経験したため報告する。

症 例

被検者は 70 代女性、AB 型、主要な血液型は D + C + E + c + e +, M - N + S - s +, P1 -, Le (a - b -), Fy (a + b -), Jk (a + b +), Di (a - b +), Xg (a +) であり、透析時に赤血球の輸血歴がある。医療機関において実施された不規則抗体検査で抗 M が疑われる反応を認めたが、M - パネル赤血球とも特異性不明の反応がみられたため、当センターへ精査が依頼された。

精査および本症例報告に関しては本人の書面による承諾と日本赤十字社の倫理審査において承認 (承認番号 : 2025-014) を得ている。

検査方法

1. 市販および自家製パネル赤血球による不規則抗体検査および抗体価測定

日本輸血・細胞治療学会監修の教本に従い、試験管法において検査を行った⁸⁾。市販パネル赤血球 (panocell-

1) 日本赤十字社北海道ブロック血液センター

2) 社会医療法人鳩仁会札幌中央病院検査科

3) 社会医療法人鳩仁会札幌中央病院形成外科

4) 北海道赤十字血液センター

連絡責任者：北崎 英晃, E-mail : kitazaki@hokkaido.bc.jrc.or.jp

〔受付日：2026 年 1 月 1 日, 受理日：2026 年 2 月 18 日〕

10, アイ・エル・ジャパン) および自家調製パネル赤血球 (北海道ブロック血液センター製造, 献血者由来の赤血球を原料とする) を用い, 室温生理食塩液法 (RT Sal: 室温にて 15 分反応後に判定), 37°C 加温生理食塩液法 (37°C Sal: 37°C の恒温槽内で 15 分反応後に判定), PEG 添加—間接抗グロブリン試験 (PEG-IAT: PEG を添加後 37°C の恒温槽内で 15 分反応後, 4 回の洗浄をした後に判定) を実施した. また, 抗 M は酸性領域で反応性が増強することがあるため⁹⁾¹⁰⁾, pH6.2 のリン酸緩衝液 (PB) を添加した被検者血漿を用いて室温生理食塩液法を行った. 抗体価は反応増強剤無添加—間接抗グロブリン試験 (37°C, 反応時間 60 分) により測定した. 間接抗グロブリン試験では, 多特異性抗ヒトグロブリン試薬 (オーソ・クリニカル・ダイアグノスティックス) を使用した.

2. 各種酵素および化学処理パネル赤血球との反応

PEG-IAT で凝集を示したパネル赤血球に対し, papain (BioRad), trypsin (SIGMA), α -chymotrypsin (Merck), 0.2M dithiothreitol (DTT, 富士フイルム和光純薬) および 0.1M グリシン塩酸 (自家製) 処理を既報¹¹⁾ に従って実施した. 各種処理後のパネル赤血球を用い, PEG-IAT で未処理パネル赤血球との反応を比較した.

3. ICFA による赤血球抗原に対する抗体の血液型特異性の確認

ICFA 法を既報¹²⁾ に従い実施した. 被検者血漿と Knops パネル赤血球 (KDAS+ と KDAS- の 2 種類を使用) を反応増強剤無添加, 37°C 120 分の条件下で反応させ, 抗体感作赤血球を作製した. 抗体感作赤血球を界面活性剤 (Triton X-100, ナカライテスク) で可溶化し, 得られた抗原抗体複合物を PE 標識抗ヒト IgG (Jackson) でラベルした後, ルミネックスビーズ (ルミネックス・ジャパン株式会社) でキャプチャーした. 各ビーズを Luminex100 (ルミネックス・ジャパン株式会社) で測定し, 得られた蛍光強度から Index 値を算出して被検者が保有する抗体が結合している血液型抗原タンパクを推定した. なお, 使用した試薬はルミネックスビーズに 24 種類の血液型抗原タンパクに対する特異抗体 80 種を個別に結合させており, Knops 血液型抗原タンパクである CR1 に対するマウス由来モノクローナル抗体は 3 種類 (anti-CD35 E11 (BioLegend), anti-CD35 To5 (CEDARLANE), anti-CD35 CBC-380 (日赤製)) が含まれるよう作製されている.

