

肥胖患者减重手术前后维生素代谢变化的研究进展*

王 宇 综述 杨一帆** 审校

(大连医科大学附属第一医院腹腔镜外科, 大连 116000)

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2021)04-0366-04

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.04.017

近年来,减重代谢手术已成为治疗肥胖症的长期、有效方案。据国际肥胖与代谢病外科联盟统计^[1],仅2016年,全球共报道完成609 897例减重手术,其中腹腔镜下袖状胃切除术(laparoscopic sleeve gastrectomy, LSG)和胃旁路术(Roux-en-Y gastric bypass, RYGB)占比分别为53.6%和30.1%。大量研究显示^[2~5],肥胖患者术前即普遍存在不同程度的维生素代谢紊乱,包括水溶性(如维生素B₁₂、叶酸、维生素B₁)及脂溶性维生素(如维生素D)。对体重指数(body mass index, BMI)≥40,或BMI≥35但同时存在糖尿病、高血压等并发症,年龄18~60岁的肥胖患者行减重手术后,维生素水平较术前均有不同程度改善,且不同减重术式维生素水平也存在显著差异。本文对肥胖患者减重手术前后维生素D、维生素B₁₂、叶酸及维生素B₁等主要维生素的代谢变化及其发生机制的相关研究进展进行综述。

1 维生素 D

维生素D是一类类固醇衍生物的总称,其在皮肤合成或膳食吸收后,经肝脏及肾脏羟基化后,转化为具有生物活性的1,25(OH)₂D,即骨化三醇,这一过程受甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)的刺激,以调控血钙水平^[6]。长期维生素D缺乏可致持续高PTH血症,破骨细胞作用活跃,易导致骨钙流失及骨质疏松。因血清25-羟基胆醇[25(OH)D]半衰期较长,可用于体内维生素D水平的测定^[7]。Gonzalez等^[8]对797例糖尿病和(或)代谢病患者的研究显示,41.4%(144/348)的肥胖患者(BMI≥30)伴有不同程度维生素D缺乏或不足[25(OH)D<20 ng/ml],而超重(25≤BMI<30)及体重正常者(BMI<25)此比例分别为30.3%(86/284)

及33.9%(56/165),且男性患者体重与维生素D缺乏的相关性更为显著。van Rutte等^[9]的研究显示,肥胖患者维生素D缺乏症患病率高达81%(162/200),同时约有28.5%(57/200)的肥胖患者存在骨代谢紊乱伴继发性甲状旁腺功能亢进,而仅有1例存在低钙血症。肥胖患者维生素D缺乏却仍能维持血钙水平正常,可能是由于体内甲状旁腺功能代偿性增加,从而稳定了血钙水平^[2],亦或是PTH升高仅为代谢综合征和体内存在炎症的标志,而非血钙降低后的代偿反应^[10]。Lips^[11]的研究显示,当血25(OH)D<75 nmol/L(30 ng/ml)时,血PTH水平开始升高。Vimalaswaran等^[12]对21组(共42 024名)志愿者的维生素D相关单核苷酸多态性与BMI相关性的研究显示,BMI每增加1 kg/m²,25(OH)D水平降低1.15%。究其机制,与维生素D的脂溶性关系密切,肥胖患者脂肪组织含量增多,摄取大量血液循环中的维生素D,致生物利用度降低^[13]。

一些研究显示,与RYGB相比,LSG术后25(OH)D较术前改善更为显著。Vix等^[14]随访100例减重术后25(OH)D水平,LSG术后1年维生素D缺乏症比例由术前的84.6%降至48%,而RYGB组无明显改善。Lanzarini等^[15]也得到相同的结论。其原因可能与RYGB术后胆盐与食物的延迟混合致脂肪吸收障碍,亦或与近端小肠的旁路作用有关^[16],因为近端小肠是负责膳食中维生素D主动转运与吸收的重要场所。James等^[17]对梅奥诊所287例RYGB术后1年的随访调查显示,高日晒月份(4~9月份)血25(OH)D平均水平较低日晒月份(10~次年3月份)显著提高(分别为36.5 ng/ml和32.7 ng/ml, P=0.007)。Mason等^[18]的研究中,在经积极干预致体重下降超过15%的肥胖人群中,可

