

## · 临床研究 ·

# 储血器放置不同高度对术中自体回收红细胞溶血损伤的影响

吴雪梅 朱常花 谢红 刘海瑞

**【摘要】 目的** 探讨储血器放置不同高度对脊柱手术患者自体回收红细胞溶血损伤的影响。**方法** 选择拟在全麻下行脊柱手术的择期患者 90 例,男 47 例,女 43 例,年龄 33~65 岁,体重 53~82 kg,ASA I 或 II 级,术中均使用自体血液回收机行血液回收。采用随机数字表法随机分为三组:进血口高置组(H 组)、进血口正常组(N 组)和进血口低置组(L 组),每组 30 例。H 组:储血器进血口高于手术野水平 30 cm;N 组:储血器进血口与手术野同一水平;L 组:储血器进血口低于手术野水平 30 cm。手术结束前,对储血器内回收的血液进行离心、洗涤,抽取洗涤后的血样,行红细胞渗透脆性实验,计算在不同浓度的低渗 NaCl 溶液中红细胞的溶血率;分别于洗涤血样静置即刻( $T_0$ )、1 h( $T_1$ )和 2 h( $T_2$ )时检测洗涤血样上清液中游离血红蛋白(FHb)的浓度。**结果** 在 NaCl 浓度为 0.48%~0.68%时洗涤红细胞溶血率 H 组明显高于 N 组和 L 组( $P < 0.05$ )。与  $T_0$  时比较, $T_1$ 、 $T_2$  时 H 组 FHb 浓度明显升高, $T_2$  时 N 组和 L 组 FHb 浓度明显升高( $P < 0.05$ );与  $T_1$  时比较, $T_2$  时三组 FHb 浓度均明显升高( $P < 0.05$ )。 $T_1$ 、 $T_2$  时 H 组 FHb 浓度明显高于 N 组和 L 组( $P < 0.05$ )。**结论** 在血液回收过程中,储血器进血口位于手术野同一水平或低于手术野 30 cm 时对回收红细胞造成的溶血损伤低于放置在手术野上方 30 cm 者。

**【关键词】** 储血器;输血,自体;红细胞;溶血

**Effects of blood reservoir placed at different height during surgery on the hemolysis injuries of erythrocytes in salvaged blood** WU Xuemei, ZHU Changhua, XIE Hong, LIU Hairui. Department of Anesthesiology, the Second Hospital Affiliated to Suzhou University, Suzhou 215004, China

Corresponding author: LIU Hairui, Email: hrhr218@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the effects of blood reservoirs placed at different height during spinal surgery on the hemolysis injuries of erythrocytes in salvaged blood. **Methods** Ninety patients undergoing selective spinal surgery requiring blood salvage, 47 males and 43 females, aged 33 - 65 years, weighing 53 to 82 kg, ASA physical status I or II, were randomly divided into three groups ( $n = 30$ ). The open into blood reservoir of group H was placed 30 cm higher than the operating field, the open into blood reservoir of group N was placed at the same level of the operating field, and the open into blood reservoir of group L was placed 30 cm lower than the operating field. Blood samples were obtained for erythrocyte osmotic fragility test after the salvaged blood was centrifuged and washed, and hemolysis rates in different concentrations of hypotonic NaCl solution were calculated. The concentration of free hemoglobin (FHb) in the clear supernatant liquid of washed blood placed for 0 h ( $T_0$ ), 1 h ( $T_1$ ) and 2 h ( $T_2$ ) were detected. **Results** Compared with group N and group L, the hemolysis rate of washed erythrocytes in 0.48% - 0.68% NaCl solutions of group H was significantly higher ( $P < 0.05$ ). The concentration of FHb at  $T_1$  and  $T_2$  in group H and  $T_2$  in group N and group L increased compared with that of  $T_0$  ( $P < 0.05$ ). Compared with  $T_1$ , the concentration of FHb at  $T_2$  in all the three group increased ( $P < 0.05$ ). The concentration of FHb in group H was higher than that in group N and group L at  $T_1$  and  $T_2$  ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The hemolysis damage of red blood cells during blood collection when the open into blood reservoirs were placed at the same level or 30 cm below the operating field, was lower than that placed at 30 cm above the operating field.

