

探针式近红外自体荧光探测技术在甲状腺全部切除术中对甲状旁腺的识别与保护效果的临床研究

林清, 刘斌*

安徽医科大学第一附属医院甲状腺外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年2月26日; 录用日期: 2026年3月19日; 发布日期: 2026年4月8日

摘要

目的: 探讨探针式近红外自体荧光探测技术用于双侧甲状腺全部切除手术中甲状旁腺识别及功能保护的有效性。方法: 收集2024年6月至2024年12月安徽医科大学第一附属医院因甲状腺乳头状癌行双侧甲状腺全部切除 + 双侧中央区淋巴结清扫患者的临床资料共144例。术中使用探针式近红外自体荧光探测仪识别甲状旁腺的75例患者设为自体荧光组, 使用负显影剂识别甲状旁腺的69例患者设为负显影组。分析比较两组患者术中甲状旁腺识别率、原位保留率、术后PTH水平、术后血钙水平以及术后甲状旁腺功能减退率。结果: 自体荧光组术中共识别出甲状旁腺284枚, 其中疑似甲状旁腺组织18枚(识别率93.67%), 负显影组术中共识别出甲状旁腺247枚, 其中疑似甲状旁腺38枚(识别率84.62%), 差异具有统计学意义($P = 0.001 < 0.05$); 自体荧光组术中甲状旁腺原位保留率高于负显影组($P = 0.001 < 0.05$); 自体荧光组术后低钙血症发生21例(发生率28%), 负显影组发生31例(发生率44.93%), 两组差异具有统计学意义($P = 0.035 < 0.05$); 自体荧光组术后暂时性甲状旁腺功能减退发生29例(发生率38.67%)负显影组发生39例(发生率56.52%), 两组差异具有统计学意义($P = 0.032 < 0.05$), 两组均未发生永久性甲状旁腺功能减退。两组患者在肿瘤侵犯脉管、术后血钙水平及术后PTH水平上的差异具有统计学意义($P < 0.05$)。结论: 探针式近红外自体荧光探测技术可作为甲状腺切除术中甲状旁腺识别与功能保护的有效手段。

关键词

甲状腺癌, 甲状旁腺, 近红外自体荧光探测技术, 甲状旁腺功能减退, 甲状腺全部切除

*通讯作者。

Clinical Study on the Effect of Probe-Type Near-Infrared Autofluorescence Detection Technology in the Identification and Protection of Parathyroid Glands During Total Thyroidectomy

Qing Lin, Bin Liu*

Department of Thyroid Surgery, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: February 26, 2026; accepted: March 19, 2026; published: April 8, 2026

Abstract

Objective: To explore the effectiveness of probe-based near-infrared autofluorescence detection technology in the identification and functional protection of parathyroid glands during total bilateral thyroidectomy. **Methods:** A total of 144 cases of clinical data were collected from patients who underwent total bilateral thyroidectomy with bilateral central lymph node dissection due to thyroid cancer at the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from June 2024 to December 2024. Among them, 75 patients who used a probe-type near-infrared autofluorescence detector to identify parathyroid glands during surgery were assigned to the autofluorescence group, and 69 patients who used the negative contrast agent to identify parathyroid glands were assigned to the negative imaging group. The intraoperative parathyroid gland identification rate, in-situ preservation rate, postoperative PTH level, postoperative blood calcium level, and postoperative hypoparathyroidism rate were analyzed and compared between the two groups of patients. **Results:** In the auto-fluorescence group, a total of 284 parathyroid glands were identified, including 18 suspected parathyroid tissues (identification rate 93.67%). In the negative imaging group, 247 parathyroid glands were identified, including 38 suspected parathyroid tissues (identification rate 84.62%). The difference was statistically significant ($P = 0.001 < 0.05$). The *in situ* retention rate of parathyroid glands in the auto-fluorescence group was higher than that in the negative imaging group ($P = 0.001 < 0.05$). Postoperatively, 21 cases (28%) of hypocalcemia occurred in the auto-fluorescence group, compared to 31 cases (44.93%) in the negative imaging group, with a statistically significant difference ($P = 0.035 < 0.05$). Transient hypoparathyroidism occurred in 26 cases (38.67%) in the auto-fluorescence group and 39 cases (56.52%) in the negative imaging group, with a statistically significant difference ($P = 0.032 < 0.05$). No permanent hypoparathyroidism was observed in either group. Differences in tumor invasion of blood vessels, postoperative serum calcium levels, and postoperative PTH levels were statistically significant between the two groups ($P < 0.05$). **Conclusion:** Probing-based near-infrared auto-fluorescence detection technology can serve as an effective method for parathyroid identification and functional protection during thyroidectomy.