* 基金项目:大连市医学科学研究计划项目(2012016)

** 通讯作者, E-mail: gail1988@163.com

以观察到 25(OH)D 平均水平较干预前提高 7.7 ng/ml,而在对照组(下降不足 15%)中这一数据未见明显变化。这提示体重控制阶段可能存在一个“阈值”,可不依赖于口服补充维生素 D 而维持肥胖患者 25(OH)D 水平。减重术后非酒精性脂肪肝的有效逆转可促进内源性维生素 D 的合成增加^[19],这一现象与 Wamberg 等^[20]得出的非酒精性脂肪肝干扰合成 25(OH)D 的结论相符合。同时,Johnson 等^[21]观察到,LSG 术后 1 年 PTH 水平较术前未出现明显变动,而 RYGB 术后 PTH 水平显著升高,28%(22/78)出现高甲状旁腺激素血症。维生素 D 可抑制 PTH 的促脂肪细胞钙离子内流作用,从而进一步抑制脂肪的生成^[22]。

针对术后维生素 D 缺乏患者口服治疗剂量的把握,目前仍没有统一标准,但学者普遍就“低剂量维生素 D(<800 IU/d)不足以将血 25(OH)D 水平提升至 30 ng/ml 以上”这一观点达成共识^[23,24],认为术后补充大剂量维生素 D 是必要的。Goldner 等^[25]为确定术后维生素 D 的最佳补充剂量,将 45 名受试者随机分为 3 组,每组 15 人,分别补充 800、2000 及 5000 IU/d 维生素 D,1 年后各组维生素 D 缺乏症纠正比例分别为 44%(4/9)、78%(7/9)和 70%(7/10)。同时,针对术后并发甲状旁腺功能亢进者,可能需要 5000 IU/d 的维生素 D 剂量来维持稳定的 PTH 水平。此外,血清钙水平在以骨钙转换为代价的情况下,在术后初期均可保持相对稳定,当出现临床低钙血症时,通常提示已处于缺钙晚期^[26],故肥胖患者术后应积极予以预防性补钙。2019 年美国临床内分泌学协会、肥胖学会、美国代谢与减肥外科学会指南^[27]建议,LSG 及 RYGB 术后口服至少 2000~3000 IU/d 维生素 D 至 25(OH)D>30 ng/ml,同时 1200~1500 mg/d 钙以保证二者充分吸收,这一建议目前已被普遍认可。

2 维生素 B₁₂

维生素 B₁₂,又名钴胺素,是在 DNA 合成及神经系统功能方面具有重要作用的水溶性必需维生素^[28],主要存在于鱼、肉及乳制品等动物源性食物中。非肥胖者血清维生素 B₁₂平均水平约为肥胖者的 1.41 倍^[29]。肥胖患者 2 型糖尿病和胃食管反流病的发病几率高,治疗所用的二甲双胍和质子泵抑制剂可干扰维生素 B₁₂的肠内吸收,因此维生素 B₁₂缺乏风险相对较高^[30,31]。同时,维生素 B₁₂缺乏所致巨幼红细胞性贫血将进一步导致肥胖患者疲劳乏力及运动欲望下降,从而形成脂肪堆积与贫血之间的恶性循环。

研究显示^[32,33],从术前至术后 1 年,RYGB 术后

维生素 B₁₂缺乏所致贫血均较 LSG 组更为常见。这是因为维生素 B₁₂的吸收依赖于胃窦壁细胞及部分十二指肠分泌的内因子,二者结合后在回肠末段被肠系膜上皮细胞吸收,这部分结构在 RYGB 术中被选择性旷置,而在 LSG 术中却被保留下来。另外,Majumder 等^[34]的研究显示,RYGB 术后维生素 B₁₂缺乏率高达 35%(28/80),主要由小肠菌群失调所致。van Rutte 等^[9]报道,LSG 术后 8.0%(16/200)患者出现新发维生素 B₁₂缺乏症。

