

甲状旁腺解剖的再认识及其在临床应用中价值的研究进展



潘丽洁^{1,2}, 赵菁¹, 康骅¹

1. 首都医科大学宣武医院普外科(北京 100053)
2. 清华大学附属第一医院普外科(北京 100016)

【摘要】 目的 对甲状旁腺解剖再认识并探讨其在甲状腺手术中对保护甲状旁腺功能的应用价值。方法 以甲状旁腺、解剖、甲状腺手术和功能减低为检索词检索文献对甲状旁腺的起源、功能、解剖位置、数目、血供、淋巴系统及与甲状腺等周围组织器官关系以及其在甲状腺切除术中临床意义的相关研究文献进行综述。结果 上甲状旁腺位置多较固定,下甲状旁腺异位较多。甲状旁腺的数目不确定,约半数以上的患者有 4 枚甲状旁腺,极少数(13%~25.5%)患者为多于 4 枚。主流的观点是甲状旁腺主要由甲状腺下动脉供血,少部分由甲状腺上下动脉的吻合支或甲状腺上动脉供血,但也有观点提出甲状旁腺的血液供应并不主要来源于甲状腺下动脉。甲状旁腺与脂肪组织和淋巴结不易辨别。甲状旁腺是否存在独立的淋巴系统尚存争议。在甲状腺手术中,通过甲状旁腺与 Zuckerkandl 结节、喉返神经及甲状旁腺周围特异性附着脂肪的关系以及采用纳米炭、手术放大镜技术等对甲状旁腺及其血供进行识别后予以保留或保护,在甲状腺术中尤其是行中央区淋巴结清扫时,应仔细解剖并保留甲状腺下动脉主干及其重要分支,术中精细化被膜内解剖,正确使用能量器械,可根据甲状旁腺分型判断原位保留甲状旁腺的难易程度,若无法保留者可采用自体甲状旁腺的移植。结论 通过了解甲状旁腺的起源及其位置,使得在行甲状腺手术时对甲状旁腺的寻找有了方向;熟悉甲状旁腺的血流供应,就知道如何去保护血管并使甲状旁腺得以存活;被膜内解剖、精细化解剖技术、合理选择能量器械及吲哚菁绿造影术的应用在其中突显其重要性;甲状旁腺数目的确立,让我们把每一枚甲状旁腺当作最后一枚甲状旁腺珍惜;若无法原位保留,需要行甲状旁腺自体移植,避免甲状旁腺功能低下的发生。

【关键词】 甲状旁腺;解剖位置;血供;甲状旁腺功能低下;甲状腺手术

Research progress of recognition of parathyroid anatomy and its clinical application

PAN Lijie^{1,2}, ZHAO Jing¹, KANG Hua¹

1. Department of General Surgery, Xuanwu Hospital Capital Medical University, Beijing 100053, P. R. China
 2. Department of General Surgery, The First Affiliated Hospital of Tsinghua University, Beijing 100016, P. R. China
- Corresponding author: KANG Hua, Email: kanghua@xwh.ccmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To understand anatomy of parathyroid glands and explore its application value in protection of parathyroid gland function during thyroidectomy. **Method** The literatures, which were associated with the parathyroid anatomy and hypoparathyroidism were collected. The origin, function, anatomical location, number, blood supply, lymphatic system of the parathyroid gland and its relationship with surrounding tissues of parathyroid gland and its clinical significance in the thyroidectomy, were reviewed. **Results** The position of the superior parathyroid gland was relatively constant, and the inferior parathyroid gland was more likely to be ectopic. The number of the parathyroid gland was uncertain. The mainstream view was that the arterial supply of the superior and inferior parathyroid glands was ensured by the branches of the inferior thyroid artery. However, the alternative view was that the blood supply of the parathyroid gland was not mainly derived from the inferior thyroid artery. The parathyroid gland was not easily distinguishable from the adipose tissue and lymph node. Whether there was an independent lymphatic system in the parathyroid glands was still controversial. In the thyroidectomy, the parathyroid gland and its blood supply were reserved or protected by distinguishing from the Zuckerkandl tubercle, recurrent laryngeal nerve, and parathyroid specific

attachment fat, which were identified by utilization of the nanocarbon, loupe magnification, etc.. Especially in the central lymph neck dissection, the main thyroid artery trunk and its important branches should be carefully dissected or retained through the gentle capsular dissection and the correct use of energy devices for vessel sealing. The parathyroid gland in situ was reserved according to the parathyroid type. If it was not possible to be preserved, the parathyroid autotransplantation was necessary during the thyroidectomy. **Conclusions** Understanding origin and location of parathyroid gland, it could provide a direction for searching parathyroid gland during thyroidectomy. Being familiar with blood supply of parathyroid gland makes it is possible to protect blood vessel and preserve parathyroid gland. Gentle capsular dissection, rational use of energy device, and indocyanine green angiography seem to be more important. Number of parathyroid gland allows us to treat each parathyroid gland as the last one, if it is not preserved in situ, parathyroid gland need to be autografted to avoid hypoparathyroidism.

【Keywords】 parathyroid; anatomy location; blood supply; hypoparathyroidism; thyroidectomy

甲状旁腺是人体钙磷代谢的重要器官,当其功能受损时可导致低钙血症,严重影响患者的生活质量。甲状腺手术后暂时性和永久性甲状旁腺功能低下发病率分别为 14%~51.9% 和 0~43%^[1-3]。为了有效预防甲状旁腺功能低下的发生,重新认识甲状旁腺的解剖显得十分重要。笔者现就甲状旁腺的起源、功能、解剖位置、数目、血供、与淋巴系统及与甲状腺等周围组织器官关系探讨的研究现状进行文献复习,以期达到帮助有效辨认甲状旁腺、避免对其误伤、保护甲状旁腺血供及其功能的目的。

1 甲状旁腺的起源

甲状旁腺起源于第三和第四咽腔内胚层,下甲状旁腺起源于第三咽囊,与胸腺有共同的起源和迁移,第三对咽囊背侧上皮细胞增生并随胸腺迁移至甲状腺背侧,形成一对下甲状旁腺,其在胚胎发育的下降过程中,从下颌角到心包的任何地方均可出现异位的下甲状旁腺,最常见位置在甲状腺下极或在甲状腺胸腺韧带中。第 4 对咽囊背侧上皮细胞增生,经过一段很短的胚胎下降最终迁移至甲状腺背侧,形成一对上甲状旁腺,与甲状腺相连,它附着在尾状的甲状腺上并与甲状腺的外侧叶中后部保持紧密的关系,其位置相对稳定,只有约 2% 位于异位位置(图 1)^[4-6]。

