·综　　述·

减重代谢术后病人贫血的影响因素和应对策略的研究进展

万雅琪，陶凯雄，白洁
华中科技大学同济医学院附属协和医院胃肠外科，湖北 武汉 430022

［摘要］ 减重代谢手术是大部分肥胖病人接受非手术治疗无效后的最终选择，其主要通过改变胃容量和减少肠道面积来限制食物摄入和营养吸收，以达到减重目的。但在减重过程中，病人的术前状态、某些手术操作和重要物质的摄入和吸收减少也会带来不利影响，术后出现贫血正是问题之一。该文通过整理、分析不同减重代谢术后病人的贫血现状、贫血的影响因素和应对策略，强调术后应积极应对贫血，以降低手术带来的不利影响，提高肥胖病人术后的生活质量。

［关键词］ 肥胖；减重代谢手术；贫血
［中图分类号］R656. 6；R619. 4　［文献标识码］A　**DOI**：10. 3969/j. issn. 1003-5591. 2025. 06. 012

Advances in understanding factors influencing anemia and management strategies after metabolic and bariatric surgery

Wan Yaqi, *Tao Kaixiong*, *Bai Jie*
Department of Gastrointestinal Surgery, *Union Hospital*, *Tongji Medical College*, *Huazhong University of Science and Technology*, *Hubei Wuhan* 430022, *China*
Corresponding author: *Bai Jie*, *Email*: *bjbjbj*-000@163. *com*

［**Abstract**］ For most patients with obesity, metabolic and bariatric surgery (MBS) is the most effective option after failure of non-surgical treatment. These procedures achieve weight loss through restrictive and/or malabsorptive mechanisms that reduce gastric volume and intestinal absorptive area. However, rapid weight loss, preoperative nutritional status, procedure-specific anatomical changes, and decreased intake and absorption of key micronutrients can predispose patients to adverse outcomes, notably anemia. This review summarizes the current landscape of anemia following different MBS procedures, examines patient- and procedure-related factors associated with its development, and outlines practical screening, prevention, and treatment strategies. Proactive identification and management of anemia in the postoperative period are essential to mitigate surgical morbidity and improve patients′quality of life.

［**Key words**］ Obesity; Metabolic and bariatric surgery; Anemia

肥胖症是病人体内脂肪过量堆积最终损害健康的一种慢性复杂疾病，我国将成人体重指数（body mass index，BMI）≥28 kg/m²时定义为肥胖[1]。截至2022年，全球肥胖症病人人数已超过10亿，肥胖已逐渐取代体重过轻成为大多数国家最常见的营养不良形式[2]。综合国际减重代谢手术适应证[3]，我国强烈推荐BMI≥32. 5 kg/m²的病人行减重代谢手术；推荐27. 5 kg/m²≤BMI＜32. 5 kg/m²合并相关并发症的病人行减重代谢手术；推荐非手术治疗无效的25. 0 kg/m²≤BMI＜27. 5 kg/m²合并2型糖尿病的病人经多学科团队评估及伦理审批后慎重开展手术[4]。值得注意的是，减重代谢手术虽然是治疗病态肥胖最有效的方法之一，但是手术干预也存在增加各种并发症的风险。贫血是减重代谢术后常见的晚期并发症，33%～49%的病人在术后2年内会出现贫血症状[5]，这可能与病人术前贫血状态、手术相关因素、术后营养素摄入不足、药物和肠道菌群改变等有关。本文通过讨论减重代谢术后病人的贫血现状、影响因素和应对策略，旨在加强医护人员对术后贫血的重视，提高肥胖病人的总体治疗效果。

基金项目：国家自然科学基金（82303510）
作者简介：万雅琪，硕士，主要从事胃肠道疾病外科诊疗方面的研究，Email：wanyaqi2000@163. com
通信作者：白洁，Email：bjbjbj-000@163. com

一、减重代谢术后病人贫血现状

目前，常见的减重代谢手术可分为限制型减重代谢手术，如袖状胃切除术；吸收不良型减重代谢手术，如胆胰分流并十二指肠转位术；以及限制型结合吸收不良型减重代谢手术，如 Roux-en-Y 胃旁路术（rouxen-Y gastric bypass，RYGB）、单吻合口胃旁路术（one anastomosis gastric bypass，OAGB）、单吻合袖式回肠旁路术、单吻合口转运双分流术等。

有研究表明，减重代谢手术会导致病人的贫血发生率上升，其中接受吸收不良型减重代谢手术的病人患贫血症的风险是未接受手术者的 3. 18 倍，而接受限制型减重代谢手术的病人风险为 1. 55 倍，且吸收不良型减重代谢手术后发生贫血的风险高于限制型[6]。Barzin 等[7]发现病人接受减重代谢手术后半年、1 年、2 年和 3 年，OAGB 的贫血发生率均高于胃袖状切除术。同样 Johansson 等[8]在 20 年的随访中也发现，胃旁路术病人的贫血发生率显著高于胃束带术和垂直捆绑胃成形术。这是由于除胃的作用，吸收不良型减重代谢手术后消化道重建进一步绕过许多造血原料吸收的主要部位，如十二指肠和部分空肠[6]。因此，吸收不良型减重代谢手术引起的贫血更加显著。近 5 年报道的减重代谢手术后贫血发生率见表 1。

二、减重代谢术后贫血的影响因素

（一）术前贫血状态

1. 炎症　慢性低度炎症通常被认为是肥胖的一个重要特征[6]。肥胖中的慢性炎症来源于饮食诱导的脂肪细胞扩增，特别是内脏脂肪组织，它可以破坏脂肪细胞营养稳态，导致脂肪组织释放细胞因子，激活免疫反应和低度炎症反应[20-21]。铁调素可随炎症的增加而增加，从而减少肠道铁吸收，诱发缺铁性贫血[22]。

