

# 甲状旁腺自体荧光显像技术的研究进展

郭飞跃<sup>1</sup> 耿胜杰<sup>2</sup> 张静<sup>1</sup>

**[摘要]** 甲状旁腺误切和(或)血运受损是甲状旁腺功能减退的主要原因,因此甲状腺或甲状旁腺术中如何精准识别和原位保留甲状旁腺已成为困扰内分泌外科医生的难题之一。近年来,近红外自体荧光显像技术因其简单安全、准确实时、不使用对比剂、非侵入性等特点逐渐受到越来越多外科医生的关注。目前国内关于此技术的研究尚处于起步阶段,本文就近年来甲状旁腺自体荧光显像技术的发展史、临床应用和应用前景作一综述。

**[关键词]** 甲状腺;甲状旁腺;术中旁腺定位;近红外自体荧光显像

**DOI:**10.13201/j.issn.2096-7993.2022.05.016

**[中图分类号]** R581 **[文献标志码]** A

## Research progress of autofluorescence imaging of parathyroid glands

GUO Feiyue<sup>1</sup> GENG Shengjie<sup>2</sup> ZHANG Jing<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Glandular Surgery, Hebei General Hospital, Shijiazhuang, 050051, China;

<sup>2</sup>Graduate School of Hebei Medical University)

Corresponding author: ZHANG Jing, E-mail: jingzhang65@163.com

**Summary** The main causes of hypoparathyroidism are unintentional parathyroidectomy and/or impaired blood supply. Therefore, accurate identification and preservation of parathyroid glands in situ during thyroid or parathyroid surgery has become one of the problems that plague endocrine surgeons. In recent years, near-infrared autofluorescence imaging technology has gradually attracted more and more attention from surgeons because of its simplicity, safety, accuracy, real-time, no-contrast agent, and non-invasiveness. This article reviews the development history, clinical application, and application prospects of the parathyroid gland autofluorescence imaging technology in recent years.

**Key words** thyroid; parathyroid glands; intraoperative parathyroid location; near-infrared autofluorescence imaging

近年来,甲状腺癌的发病率逐渐增加,居女性恶性肿瘤的第4位,越来越多的患者接受了甲状腺手术<sup>[1-3]</sup>。根治术为甲状腺癌的主要手术方式,其主要并发症为甲状旁腺和喉返神经损伤。喉返神经的损伤率因神经检测仪的出现而极大降低,而甲状旁腺由于体积较小、着色不明显、数量不定、位置多变等特性难以实现术中精确定位<sup>[4]</sup>。甲状旁腺的无意切除或血流受损可能导致暂时性或永久性低钙血症<sup>[5]</sup>。低钙血症引起的抽搐、感觉异常等症状会影响患者的生活质量,严重时危及生命,因此,甲状旁腺的精准识别和原位保留成为甲状腺外科医生关注的问题。术中甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)快速测定、甲状旁腺穿刺洗脱液检测和吲哚菁绿显像等是目前常用的甲状旁腺识别方法<sup>[6-7]</sup>,但这些检查均不能用于术中甲状旁腺的实时定位,且存在一定的局限性。近年来一些研究发现甲状旁腺近红外自体荧光显像(near-infrared

autofluorescence imaging, NIRAF)作为一项崭新的识别技术,可能有助于降低术后低钙血症的发生率并改善甲状腺术后甲状旁腺的存活率<sup>[8-9]</sup>。目前此技术已在海外进入临床实践应用,而国内关于此技术的研究尚处于起步阶段,本文就近年来甲状旁腺自体荧光显像技术的研究进展作一综述。