2 甲状旁腺的功能

主细胞是构成甲状旁腺实质的主体,分泌甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH),与甲状腺 C 细胞分泌的降钙素以及 1, 25-二羟维生素 D₃ 共同调节钙磷代谢。甲状旁腺的靶器官是骨与肾,PTH 作用于成骨细胞和破骨细胞,从骨动员钙,使骨盐溶解,骨钙释入血,血中钙离子浓度增高。PTH 促进肾远球小管对钙的重吸收而使血钙升高,

抑制肾近曲小管对磷的重吸收而使血磷降低,激活 α -羟化酶。甲状旁腺功能失调会引起血中钙/磷比例失常,若 PTH 分泌不足或功能低下时,血钙浓度降低,严重时会出现手足抽搐症甚至喉肌痉挛;若 PTH 分泌过量,可导致甲状旁腺功能亢进,除高钙血症外,还可出现泌尿系结石,因骨质过度吸收而易发生骨折。

3 甲状旁腺的解剖位置

正常成年人通常有两对甲状旁腺,位于甲状腺的后部,可能在上至口底、下至胸腔甲状腺背外侧的任何部位。大多数甲状旁腺位于甲状腺腺叶背侧真假包膜间,左右各 2 枚,位于颈部的对称位置,80% 的上甲状旁腺及 70% 的下甲状旁腺具有左右对称的关系。

上甲状旁腺位置较固定,有 85% 位于甲状腺背面甲状软骨下角水平、喉返神经和甲状腺下动脉交叉点上约 1 cm 为中心且直径约为 2 cm 范围内^[7]。Akerström 等^[8]在 503 例尸体解剖研究中发现,上甲状旁腺异位较少,2% 可出现在甲状腺上极水平位置,0.8% 可出现在甲状腺上极水平以上位置,不足 1% 可出现在颈后方、咽后方或食管后方的位置,但这种异位相当罕见。

下甲状旁腺异位较多,约 50% 下甲状旁腺出现在甲状腺背面下 1/3、喉返神经前方、甲状腺下极表面的前方或侧后方 1 cm 范围内,如 Wang^[9]在对 160 例尸体解剖出的 645 枚甲状旁腺研究中发现,下甲状旁腺可存在于甲状腺胸腺韧带中,或位于气管前、气管旁、胸骨甲状肌内,甚至个别可位于前纵隔或胸腺内、甚至主动脉弓下方、肺动脉与主动脉沟内。但在少数情况下,由于胚胎发育的下降过程中出现异常,下甲状旁腺可能位于颈部较高的位置,如 Akerström 等^[8]研究发现,17% 的下甲状旁腺

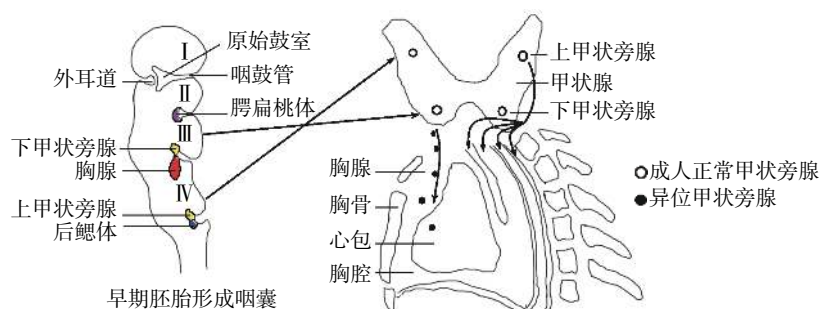


图 1 示甲状旁腺胚胎学演变示意图

在甲状腺囊表面或囊内，而 26% 在胸腺内，2.8% 位于喉返神经和甲状腺下动脉的交汇处。

若有超过 4 枚甲状旁腺者，第 5 枚甲状旁腺有 2/3 位于甲状腺下极下方的甲状腺胸腺韧带或胸腺内，1/3 位于正常上、下甲状旁腺之间的甲状腺附近^[8]。

此外，尚有一种较为少见的甲状旁腺异位位置是甲状旁腺位于甲状腺实质内，其发生率为 0.7%~3.6%^[10-11]，而 McIntyre 等^[12]报道其发生率为 6%。关于这一异位位置的胚胎起源尚存在争议^[8, 13]。

4 甲状旁腺的大小与数目

4.1 甲状旁腺的大小

正常甲状旁腺呈扁平卵圆形，颜色为黄褐色到红褐色，质软，长 3~6 mm，宽 2~4 mm，厚 1~3 mm，质量 20~45 mg，被覆薄层结缔组织包膜。

4.2 甲状旁腺的数目

文献^[8, 14-15]报道，有 4 枚甲状旁腺患者为 62%~87%，3 枚者为 3%~6.1%，2 枚或少于 2 枚者为 0~35.3%，超过 4 枚者为 13%~25.5%（在继发性甲状旁腺功能亢进症或三发性甲状旁腺功能亢进症患者中超过 4 枚甲状旁腺者发生率可高达 25%，第 5 枚多位于胸腺内或颈动脉鞘内）。Alveryd^[14]报道的 428 例病例中，第 5 枚甚至第 6 枚甲状旁腺的腺体多为退化或分裂成非常小，其质量不超过 5 mg，其位置非常接近正常甲状旁腺腺体。Gschwandtner 等^[16]通过荟萃分析 357 例由同一术者完成的甲状腺切除术中甲状旁腺的数量，确定的甲状旁腺数量平均为 2.28 枚/例，其中没有发现者占 5.6%、发现 1 枚者占 15.7%、发现 2 枚者占 35.3%、发现 3 枚者占 31.9%、发现 4 枚者占 11.5%。可见甲状旁腺数目不是十分固定，或许与未能完全发现有关。

