DOI:10.16016/j.1000-5404.202003150

重庆地区 157 927 例住院患者 Rh 血型表型分布调查

谭 兵,陈 瑶,余泽波,李 鑫,詹廷西,邢 燕,李 成,刘 慧 400016 重庆,重庆医科大学附属第一医院输血科

[摘要] **目的** 分析重庆地区住院患者 Rh 血型抗原和表型分布特征,探讨 Rh 血型表型测定在临床安全输血中的意义。**方法** 采用微柱凝胶法对 157 927 名住院患者进行 Rh D、C、c E、e 抗原和 ABO 血型检测 χ^2 检验对数据进行分析比较。**结果** 157 927 例患者中,157 407 例为 RhD 阳性(14 例变异 D),520 例为 RhD 阴性;RhD 阳性和阴性患者的 Rh 表型分布不同,差异有统计学意义,RhD 阳性患者主要 Rh 表型为 CCDee(48.45%)和 CcDEe(33.04%),RhD 阴性患者主要 Rh 表型为 ccdee(43.27%)和 Ccdee(36.54%);Rh 血型 5 种抗原的阳性率依次为 D(99.67%)>e(94.07%)>C(90.97%)>c(51.02%)>E(42.50%);RhD 阳性患者中,不同 ABO 血型间 Rh 表型分布无明显差异($P>0.05$),不同性别间 Rh 表型分布无明显差异($P>0.05$),不同住院科室间 Rh 表型分布无明显差异($P>0.05$),不同年龄间 Rh 表型分布不同,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 重庆地区住院患者主要 Rh 表型为 CCDee 和 CcDEe,不同 RhD 血型和年龄患者 Rh 表型分布特征不同,ABO 血型、性别和科室对患者 Rh 表型分布无影响。建立 Rh 表型数据库,进行 Rh 5 种抗原同型、相容性和规避性输注可有效降低意外抗体发生率,为临床安全有效输血提供保障。

[关键词] Rh 血型;Rh 表型;分布频率;输血安全

[中图法分类号] R195.1;R457.11 [文献标志码] A

Distribution of Rh phenotypes in 157 927 hospitalized patients in Chongqing

TAN Bing, CHEN Yao, YU Zebo, LI Xin, ZHAN Tingxi, XING Yan, LI Cheng, LIU Hui Department of Transfusion Medicine, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 400016, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the distribution characteristics of Rh blood group antigens and Rh phenotypes among hospitalized patients in Chongqing and explore the significance of Rh phenotyping in ensuring the clinical safety of blood transfusion. **Methods** We examined Rh (D, C, c, E, e) antigens and ABO blood types in 157 927 hospitalized patients in Chongqing using micro-column gel test, and analyzed the distributions of Rh antigens and phenotypes in relation to ABO blood types, gender, and age of the patients and in different departments. **Results** Among the 157 927 inpatients, 157 407 were RhD-positive (including 14 cases of D variants) and 520 were RhD-negative, and Rh phenotype distribution differed significantly between the 2 groups. The main phenotypes were CCDee (48.45%) and CcDEe (33.04%) in the RhD-positive patients, and were ccdee (43.27%) and Ccdee (36.54%) in RhD-negative patients. Among the Rh antigens, D antigen was the most common (99.67%), followed by e (94.07%), C (90.97%), c (51.02%) and E (42.50%). No significant differences were found in Rh phenotype distribution among the RhD-positive patients with different ABO blood types or genders or among the patients from different departments of the hospital (all $P>0.05$). Significant differences were found in Rh phenotype distribution among RhD-positive patients in different age groups ($P<0.05$). **Conclusion** CCDee and CcDEe are the predominant Rh phenotypes in hospitalized patients in Chongqing. The distribution of Rh phenotypes differ significantly among patients with different RhD blood types and in different age groups, and are not associated

[通信作者] 刘 慧,E-mail:liuhui@cqmu.edu.cn

with ABO blood types, gender or departments where the patients receive care. The establishment of a Rh phenotype database for Rh antigen matching can help to reduce the occurrence of unexpected Rh antibodies and improve the safety of blood transfusion therapy.

