



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.012
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.012
China Journal of General Surgery, 2023, 32(11):1729-1742.

· 甲状腺外科专题研究 ·

超声引导经皮热消融与甲状旁腺切除术治疗继发性甲状旁腺功能亢进疗效与安全性比较的Meta分析

任黎蕾, 赵小波, 刘胜春, 高砚春, 侯令密, 林帅, 黄琪

(川北医学院附属医院 甲状腺乳腺外科, 四川 南充 637000)

摘要

背景与目的: 继发性甲状旁腺功能亢进 (SHPT) 是慢性肾病 (CKD) 常见的一种并发症, 体内钙磷平衡紊乱导致甲状旁腺激素 (PTH) 代偿性过度分泌。药物治疗效果不佳的患者进展为难治性 SHPT, 外科切除增生的甲状旁腺是目前治疗 SHPT 的有效方法, 但手术治疗存在一定的局限性, 如手术、麻醉双重风险较高, 术后可发生感染、永久性甲状旁腺功能减退、瘢痕增生等潜在风险。随着科学技术的进步, 热消融治疗 SHPT 成为研究热点, 但尚缺乏统一诊疗规范, 需要更多的循证医学证据促进诊疗标准化的制定。因此, 本文通过比较超声引导下热消融与传统甲状旁腺切除术 (PTX) 治疗 SHPT 的临床有效性和安全性, 探讨热消融术在难治性 SHPT 治疗中的临床应用前景。

方法: 检索多个国内外数据库, 收集比较超声介导的热消融与传统开放式 PTX 治疗 CKD 继发的难治性 SHPT 的临床对照研究, 检索时间为建库至 2022 年 11 月 30 日。根据纳入与排除标准筛选文献后。使用 RevMan 5.3 软件行 Meta 分析。评价指标为术后 3、6 个月的血清 PTH 与血清钙水平、住院时间、低钙血症与声音嘶哑的发生率。

结果: 最终纳入 12 项研究, 共 1 060 例患者, 其中热消融组 510 例, PTX 组 550 例。与 PTX 比较, 热消融组术后 3、6 个月 PTH 水平 ($MD=18.18$, $95\% CI=-21.19\sim57.55$, $P=0.37$; $MD=-5.35$, $95\% CI=-32.59\sim21.90$, $P=0.70$)、血钙水平 ($MD=-0.09$, $95\% CI=-0.28\sim0.10$, $P=0.35$; $MD=-0.10$, $95\% CI=-0.29\sim0.10$, $P=0.34$) 差异均无统计学意义。热消融组低钙血症发生率低于 PTX 组 (18.5% vs. 27.3%), 差异有统计学意义 ($OR=0.57$, $95\% CI=0.38\sim0.84$, $P=0.005$), 两组声音嘶哑发生率差异无统计学意义 ($OR=0.89$, $95\% CI=0.55\sim1.45$, $P=0.64$)。热消融组住院时间明显短于 PTX 组 ($MD=-3.97$, $95\% CI=-5.68\sim-2.27$, $P<0.0001$)。

结论: 超声引导经皮热消融治疗 SHPT 可能是 PTX 的一种替代技术, 具备安全、有效、可重复性高、并发症少等特点, 但其最终的优越性需要大样本、多中心前瞻性随机对照试验来证明。

关键词

甲状旁腺功能亢进症, 继发性; 消融技术; 甲状旁腺切除术; Meta 分析

中图分类号: R653.3

基金项目: 川北医学院附属医院科研发展计划项目 (2022JC005)。

收稿日期: 2023-05-03; **修订日期:** 2023-10-11。

作者简介: 任黎蕾, 川北医学院附属医院住院医师, 主要从事乳腺甲状腺疾病方面的研究。

通信作者: 赵小波, Email: JRWKKY@163.com

Comparison of clinical efficacy and safety between ultrasound-guided thermal ablation and traditional parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism: a Meta-analysis

REN Lilei, ZHAO Xiaobo, LIU Shengchun, GAO Yanchun, HOU Lingming, LIN Shuai, HUANG Qi

(Department of Breast and Thyroid Surgery, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan 637000, China)

Abstract

Background and Aims: Secondary hyperparathyroidism (SHPT) is a common complication of chronic kidney disease (CKD), characterized by imbalances in calcium and phosphorus homeostasis leading to compensatory overproduction of parathyroid hormone (PTH). Patients with poor response to medical treatment progress to refractory SHPT, and surgical removal of hypertrophic parathyroid glands is currently an effective method. However, surgical treatment has limitations, including high risks associated with surgery and anesthesia, as well as potential postoperative complications such as infection, permanent parathyroid dysfunction, and scar formation. With advancements in medical technology, thermal ablation has become a research focus for SHPT treatment, but standardized diagnostic and therapeutic protocols are lacking, necessitating more evidence from evidence-based medicine to facilitate the development of standardized guidelines. Therefore, this study was conducted to compare the clinical effectiveness and safety of ultrasound-guided thermal ablation with traditional parathyroidectomy (PTX) in the treatment of refractory SHPT and explore the clinical prospects of thermal ablation in the management of refractory SHPT.

Methods: Multiple domestic and international databases were searched to collect clinical controlled studies comparing ultrasound-guided thermal ablation with traditional open PTX in the treatment of refractory SHPT of CKD. The search period extended from the inception of each database to November 31, 2022. After applying inclusion and exclusion criteria, literature screening was conducted, and Meta-analysis was performed using RevMan 5.3 software. Evaluation indicators included serum PTH and calcium levels at 3 and 6 months postoperatively, hospitalization duration, and the incidence of hypocalcemia and hoarseness.

Results: A total of 12 studies involving 1 060 patients were included, with 510 in the thermal ablation group and 550 in the PTX group. Compared to the PTX group, the thermal ablation group showed no statistically significant differences in postoperative 3- and 6-month PTH levels ($MD=18.18$, 95% $CI=-21.19-57.55$, $P=0.37$; $MD=-5.35$, 95% $CI=-32.59-21.90$, $P=0.70$) and calcium levels ($MD=-0.09$, 95% $CI=-0.28-0.10$, $P=0.35$; $MD=-0.10$, 95% $CI=-0.29-0.10$, $P=0.34$). The incidence of hypocalcemia in the thermal ablation group was lower than that in the PTX group (18.5% vs. 27.3%), with a statistical difference ($OR=0.57$, 95% $CI=0.38-0.84$, $P=0.005$), while the incidence of hoarseness showed no significant difference between the two groups ($OR=0.89$, 95% $CI=0.55-1.45$, $P=0.64$). The thermal ablation group had a significantly shorter hospitalization duration than the PTX group ($MD=-3.97$, 95% $CI=-5.68--2.27$, $P<0.000 1$).

Conclusion: Ultrasound-guided percutaneous thermal ablation for SHPT may be a potential alternative to PTX, demonstrating safety, effectiveness, high repeatability, and fewer complications. However, its ultimate superiority requires confirmation through large-sample, multicenter, prospective, randomized controlled studies.

Key words

Hyperparathyroidism, Secondary; Ablation Techniques; Parathyroidectomy, Meta-Analysis; Meta-Analysis

CLC number: R653.3

近年来,慢性肾病(chronic kidney disease, CKD)影响全球8%~16%的人口,呈现发病率高、并发症多等特点,是导致死亡的主要原因^[1]。临床医务人员对CKD患者进行早期预防、早期筛查、合理治疗及规范化管理,可改善患者的预后和生活质量,提高生存率为最终目标^[2]。

在CKD患者的综合管理和监测中,继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism, SHPT)是终末期CKD患者的主要并发症,评估肾小球滤过率 ≤ 45 mL/min,钙和磷酸盐水平异常会促进甲状旁腺激素分泌。这些患者继发甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)持续升高,临床表现为从无症状到因骨密度降低而导致骨骼营养不良及骨骼畸形、血管钙化、肌肉痉挛,增加骨折、心血管疾病和病死率的风险^[3-4]。全球改善全球肾脏预后工作组(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)指出^[5],3期CKD患者[估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR) < 60 mL/min]均应常规进行SHPT筛查和治疗。

SHPT早期可以通过严格限制饮食、加强透析、口服磷结合剂、维生素D及其类似物、拟钙结合剂等药物治疗^[6-7],一定程度上可以延缓病情进展,但在病情晚期可出现服药依从性差、药物耐药、药物副作用累及全身等治疗疗效欠佳,因此进行手术治疗是一种有效的方式。目前指南推荐甲状旁腺切除术(parathyroidectomy, PTX)是药物难治性SHPT患者的标准治疗方法^[8]。常规手术方式包括:甲状旁腺全切伴自体移植术(total parathyroidectomy with autotransplantation, tPTX+AT)、甲状旁腺次全切除术(subtotal parathyroidectomy, sPTX)、甲状旁腺全切除术(total parathyroidectomy, tPTX)^[9]。3种术式的优劣性未有明确定论,根据患者情况选择相应的手术^[3]。

