

· 专家共识 ·

## 术前深度单采自体红细胞和/或血小板储血技术应用中国专家共识

中国输血协会临床输血管理专业委员会

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2024.02.001

执笔作者(排名不分先后):

陈冠伊, 主要从事术前深度单采自体储血技术研究, (E-mail) yiyi037118@sina.com。

查占山, 主要从事输血管理与输血治疗研究, (E-mail) chazhanshan@163.com。

通信作者: 欧阳锡林, 国防科技创新特区重点项目首席专家, 主要从事术前深度单采自体储血技术和围术期血液管理, (E-mail) ouy70304@163.com。

共同通信作者: 李志强, 主要从事血液病学诊治与输血医学研究, (E-mail) kcb039@126.com。

**【摘要】** 术前深度单采自体红细胞和/或血小板储血技术(简称:深度单采自体储血技术)是储存式自体输血的一种新型方式,近年来该技术在国内外多家医院相继开展,但其实施过程与质量控制方面尚未形成共识或技术操作规范。为此,中国输血协会临床输血管理专业委员会组织全国相关领域专家,对术前深度单采自体储血技术的技术原理、准入要求、适应症、禁忌证、操作要点、不良反应防治、采集血液质量评价及处置等方面广泛深入探讨后,共同制定本共识。旨在更好地进行患者自体血液管理,同时为医护人员更加安全、规范地实施术前深度单采自体储血技术工作提供依据。

**【关键词】** 术前自体储血 单采自体红细胞 单采自体血小板 质量控制 专家共识

**【中图分类号】** R457 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-2587(2024)02-0145-11

**Chinese Expert Consensus on Preoperative Advanced Autologous Apheresis** Chinese Blood Transfusion Association Clinical Transfusion Management Committee

**【Abstract】** Preoperative Advanced Autologous Apheresis (AAA) is a new type of preoperative autologous blood donation. In recent years, this technology has been introduced in many hospitals across the country. However, there has yet to be a consensus or technical standard for its implementation process and quality control. To address this, the Chinese Blood Transfusion Association Clinical Transfusion Management Committee organized experts from related fields nationwide to extensively and deeply discuss the technical principles, entry requirements, indications, contraindications, operational key points, adverse reaction prevention and treatment, and blood quality evaluation and disposition of preoperative Advanced Autologous Apheresis, and jointly formulated this consensus. The aim is to better manage autologous blood for patients and to provide a basis for medical staff to implement preoperative Advanced Autologous Apheresis more safely and standardized.

**【Key words】** Preoperative autologous blood donation Autologous erythrocyte apheresis Autologous platelet apheresis Quality control Expert consensus

自体输血始于1874年,由英国的高摩尔首次提出“病人自己的血是被忽视的血液来源,可以挽救病人的生命”<sup>[1]</sup>。自体输血可以避免异体输血可能引发的免疫反应和血源性传染病等风险,是解决特殊血型或疑难配血患者、有特殊宗教信仰患者临床用血的有效途径;也是解决血液供需紧张状况的又一途径<sup>[2-4]</sup>。我国《医疗机构临床用血管理办法》(原卫生部令第85号)、《临床输血技术规范》(2000年版)、《三级综合医院评审实施细则》(2022年版)等有关法规及标准对医疗机构开展术前自体储血技术的应用均提出了相关要求。

术前深度单采自体红细胞和/或血小板储血技术(简称:深度单采自体储血技术,Advanced Autologous Apheresis, AAA)是指使用全自动血液

成分分离机采集患者的自体红细胞和/或血小板,同时将其他血液成分回输给患者的一项自体储血技术,是储存式自体输血的一种新型方式,可以开发更大量的自体血源,尤其适用于预计出血量大的择期大手术及稀有血型患者等<sup>[5-8]</sup>。1995年美国FDA批准单采2单位红细胞(美国血液与生物治疗协会(Association for the Advancement of Blood & Biotherapies, AABB)标准中单采2单位红细胞相当于我国800 mL~1 000 mL全血分离的红细胞,约压积80%红细胞400 mL,相当于深度单采自体红细胞4单位)应用于术前自体储血,2000年欧洲的多个国家也逐渐开展该技术的临床应用<sup>[9-16]</sup>;我国多家医疗机构开展术前深度单采自体储血技术已有十余年,在节约异体血及解决择期大手术用血难题上取得了显著效果<sup>[17-22]</sup>。该

技术在主要技术原理、准入要求、适应证、禁忌证、操作要点、不良反应防治、采集血液质量评价及处置等方面至今尚缺乏统一的实施过程管理与质量控制标准,使诸多医疗机构对如何开展术前深度单采自体储血技术感到困惑。为此,我们特组织全国相关领域专家在临床实践和科学研究的基础上共同制定本专家共识,对深度单采自体储血技术的操作过程与质量控制进行标准化管理,为推进我国术前深度单采自体储血技术安全、科学地服务患者提供重要参考依据。

## 共识形成方法

### 1 共识发起机构与专家组成员

本共识由中国输血协会临床输血管理专业委员会发起,专家组成员为国防科技创新特区重点项目专家组及我国输血医学相关领域专家。启动时间为2023年3月17日,定稿时间为2024年3月12日。

### 2 共识使用者与应用的目标人群

本共识供已开展或拟开展术前深度单采自体储血技术医疗机构的临床医师、输血(医学)科(血库)医师、护士和技师等专业技术人员使用。共识推荐意见的应用目标人群为预计出血量大的择期大手术和稀有血型患者等。

### 3 临床问题的遴选和确定

通过系统查阅输血医学领域已发表的专家共识,以及对输血领域相关专家及一线工作者的访谈,确定本共识拟解决的7个术前深度单采自体储血技术问题。

### 4 系统证据水平与推荐级别<sup>[23-24]</sup>

GRADE系统证据质量水平分为高、中、低、极低即A、B、C、D共4级。高质量(A):①进一步研究也不可能改变该疗效评估结果的可信度;②我们非常确信真实的效应值接近效应估计值。中等质量(B):①进一步研究很可能影响该疗效评估结果的可信度,且可能改变该评估结果;②对效应估计值我们有中等程度的信心,真实值有可能接近估计值,但仍存在二者很不相同的可能性。低质量(C):①进一步研究极有可能影响该疗效评估结果的可信度,且该评估结果很可能改变;②我们对效应估计值的确信程度有限,真实值可能与估计值大不相同。极低质量(D):①任何疗效评估结果都很不确定;②我们对效应估计值几乎没有信心,真实值很可能与估计值大不相同。(注:①早期定义;②当前定义)。GRADE系统推荐级别:GRADE系统推荐级别只分为“强”、“弱”即1、2两级。当明确显示干预措施利

大于弊或者弊大于利时,将其列为强推荐(推荐级别1)。当利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当时,则列为弱推荐(推荐级别2)。

### 5 推荐意见的形成

专家组基于国内外临床应用证据,提出了符合我国术前深度单采自体红细胞和/或血小板储血技术应用的推荐意见,分别于2023年11月17日、2024年1月9日,2024年2月19日,2024年3月5日进行了4轮推荐意见调查,共收到54份反馈建议并进行修改。

