

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.14.017

自体输血与异体输血对创伤性颅脑损伤开颅手术患者凝血功能、细胞免疫功能和神经损伤标志物的影响*

罗育松¹ 林凯¹ 陈秋斌¹ 罗舒婷¹ 黄巍^{2Δ}

(1 联勤保障部队第九〇九医院(厦门大学附属东南医院)输血医学科 福建漳州 363000;

2 联勤保障部队第九〇九医院(厦门大学附属东南医院)神经外科 福建漳州 363000)

摘要 目的:探讨自体输血与异体输血对创伤性颅脑损伤(TBI)开颅手术患者凝血功能、细胞免疫功能和神经损伤标志物的影响。**方法:**回顾性分析2019年4月~2022年5月期间在本院行开颅手术的120例TBI患者的临床资料。根据输血方式的不同将患者分为异体输血组(n=58,异体输血)和自体输血组(n=62,自体输血),观察两组临床指标、细胞免疫功能、凝血功能、神经损伤标志物和不良反应发生率情况。**结果:**两组患者手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例对比,差异无统计学意义($P>0.05$)。自体输血组出院时 $CD3^+$ 、 $CD4^+$ 、 $CD4^+/CD8^+$ 高于异体输血组, $CD8^+$ 低于异体输血组($P<0.05$)。两组出院时凝血酶原时间(PT)、凝血酶时间(TT)、纤维蛋白原(FIB)、活化部分凝血活酶时间(APTT)组间对比无统计学差异($P>0.05$)。自体输血组出院时S100钙结合蛋白(B(S100B)、神经胶质原纤维酸性蛋白(GFAP)、神经元特异性烯醇化酶(NSE)低于异体输血组($P<0.05$)。两组不良反应发生率组间比较无差异($P>0.05$)。**结论:**自体输血用于TBI开颅手术患者,对患者的凝血功能影响较小,同时还可改善机体细胞免疫功能,降低神经损伤标志物水平。

关键词:自体输血;异体输血;创伤性颅脑损伤;开颅手术;凝血功能;细胞免疫功能;神经损伤标志物

中图分类号:R651.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2023)14-2693-05

Effects of Autotransfusion and Allogeneic Transfusion on Coagulation Function, Cellular Immune Function and Nerve Injury Markers in Patients with Traumatic Brain Injury Undergoing Craniotomy*

LUO Yu-song¹, LIN Kai¹, CHEN Qiu-bin¹, LUO Shu-ting¹, HUANG Wei^{2Δ}

(1 Department of Blood Transfusion Medicine, The 909th Hospital of Joint Logistics Support Force (Dongnan Hospital of Xiamen University), Zhangzhou, Fujian, 363000, China; 2 Department of Neurosurgery, The 909th Hospital of Joint Logistics Support Force (Dongnan Hospital of Xiamen University), Zhangzhou, Fujian, 363000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the effects of autotransfusion and allogeneic transfusion on coagulation function, cellular immune function and nerve injury markers in patients with traumatic brain injury (TBI) undergoing craniotomy. **Methods:** The clinical data of 120 patients with TBI who underwent craniotomy in our hospital from April 2019 to May 2022 were retrospectively analyzed. Patients were divided into allogeneic transfusion group (n=58, allogeneic transfusion) and autotransfusion group (n=62, autotransfusion) according to different blood transfusion methods. Clinical indexes, cellular immune function, coagulation function, nerve injury markers and incidence of adverse reactions in the two groups were observed. **Results:** There were no significant differences in operation bleeding volume, blood transfusion and proportion of blood products containing coagulation components in the two groups ($P>0.05$). $CD3^+$, $CD4^+$, $CD4^+/CD8^+$ in the autotransfusion group were higher than those in the allogeneic transfusion group at discharge, and $CD8^+$ was lower than that in the allogeneic transfusion group ($P<0.05$). There were no significant differences in prothrombin time (PT), thrombin time (TT) and fibrinogen (FIB), activated partial thrombin time (APTT) in the two groups at discharge ($P>0.05$). The levels of S100 calc-binding protein B (S100B), glial fibrillary acid protein (GFAP) and neuron-specific enolase (NSE) in the autotransfusion group were lower than those in the allogeneic transfusion group at discharge ($P<0.05$). There was no difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** Autotransfusion is used in patients with TBI undergoing craniotomy has little impact on the coagulation function of patients, and can also improve the cellular immune function of the body, and reduce the level of nerve injury markers.