### 1 甲状旁腺自体荧光显像的发展史

2006年Das等<sup>[10]</sup>首次报告甲状旁腺组织被近红外光照射时,会释放出800~900nm的自体荧光,并提出自体荧光可能可以用来区分甲状旁腺腺瘤和增生。2011年Paras等<sup>[11]</sup>发现甲状旁腺暴露于785nm的激光时会释放波长为820~830nm的自体荧光,其荧光强度为甲状腺组织的2~11倍,表明近红外自体荧光有可能成为一个很好的定位甲状旁腺组织的光学工具。2014年McWade等<sup>[12]</sup>首次报告了NIRAF用于甲状旁腺切除术和/或甲状腺切除术期间甲状旁腺的实时定位,结果表明,甲状旁腺的自体荧光强度显著高于脂肪、气管、肌肉等周围组织,是其强度的2.4~8.5倍;同时该研究还发现甲状旁腺疾病状态会显著影响自体荧

<sup>1</sup>河北省人民医院腺体外科(石家庄,050001)

<sup>2</sup>河北医科大学研究生学院

通信作者:张静, E-mail: jingzhang65@163.com

光的信号强度。后续多项国内外研究证实 NIRAF 是一项开创性的技术,可以提供准确、实时的甲状旁腺图像。此外,该技术还具有不使用染料作为对比剂以及非侵入性等特点,可以有效识别和保护甲状旁腺<sup>[13-14]</sup>。2018 年 Fluobeam 影像系统(法国)和 PTeye(美国)两种自体荧光设备获得美国食品药品监督管理局批准,应用于甲状旁腺术中定位。在相对较短的时间内,NIRAF 作为一项崭新的技术,经历了重大的发展和进步并逐渐受到越来越多外科医师的关注。

## 2 甲状旁腺自体荧光显像的机制

甲状旁腺自体荧光的产生机制尚不清楚。有的研究认为该特性是由生物荧光团引起的,该荧光团是一种含有芳香族基团的荧光化合物,其分子量约为 15 000 Da,具有蛋白酶抵抗性和耐热性,可在激发后重新发光<sup>[15-16]</sup>。以前没有其他荧光峰值高于 700 nm 的生物荧光团的报道<sup>[17]</sup>。甲状腺和甲状旁腺具有相似的荧光峰值,研究人员推测这两种组织包含相同的荧光团<sup>[18-19]</sup>。然而,甲状旁腺的自体荧光强度为甲状腺组织的数倍,更深入地了解导致甲状旁腺荧光强度变化的原因是必要的。近红外荧光显微镜显示,除少量荧光来自细胞膜或细胞核之外,自体荧光主要来自甲状旁腺实质细胞的细胞质。据推测,维生素 D 受体、钙敏感受体为可能的研究靶点<sup>[20]</sup>。

## 3 自体荧光显像技术在甲状腺术中的应用

甲状旁腺功能减退是甲状腺全切除术后的常见并发症,甲状旁腺误切和(或)血管损伤是引起甲状旁腺功能减退的主要原因。因此 NIRAF 技术能否有效、可靠地提高甲状腺术中甲状旁腺的识别率,从而有效保护甲状旁腺,防止误切和损伤血管,成为甲状腺外科医师关注的重点<sup>[21-22]</sup>。

Kose 等<sup>[8]</sup>报道接受甲状腺手术的 173 例患者中,通过外科医生的专业鉴定和/或病理证实鉴定出甲状旁腺 503 例,其中 496 例(98.6%)表现出自体荧光;此外,有 162 例(32.2%)甲状旁腺在外科医生进行解剖和肉眼识别之前已经被 NIRAF 准确识别。同时该研究通过 NIRAF 技术对 550 个甲状旁腺标本成像,然后再进行病理检测,结果发现,NIRAF 的阳性预测值为 95%,阴性预测值为 99%,用于识别甲状旁腺具有较高的准确性。一项纳入 210 例患者的多中心(美国、法国和阿根廷)研究发现应用 NIRAF 探查甲状旁腺的敏感性很高,为 97%~99%<sup>[23]</sup>;并且研究还发现 77% 的患者中至少有一个甲状旁腺在解剖和肉眼识别前可以用 NIRAF 探查到。综上所述,NIRAF 探查甲状旁腺具有较高的准确性和敏感性。然而 NIRAF 技术能否通过降低术后低钙血症的发生率及术中甲状旁腺的误切率,从而实现其临床应用价值仍存在争

