

毛细管超速离心法在临床输血中的应用

潘英芳¹ 宋永红¹ 赵爱平¹ 李京¹ 吕红娟¹ 周娜¹ 徐群¹

[摘要] 目的:利用毛细管超速离心技术鉴定新旧红细胞血型抗原,以便临床血型鉴定、抗体筛查,进而保证临床合理配血,确保输血安全。方法:对2015-01—2018-12多次输血交叉配血不合及疑难血型等21例患者进行分类,运用毛细管超速离心方法,分离新旧红细胞或输注红细胞,进行红细胞ABO血型抗原鉴定,Rh系统或其他系统血型抗原鉴定,直接抗人球蛋白试验鉴定,明确鉴定血型及相应红细胞血型抗体。结果:经毛细管超速离心后,基本明确了2例患者血型,19例患者不规则抗体的特性,同时提示患者的直接抗人球试验阳性多为溶血性输血反应引起。结论:运用毛细管超速离心方法能够完善疑难血型鉴定,红细胞血型抗体的鉴定,有利于保障临床输血安全。

[关键词] 疑难血型;输血反应;毛细管超速离心技术;交叉配血;不规则抗体

doi:10.13201/j.issn.1004-2806-b.2020.06.008

[中图分类号] R457.1 **[文献标志码]** A

Application of capillary ultracentrifugation in clinical blood transfusion

PAN Yingfang SONG Yonghong ZHAO Aiping LI Jing

LU Hongjuan ZHOU Na XU Qun

(Blood Center of Shandong Province, Shandong, 250012, China)

Corresponding author: XU Qun, E-mail: xuqun88@126.com

Abstract Objective: To identify new and old red blood cell antigens using capillary ultracentrifugation in order to perform clinical antibody screening and ensure rational blood matching and blood transfusion safety. **Method:** Twenty-one cases including unmatched blood type by cross-matching method and complicated blood type from January, 2015 to December, 2018 in the department were classified. The old and new red blood cells and transfusion blood cells were separated by capillary ultracentrifugation, followed by the identification of ABO, Rh or other blood antigen, direct antiglobulin test, blood type and corresponding red blood cell type antibodies. **Result:** After capillary ultracentrifugation, the blood groups of 2 patients and the characteristics of irregular antibodies in 19 patients were identified, and it was suggested that the positive results of direct antiglobulin test were mostly caused by hemolytic transfusion reaction. **Conclusion:** Capillary ultracentrifugation could improve the identification of complicated blood types and RBC antibodies, which was helpful to the safety of clinical blood transfusion.

Key words complicated blood type; transfusion reaction; capillary ultracentrifugation; cross-matching; irregular antibody

输血是纠正贫血的重要治疗方式,现阶段在临床仍发挥着不可替代的作用,输血前行血型不规则抗体筛查并进行相容性输血是临床输血基本原则^[1-2]。有报道称红细胞血型不规则抗体在人群中检出率为0.4%~2.1%,因不同实验室不同方法的检验灵敏度不同,有效检测阳性率仅为37.0%,因此未检出人群一旦面临输血、妊娠、移植等其他计划免疫,往往会发生溶血性输血反应。据报道输血反应中由血型抗原抗体免疫因素引起的占12.6%,其中溶血反应为2.56%,由于输血后体内存在异体红细胞,不规则抗体鉴定难度增加,配血也因此受到不同程度干扰。针对这样的病例,通过一些免疫血清学常规手段难以完全解决。近年来借助毛细管超速离心方法完善试验,明确了不规则抗体特性并寻找相应抗原阴性血,降低了输血风

险,减少了溶血性输血反应的发生,现将结果报告如下。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样本 用于检测的样本均来自于各医院(疑难血型鉴定样本2例,不规则抗体阳性配血困难19例),EDTA抗凝,离心分离红细胞与血浆,患者多分布于各个医院血液科、内科、外科。

1.1.2 试剂 单克隆抗A、抗B、抗H、抗-C、抗-c、抗-E、抗e、抗M、抗N、试剂红细胞均为上海血液生物医药有限责任公司生产,IgG+C₃d型抗人球蛋白、anti-JKa抗体、anti-JKb抗体、anti-Fya抗体、谱细胞均来自荷兰Sanquin公司,抗人球蛋白卡为Dia Med卡,所有试剂均经过批检合格,均在有效期内使用。