尽管常规手术治疗SHPT治愈率高,但部分SHPT患者心肺功能欠佳,不能耐受全身麻醉手术,以及老年患者术后发病率和病死率的风险随着年龄增加而增加,与伤口感染、术后出血、喉返神经损伤、低钙血症和持续性甲状旁腺功能减退等并发症有关,因此PTX不再是SHPT患者的唯一且最优选择^[10]。而热消融治疗是一项重要的微创手术,越来越多地应用于临床,扩大了非手术治疗的选择范围,已被证明用于治疗甲状腺结节、

原发性甲状旁腺功能亢进、甲状旁腺癌的远处转移^[11-14]。目前,热消融治疗有以下选择:例如微波消融(microwave ablation, MWA)、射频消融(radiofrequency ablation, RFA)、激光消融(laser ablation, LA)、高强度聚焦超声(high intensity focus ultrasound, HIFU)等多种消融疗法^[10, 15-17]。Zhu等^[18]发现MWA联合活性维生素D治疗尿毒症性SHPT患者可改善血压、心功能及贫血,但还需进一步临床试验推广。Chen等^[19]证实RFA与PTX治疗SHPT相似的疗效,推荐RFA可用于不适合PTX或经PTX治疗复发的SHPT患者。Ha等^[20]则报道虽然RFA安全有效,与MWA类似,仍有部分患者出现敏感性降低。

综上所述,超声引导下热消融治疗SHPT的新尝试,具有微创、精准、高效等优点,可作为传统手术的替代治疗,在临床中的应用价值逐步得到认可^[10, 21-24]。然而这些研究报告样本量较少,热消融治疗SHPT有效性和安全性仍存在争议,尚无定论。因此,本文通过Meta分析的方法综合已发表的相关文献^[25],比较热消融与传统开放术治疗SHPT的有效性和安全性,为选择和制定难治性SHPT最佳治疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 检索策略

计算机系统的搜索PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国知网、万方医学网、维普数据库、中国生物医学文献数据库,收集超声介导下热消融治疗SHPT的队列研究。检索时限为建库至2022年11月30日。中文检索词包括:慢性肾病、甲状旁腺疾病、继发性甲状旁腺功能亢进、热消融、微波消融、射频消融、手术;英文检索词包括:Chronic Kidney Disease、Secondary Hyperparathyroidism、Parathyroid Disease、Thermal Ablation、Radiofrequency Ablation、Microwave Ablation。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:(1)比较超声介导的MWA或RFA与传统开放式PTX治疗为CKD并发难治性SHPT的随机对照研究(randomized controlled trial, RCT)或回顾性队列研究等,且随访时间 ≥ 3 个月;(2)患者年龄 > 18 岁以上;(3)结局指标包括术后3、6个月

的血清PTH与血清钙水平、住院时间、低钙血症和声音嘶哑的发生率等。排除标准：(1)重复发表的文献，不是数据最新或完整的文献；(2)缺乏相关数据的研究；(3)针对特殊患者群如儿童或孕妇的研究。

1.3 文献筛选和数据提取

由2名检索人员独立筛选文献，对各项数据的提取和录入进行交叉核对。通过阅读文献标题，排除明显不相关的文献，再进一步阅读摘要和全文决定是否纳入。资料提取内容包括：文献的第一作者、发表年份、研究类型、研究对象的基线特征、干预措施及结局指标等相关数据。如遇到分歧则邀请第3人阅读，并进行商议。

1.4 质量评估

根据循证医学研究指南建议，采用Cochrane系统评价推荐的RCT偏倚风险评估工具对纳入研究进行质量评估^[26-27]。评估指标为：随机分配方法、分配方案隐藏、盲法、结果结局变量评估盲法、结果数据的完整性、选择性报告研究结果、其他偏倚来源。

1.5 统计学处理

采用RevMan 5.3软件进行统计分析。计量资料采用均数差 (mean difference, MD) 为效应分析统计量，将治疗结果总结为分类变量的优势比 (odds ratio, OR) 和连续变量的加权平均差，各效应量均提供其95%置信区间 (confidence interval, CI), $P < 0.05$ 具有统计学意义。纳入研究结果间的异质性采用 χ^2 检验进行分析 (检验水准 $\alpha = 0.1$)，同时结合 I^2 统计量评估研究之间的异质性。 $I^2 < 50\%$ 且 $P > 0.1$ ，各研究结果间无统计学异质性，则选用固定效应模型，若 $I^2 > 50\%$ 或 $P < 0.1$ ，则具有异质性，进一步分析异质性来源，排除明显异质性的影响，再采用随机效应模型进行Meta分析。Meta分析的水准设为 $\alpha = 0.05$ 。明显的临床异质性采用敏感性分析或只描述性分析。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

初步检索出文献共264篇，其中中国知网59篇、

万方医学网75篇、中国生物医学文献数据库57篇、维普数据库22篇、PubMed 5篇、Embase 34篇、Cochrane 12篇；经题目阅读和摘要初步筛选得到14篇，阅读全文排除结局指标不符合2篇，最终纳入12个RCT^[23, 28-38]，文献筛选流程及结果见图1。

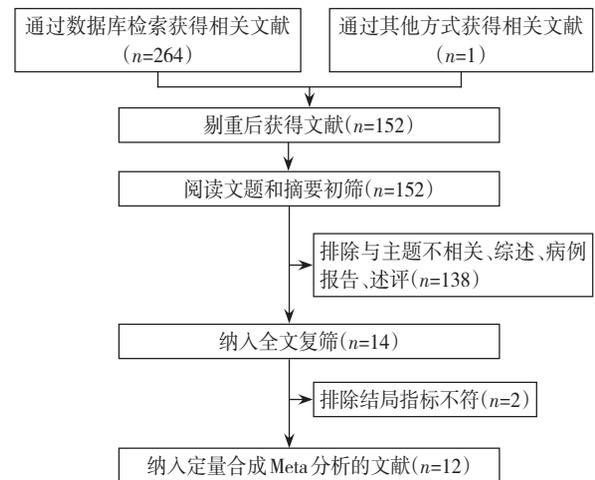


图1 文献筛选流程及结果

Figure 1 The literature selection process and results

2.2 纳入研究的基本特征

本研究纳入的12篇文献^[22,28-38]，共1060例患者，其中热消融组510例，PTX组550例。消融治疗分为RFA和MWA，PTX分为sPTX、tPTX、tPTX+AT。纳入研究特征见表1。

2.3 纳入文献的方法学及偏倚风险评估

对纳入文献的质量进行偏倚风险评价及方法学评估，由2名研究者独立评价纳入研究的偏倚风险，并核对结果。RCT的偏倚风险评价采用Cochrane Library手册记录的7个标准内容进行评估。若满足6条以上，则该研究偏倚风险性小，质量评定为A级；若满足4条以上，则该偏倚风险为中等，质量评定为B级；若不满足以上任一条，则该研究偏倚风险高，质量评定为C级。12篇文献整体偏倚风险低，质量较高，各项研究基于临床治疗方式的选择，不能满足盲法上的要求。表2为纳入文献的偏倚风险评价。图2为方法学质量评估示意图，图中“+”为达标，“-”为未达标。图3为本研究方法学评估各项条目的占比统计图。

表 1 纳入研究的基本特征

Table 1 Basic characteristics of the included studies

研究	研究类型	热消融/PTX			
		总例数(n)	平均年龄(岁)	男性(n)	女性(n)
Zhao, 等 ^[28] 2021	前瞻性研究	79/88	52.38±6.41/49.93±18.36	35/34	44/54
彭云, 等 ^[29] 2021	回顾性研究	55/55	55.1±1.2/54.8±1.9	28/29	27/26
常婷, 等 ^[30] 2021	回顾性研究	16/20	50.2±11.6/52.1±14.8	6/5	10/15
李梦媛, 等 ^[31] 2022	回顾性研究	30/30	45.85±3.82/45.93±4.11	12/10	18/20
潘春勤, 等 ^[32] 2020	回顾性研究	28/27	52.46±8.19/52.42±8.16	18/16	10/11
Zhang, 等 ^[22] 2022	回顾性研究	30/30	45.8±13.3/49.9±12.0	16/18	14/12
杨建川, 等 ^[33] 2018	回顾性研究	32/47	47.75±3.77/49.02±11.82	21/30	11/17
丁祥飞, 等 ^[36] 2017	回顾性研究	40/36	数据缺失	数据缺失	数据缺失
Ren, 等 ^[35] 2022	回顾性研究	47/53	51±12/50±13	数据缺失	数据缺失
Wei, 等 ^[34] 2020	回顾性研究	92/92	50.35±48.25±11.48	52/46	40/46
Jiang, 等 ^[37] 2019	回顾性研究	33/48	53.2±14.2/54.5±13.5	18/26	15/22
刘清泉, 等 ^[38] 2018	回顾性研究	28/24	数据缺失	数据缺失	数据缺失