Index 値は以下の式で求め, 対象とする抗体が結合する血液型分子を推測した.

$$\text{Index} =$$

$$\frac{\text{被検者抗体の血液型特異的ビーズの蛍光強度} / \text{バックグラウンドビーズの蛍光強度}}{\text{陰性対照の血液型特異的ビーズの蛍光強度} / \text{バックグラウンドビーズの蛍光強度}}$$

4. Knops 血液型遺伝子タイピング検査済みパネル赤血球での不規則抗体検査

日本赤十字社関東甲信越ブロック血液センターにおいて, 日本人由来の血液を原料として製造された不規則抗体検査用パネル赤血球 (日赤パネル赤血球) を使用した. このパネル赤血球には, 日本赤十字社中央血液研究所において遺伝子タイピング検査が実施され, 12 種類の Knops 血液型抗原を含む市販の抗原表には記載のない血液型抗原 26 種類の情報が付与されている¹³⁾. 日赤パネル赤血球を用い, 試験管法にて不規則抗体検査 (PEG-IAT) を実施した.

5. 遺伝子組み換えタンパクによる中和試験

Knops 血液型関連抗体を中和することが可能である遺伝子組み換えタンパク試薬 KNIR (International blood group reference laboratory) を使用した. 抗原型が異なる 2 種類の KNIR (KNIR, KNIR KDAS+) を使用することで, 中和後の抗体の反応により抗 Knops の特異性を推定することが可能である.

被検者血漿 90 μ l と KNIR 10 μ l を混和し, 室温で 15 分反応させたのち, パネル赤血球との反応を試験管法による PEG-IAT で確認した. また, 希釈による影響を考慮するため, 対照として被検者血漿 90 μ l と PBS 10 μ l による組み合わせを同時に検査した.

6. 被検者の Knops 血液型関連遺伝子解析

既知の報告¹⁴⁾¹⁵⁾にあるルミネックスビーズを用いた一塩基多型 (single nucleotide polymorphism: SNP) タイピング法により, Knops 遺伝子検査を実施した.

結 果

1. 市販および自家製パネル赤血球による不規則抗体検査および抗体価測定

市販パネル赤血球を用いた不規則抗体検査において, 被検血清中に室温生理食塩液法で反応する抗 M を認め, pH6.2 の PB を添加した検査ではその反応性が増強し, 量的効果が観察できた. なお, この抗 M は間接抗グロブリン試験 (PEG-IAT) 陰性であり, 自己対照はすべての検査方法で陰性であった. さらに M-である自家製パネル赤血球 18 本との反応を確認したところ, 室温生理食塩液法はすべて陰性であり, PEG-IAT では 2 本のパネル赤血球が陽性 (w+) となったが, 被検者の主要な血液型やパネル赤血球に記載の抗原情報から, 可能性の高い特異性の推定はできなかった. 陽性となった 2 本のパネル赤血球のうちの 1 種類を用い, 抗体価を測定したところ, 1 倍から 64 倍までのすべてで w+ の凝集を認めた (抗体価 1 倍未満, スコア値 14) (表 1).

2. 各種酵素および化学処理パネル赤血球との反応

PEG-IAT で陽性を示した反応は, パネル赤血球の trypsin, α -chymotrypsin および 0.2M DTT 処理により陰性

表1 市販および自家製パネル赤血球による不規則抗体検査および抗体価測定結果
Cell No.1 ~ 11 が市販パネル赤血球, Cell no.12 ~ 29 が自家製パネル赤血球

通常血漿での検査																				pH 6.2 PB 添加		
cell No.	Rh				MNSs				P	Lewis		Duffy		Kidd		Xg	Special Antigen	RT Sal	37℃ Sal	PEG IAT	RT Sal	
	D	C	c	E	e	M	N	S	s	Pl	Le ^a	Le ^b	Fy ^a	Fy ^b	Jk ^a	Jk ^b						Xg ^a
1	+	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+	Bg (a +)	0	0	0	0
2	+	+	0	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+		w +	0	0	1 +
3	+	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	+	0	0		w +	0	0	2 +
4	+	0	+	0	+	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	+	+		w +	0	0	1 +
5	0	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+	Co (b +)	w +	0	0	1 +
6	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	0	+	+		w +	0	0	1 +
7	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	0	+	+	+	+		0	0	0	0
8	0	0	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	0	0	+	+		w +	0	0	1 +
9	0	0	+	0	+	+	0	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	Di(a + b +) Di(a - b +)	w +	0	0	2 +
10	0	0	+	0	+	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	+		w +	0	0	2 +
11	+	+	0	0	+	0	+	0	+	+	0	0	+	0	+	0	+		0	0	0	0
patient's cells	+	+	+	+	+	0	+	0	+	0	0	0	+	0	+	+	+		0	0	0	0

