



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.013
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.013
Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(5):611-617.

· 文献综述 ·

甲状腺围手术期甲状旁腺素监测的临床应用及进展

谭洁, 边学海

(吉林大学中日联谊医院 甲状腺外科 / 吉林省外科转化医学重点实验室 / 吉林省甲状腺疾病防治工程实验室, 吉林 长春 130033)

摘要

尽管外科手术技术已取得巨大进步,但甲状旁腺功能减退仍是甲状腺全切除术后最常见的并发症之一,无论是术后短暂性还是永久性甲状旁腺功能减退均可导致严重的低钙血症,影响患者生活质量。因此,甲状腺术后低钙血症早期诊断及预测临床意义重大。因甲状旁腺素(PTH)由甲状旁腺直接分泌且凭其半衰期短的特征,临床上 PTH 既能实时反映甲状旁腺功能,又能体现术中 PTH 快速检查的意义。甲状腺围手术期 PTH 的监测应用于临床,具有实用性、有效性和经济性的优势。然而,对于甲状腺围手术期 PTH 监测的临床实际应用意义目前亦存在一些争议和问题,仍需要大宗病例前瞻性研究来确认。总之,围手术期 PTH 的监测有利于早期发现及预测低钙血症发生,优化临床管理策略和方法,合理指导术后补钙方案。笔者对围手术期 PTH 监测的方法和意义进行综述。

关键词

甲状腺切除术 / 并发症; 甲状旁腺功能减退症; 甲状旁腺素; 围手术期; 综述文献
中图分类号: R653

Clinical application and progress of parathyroid hormone monitoring in perioperative period of thyroid surgery

TAN Jie, BIAN Xuehai

(Department of Thyroid Surgery, China-Japan Union Hospital of Jilin University/Jilin Provincial Key Laboratory of Surgical Translational Medicine, Changchun 130033, China)

Abstract

Despite the great progress in surgical techniques, hypoparathyroidism is still one of the most common complications after total thyroidectomy. Either transient or permanent hypoparathyroidism after operation can cause severe hypocalcemia and affect the patient's quality of life. Therefore, early diagnosis and prediction of hypocalcemia after thyroid surgery are of great clinical significance. Because parathyroid hormone (PTH) is secreted directly by the parathyroid glands, plus its short half-life, PTH can not only reflect the function of the parathyroid glands in real time, but also reflect the significance of rapid intraoperative PTH testing. Perioperative PTH monitoring for thyroid surgery has the advantages of practicability, effectiveness and economic efficiency in clinical practice. However, there are still some controversies and problems about the actual significance of clinical application of PTH monitoring during perioperative period of thyroid surgery at present, which needs to be verified by prospective studies of a large sample size. In conclusion, perioperative PTH monitoring may be helpful for early detection and prediction of the occurrence of hypocalcemia, optimization of clinical management

收稿日期: 2019-08-02; 修订日期: 2020-04-12。

作者简介: 谭洁, 吉林大学中日联谊医院硕士研究生, 主要从事甲状腺外科疾病方面的研究。

通信作者: 边学海, Email: bianxh@jlu.edu.cn

strategies and methods, and appropriately guiding the postoperative calcium supplementation regimen. Here, the author addresses the methods and significance of perioperative PTH monitoring.

Key words

Thyroidectomy/compl; Hypoparathyroidism; Parathyroid Hormone; Perioperative Period; Review

CLC number: R653

甲状旁腺损伤是甲状腺手术重要的并发症之一，术中外科操作可能导致甲状旁腺创伤、局部缺血、血运重建，出现甲状旁腺功能减退和低钙血症，此种情况通常为暂时性，文献^[1-2]报道甲状腺术后暂时性甲状旁腺功能减退发生率高达38%~54%，永久性甲状旁腺功能减退发生率为0.5%~2%。甲状旁腺功能减退成人术后低血钙的报告发病率为19%~38%，中位数约为27%，但永久性甲状旁腺功能减退或低钙血症一旦出现，严重影响患者的生活质量^[3]。甲状旁腺功能的保护成为甲状腺手术的重点。甲状旁腺功能的完整性体现在所分泌的甲状旁腺素（PTH）的水平及作用。围手术期如何评判甲状旁腺功能呢？PTH检查成为直接、准确有效、方便经济的方法^[4-7]。2018版国内《甲状腺围手术期甲状旁腺功能保护指南》^[8]（以下简称“指南”）着重强调了PTH的重要作用，并已在很多方面做出详尽的指导。本文针对国内外PTH的应用原则、方法及评估意义进行综述和展望，旨在提高对甲状腺围手术期PTH监控、指导价值的认识，避免发生术后永久性低钙血症。

