

人血白蛋白心外科围手术期应用合理性 多中心回顾性调查分析



潘文斐¹, 于欢¹, 党大胜², 陈丽娟³, 李特⁴, 史天陆⁵, 黄帮华⁶, 李波霞⁷,
弓小雪⁸, 王莹¹

1. 中国医学科学院阜外医院药剂科 (北京 100037)
2. 中国人民解放军北部战区总医院药剂科 (沈阳 110016)
3. 天津市胸科医院药剂科 (天津 300050)
4. 云南省阜外心血管病医院药剂科 (昆明 650102)
5. 中国科学技术大学附属第一医院 (安徽省立医院) 药学部 (合肥 230001)
6. 云南省第一人民医院药剂科 (昆明 650032)
7. 兰州大学第一医院药剂科 (兰州 730000)
8. 济宁市第一人民医院临床药学科 (山东济宁 272000)

【摘要】目的 调查国内多地区心外科围手术期人血白蛋白 (HSA) 临床应用情况, 结合临床指南评价其应用合理性, 为促进 HSA 的合理应用提供参考。**方法** 回顾性收集 2019 年 4—6 月全国 8 家医院行心外科手术患者的病历资料, 统计患者一般资料、HSA 的用法用量、疗程、费用, 用药前后血清白蛋白水平等信息, 分析 HSA 的使用情况, 建立相关评价标准对其应用的合理性进行评价。**结果** 共纳入患者 449 例, HSA 用药合理率为 81.1%。用药疗程 > 2~5 d 居多, HSA 应用总量在 50~99 g 居多, 用药目的主要为提高胶体渗透压、减轻渗出以改善间质水肿和术后扩充血容量。**结论** 保证心外科围手术期 HSA 的合理应用, 防止血液制品滥用需要引起临床的高度重视。

【关键词】 人血白蛋白; 临床应用; 回顾性调查; 合理用药

Multicenter retrospective investigation and analysis of the rationality of the application of human albumin in cardiac surgery during the perioperative period

PAN Wenfei¹, YU Huan¹, DANG Dasheng², CHEN Lijuan³, LI Te⁴, SHI Tianlu⁵,
HUANG Banghua⁶, LI Boxia⁷, GONG Xiaoxue⁸, WANG Ying¹

1. Department of Pharmacy, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China

2. Department of Pharmacy, the Northern Theater Command General Hospital of Chinese PLA, Shenyang 110016, China

3. Department of Pharmacy, Tianjin Chest Hospital, Tianjin 300050, China

4. Department of Pharmacy, Fuwai Yunnan Cardiovascular Hospital, Kunming 650102, China

5. Department of Pharmacy, The First Affiliated Hospital of USTC (Anhui Provincial Hospital), Hefei 230001, China

6. Department of Pharmacy, The First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming 650032, China

7. Department of Pharmacy, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

DOI: 10.12173/j.issn.1005-0698.202305040

通信作者: 王莹, 副主任药师, Email: yaojikewy@sina.cn

8. Institute of Clinical Pharmacy and Pharmacology, Jining First People's Hospital, Jining 272000, Shandong Province, China

Corresponding author: WANG Ying, Email: yaojikewy@sina.cn

【Abstract】Objective To investigate the clinical application of perioperative human serum albumin (HSA) in cardiac surgery in multiple regions in China, and to evaluate the rationality of its clinical application in conjunction with the clinical guidelines, in order to provide a reference for promoting the rational application of HSA. **Methods** The medical records of patients who underwent cardiac surgery from April to June 2019 in eight hospitals across the country were retrospectively collected. The statistical information on patients' general information, the dosage, course of treatment, and cost of HSA, and the serum albumin level before and after medication was analyzed to evaluate the use of HSA. Relevant evaluation criteria were established, and the rationality of its medication was evaluated. **Results** Data from a total of 449 patients were included for analysis, the appropriate rate of medication was 81.1%. The course of medication was mostly >2-5 days and the total amount of HSA was mostly 50-99 g. The main purpose of medication were improving colloid osmotic pressure, reducing exudation to improve interstitial edema, postoperative volume expansion. **Conclusion** Clinical attention should be paid to ensure the rational application of HSA in cardiac surgery during the perioperative period and prevent the abuse of blood products.