1.1.3 仪器 KUBOTA-KA2200血清学离心机, KUBOTA-3220毛细管超速离心机,金坛数显三用

¹山东省血液中心血型参比研究室(济南,250012)
通信作者:徐群, E-mail: xuqun88@126.com

恒温箱 HH-W600, HITACHI-MC450 红细胞洗涤离心机, 所有仪器均在校准有效期内使用。

1.2 研究方法

血清学方法均采用经典试管法进行。

1.2.1 ABO 血型鉴定正定反应 取洁净小试管 3 支, 分别标明抗 A、抗 B, 用滴管分别加入抗 A、抗 B 血清 2 滴于试管底部, 再以滴管分别加入受检者 3%~5% 的红细胞盐水悬液 1 滴, 混合; 同时用已知 A 型、B 型、O 型红细胞作阴阳对照。

1.2.2 Rh 血型鉴定 取 8 支试管, 分为近心端 4 支、远心端 4 支, 分别标注抗 C、抗 c、抗 E、抗 e。各管分别加入相应的抗血清 1 滴, 红细胞悬液 50 μL, 3 000 r/min 离心 15 s, 多次离心观察结果, 同时用已知 Rh 表型红细胞作阴阳对照 (JKa、JKb、M 同上)。

1.2.3 其他特殊血型系统鉴定 取 3 支试管, 分为分离前 1 支, 分离后近心端 1 支、远心端 1 支, 分别标注抗 Fya。各管分别加入相应的抗 Fya 血清 1 滴, 红细胞悬液 50 μL, 37℃ 30 min 水浴箱孵育, 3 次盐水洗涤, 3 000 r/min 离心 15 s, 加抗人球蛋白试剂离心观察结果, 同时用已知 Fya 表型红细胞作阴阳对照。

1.2.4 直接抗人球蛋白试验鉴定 取 3 支试管, 分为分离前 1 支, 分离后近心端 1 支、远心端 1 支, 分别标注抗 IgG+C₃d 型。各管分别加入相应的抗血清 1 滴, 红细胞悬液 50 μL, 3 000 r/min 离心 15 s, 多次离心观察结果。

1.2.5 毛细管离心法 取患者红细 300~500 μL, 洗涤 3 次, 最后一次去尽上清取压积红细胞装入 2 支毛细管, 底部用橡皮泥封堵后进行毛细管超速离心 15 min (封闭端置于远心端), 转速为 10 000 r/min。取近心端、远心端各 5 mm 红细胞, 生理盐配制成 2%~5% 红细胞悬液备用。

1.2.6 抗体鉴定 结果均结合进口谱细胞抗原格局表判读。

2 结果

2.1 2 例疑难血型鉴定结果

正定均呈现不同程度的混合视野凝集 (mixed field reactions), 经毛细管超速离心后, 发现近心端均是亚型格局 (分别为 A 亚 B 型、AB 亚型), 远心端均未检出 A 抗原及 B 抗原, 考虑为 O 型, 追溯病史, 近期样本 1 因急性出血曾输入 4 U O 型红细胞, 样本 2 因贫血输入 2 U O 型红细胞 (见表 1、表 2), 毛细管超速离心效果良好, 方便血型的鉴定。

2.2 19 例因不规则抗体筛查阳性配血困难送检样本结果

追溯病史, 均短期内有不同量的输血, 导致 Rh 抗原鉴定困难, 呈现不同程度的混合视野凝集。采

用毛细管超速离心, 分离近心端远心端细胞, 发现近心端患者本身红细胞 Rh 抗原表现型基本可以明确, 远心端还存在不同程度的差异 (考虑因分离不彻底或者输注不同个体红细胞所致), 见表 3~5。