2. 慢性肾脏病　肥胖作为一种慢性疾病，是引起肾脏疾病的一个独立风险因素。一项全国慢性病调查研究显示腹型肥胖病人患上慢性肾脏病概率高达 35. 4%，且 BMI≥30 kg/m^{2}的人群更易患上慢性肾脏病[23]。肥胖与局灶节段性肾小球硬化症之间存在相关性，这种肾损害会导致促红细胞生成素水平降低，抑制骨髓造血，最终导致肾性贫血[24]。

3. 女性　接受减重代谢手术的病人中女性占比较高，术后贫血发生率也较高。Zhang 等[9]发现胃袖状切除术和 RYGB 术前女性贫血发生率均比男性高，且在术后 6～12 个月内绝经前女性贫血发生率超过绝经后女性，也超过男性。这表明贫血与育龄期女性的月经密切相关。女性铁蛋白水平可随月经周期的增加而显著下降，缺铁进而成为女性贫血的常见原因[25]。此外，肥胖与女性月经紊乱相互作用，月经紊乱引起的功能性子宫出血可进一步加重病人的贫血[6]。

（二）手术相关因素

1. 胃容量减少　限制型减重代谢手术主要通过降低胃容量、延迟胃排空和诱导早饱达到减重目的[26]。胃容量降低可直接减少进食量，从源头阻碍许多营养物质的摄入，其中包括与造血密切相关铁、维生素 B_{12}和叶酸等，出现营养不良性贫血[27]。

2. 消化液的形成减少　胃酸、胃蛋白酶和内因子对多种营养素分解吸收至关重要。在生理 pH 条件下，氧化还原活性元素铁以氧化态三价铁存在于人体的大多数组织中，但铁必须以亚铁状态才能与血红素结合并吸收[14]，胃内较低的 pH 值可促进三价铁转化为可吸收的二价铁[28]。与此同时，胃酸和胃蛋白酶与食物蛋白相互作用促进维生素 B_{12}从食物中释放[29-30]，维生素 B_{12}与内因子结合形成复合物才能在回肠被吸收[29]。由于减重代谢手术后病人失去大部分胃体和胃底，壁细胞和主细胞分泌胃酸、内因子和胃蛋白酶减少，影响铁和维生素 B_{12}的吸收。内因子缺乏目前认为是减重代谢手术后维生素 B_{12}缺陷症的主要驱动因素[31]。

3. 消化液的利用减少　胰酶参与维生素 B_{12}和维生素 E 的吸收。在胃中维生素 B_{12}主要与 R 蛋白紧密结合，为保证维生素 B_{12}转向与内因子结合，依赖于小肠上段胰酶对 R 蛋白进行降解[29]。旁路术绕过十二指肠和部分空肠导致胰酶利用率降低，还可能因绕过肠肝循环导致胰酶分泌减少[32]，最终影响维生素 B_{12}的吸收。维生素 E 是一种抗氧化剂，可保护红细胞膜抵抗脂质过氧化损害诱导的溶血[33]。旁路术后胃肠道的缩短和重建限制了胰酶和胆盐与食物的相互作用，减少了维生素 E 的吸收[34]。

4. 肠道吸收面积减少　十二指肠和空肠上段是绝大部分营养物质的吸收部位，如铁、铜、维生素 E 和叶酸维生素 B_{12}主要在回肠被吸收[31,35]。减重代谢手术中，消化道重建的方式决定了最终肠道的吸收面积，从而影响术后贫血的发生率。因此，即使吸收不良型减重代谢手术后病人摄入足量的营养物质，仍然会出现营养素不良性的贫血。

胆胰支长度（biliopancreatic limb length，BPLL）是 OAGB 和 RYGB 中需要考虑的重要变量，因为 BPLL 可能影响营养吸收效率[12]。有研究表明，通过增加 BPLL 会降低实际有效的肠道吸收面积，增加营养不良的风险[36]。OAGB 中常规 200 cm 的 BPLL 可能会保证减重效果，但与较短的 BPLL 相比贫血的发生率也会增加[32]。这与 Omar 等[14]的研究结果吻合，即虽然采用 BPLL 200 cm 和 150 cm 的 OAGB 术后病人血红蛋白水平均显著下降，但后者仅在第 2 年时贫血发生率才增加。OAGB 术后出现难治性胃食管反流病主要通过 RYGB 来治疗，与长胆胰支 Roux-en-Y 胃旁路术（L-BPL-RYGB：200 cm）组相比，短胆胰支 Roux-en-Y 胃旁路术（S-BPL-RYGB：50 cm）组最后评估的贫血发生率显著降低（P=0. 03）[37]。

共同肠袢长度（common channel limb length，CCLL）也受到众多外科医生的关注。CCLL 是术后营养吸收的重要部位，较短的 CCLL 可能会加重吸收不良和体重减轻。许多 OAGB 术后营养不良并发症的治疗方法之一是延长 CCLL，以弥补因 BPLL 增加而减少的吸收面积[12,15]。但在目前有关 CCLL 长短对减重代谢手术后贫血发生率的多项研究中暂未发现二者差异有统计学意义[12,15]，需要更多的临床数据来进行求证。

