

经皮微波消融治疗良性无功能甲状腺结节疗效和超声形态分析

陈莱 徐书杭 许洋 王雅琳 褚晓秋 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@nfmcn.com

【摘要】 目的 探讨超声引导下经皮微波消融治疗良性无功能甲状腺结节的疗效和超声形态的变化。**方法** 选取 2016 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日在江苏省中西医结合医院行微波消融治疗良性无功能甲状腺结节的患者 37 例(37 个甲状腺结节),观察治疗前及治疗后第 1、6、12 个月甲状腺结节的体积、治疗成功率、甲状腺功能、并发症发生率和超声形态的变化。**结果** 术后 12 个月时,甲状腺结节体积中位数由 5.8 ml 减至 0.7 ml($Z = -4.20, P < 0.001$),体积缩小率中位数为 86.67%($Z = 4.20, P < 0.001$),有效率可达 100.0%($\chi^2 = 20.05, P < 0.001$)。由于结节成分和回声等超声形态的改变,术后甲状腺影像报告和数字系统(TI-RADS)分级显著提高($Z = 5.47, P < 0.001$)。所有患者均未出现严重并发症,微波消融对患者的甲状腺功能和抗体并无影响,但可降低甲状腺球蛋白水平($Z = -2.67, P < 0.05$)。**结论** 微波消融治疗良性无功能甲状腺结节具有良好的有效性与安全性,并可改变结节的超声形态特征。

【关键词】 良性甲状腺结节;微波消融;热消融;超声形态

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.1673-4157.2019.05.002

Efficacy and ultrasonographic morphologic analysis of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation on benign nonfunctioning thyroid nodules Chen Mo, Xu Shuhang, Xu Yang, Wang Yalin, Chu Xiaoqiu, 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@nfmcn.com

【Abstract】 Objective To investigate the efficacy and ultrasonographic morphologic changes of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation (MWA) on benign nonfunctioning thyroid nodules. **Methods** A total of 37 patients with 37 benign thyroid nodules were treated by MWA in Jiangsu Province Academy of Traditional Chinese Medicine from January 1, 2016 to December 31, 2017. The changes of thyroid nodule volume, successful rate of treatment, thyroid function, the incidence of complications and ultrasonographic morphologic changes were observed before treatment as well as at the postoperative 1th, 6th, 12th month follow-up, respectively. **Results** After 12 months of surgery, the median volume of thyroid nodule significantly decreased from 5.8 ml to 0.7 ml ($Z = -4.20, P < 0.001$). The median volume reduction rate was 86.67% ($Z = 4.20, P < 0.001$), and the successful rate of treatment was eventually 100.0% ($\chi^2 = 20.05, P < 0.001$). Because of the changes of composition of thyroid nodules and ultrasound echogenicity, the postoperative levels of thyroid imaging report and data system (TI-RADS) were significantly increased ($Z = 5.47, P < 0.001$). No serious complications were observed. Thyroid function and autoimmune antibody levels were not affected by MWA. However, serum thyroglobulin level was decreased after MWA ($Z = -2.67, P < 0.05$). **Conclusion** MWA is safe and effective in treating benign nonfunctioning thyroid nodules, which is able to change ultrasonic morphology as well.

【Key words】 Benign thyroid nodule; Microwave ablation; Thermal ablation; Morphologic ultrasonography

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 (JSY-GY-1-2018-301); Surface Project on Postgraduate Research & Practice Innovation Program of Jiangsu Province (SJCX18_0470)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.05.002

甲状腺结节是临床常见的甲状腺疾病,成人经触诊检出率为 4%~8%,而超声检出率可达 10%~70%^[1-2]。大部分结节为良性,无需特殊处理,但如存在压迫症状或美观问题时可能需要干预处理。目前干预的方法主要包括无水酒精消融、超声引导下的热消融和手术等^[3]。无水酒精消融一般用于囊性或囊性为主结节^[4]。实性结节以甲状腺次全切除术治疗为主,但手术治疗存在创伤较大、术后永久性疤痕、并发症风险及术后需长期服药等缺点。而热消融技术为此类患者提供了新的选择。目前已有研究表明,激光消融、射频消融等可有效安全地治疗甲状腺结节^[5-6]。本研究通过回顾性分析探讨微波消融治疗良性无功能甲状腺结节的有效性和安全性,并探讨消融术后甲状腺结节超声形态学改变特点。

