

血液管理在骨科围手术期的应用进展

沈忠军¹ 汪敏¹ 李骁¹ 赵丽艳¹

[摘要] 骨科手术是一种常见的外科手术,涉及骨骼系统的疾病和损伤的治疗,在骨科手术中不可避免地会出现血液丢失。严重的失血可能会对重要器官功能造成影响,并增加严重并发症和术后死亡率的风险。血液输注是骨科围手术期管理中的重要组成部分,它可以在围手术期帮助患者维持适当的血容量、血红蛋白水平等,并促进患者的康复。血液输注在骨科围手术期的应用进展为骨科手术患者的治疗带来了重要的变革。适应证和指征的明确、管理策略的改进以及后续随访和评估的重视,都有助于提高患者的手术结果和术后康复。因此,文章通过综述血液输注治疗在骨科手术围术期的应用进展,为改进骨科手术围术期患者的血液管理提供新的思路。

[关键词] 血液输注;骨科;围术期

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2024.02.014

[中图分类号] R457.1 **[文献标志码]** A

Advances in perioperative use of blood transfusion in orthopedics

SHEN Zhongjun WANG Min LI Yao ZHAO Liyan

(Department of Blood Transfusion, The Second Hospital of Jilin University, Changchun, 130041, China)

Corresponding author: ZHAO Liyan, E-mail: zhaoliy@jlu.edu.cn

Abstract Orthopedic surgery is a common surgical procedure that involves the treatment of diseases and injuries related to the musculoskeletal system. Blood loss is inevitable during orthopedic surgery. Severe blood loss can have an impact on the function of vital organs and increase the risk of serious complications and postoperative mortality. Blood transfusion plays a crucial role in the perioperative management of orthopedic surgery. It helps patients maintain appropriate blood volume, hemoglobin levels, and coagulation function during the perioperative period, and promotes patient recovery. The application of blood transfusion during the perioperative period of orthopedic surgery has brought significant changes to the treatment of orthopedic surgery patients. Clear indications and guidelines, improvements in management strategies, and emphasis on follow-up and evaluation all contribute to improving patient surgical outcomes and postoperative recovery. Therefore, this article reviews the progress in the application of blood transfusion therapy during the perioperative period of orthopedic surgery, providing new insights for improving blood management in orthopedic surgery patients.

Key words blood transfusion; orthopedics; perioperative period

输血是治疗疾病的重要手段,有助于保持有效容量负荷,改善组织氧供,促进患者术后康复。临床输血包括异体输血和自体输血。异体血输注在临床应用中存在一定的限制和风险,主要包括不良反应如发热、紫癜和溶血反应等限制,以及可能导致肝炎和艾滋病等传染性疾病的传播和感染风险^[1]。自体输血在解决异体血输注的不良反应、减少肝炎和艾滋病等感染风险方面发挥着重要作用,同时能够最大限度地保持自体血液的稳定性和安

全性,因此在临床上的应用率不断增加。在骨科手术中,大量失血和过多的异体输血可能会增加手术并发症的风险,延缓术后康复并降低患者的生活质量。异体输血率的升高成为阻碍患者功能康复的主要问题^[2]。因此,在骨科围手术期,评估患者术前和术后的贫血状况,及时监测和纠正异常凝血功能,努力减少术中出血,并采取正确的输血策略,对于促进患者康复至关重要。

1 骨科围手术期血液输注监测指标

骨科围手术期血液输注指征的改进是血液管理领域的重要进展。传统上,血红蛋白水平被视为判断输血需求的主要指标。然而,随着对患者个体

¹ 吉林大学第二医院输血科(长春,130041)
通信作者:赵丽艳, E-mail: zhaoliy@jlu.edu.cn

化管理需求的不断增加,仅仅依靠血红蛋白水平来决定输血指征已经不再足够。为了更准确地评估患者的贫血状况,需要考虑使用其他血液指标。

1.1 贫血监测指标

研究表明,在骨科手术患者中,术前贫血的发生率约为 27.91%,其中骨折患者术前贫血的发生率最高,与术前非贫血组相比,术前贫血组的患者住院时间更长,围手术期输血的比例和输血量更高^[3]。患者术前血红蛋白水平受到多种因素的影响,包括可能的失血情况或术前进食补液。术后血红蛋白水平同样受到多种因素的影响,包括手术期间的失血量、补液和输血等。术前血红蛋白水平是围手术期输血的独立预测因素^[4]。然而,单纯依靠血红蛋白水平来决定是否输血并不是一个全面的判断标准,还需要考虑患者的整体情况、症状和其他实验室检查结果。还需要利用红细胞相关参数,如红细胞压积(hematocrit, HCT)、红细胞分布宽度、平均红细胞体积、平均红细胞血红蛋白量及平均红细胞血红蛋白浓度等判断鉴别贫血病因从而更有利于对贫血状态针对性治疗。

