doi:10.11659/jjssx.06E025112

·临床研究·

继发性甲状旁腺功能亢进术中免疫胶体金检测取样方式的应用价值

桑赛龙[1,2],彭 琨[1],李 良[1,2],姚宝忠[1],陈宏存[1],李宏林[1],石代伟[1] (1.合肥市第二人民医院普外科,安徽 合肥 230011;2.皖南医学院,安徽 芜湖 241002)

[摘 要] **目的** 研究术中可疑甲状旁腺组织以细针穿刺法或组织匀浆法取样经免疫胶体金技术(ICGT)识别后指导继发性甲状旁腺功能亢进(SHPT)手术治疗的临床疗效。**方法** 回顾性分析2022年10月至2024年8月合肥市第二人民医院行SHPT手术治疗的64例患者的临床资料,根据取样识别方式将患者分为细针穿刺组(20例)、组织匀浆组(22例)和术中冰冻组(22例)。比较各组患者手术前后的甲状旁腺激素(PTH)、血钙(Ca)、血磷(P)、碱性磷酸酶(ALP)等生化指标水平,手术时间、术中出血量、拔管时间等手术相关资料,症状缓解情况,术后并发症发生情况以及甲状旁腺识别情况。**结果** 细针穿刺组患者术后1 d、3 d、6个月PTH水平高于组织匀浆组与术中冰冻组,差异有统计学意义(P<0.05);术后6个月,细针穿刺组患者的血清Ca、P、ALP水平均高于组织匀浆组和术中冰冻组,差异有统计学意义(P<0.05),其中Ca、ALP水平仍处于正常范围,P水平超出正常值上限;组织匀浆组与术中冰冻组间患者术后生化指标比较差异无统计学意义(P>0.05)。各组患者伴随症状缓解情况及并发症发生情况比较,差异无统计学意义(P>0.05)。术中冰冻组单次取样识别时间为(32.32±4.98)min,显著长于细针穿刺组的(7.00±1.38)min和组织匀浆组的(8.77±0.92)min,而组织匀浆组单次取样识别时间也长于细针穿刺组,差异均有统计学意义(P<0.01)。术中冰冻组共切除可疑组织140枚,经证实89枚为正常解剖位置甲状旁腺,23枚为异位甲状旁腺,28枚为淋巴脂肪组织。在异位甲状旁腺识别中,组织匀浆法的敏感度(91.30% *vs.* 52.17%)与准确率(94.12% *vs.* 67.65%)均高于细针穿刺法,差异有统计学意义(P<0.05)。**结论** ICGT以组织匀浆法取样识别可提升异位甲状旁腺的检出率,在敏感度与准确率方面均优于细针穿刺法,以其指导的手术短期疗效优于细针穿刺法,且可降低中远期复发风险,安全性及实用性高。

[关键词] 继发性甲状旁腺功能亢进;慢性肾病;细针穿刺法;组织匀浆法;免疫胶体金技术;术中识别

[中图分类号] R653;R736.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-06-23

Application value of the sampling method of immunocolloidal gold technique for intraoperative identification of parathyroid tissue in secondary hyperparathyroidism

SANG Sai-long[1,2], PENG Kun[1], LI Liang[1,2], YAO Bao-zhong[1], CHEN Hong-cun[1], LI Hong-lin[1], SHI Dai-wei[1] (1. Department of General Surgery, Second People's Hospital of Hefei, Hefei Anhui 230011, China; 2. Wannan Medical College, Wuhu Anhui 241002, China)

Abstract: Objective To assess the clinical effectiveness of using immune colloidal gold technique (ICGT) with either fine-needle aspiration or tissue homogenate sampling for intraoperative identification of suspected parathyroid tissue in guiding the surgical treatment of secondary hyperparathyroidism (SHPT). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 64 patients who underwent surgery for SHPT from October 2022 to August 2024 in Second People's Hospital of Hefei. Patients were divided into the fine-needle aspiration group (20 cases), the tissue homogenate group (22 cases), and the intraoperative frozen section group (22 cases) according to the sampling method employed. The levels of biochemical indicators such as parathyroid hormone (PTH), blood calcium (Ca), blood phosphorus (P), alkaline phosphatase (ALP) before and after the operation, surgery-related data such as operation time, intraoperative blood loss, extubation time, symptom relief, occurrence of postoperative complications and parathyroid identification of patients in each group were compared. **Results** The PTH levels of patients in the fine-needle aspiration group 1 day, 3 days and 6 months after the operation were higher than those in the tissue homogenate group and the intraoperative frozen section group, and the differences were statistically significant (P<0.05). Six months after the operation, the levels of serum Ca, P and ALP in the fine-needle aspiration group were all higher than those in the tissue homogenate group and the intraoperative frozen section group, and the differences were statistically significant (P<0.05). Among them, the levels of Ca and ALP remained within the normal range, while the level of P exceeded the upper limit of the normal value. No significant differences were found in postoperative biochemical indicators between the tissue homogenate group and the intraoperative frozen section group (P>0.05). There were no statistically significant differences in the relief of symptoms or occurrence of complications among the three groups (P>0.05). The single-sampling identification time of the intraoperative frozen section group was (32.32±4.98) minutes,