表 1　近 5 年减重代谢术后贫血发生率的研究

研究	国家	研究类型和随访时间	样本数（例）/女性占比（%）	年龄（岁）	测量标准	贫血发生率
Barzin 等[7]	伊朗	前瞻性研究；随访 3 年	SG：1 942/72；OAGB：676/28	SG：40±12；OAGB：40±11	贫血：男性 Hb＜14 g/dL、女性 Hb＜12 g/dL；铁缺乏：铁＜40 g/dL 或铁蛋白＜12 g/dL；维生素 B_{12} 缺乏：血清维生素 B_{12}＜160 pmol/L	SG：6 个月贫血发生率 8.4%；1 年贫血发生率 16%；2 年贫血发生率 20%；3 年 24%。OAGB：6 个月贫血发生率 17%；1 年贫血发生率 28%；2 年贫血发生率 38%；3 年 57%。
Johansson 等[8]	瑞典	前瞻性研究；随访 20 年	GB^1：266/71；VBG：1 365/71；GB^2：376/69	GB^1：47.0±6.0；VGB：47.0±5.9；GB^2：48.0±6.0	贫血：男性 Hb ＜ 130 g/L、女性＜120 g/L；缺铁性贫血：贫血且转铁蛋白饱和度＜15%（转铁蛋白饱和度=血清铁浓度/血清总铁结合力）；维生素 B_{12} 缺乏：血清维生素 B_{12}＜148 pmol/L	20 年：GB^1 贫血发生率 69%，VBG 贫血发生率 37%，GB^2 贫血发生率 36 %
Zhang 等[9]	中国	回顾性研究；随访 1 年	SG：640；RYGB：263/55	SG：30（24～36）RYGB：37（29～47）	贫血：男性 Hb ＜ 130 g/L、女性＜120 g/L；铁缺乏：铁蛋白＜ 30 ng/mL；维生素 B_{12} 缺乏：血清维生素 B_{12} 水平＜ 203 pg/mL；叶酸缺乏：血清叶酸水平＜ 4 ng/mL	1 年贫血发生率 7.6%（69 例，其中男性 10 例，女性 59 例）
Deycies 等[10]	智利	前瞻性研究；随访 11 年	LRYGB：106/75	44±10	小细胞低色素性贫血：轻度（Hb：12～10 g/dL）、中度（Hb：10～12 g/dL）、重度（Hb≤8 g/dL）	11 年：24%（25/106），术后平均（4.2±3.9）年出现缺铁性贫血，以女性为主（96%）。轻度贫血占 68%，中度贫血占 20%，重度贫血占 12%。
Sandvik 等[11]	挪威	前瞻性研究；随访 10～15 年	RYGB：530/80	女：40.0±8.9；男：41.0±9.4	铁缺乏：铁蛋白＜15 μg/L；贫血：男性 Hb＜13 g/dL，女性 Hb＜12 g/dL	10～15 年：17%（男：26/107、女：68/423）
Mostafapour 等[12]	伊朗	前瞻性研究；随访 1 年	OAGB：64/92	40±10	贫血：女性 Hb＜12 g/dL，男性 Hb＜13 g/dL	1 年：27%
Carandina 等[13]	法国	前瞻性研究；随访 10 年	OAGB：385/89	43.0±9.7	重度贫血：Hb＜8.0 g/dL	10 年：2.7%（重度贫血）
Omar 等[14]	英国	前瞻性研究；随访 2 年	OAGB：405/68	46±11	正常值：男性 Hb 为 130～180 g/L，女性 Hb 为 115～165 g/L，维生素 B_{12} 为 191～663 ng/L	1 年：9.1%（34/374） 2 年：5.7%（17/298）
Parkitna 等[15]	波兰	回顾性研究；随访 26 个月	SASI：40/90	42（22～58）	贫血：女性 Hb＜12 g/dL，男 Hb＜13 g/dL；铁缺乏：铁水平＜37 μg/dL	26 个月：25%
Wafa 等[16]	约旦	回顾性研究；随访 1 年	SASI：30/93	37（25～53）	-	1 年：70%（缺铁性贫血），6.6%（维生素 B_{12} 缺乏症）
Ribeiro 等[17]	葡萄牙	回顾性研究；随访 5 年	OATB：68/75	46±12	-	5 年：5.9%
Gowanlock 等[18]	加拿大	回顾性研究；随访 31 个月	RYGB：284；SG：98；BPD/DS：6/83	46±10	贫血：女性 Hb＜120 g/L，男性 Hb＜130 g/L；铁缺乏：铁蛋白水平＜30 ng/mL	31 个月：16%（缺铁性贫血）
Angrisani 等[19]	意大利	回顾性研究；随访 15 年	RYGB：105/78	40±17	贫血：女性 Hb＜10 g/dL，男 Hb＜12 g/dL；铁缺乏：铁蛋白＜20 ng/mL；维生素 B_{12} 正常值：150～250 pmol/L；叶酸正常值：10～12 nmol/L	15 年：53%（缺铁性贫血）

注：SG. 袖状胃切除术；OAGB. 单吻合口胃旁路术；RYGB. Roux-en-Y 胃旁路术；GB^1. 胃旁路术；GB^2. 胃束带术；VBG. 垂直捆绑胃成形术；LRYGB. 腹腔镜 Roux-en-Y 胃旁路术；SASI. 单吻合袖式回肠旁路术；OATB. 单吻合口转运双分流术；BPD/DS. 胆胰分流并十二指肠转位术。

（三）影响病人术后摄入的因素

术后摄入不足是减重代谢手术后贫血最常见原因。膳食中的铁主要来源于红肉，是铁卟啉的主要来源，减重代谢手术后病人常出现对红肉耐受性降低，因此铁摄入量也随之降低[38-39]。此外，行 RYGB 和 OAGB 病人的胃空肠的吻合口由于胃酸和肠液的刺激易出现溃疡出血，此时病人常接受质