Key words: Autotransfusion; Allogeneic transfusion; Traumatic brain injury; Craniotomy; Coagulation function; Cellular immune function; Nerve injury markers

Chinese Library Classification(CLC): R651.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)14-2693-05

* 基金项目:福建省自然科学基金项目(2018J01152)

作者简介:罗育松(1989-),男,本科,初级技师,研究方向:临床输血,E-mail:luoyusong18@163.com

Δ 通讯作者:黄巍(1978-),男,博士,主治医师,研究方向:颅脑创伤、脑肿瘤及血管性疾病,E-mail:wei Huang7678@163.com

(收稿日期:2023-01-25 接受日期:2023-02-21)

前言

创伤性颅脑损伤(TBI)属于危急重症的一种,通常是由于头部受到重击或剧烈震动而造成,具有预后差、临床救治困难等特点^[1]。开颅手术是治疗 TBI 的常用手段之一,但此类手术创伤大、术中出血量多,术中常需输血治疗^[2]。现临床常见的输血方式有两种,包括异体输血和自体输血,其中异体输血是指安全输入与患者血型相同的献血员提供的血液或血液成分,具有简单、快捷、方便等优势,但会增加患者感染和免疫力降低等并发症的发生风险,处理不当甚至还会引起继发性脑损伤^[3]。而自体输血是指输入患者自己失血回收的血液或预先储存的血液,可降低感染等发生风险^[4]。但由于自体输血清除了部分凝血成

分,是否会对 TBI 患者的凝血功能造成影响尚未可知,且目前临床有关输血方式的佳选择尚存在一定的争议。本研究通过探讨自体输血与异体输血对 TBI 开颅手术患者凝血功能、细胞免疫功能和神经损伤标志物的影响,旨在为临床治疗提供更多支持。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2019 年 4 月~2022 年 5 月期间在本院行开颅手术的 120 例 TBI 患者的临床资料。根据输血方式的不同将患者分为异体输血组(n=58,异体输血)和自体输血组(n=62,自体输血),两组一般资料对比无差异($P>0.05$),具体见表 1。

表 1 两组一般资料对比
Table 1 Comparison of general data in the two groups

Items	Allogeneic transfusion group(n=58)	Autotransfusion group(n=62)	χ^2/t	<i>P</i>
Gender				
Male	34(58.62)	36(58.06)	0.004	0.951
Female	24(41.38)	26(41.94)		
Age(years)	42.67± 5.14	42.91± 4.87	-0.263	0.793
Cause of injury				
Car accident injury	19(32.76)	18(29.03)	3.082	0.534
Falling injury	8(13.79)	9(14.52)		
Strike injury	10(17.24)	10(16.13)		
Fall injury	15(25.86)	12(19.35)		
Other	6(10.35)	13(20.97)		
Hematoma location				
Epidural	10(17.24)	11(17.74)	1.776	0.620
Subdural	23(39.66)	22(35.48)		
Intracerebral	10(17.24)	9(14.52)		
Blend	15(25.86)	20(32.26)		
Glasgow coma score after admission(GCS)(scores)	6.16± 0.52	6.19± 0.48	-0.329	0.743
American Society of Anesthesiologists Grading(ASA)Grading				
II grade	2(3.45)	1(1.61)	0.473	0.768
III grade	17(29.31)	20(32.26)		
IV grade	39(67.24)	41(66.13)		