[基金项目] 安徽省新时代育人质量工程研究生创新创业实践项目(2023cxcysj155);蚌埠医科大学自然科学重点项目(2024byzd429);安徽省中医药学会中医药科研项目(2024ZYYXH136);合肥市卫生健康委员会应用医学科研项目(Hwk2023zc001)

[通信作者] 彭 琨,E-mail:pengkun792@163.com

which was significantly longer than those of the fine-needle aspiration group [(7.00±1.38) minutes] and the tissue homogenate group [(8.77±0.92) minutes]; moreover, the single-sampling identification time of the tissue homogenate group was also longer than that of the fine-needle aspiration group, with statistically significant differences (P<0.01). During the operation, a total of 140 suspicious tissues were excised in the intraoperative frozen section group, 89 were orthotopic parathyroid glands, 23 were ectopic parathyroid glands, and 28 were lymphoadipose tissues after confirmed. In the identification of ectopic parathyroid glands, the tissue homogenate demonstrated higher sensitivity (91.30% *vs.* 52.17%) and accuracy (94.12% *vs.* 67.65%) than the fine-needle aspiration, with statistically significant difference (P<0.05). **Conclusion** ICGT combined with tissue homogenate sampling enhances the detection rate of ectopic parathyroid glands. It is not only superior to fine-needle aspiration in terms of sensitivity and accuracy, but also leads to better short-term outcomes and a lower risk of mid-to-long-term recurrence, offering high safety and practicality.

Keywords: secondary hyperparathyroidism; chronic nephrosis; fine-needle aspiration; tissue homogenate method; immune colloidal gold technique; intraoperative identification

慢性肾病相关继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism,SHPT)的发病率逐年升高,手术仍是其主要治疗手段。但目前仅10%的慢性肾病相关SHPT患者接受了手术治疗[1],其术后复发率为5%~30%[2-4],而这与未能彻底清除甲状旁腺组织密切相关。有研究在复发或持续性甲状旁腺功能亢进再次手术的患者体内各取出1~3个异位甲状旁腺[5]。Taterra等[6]在7 005例患者中发现15.9%的甲状旁腺存在异位。Kim等[7]指出,现有术前检查手段对微小异位甲状旁腺检出率较低,^{18}F-PET/CT的敏感度与特异度也仅为62%和65%。Cacciatore等[8]研究表明,^{18}F-PET/CT对原发性甲状旁腺功能亢进患者增生旁腺定位准确率为96.5%,但难以识别功能正常或低下的异位旁腺。因此,甲状旁腺的术中识别值得重视。目前甲状旁腺的识别方法较多,除肉眼识别外,染色剂(如亚甲蓝、纳米炭等)负显影法也较常应用,但染色剂可能导致注射后播散区域过大,影响手术视野,且在可能存在异位甲状旁腺的脂肪组织中,染色剂难以大量弥散形成对比,故可能导致脂肪组织中异位甲状旁腺遗漏,远期预后不佳。荧光以及近红外光等识别方法也有较多应用,但相关配套设备过于昂贵,部分区域难以开展。术中冰冻病理诊断虽然精准,但普遍耗时较长,而慢性肾病患者长期透析,身体条件不佳,尽可能地缩短手术时间也至关重要。且目前各种检测方法在甲状腺手术中普遍用于识别甲状旁腺以便对其进行保留,从而降低甲状旁腺功能减退的发生率,针对SHPT术中识别甲状旁腺并清除的研究相对较少。