cell No.	Rh				MNSs				P	Lewis		Duffy		Kidd		Xg	Special Antigen	RT Sal	37℃ Sal	PEG IAT		
	D	C	c	E	e	M	N	S	s	Pl	Le ^a	Le ^b	Fy ^a	Fy ^b	Jk ^a	Jk ^b					Xg ^a	
12	+	+	0	0	+	0	+	+	+	+	0	+	+	0	+	0	+	Di(a + b +)	0	0	0	
13	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	+	+	0	0		0	0	w +	
14	+	0	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+	0		0	0	0	
15	+	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	+	+	+	+	0		Di(a + b -)	0	0	w +
16	+	0	+	+	0	0	+	+	0	0	+	w	+	0	+	0	+	Bg (a +)	0	0	0	
17	0	0	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	0	0	+	+		0	0	0	0
18	0	0	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	0	+	+	0		0	0	0	0
19	+	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	+	+	+	+		0	0	0	0
20	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+	Bg (a +)	0	0	0	
21	0	0	+	+	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0		0	0	0	0
22	0	0	+	+	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0		0	0	0	0
23	0	0	+	+	+	0	+	0	+	+	0	+	0	+	0	+	+		0	0	0	0
24	0	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	+	+	+	+	Bg (a +) Wr (a +) Di(a + b -) Di(a + b -) Di(a + b -)	0	0	0	
25	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	0	+	0	+	0	+	+		0	0	0	0
26	+	+	0	0	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	+	+		0	0	0	0
27	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0	0	+	+		0	0	0	0
28	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	0	+	+	0	+	0	+	0	0	0	0	
29	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	0	+	0	Di(a + b -)	0	0	0	0

抗体価測定	1 倍	2 倍	4 倍	8 倍	16 倍	32 倍	64 倍	128 倍
Sal-IAT	w +	w +	w +	w +	w +	w +	w +	0

化したが, papain と 0.1M グリシン塩酸処理では陰性化せず, Knops 血液型もしくは Lutheran 血液型に対する抗体と同様の反応性を示した (表 2)。

3. ICFA による赤血球抗原に対する抗体の血液型特異性の確認

KDAS+ パネル赤血球を対象とした場合, 24 種類の血液型に対応する 80 種のルミネックスビーズのうち, Knops 血液型に対する 3 種類のみが陽性となり, その他の血液型に対する反応のルミネックスビーズは陰性であった (図 1)。したがって, 間接抗グロブリン試験で反応を示す抗体は Knops 血液型タンパクである CR

1 を認識していることが推測できた。なお, KDAS- パネル赤血球を対象とした ICFA では, すべてのルミネックスビーズが陰性であった。

4. Knops 血液型遺伝子タイピング検査済みパネル赤血球での不規則抗体検査

日赤パネル赤血球を用いた PEG-IAT の結果を示す (表 3)。日赤パネル赤血球 12 本を検査したところ, KDAS+ のパネル赤血球 6 本中 4 本が陽性となり, KDAS- のパネル赤血球 6 本はすべて陰性であった。KDAS を対象に Fisher 確率計算を実施したところ $p=0.03$ ($p<0.05$) となり, 抗原表の特異性と完全に一致はしなかったが,

抗 KDAS である可能性が高いと判断できた。

5. 遺伝子組み換えタンパクによる中和試験

KNIR を加えた被検者血漿での PEG-IAT は陽性だったが、KNIR KDAS+ を加えた場合は陰性になった。なお、対照の PBS 添加被検者血漿は陽性であり、希釈の影響は否定された。各遺伝子組み換えタンパクで中和可能である抗体種（表 4）から、この抗体は抗 KDAS であると考えられた。

6. 被検者の Knops 血液型関連遺伝子解析

Knops 遺伝子解析により、KCAM+ である c.4843 A のホモ接合であることが確認されたため、KCAM の対立抗原である KDAS は陰性であると考えられた。

表 2 各種酵素および化学処理パネル赤血球との反応

パネル赤血球の処理方法	PEG-IAT
未処理	w +
Papain	w +
Trypsin	0
α -Chymotrypsin	0
0.2M DTT	0
グリシン塩酸	w +

Knops 遺伝子は c.4843A>G の塩基置換により、1,615 番目のイソロイシン (Ile) がバリン (Val) に置き換わることで、表現型は KCAM- となる (p.Ile1615Val)。なお、その他の Knops 血液型の表現型は Yk(a+), Kn(a+b-), McC(a+b-), KCAM+ であった。