此外,还应该重视术前血红蛋白水平的动态变化。对于骨科手术,术前血红蛋白水平下降的程度可能是评估贫血程度的重要指标。术前的血红蛋白下降可能表明患者存在隐性失血,需要进一步考虑输血的指征。有研究表明,在髌部骨折围手术期,隐性失血量通常远远超过显性失血量,髌部骨折患者术前血红蛋白水平的下降远远大于手术本身造成的血红蛋白下降。这主要是由于髌部骨折伤后骨折端持续出血导致的“隐性失血”。因此,仅仅依靠入院时的血常规检查结果很可能会低估髌部骨折患者术前的贫血程度^[5]。发生隐性失血的因素有很多,如年龄、止血带和引流管的使用、手术方式、疾病种类及抗凝药等^[6]。在围术期,加强对隐性失血的认识,实时监测和评估隐性失血量,及时预防和治疗因隐性失血引发的贫血问题,能够加快患者康复过程,减少术后并发症的发生,降低死亡率,最终促进患者康复^[7]。

1.2 凝血功能监测指标

围手术期血液管理中,常规凝血功能指标包括血小板计数(platelet count, PLT)、凝血酶时间(thrombin time, TT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、D-二聚体(D-dimer, D-D)和纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)。大量输血治疗会对患者的凝血功能产生明显影响,这是因为输入血液中血小板和凝血因子的含量较少,输注后导致机体血小板浓度下降、凝血功能受

损,同时也会激活机体的纤溶系统,影响血小板功能;此外,外源血液的输入会稀释机体自身的凝血因子,同时血液中的抗凝剂也会进入机体,对凝血功能产生影响^[8]。张丽等^[9]的研究结果表明,在腰椎滑脱内固定术、人工椎体置换术和全膝关节置换术等手术中,与进行相同手术自体输血患者相比,异体输血后患者的 PLT 明显降低,凝血功能指标(PT、APTT、TT)明显延长, FIB 降低, D-D 升高。这些结果提示异体输血可能对凝血功能产生影响。另外,李玉秋^[10]的研究表明,按照红细胞与血浆 1:1 的比例进行输血可更好地调节纤溶系统,有利于预防凝血功能障碍,减轻输血对凝血功能的影响。这意味着在输血过程中,合理调整输血比例和治疗方案可以对凝血功能的恢复和患者康复产生积极的影响。综合来看,针对骨科手术患者的输血管管理我们应密切关注凝血功能的变化,并根据患者的具体情况和手术类型,合理调整输血比例和治疗方案。这有助于预防凝血功能障碍的发生,降低输血相关并发症的风险,促进患者的康复。

除了常规凝血功能指标外,血栓弹力图(thrombelastogram, TEG)是一种能够分析血凝块形成速率、强度和稳定性的检测方法,可以更准确、及时地反映患者的凝血功能状态。TEG 提供了血液凝结过程中各阶段的动态变化和相关信息,可以用于指导成分输血和抗凝治疗药物的监测。TEG 综合评估了凝血功能的各个方面,有助于了解凝血系统的整体状态和血凝块形成的特征。在围手术期,利用 TEG 监测患者的凝血功能具有重要意义。根据 TEG 及时调整输血策略,适当增加血小板、血浆等成分的输入量,从而减轻大量输血对凝血功能造成的不良影响,保持凝血功能的稳定,从而维持围术期凝血功能的稳定,这一方法有助于减少术后出血的风险^[11]。在围手术期使用 TEG 监测患者的凝血功能可以提供关键信息,有助于指导成分输血和抗凝治疗药物的应用,从而改善患者的预后。