免疫胶体金技术(immune colloidal gold technique,ICGT)目前普遍应用于甲状腺手术中,可快速识别甲状旁腺,缩短手术时间,识别准确率达98.3%[9]。吴艳乐等[10]研究发现,ICGT识别甲状旁腺的敏感度为96.2%,特异度为100%,准确率高达97.4%,显著优于纳米炭以及传统肉眼识别。本课题组前期将其应用于甲状旁腺手术中,结果显示,细针穿刺法取样经ICGT识别可提高颈部异位微小甲状旁腺的清除率,明显改善患者临床症状及预后[11];进一步研究发现,细针穿刺法取样经ICGT识别指导手术在取得更好手术疗效的同时并未增加手术损伤,具有较高的安全性与可行性[12]。有研究报道,以细针穿刺法或组织匀浆法取样,经ICGT检测甲状旁腺组织中甲状旁腺激素(parathyroid hormone,PTH)水平均显著高于非甲状旁腺组织,且组织匀浆法取样识别的准确率更高[13]。基于此,本研究将ICGT用于SHPT患者甲状旁腺切除术中,以细针穿刺法或组织匀浆法提取正常解剖位置及其他可疑异位甲状旁腺组织,探讨两种取样方法获取的可疑组织经ICGT识别在指导SHPT手术的应用效果,旨在探索一种安全可靠、简便快捷且经济的甲状旁腺术中识别方法。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2022年10月至2024年8月于合肥市第二人民医院行手术治疗的SHPT患者64例为研究对象,其中男42例,女22例;年龄21~78岁,平均(51.48±12.89)岁;透析时间1~15年,平均(6.38±2.95)年。将患者分为细针穿刺组(20例)、组织匀浆组(22例)、术中冰冻组(22例)。各组患者间年龄、性别构成、透析时间、体质量指数、基础疾病等基线资料比较差异无统计学意义(P>0.05)。患者均为首次行甲状旁腺全部切除联合自体移植(total parathyroidectomy with autotransplantation,TPTX+AT),手术均由合肥市第二人民医院甲乳外科同一组医生完成。本研究经合肥市第二人民医院伦理委员会审批(批准号:2023-科研-040),患者均已签署知情同意书。

1.2 纳入标准与排除标准[1,14]

纳入标准:①术前1个月内血清PTH>800 pg/mL;

②术前1个月内血清PTH>500 pg/mL,且有骨痛、皮肤瘙痒、乏力等伴随症状1项及以上;③影像学检查提示1枚及以上甲状旁腺增生(直径大于1 cm);④内科药物无法控制的SHPT。排除标准:①无法耐受全身麻醉;②患有严重感染性疾病或处于感染急性期;③伴有严重凝血功能障碍;④伴有其他手术禁忌证。

1.3 不同ICGT取样方法

细针穿刺法:用1 mL注射器对可疑组织反复穿刺并抽吸3次(图1a),随后在1 mL生理盐水中反复抽吸,制成穿刺洗脱液,取适量标本液滴入试纸条检测。组织匀浆法:用组织剪剪取可疑组织1 mm^3,在1 mL生理盐水中研磨成匀浆,制成组织匀浆液(图1b、c),取适量标本液滴入试纸条检测。术中冰冻法:对可疑组织先分别行细针穿刺法取样及组织匀浆法取样识别,无论识别结果如何,均再次取样送术中冰冻病理,依据术中冰冻病理结果决定是否切除可疑组织。

1.4 手术步骤

患者术前抽取静脉血测定血清PTH水平,随后气管插管全身麻醉开始手术。先于常规解剖位置寻找可疑甲状旁腺组织,根据识别结果行双侧上下常规解剖位置甲状旁腺切除后放入4 ℃林格氏液。待切除正常解剖位置甲状旁腺后,仔细探查双侧中央区纤维脂肪组织,上至舌骨下缘,下至胸骨上窝,双侧至颈动脉鞘内缘,针对气管食管周围、胸腺等极有可能出现异位甲状旁腺组织的区域进行详细探查,将所有可疑组织取样识别。待确认无可疑异位甲状旁腺组织后,等待20 min,抽取静脉血检测血清PTH水平。常规于颈部切口放置引流管1根。待颈部手术操作完成后,选择患者非造瘘前臂肱桡肌浅部作一空腔,选择正常解剖位置检测出甲状旁腺且体积最小的目标组织,取植入物(约30 mg)切成1 mm×1 mm×1 mm的颗粒种植于空腔内,缝合空腔,逐层缝合皮下组织及皮肤。待患者清醒后拔管送回病房。

