

慢性肾衰继发甲状旁腺功能亢进的手术治疗

麻紫月¹, 张翊伦²

1. 贵州医科大学临床医学院, 贵州 贵阳 550001;
2. 贵州省第二人民医院甲乳外科, 贵州 贵阳 550004

摘要:继发性甲状旁腺功能亢进(SHPT)作为慢性肾功能衰竭的常见并发症,其治疗方法一直是甲状旁腺临床治疗研究的重点。SHPT发病机制是由于慢性肾病进展至终末期后,人体内环境的改变导致甲状旁腺激素异常分泌,造成包括钙、磷等离子的分泌及代谢紊乱,从而引起包括泌尿系统、骨骼系统、心血管系统在内的乃至全身各个系统的功能紊乱的严重并发症。本文就慢性肾功能衰竭 SHPT 的国内外手术治疗现状进行综述,以增加外科医生对其手术治疗的认知,从而给予患者更合适的手术治疗方案指导,改善慢性肾衰 SHPT 患者的生活质量。

关键词:慢性肾功能衰竭;继发性甲状旁腺功能亢进;甲状旁腺切除术;机器人辅助技术;介入治疗

中图分类号:R692.5 文献标识码:A 文章编号:1674-8182(2024)06-0946-04

Surgical treatment of secondary hyperparathyroidism in patients with chronic renal failure

MA Ziyue*, ZHANG Yilun

Clinical Medical School, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550001, China

Corresponding author: ZHANG Yilun, E-mail: zhy104@sina.com

Abstract: Secondary hyperparathyroidism (SHPT), as a common complication of chronic renal failure, has always been a focus of clinical research on the treatment of parathyroidism. The pathogenesis of SHPT is due to the abnormal secretion of parathyroid hormone caused by changes in the internal environment of the human body after the progression of chronic kidney disease to the end stage, resulting in the secretion and metabolic disorders of calcium and phosphorus plasma, leading to serious complications of functional disorders in various systems including the urinary system, skeletal system, cardiovascular system, and even the whole body. This article reviews the current status of surgical treatment of SHPT in patients with chronic kidney disease at home and abroad, in order to increase surgeons' understanding of surgical treatment, so as to provide patients with better surgical treatment program guidance and improve the quality of life of patients with SHPT.

Keywords: Chronic renal failure; Secondary hyperparathyroidism; Parathyroidectomy; Robot-assisted technology; Interventional therapy

慢性肾衰继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism, SHPT)的治疗一直是甲状旁腺疾病研究的重点,目前主要有药物治疗和非药物治疗两种选择。SHPT的药物治疗包括活性维生素D类似物、钙感受受体激动剂、磷酸盐结合剂等,但是对于肾衰所致的SHPT患者仍建议手术治疗,必要时选择介入手术治疗或肾移植治疗。本文就慢性肾衰SHPT的手术治疗现状进行综述。

1 SHPT的发病机制

体内矿物质和激素失衡影响甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)的生成^[1],主要包括血清钙、钙感受受体(calcium sensing receptor, CaSR)、血清磷、维生素D及其受体(vi-

tamin D receptors, VDRs)、I型膜结合蛋白 α -Klotho和成纤维细胞生长因子23(fibroblast growth factor 23, FGF23)水平等。研究显示,CaSR及VDRs的下调间接导致SHPT的发生^[2]。FGF23是慢性肾病(chronic kidney disease, CKD)病程进展期间PTH的长期诱导剂,FGF23抑制正常甲状旁腺腺体细胞增殖,但是在增生性腺体中则不存在此种作用^[3]。Klotho可调节磷、钾、钙元素的代谢,在抑制PTH生物合成和甲状旁腺增生方面具有关键作用。FGF23与Klotho形成的FGF23-Klotho蛋白轴功能障碍,可导致磷酸盐水平失衡^[4],并且,从分子角度来说,FGF23-Klotho蛋白轴已被证实可抑制PTH mRNA的表达。此外,微小RNAs对于甲状旁腺细胞的增殖、基因表达、PTH分泌水平等有着重要作用^[1]。