5 甲状旁腺的血供

5.1 甲状旁腺的血供来源

多数学者认为甲状旁腺主要由甲状腺下动脉供血，部分由甲状腺上、下动脉的吻合支供血，少数由甲状腺上动脉供血。

Hunt 等^[17]在 1968 年通过对尸体标本甲状腺下动脉注入钼碘氧化物明胶混合物造影方法（图 2）证实了 1907 年 Halsted 等^[18]的经典实验的结论——甲状旁腺是由甲状腺下动脉的分支供血，只有非常少的一部分是由甲状腺上动脉分支供血。

Park 等^[19]提出甲状旁腺的供应血管主要从甲状腺下动脉分出并向甲状旁腺延伸，甲状旁腺多接受邻近血管的血液供应。Attie 等^[20]指出下甲状旁腺动脉总是起源于甲状腺下动脉的分支（可以是主要的分支，也可以是末端分支），而上甲状旁腺动脉也常起自甲状腺下动脉的分支，偶尔可从甲状腺上动脉的分支获得其血液供应，少数情况下上甲状旁腺可能起自甲状腺上、下动脉之间的吻合，同时强调了甲状旁腺与甲状腺腺叶之间小静脉对甲状旁腺血液供应的重要性。

但是也有研究者提出甲状旁腺的血液供应并不主要来源于甲状腺下动脉。如 Johansson 等^[21]发现阻断甲状腺下动脉主干仅减少约 1/3 甲状旁腺血流量，提示甲状腺下动脉仅对甲状旁腺提供部分血液供应，还可能从其他途径获得其主要血供，包括甲状腺上动脉、甲状腺胸腺韧带、甲状旁腺和甲状腺腺叶之间连接组织中的血管；在对侧甲状腺腺叶切除术后阻断本侧甲状腺下动脉前后，甲状旁腺血水平均较低，提示甲状腺血管在甲状腺峡部存在一个相互连接的血管网，在甲状旁腺血液供应中也发挥一定作用。Nobori 等^[22]发现甲状腺上动脉为上甲状旁腺血供来源之一，有 45% 的病例在甲状腺上动脉与甲状腺下动脉之间存在一个明显的吻合支，上甲状旁腺动脉便起源于此。王飞亮等^[23]总结了甲状旁腺局部血供特点，提出甲状旁腺微血管结构隐藏在特异性附着脂肪内。由此可见，精细解剖，通

过结扎甲状腺动脉邻近甲状腺被膜的终末支,保留甲状腺周围微血管,可在一定程度上避免甲状腺血供的损伤(图3)。

对于异位甲状旁腺, Bruneton 等^[24]提出纵隔内的异位甲状旁腺由下甲状腺动脉或纵隔动脉(如内乳动脉或胸腺动脉)供血。甲状旁腺的静脉回流通常是由甲状腺静脉来保证的,这些静脉流入头臂静脉的主干或颈内静脉,但有许多的解剖变异。异位甲状旁腺的静脉可流入下甲状腺静脉或奇静脉。熟悉掌握异位甲状旁腺可能出现的部位并尽可能避免上述血管损伤对于异位甲状旁腺功能的保护尤为重要。

5.2 甲状旁腺的血供判定

基于对甲状旁腺血供解剖的深入认识,实时评定甲状旁腺血供对于甲状旁腺的存活及其功能保护有着重要意义。吲哚氰绿(indocyanine green, ICG)是一种近红外光线(NIR)荧光三碳氰绿染料,其注入体内后立刻和血浆蛋白结合从而随血循环迅速分布于全身血管内,因此,可通过甲状旁腺供应血管中 ICG 灌注红外成像来判断甲状旁腺的血液供应。2015 年 Suh 等^[25]首次提出了采用 ICG 血管造影术来对甲状旁腺进行识别;同一年, Hyun 等^[26]采用 NIR 成像技术在猪身上进行成像,实现了实时且高灵敏度地观察甲状旁腺和甲状腺,为其在血液和周围软组织中的识别奠定了基础。Vidal 等^[27-28]使用 ICG 血管造影在甲状腺切除术后

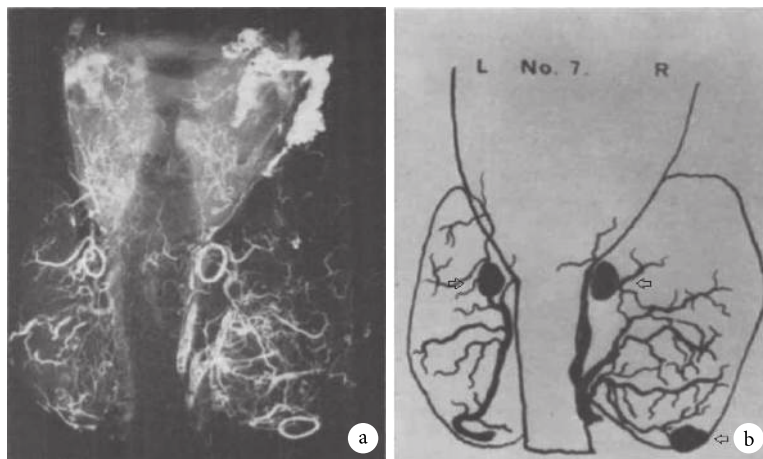


图2 示注射铽碘氧化物明胶混合物后标本的放射线图(a)及对应的手绘图(b)^[17]
可见右侧增粗灌注的下甲状腺下动脉为右侧甲状腺腺叶内的结节提供血液供应,图中箭头所指为甲状腺

