·论 著·

腹腔镜袖状胃切除术对 2 型糖尿病肥胖患者长期维持减重效应和血糖稳态的影响分析

黄 丹，李书芳，郁娃林，周 纲*
（江苏省南京市江宁医院内分泌科，江苏 南京 211100）

[摘要] **目的** 研究腹腔镜袖状胃切除术对 2 型糖尿病肥胖患者在长期维持减重效应和血糖稳态的影响，以及减重情况和血糖稳态的关系探讨。**方法** 选取在江苏省南京市江宁医院诊断为肥胖的 80 例 2 型糖尿病患者为研究对象，均实施腹腔镜袖状胃切除术。对比患者术前和术后 2 年内各随访时间点的体重、体重指数（body mass index，BMI）、腰围；比较患者手术前后的血糖谱[糖化血红蛋白（glycated hemoglobin，HbA_1c）、空腹血糖（fasting plasma glucose，FPG）、餐后 2 h 血糖（2-hour postprandial blood glucose，2 hPBG）]、HOMA 模型参数[胰岛 β 细胞功能指数（homeostatic model assessment of beta-cell function，HOMA-β）、胰岛素抵抗指数（homeostatic model assessment of insulin resistance，HOMA-IR）]、胰岛素分泌指数（$\triangle I_{10}/\triangle G_{10}$）以及甲状腺功能指标[甲状腺刺激激素（thyroid-stimulating hormone，TSH）、游离三碘甲状腺原氨酸（free triiodothyronine，FT3）、游离甲状腺素（free thyroxine，FT4）]，并根据结果做各指标间的相关性分析。**结果** 患者在干预后的 2 年内体重、腰围、BMI 和血糖指标在各随访时间点均较术前显著下降，术后 HOMA-β 和胰岛素分泌指数显著高于术前，HOMA-IR 低于术前，且术后患者的 TSH 值下降，而 FT3 和 FT4 则持续上升，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。相关性分析显示，患者的 BMI 与血糖指标及甲状腺激素水平呈正相关，与胰岛素分泌指数呈负相关（$P<0.05$）。**结论** 对于 2 型糖尿病肥胖患者，血糖、胰岛素和甲状腺指标均会影响其体重和腰围，应用腹腔镜袖状胃切除术有助于维持减重效果、改善血糖稳态，为患者提供了一个更可靠的治疗手段。

[关键词] 糖尿病，2 型；肥胖；血糖稳态 doi：10.3969/j.issn.1007-3205.2025.02.009
[中图分类号] R587.1 [文献标志码] A [文章编号] 1007-3205(2025)02-0177-06

Analysis of the impact of laparoscopic sleeve gastrectomy on long-term weight loss maintenance and glycemic stability in patients with type 2 diabetes mellitus and obesity

HUANG Dan, LI Shu-fang, YU Wa-lin, ZHOU Gang*
(*Department of Endocrinology, Jiangning Hospital of Nanjing, Jiangsu Province, Nanjing* 211100, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the effects of laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) on long-term weight loss maintenance and glycemic stability in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and obesity, and to explore the relationship between weight loss and glycemic stability. **Methods** A total of 80 T2DM patients diagnosed with obesity in Jiangning Hospital of Nanjing City, Jiangsu Province, were selected as the research subjects, and underwent LSG. Body weight, body mass index (BMI), and waist circumference of the patients were compared before surgery and at various follow-up points within two years after the surgery. The glycemic profile [glycated hemoglobin (HbA_1c), fasting plasma glucose (FPG), 2-hour postprandial blood glucose (2 hPBG)], HOMA model parameters [homeostatic model assessment of β-cell