**【Key words】** Reservoir; Blood transfusion, autologous; Erythrocytes; Hemolysis

自体血回输技术在外科手术中应用广泛,不仅

能有效降低异体输血的风险和并发症,而且可弥补目前临床血源不足的问题。骨科脊柱手术因其创伤大、手术时间长、骨组织血运丰富、止血相对困难等原因造成术中出血多,经常需要输血治疗。与异体输血比较,自体血回输因优势明显,在此类手术

DOI:10.12089/jca.2019.07.005

基金项目:苏州市科技发展计划指导项目(SYSD2016092)

作者单位:215004 苏州大学附属第二医院麻醉科

通信作者:刘海瑞,Email:hrhr218@163.com

中已得到全面普及<sup>[1-2]</sup>。但在自体血回收过程中有造成红细胞溶血损伤的可能,从而影响了回输血液的质量。如何降低血液回收中红细胞溶血损伤提高回输血的质量显得十分重要。本研究通过将自体血回收时储血器放置于不同高度,以探讨其对回收红细胞溶血损伤的影响。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究已通过本院伦理委员会批准(JD-LK-2017-026-01),患者签署知情同意书。选择 2017 年 9 月至 2018 年 3 月的择期行后入路腰椎减压椎间融合内固定手术患者,性别不限,年龄 33~65 岁,体重 53~82 kg,ASA I 或 II 级,术中均使用自体血液回收机行血液回收,并于储血器回收血液 600 ml 后进行洗涤回输。排除标准:患者患镰状细胞贫血,怀疑含有癌细胞等。剔除标准:血液流出血管外超过 4 h,怀疑流出血液被细菌或消毒液污染,大量溶血。采用随机数字表法随机分为三组:进血口高置组(H组)、进血口正常组(N组)和进血口低置组(L组)。

**麻醉方法** 患者入室后常规行 HR、NIBP、ECG、SpO<sub>2</sub>和 BIS 监测。以 3 L/min、100%氧气面罩去氮给氧后常规诱导:咪达唑仑 0.05 mg/kg、芬太尼 5 μg/kg、依托咪酯 0.3 mg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg,插入气管导管,确认导管位置正确后,接 primus 麻醉机行容量控制机械通气。V<sub>T</sub> 6~8 ml/kg,RR 24~28 次/分,I:E 1:2,氧流量 1 L/min,调整 RR,维持 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>在 30~40 mmHg。1%七氟醚联合丙泊酚、瑞芬太尼静-吸复合维持麻醉,BIS 值维持在 45~55。过程中间断推注芬太尼、罗库溴铵加深麻醉。术中补液总量约为 1 500 ml,胶体液 500 ml,晶体液 1 000 ml。术中采用 ZITI-3000 型自体血液回收机回收血液<sup>[3-4]</sup>。手术开始前将一次性双腔吸引管路,连接于储血器,并从切皮开始以 150~200 mmHg 的吸引负压回收术中手术野出血和渗血。H 组患者术中自体血液回收机的储血器进血口置于高于手术野水平 30 cm 处;N 组患者术中储血器进血口置于与手术野同一水平处;L 组患者术中储血器进血口置于低于手术野水平 30 cm 处。三组患者血液回收过程中,连接储血器进血口和手术野铺巾固定处的吸引管路均为 150 cm,并且处于直线连接状态。血液回收的同时,抗凝液(50 IU/ml 的肝素盐水)从吸引管路的侧腔中注入与回收的血液相混合。回收的抗凝血液经过滤后,进入储血器内储