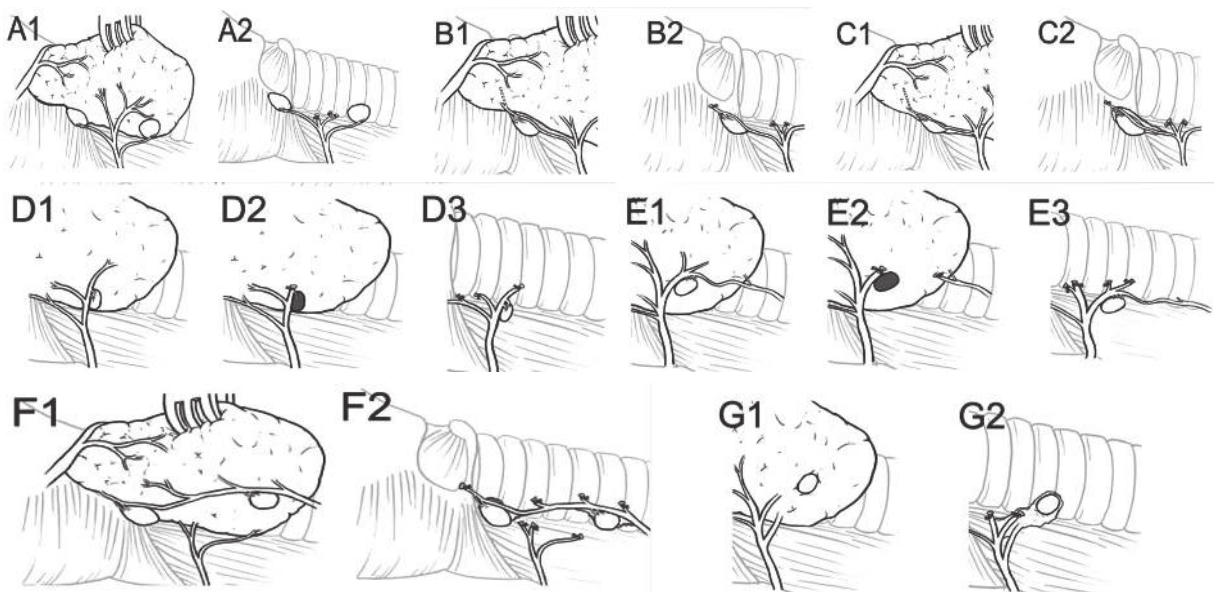


图3 示甲状旁腺周围不同血管结构示意图^[19]
D2 和 E2 中暗区表示变色的甲状旁腺

对甲状旁腺功能进行预测,结果提示,ICG 灌注良好的甲状旁腺或甲状腺残留足以避免甲状旁腺机能减退;还可根据 ICG 血管造影术的灌注程度选择要保留的甲状旁腺,当被选择的腺体在血管造影上显示出较差的灌注时,另一个腺体必须要被保留。Zaidi 等^[29]在一项对 33 例原发性甲状旁腺功能亢进患者手术治疗的前瞻性研究中发现,92.9% 的甲状旁腺在视觉上显示了 ICG 的摄取,结果提示,ICG 可以在甲状旁腺切除术中可靠地定位甲状旁腺,在甲状旁腺次全切除术中可评估甲状旁腺灌注。在甲状腺手术中 ICG 可对甲状旁腺的血供进行评价从而预测其功能,可显著降低术后甲状旁腺功能减退的发生率。然而,ICG 血管造影术尚存在其缺点:ICG 半衰期短 $[(3.4 \pm 0.7) \text{ min}]$,约 20 min 后约有 97% 从血中排除,由于排泄快,不利于在手术进程的不同阶段分别对全部甲状旁腺进行观测;在大多数情况下,由于甲状腺组织血管的高 ICG 摄取限制了甲状旁腺的荧光^[30]。总之,虽然 ICG 血管造影术在甲状旁腺切除术和甲状腺切除术的患者中对残余甲状旁腺功能的评估有帮助,但是很难在腺体切除前寻找并保护甲状旁腺;ICG 注入体内后随血液循环迅速分布于全身,在手术过程中血管断裂后极易造成术野被污染,造成观察甲状旁腺困难。

6 甲状旁腺的淋巴系统

关于甲状旁腺是否存在独立的淋巴系统尚存争议。张筱骅等^[31]利用纳米炭混悬注射液(卡纳琳)于甲状腺被膜下注射行甲状腺淋巴管造影,甲状腺组织及其周围淋巴结组织黑染,甲状旁腺未被黑染,从而判断甲状腺和甲状旁腺分别为独立的淋巴系统,其淋巴引流无交通现象。纳米炭混悬注射液为纳米级炭颗粒制成的混悬液,其颗粒直径为 150 nm,具有高度的淋巴系统趋向性^[32],是我国唯一批准上市的淋巴结示踪剂。由于毛细血管内皮细胞间隙为 20 ~ 50 nm,而毛细淋巴管内皮细胞间隙为 120 ~ 500 nm,且基膜发育不全,故注射到组织内的纳米炭颗粒不进入血管,可迅速进入淋巴管或被巨噬细胞吞噬后进入毛细淋巴管,滞留、聚集在淋巴结,使淋巴结黑染,在甲状腺切除手术中可起到甲状旁腺负显像和淋巴结显像作用^[33]。Gu 等^[34]的解剖学证据显示甲状腺有丰富的淋巴结和淋巴管,但甲状旁腺几乎没有。王飞亮等^[23]提出具有附着脂肪结构的甲状旁腺大多远离甲状腺腺体组织,通过纳米炭染色会发现其很少参与甲状腺的淋巴

回流。因此甲状旁腺可能无淋巴系统或存在独立的淋巴系统。

7 甲状旁腺的解剖分型

基于对甲状旁腺位置及其与甲状腺的关系、血供等国内外学者提出了甲状旁腺的解剖分型。朱精强教授在《甲状腺手术中甲状旁腺保护专家共识》^[35]中通过对大量术中甲状旁腺与甲状腺相对位置关系的观察研究以及评判甲状旁腺原位保留的难易程度,将甲状旁腺分为 A 型和 B 型两大型,A 型又称为紧密型,特指甲状旁腺与甲状腺的关系紧密、相对较难原位保留,其又分为 3 个亚型,其中甲状旁腺与甲状腺表面平面相贴者为 A1 型,甲状旁腺部分或完全嵌入甲状腺内但位于甲状腺固有被膜外为 A2 型,甲状旁腺完全位于甲状腺组织内(固有被膜内)为 A3 型;B 型又称为非紧密型,特指甲状旁腺与甲状腺之间存在间隙,较容易原位保留,其也分为 3 个亚型,其中胸腺内型为 B2 型,由胸腺或纵隔的血管供血者为 B3 型,除了 B2 和 B3 型的所有甲状旁腺周围型为 B1 型。