【Keywords】 Human serum albumin; Clinical application; Retrospective study; Rational drug use

人血白蛋白 (human serum albumin, HSA) 是构成血浆白蛋白的主要成分, 其生理功能主要是维持血浆胶体渗透压和扩充血容量。外源性 HSA 在临床上应用广泛, 常用于外科手术、创伤以及其他危重患者的抢救。HSA 是一种经常短缺的药物, 价格昂贵, 提高其应用的合理性, 不仅能缓解供求紧张问题, 还能降低患者住院费用, 避免不必要的医疗资源浪费。

在心外科手术体外循环过程中, 患者内皮细胞损伤, 毛细血管通透性增加, 全身发生炎症反应, 白蛋白和体液由血管内转移到细胞间隙, 常发生血容量不足和低白蛋白血症等问题^[1]。目前, HSA 是否需常规应用于心外科围手术期的治疗尚存在争议。有研究^[2]认为 HSA 用于体外循环过程中, 可以减少纤维蛋白原和血小板黏附, 保护内皮细胞, 维持血管壁的完整性, 预防间质水肿, 保持微循环的完整性等, 但目前尚缺少大型临床研究数据证实心外科围手术期应用 HSA 是否优于其他胶体溶液^[3-4]。本研究回顾性调查国内多家医院心外科围手术期 HSA 的临床应用情况, 利用现有的证据进行评价, 为临床 HSA 的合理使用提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究在中国的 7 个城市共计 8 家医院实施, 分别为中国医学科学院阜外医院、中国人民解放军北部战区总医院、天津市胸科医院、云南省阜外心血管病医院、中国科学技术大学附属第一医院、云南省第一人民医院、兰州大学第一医院、济宁市第一人民医院。8 家医院均设有专门的心胸外科, 年手术量超过 1 000 台, 参与研究者均为各医院的临床药师。回顾性调查选取的时段内, 各医院均未对心外科 HSA 的用药进行行政或药学干预。病例纳入标准: 接受心外科手术的成人患者 (≥ 18 岁), 术式为冠状动脉旁路移植术和 (或) 心脏瓣膜置换术, 包含急诊手术; 手术时间为 2019 年 4—6 月。排除标准: 术后 24 h 内死亡; 二次开胸患者; 接受心脏移植的患者; 合并艾滋病、淋巴瘤、转移癌、未转移的实体瘤等消耗性疾病患者; 接受胸腔镜或经皮手术、胸腺切除术、心包切除术和流产手术等患者; 入院时间、手术名称、出院时间、性别、年龄等信息缺失者。本研究

经中国医学科学院阜外医院伦理委员会审查批准（伦理批件编号：2020-1342），并豁免患者知情同意，各分中心也分别按照规定在各单位伦理委员会进行了备案。

1.2 资料收集

按照患者手术时间先后入组，设计调查表，利用各医院信息管理系统和电子病历系统，调取2019年4—6月接受心外科手术成人患者中围手术期使用HSA的相关数据，内容包括性别、年龄、体重、合并症、临床诊断，HSA的用药原因、用法用量、疗程、费用，用药前后血清白蛋白（albumin, Alb）水平等。

1.3 HSA合理用药评价标准

本研究中HSA的临床应用评价标准主要参照美国大学医院联合会（UHC）制订的《人血白蛋白、非蛋白胶体溶液和晶体溶液的使用指南》（以下简称“UHC指南”）^[5]、欧洲《免疫球蛋白及白蛋白使用推荐》^[6]及HSA的药品说明书。低蛋白血症定义为 $\text{Alb} \leq 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，2013年原国家卫生部颁布的卫生行业标准中HSA正常值为 $40 \sim 55 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

符合以下用药指征中任意一项即认定为合理用药： $\text{Alb} \leq 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ；有明显低血容量血症，且已优先应用晶体和其他胶体溶液扩容效果不佳；急性肺水肿和（或）急性肾功能衰竭的患者，配合利尿剂，短期输注浓度为20%~25%的HSA；严重腹泻（ $> 2 \text{ L} \cdot \text{d}^{-1}$ ）；呼吸衰竭、肺水肿。

1.4 统计学分析

应用Microsoft Excel 2013软件逐项、逐份录入相关信息，采用SPSS 22.0软件进行统计分析。连续性变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示，分类变量或离散变量以 $n(\%)$ 表示。两组率的比较，采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料

