

## · 短篇论著 ·

# 超声引导下激光消融治疗难治性继发性甲状旁腺功能亢进的近期疗效

廖琳 孙永康 胡静 陈杰 张传富 刘文瑞 徐启明  
施倩 路建饶

**【摘要】** 目的 探析超声引导下激光消融(laser ablation, LA)治疗难治性继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism, SHPT)的近期疗效。方法 采用随机数表法将上海中医药大学附属第七人民医院肾病科2019年1月—2020年12月收治的60例难治性SHPT患者分为激光消融(LA)组和甲状旁腺切除术(parathyroidectomy, PTX)组,每组30例。通过VAS评分法比较两组患者术前和术后1周、1个月、3个月、6个月主要临床症状的改善情况,测定两组患者术前和术后1 d、1周、1个月、3个月、6个月血清全段甲状旁腺激素(iPTH)、血清I型胶原羧基端肽 $\beta$ 特殊序列( $\beta$ -CTX)、血清总I型胶原氨基端延长肽(TP1NP)、血钙、血磷水平,统计两组患者手术时间、住院时间,以及神经损伤、低钙血症等并发症发生情况。结果 两组患者术后1周、1个月、3个月、6个月时皮肤瘙痒、骨痛、失眠、肌无力的VAS评分均较同组术前显著降低( $P$ 值均 $<0.05$ ),PTX组术后1周时皮肤瘙痒、骨痛的VAS评分均较LA组同时间点显著降低( $P$ 值均 $<0.05$ )。两组患者术后1 d、1周、1个月、3个月、6个月的血钙、血磷、血清iPTH、血清TP1NP、血清 $\beta$ -CTX水平均较同组术前显著降低( $P$ 值均 $<0.05$ ),PTX组术后1 d、1周的血钙、血磷、血清TP1NP水平均较LA组同时间点显著降低( $P$ 值均 $<0.05$ )。LA组手术时间、住院时间均显著短于PTX组( $P$ 值均 $<0.05$ ),低钙血症和总体并发症的发生率均显著低于PTX组( $P$ 值均 $<0.05$ )。结论 超声引导下LA治疗SHPT近期疗效与PTX相当,两者均能有效改善患者的临床症状和有关实验室指标水平,但LA住院时间更短,术后并发症发生率更低,其远期疗效有待进一步观察。

**【关键词】** 超声;激光消融术;继发性甲状旁腺功能亢进;骨代谢

**【基金项目】** 上海市浦东新区卫生健康委员会卫生计生科研项目(PW2019A-19),上海市第七人民医院“启明星”人才培养计划(QMX2019-02)

**【引用本文】** 廖琳,孙永康,胡静,等.超声引导下激光消融治疗难治性继发性甲状旁腺功能亢进的近期疗效[J].上海医学,2022,45(12):842-846.

DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2022.12.006

继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism, SHPT)是终末期肾病患者的常见并发症,其发生率高达45%~80%,主要表现为皮肤瘙痒、骨痛、钙磷代谢异常、血清全段甲状旁腺激素(intact parathyroid hormone, iPTH)水平升高和血管钙化等,除影响患者生活质量外,还可诱发和加重心血管并发症,甚至致死<sup>[1-2]</sup>。SHPT常规首选治疗药物包括磷结合剂、活性维生素D、拟钙结合剂等,但效果有限,且长期用药易发生药物耐受。随着病情进展,患

者高磷血症难以控制,从而发生医源性高钙血症,加重异位钙化、肾性骨病,致使治疗难以为继。现有指南推荐,针对药物干预效果不佳的SHPT患者行甲状旁腺切除术(parathyroidectomy, PTX)治疗<sup>[3]</sup>。PTX疗效虽好,但创伤大,术后并发症多。近年来,有关超声引导下应用射频或微波等热消融技术治疗SHPT的报道逐渐增多<sup>[4-6]</sup>,也有少量研究<sup>[7-8]</sup>应用激光消融(laser ablation, LA)治疗甲状腺头状癌、胆管癌、甲状腺结节等,但有关LA治疗SHPT的报道甚少。本课题组的前期研究<sup>[9]</sup>显示,LA治疗原发性甲状旁腺功能亢进(primary hyperparathyroidism, PHPT)可取得良好效果。本研究以PTX治疗为对照,分析并探讨超声引导下LA治疗SHPT的近期疗效及其对骨代谢