针对维生素 B₁₂缺乏这一情况,Stein 等^[32]建议采用肌肉或皮下高剂量注射,且每年至少注射 2 次,从而避免维生素 B₁₂吸收不良。Nachtigal 等^[35]观察到,坚持长期(≥10 年)补充维生素 B₁₂可维持肥胖人群的体重在较低水平,这可能是由于维生素 B₁₂作为甲基丙二酰辅酶 A 突变酶的辅助因子参与三羧酸循环,从而加速能量代谢及热量消耗所致。由此可见,减重手术,尤其是 RYGB 术后肥胖人群体内维生素 B₁₂的长期监测与维持不容忽视。

3 叶酸

叶酸是广泛存在于植物类食物中的水溶性 B 族维生素,其活化形式为四氢叶酸,后者在甲硫氨酸与同型半胱氨酸相互转化的单碳循环中起着重要的催化作用^[36]。同型半胱氨酸的生物合成不仅依赖于维生素 B₁₂,同时由亚甲基四氢叶酸还原酶催化^[37]。作为肥胖诱发心脑血管疾病的独立危险因素之一,高同型半胱氨酸血症与维生素 B₁₂及叶酸缺乏症之间存在显著关联^[38]。Bradbury 等^[39]报道,BMI 每增加 1 kg/m²,血清叶酸水平平均下降 1%。Mahabir 等^[40]的研究显示,肥胖及超重人群较正常体重者血清叶酸水平分别下降 22% 及 12%。此外,van Rutte 等^[9]观察到,LSG 术前 24%(48/200)存在叶酸缺乏,认为这主要与莴苣等富含叶酸食物的摄入缺乏有关。

针对术前及术后叶酸代谢的改变,Poglitisch 等^[38]对 708 例 RYGB 进行随访,血清同型半胱氨酸平均水平术前为 10.4 μmol/L,术后 48 个月降至 9.1 μmol/L。van Rutte 等^[9]报道在 200 例 LSG 患者中,术前 24%(48/200)存在叶酸缺乏症,术后 1 年这一比例降至 12.5%(25/200)。Ortega 等^[41]的研究显示,减重术后体重下降超过 5% 者叶酸水平较术前显著提升,同时血清同型半胱氨酸水平显著下降。

4 维生素 B₁

维生素 B₁,又名硫胺素,是参与三羧酸循环及磷酸戊糖途径等糖代谢过程的重要辅助因子,在某些神经递质、核酸、氨基酸等物质的合成中起重要作用。

用^[42]。2017 年美国代谢与减肥外科学会指南^[43]指出,肥胖患者术前维生素 B₁ 缺乏症患病率可能高达 29%。Guan 等^[44]报道肥胖患者 LSG 及 RYGB 术前维生素 B₁ 缺乏症比例高达 39.2% (74/189)。

Johnson 等^[21]报道 LSG 及 RYGB 术后 1 年内维生素 B₁ 缺乏症比例均较术前有所提高 (LSG 8.1% vs. 10.5%; RYGB 1.7% vs. 13.7%), 而 RYGB 术后维生素 B₁ 缺乏情况更为显著。这是由于膳食中维生素 B₁ 依赖于十二指肠及空肠近段的磷酸酶水解从而经肠道主动吸收, 手术创伤后维生素需求增加, RYGB 肠道选择性旷置致维生素吸收不良^[45], 术后呕吐及摄食减少等诸多因素共同作用, 使减重术后尤其是 RYGB 术后维生素 B₁ 缺乏风险显著提高^[42]。术后维生素 B₁ 不足可诱发胃空肠吻合口狭窄及边缘溃疡, 从而加重术后呕吐, 致维生素 B₁ 水平进一步下降, 形成恶性循环^[46]。RYGB 术中近段空肠旷置比例及 LSG 术中残余胃容量的差异也可影响术后维生素 B₁ 缺乏症患病率^[47]。