Keywords

Thyroid Cancer, Parathyroid Gland, Near-Infrared Autofluorescence Detection Technology, Hypoparathyroidism, Total Thyroidectomy

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

甲状腺癌(thyroid carcinoma, TC)是人体头颈部较为常见的内分泌恶性肿瘤,近年来,其发病率逐年升高,其中甲状腺乳头状癌是最常见病理类型,约占所有甲状腺癌的80%~85% [1]。目前甲状腺癌的治疗方式仍以手术切除为主,术中甲状旁腺(parathyroid, PG)的损伤是甲状腺手术中最常见的并发症之一[2],据有关数据统计,在甲状腺全切手术中,甲状旁腺暂时性损伤的概率为20%~60%,永久性功能减退的发生率为1%~7% [3] [4]。因此,我们研究分析探针式近红外自体荧光技术在甲状腺乳头状癌患者行甲状腺全部切除术中对甲状旁腺识别及功能保护效果,具体报道如下。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本次研究已通过安徽医科大学第一附属医院伦理委员会审批(编号 PJ2021-12-10)。纳入标准:① 年龄范围18~80岁;② 术前穿刺病理结果明确为甲状腺乳头状癌(papillary thyroid carcinoma, PTC);③ 双侧甲状腺癌根治术行甲状腺全部切除术+双侧中央区淋巴结清扫术和(或)颈部淋巴结清扫术;④ 无其他颈部手术史以及颈部放射史;⑤ 签署知情同意书,对医嘱有良好的依从性,且能够积极参与后续的随访工作。排除标准:① 非首次甲状腺手术患者;② 合并其他甲状旁腺疾病;③ 合并有其他慢性疾病;④ 无法接受后续随访工作,临床资料不完整患者。

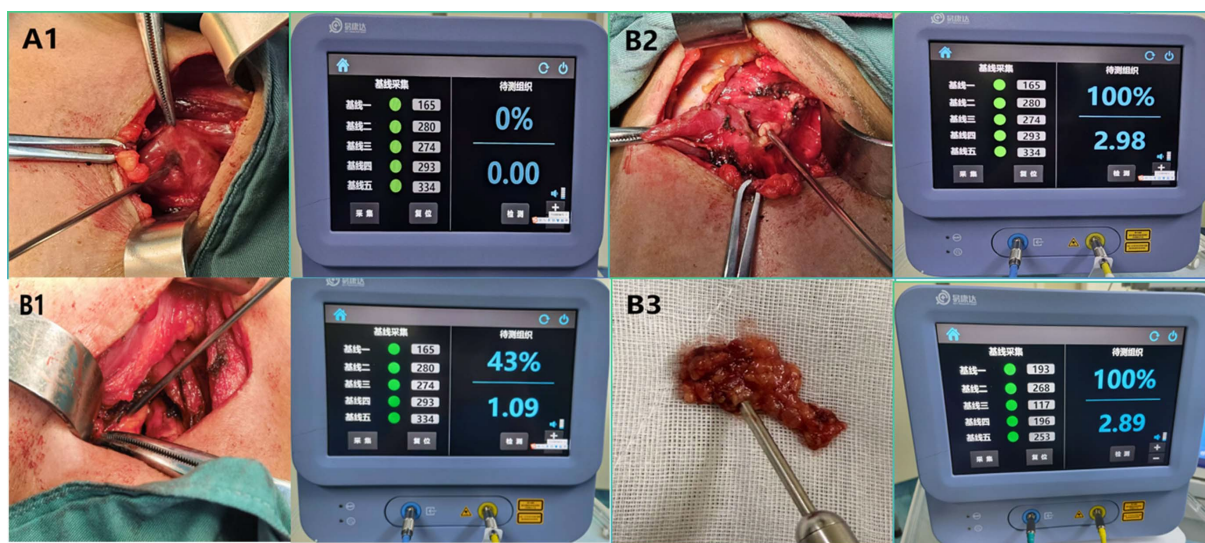
2.2. 研究方法

研究2024年6月至2024年12月安徽医科大学第一附属医院因甲状腺乳头状癌行双侧甲状腺全部切除+双侧中央区淋巴结清扫患者的临床资料共144例,采用随机数字表法将其分为两组。其中,术中使用探针式近红外自体荧光探测技术识别甲状旁腺的患者75例,纳入自体荧光组;使用临床常用甲状旁腺负显影剂识别甲状旁腺的患者共69例,纳入负显影组。所有手术均由同一手术团队中经验丰富的高年资甲状腺外科医生主刀完成,所有患者均采用同质化管理。