1 PTH 的生物学特性

PTH是甲状旁腺主细胞分泌的碱性单链多肽类激素，含84个氨基酸，在人钙磷代谢中起至关重要的作用。PTH在不同的位点将其拆分，以4种存在形式分布于血液中：(1) iPTH（1~84）；(2) C-PTH（1~34）；(3) N-PTH（54~84）；(4) 中间段PTH（44~68、39~48、28~54等）。目前临床常用电化学免疫发光分析法和放射免疫法检查血清iPTH，前者适用于肾功能不全患者，后者更适用于非肾功能不全患者^[9]。iPTH血浆半衰期仅为3~5 min，主要在肝内裂解为无活性的片段，经肾脏排出^[10]。甲状旁腺切除10 min后，血清iPTH较术前或切除前最高水平下降50%或以上提示手术治愈，并可预测术后血钙水平，体现了PTH临床应用指导意义，即目前被广大学者认可的治疗甲状旁腺病变的Miami标准^[9-11]。因PTH由甲状旁腺直接

分泌且凭其半衰期短的特征，临床上PTH既能实时反映甲状旁腺功能，又能体现术中PTH快速检查的意义。

2 甲状腺围手术期 PTH 监测的应用

2.1 术前 PTH 检查的临床意义

根据术前PTH检查结果可对甲状旁腺功能进行初步判断，为制定手术方案提供参考。在甲状腺围手术期，术前与术后PTH相结合可评估手术操作过程对甲状旁腺功能的影响程度。章佳波等^[11]发现随着手术范围的逐步扩大，为避免术后低PTH的发生，术前PTH的基础值所需水平逐步增高。提示要根据患者的病情并结合术前PTH的水平制定甲状腺手术方案，如患者术前PTH的基础水平低，可以考虑适当减小手术范围^[11]。“指南”^[8]推荐新增：甲状腺术前检查血清PTH及钙水平，有利于评估手术风险及制定合理的手术方案，且有助于发现意外甲状旁腺腺瘤及多发性内分泌腺瘤病（multiple endocrine neoplasia, MEN）。“指南”的推荐对术前检查PTH的重要临床意义更加凸显。

甲状腺手术前PTH水平轻度升高需考虑是否存在维生素D缺乏^[8]。若1, 25-二羟维生素D正常且PTH升高的患者，需结合颈部超声具体分析，必要时加用甲状旁腺显像、24 h尿钙测定、骨密度测定进一步确认患者是否存在无症状原发性甲状旁腺功能亢进。赵婉君等^[12]报道：对于术前PTH及血钙轻度升高的患者，可忽略颈部超声、甲状旁腺显像检查，但为降低相同手术区域再次手术的几率，术者应仔细探查术野，尽力将甲状腺及甲状旁腺的问题一并解决。甲状腺术中同样需要提高对意外性甲状旁腺腺瘤的辨认能力，但目前缺乏明确的管理指南。

2.2 术中 PTH 检查的临床应用进展

术中PTH检查是利用PTH的半衰期短的特点，在甲状腺、中央区淋巴结清扫手术期间或术后不久采集血液标本进行快速PTH检查，实时监测PTH变化，从而在以下3个环节中发挥其作用：正确识

别甲状旁腺、术中精细化被膜操作、补救性甲状旁腺自体移植^[4]。并通过术中PTH下降率预测可能造成的甲状旁腺损伤,用以优化术式或术后管理策略。术中一般采用电化学免疫发光分析法检查iPTH,该结果与常规的PTH检查浓度几乎有相同的参考区间,表明一般人群之间的水平相似,无明显差异^[9]。近年新研发的胶体金免疫试纸法可用于术中快速确定甲状旁腺组织,从而缩短甲状旁腺离体时间,保证移植的甲状旁腺质量,为术中PTH的检查方法开拓了新思路,此方法被“指南”作为推荐条款^[8]。

