

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.03.016
网络首发 https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241024.1112.002(2024-10-24)

基于 CT 三维重建的右上肺奇叶应用解剖研究

曹洪瑜¹, 蒋迎九^{2△}

(1. 重庆医科大学, 重庆 400016; 2. 重庆医科大学附属第一医院胸外科/心脏大血管外科, 重庆 400016)

[摘要] 目的 通过 CT 三维重建分析右上肺奇叶的解剖结构特点。方法 选取重庆医科大学附属第一医院 2016 年 3 月至 2019 年 3 月行胸部薄层 CT 且诊断为右上肺奇叶的 92 例患者进行回顾性研究。利用重建模型统计右上肺奇叶的支气管、血管的走行及肺奇叶患者的右肺上叶解剖结构。结果 根据肺奇叶支气管起源与叶支气管数量分类, 单分支型为主要类型, 占 76.1%(70/92), 其奇叶支气管大多发自 B¹b 或 B¹a。根据动脉起源分类, 仍然以单分支型为主要类型, 占 72.8%(67/92), 其中多数主要发自 A¹a, 其次为 A¹b、A¹a。肺奇叶静脉大多汇入 V¹a 中(68 例, 占 73.9%), 其余则汇入 V¹b 中(24 例, 占 26.1%)。根据右肺上叶支气管分支类型, 一共有 6 种, 其中三分支型是右肺上叶支气管最常见的解剖类型(B¹-B²-B³ 型), 占总数的 53.3%(49/92)。右肺奇叶的平均体积为(62 869.36±45 097.76)cm³, 小于其他肺段的平均体积。肺奇叶体积较大的患者供应支气管一般为双支, 平均体积为(120 421.41±25 294.04)cm³, 而单分支型肺奇叶的平均体积为(43 685.34±31 697.77)cm³。结论 奇肺叶肺部解剖结构具有多重多类型变异的复杂性, 可能存在极为罕见的解剖变异情况。

[关键词] 三维重建; 肺奇叶; 解剖结构; 右肺上叶血管
[中图法分类号] R655.3 [文献标识码] A [文章编号] 1671-8348(2025)03-0646-06

Three-dimensional CT reconstruction-based applied anatomical study of the azygos lobe in the right upper pulmonary lobe

CAO Hongyu¹, JIANG Yingjiu^{2△}

(1. Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 2. Department of Thoracic Surgery/ Cardiovascular Surgery, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

[Abstract] Objective To analyze the anatomical characteristics of the azygos lobe in the right upper lung using three-dimensional CT reconstruction. Methods This retrospective study analyzed 92 patients diagnosed with azygos lobe in the right upper lung through thin-section chest CT at the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from March 2016 to March 2019. Three-dimensional reconstruction models were utilized to statistically analyze the trajectories of bronchi and vessels in the azygos lobe, and to evaluate the anatomical structures of the right upper lobe in these patients. Results According to the classification based on the origin of the azygos lobe bronchi and the number of lobar bronchi, the unibranched type was predominant, accounting for 76.1% (70/92), with most azygos lobe bronchi originating from B¹b or B¹a. Regarding arterial origin classification, the unibranched type remained dominant at 72.8% (67/92), primarily originating from A¹a, followed by A¹b and A¹a. Most azygos lobe veins drained into V¹a (68 cases, 73.9%), while the remainder drained into V¹b (24 cases, 26.1%). There were six branching patterns of right upper lobe bronchi, with the trifurcated type (B¹-B²-B³) being the most common anatomical configuration at 53.3% (49/92). The mean volume of the azygos lobe was (62 869.36±45 097.76) cm³, smaller than the average volume of other pulmonary segments. Patients with larger azygos lobe volumes generally had dual bronchial branches, with a mean volume of (120 421.41±25 294.04) cm³, whereas unibranched azygos lobes showed a mean volume of (43 685.34±31 697.77) cm³. Conclusion The pulmonary anatomical structure of the azygos lobe demonstrates and multitype variations in complexity, and may exhibit extremely rare anatomical variants.

△ 通信作者, E-mail: 342708772@qq.com.