[收稿日期]2023－12－13
[基金项目]江苏省卫健委医学科研项目(ZD2021012)
[作者简介]黄丹(1977－)，女，吉林通化人，江苏省南京市江宁医院副主任医师，医学硕士，从事肥胖与肥胖相关并发症诊治研究。
* 通信作者。E-mail：15950509966@163.com

function (HOMA-β), homeostatic model assessment of insulin resistance (HOMA-IR)], insulin secretion index ($\triangle I_{10}/\triangle G_{10}$), and thyroid function indicators [thyroid-stimulating hormone (TSH), free triiodothyronine (FT3), free thyroxine (FT4)] before and after surgery were compared before and after surgery. Correlation analysis was performed based on the results between various indicators. **Results** At various follow-up points within two years after intervention, body weight, waist circumference, BMI and blood glucose indexes were significantly lower than those before surgery, the postoperative HOMA-β and insulin secretion index were significantly higher than those before operation, the HOMA-IR was lower than that before surgery, and the TSH value of postoperative patients decreased significantly, while FT3 and FT4 showed a continuous upward trend, suggesting significant differences (all $P<0.05$). Correlation analysis showed that BMI was positively correlated with blood glucose index and thyroid hormone level, and negatively correlated with insulin secretion index ($P<0.05$). **Conclusion** For patients with obesity and T2DM, blood glucose, insulin, and thyroid indicators all affect their weight and waist circumference. The application of LSG helps to maintain weight loss effects and improve glycemic stability, providing a more reliable treatment option for patients.

[**Key words**] diabetes mellitus, type 2; obesity; glycemic stability

随着现代生活方式和饮食模式的转变,肥胖已逐渐成为全球健康领域的重要议题。多项研究显示,肥胖与多种慢性疾病如心血管疾病、2型糖尿病和某些癌症有关。因此,对肥胖的预防和治疗显得尤为重要[1]。肥胖的病因复杂,其中包括遗传、生活习惯、内分泌失调和社会心理因素[2-3]。腹腔镜袖状胃切除术是一种被广泛认可的减重手术方法,特别是对于那些传统减重方法效果不佳的患者[4]。手术是通过切除部分胃组织,降低胃的容量,从而达到限制食量的目的。同时,该手术还可能对肠道激素分泌产生调节作用,进一步调控食欲和血糖水平。本研究旨在探讨腹腔镜袖状胃切除术对肥胖患者长期维持减重效应和血糖稳态的影响,以期能为临床医生定制治疗方案时提供更为科学、安全的治疗建议。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年11月—2021年11月在本院诊断为肥胖的2型糖尿病80例为研究对象。其中,男性34例,女性46例,平均年龄(36.10±7.98)岁;体重指数(body mass index,BMI)28.3~47.4,平均36.84±5.12。其中合并高血压病患者27例(33.75%)、冠状动脉粥样硬化性心脏病15例(18.75%)、高三酰甘油血症23例(28.75%)、高胆固醇血症28例(35.0%)、混合性高脂血症12例(15.0%)、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征21例(26.25%)、胃食管反流病17例(21.25%)、胆囊结石17例(21.25%)。

1.2 纳入标准与排除标准 纳入标准:①符合《中国肥胖及2型糖尿病外科治疗指南(2019版)》[5]的手术指征;②患者BMI≥27.5且存在代谢性疾病;③病史资料完整;④患者愿意配合研究并签署知情同意书。排除标准:①已经进行过腹腔镜袖状胃切除术或其他减重手术的患者;②存在严重的心、肺、肝、肾等器官功能不全;③继发性肥胖患者;④在研究期间有计划怀孕或正处于怀孕期;⑤近6个月内使用过药物治疗减重。该研究已取得院内医学伦理委员会批准。

1.3 方法 患者均实施腹腔镜袖状胃切除术,严格根据《腹腔镜袖状胃切除术操作指南(2018版)》[6]执行。具体操作如下:在手术前,每例患者都需要接受详细的术前评估,这包括胃肠道的影像学检查、全血生化分析和心肺功能测试。手术在脐部进行1 cm的纵向切口后,插入10~12 mm的套管。使用36~40 Fr的胃校正管并确保其通过幽门3 cm的位置,从下至上切除大部分胃大弯和全部胃底,仅留下一个狭窄的胃袋。在确保切口无渗漏后,完成胃部的缝合。整个手术过程都在腹腔镜的直接视野下进行,以减少并发症的风险。术后,患者首先进入术后监护室进行密切观察,确保无手术相关的并发症。