### 6 共识的更新

计划在3~5年内对本共识的推荐意见进行更新。

**问题1:** 深度单采自体储血技术的主要技术原理是什么

**推荐意见1:** 深度单采自体储血技术实施过程中,通过静脉补充生理盐水维持人体容量平衡。(证据级别:1A)

**推荐意见2:** 深度单采自体红细胞技术实施过程中,通过静脉补充铁剂来等量补偿单采红细胞后人体丢失的铁,维持人体铁稳态平衡。(证据级别:1A)

血容量平衡辅助技术对深度单采的影响。血容量平衡辅助技术是实现深度单采自体储血技术的重要保障。深度单采自体储血技术采用“生理盐水置换红细胞和血小板”的原理,维持患者采血过程的容量平衡,避免传统采血过程中患者容量大幅度下降引起的低血容量反应等副作用,是实现自体红细胞和血小板深度开发的重要安全保障。

深度单采对血细胞生成的影响。多项临床实践研究结果显示深度单采自体储血技术可促进机体自身红细胞和血小板的快速生成。KIM等<sup>[25]</sup>对口腔颌面手术患者比较分析术前分三次采集1单位自体全血和一次单采2单位红细胞(相当于韩国3单位全血中分离的红细胞共420 mL)两组患者红细胞生成速度的差异,结果发现单采2单位红细胞组患者术前Hct显著高于采集三次1单位自体全血组患者Hct,且差异具有统计学意义。血小板寿命约7~14 d,机体每天新生成 $1.2 \times 10^{11}$ 个(约0.5个治疗剂量)血小板。术前单采1个治疗剂量的自体血小板,48 h后患者外周血中血小板计数即可完全恢复。

铁稳态维持对红细胞生成的影响。铁元素是红细胞合成的关键原料,每天新生红细胞的合成需要20~30 mg铁,主要来源于巨噬细胞从衰老红细胞中回收<sup>[26]</sup>。生理条件下,人体红细胞寿命约120 d,通常全身红

细胞每年至少更换3次,通过铁在体内衰老死亡红细胞与新生红细胞之间的循环利用,维持着人体的铁稳态平衡,从而实现红细胞的循环代谢。传统全血采集模式,因离体的红细胞带走了铁元素,人体铁总量明显减少,从而打破了人体的铁稳态,出现献血后人体铁储备量下降<sup>[27]</sup>、红细胞恢复慢,甚至造成医源性贫血,可能给患者造成长期的健康损害。与全血采集相比,单采红细胞量越多,铁缺乏程度越严重<sup>[28-29]</sup>。在未补铁的情况下单采400 mL红细胞,血清铁蛋白水平在采血后120 d仍未恢复<sup>[30]</sup>,特别是女性单次单采自体红细胞后的铁缺乏率显著高于男性<sup>[31-32]</sup>。因此,深度单采自体红细胞技术实施过程中,通过静脉补充铁剂来等量补偿单采自体红细胞后人体丢失的铁,维持人体铁稳态平衡,从而保证患者红细胞总量的快速恢复,避免医源性铁缺乏甚至缺铁性贫血的发生<sup>[33]</sup>。若仅实施单次深度单采自体血小板储血技术,因红细胞丢失数量少,在实施过程中可无需补充铁剂。

**问题2:** 深度单采自体储血技术的准入要求是什么

**推荐意见3:** 医师应取得医学专业大学本科及以上学历,并取得医师执业证书;护士应取得护士执业证书;技师取得卫生专业技术资格证书,具备一定深度单采自体储血技术的临床工作经验。(证据级别:1A)

**推荐意见4:** 自体采血室室内布局及工作流程满足实际工作要求,卫生消毒应符合医疗机构感染控制要求。(证据级别:1A)

**推荐意见5:** 应配备血液成分分离机及配套管路等设备和器材。应配备常用药品与急救药品。(证据级别:1A)

**人员要求:** ①输血(医学)科(血库)医师:应取得临床医学、检验医学或输血医学专业大学本科及以上学历,并取得医师执业证书,具备一定的临床工作经验。掌握深度单采自体储血技术适应证和禁忌证及相关工作流程,负责自体采血前患者的整体评估,履行知情同意职责,防范和处理采血过程中或采血后的献血不良反应,掌握急救药品的正确使用等。②输血(医学)科(血库)护士或/和技师:护士取得护士执业证书、技师取得卫生专业技术资格证书,经岗位培训并通过考核,熟练掌握静脉穿刺及血液成分分离机操作,负责血液成分的采集、储存、入库管理。熟悉急救物品的使用,配合医师对献血不良反应进行处置。熟悉所用一次性医疗用品管理规定,负责管理采血室相关物品。③输血(医学)科(血库)医师、护士或/和技师在开展深度单采自体储血技术工

作前,应前往已熟练开展该技术且具有培训能力的三级医疗机构,进行至少为期1~3个月的技术专项进修,掌握深度单采、储血、质控等基础理论知识和相关操作流程,确保安全开展深度单采自体储血技术。

**环境要求:** ①自体采血室布局:房间光线充足、通风良好,达到《医院消毒卫生标准》的Ⅲ类环境<sup>[34]</sup>。设置自体血采集区、缓冲区、血液处置区(达到《医院消毒卫生标准》的Ⅱ类环境)、耗材存放区,面积应满足实际工作量需求;室内布局及工作流程应符合医疗机构感染控制要求,满足实际工作要求。②卫生消毒:配备空气消毒设施,如紫外线灯和空气消毒机等,确保工作区空气质量符合《医院消毒卫生标准》;血液处置区配备超净工作台;工作人员应严格执行《医务人员手卫生规范》规定,各区域合理设置手卫生设施及物品;废水和废弃物参照《医疗废物管理条例》执行<sup>[35]</sup>;操作过程中如被患者血液、呕吐物、排泄物或病原微生物污染时,应按照《医院消毒卫生标准》处置。每次工作结束后对循环使用物品、血液成分分离机表面及内部离心舱、工作台面及工作区空气进行严格清洁和消毒,房间充分通风,保持空气清新,并做好相关记录。

**常用设备、器械与耗材:** ①设备与器械:血液成分分离机、高频热合机、无菌接管机、超净工作台、血小板恒温振荡保存箱、-80℃自体血超低温冰箱、-30℃自体血低温冰箱、4℃自体血储存冰箱、电热恒温水浴箱、心电监护仪、简易人工皮球式辅助呼吸装置、电除颤仪、治疗车、抢救车、氧气瓶/其他供氧设施、鼻导管或面罩吸氧装置、听诊器、体重秤、体温计、血压计、紫外线灯、空气消毒机、深度单采自体储血管理系统、条码打印机等。②常用耗材:血液成分分离机配套管路、红细胞保存液(MAP)、血液保存液、抗凝剂(ACD-A)、一次性使用真空采血管、一次性使用无菌注射器、一次性使用输液器、穿刺消毒用品等。