根据“1.3”项下纳排标准，对各分中心上报的病历资料进行二次筛选，最终纳入8家医院的患者449例，包括中国医学科学院阜外医院251例，中国人民解放军北部战区总医院95例，天津市胸科医院31例，云南省阜外心血管病医院25例，中国科学技术大学附属第一医院18例，云南省第一人民医院18例，兰州大学第一医院

9例，济宁市第一人民医院2例。449例中男性236例（52.6%），女性213例（47.4%）；患者年龄21~81岁，平均年龄（ 55.26 ± 11.37 ）岁；体重39~75.5 kg，平均体重（ 67.03 ± 12.34 ）kg；住院时长7~59 d，平均住院时长（ 17.69 ± 7.78 ）d；术后并发症：脑梗死7例，切口感染1例，应激性溃疡1例，肺部感染13例，心内膜炎1例，出血14例；患者合并疾病：冠心病54例，高血压130例，糖尿病28例，高脂血症33例，高尿酸血症7例，陈旧性脑梗死20例，肺动脉高压110例，房颤130例，慢性肺病11例，肝功能异常15例，肾功能异常10例，心力衰竭70例。

2.2 用药指征及HSA应用的合格率

统计病程中记录的HSA使用原因并进行分类，病程中同时记录有多个用药原因的分别统计，涉及的术后应用HSA原因分布见表1。根据事先设定的合理用药指征，病程记录中用药原因包含提高胶体渗透压、减轻渗出或改善间质水肿的病例均判定为合理；用药原因为术后扩充血容量的病例，若优先应用晶体和其他胶体溶液的病例判定为合理，本研究中有7例用药原因为扩充血容量但未应用其他胶体溶液，且无其他胶体溶液禁忌证，判定为不合理用药；用药原因为低蛋白血症防治和未说明用药原因的病例，若符合围术期存在 $\text{Alb} \leq 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的情况判定为合理，本研究中有15例用药原因为低蛋白血症的防治但围术期血清白蛋白浓度均大于 $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 判定为不合理用药，有63例未说明用药原因且围术期血清白蛋白浓度均大于 $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 判定为不合理用药。合计85例，占总病例数的18.9%。HSA临床应用合格率为81.1%。

2.3 HSA的用量及费用占比

按照术后应用HSA时长进行分组，对各组例

表1 术后应用HSA的原因分布
Table 1. Distribution of reasons for postoperative application of HSA

用药原因	例次	构成比 (%)
提高胶体渗透压	224	49.9
减轻渗出改善间质水肿	199	39.9
未说明	114	25.4
术后扩充血容量	73	16.3
低蛋白血症的防治	34	7.6

数进行统计，同时计算各组的人均 HSA 使用量、住院期间 HSA 药品费用占总药费比例，结果见表 2。术后应用 HSA 以 > 2~5 d 的例数为最多，其次为 0~2 d，但也有 36 例用药超过 5 d，人均 HSA 使用量在 150 g 以上。用药时长 > 2 d 者，

人均 HSA 费用占总药费比例 ≥ 20%。

按照术后 HSA 用药总量进行分组，对各组例数进行统计，具体见表 3。HSA 用药总量以 50~99 g 的例数最多，其次为 20~49 g。

表2 术后HSA用药情况分布 (n, %, $\bar{x} \pm s$)

Table 2. Distribution of postoperative HSA medication use (n, %, $\bar{x} \pm s$)

术后应用HSA时长 (d)	例数	构成比 (%)	人均HSA使用量 (g)	人均HSA费用占总药费比例 (%)
0~2	192	42.8	32.1 ± 19.1	11.5
>2~5	221	49.2	81.1 ± 27.4	23.7
>5~8	28	6.2	150.0 ± 30.8	20.0
≥9	8	1.8	186.3 ± 74.8	26.3

2.4 术后不同HSA用量患者术后并发症发生情况

将术后 HSA 用药总量分为 < 100 g 和 ≥ 100 g 的 2 组，对 2 组术后并发症情况进行统计，其中急性肾损伤的判定根据《急性肾损伤 AKI 诊断和分期标准 (KDIGO)》，即 48 h 内肌酐浓度与基线相比增加 ≥ 26.5 μmol · L⁻¹ 或 7 d 内肌酐浓度较基线水平增加 ≥ 50%，具体见表 4。HSA 用量 ≥ 100 g 组急性肾损伤的发生率高于用量 < 100 g 组 (P < 0.05)，其他术后并发症发生率差异无统计学意义 (P > 0.05)。

