

慢性肾脏病继发性甲旁亢的治疗研究进展

艾梓航¹, 张艺舰¹, 柯桂君², 谢洋³, 曾祥泰^{3,4*}

¹赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

²赣南医科大学护理学院, 江西 赣州

³赣南医科大学第一附属医院甲状腺瘤外科, 江西 赣州

⁴赣南医科大学第一附属医院龙南医院普外科(龙南市第一人民医院), 江西 龙南

收稿日期: 2026年1月13日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月25日

摘要

慢性肾脏病(Chronic Kidney Disease, CKD)是全球范围内日益严峻的公共卫生挑战, 其并发症不仅加速肾功能的恶化, 更显著增加了患者的心血管死亡风险。继发性甲状旁腺功能亢进(Secondary Hyperparathyroidism, SHPT)作为CKD矿物质和骨异常(Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder, CKD-MBD)的核心病理环节, 具有发病率高、危害大、治疗难的特点。随着病程的进展, 钙磷代谢紊乱、活性维生素D缺乏及FGF23-Klotho轴的失调, 共同驱动甲状旁腺细胞的增殖与甲状旁腺激素(Parathyroid Hormone, PTH)的过量分泌, 进而导致高转化骨病、血管及软组织钙化等严重后果。文章将围绕药物治疗、外科手术治疗、微创介入治疗及新兴分子靶点四个核心概念展开SHPT治疗领域的最新研究进展。在药物治疗方面, 重点分析了从传统磷结合剂到新型拟钙剂的迭代演变及其在解决药物抵抗中的作用; 在外科治疗方面, 深入探讨了不同甲状旁腺切除术式在复发率与低钙血症风险之间的差异, 以及精准影像定位技术的应用; 在微创介入领域, 系统评估了热消融技术作为手术替代方案的有效性与安全性争议; 在新兴靶点方面, 聚焦于miRNA及表观遗传学调控在SHPT发病机制中的最新发现及其转化医学前景。最后, 文章总结了现有研究在硬终点证据、长期随访数据及个体化治疗标准方面的不足, 并为未来的基础研究及临床实践指明了方向。

关键词

继发性甲状旁腺功能亢进症, 慢性肾脏病, 磷结合剂, 拟钙剂, 甲状旁腺切除术

Research Progress in the Treatment of Secondary Hyperparathyroidism in Chronic Kidney Disease

Zihang Ai¹, Yijian Zhang¹, Guijun Ke², Yang Xie³, Xiangtai Zeng^{3,4*}

¹First Clinical Medical College, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

*通讯作者。

文章引用: 艾梓航, 张艺舰, 柯桂君, 谢洋, 曾祥泰. 慢性肾脏病继发性甲旁亢的治疗研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 3288-3294. DOI: 10.12677/acm.2026.162741

²School of Nursing, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

³Department of Thyroid Hernia Surgery, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

⁴General Surgery Department, Longnan Hospital, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University (Longnan City First People's Hospital), Longnan Jiangxi

Received: January 13, 2026; accepted: February 6, 2026; published: February 25, 2026

Abstract

Chronic Kidney Disease (CKD) has become an increasingly severe global public health challenge. Its complications not only accelerate the progression of renal dysfunction, but also significantly increase the risk of cardiovascular mortality in patients. Secondary Hyperparathyroidism (SHPT), a core pathological component of CKD-mineral and bone disorder (CKD-MBD), is characterized by high incidence, serious harmfulness and therapeutic difficulty. As the disease progresses, disorders of calcium-phosphorus metabolism, deficiency of active vitamin D, and dysregulation of the FGF23-Klotho axis synergistically drive the proliferation of parathyroid cells and excessive secretion of Parathyroid Hormone (PTH), which in turn lead to severe consequences such as high-turnover bone disease, vascular and soft tissue calcification. This paper elaborates on the latest research advances in the field of SHPT treatment focusing on four core aspects: pharmacotherapy, surgical treatment, minimally invasive interventional therapy, and emerging molecular targets. In terms of pharmacotherapy, it emphasizes the iterative evolution from traditional phosphate binders to novel calcimimetics and their roles in overcoming drug resistance. For surgical treatment, it deeply discusses the differences in recurrence rates and hypocalcemia risks among various parathyroidectomy procedures, as well as the application of precise imaging localization techniques. In the field of minimally invasive intervention, it systematically evaluates the controversies regarding the efficacy and safety of thermal ablation techniques as alternatives to surgical treatment. Regarding emerging molecular targets, it focuses on the latest discoveries of miRNA and epigenetic regulation in the pathogenesis of SHPT and their translational medicine prospects. Finally, the paper summarizes the limitations of existing studies in terms of hard endpoint evidence, long-term follow-up data, and individualized treatment standards, and points out the directions for future basic research and clinical practice.