**常用药品与急救药品:** ①常用药品包括但不限于0.9%氯化钠注射液、5%葡萄糖注射液、10%葡萄糖注射液、10%葡萄糖酸钙注射液、地塞米松注射液、异丙嗪注射液、普通肝素和低分子肝素、静脉铁剂、抗组胺药口服制剂(氯雷他定、西替利嗪等)等。②急救药品包括但不限于抗休克血管活性药(如盐酸肾上腺素、多巴胺)、呼吸兴奋药(如尼可刹米、洛贝林)、强心药(如去乙酰毛花苷)、抗心律失常药(如盐酸利多卡因)、降血压药(如硝苯地平)、呋塞米、50%葡萄糖注射液等。

**问题3:** 深度单采自体储血技术的适应证与禁忌证是什么

**推荐意见6:** 患者年龄12~70岁, 体重45 kg以上, 预计术中出血量>400 mL, 术中或术后需要输

血的择期大手术患者, 除手术目标部位的器质性病变外, 心肺等重要脏器功能代偿良好。深度单采自体红细胞患者的血红蛋白(Hb) ≥120 g/L或血细胞容

表1 血液成分分离机主要参数建议

序号	项目名称	设备参数
1	采集量	红细胞: ≤800 mL 血小板: ≤500 mL
2	采集量误差	误差≤±10%
3	容量精度	a) 血浆泵容量精度误差<±6% b) 抗凝剂泵容量精度误差<±6% c) 采血泵容量精度误差<±6% d) 血小板泵容量精度误差<±6% e) 回血泵容量精度误差<±6%
4	单采红细胞血细胞比容	>80%*
5	单采血小板含量	≥2.5×10 <sup>11</sup> 个/袋
6	单采血小板白细胞残留量	≤5.0×10 <sup>6</sup> 个/袋
7	单采血小板红细胞混入量	≤8.0×10 <sup>9</sup> 个/袋
8	探测传感器	a) 采用液位传感器防止空气进入: 除气槽液位传感器探测防止空气进入人体, 并进行回输与采血控制。采血时, 液位高于高液位探测器时, 则启动回输。回输时, 液位低于低液位下边沿时, 则停止血液回输。 b) 液体渗漏探测器: 设备可以探测离心仓中的液体渗漏, 停止离心机转动, 并触发听觉和视觉报警信号。 c) 抗凝剂管路探测器: 设备安装抗凝剂管路探测器, 在探测到没有抗凝剂后, 能够停止所有泵的转动, 立即触发听觉和视觉报警信号。 d) 防止红细胞污染措施: 除红细胞采集外, 设备应具有防止红细胞污染的措施。当红细胞溢出时, 设备立即触发听觉和视觉报警信号。

注: \*深度单采自体红细胞暂无白细胞残留量相关质量标准, 临床输注前可使用一次性使用去白细胞过滤器进行处理。

(Hct) ≥36%, 且造血功能正常; 深度单采自体血小板患者的血小板计数(PLT) ≥150×10<sup>9</sup>/L, 且血小板功能正常。(证据级别: 1A)

适应证<sup>[36-39]</sup>: ①预计术中出血量>400 mL, 术中或术后需要输血的择期大手术患者, 除手术目标部位的器质性病变外, 心肺等重要脏器功能代偿良好。②患者年龄12~70岁, 体重45 kg以上。③深度单采自体红细胞: a) Hb≥120 g/L或Hct≥36%, 且造血功能正常; b) 特殊患者可以适当放宽患者采血前Hb阈值(100 g/L<Hb<120 g/L)和年龄范围, 如稀有血型患者、未育年轻女性、不愿意输注异体血液的患者、血型鉴定和交叉配血困难患者等。④深度单采自体血小板: a) 患者PLT≥150×10<sup>9</sup>/L, 且血小板功能正常; b) 未服用或已停用抗血小板药物, 通常采血前抗血小板药物的停药天数: 阿司匹林停药7 d以上、氯吡格雷停药5 d以上、替格瑞洛停药3~5 d以上, 或采用TEG检测MA<sub>ADP</sub>/MA<sub>AA</sub>指导抗血小板药物的停药天数等。⑤所有患者采血前均需医师认真评估其心肺等重要脏器功能; 特别对于孕妇及放宽深度单

采适应证的儿童和老年患者应慎重, 综合判断患者是否可耐受深度单采自体储血技术, 确保采血过程的安全。

禁忌证<sup>[36-39]</sup>: ①深度单采自体红细胞: Hb<100 g/L或Hct<28%, 或骨髓造血功能抑制(如放疗化疗后骨髓抑制期)的患者。②深度单采自体血小板: PLT<150×10<sup>9</sup>/L、或/和血小板功能异常、或/和凝血功能明显异常。③败血症、脓毒血症或服用抗生素后发热未被有效控制的患者。④有严重心脏疾病(如不稳定型心绞痛或冠心病、主动脉瓣狭窄等), 最近6个月有心肌梗死或脑血管意外事件、行心脏手术的血管疾病患者, 心功能Ⅲ级及以上者。⑤具有中重度肺部疾病, 且咳嗽症状持续存在, 肺功能异常者。⑥伴有明显活动性出血的患者。⑦身体或精神状况无法配合较长时间采血的患者。⑧女性月经期等。

**问题4:** 深度单采自体储血技术的操作要点是什么

**推荐意见7:** 深度单采自体储血日与手术日间隔期≥3 d; 拟行多次采血者的两次单采自体红细胞采集间隔期≥3 d, 且每次采集前均需达到深度单采自

体储血适应证标准。（证据级别：1A）

**推荐意见8：**单次采血总量原则上不超过500 mL，或体外血容量最多不宜超过患者自身血容量的15%<sup>[40]</sup>。深度单采自体红细胞的采集量以采血后患者Hb≥100 g/L或Hct≥30%为标准计算<sup>[26, 41-42]</sup>，最高理论限值（mL）=血容量×（采血前Hct-目标值Hct）（详见表2）。单采自体血小板采集量以采血后患者

PLT≥100×10<sup>9</sup>/L的原则设定，PLT≥150×10<sup>9</sup>/L且血小板功能正常者建议深度自体单采血小板1个治疗剂量（125~300 mL），PLT≥200×10<sup>9</sup>/L且血小板功能正常者建议深度自体单采血小板2~3个治疗剂量（250~500 mL）。深度单采自体红细胞与自体血小板，单采红细胞≤300 mL可同时采集血小板1个治疗剂量。（证据级别：1A）

表2 择期手术患者术前深度单采自体红细胞采集量最高理论限值参考表

Hct	血容量* (mL)								
	2 874 <sup>#</sup>	3 000	3 200	3 428	3 555	4 000	4 571	4 800	5 333
36%	172	180	192	206	213	240	274	288	320
37%	201	210	224	240	249	280	320	336	373
38%	230	240	256	274	284	320	366	384	427
39%	259	270	288	309	320	360	411	432	480
40%	287	300	320	343	356	400	457	480	500
41%	316	330	352	377	391	440	500	500	500
42%	345	360	384	411	427	480	500	500	500
43%	374	390	416	446	462	500	500	500	500
44%	402	420	448	480	498	500	500	500	500
45%	431	450	480	500	500	500	500	500	500

