

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.009

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.009>

铁缺乏对冠状动脉旁路移植术患者围手术期预后的影响： 倾向性评分匹配对比研究

周任，施盛，王利民，沈锋，庄瑜，虞敏

(上海交通大学附属第一人民医院心脏及大血管外科，上海 200080)

[摘要] 目的：铁缺乏对心脏手术围手术期结果的影响存在争议，利用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)探索铁缺乏对冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)围手术期的影响。方法：纳入2015年1月至2017年12月于上海交通大学附属第一人民医院心脏及大血管外科行CABG的284例患者，根据血清铁蛋白及转铁饱和度水平，分为铁缺乏组与铁充盈组，收集围手术期资料，利用PSM调整风险，分析围手术期病死率、主要心脑血管不良事件发生率及相关并发症发生率。结果：共68例患者合并铁缺乏(23.9%)，铁缺乏组术前血红蛋白水平比铁充盈组显著低下($P < 0.05$)，年龄更大($P < 0.05$)，女性更多($P < 0.05$)，经PSM消除差异，两组围手术期病死率(6.3% vs 1.1%, $P = 0.083$)和主要心脑血管不良事件发生率(6.3% vs 5.4%, $P = 0.844$)相比较，差异无统计学意义。在次要观察终点中，铁缺乏组术后引流量[(952±497) mL vs (796±307) mL, $P = 0.041$]显著增多，其余次要观察终点2组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论：CABG患者合并铁缺乏往往表现出更低的血红蛋白水平，且年老及女性患者更多。在排除差异因素后，铁缺乏除导致术后引流量增多以外，对CABG患者围手术期的影响较小。

[关键词] 铁缺乏；冠状动脉旁路移植术；倾向性评分匹配

Impact of iron deficiency on perioperative outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting: A propensity score matching comparative study

ZHOU Ren, SHI Sheng, WANG Limin, SHEN Feng, ZHUANG Yu, YU Min

(Department of Cardiac and Macrovascular Surgery, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200080, China)

Abstract **Objective:** To explore the impact of iron deficiency on perioperative outcomes of patients undergoing coronary artery bypass grafting (CABG). **Methods:** A total of 284 patients who underwent CABG in the Department of Cardiovascular and Large Vascular Surgery of the First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University from January 2015 to December 2017 were included. According to the serum ferritin and transferrin saturation levels, they were divided into an iron deficiency group and an iron sufficiency group. The perioperative

收稿日期 (Date of reception): 2020-06-26

通信作者 (Corresponding author): 虞敏, Email: minyudr@163.com

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金 (81300094). This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (81300094).

data were collected and the risk was adjusted by using PSM. The mortality rate, the incidence of major cardiovascular and cerebrovascular adverse events and related complications during perioperative period were analyzed. **Results:** All the 68 patients were enrolled into iron deficiency group. Compared with the iron sufficiency group, the iron deficiency group was composed of more aged patients, more females, and more anemic patients. After PSM, there was no statistical difference in in-hospital mortality (6.3% vs 1.1%, $P=0.083$) and major adverse cardiovascular events (6.3% vs 5.4%, $P=0.844$) between the two groups. Among the secondary observation end points, the postoperative drainage volume in the iron deficiency group [(952±497) mL vs (796±307) mL, $P=0.041$] was significantly increased, but the differences in the remaining end points were not statistically significant. **Conclusion:** The patients underwent CABG with iron deficiency showed lower hemoglobin level and consisted of more elders and females. But iron deficiency appears to have little impact on the perioperative outcomes of CABG patients except for increased postoperative drainage.

Keywords iron deficiency; coronary artery bypass grafting; propensity score matching

铁缺乏是常见的营养性疾病之一，可见于较多心脏疾病患者，慢性心力衰竭的患者尤为突出^[1-2]。相关研究^[3]表明：择期心血管手术的患者至少有20%属于绝对铁缺乏，而约20%的患者则处于铁低储备的状态。铁缺乏往往导致不同程度的贫血。多项研究^[4-5]报道：术前贫血是心脏手术预后不佳的独立危险因素之一，与术后输血、多种并发症及围手术期死亡密切相关。但目前尚未有足够多的临床研究证明铁缺乏是心脏手术的独立危险因素。目前有国外的前瞻性研究^[6]认为铁缺乏会导致心脏手术患者更高的围手术期病死率，但新近的基础研究^[7]却发现减少细胞内铁能改善心肌缺血再灌注损伤造成的铁死亡，铁缺乏反而具有心肌保护作用。因此铁代谢状态可能在围手术期具有更复杂的临床意义。因此，本研究利用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)的方法，对比铁缺乏患者在行冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)的围手术期病死率及并发症发生率，初步论证铁缺乏对患者围手术期结果的作用，为后续临床研究和诊疗方案提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