自体荧光组采用中科院合肥光电所与安徽医科大学第一附属医院联合研制的探针型甲状旁腺检测仪(由安徽易康达光电科技有限公司生产,型号为PTS-500)完成。其原理是当甲状腺及甲状旁腺组织受到785 nm波长的近红外光激发时,会在822 nm波长处分别呈现出特征性的发射峰,而甲状旁腺组织的自体荧光强度要显著高于甲状腺组织2~11倍。术中使用近红外荧光系统的探针在甲状腺表面多点采取5组甲状腺荧光基数值后,可用探针探查甲状旁腺位置。经多次测定结果均为“甲状旁腺”的组织,即确定为甲状旁腺,记录其识别数量及荧光倍数;当探测组织疑似甲状旁腺时,对疑似甲状旁腺的组织进行多次测定,若存在2次以上的疑似结果,考虑可能因为甲状旁腺受到脂肪包裹,导致识别不明确,则结果判定为疑似甲状旁腺,并记录相关数据。最后在切除的甲状腺标本中查找有无A3型及误切PG,若遇无法原位保留的PG,经术中冰冻证实后,行甲状旁腺自体移植。如图1所示。

负显影组在显露甲状腺后,用1 ml注射器抽取0.5 ml负显影剂多点缓慢注射至甲状腺浆膜下层,而后翻起一侧甲状腺,通过肉眼对负显影剂不染色的圆形颗粒组织进行识别,由经验丰富的高年资甲状腺外科医师判定为甲状旁腺的,则确定为甲状旁腺;对负显影剂不染色的圆形脂肪颗粒,疑似脂肪包裹的

组织, 判定为疑似甲状旁腺组织, 探查甲状旁腺位置并记录其数量。最后在切除的甲状腺标本中查找有无 A3 型及误切甲状旁腺。若遇无法保留的甲状旁腺, 经术中冰冻证实后, 行甲状旁腺自体移植。



(A1: 测量甲状腺荧光基数值; B1: 胸腺荧光测量值; B2: 甲状旁腺荧光测量值; B3: 离体甲状旁腺荧光测量值)。

Figure 1. Intraoperative fluorescence detection of parathyroid tissue

图 1. 术中荧光探测甲状旁腺组织

2.3. 统计学方法

运用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。采用线性回归和多因素 logistics 分析影响甲状腺术后甲状旁腺功能减退的因素; 针对计量资料, 实施正态分布检验与方差齐性检验。若数据符合正态分布, 以均数 \pm 标准差($X \pm S$)予以描述, 组间比较采用 t 检验; 若数据不满足正态分布, 则采用中位数(四分位间距), 即[M(IQR)]进行描述, 组间比较采用 Mann Whitney U 检验; 计数资料以例数(百分比)进行描述, 组间比较采用四格表或 $R \times C$ 列联表 χ^2 检验。采用线性回归和多因素 logistics 分析影响甲状腺术后甲状旁腺功能减退的因素; 检验水准设定为 $\alpha = 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 影响甲状腺癌患者术后 PG 功能减退的单因素分析

本研究对 144 例施行甲状腺全切除术联合双侧中央区淋巴结清扫术患者的术中及术后观察指标进行了记录。对自体荧光组与负显影组患者的一般临床资料进行单因素分析(如表 1), 结果显示, 两组患者的性别、年龄、身体质量指数(BMI)均无统计学差异($P > 0.05$), 且两组的女性患者人数均大于男性患者, 这也表明, 女性患甲状腺癌的风险高于男性。

对比两组患者术前及术后甲状旁腺激素(PTH)水平、术前及术后血钙水平、术前 A-Tg、Tg 以及术后甲状旁腺功能减退及术后低血钙发生情况, 结果显示(见表 2)两组患者在术前 A-Tg、Tg、术前甲状旁腺水平和术前血钙水平上无明显的统计学差异($P > 0.05$); 两组患者在术后甲状旁腺激素水平上存在统计学差异($P = 0.006 < 0.05$), 在术后血钙水平上同样存在显著的统计学差异($P = 0.024 < 0.05$)。自体荧光组的 75 名患者中发生术后甲状旁腺功能减退的有 29 例, 发生率为 38.67%, 术后低血钙 21 例, 发生率为 28.0%; 负显影组的 69 名患者中发生甲状旁腺功能减退的有 39 例, 发生率为 56.52%, 术后低血钙 31 例, 发生