作者单位:200137 上海,上海中医药大学附属第七人民医院肾病科(廖琳、胡静、陈杰、张传富、刘文瑞、路建饶),超声科(孙永康、施倩);上海中医药大学(徐启明)

通信作者:施倩,电子邮箱为 liaolin8185@126.com;路建饶,电子邮箱为 jianraolu@163.com

相关指标的影响,为 SHPT 治疗开拓新的方法提供理论依据。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2019 年 1 月—2020 年 12 月上海中医药大学附属第七人民医院肾病科收治的 60 例难治性 SHPT 患者。纳入标准:① iPTH $>800$  ng/L,血钙 $>2.5$  mmol/L,血磷 $>1.78$  mmol/L,且经饮食控制,应用磷结合剂、活性维生素 D 和拟钙结合剂等综合治疗均无效;② 彩色多普勒超声检查显示,直径 0.5 cm 以上的甲状旁腺 $\geq 1$  枚;③ 年龄 20~70 岁;④ 凝血时间正常;⑤ 均签署 LA 或 PTX 治疗同意书,自愿参加本研究。排除标准:① 影像学检查显示弥漫性或异位增生性甲状旁腺功能亢进(简称甲旁亢),激光针或穿刺针无法探及,以及因甲状旁腺穿刺入路困难无法彻底完成消融;② 甲状旁腺全切除伴自体移植术(TPTX+AT)后或肾移植后的 SHPT;③ 合并影响钙、磷及骨代谢的其他疾病;④ 存在活动性出血,近 1 个月内发生过严重感染;⑤ 近半年内合并心、脑等严重原发性疾病;⑥ 妊娠期或哺乳期女性,患有精神障碍或恶性肿瘤等疾病;⑦ 造影剂过敏。采用随机数表法将 60 例患者随机分为 LA 组和 PTX 组,每组 30 例。LA 组男 18 例、女 12 例,年龄为(51.69 $\pm$ 6.24)岁,透析龄为(7.25 $\pm$ 2.64)年,术前血红蛋白水平为(104.13 $\pm$ 20.86) g/L;PTX 组男 19 例、女 11 例,年龄为(52.03 $\pm$ 6.35)岁,透析龄为(7.31 $\pm$ 2.24)年,术前血红蛋白水平为(103.98 $\pm$ 21.24) g/L。本研究经医院医学伦理委员会审核、批准(伦理号为 2019-IRBQYYS-026)。

### 1.2 方法

1.2.1 治疗前准备 服用阿司匹林等活血化瘀药物的患者应在治疗前停药 7 d 以上。尿毒症患者维持常规血液透析治疗,于治疗前 1 d 采用无肝素透析,透析液钙浓度为 1.75 mmol/L。采集详细病史,纳入患者的血常规、凝血时间等检测值均应在正常范围。对甲状旁腺行超声造影、 $^{99m}\text{Tc}$ -甲氧基异丁基异腈(MIBI)核素扫描、颈胸部增强 CT 等检查,以明确甲状旁腺的大小、增生情况、数目、位置,以及与颈动脉鞘的血供关系。手术当日禁食,经静脉补充能量,于肘正中静脉放置留置针(亦为术中超声造影静脉通路)以维持静脉补液。

1.2.2 LA 的仪器与方案 应用意大利 Esaote 公司的 MyLab 90 超声诊断仪,造影剂为意大利 Bracco 公司生产的注射用六氟化硫微泡(商品名为声诺维, SonoVue)。激光消融仪为 Echo Laser X4 型,发射钕钇激光(Nd:YAG laser),波长为 1 064 nm,光纤直径为 300  $\mu\text{m}$ ,每根光纤输出功率设定为 3 W,输出能量以完整灭活 SHPT 结节为准,采用多点移动消融法。