纳入2015年1月至2017年12月于上海交通大学附属第一人民医院心脏及大血管外科行CABG的连续病例284例，纳入标准：1)年龄18~80周岁；2)单纯行CABG，不合并瓣膜及大血管手术；3)术后常规进行双联抗血小板治疗。排除标准：1)急诊手术；2)术中紧急中转体外循环；3)再次行CABG

患者；4)合并严重肝肾功能异常；5)左室射血分数(left ventricle ejection fraction, LVEF) <35%。其中男221例，女63例，年龄(65.5±9.7)岁，体重(68.3±11.3) kg。术前LVEF为(59.6±22.0)%。本研究已通过上海交通大学附属第一人民医院医学伦理学委员会审批，患者均签署知情同意书。

1.2 铁缺乏标准及分组

根据相关指南^[8-11]，将铁缺乏定义为：1)血清铁蛋白含量<100 μg/L；2)血清铁蛋白为100~300 μg/L且转铁蛋白饱和度<20%。所有患者术前均进行了铁代谢相关指标的检测。根据患者是否合并铁缺乏，分为铁缺乏组与铁充盈组。

1.3 观察终点

根据2014年美国心脏病学会基金会和美国心脏协会颁布的心血管研究终点事件指南^[12]推荐，主要围手术期终点事件包括：1)主要心脑血管不良事件(包括心血管病死亡、非致死性心肌梗死及非致死性缺血性卒中)；2)全因死亡。

次要观察终点事件：输血比例(红细胞输注量)、术后总引流量、呼吸机使用天数、术后急性肾损伤(诊断符合美国心脏协会定义心脏术后急性肾损伤^[13])、院内感染发生率(符合我国卫生部颁发的院内感染诊断标准^[14])及术后LVEF。

1.4 PSM 方法

虽然纳入研究的铁缺乏组和铁充盈组患者人群间各项特征值大致接近，为更好地消除回顾性分析中常见的选择性偏差，应用PSM以更精确地调整两组间术前基线数据的差异。对术前基线数

据进行初筛, 将 $P < 0.05$ 的项目筛选为协变量, 筛选出性别、年龄、血红蛋白量。其中年龄、血红蛋白为数值变量, 性别为分类变量。匹配的方法采用最近邻法, 按照1:2进行, 选择Caliper值为0.1, 通过SPSS 22.0配合R(version 2.15.2)及psmatching 3.04插件实现。以铁缺乏组为因变量, 建立多因素logistic回归模型, 获得倾向性得分及匹配后的新数据库。匹配前, 两组基线特征的差异具有统计学意义($\chi^2=19.8, P=0.022$), 即两组患者基线特征不平衡。匹配后, 两组基线特征差异无统计学意义($\chi^2=12.9, P=0.311$), 即两组患者基线特征平衡。PSM后, 铁缺乏组有48例患者纳入新组, 铁充盈组有92例患者入组。

1.5 统计学处理

采用Excel 2016整理数据, 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析。计量资料若服从正态分布采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)进行描述, 若不服从正态分布, 则采用中位数(四分位间距)表示。计数资料采用例数(%)描述。计量资料服从正态性, 采用配对 t 检验; 如果不服从正态分布, 采用非参数Wilcoxon符号秩检验。计数资料差异检验采用 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 PSM 前后基线资料