率为 44.93%，两组结果均具有统计学差异($P < 0.05$)。两组患者术后随访 6 个月，均无失访，且术后 6 个月复查 PTH 及血钙均恢复正常，无永久性甲状旁腺功能减退发生。研究表明，近红外自体荧光探测技术对甲状腺手术中甲状旁腺的功能保护效果并不亚于负显影技术的保护效果。

Table 1. Univariate analysis of general clinical data

表 1. 一般临床资料分析

临床资料	自体荧光组(n = 75)	负显影组(n = 69)	Z/(χ^2)	P
性别[例(%)]			(1.537)	0.215
男	18 (24.0)	23 (33.3)		
女	57 (76.0)	46 (66.7)		
年龄[岁]	47.92 ± 9.57	47.81 ± 11.63	0.061	0.952
BMI [kg/m ²]	24.99 ± 3.75	25.58 ± 4.11	-0.898	0.371

Table 2. Analysis of test results of two groups of patients

表 2. 两组患者检验结果分析

临床资料	自体荧光组(n = 75)	负显影组(n = 69)	Z/(χ^2)	P
A-Tg [M(IQR)]	16.9 (47.7)	15.7 (14.6)	-0.932	0.351
Tg [M(IQR)]	12.11 (40.52)	12.93 (21.06)	-1.086	0.278
术前 PTH [M(IQR)]	34 (26)	36 (21.15)	-0.274	0.784
术后 PTH [M(IQR)]	15.1 (20.2)	7.01 (18.6)	-2.751	0.006
术前血钙值[[M(IQR)]	2.27 (0.16)	2.29 (0.13)	-1.225	0.221
术后血钙值[M(IQR)]	2.16 (0.14)	2.12 (0.21)	-2.259	0.024
术后甲状旁腺功能减退[例(%)]			(4.597)	0.032
是	29 (38.67)	39 (56.52)		
否	46 (61.33)	30 (43.48)		
术后低钙[例(%)]			(4.463)	0.035
是	21 (28.00)	31 (44.93)		
否	54 (72.00)	38 (55.07)		
永久性甲状旁腺功能减退[例(%)]	0 (0)	0 (0)		

对两组患者术后肿瘤最大直径、是否突破包膜、是否侵犯脉管、是否桥本氏甲状腺炎以及癌灶数量等病理资料进行分析，结果显示(见表 3)两组患者在肿瘤是否侵犯脉管存在统计学差异，在肿瘤最大直径方面近似有统计学差异($P = 0.075$)，在是否存在桥本氏甲状腺炎、肿瘤是否突破包膜及癌灶数量方面无明显的统计学差异。

对比两组患者术中甲状旁腺的识别情况及原位保留情况，其结果表明(见表 4)，在 75 名自体荧光组的患者中共识别出甲状旁腺 284 枚，其中确定为甲状旁腺组织的 266 枚，疑似甲状旁腺组织 18 枚(识别率 93.67%)；在 69 名负显影组患者中识别出甲状旁腺共 247 枚，其中确定为甲状旁腺组织的 209 枚，疑似甲状旁腺组织 38 枚(识别率 84.62%)。自体荧光组 4 枚甲状旁腺都原位保留的有 55 例，占比 73.33%；保留 3 枚的有 17 例，占比 22.67%；3 名患者保留了 2 枚，占比 4%。负显影组中 4 枚甲状旁腺都原位保

留的有 29 例, 占比 42.03%; 保留 3 枚的有 30 例, 占比 43.48%; 保留 2 枚的有 9 例, 占比 13.04%; 1 名患者仅保留了 1 枚, 占比 1.45%。本研究结果表明, 近红外自体荧光探测技术对甲状腺手术中甲状旁腺的识别效果并不亚于负显影技术的识别效果, 且自体荧光组的甲状旁腺原位保留率高于负显影组, 这一差异可能与该技术能在手术第一阶段即识别出甲状旁腺有关——通过早期确认并重点保护甲状旁腺, 可有效避免其血供遭到破坏。

Table 3. Analysis of postoperative pathological data.