子泵抑制剂的治疗，质子泵抑制剂可有效抑制胃酸产生，进一步阻碍铁的吸收[28]。最后，减重代谢手术还能显著影响肠道菌群。接受减重代谢手术后病人可能会出现小肠细菌过度生长，近端小肠中的非典型细菌能够与人类宿主竞争营养物质，而其代谢产物可导致黏膜损伤，影响营养物质的吸收[31]。在结肠中，厌氧菌群通常为优势菌群，通过自养或异养合成维生素 B_{12}，但由于术后绕过大部分小肠，管腔 pH 和氧溶解增加，促进兼性好氧种群的生长，却抑制了厌氧种群生长，维生素 B_{12} 合成减少[29,31]。不仅如此，过度生长的非典型微生物引起的炎症反应还会引起上皮细胞改变，导致绒毛萎缩或刺激炎症细胞因子的合成，导致宏量和微量营养素吸收能力受损。在十二指肠中，胆汁、磷脂、脂肪酸、胆固醇和维生素 E 混合形成胶束并由两性共轭胆汁酸包裹，使其能够通过高亲和力转运蛋白被吸收[39]。但细菌中广泛存在的胆盐水解酶对胆汁酸的解离破坏了的胶束形成，限制了维生素 E 的吸收[31]。

三、减重代谢术后贫血应对策略以及特殊人群的管理

（一）术前和术后营养评估

减重代谢术前和术后对病人进行完善的营养评估十分重要，这不仅可以提示病人目前的营养状况，还可以通过纠正相应指标以获得最好的治疗效果。有研究显示，对接受减重代谢手术的病人进行术前铁缺乏症的评估和治疗，可能有助于降低术后铁缺乏症和严重贫血的发生风险，并改善整体手术效果[20]。美国代谢和减重外科协会（ASMBS）推荐减重代谢术前检测铁缺乏指标，并于术后第 1 年每 3 个月检测 1 次，之后每年复查 1 次[15]。检测指标包括血清铁、血清铁蛋白、血清转铁蛋白、总铁结合力以及铁稳态指标等，比如血红素，红细胞缺铁的标志物包括可溶性转铁蛋白受体和红细胞原卟啉、十二指肠铁转运体[40]。

除了检测血清维生素 B_{12}，还可以检测甲基丙二酸、同型半胱氨酸和抗内因子抗体等来判断机体是否缺乏维生素 B_{12}。如果缺乏维生素 B_{12}，甲基丙二酸和同型半胱氨酸就会累积[41]，抗内因子抗体呈阳性反应。Nexo 等[41]提出将维生素 B_{12} 和代谢标志物（如甲基丙二酸、同型半胱氨酸）结合起来可能最有用。血清叶酸可作为叶酸缺乏的初筛指标，但叶酸缺乏病人的血清叶酸水平也可能正常，可辅以检测红细胞叶酸含量，以排除假阴性[42]。但总的来说，血清叶酸比红细胞叶酸价格更便宜，检测速度更快，受到的外界影响更小，是评估叶酸状态的首选测试[43]。此外，接受叶酸治疗前，检测血清维生素 B_{12} 也十分重要，因为叶酸治疗后可能会掩盖因缺乏维生素 B_{12} 导致的神经系统症状。

血浆 α-生育酚（α-Tocopherol，α-T）水平下降常提示维生素 E 不足，膳食结构或者年龄改变会导致循环中的 α-T 浓度无法反映人体维生素 E 状态；血 α-T 与血脂的比值也常用来反映 α-T 状态是否充足，但当二者都低时，将会得到一个正常的比值；而尿液中排泄的维生素 E 代谢物 α-羧基乙基羟基色醇不受其影响，可作为新型生物标志物[44]。最近研究表明，尿 α-羧基乙基羟基色醇可能是反映 α-T 水平的有效生物标志物，但需进一步研究明确维生素 E 分解代谢的具体作用机制[45]。

血清铜浓度和脑磷脂蛋白是检测铜含量最常用的指标，但它们在急性发病的各种病因中也会升高，从而掩盖铜缺乏的真相[46]。Myint 等[47]提出还可检测血清铜蓝蛋白和 24 h 尿铜含量，维生素 B_{12} 和叶酸含量也必须检查，以排除其他贫血原因。作为最有潜力的蛋白之一，铜缺乏时组织和红细胞中的铜-锌超氧化物歧化酶的铜伴侣蛋白显著且特异性增加，但仍需要更多的证据证实该蛋白可能是人类铜过量或缺乏的早期效应的指标[46]。

除了常规营养素缺乏标志，还可以检查其他标志物以监测贫血状态。血常规是一项最常用且快速分辨各种贫血类型的检查。包括红细胞计数、血红蛋白浓度、网织红细胞计数、血小板计数、平均红细胞体积、平均红细胞血红蛋白含量、平均红细胞血红蛋白浓度、红细胞分布宽度等。外周血涂片也常用于诊断贫血以确定红细胞形态是否异常，在评估血液病方面发挥着重要作用[48-49]。

（二）营养素补充

口服铁剂是快速补铁的常用方法。Sandvik 等[11]发现每天 1 次或每天 2 次口服铁补充剂可减少铁吸收，这可能与铁调素水平短暂升高有关，而低剂量或隔日服用铁补充剂可能更有效。但研究显示，即使在术后 10 年病人的铁缺乏概率依然很高，口服铁剂似乎不能改善贫血，这是因为口服铁剂的吸收部位绕过了大部分胃、十二指肠和近端空肠的胆胰支[11]。此外，最近的一份报告显示，腹腔镜 RYGB 术后单次口服硫酸亚铁的铁吸收量减少了 60% 以上，口服铁与显著的胃肠道不良反应有关，这可能导致依从性变差，此时需进行静脉铁输注[50]。常见的静脉补铁剂包括右旋糖酐铁（50 mg 元素铁/mL）、蔗糖铁复合物（蔗糖铁注射液，20 mg 单质铁/mL）、葡萄糖酸钠铁复合物（12.5 mg/mL），可通过肌肉注射或静脉注射给药。