注: 1) 治疗成功率; 2) 低钙血症例数; 3) 声音嘶哑例数; 4) 血肿; 5) 切口疼痛; 6) 住院时间; 7) 手术时间; 8) 视觉模拟评分(VAS); 9) 全段甲状旁腺激素(iPTH); 10) 完成病例比例; 11) iPTH下降程度; 12) 血清碱性磷酸酶; 13) 血钙水平; 14) 血磷水平; 15) 骨痛评分; 16) 并发症发生率; 17) 复发

Note: 1) Treatment success rate; 2) Number of cases with hypocalcemia; 3) Number of cases with hoarseness; 4) Hematoma; 5) Incidence of incisional pain; 6) Hospitalization duration; 7) Surgical duration; 8) Visual Analog Scale (VAS); 9) Intact parathyroid hormone (iPTH); 10) Proportion of completed cases; 11) Percentage decrease in iPTH; 12) Serum alkaline phosphatase; 13) Blood calcium level; 14) Blood phosphorus level; 15) Bone pain score; 16) Incidence of complications; 17) Recurrence

表 1 纳入研究的基本特征 (续)

Table 1 Basic characteristics of the included studies (continued)

研究	研究类型	消融方法	PTX 方法	结果时间点 (月)	消融输出功率 (W)	结局指标
Zhao, 等 ^[28] 2021	前瞻性研究	MWA	tPTX+AT	1, 3	30	1)2)3)4)5)7)8)9)10)11)12)13)14)15)
彭云, 等 ^[29] 2021	回顾性研究	MWA	tPTX+AT	1, 3, 6, 12	25~35	7)9)13)14)16)17)
常婷, 等 ^[30] 2021	回顾性研究	RFA	tPTX/tPTX+AT, sPTX	1, 3, 6, 12	30	2)3)9)12)13)14)
李梦媛, 等 ^[31] 2022	回顾性研究	RFA	tPTX	1, 3, 6	30/60	2)3)9)12)13)14)
潘春勤, 等 ^[32] 2020	回顾性研究	MWA	tPTX	6	30~50	1)2)3)9)13)14)
Zhang, 等 ^[22] 2022	回顾性研究	RFA	tPTX+AT	1, 3, 6	35	2)3)6)9)13)14)15)
杨建川, 等 ^[33] 2018	回顾性研究	RFA	tPTX/tPTX+AT, sPTX	1, 3, 6	数据缺失	2)3)6)7)9)15)
丁祥飞, 等 ^[36] 2017	回顾性研究	MWA	tPTX+AT, sPTX	1, 3, 6	25~35	2)3)6)9)13)14)17)
Ren, 等 ^[35] 2022	回顾性研究	RFA	tPTX+AT	1, 3, 6, 12	数据缺失	2)3)4)6)
Wei, 等 ^[34] 2020	回顾性研究	MWA	tPTX	1, 6	数据缺失	2)3)4)
Jiang, 等 ^[37] 2019	回顾性研究	MWA	tPTX	1, 3, 6, 12	25~35	3)9)13)14)
刘清泉, 等 ^[38] 2018	回顾性研究	MWA	tPTX	1, 6	25	2)3)6)9)13)14)

注: 1) 治疗成功率; 2) 低钙血症例数; 3) 声音嘶哑例数; 4) 血肿; 5) 切口疼痛; 6) 住院时间; 7) 手术时间; 8) 视觉模拟评分(VAS); 9) 全段甲状旁腺激素(iPTH); 10) 完成病例比例; 11) iPTH下降程度; 12) 血清碱性磷酸酶; 13) 血钙水平; 14) 血磷水平; 15) 骨痛评分; 16) 并发症发生率; 17) 复发

Note: 1) Treatment success rate; 2) Number of cases with hypocalcemia; 3) Number of cases with hoarseness; 4) Hematoma; 5) Incidence of incisional pain; 6) Hospitalization duration; 7) Surgical duration; 8) Visual Analog Scale (VAS); 9) Intact parathyroid hormone (iPTH); 10) Proportion of completed cases; 11) Percentage decrease in iPTH; 12) Serum alkaline phosphatase; 13) Blood calcium level; 14) Blood phosphorus level; 15) Bone pain score; 16) Incidence of complications; 17) Recurrence

表 2 纳入文献的偏倚风险评价
Table 2 Risk of bias assessment in included studies

研究	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	质量评定
Zhao, 等 ^[28] 2021	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
彭云, 等 ^[29] 2021	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
常婷, 等 ^[30] 2021	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
李梦媛, 等 ^[31] 2022	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
潘春勤, 等 ^[32] 2020	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
Zhang, 等 ^[22] 2022	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
杨建川, 等 ^[33] 2018	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
丁祥飞, 等 ^[36] 2017	不确定	不确定	否	是	是	否	否	B 级
Ren, 等 ^[35] 2022	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
Wei, 等 ^[34] 2020	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
Jiang, 等 ^[37] 2019	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级
刘清泉, 等 ^[38] 2018	是	不确定	否	是	是	否	否	A 级

注: 1) 是否采用随机序列的研究方法; 2) 是否存在分配隐藏; 3) 是否采用盲法; 4) 是否说明失访或退出研究的相关情况; 5) 结果数据是否完整; 6) 是否选择性报告研究结果; 7) 其他偏倚

Note: 1) Whether a randomized sequence was used in the study; 2) Whether allocation concealment was present; 3) Whether a blinding method was employed; 4) Whether relevant information on dropouts or withdrawals from the study was provided; 5) Whether the result data were complete; 6) Whether there was selective reporting of study results; 7) Other biases

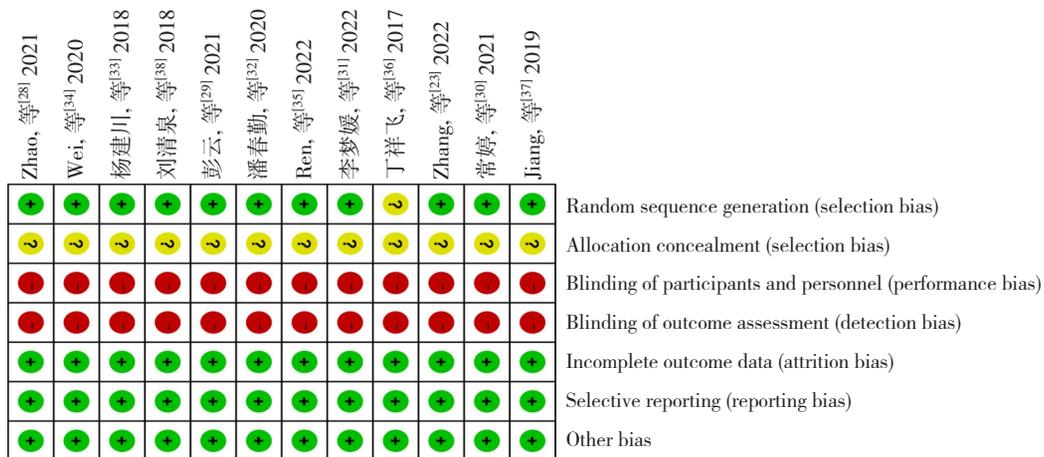


图 2 本研究文献方法学质量评估示意图

Figure 2 Schematic diagram of methodological quality assessment of Included studies

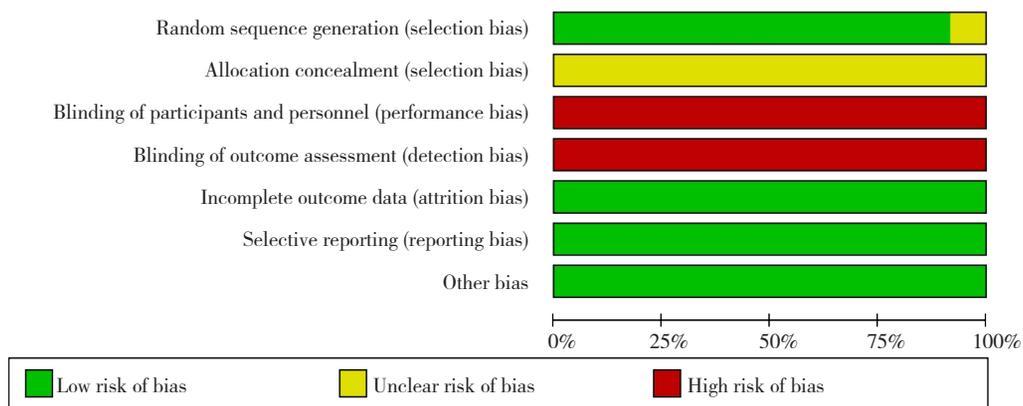


图 3 本研究文献方法学质量评估各项占比

Figure 3 Distribution of the methodological quality of included studies

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 术后 3 个月 PTH 所有纳入 6 项 RCT 的文章^[23,28-29,31,33,36]均报告了有关 PTH 水平的数据。各研究间有明显异质性 ($P<0.01$, $I^2=79%$), 因此采用