综上所述,持续的激素代谢紊乱,刺激 PTH 分泌过多,引发甲状旁腺继发性增生,诱发骨和矿物质紊乱、贫血、瘙痒、高血压、血管钙化、心血管疾病和性功能障碍等,最终导致 SHPT。如何适当的干预上述这些机制,可能为控制甲状旁腺功能亢进及 SHPT 的发生提供潜在的治疗方法。

2 手术治疗

2.1 手术治疗的必要性 SHPT 的非手术治疗效果不佳。直到 1960 年,Stanbury 等^[5]首次提出甲状旁腺切除术(parathyroidectomy, PTX),经过大量的临床验证,PTX 逐渐成为治疗 SHPT 的有效方法。据统计,透析治疗 10 年以上的患者最终需要行 PTX 者 $\geq 10\%$,透析 20 年后需要行 PTX 的患者超过 30%^[2,6]。

2.2 手术适应证 结合国内 SHPT 治疗现状,对于伴有与 SHPT 相关的并发症,如严重骨痛或难治性贫血等严重甲状旁腺功能亢进(持续甲状旁腺激素 800 ng/L)(参考值 15~65 ng/L),且药物治疗无效,或者检测到一个或多个增大的甲状旁腺(直径 >1 cm 或最大体积 >500 mm³ 或^{99m}Tc-MIBI 显示高密度影),包括甲状旁腺热消融、无水酒精注射等治疗无效者,建议使用 PTX^[3,7-9]。

2.3 甲状旁腺定位 能够准确定位甲状旁腺对手术切除甲状旁腺且不损伤其他临近组织至关重要。甲状旁腺的数目因人而异,根据研究发现有 2~11 枚不等,但大多数人通常只有 4 枚(占我国人群的 48%~62%)^[10],位于甲状腺左右两叶背面中部和下部各一对,上部的腺体位置相对固定,大多位于以甲状软骨下角为圆心,半径为 1 cm 的圆形区域内,下部的腺体可能存在异位,可能会位于气管前面、甲状腺前面或内部、纵膈内部、胸腺内部、颈部较高位置甚至颈动脉鞘内。

2.3.1 术前定位 可通过超声、颈部 CT、^{99m}Tc-甲氧基异丁基异脲(MIBI)核素显像、PET-CT 等技术对甲状旁腺进行定位识别。超声作为首选检查技术,具有无创、简便、经济、安全、无辐射等优点,但是对于异位甲状旁腺容易漏诊,可结合其他检查手段增强其敏感度和准确率^[3]。有研究显示,^{99m}Tc-MIBI 双时相显像具有较高的敏感度和特异度,其敏感度和特异度分别可达到 97%、71% 以上^[11-13]。CT 检查由于其分辨率较低,且由于其无法提供动态显像,临床常作为其他检查技术的补充检查,以提高组织器官更好的解剖定位。近年来,一种新的技术 4D-CT 的出现,大大增加了多发腺瘤及复发性或持续性甲状旁腺功能亢进的识别率^[14]。PET-CT 比核素显像和超声的敏感度和准确率更高,但由于其费用昂贵,常不作为甲状旁腺检查的首选^[15]。当以上非侵入性检查无法确定病变位置时,还可采用 Ho 等^[16]人提出的术前静脉采样定位。

2.3.2 术中定位 术中直接定位的作用同样重要,术中定位方法主要有纳米炭负显影、亚甲蓝染色定位、吲哚菁绿荧光染色、近红外自体荧光等。朱精强等^[17]将甲状旁腺按其与其与甲状腺的毗邻关系分为 A 型和 B 型(非紧邻型)两型,A 型分为 A1 型(紧邻型)和 A2 型(镶嵌型),可用纳米炭甲状旁腺负显影技术加以区分。亚甲蓝具有较高的准确性,可以在术中通过

甲状腺下动脉注射和外周静脉滴注两种方式进行,但由于其神经毒性而较少被运用^[18]。近年来,新型示踪剂盐酸米托蒽醌示踪注射液被证明比纳米炭具有更高的安全性,或许将成为一种理想的甲状旁腺示踪剂^[19]。新近,Yamamoto 等^[20]设计的纱布印迹法能及时和原位识别甲状旁腺,可作为影像学定位的补充方法。总之,甲状旁腺定位方式多样,具体如何选择需考虑每个患者的具体情况,对于单一检查方式无法明确的病变,建议采用联合检查方式提高检出率。