注：\*参照《献血相关血管迷走神经反应预防和处置指南》<sup>[40]</sup>对于BMI<26的患者，建议采用Nadler公式对血容量进行估算：（女）血容量=（0.356 1×H<sup>3</sup>+0.033 08×W+0.183 3）×1 000；（男）血容量=（0.366 9×H<sup>3</sup>+0.032 19×W+0.604 1）×1 000 [H-身高，单位为米（m）；W-体重，单位为千克（kg）]。对于BMI≥26的患者，建议采用Holme公式对血容量进行估算：（女）血容量=（W<sup>0.176 5</sup>×H<sup>0.666 2</sup>-29.4）×100；（男）血容量=（W<sup>0.162 3</sup>×H<sup>0.760 3</sup>-59.2）×100 [H-身高，单位为厘米（cm）；W-体重，单位为千克（kg）]。

#参照《献血相关血管迷走神经反应预防和处置指南》<sup>[40]</sup>附录B献血者血容量估算方法表B.1女性献血者血容量估算值（Nadler法）中身高150 cm，体重45 kg女性的估算血容量为2 874 mL。

**推荐意见9：**采血前输血（医学）科（血库）医师对患者进行全面评估；采血过程中医护（技）人员严密观察患者状态；采血结束后医护（技）人员应再次监测患者基本生命体征，告知注意事项。在整个操作过程中，医护（技）人员及时详细记录相关参数和患者情况，相关资料归档保存，保存期≥10年。（证据级别：1A）

**采血方案：**经治医师根据手术备血需求，提出深度单采自体储血申请。输血（医学）科（血库）医师参照《献血相关血管迷走神经反应预防和处置指南》<sup>[40]</sup>估算患者血容量，并结合采血前血常规、生生化、凝血功能、心肺功能等检验、检查结果，与经治医师共同拟定采血方案。

**患者管理：**①采血前输血（医学）科（血库）医师对患者再次进行全面评估，问询其既往病史、采血前饮食、饮水情况，育龄期女性患者是否处于月经期等，测量生命体征，告知采血流程及注意事项，并签署知情同意书。对于情绪紧张、既往有血管迷走神经反应史的患者，输血（医学）科（血库）医护人员

应进行适当安抚，并按照《献血相关血管迷走神经反应预防和处置指南》要求进行预防，情况严重者禁止进行后续采血操作。②采血过程中，医护（技）人员严密观察患者状态，随时询问患者是否有不适情况，必要时可通过心电监护设备动态监测基本生命体征。如遇献血相关不良反应等特殊状况，应立即减慢采血速度或停止采血，并立即进行相应的处置。③采血结束后，医护（技）人员应再次监测患者基本生命体征，告知注意事项，观察30 min无不适症状后，患者在家人或护理人员的陪同下可返回病房继续休息。④在整个操作过程中，医护（技）人员及时详细记录患者基本信息，监测基本生命体征数值，输注药品种类、剂量，献血反应处理，系统显示的循环血量、采集量等相关参数并归档保存，保存期≥10年。

**血液成分分离机管理：**①按照血液成分分离机操作程序应首先录入患者身高、体重、性别、Hct、PLT等信息，并按经治医师和输血（医学）科（血库）医师共同制定的采血方案设置深度单采自体红细胞和单采自体血小板的采集量。②单采过程中医师、

护士或技师应严格遵循操作规程。a) 倘若出现报警提示采血压力不足, 可采取调低采血流量、患者握拳、输液等措施; b) 倘若报警提示回输血压力高, 先停止采血, 检查穿刺部位是否有血肿、管路有无打折弯曲; c) 倘若出现管路漏血, 应立即停止采血, 更换管路耗材; d) 倘若遇其他无法处理的报警, 应立即停止采血, 记录机器状态, 联系血液成分分离机生产供应商工程师进行处理等。

血管压力(静脉通道)管理: ①良好的血管压力(静脉通道)是深度单采自体储血技术顺利开展的关键因素之一。②通常选取走向直、粗大、充盈、弹性好、易固定的外周静脉血管进行穿刺, 常以肘正中静脉为最佳, 以满足机器采集和回输需要的适宜血流速度<sup>[43]</sup>。若外周静脉血管条件较差, 可选择20 G或18 G留置针, 或采用超声引导下行深静脉置管术<sup>[44]</sup>。③采血过程中, 医护(技)人员应根据血液成分分离机系统界面显示的血管压力情况及时调整采血针头位置、止血带压力、采血速度、握拳频率或重新穿刺静脉等。

**问题5:** 如何防治深度单采自体储血技术的相关不良反应

**推荐意见10:** 深度单采自体储血技术操作过程中通过补充葡萄糖酸钙口服溶液或葡萄糖酸钙注射液预防枸橼酸盐反应, 补充生理盐水预防低血容量反应; 实施深度单采自体红细胞的患者静脉补充铁剂维持铁稳态平衡, 避免患者深度单采红细胞后铁缺乏甚至缺铁性贫血。(证据级别: 1A)

深度单采自体储血技术操作过程中的不良反应主要以枸橼酸盐反应及血管迷走神经反应最为常见<sup>[45-50]</sup>, 实施深度单采自体红细胞的患者若未及时补充铁剂易发生铁缺乏甚至缺铁性贫血的长期不良反应<sup>[30]</sup>。

枸橼酸盐反应: ①占整个深度单采自体储血技术操作过程出现不良反应的首位, 主要症状为口唇、面部或四肢末端麻木, 恶心、呕吐等。为预防枸橼酸抗凝剂引起的低钙反应, 需在采血过程中补充葡萄糖酸钙<sup>[51-52]</sup>。②采血前常规口服葡萄糖酸钙口服溶液10~20 mL(规格10 mL: 1 g), 或静脉输注10%葡萄糖酸钙注射液10 mL。倘若患者采血前生化检验结果提示血钙低, 适量增加补钙剂量。③采血过程中患者出现口唇、面部或四肢末端麻木等不适症状, 应暂停采血并口服或静脉输注10%葡萄糖酸钙, 缓解症状; 待症状解除后可继续采血。

低血容量反应: ①为了满足择期大手术患者的

备血需求, 深度单采自体储血技术的单次采血量较大, 在采血过程中应注意及时足量补充晶体液, 维持患者血容量平衡。②根据等渗晶体液输入体内后在血管内外的分布比例特点, 约25%分布于血管内, 75%分布于血管外<sup>[53]</sup>, 建议按照患者实际采血量的2~3倍补充生理盐水; 由于孕妇呈现高血容量状态, 可补充与采集量等量的生理盐水以维持容量平衡。

