

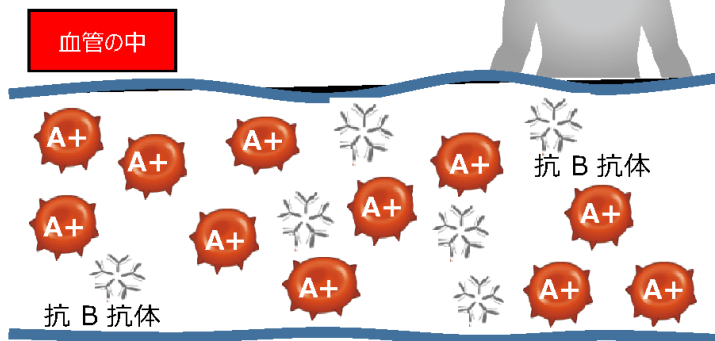
ABO 血液型不適合輸血のメカニズム

<2022 年 4 月号>

ABO 不適合輸血は事故であり，経験豊富な医師は存在しない。よって，**どのような反応が起き死亡するほど激しい副作用が生じるかについては，十分に解明できていない**。今回は，ABO 不適合輸血が起きたときのメカニズムについて，元九州大学病院 稲葉頌一先生の資料を参考にわかり易く説明します。

不適合輸血のメカニズム

(図 1) 通常の A 型のヒトの血管の中



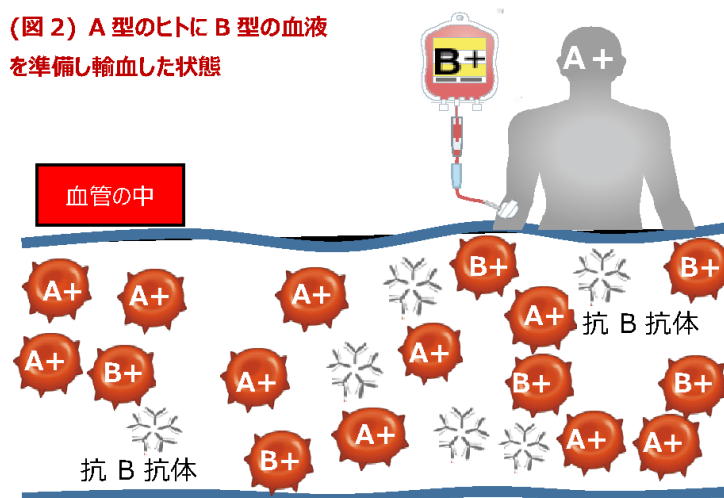
(図 1)

ヒト赤血球表面上には**数十万個の A, B 抗原**が存在する。さらに驚くことに，自らが持っていない抗原に対する**高力価の IgM 抗体 (抗 B 抗体, 抗 A 抗体)** が自然抗体として存在している。

オモテ試験		ウラ試験		
A 抗原	B 抗原	抗 A	抗 B	
+	-	-	+	A 型
-	+	+	-	B 型
-	-	+	+	O 型
+	+	-	-	A B 型

ABO 式血液型 (Landsteiner の法則)

(図 2) A 型のヒトに B 型の血液を準備し輸血した状態

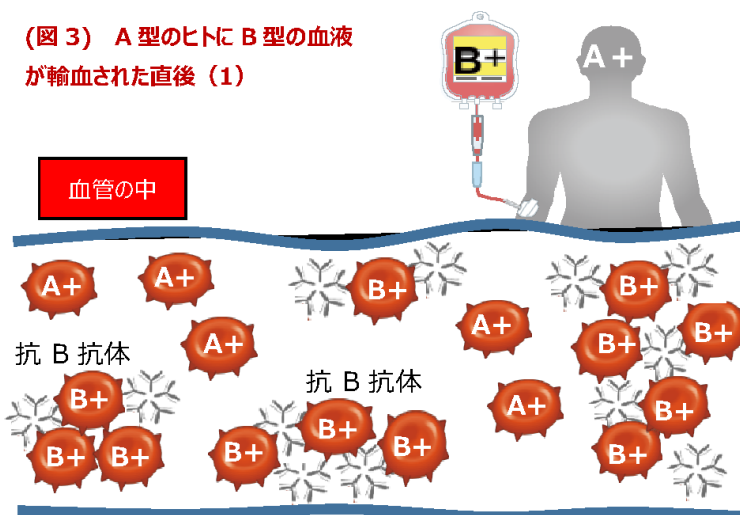


(図 2)

誤って，A 型のヒトに B 型の赤血球製剤を輸血した例 (Major Mismatch) について解説する。

左図は，B 型の血液を輸血した直後の A 型のヒトの血管の中の様子を示したものであるが，元々**A 抗原**を持つ自身の赤血球と自然抗体として存在する**抗 B 抗体**の中に，輸血された **B 抗原**を持つ赤血球が入ってきた状態となる。