表 1 样本 1 B 亚型输注 O 型血 4 U

分离前		分离后			
-A	-B	近心端		远心端	
		-A	-B	-A	-B
3+mf	4+	3+	4+	0	0

表 2 样本 1 AB 亚型输注 O 型血 4 U

分离前		分离后			
-A	-B	近心端		远心端	
		-A	-B	-A	-B
2+mf	3+mf	2+	3+	0	0

临床资料显示, 19 例患者在近期输血后不同程度的表现为: 血浆游离胆红素升高或 (和) 乳酸脱氢酶 (LDH) 升高、输血后血红蛋白未得到明显改善, 甚至有患者出现血尿等现象, 直接抗人球蛋白试验结果显示均呈不同程度的凝集, 为证实是否因近期输入不同抗原红细胞所致, 采用毛细管超速离心, 发现毛细管超速离心后, 近心端和远心端直接抗人球试验凝集强度明显不一致, 远心端明显强于近心端, 甚至近心端呈现阴性, 这一结果进一步证实这些病例均在近期发生不同程度的溶血性输血反应, 临床追溯, 也证实了这一点, 见表 6。

通过毛细管超速离心方法, 配合其他试验, 最终鉴定了 Rh 系统抗原表型或其他特殊抗原表型, 明确了患者体内红细胞同种抗体的鉴定 (表 5), 为临床提供了更准确的输血方案, 回访均发现输血效果得到明显改善。

3 讨论

离心技术是利用细胞的密度差和沉降速度差进行分离, 该技术常被应用于血细胞比容的检测, 是临床实验中红细胞压积检测的金标准。由于新鲜细胞和陈旧细胞的核质比有一定的差异, 最终导致细胞的密度有所不同, 临床常用超速离心、微量毛细管离心、密度梯度离心分离新老细胞^[3], 由于输注的献血者红细胞其平均年龄常规比患者本身的红细胞大, 利用毛细管超速离心可对患者红细胞和输注的红细胞进行分层, 患者红细胞多数分布在近心端, 输入的献血者红细胞多数分布在远心端, 该方法的应用方便了近期输血后患者红细胞血型的准确定型, 同时对临床输血不良反应的回顾性调查提供了依据^[4]。

表 3 毛细管远心、近心端 Rh 系统 CcEe 抗原结果

样本	末次输血量/U	末次输血时间/d	离心前				离心后							
			Rh(CcEe)				近心端 Rh(CcEe)				远心端 Rh(CcEe)			
			C	c	E	e	C	c	E	e	C	c	E	e
1	2	10	1+mf	3+	4+	1+mf	0	3+	4	0	1+mf	3+	4+	1+mf
2	4	15	4+	2+mf	2+mf	4+	4+	0	0	4	4+	2+mf	2+mf	4+
3	3	10	4+	3+mf	2+mf	4+	4+	0	0	4	3+	2+	3+	2+mf
4	6	14	3+	2+mf	3+mf	3+	3+	0	0	3+	3+	1+mf	2+mf	3+
5	4	9	4+	1+mf	2+mf	4+	4+	0	0	4+	3+	2+	3+	4+
6	2	12	2+mf	2+	2+	2+mf	0	2+	3+	0	3+mf	2+	2+	3+mf
7	2	18	1+mf	3+	0	3+	0	2+	0	3+	1+mf	2+	0	3+
8	2	7	4+	3+	3+mf	4+	4+	3+	0	4+	4+	3+	1+	4+
9	5	15	4+	3+	2+mf	4+	4+	3+	0	4+	4+	3+	2+	4+
10	3	10	3+mf	3+mf	2+mf	4+	3	0	0	3+	2+	3+	2+	3+
11	4	50	2+s	3+mf	3+mf	3+mf	3+	2+	0	2+	3+	3+mf	1+mf	3+
12	6	40	2+mf	3+	3+mf	2+mf	0	3+	3+	0	2+mf	3+	3+mf	2+mf
13	8	7	1+mf	3+mf	3+mf	1+mf	0	3+	3+	0	2+	1+mf	2+mf	2+
14	2	21	3+mf	4+	4+	2+mf	0	4+	4+	0	3+	4+	4+	3+
15	3	7	2+mf	4+	4+	3+	0	4+	4+	3+	2+	4+	4+	3+
16	5	30	2+mf	3+mf	3+	2+mf	2+	0	2+	2+	2+mf	3+mf	3+	2+mf
17	3	10	2+mf	1+mf	2+mf	3+mf	2+	3+	3+	3+	3+	2+	2+	3+
18	2	7	1+mf	3+mf	3+mf	1+mf	0	3+	3+	0	±	3+	3+	1+
19	4	14	2+mf	3+mf	3+mf	2+mf	2+mf	2+mf	3+	3+mf	2+	3+mf	0	3+mf