若术后膳食中维生素 B_{12} 摄入量减少，就需要口服补充剂。研究显示，在维生素 B_{12} 吸收功能正常的情况下，口服补充足以克服缺乏；然而，若存在吸收不良，口服补充很可能不足，此时肠外补充是更优选择[51-52]。《英国国家处方集》推荐因吸收不良导致维生素 B_{12} 缺乏症的病人在初次摄入 1 000 μg 羟钴胺后，可每两个月肌注 1 次。长期补充维生素 B_{12} 既有效又安全，但治疗效果可能会有很大差异，需采取个体化的方法。减重代谢手术后叶酸缺乏并不常见，因为整个小肠中都可以吸收，但由于身体储备有限，仍建议日常补充[51]。

一般来说，血浆 α-T 浓度＜12 mmol/L 与婴儿和母亲孕期感染增加、贫血、生长迟缓和不良结局有关，正常健康成年个体摄入 α-T 12～15 mg/d 就足以提供基于这些摄入量的健康益处的充足维生素 E 状态[44]。长期大量补充 α-T 可以克服 β-脂蛋白血症中载脂蛋白的缺乏防止氧化损伤，尽管有时候循环中 α-T 浓度明显较低，高密度脂蛋白能有效地将 α-T 转运到组织中，从而填补载脂蛋白 B 这一空白[45]。但 α-T 补充剂的使用存在争议，它既可以带来临床效益，摄入

量超过上限后还可能带来出血风险，增加全因死亡率[45]。总之，α-T 补充剂推荐摄入量尚未有统一标准。

大多数成年人从食物消化吸收中就可以获得足够水平的铜[47]。2004 年，美国毒物与疾病登记署制定的铜口服最低风险水平为 0.01 mg·kg^{-1}·d^{-1}，旨在预防急性及中期暴露时间下的过量毒性风险[46]。以成人体重 70 kg 计算，该水平相当于每日 0.7 mg 的铜摄入量。铜性贫血是以葡萄糖酸铜、硫酸铜或氯化铜的形式通过口服或静脉补铜治疗。

（三）特殊人群管理

减重代谢术能改善女性的排卵功能，降低围产期并发症[54]，但不可否认的是减重代谢术会增加妊娠期间的贫血风险[55-56]。有研究显示，减重代谢术后孕前贫血病人的妊娠体重增加占妊娠初期母体体重的百分比（GWG%）比孕前无贫血病人高，且婴儿入住新生儿重症监护室的病人的 GWG% 更高，这进一步强调了孕前纠正贫血的重要性[57]。术后妊娠病人的贫血主要是由于铁、维生素 B_{12} 或叶酸缺乏引起的，常规补充剂治疗无效的贫血可能出现铜或锌缺乏[58]。临床指南建议所有接受过减重手术的育龄妇女每天至少服用 45～60 mg 的元素铁以支持铁储存，受孕前应解决任何问题引起的铁缺乏，必要时可采取静脉铁输注；对于维生素 B_{12} 的补充，许多学者建议在怀孕期间每 3 个月进行维生素 B_{12} 注射（1 mg），而不采取口服补充维生素 B_{12}；为了降低神经管缺陷的风险，所有接受减重代谢术并计划受孕的女性都应服用 1.0 mg 叶酸，在减肥效果不佳的女性中，该剂量可增加到 4～5 mg，并保持红细胞叶酸浓度为 906 nmol/L，以获得降低叶酸相关神经管缺陷风险的最佳剂量[59-60]。可能是由于铜或锌缺乏导致的贫血，锌、铜的添加量应保持每 1 mg 铜添加 8～15 mg 锌的最佳比例[58]。除了营养素补充，减重代谢手术后选择受孕时机也十分重要，建议在术后 1 年体重稳定时选择受孕，这是由于在术后一年内正是各种营养素缺乏、激素改变、药物改变和快速减重的过程，此期间受孕可能会危及母体及胎儿的健康[60]。最后，曾接受减重代谢手术的女性往往担心孕期体重回升，甚至尝试节食，导致每日营养摄入不足，因此，提供专业饮食和心理护理至关重要[55,58]。

对于儿童和青少年肥胖，通常是预防为主，辅以一些非手术治疗，但若在医生评估下认为合适并在临床最佳实践指南范围内时，应为肥胖青少年提供减重代谢手术以逆转并发症、恢复健康[61]。2022 年 ASMBS 和国际肥胖和代谢疾病国际联合会（IFSO）指南[3]推荐 BMI≥40 kg/m^2，或 BMI≥35 kg/m^2 且伴有明显肥胖相关并发症的儿童和青少年肥胖病人应当进行减重手术，并采用由医疗保健专业人员组成的团队等多学科的方法，进行术前评估和术后随访[62]。目前对于接受减重代谢手术后出现贫血的儿童和青少年相关数据较少，一项关于青少年减肥术后接受常规营养素补充是否能避免贫血的研究表明，术后铁蛋白、维生素 B_{12} 和叶酸确实有下降趋势（与基线相比），但在术后 6 个月铁蛋白恢复到基线状态，术后 12 个月维生素 B_{12} 和叶酸也恢复到基线状态[63]。这表明术后检测和常规补充营养素对避免贫血发生至关重要。

四、小结和展望

贫血是减重代谢术后常见的并发症，且可能影响手术治疗的总体效果。近年来，对减重代谢手术后贫血机制的研究取得一定进展，认为术后贫血通常与病人术前自身贫血、术中手术方式和术后营养补充不足、药物、肠道菌群改变等有关。但不可否认的是，贫血相关营养素缺乏似乎是导致术后贫血最重要的原因之一。由于术前肥胖症会改变营养代谢，增加代谢需求，从而加剧营养不良；术后消化道重建进一步影响营养物质的吸收。因此，临床医师应当密切关注减重代谢手术后病人的各项营养指标，及时补充，预防贫血。