另外,有研究者^[36]根据甲状旁腺的位置及其血供分为 I ~ III 型,各型分别又分为两个亚型:I 型特指上甲状旁腺略高于甲状腺上下极中点处,下甲状旁腺位于甲状腺下极,其中 Ia 型指下甲状旁腺动脉由甲状腺下动脉主要分支分出,上甲状旁腺动脉由甲状腺上、下动脉的吻合支分出;Ib 型指下甲状旁腺小动脉由甲状腺下动脉的侧支分出,上甲状旁腺动脉由甲状腺上动脉食管支的最上支分出。II 型特指上甲状旁腺位于甲状腺上极,下甲状旁腺位于甲状腺上下极的中点以下,下甲状旁腺的血管均由甲状腺下动脉的主干分出,其中 IIa 型指上甲状旁腺动脉由甲状腺下动脉的主干分出;IIb 型指上甲状旁腺动脉由甲状腺上、下动脉的吻合支分出。III 型特指下甲状旁腺明显低于甲状腺下缘,其血管均由甲状腺下动脉的侧支分出,下甲状旁腺动脉相对较长,其中 IIIa 型指上甲状旁腺动脉由甲状腺下动脉的主干分出;IIIb 型指上甲状旁腺动脉由甲状腺上、下动脉的吻合支分出^[36](图 4)。

8 甲状旁腺与周围组织的关系

8.1 上甲状旁腺与 Zuckerkandl 结节 (Zuckerkandl's tubercle, ZT) 的关系

奥地利解剖学家 Emil Zuckerkandl 于 1902 年首次发现并命名了甲状腺后外侧缘突出的组织即

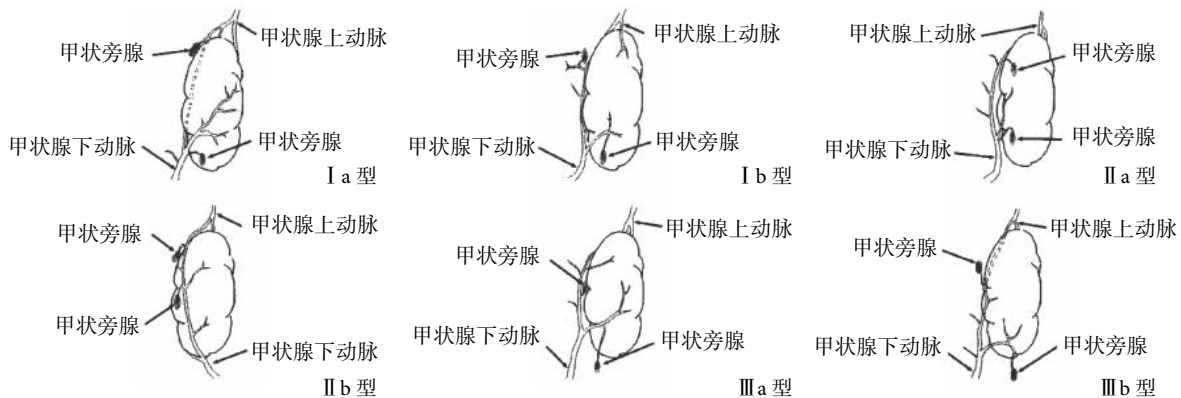


图4 根据甲状旁腺的位置及其血供的甲状旁腺血管分型^[36]

ZT。1938年Gilmour^[37]提出了ZT与喉返神经和上甲状旁腺的关系。由于第4对咽囊与其后方鳃体紧密相邻,因此,由第4对咽囊发育而成的上甲状旁腺与ZT之间存在固定的解剖关系^[38]。Chevallier等^[39]提出ZT在保护上甲状旁腺中是一个重要的解剖标志。上甲状旁腺位于ZT头侧喉返神经和下动脉后方,而下甲状旁腺在ZT尾侧喉返神经和下动脉前方。将ZT向中线方向牵拉后可见甲状旁腺与其相邻,分离并结扎两者间组织、血管,可完整保留甲状旁腺血供^[40]。Yun等^[38]将ZT根据大小分为0级(不可识别)、I级($\leq 5\text{ mm}$)、II级($6\sim 10\text{ mm}$)及III级($>10\text{ mm}$)4级,提出87.5%的ZT大于I级;以气管食管沟为轴,上甲状旁腺位于I级ZT的上方,左侧13.4%上甲状旁腺在1点钟位置,82.7%上甲状旁腺位于2点钟位置,3%上甲状旁腺位于3点钟位置,0.9%上甲状旁腺位于ZT后方位置;右侧0.8%上甲状旁腺位于8点钟位置,2.8%上甲状旁腺位于9点钟位置,81.6%上甲状旁腺位于10点钟位置,13.6%上甲状旁腺位于11点钟位置,0.8%上甲状旁腺位于ZT的后方表面位置,0.4%上甲状旁腺位于ZT的前方表面位置;研究表明,ZT及上甲状旁腺之间的距离,左侧上甲状旁腺距离ZT $<5\text{ mm}$ 者占8.2%,右侧上旁腺距离ZT $<5\text{ mm}$ 者占10.4%,左侧上旁腺距离ZT距离 $\geq 5\text{ mm}$ 者占2.6%,右侧上旁腺距离ZT距离超 $\geq 5\text{ mm}$ 者占2.0%;上甲状旁腺最常见位于ZT弧形位置,96.1%左侧上甲状旁腺位于ZT1~2点钟方向,95.2%上甲状旁腺位于ZT10~11点钟方向,ZT越小,上甲状旁腺距离ZT距离越远。因此,ZT在甲状腺术中具有重要意义,在ZT头侧喉返神经和下动脉后方位置需注意保护上甲状旁腺,而在ZT尾侧喉返神经和下动脉前方需注意保护下甲状旁腺。

8.2 上甲状旁腺与喉返神经的关系

Persky等^[41]在88.9%的甲状腺腺叶切除术中,喉返神经在距离上甲状旁腺5mm内被识别,喉返神经距离上甲状旁腺1mm范围内占62.6%,这种关系在左右两边均一致,喉返神经距离上甲状旁腺6~10mm范围内占8.1%,喉返神经距离上甲状旁腺 $>11\text{ mm}$ 占3.0%。

8.3 甲状旁腺周围特异性附着脂肪

大部分甲状旁腺周围具有特异性附着脂肪结构,由于甲状旁腺微血管结构隐藏在特异性附着脂肪内,故其与甲状旁腺局部微血管结构关系密切,可对甲状旁腺具有一定的支持保护作用。王飞亮等^[23]采用纳米炭淋巴示踪技术共发现62枚甲状旁腺中有48枚(77.4%)具有特异性附着脂肪结构,通过术中高清图像分析、术后病理检查记录甲状旁腺微血管结构的分布来源和特异性附着脂肪的特点,发现附着脂肪与甲状旁腺的结构关系类似荷包蛋中的蛋清与蛋黄,容易辨认。在甲状腺全切除术中保护特异性附着脂肪技术意义重大,可以通过保护甲状旁腺的正常微血管结构,对甲状旁腺原位保护,维持甲状旁腺功能,从而降低永久性甲状旁腺功能减退的风险。