2.5 患者Alb水平与HSA的用量

统计患者术后 48 h 内的 Alb 水平，记录最小值。按照术后 48 h 内最低 Alb 水平进行分组，对各组例数进行统计，并计算每组例数占总例数的比例以及各组人均 HSA 使用量，具体见表 5。

表3 术后HSA用药总量情况分布

Table 3. Distribution of total postoperative HSA consumption

术后HSA用药总量 (g)	例数	构成比 (%)
0~19	42	9.4
20~49	127	28.3
50~99	173	38.4
100~149	86	19.2
≥150	21	4.7

术后 48 h 内 Alb 水平小于 30 g · L⁻¹ 的患者占 50.5%，人均 HSA 使用量在 70 g 以上；Alb 水平在 > 30~40 g · L⁻¹ 的患者占 46.6%，人均 HSA 用量高于 56 g；Alb 水平大于 40 g · L⁻¹ 的患者占 2.9%，人均 HSA 用量超过 95 g。

表4 术后不同HSA用量患者术后并发症发生率的比较

Table 4. Comparison of postoperative complication rates in patients with different HSA dosages after surgery

指标	术后HSA用药总量<100 g (n=342)	术后HSA用药总量≥100 g (n=107)	χ^2	P
急性肾损伤	67 (19.6)	39 (36.4)	12.84 ^k	<0.01
脑梗死	5 (1.5)	2 (1.9)	0.00 [#]	1.00
切口感染	1 (0.3)	0 (0)	- [*]	1.00
应激性溃疡	0 (0)	1 (0.9)	- [*]	0.24
肺部感染	10 (2.9)	3 (2.8)	0.00 [#]	1.00
心内膜炎	1 (0.3)	0 (0)	- [*]	1.00
出血	7 (2.0)	2 (1.8)	0.00 [#]	1.00
死亡	2 (0.6)	0 (0)	- [*]	1.00

注：^{*}Pearson χ^2 检验；[#]Fisher 确切概率法，^k连续校正 χ^2 检验。

表5 术后48 h内最低Alb水平与HSA使用量

Table 5. Minimum Alb level and HSA consumption within 48 hours after surgery

Alb水平范围 (g · L ⁻¹)	例数	构成比 (%)	人均HSA使用量 (g)
<25	49	10.9	77.3 ± 41.4
25~30	178	39.6	72.8 ± 46.9
>30~35	136	30.3	56.2 ± 37.1
>35~40	73	16.3	56.7 ± 44.3
>40	13	2.9	95.4 ± 57.8

3 讨论

3.1 HSA使用基本情况

研究中住院期间 HSA 应用天数 > 2~5 d 的患者最多, 其次为 0~2 d, 使用总量在 50~99 g 最多, 其次为 20~49 g。由于 HSA 的单价较高, 使用量大, 导致患者的用药负担加重, 用药时长超过 2 d 的患者, 平均 HSA 费用占住院期间药品总金额的 20% 及以上。本研究显示, 术后 HSA 用量 ≥ 100 g 的患者, 急性肾损伤的发生率显著高于 HSA 用量 < 100 g 的患者, 其他术后并发症发生率两组差异无统计学意义。然而 HSA 用量大是肾功能异常的原因还是结果仍需要进一步的研究。术后 48 h 内最低 Alb 水平与人均 HSA 用量的关系呈现中间少, 两边多的态势。

3.2 HSA用药的合理性

由于 HSA 资源稀缺、价格昂贵, 其临床应用是否合理越来越受到重视。HSA 在临床应用广泛, 文献报道^[7-8]中对全院 HSA 用药合理性进行评价时, 常将心外科应用 HSA 直接判断为合理。心外科术后患者临床情况复杂多变, HSA 的用量、疗程需要根据患者病情确定, 对于 HSA 合理应用的判定多集中在适应证的合理性。目前未有对心外科围手术期 HSA 用药合理性单独进行评价的报道。

心脏外科围手术期应用 HSA 常用于扩充血容量、缓解术后液体超载和间质水肿、纠正低蛋白血症、体外心肺循环泵预充液等。

5% HSA 为等渗溶液, 用于扩充血容量, 增加等体积的血容量, 可以用于失血过多的患者补充血容量和液体复苏治疗。《人血白蛋白在危重症患者应用专家共识》^[9]推荐 HSA 用于心外科围手术期休克患者的液体复苏治疗, 但应优先给予晶体和非蛋白胶体复苏再给予 HSA^[5-6], 不建议将 HSA 作为液体复苏的一线选择。建议采用目标导向的液体疗