随机效应模型进行 Meta 分析, 热消融组 PTH 水平高于 PTX 组, 但差异无统计学意义 ($MD=18.18$, $95\% CI=-21.19\sim 57.55$, $P=0.37$) (图 4)。

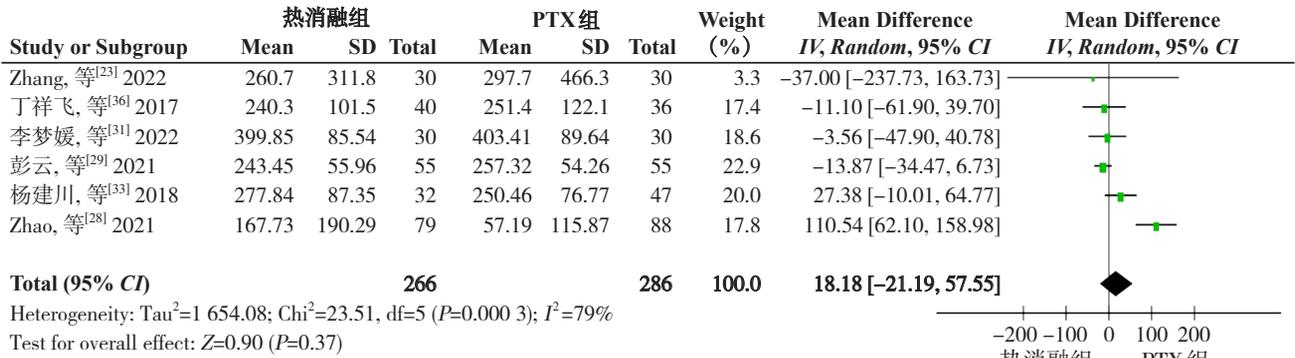


图 4 热消融组与 PTX 组术后 3 个月 PTH 水平比较

Figure 4 Comparison of the PTH Levels between the thermal ablation group and the PTX group at 3 months after operation

2.4.2 术后 6 个月 PTH 有 6 篇文献^[29,31-33,36,38]报告了有关术后 6 个月 PTH 水平的数据。各研究间有明显异质性 ($P<0.01$, $I^2=82%$), 采用随机效应模型

进行 Meta 分析, 两组间 PTH 水平比较无统计学意义 ($MD=-5.35$, $95\% CI=-32.59\sim 21.90$, $P=0.7$) (图 5)。

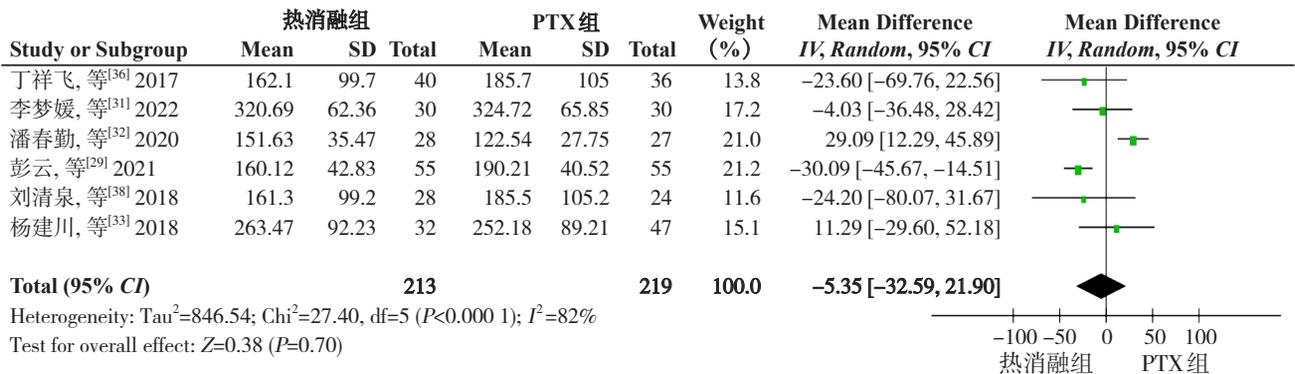


图 5 热消融组与 PTX 组术后 6 个月 PTH 水平比较

Figure 5 Comparison of the PTH Levels between the thermal ablation group and the PTX group at 6 months after operation

2.4.3 术后 3 个月血钙水平 纳入 6 项研究^[23, 28-29,31,36-37]报告了有关术后 3 个月血钙水平的测定。各研究间有明显异质性 ($P<0.00001$, $I^2=92%$), 故采用随机效应模型进行 Meta 分析, 热消融组术后 3 个月血钙水平与 PTX 组差异无统计学意义 ($MD=-0.09$, $95\% CI=-0.28\sim 0.10$, $P=0.35$) (图 6)。

2.4.4 术后 6 个月血钙水平 纳入 6 项研究^[23,29,31-32,36,38]均报告了两组术后 6 个月血钙水平的测定。各研究间有明显异质性 ($P<0.00001$, $I^2=89%$), 采用随机效应模型进行 Meta 分析, 两组间差异比较无统计学意义 ($MD=-0.10$, $95\% CI=-0.29\sim 0.10$, $P=0.34$) (图 7)。

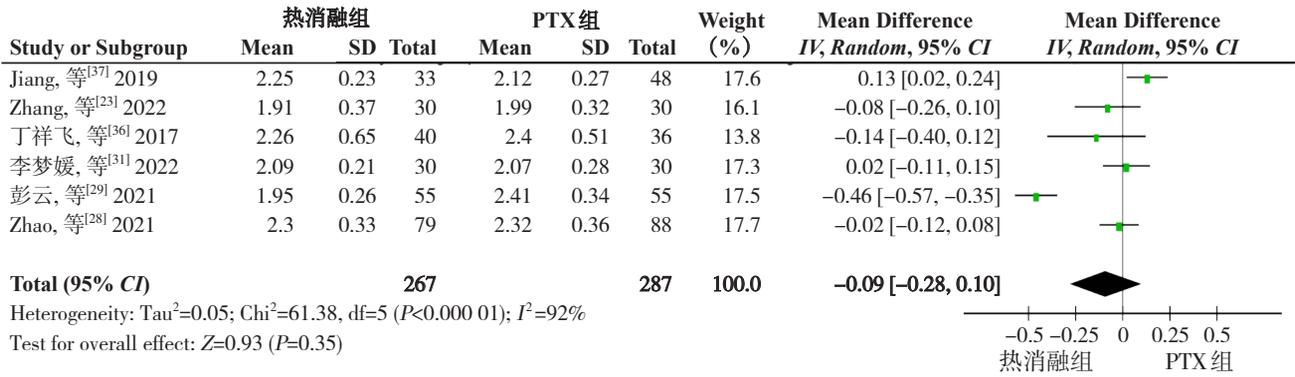


图 6 热消融组与 PTX 组术后 3 个月血钙水平比较

Figure 6 Comparison of the blood calcium levels between the thermal ablation group and the PTX group at 3 months after operation

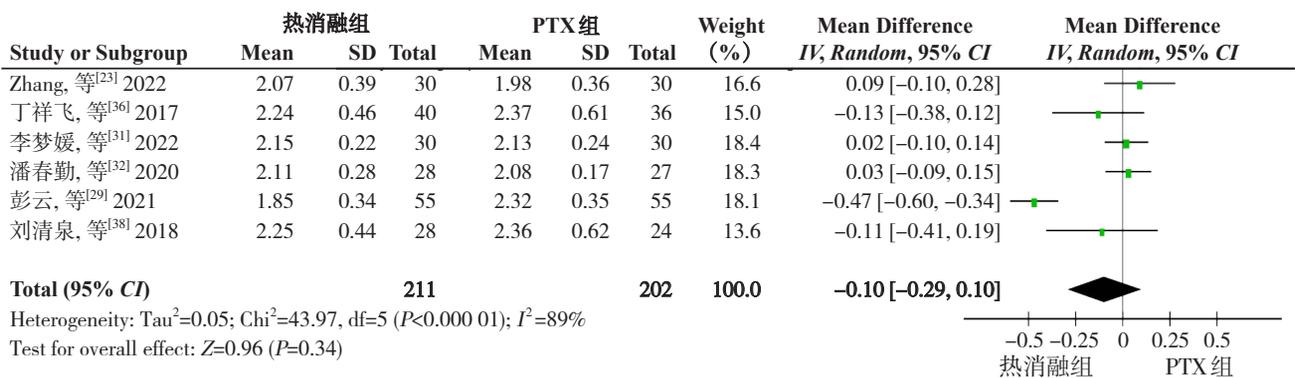


图 7 热消融组与 PTX 组术后 6 个月血钙水平比较

Figure 7 Comparison of the blood calcium levels between the thermal ablation group and the PTX group at 6 months after operation