议。Benmiloud 等<sup>[24]</sup>报道,甲状腺术中应用 NIRAF 改善了甲状旁腺的术中识别,显著降低了术后低钙血症的发生率,NIRAF 组低钙血症的发生率为 5.2%,明显低于对照组的 20.9%,差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。随后,该作者发表了一项多中心随机对照研究,结果显示低钙血症的发生率从 22% 降至 9%。但是,一些研究认为,应用 NIRAF 并不能降低甲状腺术后低钙血症的发生率<sup>[25-27]</sup>。Papavramidis 等<sup>[27]</sup>发现 NIRAF 显著降低了甲状腺术中甲状旁腺的误切率,NIRAF 组的甲状旁腺误切率为 14.4%,而对照组为 28.9%,差异有统计学意义( $P = 0.02$ )。但是,DiMarco 等<sup>[28]</sup>报道 NIRAF 能够帮助识别被误切的甲状旁腺,利于甲状旁腺自体移植的实施,但其并没有降低甲状旁腺的误切率,NIRAF 组的误切率为 12.3%,而对照组为 10.4%,差异无统计学意义( $P = 0.08$ )。

## 4 自体荧光显像技术在甲状旁腺术中的应用

甲状旁腺是机体重要的内分泌器官,其分泌的 PTH 可以调节体内钙、磷的代谢,维持机体内环境的稳定。甲状旁腺功能亢进出现的原因是一个或多个甲状旁腺病理性合成过量的 PTH,故切除的病变甲状旁腺是治疗甲状旁腺功能亢进的主要手段,精确定位病变甲状旁腺则是手术成功的关键<sup>[29]</sup>。术中 PTH 快速测定和冷冻病理切片是目前确定病变甲状旁腺的主要方法,但这些方法有创并且耗时较长。准确、实时、无创等优点使 NIRAF 技术受到越来越多外科医师的青睐,用于原发性或继发性甲状旁腺功能亢进症手术中病变甲状旁腺的识别。

Wolf 等<sup>[30]</sup>通过对 39 例甲状旁腺功能亢进患者进行术中自体荧光检查,发现 NIRAF 技术的灵敏度在原发性和继发性甲状旁腺功能亢进中分别为 90% 和 83%,阳性预测值分别为 93% 和 100%。McWade 等<sup>[12]</sup>发现甲状旁腺疾病状态、体质指数、维生素 D 水平和血钙浓度均会影响自体荧光的信号强度,与正常甲状旁腺相比,继发性甲状旁腺功能亢进患者甲状旁腺的自体荧光信号强度较弱。Thomas 等<sup>[31]</sup>得到了相同的结论。Falco 等<sup>[9]</sup>研究发现在原发性甲状旁腺功能亢进下,甲状旁腺腺瘤的自体荧光强度高于正常甲状旁腺。然而,Kose 等<sup>[8]</sup>在相同设备和疾病的情况下,得出甲状旁腺腺瘤的荧光强度较正常甲状旁腺降低的矛盾结果。此外,一些研究认为在原发性甲状旁腺功能亢进症患者中,病变甲状旁腺的自体荧光强度与正常甲状旁腺无明显差异<sup>[15,32]</sup>。综上所述,根据甲状旁腺的自体荧光强度来区分病变和正常甲状旁腺的可行性仍待商榷,需要更多大样本、高质量的研究来证实。

## 5 自体荧光显像技术在切除标本中的应用

由于甲状旁腺体积小且颜色与脂肪组织相似,即便是经验丰富的外科医生,也可能会误切甲状旁腺。Sitges-Serra 等<sup>[33]</sup>报道甲状腺手术中甲状旁腺的误切率约为 22%。误切是甲状旁腺功能减退发生的主要原因之一,多个研究已证实正确自体移植 1~2 个被误切的甲状旁腺便能有效降低术后严重甲状旁腺功能减退的发生率<sup>[34-35]</sup>。自体荧光显像技术能否在切除标本中识别被误切的甲状旁腺,提高自体移植率,也逐渐受到甲状腺外科医生的关注。