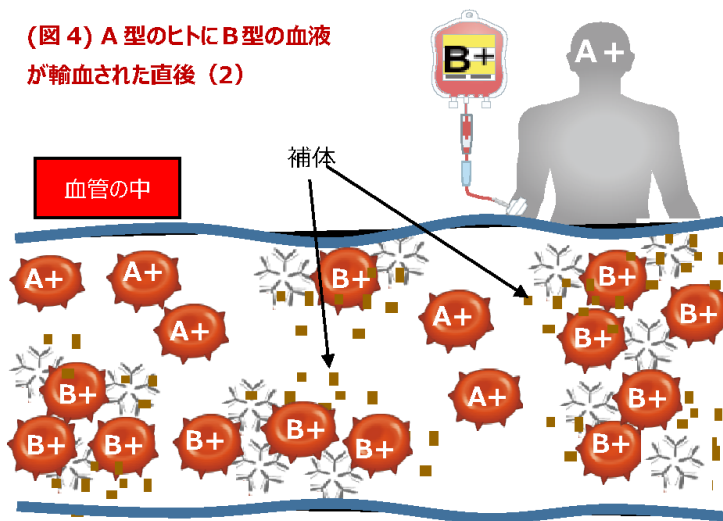
(図 3) A 型のヒトに B 型の血液が輸血された直後 (1)



(図 3)

A 型の患者の血中に存在する IgM 性の抗 B 抗体と，輸血された赤血球上に存在する数十万個の B 抗原が**抗原抗体反応**を起こし，輸血された赤血球は**瞬時に血管内凝集**を起こします。通常，静脈を介して輸血が行われるため，この凝集塊は **1 秒以内に肺に到達**します。肺の毛細血管は直径 **1μm 以下**なので，凝集塊は詰まり肺塞栓を引き起こすはずである。

(図4) A型のヒトにB型の血液
が輸血された直後(2)

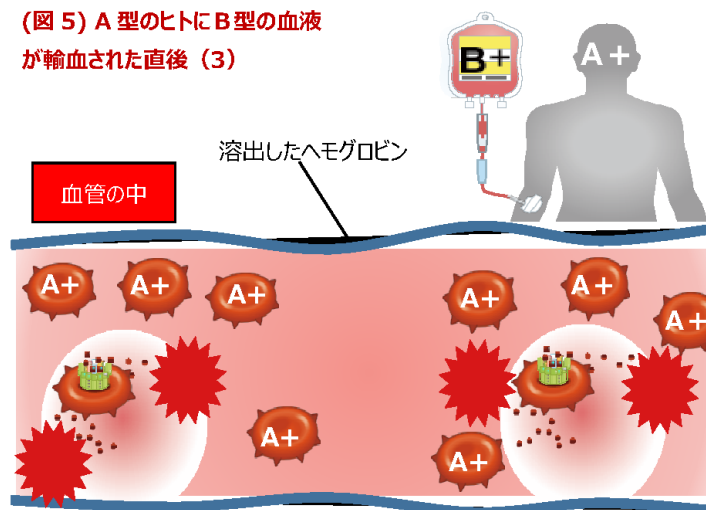


(図4)

ところが、実際には肺塞栓が起きるという報告はありません。

なぜかと言うと、左図に示したように抗原抗体反応がおきると、全身から補体が誘導され**猛烈な補体活性**によって、**凝集塊は破壊(溶血)**され肺塞栓は防止されるのである。

(図5) A型のヒトにB型の血液
が輸血された直後(3)



(図5)

すなわち、**溶血**は、**生体防御反応**である。このため、異型輸血が起きると血漿中にヘモグロビンが溶出し、**血漿は真っ赤あるいは暗赤色**に染まります。

不適合輸血時の症状

- 1) 発熱，悪寒，紅潮
- 2) 輸血部位に局限した疼痛
- 3) 腰部・腹部・胸部・頭部の疼痛
- 4) 悪心，嘔吐
- 5) 呼吸困難
- 6) 低血圧，頻脈，ショック
- 7) ヘモグロビン尿

では、生体内でどのようなことがおきているのだろうか？

猛烈な補体の活性化によって、ヒスタミンが放出され末梢血管が拡張し血圧が低下する、いわゆるアナフィラキシーショックが生じていそうであるが、実際は、最初は血圧が上昇する例が多いといわれている。