9 甲状腺术中降低甲状旁腺功能低下的措施

根据前面对甲状旁腺解剖学的重新认识,我们总结出甲状腺术中降低甲状旁腺功能低下的主要措施。

9.1 熟悉甲状旁腺解剖及分型

具体参照朱精强教授在《甲状腺手术中甲状旁腺保护专家共识》^[35]中提出的甲状旁腺分型进而判断原位保留甲状旁腺的难易程度。

9.2 准确辨认甲状旁腺并保护

9.2.1 根据甲状旁腺的色泽、质地等特点肉眼辨识

甲状旁腺 甲状旁腺血供受损会导致其颜色变暗,而脂肪组织和淋巴结一般不会变色;与淋巴结相比,甲状旁腺质地更软。如果通过以上方法仍无法辨识,可切除少许可疑组织行冰冻病理检查明确是否为甲状旁腺;另外也有研究者^[49]报道术中应用组织穿刺液快速测定 PTH 水平来帮助判定是否是甲状旁腺。

9.2.2 清晰了解甲状旁腺的解剖位置 ① 对甲状旁腺在正常可能出现的部位要格外小心,避免意外切除。由于双侧甲状旁腺大多位于颈部的对称位置,因此当明确一侧甲状旁腺位置后,可在其对称区域找寻对侧甲状旁腺并进行保护。② 充分了解异位甲状旁腺,如对于可能异位于胸腺的下甲状旁腺,在行中央区淋巴结清扫时,只要肿瘤未累及胸腺,应尽可能保留胸腺,可避免误切异位于胸腺内的甲状旁腺,并保留其血供;由于甲状旁腺有可能异位于甲状腺内,因此,常规在切除标本中仔细寻找有无被误切的甲状旁腺。Su 等^[3]研究指出,在甲状腺切除术中,应识别和保留至少两个甲状旁腺,以避免永久性甲状旁腺功能减退。

9.2.3 根据 ZT 的指引 在 ZT 头侧喉返神经和下动脉后方位位置注意保护上甲状旁腺,而在 ZT 尾侧喉返神经和下动脉前方注意保护下甲状旁腺。

9.2.4 纳米炭、放大镜技术及 ICG 血管造影 在甲状腺手术中通过纳米炭甲状旁腺负显影技术可有效辨认甲状旁腺^[33,43]。利用手术放大镜技术也可有效帮助识别并保留甲状旁腺的血管从而降低术后甲状旁腺功能低下发生率^[44]。还可通过 ICG 血管造影对保留甲状旁腺血供及功能进行评估^[45]。

9.3 保护甲状旁腺血供、原位保留甲状旁腺^[46]或甲状旁腺自体移植

9.3.1 甲状旁腺的血供保护 甲状旁腺的血供主要来源于甲状腺下动脉,较少来源于甲状腺上动脉或两者之间的吻合支,因此,甲状腺术中尤其是中央区淋巴结清扫时,应仔细解剖并保留甲状腺下动脉主干及其重要分支,以保证甲状旁腺的血供^[47];另外,甲状旁腺的血供常为相互联系的血管吻合网,故不应轻易过度解剖分离气管食管沟,避免损失为甲状旁腺供血的喉、气管、咽及食管分支^[46];除此之外,甲状旁腺的血供还可来源于其与甲状腺腺叶之间的血管,尤其是小静脉,供应血管常常较短,多为单一血管供血,因此,保留血供非常困难,需避免不必要的甲状腺全切除手术,如对于颈淋巴结转移率较低的滤泡型甲状腺癌可不做预防性中央区淋巴结清扫,对甲状旁腺不进行任何解剖和探查

显露,避免破坏甲状旁腺解剖区域血供。

9.3.2 甲状旁腺原位保留 对于周围附着特异性脂肪的甲状旁腺,注意保护其周围微血管结构,避免将其自周围脂肪中游离,原位保留。当甲状旁腺原位保留后,需注意观察其颜色变化从而判断其血供情况。当其自甲状腺分离后,若无明显颜色变化,考虑其功能良好;若颜色变为苍白的棕色,考虑甲状旁腺缺血较严重,需行甲状旁腺自体移植;若颜色变黑,考虑静脉严重损伤淤血,需要在甲状旁腺被膜上用 1 mL 注射器针头穿刺,判断甲状旁腺血供情况,同时进行减压,避免因被膜张力过大而坏死。此外,还可利用 ICG 血管造影术对保留的甲状旁腺功能进行直观、实时的评估。术中及术后 PTH、血钙磷监测可有效帮助评价甲状旁腺原位保留后功能^[48]。

9.3.3 行甲状旁腺自体移植 当术中发现不能原位保留的甲状旁腺,或切除组织怀疑含有甲状旁腺经切取少量行快速冰冻病理检查证实为甲状旁腺组织,或保留的甲状旁腺有严重血供障碍且减压后甲状旁腺缺血无明显改善时,可行甲状旁腺自体移植^[42,49]。自体移植方法包括颗粒包埋法,植入切开的胸锁乳突肌或带状肌内,或匀浆注射法移植于前臂肌肉内等,自体移植可降低永久性甲状旁腺功能减退的发生率^[50]。

9.4 能量器械的正确使用

对于位于甲状腺上的甲状旁腺,其供应血管常在甲状腺包膜层,因此,使用双极电凝进行精细化被膜解剖有助于原位保留甲状旁腺及其血供,避免对甲状腺后被膜过多游离而损伤甲状旁腺。当在甲状旁腺附近使用超声刀时,可应用低位档,尽可能远离甲状旁腺及其血管,缩短激发时长,用吸引器及时清理超声刀周围的高温水雾,用生理盐水纱布隔离保护,从而降低其对甲状旁腺热损伤的几率。