Shinden 等<sup>[36]</sup>发现甲状旁腺的自体荧光与其有无血供无关,甲状旁腺组织在切除后的 2 h 内仍可以呈现自体荧光,并且其荧光强度明显高于其他组织,包括甲状腺、淋巴结和脂肪组织。De Leeuw 等<sup>[13]</sup>通过分析 28 个切除标本得出 NIRAF 技术的敏感性和特异性分别为 94.1% 和 80%;除此之外,还发现甲状旁腺自体荧光的信号强度在切除后 1 h 内仍保持稳定,并且不受甲醛固定液的影响。Kose 等<sup>[8]</sup>用 NIRAF 技术分析了 550 个标本,其敏感性、特异性、阳性和阴性预测值分别为 98.5%、97.2%、95.1% 和 99.1%。综上所述,NIRAF 技术能辅助识别标本中误切的甲状旁腺,然后进行自体移植,从而减少术后并发症的发生。

## 6 自体荧光显像技术的不足

尽管 NIRAF 识别切除标本中甲状旁腺组织的能力很强,但在外科医生肉眼识别之前原位发现甲状旁腺的能力却很低。Kose 等<sup>[8]</sup>研究发现仅有 33% 的甲状旁腺在甲状腺被膜解剖前被 NIRAF 准确识别。Dip 等<sup>[25]</sup>根据有无应用 NIRAF 将 170 例行甲状腺全切的患者分为实验组和对照组,研究结果发现在甲状腺被膜解剖前通过 NIRAF 技术识别的甲状旁腺平均数目与甲状腺被膜解剖后通过肉眼确定的数目相同(3.5 vs 3.6);此外,在实验组中,当白光转化为近红外光时检测到的甲状旁腺数量从 2.6 增加到 3.5( $P < 0.001$ )。甲状旁腺未显露前,NIRAF 技术探测到甲状旁腺的能力较差,表明该技术的组织穿透力较弱仅有几毫米,当甲状旁腺被其他结缔组织或脂肪覆盖时,自体荧光信号的传递或收集会受到巨大的影响<sup>[37]</sup>。因此 NIRAF 在组织穿透力方面需要进一步完善。NIRAF 技术的另一弊端是不能协助判断甲状旁腺血供是否受损。甲状旁腺血运受损是引起甲状旁腺功能减退的主要原因之一,因此甲状腺或甲状旁腺术中正确评估其血运状态,对指导是否需要进行甲状旁腺自体移植至关重要。目前主要通过观察甲状旁腺的颜色变化来判断其血供,但是这种方法主观性较强。此外,还有研究通过吲哚菁绿血管造影来评估甲状旁腺的血液供应<sup>[38]</sup>。然而,能否将