为了更深入发掘减重代谢手术与贫血之间的相关性，未来研究应更加倾向于各种微观机制的研究，如术后肠道激素变化、微生态变化、肠神经系统变化等。此外，减重代谢术后常规补充营养素可有效预防和（或）治疗术后贫血，但在实际临床中更倾向于结合当地进行个体化治疗。

综上所述，虽然减重代谢术后病人存在罹患贫血的风险，但临床工作者对贫血的积极诊断和治疗足以对抗其带来的不利影响，最终为肥胖症病人在减轻体重和减少肥胖相关并发症方面提供最有效的长期结果。

利益冲突　*所有作者均声明不存在利益冲突*

参　考　文　献

[1] 王岳鹏，臧丽，母义明. 中国肥胖的现状及管理[J]. 中华内科杂志，2023，62（12）：1373-1379. DOI：10.3760/cma.j.cn112138-20231010-00197.

[2] Risk Factor Collaboration（NCD-RisC）NCD. Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022：a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children，adolescents，and adults[J]. Lancet，2024，403（10431）：1027-1050. DOI：10.1016/S0140-6736（23）02750-2.

[3] Eisenberg D，Shikora SA，Aarts E，et al. 2022 American society of metabolic and bariatric surgery（ASMBS）and international federation for the surgery of obesity and metabolic disorders（IFSO）indications for metabolic and bariatric surgery[J]. Obes Surg，2023，33（1）：3-14. DOI：10.1007/s11695-022-06332-1.

[4] 中华医学会外科学分会甲状腺及代谢外科学组，中国医师协会外科医师分会肥胖和代谢病外科专家工作组. 中国肥胖及代谢疾病外科治疗指南（2024 版）[J]. 中国实用外科杂志，2024（8）：841-849. DOI：10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.08.01.

[5] 中国医师协会外科医师分会肥胖和糖尿病外科专家工作组. 减重手术相关贫血管理策略中国专家共识（2024 版）[J]. 中华消化外科杂志，2024，23（2）：179-187. DOI：10.3760/cma.j.cn115610-20240126-00043

[6] Wang TY，Huang HH，Hsieh MS，et al. Risk of anemia in morbidly obese patients after bariatric surgery in Taiwan[J]. World J Diabetes，2020，11（10）：447-458. DOI：10.4239/wjd.v11.i10.447.

[7] Barzin M，Tasdighi E，Ebadinejad A，et al. Anemia after sleeve gastrectomy and one-anastomosis gastric bypass：an investigation based on the Tehran obesity treatment study（TOTS）[J]. World J Surg，2022，46（7）：1713-1720. DOI：10.1007/s00268-022-06528-7.

[8] Johansson K, Svensson PA, Söderling J, et al. Long-term risk of anaemia after bariatric surgery: results from the Swedish Obese Subjects study[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9(8): 515-524. DOI: 10.1016/S2213-8587(21)00141-8.

[9] Zhang CL, Chen X, Liu SP, et al. Nutritional status in Chinese patients with obesity following sleeve gastrectomy/roux-en-Y gastric bypass: a retrospective multicenter cohort study [J]. Nutrients, 2022, 14(9): 1932. DOI: 10.3390/nu14091932.

[10] Deycies Gaete L, Attila Csendes J, Tomás González A, et al. Long-term (11 Years) Results of Laparoscopic Gastric Bypass: Changes in Weight, Blood Levels of Sugar and Lipids, and Late Adverse Effects: Laparoscopic Gastric Bypass Results[J]. Obes Surg, 2024, 34 (9): 3266-3274. DOI: 10.1007/s11695-024-07249-7.

[11] Sandvik J, Bjerkan KK, Græslie H, et al. Iron deficiency and anemia 10 years after roux-en-Y gastric bypass for severe obesity [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2021, 12: 679066. DOI: 10.3389/fendo.2021.679066.

[12] Mostafapour E, Shahsavan M, Shahmiri SS, et al. Prevention of malnutrition after one anastomosis gastric bypass: value of the common channel limb length[J]. BMC Surg, 2024, 24(1): 156. DOI: 10.1186/s12893-024-02438-8.

[13] Carandina S, Soprani A, Zulian V, et al. Long-term results of one anastomosis gastric bypass: a single center experience with a minimum follow-up of 10 years[J]. Obes Surg, 2021, 31(8): 3468-3475. DOI: 10.1007/s11695-021-05455-1.

[14] Omar I, Sam MA, Pegler ME, et al. Effect of one anastomosis gastric bypass on haematinics, vitamin D and parathyroid hormone levels: a comparison between 150 and 200 cm biliopancreatic limbs[J]. Obes Surg, 2021, 31(7): 2954-2961. DOI: 10.1007/s11695-021-05281-5.

[15] Parkitna J, Binda A, Gonciarska A, et al. Anemia and iron metabolism disorders after single anastomosis sleeve ileal (SASI) bypass. Is it a real problem? [J]. Langenbeck's Arch Surg, 2024, 409(1): 195. DOI: 10.1007/s00423-024-03384-y.

[16] Wafa AL, Bashir A, Cohen RV, et al. The alarming rate of malnutrition after single anastomosis sleeve ileal bypass. a single centre experience[J]. Obes Surg, 2024, 34(5): 1742-1747. DOI: 10.1007/s11695-024-07192-7.

[17] Ribeiro R, Viveiros O, Taranu V, et al. One anastomosis transit bipartition (OATB): rational and mid-term outcomes[J]. Obes Surg, 2024, 34 (2): 371-381. DOI: 10.1007/s11695-023-06988-3.

