

· 综述 ·

良性甲状腺结节的热消融治疗进展

陈茉 徐书杭 刘超

南京中医药大学附属中西医结合医院(江苏省中医药研究院)内分泌科 210028

通信作者:徐书杭, Email: shuhangxu@163.com; 刘超, Email: liuchao@nfm.cn.com

【摘要】 热消融是近年来发展起来的一项新技术,主要包括激光消融、射频消融、微波消融和高强度聚焦超声。目前,仍缺乏国际公认的良性甲状腺结节热消融指征。但综合国内、外相关指南及专家共识,在结合患者意愿的基础上,热消融可用于有临床症状、有自主功能或术后复发的良性甲状腺结节。现有研究表明,热消融对于良性甲状腺结节具有良好的效果和安全性,术后 1 年结节体积可缩小 50%~80%,不良反应发生率较低,且不同消融方法之间差别有限。总之,热消融可能为良性甲状腺结节治疗提供新的选择。

【关键词】 甲状腺结节;热消融;射频消融;微波消融

基金项目:第二批江苏省中医药领军人才项目(SLJ0209);江苏省医院协会医院管理创新研究课题(JSYGY-1-2018-301);2018 年江苏省研究生科研与实践创新计划面上项目(SJCX18_0470)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.04.008

Advancement of thermal ablation on benign thyroid nodules Chen Mo, Xu Shuhang, Liu Chao. Department of Endocrinology, Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Jiangsu Province Academy of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210028, China

Corresponding author: Xu Shuhang, Email: shuhangxu@163.com; Liu Chao, Email: liuchao@nfm.cn.com

【Abstract】 Thermal ablation is a new technology developed in recent years, including laser ablation, radiofrequency ablation, microwave ablation and high intensity focused ultrasound. At present, there is a lack of internationally recognized indications for thermal ablation of benign thyroid nodules. However, based on the relevant guidelines and consensus statement, thermal ablation can be used for benign thyroid nodules with clinical symptoms, autonomic functional nodules or recurrent nodules after operation, considering the patients' will. Many clinical studies have shown that thermal ablation has a favorable effect and safety for benign thyroid nodules. The nodule volume can be reduced by 50% to 80% at 1 year follow-up with low incidence of side effects. Besides, the differences between various types of ablation methods are limited. Therefore, thermal ablation may become a new choice for treatment of benign thyroid nodules.

【Key words】 Thyroid nodule; Thermal ablation; Radiofrequency ablation; Microwave ablation

Fund program: The Second Batch of Leading Talent of Traditional Chinese Medicine in Jiangsu Province(SLJ0209); Innovation Project on Hospital Management of Jiangsu Province Hospital Association(JSYGY-1-2018-301); Surface Project on Research and Practice Innovation for Graduate Students in Jiangsu Province(SJCX18_0470)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.04.008

热消融主要包括激光消融、射频消融、微波消融和高强度聚焦超声(HIFU),目前已被尝试用于治疗良性的甲状腺结节、自主功能性甲状腺腺瘤和不能手术治疗的复发型恶性甲状腺肿瘤。考虑到甲状腺结节患病率较高,其中绝大部分为良性,采用热消融治疗可能存在指征把握不严和过度治疗现象。因