NIRAF 与吲哚菁绿血管造影结合来评估甲状旁腺的血供尚不清楚。

## 7 小结与展望

甲状腺或甲状旁腺术中应用 NIRAF 技术探查甲状旁腺具有较高的准确性和敏感性,并且能辅助识别标本中误切的甲状旁腺。但在甲状腺被膜解剖前,NIRAF 技术探测甲状旁腺的能力较差,说明 NIRAF 技术不能替代术中外科医生的精细解剖。此外,NIRAF 技术不能协助判断甲状旁腺的血供是否受损,并且根据甲状旁腺自体荧光强度来区分病变和正常甲状旁腺的可行性仍待商榷。综上所述,NIRAF 是一项开创性的技术,可以提供准确、实时的甲状旁腺图像,应用此技术探查甲状旁腺将成为内分泌外科手术的核心趋势。但同其他创新性技术一样,NIRAF 技术在得到大多数外科医师认可之前,需要经历一系列的改革与完善,才能更好地应用于临床。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Wang J, Yu F, Shang Y, et al. Thyroid cancer: incidence and mortality trends in China, 2005-2015 [J]. *Endocrine*, 2020, 68(1): 163-173.
- [2] Miranda-Filho A, Lortet-Tieulent J, Bray F, et al. Thyroid cancer incidence trends by histology in 25 countries: a population-based study [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2021, 9(4): 225-234.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 甲状腺癌诊疗规范(2018年版)[J]. *中华普通外科学文献(电子版)*, 2019, 13(1): 1-15.
- [4] 张颖超,伍波,樊友本. 术中甲状旁腺光学定位与活性判断在甲状腺和甲状旁腺外科的应用前景[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2020, 14(5): 432-435.
- [5] Kim SW, Lee HS, Ahn YC, et al. Near-Infrared Autofluorescence Image-Guided Parathyroid Gland Mapping in Thyroidectomy [J]. *J Am Coll Surg*, 2018, 226(2): 165-172.
- [6] Zaidi N, Bucak E, Yazici P, et al. The feasibility of indocyanine green fluorescence imaging for identifying and assessing the perfusion of parathyroid glands during total thyroidectomy [J]. *J Surg Oncol*, 2016, 113(7): 775-778.
- [7] Zou X, Shi L, Zhu G, et al. Fine-needle aspiration with rapid parathyroid hormone assay to identify parathyroid gland in thyroidectomy [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(16): e19840.
- [8] Kose E, Rudin AV, Kahramangil B, et al. Autofluorescence imaging of parathyroid glands: An assessment of potential indications [J]. *Surgery*, 2020, 167(1): 173-179.
- [9] Falco J, Dip F, Quadri P, et al. Increased identification of parathyroid glands using near infrared light during thyroid and parathyroid surgery [J]. *Surg Endosc*,