铁缺乏或缺铁性贫血: ①深度单采自体红细胞和重复单采自体血小板均会因红细胞的采集或丢失造成铁缺乏<sup>[54-57]</sup>, 因此AABB建议采血后补充铁剂。②鉴于口服铁剂存在起效慢、胃肠道反应明显、增加铁调素的合成进而降低胃肠道吸收比例等问题<sup>[58-62]</sup>, 推荐深度单采红细胞技术实施过程中常规给患者补充静脉铁剂<sup>[63-64]</sup>。③静脉铁剂治疗起效快、吸收度高, 且无胃肠道刺激反应。第二代静脉铁剂需小剂量多次使用, 但可能发生罕见且严重的过敏反应; 第三代静脉铁剂可一次快速大剂量给药。根据1 mL红细胞内约含1 mg铁<sup>[65]</sup>, 补铁剂量可按单采1 mL红细胞补充1 mg铁(如采集400 mL红细胞补充400 mg铁剂)的方法进行计算, 参照静脉铁剂的说明书进行单次或多次补充; 也可根据患者血清铁蛋白水平适当增减铁剂的使用。

紧急意外情况救治: ①建立紧急意外抢救预案, 与具备抢救能力的临床科室(如麻醉科、ICU、急诊科)建立紧急联动机制。②当患者在采血过程中发生紧急意外时, 应立即停止采血, 按照急重症抢救流程实施救治, 由副高级职称医师及以上或医院授权的相应级别医师主持抢救, 护理人员配合执行抢救。③倘若患者发生铁剂重度过敏反应, 立即停止铁剂输注, 立即给予肾上腺素0.5 mg肌肉注射或0.1 mg静脉注射、肾上腺糖皮质激素、雾化吸入 $\beta_2$ 受体兴奋剂、补液及面罩吸氧, 必要时转入ICU或急诊抢救室。④倘若患者突发心脏骤停时, 立即实施心肺复苏(CPR)、吸氧、连接监护仪/除颤仪, 同时启动相关临床科室联动机制, 共同抢救, 必要时转入ICU或急诊抢救室。⑤医护人员应做好抢救记录。

**问题6:** 如何实施深度单采自体储血技术采集的血液质量评价

**推荐意见11:** 深度单采自体红细胞质量标准参照我国《全血及成分血质量要求》(GB 18469-2012)<sup>[66]</sup>中的5.3浓缩红细胞质量标准和欧洲输血委员会《血液成分的制备、使用和质量保证指南》(第20版)<sup>[67]</sup>单采红细胞的质量标准执行, 详见表3。

(证据级别: 1A)

**表3** 深度单采自体红细胞质量评价

质量评价项目	要求
外观	血袋完好, 肉眼观察应无色泽异常、溶血、凝块、气泡等情况
容量	1 U采集量(100±10) mL
血细胞比容	添加保存液后50%~70%
储存末期溶血率	<红细胞总量的0.8%
无菌试验	无细菌生长

**表4** 深度单采自体血小板质量评价

质量评价项目	要求
外观	血袋完好, 肉眼观察应呈黄色云雾状液体, 无色泽异常、蛋白析出、气泡及重度乳糜等情况
容量	保存5 d的1个治疗剂量单采血小板容量: 250 mL~300 mL 保存1年的1个治疗剂量单采血小板容量: 125 mL~250 mL
储存期末pH	6.4~7.4
血小板含量	≥2.5×10 <sup>11</sup> 个/袋
无菌试验	无细菌生长

**推荐意见13:** 深度单采自体血液的保存、发放、输注及报废应按照《临床输血技术规范》《医疗机构临床用血管理办法》关于自身输血的血液发放、输注及报废流程相关条款执行。(证据级别: 1A)

深度单采自体血液的保存: ①单采自体红细胞的保存。a) 每单位深度单采自体红细胞加入50 mL红细胞保存液(MAP), 置于4℃自体血储存冰箱, 保存期35 d; b) 采用无菌接驳技术分装单采自体红细胞时, 按照160 mL纯红细胞的容量添加100 mL MAP液分装成2 U悬浮红细胞, 置于4℃自体血储存冰箱保存35 d; 若采用开放穿刺技术分装的自体红细胞保存期仅为24 h; c) 长期保存的深度单采自体红细胞, 在采集后6 d内每单位深度单采自体红细胞加入80 mL浓度为40%的甘油, 置于-80℃自体血超低温冰箱冰冻保存<sup>[68]</sup>; d) 深度单采自体红细胞储存前需粘贴标签, 标签内容应包括患者姓名、科室、ID号、性别、年龄、血型、血液成分及剂量、采血时间、采集人及失效期等, 并注明自体血液仅供患者本人使用。②单采自体血小板的保存: a) 深度单采自体血小板(22±2)℃震荡保存5 d; -80℃条件下保存1年; b) 深度单采自体血小板储存前需粘贴标签, 标签内容应包括患者姓名、科室、ID号、性别、年龄、血型、血液成分及剂量、采血时间、采集人及失效期等, 并注明自体血液仅供患者本人使用。

深度单采自体血液发放: ①取血时, 医护人员凭自体血液取血凭证、携带取血专用箱到输血(医学)科(血库)取血。②取血与发血的双方必须共同查对患者姓名、性别、ID号、门急诊/病室、床号、血型、有效期, 以及保存血的外观(检查血袋有无破

**推荐意见12:** 深度单采自体血小板质量标准参照国家标准《全血及成分血质量要求》(GB 18469-2012)<sup>[66]</sup>中的5.11单采血小板质量标准执行, 详见表4。(证据级别: 1A)

**问题7:** 深度单采自体血液的保存、发放、输注及报废流程是什么

损渗漏, 血液颜色是否正常)等, 核对准确无误后, 双方共同签字后方可发出<sup>[36]</sup>。

深度单采自体血液输注: ①输血前由两名医护人员核对血袋标签等各项内容, 并确定为患者本人血液, 再次检查血袋有无破损渗漏, 血液颜色是否正常。②输血前监测患者基本生命体征, 输血过程遵循先慢后快的原则, 严密观察患者有无输血反应, 如出现异常情况应及时处理和记录。③输血完毕后, 自体血袋应置于4℃血袋储存冰箱保存24 h等。

深度单采自体血液报废: ①报废原因: a) 患者因各种原因放弃手术未使用自体血液; b) 经治医师术后综合评估患者状况后无需回输自体血液; c) 超过有效期的自体血; d) 血袋破裂或封口不严密; e) 肉眼观察发现有溶血或明显血凝块等。②报废流程: a) 告知医师及患者血液报废原因; b) 在输血(医学)科(血库)信息系统登记进行自体血液报废, 并在血袋上做“报废”标记; c) 按医院医疗垃圾处理, 禁止报废的自体血液挪作他用或流入院外; d) 做好相关记录, 并保存≥10年等。

### 结 语

与传统储存式自体输血相比, 深度单采自体储血技术在未明显增加采(献)血不良反应及影响患者心功能的同时, 单次获得高浓度自体红细胞的量成倍增加, 大幅度提高了自体血源的开发效能, 是一种高效的术前自体储血方式<sup>[33, 69]</sup>。多年来在我国输血医学领域同行的共同努力下, 深度单采自体储血技术已经成为开发我国自体血液资源的又一项新技术, 已应用于多学科、多病种的术前自体储血, 开发了大量的

自体血源,有效缓解了因季节、法定假期、血液偏型等影响因素引起的异体血供应紧张的局面,为解决择期大手术患者用血难题提供了一条可行的血液保障新途径,也使输血安全得到更有效的提高。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