[Key words] three-dimensional reconstruction;azygos lobe;anatomical structure;right upper lobe vasculature

肺奇叶是肺解剖变异的一种少见类型,由奇静脉发育位移所致,其对肺挤压分割从而形成特殊肺裂的一种上肺解剖变异^[1-3]。由于奇静脉可能存在双侧静脉弓畸形,理论上也存在双侧肺叶畸形^[4]。正常情况下,奇静脉是以右侧奇静脉弓的形式存在,临床上右肺奇叶更为多见^[5]。目前,关于肺奇叶的解剖细节报道很少,在既往的研究当中,肺奇叶的支气管和动脉来源于右肺上叶的尖段和后段,由于其没有独立的解剖结构而不作为一个单独的肺段。

肺奇叶的组织学表现为正常肺组织,可以发生肿瘤、隔离症、肺大泡并发气胸等与其他部位肺组织无差别的各种疾病^[6-8]。在发生上述疾病时,手术切除是较好的治疗选择。对于局灶性病变,肺段切除术相比肺叶切除术在肺组织切除方面更少,余肺保留更多,能存留相对更为完备的肺功能,在早期肺癌等疾病的外科治疗上更具优势,逐渐成为医患双方都十分关注的重要术式^[9-10]。肺段切除相比肺叶切除术需要更为精细的肺血管及支气管解剖要求,而肺部 CT 三维重建则为医生在术前准确快速识别肺段甚至亚段支气管、血管的立体方位及毗邻关系提供了可能^[11-12],避免了既往只能借助大体标本或尸检才能进行亚段支气管与血管三维结构研究的弊端^[13-14]。借助肺部 CT 三维重建,分析肺奇叶这一特殊解剖变异中的血管、支气管走行,以及肺奇叶患者右肺上叶的解剖结构特征,对于增进肺奇叶的认识、精准指导局限性的手术切除等具有重要临床意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 3 月至 2019 年 3 月在重庆医科大学附属第一医院就诊患者的肺部 CT 影像资料。在 103 721 例患者中,对符合标准的 92 例患者进行回顾性研究,其中男 63 例,女 29 例,平均年龄(52.65±15.93)岁。纳入标准:(1)胸部 CT 诊断为肺奇叶;(2)有胸部薄层(层厚≤1 mm)CT 平扫影像资料。排除标准:(1)既往接受过肺部切除手术;(2)影像学资料不完整,三维重建后模型不清晰,不能清晰显示支气管和血管亚段分支;(3)双肺有肿瘤、结核、肺磨玻璃结节等病变。本研究已通过重庆医科大学附属第一医院伦理委员会审批。

1.2 方法

1.2.1 图像分析与判读流程

通过 mimics20.0 软件进行三维重建,统计右上肺奇叶的解剖特征。3D 图像均由一位胸外科主治医师及放射科主治医师双盲独立进行分析和记录,判断

解剖类型,当判读结果不一致时,通过商量讨论达成共识。

1.2.2 解剖分析标准

肺内解剖各种变异的命名参照《胸腔镜解剖性肺亚段切除手术图谱》^[15],遵循 Boyden 命名原则。通过各级支气管、血管发出位置来判定共干或分叉,当共干长度≥3 mm 时判定为共干;当共干长度<3 mm 时判定为只是有共干趋势(定义为分叉)^[11]。

1.3 统计学处理

采用描述性统计,计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。

2 结果

2.1 肺奇叶支气管类型

三维重建结果显示,本研究 92 例患者中,根据肺奇叶支气管起源与叶支气管数量分类,单分支型为主要类型,占 76.1%(70/92),其奇叶支气管大多发自 B¹b 或 B¹a;少数发自 B¹c 和 BX¹a;发现 1 例变异,奇叶支气管为 B¹ 支气管的末端。双分支型较为少见,只占 23.9%(22/92);在双分支型中,以 B¹a 和 B¹b 各发出一支的较多,较少为 B¹a 和 B¹c 各发出一支进入奇叶,见表 1。

表 1 肺奇叶支气管起源(n=92)			
分型	支气管起源	例数(n)	占比(%)
单分支型	B ¹	1	1.1
	BX ¹ a	1	1.1
	B ¹ a	24	26.1
	B ¹ b	38	41.3
	B ¹ c	6	6.5
双分支型	B ¹ a+B ¹ b	19	20.7
	B ¹ a+B ¹ c	3	3.3