1.5 观察指标

检测各组患者术前及术后1 d、3 d、7 d、1个月、3个月、6个月的PTH、血钙(calcium,Ca)、血磷(phosphorus,P)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase,ALP)等(正常参考值:PTH为12.00~88.00 pg/mL,Ca为2.20~2.65 mmol/L,P为0.85~1.51 mmol/L,ALP为50.00~135.00 U/L)。比较各组患者的手术时间、术中出血量、拔管时间等手术相关资料。统计各组患者伴随症状及缓解情况、术后并发症发生情况。比较各组患者甲状旁腺识别情况,并统计敏感度、特异度、准确率、单次取样识别时间。

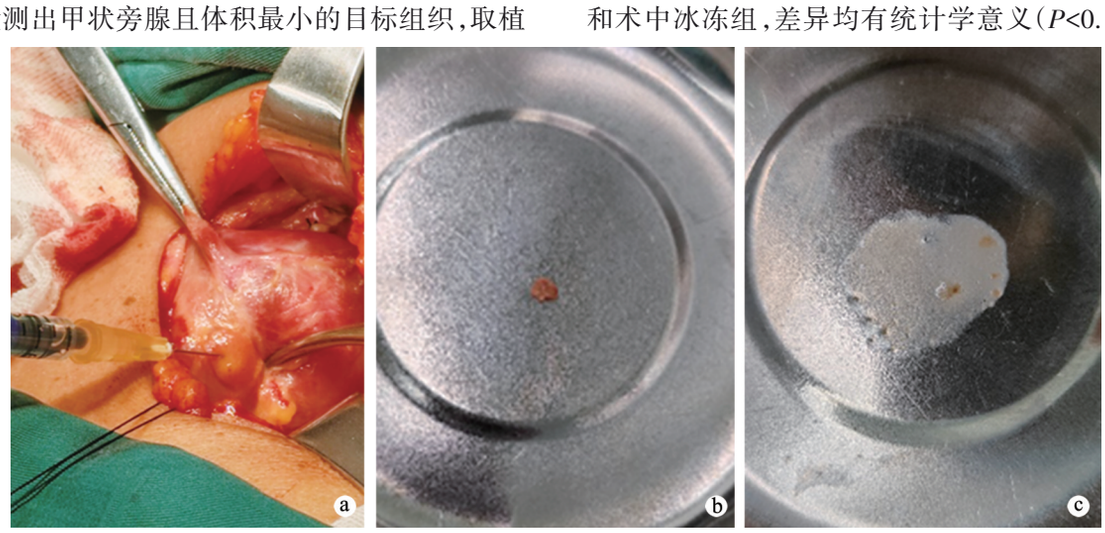
1.6 统计学分析

所有数据由SPSS 27.0统计学软件进行分析。计量资料进行正态检验,符合正态分布的计量数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用单因素重复测量方差分析,事后比较行*LSD-t*检验,组间或组内两两比较行*t*检验;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(P_{25},P_{75})$]表示,组间比较采用*Kruskal-Wallis*检验。计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验分析。$P<0.05$表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组患者生化指标比较

各组患者术前血清PTH、Ca、P、ALP水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。细针穿刺组患者术后1 d、3 d、6个月血清PTH水平高于组织匀浆组和术中冰冻组,差异均有统计学意义($P<0.05$);术后