维生素 B₁ 缺乏可导致严重的心脏及神经系统并发症, 包括心力衰竭、瘫痪, 甚至韦尼克脑病 (Wernicke's encephalopathy, WE)^[42]。WE 可引起共济失调、眼球震颤及记忆障碍等神经系统症状^[48], 部分患者甚至残留不可逆的神经系统改变。Frantz^[49]报道减重手术后神经系统并发症发生率为 5% ~ 10%。Aasheim^[50]的系统综述纳入 84 例减重术后 WE, 其中 95% (80/84) 为 RYGB 术后, 90% (76/84) 有术后频繁呕吐史。Oudman 等^[51]报道 118 例减重术后并发 WE, 高达 87.3% (103/118) 存在术后呕吐史。针对 WE, Goodman^[48]建议紧急住院治疗, 予维生素 B₁ 500 mg 静脉滴注, 每日 3 次, 持续 3 日, 并提出对 LSG 或 RYGB 术后出现呕吐者预防性补充维生素 B₁, 从而避免 WE 等并发症的发生。

5 小结

肥胖人群普遍存在维生素代谢紊乱, 如维生素 D、维生素 B₁₂、叶酸及维生素 B₁ 缺乏等, 可对机体带来诸多危害, 应引起重视。对肥胖患者术前、术后维生素代谢情况及其机制的研究具有重要的临床指导意义。就目前而言, LSG 因其复杂性及对消化系统解剖结构的改变较 RYGB 更小, 术后维生素代谢紊乱的发生风险也相对更低。但针对术前是否需要纠正维生素缺乏及术后维生素补充剂量的选择, 仍需要进一步探讨。因此, 肥胖患者围术期维生素的监测与管理、对不同术式术后长短期维生素缺乏的发生机制以及治疗的探讨仍是需要研究的内容。

参考文献

1 Wehrmann FS, de la Garza JR, Kowalewski KF, et al. Learning

- curves of laparoscopic Roux-en-Y Gastric bypass and sleeve gastrectomy in bariatric surgery: a systematic review and introduction of a standardization. *Obes Surg*, 2020, 30(2): 640–656.
- 2 郑莉, 陆佳军, 唐琳, 等. 肥胖患者微量元素与多种维生素. 现代实用医学, 2016, 28(5): 590–591.
- 3 宫轲, Michel Gagner, Alfons Pomp, 等. 121 例腹腔镜 Roux-en-Y 胃空肠吻合术后随访结果. 中国微创外科杂志, 2007, 7(1): 35–37.
- 4 Borges JLC, Miranda ISM, Sarquis MMS, et al. Obesity, bariatric surgery, and vitamin D. *J Clin Densitom*, 2018, 21(2): 157–162.
- 5 Sun Y, Sun M, Liu B, et al. Inverse association between serum vitamin B₁₂ concentration and obesity among adults in the United States. *Front Endocrinol*, 2019, 10: e00414.
- 6 Perteson LA, Zeng X, Caufield-Noll CP, et al. Vitamin D status and supplementation before and after bariatric surgery: a comprehensive literature review. *Surg Obes Relat Dis*, 2016, 12(3): 693–702.
- 7 Scott MG, Gronowski AM, Reid IR, et al. Vitamin D: the more we know, the less we know. *Clin Chem*, 2015, 61(3): 462–465.
- 8 Gonzalez L, Ramos-Trautmann G, Diaz-Luquis GM, et al. Vitamin D status is inversely associated with obesity in a clinic-based sample in Puerto Rico. *Nutr Res*, 2015, 35(4): 287–293.
- 9 van Rutte PW, Aarts EO, Smulders JF, et al. Nutrient deficiencies before and after sleeve gastrectomy. *Obes Surg*, 2014, 24(10): 1639–1646.
- 10 Alemzadeh R, Kichler J. Parathyroid hormone is associated with biomarkers of insulin resistance and inflammation, independent of vitamin D status, in obese adolescents. *Metab Syndr Relat Disord*, 2012, 10(6): 422–429.
- 11 Lips P. Vitamin D physiology. *Prog Biophys Mol Biol*, 2006, 92(1): 4–8.
- 12 Vimalaswaran KS, Berry DJ, Lu C, et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Med*, 2013, 10(2): e1001383.
- 13 Malmberg P, Karlsson T, Svensson H, et al. A new approach to measuring vitamin D in human adipose tissue using time-of-flight secondary ion mass spectrometry: a pilot study. *J Photochem Photobiol B*, 2014, 138: 295–301.
- 14 Vix M, Liu KH, Diana M, et al. Impact of Roux-en-Y gastric bypass versus sleeve gastrectomy on vitamin D metabolism: short-term results from a prospective randomized clinical trial. *Surg Endosc*, 2014, 28(3): 821–826.
- 15 Lanzarini E, Nogues X, Goday A, et al. High-dose vitamin D supplementation is necessary after bariatric surgery: a prospective 2-year follow-up study. *Obes Surg*, 2015, 25(9): 1633–1638.
- 16 Pereira-Santos M, Costa PR, Assis AM, et al. Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 2015, 16(4): 341–349.
- 17 James H, Lorentz P, Collazo-Clavell ML, et al. Patient-reported adherence to empiric vitamin/mineral supplementation and related nutrient deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg*, 2016, 26(11): 2661–2666.
- 18 Mason C, Xiao L, Imayama I, et al. Effects of weight loss on serum vitamin D in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*, 2011, 94(1): 95–103.
- 19 Zhang Z, Thorne JL, Moore JB, et al. Vitamin D and nonalcoholic fatty liver disease. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2019, 22(6): 449–458.