2.4 手术方式 目前主要手术方式有甲状旁腺全切除术(total parathyroidectomy, TPTX)、甲状旁腺次全切除术(subtotal parathyroidectomy, SPTX)、TPTX+部分腺体自体移植术(total parathyroidectomy with autotransplantation, AT),但目前尚无明确论哪一种手术方式更优。

2.4.1 TPTX 顾名思义,此种手术方式需切除所有的甲状旁腺,据一项 Meta 分析显示,与其他两种手术方式相比,使用该术式的病例有明显的低钙血症或者甲状旁腺功能减退,这是由于 TPTX 后甲状旁腺激素迅速下降导致的骨吸收减少和骨形成增加。因其副作用较大,目前临床已基本不采用。

2.4.2 SPTX 此种手术方式通常切除约 3 个半甲状旁腺,留下肉眼观察形态最正常且血供良好的 40~80 mg 腺体组织。对于剩余腺体的保留,不同研究有不同的观点,至今仍存争议,一般来说,无论是 SPTX 还是 TPTX+AT,都需要在所有甲状旁腺中选择增生程度最低的部分组织进行原位保存或自体移植。该术式对比 TPTX 保留了甲状旁腺的一部分功能,使得甲状旁腺激素下降相对较缓慢,术后发生低钙血症的风险也比 TPTX 低^[3]。然而,据多个研究显示,SPTX 后的患者因保留的甲状旁腺持续接受刺激,使得该手术的复发率及再手术率高于另外两种术式,且二次手术对患者的伤害也随之增大^[21-23]。为了降低需要二次手术患者的伤害,SPTX 和残余物转移术(subtotal parathyroidectomy and remnant relocation)^[24]在 2017 年被提出,此种术式对传统 SPTX 进行改良,将残余甲状旁腺转移至舌骨下带状肌群的表面,使得二次手术更易进行,但该术式临床使用率尚低,未来还需更大样本量的研究及证实。

2.4.3 TPTX+AT 该术式在 TPTX 的基础上增加了部分腺体的自体移植,切取所有甲状旁腺中增生程度较轻的腺体 30~50 mg,切成 1~2 mm³ 大小的碎片再进行移植,大多数临床试验的移植位置在胸锁乳突肌、非造瘘侧前臂肌肉或皮下或真皮下,少部分移植于腹腔内及腹股沟区。一项大型单中心研究显示,TPTX+前臂自体移植(forearm autotransplantation, FAT)手术可以通过测量双侧前臂的 PTH 水平来监测移植腺体的功能^[24]。Li 等^[25]的研究认为,TPTX+FAT 比其他 PTX 更能有效提高 SHPT 患者的生活质量。TPTX+AT 术后患者钙水平较 TPTX 患者高,且冠状动脉钙化评分较低,TPTX 联合 FAT 的优势在术后患者生物学合理性变化上明显显现。Chen 等^[26]研究表明,TPTX+AT 逆转左室肥厚和增加左室收缩功能的作用明显,是继发性高血压的有效干预措施。并且,TPTX+AT 的复发率比 SPTX 低,血清钙和碱性磷酸酶更加趋向正常化,包括瘙痒和肌肉无力在内的各种临床症状也有更

大的改善^[27]。

目前,对于移植腺体的位置,大多数专家倾向于前臂非造瘘侧皮下或肌肉,相对于颈部切口移植更加安全且并发症少,且实施二次手术对患者造成的伤害更低。一项研究比较了改良注射器注射前臂肌肉甲状旁腺移植与常规切口甲状旁腺移植的效果,其将改良的1 mL注射器定量注射作为前臂移植的创新改进,结果改良注射器移植后甲状旁腺激素恢复时间大约提前4个月,并且相对于常规肌肉切口二次手术时操作更简便、快捷、术后瘢痕不明显等优点^[8]。

2.4.4 清除甲状旁腺切除术 (purge parathyroidectomy, PPTX) 据统计,甲状旁腺异位 SHPT 患者中的发生率为 26%,且甲状旁腺的数量为非固定的,一般 3~8 个不等。胸腺是甲状旁腺异位最常见的位置,因此有必要进行彻底的颈部探查,以降低术后复发和再手术的风险^[28]。为此,Shan 等^[29]提出了一种新的手术方法,即 PPTX,完全切除甲状腺软骨、双侧颈动脉鞘、无名动脉周围的纤维脂肪组织和完全切除甲状旁腺。研究表明,它在控制甲状旁腺激素水平方面取得了更持久和可靠的效果。