2.2.1 正确识别甲状旁腺 正确识别甲状旁腺为腺体保护的首要环节,现如今各种甲状旁腺鉴别新技术日新月异,其中包括炭纳米颗粒悬浮液负显像、亚甲蓝染色法、近红外线甲状旁腺显像、伽马探针鉴定等技术等^[7,13],但是,这些方法仍处于实验阶段或尚未准备好在临床实践中广泛使用。目前术中确定甲状旁腺最可靠的方法就是冷冻病理检查,但综合考虑此技术易致功能性腺体数量减少,且术中等待耗时长,专业水平要求高,相较于此,术中PTH洗脱液技术凭借其速度快、准确率高等特点展现出更多的优势,主要包括:术中外周血PTH监测、术中组织洗脱液PTH检测、术中免疫胶体金法PTH检测,更广泛的用以临床中正确识别甲状旁腺^[9]。Bian等^[13]通过对术中疑似甲状旁腺组织进行细针穿刺(fine needle aspiration, FNA)抽吸组织后制成洗脱液,研究结果提示甲状旁腺组织的洗脱液PTH中位值为3369 pg/mL,显著高于非甲状旁腺组织洗脱液PTH中位值25.7 pg/mL ($P<0.001$),术中PTH洗脱液检查可有效区分甲状旁腺组织和非甲状旁腺组织。该方法可靠、准确,在术中辨认甲状旁腺组织时和冷冻切片检查具有同样的准确性,有效的保护了术中难以识别的甲状旁腺,提高了低手术容量医生对甲状旁腺的识别能力^[14]。近年新研发的胶体金免疫试纸法就是术中PTH洗脱液检查的简化模式,6 min能够得到稳定的半定量PTH值^[15],可用于术中快速确定甲状旁腺组织,从而缩短甲状旁腺离体时间,保证移植的甲状旁腺质量,为术中PTH的检查方法开拓了新思路,此方法被“指南”作为推荐等级为C^[8]。胶体金免疫试纸法由于术中PTH洗脱液检查研究病例数量较少及洗脱液取材方法不一致,该方法尚不能作为一种已完备的检查方法^[8]。

2.2.2 保护甲状旁腺功能 手术期间保护甲状

旁腺是预防甲状旁腺功能减退的最有效方法,为此,准确定量PTH是关键^[14]。甲状腺手术中越来越强调甲状旁腺的功能保护,具有功能性甲状旁腺组织的减少会降低甲状腺切除术后PTH的浓度,甲状腺全切除术后保留的甲状旁腺数量是维持术后即刻钙稳态的关键^[16-19]。术中PTH检查可对甲状腺全切患者的甲状旁腺功能进行实时监控,可提示我们术中是否存在误切甲状旁腺?甲状旁腺血供是否受到影响?是否需要行甲状旁腺自体移植术? Julián等^[20]通过对70例甲状腺全切患者在术后24 h内进行PTH、血钙水平的监测,分析发现PTH由术前(39.2 ± 18.7) pg/mL降至(19.2 ± 11.2) pg/mL,血钙由术前(2.27 ± 0.097) mmol/L降至(2.04 ± 0.12) mmol/L;出现低钙血症44例(44/70, 62.9%),其中出现低钙症状12例(12/44, 27.3%);PTH<15 pg/mL 27例(27/70, 38.6%),其中出现症状12例(12/27, 44.4%)。充分说明了术中PTH与甲状旁腺功能的相关性。Sasson等^[21]通过对141例甲状腺手术患者研究证实颈部中央组淋巴结清扫会显著增加甲状旁腺误切的风险,甲状旁腺误切在术后更可能出现生化及症状性低钙血症^[22]。甲状腺全切除联合中央组淋巴结清扫术后的术中PTH较仅行甲状腺全切除后术中PTH显著下降时,会提示清扫术中极有可能存在误切的甲状旁腺,需要检查标本,进行甲状旁腺移植。Di Fabio等^[23]认为术中PTH检查是一种客观的方法,可补充医生术中对甲状旁腺功能的判断,如果出现术中PTH下降75%~80%,则建议行甲状旁腺自体移植。Algarni等^[24]提出在术中PTH指导下,医生需采取尽可能预防术后甲状旁腺功能减退的策略,包括特定患者术式的选择,甲状旁腺血供的保护等^[10]。综上所述,术中PTH对防止甲状旁腺的误切及保护性的术式选择起到指导作用。

2.2.3 预测术后甲状旁腺功能减退 常规的PTH检查耗时较长,为了高效评估甲状旁腺功能,即刻制定相应的围手术期管理计划,目前更多学者用术中PTH检查结果预测甲状腺切除术后发生低钙血症的风险,当PTH水平较低并伴有低钙血症时,可能会出现甲状旁腺功能减退^[8]。Stepansky等^[25-26]研究发现,甲状腺手术中将标本切除10 min后进行PTH检测对术后低钙血症的预测价值要明显优于术后再行血钙监测。PTH在甲状旁腺存在误切或误伤时变化迅速,术中PTH检测可以提前预测