1.3 血液流变学监测

血液流变学检测通常用于评估人体血液的流动状态,进而了解血流动力学的变化,它主要关注血液的流动特性和黏滞度等参数,比如全血黏度、血浆黏度、红细胞变形性及红细胞聚集性等。当血液流变学出现异常时,可能会对血流动力学和微循环产生影响,进而影响组织器官的血液供应和代谢,从而引发各种疾病和并发症。在骨科围手术期应用的止血药物治疗、麻醉处理、应激反应、输血、失血、疼痛管理、输液等都有可能影响血液流变学^[12]。监测血液流变学特征可以预测手术风险和预防术后并发症,高黏度血液可能与术后并发症的

风险增加有关。此外,监测血液流变学参数可以优化血液输注策略,如果患者的血液黏度较低,可能需要更少的输血;反之,如果黏度较高,可能需要更多的输血以确保足够的氧供应。这有助于避免不必要的输血,减少输血相关的风险。

1.4 免疫功能监测指标

炎性细胞因子和免疫球蛋白是机体重要的免疫成分,对术后抗感染能力、伤口愈合和刺激造血功能等起关键作用。输血引起的免疫抑制可能导致术后感染风险增加和病死率提高。免疫功能监测指标包括 C-反应蛋白、白细胞计数、淋巴细胞亚群、细胞因子水平及促炎细胞因子/抗炎细胞因子比值等。在骨科手术后,通过监测 C-反应蛋白水平可以评估炎症反应和康复情况,白细胞计数反映感染风险和免疫状态。深入了解淋巴细胞亚群(如 CD4⁺、CD8⁺)有助于评估患者免疫功能状态。同时,细胞因子如肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6) 的监测反映炎症反应和免疫状态,强调了促炎和抗炎细胞因子平衡的重要性。评估术后促炎细胞因子(如 IL-1 β 、IL-8 等)和抗炎细胞因子(如 IL-10)之间的比值,可以反映炎症反应和免疫调节的状态,股骨头坏死、髌关节骨折等髌部疾病会打破体内促炎因子和抗炎因子的平衡,导致 IL-6 和 TNF- α 水平升高,而 IL-10 则具有抑制炎症反应的作用^[13]。研究表明,骨科手术患者输血后,IgG、IgM、CD3⁺、CD4⁺、CD8⁺ 等含量明显降低,而白细胞趋化因子 IL-8 含量明显升高^[9]。自体输血可以增强机体的非特异性免疫功能和细胞免疫功能,促进抗感染相关免疫效应分子的分泌,提高机体的抗感染免疫能力^[14];相反,异体输血患者可以显著抑制免疫球蛋白水平^[15]。因此,在临床治疗过程中应当及时对患者输血前后的免疫功能进行监测,以判断是否存在感染或免疫功能降低,并及时调整治疗策略,降低术后感染风险并改善预后。

2 骨科围手术期输血相关策略

2.1 异体输血

异体输血在急诊抢救和纠正贫血等情况下被广泛应用于临床,但与之相关的风险和并发症不能被忽视。异体输血可能引发病毒感染、免疫抑制、输血相关性急性肺损伤、循环超负荷等潜在的并发症和不良反应。为了减少异体输血相关的不良反应发生,减少或避免输注异体血成为关注的重点。异体输血是创伤术后感染并发症的危险因素^[16]。目前,在骨科术中减少异体输血的方法包括提高外科手术技术水平、采用控制性降压、术中进行合理的血液稀释、术前自体血贮存以及使用促红细胞生

成素等措施。这些方法有助于减少对异体血的需求,从而降低相关风险和减少并发症。

2.2 自体输血

自体输血可以通过术前预采集患者血液、术中回收血液或血液成分,并经过处理后回输给患者,从而解决临床用血紧张的问题。根据血液来源的不同,自体输血可分为回收式自体输血 (salvaged autotransfusion, SAT)、贮存式自体输血 (predeposit autotransfusion, PAT) 和稀释式自体输血 (hemodiluted autotransfusion, HAT) 三种类型。骨科自体输血在脊椎损伤疾病、股骨骨折和骨盆骨折等病种中应用较为广泛。这些病种的手术特点包括手术出血量大、手术时间长、风险和难度高,无法仅通过止血带压迫来控制出血,因此需要使用药物等辅助手段来控制出血。在这些情况下,骨科自体输血可以提供患者自身的血液用于手术期间或术后的输血,以减少对外源性输血的需求。相比于四肢骨折、关节损伤等手术,脊椎损伤疾病、股骨骨折和骨盆骨折手术通常涉及更大的手术出血量和更长的手术时间,因此更适合推广骨科自体输血^[17]。此外,对于血液被开放性损伤污染、溶血、外伤时间超过 6 h、严重肺部感染、恶性肿瘤出血、胸腔积血已出现感染和严重贫血等患者,自体输血并不适合进行。还需要注意的是 Lee 等^[18]的研究使用随机对照实验设计,发现回输自体引流血的患者在隐性失血总量方面呈现增加的趋势,这可能与自体回输过程中可能存在的溶血反应有关。然而,也有其他研究指出,自体血回输患者在隐性失血总量方面并未显示显著差异^[19]。因此,自体血回输对隐性失血的影响目前尚未得出明确结论,还需要进一步的临床研究来加以证实。