由同一位医师完成 LA,方法详见文献[9]:① 术前行超声造影明确甲状旁腺结节增强特征,以指导消融能量分布;② 采用颈丛神经阻滞辅以静脉注射右美托咪定强化麻醉;③ 建立液体隔离带;④ 消融原则为由深至浅,由内至外,若存在 4 枚甲状旁腺则需保留较小 1 枚体积的 1/3~1/2;⑤ 超声引导下应用专用穿刺架将引导针刺入病灶并导入光纤,光纤头端裸露 5 mm,病灶深部、边缘危险部位采用低能量、多点移动消融,病灶浅部、相对安全部位采用高能量、多点移动消融。术中密切观察“气化”范围以灵活调整消融能量。单点最低能量为 50 J,最高能量为 1 000 J,消融宗旨为尽量完全消融 SHPT 结节,同时避免损伤周边重要组织结构。

1.2.3 TPTX+AT 患者行气管插管后全身麻醉,取仰卧位,将高度 6 cm 左右的软垫靠于患者颈后,暴露颈部,消毒此处皮肤,铺无菌洞巾。在患者胸骨切迹上 1 横指处行 4 cm 左右的弧形切口,将皮下组织、颈阔肌分离到深面,且将皮瓣分离,上、下分别至甲状软骨切迹、胸骨切迹上方,沿颈白线切开,暴露甲状腺及甲状旁腺。术中识别及显露喉返神经,避免将其损伤,按照术前定位对甲状旁腺进行全面探查,从甲状腺的后缘开始仔细暴露并分离切除两侧所有甲状旁腺。术中送冰冻切片,病理检查结果均证实为甲状旁腺组织。于颈部放置 1 根负压引流管,观察是否有活动性出血,逐层缝合颈部切口。取最小的腺体及弥漫增生部分,切成 1 mm 小片,约 20 片,种植于非透析瘘管侧的前臂肌肉内。

### 1.3 观察指标

1.3.1 临床症状 采用 VAS 评分法<sup>[10]</sup>比较两组患者术前和术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月的皮肤瘙痒、骨痛、失眠、肌无力等主要临床症状改善情况,分值范围为 0~10 分,分值越高提示临床症状越明显。

1.3.2 有关实验室指标 分别于术前和术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月和 6 个月采集两组患者透析前血液,测定血钙、血磷、血清 iPTH、血清 I 型胶原羧基端肽  $\beta$  特殊序列 ( $\beta$  C-terminal telopeptide of type I collagen,  $\beta$ -CTX)、血清总 I 型胶原氨基端延长肽 (total procollagen type I N-propeptide, TP1NP) 水平。

1.3.3 其他指标 统计两组患者手术时间、住院时间,以及神经损伤所致声音嘶哑、低钙血症等并发症的发生情况。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 20.0 统计学软件。呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采

用  $t$  检验。计数资料以频数 ( $n$ ) 和百分率 (%) 表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

2.1 两组主要临床症状比较 两组患者术前主要临床症状 VAS 评分的差异均无统计学意义 ( $P$  值均  $> 0.05$ )。两组患者术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月时的皮肤瘙痒、骨痛、失眠、肌无力的 VAS 评分均较同组术前显著降低 ( $P$  值均  $< 0.05$ )。PTX 组术后 1 周时皮肤瘙痒、骨痛的 VAS 评分均较 LA 组同时间点显著降低 ( $P$  值均  $< 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者不同时间点主要临床症状 VAS 评分的比较