1.2 纳入排除标准

纳入标准:(1)经头颅电子计算机断层扫描(CT)、核磁共振成像(MRI)等影像学检查确诊为 TBI,均于发病 12 h 内入院;(2)符合开颅手术指征者,术中均需输血治疗,手术由同一组医师完成;(3)ASA 分级^[5]II~IV 级;(4)临床资料完整者;(5)自体输血组患者满足自体采血要求,自体输血指征为术前外科医师估计失血量 800 mL 以上,输血方式均为回收式自体输血,获得患者家属同意后使用。排除标准:(1)合并其他部位手术和/或其他部位出血性损伤;(2)严重失血性休克实施心肺复苏;(3)原发性血液疾病;(4)术前血尿常规、凝血功能、肝肾功能异

常者;(5)术前存在病毒或细菌感染者;(6)术前合并有免疫系统疾病者。

1.3 方法

两组患者入室后常规监测心率、血氧饱和度、平均动脉压等生命指征,术前均使用药物降低血压。开放静脉通道,麻醉诱导方案如下:静脉注射咪唑啉注射液(规格:2 mL:10 mg,国药准字 H20067041,宜昌人福药业有限责任公司)0.15 mg/kg、丙泊酚乳状注射液(规格:10 mL:0.1 g,国药准字 H20010368,西安力邦制药有限公司)1 mg/kg、苯磺顺阿曲库铵注射液[规格:5 mL:10 mg(按 C₃₃H₇₂N₂O₁₂ 计),国药准字 H20183042,江苏

恒瑞医药股份有限公司]0.2 mg/kg 和枸橼酸舒芬太尼注射液 [规格:1 mL:50 μg(按 C₂₂H₃₀N₂O₂S 计),国药准字 H20054171,宜昌人福药业有限责任公司]1 μg/kg。行气管内插管,接麻醉机机械通气。麻醉维持采用全凭静脉麻醉,持续静脉输注 100 μg/kg·min 丙泊酚、注射用盐酸瑞芬太尼(规格:按 C₂₀H₂₈N₂O₅ 计 5 mg,国药准字 H20030200,宜昌人福药业有限责任公司)0.5 μg/kg·min,根据需要间断追加小剂量枸橼酸舒芬太尼注射液和苯磺顺阿曲库铵注射液,以维持足够的镇痛和肌松强度。采用限制性输血策略。手术过程中需要输血治疗的时候异体输血组给予异体输血治疗,自体输血组给予自体输血治疗,自体血采集使用北京京精医疗设备有限公司生产的 3000N 自体血液回收机收集患者术中术野出血,用配套的双腔吸引管道将混有肝素抗凝剂的术野出血回收至储血罐,当回收血达到一定量时,送至离心罐进行离心洗涤后泵入血液回收袋,回输给患者。

1.4 观察指标

(1)观察两组手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例。(2)采集两组入院时、出院时的肘静脉血 10 mL,分为 2 管,其中 1 管血液样本经深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的 BriCyte E6 流式细胞仪检测细胞免疫功能相关指标:CD3⁺、CD4⁺、CD8⁺,并计算 CD4⁺/CD8⁺。另一管血液样本于室温

放置半小时后进行离心处理,离心转速 2300 r/min,离心 11 min,离心半径 8 cm,获取上清液后保存待检。采用深圳赛斯鹏芯生物技术有限公司生产的 XPEN 60 CRP&SAA 全自动血细胞分析仪检测凝血功能指标:凝血酶时间(TT)、凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原(FIB)。选用上海酶联生物科技有限公司生产的试剂盒,采用酶联免疫吸附法检测血清神经损伤标志物水平:S100 钙结合蛋白 B(S100B)、神经胶质原纤维酸性蛋白(GFAP)、神经元特异性烯醇化酶(NSE),严格遵守试剂盒说明书步骤进行。(3)观察两组输血期间寒战、心慌、发热等不良反应发生情况。