[18] Gowanlock Z, Lezhanska A, Conroy M, et al. Iron deficiency following bariatric surgery: a retrospective cohort study[J]. Blood Adv, 2020, 4(15): 3639-3647. DOI: 10.1182/bloodadvances.2020001880.

[19] Angrisani L, Ferraro L, Santonicola A, et al. Long-term results of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity: 105 patients with minimum follow-up of 15 years[J]. Surg Obes Relat Dis, 2021, 17(4): 727-736. DOI: 10.1016/j.soard.2020.11.028.

[20] Benotti PN, Craig Wood G, Dove J, et al. Clinical significance of iron deficiency among candidates for metabolic surgery[J]. Surg Obes Relat Dis, 2023, 19(9): 981-989. DOI: 10.1016/j.soard.2023.04.333.

[21] Elhag W, El Ansari W. Multiple nutritional deficiencies among adolescents undergoing bariatric surgery: who is at risk? [J]. Surg Obes Relat Dis, 2022, 18(3): 413-424. DOI: 10.1016/j.soard.2021.10.024.

[22] Clark P. Iron deficiency related to obesity [J]. J Infus Nurs, 2024, 47(3): 163-174. DOI: 10.1097/nan.0000000000000546.

[23] Wang LM, Xu X, Zhang M, et al. Prevalence of chronic kidney disease in China: results from the sixth China chronic disease and risk factor surveillance [J]. JAMA Intern Med, 2023, 183 (4): 298-310. DOI: 10.1001/jamainternmed.2022.6817.

[24] Nazzaro P, Amatuzio A, Baranello S, et al. Renal damage and obesity: a silent pairing[J]. G Ital Nefrol, 2023, 40(3): 2023-vol3.

[25] Attia GM, Alharbi OA, Aljohani RM. The impact of irregular menstruation on health: a review of the literature[J]. Cureus, 2023, 15(11): e49146. DOI: 10.7759/cureus.49146.

[26] 马明崴, 曾子杨, 康维明. 减重代谢手术历史、现状及探索型术式研究进展[J]. 中华临床营养杂志, 2022, 30(3): 182-191. DOI: 10.3760/cma.j.cn115822-20220318-00051.

[27] Ji Y, Lee H, Kaura S, et al. Effect of Bariatric Surgery on Metabolic Diseases and Underlying Mechanisms[J]. Biomolecules, 2021, 11(11): 1582. DOI: 10.3390/biom11111582.

[28] Connors A, Watkins EJ. Oral iron replacement *vs.* Ⅳ iron treatment in bariatric surgery patients with anemia[J]. JAAPA, 2023, 36 (4): 1-6. DOI: 10.1097/01.JAA.0000911240.72750.c3.

[29] Guéant JL, Guéant-Rodriguez RM, Alpers DH. Vitamin B_{12} absorption and malabsorption[J]. Vitam Horm, 2022, 119: 241-274. DOI: 10.1016/bs.vh.2022.01.016.

[30] Mucha P, Kus F, Cysewski D, et al. Vitamin B_{12} metabolism: a network of multi-protein mediated processes[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(15): 8021. DOI: 10.3390/ijms25158021.

[31] Ciobârcă D, Cătoi AF, Copăescu C, et al. Bariatric surgery in obesity: effects on gut microbiota and micronutrient status[J]. Nutrients, 2020, 12(1): 235. DOI: 10.3390/nu12010235.

[32] Tasdighi E, Barzin M, Mahawar KK, et al. Effect of biliopancreatic limb length on weight loss, postoperative complications, and remission of comorbidities in one anastomosis gastric bypass: a systematic review and meta-analysis[J]. Obes Surg, 2022, 32(3): 892-903. DOI: 10.1007/s11695-021-05848-2.

[33] Abdelwahab OA, Akil K, Seif A, et al. The potential role of vitamin E in patients with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: a systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102 (6): e32937. DOI: 10.1097/MD.0000000000032937.

[34] Sherf-Dagan S, Buch A, Ben-Porat T, et al. Vitamin E status among bariatric surgery patients: a systematic review[J]. Surg Obes Relat Dis, 2021, 17(4): 816-830. DOI: 10.1016/j.soard.2020.10.029.

[35] D'Angelo G. Copper deficiency mimicking myelodysplastic syndrome[J]. Blood Res, 2016, 51(4): 217-219. DOI: 10.5045/br.2016.51.4.217.

[36] Liagre A, Martini F. One anastomosis gastric bypass: weight loss results are not a function of the biliary limb length! [J]. Obes Surg, 2022, 32 (9): 3182. DOI: 10.1007/s11695-022-06170-1.

[37] Tarhini A, Rives-Lange C, Jannot AS, et al. One-anastomosis

gastric bypass revision for gastroesophageal reflux disease: long versus short biliopancreatic limb roux-en-Y gastric bypass[J]. Obes Surg, 2022, 32(4): 970-978. DOI: 10.1007/s11695-022-05892-6.

[38] Griffin RL, Varley AN, Hajnal A, et al. Severe anemia in sprague-dawley rats after roux-en-Y gastric bypass surgery[J]. Comp Med, 2023, 73(3): 194-199. DOI: 10.30802/AALAS-CM-22-000074.

[39] Ridlon JM, Rex Gaskins H. Another renaissance for bile acid gastrointestinal microbiology[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2024, 21(5): 348-364. DOI: 10.1038/s41575-024-00896-2.

[40] Lefebvre T, Coupaye M, Esposito-Farèse M, et al. Hepcidin and iron deficiency in women one year after sleeve gastrectomy: a prospective cohort study[J]. Nutrients, 2021, 13(8): 2516. DOI: 10.3390/nu13082516.