( $N=30, \bar{x} \pm s, \text{分}$ )				
组别	皮肤瘙痒	骨痛	失眠	肌无力
LA				
术前	5.80 ± 1.46	6.05 ± 1.57	5.31 ± 1.34	5.29 ± 1.36
术后 1 周	3.95 ± 0.98 <sup>①</sup>	4.53 ± 1.08 <sup>①</sup>	4.20 ± 1.23 <sup>①</sup>	4.27 ± 1.19 <sup>①</sup>
术后 1 个月	2.58 ± 0.42 <sup>①</sup>	2.37 ± 0.37 <sup>①</sup>	3.42 ± 0.90 <sup>①</sup>	3.00 ± 1.25 <sup>①</sup>
术后 3 个月	1.22 ± 0.34 <sup>①</sup>	1.24 ± 0.42 <sup>①</sup>	2.63 ± 0.51 <sup>①</sup>	1.64 ± 0.32 <sup>①</sup>
术后 6 个月	1.44 ± 0.23 <sup>①</sup>	1.31 ± 0.30 <sup>①</sup>	1.94 ± 0.38 <sup>①</sup>	1.52 ± 0.27 <sup>①</sup>
PTX				
术前	5.78 ± 1.40	6.02 ± 1.51	5.27 ± 1.38	5.30 ± 1.40
术后 1 周	3.10 ± 0.42 <sup>①②</sup>	3.12 ± 0.64 <sup>①②</sup>	4.05 ± 1.31 <sup>①</sup>	4.25 ± 1.23 <sup>①</sup>
术后 1 个月	2.47 ± 0.68 <sup>①②</sup>	2.54 ± 0.86 <sup>①②</sup>	3.46 ± 0.76 <sup>①</sup>	2.89 ± 0.80 <sup>①</sup>
术后 3 个月	1.28 ± 0.31 <sup>①</sup>	1.37 ± 0.35 <sup>①</sup>	2.59 ± 0.43 <sup>①</sup>	1.14 ± 0.33 <sup>①</sup>
术后 6 个月	1.51 ± 0.24 <sup>①</sup>	1.29 ± 0.35 <sup>①</sup>	1.69 ± 0.28 <sup>①</sup>	1.44 ± 0.25 <sup>①</sup>

与同组术前比较:<sup>①</sup> $P < 0.05$ 。与 LA 组同时间点比较:<sup>②</sup> $P < 0.05$

2.2 两组有关实验室指标比较 两组患者术前有关实验室指标的差异均无统计学意义 ( $P$  值均  $> 0.05$ )。两组患者术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月、6 个月时血钙、血磷、血清 iPTH、血清 TP1NP、

血清  $\beta$ -CTX 水平均较术前显著降低 ( $P$  值均  $< 0.05$ )。PTX 组术后 1 d、1 周时血钙、血磷、血清 TP1NP 水平均较 LA 组同时间点显著降低 ( $P$  值均  $< 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组患者不同时间点有关实验室指标的比较

( $N=30, \bar{x} \pm s$ )					
组别	血钙 (mmol/L)	血磷 (mmol/L)	血清 iPTH (pmol/L)	血清 TP1NP (ng/mL)	血清 $\beta$ -CTX (ng/mL)
LA					
术前	2.53 ± 0.24	2.30 ± 0.31	123.05 ± 20.5	1 072.38 ± 212.34	4.90 ± 1.68
术后 1 d	2.21 ± 0.31 <sup>①</sup>	1.84 ± 0.25 <sup>①</sup>	20.72 ± 3.34 <sup>①</sup>	658.45 ± 63.18 <sup>①</sup>	2.55 ± 0.59 <sup>①</sup>
术后 1 周	2.16 ± 0.27 <sup>①</sup>	1.56 ± 0.27 <sup>①</sup>	17.10 ± 4.05 <sup>①</sup>	459.56 ± 70.25 <sup>①</sup>	2.22 ± 0.35 <sup>①</sup>
术后 1 个月	2.31 ± 0.16 <sup>①</sup>	1.32 ± 0.20 <sup>①</sup>	20.73 ± 5.58 <sup>①</sup>	371.06 ± 80.43 <sup>①</sup>	1.69 ± 0.41 <sup>①</sup>
术后 3 个月	2.33 ± 0.22 <sup>①</sup>	1.35 ± 0.19 <sup>①</sup>	32.50 ± 6.17 <sup>①</sup>	402.38 ± 76.14 <sup>①</sup>	1.71 ± 0.75 <sup>①</sup>
术后 6 个月	2.32 ± 0.21 <sup>①</sup>	1.42 ± 0.23 <sup>①</sup>	34.28 ± 5.34 <sup>①</sup>	369.25 ± 80.17 <sup>①</sup>	1.70 ± 0.57 <sup>①</sup>
PTX					
术前	2.54 ± 0.23	2.29 ± 0.29	121.14 ± 23.29	1 074.19 ± 224.56	4.92 ± 1.57
术后 1 d	2.06 ± 0.26 <sup>①②</sup>	1.67 ± 0.22 <sup>①②</sup>	13.13 ± 4.23 <sup>①</sup>	580.21 ± 67.39 <sup>①②</sup>	2.23 ± 0.42 <sup>①</sup>
术后 1 周	2.03 ± 0.24 <sup>①②</sup>	1.35 ± 0.19 <sup>①②</sup>	14.56 ± 3.56 <sup>①</sup>	412.16 ± 72.14 <sup>①②</sup>	1.98 ± 0.32 <sup>①</sup>
术后 1 个月	2.30 ± 0.20 <sup>①</sup>	1.31 ± 0.18 <sup>①</sup>	18.18 ± 4.54 <sup>①</sup>	358.45 ± 75.24 <sup>①</sup>	1.58 ± 0.43 <sup>①</sup>
术后 3 个月	2.32 ± 0.19 <sup>①</sup>	1.36 ± 0.21 <sup>①</sup>	30.81 ± 5.56 <sup>①</sup>	376.21 ± 90.38 <sup>①</sup>	1.66 ± 0.69 <sup>①</sup>
术后 6 个月	2.34 ± 0.24 <sup>①</sup>	1.40 ± 0.21 <sup>①</sup>	32.94 ± 6.89 <sup>①</sup>	348.76 ± 78.64 <sup>①</sup>	1.67 ± 0.45 <sup>①</sup>