1.4 观察指标

1.4.1 体征指标 在患者手术前和手术后15 d,1个月,2个月,3个月,6个月,1年,2年,测量患者的

体重、BMI、腰围，并记录数据。

1.4.2　血糖谱　在患者手术前和手术后15 d，1个月，2个月，3个月，6个月，1年，2年，测量患者的糖化血红蛋白(glycated hemoglobin，HbA_1c)、空腹血糖(fasting plasma glucose，FPG)、餐后2 h血糖(2-hour postprandial blood glucose，2 hPBG)。

1.4.3　稳态模型参数　在患者手术前，手术后1个月、3个月、6个月、1年、2年，空腹采集静脉血样本，使用Siemens生化分析仪检测胰岛β细胞功能指数(homeostatic model assessment of beta-cell function，HOMA-β)、胰岛素抵抗指数(homeostatic model assessment of insulin resistance，HOMA-IR)。

1.4.4　葡萄糖-C肽-胰岛素释放试验　在患者手术前，手术后3个月、6个月、1年、2年，采集患者的空腹胰岛素浓度，后通过静脉内快速注射葡萄糖溶液，在10 min后收集静脉血样，测量胰岛素的浓度，计算胰岛素在10 min时的释放速度，胰岛素分泌指数：$\triangle I_{10}/\triangle G_{10}=(I_{10}-I_0)/(G_{10}-G_0)$。

1.4.5　甲状腺功能指标　在患者手术前，手术后3个月、6个月、1年、2年，采集患者的静脉血样本，使用Elecsys全自动免疫分析仪器检测甲状腺刺激激素(thyroid-stimulating hormone，TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(free triiodothyronine，FT3)、游离甲状腺素(free thyroxine，FT4)。

1.5　统计学方法　应用SPSS 27.0统计软件分析数据。计量资料采用单因素方差分析、SNK-q检验；计数资料采用χ^2检验；Pearson分析进行肥胖情况与糖代谢、甲状腺激素的相关性分析。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　患者体征指标手术前后比较　在手术前、手术后15 d、1个月、2个月、3个月、6个月、1年、2年，患者的体重、BMI、腰围逐渐减小，且与术前比较，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

表1　患者手术前后体征指标比较

Table 1　Comparison of physical signs of patients before and after surgery

($n=80$，$\bar{x}\pm s$)

项目	体重(kg)	BMI	腰围(cm)
术前	102.37±10.86	36.84±5.12	103.48±6.81
术后15 d	98.12±10.65*	34.17±4.97*	101.02±6.66*
术后1个月	97.74±10.42*	33.24±4.80*	98.68±6.49*
术后2个月	92.62±10.18*	31.63±4.55*	96.93±6.28*
术后3个月	87.33±9.91*	30.02±4.32*	94.18±6.07*
术后6个月	83.81±9.58*	28.34±3.91*	90.78±5.86*
术后1年	79.19±9.24*	27.12±3.57*	85.35±5.65*
术后2年	75.84±8.85*	25.51±2.04*	82.21±5.21*
F值	74.779	94.847	122.399
P值	<0.001	<0.001	<0.001

*P值<0.05与术前比较(SNK-q检验)

2.2　患者手术前后血糖、胰岛素和甲状腺功能比较　整体分析显示患者手术前后在HbA_1c、FPG、2 hPBG上差异均有统计学意义($P<0.05$)，在手术后患者的HbA_1c、FPG、2 hPBG均逐渐减小，患者的HOMA-β、胰岛素分泌指数逐渐上升，HOMA-IR逐渐下降，对于甲状腺功能，术后FT3、FT4高于术前，TSH则低于术前，差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