此,客观认识热消融在良性甲状腺结节治疗中的价值,引导其规范化使用,十分迫切和重要。

1 热消融的基本原理

热消融技术产热的基本原理并不相同,但都是通过使甲状腺局部组织产生高热,最终导致组织坏死,从而缩小或完全消融结节^[1-2]。激光消融利用

插入甲状腺结节的光纤尖端向前发射近红外波段的高能定向激光,产生热能传导至组织中。射频消融是通过电极针传递射频电流,引起组织离子的震动和摩擦,继而产生热量导致组织凝固坏死。而微波消融依靠组织自身的极性分子在微波电场的作用下高速旋转产生热量。不同的是,HIFU 将多个高能量的超声波聚焦于病灶处引发热消融。表 1 比较了 4 种热消融的基本原理和消融特点,可以发现,激光消融、射频消融、微波消融均需经穿刺针侵入甲状腺内消融。与射频消融相比,微波消融具有更大的消融范围和更短的治疗时间,更容易杀死肿瘤细胞,且较少受“热沉效应”(即肿瘤邻近大血管或肿瘤区域血流灌注丰富导致热流损失)的影响,有助于治疗血供丰富的肿瘤^[3]。射频消融和微波消融由于运用了移动消融技术,较固定消融的激光消融更加灵活,便于操作^[4]。HIFU 较前三者的优势在于通过超声换能器无需穿刺进入组织即可消融结节,但消融范围限制于皮下 2.8 cm 内的单层病灶^[5]。临床上可根据具体情况选择合适的消融技术。

2 热消融治疗良性甲状腺结节的适应证

目前,研究显示,热消融不仅用于良性结节的治疗,也用于初发的低危甲状腺癌(如微小乳头状癌)、手术风险较高而不适宜手术的复发性甲状腺癌。但国内尚无统一公认的甲状腺结节热消融治疗适应证,尤其是微波消融。

2012 年,韩国放射学会和甲状腺放射学会共同推出的指南中推荐良性结节射频消融指征为:(1)存在典型的临床症状,如颈部痛、发声受累、有异物感、咳嗽等。(2)显著影响外观,或患者较为在意外观改变。(3)结节为引起甲状腺毒症的自主功能性腺瘤^[6]。另外,甲状腺结节的最大直径大于 2 cm,且持续增大时,也可基于其临床症状与体征选择射频消融。囊性结节一般多采用细针抽吸治疗,复发者可选择无水乙醇介入治疗。但该指南并不推荐射频消融用于治疗甲状腺滤泡肿瘤和初发的甲状腺

癌。另外,对于有严重心脏疾病、对侧声带麻痹及孕妇应慎用射频消融治疗。

在该指南的基础上,2015 年意大利的学者发表声明,认为射频消融治疗良性结节的适应证主要包括:(1)结节体积较大(>20 ml),无功能,良性,患者存在局部症状或美观问题,但存在手术禁忌证或拒绝手术。(2)结节具有自主功能,核素扫描时为“热结节”或“温结节”,毒性或潜在毒性,但存在手术和同位素治疗禁忌证,或拒绝手术和同位素治疗。(3)无功能良性结节(即使体积 <20 ml)伴发局部不适症状,且随时间显著生长。(4)大结节(>20 ml)的自主功能性结节,联合射频消融与放射性碘治疗,可能更快、更有效地改善局部症状,并相比单独行放射性碘治疗可减少放射性碘的治疗剂量^[7]。但专家们一致反对以下情况行射频消融:(1)甲状腺囊肿或以囊性为主结节,此时选用经皮酒精注射治疗更合理。(2)原发性甲状腺癌或滤泡性肿瘤,手术是标准治疗方式。此外,国内亦有部分省份或学术团体发表过甲状腺结节消融治疗的指征。

2017 年,韩国甲状腺放射学会再次推出甲状腺射频消融指南,明确提出适合射频消融治疗的甲状腺疾病指征,包括存在症状和美观问题的甲状腺良性结节、出于治愈或姑息性目的复发性甲状腺癌(强烈推荐、中等证据)^[8]。但该指南强调,术前必须完成两次细针或粗针穿刺活检,但如果术前超声上具有良性高特异性的超声特征或证实该结节为自主功能性甲状腺结节,此时只有一次细胞学良性结果也足够。

总体来看,是否对良性结节选择消融治疗主要取决于结节的良、恶性,结节的大小及质地,局部症状和美观问题以及患者意愿。操作者应切实地评估治疗的必要性和可行性,为患者制定个体化的治疗方案。另外,通过超声测量结节的 3 个垂直最大切面的最大直径,并通过公式计算结节的体积,完善相关的实验室和影像学检查等术前评估。