与同组术前比较:<sup>①</sup> $P < 0.05$ 。与 LA 组同时间点比较:<sup>②</sup> $P < 0.05$

2.3 两组其他指标比较 LA 组手术时间、住院时间均显著短于 PTX 组( $P$  值均 $<0.05$ ),以及低

钙血症和总体并发症的发生率均显著低于 PTX 组( $P$  值均 $<0.05$ )。见表 3。

表 3 两组患者手术时间、住院时间及并发症发生情况的比较

组别	手术时间 ( $\bar{x} \pm s, \text{min}$ )	住院时间 ( $\bar{x} \pm s, \text{d}$ )	并发症 [(n)%]		总体
			声音嘶哑	低钙血症	
LA	42.18 $\pm$ 8.00	3.72 $\pm$ 1.35	2(6.67)	12(40.00)	14(46.67)
PTX	120.54 $\pm$ 42.03 <sup>①</sup>	5.69 $\pm$ 1.70 <sup>①</sup>	4(13.33)	20(66.67) <sup>①</sup>	24(80.00) <sup>①</sup>

与 LA 组比较:<sup>①</sup> $P<0.05$

### 3 讨 论

PTX 为治疗难治性 SHPT 的有效手段。研究<sup>[11]</sup>结果表明,15%的维持性血液透析(MHD)10 年以上的患者需行 PTX。手术方式有甲状旁腺全切除术(TPTX)、甲状旁腺次全切除术(SPTX)和 TPTX+AT 3 种,不同手术方式的甲状旁腺切除程度不同,效果不一。TPTX 的主要优点为术后远期复发率低,但易发生低钙血症,需加强血钙监测,补钙量较大,适用于无肾移植意愿且需要长期透析的 SHPT 患者。SPTX 的近期治疗效果较好,相较 TPTX,其术后低钙血症发生率较低,但远期复发率高达 8.0%~11.7%。而对于 SPTX 术后症状持续或复发的患者,再次手术探查时往往定位困难,喉返神经损伤等发生风险较高。因此,有学者认为 SPTX 较适用于等待行肾脏移植术的 SHPT 患者。TPTX+AT 的优缺点介于 TPTX 与 SPTX 之间,术后低钙血症的发生率低于 SPTX,复发率低于 TPTX,且复发时可在局部麻醉下行移植物切除,避免了颈部原位复发时二次手术带来的巨大风险,是目前国内外治疗难治性 SHPT 最常用的手术方式<sup>[12]</sup>。

PTX 手术创伤大、颈部可遗留瘢痕,还可发生喉返神经损伤、低钙血症、严重心律失常等并发症,一些长期患病的年长患者因无法耐受麻醉常拒绝行 PTX。为此,探寻安全、微创的治疗方法是当前治疗 SHPT 的重要方向。近年来,随着超声介入技术的发展,超声引导下微创热消融治疗在临床应用逐渐增多,为 SHPT 的治疗提供了新途径。多项研究<sup>[4-6,13-14]</sup>结果表明,超声引导下微创热消融治疗 SHPT 安全有效,但关于手术治疗和热消融治疗 SHPT 的临床对比研究较少。周建芳等<sup>[15]</sup>的研究结果表明,PTX、射频消融对难治性 SHPT 干预均有效,建议首选 PTX,对不能开展 PXT 或二次手术的患者建议予以射频消融。