表 4 毛细管超速离心前后(远心、近心端)其他特殊抗原的鉴定结果

样本	离心前	离心后(IgG+C ₃ d 型)	
	(IgG+C ₃ d 型)	近心端	远心端
2	Fya(+)	Fya(-)	Fya(+)
	M+N+	M-N+	M+N+
5	Jka(+)	Jka(-)	Jka(+)
10	Jka(+)	Jka(-)	Jka(+)
14	Jkb(+)	Jkb(-)	Jka(+)

所谓混合视野凝集是指部分细胞凝集,部分细胞不凝集的状态,反复离心凝集强度会显著增强。按混合视野形成机制,分为先天性和后天性,先天性常见于血型亚型,如 B₃、A₃、A_{end}、B_{end}、AB_{end},同时有报道发现双胞胎嵌合体,红细胞血型存在混合视野凝集^[5],后天性的混合视野凝集主要见于临床 ABO 血型及 RH 系统血型不合输注。本次研究的所有样本均因近期输注红细胞,存在不同程度的混合视野凝集,而这种后天性混合视野凝集,往往是短期存在的,代谢过后往往恢复成正常凝集的状态,因此当患者红细胞抗原定型出现混合视野凝集时,经常考虑是否输入与患者红细胞抗原表型不一致的血液^[6]。

亚型是指属同一血型抗原,但抗原结构和性能或抗原位点数有一定差异,ABO 亚型是造成血型正反不符的主要原因,可以造成临床输血困难,而

亚型患者如果输注血型不一致的红细胞,短期内患者一旦发生转院等面临再次输血,就会面临血型再一次鉴定困难,利用毛细管超速离心对上述 2 例存在混合视野凝集的疑似亚型标本行红细胞分离,结合输血史,我们推断该混合视野凝集的形成均源于近期输血 O 型红细胞,为其明确血型,(因血清中均为检出不规则抗 A 或者抗 B)并建议其输注 O 型洗涤红细胞(样本 1 血清中存在不规则抗 A 抗体)或者 B 型红细胞,解决了临床输血问题,因此建议,当血型正定反应呈现混合视野凝集,且近期输血,建议可采用毛细管超速离心明确其血型制定输血方案。

不规则抗体是指 ABO 血型系统以外的血型抗体,常规情况下血液中不存在不规则抗体,妊娠、输注血制品等免疫史可产生红细胞同种抗体^[8-9],而本文 19 例患者均因多次输血导致不规则抗体鉴定困难,患者红细胞 RH 分型(或其他特殊抗原分型)存在混合视野凝集现象,而这些混合视野凝集干扰了患者本身 RH 抗原表型的鉴定,同时,患者红细胞直接抗人球蛋白试验均有不同程度的凝集,结合临床,均证实这些患者均有近期输血,并且存在不同程度的溶血现象。为了明确抗体,解决疑难配血问题,我们采用毛细管超速离心方法,分离患者本身红细胞和输入的献血者红细胞,明确患者本身 RH 抗原分型(或其他特殊抗原分型),鉴定出相应的不规则抗体,选择与患者本身红细胞抗原表型一致的红细胞,解决了患者输血的问题。

表 6 毛细管超速离心前后(远心、近心端)
直接抗人蛋白试验结果

样本	离心前 (IgG+C ₃ d 型)	离心后(IgG+C ₃ d 型)	
		近心端	远心端
1	1+	0	1+s
2	2+	0	2+s
3	1±	±	1+
4	1±	±	1+
5	1+s	0	2+
6	1+	±	1+s
7	1+s	0	2+
8	1+s	1+	2+
9	1±	±	1+
10	1+	±	1+s
11	±	0	±
12	±	0	±
13	1+s	±	0
14	1+	±	0
15	1+s	1±	2+
16	1+	1+	1+
17	1+	1+	1+
18	1+s	1+	2+
19	1+s	±	2+