2.2.1 SAT SAT 通过回收手术中失血的血液,经处理后再回输给患者自身,对于减少或避免异体输血在骨科手术中具有重要意义。骨科手术后,患者血液呈高凝状态,而 SAT 中的血液呈低凝状态,有助于逆转这种不良影响,从而降低术后静脉血栓形成等并发症的风险^[20]。在骨科髌关节置换术中,SAT 对患者的血常规和凝血功能影响较小,可减少术后并发症、缩短住院时间,减轻经济负担^[21]。相较于存储的异体血,SAT 中回输的自体血液红细胞具有更长的半衰期、较高的 2,3-二磷酸甘油酸含量,能改善患者的氧合能力和携氧能力,相对于异体输血更有优势^[22]。SAT 还能提高抗氧化能力,降低红细胞损伤,减少输血相关不良反应^[23]。在老年骨科患者中,SAT 的应用效果显著,对红细胞和血细胞比容的影响较小,可明显改善脑氧代谢率和术后认知功能^[24]。总体而言,SAT 在

骨科手术中具有独特的应用价值,相对于其他自体输血,能够降低炎症反应、避免抗原相关问题,提高患者的抗氧化能力,减少并发症的发生。

然而,需要注意的是 SAT 的适用范围有一定的限制。一些患者可能不适合进行 SAT,如血液疾病患者、感染性疾病患者或出血倾向较大的患者。此外,在一些紧急情况或特殊手术中,术中可能无法采集足够的自体血液进行回输。同时,回收自体血液可能存在血液质量的不确定性。在回收和保存过程中可能发生血细胞破裂、凝块形成或血小板激活等情况,影响血液质量,可能会对输注后的效果和患者的安全产生影响。因此,在应用 SAT 时,需谨慎评估患者的适用性,并采取适当的措施确保血液质量和患者的安全。

2.2.2 PAT PAT 是一种在患者用血之前预先采集并保存患者的血液或血液成分,以备在患者需要输血时回输给患者的输血方法。在骨科手术中,PAT 作为自体输血方式之一,除了术中 SAT 外,被认为是一种较为理想的选择。研究发现,在择期手术中,术前 1 d 内进行 PAT,患者术后未出现不良反应^[25]。此外,术前 1 d、2 d、3 d 及超过 3 d 采集的 PAT 血液,在患者术后伤口愈合方面表现良好,无明显差异,且未发现血红蛋白和 HCT 方面的显著差异^[26]。因此,PAT 被认为是一种安全有效、简便易行、节约医疗费用和血液资源的输血方式。同时,它有助于避免异体输血带来的血源性传染病和免疫反应问题。然而,需要注意的是,PAT 是否存在输血相关并发症的风险仍需进一步研究。研究结果显示,相比于异体输血,PAT 可能会引起较少的输血相关反应,而其他研究则认为 PAT 在输血过程中无不良反应的发生^[27]。因此,对于 PAT 的安全性和效果还需要更深入的探讨和研究。

2.2.3 HAT HAT 是指患者在手术前采集一定量的自身血液。与此同时,等量的晶体液或胶体液会被输入以维持患者的有效循环血量,以保持血压和脉搏在正常范围内,采集的血液会在手术过程中回输到患者体内。这种方法目的是通过稀释患者的自体血液,降低血液的红细胞浓度,从而减少输血过程中可能引起的血液黏稠度升高和凝血功能异常的风险。同时,输入等量的晶体液或胶体液可以保持患者的循环稳定,以满足手术过程中的血液需求。HAT 包括急性等容量血液稀释(acute normovolemic hemodilution, ANH)和急性高容量血液稀释(acute hypervolemic hemodilution, AHH)。