铁缺乏组共纳入68例患者, 铁蛋白含量为(124.2 ± 81.9) $\mu\text{g/L}$, 占比为23.9%(68/284); 其中铁蛋白含量 $< 100 \mu\text{g/L}$ 为30例, 铁蛋白含量为(62.9 ± 24.4) $\mu\text{g/L}$, 占比为44.1%(30/68)。铁充盈组纳入216例患者。通过对基线数据的单因素分析, 其中两组的基线数据可纳入协变量的为年龄($P=0.041$)、性别($P=0.018$)、血红蛋白($P=0.045$)。经过PSM从铁缺乏组重新纳入48例患者, 从铁充盈组匹配得到92例患者。PSM后, 两组的基线数据除了因铁缺乏导致的铁蛋白量, 差异均无统计学意义(表1)。

2.2 临床结果

284例患者均接受了CABG术, 其中接受体外循环下CABG术的患者为161例(56.7%)。术后呼吸机带管中位数时间为0.8(四分位间距1.0) d, 术后总引流量为(895 ± 436) mL, 输血131例(46.7%)。术后7 d内复查心脏彩超, LVEF为(57.9 ± 9.6)%; 住院时间平均19.6(7.0) d。围手术期死亡10例(低心排综合征3例, 围手术期脑梗死3例, 多器官功能衰竭4例), 病死率为3.5%。

表1 入组患者的基线数据

Table 1 Comparison of baseline data of patients

项目	PSM前			PSM后		
	铁缺乏组 ($n=68$)	铁充盈组 ($n=216$)	P	铁缺乏组 ($n=48$)	铁充盈组 ($n=92$)	P
年龄/岁	67.7 ± 9.6	65.0 ± 10.0	0.041	67.1 ± 8.8	65.8 ± 9.2	0.292
体重指数/($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	24.0 ± 4.0	24.4 ± 3.6	0.675	23.8 ± 2.8	23.6 ± 3.3	0.701
女性/[例(%)]	24 (35.3)	40 (18.5)	0.018	14 (29.2)	25 (27.2)	0.803
高血压/[例(%)]	40 (58.8)	134 (62.0)	0.637	28 (58.3)	60 (65.7)	0.424
糖尿病/[例(%)]	32 (47.1)	75 (34.7)	0.122	25 (52.1)	38 (41.3)	0.224
吸烟史/[例(%)]	10 (14.7)	27 (12.5)	0.617	10 (16.7)	8 (10.9)	0.331
术前LVEF/%	56.6 ± 11.8	59.4 ± 9.5	0.126	56.3 ± 12.2	57.8 ± 8.6	0.595
血红蛋白/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	126.0 ± 17.6	131.4 ± 16.7	0.045	128.6 ± 15.7	127.8 ± 14.6	0.753
铁蛋白/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	124.2 ± 82.0	329.7 ± 192.1	< 0.001	127.4 ± 83.1	333.6 ± 218.3	< 0.001
转铁蛋白饱和度/%	21.7 ± 9.7	35.1 ± 5.3	0.05	22.0 ± 1.0	38.1 ± 6.8	0.025
血肌酐/($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	92.3 ± 77.6	104.5 ± 113.9	0.507	89.4 ± 67.1	107.5 ± 88.2	0.307
体外循环/[例(%)]	37 (54.4)	114 (52.8)	0.810	27 (56.3)	52 (56.5)	0.975

2.2.1 主要观察终点

PSM前，铁缺乏组围手术期病死率较铁充盈组升高(5.9% vs 2.8%， $P=0.329$)，但差异无统计学意义。铁缺乏组患者主要心脑血管不良事件发生率同样高于铁充盈组，但差异无统计学意义(8.8% vs 5.6%， $P=0.533$)。

PSM后，铁缺乏组围手术期死亡共3例，2例死于低心排量综合征，1例死于多器官功能衰竭；而铁充盈组死亡1例，死于围手术期脑梗。围手术期病死率铁缺乏组稍高，但差异无统计学意义(6.3% vs 1.1%， $P=0.083$)。铁缺乏组发生主要心脑血管不良事件3例(其中2例为心肌梗死，1例为非致死性脑血管意外)，铁充盈组发生5例(其中非致死性心肌梗死2例，脑血管意外3例)，两组患者发生率差异无统计学意义(6.3% vs 5.4%，

$P=0.844$ ；表2)。

2.2.2 次要观察终点

PSM前，铁缺乏组的术后总引流量[(1 006±492) mL vs (839±464) mL， $P=0.019$]和输血(55.9% vs 41.2%， $P=0.043$)均高于铁充盈组患者，差异有统计学意义。红细胞输注量、呼吸机使用天数、急性肾损伤、院内感染及术后LVEF两组的差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ，表3)。