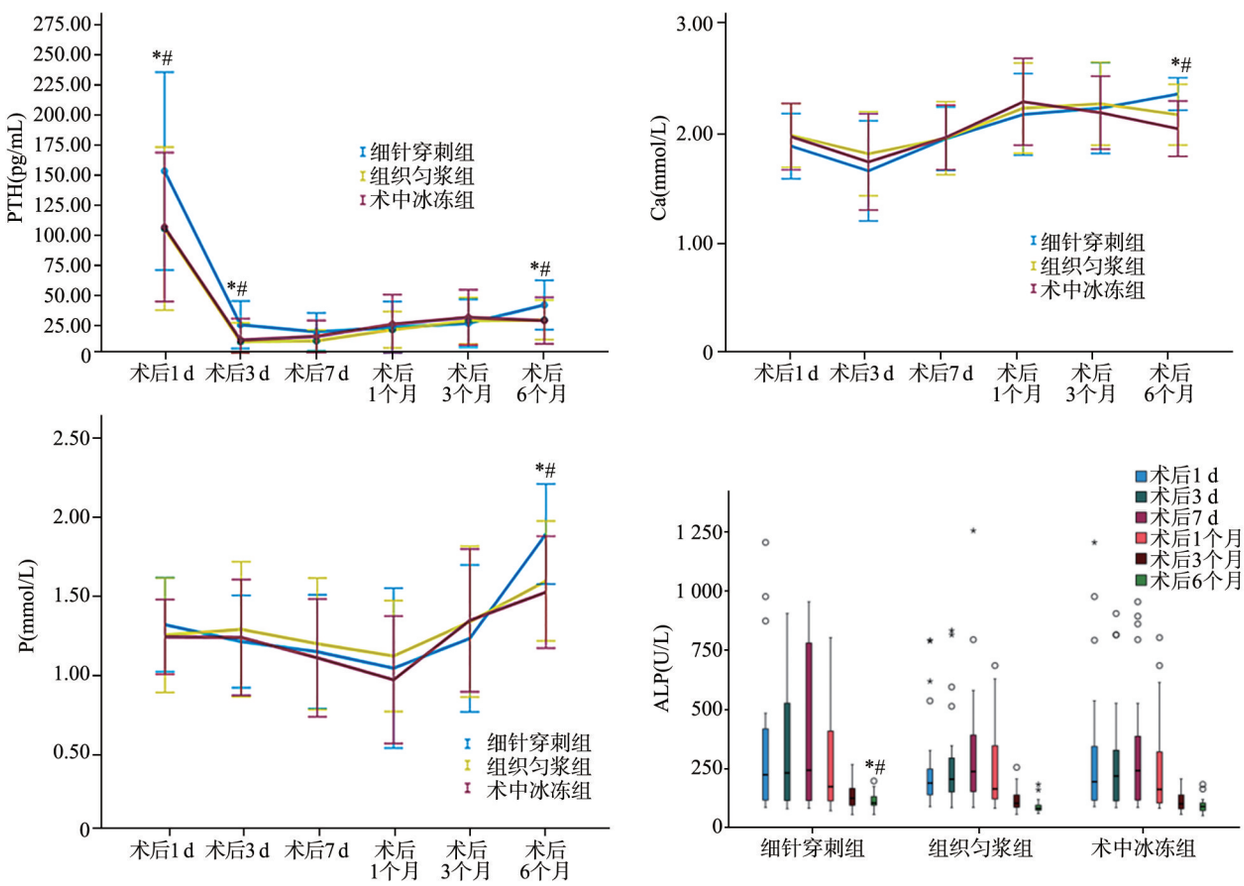
a:细针穿刺法取样;b、c:组织匀浆法剪取可疑组织,研磨制成组织匀浆

图1 获取组织样本

6个月，细针穿刺组患者的血清Ca、P、ALP水平高于组织匀浆组和术中冰冻组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），其中Ca、ALP水平仍处于正常范围，P水平超出正常值上限，组织匀浆组与术中冰冻组间术后不同时间点PTH、Ca、P、ALP水平比较差异均无统计学意义（$P>0.05$），见图2。

表1 各组患者术前生化资料比较

组别	n	PTH(pg/mL)	Ca(mmol/L)	P(mmol/L)	ALP(U/L)
细针穿刺组	20	1 736.94±701.15	2.44±0.23	2.02±0.45	250.60(109.60,452.15)
组织匀浆组	22	1 560.41±739.87	2.44±0.24	1.99±0.45	190.30(129.38,272.53)
术中冰冻组	22	1 521.25±694.79	2.43±0.24	1.90±0.33	193.30(105.03,361.55)
F/Z		0.537	0.010	0.478	0.416
P		0.587	0.990	0.622	0.812



*：与术中冰冻组比较，$P<0.05$；#：与组织匀浆组比较，$P<0.05$

图2 各组患者术后生化指标对比

2.2 手术相关资料、并发症情况及症状缓解情况

各组患者手术时间比较，差异有统计学意义（$P<0.05$），术中冰冻组患者手术时间长于细针穿刺组和组织匀浆组（$P>0.05$）；各组患者术中出血量、拔管时间比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表2。各组患者术后并发症发生率及症状缓解率比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表3、图3。

表2 各组患者手术资料比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	手术时间(h)	术中出血量(mL)	拔管时间(d)
细针穿刺组	20	1.97±0.25	10.25±4.72	5.00±1.21
组织匀浆组	22	2.00±0.26	11.59±4.73	5.09±1.23
术中冰冻组	22	2.38±0.23*#	10.91±5.03	4.95±1.17
F		19.126	0.404	0.073
P		<0.001	0.670	0.930