本研究对比采用 TPTX+AT 术式的 PTX 与 LA 治疗 SHPT 的疗效,发现两组患者均取得了良好的临床效果。两组患者术后 1 周、1 个月、3 个月和 6 个月时主要临床症状(皮肤瘙痒、骨痛、失眠、肌无力)的 VAS 评分均较同组术前显著降低,PTX 组术后 1 周时皮肤瘙痒、骨痛的 VAS 评分均较 LA 组同时间点显著降低,提示 LA 与 PTX 治疗均能有效改善 SHPT 患者的临床症状,PTX 1 个月内的效果更好。iPTH 属于骨代谢调节相关激素,其在 SHPT 患者中高表达。I 型前胶原肽(procollagen peptide I)是骨形成的标志物,由骨细胞的前体细胞合成。TP1NP 作为一种氨基端肽,在骨形成期间由 I 型前胶原进行转化时可被特异性蛋白酶所切除,同时以等比例的形式释放入血液循环,是 I 型胶原合成速率的特异性指标,其水平高低可表示 I 型前胶原合成量的多少,在一定范围内反映成骨细胞活动和骨形成能力,是有真正意义的骨形成标志物。 $\beta$ -CTX 是由 I 型胶原分解转化而来,是 I 型胶原蛋白的特异性降解产物,骨吸收明显时 I 型胶原降解能力增强,其在破骨细胞吸收骨基质期间释放入血液循环,其水平高低可用于评估机体骨吸收情况。这两种骨标志物水平的测定,较血清 iPTH、血钙、血磷水平能更早、更精确地预测、评估甲状旁腺亢进所继发的肾性骨病的情况<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,两组患者术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月和 6 个月时血清 iPTH、血清 TP1NP、血清  $\beta$ -CTX、血钙、血磷水平均较同组术前显著降低,PTX 组术后 1 d、1 周时血钙、血磷、血清 TP1NP 水平均较 LA 组同时间点显著降低,提示 PTX 组手术切除甲状旁腺更彻底,导致术后低钙血症的发生率更高。术后 1 个月、3 个月和 6 个月时两组上述指标的差异无统计学意义,可能与术后 PTX 组前臂种植少量甲状旁腺组织,成活后分泌少量甲状旁腺激素有关。LA 组系微创手术,相对 PTX 来说,其手术

时间、住院时间更短。在并发症方面,本研究中 LA 组低钙血症发生率显著低于 PTX 组。由此可见,LA 相对 PTX 创伤小,术后并发症少,安全性高,能更好地提高 SHPT 患者的生活质量。

LA、微波消融和射频消融三者属性相同。有研究<sup>[17]</sup>结果表明,LA 处理小肝癌可获得与射频消融相似的效果,但其在高危位置的病灶处理和不良反应(安全性)较射频消融更具优势。目前,国内鲜见关于 LA 处理 SHPT 的疗效报道,本研究之所以采用 LA,是因其相较于其他热消融技术,具有灭活更彻底、消融范围精准、出血风险低、侧向安全和术后并发症发生率低等优势,更适用于治疗 SHPT。

综上,超声引导下 LA 与 PTX 均能有效治疗 SHPT,降低血清 iPTH、血清  $\beta$ -CTX、血清 TP1NP、血钙、血磷水平,改善患者临床症状。就近期疗效而言,LA 相对 PTX 在手术时间、住院时间、术后并发症等方面具有一定优势,可在临床推广应用,尤其适用于不愿接受外科手术或年老体弱无法耐受全身麻醉和高风险手术的患者。但两种治疗方法的远期效果有待更大样本量、更长时间的观察研究予以验证。