1.5 统计学方法

数据处理采用 SPSS 24.0 软件进行。细胞免疫功能指标、凝血功能指标等计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验。输注含凝血成分血制品比例、不良反应发生率等计数资料以例(%)表示,行 χ^2 检验。检验标准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例对比

两组患者手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例对比无差异($P>0.05$)。见表 2。

表 2 两组手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例对比

Table 2 Comparison of operation bleeding volume, blood transfusion and proportion of blood products containing coagulation components in the two groups

Groups	Operation bleeding volume (mL, $\bar{x} \pm s$)	Blood transfusion (mL, $\bar{x} \pm s$)	Proportion of blood products containing coagulation components (%)
Aallogeneic transfusion group (n=58)	967.52± 31.24	565.15± 31.02	28(48.28)
Autotransfusion group (n=62)	964.46± 28.18	559.08± 30.95	30(48.39)
χ^2/t	0.564	1.072	0.000
P	0.574	0.286	0.990

2.2 两组细胞免疫功能指标对比

两组患者入院时 CD3⁺、CD4⁺、CD8⁺、CD4⁺/CD8⁺ 组间对比无差异 ($P>0.05$)。两组出院时 CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 升高,

CD8⁺ 下降 ($P<0.05$)。自体输血组出院时 CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 高于异体输血组,CD8⁺ 低于异体输血组 ($P<0.05$)。见表 3。

表 3 两组细胞免疫功能指标对比($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of cellular immune function indexes in the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	CD3 ⁺ (%)		CD4 ⁺ (%)		CD8 ⁺ (%)		CD4 ⁺ /CD8 ⁺	
	On admission	At discharge	On admission	At discharge	On admission	At discharge	On admission	At discharge
Aallogeneic transfusion group (n=58)	34.29± 6.08	39.57± 5.22*	30.33± 6.12	36.54± 7.65*	30.46± 2.13	27.61± 2.58*	1.00± 0.08	1.32± 0.15*
Autotransfusion group (n=62)	34.56± 5.12	46.03± 6.82*	30.41± 5.21	42.21± 6.85*	30.52± 3.09	23.83± 2.29*	1.00± 0.12	1.77± 0.28*
t	-0.264	-5.797	-0.077	-4.933	-0.123	8.500	0.000	-10.866
P	0.792	0.000	0.939	0.000	0.902	0.000	1.000	0.000

Note: Compared with the same group on admission, * $P<0.05$.

2.3 两组凝血功能指标对比

两组入院时、出院时 TT、PT、APTT、FIB 组间对比无差异 ($P>0.05$)。两组出院时 TT、PT、APTT、FIB 较入院时下降 ($P<0.05$)。见表 4。

2.4 两组神经损伤标志物的对比

两组入院时 S100B、GFAP、NSE 组间对比无统计学差异 ($P>0.05$)。两组出院时 S100B、GFAP、NSE 下降 ($P<0.05$)。自体输血组出院时 S100B、GFAP、NSE 低于异体输血组 ($P<0.05$)。

见表 5。

两组不良反应发生率组间比较无差异($P>0.05$)。见表 6。

2.5 两组不良反应发生率对比

表 4 两组凝血功能指标对比($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of coagulation function indexes in the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	TT(s)		PT(s)		APTT(s)		FIB(g/L)	
	On admission	At discharge	On admission	At discharge	On admission	At discharge	On admission	At discharge
Aallogeneic transfusion group (n=58)	20.26± 2.37	17.34± 2.18*	13.36± 2.62	10.45± 2.44*	31.64± 2.28	27.97± 3.24*	3.92± 0.48	3.12± 0.57*
Autotransfusion group (n=62)	20.31± 2.75	17.39± 3.25*	13.40± 2.95	10.52± 2.73*	31.57± 2.33	27.15± 3.18*	3.94± 0.52	3.07± 0.62*
t	-0.106	-0.098	-0.078	-0.148	0.166	1.399	-0.218	0.459
P	0.915	0.922	0.938	0.883	0.868	0.165	0.827	0.647

Note: Compared with the same group on admission, * $P<0.05$.