2.4.5 腔镜下甲状旁腺切除术 随着科技进步以及患者对美观的不断追求,腔镜下甲状旁腺切除术应运而生。腔镜甲状旁腺手术以完全腔镜甲状旁腺切除术为主,以经颈下(口前庭)入路、经胸乳入路及经腋窝入路的其中任意一种入路代替传统的颈部横向 Kocher 皮肤折痕切口,在术前定位明确的前提下,使得腔镜手术更加安全及有效,成为有美容需求的患者的更佳选择。相对于 SHPT 来说,腔镜甲状旁腺手术更适用于原发性甲状旁腺功能亢进(primary hyperparathyroidism, PHPT),因 PHPT 大多数为单腺体病变且术前更易定位,且其对于 PHPT 的安全性及有效性不局限于某一单一手术入路^[12]。然而,当甲状旁腺发生异位时,其位置通常较隐蔽且难以寻找,使腔镜治疗异位甲状旁腺病变具有局限性。Xu 等^[30]的研究发现,腔镜甲状旁腺切除术比传统手术所需时间长且术中出血量多,但是术后降低 PTH 及血钙水平更有效。然而,腔镜甲状旁腺手术也存在着一些弊端,例如手术隧道较长,增加了路径途中血管神经损害及皮肤坏死的风险,手术时间较长也增加了麻醉风险。是否使用腔镜手术决定权在患者自身,医生应结合患者自身情况给予正确引导^[31]。

2.4.6 机器人辅助甲状旁腺切除术 机器人辅助甲状旁腺切除术起源于 21 世纪初期,利用达芬奇手术系统在只需要一个切口的情况下切除甲状旁腺病变,因其三维高分辨的腔镜使手术视野更加清晰,并且可以代替人手在更小的操作空间也能灵活精细地完成手术。虽然机器人辅助甲状旁腺切除术切口小,美容效果好,但是需要手术者拥有更加熟练的技术,且手术时间长,设备昂贵等原因使得它在临床运用同样具有局限性^[32]。

3 介入治疗

介入治疗主要有化学消融,例如经皮无水乙醇注射、激光消融、射频消融、微波消融。创伤小、恢复快是介入治疗的主要优点。对于有严重基础疾病不能耐受 PTX 的患者,可选择

微波消融和射频消融^[24]。既往研究表明,微波消融或射频消融能有效降低 PTH 水平,对 SHPT 有效,其安全性和有效性并不逊于 PTX^[32-33]。研究表明,热消融和 PTX 都是治疗 SHPT 的有效选择^[34],但 PTX 患者的感染发生率明显高于消融组;并且,就住院时长而言,PTX 的时间长于单次射频消融,但是单次射频消融的效果却不及 PTX^[24]。然而,对于异位甲状旁腺,消融治疗常不能达到很好的治疗效果,若甲状旁腺异位于纵膈内,会增加损伤临近组织的风险。虽然介入治疗具有微创、相对安全等特点,但也同样有其局限性。