- 2017,31(9):3737-3742.
- [10] Das K, Stone N, Kendall C, et al. Raman spectroscopy of parathyroid tissue pathology[J]. *Lasers Med Sci*, 2006, 21(4):192-197.
- [11] Paras C, Keller M, White L, et al. Near-infrared autofluorescence for the detection of parathyroid glands[J]. *J Biomed Opt*, 2011, 16(6):067012.
- [12] McWade MA, Paras C, White LM, et al. Label-free intraoperative parathyroid localization with near-infrared autofluorescence imaging[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014, 99(12):4574-4580.
- [13] De Leeuw F, Breuskin I, Abbaci M, et al. Intraoperative Near-infrared Imaging for Parathyroid Gland Identification by Auto-fluorescence: A Feasibility Study[J]. *World J Surg*, 2016, 40(9):2131-2138.
- [14] Ladurner R, Sommerer S, Arabi NA, et al. Intraoperative near-infrared autofluorescence imaging of parathyroid glands[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(8):3140-3145.
- [15] Ladurner R, Al Arabi N, Guendogar U, et al. Near-infrared autofluorescence imaging to detect parathyroid glands in thyroid surgery[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2018, 100(1):33-36.
- [16] Martynov VI, Pakhomov AA, Popova NV, et al. Synthetic Fluorophores for Visualizing Biomolecules in Living Systems[J]. *Acta Naturae*, 2016, 8(4):33-46.
- [17] Solórzano CC, Thomas G, Baregamian N, et al. Detecting the Near Infrared Autofluorescence of the Human Parathyroid: Hype or Opportunity? [J]. *Ann Surg*, 2020, 272(6):973-985.
- [18] Di Marco AN, Palazzo FF. Near-infrared autofluorescence in thyroid and parathyroid surgery[J]. *Gland Surg*, 2020, 9(Suppl 2):S136-S146.
- [19] Liu J, Wang X, Wang R, et al. Near-infrared autofluorescence spectroscopy combining with Fisher's linear discriminant analysis improves intraoperative real-time identification of normal parathyroid in thyroidectomy[J]. *BMC Surg*, 2020, 20(1):4.
- [20] Moore EC, Rudin A, Alameh A, et al. Near-infrared imaging in re-operative parathyroid surgery: first description of autofluorescence from cryopreserved parathyroid glands[J]. *Gland Surg*, 2019, 8(3):283-286.
- [21] Alesina PF, Meier B, Hinrichs J, et al. Enhanced visualization of parathyroid glands during video-assisted neck surgery[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2018, 403(3):395-401.
- [22] Solórzano CC, Thomas G, Berber E, et al. Current state of intraoperative use of near infrared fluorescence for parathyroid identification and preservation[J]. *Surgery*, 2021, 169(4):868-878.
- [23] Kahramangil B, Dip F, Benmiloud F, et al. Detection of Parathyroid Autofluorescence Using Near-Infrared Imaging: A Multicenter Analysis of Concordance Between Different Surgeons[J]. *Ann Surg Oncol*, 2018, 25(4):957-962.
- [24] Benmiloud F, Rebaudet S, Varoquaux A, et al. Impact of autofluorescence-based identification of parathyroids during total thyroidectomy on postoperative hypocalcemia: a before and after controlled study[J]. *Surgery*, 2018, 163(1):23-30.
- [25] Dip F, Falco J, Verna S, et al. Randomized Controlled Trial Comparing White Light with Near-Infrared Autofluorescence for Parathyroid Gland Identification During Total Thyroidectomy[J]. *J Am Coll Surg*, 2019, 228(5):744-751.
- [26] Kim YS, Erten O, Kahramangil B, et al. The impact of near infrared fluorescence imaging on parathyroid function after total thyroidectomy[J]. *J Surg Oncol*, 2020, 122(5):973-979.
- [27] Papavramidis TS, Chorti A, Tzikos G, et al. The effect of intraoperative autofluorescence monitoring on unintentional parathyroid gland excision rates and postoperative PTH concentrations-a single-blind randomized-controlled trial[J]. *Endocrine*, 2021, 72(2):546-552.
- [28] DiMarco A, Chotalia R, Bloxham R, et al. Does fluoroscopy prevent inadvertent parathyroidectomy in thyroid surgery? [J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2019, 101(7):508-513.
- [29] 崔铭, 王鸥, 廖泉. 原发性甲状旁腺功能亢进症诊断及手术治疗进展[J]. *协和医学杂志*, 2020, 11(4):395-401.
- [30] Wolf HW, Grumbeck B, Runkel N. Intraoperative verification of parathyroid glands in primary and secondary hyperparathyroidism using near-infrared autofluorescence(IOPA)[J]. *Updates Surg*, 2019, 71(3):579-585.
- [31] Thomas G, McWade MA, Paras C, et al. Developing a Clinical Prototype to Guide Surgeons for Intraoperative Label-Free Identification of Parathyroid Glands in Real Time[J]. *Thyroid*, 2018, 28(11):1517-1531.
- [32] Squires MH, Jarvis R, Shirley LA, et al. Intraoperative Parathyroid Autofluorescence Detection in Patients with Primary Hyperparathyroidism[J]. *Ann Surg Oncol*, 2019, 26(4):1142-1148.
- [33] Sitges-Serra A, Ruiz S, Girvent M, et al. Outcome of protracted hypoparathyroidism after total thyroidectomy[J]. *Br J Surg*, 2010, 97(11):1687-1695.
- [34] Su A, Gong Y, Wu W, et al. Effect of autotransplantation of a parathyroid gland on hypoparathyroidism after total thyroidectomy[J]. *Endocr Connect*, 2018, 7(2):286-294.
- [35] Sung TY, Lee YM, Yoon JH, et al. Importance of the intraoperative appearance of preserved parathyroid glands after total thyroidectomy[J]. *Surg Today*, 2016, 46(3):356-362.