PSM后，铁缺乏组的术后总引流量仍高于铁充盈组[(952±497) mL vs (796±307) mL， $P=0.041$]，差异有统计学意义。同时铁缺乏组输血比例大于铁充盈组(54.2% vs 43.5%， $P=0.129$)，但差异无统计学意义。红细胞输注量、呼吸机使用天数、急性肾损伤、院内感染及术后LVEF两组的差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ，表3)。

表2 主要观察终点事件结果

Table 2 Comparison of primary clinical outcomes of patients

主要观察终点	<i>n</i>	死亡/[例(%)]	主要心脑血管不良事件/[例(%)]
PSM前			
铁缺乏组	68	4 (5.9)	6 (8.8)
铁充盈组	216	6 (2.8)	12 (5.6)
<i>P</i>		0.329	0.533
PSM后			
铁缺乏组	48	3 (6.3)	3 (6.3)
铁充盈组	92	1 (1.1)	5 (5.4)
<i>P</i>		0.083	0.844

表3 次要观察终点事件结果

Table 3 Comparison of secondary clinical outcomes of patients

次要观察终点	PSM前			PSM后		
	铁缺乏组(<i>n</i> =68)	铁充盈组(<i>n</i> =216)	<i>P</i>	铁缺乏组(<i>n</i> =48)	铁充盈组(<i>n</i> =92)	<i>P</i>
术后总引流量/mL	1 006 ± 492	839 ± 464	0.019	952 ± 497	796 ± 307	0.041
输血/[例(%)]	38 (55.9)	89 (41.2)	0.043	26 (54.2)	40 (43.5)	0.129
红细胞输注量/U	3.1 ± 6.0	2.2 ± 4.4	0.499	2.5 ± 3.5	2.2 ± 3.5	0.662
呼吸机使用天数	1.0 (1.1)	1.0 (1.1)	0.802	1.0 (1.1)	1.0 (1.1)	0.953
急性肾损伤/[例(%)]	3 (4.4)	8 (3.7)	0.770	2 (4.2)	1 (1.1)	0.248
院内感染/[例(%)]	3 (4.4)	4 (1.8)	0.481	1 (2.1)	4 (4.3)	0.352
术后LVEF/%	57.2 ± 10.8	58.3 ± 9.4	0.444	57.1 ± 8.9	59.1 ± 9.5	0.220

3 讨论

在本研究中, 23.9%的CABG患者合并铁缺乏, 铁缺乏组患者较于铁充盈组患者的年龄更大、女性患者更多以及血红蛋白水平更低。为减少各项已知会对结果产生偏移的混杂因素的影响, 尤其是贫血对预后造成的影响, 我们采用了PSM的统计方法。匹配后, 铁缺乏组病死率仍然略高于铁充盈组患者, 但差异无统计学意义。本研究结果显示: PSM后两组主要心脑血管不良事件发生率差异很小, 因此推测铁缺乏对于CABG的围手术期主要心脑血管不良事件影响较小。

据世界卫生组织^[15]报道: 全球约超过20亿人患有铁缺乏。其中高达37%~61%的慢性心力衰竭患者合并存在铁缺乏, 而铁缺乏会显著降低慢性心力衰竭患者的运动耐量和生活质量, 提高远期病死率^[16]。心血管疾病合并铁缺乏的原因较为复杂, 已发现慢性炎症状态使铁调素表达增加, 抑制肠黏膜上皮细胞和巨噬细胞对铁的转运和释放, 导致铁缺乏^[17]。胃肠道黏膜水肿导致铁吸收减少, 或是长期抗凝或抗血小板导致胃肠道慢性失血也是铁缺乏的原因之一^[18]。既往研究^[19]表明: 铁缺乏是心脏手术患者围手术期贫血的主要原因之一, 约有1/3的贫血患者病因是铁缺乏。纳入本研究的CABG患者中合并铁缺乏的比例为23.9%, 其中41.5%合并贫血, 与上述文献报道基本相符。