法^[10-11], 使用器官灌注的综合测量参数动态评估手术期间和术后的容量状态、血管阻力和心输出量等, 确定 HSA 输注的时机和剂量, 实现充分复苏, 避免过度复苏。本研究中有 73 例患者用药原因为术后扩充血容量, 但扩充血容量通常在术后早期需要应用 HSA, 部分患者在血容量正常, 且无其他适应证的情况下仍较长时间应用 HSA。然而本研究为回顾性研究, 很难识别出患者血容量正常的节点, 该部分患者被判断为合理用药。其中有 7 例仅使用 HSA 而未应用其他胶体溶液, 不符合优先给予非蛋白胶体复苏的要求, 判定为不合理用药。

高渗 (20% 或 25%) HSA 配合利尿剂, 可以缓解心脏手术后液体超载和间质水肿^[12]。高渗 HSA 注入人体后会在几分钟内使液体从组织间隙进入血液循环, 可达到高于输注溶液 4~5 倍的扩容效果, 对伴有水肿的患者更适用。《免疫球蛋白及白蛋白使用建议》^[6]中推荐对于 Alb < 20 g · L⁻¹、有明显低血容量血症和 (或) 急性肺水肿和 (或) 急性肾功能衰竭的患者, 配合利尿剂, 短期输注 20%~25% 的 HSA。本研究将用药原因为减轻渗出、改善间质水肿判断为合理用药, 若按照意大利输血医学与免疫血液学协会工作组的推荐意见, 仅在 Alb 水平严重降低, 即低于 20 g · L⁻¹ 时适用, 且 HSA 应为短期输注, 按照该标准, 则多数 HSA 用药原因为减轻渗出、改善间质水肿的患者应判定为不合理。本研究中减轻渗出、改善间质水肿有 199 例, 多数与其他用药原因共存。

低蛋白血症患者的死亡率和发病率更高^[13], HSA 经常用于防治低蛋白血症, 但对于低蛋白血症的纠正是否改善预后尚存争议^[14-15]。心外科患者低蛋白的原因是体外循环术后因毛细血管通透性增加引起液体向组织间隙转移, Alb 在血管外的分布明显增加, 可导致血容量不足和血浆胶体渗透压降低。输入的 HSA 分布到组织液中, 对

提高血浆胶体渗透压的意义不大。手术结束后机体应激反应逐渐恢复,渗透到组织液的白蛋白会回流到血管内,Alb 水平可自行恢复;而且肝脏本身具有合成 Alb 的功能,对于血流动力学稳定且不伴有水肿的低蛋白血症患者,重要的是治疗原发病,不推荐常规应用 HSA。本研究中防治低蛋白血症有 34 例,多数与其他用药原因共存,其中 15 例用药原因仅为防治低蛋白血症,且其围手术期 Alb 均大于 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$,判定为不合理用药,其他病例判定为合理。

HSA 作为胶体溶液可用于体外心肺循环泵预充液^[16],通过提高泵中的胶体渗透压,减少血管内液体外移,目前在体外循环下,晶体是扩容的一线药物,与非蛋白胶体结合可较好地避免液体在肺间质积聚。HSA 不作为常规用药,仅限高危患者,如体重过低、心脏移植、肺血栓栓塞切除、高龄、再手术、血小板减少、泵运时间过长的患者^[12]。本研究中,未见病程记录中将泵预充液作为用药原因,可能是因为预充液仅在术中应用。

3.3 药师在心外科围手术期 HSA 合理使用中的作用

心外科应用 HSA 剂量大、时间长,给患者带来沉重的经济负担,药师可以通过多种方式综合干预,提高 HSA 的合理使用,降低 HSA 用量。文献^[17-18]报道常见的方式包括制定本院 HSA 使用标准、设立严格的 HSA 使用审批制度和流程、举办循证医学为依据的 HSA 合理使用讲座,加强临床医师的从业培训和宣传,提供强有力的文献资料供医师学习,定期进行 HSA 使用情况点评,与违规用药医师进行沟通等,经过干预同期使用 HSA 的人数、平均用量、HSA 占药品总费用均大幅度下降,且未对患者病情造成负面影响^[19-20]。临床药师参与、建立评估体系等方式能协助医师在正确的时机为患者开具正确的药物和正确的剂量,避免药物间不良相互作用,有效促进 HSA 在临床准确、合理、有效地使用。建议药师与医护人员合作,建立合理使用评价体系,加大干预力度,避免药物滥用。