[**Key words**] Rh blood group; Rh phenotypes; distribution frequency; blood transfusion safety

Corresponding author: LIU Hui, E-mail: liuhui@cqmu.edu.cn

Rh 血型系统是人类血型系统中最复杂和最具多态性的血型系统,临床上重要性仅次于 ABO 血型系统。自 1939 年 Levine 和 Stetson 发现 D 抗原以来,目前 Rh 血型系统中共有 55 个经国际输血协会(The International Society Blood Transfusion,ISBT)认定的抗原[1],其中 D、C、c、E 和 e 5 个抗原最常见并与临床密切相关。《临床输血技术规范》要求输血前常规对患者 ABO 和 RhD 血型进行检测,大大降低了因红细胞上抗原不同引起的输血反应;但该规范并未要求对 Rh 系统的 C、c 、E 和 e 抗原进行常规检测,患者在输血或妊娠后,血液中可能产生针对 Rh 血型抗原的意外抗体,这些意外抗体可导致溶血性输血反应和新生儿溶血病(hemolytic disease of the newborn,HDN)[2-4]。据报道我国红细胞意外抗体中,Rh 血型系统抗体占 76.6%,Rh 血型系统意外抗体中抗 E 和抗 c 占 58.5%[3];在产妇意外抗体中, Rh 血型系统抗体占比高达 89.09%[5]。越来越多的学者报道临床应重视 Rh C、c、E 和 e 抗原的检测[3-4]。

为进一步实施精准化输血策略,减少意外抗体产生和输血不良反应发生,目前我国西安、南昌、沈阳等地部分血站建立了 D、C、c、E、e 5 种 Rh 血型抗原的档案资料库[6-8],新疆、西安和河南等地部分医院建立了种 Rh 5 种血型抗原的档案资料库[4,6,9],各地 Rh 血型抗原分布频率不同。由于 Rh 血型抗原分布具有地域差异性,各个地区需建立自身的 Rh 血型抗原库。目前重庆地区仅见献血者 RhD 阴性血型抗原分布报道[10],为掌握重庆地区住院患者 Rh 血型的分布规律,建立重庆市住院患者 Rh 5 种血型抗原资料库,本研究对重庆市住院患者的 Rh 血型抗原分布进行统计与分析,为预防 Rh 血型系统抗 E 和抗 c 等输血性免疫抗体产生提供参考依据,现将结果报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

收集重医科大学附属第一医院 2016 年 8 月至 2019 年 7 月 157 927 例住院患者的血液标本。其中男性患者 71 793 例,女性患者 86 134 例,年龄 1~106(52.49±18.65)岁。

1.2 试剂与设备

Rh 血型分型检测卡(柱凝集法),江苏力博医药生物技术股份有限公司;ABO 血型检测卡,西班牙盖立复诊断股份公司 Diagnostic Grifols,S. A.;LB-3000 医用低速离心机(血清学多用离心机),江苏克莱斯克生物技术有限公司;全自动配血及血型分析仪,西班牙盖立复诊断股份公司 Diagnostic Grifols,S. A.;室内质控品由荷兰三昆有限公司提供;室间质控品由卫生部临床检验中心提供。

1.3 方法

采集研究对象静脉血 3 mL,EDTA 抗凝,离心后用生理盐水配制成 0.8%~1%浓度红细胞悬液,用 Rh 血型分型检测卡进行检测,操作方法及结果判读均按照厂家说明书进行。

1.4 统计学分析

使用 Excel 2007 软件对数据进行整理与筛选分析;对 Rh 表型在不同 ABO 血型、临床科室、性别、年龄及 RhD 阴阳性间的分布差异性,采用 SPSS 22.0 统计软件进行 χ^2 检验与 Fisher 精确检验。

2 结果

2.1 住院患者 RhD 阳性和 RhD 阴性表型分布

157 927 例患者中,RhD 阳性 157 407 例(其中 14 例变异 D),有 9 种表现型,以 CCDee(48.45%) 和 CcDEe(33.04%) 为优势表型;RhD 阴性 520 例,有 6 种表现型,以 ccdee(43.27%)和 Ccdee(36.54%)为优势表型;Rh 表型在 RhD 阳性和阴性住院患者中分布差异有统计学意义($\chi^2=2\ 522.43$,$P<0.05$,表 1)。