1 对象与方法

1.1 研究设计 本研究回顾性分析 2016 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日在江苏省中西医结合医院采用微波消融治疗良性甲状腺结节的患者,经入选标准及排除标准筛选后,收集患者的基线资料,术前及术后第 1、6、12 个月结节的结构、大小、血流分级、超声特征,患者甲状腺功能的改变等,并记录术后随访患者出现的不良反应、持续时间及转归,最后统计分析收集到的数据。本研究经医院伦理委员会批准 (2018LWKY018),所有患者均签署知情同意书。

1.2 入选标准及排除标准 入选标准:(1)受试者年龄≥18 周岁,性别不限。(2)甲状腺结节经超声检查显示良性,两次细针穿刺细胞学或细针穿刺联合粗针活检病理诊断为良性。(3)患者存在局部压迫不适、声音嘶哑、美观等问题。(4)无颈部放射及手术史且无其他恶性肿瘤征象,无转移性淋巴结征象。(5)患者主观意愿接受微波消融治疗。排除标准:(1)甲状腺功能亢进症。(2)对本研究所使用的药品过敏。(3)有严重出血倾向或凝血功能异常。(4)需要在试验期间接受免疫抑制药物治疗。(5)全身感染、高热或白细胞异常。(6)严重器官功能不全。(7)妊娠和哺乳期。

1.3 治疗方法 (1)微波消融治疗设备:微波消融系统由 KY-2000 型微波消融仪(南京康友医疗科技有限公司)和一次性无菌微波消融针组成。微波发射频率 2 450 MHz,输出功率 25~35 W。微波发生仪通过低损耗同轴电缆与 16 G 水冷式 Thy-ablation 微波消融针相连接,消融针发热点距针尖 3 mm。超

声系统为西门子 S2000 彩色多普勒超声显像仪,探头为 18L6,频率 6~18 MHz。

(2)微波消融治疗流程:患者取仰卧位,充分暴露颈部,超声探查需要消融病灶的部位及范围,确定穿刺途径。0.2% 碘伏常规消毒并铺巾,根据病灶具体位置,在超声引导下用 1% 利多卡因进行局部浸润麻醉。在甲状腺包膜与食管、喉返神经、甲状旁腺间隙注射生理盐水以形成安全隔离区域(即“水隔离”)。启动微波消融治疗仪,选取安全、就近的路径,在超声引导下避开颈部血管、神经、气管、食道等重要结构,将消融针插入结节内逐点逐区进行消融,直至消融点覆盖结节全部范围(即“移动消融”),再次行彩色多普勒,观察结节内血流情况,显示结节区无明显血流,终止消融,退针。术后冰敷消融部位,观察半小时后无异常可返回病房。

1.4 观察指标及评价标准 (1)有效性参数:分别比较甲状腺结节术前与术后第 1、6、12 个月的体积、体积缩小率及有效率的变化:结节体积 = $\pi abc/6$ (a、b、c 为超声上结节 3 条互相垂直的最长径);体积缩小率 = (术前体积 - 术后体积)/术前体积^[7];治疗成功率 = 有效人数/总人数 × 100%^[8];治疗成功的标准为体积缩小率 ≥ 50%。

(2)超声分级:根据美国放射学会推荐的甲状腺影像报告和数据系统 (TI-RADS) 进行超声分级^[9]。先根据超声特征对甲状腺结节进行评估,超声特征具体指成分、回声、边缘、钙化和形状。成分具体分为实性、混合性(包括囊性为主和实性为主)、囊性;回声具体分为极低回声、低回声、等回声或高回声;边缘分为规则与不规则;钙化具体分为点状强回声、粗钙化和无强回声;形状分为纵横比 > 1 和纵横比 < 1。再采用计分制计算每个结节的总分,分为 5 级:1 级(良性,0 分)、2 级(无可疑征象,2 分)、3 级(轻度可疑,3 分)、4 级(中度可疑,4~6 分)和 5 级(高度可疑,≥7 分),其中 1~3 级诊断为良性,4~5 级为恶性。

(3)安全性参数:比较术前及术后第 6 个月时,患者甲状腺功能的改变和术后发生的并发症及不良反应的数量及比例,包括术后疼痛、出血、感染、肿胀、声音嘶哑、饮水呛咳、吞咽困难及其他不良反应,同时记录各类不良反应持续的时间、处理措施和转归。