表 1 热消融的基本原理及不同消融技术特点的比较

消融技术	产热原理	消融设备	热量	消融范围	技术特点
激光消融	高能激光 (1.064 μm)	穿刺针外径 22~23 G(小)	2~40 W	单根 300~400 μm 光纤周围直径 2 cm 近球形区域	固定消融波
射频消融	高频交流电 (375~500 kHz)	穿刺针外径 16 G(大)	30~50 W	直径数毫米以内	液体隔离和移动消融波
微波消融	电磁微波 (2 450 MHz)	穿刺针外径 18~19 G(中)	1~100 W	直径 1~2 cm	液体隔离和移动消融波
高强度聚焦超声	超声 (3 MHz)	超声换能器	1~125 W	每个消融亚单位厚度为 7.3 mm,宽度为 5 mm	无需探针穿刺

3 良性甲状腺结节热消融的临床评价

3.1 临床疗效

3.1.1 激光消融 激光消融是最早应用于甲状腺结节的热消融技术。早在 2000 年, Pacella 等^[9]首次报道对 18 例切除后的甲状腺内良性结节进行激光消融, 确定了激光消融治疗甲状腺结节的可行性。2 年后, Døssing 等^[10]研究表明, 应用激光消融治疗 16 例良性实性甲状腺结节取得满意疗效, 术后 6 个月体积减少约 46%, 压迫症状也明显改善; 对毒性甲状腺结节也有较好疗效^[11-12]。此后, 关于激光消融与良性甲状腺结节的研究不断丰富, 其有效性和安全性逐步得到承认。

3.1.2 射频消融 射频消融在甲状腺领域的应用稍晚于激光消融, 但由于“液体隔离”与“移动消融”技术的应用, 目前总体认为射频消融治疗甲状腺结节的疗效优于激光消融。此前, 有学者对消融后患者长达 4 年的随访发现, 激光消融治疗组甲状腺结节体积平均仅缩小 48%, 显著劣于射频消融治疗组 (90% ~ 92%), 且射频消融的安全性更高^[13]。澳大利亚的一项前瞻性研究表明, 射频消融治疗 12 个月, 体积缩小率 (VRR) 为 82%, 其中 81% 的结节 VRR 大于 70%, 临床症状和外观也有显著改善, 对甲状腺功能并无影响^[14]。国内的一项研究则显示, 35 例甲状腺结节在术后 6 个月 VRR 便超过 50%, 其中 3 例甚至超过 90%^[15]。也有少数研究的结果不一致。最新的一项关于激光消融和射频消融治疗甲状腺结节的多中心回顾研究表明, 术后 6 个月及 12 个月时, 激光消融的 VRR 显著高于射频消融^[16]。但值得注意的是, 热消融治疗的临床疗效可能与操作者的经验显著相关。2018 年, 美国梅奥诊所报道了 14 例射频消融治疗较大良性甲状腺结节的结果, 随访 2 年后, 结节 VRR 中位数仅为 52.8%, 显著低于同类型研究^[15]。

此外, 射频消融也可用于自主功能性腺瘤的临床治疗。韩国的一项多中心研究表明, 经射频消融治疗后, 结节平均体积明显缩小, 核素扫描显示结节均变为冷结节或摄取率降低, 临床症状也明显缓解^[17]。

3.1.3 微波消融 由于射频消融与微波消融治疗方法和原理较为类似, 因此治疗效果可能类似。来自中国的多项代表性的研究表明, 微波消融能够有效减少甲状腺体积, 微波消融治疗 12 个月后, VRR 在 85.97% ~ 90.00%, 临床症状也有显著改善^[18-20]。与射频消融相比, 微波消融在结节 VRR、