甲状腺功能减退程度,联合术后PTH、钙磷监测可尽早识别甲状旁腺功能减退^[27]。(1)关于术中PTH检查时间,文献^[10]报道从甲状腺全切除后10 min至24 h不等。Grodski等^[28]指出甲状腺切除术后4~6 h血清PTH浓度的下降程度是预测术后低钙血症最重要的因素。Filho等^[29]按术后4 h (iPTH4h)和术后第1天 (iPTH1st)早晨测量iPTH两个时间点分组,结果显示两组得到的PTH值对预测术后低血钙具有相同的准确性,术后4 h的PTH值是预测术后低血钙症的最佳临界点,敏感度为86.9%,特异度为94.2%,阳性预测值为83.3%,阴性预测值为95.6%。Chang等^[30]以研究甲状腺全切除术后通过iPTH水平预测低钙血症的最佳早期时间点为目的分别分析了术后10 min及1、4、12、24 h对应iPTH的ROC曲线,在各个时间点中,术后4 h最适合iPTH测量以预测甲状腺全切除术后低钙血症。Košec等^[31]通过数据分析发现,全甲状腺切除术联合清扫的老年患者在术后1 d和5 d都有低钙血症的风险(分别为 $P=0.003$ 和 $P=0.025$),术后1 h和术后1 d的PTH水平较低的该组患者在术后1 d和5 d发生低钙血症的机会更大($P<0.0001$)。(2)关于术中PTH下降程度,Asari等^[32-33]均指出甲状腺全切除术后24 h内 $PTH<10$ pg/mL可预测低钙血症,准确率超过90%。Julián等^[20]认为术后24 h内 $PTH>5.8$ pg/mL提示远期的甲状旁腺功能会恢复正常; $PTH<5.8$ pg/mL可识别出术后需要密切监测的高危甲状旁腺功能减退患者,但不足以准确预测永久性甲状旁腺功能减退的发生。André等^[34]研究得出结论:PTH水平 >15 pg/mL可以确保避免发生严重的低钙血症。Hermann等^[35]对402例甲状腺手术患者研究分析也得出了类似的结论,术后3 h的 $PTH<6$ pg/mL,预测永久性甲状旁腺功能减退的阳性预测率为15.4%,阴性预测率为100%。术后急性低钙血症不能特异地预测永久性甲状旁腺功能减退的发生,PTH诊断准确率明显优于血钙^[36]。Chang等^[30]指出:当术后4 h的 $iPTH<3.75$ pg/mL可以预示术后发生甲状旁腺功能减退可能性大, $iPTH\geq 2.48$ pg/mL可排除永久性低钙血症。Fabio等^[23]研究中ROC曲线分析得出:当术中PTH下降75.7%作为预测术后低钙血症的截断值时,准确率最高(91.4%),并指出甲状腺全切除术中PTH的快速检查是确定术后甲状旁腺功能减退的低危患者和能否早期安全出院的

有效手段。Yasin等^[37]最新研究发现:PTH下降率高于77.5%时,低钙血症发生率高;PTH下降率不到21.5%时,术后患者血钙正常。美国甲状腺协会(ATA)认为目前术中PTH预测甲状腺切除术后短暂性和永久性甲状旁腺功能减退的作用尚不确定,需要进一步探讨^[10]。因目前缺乏统一的PTH临界值,仅PTH尚不能准确预测术后临床相关的低血钙症。