表2　患者手术前后血糖情况、胰岛素抵抗和甲状腺功能比较

Table 2　Comparison of blood glucose levels，insulin resistance，and thyroid function of patients before and after surgery

($n=80$，$\bar{x}\pm s$)

项目	HbA_1c(%)	FPG(mmol/L)	2 hPBG(mmol/L)	HOMA-β(%)	HOMA-IR
术前	6.85±1.68	6.42±1.52	9.11±1.82	38.25±5.23	3.87±0.83
术后3个月	5.97±1.00*	5.52±1.12*	7.86±1.40*	50.47±7.54*	2.24±0.78*
术后6个月	5.82±0.71*	5.32±0.95*	7.69±1.15*	56.58±9.13*	1.42±0.73*
术后1年	5.41±0.61*	5.09±0.93*	7.31±1.12*	65.03±10.02*	1.25±0.68*
术后2年	5.18±0.51*	4.79±0.86*	7.02±1.01*	73.52±10.58*	1.17±0.61*
F值	34.668	19.264	17.979	182.018	163.554
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

项目	胰岛素分泌指数	TSH(mU/L)	FT3(pmol/L)	FT4(pmol/L)
术前	1.43±0.26	4.88±0.51	3.22±0.47	10.18±1.48
术后3个月	2.18±0.76*	4.27±0.72*	3.51±0.52*	10.94±1.43*
术后6个月	2.43±0.80*	3.96±0.79*	3.54±0.44*	11.28±1.31*
术后1年	2.70±0.81*	2.71±0.36*	4.53±0.37*	15.02±1.03*
术后2年	2.85±0.83*	2.24±0.22*	4.97±0.25*	17.03±0.82*
F值	88.046	596.681	338.118	610.589
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*P值<0.05与术前比较(SNK-q检验)

2.3 患者肥胖情况与糖代谢、甲状腺激素的相关性分析 根据 Pearson 相关性分析结果，肥胖患者的 BMI 和腰围与血糖指标及甲状腺激素水平呈正相关，与胰岛素分泌指数呈负相关（$P<0.05$）。见表 3 和图 1。

表 3 患者肥胖状况与血糖、胰岛素和甲状腺激素的关系

Table 3 Relationship between obesity status and blood glucose, insulin, and thyroid hormones of patients

	BMI	腰围	HbA_1c	FPG	HOMA-β	HOMA-IR	胰岛素分泌指数	TSH
BMI	1	0.526*	0.332*	0.358*	−0.540*	0.601*	−0.399*	0.518*
腰围	0.526*	1	0.376*	0.353*	−0.638*	0.599*	−0.419*	0.654*
HbA_1c	0.332*	0.376*	1	0.244*	−0.422*	0.344*	−0.335*	0.446*
FPG	0.358*	0.353*	0.244*	1	−0.378*	0.407*	−0.292*	0.376*
HOMA-β	−0.540*	−0.638*	−0.422*	−0.378*	1	−0.612*	0.497*	−0.684*
HOMA-IR	0.601*	0.599*	0.344*	0.407*	−0.612*	1	−0.411*	0.592*
胰岛素分泌指数	−0.399*	−0.419*	−0.335*	−0.292*	0.497*	−0.411*	1	−0.445*
TSH	0.518*	0.654*	0.446*	0.376*	−0.684*	0.592*	−0.445*	1