*：与细针穿刺组比较，$P<0.05$；#：与组织匀浆组比较，$P<0.05$

2.3 甲状旁腺识别情况

甲状旁腺总体识别情况：术中冰冻组共切除140枚可疑组织，经验证，112枚为甲状旁腺，28枚为淋巴脂肪组织。在112枚甲状旁腺中，89枚为正常解剖位置甲状旁腺，23枚为异位甲状旁腺。细针穿刺法与组织匀浆法均准确识别出89枚正常解剖位置甲状旁腺。从总体识别来看，组织匀浆法与细针穿刺法识别甲状旁腺的准确率、敏感度及特异度比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表4。

异位甲状旁腺识别情况：针对异位甲状旁腺，共

表3 各组患者术后并发症比较[例(%)]

组别	n	声音嘶哑	饮水呛咳
细针穿刺组	20	0(0)	1(5.00)
组织匀浆组	22	1(4.55)	1(4.55)
术中冰冻组	22	1(4.55)	2(9.09)
χ^2		0.938	0.465
P		0.625	0.792

切除34枚可疑组织,经术中冰冻结果证实,23枚为甲状旁腺,11枚为淋巴脂肪组织。其中,细针穿刺法准确识别出12枚异位甲状旁腺,组织匀浆法准确识别出21枚异位甲状旁腺。在异位甲状旁腺方面,组织匀浆法的识别敏感度与准确率均明显高于细针穿刺法(P<0.05),见表5。

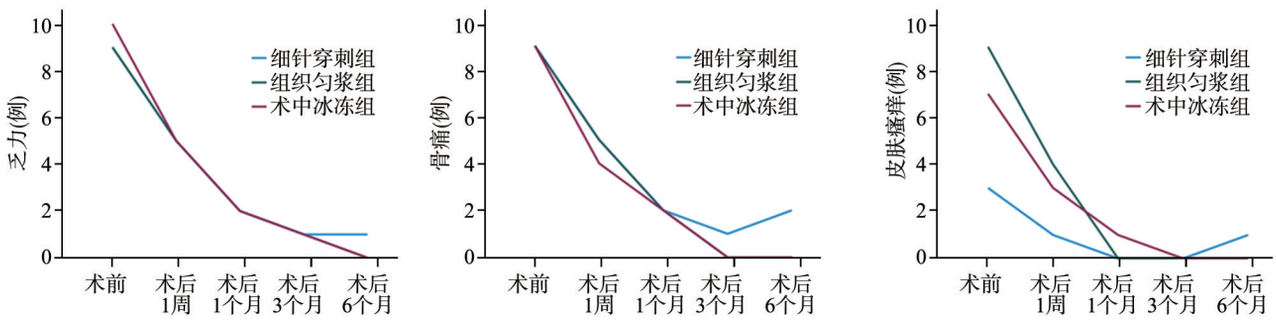


图3 各组患者伴随症状缓解情况

表4 甲状旁腺总体识别情况

方法	真阳性(枚)	假阳性(枚)	真阴性(枚)	假阴性(枚)	敏感度(%)	特异度(%)	准确率(%)	χ^2	P
细针穿刺法	101	0	28	11	90.18	100	92.14	1.321	0.250
组织匀浆法	110	0	28	2	98.21	100	98.26		

表5 异位甲状旁腺识别情况

方法	真阳性(枚)	假阳性(枚)	真阴性(枚)	假阴性(枚)	敏感度(%)	特异度(%)	准确率(%)	χ^2	P
细针穿刺法	12	0	11	11	52.17	100	67.65	4.769	0.029
组织匀浆法	21	0	11	2	91.30*	100	94.12*		

*:与细针穿刺法比较,P<0.05

2.4 各组取样识别时间对比

术中冰冻组单次取样识别时间为(32.32±4.98)min,显著长于细针穿刺组的(7.00±1.38)min和组织匀浆组的(8.77±0.92)min,而组织匀浆组单次取样识别时间长于细针穿刺组,差异均有统计学意义(P<0.01)。