2.2 住院患者 Rh 血型抗原频率

住院患者 Rh 血型 5 种抗原的阳性率由高到低依次为 D(99.67%)>e(94.07%)>C(90.97%)>c(51.02%)>E(42.50%);RhD 阳性患者 4 种 Rh 抗原的阳性率由高到低依次为 e>C>c>E; RhD 阴性患者 4 种 Rh 抗原的阳性率由高到低依次为 e>c>C>E,见表 2。

2.3 住院患者各 ABO 血型间的 Rh 血型表型分布

157 407 例 RhD 阳性住院患者中,O 型 54 563 例(34.66%)、A 型 51 344 例(32.62%)、B 型 38 369 例(24.38%)、AB 型 13 131 例(8.34%)。RhD 阳性住院患者的 Rh 表型分布在不同 ABO 血型之间的差异无统计学意义($\chi^2=25.21$,$P>0.05$),见表 3。

表 1 住院患者 RhD 阳性与 RhD 阴性 Rh 抗原表型分布 [例(%)]

表型	RhD 阳性患者	RhD 阴性患者	合计
CcEe	52 018(33.04)	13(2.50)	52 031(32.95)
CcEE	425(0.27)	0	425(0.27)
Ccee	13 663(8.68)	190(36.54)	13 853(8.77)
CCEe	1 012(0.64)	2(0.38)	1 014(0.64)
CCEE	11(0.01)	0	11(0.01)
CCee	76 268(48.45)	66(12.69)	76 334(48.33)
ccEe	4 675(2.97)	24(4.62)	4 699(2.97)
ccEE	8 933(5.68)	0	8 933(5.66)
ccee	402(0.26)	225(43.27)	627(0.40)
合计	157 407(100)	520(100)	157 927(100)

表 2 住院患者 Rh 抗原频率及基因频率 [例(%)]

抗原	RhD 阳性患者	RhD 阴性患者	合计
D	157 407(100)	0	157 407(99.67)
C	143 397(91.1)	271(52.12)	143 668(90.97)
c	80 116(50.90)	452(86.92)	80 568(51.02)
E	67 074(42.61)	39(7.50)	67 113(42.50)
e	148 038(94.05)	520(100)	148 558(94.07)

2.4 不同临床科室住院患者 Rh 血型表型分布

157 407 例 RhD 阳性住院患者中,产科患者 16 239 例、重症医学科患者 1 311 例、消化科患者 875 例、血液科患者 258 例,其他科室 138 724 例。RhD 阳性住院患者的 Rh 表型分布在不同住院科室之间的差异无统计学意义($\chi^2=26.58$,$P>0.05$),见表 4。

2.5 不同性别住院患者 Rh 血型表型分布

157 407 例 RhD 阳性住院患者中,男性 71 613 例(45.50%),女性 85 794 例(54.50%)。RhD 阳性住院患者的 Rh 表型分布在不同性别之间的差异无统计学意义($\chi^2=7.92$,$P>0.05$),见表 5。

2.6 不同年龄住院患者 Rh 血型表型分布

RhD 阳性住院患者按年龄分成青年组(≤44 岁)、中年组(45~59 岁)和老年组(≥ 60 岁)三组,其中青年 52 501 例(33.35%),中年 43 014 例(27.33%),老年例 6 1892(39.32%)。RhD 阳性住院患者的 Rh 表型分布在不同年龄之间不同,差异有统计学意义($\chi^2=289.45$,$P<0.05$),见表 6。

表 3 RhD 阳性住院患者不同 ABO 血型 Rh 抗原表型分布 [例(%)]

血型	O	A	B	AB	合计
CcDEe	17 950(32.9)	16 995(33.1)	12 729(33.18)	4 344(33.08)	52 018(33.04)
CcDEE	158(0.29)	135(0.26)	108(0.28)	24(0.18)	425(0.27)
CcDee	4 744(8.69)	4 472(8.71)	3 315(8.64)	1 132(8.62)	13 663(8.68)
CCDEe	365(0.67)	330(0.64)	222(0.58)	95(0.72)	1 012(0.64)
CCDEE	3(0.01)	1(0)	6(0.02)	1(0.01)	11(0.01)
CCDee	26 427(48.43)	24 887(48.47)	18 544(48.33)	6 410(48.82)	76 268(48.45)
ccDEe	1 596(2.92)	1 523(2.97)	1171(3.05)	385(2.93)	4 675(2.97)
ccDEE	3 184(5.84)	2 862(5.58)	2173(5.66)	714(5.44)	8 933(5.68)
ccDee	136(0.25)	139(0.27)	101(0.26)	26(0.20)	402(0.26)
合计	54 563(100)	51 344(100)	38 369(100)	13 131(100)	157 407(100)