Keywords

Secondary Hyperparathyroidism, Chronic Kidney Disease, Phosphate Binders, Calcimimetics, Parathyroidectomy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性肾脏病(CKD)已成为全球性的健康危机。有一项横断面调查显示,中国 CKD 的患病率约为 10.8% [1]。随着肾功能的进行性减退,尤其是进入 CKD 3~5 期及透析阶段,CKD-MBD 的发生率呈指数级上升。SHPT 是 CKD-MBD 最常见的表现形式之一。据统计,在透析患者中,SHPT 的发病率可高达 40%~95.9% [2]。

SHPT 并非单纯的生化指标异常,它与患者的长期预后密切相关。高水平的甲状旁腺激素不仅导致纤

维性骨炎等高转化骨病，引起骨痛、骨折和骨骼畸形，更关键它作为一种尿毒症毒素，可直接作用于心血管系统，促进血管平滑肌细胞向成骨样细胞转化，导致血管钙化、左心室肥厚及心力衰竭。有研究指出，SHPT 是 CKD 患者全因死亡率和心血管死亡率增加的独立危险因素[3]。SHPT 的发病机制错综复杂，涉及钙磷代谢紊乱、维生素 D 受体(Vitamin D Receptor, VDR)与钙敏感受体(Calcium-Sensing Receptor, CaSR)表达下调、FGF23-Klotho 轴失调以及 miRNA 表观遗传调控等多个环节的交互作用。面对这一复杂的病理生理网络，SHPT 的治疗策略正经历从单一药物控制到多靶点联合干预，从内科维持到外科手术及微创介入根治的深刻演变，旨在通过精准化与个体化的综合管理，有效改善患者的长期预后与生存质量。

2. 药物治疗的精准化与多靶点策略

2.1. 磷结合剂

控制高磷血症是 SHPT 治疗的基石。含钙磷结合剂碳酸钙和醋酸钙曾是临床首选，因其价格低廉且能纠正低钙血症。Chertow GM 等[4]的标志性研究指出，长期使用含钙磷结合剂(Calcium-Based Phosphate Binders, CBP)会导致正钙平衡，显著增加冠状动脉和主动脉的钙化评分。目前有观点认为，对于伴有血管钙化或高钙血症的患者，应限制 CBP 的使用[5]。非含钙磷结合剂司维拉姆(Sevelamer)作为一种非吸收性聚合物，司维拉姆不仅能有效降磷，还被证实具有降脂、抗炎、降低 FGF23 水平及减少内毒素吸收的多重效应。碳酸镧(Lanthanum Carbonate)具有强大的磷结合能力，且不增加钙负荷。虽然有关于镧蓄积的担忧，但长期研究证实其在骨骼中的沉积并未引起铝中毒样的骨软化症。含铁磷结合剂羟基氧化蔗糖铁(Sucoferric Oxyhydroxide)和柠檬酸铁(Ferric Citrate)是近年来的新型药物，它们在降磷的同时能改善铁代谢指标。Floege J 等[6]的研究表明，含铁结合剂能显著降低 FGF23 水平，且不仅限于降磷效应，这对于改善 CKD 患者的贫血和心血管预后具有双重获益[5] [7]。