铁缺乏对心脏手术围手术期的作用尚不明确。Miles等^[20]研究了277例非贫血的心脏手术患者, 采用模型修正了基线的年龄、性别、肾功能、EuroSCORE评分及血红蛋白的差异, 发现铁缺乏对于心脏手术围手术期主要心脑血管不良事件发生的影响微乎其微。这与本研究结果相符合。而Rössler等^[6]发表了一个大样本前瞻性试验, 入组了730例铁蛋白 $<100 \mu\text{g/L}$ 的患者, 行择期心脏手术, 结果显示: 铁缺乏患者90 d病死率及主要心脑血管不良事件发生率高于非铁缺乏患者, 并通过logistic回归分析论证了铁缺乏是围手术期心脏手术预后不佳的危险因素。Miles等^[20]的研究入组患者的铁缺乏标准与本研究相同, 而Rössler等^[6]的临床试验入组条件比较苛刻, 为绝对对铁缺乏的患者, 而本研究中绝对铁缺乏仅占比44.1%, 因此并不排除铁蛋白含量的浓度差异会对围手术期预后产生影响。同时, 由于冠心病患者心肌缺血, 比瓣膜病更难耐受贫血, 因而铁缺乏的围手术期影响会有差异。如果后续研究能入组更多患者以及增加瓣膜病的分组研究, 可能会得出更具统计学

效能的结论。

目前研究^[4,21]认为: 红细胞输注是细菌感染、急性肺损伤及急性肾损伤等多项不良预后的危险因素之一。在本研究中, 铁缺乏组的患者术前血红蛋白偏低, 实际术后总引流量及输血比例均显著高于铁充盈组, 这与多个团队进行的研究^[5,22-23]结果相符。但经PSM矫正贫血等术前差异后, 铁缺乏并不增加输血的概率, 仅见术后引流量较高, 提示铁缺乏本身对输血率的影响较小, 由此对与输血相关的院内感染及急性肾损伤等并发症的影响也较小。

针对铁缺乏的围手术期补铁治疗的效果尚有争议, 多个研究^[2]得到阴性结果。一项随机双盲对照研究^[24]提出: 对择期心脏手术的铁缺乏患者术前1 d给予静脉铁剂联合促红细胞生成素、维生素B12及叶酸片, 能显著减少术中和术后输血比例。同时多项研究^[25-26]发现: 非贫血的铁缺乏患者较于铁储备良好的人群更容易疲劳, 导致活动耐力减退, 予以静脉铁剂的治疗后症状都会有所缓解, 而且血红蛋白也会升高。因此对于围手术期铁缺乏的针对性治疗值得进一步研究。

本研究是个单中心、小样本的回顾性研究, 结果存在一定的偏倚。我们用PSM处理的方法矫正临床基线差异, 以改善统计质量。本研究为深入研究铁缺乏在围手术期预后的影响打下基础, 为探索铁代谢在心肌缺血再灌注损伤中的机制提供了证据。

参考文献

1. Anand IS, Gupta P. Anemia and iron deficiency in heart failure[J]. *Circulation*, 2018, 138(1): 80-98.
2. 关礼春, 虞敏. 贫血对心脏外科手术的影响及其铁缺乏机制[J]. *国际心血管病杂志*, 2017, 44(4): 210-214.
GUAN Lichun, YU Min. Effects of anemia on cardiac surgery and mechanisms of iron deficiency[J]. *International Journal of Cardiovascular Disease*, 2017, 44(4): 210-214.
3. Muñoz M, Laso-Morales MJ, Gómez-Ramírez S, et al. Pre-operative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(7): 826-834.
4. Karkouti K, Wijeyesundera DN, Beattie WS, et al. Risk associated with preoperative anemia in cardiac surgery[J]. *Circulation*, 2008, 117(4): 478-484.
5. Litton E, Shah A. Iron deficiency and cardiac surgery[J]. *J Cardiothorac*