#### 参 考 文 献

- [1] BARGAGLI M, ARENA M, NATICCHIA A, et al. The role of diet in bone and mineral metabolism and secondary hyperparathyroidism[J]. *Nutrients*, 2021, 13(7): 2328. DOI: 10.3390/nu13072328.
- [2] XU Y, EVANS M, SORO M, et al. Secondary hyperparathyroidism and adverse health outcomes in adults with chronic kidney disease[J]. *Clin Kidney J*, 2021, 14(10): 2213-2220. DOI: 10.1093/ckj/sfab006.
- [3] KDIGO 2017 clinical practice guideline update for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of chronic kidney disease-mineral and bone disorder (CKD-MBD)[J]. *Kidney Int Suppl*, 2017, 7(1): 1-59. DOI: 10.1016/j.kisu.2017.04.001.
- [4] 曹晓静,李妍,魏莹,等.微波消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进症的有效性和安全性:meta分析[J].*中国介入影像与治疗学*, 2021, 18(10): 577-582. DOI: 10.13929/j.issn.1672-8475.2021.10.001.
- [5] 吴静静,陆志强,刘凌晓.射频消融术(RFA)治疗继发性甲状旁腺功能亢进(SHPT)的安全性及有效性分析[J].*复旦学报(医学版)*, 2020, 47(2): 187-191. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2020.02.008.
- [6] ZHANG D L, CHEN S, GAO M Z, et al. Ultrasound-guided radiofrequency ablation: a new attempt to the treatment of refractory hyperparathyroidism secondary to chronic kidney disease[J]. *Kidney Int Rep*, 2022, 7(2): 282-288. DOI: 10.1016/j.ekir.2021.11.038.
- [7] SACCOMANDI P, QUERO G, GASSINO R, et al. Laser ablation of the biliary tree: *in vivo* proof of concept as potential treatment of unresectable cholangiocarcinoma[J]. *Int J Hyperthermia*, 2018, 34(8): 1372-1380. DOI: 10.1080/02656736.2018.1427287.
- [8] 陈颖,张科,刘正敏,等.超声引导下经皮激光消融治疗良性甲状腺结节的疗效和安全性[J].*解放军预防医学杂志*, 2018, 36(5): 591-594. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2018.05.010.
- [9] 施倩,孙永康,唐胜飞,等.超声引导下经皮激光消融治疗原发性甲状旁腺功能亢进症[J].*肿瘤影像学*, 2020, 29(4): 370-374. DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2020.04.005.
- [10] 顾菁,高路.鲑鱼降钙素联合维生素 D3 治疗慢性肾功能不全继发性甲状旁腺功能亢进的临床观察[J].*中国医师杂志*, 2020, 22(3): 416-420. DOI: 10.3760/cma.j.cn431274-20181115-02089.
- [11] STEINL G K, KUO J H. Surgical management of secondary hyperparathyroidism[J]. *Kidney Int Rep*, 2021, 6(2): 254-264. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.11.023.
- [12] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会,中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会.慢性肾功能衰竭继发甲状旁腺功能亢进外科临床实践专家共识[J].*中国实用外科杂志*, 2016, 36(5): 481-486. DOI: 10.7504/CJPS. ISSN1005-2208.2016.05.03.
- [13] ZHAO J, QIAN L, ZU Y, et al. Efficacy of ablation therapy for secondary hyperparathyroidism by ultrasound guided percutaneous thermoablation[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(5): 1058-1065. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.08.021.
- [14] YU M A, YAO L, ZHANG L, et al. Safety and efficiency of microwave ablation for recurrent and persistent secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy: a retrospective pilot study[J]. *Int J Hyperthermia*, 2016, 32(2): 180-186. DOI: 10.3109/02656736.2015.1101788.
- [15] 周建芳,黄春香,陆晓艳,等.甲状旁腺切除术和射频消融术治疗继发性甲状旁腺功能亢进的效果分析[J].*中国中西医结合肾病杂志*, 2019, 20(7): 615-617. DOI: 10.3969/j.issn.1009-587X.2019.07.015.
- [16] PIETRZYK B, WYSKIDA K, FICEK J, et al. Relationship between plasma levels of sclerostin, calcium-phosphate disturbances, established markers of bone turnover, and inflammation in haemodialysis patients [J]. *Int Urol Nephrol*, 2019, 51(3): 519-526. DOI: 10.1007/s11255-018-2050-3.
- [17] 张丹,李曾,柏艳红,等.超声引导下激光与射频消融治疗小肝癌的临床疗效差异[J].*肝脏*, 2019, 24(6): 666-669. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1704.2019.06.027.

(收稿日期:2022-01-17)

(本文编辑:潘天映)