考 察

市販パネル赤血球や各種酵素および化学処理赤血球の反応から、Knops 血液型関連抗体であることを予想し、ICFA により抗体が認識するタンパクが CR1 であることが推定された。さらに、Knops 血液型遺伝子タイピング検査済み日赤パネル赤血球を用いた不規則抗体検査で抗 KDAS 様の反応を認め、2 種類の遺伝子組み換え CR1 タンパクによる中和試験の結果から、被検者が保有する抗 Knops は抗 KDAS であると判定した。

KDAS は 2020 年に報告された Knops 血液型抗原のひとつであり、日本人の KDAS 遺伝子頻度は 21.6% と報告されている¹⁶⁾。Knops 血液型抗原は市販パネル赤血球の一部に Yk^a などの抗原情報が付与されているが、すべての抗原についての情報は記載されていないため、Knops 血液型に対する抗体を同定することは難しい。従来は CR1 高発現赤血球を用いて特異性の推定を行うが、ま

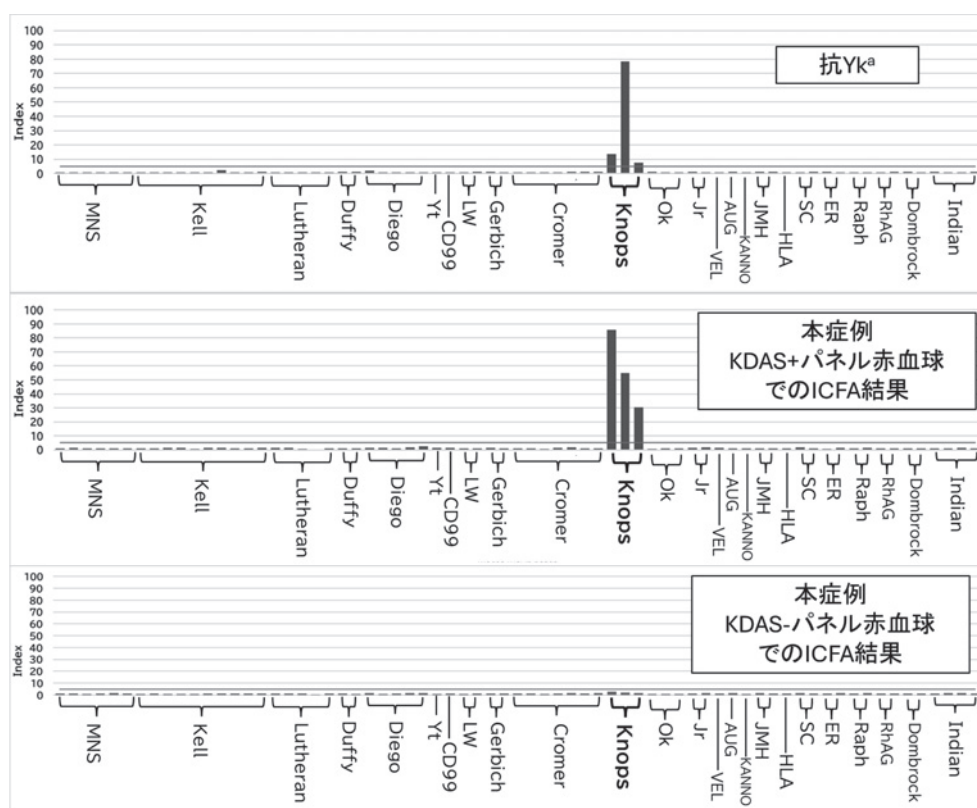


図 1 ICFA による赤血球抗原に対する抗体の血液型特異性の確認試験結果
上段が既知の抗 Yk^a の ICFA 結果、中段が本症例（抗 KDAS）で KDAS+ パネル赤血球を用いた場合の ICFA 結果、下段が本症例で KDAS- パネル赤血球を用いた場合の ICFA 結果

表3 日赤パネル赤血球での不規則抗体検査結果

	Yk ^a	Kn ^a	Kn ^b	McC ^a	McC ^b	SI1	SI2	SI3	KCAM	KDAS	DACY	YCAD	PEG IAT
1	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	w +
2	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	w +
3	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	w +
4	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0
5	+	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0
6	+	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0
7	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	w +
8	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0
9	+	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	0
10	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0
11	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0
12	+	+	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0