2.2 肺奇叶动脉类型

根据动脉起源分类,仍然以单分支型为主要类型,占 72.8%(67/92),其中多数发自 A¹a,其次为 A¹b、A¹a。在双分支型中,主要为 A¹a 和 A¹b 各发出一分支共同进入奇叶中,其次为 A¹a 和 A¹c 各发出一支,见表 2。

表 2 肺奇叶动脉起源(n=92)			
分型	动脉起源	例数(n)	占比(%)
单分支型	A1	5	5.4
	A ¹ a	32	34.8
	A ¹ b	30	32.6
双分支型	A ¹ a+A ¹ b	17	18.5
	A ¹ a+ A ¹ c	8	8.7

2.3 肺奇叶静脉类型

肺奇叶静脉大多汇入 V¹a 中(68 例,占 73.9%),其余则汇入 V¹b 中(24 例,占 26.1%)。

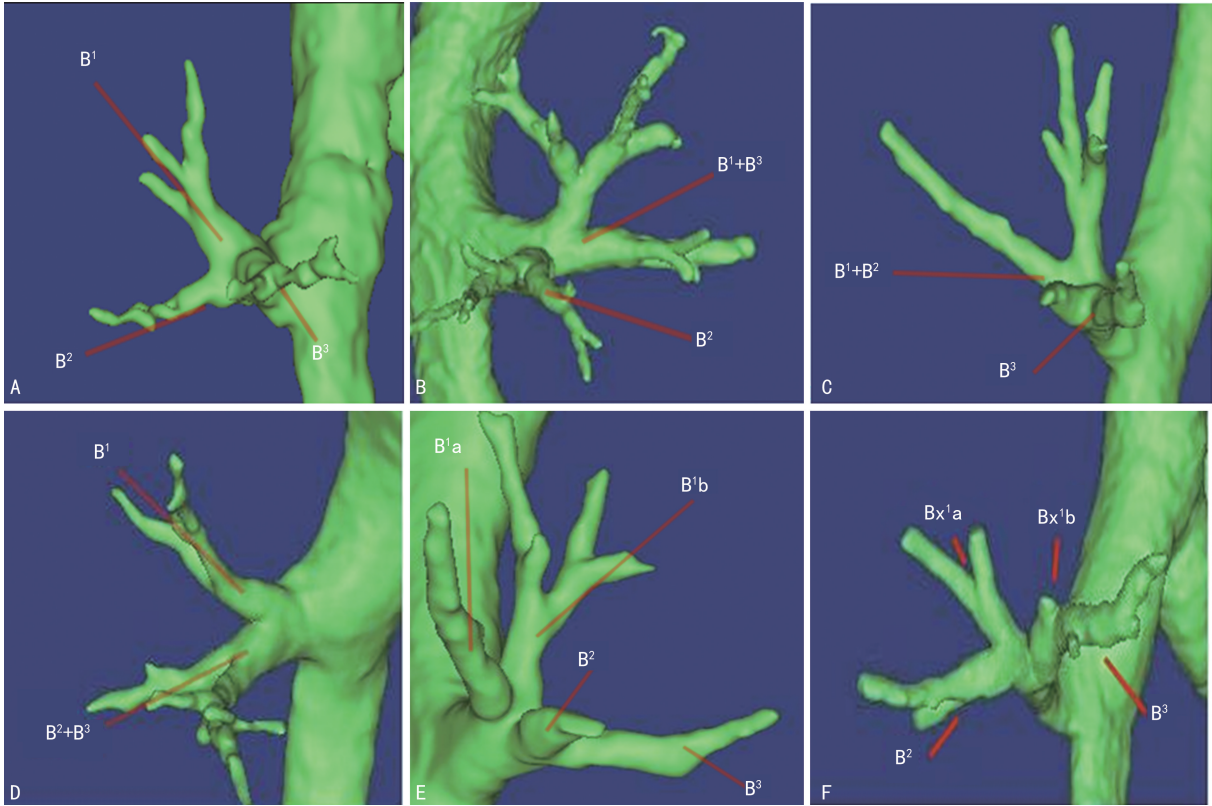
2.3.1 不同右肺上叶支气管分支类型分类

根据右肺上叶支气管分支类型分类,一共有 6 种,其中三分支型是右肺上叶支气管最常见的解剖类型(B¹-B²-B³ 型),占总数的 53.3%(49/92)。在 41 例段支气管共干类型中,尖段和前段支气管共干(B¹ + B³-B² 型)占总数的 15.2%(14/92),尖段和后段支气管共干(B¹ + B²-B³ 型)占总数的 19.6%(18/92),前