2.2. 活性维生素 D 及其类似物

活性维生素 D 骨化三醇通过激活 VDR 直接抑制 PTH 合成。然而，其肠道 VDR 激活效应导致的高钙、高磷血症限制了其在大剂量下的应用。选择性 VDR 激动剂帕立骨化醇(Paricalcitol)和沙那骨化醇(Maxacalcitol)的设计初衷是保留对甲状旁腺 VDR 的高亲和力，同时降低对肠道 VDR 的激活。帕立骨化醇在降低 iPTH 的同时，高钙血症的发生率显著低于骨化三醇，且由于其对心血管系统 VDR 的激活，可能带来生存获益[5]。张婷[8]的研究指出，大剂量冲击疗法能更有效地克服 VDR 下调带来的药物抵抗，使靶器官达到有效的药物浓度，从而更显著地降低 PTH，减少手术需求，但这种疗法也要求更严密的钙磷监测[5]。

2.3. 拟钙剂

拟钙剂的出现彻底改变了 SHPT 的治疗思路，拟钙剂不通过增加肠道钙吸收，而是通过变构调节 CaSR，增加其对钙离子的敏感性，从而抑制 PTH 分泌。这使得“在不升高血钙的前提下降低 PTH”成为可能。西那卡塞是口服拟钙剂的代表。袁芳等[9]在中国人群的研究中发现，对于传统治疗无效的重度 SHPT 患者，西那卡塞联合小剂量骨化三醇能使 iPTH 在 3 个月内下降 70%，且显著改善骨代谢指标，使 ALP、骨钙素下降，抑制骨密度流失。这一联合疗法利用了两种药物对血钙的相反作用，西那卡塞降钙和维生素 D 升钙，维持了钙稳态，成为难治性 SHPT 的优选方案。依特卡赛肽(Etelcalcetide)针对西那卡塞生物利用度低、胃肠道副作用大及依从性差的问题应运而生，Block GA 等[10]的研究显示，依特卡赛肽在降低 PTH 的幅度上优于西那卡塞。然而，2025 年的最新药物警戒分析 FAERS 数据提示，依特卡赛肽治疗的前 30 天低钙血症发生率较高，且有引发心力衰竭及败血症的潜在信号，提示临床应用需加强监测。依

伏卡塞(Evocalcet)是日本研发的新型口服拟钙剂,旨在减少西那卡塞常见的恶心、呕吐等胃肠道副作用[11],这项针对东亚人群的随机双盲试验显示,依伏卡塞在控制 iPTH 方面非劣效于西那卡塞,但胃肠道不良反应发生率显著降低,这使其成为不能耐受西那卡塞患者的理想替代方案。各类药物的药理机制、临床优势及主要副作用总结于表 1。

Table 1. Comparison of therapeutic agents for various types of SHPT
表 1. 各类 SHPT 治疗药物对比

药物类别	代表药物	药理机制	临床优势	主要副作用
磷结合剂	含钙制剂 (碳酸钙、醋酸钙)	胃肠道结合磷形成不溶性复合物排出	价格低廉;可纠正低钙血症	高钙血症;增加血管钙化风险
	司维拉姆	通过离子交换结合磷	延缓血管钙化;降脂、抗炎及降低 FGF23	胃肠道反应;价格相对较高
	含铁制剂 (柠檬酸铁、羟基氧化蔗糖铁)	铁离子在消化道与磷结合	降磷效力强;改善铁代谢指标,帮助纠正贫血	胃肠道反应;需监测铁负荷
活性维生素 D	骨化三醇	激活 VDR,抑制 PTH 基因转录;促进肠道钙磷吸收	强效降低 PTH;纠正低钙血症	高钙血症;高磷血症;长期使用可能加重血管钙化
	帕立骨化醇	选择性激活甲状旁腺 VDR	对甲状旁腺 VDR 亲和力高;高钙血症风险低于骨化三醇	仍有一定的高钙血症风险;成本较高
	西那卡塞	变构调节 CaSR,增加其对胞外钙的敏感性	降低 PTH、血钙和血磷;改善高转化骨病指标	胃肠道副作用;低钙血症
拟钙剂	依特卡赛肽	静脉制剂,直接激动 CaSR	降 PTH 效力优于西那卡塞;无药物相互作用	低钙血症;加重心力衰竭风险
	依伏卡塞	新型口服制剂	胃肠道不良事件显著减少,耐受性更好	低钙血症