3 讨论

本研究重点分析了细针穿刺法与组织匀浆法取样经ICGT检测在甲状旁腺识别、术后生化指标变化及复发风险方面的差异,发现3组患者在症状缓解及术后并发症发生等方面并无显著差异,表明细针穿刺法与组织匀浆法取样指导手术具有较好的疗效与安全性。既往研究表明,甲状旁腺切除术是SHPT药物治疗无效患者的重要治疗方式,可显著改善患者的骨痛、皮肤瘙痒等症状,并有效降低血清PTH、Ca、P及ALP水平[15-16]。然而,由于异位甲状旁腺或残余甲状旁腺腺体的存在,术后仍有部分患者出现持续性或复发性SHPT[17-18]。在生化指标方面,细针穿刺组患者在术后1 d、3 d的PTH水平均高于组织匀浆组,虽较术前下降明显,但细针穿刺组在识别切除甲状旁腺时可能有遗漏,被遗漏的甲状旁腺发挥了少量PTH的合成分泌作用,导致细针穿刺组患者PTH下降趋势及幅度不及组织匀浆组,提示组织匀浆法在甲状旁腺清除的彻底性方面更具优势。在术后6个月时,细针穿刺组患者PTH、Ca、ALP均高于组织匀浆组,反映了细针穿刺法在异位甲状旁腺及微小甲状旁腺组织的取样中可能有遗漏或取样不够精准,导致仍有部分功能低下的异位微小甲状旁腺未被清除[19-20],在后期慢性肾病代谢紊乱的刺激下,这些甲状旁腺逐渐增生,合成分泌PTH功能逐渐增强,从而导致PTH水平升高。此外,在术后6个月时,细针穿刺组患者P水平也高于组织匀浆组和术中冰冻组。研究显示,术后P水平的升高与术后复发呈正相关[21],而持续升高的PTH也是SHPT术后复发的危险因素[4,18],因此,细针穿刺法后期可能具有更高的复发风险。

本研究术中冰冻病理共识别出112枚甲状旁腺中,89枚为正常解剖位置甲状旁腺,23枚(20.5%)为异位甲状旁腺。本研究以术中冰冻病理识别为标准,发现了细针穿刺法与组织匀浆法在识别甲状旁腺中的显著差异,细针穿刺法与组织匀浆法同样准确识别出89枚正常解剖位置甲状旁腺;但在异位甲状旁腺方面,细针穿刺法仅准确识别出12枚,组织匀浆法则识

别出21枚,组织匀浆法识别的敏感度和准确率显著高于细针穿刺法。虽然在单次取样时间方面,细针穿刺法略短于组织匀浆法,但平均时间相差不超过2 min,组织匀浆法在识别准确率方面的优势足以弥补此微小不足。

细针穿刺法与组织匀浆法均存在各自的优势。组织匀浆法通过将样本充分研磨,可释放更多细胞内成分,充分利用检测样本通过ICGT识别时可更准确地反映组织类型,在异位甲状旁腺识别中敏感度和准确率显著高于细针穿刺法[22]。而细针穿刺法的优势在于可保留组织完整性,在确认组织性质后避免了不必要的损伤,在甲状腺手术中更具临床价值。但对于SHPT患者,手术的核心目标是精准识别并清除所有甲状旁腺,对准确性的要求远高于组织完整性[23]。

综上所述,以组织匀浆法取样经ICGT识别可显著提升甲状旁腺的检出率,特别是异位甲状旁腺的识别,其在敏感度与准确率方面均优于细针穿刺法,可降低中远期复发风险,在指导SHPT手术治疗的短期疗效方面优于细针穿刺法,安全性和实用性高。

[参考文献]

[1] 郑 洵,卢春燕,周 莉,等. 继发性甲状旁腺功能亢进围手术期多学科综合诊治华西共识[J]. 中国普外基础与临床杂志,2023,30(2):129-136. doi:10.7507/1007-9424.202301017.

[2] Liu ME, Qiu NC, Zha SL, et al. To assess the effects of parathyroidectomy (TPTX versus TPTX+AT) for secondary hyperparathyroidism in chronic renal failure: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg, 2017, 44: 353-362. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.06.029.

[3] Zhang LX, Zhang B, Liu XY, et al. Advances in the treatment of secondary and tertiary hyperparathyroidism [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 1059828. doi: 10.3389/fendo.2022.1059828.

[4] Kuo Y, Wang S, Hung Y, et al. Risk factors of recurrent secondary hyperparathyroidism after adequate primary surgical treatment [J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1063837. doi: 10.3389/fendo.2023.1063837.

[5] Chang LC, Liu SI, Liang TJ. Neck reoperation for recurrent or persistent renal hyperparathyroidism [J]. World J Surg, 2023, 47(11): 2784-2791. doi: 10.1007/s00268-023-07172-5.

[6] Taterra D, Wong LM, Vikse J, et al. The prevalence and anatomy of parathyroid glands: a meta-analysis with implications for parathyroid surgery [J]. Langenbecks Arch Surg, 2019, 404(1): 63-70. doi: 10.1007/s00423-019-01751-8.