表 3. 术后病理资料分析

临床资料	自体荧光组(n = 75)	负显影组(n = 69)	Z/(χ^2)	P
肿瘤最大直径[M (IQR), cm]	0.9 (0.6)	1.0 (0.9)	-1.781	0.075
肿瘤突破包膜			(0.002)	0.966
是	28 (37.3)	26 (37.7)		
否	47 (62.7)	43 (62.3)		
肿瘤侵犯脉管			(4.805)	0.028
是	14 (18.67)	24 (34.8)		
否	61 (81.33)	45 (65.2)		
桥本氏甲状腺炎[例(%)]			(0.041)	0.84
是	24 (32.0)	21 (30.4)		
否	51 (68.0)	48 (69.6)		
癌灶数量			(0.019)	0.889
单发	35 (46.67)	33 (47.83)		
多发	40 (53.33)	36 (52.17)		
中央区淋巴结清除数[M (IQR)]	8 (7.0)	8 (5)	-0.331	0.741

Table 4. Intraoperative identification of parathyroid glands

表 4. 术中甲状旁腺识别情况

临床资料	自体荧光组(n = 75)	负显影组(n = 69)	χ^2	P
PG 识别个数			11.46	0.001
确定	266 (93.67)	209 (84.62)		
可疑	18 (6.33)	38 (15.38)		
PG 原位保留数[例(%)]			15.42	0.001
1	0 (0)	1 (1.45)		
2	3 (4.00)	9 (13.04)		
3	17 (22.67)	30 (43.48)		
4	55 (73.33)	29 (42.03)		

3.2. 影响甲状腺癌患者术后甲状旁腺功能减退的多因素 logistics 回归分析

以甲状腺癌患者是否出现甲状旁腺功能减退为因变量, 将性别、组别、肿瘤直径是否 > 1 cm、肿瘤是否侵犯包膜、是否侵犯脉管、肿瘤数量(单发/多发)、甲状旁腺是否全部原位保留以及是否桥本甲状腺

炎进行多因素 logistics 回归分析。结果显示, 甲状旁腺能否全部原位保留及是否合并桥本甲状腺炎是影响术后甲状旁腺功能减退的危险因素($P < 0.05$), 而性别、组别、肿瘤直径是否 $> 1 \text{ cm}$ 、肿瘤是否侵犯包膜、是否侵犯脉管、肿瘤数量(单发/多发)非危险因素, 见表 5。

Table 5. Multivariate logistic regression analysis of factors influencing postoperative hypoparathyroidism in thyroid cancer patients

表 5. 影响甲状腺癌患者术后甲状旁腺功能减退的多因素 logistics 回归分析

因素	B	SE	Wald χ^2	p	Exp(B)	Exp(B)的 95%置信区间	
						下限	上限
截距	0.160	0.692	0.053	0.818			
性别	0.090	0.402	0.050	0.823	1.094	0.498	2.403
组别	-0.397	0.383	1.076	0.300	0.672	0.317	1.424
肿瘤直径是否 $> 1 \text{ cm}$	-0.034	0.399	0.007	0.932	0.967	0.443	2.112
是否侵犯包膜	-0.076	0.416	0.033	0.855	0.927	0.410	2.095
是否侵犯脉管	-0.169	0.443	0.145	0.704	0.845	0.354	2.014
肿瘤数量(单发/多发)	-0.314	0.370	0.722	0.396	0.730	0.354	1.508
是否桥本甲状腺炎	-0.757	0.373	4.125	0.042	0.469	0.226	0.974
PG 是否全部原位保留	1.296	0.385	11.348	0.001	3.655	1.719	7.768

3.3. 影响甲状腺癌患者术后甲状旁腺功能减退的多因素线性回归分析

以甲状腺癌患者术后 PTH 水平为因变量, 将连续变量年龄、BMI 值、最大肿瘤直径、术前 PTH 水平、术前血钙水平以及中央区淋巴结清扫个数进行多因素线性回归分析。结果显示, 术前 PTH 水平是术后甲状旁腺功能减退的危险因素($P < 0.05$), 而年龄、BMI 值、最大肿瘤直径、术前血钙水平以及中央区淋巴结清扫个数非危险因素, 见表 6。

Table 6. Multivariate linear regression analysis of factors influencing postoperative hypoparathyroidism in thyroid cancer patients

表 6. 影响甲状腺癌术后甲状旁腺功能减退的多因素线性回归分析

Model	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients	t	P
	B	SE	Beta		
(常量)	40.299	26.780		1.505	0.136
年龄	-0.135	0.114	-0.120	-1.184	0.240
BMI	0.201	0.303	0.069	0.663	0.509
最大肿瘤直径	-2.315	1.628	-0.143	-1.422	0.159
术前 PTH	0.181	0.058	0.317	3.099	0.003
术前血钙	-9.920	10.332	-0.095	-0.960	0.340
中央区淋巴结清扫个数	-0.278	0.250	-0.115	-1.111	0.269