并列共识第一作者(按汉语拼音字母顺序排列)

毕晓琳(大连市血液中心)、卞茂红(安徽医科大学第一附属医院)、蔡娟(六安市人民医院)、蔡兴权(海南省人民医院)、查占山(中国人民解放军海军军医大学第一附属医院)、车辑(首都医科大学附属北京安贞医院)、陈秉宇(浙江省人民医院)、陈凤(内蒙古自治区人民医院)、陈冠伊(中国人民解放军总医院第四医学中心)、陈会欣(武汉市第一医院)、陈剑(四川大学华西第二医院)、陈静(河北医科大学第三医院)、陈凯(奥森多医疗器械贸易(中国)有限公司)、陈麟凤(首都医科大学附属北京世纪坛医院)、陈陆飞(福建省妇幼保健院)、陈伟(新疆维吾尔自治区人民医院)、陈玉平(江苏力博医药生物技术股份有限公司)、董伟群(昆明医科大学第一附属医院)、杜春红(天津医科大学总医院)、樊瑞军(宁夏回族自治区人民医院)、高莉莉(延安大学附属医院)、高宗帅(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、宫济武(北京医院)、顾松琴(青海省人民医院)、桂嵘(中南大学湘雅三医院)、韩梅宁(西安交通大学第二附属医院)、郝一文(中国医科大学附属第一医院)、贺雪花(山西白求恩医院)、胡俊华(北京医院)、黄吉娥(贵州医科大学附属医院)、黄远帅(西南医科大学附属医院)、浑守永(山东第一医科大学附属省立医院)、霍彩虹(榆林市第二医院)、纪宏文(中国医学科学院阜外心血管病医院)、蒋学兵(中国人民解放军总医院第六医学中心)、焦安秀(日照市中心血站)、金皎(贵州医科大学附属医院)、金悦(哈尔滨医科大学附属第一医院)、乐爱平(南昌大学第一附属医院)、李碧娟(中南大学湘雅医院)、李翠莹(中国人民解放军空军军医大学空军特色医学中心)、李代红(天津市第一中心医院)、李丽玮(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、李莉萍(深圳大学总医院)、李淑萍(首都医科大学附属北京同仁医院)、李喜莹(中国医学科学院肿瘤医院)、李晓娟(兰州大学第二医院)、李英晨(黑龙江省农垦总医院)、李正秋(湖南省儿童医院)、李志强(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、李忠俊(中国人民解放军陆军军医大学第二附属医院)、李尊严(北华大

学附属医院)、梁文华(内蒙古兴安盟人民医院)、林甲进(温州医科大学附属第二医院)、刘冰(吉林大学第一医院)、刘风华(哈尔滨医科大学附属第一医院)、刘久波(湖北医药学院附属医院(十堰市太和医院))、刘铁梅(吉林大学中日联谊医院)、刘晓艳(复旦大学附属妇产科医院)、刘莹(宝鸡市妇幼保健院)、卢发强(大连大学附属中山医院)、栾建凤(中国人民解放军东部战区总医院)、罗冰(广州医科大学第三附属医院)、吕孟兴(昆明市儿童医院)、吕先萍(郑州大学第一附属医院)、马凤莲(郑州市第七人民医院)、马丽佳(兴义市人民医院)、马现君(山东大学齐鲁医院)、马艳焱(乌鲁木齐市血液中心)、孟祥红(中国人民解放军总医院第八医学中心)、孟妍(上海市血液中心)、苗天红(北京市红十字血液中心)、欧阳锡林(中国人民解放军总医院第四医学中心)、潘纪春(中国人民解放军总医院第三医学中心)、潘健(中国科学技术大学附属第一医院)、彭涛(中国人民解放军西部战区总医院)、钱宝华(中国人民解放军海军军医大学第一附属医院)、秦莉(四川大学华西医院)、秦梅(贵阳市第一人民医院)、邵峰(宁夏回族自治区血液中心)、邵智利(河北省儿童医院)、沈伟(上海市血液中心)、石海燕(淄博市第一医院)、苏斌(上海市第十人民医院)、孙宏华(中山大学附属第七医院)、孙泉(湖州市中心血站)、孙小纯(珠海市人民医院)、谭栲(沈阳市儿童医院)、陶翠华(武汉亚洲心脏病医院)、汪艳(大连市妇女儿童医院)、王宝燕(西安交通大学第一附属医院)、王秋实(中国医科大学附属盛京医院)、王淑平(上海市第一妇婴保健院)、王顺(武汉市第一医院)、王小慧(中国人民解放军军事科学院军事医学研究院卫生勤务与血液研究所)、王晓宁(吉林大学第一医院)、王晓平(邯郸市第一医院)、王新华(航天中心医院)、王勇军(中南大学湘雅二医院)、王振雷(河北省血液中心)、韦海春(柳州市妇幼保健院)、魏亚明(广州市第一人民医院)、文爱清(中国人民解放军陆军军医大学大坪医院)、文军(新疆维吾尔自治区人民医院)、翁巍(上海交通大学医学院附属同仁医院)、吴涛(中国人民解放军总医院第七医学中心)、伍昌林(深圳市第二人民医院)、伍燕(海口市人民医院)、夏荣(复旦大学附属华山医院)、向东(上海市血液中心)、谢珏(浙江大学医学院附属第一医院)、熊荣(文山市人民医院)、徐晶(南昌市中心血站)、央金(日喀则市人民医院)、

杨江存(陕西省人民医院)、杨君青(秦皇岛市中心血站)、杨茹(武汉血液中心)、杨勇毅(甘肃省血液中心)、姚中吉(海南医学院第二附属医院)、叶明亮(合肥京东方医院)、易海(中国人民解放军西部战区总医院)、易思华(兰州大学第一医院)、尹文(中国人民解放军空军军医大学第一附属医院)、于洋(中国人民解放军总医院第一医学中心)、余泽波(重庆医科大学附属第一医院)、原敏(福建医科大学附属漳州市医院)、詹林盛(中国人民解放军军事科学院军事医学研究院卫生勤务与血液研究所)、张婵(云南省第一人民医院)、张承伟(遵义市中心血站)、张丽伟(中国人民解放军总医院第六医学中心)、张绍基(遵义医学院附属医院)、张曦(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、张亚南(首都医科大学附属北京天坛医院)、赵刚(中国科学技术大学)、赵树铭(贵州省贵阳市贵黔国际总医院)、郑山根(中国人民解放军中部战区总医院)、钟宁(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、周春浪(广西壮族自治区妇幼保健院)、周笑玲(武汉大学中南医院)、周俊(圣湘生物科技股份有限公司)、周世乔(南方医科大学深圳医院)、周小玉(江苏省人民医院)、周肇魁(青海省妇产儿童医院)、祝丽丽(贵州医科大学附属医院)、庄远(中国人民解放军总医院第一医学中心)