2.2.4 指导术后补钙 术后早期PTH水平较低是甲状腺切除术后发生低钙血症风险高的可靠指标,在术后PTH水平的基础上制定钙或维生素D替代治疗方案^[20, 28]。ATA^[10]认为成年人甲状腺切除术后20 min检查 $PTH>15$ pg/mL,不需要强调血钙监测和/或补充钙; $PTH<15$ pg/mL提示急性低钙血症的风险增加,需要血钙监测及连续口服钙^[38]。Walker Harris等^[39]提出应将术后血钙维持在较低的正常值范围内进行管理,可促进甲状旁腺功能的恢复;但多方的数据恰恰相反,术中PTH较低的患者建议积极补钙治疗,甲状旁腺功能恢复的机会越大^[18, 28]。周广起等^[26]常规监测167例分化型甲状腺癌患者手术前后PTH、血钙等指标,经研究得出:术后低钙血症组患者均发生不同程度的PTH水平降低,且与正常血钙组相比,PTH降低显著,故甲状腺术后低钙血症发生的重要原因之一是甲状旁腺损伤导致的术后PTH分泌异常,并认为预防性补充钙剂应作为术后常规处理。Sitges-Serra等^[18]发现甲状旁腺功能最终恢复的患者在出院时补充钙剂和骨化三醇的剂量高于发展为永久性甲状旁腺功能减退患者的剂量。笔者也支持术中PTH下降显著的患者应早期补充钙剂。Reeve等^[16]推荐:当术后24 h测定血钙 <2 mmol/L开始治疗;血钙在1.87~1.97 mmol/L,补充钙1.5~3.0 g/d。血钙1.87 mmol/L,需添加骨化三醇0.25~1.0 μg/d。于成人而言,甲状腺全切除术后4h的PTH水平 ≥ 10 pg/mL,可准确识别不需要补钙或监测血清钙水平的患者,如果认为是安全的,可以根据4 h的PTH水平补充或不补充钙;对于4 h的 $PTH<6$ pg/mL患者,可考虑适当补充骨化三醇^[40]。Overman等^[41]通过实验室绘图监测儿童术后低钙血症研究得出结论:对于甲状腺全切除儿童患者,术后4 h血清PTH水平可以帮助确定儿童甲状腺全切除术患者是否需要补钙,从而减少不必要的补钙。目前国内对甲状腺术后补钙尚无明确的指导标准,但常规使用钙剂可以减少甲状腺切除术后患者

低钙血症的发生。因此,补钙对于甲状旁腺功能恢复的重大意义,术中PTH过低者,为防止低钙血症的症状出现及促进甲状旁腺功能恢复应早期给予预防性补钙。

2.3 术后PTH检查的临床应用进展

术后PTH检查可用于甲状腺切除术后发生低钙血症的早期风险分层^[23]。Algarni等^[24]的研究证实甲状腺切除术后可应用PTH水平预测低钙血症,并可通过PTH水平进行早期危险分层,但目前对于低钙血症具体的危险分层尚缺乏统一标准。术后PTH水平可初步判断是否发生永久性甲状旁腺功能减退及评估甲状旁腺功能的恢复。Sitges-Serra等^[18]指出甲状腺切除术后经补钙治疗1个月且PTH<13 pg/mL即被定义为持续性甲状旁腺功能减退,而影响术后低钙血症发展变量的危险因素和长期结果尚不明确。Ohman等^[42]提出对于术中行甲状旁腺自体移植的患者,术后随访中应重点关注PTH的检查结果,从而对甲状旁腺功能的恢复情况进行评估。但关于术后PTH检查对预测永久性甲状旁腺功能减退的作用,目前尚无共识^[20]。Jiang等^[3]在近期研究中提出术后PTH对儿童甲状腺切除术后临床低钙血症的风险分层和指导钙替代的时机亦很有价值,由于可能发生迟发性低血钙,应对儿科患者进行至少12~24 h的监测。“指南”B级推荐^[8],甲状腺手术后应监测血清PTH及钙水平,判断是否存在甲状旁腺功能减退及低钙血症,指导补钙。有学者^[20]提出,术后PTH检查结果是评估甲状腺切除术后患者随访和长期补充钙剂和(或)维生素D指证的有效工具,建议将其纳入临床实践。甲状腺术后患者随访过程中,术后监测PTH是不可或缺的指标,但目前对于随访时间尚无一致标准。

3 PTH监测的临床应用问题及展望

PTH监测在甲状腺围手术期临床实际应用意义重大,但目前亦存在一些争议和问题,需要大宗病例前瞻性研究。(1)在甲状腺围手术期缺乏明确的PTH应用策略,如何个体化选择经济、实用的检查方法和时机成为难题。(2)适合术中PTH采集时间不确定,目前研究提示甲状腺全切除后PTH采集时间10 min至24 h,跨度较大。(3)多个学者提出了术中PTH下降程度对于甲状旁腺功能状态的评判,但对PTH下降安全范围,无论是下降的绝