ANH 是一种在输血过程中通过静注同体积的代血浆制品来稀释血液,旨在减少手术失血量。这

过程可以在短时间内保持自体血液成分的稳定,尤其是减少对重要成分如血小板和凝血因子的丢失,血液稀释后通过降低 HCT 来减少术中因出血或渗血而损失的红细胞。根据稀释后的 HCT 值的不同,ANH 可分为轻度、中度和重度。研究表明在心脏手术中轻度 ANH 将 HCT 稀释至约 32% 时效果最佳^[28]。然而,过度进行重度或不适当的血液稀释可能导致心脏代偿能力不足。在血液稀释前,需要密切监测患者的血流动力学指标。对于脊柱手术患者^[29],轻度血液稀释有助于减少输注悬浮红细胞的量,促进凝血功能的恢复。在老年股骨颈骨折患者中,ANH 联合术中 SAT 法对凝血功能没有明显影响,有助于维持血流动力学稳定^[30]。谢琦等^[31]通过比较老年骨科患者 ANH 组及对照组术前术后的 CD4⁺、CD8⁺、CD4⁺/CD8⁺ 分析发现,ANH 输血方式对老年骨科患者的免疫功能影响不大。柳彤等^[32]研究表明,急性等容血液稀释后短期保存的采集血液中,血浆中麻醉药物浓度基本不会发生改变。然而,在手术中主要操作步骤结束后,回输之前采集的血液可能对患者血浆中麻醉药物如苯磺酸顺阿曲库铵的浓度产生短暂影响。此外,通过 ANH 后回输患者自身的血液,可能会增加血浆中麻醉药物的浓度,延长呼吸功能恢复时间^[33]。因此,在实施 ANH 时需谨慎监测患者的生理状况以及麻醉深度。

AHH 是一种血液保护措施,在手术出血过程中使用晶体胶体制品进行同时静注,而不采集自体血液。它能够避免术中污染的风险。然而,AHH 对患者的心功能和自身血容量有较高的要求,可能对患者的有效循环血量产生较大影响。AHH 要求始终保持高容量状态的血容量,确保术中丢失的血液以等量的胶体液补充,同时通过补充等量的晶体液来弥补术野蒸发的水分和尿量。AHH 能够减少围手术期的输血量,同时具有费用低廉和操作简便的特点。然而,AHH 可能导致机体血红蛋白浓度降低,进而降低血液的携氧能力,引起内脏灌注异常,导致组织器官缺氧^[34]。其他研究表明,在创伤骨科麻醉中,联合控制性降压和 AHH 能够减少术中出血量、术后输血量 and 术中尿量,改善机体的凝血功能和内脏灌注,降低患者血液黏滞度,加快血流,避免血液处高凝状态,减少术后下肢静脉血栓的发生率,同时还可使患者组织血液分布更加均匀,增加对氧的摄取能力,是相对安全的方法^[35]。

2.3 限制性输血与开放性输血

在骨科手术中,由于创伤较大,围手术期内失血过多或贫血等情况常见,因此需要进行输血等纠

正治疗。然而,输注过多的库存血并不能改善各组织的氧合状态,反而可能增加微循环功能障碍并提高术后并发症的发生率^[36]。因此,在骨科围手术期内,根据患者的具体需要进行科学合理的输血显得极为重要,有助于降低术后并发症的发生率并促进患者的预后恢复。

在骨科手术中,开放性输血和限制性输血是2种不同的输血策略。开放性输血是在手术过程中根据患者的血红蛋白水平,考虑贫血程度、心肺功能、年龄和代谢率等因素,决定是否及时给患者输血,目的是保持患者的血红蛋白水平在一定范围内,确保手术期间的血液供应充足。相比之下,限制性输血则更为严格,医生会根据具体输血指征严格控制患者输血的时机和输血量,最大限度地减少输血的需求,降低输血相关并发症的风险。

研究发现,限制性输血与开放性输血在术中低血压发生率和切口感染率方面差异无统计学意义^[37]。然而,限制性输血的输血不良反应率、术中输血量 and 输血费用明显低于开放性输血。此外,限制性输血与开放性输血在住院时间、拆线时间和出院前24 h内血红蛋白水平等方面差异亦无统计学意义^[38]。这些研究结果表明,限制性输血策略可能是一个更有效和经济的选项,在保证患者安全的同时减少输血相关的风险和成本。根据相关指南,当血红蛋白水平低于6~7 g/dL时是异体红细胞输注的指征,而当血红蛋白为7~10 g/dL时需要根据具体情况进行决定,考虑因素包括预期出血量、患者的代偿能力以及患者的代谢率等^[36]。