#### 参考文献

- [1] HIGHMORE W. Practical remarks on an overlooked source of blood-supply for transfusion in post-partum hæmorrhage, suggested by a recent fatal case[J]. *Lancet*, 1874, 103(2629): 89-90.
- [2] ZHOU J. A review of the application of autologous blood transfusion[J]. *Braz J Med Biol Res*, 2016, 49(9): e5493.
- [3] FRIEDMAN R, HOMERING M, HOLBERG G, et al. Allogeneic blood transfusions and postoperative infections after total hip or knee arthroplasty[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(4): 272-278.
- [4] NEWMAN E T, WATTERS T S, LEWIS J S, et al. Impact of perioperative allogeneic and autologous blood transfusion on acute wound infection following total knee and total hip arthroplasty[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(4): 279-284.
- [5] 欧阳锡林, 陈冠伊. 术前自体储血技术: 健康自体输血的新模式[J]. *中国输血杂志*, 2017, 30(12): 1321-1323.
- [6] SPRAWKA N, YOUNG C, O'BRIEN B. Bombay blood type and use of red cell apheresis during pregnancy[J]. *Obstet Gynecol*, 2011, 117(2 Pt 2): 463-465.
- [7] 刘晓敏, 张雷英, 徐振华, 等. 单采自体红细胞患者采集前后血红蛋白变化预测模型的建立[J]. *中国实验血液学杂志*, 2020, 28(5): 1726-1732.
- [8] 杨金华, 陈冠伊, 吴靖辉, 等. 单采深度自体储血技术在低比例血型孕产妇中的应用[J]. *中国输血杂志*, 2019, 32(6): 528-530.
- [9] FREE R J, SAPIANO M R P, CHAVEZ ORTIZ J L, et al. Continued stabilization of blood collections and transfusions in the United States: findings from the 2021 National Blood Collection and Utilization Survey[J]. *Transfusion*, 2023, 63(Suppl 4): S8-S18.
- [10] PEHLIC V, VOLKEN T, HOLBRO A, et al. Long-term course of haemoglobin and ferritin values in high-frequency donors of whole blood and double erythrocyte apheresis[J]. *Transfus Med Hemother*, 2021, 48(2): 71-78.
- [11] INFANTI L. Red cell apheresis: pros and cons[J]. *ISBT Science Series*, 2018, 13(1): 16-22.
- [12] SHI P A, NESS P M. Two-unit red cell apheresis and its potential advantages over traditional whole-blood donation[J]. *Transfusion*, 1999, 39(2): 218-225.
- [13] GARCIA GALA J M, RODRIGUEZ VICENTE P, GONZALEZ MUÑIZ S, et al. Utility of red blood cell apheresis in autologous blood donation[J]. *Transfus Sci*, 2000, 23(1): 69-73.
- [14] KALFON F, BEAUMONT J L, FOURNEL J J, et al. Une stratégie transfusionnelle en neurochirurgie: hémodilution préopératoire par érythrocytaphérèse[J]. *Ann Françaises D' anesthésie De Réanimation*, 1994, 13(6): 798-806.
- [15] HÖCKER P. Red cell apheresis in autologous preoperative blood donation[J]. *Transfus Apher Sci*, 2001, 24(1): 75-78.
- [16] BEAUMONT J L. L'érythroaphérèse préopératoire permet-elle d'éviter la transfusion homologue?[J]. *Transfus Clin Biol*, 1994, 1(3): 209-213.
- [17] 张宇, 张艳红, 陈会欣, 等. 单采自体储血在多节段腰椎后路椎间融合术中的应用效果研究[J]. *联勤军事医学*, 2023, 9(9): 753-756.
- [18] 李凯旋, 项伟玲, 郝珂, 等. 择期手术患者术前自体血单采备血的应用研究[J]. *浙江医学*, 2022, 44(7): 724-728.
- [19] 陈冠伊, 王丽华, 吴靖辉, 等. 单采深度自体储血技术在巨大神经纤维瘤手术中的临床应用研究[J]. *中国输血杂志*, 2017, 30(12): 1333-1336.
- [20] 王彦, 杨璐, 潘纪春. 深度自体储血在骨科关节置换术中的应用价值研究[J]. *临床输血与检验*, 2019, 21(5): 462-464.
- [21] 王帅, 王振芳, 王亚, 等. 自体浓缩红细胞在Rh(D)阴性患者中的应用探讨[J]. *临床血液学杂志*, 2019, 32(2): 149-151.
- [22] 周俊, 晋晶, 武广隆, 等. 成分单采技术在预存式自体输血中的应用研究[J]. *中国输血杂志*, 2016, 29(3): 239-242.
- [23] GUYATT G H, OXMAN A D, VIST G E, et