2.4.5 术后低钙血症发生率 纳入 9 项研究^[23, 28, 30-33, 35-36, 38]报告了关于低钙血症的发生率的数据：热消融组患者占比为 18.5% (61/330)，PTX 组患者占比为 27.3% (97/355)。各研究间无明显异

质性 (P=0.013, I²=37%)，采用固定效应模型分析，热消融组较 PTX 组发生术后低钙血症的风险降低 (OR=0.57, 95% CI=0.38~0.84, P=0.005) (图 8)。

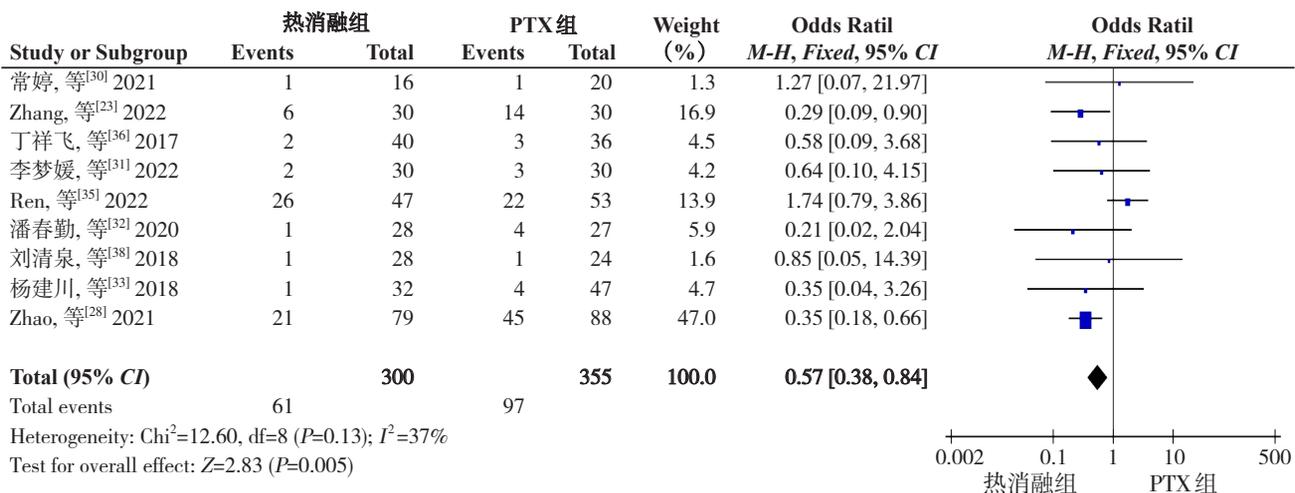


图 8 热消融组与 PTX 组术后低钙血症发生率比较

Figure 8 Comparison of postoperative incidence of hypocalcemia between the thermal ablation group and the PTX group

2.4.6 术后声音嘶哑发生率 纳入 11 项研究^[23, 28, 30-38]报告了术后喉返神经损伤导致声音嘶哑的发生率的数据:热消融组患者占比为 7% (32/455), PTX 组患者占比为 7.9% (39/495)。各研究

间无明显异质性 ($P=0.46$, $I^2=0\%$), 采用固定效应模型分析, 热消融组声音嘶哑发生率低于 PTX 组, 但差异无统计学意义 ($OR=0.89$, $95\% CI=0.55\sim 1.45$, $P=0.64$) (图 9)。

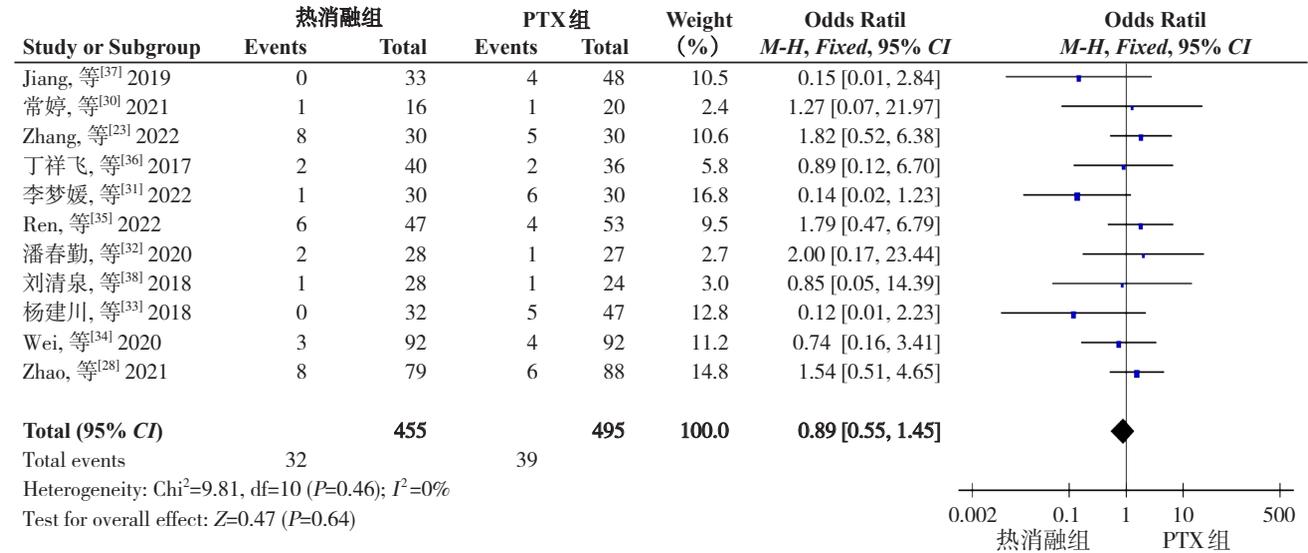


图 9 热消融组与 PTX 组术后声音嘶哑发生率比较

Figure 9 Comparison of postoperative incidence of hoarseness between the thermal ablation group and the PTX group

2.4.7 住院时间 共纳入 5 项研究^[23, 33, 35-36, 38]报告了住院时间, 随机效应 Meta 分析结果显示, 热消融

组住院时间明显少于 PTX 组 ($MD=-3.97$, $95\% CI=-5.68\sim -2.27$, $P<0.0001$) (图 10)。

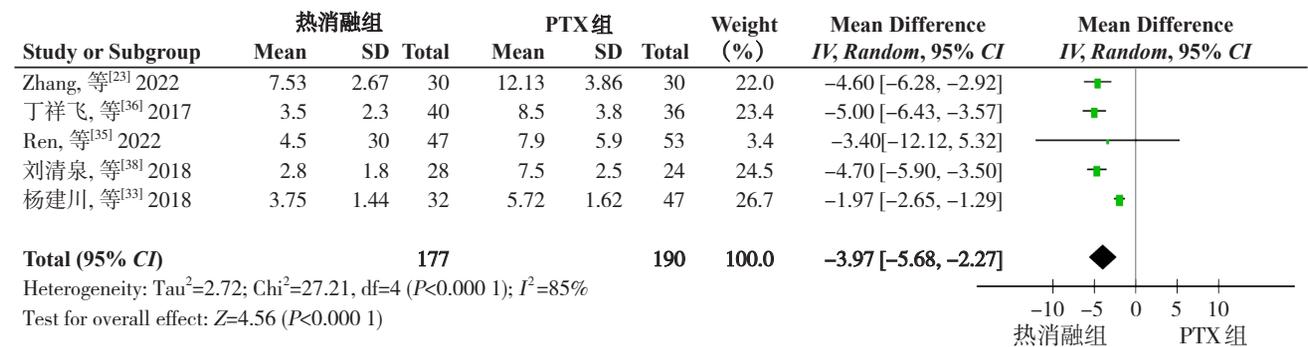


图 10 热消融组与 PTX 组住院时间比较

Figure 10 Comparison of hospitalization duration between the thermal ablation group and the PTX group

2.5 亚组分析

由于本研究选择的文献之间存在明显的异质性, 故根据 RFA 和 MWA 将纳入研究分为两组, 以术后 6 个月 PTH 为主要指标进行分析。结果显示, 两组间存在明显异质性 ($I^2=79\%$, $P<0.01$), 提示选择 RFA 和 MWA 对本项 Meta 分析结果产生较大的影响。RFA 组内无异质性 ($P>0.01$, $I^2=0\%$), 效应量达到了 0.91, 提示 RFA 治疗 SHPT 术后 6 个月 PTH 明显降低。MWA 组内存在异质性 ($P<0.01$,