9.5 对甲状腺癌中央区淋巴结清扫的处理

由于下甲状旁腺位置变异较大,常与中央区淋巴结清扫范围内淋巴结、脂肪组织分辨困难,且其供血血管细小而脆弱易受损伤而致甲状旁腺缺血甚至坏死。Roh 等^[51]报道中央区淋巴结清扫显著增加甲状腺乳头状癌患者甲状旁腺损伤发生率;Chisholm 等^[52]和彭喆等^[53]均报道中央区淋巴结清扫可增加暂时性甲状旁腺功能低下的发生率而不增加永久性甲状旁腺功能低下的发生率。因此,在甲状腺癌中央区淋巴结清扫时重点在于术中辨识并保护甲状旁腺,尤其是保护下甲状旁腺,常规精细

解剖下甲状旁腺相连的血管显得尤为重要。

10 小结

了解甲状旁腺的起源及其位置,使我们在行甲状腺手术时对甲状旁腺的寻找有了方向;熟悉甲状旁腺的血流供应,则知道如何去保护血管并使甲状旁腺得以存活;甲状旁腺数目的确立,让我们把每一枚甲状旁腺当做最后一枚甲状旁腺珍惜。被膜内解剖、精细化解剖技术、手术放大镜的应用、合理选择能量器械及吲哚菁绿的应用在其中突显其重要性。纳米炭技术的应用有助于甲状旁腺与淋巴结、脂肪组织的正确区分;ICG血管造影术对于实时评估甲状旁腺的血供及其功能预测,有助于外科医生在甲状腺切除术判断是否应该对甲状旁腺进行自体移植。

参考文献

- Shan CX, Zhang W, Jiang DZ, *et al*. Routine central neck dissection in differentiated thyroid carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*, 2012, 122(4): 797-804.
- Giordano D, Valcavi R, Thompson GB, *et al*. Complications of central neck dissection in patients with papillary thyroid carcinoma: results of a study on 1 087 patients and review of the literature. *Thyroid*, 2012, 22(9): 911-917.
- Su A, Gong Y, Wu W, *et al*. Effect of autotransplantation of a parathyroid gland on hypoparathyroidism after total thyroidectomy. *Endocr Connect*, 2018, 7(2): 286-294.
- Mansberger AR Jr, Wei JP. Surgical embryology and anatomy of the thyroid and parathyroid glands. *Surg Clin North Am*, 1993, 73(4): 727-746.
- Bliss RD, Gauger PG, Delbridge LW. Surgeon's approach to the thyroid gland: surgical anatomy and the importance of technique. *World J Surg*, 2000, 24(8): 891-897.
- Mohebbati A, Shaha AR. Anatomy of thyroid and parathyroid glands and neurovascular relations. *Clin Anat*, 2012, 25(1): 19-31.
- 李振东, 刘宏伟, 董慧蕾, 等. 甲状腺全切除术中甲状旁腺及其功能的保护. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2010, 45(11): 899-903.
- Akerström G, Malmaeus J, Bergström R. Surgical anatomy of human parathyroid glands. *Surgery*, 1984, 95(1): 14-21.
- Wang C. The anatomic basis of parathyroid surgery. *Ann Surg*, 1976, 183(3): 271-275.
- Bahar G, Feinmesser R, Joshua BZ, *et al*. Hyperfunctioning intrathyroid parathyroid gland: a potential cause of failure in parathyroidectomy. *Surgery*, 2006, 139(6): 821-826.
- Goodman A, Politz D, Lopez J, *et al*. Intrathyroid parathyroid adenoma: incidence and location—the case against thyroid lobectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2011, 144(6): 867-871.
- McIntyre RC Jr, Eisenach JH, Pearlman NW, *et al*. Intrathyroidal parathyroid glands can be a cause of failed cervical exploration for hyperparathyroidism. *Am J Surg*, 1997, 174(6): 750-754.
- Kaplan EL, Yashiro T, Salti G. Primary hyperparathyroidism in the 1990s. Choice of surgical procedures for this disease. *Ann Surg*, 1992, 215(4): 300-317.
- Alverdy A. Parathyroid glands in thyroid surgery. I . Anatomy of parathyroid glands. II . Postoperative hypoparathyroidism—identification and autotransplantation of parathyroid glands. *Acta Chir Scand*, 1968, 389: 1-120.
- Fancy T, Gallagher D 3rd, Hornig JD. Surgical anatomy of the thyroid and parathyroid glands. *Otolaryngol Clin North Am*, 2010, 43(2): 221-227.
- Gschwandtner E, Seemann R, Bures C, *et al*. How many parathyroid glands can be identified during thyroidectomy?: Evidence-based data for medical experts. *Eur Surg*, 2018, 50(1): 14-21.
- Hunt PS, Poole M, Reeve TS. A reappraisal of the surgical anatomy of the thyroid and parathyroid glands. *Br J Surg*, 1968, 55(1): 63-66.
- Halsted WS, Evans HM. I . The parathyroid glandules. Their blood supply and their preservation in operation upon the thyroid gland. *Ann Surg*, 1907, 46(4): 489-506.
- Park I, Rhu J, Woo JW, *et al*. Preserving parathyroid gland vasculature to reduce post-thyroidectomy hypocalcemia. *World J Surg*, 2016, 40(6): 1382-1389.
- Attie JN, Khafif RA. Preservation of parathyroid glands during total thyroidectomy. Improved technic utilizing microsurgery. *Am J Surg*, 1975, 130(4): 399-404.
- Johansson K, Ander S, Lennquist S, *et al*. Human parathyroid blood supply determined by laser-Doppler flowmetry. *World J Surg*, 1994, 18(3): 417-421.
- Nobori M, Saiki S, Tanaka N, *et al*. Blood supply of the parathyroid gland from the superior thyroid artery. *Surgery*, 1994, 115(4): 417-423.
- 王飞亮, 缪刚, 韦军民, 等. 甲状腺全切除术中对甲状旁腺特异性附着脂肪进行保护的临床和解剖研究. *中华外科杂志*, 2016, 54(11): 859-863.
- Bruneton JN, Livraghi T, Lecesne R, *et al*. Parathyroid glands. Springer Berlin Heidelberg, 2002: 67-89.
- Suh YJ, Choi JY, Chai YJ, *et al*. Indocyanine green as a near-infrared fluorescent agent for identifying parathyroid glands during thyroid surgery in dogs. *Surg Endosc*, 2015, 29(9): 2811-2817.
- Hyun H, Park MH, Owens EA, *et al*. Structure-inherent targeting of near-infrared fluorophores for parathyroid and thyroid gland imaging. *Nat Med*, 2015, 21(2): 192-197.
- Vidal Fortuny J, Belfontali V, Sadowski SM, *et al*. Parathyroid gland angiography with indocyanine green fluorescence to predict parathyroid function after thyroid surgery. *Br J Surg*, 2016, 103(5): 537-543.
- Vidal Fortuny J, Sadowski SM, Belfontali V, *et al*. Indocyanine green angiography in subtotal parathyroidectomy: technique for the function of the parathyroid remnant. *J Am Coll Surg*, 2016, 223(5): e43-e49.
- Zaidi N, Bucak E, Okoh A, *et al*. The utility of indocyanine green near infrared fluorescent imaging in the identification of parathyroid glands during surgery for primary hyperparathyroidism. *J Surg Oncol*, 2016, 113(7): 771-774.
- Sadowski SM, Vidal Fortuny J, Triponez F. A reappraisal of vascular anatomy of the parathyroid gland based on fluorescence techniques. *Gland Surg*, 2017, 6(Suppl 1): S30-S37.
- 张筱骅, 郝儒田, 尤捷, 等. 甲状腺淋巴管造影在鉴别甲状旁腺中的意义. *温州医学院学报*, 2010, 40(1): 31, 35.