表 5 Rh 表型结果及抗体鉴定结果

样本	Rh 表型结果(其他血型系统)	抗体鉴定结果
1	ccEE	抗 Ce 抗体
2	CCee、Fya(-)、M- N+	抗 Ec 抗体、抗 Fya 抗体、抗 M 抗体
3	CCee	抗 E 抗体
4	CCee	抗 E 抗体
5	CCee、Jka(-)	抗 E、抗 JKa 抗体
6	ccEE	抗 Ce 抗体
7	ccee	抗 C 抗体
8	Ccee	抗 E 抗体
9	Ccee	抗 E 抗体
10	CCee、Jka(-)	抗 cE 抗体、抗 JKa 抗体
11	Ccee	抗 E 抗体
12	ccEE	抗 Ce 抗体
13	ccEE	抗 Ce 抗体
14	ccEE、Jkb(-)	抗 Ce 抗体、抗 Jk b 抗体
15	ccEe	抗 C 抗体
16	CCEe	类抗 Ce 抗体
17	CcEe	类抗 E 抗体
18	ccEE	抗 C 抗体
19	/	未知抗体

溶血性输血反应是输血过程中严重的不良反应之一,临床实验指标常常表现为血浆游离胆红素升高、血涂片发现大量球形红细胞、直接抗人球蛋白试验阳性,患者经常表现为输血后发热、黄疸、休克等,贫血得不到改善,甚至加重,严重时可危及患者生命。追溯本研究所有标本,发现这些患者均表现出不同程度的溶血。因此,在为患者输注血液制品之前,需详细了解其病史、输血史,对有近期输血的患者,其血型、RH 分型、直接抗人球蛋白试验等的判读尤其需要谨慎^[10]。一旦考虑其因血型相关抗体导致输血反应,需及时进行血清血型相关同种抗体鉴定,可利用毛细管超速离心方法明确患者抗原定型,从而明确抗体的类别。同时我们的结果显示在发生溶血性输血反应中,常见的同种抗体主要分布在 RH 系统,如抗 E、抗 E 及抗 c、抗 C 等,偶尔会伴随类同种抗体的存在,或者同时合并其他系统抗原抗体,尤其是抗 JKa 或 JK 抗体或抗 M 抗体,特殊情况下也含有罕见抗体,如抗 Fya 抗体,这也和大量文献中报道常见输血反应同种抗体发生率相吻合,同时研究发现 RH 表型匹配输血可以减少输血反应的发生^[11-12]。本试验后续输血也是采用 RH 分型匹配输血,回访发现输血效果均良好,因此毛细管超速离心为选择相合性的血液输注提供了依据,改善了输血效果,有效避免再次输血反应的发生,保障了临床输血安全。

参考文献

[1] 中华人民共和国卫生部. 中国输血技术操作规程[M]. 天津科学技术出版社,1997:62-64.

[2] 中华人民共和国卫生部医政司. 全国临床检验操作规程(精)[M]. 3 版. 东南大学出版社,2006:246-270.

[3] 姚凤兰,任芙蓉,王卓妍,等. 超速离心浓缩对提高血液 NAT 筛查不确定标本鉴别率的临床研究[J]. 北京医学,2009,31(11):687-690.

[4] 靖春旭,赵菲. ABO 血型鉴 2 例混合视野结果分析[J]. 中国现代药物应用,2015,9(22):173-174.

[5] Sharpe C, Lane D, Cote J, et al. Mixed field reactions in ABO and Rh typing chimerism likely resulting from twin haematopoiesis[J]. Blood Transfus, 2014, 12:608-610.

[6] 吕晓燕. 毛细管超速离心法在输血后患者 Rh 血型鉴定中的应用分析[J]. 临床医药文献电子杂志,2019,6(50):153.

[8] Cheng CK, Lee CK, Lin CK. Clinically significant red blood cell antibodies in chronically transfused patients: a survey of Chinese thalassemia major patients and literature review [J]. Transfusion, 2012, 52: 2220-2224.

[9] Ngoma AM, Mutombo PB, Ikeda K, et al. Red blood cell alloimmunization in transfused patients in sub-Saharan Africa: A systematic review and meta-analysis [J]. Transfus Apher Sci, 2016, 54:296-302.