症状评分及美容学评分等方面并无明显优势^[21]。而一项 1 252 例的多中心前瞻性研究显示, 术后 6 个月、12 个月及最后一次随访时, 射频消融组的最大直径缩小率和 VRR 稍优于微波消融组, 且具有统计学差异^[4]。

3.1.4 HIFU HIFU 是近年应用于甲状腺结节治疗的新技术。瑞士的研究表明, 术后 6 个月和 12 个月时, HIFU 治疗甲状腺结节的 VRR 中位数分别为 40% 和 48%^[22]。而与射频消融、微波消融相比较, HIFU 的疗效并无显著差异^[23]。另一项研究则比较了 HIFU 和同位素治疗毒性甲状腺结节的疗效, 结果表明同位素治疗优于 HIFU^[24]。

3.2 热消融的并发症 热消融术有可能引起多种并发症, 但发生率很低。韩国学者对 2003—2009 年在 13 个中心接受射频消融治疗的 1 459 例患者进行随访, 结果发现, 射频消融治疗后并未出现危及生命的严重并发症, 总并发症发生率为 3.3%, 分为主要并发症与微小并发症。其中主要并发症占 1.4%, 分别为 15 例声音改变, 1 例臂丛神经损伤, 3 例肿瘤破裂和 1 例永久性甲状腺功能减退症^[25]。此外, 也可能出现永久性声带麻痹和三度皮肤烧伤^[13, 26-27]。微小并发症主要有血肿、呕吐、皮肤灼伤、发热、疼痛和水肿^[12]。除了永久性甲状腺功能减退症和永久性声带麻痹外, 其他绝大部分都可自行恢复。也有文献总结和比较了不同消融方法的并发症发生率, 结果显示, 微波消融、激光消融与射频消融的并发症风险类似, 包括颈部皮下血肿、发热、严重的疼痛、声音改变、皮肤灼伤、水肿和甲状腺功能减退症^[3], 见表 2。

4 小结

热消融治疗良性甲状腺结节具有创伤小、花费少、并发症少等优点。从消融原理和特点来看, 4 类消融技术的疗效和安全性差别有限, 尤其是射频消融和微波消融, 消融的效果可能更取决于操作者技术。现有的研究均证实, 热消融技术治疗良性甲状腺结节有效且安全, 无论是射频消融、激光消融或者微波消融、HIFU 都能够有效减少结节体积, 缓解患者压迫症状, 改善外观, 而严重并发症发生率较低。但考虑到无症状的良性甲状腺结节大多无需积极干预, 故应严格把握热消融的适应证。因此, 热消融作为一种新的技术, 正逐步得到了开展和应用, 临床医师应正视其在甲状腺结节治疗中的价值, 以患者为中心, 认真评估治疗的必要性、获益及风险。

表 2 比较不同热消融方法治疗良性甲状腺结节有效性和安全性的相关研究

时间	研究者	国家	研究方法	消融技术	随访时间	结果	并发症
2013	Lim 等 ^[13]	韩国	126 例 BTN	RFA 与 LA	36~81 个月	末次随访时 RFA 的结节 VRR 显著高于 LA (93.4% 比 47.8%~51.0%)	RFA 治疗后结节再生长率和并发症发生率均低于 LA
2017	Cheng 等 ^[4]	中国	687 例 RFA 和 644 例 MWA 治疗 BTN	RFA 与 MWA	3~12 个月	治疗 12 个月后, MWA 的结节 VRR 低于 RFA [(81.1±70.4)% 比 (91.3±12.6)%]	术后患者可能出现声音改变、结节破裂、肿胀出血、皮肤灼伤、发热等并发症, 但两种方法发生率相近
2018	Korkusuz 等 ^[23]	德国	40 例 RFA、40 例 MWA 和 14 例 HIFU 治疗 BTN	RFA、MWA 与 HIFU	3 个月	三者的结节 VRR 中位数分别为 50%、44% 和 49%, 无统计学差异	RFA 及 MWA 分别有 26 例 (65.0%) 和 21 例 (52.5%) 发生出血肿胀, 经 HIFU 治疗患者均出现术后疼痛
2018	Giovannella 等 ^[24]	瑞士	15 例 HIFU 和 17 例 RAI 治疗毒性甲状腺结节	HIFU 与 RAI	3~12 个月	1 年后随访经 HIFU 和 RAI 治疗的患者, 分别有 4 例 (27%) 和 14 例 (82%) TSH 恢复正常, 8 例 (53.3%) 和 16 例 (94%) 核素扫描达标	无严重并发症