- 32 Yang F, Jin C, Yang D, Jiang Y, *et al.* Magnetic functionalised carbon nanotubes as drug vehicles for cancer lymph node metastasis treatment. *Eur J Cancer*, 2011, 47(12): 1873-1882.
- 33 朱精强, 汪洵理, 魏涛, 等. 纳米碳甲状旁腺负显影辨认保护技术在甲状腺癌手术中的应用. *中国普外基础与临床杂志*, 2013, 20(9): 992-994.
- 34 Gu J, Wang J, Nie X, *et al.* Potential role for carbon nanoparticles identification and preservation in situ of parathyroid glands during total thyroidectomy and central compartment node dissection. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(6): 9640-9648.
- 35 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会. 甲状腺手术中甲状旁腺保护专家共识. *中国实用外科杂志*, 2015, 35(7): 731-736.
- 36 李文杰, 徐海倩, 翟立斌. 甲状旁腺微血管解剖与甲状腺囊内切除技术. *中国普外基础与临床杂志*, 2013, 20(1): 104-107.
- 37 Gilmour JR. The gross anatomy of the parathyroid glands. *J Pathol Bacteriol*, 1938, 46(1): 133.
- 38 Yun JS, Lee YS, Jung JJ, *et al.* The Zuckerkandl's tubercle: a useful anatomical landmark for detecting both the recurrent laryngeal nerve and the superior parathyroid during thyroid surgery. *Endocr J*, 2008, 55(5): 925-930.
- 39 Chevallier JM, Martelli H, Wind P. Surgical discovery of parathyroid glands and the recurrent laryngeal nerve. Application of well known embryological concepts in the operating room. *Ann Chir*, 1995, 49(4): 296-304.
- 40 Pelizzo MR, Toniato A, Gemo G. Zuckerkandl's tuberculum: an arrow pointing to the recurrent laryngeal nerve (constant anatomical landmark). *J Am Coll Surg*, 1998, 187(3): 333-336.
- 41 Persky M, Fang Y, Myssiorek D. Relationship of the recurrent laryngeal nerve to the superior parathyroid gland during thyroidectomy. *J Laryngol Otol*, 2014: 1-4.
- 42 Teshima M, Otsuki N, Morita N, *et al.* Postoperative hypoparathyroidism after total thyroidectomy for thyroid cancer. *Auris Nasus Larynx*, 2018: pii: S0385-8146(18)30075-0.
- 43 Yu W, Zhu L, Xu G, *et al.* Potential role of carbon nanoparticles in protection of parathyroid glands in patients with papillary thyroid cancer. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(42): e5002.
- 44 Pata G, Casella C, Mittempergher F, *et al.* Loupe magnification reduces postoperative hypocalcemia after total thyroidectomy. *Am Surg*, 2010, 76(12): 1345-1350.
- 45 Vidal Fortuny J, Sadowski SM, Belfontali V, *et al.* Randomized clinical trial of intraoperative parathyroid gland angiography with indocyanine green fluorescence predicting parathyroid function after thyroid surgery. *Br J Surg*, 2018, 105(4): 350-357.
- 46 Dzodic R, Santrac N. *In situ* preservation of parathyroid glands: advanced surgical tips for prevention of permanent hypoparathyroidism in thyroid surgery. *J BUON*, 2017, 22(4): 853-855.
- 47 Sanabria A, Kowalski LP, Tartaglia F. Inferior thyroid artery ligation increases hypocalcemia after thyroidectomy: A meta-analysis. *Laryngoscope*, 2018, 128(2): 534-541.
- 48 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. *Endocrine*, 2018, 61(2): 224-231.
- 49 Orloff LA, Wiseman SM, Bernet VJ, *et al.* American Thyroid Association Statement on postoperative hypoparathyroidism: diagnosis, prevention, and management in adults. *Thyroid*, 2018, 28(7): 830-841.
- 50 Iorio O, Petrozza V, De Gori A, *et al.* Parathyroid autotransplantation during thyroid surgery. Where we are? A systematic review on indications and results. *J Invest Surg*, 2018: 1-8.
- 51 Roh JL, Park JY, Park CI. Prevention of postoperative hypocalcemia with routine oral calcium and vitamin D supplements in patients with differentiated papillary thyroid carcinoma undergoing total thyroidectomy plus central neck dissection. *Cancer*, 2009, 115(2): 251-258.
- 52 Chisholm EJ, Kulinskaya E, Tolley NS. Systematic review and meta-analysis of the adverse effects of thyroidectomy combined with central neck dissection as compared with thyroidectomy alone. *Laryngoscope*, 2009, 119(6): 1135-1139.
- 53 彭喆, 田文, 姚京, 等. 中央区淋巴结清扫术对甲状腺乳头状癌患者甲状旁腺功能的影响. *解放军医学院学报*, 2014, 35(7): 684-687.

收稿日期: 2018-05-03 修回日期: 2018-08-15
本文编辑: 蒲素清