段和后段支气管共干(B² + B³-B¹ 型)占总数的 9.8%(9/92)。最为少见的为四分支型(B¹a-B¹b-B²-B³ 型)和两尖段型(B¹ 缺失型),各有 1 例,见图 1。

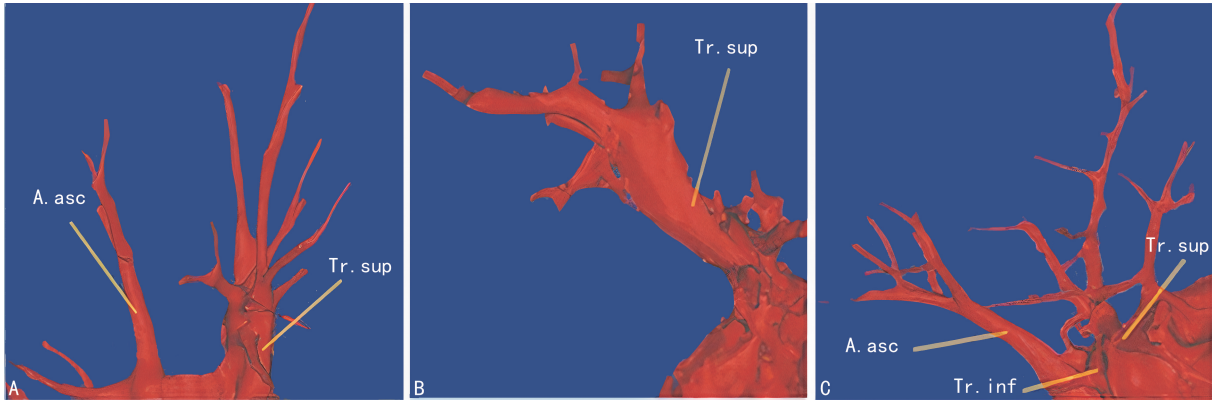
2.3.2 不同叶动脉按数目分类

根据右肺上叶动脉按数目分类,大多为两分支型,即“前干+后升支动脉型”(67.4%,62/92);其次为一支型,即“前干动脉型”(20.7%,19/92);最少见的为三分支型,即“上前干+下前干+后升动脉型”(12.0%,11/92),见图 2。



A: B¹-B²-B³ 型;B: B¹ + B³-B² 型;C: B¹ + B²-B³ 型;D: B² + B³-B¹ 型;E: B¹a-B¹b-B²-B³ 型;F: B¹ 缺失型。