注: BTN: 良性甲状腺结节; RFA: 射频消融; LA: 激光消融; MWA: 微波消融; HIFU: 高强度聚焦超声; VRR: 体积缩小率; RAI: 放射性碘; TSH: 促甲状腺激素

参 考 文 献

- [1] Nixon IJ, Angelos P, Shaha AR, et al. Image-guided chemical and thermal ablations for thyroid disease: review of efficacy and complications [J]. Head Neck, 2018, 40 (9): 2103-2115. DOI: 10.1002/hed.25181.
- [2] Gharib H, Hegedüs L, Pacella CM, et al. Clinical review: nonsurgical, image-guided, minimally invasive therapy for thyroid nodules [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2013, 98 (10): 3949-3957. DOI: 10.1210/jc.2013-1806.
- [3] Yang YL, Chen CZ, Zhang XH. Microwave ablation of benign thyroid nodules [J]. Future Oncol, 2014, 10 (6): 1007-1014. DOI: 10.2217/fon.13.260.
- [4] Cheng Z, Che Y, Yu S, et al. US-guided percutaneous radiofrequency versus microwave ablation for benign thyroid nodules: a prospective multicenter study [J]. Sci Rep, 2017, 7 (1): 9554. DOI: 10.1038/s41598-017-09930-7.
- [5] Lang BH, Wu ALH. The efficacy and safety of high-intensity focused ultrasound ablation of benign thyroid nodules [J]. Ultrasonography, 2018, 37 (2): 89-97. DOI: 10.14366/ug.17057.
- [6] Na DG, Lee JH, Jung SL, et al. Radiofrequency ablation of benign thyroid nodules and recurrent thyroid cancers: consensus statement and recommendations [J]. Korean J Radiol, 2012, 13 (2): 117-125. DOI: 10.3348/kjr.2012.13.2.117.
- [7] Garberoglio R, Aliberti C, Appetecchia M, et al. Radiofrequency ablation for thyroid nodules: which indications? The first Italian opinion statement [J]. J Ultrasound, 2015, 18 (4): 423-430. DOI: 10.1007/s40477-015-0169-y.
- [8] Kim JH, Baek JH, Lim HK, et al. 2017 Thyroid radiofrequency ablation guideline: Korean Society of Thyroid Radiology [J]. Korean J Radiol, 2018, 19 (4): 632-655. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.4.632.
- [9] Pacella CM, Bizzarri G, Guglielmi R, et al. Thyroid tissue: US-guided percutaneous interstitial laser ablation-a feasibility study [J]. Radiology, 2000, 217 (3): 673-677. DOI: 10.1148/radiology.217.3.r00dc09673.
- [10] Døssing H, Bennedbaek FN, Karstrup S, et al. Benign solitary solid cold thyroid nodules: US-guided interstitial laser photocoagulation--initial experience [J]. Radiology, 2002, 225 (1): 53-57. DOI: 10.1148/radiol.2251011042.
- [11] Spiezia S, Vitale G, Di Somma C, et al. Ultrasound-guided laser thermal ablation in the treatment of autonomous hyperfunctioning thyroid nodules and compressive nontoxic nodular goiter [J]. Thyroid, 2003, 13 (10): 941-947. DOI: 10.1089/105072503322511346.
- [12] Gambelunghe G, Stefanetti E, Colella R, et al. A single session of laser ablation for toxic thyroid nodules: three-year follow-up results [J]. Int J Hyperthermia, 2018, 34 (5): 631-635. DOI: 10.1080/02656736.2018.1437931.
- [13] Lim HK, Lee JH, Ha EJ, et al. Radiofrequency ablation of benign non-functioning thyroid nodules: 4-year follow-up results for 111 patients [J]. Eur Radiol, 2013, 23 (4): 1044-1049. DOI: 10.1007/s00330-012-2671-3.
- [14] Dobnig H, Amrein K. Monopolar radiofrequency ablation of thyroid nodules: a prospective Austrian single-center study [J]. Thyroid, 2018, 28 (4): 472-480. DOI: 10.1089/thy.2017.0547.
- [15] Hamidi O, Callstrom MR, Lee RA, et al. Outcomes of radiofrequency ablation therapy for large benign thyroid nodules: a Mayo clinic case series [J]. Mayo Clin Proc, 2018, 93 (8): 1018-1025. DOI: 10.1016/j.mayocp.2017.12.011.
- [16] Pacella CM, Mauri G, Cesario R, et al. A comparison of laser with radiofrequency ablation for the treatment of benign thyroid nodules: a propensity score matching analysis [J]. Int J Hyperthermia, 2017, 33 (8): 911-919. DOI: 10.1080/02656736.2017.1332395.
- [17] Sung JY, Baek JH, Jung SL, et al. Radiofrequency ablation for autonomously functioning thyroid nodules: a multicenter study [J]. Thyroid, 2015, 25 (1): 112-117. DOI: 10.1089/thy.2014.