对值还是下降率的cut-off值尚无公认的确切标准。(4)对于术后PTH恢复安全范围的cut-off值亦未达成共识。(5)甲状旁腺自体移植早期会导致PTH的下降,也是早期预测术后低钙血症的一个危险因素;随着移植存活,PTH恢复和低钙血症纠正尚没有大宗病例研究,因此甲状腺术中甲状旁腺自体移植对于远期甲状旁腺功能的益处尚存在争议^[21],这也可能成为未来的研究方向。

参考文献

- [1] 章佳波,郭宇,盛贤能,等.术前PTH值对甲状腺不同术式后甲状旁腺功能减退的预测[J].中国卫生检验杂志,2019,29(11):1324-1327.
Zhang JB, Guo Y, Sheng XN, et al. Significance of preoperative parathyroid hormone levels in predicting hypoparathyroidism following different ways of thyroid surgery[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2019, 29(11):1324-1327.
- [2] Costanzo M, Marziani A, Condorelli F et al. Post-thyroidectomy Hypocalcemic Syndrome: Predictive Value of Early PTH. Preliminary Results[J]. Ann Ital Chir, 2010, 81(4):301-305.
- [3] Jiang W, Lee E, Newfield RS. The Utility of Intact Parathyroid Hormone Level in Managing Hypocalcemia After Thyroidectomy in Children[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2019, 125:153-158. doi:10.1016/j.ijporl.2019.07.006.
- [4] 邹贤,朱国华,朱利国,等.穿刺洗脱液的甲状旁腺激素检测在甲状腺术中鉴别甲状旁腺的应用[J].中国普通外科杂志,2018,27(11):1446-1451. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2018.11.012.
Zou X, Zhu GH, Zhu LG, et al. Application of parathyroid hormone assay in washing liquid of aspirated tissues for identification of parathyroid gland in thyroidectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2018, 27(11):1446-1451. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2018.11.012.
- [5] 邹贤,周彬,朱国华,等.甲状旁腺鉴定系统在甲状腺手术中快速鉴定甲状旁腺的临床价值[J].中国普通外科杂志,2019,28(5):537-542. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.05.004.
Zou X, Zhou B, Zhu GH, et al. Clinical value of parathyroid gland identification system for rapid identification of parathyroid gland in thyroid surgery[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2019, 28(5):537-542. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.05.004.
- [6] 杨周,黄仁宏,余伟平,等.术中甲状旁腺定位技术研究进展[J].中国普通外科杂志,2019,28(5):612-617. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.05.014.
Yang Z, Huang RH, Yu WP, et al. Intraoperative parathyroid localization techniques: recent progress[J]. Chinese Journal