原因は、補体の活性化なのか？ 抗原抗体反応によるものなのか？ いずれもはっきりしないが、

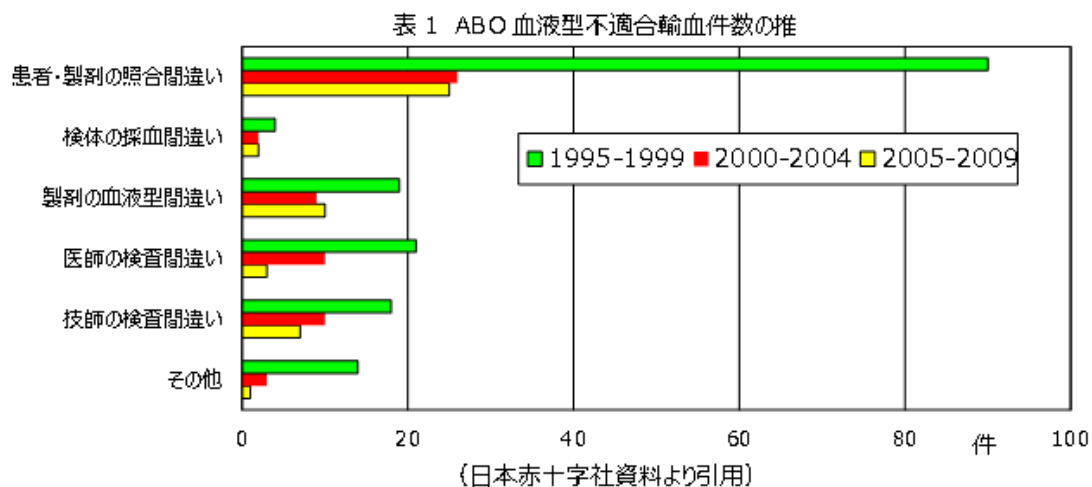
Mollison の『Blood Transfusion in Clinical Medicine』10th や、『AABB Technical Manual』13th などの教科書によれば、**不適合輸血の致命的副作用は急性腎不全**であるとしている。**腎不全は急性の DIC による微小血栓が原因**であるため、**急性の DIC に対する治療を進める**ことが必要となる。

もし、当事者が報告を遅らせたりして、初期の治療ができず、**急性尿細管壊死**が完成してしまうと、**無尿・亡尿**によってカリウムの排泄ができず、高カリウム血症を来し、**カリウム値が 8mEq/L を超える**と心室細動によって心停止を来します。

ABO 不適合輸血時の対応

- 1) 輸血を中止する。
- 2) 静脈留置針は残したまま接合部で輸液セットを新しい点滴セットに交換し、乳酸リンゲル液など安全に急速輸液ができる輸液剤につなぎ替え、急速に輸液し血圧の維持と利尿につとめる。
- 3) 導尿カテーテルを留置しヘモグロビン尿の有無をチェックする。
- 4) バイタルサイン（血圧、脈拍、呼吸数）を 15 分おきにチェックし、血圧低下が見られた場合はドーパミンを持続静注する。
- 5) 採血し、溶血の程度（高カリウム血症、LDH 上昇、間接ビリルビン上昇など）を調べる。FDP、フィブリノーゲン、プロトロンビン時間、血小板数などを検査して DIC の合併に注意する。

上記治療をおこないながら、呼吸管理やカリウムの上昇を抑える治療をおこない、カリウムが 7mEq/L、BUN が 80mg/dL を超えると血液透析が適応となる。ABO 不適合輸血の治療については、輸液療法、透析療法、呼吸・循環管理ができる ICU での治療が求められる。（元九州大学病院 稲葉頌一先生の資料より引用）



まとめ

ABO血液型不適合輸血は **“Human error”** により発生する。表1に示すように5年単位でみた場合、『輸血療法の適性化に関するガイドライン』等の制定、医師による夜間検査の廃止、認定輸血検査技師制度の導入、輸血検査業務のシステム化の発展等により、不適合輸血の発生頻度は飛躍的に大幅に減少した。しかし、ゼロになったわけではなく、現在でも散見しており、ガイドラインを軸にした適正な輸血業務を遵守する必要がある。

“ヒトは間違いをおかす生き物”ではあるが、**ABO不適合輸血は絶対起してはいけない医療事故**の一つである。

ABO血液型不適合輸血は医療過誤であるという意識が強く、発生した時にはパニックになることが予想される。

“不適合輸血発生時のスペシャリスト”なる医師は存在しないわけで、そのメカニズムを良く理解し、急性のDICに準じた治療を適正にすることで救命できるといわれている。ABO血液型不適合輸血などの重篤な副作用をおこさないためには、**臨床検査技師を中心とした輸血部門が中心となり、ガイドラインや指針の徹底**を院内に図り、**医療安全の観点からも常に情報提供**していくことが必要とおもわれる。

（文責：玉置達紀）



玉置 達紀
(たまき たつり)

（主な経歴）

琉球大学保健学部保健学科卒業後、社会保険紀南病院（現：紀南病院）に勤務
紀南病院中央臨床検査部 技師長を経て、2019年4月より（株）日本医学臨床検査研究所 田辺ラボ 兼 学術課にて勤務

（主な認定資格）

臨床検査技師、認定輸血検査技師、厚生労働省指定検体採取講習会終了