$I^2=89\%$), 效应量达到 -10.09, 提示选择 MWA 治疗 SHPT 术后 6 个月 PTH 水平存在假阳性。因此本研究异质性为热消融亚组干预措施不同。

2.6 偏倚检验

针对术后并发喉返神经损伤导致声音嘶哑这一结局指标绘制漏斗图发现, 本研究的漏斗图基本对称 (图 11), 因此可以判断本次研究的发表偏倚可能性较小。

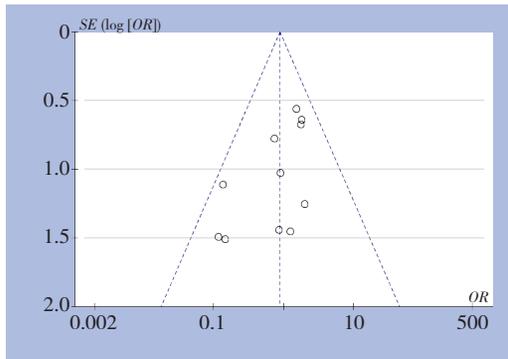


图11 热消融组和PTX组术后声音嘶哑发生率的漏斗图
Figure 11 Funnel plot of incidence of postoperative hoarseness in the thermal ablation group and PTX group

3 讨论

随着我国CKD患者数量增加，CKD带来的高致残率和高死亡率目前已成为社会重要公共卫生问题，治疗不及时将出现各种并发症，SHPT是其常见重要并发症之一，它可导致全身多系统的损害。SHPT发病因素复杂，既涉及代谢遗传方面的因素，也受低血钙、高血磷、骨化三醇减少等因素影响。甲状旁腺细胞过度增殖导致PTH分泌增加，作用于机体骨骼引发骨病，促进钙、磷在肠道大量吸收及碱性磷酸酶增高，引起骨痛、皮肤瘙痒、贫血、严重神经系统及心脑血管系统损害等临床综合征。在甲状旁腺增生不同阶段给予合理治疗具有关键作用。

目前国内外均有报道PTX、热消融在SHPT治疗中的临床应用。最佳手术方式的选择仍存在争议，同时也存在持续或复发SHPT的风险。但经多年透析的尿毒症患者因心肺功能不全，无法忍受二次手术带来的创伤。热消融治疗为不适合开放手术或拒绝手术的患者增加选择的机会。热消融治疗SHPT是利用热能使甲状旁腺细胞凝固坏死，以降低血清iPTH水平，改善临床症状，延长生存期。热消融治疗SHPT的确切适应证、远期疗效、长期预后方面目前尚缺乏高等级循证医学证据研究的支持。Meta分析可系统、客观地综合评价多项研究结果，是目前应用普遍且效率较高的临床科研工具之一。

热消融治疗后PTH水平是代表疗效的重要临床指标之一。根据KDIGO指南^[39]，iPTH的治疗目标范围维持在正常上限约2~9倍，在本项研究Meta

分析中，两组治疗方法在手术3、6个月复查的甲状旁腺激素均较术前明显下降，测定的PTH值均在150~300 pg/mL，提示两者在短期内使患者症状明显减轻，热消融治疗可有效破坏甲状旁腺组织，与既往研究^[35, 40]报道结果相一致，而iPTH对患者预后的影响是长期的，纳入研究中有3项显示术后12个月消融组iPTH值均显著低于对照组，患者占比减少，无法进行亚组分析，逐一剔除纳入研究未能明显降低异质性。纳入文献中Jiang等^[37]报告消融术后随访至2年，MWA组iPTH达到的目标比率仍显著高于甲状旁腺切除手术组，可见其兼具有远期疗效性和安全性。本研究所有纳入文献中随访时间节点在术后6个月内均未出现PTH≥300 pg/mL，结果提示未出现增生性甲状旁腺复发，与此前Gong等^[41]经Meta分析热消融治疗增加SHPT持续和复发风险的结论不一致，分析原因可能与纳入文献术中病灶消融范围不足是术后iPTH未达标的主要原因，或者增生甲状旁腺结节存在位置较深，紧邻颈动脉，出血风险不可控，未达到完全消融，消融治疗对直径较大的增生甲状旁腺不能立即杀死细胞或只有少部分细胞功能受损，机体体内自我调节实现PTH再次平衡过程。目前对于SHPT消融范围与如何保证术后需要部分甲状旁腺激素及避免永久性甲状旁腺功能减退存在争议，李宏建等^[42]基于安全点出发，对SHPT患者每个增生腺体进行细针穿刺提取物进行iPTH测定，评估各个腺体合成分泌能力，采取对增生能力强的腺体进行完全消融，对合成能力较差的腺体进行部分消融，但临床上应完善综合评判该治疗策略有效性的体系，如强调患者临床自主症状的改善及其症状改善后的稳定性，值得多中心临床研究深入探讨，达成共识。

血钙是反映甲状旁腺功能的重要指标。本项研究纳入部分文献采用Meta分析比较不同时间点（术后3、6个月）热消融组患者血钙值低于PTX组，两组均相比治疗前血钙明显降低，但差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。该研究结果与薛亚娥等^[43]研究结果一致，表明热消融可以作为甲状旁腺切除术的替代治疗，两种治疗方式均可促进血钙水平趋于正常。机体的钙磷平衡与肾脏的重吸收和排泄作用密切相关，可以直接通过钙感受体发挥作用和调节自身水平的高低。当血钙降到甲状旁腺调控阈值时，会促进甲状旁腺激素分泌，肾衰竭

时钙调控阈值上移,甲状旁腺对钙离子的调节作用敏感性下降,进一步加重SHPT发生发展。由此可见,热消融治疗降低血钙水平可提高生存率。纳入文献中Zhang等^[23]则发现接受甲状旁腺切除术组血钙水平降低更为明显,分析原因可能与机体内甲状旁腺激素迅速下降,伴随着内环境的剧烈变化肠道吸收钙减少,骨骼“饥饿”时快速摄取钙相关,与此同时也增加了低钙血症发生的风险,因此维持血钙、控制PTH在合理范围是治疗SHPT的基本原则。

低钙血症是侵入性治疗SHPT常见的并发症。热消融组与甲状旁腺切除术后均出现低钙血症(<2.0 mmol/L,正常值 $2.0\sim 2.75$ mmol/L),进一步可划分为轻-中度低钙血症($1.875\sim 2.0$ mmol/L)和重度低钙血症(<1.875 mmol/L)。本项Meta分析结果提示与PTX组比较,热消融组发生低钙血症风险降低,低钙血症主要表现为手足麻木,少数患者表现为心悸、腹泻、腹痛等症状,个别患者出现心衰症状(皮肤潮湿、血压降低、心率加快),大多数通过调整补钙的剂量和途径可缓解病情。但研究^[32-33, 35]中提及患者发生严重低钙血症,提示术后给予补足钙剂至关重要,必要时术前充分评估患者自身情况(年龄、术前血磷、碱性磷酸酶水平、全部消融结节数量),择优选择多次消融治疗SHPT既达到疗效目标又可避免重度低钙血症危及生命^[44]。纳入文献^[35]与Jiang等^[37]的研究结果得出两组患者术后低钙血症的发生并没有显著差异,可能与纳入患者基线特征、操作者经验存在差异造成结果偏倚。

喉返神经损伤导致声音嘶哑是治疗SHPT另一常见的并发症。本研究Meta分析表明热消融组声音嘶哑发生率略低于PTX组,差异无统计学意义,但热消融降低了喉返神经损伤的风险($OR=0.89$, $95\% CI=0.55\sim 1.45$, $P=0.64$)。在PTX组可能与直视下喉返神经暴露于术区,并受到机械牵拉、周围组织热量传导有关。热消融组则采取液体隔离保护甲状旁腺,一过性声音嘶哑患者可自行恢复,主要考虑为利多卡因的麻醉作用导致轻度喉返神经损伤或术后神经水肿引起的一过性损伤,对神经无永久性损害。纳入文献中Zhang等^[22]报道喉返神经损伤率略高于对照组,考虑到甲状旁腺解剖位置的复杂性,喉返神经在消融过程中很容易受到灼伤,充分利用增强超声造影和核素定位检查,

术前预先判断消融结节位置、大小,术中实时监控患者声音变化及术后适当延长间隔消融时间也可有效避免喉返神经损伤^[44]。

本研究结果发现热消融组住院时间明显少于传统开放手术组。分析其原因是热消融可对病变区域靶向治疗,手术范围小,创伤小,安全性高,手术时间短,术后恢复快,为患者带来社会效益和经济效益。