- al.GRADE:an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations[J]. BMJ,2008,336(7650):924-926.
- [24] BROZEK J L,AKL E A,JAESCHKE R,et al.Grading quality of evidence and strength of recommendations in clinical practice guidelines:part 2 of 3.The GRADE approach to grading quality of evidence about diagnostic tests and strategies[J].Allergy,2009,64(8):1109-1116.
- [25] KIM M,KIM H S,KIM Y H,et al.Comparison of whole blood collection and double-unit erythrocytapheresis in preoperative autologous blood donation[J].Transfus Apher Sci,2013,49(3):542-547.
- [26] ZHANG J L,CHEN X H,HONG J J,et al.Biochemistry of mammalian ferritins in the regulation of cellular iron homeostasis and oxidative responses[J].Sci China Life Sci,2021,64(3):352-362.
- [27] HINDAWI S,BADAWI M,HUSSEIN D,et al.The impact of blood donation on blood counts and ferritin levels:a multi-center study from the Eastern Mediterranean Region[J].Transfus Apher Sci,2021,60(3):103072.
- [28] MENDRONE A Jr,ARRAIS C A,ALMEIDA NETO C,et al.Impact of allogeneic 2-RBC apheresis on iron stores of Brazilian blood donors[J].Transfus Apher Sci,2009,41(1):13-17.
- [29] KOMATSU F,KAJIWARA M.A pilot study of large volume apheresis of red blood cells and plasma during one donation by allogeneic blood donors[J].Transfus Sci,2000,23(1):55-61.
- [30] HÖGLER W,MAYER W,MESSMER C,et al.Prolonged iron depletion after allogeneic 2-unit RBC apheresis[J]. Transfusion,2001,41(5):602-605.
- [31] SHERMAN L A,LIPPMANN M B,AHMED P,et al.Effect on cardiovascular function and iron metabolism of the acute removal of 2 units of red cells[J]. Transfusion,1994,34(7):573-577.
- [32] MEYER D,BOLGIANO D C,SAYERS M,et al. Red cell collection by apheresis technology[J]. Transfusion,1993,33(10):819-824.
- [33] WU J H,CHEN G Y,WANG L H,et al.Investigation on the feasibility of large-volume autologous red blood cells donation:a pilot trial in a small cohort of Chinese[J].J Clin Apher,2023,38(4):447-456.
- [34] 中国国家标准化管理委员会中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.医院消毒卫生标准[S].2012.
- [35] 中华人民共和国国务院.医疗废物管理条例[S].2003.
- [36] 中华人民共和国卫生部.临床输血技术规范[S].2000.
- [37] 严敏,郁丽娜,陈德芝,等.自体输血[M]//赵桐茂,杨成民,刘进.中华输血学.第2版.北京:人民卫生出版社, 2022:494.
- [38] 欧洲输血委员会.血液成分的制备、使用和质量保证指南[M].胡伟,译.第20版.北京:人民卫生出版社, 2020:209-212.
- [39] DOUKETIS J D,SPYROPOULOS A C,MURAD M H,et al.Perioperative management of antithrombotic therapy:an American college of chest physicians clinical practice guideline[J].Chest,2022,162(5):e207-e243.
- [40] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.献血相关血管迷走神经反应预防和处置指南[S].2018.
- [41] SMITH K J,JAMES D S,HUNT W C,et al.A randomized,double-blind comparison of donor tolerance of 400 mL,200 mL,and sham red cell donation[J]. Transfusion,1996,36(8):674-680.
- [42] YUAN S,GORNBEIN J,SMELTZER B,et al.Risk factors for acute,moderate to severe donor reactions associated with multicomponent apheresis collections[J]. Transfusion,2008,48(6):1213-1219.
- [43] IPE T S,MARQUES M B.Vascular access for therapeutic plasma exchange[J].Transfusion,2018,58(Suppl 1):580-589.
- [44] 治疗性单采过程管理与质量控制专家共识编写组.治疗性单采过程管理与质量控制专家共识[J].临床输血与检验,2023,9(1):1-9.
- [45] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.献血不良反应分类指南[S].2017.
- [46] KESHELASHVILI K,O'MEARA A,STERN M,et al.Adverse events and retention of donors of double red cell units by apheresis[J].Blood Transfus,2016,14(5):391-399.
- [47] MOOG R.Collection of red blood cell units by apheresis[J].Transfus Apher Sci,2013,48(2):141-143.
- [48] GARG K,KAUR P,BEDI R K,et al.Alteration in biochemical parameters during plateletpheresis in healthy donors:a compendious analysis[J].Transfus Clin Biol,2021,28(3):239-245.
- [49] 姚欢,刘晓敏,田静,等.单采自体红细胞患者发生不良反应的危险因素分析[J].陆军军医大学学报,2022,8(8):842-846.
- [50] 南觉斌,陈莉,雷蕾,等.单采血小板献血者不良反应的综合因素分析[J].中国输血杂志,2022,35(6):633-636.
- [51] 吴洁玲.机采献血者献血不良反应的原因及预防和处理[J].中国实用医药,2020,15(11):153-154.
- [52] LOKHANDE T,THOMAS S,KUMAR G,et al. The play of citrate infusion with calcium in plateletpheresis donors[J].Indian J Hematol Blood Transfus,2021,37(2):295-301.
- [53] 周虹,赵敬湘.血浆代用品[M]//赵桐茂,杨成民,刘

- 进.中华输血学.第2版.北京:人民卫生出版社,2022:868.
- [54] 王鸿捷.献血者铁缺乏:现状与管理[J].中国输血杂志,2021,34(1):1-4.
- [55] 郭瑾,施欣,王瑞,等.北京地区全血献血者铁蛋白调查分析[J].中国输血杂志,2021,34(1):4-7.
- [56] 李继红,孙晨,虞菲,等.单采血小板捐献者捐献频次对血红蛋白和血清铁蛋白变化的影响[J].哈尔滨医药,2024,44(1):60-62.
- [57] SWEEGERS M G,ZALPURI S,QUEE F A,et al.Ferritin measurement IN Donors-Effectiveness of iron Monitoring to diminish iron deficiency and low haemoglobin in whole blood donors (FIND'EM):study protocol for a stepped wedge cluster randomised trial[J].Trials,2020,21(1):823.
- [58] TOLKIEN Z,STECHE L,MANDER A P,et al.Ferrous sulfate supplementation causes significant gastrointestinal side-effects in adults:a systematic review and meta-analysis[J].PLoS One,2015,10(2):e0117383.
- [59] PIPERNO A,GIRELLI D,NEMETH E,et al.Blunted hepcidin response to oral iron challenge in HFE-related hemochromatosis[J].Blood,2007,110(12):4096-4100.
- [60] MORETTI D,GOEDE J S,ZEDER C,et al.Oral iron supplements increase hepcidin and decrease iron absorption from daily or twice-daily doses in iron-depleted young women[J].Blood,2015,126(17):1981-1989.
- [61] LIN L,VALORE E V,NEMETH E,et al.Iron transferrin regulates hepcidin synthesis in primary hepatocyte culture through hemojuvelin and BMP2/4[J].Blood,2007,110(6):2182-2189.
- [62] MAST A E,SZABO A,STONE M,et al.The benefits of iron supplementation following blood donation vary with baseline iron status[J].Am J Hematol,2020,95(7):784-791.
- [63] 毛凯,马怡璇,潘红春,等.新型静脉补铁剂的研究进展[J].中国新药杂志,2015,24(6):659-663.
- [64] IKEDA T,TERADA R,NAGURA Y,et al.High-dose intravenous iron supplementation after preoperative autologous blood donation is useful to prevent post-donation/preoperative anemia[J].Transfus Apher Sci,2022,61(3):103348.
- [65] 赵晋英,李艳伟.铁代谢红细胞系调节因子与铁稳态[J].中国生物化学与分子生物学报,2019,35(5):486-492.
- [66] 中华人民共和国卫生部.全血及成分血质量要求[S].2012.
- [67] 欧洲输血委员会.血液成分的制备、使用和质量保证指南[M].胡伟,译.第20版.北京:人民卫生出版社,2020:150-151.
- [68] BOHONEK M,PETRÁS M,TUREK I,et al.Quality evaluation of frozen apheresis red blood cell storage with 21-day postthaw storage in additive solution 3 and saline-adenine-glucose-mannitol:biochemical and chromium-51 recovery measures[J].Transfusion,2010,50(5):1007-1013.
- [69] CHEN Q,CHEN G Y,CHEN J M,et al.Effect of large volume red blood cell apheresis on cardiovascular functions in healthy donors[J].Eur J Clin Invest,2023,53(11):e14047.

(收稿日期:2024-03-25)

(本文编辑:陈洋)

## 读者·作者·编者

### 《临床输血与检验》杂志成功申请CODEN代码

2024年4月1日,我刊编辑部向美国化学文摘社(CA)成功申请到CODEN码CTLMBB。CODEN码是由CA下属International CODEN Service为科技期刊等连续出版物统一分配的刊名缩写代码,是国际通用的刊名识别代码,为国际公认并具唯一性,是国际化版权标志的体现,被广泛应用于国内外文献数据库和检索系统。CODEN码的前四位是本刊英文刊名缩写,第五位(B)是查重码,第六位(B)是校验码。本刊自第26卷(2024年)第2期开始,将CODEN码印在期刊封面右上角。我刊CODEN码的成功申请,有利于期刊未来获得更多国际数据库的收录,加强国际范围内的学术交流、检索与引用,有助于中文输血期刊学术影响力的提升。

《临床输血与检验》编辑部