- 20 Wamberg L, Christiansen T, Paulsen SK, et al. Expression of vitamin D-metabolizing enzymes in human adipose tissue; the effect of obesity and diet-induced weight loss. *Int J Obes*, 2013, 37(5): 651 – 657.
- 21 Johnson LM, Ikramuddin S, Leslie DB, et al. Analysis of vitamin levels and deficiencies in bariatric surgery patients: a single-institutional analysis. *Surg Obes Relat Dis*, 2019, 15(7): 1146 – 1152.
- 22 Pereira-Santos M, Costa PR, Assis AM, et al. Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 2015, 16(4): 341 – 349.
- 23 da Rosa CL, Saubermann APDO, Jacqueline J, et al. Routine supplementation does not warrant the nutritional status of vitamin D adequate after gastric bypass Roux-en-Y. *Nutr Hosp*, 2013, 28(1): 169 – 172.
- 24 Aasheim ET, Björkman S, Søvik TT, et al. Vitamin status after bariatric surgery: a randomized study of gastric bypass and duodenal switch. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(1): 15 – 22.
- 25 Goldner WS, Stoner JA, Lyden E, et al. Finding the optimal dose of vitamin D following Roux-en-Y gastric bypass: a prospective randomized pilot clinical trial. *Obes Surg*, 2009, 19(2): 173 – 179.
- 26 Switzer NJ, Marcil G, Prasad S, et al. Long-term hypovitaminosis D and secondary hyperparathyroidism outcomes of the Roux-en-Y gastric bypass: a systematic review. *Obes Rev*, 2017, 18(5): 560 – 566.
- 27 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. *Surg Obes Relat Dis*, 2020, 16(2): 175 – 247.
- 28 Nawaz A, Khattak NN, Khan MS, et al. Deficiency of vitamin B₁₂ and its relation with neurological disorders: a critical review. *J Basic Appl Zool*, 2020, 81(1): 1 – 9.
- 29 Haloul M, Vinjamuri SJ, Naquiallah D, et al. Hyperhomocysteinemia and low folate and vitamin B₁₂ are associated with vascular dysfunction and impaired nitric oxide sensitivity in morbidly obese patients. *Nutrients*, 2020, 12(7): 2014 – 2034.
- 30 Eusebi LH, Rabitti S, Artesiani ML, et al. Proton pump inhibitors: risks of long-term use. *J Gastroenterol Hepatol*, 2017, 32(7): 1295 – 1302.
- 31 Liu Q, Li S, Quan H, et al. Vitamin B₁₂ status in metformin treated patients: systematic review. *PLoS One*, 2014, 9(6): e100379.
- 32 Stein J, Stier C, Raab H, et al. Review article: the nutritional and pharmacological consequences of obesity surgery. *Aliment Pharmacol Ther*, 2014, 40(6): 582 – 609.
- 33 Antoniewicz A, Kalinowski P, Kotulecka KJ, et al. Nutritional deficiencies in patients after Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy during 12-month follow-up. *Obes Surg*, 2019, 29(10): 3277 – 3284.
- 34 Majumder S, Soriano J, Louie Cruz A, et al. Vitamin B₁₂ deficiency in patients undergoing bariatric surgery: preventive strategies and key recommendations. *Surg Obes Relat Dis*, 2013, 9(6): 1013 – 1019.
- 35 Nachtigal MC, Patterson RE, Stratton KL, et al. Dietary supplements and weight control in a middle-age population. *J Altern Complement Med*, 2005, 11(5): 909 – 915.
- 36 Zhloba AA, Subbotina TF. The evaluation of homoarginine and folic acid in patients with arterial hypertension. *Klin Lab Diagn*, 2020, 65(8): 474 – 481.