本研究局限性在于:首先,大部分纳入研究随访时间在术后6个月,截至1年随访时间点的纳入文献占比较少,无法进一步评价两种治疗远期疗效性。其次,纳入研究选择不同的热消融治疗方式,对结局指标的测量存在偏倚,可进一步设计前瞻性随机对照试验比较微波消融与热消融治疗SHPT疗效。再次,热消融治疗的适应证及禁忌证缺乏相关指南或共识作参考,如何在消融过程中保护喉返神经、怎样减少持续性或复发性SHPT等均无统一的标准操作流程。最后,纳入研究大多数为以中文发表的回顾性研究,英语文献数量较少,需要更多高质量的前瞻性随机对照试验深入探讨增生性甲状旁腺选择完全消融还是非完全性消融,长期随访时应选择哪种生物标志物作为预后评价指标。

综上所述,本Meta分析表明,纳入研究患者基数较多,热消融与PTX均在治疗SHPT术后3、6个月显著降低PTH和血钙水平,并减少术后低钙血症和喉返神经损伤的发生率,缩短住院时间。证明热消融治疗方式可安全、有效替代传统开放PTX,具有美观、可重复操作等优点,为多次复发的难治性SHPT患者提供了获益。需要在临床实践中进行大样本、多中心前瞻性随机对照试验研究进一步改善SHPT人群的生存质量和预后。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:任黎蕾负责论文撰写;赵小波、刘胜春指导论文框架;高砚春、侯令密给予统计学方法指导;林帅、黄琪帮助收集数据。

参考文献

- [1] Chen TK, Knicely DH, Grams ME. Chronic kidney disease diagnosis and management[J]. JAMA, 2019, 322(13): 1294-1304. doi: 10.1001/jama.2019.14745.

- [2] 李贵森. 2019年《中国慢性肾脏病矿物质和骨异常诊治指南》解读[J]. 诊断学理论与实践, 2020, 19(3):229-231. doi:10.16150/j.1671-2870.2020.03.005.
Li GS. Interpretation of Chinese Guidelines for the Diagnosis and Management of Mineral and Bone Abnormalities in Chronic Kidney Disease in 2019[J]. Journal of Diagnostics Concepts & Practice, 2020, 19(3): 229-231. doi: 10.16150/j. 1671-2870.2020.03.005.
- [3] Steinl GK, Kuo JH. Surgical management of secondary hyperparathyroidism[J]. Kidney Int Rep, 2021, 6(2):254-264. doi: 10.1016/j.ekir.2020.11.023.
- [4] Galassi A, Ciceri P, Fasulo E, et al. Management of secondary hyperparathyroidism in chronic kidney disease: a focus on the elderly[J]. Drugs Aging, 2019, 36(10): 885-895. doi: 10.1007/s40266-019-00696-3.
- [5] Ketteler M, Block GA, Evenepoel P, et al. Executive summary of the 2017 KDIGO Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline Update: what's changed and why it matters[J]. Kidney Int, 2017, 92(1): 26-36. doi: 10.1016/j.kint.2017.04.006.
- [6] 余慧, 张森, 郝丽, 等. 甲状旁腺切除术用于难治性肾性继发性甲状旁腺功能亢进的安全性及近远期疗效[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(5):581-588. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.009.
Yu H, Zhang S, Hao L, et al. Safety and short- and long-term efficacy of parathyroidectomy for refractory renal secondary hyperparathyroidism[J]. China Journal of General Surgery, 2020, 29(5):581-588. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.009.
- [7] 殷德涛, 余坤. 继发性甲状旁腺功能亢进症的外科治疗[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(5):631-634. doi: 10.3978/j.issn.1005-6947.2016.05.001.
Yin DT, Yu K. Surgical treatment of secondary hyperparathyroidism[J]. China Journal of General Surgery, 2016, 25(5): 631-634. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.05.001.
- [8] Rodríguez-Ortiz ME, Rodríguez M. Recent advances in understanding and managing secondary hyperparathyroidism in chronic kidney disease[J]. F1000Res, 2020, 9:F1000 Faculty Rev-1077. doi: 10.12688/f1000research.22636.1.
- [9] 田国钰, 王玉尧, 张海清. 继发性甲状旁腺功能亢进手术治疗的现状及进展[J]. 重庆医科大学学报, 2022, 47(11):1373-1375. doi: 10.13406/j.cnki.cyx.003120.
Tian GY, Wang YY, Zhang HQ. Current situation and progress of surgical treatment of secondary hyperparathyroidism[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2022, 47(11): 1373-1375. doi: 10.13406/j.cnki.cyx.003120.
- [10] Chen Z, Cheng L, Zhang W, et al. Ultrasound-guided thermal ablation for hyperparathyroidism: current status and prospects[J]. Int J Hyperthermia, 2022, 39(1): 466-474. doi: 10.1080/02656736.2022.2028907.
- [11] Su C, Zhang J, Yang H, et al. Diagnosis and treatment of liver metastases of parathyroid carcinoma[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13:982972. doi: 10.3389/fendo.2022.982972.
- [12] Baldwin CK, Natter MB, Patel KN, et al. Minimally Invasive Techniques for the Management of Thyroid Nodules[J]. Endocrinol Metab Clin North Am, 2022, 51(2): 323-349. doi: 10.1016/j.ecl.2022.01.001.
- [13] Tochio M, Takaki H, Yamakado K, et al. A Case Report of 20 Lung Radiofrequency Ablation Sessions for 50 Lung Metastases from Parathyroid Carcinoma Causing Hyperparathyroidism[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33(3): 657-659. doi: 10.1007/s00270-009-9730-4.
- [14] Ye J, Huang W, Huang G, et al. Efficacy and safety of US-guided thermal ablation for primary hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Hyperthermia, 2020, 37(1):245-253. doi:10.1080/02656736.2020.1734673.
- [15] Diao Z, Liu X, Qian L, et al. Efficacy and its predictor in microwave ablation for severe secondary hyperparathyroidism in patients undergoing haemodialysis[J]. Int J Hyperthermia, 2016, 32(6):614-622. doi:10.1080/02656736.2016.1194485.
- [16] Sormaz IC, Poyanlı A, Açar S, et al. The Results of Ultrasonography-Guided Percutaneous Radiofrequency Ablation in Hyperparathyroid Patients in Whom Surgery Is Not Feasible[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2017, 40(4): 596-602. doi: 10.1007/s00270-016-1544-6.
- [17] de Senneville BD, Moonen C, Ries M. MRI-Guided HIFU Methods for the Ablation of Liver and Renal Cancers[J]. Adv Exp Med Biol, 2016, 880:43-63. doi:10.1007/978-3-319-22536-4_3.
- [18] Zhu X, Li Y, Chen L, et al. Effect of combined vitamin D and microwave ablation of parathyroid glands on blood pressure and cardiac function in maintenance-hemodialysis patients with uremic secondary hyperparathyroidism[J]. Trop J Pharm Res, 2022, 21(7): 1571-1577. doi:10.4314/tjpr.v21i7.30.
- [19] Chen CC, Chen HL, Chiang PL, et al. Efficacy and safety of radiofrequency ablation for primary and secondary hyperparathyroidism with or without previous parathyroidectomy: a retrospective study[J]. Int J Hyperthermia, 2022, 39(1):907-917. doi: 10.1080/02656736.2022.2097324.
- [20] Ha EJ, Baek JH, Baek SM. Minimally invasive treatment for benign parathyroid lesions: treatment efficacy and safety based on nodule characteristics[J]. Korean J Radiol, 2020, 21(12): 1383-1392. doi: 10.3348/kjr.2020.0037.
- [21] Garrido Pareja F, Pérez Naranjo P, Redondo Olmedilla MD, et al. Radiofrequency ablation for thyroid and parathyroid disease[J].