图 1 不同右肺上叶支气管分支类型分类图



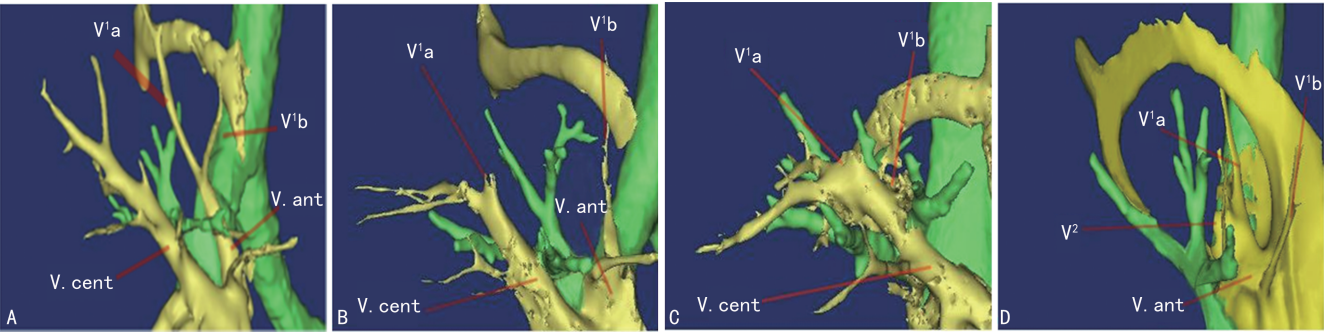
A: 前干+后升支动脉型;B: 前干动脉型;C: 上前干+下前干+升动脉型。

图 2 不同叶动脉按数目分类图

2.3.3 不同静脉分支类型分类

按照静脉的分支类型分类,主要为“前+中央静

脉型”(84.8%,78/92),主要为 Iab 型(59.8%,55/92)、Ib 型(25.0%,23/92),其次为前静脉(anterior vein)型(9.8%,9/92),中央静脉(central vein)型较少见(5.4%,5/92),见图 3。



A:Iab 型;B:Ib 型;C:central vein 型;D:anterior vein 型。
图 3 不同静脉分支类型分类图

2.4 肺奇叶的体积

通过测定右肺奇叶的患者奇叶和右肺上叶的体积,以及 CT 二维图像中的单层面积、层厚进行计算,验证了数据的有效性。右肺奇叶的平均体积为(62 869.36±45 097.76)cm³,小于其他肺段的平均体积;当右上肺奇叶存在时,右肺上叶的平均体积为(788 745.53±256 430.93)cm³,肺奇叶平均体积与合并奇叶的右上肺平均体积的比值为(0.082±0.062)。肺奇叶体积较大的患者供应支气管一般为双支,平均体积为(120 421.41±25 294.04)cm³,而单分支型肺奇叶的平均体积为(43 685.34±31 697.77)cm³。

3 讨 论

奇叶是肺的一种解剖变异类型,并不常见。奇叶首次于 1877 年在尸检中被发现,研究人员于 1923 年阐述了肺奇叶的 X 射线影像表现,并于 1927 年在报道中明确这一特殊变异是由于奇静脉先天发育异常所致。肺奇叶在尸检及胸部 X 线片上的发现率分别为 1%和 0.4%^[16-18],男性多于女性,其解剖学特征上并未发现明显的差异性。曾有家族性或合并先天性疾病的病例报道,但目前无证明肺奇叶与遗传相关的有力证据^[15]。

笔者在研究中发现 1 例患者肺奇叶反复感染。通过三维重建发现其肺奇叶支气管显得相对细长,且受奇静脉压迫,可能正是因为这种原因导致引流不畅,从而引起奇叶反复感染。在既往个案报道中,1 例患者反复咯血却并未找到明显的出血来源,在随后的手术干预中,手术医生发现了肺奇叶对右肺上叶后段外源性的压迫,考虑这可能是其反复咯血的原因。因此,笔者认为肺奇叶畸形病变本身不会引起任何症状^[19],但异常走行的奇静脉可能会压迫支气管,导致右上肺或肺奇叶发生肺不张或支气管扩张,相较于正常的肺叶,更易引发肺部感染或结核等感染性疾病。对于奇叶反复发生感染或发生肿瘤的患者,手术切除

是有效的治疗方式^[20]。不过由于当前国内外对于肺奇叶的研究均主要局限于尸体解剖或者个案报道病例^[21-22],样本量较少,对于供应奇叶的血管、支气管起源的认知缺乏足够数据支持与系统化研究,不能满足当前对该类畸形精细化手术切除的临床指导需求。