# 鼻黏膜温度变化与鼻气流感知之间的相关性研究进展\*

高翔<sup>1</sup> 武骏<sup>1</sup> 魏洪政<sup>1</sup> 徐文<sup>1</sup> 韩德民<sup>1</sup>

**[摘要]** 关于鼻气流感知的机制仍知之甚少,目前认为产生鼻腔通畅感的主要机制是激活鼻黏膜温度感受器瞬态受体电位 M 型家族成员 8。计算流体力学研究表明,鼻腔增加的热流量与患者主观气流感知相关。同样,使用温度探头对鼻腔进行的物理测量显示较低的鼻黏膜温度与更好的气流感知之间存在相关性。三叉神经功能检测也间接证实了这一点。本研究旨在综述鼻黏膜温度变化在鼻腔通畅感知中的作用及其量化方法。

**[关键词]** 鼻气流感知;黏膜冷却;瞬态受体电位 M 型家族成员 8;三叉神经

**DOI:**10.13201/j.issn.2096-7993.2022.05.017

**[中图分类号]** R765 **[文献标志码]** A

## Correlation between nasal mucosal temperature change and nasal airflow perception

GAO Xiang WU Jun WEI Hongzheng XU Wen HAN Demin

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Beijing Tongren Hospital and Key Laboratory of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Ministry of Education, Capital Medical University, Beijing, 100730, China)

Corresponding author: HAN Demin, E-mail: enthandm@126.com

**Summary** The mechanism of nasal airflow perception remains little known. It is currently believed that the main mechanism for perceiving nasal patency is to activate transient receptor potential melastatin subtype 8. Computer fluent dynamics show that increased airflow and heat flux are associated with higher subjective scores. Similarly, physical measurements of the nasal cavity using a temperature probe show a correlation between the lower nasal mucosa temperature and better results. Trigeminal function detection also indirectly confirms this. This literature review aimed to explore the role of nasal mucosal temperature change in the subjective perception of nasal patency and the secondary aim was to appraise the relevant evidence about the mechanism.

**Key words** nasal flow perception; mucosal cooling; transient receptor potential melastatin subtype 8; trigeminal nerve

鼻塞是指患者对鼻气流减少的主观感受。其对人们的生活质量造成严重困扰,据估计,它可能会影响 30%~40% 的人群<sup>[1]</sup>。气流通过鼻部受阻会导致鼻塞,这些情况可能继发于静态或动态解剖限制、黏膜变化或两者的组合。常见的解剖学原因包括鼻中隔偏曲(静态)、下鼻甲肥大(动态)和鼻瓣塌陷(动态),而常见的黏膜原因包括变应性鼻炎和

慢性鼻窦炎<sup>[2]</sup>。目前治疗方法主要是通过药物干预以减轻炎症状态或手术矫正解剖的因素,用以消除患者的鼻塞症状。当前研究最常使用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)和鼻塞症状评估量表(nasal obstruction symptom estimation, NOSE)量化患者对鼻塞程度的主观感觉<sup>[3]</sup>,而鼻塞的客观测量包括鼻阻力测压(rhinomanometry)<sup>[4]</sup>、鼻声反射测量(acoustic rhinometry)<sup>[5]</sup>和峰值鼻流量(nasal peak flow)<sup>[6]</sup>等。其中鼻测压法测量鼻气流阻力、流量和压力,鼻声反射计算鼻腔不同点的横截面积。

\*基金项目:国家自然科学基金(No:81970866)

<sup>1</sup>首都医科大学附属北京同仁医院耳鼻咽喉头颈外科 耳鼻咽喉头颈科学教育部重点实验室(首都医科大学)(北京,100730)

通信作者:韩德民, E-mail: enthandm@126.com

[36] Shinden Y, Nakajo A, Arima H, et al. Intraoperative Identification of the Parathyroid Gland with a Fluorescence Detection System[J]. World J Surg, 2017, 41(6):1506-1512.

[37] 吴超杰, 乔高昂, 笄东祝, 等. 甲状腺术中甲状旁腺识别技术的转化研究进展[J]. 中华普通外科学文献(电

子版), 2020, 14(1):68-71.

[38] Rudin AV, McKenzie TJ, Thompson GB, et al. Evaluation of Parathyroid Glands with Indocyanine Green Fluorescence Angiography After Thyroidectomy[J]. World J Surg, 2019, 43(6):1538-1543.

(收稿日期:2021-04-17)

**引用本文:**高翔,武骏,魏洪政,等.鼻黏膜温度变化与鼻气流感知之间的相关性研究进展[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2022,36(5):401-406. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.05.017.