1.5 统计学处理 本研究采用 SPSS23.0 统计学软件对数据进行统计分析。正态分布的计量资料以

$\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布计量资料以 $M(P25, P75)$ 表示。符合正态分布的计量数据的组间比较用两组独立样本 t 检验,组内比较用两组配对样本 t 检验,两组不符合正态分布的计量资料用 Wilcoxon 符号秩检验;二分类数据用 McNemar 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

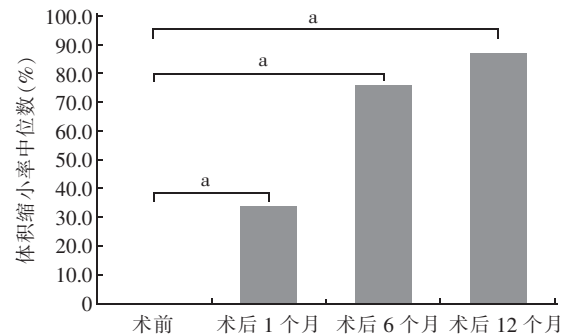
2.1 基线资料 本试验共纳入了 37 例患者(37 个结节),其中男性 6 例(16.2%),女性 31 例(83.8%)。患者的中位年龄为 42.0 岁,术前结节的最大横径中位数为 3.2 cm,患者术前甲状腺功能均正常。治疗后随访 1 个月、6 个月和 12 个月的患者分别有 29、27 和 22 例。

2.2 微波消融对良性甲状腺结节的总体疗效 术前甲状腺结节体积中位数为 5.8 ml,第 1、6 和 12 个月的结节体积中位数分别为 3.8 ml、1.9 ml 和 0.7 ml,均较术前显著减少($Z = -4.69$ 、 -4.94 、 -4.20 , P 均 < 0.001);在术后第 1、6、12 个月时,体积分别缩小率分别为 34.0%、75.9% 和 86.67%,均较术前有明显差异($Z = 4.85$ 、 4.94 、 4.20 , P 均 < 0.001);治疗成功率则分别为 27.6%、92.6% 和 100.0%,均较术前有差异($\chi^2 = 6.13$ 、 24.04 、 20.05 , P 均 < 0.01),总体治疗效果显著,见表 1、图 1、图 2。

表 1 微波消融前、后甲状腺结节的总体疗效

指标	[$M(P25, P75)$]			
	术前	术后 1 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
结节数(个)	37	29	27	22
结节体积 (ml)	5.8 (3.2, 9.0)	3.8 (2.2, 5.9) ^b	1.9 (0.7, 3.0) ^b	0.7 (0.3, 1.8) ^b
体积缩小率 (%)		34.0 (17.1, 55.0) ^b	75.9 (58.0, 82.3) ^b	86.7 (76.3, 92.8) ^b
治疗成功率(%)		27.6 ^a	92.6 ^b	100.0 ^b