* P 值<0.01 相关性显著

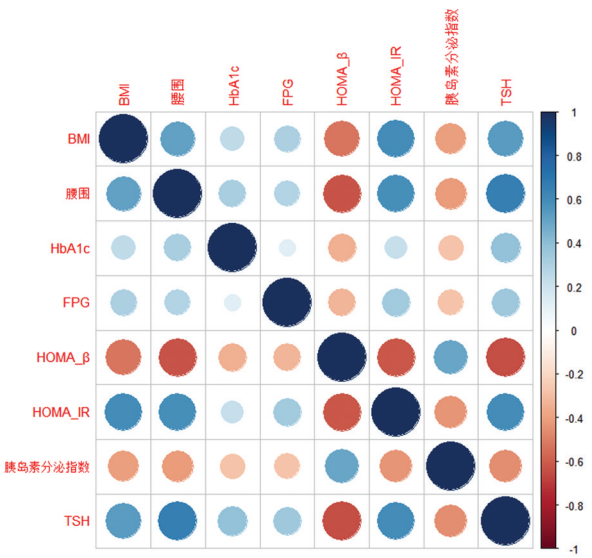


图 1 各指标的相关性分析热图

Figure 1 Heatmap of correlation analysis for various indicators

3 讨 论

肥胖患者近年来在全球范围内显示出逐渐增长的趋势[7-8]，尤其在一些工业化国家，由于久坐的生活方式和高热量饮食的普及，这一趋势更为明显。在中国，随着经济的迅速发展和生活方式的西化，肥胖的问题也日渐凸显[9]。值得注意的是，肥胖与血糖的关系尤为密切，大量的研究都证实了肥胖是 2 型糖尿病的重要危险因素[10-11]。Schnurr 等[12]发现与有相同遗传风险和生活方式层级的正常体重个体相比，肥胖患者 2 型糖尿病的发病风险相比要高 8 倍。脂肪细胞对胰岛素的抵抗导致血糖不能被有效地转运到细胞内，进而导致血糖升高。针对肥胖的治疗，主要包括生活方式的改变、药物治疗和外科手术。其中生活方式的改变包括合理饮食和增加锻炼，这是所有治疗方法的基础，但是研究也已显示尽管健康生活方式有益，但它并不能完全抵消与肥胖相关的健康风险[13]。外科手术如腹腔镜袖状胃切除术可能是更为有效的选择，该手术是当下较为常见的肥胖手术方式，主要由于其较低的并发症率、较小的手术创伤以及相对快速的康复期[14]。Han 等[15]通过比较分析发现腹腔镜袖状胃切除术患者的术后并发症和再手术率低于接受腹腔镜 Roux-en-Y 胃旁路术的患者。腹腔镜袖状胃切除术的基本原理是通过切除约 80% 的胃部来减少胃的容量，从而限制食物的摄入。对于肥胖患者，袖状胃切除术不仅有助于显著减轻体重，更重要的是，可以显著降低与肥胖相关的各种并发症风险，如糖尿病、高血压和睡眠呼吸暂停[16]。Çeler 等[17]研究表明腹腔镜袖状胃切除术的高缓解率在手术后持续了 7 年，糖尿病得到持续改善或缓解。

本研究旨在探讨腹腔镜袖状胃切除术对肥胖患者在长期维持减重效应和血糖稳态的影响。研究结果显示患者的体重、BMI、腰围于术后 15 d，1 个月，2 个月，3 个月，6 个月，1 年，2 年均呈逐渐下降趋势，患者均采取腹腔镜袖状胃切除术。本研究结果与 Kimura 等[18]的调查结果一致，且 Kimura 等[18]结果显示“情感性进食行为”和“饥饿感”得分的增加与体重减轻不良显著相关。由此可分析本研究腹腔镜袖状胃切除术后体重、BMI、腰围下降不仅与胃部的物理容积减少有关，同样也与胃泌素的影响有关。手术后可能引起患者胃泌素的分泌减少，从而降低食欲，减少患者饥饿感，由此进食量减少[19]。本研究显示在血糖方面，患者术后的 HbA_1c、FPG、2 hPBG呈现下降趋势，且在随访后期（2 年）患者的血糖均值已在正常范围内。Ma 等[20]研究也同样显

