

免疫血清分野

尿一般分野

病理解分野

細胞診分野

血液一般分野

生化学分野

先天性代謝異常分野

微生物分野

輸血検査

～ABO血液型とRh血液型～

検査科 生化・免疫係（免疫血清担当）

はじめに

現在、血球上の抗原は300種類以上あり、血液型としては約30種類に分類されています。そのなかで、ABO血液型とRh血液型はよく知られており、輸血をするうえでも重要になってきます。一般的に血液型検査といえば、ABO血液型と、Rh血液型のD抗原の検査のことをさします。

1. ABO血液型

ABO血液型は、1900年にLandsteinerによって発見され、「血漿（血清）中には自己のもつ抗原とは反応しない抗体が必ず存在する」という原則があり、発見者にちなんでこの原則を「Landsteinerの法則」といいます。このような規則性抗体をもつ血液型はABO血液型のみです（表1）。

《Landsteinerの法則》

ABO血液型には、A、B、O、ABの基本型があり、血球上には基本型としてA抗原、B抗原があり、血漿（血清）中には規則性抗体として抗A抗体、抗B抗体があります。A型は赤血球上にA抗原、血漿（血清）中に抗B抗体をもち、B型は赤血球上にB抗原、血漿（血清）中に抗A抗体をもちます。O型はA、Bいずれの抗原をもたず、血漿（血清）中に抗A抗体、抗B抗体の両抗体をもっています。AB型はA、B両抗原をもち、血漿（血清）中には抗A抗体、抗B抗体のどちらももっていません。

表1. ABO血液型の基本型（Landsteinerの法則）

表現型	日本人における出現頻度(近似値、%)	赤血球抗原	血漿(血清)中の抗体
A型	40	A	抗B抗体
B型	20	B	抗A抗体
O型	30	なし	抗A抗体、抗B抗体
AB型	10	A、B	なし

この法則を活用して、赤血球上のA抗原、B抗原の有無を確認するオモテ検査と血漿（血清）中の抗A抗体、抗B抗体の有無を確認するウラ検査とを行い、両検査の結果が一致してはじめて正しく判定ができます。

日本人におけるABO血液型の出現頻度は、A、O、B、ABの順におよそ4:3:2:1で、人種によって異なります。

赤血球上のA抗原、B抗原は、胎生5～6週でもみられますが、出生時には抗原の発達が不十分で、成人の抗原量の約1/3程度といわれており、5～7歳くらいで成人レベルになるとされています。血漿（血清）中の抗A抗体、抗B抗体は、出生時は母由来の抗体のみが存在しているとされています。児自身が抗体を産生し始めるのは3～4か月頃からで、約1年後にはほとんどすべての児に検出されるようになります。抗体価は5～10歳頃にピークに達し、漸次加齢とともに低下します。このようなことから、生後1年未満の児のABO血液型判定では、オモテ検査の結果のみで判定してもよいとされています。

※当検査センターでは、生後1歳未満の児のABO血液型の結果報告書には『生後1歳未満の場合、表試験のみのご報告となります』とコメントを付記しております。

【患者の血液型検査と不規則抗体スクリーニング】

～乳児の検査～

乳児では、母親由来の移行抗体があることや血清中の抗A及び抗B抗体の産生が不十分であることから、ABO血液型はオモテ検査のみの判定でよい。

出典：「輸血療法の実施に関する指針」（厚生労働省医薬食品局血液対策課）（令和2年3月改正）

2. Rh 血液型

Rh血液型は、主要抗原としてD、C、c、E、eの5つがあります。1940年にLandsteinerとWienerによってD抗原が発見されました。

D抗原は非常に免疫原性（抗体を作らせる能力）が強く、D陰性のヒトが輸血や妊娠によってD陽性血球で免疫されると、50%以上に抗D抗体が産生されるといわれています。産生された抗D抗体は重篤な溶血性輸血副作用（HTR）や胎児・新生児溶血性疾患（HDFN）に関与するため、D陰性患者の輸血には必ず同型のRhD陰性血液を用いることが大原則です。日本人のRhD陰性者の割合は、約0.5%（200人に1人）です。

厚労省の「輸血療法の実施に関する指針」（令和2年3月改正）では、RhD抗原の検査は『抗D試薬を用いてRhD抗原の有無を検査する。この検査が陰性の患者の場合には、抗原陰性として取り扱い、D陰性確認試験は行わなくてもよい。』とされていますが、これは輸