4 展望

SHPT 是体内矿物质和激素失衡的结果,其发病伴随骨骼系统、血液系统及心血管系统乃至生殖系统的损害。其手术治疗的适应证及选用何种手术方式仍是临床甲状腺外科医生争议的话题。未来,仍需要更大样本及随机化研究为其提供科学指导,为患者提供更合理的治疗方案。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Fan Y, Liu WQ, Bi RY, et al. Interrelated role of Klotho and calcium-sensing receptor in parathyroid hormone synthesis and parathyroid hyperplasia[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2018, 115(16): E3749-E3758.
- [2] Kakani E, Sloan D, Sawaya BP, et al. Long-term outcomes and management considerations after parathyroidectomy in the dialysis patient[J]. Semin Dial, 2019, 32(6): 541-552.
- [3] Rodríguez-Ortiz ME, Pendón-Ruiz de Mier MV, Rodríguez M. Parathyroidectomy in dialysis patients: Indications, methods, and consequences. [J]. Semin Dial, 2019, 32: 444-451.
- [4] Erben RG, Andrukhova O. FGF23-Klotho signaling axis in the kidney[J]. Bone, 2017, 100: 62-68.
- [5] Stanbury SW, Lumb GA, Nicholson WF. Elective subtotal parathyroidectomy for renal hyperparathyroidism [J]. Lancet, 1960, 1(7128): 793-799.
- [6] Sun XL, Zhang XQ, Lu Y, et al. Risk factors for severe hypocalcemia after parathyroidectomy in dialysis patients with secondary hyperparathyroidism[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 7743.
- [7] Zhao SS, Gan W, Xie WJ, et al. A single-center experience of parathyroidectomy in 1500 cases for secondary hyperparathyroidism: a retrospective study[J]. Ren Fail, 2022, 44(1): 23-29.
- [8] Fei MJ, Xu D, Lai Y, et al. Comparison of different parathyroid autograft project after total parathyroidectomy in patients with secondary hyperparathyroidism[J]. Am J Otolaryngol, 2021, 42(6): 103085.
- [9] 贺青卿,田文.慢性肾脏病继发甲状旁腺功能亢进外科临床实践中国专家共识(2021版)[J].中国实用外科杂志,2021,41(8): 841-848.
- [10] He QQ, Tian W. Chinese expert consensus on surgical practice of hyperthyroidism in patients with chronic kidney disease (2021 edition)[J]. Chin J Pract Surg, 2021, 41(8): 841-848.