奇裂是一条细长条索影,在肺尖胸膜反折处有一个小的三角形尖状向下突起,依据这个开口三角的位置,既往研究中把奇裂分为了 3 种类型:A 型,三角位于肺尖的外侧斜向肺门;B 型,三角垂直向下,劈开肺尖的顶端;C 型,三角位于肺尖的内侧^[23]。既往认为肺奇叶的体积大小与奇裂切割肺组织的位置有关。通常情况下,A 型奇裂的肺奇叶体积大于其他两种类型,但笔者通过影像测量体积否认了这一观点。肺奇叶的大小不仅仅与切割的面积有关,其同样与切割的深度有关。通过肺体积测定,笔者发现,通常双分支型支气管的肺奇叶体积远大于单分支型,部分支气管较长的奇叶,其平均体积也大于支气管较短的奇叶,所以肺奇叶的大小与奇叶支气管数量及长度有关。在术中,遇到体积较大的肺奇叶时,需考虑其是否存在多支支气管,或其是否为较长的支气管类型。术者在段门解剖时,也需仔细游离,辨识清楚,避免损失其他分支,从而引起不良后果^[20]。通过测量数据,笔者发现右上肺奇叶的体积小于右肺上叶其他各段的平均体积,且当右上肺奇叶存在时,患者的右肺上叶平均体积并不大于正常右肺上叶的平均体积,所以可认为肺奇叶不会导致肺体积和功能的增加。由于本研究为回顾性研究,所以并未对这部分患者进行肺通气灌注显像来证实其实肺容积及肺奇叶和其右上肺的功能情况。在后续的研究中,可以完善此项检查,进一步明确肺奇叶的功能占比。

本组病例总结表明,左侧奇静脉弓十分罕见,所以左肺奇叶也更为罕见,本组中无 1 例发生。右肺奇叶支气管主要来源于 B¹,无论是单分支型或者双分支

型,奇叶支气管其大部分来自 B¹b 或 B¹a,仅有 6 例患者来自 B¹c,这可能与奇静脉异常走行,垂直挤压分割患者右肺上叶尖段靠前的部分肺组织有关。本组病例中还发现了 1 例 B¹ 支气管缺失的患者,其肺奇叶支气管由 Bx¹a 发出,因为 B¹ 支气管缺失才出现了此现象,更间接证明 B¹ 支气管才是奇叶支气管来源的常态。不过既往有多个学者在尸体解剖研究中,发现肺奇叶支气管发源于 B²a^[23]。笔者认为,由于其缺少对共干或分叉的明确定义,从而把 Bx¹a 误认为 B²a,而不是当前意义中真正的源自 B²a。肺奇叶的静脉大多汇入段内分支中^[22],不存在太多类型的变异,基本上与既往文献报道相吻合。肺奇叶的动脉常常与肺奇叶的起源支气管伴行,但也有少部分病例为动脉异常分支所供应,这是本组病例观察中的新发现。这部分异常分支所伴行的支气管并未进入肺奇叶内,故术中并不能与支气管互相参照,术者需在术前仔细辨认,避免靶段血管的残留。

无肺奇叶畸形的健康人群,其肺组织的三、四级结构的解剖也存在较大走行变异,易导致手术中血管损伤而带来较高的出血风险。尤其是四级结构的变异太多,很难总结出较为通行的走行特点与共同模式^[11]。故本研究针对肺奇叶患者右肺上叶三级结构的支气管、血管走行进行了探讨。既往研究结果显示,B¹-B²-B³ 型支气管类型为右肺上叶最常见的解剖类型^[12,24],这与本研究结果类似,但本研究中,这种支气管解剖类型发生率高于前述研究结果,造成此差异的原因尚不明确,不过也并未发现这些解剖类型的变化与肺奇叶的发生存在必然联系。关于肺奇叶患者右上肺血管的分支类型,笔者未发现“上前干+下前干”型和“升支动脉”相关的类型^[12],提示此类型血管分支方式在临床上并不多见。

支气管与肺动脉在肺段水平再向下分支后,两者之间不存在固定伴行关系,而静脉从起源到肺段水平则走行于段间或亚段间,与支气管、血管的走行呈现完全不同的体系关系,因此基本不存在走行模式上的紧密关联^[25]。在奇肺叶中,肺静脉与气管、动脉之间的此种非紧密关联关系完全类似。所以对肺奇叶段的切除,在精准处理静脉时,仍然主要依靠术前 CT 三维重建的提早预判与术中精准识别,才能减少单纯以经验性的术中判断、处理,避免误伤手术所需切除区域的血管,尤其是在走行更为不确定的静脉,能避免引发不必要的术中出血后果。

本研究的入组病例数虽然有限,但仍然显示了肺奇叶解剖多重、多类型变异的复杂性,以及可能存在极为罕见的解剖变异情况。右肺奇叶的支气管、血管为右肺上叶尖段支气管、血管亚段分支的延伸,其也应该认为是右肺上叶尖段的一部分。肺裂由胸膜构