- 37 Ma Y, Peng D, Liu C, et al. Serum high concentrations of homocysteine and low levels of folic acid and vitamin B₁₂ are significantly correlated with the categories of coronary artery diseases. *BMC Cardiovasc Disord*, 2017, 17(1): 37 – 44.
- 38 Poglitsch M, Geberth A, Krebs M, et al. Plasma homocysteine after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass increases in the early postoperative phase but decreases in the long-term follow-up. A retrospective analysis. *Surg Obes Relat Dis*, 2020, 16(3): 372 – 380.
- 39 Bradbury KE, Williams SM, Mann JI, et al. Estimation of serum and erythrocyte folate concentrations in the New Zealand adult population within a background of voluntary folic acid fortification. *J Nutr*, 2014, 144(1): 68 – 74.
- 40 Mahabir S, Ettinger S, Johnson L, et al. Measures of adiposity and body fat distribution in relation to serum folate levels in postmenopausal women in a feeding study. *Eur J Clin Nutr*, 2008, 62(5): 644 – 650.
- 41 Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, et al. Folate status in young overweight and obese women: changes associated with weight reduction and increased folate intake. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2009, 55(2): 149 – 155.
- 42 Kerns JC, Arundel C, Chawla LS, et al. Thiamin deficiency in people with obesity. *Adv Nutr*, 2015, 6(2): 147 – 153.
- 43 Parrott J, Frank L, Rabena R, et al. American society for metabolic and bariatric surgery integrated health nutritional guidelines for the surgical weight loss patient 2016 update: micronutrients. *Surg Obes Relat Dis*, 2017, 13(5): 727 – 741.
- 44 Guan B, Yang J, Chen Y, et al. Nutritional deficiencies in Chinese patients undergoing gastric bypass and sleeve gastrectomy: prevalence and predictors. *Obes Surg*, 2018, 28(9): 2727 – 2736.
- 45 Arias PM, Domeniconi EA, García M, et al. Micronutrient deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass: long-term results. *Obes Surg*, 2020, 30(1): 169 – 173.
- 46 Panchai S, Hanipah ZN, Meister KM, et al. Neurologic manifestations of vitamin B deficiency after bariatric surgery. *Obes Surg*, 2017, 27(8): 2079 – 2082.
- 47 Lewis CA, de Jersey S, Hopkins G, et al. Does bariatric surgery cause vitamin A, B₁, C or E deficiency? A systematic review. *Obes Surg*, 2018, 28(11): 3640 – 3657.
- 48 Goodman JC. Neurological complications of bariatric surgery. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 2015, 15(12): 79.
- 49 Frantz DJ. Neurologic complications of bariatric surgery: involvement of central, peripheral, and enteric nervous systems. *Curr Gastroenterol Rep*, 2012, 14(4): 367 – 372.
- 50 Aasheim ET. Wernicke encephalopathy after bariatric surgery: a systematic review. *Ann Surg*, 2008, 248(5): 714 – 720.
- 51 Oudman E, Wijnia JW, van Dam M, et al. Preventing Wernicke encephalopathy after bariatric surgery. *Obes Surg*, 2018, 28(7): 2060 – 2068.

(收稿日期: 2020 – 09 – 08)

(修回日期: 2021 – 01 – 02)

(责任编辑: 王惠群)