- Radiol Engl Ed, 2022, 64(4): 383-392. doi: [10.1016/j.rxeng.2022.01.002](https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2022.01.002).
- [22] Zhang DL, Chen S, Gao MZ, 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](https://doi.org/10.1016/j.ekir.2021.11.038).
- [23] Peng C, Zhang Z, Liu J, et al. Efficacy and safety of ultrasound-guided radiofrequency ablation of hyperplastic parathyroid gland for secondary hyperparathyroidism associated with chronic kidney disease[J]. *Head Neck*, 2017, 39(3): 564-571. doi: [10.1002/hed.24657](https://doi.org/10.1002/hed.24657).
- [24] Xu W, Li S, Cheng F, et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis[J]. *Int Urol Nephrol*, 2023, 55(9):2237-2247. doi:[10.1007/s11255-023-03543-y](https://doi.org/10.1007/s11255-023-03543-y).
- [25] Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) statement and publication bias[J]. *J Cranio Maxillofac Surg*, 2011, 39(2):91-92. doi: [10.1016/j.jcms.2010.11.001](https://doi.org/10.1016/j.jcms.2010.11.001).
- [26] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603-605. doi: [10.1007/s10654-010-9491-z](https://doi.org/10.1007/s10654-010-9491-z).
- [27] Balshem H, Helfand M, Schünemann HJ, et al. GRADE guidelines 3: Rating the quality of evidence[J]. *J Clin Epidemiol*, 2011, 64(4): 401-406. doi:[10.1016/j.jclinepi.2010.07.015](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.015).
- [28] Zhao J, Qian L, Teng C, et al. A short-term non-randomized controlled study of ultrasound-guided microwave ablation and parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism[J]. *Int J Hyperth*, 2021, 38(1): 1558-1565. doi: [10.1080/02656736.2021.1904153](https://doi.org/10.1080/02656736.2021.1904153).
- [29] 彭云, 温美玲, 倪军, 等. 超声引导下甲状旁腺微波消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进的疗效[J]. *中国现代医生*, 2021, 59(29): 84-87.
- Peng Y, Wen ML, Ni J, et al. Efficacy of ultrasound-guided microwave ablation of parathyroid glands in the treatment of secondary hyperparathyroidism[J]. *China Modern Doctor*, 2021, 59(29):84-87.
- [30] 常婷, 何年安, 叶显俊, 等. 超声引导下经皮射频消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进症的疗效评估[J]. *肿瘤影像学*, 2021, 30(6): 478-482. doi:[10.19732/j.cnki.2096-6210.2021.06.008](https://doi.org/10.19732/j.cnki.2096-6210.2021.06.008).
- Chang T, He NA, Ye XJ, et al. The efficacy of ultrasound-guided percutaneous radiofrequency ablation for uremia with secondary hyperparathyroidism[J]. *Oncoradiology*, 2021, 30(6):478-482. doi: [10.19732/j.cnki.2096-6210.2021.06.008](https://doi.org/10.19732/j.cnki.2096-6210.2021.06.008).
- [31] 李梦媛, 王运昌, 姜宏卫. 超声引导下经皮双极射频消融术治疗慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进短期疗效分析[J]. *临床研究*, 2022, 30(2): 35-39. doi:[10.12385/j.issn.2096-1278\(2022\)02-0035-05](https://doi.org/10.12385/j.issn.2096-1278(2022)02-0035-05).
- Li MY, Wang YC, Jiang HW. Short-term Efficacy Analysis of Ultrasound-guided Percutaneous Bipolar Radiofrequency Ablation for Secondary Hyperparathyroidism in Chronic Kidney Disease[J]. *Clinical Research*, 2022, 30(2):35-39. doi: [10.12385/j.issn.2096-1278\(2022\)02-0035-05](https://doi.org/10.12385/j.issn.2096-1278(2022)02-0035-05).
- [32] 潘春勤, 周学才, 杜鹏举, 等. 超声引导下经皮微波消融治疗慢性肾衰竭继发性甲状旁腺功能亢进症的疗效分析[J]. *中国临床医生杂志*, 2020, 48(8): 928-931. doi: [10.3969/j.issn.2095-8552.2020.08.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-8552.2020.08.015).
- Pan CQ, Zhou XC, Du PJ, et al. Ultrasound guided percutaneous microwave ablation for hyperparathyroidism secondary to chronic renal failure[J]. *Chinese Journal of Clinicians* 2020, 48(8): 928-931. doi:[10.3969/j.issn.2095-8552.2020.08.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-8552.2020.08.015).
- [33] 杨建川, 吴松松, 朱琳, 等. 传统手术与超声引导下射频消融术在 SHPT 治疗中的对比研究[J]. *中国医学创新*, 2018, 15(13):45-49. doi:[10.3969/j.issn.1674-4985.2018.13.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2018.13.012).
- Yang JC, Wu SS, Zhu L, et al. Comparative Study of Traditional Surgery and Ultrasound-guided Radiofrequency Ablation in Treatment of SHPT[J]. *Medical Innovation of China*, 2018, 15(13): 45-49. doi: [10.3969/j.issn.1674-4985.2018.13.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2018.13.012).
- [34] Wei Y, Yu MA, Qian LX, et al. Hypocalcemia after ultrasound-guided microwave ablation and total parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism: a retrospective study[J]. *Int J Hyperth*, 2020, 37(1): 819-825. doi: [10.1080/02656736.2020.1785557](https://doi.org/10.1080/02656736.2020.1785557).
- [35] 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: 10289. doi: [10.1038/s41598-022-14623-x](https://doi.org/10.1038/s41598-022-14623-x).
- [36] 丁祥飞, 陈佑江, 吴云阳, 等. 微波消融与甲状旁腺切除术治疗继发性甲状旁腺功能亢进的疗效比较[J]. *微创医学*, 2017, 12(3): 334-337. doi:[10.11864/j.issn.1673.2017.03.10](https://doi.org/10.11864/j.issn.1673.2017.03.10).
- Ding XF, Chen YJ, Wu YY, et al. Comparison of efficacy between microwave ablation and parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism[J]. *Journal of Minimally Invasive Medicine*, 2017, 12(3):334-337. doi:[10.11864/j.issn.1673.2017.03.10](https://doi.org/10.11864/j.issn.1673.2017.03.10).
- [37] Jiang B, Wang X, Yao Z, et al. Microwave ablation vs. parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism in maintenance hemodialysis patients[J]. *Hemodial Int*, 2019, 23(2): 247-253. doi:[10.1111/hdi.12740](https://doi.org/10.1111/hdi.12740).
- [38] 刘清泉, 刘素红, 高向楠. 微波消融与手术切除在继发性甲状旁

- 腺功能亢进症治疗中的对比研究[J]. 医药论坛杂志, 2018, 39(12):39-41.
- Liu QQ, Liu SH, Gao XN. Comparative study of microwave ablation and surgical resection in treatment of secondary hyperparathyroidism[J]. Journal of Medical Forum, 2018, 39(12): 39-41.
- [39] DiseaseKidney: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Update Work Group. 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.
- [40] Diao Z, Qian L, Teng C, et al. Microwave ablation versus parathyroidectomy for severe secondary hyperparathyroidism in patients on hemodialysis: a retrospective multicenter study[J]. Int J Hyperth, 2021, 38(1): 213-219. doi: 10.1080/02656736.2021.1885754.
- [41] 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. doi: 10.1016/j.ijssu.2019.08.004.
- [42] 李宏建, 章建全, 刁宗平, 等. 尿毒症性甲状旁腺功能亢进经皮微波消融治疗后血清全段甲状旁腺激素的疗效评价作用[J]. 海军军医大学学报, 2022, 43(8):969-973. doi:10.16781/j.CN31-2187/R.20200318.
- Li HJ, Zhang JQ, Diao ZP, et al. Evaluation of therapeutic effect of serum intact parathyroid after percutaneous microwave ablation for uremic hyperparathyroidism[J]. Academic Journal of Naval Medical University, 2022, 43(8): 969-973. doi: 10.16781/j.CN31-2187/R.20200318.
- [43] 薛亚娥, 谢桂芳, 张雪婷, 等. 超声引导下热消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进症的有效性及安全性: Meta分析[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(6): 340-344. doi: 10.13929/j.issn.1672-8475.2021.06.005.
- Xue YE, Xie GF, Zhang XT, et al. Efficacy and safety of ultrasound-guided thermal ablation for secondary hyperparathyroidism: Meta-analysis[J]. Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy, 2021, 18(6): 340-344. doi: 10.1672-8475.2021.06.005.
- [44] Lin LP, Lin M, Wu SS, et al. Complications after radiofrequency ablation of hyperparathyroidism secondary to chronic kidney disease[J]. Ren Fail, 2023, 45(1): 2215334. doi: 10.1080/0886022X.2023.2215334.

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式:任黎蕾, 赵小波, 刘胜春, 等. 超声引导下经皮热消融与甲状旁腺切除术治疗继发性甲状旁腺功能亢进疗效与安全性比较的Meta分析[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(11):1729-1742. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.012

Cite this article as: Ren LL, Zhao XB, Liu SC, et al. Comparison of clinical efficacy and safety between ultrasound-guided thermal ablation and traditional parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism: a Meta-analysis[J]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(11):1729-1742. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.012



微信扫一扫
关注该公众号

敬请关注《中国普通外科杂志》官方微信平台

《中国普通外科杂志》官方公众微信正式上线启动(订阅号: ZGPTWKZZ), 我们将通过微信平台定期或不定期推送本刊的优秀文章、工作信息、活动通知以及国内外最新研究成果与进展等。同时, 您也可在微信上留言, 向我们咨询相关问题, 并对我们的工作提出意见和建议。《中国普通外科杂志》公众微信号的开通是在移动互联网时代背景下的创新求变之举, 希望能为广大读者与作者带来更多的温馨和便利。

欢迎扫描二维码, 关注《中国普通外科杂志》杂志社官方微信服务平台。

中国普通外科杂志编辑部