3 结语

目前在许多骨科手术和麻醉中,常需要进行异体输血。减少或避免异体输血引起的不良反应是当前临床研究的重点。为了降低输血不良反应的发生率,一方面可以增加自体输血,减少异体输血的使用;另一方面可以通过提高临床医生的技术水平,应用氨甲环酸等方式来减少患者的手术失血量,从而避免输血的需要。尽管自体输血可以有效减少异体输血不良反应的发生,但我们不能过度依赖自体血回输。虽然自体血回输可以维持血容量的稳定,但在回收过程中,由于负压吸引、离心、洗涤等步骤会对红细胞造成破坏,所以回输的红细胞量低于实际失血量。对于不同的骨科手术患者,临床医生应积极监测患者的贫血、凝血和免疫等相关功能的变化,并采取适当的输血策略,以减少输血对患者治疗和康复的影响。总体而言,骨科围手术期血液输注的应用在指征、管理策略和安全性方面都取得了显著的进展。这些进展有望改善患者的手术结果和恢复过程,为骨科手术的成功提供更有

效的支持。然而,仍需进一步的研究和临床实践来完善相关的指南和策略,以更好地满足不同患者的需求。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 孔雪艳. 髋关节置换患者术中应用自体血回输的效果观察[J]. 中国民康医学, 2019, 31(18): 72-74.
- [2] 国家卫生健康委加速康复外科专家委员会骨科专家组, 中国研究型医院学会骨科加速康复专业委员会, 中国康复技术转化及促进会骨科加速康复专业委员会. 骨科加速康复围手术期血液管理专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15(10): 733-738.
- [3] 潘雪, 刘丽, 关晓珍, 等. 29317例骨科手术患者术前贫血状况调查研究[J]. 中国输血杂志, 2020, 33(2): 99-102.
- [4] Wertheimer A, Olausson A, Perera S, et al. Fractures of the femur and blood transfusions[J]. Injury, 2018, 49(4): 846-851.
- [5] 姚东晨, 杨明辉, 朱仕文, 等. 老年髋部骨折患者术前隐性失血量分析[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12(12): 955-960.
- [6] 孙磊. 全髋关节置换及全膝关节置换术后隐性失血的研究[J]. 医学信息, 2021, 34(14): 60-62.
- [7] 李燕. 全髋、全膝关节置换术后病人隐性失血量的监测评估及护理[J]. 循证护理, 2022, 8(1): 137-139.
- [8] 王苗, 雷芳, 任艳利, 等. 大量输血对创伤患者电解质平衡及凝血功能的影响[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(33): 67-69.
- [9] 张丽, 张春雷. 围术期异体输血对骨科大手术患者凝血功能和免疫功能的影响[J]. 中国现代医药杂志, 2020, 22(12): 49-52.
- [10] 李玉秋. 不同比例红细胞悬液与新鲜冰冻血浆输注应用于急性创伤患者中的效果[J]. 中外医学研究, 2023, 21(3): 135-139.
- [11] 刘玮, 张乃莹. 血栓弹力图监测止凝血功能在择期骨科手术患者输血中的效果[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(20): 11-14.
- [12] 叶贵光. 老年骨科患者围手术期血液流变学变化及肝素对其影响研究综述[J]. 中国医药指南, 2015, 13(8): 34-35.
- [13] Gwam CU, Mistry JB, Etcheson JI, et al. Decline in allogeneic blood transfusion usage in total hip arthroplasty patients: national Inpatient Sample 2009 to 2013[J]. Hip Int, 2018, 28(4): 382-390.
- [14] 李行勇, 林祥伟, 肖亮生. 联合应用预存式自体输血与术中回收式自体输血对择期手术患者免疫功能的影响[J]. 广东医学, 2013, 34(15): 2365-2367.
- [15] Gong YW, Tang YL, Xue YH, et al. Impact of intraoperative allogeneic and autologous transfusion on immune function and prognosis in patients with hepatocellular carcinoma[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(41): e22568.