3.4 研究局限性

① HSA 用量调查方面,部分医院存在 HSA 外购的情况,并不包含在本研究的数据范围内,因此实际用药总量、用药时长和药品费用较本研究所显示的数据更高。② HSA 用药合理性判断方

面,本研究为回顾性分析,根据患者病程记录中 HSA 用药原因和围手术期 Alb 的水平判断用药合理性,部分病历中对于用药指征未记录或记录不全,对合理性判断造成一定影响。在实际应用中,部分患者初始有用药指征,随着病情好转,原来的用药指征消失后仍继续应用 HSA,若将该部分患者判定为不合理用药,则实际处方合理率更低。③本研究仅进行了横断面研究,缺乏临床药师介入 HSA 应用管理前后临床使用 HSA 情况的对比,后期可考虑进行该方面研究,为临床合理用药提供进一步的参考。

3.5 小结

对于 HSA 治疗血液动力学稳定的低蛋白血症、用于营养支持应该严格进行控制,HSA 作为术后扩容的二线用药,是缓解水肿的临时用药,不应作为促进患者快速康复的免疫增强剂或者营养药。目前,不同国家、地区对于 HSA 的合理应用均有用药指南,但由于循证依据不同,判断标准也不尽相同,再加上疾病与患者自身情况的复杂性,缺乏 HSA 应用的大型临床研究等问题,目前各种指南推荐意见不完全一致,且药品说明书及指南标准适应证依然存在循证医学证据不充分的现象,给临床合理使用 HSA 造成困惑。

2012 年原北京市卫生局组织制定了《北京市医疗机构处方专项点评指南(试行)》,其中第二部分专项处方点评指南中包括了血液制品处方点评指南,HSA 也在其中,北京很多医院也参照该指南对临床使用 HSA 进行点评和反馈,但由于现代医疗水平和对疾病及药物认知的局限性,以及缺少全国性的统一标准,导致临床用药时没有统一的标准和要求,增加了药师在促进 HSA 合理用药工作中的难度。在血液制品紧缺的背景下,提升全国 HSA 合理用药水平的问题亟待解决,2023 年 1 月国家卫生健康委办公厅关于印发《第二批国家重点监控合理用药药品目录的通知》中将 HSA 纳入目录中,充分说明了国家要进一步加强血液制品临床合理使用的管理。建议增加对心外科合理应用 HSA 的关注度,开展大规模的随机对照试验对争议较大的问题进行研究,为 HSA 的合理使用提供更多的循证医学证据,希望国家尽快推出统一的使用标准,加强临床用药监督管理,让医药护人员共同合作来改善 HSA 的用药现状。