3.4. 甲状腺及甲状旁腺自体荧光的特征差异

本研究采集了 75 例患者的甲状腺自体荧光组值, 发现甲状旁腺共 284 枚, 记录 5 组甲状腺腺体自体

荧光值为 423.31 ± 158.88 , 如图 2 所示。甲状旁腺自体荧光强度是甲状腺自体荧光强度的 4.53 ± 2.97 倍, 如图 3 所示。

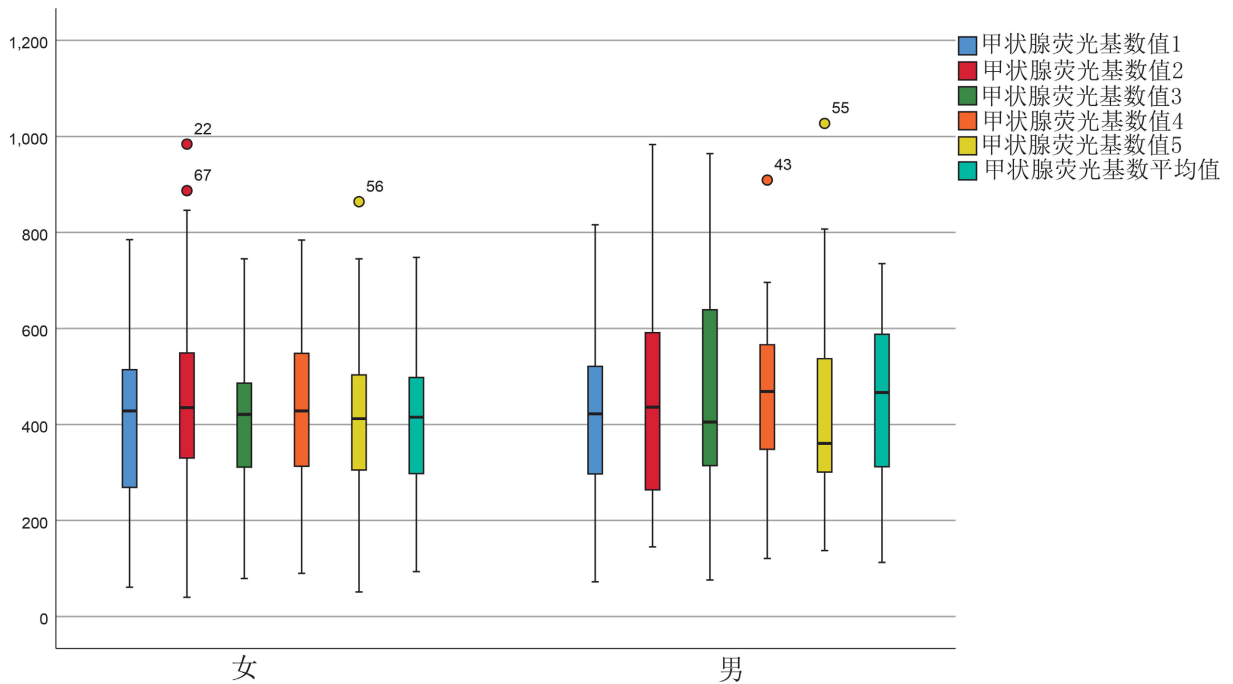


Figure 2. Thyroid fluorescence baseline value
图 2. 甲状腺荧光基数值

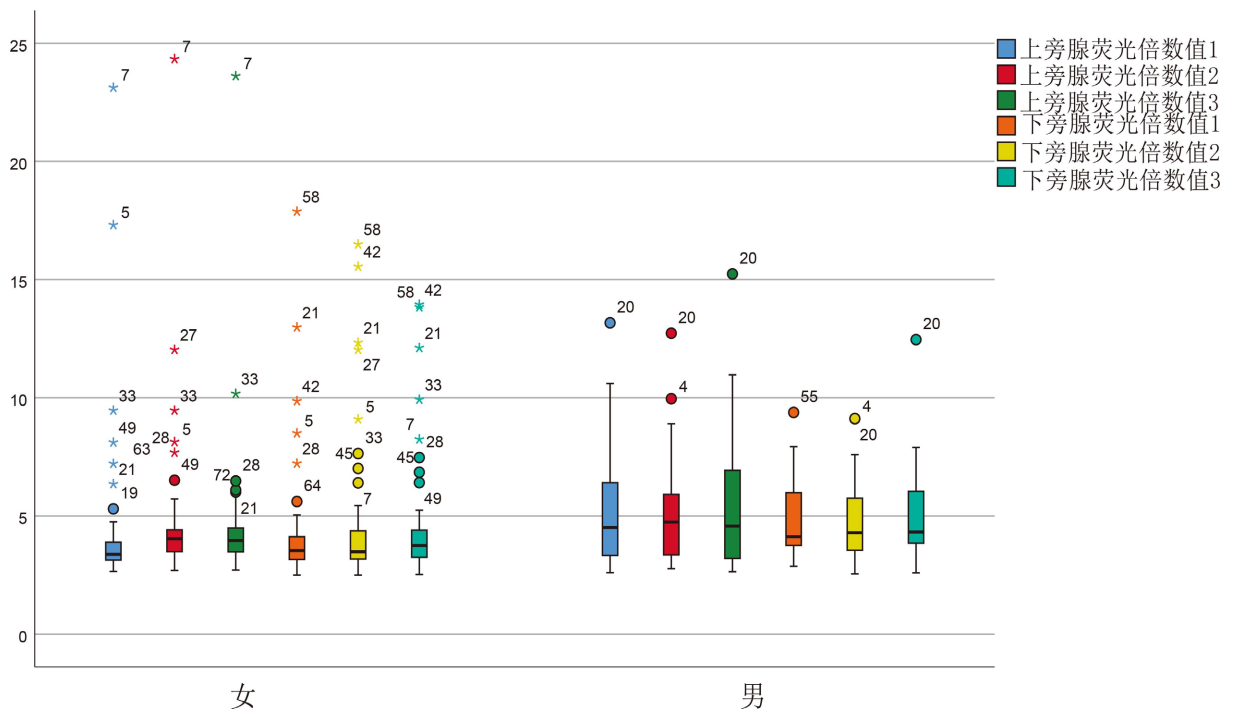


Figure 3. Parathyroid gland fluorescence magnification
图 3. 甲状旁腺荧光倍数值

4. 讨论

甲状腺癌已经成为我国近 10 年来发病率上升最快的癌种[5], 虽然绝大多数甲状腺癌患者可通过手术治疗都能实现长期生存, 但甲状腺术后的并发症对患者的生活质量可造成一定的影响[6] [7]。术中甲状旁腺的意外切除或血供完整性受损是导致术后甲状旁腺功能减退的主要原因, 而解剖前精准识别甲状旁腺能够帮助术者更好地完成解剖分离并保留甲状旁腺的血供, 从而为术后功能保护提供重要保障[8]。

甲状旁腺负显影剂通过对甲状腺及周围淋巴结进行染色与未被染色的甲状旁腺、胸腺及脂肪形成鲜明对比, 从而识别甲状旁腺[9]。尽管负显影技术在一定程度上提升了甲状旁腺的视觉辨识度, 但因其价格昂贵, 且仍需依靠外科医生通过肉眼区分甲状旁腺、胸腺、周围脂肪组织以及周围淋巴结, 其假阴性率依然较高。