ABO、RhD 配合型输注与同型输注红细胞的 回顾性病例对照研究*

辛峰¹ 马现君¹

[摘要] **目的:**通过回顾性病例对照研究探讨 ABO 及 RhD 的配合型输注与同型输注红细胞的临床输血效果以及安全性评价,为临床输血方案选择提供依据。**方法:**随机选取 2017-01-01—2019-06-30 在山东大学齐鲁医院进行 ABO 及 RhD 配合型输注红细胞的患者为病例组,同期进行 ABO 及 RhD 同型输注红细胞的患者为对照组,根据病例组患者的年龄、性别、红细胞输血量、输血时间以及所患疾病等特点匹配对照组。通过本院输血管理系统查询输注前及输注后 24 h、48 h 的 Hb、RBC、Hct,采用重复测量方差方法分析病例组与对照组之间 2 种不同输血方案(ABO 及 RhD 的配合型输注红细胞与同型输注红细胞)对患者的 Hb、RBC、Hct 影响有无显著差别以及输注红细胞前后 2 组患者的 Hb、RBC、Hct 有无显著差别,并分析这 2 种因素之间是否存在交互作用。通过分析病例组与对照组在输注红细胞前及输注后 1 d、3 d、7 d、15 d 的间接胆红素(IBIL)、因输注红细胞而新产生不规则抗体、新产生 DAT 阳性、输血不良反应等指标评价其临床输血安全性。**结果:**病例组与对照组在年龄、性别、红细胞输血量以及疾病分布等方面均差异无统计学意义($P>0.05$);病例组与对照组的输注红细胞有效性差异无统计学意义($P>0.05$);与输注红细胞前相比,病例组与对照组在输注红细胞后(24 h 及 48 h)的 Hb、RBC、Hct 与各自输注前相比均差异有统计学意义($P<0.01$),各自输注红细胞后 24 h 与 48 h 相比均差异无统计学意义($P>0.05$);病例组与对照组的 2 种不同输注红细胞方案对患者的 Hb、RBC、Hct 影响差异无统计学意义($P>0.05$);红细胞不同输注方案与输注前后这 2 种因素之间不存在交互作用($P>0.05$),即输注前与输注后的 Hb、RBC、Hct 均不随患者进行 ABO 及 RhD 的配合型输注红细胞或同型输注红细胞变化而变化。2 组患者的 IBIL 在输注红细胞前及输注后 1 d、3 d、7 d、15 d 均差异无统计学意义($P>0.05$),与对照组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。无因本次输注红细胞而产生新不规则抗体、新产生 DAT 阳性及出现不良输血反应的病例。**结论:**ABO 及 RhD 配合型输注与同型输注红细胞同样安全有效,配合型输注红细胞在抢救某些危重患者生命及某些疾病治疗方面具有重要临床意义。

[关键词] 配合型红细胞输血;病例对照研究;交互作用

doi:10.13201/j.issn.1004-2806-b.2020.06.009

[中图分类号] R457.1 **[文献标志码]** A

Retrospective case-control study of ABO and RhD matched type red blood cells transfusion and identical type red blood cells transfusion

XIN Feng MA Xianjun

(Department of Blood Transfusion, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan, 250012, China)

Corresponding author: MA Xianjun, E-mail: mxj1971612@126.com

Abstract Objective: To explore the validity and safety of ABO and RhD matched type red blood cells transfusion and identical type red blood cell transfusion by retrospective case-control study in order to provide basis for selection of clinical blood transfusion. **Method:** The patients who were conducted ABO and RhD matched type red blood cells transfusion from January 1, 2017 to June 30, 2019 in Qilu Hospital of Shandong University were selected randomly and defined them as the case group. The patients who were transfused identical type red blood cell were also selected randomly and defined them as the control group. Matched the case group and the control group according to the patients' characteristics such as age, gender, volume of red blood cells transfusion and transfusion

*基金项目:临床实用新技术发展基金项目(No:2017-02)

¹山东大学齐鲁医院输血科(济南,250012)

通信作者:马现君, E-mail: mxj1971612@126.com

[10] Poornima AP, Fazal S, Shaiji PS, et al. Red Blood Cell Alloimmunization in Multitransfused Pediatric Population in a Tertiary Care Hospital[J]. Indian J Pediatr 2019, 86: 245-249.

[11] Hendrickson JE, Tormey CA, Shaz BH. Red blood cell alloimmunization mitigation strategies [J]. Transfus

Med Rev, 2014, 28: 137-144.

[12] Shao CP, Zhao CJ, Wu CL, et al. Rh-Matched Transfusion through Molecular Typing for β -Thalassemia Patients Is Required and Feasible in Chinese [J]. Transfus Med Hemother, 2018, 45: 252-257.

(收稿日期:2019-11-15)