存。术中根据出血情况随时调整抗凝液滴速,使之保持与所回收血液容积比为 1:5,每 10 分钟轻轻摇动储血器以保证回收血液与抗凝液充分混合。于术毕准备冲洗伤口前,将双腔吸引管路从储血器上拔除,然后连接吸引器的负压端,从而停止向储血器内回收任何液体。顺时针摇晃储血器 20 s,使储血器内的血液充分混匀后,启动血液回收机的手动程序。使用成人 HSG 型离心回收罐装置(250 ml)对其进行离心、分离和洗涤(每次清洗使用生理盐水 2 000 ml),所得 250 ml 洗涤血泵入储血袋内。记录洗涤时间(从启动手动程序至清洗完毕的时间)。检查储血器内部,若出现凝血块则剔除本研究。本研究术中只进行了一次洗涤。

**观察指标** 采用 XE-2100 型血细胞分析仪检测洗涤血样的红细胞压积(Hct)<sup>[3-4]</sup>。回收血液洗涤结束后取血样 2 ml 行红细胞渗透脆性实验。取 13 个玻璃试管,天平称取干燥的医用盐,按 0.04% 的浓度梯度配制 0.24%~0.68% 低渗 NaCl 溶液各 2.5 ml,另取生理盐水和蒸馏水各 2.5 ml 分别加入试管中。将洗涤血样加入各试管中,反复混匀 5 min 后离心,取上清液 2 μl,以生理盐水试管中取得的上清液为空白对照,采用 K5600 微量分光光度计测定上清液中游离血红蛋白(FHb)对 540 nm 波长的吸光度值。按照游离血红蛋白试剂盒说明,离心 5 min (3 000 r/min,R=16 cm)后取上清液 200 μl,加入测试管中,另取标准液(FHb 浓度为 100 mg/L)和蒸馏水各 200 μl 分别加入标准管和空白管中。在 505 nm 波长下比色,光径 10 mm,使用空白管调零,测定测试管和标准管的吸光度,计算溶血率,溶血率=样本吸光度值÷最大溶血吸光度值×100%,最大溶血吸光度值为样本在蒸馏水中完全溶血时的吸光度值。分别于洗涤血样静置即刻(T<sub>0</sub>)、1 h(T<sub>1</sub>)、2 h(T<sub>2</sub>)时取血样 2 ml,采用 4-氨基安替比林法测定洗涤血样上清液中 FHb 浓度,上清液 FHb 浓度(mg/L)=(测试管吸光度/标准管吸光度)×标准液 FHb 浓度(100 mg/L)。记录三组上清液 FHb 浓度。

**统计分析** 采用 SPSS 17.0 统计学软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组内比较采用重复测量数据方差分析;计数资料比较采用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

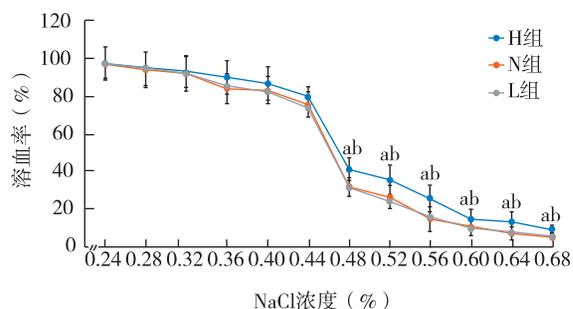
本研究共纳入 90 例患者,每组 30 例。三组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、术前 Hct、回收时间、

回收血量、洗涤时间和洗涤后 Hct 等一般情况差异无统计学意义(表 1)。

表 1 三组患者一般情况的比较

指标	H 组 (n=30)	N 组 (n=30)	L 组 (n=30)
男/女(例)	14/16	17/13	16/14
年龄(岁)	49.2±7.5	50.4±8.5	50.1±8.3
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.1±3.2	21.8±4.3	22.3±3.5
ASA I/II级(例)	10/20	11/19	8/22
术前 Hct(%)	37.2±5.4	38.1±3.5	36.9±4.6
回收时间(min)	99.3±12.5	109.4±11.1	108.7±14.3
回收血量(ml)	656.8±26.6	702.7±23.5	682.2±27.6
洗涤时间(min)	4.1±0.4	4.2±0.4	4.3±0.4
洗涤后 Hct(%)	58.9±12.6	60.3±13.5	62.7±14.3