[41] Nexo E, Parkner T. Vitamin B_{12}-related biomarkers[J]. Food Nutr Bull, 2024, 45(1_suppl): S28-S33. DOI: 10.1177/03795721241227114.

[42] Devalia V, Hamilton MS, Molloy AM, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of cobalamin and folate disorders[J]. Br J Haematol, 2014, 166(4): 496-513. DOI: 10.1111/bjh.12959.

[43] Farrell CL, Kirsch SH, Herrmann M. Red cell or serum folate: what to do in clinical practice?[J]. Clin Chem Lab Med, 2013, 51(3): 555-569. DOI: 10.1515/cclm-2012-0639.

[44] Traber MG. Vitamin E inadequacy in humans: causes and consequences[J]. Adv Nutr, 2014, 5(5): 503-514. DOI: 10.3945/an.114.006254.

[45] Traber MG, Head B. Vitamin E: how much is enough, too much and why![J]. Free Radic Biol Med, 2021, 177: 212-225. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2021.10.028.

[46] de Romaña DL, Olivares M, Uauy R, et al. Risks and benefits of copper in light of new insights of copper homeostasis[J]. J Trace Elem Med Biol, 2011, 25(1): 3-13. DOI: 10.1016/j.jtemb.2010.11.004.

[47] Myint ZW, Oo TH, Thein KZ, et al. Copper deficiency anemia: review article[J]. Ann Hematol, 2018, 97(9): 1527-1534. DOI: 10.1007/s00277-018-3407-5.

[48] Phillips J, Henderson AC. Hemolytic anemia: evaluation and differential diagnosis[J]. Am Fam Physician, 2018, 98(6): 354-361.

[49] K T N, Prasad K, Singh BMK. Analysis of red blood cells from peripheral blood smear images for anemia detection: a methodological review[J]. Med Biol Eng Comput, 2022, 60(9): 2445-2462. DOI: 10.1007/s11517-022-02614-z.

[50] Vargas CM, Gómez D, Madrigal V, et al. Women with anemia refractory to oral iron treatment following bariatric surgery: a short-term analysis[J]. Obes Surg, 2023, 33(3): 846-850. DOI: 10.1007/s11695-022-06447-5.

[51] Shipton MJ, Johal NJ, Dutta N, et al. Haemoglobin and hematinic status before and after bariatric surgery over 4 years of follow-up[J]. Obes Surg, 2021, 31(2): 682-693. DOI: 10.1007/s11695-020-04943-0.

[52] Wolffenbuttel BHR, McCaddon A, Ahmadi KR, et al. A brief overview of the diagnosis and treatment of cobalamin (B_{12}) deficiency[J]. Food Nutr Bull, 2024, 45(1_suppl): S40-S49. DOI: 10.1177/03795721241229500.

[53] Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures-2019 update: cosponsored by American association of clinical endocrinologists/American college of endocrinology, the obesity society, American society for metabolic& bariatric surgery, obesity medicine association, and American society of anesthesiologists-executive summary[J]. Endocr Pract, 2019, 25(12): 1346-1359. DOI: 10.4158/GL-2019-0406.

[54] 李影, 王伟, 陈晖, 等. 腹腔镜袖状胃切除术后短期内妊娠1例[J]. 中华肥胖与代谢病电子杂志, 2019, 5(1): 46-50. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9605.2019.01.009.

[55] Liao J, Yin YQ, Zhong J, et al. Bariatric surgery and health outcomes: an umbrella analysis[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 1016613. DOI: 10.3389/fendo.2022.1016613.

[56] Hazan D, Shimonov M, Goldstein AL, et al. Maternal and neonatal outcome of women before *vs*. after bariatric surgery: a single tertiary center experience[J]. Am J Surg, 2022, 224(5): 1252-1255. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2022.07.021.

[57] Walędziak M, Kacperczyk-Bartnik J, Bartnik P, et al. The influence of gestational weight gain after bariatric procedures on selected pregnancy outcomes: a single center study[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 21120. DOI: 10.1038/s41598-021-00549-3.

[58] Różańska-Walędziak A, Walędziak M, Mierzejewska A, et al. Nutritional implications of bariatric surgery on pregnancy management-a narrative review of the literature[J]. Medicina (Kaunas), 2023, 59(10): 1864. DOI: 10.3390/medicina59101864.

[59] Alamri SH, Abdeen GN. Maternal nutritional status and pregnancy outcomes post-bariatric surgery[J]. Obes Surg, 2022, 32(4): 1325-1340. DOI: 10.1007/s11695-021-05822-y.

[60] Chapmon K, Stoklossa CJ, Benson-Davies S, et al. Nutrition for pregnancy after metabolic and bariatric surgery: literature review and practical guide[J]. Surg Obes Relat Dis, 2022, 18(6): 820-830. DOI: 10.1016/j.soard.2022.02.019.

[61] Pratt JSA, Browne A, Browne NT, et al. ASMBS pediatric metabolic and bariatric surgery guidelines, 2018[J]. Surg Obes Relat Dis, 2018, 14(7): 882-901. DOI: 10.1016/j.soard.2018.03.019.

[62] Elkhoury D, Elkhoury C, Gorantla VR. Improving access to child and adolescent weight loss surgery: a review of updated national and international practice guidelines[J]. Cureus, 2023, 15(4): e38117. DOI: 10.7759/cureus.38117.

[63] Goldberg HR, Chin VL, Zitsman JL, et al. Bariatric surgery in adolescents: is routine nutrient supplementation sufficient to avoid anemia following bariatric surgery?[J]. Nutr Clin Pract, 2017, 32(4): 502-507. DOI: 10.1177/0884533617690521.

（收稿日期：2024-12-02）