成像式 NIRAF 技术依据特定的光学原理, 使得在显示器上能显示出荧光信号较强的甲状旁腺, 从而在术中实现甲状旁腺的“可视化”。Sehnm 等[10]研究发现, NIRAF 检测技术的应用将术中甲状旁腺的误切率从 20% 下降到 6%。2019 年, 柳楨等人[11]在对 41 例甲状腺手术患者的研究中表明, 甲状旁腺的肉眼识别检出率为 84.9%, 准确率为 79.6%, 而使用近红外荧光(NIRAF)技术的检出率高达 99.1%, 准确率也提升至 85.4%。尽管成像式 NIRAF 在术中起到辅助作用, 但其在使用过程中操作较为繁琐。此外其荧光信号的强弱易受 BMI、血中维生素 D 水平及血钙等因素的影响[12]; 当甲状旁腺位置较深或表面被其他组织覆盖时, 其自体荧光强度会受到影响, 从而造成假阴性的结果[13]。

探针式近红外自体荧光检测技术通过使用细长探针针对甲状旁腺进行精准探查, 且该设备无需关闭手术室灯光, 操作简便且成本低廉。此外, 该设备还配备了语音提示功能。当探针检测到高于甲状腺荧光基数值 2.5 倍及以上的信号强度时, 系统将发出语音提示“甲状旁腺”; 若探测组织的荧光信号强度为甲状腺荧光基数值的 2 至 2.5 倍, 系统则会提示“疑似甲状旁腺”; 而当探测组织的荧光信号强度未达到甲状腺荧光基数值的 2 倍时, 系统则提示“其他组织”。这一功能使术者在手术过程中能够直观地辨别所探测组织。此外, 该探针式近红外自体荧光检测装置对已离体的甲状旁腺组织同样具有检测效果, 当检测到被误切的甲状旁腺腺体后, 及时行甲状旁腺自体移植术, 能够有效降低术后低血钙的风险[14]。