- [16] 刘潺,陈杰,闫保娟,等. 未成年人脊柱侧凸后路矫形术中异体输血的危险因素分析[J]. 临床血液学杂志, 2023,36(10):723-727.
- [17] Patel NK, Johns W, Vedi V, et al. Tourniquet and tranexamic acid use in total knee arthroplasty[J]. Arthroplast Today, 2020,6(2):246-250.
- [18] Lee QJ, Chang WY, Wong YC. Blood-sparing efficacy of oral tranexamic acid in primary total hip arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2017,32(1):139-142.
- [19] 苗绍刚. 三种抗凝药物在髌膝关节置换术后预防静脉血栓性疾病的对比研究[D]. 昆明:昆明医科大学, 2014.
- [20] 王文秀,段声吉,杨晓茂,等. 骨科手术中自体血回输的临床效果[J]. 西南医科大学学报, 2022,45(2):127-130.
- [21] 梁锋. 自体血回输在骨科髌关节置换术中的临床应用[J]. 吉林医学, 2021,42(10):2379-2381.
- [22] 罗蔓琳,杨洁,郑兴萍. 自体血回输可改善骨科手术患者血液氧合功能和降低炎症反应[J]. 基因组学与应用生物学, 2019,38(4):1741-1746.
- [23] 喻斌. 自体血回输对骨科手术患者抗氧化能力与红细胞损伤的影响研究[J]. 中国医学创新, 2021,18(29):74-77.
- [24] 张永志,周昶,陶清. 术中回收式自体输血对老年骨科手术患者脑氧代谢率和术后认知功能的影响[J]. 医疗装备, 2018,31(17):122-123.
- [25] 杨建忠,郭星星,陈媛,等. 探索预存式自体输血在骨科择期手术的采集时机[C]. 中国输血协会第九届输血大会论文专辑, 2018:212.
- [26] 孙东旭,孟祥红,程俊晓. 骨科自体预存式储血采血时间的探讨[J]. 北京医学, 2018,40(12):1169-1170.
- [27] 陈宝婷,吴耀建,张晓琳. 贮存式自体输血对骨科择期手术患者术后并发症发生率的影响[J]. 东南国防医药, 2019,21(2):196-196.
- [28] 薛晓英,杨光平,徐明坤,等. 急性等容血液稀释自体输血用于骨科手术中效果分析[J]. 中国现代医生, 2013,51(15):32-33,36.
- [29] 郑进,王冰. 应用不同液体急性等容血液稀释对脊柱手术患者血流动力学的影响[J]. 牡丹江医学院学报, 2017,38(2):70-73.
- [30] 潘晓红. 急性等容血液稀释联合术中回收式自体输血对老年股骨颈骨折患者术后凝血指标变化的影响[J]. 中国现代药物应用, 2019,13(8):69-71.
- [31] 谢琦,林舟丹,张新华,等. 等容稀释性自体输血对骨科老年手术病人凝血和免疫功能的影响[J]. 实用老年医学, 2018,32(2):134-136.
- [32] 柳彤,徐佳明,王金伙,等. 急性等容血液稀释自体血体外隔离期间血浆中麻醉药物浓度变化及回输后对麻醉效应的影响[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2023,28(4):413-418.
- [33] 尹磊,徐佳明,吴敬医,等. 急性等容血液稀释自体血回输对老年骨科手术患者脑电双谱指数与肌松效应的影响[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2021,26(10):1153-1158.
- [34] 曾伟南,杨静,沈彬,等. 华西医院骨科关节置换术加速康复围手术期血液管理临床实践及成效[J]. 川北医学院学报, 2021,36(9):1175-1180.
- [35] 郭健. 创伤骨科麻醉中控制性降压联合急性高容量血液稀释对内脏灌注和胃黏膜内 pH 值的影响[J]. 吉林医学, 2023,44(3):660-663.
- [36] 徐宵寒,虞雪融,黄宇光. 围手术期限限制性红细胞输注的研究进展与指南对比[J]. 中国医学科学院学报, 2019,41(4):541-547.
- [37] 杨占甲. 骨科围手术期限限制性输血和开放性输血的临床疗效对比[J]. 航空航天医学杂志, 2018,29(6):718-719.
- [38] 高凯. 骨科手术中限制性与开放性输血的对比观察[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017,4(11):1995.

(收稿日期:2023-07-23 修回日期:2023-12-15)