[7] Kim S, Shin JH, Hahn SY, et al. The parathyroid gland: an overall review of the hidden organ for radiologists[J]. J Korean Soc Radiol, 2024, 85(2): 327-344. doi: 10.3348/jksr.2022.0171.

[8] Cacciatore G, Mastronardi M, Paiano L, et al. How has the diagnostic approach to parathyroid localization techniques evolved in the past decade? Insights from a single-center experience[J]. Updates Surg, 2025, 77(2): 389-399. doi: 10.1007/s13304-025-02090-8.

[9] 孙玮笛,杨 洁,任艳鑫,等. 免疫胶体金试纸法验证甲状旁腺的临床应用研究[J]. 中国肿瘤临床,2019,46(23):1206-1211. doi:10.3969/j.issn.1000-8179.2019.23.256.

[10] 吴艳乐,郑伟红,李 会,等. 三种甲状旁腺识别和保护技术的效果对比研究[J]. 中华普外科手术学杂志(电子版),2023,17(1):87-90. doi:10.3877/cma.j.issn.1674-3946.2023.01.022.

[11] 彭 琨,陈宏存,姚宝忠,等. 自体荧光基点光谱分析联合免疫胶体金技术在继发性甲旁亢术中识别异位微型旁腺的临床探索[J]. 中国现代手术学杂志,2024,28(4):275-282. doi:10.16260/j.cnki.1009-2188.2024.04.003.

[12] 彭 琨,姚宝忠,陈宏存,等. 自体荧光基点光谱联合胶体金检测异位微小旁腺指导继发性甲状旁腺功能亢进手术的疗效[J]. 实用医学杂志,2024,40(20):2905-2912. doi:10.3969/j.issn.1006-5725.2024.20.014.

[13] Xia W, Zhang J, Shen W, et al. A rapid intraoperative parathyroid hormone assay based on the immune colloidal gold technique for parathyroid identification in thyroid surgery [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2020, 11: 594745. doi: 10.3389/fendo.2020.594745.

[14] 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. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2021.08.01.

[15] Ran Y, Zheng X, Li P, et al. Bibliometric insights in surgical treatment of secondary hyperparathyroidism: research status, hotspots, and global trends[J]. Medicine (Baltimore), 2025, 104(23): e42033. doi: 10.1097/MD.0000000000042033.

[16] Zhu J, Wu Y, Huang T, et al. Efficacy and safety of total parathyroidectomy with autotransplantation *vs.* subtotal parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism: a retrospective study[J]. Heliyon, 2023, 9(5): e15752. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15752.

[17] Cao W, Qing W, Ren H, et al. Recurrent secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy due to anterior mediastinum ectopic parathyroid glands in a peritoneal dialysis patient: a case report and literature review[J]. Front Med (Lausanne), 2025, 12: 1564135. doi: 10.3389/fmed.2025.1564135.

[18] Dream S, Kim GY, Doffek K, et al. Persistent elevation of parathyroid hormone after curative parathyroidectomy: a risk factor for recurrent hyperparathyroidism[J]. World J Surg, 2025, 49(1): 148-158. doi: 10.1002/wjs.12413.

[19] Coman A, Tarta C, Aiordachioae GA, et al. Predictors of hungry bone syndrome and reintervention after subtotal versus total parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism in dialysis patients: a single-center cohort[J]. J Clin Med, 2025, 14(14): 4944. doi: 10.3390/jcm14144944.

[20] Zhou P, Xu J, Guo Y, et al. The role of anatomical and functional orientation in identification of parathyroid glands for patients with parathyroidectomy [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 15: 1428669. doi: 10.3389/fendo.2024.1428669.

[21] Chertow GM, Levin NW, Beck GJ, et al. In-center hemodialysis six times per week versus three times per week[J]. N Engl J Med, 2010, 363(24): 2287-2300. doi: 10.1056/NEJMoa1001593.

[22] Pan B, Yuan Y, Yang Z, et al. Methods for the identification and preservation of parathyroid glands in thyroid surgery: a narrative review[J]. Gland Surg, 2023, 12(9): 1276-1289. doi: 10.21037/gs-23-242.

[23] Iorga C, Iorga CR, Andreiana I, et al. Advantages of total parathyroidectomy in patients with secondary hyperparathyroidism induced by end stage renal disease[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1191914. doi: 10.3389/fendo.2023.1191914.

(编辑:杨 颖)