表 4 RhD 阳性住院患者不同科室 Rh 抗原表型分布 [例(%)]

表型	血液科	重症医学科	消化科	产科	其他科室
CcDEe	98(37.98)	441(33.64)	281(32.11)	5 442(33.51)	45 756(32.98)
CcDEE	0	4(0.31)	1(0.11)	47(0.29)	373(0.27)
CcDee	20(7.75)	118(9)	81(9.26)	1 360(8.37)	12 084(8.71)
CCDEe	1(0.39)	9(0.69)	8(0.92)	123(0.76)	871(0.63)
CCDEE	0	0	0	0	11(0.01)
CCDee	122(47.29)	623(47.52)	432(49.37)	7 794(48)	67 297(48.51)
ccDEe	9(3.49)	36(2.74)	28(3.2)	493(3.04)	4 109(2.96)
ccDEE	8(3.1)	77(5.87)	44(5.03)	934(5.75)	7 870(5.67)
ccDee	0	3(0.23)	0	46(0.28)	353(0.26)
合计	258(100)	1 311(100)	875(100)	16 239(100)	138 724(100)

表 5 RhD 阳性住院患者不同性别 Rh 抗原表型分布 [例(%)]

表型	男性	女性	合计
CcDEe	23 651(33.03)	28 367(33.06)	52 018(33.04)
CcDEE	194(0.27)	231(0.27)	425(0.27)
CcDee	6 186(8.64)	7 477(8.72)	13 663(8.68)
CCDEe	452(0.63)	560(0.65)	1012(0.64)
CCDEE	9(0.01)	2(0.00)	11(0.01)
CCDee	34 687(48.44)	41 581(48.47)	76 268(48.45)
ccDEe	2 148(3.00)	2 527(2.95)	4 675(2.97)
ccDEE	4 108(5.74)	4 825(5.62)	8 933(5.68)
ccDee	178(0.24)	224(0.26)	402(0.26)
合计	71 613(100)	85 794(100)	157 407(100)

表 6 RhD 阳性住院患者不同年龄 Rh 抗原表型分布 [例(%)]

表型	青年	中年	老年	合计
CcDEe	17 466(33.27)	15 406(35.82)	19 146(30.94)	52 018(33.04)
CcDEE	141(0.27)	90(0.21)	194(0.31)	425(0.27)
CcDee	4 529(8.63)	3 532(8.21)	5 602(9.05)	13 663(8.68)
CCDEe	349(0.66)	265(0.62)	398(0.64)	1012(0.64)
CCDEE	4(0.01)	4(0.01)	3(0.01)	11(0.01)
CCDee	25 301(48.19)	20 085(46.69)	30 882(49.9)	76 268(48.45)
ccDEe	1 580(3.01)	1 207(2.80)	1 888(3.05)	4 675(2.97)
ccDEE	2 988(5.69)	2 335(5.43)	3 610(5.83)	8 933(5.68)
ccDee	143(0.27)	90(0.21)	169(0.27)	402(0.26)
合计	52 501(100)	43 014(100)	61 892(100)	157 407(100)

3 讨论

人类血型中 Rh 血型系统所含抗原数目最多,由 1 号染色体短臂上两个同源及紧密连锁基因编码,*RHD* 基因编码 D 抗原,*RHCE* 基因编码 Cc 和 Ee 抗原[11]。临床最主要、最常见的 Rh 抗原有 5 种,即 D、C、c、E 和 e[12],都具有较强的免疫原性,其中 D 免疫原性最强,其次是 E 和 c,e 最弱[13]。《临床输血技术规范》未要求对 C、c 、E 和 e 抗原进行常规检测,临床输注红悬时此 4 种 Rh 抗原为随机输注,多次输血后,患者体内可能产生针对 Rh 抗原的意外抗体, 从而导致溶血性输血反应及无效输注。我国红细胞意外抗体中,不同学者均报道 Rh 系统抗体占比最高[3,14],可达 76.6%。越来越多的学者呼吁重视 C、c、E 和 e 抗原的检测,使用这 4 种抗原匹配的供者血液。对患者实施 Rh 血型 5 种抗原检测,继而进行 ABO 和 Rh 5 种抗原相合的精准化输血能够从源头上降低 Rh 血型系统意外抗的产生,减少 Rh 系统导致的交叉配血不合、输血不良反应和无效输注发生。