表 5 两组神经损伤标志物的对比($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Comparison of nerve injury markers in the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	S100B($\mu\text{g/L}$)		GFAP($\mu\text{g/L}$)		NSE($\mu\text{g/L}$)	
	On admission	At discharge	On admission	At discharge	On admission	At discharge
Aallogeneic transfusion group (n=58)	0.67± 0.08	0.26± 0.07*	16.48± 2.76	11.68± 2.52*	42.52± 6.47	20.45± 5.47*
Autotransfusion group(n=62)	0.68± 0.12	0.17± 0.08*	16.12± 3.18	7.31± 1.39*	40.92± 7.13	6.88± 2.14*
t	-0.533	6.540	0.660	11.863	1.284	18.112
P	0.595	0.000	0.510	0.000	0.202	0.000

Note: Compared with the same group on admission, * $P<0.05$.

表 6 两组不良反应发生率对比 [例(%)]

Table 6 Comparison of the incidence of adverse reactions in the two groups [n(%)]

Groups	Chill	Fever	Palpitation	Total incidence rate
Aallogeneic transfusion group (n=58)	2(3.45)	2(3.45)	1(1.72)	5(8.62)
Autotransfusion group(n=62)	1(1.61)	1(1.61)	1(1.61)	3(4.83)
χ^2				0.689
P				0.407

3 讨论

TBI 是目前所有创伤性疾病中病死率最高的疾病之一,开颅手术可帮助 TBI 患者的脑组织得到充分减压,帮助机体恢复脑功能正常运行,明显改善患者的预后,是救治 TBI 患者较为理想的手术方法^[6]。但开颅手术切口大、创面大、失血多,容易合并贫血,贫血若得不到及时有效纠正,会影响脑组织氧供,可能导致脑组织功能继发性损伤,不利于临床转归,故而多数患者术中往往需输血^[7]。输血是多种治疗中不可或缺的手段之一,但是输血在为患者补充足够血液的同时,也存在一些弊端,比如容易导致感染、降低患者自身免疫力等,甚至危及患者的生命^[8]。临床按血源可将输血方式分为自体输血和异体输血两种,其中异体输血来源渠道丰富,适用于多种临床需血情况^[9]。但也有不少研究报道异体输血可致机体免疫抑制,这会使 TBI 后持续降低的免疫功能更加低下,不利于术后恢复^[10,11]。自体输血可弥补临床上血源不足的问题,有效减少异体血液需求量^[12]。储存式自体输血是目前最常用的自体输血方式,但此类输血方式

需在术前进行血液储备。而 TBI 患者病情危急,无法进行储存式自体输血,故本研究选用回收式自体输血。回收式自体输血是采用自体血回收装置,回收自己在外伤、手术中或手术后的失血,并将之安全回输体内的一种输血方式^[13]。但有学者认为回收式自体输血可能会引起凝血功能障碍,考虑到回收式自体输血经过洗涤后,血液成分主要以浓缩红细胞为主;其次,在血液回收过程中,会给予一定量的肝素抗凝来防止自体血凝固^[14]。因此,有关异体输血、自体输血在 TBI 开颅手术患者中的具体应用价值仍需进一步探讨。

本次研究结果显示,两组手术出血量、输血量、输注含凝血成分血制品比例无统计学差异,但相对于异体输血,自体输血可有效提高 TBI 开颅手术患者的免疫功能。这主要可能与自体输血具有以下几个优势有关:(1)自体血的体温更高,更接近患者生理状态,较少发生酸碱电解质紊乱,可减轻对机体的外来刺激,进而减轻免疫抑制^[15];(2)自体血的质量明显优于库存血,携氧能力更强,有助于促进患者恢复,提高机体免疫力^[16];(3)相较异体输血患者,自体输血患者出院时血红蛋白更高,而