3. 外科手术治疗

甲状旁腺切除术(Parathyroidectomy, PTX)作为药物治疗失效后的确定性治疗手段,在难治性 SHPT 的管理中占据核心地位。其概念界定已从单纯的切除病灶转变为基于患者预后、肾移植前景及钙磷代谢稳态的精细化决策过程。目前的共识认为当 SHPT 患者出现药物无法控制的高钙血症或高磷血症,且全段甲状旁腺激素(Intact Parathyroid Hormone, iPTH)持续大于 800 pg/mL,或伴有严重的临床症状(如骨痛、瘙痒、钙化防御)及明确的影像学增生证据时,应启动外科手术干预。近年来,随着对 SHPT 病理生理机制认识的深入,手术指征呈现出量化与分层的趋势,专家共识不仅强调生化指标,还引入了对拟钙剂抵抗和甲状旁腺血管化程度的评估,力求在不可逆的结节性增生形成早期进行干预[12]。

在主要研究观点方面,关于最佳术式的选择:甲状旁腺全切除术(Total Parathyroidectomy, TPTX)、甲状旁腺全切除 + 自体移植术(Total Parathyroidectomy with Autotransplantation, TPTX + AT)与甲状旁腺次全切除术(Subtotal Parathyroidectomy, SPTX),这三种手术方式一直是学术界关注的焦点,其核心在于如何在降低复发率与避免永久性甲状旁腺功能减退之间取得平衡。支持 TPTX 的研究学者,如邬德旗等[13]及 Liu ME 等[14]通过 Meta 分析指出,对于无肾移植计划的长期透析患者, TPTX 在降低术后持续性或复发性 SHPT 风险方面显著优于 TPTX + AT 和 SPTX。其主要考虑的问题在于尿毒症环境持续存在会刺激任

何残留的甲状旁腺组织再次增生，TPTX 通过彻底清除靶器官，从解剖上最大程度阻断了复发根源，且随着活性维生素 D 和钙剂的规范化应用，术后永久性甲旁减导致的低钙血症已变得可控。以 Chen J 等[15] 为代表的另一派观点则强调生理功能的保留，认为 TPTX + AT 或 SPTX 更符合生理需求，特别是对于年轻、预期寿命长或有肾移植可能的患者，PTH 的完全缺乏会导致无动力性骨病，削弱骨骼缓冲血钙波动的能力，增加骨折风险。2024 年的一项对比 SPTX 与 TPTX+AT 的回顾性研究也显示，虽然 TPTX + AT 术后骨饥饿综合征(HBS)的发生率较高，但其再次干预率显著低于 SPTX，当 SHPT 复发时，处理前臂移植的甲状旁腺比颈部二次探查更为安全微创[16]。因此，目前的研究演变趋势倾向于提供个体化的手术方案，对于依从性差、难以随访或无移植希望的患者，TPTX 是高性价比的首选；而对于有移植前景的患者，为了避免移植后持续性低钙血症对移植肾功能的潜在损害，TPTX + AT 或 SPTX 则更为稳妥。

在手术技术的演变趋势上，研究重心已从单纯的术式比较转向精准定位。异位甲状旁腺的遗漏是导致手术失败的主要原因，特别是位于胸腺、纵隔或食管后的腺体。于是多模态影像融合技术成为研究热点，Yang J 等[17]的研究证实，99mTc-MIBI 双时相显像联合 SPECT/CT 在检出异位腺体方面具有极高的灵敏度，被视为术前定位的金标准。术中辅助技术的应用也日益规范化，如纳米炭负显影技术可有效区分甲状旁腺与淋巴结，保护旁腺血供；而术中快速 PTH 监测则通过测定切除腺体后 20 分钟 PTH 的下降幅度，实时评估切除的彻底性，显著降低了持续性 SHPT 的发生率。未来的外科治疗将更加依赖于这种“影像 - 手术 - 病理”一体化的精准模式，以实现最小创伤下的最大获益。