- 0100.
- [18] Wei Y, Qian L, Liu JB, et al. Sonographic measurement of thyroid nodule changes after microwave ablation: relationship between multiple parameters [J]. *Int J Hyperthermia*, 2018, 34 (5) : 660-668. DOI:10.1080/02656736.2017.1418537.
- [19] Wu W, Gong X, Zhou Q, et al. US-guided percutaneous microwave ablation for the treatment of benign thyroid nodules [J]. *Endocr J*, 2017, 64 (11) : 1079-1085. DOI: 10.1507/endocrj. EJ17-0152.
- [20] Liu YJ, Qian LX, Liu D, et al. Ultrasound-guided microwave ablation in the treatment of benign thyroid nodules in 435 patients [J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2017, 242 (15) : 1515-1523. DOI:10.1177/1535370217727477.
- [21] Yue WW, Wang SR, Lu F, et al. Radiofrequency ablation vs. microwave ablation for patients with benign thyroid nodules: a propensity score matching study [J]. *Endocrine*, 2017, 55 (2) : 485-495. DOI:10.1007/s12020-016-1173-5.
- [22] Trimboli P, Bini F, Marinuzzi F, et al. High-intensity focused ultrasound (HIFU) therapy for benign thyroid nodules without anesthesia or sedation [J]. *Endocrine*, 2018, 61 (2) : 210-215. DOI: 10.1007/s12020-018-1560-1.
- [23] Korkusuz Y, Gröner D, Raczyński N, et al. Thermal ablation of thyroid nodules: are radiofrequency ablation, microwave ablation and high intensity focused ultrasound equally safe and effective methods? [J]. *Eur Radiol*, 2018, 28 (3) : 929-935. DOI: 10.1007/s00330-017-5039-x.
- [24] Giovannella L, Piccardo A, Pezzoli C, et al. Comparison of high intensity focused ultrasound and radioiodine for treating toxic thyroid nodules [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2018, [Epub ahead of print]. DOI:10.1111/cen.13738.
- [25] Baek JH, Lee JH, Sung JY, et al. Complications encountered in the treatment of benign thyroid nodules with US-guided radiofrequency ablation: a multicenter study [J]. *Radiology*, 2012, 262 (1) : 335-342. DOI:10.1148/radiol.11110416.
- [26] Cesaro R, Pasqualini V, Simeoni C, et al. Prospective study of effectiveness of ultrasound-guided radiofrequency ablation versus control group in patients affected by benign thyroid nodules [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100 (2) : 460-466. DOI:10.1210/jc.2014-2186.
- [27] Bernardi S, Lanzilotti V, Papa G, et al. Full-thickness skin burn caused by radiofrequency ablation of a benign thyroid nodule [J]. *Thyroid*, 2016, 26 (1) : 183-184. DOI:10.1089/thy.2015.0453.