血红蛋白含量与患者的免疫力恢复紧密相关^[17]; (4) 颅脑手术患者出血速度快, 出血量大, 自体血回输可迅速及时地为抢救患者提供新鲜高质量的红细胞^[18]。本次研究结果显示, 两种输血方式对患者的凝血功能影响比较无明显差异。说明 TBI 开颅手术患者手术时接受自体输血不影响患者的凝血功能。分析原因如下: (1) 人体的凝血功能情况与机体损伤程度、预后密切相关, 而 TBI 患者普遍存在凝血功能障碍^[19]。术中输血治疗通过输注含凝血成分血制品可及时补充自体输血组因洗涤清除的部分凝血成分, 以及因术中出血、高凝状态消耗的凝血成分, 这些因素可能是降低自体输血对凝血功能的影响原因之一^[20]。(2) 酸中毒、低温均会导致凝血功能障碍^[21], 而自体血更接近患者生理状态, 体温更高, 故而对人体的凝血功能影响更轻微^[22]。(3) 自体输血在回收过程中虽然加入一定量的肝素抗凝剂, 但是送至离心罐进行离心洗涤后, 肝素可基本被清除, 对患者凝血功能影响小^[23]。由于 TBI 所导致的主要病理结果为颅内压增高, 而颅内压增高会带来一系列病理后果, 如脑部循环障碍、血清神经损伤标志物大量分泌等^[24]。S100B、GFAP、NSE 是临床常见的血清神经损伤标志物, 其中 S100B 主要功能是调节细胞可塑性、胶质源性营养作用、参与信息传递等^[25], GFAP 是一种颅内高度特异性的中间丝和细胞骨架蛋白家族成员^[26], NSE 仅存在于神经元及神经内分泌细胞中, 当颅脑损伤导致血脑屏障被破坏时, S100B、GFAP、NSE 在血清中的水平会迅速升高^[27]。本次研究结果显示, 自体输血有利于降低 TBI 开颅手术患者的神经损伤标志物水平。分析原因可能是因为异体输血多为库存血, 红细胞变形能力下降后会导致携氧能力下降, 而自体输血储存时间相对较短, 红细胞消耗少于库存血, 携氧能力更强, 有利于患者脑部血流恢复, 减轻脑部神经损伤^[28]。本文研究也发现, 两组输血方式下的不良反应发生率相当, 可见自体输血的安全性较好。

综上所述, 相对于异体输血, 自体输血用于 TBI 开颅手术患者, 不会对患者的凝血功能造成影响, 同时还可提高机体细胞免疫功能, 降低神经损伤标志物水平。

参考文献(References)