表4 遺伝子組み換えタンパクによる中和試験の結果
本症例（抗 KDAS）の結果，既知の抗 Yk^aを用いた中和試験の結果

試薬名	中和可能抗体	本症例	抗 Yk ^a
		PEG-IAT	PEG-IAT
KNIR	抗 Kn ^a , 抗 McC ^a , 抗 Yk ^a , 抗 SI1 (SI ^a) 抗 SI3, 抗 KCAM, 抗 DACY, 抗 KNMB	w +	0
KNIR KDAS +	抗 Kn ^a , 抗 McC ^a , 抗 Yk ^a , 抗 SI1 (SI ^a) 抗 SI3, 抗 KDAS, 抗 DACY, 抗 KNMB	0	0
PBS	対照用	w +	w +

れな CR1 高発現赤血球を確保し，日常的に検査に使用可能な状態で保管および検査をすることは手間のかかる手段であり，抗 Knops 同定の障壁となることが多い．そこで，Knops 血液型遺伝子タイピング検査済みパネル赤血球（日赤パネル赤血球）や遺伝子組み換えタンパクを用いることにより容易に検査を進められ，抗 KDAS のような詳細な特異性まで分類することが可能となる．海外では抗 KDAS の報告があったが²⁾，国内では同様の報告はされてこなかった．今回の国内初の抗 KDAS 同定に成功した要因としては，日赤パネル赤血球と遺伝子組み換えタンパクを検査に導入した点が大きいのと考える．

抗 KDAS は他の抗 Knops と同様に，IAT での凝集が弱く判定に迷う反応性であった．最初に実施した市販パネル赤血球を用いた検査では PEG-IAT がすべて陰性となり，追加検査で使用した日赤パネル赤血球においても KDAS の特異性とは完全に一致しなかった．市販パネル赤血球の反応がすべて陰性だった原因として，パネル赤血球のすべてが KDAS- だった可能性も否定できないが，他の Knops 血液型抗原と同様に，KDAS の発現量には個体差があると考えられた．CR1 の発現量が少ない赤血球は Helgeson 型と呼ばれており，Helgeson 型遺伝子変異を保有する個体では Knops 血液型の YCAD 抗原は陽性になることが 2023 年に報告され

た¹⁷⁾．さらに，本邦では Helgeson 型のほとんどは KCAM-/KDAS+ もしくは KCAM+/KDAS+ であり，Helgeson 型遺伝子変異を持たない KCAM+/KDAS- に比べて CR1 発現量が低いことが岡山県によって報告されている¹⁶⁾．このように，個々の Knops 血液型抗原遺伝子のホモ，ヘテロ接合の違いだけではなく Helgeson 型遺伝子も Knops 血液型の抗原発現量に影響を与えるため，パネル赤血球の個体差が大きくなり，抗体同定を難しくしていると考えられる．

抗 KDAS を含む抗 Knops を市販のパネル赤血球のみを用いて同定することは困難である．間接抗グロブリン試験における凝集が弱く，抗原表に記載のあるような血液型に合致しない場合，まずは酵素および化学処理を施したパネル赤血球との反応を観察する．その後，ICFA, Knops 血液型の情報が付加されたパネル赤血球または遺伝子組み換えタンパクによる追加検査を実施し，それらの結果を踏まえて総合的に判定することが，抗 Knops 保有症例では重要だと考える．

結 語

我々は複数の手法を併用することで，Knops 血液型に対する抗体のひとつである抗 KDAS の同定に国内では初めて成功した．抗 KDAS を含む抗 Knops の同定は，通常行われている不規則抗体同定検査での特異性決定