- of General Surgery, 2019, 28(5):612–617. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.05.014.
- [7] 张峻嘉, 边学海. 甲状旁腺术中识别方法的进展与探讨[J]. 中国普通外科杂志, 2018, 27(5):629–634. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2018.05.016.
- Zhang JJ, Bian XH. Progress and discussion of methods for intraoperative identification of parathyroid glands[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2018, 27(5):629–634. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2018.05.016.
- [8] 朱精强, 田文, 苏安平. 甲状腺围手术期甲状旁腺功能保护指南(2018版)[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(10):1108–1113. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.10.03.
- Zhu JQ, Tian W, Su AP. Guidelines for the protection of parathyroid function during thyroid surgery (2018 version)[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2018, 38(10):1108–1113. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.10.03.
- [9] Einbinder Y, Benchetrit S, Golan E, et al. Comparison of Intact PTH and Bio-Intact PTH Assays Among Non-Dialysis Dependent Chronic Kidney Disease Patients[J]. Ann Lab Med, 2017, 37(5):381–387. doi: 10.3343/alm.2017.37.5.381.
- [10] Orloff LA, Wiseman SM, Bernet VJ, et al. American Thyroid Association Statement on Postoperative Hypoparathyroidism: Diagnosis, Prevention, and Management in Adults[J]. Thyroid, 2018, 28(7):830–841. doi: 10.1089/thy.2017.0309.
- [11] Barczynski M, Konturek A, Hubalewska-Dydejczyk A, et al. Evaluation of Halle, Miami, Rome, and Vienna Intraoperative iPTH Assay Criteria in Guiding Minimally Invasive Parathyroidectomy[J]. Langenbecks Arch Surg, 2009, 394(5):843–849. doi: 10.1007/s00423-009-0510-z.
- [12] 赵婉君, 苏安平, 罗晗, 等. 意外甲状旁腺腺瘤的临床特点分析及诊疗体会[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2018, 25(4):416–423. doi:10.7507/1007-9424.201709067.
- Zhao WJ, Su AP, Luo H, et al. Diagnosis and treatment for accidental parathyroid adenoma during thyroid surgery[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics in General Surgery, 2018, 25(4):416–423. doi:10.7507/1007-9424.201709067.
- [13] Bian XH, Li SJ, Zhou L, et al. Applicability of Rapid Intraoperative Parathyroid Hormone Assay Through Fine Needle Aspiration to Identify Parathyroid Tissue in Thyroid Surgery[J]. Exp Ther Med, 2016, 12(6):4072–4076. doi:10.3892/etm.2016.3896.
- [14] 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. doi:10.1097/MD.00000000000019840.
- [15] 张进军, 夏文飞, 沈文状, 等. 免疫胶体金法甲状旁腺快速鉴定技术及其临床应用价值研究[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(2):227–230. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.02.24.
- Zhang JJ, Xia WF, Shen WZ, et al. Clinical value of parathyroid hormone-immune colloidal gold technique in intraoperative rapid identification of parathyroid gland[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2018, 38(2):227–230. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.02.24.
- [16] Reeve T, Thompson NW. Complications of thyroid surgery: how to avoid them, how to manage them, and observations on their possible effect on the whole patient[J]. World J Surg, 2000, 24(8):971–975. doi:10.1007/s002680010160.
- [17] Bergenfelz A, Jansson S, Kristoffersson A, et al. Complications to thyroid surgery: Results as reported in a database from a multicenter audit comprising 3,660 patients[J]. Langenbecks Arch Surg, 2008, 393(5):667–673. doi: 10.1007/s00423-008-0366-7.
- [18] 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. doi:10.1002/bjs.7219.
- [19] Pattou F, Combemale F, Fabre S, et al. Hypocalcemia following thyroid surgery: Incidence and prediction of outcome[J]. World J Surg, 1998, 22(7):718–724. doi: 10.1007/s002689900459.
- [20] Julián MT, Balibrea JM, Granada ML, et al. Intact Parathyroid Hormone Measurement at 24 Hours After Thyroid Surgery as Predictor of Parathyroid Function at Long Term[J]. Am J Surg, 2013, 206(5):783–789. doi:10.1016/j.amjsurg.2013.01.038.
- [21] Sasson AR, Pingpank JF Jr, Wetherington RW, et al. Incidental parathyroidectomy during thyroid surgery does not cause transient symptomatic hypocalcemia[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2001, 127(3):304–308. doi: 10.1001/archotol.127.3.304.
- [22] Erbil Y, Barbaros U, Temel B, et al. The impact of age, vitamin d(3) level, and incidental parathyroidectomy on postoperative hypocalcemia after total or near total thyroidectomy[J]. Am J Surg, 2009, 197(4):439–446. doi:10.1016/j.amjsurg.2008.01.032.
- [23] Di Fabio F, Casella C, Bugari G, et al. Identification of patients at low risk for thyroidectomy-related hypocalcemia by intraoperative quick pth[J]. World J Surg, 2006, 30(8):1428–1433. doi:10.1007/s00268-005-0606-8.
- [24] Algarni M, Alzahrani R, Dionigi G, et al. Parathyroid hormone and serum calcium levels measurements as predictors of postoperative hypocalcemia in total thyroidectomy[J]. Gland Surg, 2017, 6(5):428–432. doi:10.21037/gs.2017.06.12.
- [25] Stepansky A, Gold-Deutch R, Poluksht N, et al. Intraoperative parathormone measurements and postoperative hypocalcemia[J]. Isr Med Assoc J, 2010, 12(4):207–210.
- [26] 周广起, 刘新梅, 熊斌, 等. 分化型甲状腺癌术后PTH变化及发生