在 NaCl 浓度为 0.48%~0.68% 时洗涤红细胞溶血率 H 组明显高于 N 组和 L 组( $P < 0.05$ )。N 组和 L 组在不同浓度 NaCl 中洗涤红细胞溶血率差异无统计学意义(图 1)。



注:与 N 组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 L 组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

图 1 三组洗涤红细胞在不同浓度 NaCl 中溶血率

与  $T_0$  时比较,  $T_1$ 、 $T_2$  时 H 组 Fhb 浓度明显升高( $P < 0.05$ ),  $T_2$  时 N 组和 L 组 Fhb 浓度明显升高( $P < 0.05$ )。与  $T_1$  时比较,  $T_2$  时三组 Fhb 浓度均明显升高( $P < 0.05$ )。  $T_1$ 、 $T_2$  时 H 组 Fhb 浓度明显高于 N 组和 L 组( $P < 0.05$ )(表 2)。

### 讨 论

自体输血主要包括:术前自体血储备、术中急性等容性血液稀释和术中自体血回收。其中,术前自体血储备和术中急性等容性血液稀释技术因适

表 2 三组患者不同时点洗涤血样上清液 Fhb 浓度的比较 (mg/L,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	$T_0$	$T_1$	$T_2$
H 组	30	36.5±13.2	78.6±17.3 <sup>a</sup>	135.4±25.6 <sup>ab</sup>
N 组	30	34.7±9.8	35.3±10.5 <sup>c</sup>	108.5±24.5 <sup>abc</sup>
L 组	30	33.6±11.3	34.5±15.3 <sup>c</sup>	109.3±26.7 <sup>abc</sup>

注:与  $T_0$  比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与  $T_1$  比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与 H 组比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$

应证严格在临床应用具有一定局限性<sup>[5]</sup>。术中自体血回收技术具有便利、操作简单、成本低等优势,临床应用更为广泛<sup>[6]</sup>。但在自体血回收和洗涤过程中会对红细胞的形态和功能产生不利影响,严重时可引起红细胞的破坏和溶血,从而影响自体血回收的质量<sup>[7-8]</sup>。因此,如何提高回收红细胞的质量仍是目前临床研究热点。

目前,术中自体血回收技术在我国各大医院使用率不断提高,操作步骤已趋于程序化,但其应用中的许多细节问题,如回收过程中储血器放置的具体高度,目前尚无相关研究。且不同手术条件下,自体血回收过程中对红细胞的形态与功能影响程度亦不同<sup>[9]</sup>。本研究通过红细胞渗透脆性实验,计算在不同浓度的低渗 NaCl 溶液中红细胞的溶血率可知,自体血回收过程可引起一定程度红细胞破裂和溶血损伤。当储血器进血口放置高于手术野 30 cm 时术中回收的自体血在 NaCl 浓度为 0.48%~0.68% 时洗涤红细胞溶血率明显升高,即红细胞溶血损害更严重。

红细胞破裂和溶血时,细胞浆内的血红蛋白会进入血浆形成游离血红蛋白,本研究通过测定血浆 Fhb 浓度从而反映红细胞的溶血程度<sup>[10]</sup>。结果表明脊柱手术中回收血液经离心洗涤后静置 2 h 后红细胞溶血损害更严重,且术中储血器进血口放置高于手术野 30 cm 处回收的自体红细胞,静置 1 h 和 2 h 后红细胞溶血损害程度较储血器进血口放置于手术野同一水平或低于手术野 30 cm 处更加严重。这可能是因为血液回收中储血器进血口位置过高,在手术野出血被负压吸引至储血器过程中,连接于储血器附近的吸引皮管由于过度倾斜使红细胞在负压较小时容易发生倒流,从而导致红细胞与空气接触和经负压吸引的时间延长,加重红细胞的损害<sup>[8]</sup>。