重庆地区 RhD 阳性住院患者 9 种 Rh 表型分布趋势为 CCDee>CcDEe>CcDee>ccDEE>ccDEe>CCDEe>CcDEE>ccDee>CCDEE,与西安[6]和沈阳地区[8]献血人群分布趋势相同,与河南[9]和西安[15]地区就诊患者分布趋势大致相同(西安和河南除 ccDee>CcDEE 外,其余和重庆相同);9 种表型在各种族和地区存在较大差异,如 CCDee 在各地域的构成比为 29.88%~68.24%,CcDEe 在各地域的构成比为 14.54%~39.24%[6-9,15-18];其中 CCDEe、CcDEE、ccDee、CCDEE 表型频率<1%,为稀有表型,尤以 DCCEE 最为罕见,本研究共发现 11 例,表型频率仅为 0.007% 与国内报道一致[9]。重庆地区 RhD 阴性住院患者占比为 0.33%,有 6 种表现型,分布趋势为 ccdee>Ccdee>CCdee>ccdEe>CcdEe>CCdEe,与重庆地区[10]献血人群分布趋势相同,与南昌[7]、沈阳[8]、西安[15]地区献血人群分布趋势不同;9 种表型在各种族和地区有较大差异,如 ccdee 在各地域 RhD 阴性中的构成比为 39.60%~65.33%, Ccdee 在各地域 RhD 阴性中的构成比为 14.90%~54.72%[6-9,15-18];本研究未发现 ccdEE、CcdEE 和 CcdEE 等 3 种表型,可能与 RhD 阴性患者标本数量较少有关。Rh 表型分布在 RhD 阳性和阴性住院患者间差异有统计学意义。

C 和 c、E 和 e 是两对相对应的抗原,抗原频率存在种族和地区差异。在英国献血者中,C 和 c 的抗原

频率分别是68%和81%,在东亚人群中,C抗原频率接近100%,c抗原频率则较低;相反,在非洲黑种人群中,c抗原频率则非常高,C抗原频率则较低[11]。所有人群中e抗原频率明显高于E抗原。重庆地区Rh血型5种抗原的频率由高到低依次为D,e,C,c和E;RhD阳性患者C和e抗原阳性率均>90%,c和E抗原阳性率分别为50.90%和42.61%;RhD阴性患者中e和c抗原阳性率较高,分别为100%和86.92%,C和E阳性率分别52.12%和7.50%;本地区RhD阳性和阴性患者中C、c和E抗原频率有明显差异。整体人群中,意外抗体的产生与抗原的免疫原性和阴阳性比例相关。如某抗原免疫原性强,该抗原阳性与阴性的百分率越接近,随机输注红细胞后,产生相应抗体可能性越大。Rh系统中,E抗原免疫原性仅次于D抗原,我国E抗原阴阳性比例相当且多为随机输注,是检出率最高的意外抗体[3,14]。重庆地区RhD阳性患者中,c和E抗原的阴阳性比例均较接近,为降低意外抗体的产生,应重点关注c和E抗原的相容性输注;CCDee表型不含c和E抗原,重庆地区该表型为优势表型占48.45%,较易筛选献血者进行c和E抗原的相容性输注。RhD阴性患者中,则应重点关注C抗原的相容性输注;ccdee表型不含C抗原,重庆地区该表型占43.27%为优势表型,输血时进行C抗原的相容性输注切实可行,输注ccdee表型的血液还可有效预防抗E的产生。个体输血时为避免意外抗体产生,应重点关注抗原的免疫原性强度;Rh表型匹配输血可按优先级别策略进行,优先选择Rh抗原同型输注(如:CcDEe受血者选择CcDEe献血者,其次选择抗原相容性输注(Ccdee受血者选择CCdee献血者),再次选择抗原规避性输注(根据Rh抗原强弱,依次规避D、E和c抗原等)。