- 低钙血症的临床分析[J]. 中国普通外科杂志, 2014, 23(5):700-702. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2014.05.030.
- Zhou GQ, Liu XM, Xiong B, et al. Changes in PTH levels and incidence of hypocalcemia after operation for differentiated thyroid cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2014, 23(5):700-702. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2014.05.030.
- [27] 郝军生. 甲状腺全切术后甲状旁腺功能减退的恢复时间分析(附13例)[J]. 现代肿瘤医学, 2020, 28(11):1867-1869. doi:10.3969/j.issn.1672-4992.2020.11.012.
- Hao JS. Recovery time analysis of hypoparathyroidism after total thyroidectomy(13 cases)[J]. Journal of Modern Oncology, 2020, 28(11):1867-1869. doi:10.3969/j.issn.1672-4992.2020.11.012.
- [28] Grodski S, Serpell J. Evidence for the role of perioperative pth measurement after total thyroidectomy as a predictor of hypocalcemia[J]. World J Surg, 2008, 32(7):1367-1373. doi:10.1007/s00268-008-9545-5.
- [29] Filho EBY, Machry RV, Mesquita R, et al. The timing of parathyroid hormone measurement defines the cut-off values to accurately predict postoperative hypocalcemia: a prospective study[J]. Endocrine, 2018, 61(2):224-231. doi:10.1007/s12020-018-1601-9.
- [30] Chang JW, Park KW, Jung SN et al. The most reliable time point for intact parathyroid hormone measurement to predict hypoparathyroidism after total thyroidectomy with central neck dissection to treat papillary thyroid carcinoma: a prospective cohort study[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020, 277(2):549-558. doi:10.1007/s00405-019-05693-1.
- [31] Košec A, Hergešić F, Matovinović F, et al. Identifying early postoperative serum parathyroid hormone levels as predictors of hypocalcaemia after total thyroidectomy: A prospective non-randomized study[J]. Am J Otolaryngol, 2020, 2020:102416. doi:10.1016/j.amjoto.2020.102416. [Online ahead of print]
- [32] Asari R, Passler C, Kaczirek K, et al. Hypoparathyroidism after total thyroidectomy: A prospective study[J]. Arch Surg, 2008, 143(2):132-137. doi: 10.1001/archsurg.2007.55.
- [33] Barczyński M, Cichoń S, Konturek A. Which criterion of intraoperative ipth assay is the most accurate in prediction of true serum calcium levels after thyroid surgery?[J]. Langenbecks Arch Surg, 2007, 392(6):693-698. doi: 10.1007/s00423-007-0165-6.
- [34] André N, Pascual C, Baert M, et al. Impact of incidental parathyroidectomy and mediastinal-recurrent cellular and lymph-node dissection on parathyroid function after total thyroidectomy[J]. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2020, 137(2):107-110. doi:10.1016/j.anorl.2020.01.001.
- [35] Hermann M, Ott J, Promberger R, et al. Kinetics of serum parathyroid hormone during and after thyroid surgery[J]. Br J Surg, 2008, 95(12):1480-1487. doi:10.1002/bjs.6410.
- [36] Lifante JC, Payet C, Ménégau F, et al. Can we consider immediate complications after thyroidectomy as a quality metric of operation?[J]. Surgery, 2017, 161(1):156-165. doi:10.1016/j.surg.2016.04.049.
- [37] Yasin P, Necat C, Haldun K, et al. Prospective Evaluation of Perioperative Biochemical Tests to Predict Hypocalcemia After Total Thyroidectomy[J]. Ind J Surg, 2020, 82(12):187-190. doi:10.1007/s12262-019-01926-z.
- [38] Alía P, Moreno P, Rigo R, et al. Postresection parathyroid hormone and parathyroid hormone decline accurately predict hypocalcemia after thyroidectomy[J]. Am J Clin Pathol, 2007, 127(4):592-597. doi:10.1309/J357LMD66E9X2505.
- [39] Walker Harris V, Jan De Beur S. Postoperative hypoparathyroidism: medical and surgical therapeutic options[J]. Thyroid, 2009, 19(9):967-973. doi:10.1089/thy.2008.0306.
- [40] Carr AA, Yen TW, Fareau GG, et al. A single parathyroid hormone level obtained 4 hours after total thyroidectomy predicts the need for postoperative calcium supplementation[J]. J Am Coll Surg, 2014, 219(4):757-764. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2014.06.003.
- [41] Overman RE, Hsieh LB, Menon R, et al. 4-Hour postoperative PTH level predicts hypocalcemia after thyroidectomy in children[J]. J. Pediatr. Surg., 2019, 2019:S0022-3468(19)30872-3. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.11.014.
- [42] Ohman U, Granberg PO, Lindell B. Function of the parathyroid glands after total thyroidectomy[J]. Surg Gynecol Obstet, 1978, 146(5):773-778.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 谭洁, 边学海. 甲状腺围手术期甲状旁腺素监测的临床应用及进展[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(5):611-617. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.013

Cite this article as: Tan J, Bian XH. Clinical application and progress of parathyroid hormone monitoring in perioperative period of thyroid surgery[J]. Chin J Gen Surg, 2020, 29(5):611-617. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.05.013