注:与术前相比,^a $P < 0.01$,^b $P < 0.001$

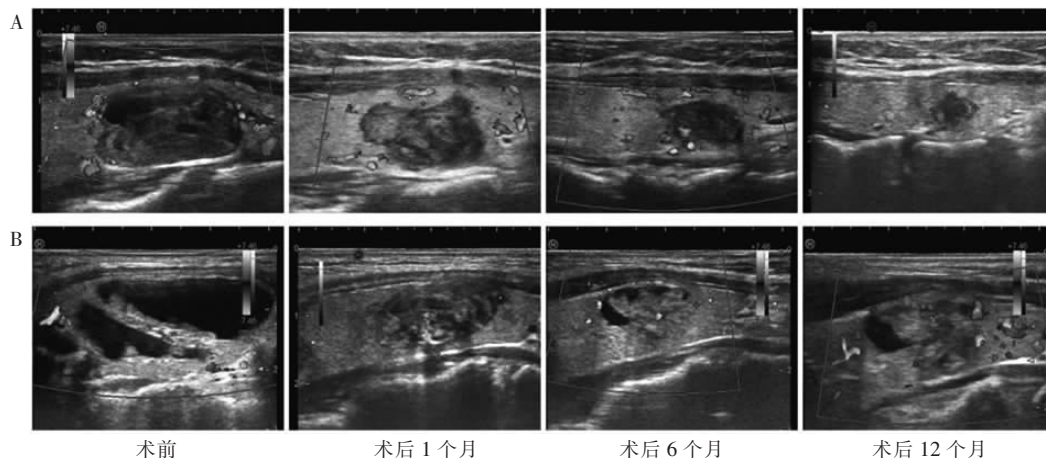


注:与术前相比,^a $P < 0.001$

图 1 微波消融前、后甲状腺结节体积缩小率的变化

2.3 消融前、后结节的超声形态学变化 根据美国放射学会推出的 TI-RADS 的分级,比较术前和术后 6 个月甲状腺结节的超声形态及分级变化。结果发现,患者术前的 TI-RADS 评分中位数为 3 分,术后 TI-RADS 评分中位数增加到 5 分,手术前、后评分分布有显著差异($Z = 5.47$, $P < 0.001$),TI-RADS 分级与评分相匹配,在术前 TI-RADS 分级中位数为 3 级,范围为 1~4 级,术后 TI-RADS 分级中位数为 4 级,范围为 3~5 级,消融前、后 TI-RADS 分级分布差异有统计学意义($Z = 5.55$, $P < 0.001$),见图 3。进一步分析显示,其中结节成分和回声性质是影响 TI-RADS 分级最为显著的因素。

2.4 微波消融甲状腺结节的安全性 微波消融后 1 d,37 例患者的 FT_4 水平较术前升高,促甲状腺激素水平较术前降低($t = -3.15$ 、 3.95 , P 均 < 0.01)。但在术后 1 个月时,二者均恢复正常。甲状腺球蛋白水平在术后 1 d 明显升高($Z = 2.97$, $P < 0.01$),1 个月后则恢复正常,且在术后 6 个月时进一步降低($Z = -2.67$, $P < 0.05$)。微波消融前、后患者的甲状腺球蛋白抗体和甲状腺过氧化物酶抗体中位数则无明显变化,见表 2。



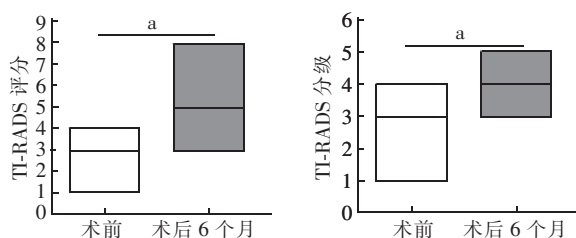
注:A:27 岁(女性),术前体积 2.4 ml,术后 1、6、12 个月较术前分别缩小 41.4%、70.1% 和 92.8%;B:42 岁(女性),术前体积为 7.0 ml,术后 1、6、12 个月较术前分别缩小 77.2%、85.1% 和 93.9%

图 2 微波消融前、后甲状腺结节超声结果比较

表 2 微波消融前、后甲状腺功能及相关抗体的变化 [$\bar{x} \pm s, M(P25, P75)$]

时间	例数	FT ₃ (pmol/L)	FT ₄ (pmol/L)	TSH (mIU/L)	TgAb (U/ml)	TPOAb (U/ml)	Tg (μg/L)
术前	37	5.1 ± 0.7	15.4 ± 1.8	2.2 ± 1.4	15.0 (15.0, 19.2)	37.8 (31.2, 44.3)	42.4 (15.4, 177.2)
术后 1 d	37	5.4 ± 1.2	18.1 ± 4.0 ^a	0.9 ± 0.8 ^a	15.0 (15.0, 23.7)	36.5 (28.0, 50.7)	500.0 (439.8, 500.0) ^a
术后 1 个月	29	5.0 ± 0.7	15.9 ± 3.0	2.2 ± 1.2	20.7 (15.0, 33.2)	36.5 (28.0, 46.6)	28.8 (9.8, 59.5)
术后 6 个月	27	4.9 ± 0.3	15.7 ± 2.8	3.0 ± 2.4	16.9 (15.0, 24.8)	39.1 (34.2, 48.0)	11.4 (8.3, 21.9)
术后 12 个月	22	4.7 ± 0.3	15.6 ± 2.7	1.8 ± 1.0	21.4 (15.7, 28.5)	35.7 (28.7, 52.3)	3.8 (2.0, 31.4)

注: TSH: 促甲状腺激素; TgAb: 甲状腺球蛋白抗体; TPOAb: 甲状腺过氧化物酶抗体; Tg: 甲状腺球蛋白; 与术前相比, ^a $P < 0.01$