- Vasc Anesth, 2019, 33(8): 2151-2152.
6. Rössler J, Schoenrath F, Seifert B, et al. Iron deficiency is associated with higher mortality in patients undergoing cardiac surgery: a prospective study[J]. Br J Anaesth, 2020, 124(1): 25-34.
 7. Fang X, Wang H, Han D, et al. Ferroptosis as a target for protection against cardiomyopathy[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2019, 116(7): 2672-2680.
 8. Fitzsimons S, Doughty RN. Iron deficiency in patients with heart failure[J]. Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother, 2015, 1(1): 58-64.
 9. Peyrin-Biroulet L, Williet N, Cacoub P. Guidelines on the diagnosis and treatment of iron deficiency across indications: a systematic review[J]. Am J Clin Nutr, 2015, 102(6): 1585-1594.
 10. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. Eur Heart J, 2016, 37(27): 2129-2200.
 11. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America[J]. Circulation, 2017, 136(6): e137-e161.
 12. Hicks KA, Tcheng JE, Bozkurt B, et al. 2014 ACC/AHA Key Data Elements and Definitions for Cardiovascular Endpoint Events in Clinical Trials: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Data Standards (Writing Committee to Develop Cardiovascular Endpoints Data Standards)[J]. Circulation, 2015, 132(4): 302-361.
 13. Nadim MK, Forni LG, Bihorac A, et al. Cardiac and vascular surgery-associated acute kidney injury: the 20th international consensus conference of the ADQI (Acute Disease Quality Initiative) Group[J]. J Am Heart Assoc, 2018, 7(11): e8834.
 14. 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 61-67.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infection (trial)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 61-67.
 15. McLean E, Cogswell M, Egli I, et al. Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005[J]. Public Health Nutr, 2009, 12(4): 444-454.
 16. von Haehling S, Ebner N, Evertz R, et al. Iron deficiency in heart failure: an overview[J]. JACC Heart Fail, 2019, 7(1): 36-46.
 17. Okonko DO, Van Veldhuisen DJ, Poole-Wilson PA, et al. Anaemia of chronic disease in chronic heart failure: the emerging evidence[J]. Eur Heart J, 2005, 26(21): 2213-2214.
 18. Jankowska EA, von Haehling S, Anker SD, et al. Iron deficiency and heart failure: diagnostic dilemmas and therapeutic perspectives[J]. Eur Heart J, 2013, 34(11): 816-829.
 19. Karski JM, Mathieu M, Cheng D et al. Etiology of preoperative anemia in patients undergoing scheduled cardiac surgery[J]. Can J Anaesth, 1999, 46(10): 979-982.
 20. Miles LF, Kunz SA, Na LH, et al. Postoperative outcomes following cardiac surgery in non-anaemic iron-replete and iron-deficient patients - an exploratory study[J]. Anaesthesia, 2018, 73(4): 450-458.
 21. Houbiers JG, van de Velde CJ, van de Watering LM, et al. Transfusion of red cells is associated with increased incidence of bacterial infection after colorectal surgery: a prospective study[J]. Transfusion, 1997, 37(2): 126-134.
 22. Hubert M, Gaudriot B, Biedermann S, et al. Impact of preoperative iron deficiency on blood transfusion in elective cardiac surgery[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33(8): 2141-2150.
 23. Rössler J, Schoenrath F, Seifert B, et al. Iron deficiency is associated with higher mortality in patients undergoing cardiac surgery: a prospective study[J]. Br J Anaesth, 2020, 124(1): 25-34.
 24. Spahn DR, Schoenrath F, Spahn GH, et al. Effect of ultra-short-term treatment of patients with iron deficiency or anaemia undergoing cardiac surgery: a prospective randomised trial[J]. Lancet, 2019, 393(10187): 2201-2212.
 25. Houston BL, Hurrie D, Graham J, et al. Efficacy of iron supplementation on fatigue and physical capacity in non-anaemic iron-deficient adults: a systematic review of randomised controlled trials[J]. BMJ Open, 2018, 8(4): e019240.
 26. Lim J, Miles L, Litton E. Intravenous iron therapy in patients undergoing cardiovascular surgery: a narrative review[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32(3): 1439-1451.

本文引用：周任, 施盛, 王利民, 沈锋, 庄瑜, 虞敏. 铁缺乏对冠状动脉旁路移植术患者围手术期预后的影响：倾向性评分匹配对比研究[J]. 临床与病理杂志, 2021, 41(8): 1776-1781. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.009

Cite this article as: ZHOU Ren, SHI Sheng, WANG Limin, SHEN Feng, ZHUANG Yu, YU Min. Impact of iron deficiency on perioperative outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting: A propensity score matching comparative study[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2021, 41(8): 1776-1781. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.009