本研究中,我们对RhD阳性患者进行表型比较,RhD阴性患者由于其数量较少未进行比较。结果显示,RhD阳性患者中,Rh表型分布在不同性别间的差异无统计学意义,与万春晶等[6]的报道相同。Rh表型分布在不同ABO血型间的差异无统计学意义,与西安地区献血者人群报道相同[15]。我们选取红细胞悬液用量最大的3个科室(血液科、消化科和重症医学科)和意外抗检出数最大的3个科室(血液科、消化科和产科)进行比较,发现Rh表型在不同科室间的差异无统计学意义,与马婷等[15]的报道不同,可能与病种不同有关,也可能由于本研究只对血液和消化等科室的部分患者进行Rh分型检测,研究对象的样本数量有限,不足以代表该科室患者Rh表型总的分布趋势。我院为成人医院,未成年患者甚少,参考世界卫生组织年龄划分标准将研究对象分为青年、中年和老年3组,对比发现Rh表型在不同年龄段的患者间差异有统计学意义。除非受干细胞移植等因素影响人生中Rh表型是固定的,因此普通人群中Rh表型分布应相对稳定。不同年龄段患者间Rh表型分布存在差异,可能是因为研究对象为患者,由于不同年龄段人群所患疾病不同,可能因为病种的不同从而导致差异产生,也间接表明疾病与Rh表型分布有相关性。疾病与Rh表型间的具体关系还需进一步研究。

综上所述,开展Rh血型分型检测是进一步推进临床精准化输血的需要,Rh分型检测可减少意外抗体产生和输血不良反应,具有提高输血安全和疗效的现实意义,并可为开展电子交叉配血打下基础。建议血液中心(血站)对献血者进行Rh 5种抗原分型,临床对患者进行Rh分型检测工作,对免疫原较强的Rh抗原(如D抗原和E抗原)和需长期输血的患者,输血时尽量进行Rh抗原同型、相容性和规避性输注,以有效降低意外抗体发生,保障临床输血安全有效。本研究为单中心研究,对代表本地区Rh血型分布特征仍有一定的局限性,RhD阴性患者虽进行了确诊试验,排除了弱D和不完全D,但未进行Del型的检测,今后需进一步深入研究。

参考文献:

[1] Table of blood group systems. V 6.0.[EB/OL]. http://www.isbtweb.org/working-parties/red-cell-immunogenetics-and-blood-group-terminology/(2019.08.06)

[2] HEALSMITH S, SAVOIA H, KANE S C. How clinically important are non-D Rh antibodies?[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2019, 98(7): 877-884. DOI: 10.1111/aogs.13555.

[3] 于洋, 王旖, 孙晓琳, 等. 1994-2013年中国患者人群红细胞同种抗体阳性率及特异性分析[J]. 中国实验血液学杂志, 2015, 23(06): 1734-1741. DOI: 10.7534/j.issn.1009-2137.2015.06.037.
YU Y, WANG Y, SUN X L, *et al*. Prevalence and specificity of red blood cell alloantibodies in patients from China during 1994-2013[J]. Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi, 2015, 23(6): 1734-1741. DOI: 10.7534/j.issn.1009-2137.2015.06.037.

[4] 江晓明, 杜平, 陈烨. Rh血型抗原CcEe在临床输血中的意义[J]. 临床输血与检验, 2018, 20(06): 648-650. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2018.06.030.
JIANG X M, DU P, CHEN Y. The significance of Rh blood group antigen CcEe in clinical transfusion[J]. J Clin Transfus Lab Med, 2018, 20(06): 648-650. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2018.06.030.

[5] 张勇萍, 杜娟, 杨世明, 等. 4397例孕产妇ABO和RhD血型检测及不规则抗体的分析[J]. 细胞与分子免疫学杂

志, 2016, 32(5): 680-682. DOI: 10.13423/j.cnki.cjcmi.007765.
ZHANG Y P, DU J, YANG S M, *et al*. ABO and RhD blood group detection and irregular antibodies analysis in 4397 pregnant women [J]. Chin J Cell Mol Immunol 2016, 32(5): 680-682. DOI: 10.13423/j.cnki.cjcmi.007765.

[6] 万春晶, 王宝燕, 徐华, 等. 西安地区住院患者与健康人群 Rh 血型分布特征 [J]. 中国输血杂志, 2017, 30(04): 395-398. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2017.04.023.
WAN C J, WANG B Y, XU H, *et al*. Distribution characteristics of Rh blood group in hospitalized patients and healthy people in Xi'an area [J]. Chin J Blood Transfus, 2017, 30(04): 395-398. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2017.04.023.