探针式近红外自体荧光探测技术虽能辅助术者识别甲状旁腺, 但仍存在以下局限性: 首先, 该技术无法评估甲状旁腺血供灌注状态, 难以向临床医师提供关于腺体活性的关键信息; 其次, 缝线、结扎线结及电刀热损伤可能产生反光干扰, 产生较强的荧光信号, 导致假阳性结果; 此外, 受限于近红外荧光的穿透深度, 当甲状旁腺位置较深或被脂肪等组织覆盖时, 易出现假阴性结果。由于本研究为单中心研究, 存在一定的局限性, 故该设备对术中甲状旁腺的保护效果仍需更多中心研究数据支持。

总之, 通过对比探针式近红外自体荧光探测技术与负显影技术在甲状腺手术中的对甲状旁腺功能保护的应用效果发现, 荧光组患者在甲状旁腺识别方面并不亚于负显影组。本研究提示探针式近红外自体荧光探测技术有助于术中甲状旁腺的识别, 可以有效降低甲状腺术后暂时性甲状旁腺功能减退率。此技术可以作为甲状腺手术中甲状旁腺识别与保护的简易、高效、价廉的方法。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

声明

本次研究已通过安徽医科大学第一附属医院伦理委员会审批(编号 PJ2021-12-10)。

参考文献

[1] 张芷悦, 何慧婧, 单广良, 林岩松. 甲状腺癌的流行病学现状及其影响因素研究进展[J]. 中国癌症杂志, 2025,

- 35(1): 21-29.
- [2] 吴润璋, 袁盛, 刘勇, 等. 甲状腺手术不同术式对甲状旁腺功能影响的临床观察[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(11): 1357-1363.
- [3] 朱精强. 甲状腺手术中甲状旁腺保护专家共识[J]. 中国实用外科杂志, 2015, 35(7): 731-736.
- [4] 殷德涛, 赵波. 甲状腺手术中甲状旁腺保护要点与技巧[J]. 中国实用外科杂志. 2018, 38(6): 615-619.
- [5] 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2024, 46(3): 221-231.
- [6] Puxeddu, E., Tallini, G. and Vanni, R. (2020) What Is New in Thyroid Cancer: The Special Issue of the Journal *Cancers*. *Cancers*, **12**, Article No. 3036. <https://doi.org/10.3390/cancers12103036>
- [7] 王平, 田文. 全腔镜甲状腺手术中国专家共识(2025 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45(9): 961-968+984.
- [8] 殷廷杰, 潘彬, 殷素鹏, 等. 探针式近红外甲状旁腺自体荧光探测技术用于腔镜甲状腺全切除术中甲状旁腺识别及功能保护的研究[J/OL]. 中国普外基础与临床杂志, 2024, 31(11): 1341-1346. <https://link.cnki.net/urlid/51.1505.R.20240613.0943.002>, 2024-06-14.
- [9] 黄丽涵, 叶玮鹏, 等. 纳米碳混悬液与亚甲蓝注射液在甲状腺癌根治术中的应用效果[J]. 黑龙江医药, 2025, 38(2): 366-369.
- [10] Sehnem, L., Noureldine, S.I., Avci, S., Isiktas, G., Elshamy, M., Saito, Y., *et al.* (2023) A Multicenter Evaluation of Near-Infrared Autofluorescence Imaging of Parathyroid Glands in Thyroid and Parathyroid Surgery. *Surgery*, **173**, 132-137. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2022.07.057>
- [11] 柳楨, 殷德涛, 王涛, 马润声, 刘晨光. 近红外荧光系统对甲状腺术中甲状旁腺识别临床应用研究[J]. 中国实用外科杂志, 2020, 40(2): 230-234.
- [12] 迟昊, 李昆临, 杨明宇, 等. 甲状腺手术中荧光显像技术保护甲状旁腺的应用进展[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(11): 1778-1786.
- [13] 杨晓晴, 王正寨, 林溪源, 等. 自体荧光在甲状旁腺研究中的进展[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2023, 30(2): 236-241.
- [14] 朱精强, 苏安平, 王明俊. 《甲状腺围手术期甲状旁腺功能保护指南(2018 版)》解读[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2019, 26(10): 1145-1148.