示在腹腔镜袖状胃切除术干预后2年2型糖尿病患者的血糖水平呈现显著下降，且有36.7%患者达到糖尿病完全缓解。由此根据研究结果可分析手术通过改变食物在肠道中的流动模式，导致与饱腹和饮食相关的多种胃肠道激素的释放模式发生改变，从而有助于控制血糖。并且有研究表明，手术可能会改变肠道中的微生物种群，这也可能与其代谢效益有关[21]。在胰岛素的相关指标上，在术后各随访时间点患者的HOMA-β和胰岛素分泌指数显著高于术前，HOMA-IR显著低于术前，意味着胰岛素β细胞功能得到显著提升，胰岛素抵抗得到显著改善。单晓东等[22]的研究也显示在腹腔镜袖状胃切除术后患者HOMA-IR在术后随访的12个月内均呈现持续下降。分析原因可能是手术会改变食物在胃中的停留时间和食物进入小肠的速度，从而导致肠激素的分泌模式发生变化，促进胰高血糖素样肽1和肽酪氨酸等的分泌量会增加，有助于β细胞的存活和增殖。此外，肥胖患者随着体重的减少，进而会降低胰岛素抵抗。此外，患者术后的TSH值明显下降，而FT3和FT4则呈现持续上升的趋势。这表明腹腔镜袖状胃切除术除了改善糖代谢外，还有助于甲状腺功能正常化。上述结果与梅芳芸等[23]一致。原因可能是随着体重的减轻，许多与肥胖相关的炎症介质和细胞因子得到显著降低。这些炎症因子在肥胖状态下可能会对下丘脑产生影响，从而扰乱其对甲状腺激素释放的正常调控[24-25]。同时，随着上述胃肠激素平衡的改变，可能间接地促进了甲状腺激素（FT3和FT4）的释放。Pearson分析显示，患者的BMI与血糖、胰岛素和甲状腺激素等相关指标均有显著的相关性，这进一步揭示了代谢状态、内分泌功能和甲状腺功能之间的复杂相互作用，以及对长期维持体重的重要意义。

综上所述，腹腔镜袖状胃切除术可显著减轻肥胖患者的体重，并且可长期维持减重效应，同时还可改善控制患者血糖，增强胰岛β细胞功能，减少胰岛素抵抗，并且有助于甲状腺功能的正常化。未来需进行更大样本、多中心、长期随机对照试验进一步验证。

[参考文献]

[1] 周蓓，李静，方晨圆，等.二甲双胍/维格列汀和利拉鲁肽对肥胖合并2型糖尿病患者的临床疗效比较[J].南方医科大学学报，2023，43(3)：436-442.

[2] Geerts MM，van den Berg EM，van Riel L，et al. Behavioral and psychological factors associated with suboptimal weight loss in post-bariatric surgery patients[J]. Eat Weight Disord，2021，26(3)：963-972.

[3] 窦豆，姚立彬，洪健，等.腹腔镜袖状胃切除术治疗肥胖合并代谢性疾病的早期疗效及其预测因素研究[J].联勤军事医学，2023，37(2)：130-134.

[4] 李建忠，吴建强，王正峰.腹腔镜袖状胃切除术治疗肥胖及其并发症20例报告[J].腹腔镜外科杂志，2023，28(4)：247-250.

[5] 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糖尿病外科医师委员会.中国肥胖及2型糖尿病外科治疗指南(2019版)[J].中国实用外科杂志，2019，39(4)：301-306.

[6] 王存川，张鹏，赵玉沛.腹腔镜袖状胃切除术操作指南(2018版)[J/CD].中华肥胖与代谢病电子杂志，2018，4(4)：196-201.

[7] Alebna PL，Mehta A，Yehya A，et al. Update on obesity，the obesity paradox，and obesity management in heart failure[J]. Prog Cardiovasc Dis，2024，9：S0033-0620(24)00003-3.

[8] Verhoeff K，Mocanu V，Dang J，et al. Five years of MBSAQIP data：characteristics，outcomes，and trends for patients with super-obesity[J]. Obes Surg，2022，32(2)：406-415.