本研究结果显示,回收血液洗涤血 Fhb 浓度随着放置时间的延长而升高,可能因洗涤后红细胞与生理盐水混合储存缺乏产生能量的底物,从而导致红细胞易于损伤和发生溶血<sup>[4]</sup>。因此回收血液洗涤后需尽快使用。同时本研究发现,储血器进血口放置于手术野同一水平或低于手术野 30 cm 时回收红细胞的溶血损害程度无明显差异,可能与回收的红细胞在负压吸引皮管中所需要的时间无明显差异有关。而储血器进血口放置于高于手术野 30 cm 回收的红细胞在负压吸引皮管中所需要的时间延长,使其与空气接触时间延长而溶血损伤加重<sup>[3]</sup>。

综上所述,脊柱手术自体血回收过程会造成回收红细胞的溶血损伤,而储血器进血口位于手术野同一水平或低于手术野 30 cm 时对回收红细胞造成的溶血损伤低于放置在手术野上方 30 cm 者。

#### 参 考 文 献

- [1] Patil H, Garg N, Navakar D, et al. Clinical experience autologous blood transfusion in neurosurgery: prospective study in central India. *World Neurosurg*, 2018, 115: e539-e543.
- [2] Xu L, Shen J, Sun J, et al. The effects of leukocyte filtration on cell salvaged autologous blood transfusion on lung function and lung inflammatory and oxidative stress reactions in elderly patients undergoing lumbar apinal surgery. *J Neurosury Anesthesiol*, 2019, 31(1): 36-42.
- [3] 刘海瑞,常留辉,顾晓蕾,等.不同高度储血器放置对负压吸引下红细胞损伤的影响. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(5): 494-496.
- [4] 刘海瑞,常留辉,王琛,等.储血器内预充 MAP 溶液对患者自体回收血红细胞损伤的影响. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(3): 296-299.
- [5] Kelly MP, Zebala LP, Kim HJ, et al. Effectiveness of preoperative autologous blood donation for protection against allogeneic blood exposure in adult apina deformity surgeries: a propensity-matched cohort analysis. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(1): 124-130.
- [6] 刘欣,王秀丽.术中自体血回输临床应用的研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(8): 818-821.
- [7] Sanpera L, Burgos-Flores J, Barrios C, et al. Is autologous blood transfusion cost effective in adolescent idiopathic scoliosis? *Acta Orthop Belg*, 2016, 82(4): 901-906.
- [8] Donati F, Acciarini R, De Benedittis I, et al. Detecting autologous blood transfusion in doping control: biomarkers of blood aging and storage measured by flow cytometry. *Curr Pharm Biotechnol*, 2018, 19(2): 124-135.
- [9] 王瑞,王韶双,王伟.急性高容量血液稀释联合控制性降压及自体血回输在骨科脊柱手术中的应用. *西安交通大学学报*, 2018, 39(4): 558-561.
- [10] Lamberti N, Finotti A, Gasparello J, et al. Changes in hemoglobin profile reflect autologous blood transfusion misuse in sports. *Intern Emerg Med*, 2018, 13(4): 517-526.

(收稿日期:2018-08-28)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 《临床麻醉学杂志》关于学术不端行为的声明

为维护学术期刊的严肃性和科学性,并向广大读者负责,本刊编辑部重申坚决反对抄袭、剽窃、一稿两投、一稿两用等学术不端行为,并采取以下预防和惩处措施:(1)稿件刊出前所有作者须在校样首页亲笔签名,并加盖公章;稿件文责自负。(2)投稿后 3 个月内未收到稿件处理意见,稿件可能仍在审阅中;作者欲投他刊,请先与编辑部联系撤稿,切勿一稿两投。(3)来稿如有学术不端行为嫌疑时,编辑部在认真收集有关资料和仔细核对后将通知第一作者,作者须对此作出解释。(4)如稿件被证实系一稿两用,本刊将在杂志和网站上刊登撤销该文的声明,并向作者所在单位通报;2 年内拒绝发表该作者的任何来稿。