(收稿日期:2018-10-06)

(本文编辑:刘欣)

(上接第 247 页)

- [8] Pallayova M, Steele KE, Magnuson TH, et al. Sleep apnea determines soluble TNF- α receptor 2 response to massive weight loss [J]. *Obes Surg*, 2011, 21 (9) : 1413-1423. DOI: 10.1007/s11695-011-0359-4.
- [9] Quintas-Neves M, Preto J, Drummond M. Assessment of bariatric surgery efficacy on Obstructive Sleep Apnea (OSA) [J]. *Rev Port Pneumol (2006)*, 2016, 22 (6) : 331-336. DOI:10.1016/j.rppnen.2016.05.006.
- [10] Sillo TO, Lloyd-Owen S, White E, et al. The impact of bariatric surgery on the resolution of obstructive sleep apnoea [J]. *BMC Res Notes*, 2018, 11 (1) : 385. DOI:10.1186/s13104-018-3484-5.
- [11] Schauer PR, Nor Hanipah Z, Rubino F. Metabolic surgery for treating type 2 diabetes mellitus: now supported by the world's leading diabetes organizations [J]. *Cleve Clin J Med*, 2017, 84 (7 Suppl 1) : S47-S56. DOI:10.3949/ccjm.84.s1.06.
- [12] Del Genio G, Limongelli P, Del Genio F, et al. Sleeve gastrectomy improves obstructive sleep apnea syndrome (OSAS): 5 year longitudinal study [J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2016, 12 (1) : 70-74. DOI:10.1016/j.soard.2015.02.020.
- [13] Kashyap SR, Bhatt DL, Wolski K, et al. Metabolic effects of bariatric surgery in patients with moderate obesity and type 2 diabetes: analysis of a randomized control trial comparing surgery with intensive medical treatment [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36 (8) : 2175-2182. DOI:10.2337/dc12-1596.
- [14] Zou J, Zhang P, Yu H, et al. Effect of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass surgery on obstructive sleep apnea in a Chinese population with obesity and T2DM [J]. *Obes Surg*, 2015, 25 (8) : 1446-1453. DOI:10.1007/s11695-014-1510-9.
- [15] Sundbom M, Hedberg J, Marsk R, et al. Substantial decrease in comorbidity 5 years after gastric bypass: a population-based study from the scandinavian obesity surgery registry [J]. *Ann Surg*, 2017, 265 (6) : 1166-1171. DOI:10.1097/SLA.0000000000001920.
- [16] Chiappetta S, Schaack HM, Wölnerhanssen B, et al. The impact of obesity and metabolic surgery on chronic inflammation [J]. *Obes Surg*, 2018, 28 (10) : 3028-3040. DOI: 10.1007/s11695-018-3320-y.
- [17] Billeter AT, de la Garza Herrera JR, Scheurlen KM, et al. Management of endocrine disease: which metabolic procedure comparing outcomes in sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass [J]. *Eur J Endocrinol*, 2018, 179 (2) : R77-R93. DOI:10.1530/EJE-18-0009.
- [18] Gallo AS, DuCoin CG, Berducci MA, et al. Endoscopic revision of gastric bypass: holy grail or epic fail? [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30 (9) : 3922-3927. DOI:10.1007/s00464-015-4699-3.

(收稿日期:2018-11-21)

(本文编辑:刘欣)