注: 与术前相比, ^a $P < 0.001$; TI-RADS: 甲状腺影像报告和数字系统

图 3 微波消融前、后甲状腺结节 TI-RADS 评分和分级的变化

在整个消融及术后随访过程中, 37 例甲状腺结节患者均无严重并发症出现。有 3 例 (8.1%) 患者术后有轻微疼痛, 可于半月内缓解而无需止痛药治疗, 3 例 (8.1%) 患者术后感颈部肿胀, 持续时间不超过 1 周。此外, 有 1 例 (2.7%) 出现轻微的声音改变, 持续 1 周后缓解, 所有患者均可耐受微波消融治疗。

3 讨论

甲状腺结节的检出率逐年升高, 但其中绝大部分都是良性结节。在经超声和细胞学诊断为良性后, 体积较大造成局部压迫症状或患者主观强烈要求干预的结节, 需要采取干预措施。超声引导下热消融技术, 包括射频消融、激光消融和微波消融等, 由于热消融技术比手术具有微创、经济、安全的优势, 在甲状腺领域的应用日益受到关注。

本研究共纳入了 37 例患者 (37 个良性无功能甲状腺结节), 在术后 1 d 及第 1、6、12 个月进行观察随访。结果显示, 微波消融对良性无功能甲状腺结节具有良好的治疗效果, 术后 12 个月的体积缩小率为 81.3%, 治疗成功率可达 100.0%。术后没有患者出现严重的并发症和继发的甲状腺功能亢进症或甲状腺功能减退症。国内其他研究显示, 微波消融治疗甲状腺结节的体积缩小率在 86.0% ~ 90.0%^[10-11]。总体而言, 微波消融可显著缩小甲状腺结节体积, 有助于改善患者症状和外观。

比较微波消融前、后患者甲状腺超声形态学改变, 术后甲状腺结节的成分和回声改变较为显著, 术后结节普遍表现为实性和低回声。进一步分析 TI-RADS 的分级变化, 评级较术前显著增加, 提示微波消融术后绝大部分患者出现了超声征象的改变,

包括实性、低回声以及结节形态破坏, 这些均是消融后的常规表现。

热消融术可能引起多种并发症, 严重的有永久性声带麻痹、臂丛神经损伤、结节破裂等, 但总体发生率低。常见的包括颈部皮下血肿、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等并发症^[12]。本研究显示, 术后没有患者出现严重并发症, 部分患者术后出现疼痛, 但疼痛均可于半月内消失而无需服用止痛药, 极少数患者出现术后颈部肿胀、声音改变, 但均在 1 周后缓解。微波消融仅术后 1 d 时造成一过性的甲状腺功能亢进症, 对远期甲状腺功能和抗体并无影响。

目前也有少数研究比较了几种热消融治疗的有效性和安全性。2016 年, 国内 Yue 等^[13] 比较了射频消融和微波消融治疗甲状腺结节的有效率、并发症发生率, 发现并无显著差异。德国学者 Korkusuz 等^[14] 比较了射频消融、高强度聚焦超声和微波消融的临床疗效, 三者也无明显差异。此外, 曾有学者总结和比较了不同消融方法的并发症发生率, 结果显示, 激光、射频消融和微波消融的并发症风险类似^[15]。

总之, 相比于手术, 超声引导下微波消融能够有效安全地治疗良性甲状腺结节, 还能避免甲状腺功能减退症、甲状旁腺损伤等手术多见的不良反应, 减少患者的痛苦。同时, 结节边缘破坏、低回声、实性等高度提示恶性的超声特征也可能是微波消融造成的术后改变, 临床医生应详细询问患者是否有热消融病史, 并建议患者坚持在手术医生处随访, 以避免受到超声影像的误导。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] Papini E, Pacella CM, Misischi I, et al. The advent of ultrasound-guided ablation techniques in nodular thyroid disease: towards a patient-tailored approach [J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 2014, 28 (4): 601-618. DOI: 10.1016/j.beem.2014.02.004.
- [3] 徐书杭, 刘超. 重视良性甲状腺结节的合理应对 [J]. 中华内分泌代谢杂志, 2016, 32 (8): 707-710. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2016.08.019.