血時の受血者への対応のことになります。血液型“RhD 陰性”と確定するには必ずD陰性確認試験の実施が必要となります。当検査センターへの血液型のご依頼は、輸血目的以外でも多くいただいておりますので、抗D試薬との反応結果が陰性の場合は必ずD陰性確認試験を実施しております。

※当検査センターでは、D陰性確認試験が陰性の場合、RhD 血液型の結果報告書には『D陰性確認試験実施済みです』とコメントを付記しております。

【患者の血液型検査と不規則抗体スクリーニング】

～RhD 抗原の検査～

抗D試薬を用いてRhD 抗原の有無を検査する。この検査が陰性の患者の場合には、抗原陰性として取り扱い、D陰性確認試験は行わなくてもよい。

出典：「輸血療法の実施に関する指針」（厚生労働省医薬食品局血液対策課）（令和2年3月改正）

3. 検査

当検査センターでは、2017年6月より全自動輸血検査装置を導入し、カラム凝集法で測定を実施しております（写真1）。☞2018年9月号臨床検査センターだより参照

カラム凝集法でABO血液型オモテ・ウラ不一致の場合やRhD血液型において抗D試薬との反応結果が弱反応または陰性の場合、試験管法で再検査を実施しております。

ABO血液型の判定は、Landsteinerの法則に則り、オモテ検査とウラ検査の結果が一致した場合に確定できます。亜型や何らかの原因で反応が減弱または消失、不規則抗体の保有などが原因で血液型が判定できない場合があります（表2）。その場合

は、ABO血液型の判定は『判定保留』とし、検査結果をラポレターとしてご報告させていただきます。その際、患者様の情報をお伺いすることがありますのでご協力をよろしくお願いいたします。



（写真1：カラム凝集法におけるABO及びRhD血液型検査）

表2. ABO血液型オモテ・ウラ不一致の原因

赤血球側の原因	血漿(血清)側の原因
<ul style="list-style-type: none"> ・ 亜型の場合 ・ 抗原量の一時的な減弱（白血病など） ・ 後天性B（直腸がん、結腸がんなどで、赤血球のA抗原がある種の腸内細菌の酵素の働きで変性するために生ずる現象。一時的な変化） ・ 寒冷凝集素症（冷式自己抗体） ・ 汎凝集反応を示す場合 ・ キメラ（稀にABO血液型が違う2卵生双生児の間で、胎生初期に血管吻合が起こり他方に移行して着床し、2種類の別々の赤血球を作り出しているとされている） ・ モザイク（突然変異や構造的変化などによって起こるとされている） ・ 異型輸血後 ・ 血液型不適合造血幹細胞移植後 ・ 披検赤血球の濃度調製の不良 ・ 検体凝固（カラム凝集法の場合） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不規則同種抗体の存在 ・ ABO 亜型 ・ 連鎖形成（多発性骨髄腫など） ・ 寒冷凝集素 ・ 母親由来の抗A抗体、抗B抗体の存在 ・ 抗A抗体、抗B抗体の抗体価の減弱または欠損 ・ 高分子血漿増量剤、造血剤の影響 ・ 型物質の異常増加（卵巣嚢腫、胃がんなど） ・ 血液型不適合造血幹細胞移植後 ・ フィブリン（カラム凝集法）

おわりに

血液型の判定は場合によっては緊急性を要求され、何よりも正しい結果が大前提となります。2017年6月には全自動輸血検査装置を導入しました。この装置内では検体を全てバーコードで管理し、また、装置導入時に依頼書Iに血液型専用ラベルを追加し、医療機関様からは専用検体を提出していただいています。それにより受付から報告まで全てバーコードで管理され、より確実な測定が可能となりました。さらに、至急の場合のご報告時間も早くなりました。

今後も検査の質を高めるよう技術、知識の向上に努力してまいります。ご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

参考資料：

1. JAMT 技術教本シリーズ 輸血・移植検査技術教本 丸善出版株式会社, 2016年1月発行.
2. 輸血療法の実施に関する指針 厚生労働省医薬食品局血液対策課 (令和2年3月改正)

担当：藤井 ひとみ（生化・免疫係）

*ウェブサイトでもご覧いただけます。 <http://www.labo.city.hiroshima.med.or.jp/>