4. 微创介入治疗

微创介入治疗是在超声引导下，通过物理或化学方法原位灭活增生的甲状旁腺。技术经历了从经皮无水乙醇注射(Percutaneous Ethanol Injection, PEI)到热消融的迭代。PEI 作为早期技术因酒精弥散不可控、易损伤喉返神经及复发率高，目前已逐渐被淘汰。射频消融(Radiofrequency Ablation, RFA)与微波消融(Microwave Ablation, MWA)：利用热能导致组织凝固性坏死。MWA 相比 RFA，具有升温速度快、消融范围大、受热沉效应影响小等优势，更适合血供丰富的甲状旁腺[18]。

Table 2. Comparison of indications, complications, and recurrence rates between PTX and thermal ablation therapy
表 2. PTX 与热消融治疗的适应证、并发症及复发率对比

治疗方式	适应证/适用人群	技术特点	并发症风险	复发率
TPTX	严重 SHPT、药物难治性的长期透析患者	彻底清除所有探查到的腺体，阻断复发根源	永久性甲状旁腺功能减退；骨饥饿综合征风险最高	最低(<5%)
TPTX+AT	有肾移植预期的年轻患者；担心永久性甲旁减者	全切后将少量腺体移植于前臂；若复发，切除移植体只需局麻	移植腺体功能低下/不存活；移植体过度增生导致复发	中等(5%~10%)
SPTX	肾移植后持续性 SHPT	保留原位少量腺体，血供保留好	术后暂时性低钙发生率较低；若复发，颈部二次探查风险高	较高(10%~15%)
MWA/RFA	高龄、心肺功能差无法耐受全麻患者	微创、局麻、可重复；但无法获取病理标本，难以彻底清除腺体	暂时性声音嘶哑；局部水肿/疼痛	最高(30%以上)

2024 年的一项 Meta 分析对比了热消融与外科手术的疗效，结果显示两者在术后 PTH、血钙、血磷水平的下降幅度上无统计学差异，热消融组的声音嘶哑发生率和低钙血症发生率显著低于外科手术组，因此热消融在安全性上具有明显优势，且疗效在短期内与手术相当，特别适合高龄、心肺功能差无法耐

受全麻的患者。尽管短期效果优异,但消融治疗的长期复发率始终高于手术。Diao Z 等[19]的研究指出,对于 PTH > 1000 pg/mL 的极重度患者,或腺体体积过大(>3 cm)者,消融往往难以彻底,残留的细胞会导致复发。此外,多腺体增生(通常 4 枚均增生)的特点也使得逐一消融的难度和复发风险增加[18]。最初,消融仅作为手术禁忌症患者的姑息疗法。但 Wang G 等[20]探索了其在轻中度 SHPT 中的应用,旨在阻断疾病进展,保护药物敏感性。此外,对于 PTX 术后复发的患者,由于颈部解剖结构紊乱、瘢痕粘连,再次手术风险极大,超声引导下消融成为了首选的补救措施。鉴于外科手术与微创消融在临床选择上的争议,表 2 详细总结了不同术式与消融技术的适应证、并发症及复发率差异。

5. 新兴分子靶点与基因治疗前景

随着分子生物学的突破,SHPT 的研究已从器官水平深入到基因和分子水平。微小 RNA (microRNAs, miRNAs)是一种非编码 RNA,通过抑制靶 mRNA 的翻译调控细胞功能;雷帕霉素靶蛋白复合物 1 信号通路(mTORC1)是调控细胞生长与代谢的关键枢纽。有研究[21]详细阐述了 miRNA 的关键作用,Dicer 酶(miRNA 成熟必需酶)缺失的小鼠,其甲状旁腺虽能发育,但在 CKD 或低钙刺激下无法代偿性增加 PTH 分泌,并发生细胞凋亡,这证明 miRNA 是甲状旁腺应对尿毒症应激、维持功能完整性的必需分子。进一步的机制研究揭示,miRNA 通过抑制 Tsc1 基因(mTORC1 的抑制因子),间接激活了 mTORC1 通路。在 SHPT 中,mTORC1 的过度激活驱动了甲状旁腺细胞的过度增殖。这一发现解释了为何 mTOR 抑制剂(如依维莫司)在部分动物实验中显示出治疗 SHPT 的潜力。