参考文献

- 1 Zausig YA, Chappell D, Becker BF, et al. The impact of crystalloidal and colloidal infusion preparations on coronary vascular integrity, interstitial oedema and cardiac performance in isolated hearts[J]. *Critical Care*, 2013, 17(5): R203–212. DOI: 10.1186/cc12898.
- 2 Moret E, Jacob MW, Ranucci M, et al. Albumin—beyond fluid replacement in cardiopulmonary bypass surgery: why, how, and when?[J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 18(3): 252–259. DOI: 10.1177/1089253214535667.
- 3 Bignami E, Guarnieri M, Gemma M. Fluid management in cardiac surgery patients: pitfalls, challenges and solutions[J]. *Minerva Anestesiologica*, 2017, 83(6): 638–651. DOI: 10.23736/S0375–9393.17.11512–9.
- 4 Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials[J]. *BMJ*, 1998, 317(7153): 235–240. DOI: 10.1136/bmj.317.7153.235.
- 5 Vermeulen LC Jr, Ratko TA, Erstad BL, et al. A paradigm for consensus. The University Hospital Consortium guidelines for the use of albumin, nonprotein colloid, and crystalloid solutions[J]. *Arch Intern Med*, 1995, 155(4): 373–379. DOI: 10.1001/archinte.155.4.373.
- 6 Liunbruno GM, Bennardello F, Lattanzio A, et al. Italian Society of Transfusion Medicine and Immunohaematology (SIMTI). Recommendations for the use of albumin and immunoglobulins[J]. *Blood Transfus*, 2009, 7(3): 216–234. DOI: 10.2450/2009.0094–09.
- 7 周虹, 王华光, 刘丽宏. 468 例人血白蛋白临床应用调查与分析 [J]. *中国药物应用与监测*, 2014, 11(5): 311–315. [Zhou H, Wang HG, Liu LH. Analysis of the clinical application of human serum albumin in 468 patients[J]. *Chinese Journal of Drug Application and Monitoring*, 2014, 11(5): 311–315.] DOI: CNKI:SUN:YWYY.0.2014–05–020.
- 8 程娟, 吴华, 吴国翠, 等. 基于循证医学建立我院人血白蛋白临床使用评价的标准 [J]. *中国药房*, 2017, 28(2): 257–261. [Cheng J, Wu H, Wu GC. Establishment of evaluation standards for clinical use of human serum albumin in our hospital based on evidence-based medicine[J]. *China Pharmacy*, 2017, 28(2): 257–261.] DOI: 10.6039/j.issn.1001–0408.2017.02.32.
- 9 Yu YT, Liu J, Hu B, et al. Expert consensus on the use of human serum albumin in critically ill patients[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2021, 134(14): 1639–1654. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001661.
- 10 Aya HD, Cecconi M, Hamilton M, et al. Goal-directed therapy in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2013, 110: 510–517. DOI: 10.1093/bja/aet020.
- 11 Johnston LE, Thiele RH, Hawkins RB, et al. Goal-directed resuscitation following cardiac surgery reduces acute kidney injury: a quality initiative pre-post analysis[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 159: 1868–1877. e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.03.135.
- 12 Chinese Association of Cardiovascular Surgeons, Chinese Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Chinese Society of Cardiothoracic and Vascular Anesthesiology. Expert consensus on the use of human serum albumin in adult cardiac surgery[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2023, 136(10): 1135–1143. DOI: 10.1097/CM9.0000000000002709.
- 13 Karas PL, Goh SL, Dhital K. Is low serum albumin associated with postoperative complications in patients undergoing cardiac surgery?[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2015, 21(6): 777–786. DOI: 10.1093/icvts/ivv247.
- 14 Kingeter AJ, Raghunathan K, Munson SH, et al. Association between albumin administration and survival in cardiac surgery: a retrospective cohort study[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(11):1218–1227. DOI: 10.1007/s12630–018–1181–4.
- 15 Jiang Y, Shaw AD. Albumin supplementation as a therapeutic strategy in cardiac surgery: useful tool or expensive hobby?[J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(5): 983–985. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001052.
- 16 欧阳生珀, 童荣生. 人血白蛋白的合理应用概述 [J]. *中国医院药学杂志*, 2021, 41(4): 425–429. [Ouyang SP, Tong RS. Rational usage of human albumin[J]. *Chinese Journal of Hospital Pharmacy*, 2021, 41(4): 425–429.] DOI: 10.13286/j.1001–5213.2021.04.18.
- 17 韩小年, 马莉. 药学服务对人血白蛋白合理应用的干预效果评价 [J]. *临床药物治疗杂志*, 2016, 14(1): 43–46. [Han XN, Ma L. Effects of pharmaceutical intervention on rational clinical use of human serum albumin[J]. *Clinical Medication Journal*, 2016, 14(1): 43–46.] DOI: 10.3969/j.issn.1672–3384.2016.01.009.
- 18 谢希晖, 杜柏荣, 李娟, 等. 药师干预审批制度的建立对医院人血白蛋白合理使用的影响 [J]. *中国药*

- 事, 2016, 30(3): 228–233. [Xie XH, Du BR, Li J, et al. Influence of pharmacists' intervention of approval system on the rational use of human albumins in the hospital[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2016, 30(3): 228–233.] DOI: 10.16153/j.1002–7777.2016.03.005.
- 19 Buckley MS, Knutson KD, Agarwal SK, et al. Clinical pharmacist-led impact on inappropriate albumin use and costs in the critically ill[J]. Ann Pharmacother, 2020, 54(2): 105–112. DOI: 10.1177/1060028019877471.
- 20 Rabin J, Meyenburg T, Lowery AV, et al. Restricted albumin utilization is safe and cost effective in a cardiac surgery intensive care unit[J]. Ann Thorac Surg, 2017, 104(1): 42–48. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.10.018.

收稿日期: 2023 年 05 月 15 日 修回日期: 2023 年 12 月 04 日
本文编辑: 沈静怡 杨燕