[7] 刘福昌, 王小红, 许春玲, 等. 调查南昌地区无偿献血人群中 Rh 血型抗原分布[J]. 实验与检验医学, 2014, 32(5): 630-633.
LIU F C, WANG X H, XU C L, *et al*. Investigation the distribution of Rh antigens in voluntary blood donors in Nanchang area [J]. Exp Lab Med, 2014, 32(05): 630-633.

[8] 张坤莲, 王慧, 李剑平. 沈阳地区献血者 Rh 抗原表型分布调查[J]. 中国输血杂志, 2008, 21(12): 963-964. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2008.12.027.
ZHANG K L, WANG H, LI J P. Investigation on distribution of Rh antigen phenotype among blood donors in Shenyang area [J]. Chin J Blood Transfus, 2008, 21(12): 963-964. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2008.12.027.

[9] 刘爱萍, 孔永奎, 陈李影慧. 河南某医院 12836 例就诊人员 Rh 血型抗原表型分布[J]. 郑州大学学报(医学版), 2016, 51(6): 801-802. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2016.06.028.
LIU A P, KONG Y K, CHEN L Y H. Distribution of Rh phenotypes in 12 836 patients of a hospital in Henan province [J]. J Zhengzhou Univ(Med Sci), 2016, 51(06): 801-802. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2016.06.028.

[10] 张巧琳, 李维, 王芳. 重庆地区 Rh 阴性血清学表型分布调查[J]. 中国输血杂志, 2017, 30(6): 629-630. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2017.06.022.
ZHANG Q L, LI W, WANG F. Serological investigation of RhD-negative phenotype distribution in Chongqing[J]. Chin J Blood Transfus, 2017, 30(6): 629-630. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2017.06.022.

[11] DANIELS G. Human blood groups [M]. 3th ed. Oxford: John Wiley &Sons Ltd, 2013: 182-258.

[12] GREGORY A D, CONNIE M W. The Rh System [M]// FUNG M K, GROSSMAN B J, HILLYER C D, *et al*. AABB Technical Manual. 18th ed. Bethesda: AABB, 2014: 317-336.

[13] 胡丽华. 临床输血学检验技术 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 18-22.
HU L H. Clinical transfusion laboratory techniques [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015: 18-22.

[14] CHEN C X, TAN J Z, WANG L X, *et al*. Unexpected red blood cell antibody distributions in Chinese people by a systematic literature review[J]. Transfusion, 2016, 56(4): 975-979. DOI: 10.1111/trf.13430.

[15] 马婷, 杨江存, 宋耀军, 等. 51283 例住院患者与献血者 Rh 血型分布和分析[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2018, 34(1): 70-74. DOI: 10.13423/j.cnki.cjcmi.008551.
MA T, YANG J C, SONG Y J, *et al*. Distribution of Rh blood group in 51283 cases of inpatients and voluntary blood donors[J]. Chin J Cell Mol Immunol, 2018, 34(1): 70-74. DOI: 10.13423/j.cnki.cjcmi.008551.

[16] ROMPHRUK A V, BUTRYOJANTHO C, JIRASAKONPAT B, *et al*. Phenotype frequencies of Rh (C, c, E, e), M, Mia and Kidd blood group systems among ethnic Thai blood donors from the north-east of Thailand[J]. Int J Immunogenet, 2019, 46(3): 160-165. DOI: 10.1111/iji.12420.

[17] MAKROO R, GUPTA R, BHATIA A, *et al*. Rh phenotype, allele and haplotype frequencies among 51, 857 blood donors in North India[J]. Blood Transfus, 2014, 12(1): 36-39. DOI: 10.2450/2013.0300-12.

[18] 姚润, 凌晗, 李碧娟. Rh 血型系统与我国 Rh 抗原分布[J]. 临床血液学杂志(输血与检验), 2017, 30(6): 985-988. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2017.12.026.
YAO R, LING H, LI B J. Rh blood group system and Rh antigen distribution in China[J]. J Clin Hematol, 2017, 30(6): 985-988. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2017.12.026.

(**收稿**:2020-03-12;**修回**:2020-05-22)
(编辑 邓强庭)