[10] 艾秋宝,钟优,刘冠环.手术治疗慢性肾功能衰竭继发性甲状旁

- 腺功能亢进的疗效研究[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(28): 4047-4049.
- Ai QB, Zhong Y, Liu GH. Study on the effect of surgical treatment of chronic renal failure secondary hyperparathyroidism[J]. Med Forum, 2021, 25(28): 4047-4049.
- [11] 李秀梅, 李军, 王宏桥, 等. 高频超声、超声造影与 99mTc-MIBISPECT/CT 在难治性甲状旁腺功能亢进术前定位中的比较[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2018, 15(7): 522-529.
- Li XM, Li J, Wang HQ. Localization value of ultrasonography, contrast-enhanced ultrasound and 99mTc-MIBI SPECT/CT in refractory secondary hyperparathyroidism[J]. Chin J Med Ultrasound (Electronic Edition), 2018, 15(07): 522-529.
- [12] Majcen M, Hocesar M. Surgical options in treating patients with primary hyperparathyroidism[J]. Radiol Oncol, 2020, 54(1): 22-32.
- [13] Abd Elhameed Elsayed W, Ali RA. Efficacy of scintigraphy, ultrasound and both scintigraphy and ultrasonography in preoperative detection and localization of primary hyperparathyroidism[J]. Cureus, 2019, 11(6): e4960.
- [14] Bathl M, Sepahdari AR, Sosa JA, et al. Parathyroid adenomas and hyperplasia on four-dimensional CT scans: three patterns of enhancement relative to the thyroid gland justify a three-phase protocol[J]. Radiology, 2015, 277(2): 454-462.
- [15] 曾鸣, 柳卫, 王宁宁, 等. 99mTc-MIBISPECT-CT 技术在甲状旁腺切除术前定位诊断中的增益价值[J]. 中华肾脏病杂志, 2017, 33(2): 86-91.
- Zeng M, Liu W, Wang NN, et al. Additional role of 99mTc-MIBI SPECT-CT imaging in preoperative localization of parathyroidectomy-clinical analysis of 359 patients with secondary hyperparathyroidism[J]. Chin J Nephrol, 2017, 33(2): 86-91.
- [16] Ho J, Kim D, Lee JE, et al. Parathyroid venous sampling for the preoperative localisation of parathyroid adenoma in patients with primary hyperparathyroidism[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 7058.
- [17] 朱精强, 汪洵理, 魏涛, 等. 纳米碳甲状旁腺负显影辨认保护技术在甲状旁腺瘤手术中的应用[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2013, 20(9): 992-994.
- Zhu JQ, Wang XL, Wei T, et al. Application of lymphatic mapping to recognize and protect negative stained parathyroid in thyroid carcinoma surgery by using carbon nanoparticles[J]. Chin J Bases Clin Gen Surg, 2013, 20(9): 992-994.
- [18] van der Vorst JR, Schaafsma BE, Verbeek FP, et al. Intraoperative near-infrared fluorescence imaging of parathyroid adenomas with use of low-dose methylene blue[J]. Head Neck, 2014, 36(6): 853-858.
- [19] 陈少博, 刘玮楠, 张圣洁, 等. 示踪用盐酸米托蒽醌注射液用于甲状腺癌前哨淋巴结示踪的临床疗效、安全性及药代动力学 I 期试验[J]. 协和医学杂志, 2021, 12(5): 729-735.
- Chen SB, Liu WN, Zhang SJ, et al. Clinical efficacy, safety and pharmacokinetics of tracing injection of mitoxantrone hydrochloride for tracing sentinel lymph nodes in thyroid carcinoma: a phase I clinical trial[J]. Med J Peking Union Med Coll Hosp, 2021, 12(5): 729-735.
- [20] Yamamoto M, Onoda N, Miyauchi A, et al. Gauze blotting technique: a novel method to identify parathyroid glands during thyroid surgery without tissue damage[J]. Endocr J, 2022, 69(11): 1329-1333.
- [21] Hou JZ, Shan HJ, Zhang YC, et al. Network meta-analysis of surgical treatment for secondary hyperparathyroidism[J]. Am J Otolaryngol, 2020, 41(2): 102370.
- [22] Isaksson E, Ivarsson K, Akaberi S, et al. Total versus subtotal parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism[J]. Surgery, 2019, 165(1): 142-150.
- [23] Lau WL, Obi Y, Kalantar-Zadeh K. Parathyroidectomy in the management of secondary hyperparathyroidism[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2018, 13(6): 952-961.
- [24] Ren M, Zheng DN, Wu J, et al. Efficacy and safety of radiofrequency ablation versus parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism in dialysis patients: a single-center retrospective study[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 10289.
- [25] Li JG, Xiao ZS, Hu XJ, et al. Total parathyroidectomy with forearm auto-transplantation improves the quality of life and reduces the recurrence of secondary hyperparathyroidism in chronic kidney disease patients[J]. Medicine, 2017, 96(49): e9050.
- [26] Chen SH, Sheng KX, Shen Y, et al. Impact of parathyroidectomy on left ventricular function in end stage renal disease patients[J]. BMC Nephrol, 2020, 21(1): 479.
- [27] Lin N, Fang YC, Song JC, et al. Total parathyroidectomy plus multi-point subcutaneous transplantation in the forearm may be a reliable surgical approach for patients with end-stage renal disease: a case report[J]. Medicine, 2019, 98(47): e17649.
- [28] Reitz RJ 3rd, Dreimiller A, Khil A, et al. Ectopic and supernumerary parathyroid glands in patients with refractory renal hyperparathyroidism[J]. Surgery, 2021, 169(3): 513-518.
- [29] Shan CX, Qiu NC, Zha SL, et al. A novel surgical strategy for secondary hyperparathyroidism: Purge parathyroidectomy[J]. Int J Surg, 2017, 43: 112-118.
- [30] Xu F, Zhang XR, Liao ZC, et al. Secondary hyperparathyroidism: clinical exploration of endoscopic total parathyroidectomy using the oral vestibular approach with forearm autotransplantation[J]. Altern Ther Health Med, 2023, 29(1): 216-223.
- [31] 林溪源, 孙海清, 郑海涛. 腹腔镜甲状旁腺手术的进展[J]. 腹腔镜外科杂志, 2023, 9(3): 214-217.
- Lin XY, Sun HQ, Zheng HT. Progress of laparoscopic parathyroid surgery[J]. J Laparosc Surg, 2023, 9(3): 214-217.
- [32] Hu ZA, Han EH, Chen W, et al. Feasibility and safety of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation for tertiary hyperparathyroidism[J]. Int J Hyperthermia, 2019, 36(1): 1129-1136.
- [33] Diao ZL, Qian LX, Teng CS, et al. Microwave ablation versus parathyroidectomy for severe secondary hyperparathyroidism in patients on hemodialysis: a retrospective multicenter study[J]. Int J Hyperthermia, 2021, 38(1): 213-219.
- [34] Gong L, Tang W, Lu J, et al. Thermal ablation versus parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism: A meta-analysis[J]. Int J Surg, 2019, 70: 13-18.