[9] 张思婷，张继国，贾小芳，等.1993—2018年中国15个省(自治区、直辖市)18～35岁成人中心型肥胖变化趋势及其人口学和社会经济学影响因素[J].环境与职业医学，2022，39(3)：323-330.

[10] Vaidya R，Till C，Greenlee H，et al. Trends in obesity prevalence among patients enrolled in clinical trials for obesity-related cancers，1986 to 2016[J]. JAMA Netw Open，2022，5(10)：e2234445.

[11] 李维，田源，赵金玲，等.交替限食对超重或肥胖2型糖尿病患者血糖、体质量指数和血脂的影响[J].中国医师进修杂志，2023，46(9)：804-810.

[12] Schnurr TM，Jakupovič H，Carrasquilla GD，et al. Obesity，unfavourable lifestyle and genetic risk of type 2 diabetes：a case-cohort study[J]. Diabetologia，2020，63(7)：1324-1332.

[13] Rassy N，Van Straaten A，Carette C，et al. Association of healthy lifestyle factors and obesity-related diseases in adults in the UK[J]. JAMA Netw Open，2023，6(5)：e2314741.

[14] Insenser M，Vilarrasa N，Vendrell J，et al. Remission of diabetes following bariatric surgery：plasma proteomic profiles[J]. J Clin Med，2021，10(17)：3879.

[15] Han Y，Jia Y，Wang H，Cao L，et al.Comparative analysis of weight loss and resolution of comorbidities between laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass：A systematic review and meta-analysis based on 18 studies[J]. Int J Surg，2020，76：101-110.

[16] Yanari S，Sasaki A，Umemura A，et al.Therapeutic effect of laparoscopic sleeve gastrectomy on obstructive sleep apnea and relationship of type 2 diabetes in Japanese patients with severe obesity[J]. J Diabetes Investig，2022 ，13(6)：1073-1085

[17] Çeler Ö，Er HC，Sancak S，et al. The Effects of laparoscopic

sleeve gastrectomy (LSG) on obesity-related type 2 diabetes mellitus: a prospective observational study from a single center[J]. Obes Surg,2023,33(9):2695-2701.

[18] Kimura Y,Fujishima Y,Nishizawa H,et al. Changes in eating behaviors and their associations with weight loss in Japanese patients who underwent laparoscopic sleeve gastrectomy[J]. Nutrients,2023,15(2):353.

[19] 刘璟霞,王朝阳.袖状胃切除术对肥胖合并2型糖尿病病人糖代谢和胃肠激素的影响[J].安徽医药,2017,21(6):1065-1068.

[20] Ma S,Wang L,Chen J,et al. The effect of laparoscopic sleeve gastrectomy on type 2 diabetes remission outcomes in patients with body mass index between 25 kg/m^2 and 32.5 kg/m^2[J]. Asian J Surg,2022,45(1):315-319.

[21] Fukuda N, Ojima T, Hayata K, et al. Laparoscopic sleeve gastrectomy for morbid obesity improves gut microbiota balance,increases colonic mucosal-associated invariant T cells and decreases circulating regulatory T cells[J]. Surg Endosc, 2022,36(10):7312-7324.

[22] 单晓东,朱赛赛,严雨,等.腹腔镜袖状胃切除术治疗青少年肥胖症的临床疗效[J].中华消化外科杂志,2022,21(12):1567-1572.

[23] 梅芳芸,尹嘉晶,周东雷,等.袖状胃切除术对甲状腺功能正常的肥胖患者甲状腺功能的影响[J].同济大学学报(医学版),2019,40(4):441-447.

[24] Le Thuc O,García-Cáceres C. Obesity-induced inflammation: connecting the periphery to the brain[J]. Nat Metab,2024,6(7):1237-1252.

[25] Liu Y, Liu X, Kuang J, et al. Higher sensitivity to thyroid hormones may be linked to maintaining the healthy metabolic condition in people with obesity: new insight from NHANES [J]. Obes Facts,2023,16(5):497-506.

(本文编辑:刘斯静)