(下转第 301 页)

- boys with idiopathic, short stature[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2016, 101(12):4984-4993. DOI:10.1210/jc.2016-2891.
- [7] 赵强,李志洁. 重组人生长激素治疗儿童生长激素缺乏症和特发性矮小症 45 例疗效观察[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(6):1300-1302. DOI:10.7620/zgfybj.j.issn.1001-4411.2016.06.70.
- [8] 杜俊君. 3~14 岁矮小症患儿的病因分析[J]. 临床合理用药杂志, 2017, 10(36):117-118. DOI:10.15887/j.cnki.13-1389/r.2017.36.058.
- [9] 王平,蒋键波,杜姝,等. 特发性矮小症患儿血清生长素、瘦素、胰岛素样生长因子、胰岛素样生长因子结合蛋白表达水平及意义[J]. 中华内分泌外科杂志, 2016, 10(2):163-165. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-6090.2016.02.014.
- [10] 班博. 特发性矮小症的诊断与治疗[J]. 济宁医学院学报, 2017, 40(2):77-81. DOI:10.3969/j.issn.1000-9760.2017.02.001.
- [11] 孟晓波,朱华,于少飞,等. 重组人生长激素治疗特发性矮小症患儿疗效及安全性研究[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(18):2737-2739. DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2017.18.031.
- [12] 金献江,罗越,吴慧平. 促性腺激素释放激素类似物对特发性中枢性早熟女童体质指数及骨代谢标志物水平的影响[J]. 中国全科医学, 2016, 19(9):1049-1052. DOI:10.3969/j.issn.1007-9572.2016.09.013.
- [13] Azami M, Azadi T, Farhang S, et al. The effects of multi mineral-vitamin D and vitamins (C + E) supplementation in the prevention of preeclampsia: An RCT [J]. Int J Reprod Biomed (Yazd), 2017, 15(5):273-278.
- [14] van der Steen M, Lem AJ, van der Kaay DC, et al. Insulin sensitivity and β -cell function in SGA children treated with GH and GnRHa: results of a long-term trial [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2016, 101(2):705-713. DOI:10.1210/jc.2015-3435.
- [15] 孟晓波,朱华,于少飞,等. 重组人生长激素治疗特发性矮小症患儿疗效及安全性研究[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(18):2737-2739. DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2017.18.031.
- [16] Dias JP, Veldhuis JD, Carlson O, et al. Effects of transdermal testosterone gel or an aromatase inhibitor on serum concentration and pulsatility of growth hormone in older men with age-related low testosterone [J]. Metabolism, 2017, 69:143-147. DOI:10.1016/j.metabol.2017.01.025.
- [17] Hawton K, Walton-Betancourth S, Rumsby G, et al. Growth hormone with aromatase inhibitor may improve height in CYP11B1 congenital adrenal hyperplasia [J]. Pediatrics, 2017, 139(2):pii:e20160730. DOI:10.1542/peds.2016-0730.
- [18] Pedrosa LF, de Oliveira JM, Thomé PRV, et al. Height increment and laboratory profile of boys treated with aromatase inhibitors with or without growth hormone [J]. Horm Metab Res, 2017, 49(10):778-785. DOI:10.1055/s-0043-116944.
- [19] Ferris JA, Geffner ME. Are aromatase inhibitors in boys with predicted short stature and/or rapidly advancing bone age effective and safe? [J]. J Pediatr Endocrinol Metab, 2017, 30(3):311-317. DOI:10.1515/jpem-2016-0219.

(收稿日期:2019-01-11)

(本文编辑:刘欣)

(上接第 297 页)

- [4] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer [J]. Thyroid, 2016, 26(1):1-133. DOI:10.1089/thy.2015.0020.
- [5] 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.
- [6] Pacella CM, Mauri G, Cesareo 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.
- [7] Feng B, Liang P, Cheng Z, et al. Ultrasound-guided percutaneous microwave ablation of benign thyroid nodules: experimental and clinical studies [J]. Eur J Endocrinol, 2012, 166(6):1031-1037. DOI:10.1530/EJE-11-0966.
- [8] Sung JY, Baek JH, Kim KS, et al. Single-session treatment of benign cystic thyroid nodules with ethanol versus radio frequency ablation: a prospective randomized study [J]. Radiology, 2013, 269(1):293-300. DOI:10.1148/radiol.13122134.
- [9] Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, et al. ACR thyroid imaging, reporting and data system (TI-RADS): white paper of the ACR TI-RADS committee [J]. J Am Coll Radiol, 2017, 14(5):587-595. DOI:10.1016/j.jacr.2017.01.046.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 徐书杭,刘丹,刘超. 甲状腺结节的射频消融治疗 [J]. 国际内分泌代谢杂志, 2013, 33(4):243-246. DOI:10.3760/cma.j.issn.16734157.2013.04.008.
- [13] 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.
- [14] Korkusuz Y, Gröner D, Raczynski 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.
- [15] 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.

(收稿日期:2019-01-14)

(本文编辑:饶颖)