Lu Ziyi 等学者的研究也显示特定的致病 miRNA 也在 SHPT 中发挥作用[21],例如 miR-149-5p 和 miR-301a-5p 在 SHPT 组织中高表达,它们直接结合 VDR 和 CaSR 的 3'UTR 区域,抑制这些关键受体蛋白的合成,从而导致药物抵抗;miR-3680-5p 与 PTH 的泛素化降解途径相关,其表达异常导致 PTH 蛋白稳定性增加,分泌增多。基因治疗的潜力基于上述机制,利用 miRNA 拮抗剂(Anti-miRs)阻断致病 miRNA (如抗 miR-149-5p),或利用 miRNA 模拟物(Mimics)恢复保护性 miRNA (如 miR-129 抑制 FGF23 通路),已在动物模型中显示出逆转 SHPT 的潜力。这为那些对拟钙剂和维生素 D 均耐药的患者提供了从根源上改善病情的希望。

6. 总结与展望

尽管目前 SHPT 的治疗手段日益丰富,但现有研究在改善患者死亡率、心血管事件方面仍缺乏坚实的证据支持。为此,临床实践应推行基于疾病进展与病理特征的分层治疗策略:对于早期轻度患者,重点在于饮食限制与基础的钙磷代谢纠正;对于中度患者,需依据血钙、血磷表型精准选择拟钙剂或活性维生素 D 类药物;而对于药物难治性或影像学提示已有不可逆结节性增生的重度患者,应果断采取外科手术或热消融等确定性治疗手段,以避免无效的药物治疗并阻断病情恶化。

未来 SHPT 的研究重心应从单纯追求生化指标的短期达标转向改善患者长期的心血管死亡率与生存质量。亟需开展大规模随机对照试验(RCT)来验证新型拟钙剂及微创技术的远期疗效,同时结合 miRNA 调控、基因多态性分析等分子生物学的最新突破,深入探索药物抵抗的分子机制,最终建立一套集早期预测、精准分型药物干预与适时有创治疗于一体的个体化全病程管理体系。

基金项目

赣南医科大学研究生创新专项资金项目(编号:YC2024-X002)。

参考文献

[1] Zhang, L., Wang, F., Wang, L., Wang, W., Liu, B., Liu, J., *et al.* (2012) Prevalence of Chronic Kidney Disease in China:

- A Cross-Sectional Survey. *The Lancet*, **379**, 815-822. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60033-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60033-6)
- [2] 贺西南, 石宏斌. 慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进的研究进展[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2019, 20(5): 456-459.
- [3] Steffen, L., Moffa, G., Müller, P.C. and Oertli, D. (2019) Secondary Hyperparathyroidism: Recurrence after Total Parathyroidectomy with Autotransplantation. *Swiss Medical Weekly*, **149**, w20160. <https://doi.org/10.4414/smw.2019.20160>
- [4] Chertow, G.M., Burke, S.K., Raggi, P. and for the Treat to Goal Working Group (2002) Sevelamer Attenuates the Progression of Coronary and Aortic Calcification in Hemodialysis Patients. *Kidney International*, **62**, 245-252. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2002.00434.x>
- [5] 刘慧敏, 李长红. 肾性继发性甲状旁腺功能亢进的内科治疗研究进展[J]. 广东化工, 2020, 47(23): 71-72.
- [6] Floege, J., Covic, A.C., Ketteler, M., Rastogi, A., Chong, E.M.F., Gaillard, S., *et al.* (2014) A Phase III Study of the Efficacy and Safety of a Novel Iron-Based Phosphate Binder in Dialysis Patients. *Kidney International*, **86**, 638-647. <https://doi.org/10.1038/ki.2014.58>
- [7] 邢玥, 林珊. 慢性肾脏疾病——矿物质和骨代谢疾病的发病机制及治疗研究进展[J]. 山东医药, 2021, 61(18): 112-115.
- [8] 张婷. 骨化三醇治疗尿毒症继发性甲状旁腺功能亢进症的效果[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津医科大学, 2018.
- [9] 袁芳, 陈星, 王畅, 等. 西那卡塞联合小剂量骨化三醇治疗重度继发性甲状旁腺功能亢进的效果及其对骨代谢的影响[J]. 中南大学学报(医学版), 2017, 42(10): 1169-1173.
- [10] Block, G.A., Bushinsky, D.A., Cheng, S., Cunningham, J., Dehmel, B., Drueke, T.B., *et al.* (2017) Effect of Etelcalcetide vs Cinacalcet on Serum Parathyroid Hormone in Patients Receiving Hemodialysis with Secondary Hyperparathyroidism: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, **317**, 156-164. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19468>
- [11] Ni, Z., Liang, X., Wu, C., Jin, K., Kim, Y., Lu, K., *et al.* (2023) Comparison of the Oral Calcimimetics Evocalcet and Cinacalcet in East Asian Patients on Hemodialysis with Secondary Hyperparathyroidism. *Kidney International Reports*, **8**, 2294-2306. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2023.08.034>
- [12] 贺青卿, 田文. 慢性肾脏病继发性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.
- [13] 邬德旗, 胡阳英, 史智杰, 等. 慢性肾病继发性甲状旁腺功能亢进症外科治疗的研究进展[J]. 温州医科大学学报, 2022, 52(4): 331-336.
- [14] Liu, M., Qiu, N., Zha, S., Du, Z., Wang, Y., Wang, Q., *et al.* (2017) To Assess the Effects of Parathyroidectomy (TPTX versus TPTX + AT) for Secondary Hyperparathyroidism in Chronic Renal Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Surgery*, **44**, 353-362. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.06.029>
- [15] Chen, J., Jia, X., Kong, X., Wang, Z., Cui, M. and Xu, D. (2017) Total Parathyroidectomy with Autotransplantation versus Subtotal Parathyroidectomy for Renal Hyperparathyroidism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nephrology*, **22**, 388-396. <https://doi.org/10.1111/nep.12801>
- [16] Fischer, L.E., Moreno-Garcia, F., Tran, R., Harmon, A., Little, C., Domingue, G., *et al.* (2023) Prevalence and Risk Factors for Secondary Hyperparathyroidism (SHPT) in Patients Undergoing Bariatric Surgery. *Surgical Endoscopy*, **37**, 8019-8028. <https://doi.org/10.1007/s00464-023-10218-3>
- [17] Yang, J., Hao, R., Yuan, L., Li, C., Yan, J. and Zhen, L. (2014) Value of Dual-Phase ^{99m}Tc-Sestamibi Scintigraphy with Neck and Thoracic SPECT/CT in Secondary Hyperparathyroidism. *American Journal of Roentgenology*, **202**, 180-184. <https://doi.org/10.2214/ajr.13.11053>
- [18] 何年安, 陈薇. 超声引导消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进的研究进展[J]. 安徽医学, 2020, 41(4): 476-479.
- [19] Diao, Z., Wang, L., Li, D. and Liu, W. (2016) Efficacy of Microwave Ablation for Severe Secondary Hyperparathyroidism in Subjects Undergoing Hemodialysis. *Renal Failure*, **39**, 140-145. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2016.1256307>
- [20] Wang, G., Liu, S., Liu, X., *et al.* (2017) Microwave Ablation: An Effective Treatment for Mild-to-Moderate Secondary Hyperparathyroidism in Patients Undergoing Haemodialysis. *International Journal of Hyperthermia: The Official Journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group*, **33**, 946-952.
- [21] Lu, Z., Zhang, K., Huang, J. and Zhang, S. (2025) miRNAs in Secondary Hyperparathyroidism: Literature Review. *BMC Nephrology*, **26**, 250-257. <https://doi.org/10.1186/s12882-025-04177-1>