は難しい。ICFA や遺伝子組み換えタンパクを併用し、複数の検査結果を総合して特異性を決定することが望ましい。

著者の COI 開示：著者は日本赤十字社の被雇用者である。

謝辞：日赤パネル赤血球および ICFA 試薬の提供、遺伝子検査の実施および本研究を実施するにあたっての助言をいただきました日本赤十字社関東甲信越ブロック血液センター検査部および日本赤十字社中央血液研究所の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) Red Cell Immunogenetics and Blood Group Terminology: The International Society of Blood Transfusion (ISBT) (isbtweb.org). <https://blooddatabase.isbtweb.org/system/KN> (2025/12/12 accessed).
- 2) Scharberg EA, Rink G, Schulz D, et al: KDAS, a new blood group antigen in the Knops blood group system antithetical to KCAM. *Transfusion*, 60: E25—E27, 2020.
- 3) Ballas SK, Viggiano E, Draper EK: Survival of Kn(a+) McC(a+) red cells in a patient with anti- "Kn^a/McC^a". *Transfusion*, 84: 22—24, 1984.
- 4) Sally E: Successful transfusion of a patient with anti-Yk^a. *Transfusion*, 21: 130—131, 1981.
- 5) Lau PY, Jewlachow V, Leahy MF: Successful transfusion of Yk^a-positive red cells in a patient with anti-Yk^a. *Vox Sang*, 64: 254—255, 1993.
- 6) 林 澄江, 小野寺孝行, 常山初江, 他：抗 Yk^a の血清学的性状と Yk^a 抗原頻度について. 日本輸血細胞治療学会誌, 61 : 362, 2015.
- 7) 前田平生, 大戸 斉, 岡崎 仁, 他：輸血学 (改訂第 4 版), 中外医学社, 東京, 2018, 392.
- 8) 奥田 誠, 井手大輔, 日高陽子, 他：フローチャートと動画でみる輸血検査, 丸善出版, 東京, 2024.
- 9) BEATTIE KM, ZUELZER WW: The Frequency and Properties of pH-Dependent Anti-M. *Transfusion*, 5: 322—326, 1965.
- 10) 奥田 誠, 川端絹代, 国分寺晃, 他：輸血・移植検査技術教本第 2 版, 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会, 東京, 2023, 157.
- 11) Vengelen-Tyler V: TECHNICAL MANUAL 13TH EDITION, AABB, 1999.
- 12) Miyazaki T, Isa K, Kurita R, et al: DSLK and Kg: Antithetical antigens in the RHAG blood group system, and characterization of anti-DSLK antibody. *Vox Sang*, 118: 392—397, 2023.
- 13) 伊佐和美, 三瓶雅迪, 宮崎 孔, 他：遺伝子検査による血液型情報を付加した抗体同定用血球試薬の有用性. 日本輸血細胞治療学会誌, 71 : 336, 2025.
- 14) 長部隆弘, 佐々木佳奈, 小笠原健一, 他：Luminex を用いた Knops 血液型遺伝子の検査法の開発と日本人での抗原頻度の推定. 血液事業, 39 : 380, 2016.
- 15) 佐々木佳奈, 鈴木由美, 伊佐和美, 他：Liquid bead array system (Luminex) による主な赤血球型遺伝子のタイピング法. 日本輸血細胞治療学会誌, 63 : 112—119, 2017.
- 16) 岡島さやか, 宮崎 孔, 白石莉紗子, 他：Knops 遺伝子のハプロタイプと赤血球における CR1 発現量の違いについて. 日本輸血細胞治療学会誌, 70 : 313, 2024.
- 17) Wu PC, Lee YQ, Möller M, et al: Elucidation of the low-expressing erythroid CR1 phenotype by bioinformatic mining of the GATA1-driven blood-group regulome. *Nature Communications*, 14: 5001, 2023.

A CASE OF A PATIENT WITH ANTI-KDAS IN THE KNOPS BLOOD GROUP SYSTEM

*Hideaki Kitazaki*¹⁾, *Mikiko Suda*²⁾, *Ayako Gonda*³⁾, *Rieko Suzuki*¹⁾, *Kunihiko Miura*¹⁾, *Katsuya Morishita*¹⁾, *Katsuya Ikuta*⁴⁾ and *Yoshihiro Torimoto*¹⁾

¹⁾Japanese Red Cross Hokkaido Block Blood Center

²⁾Department of Clinical Laboratory, Sapporo Chuo Hospital

³⁾Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Sapporo Chuo Hospital

⁴⁾Hokkaido Red Cross Blood Center

Abstract:

The Knops blood group system is located on complement receptor type 1 (CR1, CD35) and consists of 14 antigens recognized by the International Society of Blood Transfusion (ISBT). Because agglutination by Knops antibodies is fragile, identification of antibodies to Knops antigens is difficult, and commercial antibody identification panel red cells are usually not typed for Knops antigens. In Japan, anti-Yk^a is often detected. We experienced the first case in Japan in which anti-KDAS was identified. In addition to conventional serological methods, anti-KDAS was identified using Immunocomplex Capture Fluorescence Analysis (ICFA) to identify the blood group protein to which the antibodies bind; indirect antiglobulin testing with antibody identification panels with Knops blood group information determined by genotyping; and neutralization testing using CR1 recombinant protein.

Keywords:

Knops blood group system, Anti-KDAS, Recombinant protein, Immunocomplex Capture Fluorescence Analysis (ICFA)