- Capizzi A, Woo J, Verdusco-Gutierrez M. Traumatic Brain Injury: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, and Medical Management[J]. *Med Clin North Am*, 2020, 104(2): 213-238
- East JM, Viau-Lapointe J, McCredie VA. Transfusion practices in traumatic brain injury [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2018, 31 (2): 219-226
- Franchini M, Marano G, Veropalumbo E, et al. Patient Blood Management: a revolutionary approach to transfusion medicine [J]. *Blood Transfus*, 2019, 17(3): 191-195
- Frank SM, Sikorski RA, Konig G, et al. Clinical Utility of Autologous Salvaged Blood: a Review [J]. *J Gastrointest Surg*, 2020, 24 (2): 464-472
- Owens WD, Felts JA, Spitznagel EL. ASA physical status classifications: a study of consistency of ratings [J]. *Anesthesiology*, 1978, 49(4): 239-243
- Hawryluk GWJ, Rubiano AM, Totten AM, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations [J]. *Neurosurgery*, 2020, 87(3): 427-434
- Al-Dorzi HM, Al-Humaid W, Tamim HM, et al. Anemia and Blood Transfusion in Patients with Isolated Traumatic Brain Injury [J]. *Crit Care Res Pract*, 2015, 6(2015): 672639
- Delaney M, Wendel S, Bercovitz RS, et al. Transfusion reactions: prevention, diagnosis, and treatment [J]. *Lancet*, 2016, 388(10061): 2825-2836
- 张贤鹏, 鲍海斌, 杨蓉, 等. 自体输血与同种异体输血的临床效果研究[J]. *国际检验医学杂志*, 2015, 36(9): 1303-1305
- 屈晶磊, 杨远征. 自体血回输与异体输血对颅脑手术患者部分血清炎症因子及免疫球蛋白水平的影响 [J]. *贵州医科大学学报*, 2018, 43(4): 466-469, 474
- 乔剑, 赵丽, 李春坡, 等. 贮存式自体输血和异体输血对老年脑外科手术患者炎症反应及 T 淋巴细胞亚群的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(21): 4109-4112
- Palmqvist M, Von Schreeb J, Ålgå A. Autotransfusion in low-resource settings: a scoping review[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(5): e056018
- 车辑. 回收式自体输血的临床应用与存在的问题 [J]. *中国临床医生杂志*, 2017, 45(7): 1-3
- 曹甜甜, 刘兴会. 回收式自体血在产科的应用现状及研究进展[J]. *实用妇产科杂志*, 2020, 36(11): 827-830
- 陈晶, 孟香果, 张兆龙, 等. 术中自体血液回收对红细胞电解质、血糖、pH 及乳酸水平的影响[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2015, 7 (11): 111-113
- 董鹏, 李修良, 车辑, 等. 术中自体回收洗涤红细胞携氧能力评价 [J]. *中国输血杂志*, 2016, 29(3): 235-238
- 项淑芬, 单春燕, 章方霞. 剖宫产术中回收式自体输血对产妇血红蛋白水平和凝血功能的影响 [J]. *中国妇幼保健*, 2022, 37(6): 986-989
- 李卉, 陈麟凤, 孙桂香, 等. 自体血液回输与异体血输注对机体红细胞恢复的影响[J]. *中国医刊*, 2012, 47(1): 55-57
- Maegle M, Schöchl H, Menovsky T, et al. Coagulopathy and haemorrhagic progression in traumatic brain injury: advances in mechanisms, diagnosis, and management[J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16 (8): 630-647
- Stolla M, Zhang F, Meyer MR, et al. Current state of transfusion in traumatic brain injury and associated coagulopathy [J]. *Transfusion*, 2019, 59(S2): 1522-1528
- De Robertis E, Kozek-Langenecker SA, Tufano R, et al. Coagulopathy induced by acidosis, hypothermia and hypocalcaemia in severe bleeding[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2015, 81(1): 65-75
- 喻茂文. 自体血液回输对脑外伤患者凝血功能的影响 [J]. *医学临床研究*, 2021, 38(5): 731-733, 736
- 陈玲坤, 苏薇, 张敏仪. 洗涤式自体血回输中不同浓度肝素对手术患者凝血功能的影响[J]. *血栓与止血学*, 2019, 25(1): 112-114
- Kinoshita K. Traumatic brain injury: pathophysiology for neurocritical care[J]. *J Intensive Care*, 2016, 4(4): 29
- Amoo M, Henry J, O'Halloran PJ, et al. S100B, GFAP, UCH-L1 and NSE as predictors of abnormalities on CT imaging following mild traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy[J]. *Neurosurg Rev*, 2022, 45(2): 1171-1193
- Heimfarth L, Passos FRS, Monteiro BS, et al. Serum glial fibrillary acidic protein is a body fluid biomarker: A valuable prognostic for neurological disease - A systematic review[J]. *Int Immunopharmacol*, 2022, 22(107): 108624
- Mercier E, Tardif PA, Cameron PA, et al. Prognostic value of neuron-specific enolase (NSE) for prediction of post-concussion symptoms following a mild traumatic brain injury: a systematic review[J]. *Brain Inj*, 2018, 32(1): 29-40
- 董鹏, 车辑, 李修良, 等. 术中自体血液回收对红细胞流变学的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2020, 19(4): 433-436