成,位于肺叶之间,作为区分不同肺叶的标志,奇裂本身同其他的肺裂一样,也是由胸膜所构成。奇裂在右上肺尖段组织上挤压分割而形成右肺奇叶,所以,右肺奇叶从形态上而言更像是一个独立的肺叶。虽然无独立的解剖结构和功能,但由于奇裂的切割导致其形态上的特殊性,临床依然应该认为肺奇叶是一个特殊的肺叶或肺段。肺部解剖结构类型复杂,且存在罕见解剖变异情况,对每一例患者而言,施行标准、精确的肺段切除,甚至联合亚段切除,都可能存在较大难度。鉴于 CT 影像三维重建成本低、精确性高,在拥有充分经验积累的基础上,对于肺发育变异的识别更加游刃有余,也可以帮助医生在手术前精准规划,指导较为详细的手术步骤与流程,提高手术切除的精准性与安全性。

参考文献

[1] PRADHAN G,SAHOO S,MOHANKUDO S, et al. Azygos lobe;a rare anatomical variant[J]. J Clin Diagn Res,2017,11(3):TJ02.

[2] CHABOT-NAUD A,RAKOVICH G,CHAGNON K,et al. A curious lobe[J]. Can Respir J, 2011,18(2):79-80.

[3] MOAWAD C M,GRIEPP D W,MOAWAD K A,et al. The azygos lobe of the lung[J]. Pulmonology,2022,28(3):241-242.

[4] MEERSHOEK P,VAN OOSTEROM M N,SIMON H,et al. Robot-assisted laparoscopic surgery using DROP-IN radioguidance:first-in-human translation[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging,2019,46(1):49-53.

[5] TORUNSKA E,KLEPACKI L. The azygos lobe, an incidental finding in computer tomography[J/OL]. Folia Morphol (Warsz). [2024-05-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37183517/>.

[6] 许士梅,张晓蔚,韩新光,等. 支气管镜治疗大叶性支原体肺炎的时机与疗效研究[J]. 重庆医学, 2023,52(10):1464-1468.

[7] SALVE V T,ATRAM J S,MHASKE Y V. Azygos lobe presenting as right para-tracheal shadow[J]. Lung India,2015,32(1):85-86.

[8] WANG L,ZHAO F,LIU H,et al. Clinical characteristics of 50 children with azygos lobe;a retrospective study[J]. Eur J Pediatr,2021,180(8):2687-2691.

[9] SAJI H,OKADA M,TSUBOI M,et al. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized

- peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial [J]. *Lancet*, 2022, 399 (10335):1607-1617.
- [10] SUZUKI K,SAJI H,AOKAGE K,et al. ,Comparison of pulmonary segmentectomy and lobectomy: safety results of a randomized trial [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 158(3): 895-907.
- [11] 范坤,冯锦腾,王泓懿,等. 基于三维重建的肺小结节患者右上肺叶解剖研究[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2020, 36(9):557-561.
- [12] NAGASHIMA T,SHIMIZU K,OHTAKI Y, et al. An analysis of variations in the broncho-vascular pattern of the right upper lobe using three-dimensional CT angiography and bronchography[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 63(6):354-360.
- [13] HAGIWARA M,SHIMADA Y,KATO Y, et al. High-quality 3-dimensional image simulation for pulmonary lobectomy and segmentectomy: results of preoperative assessment of pulmonary vessels and short-term surgical outcomes in consecutive patients undergoing video-assisted thoracic surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 46(6):120-126.
- [14] MUROTA M,YAMAMOTO Y,SATOH K,et al. Preoperative evaluation of the right upper lobe pulmonary artery by 3D-CT pulmonary angiography vs. thin-section multiplanar reconstruction images obtained by contrast-enhanced multidetector-row CT[J]. *Acta Medica Okayama*, 2015, 69(6):327-332.
- [15] 陈亮,吴卫兵. 胸腔镜解剖性肺亚段切除手术图谱[M]. 南京:东南大学出版社, 2021.
- [16] 何乾文,何远忠,汪庆华,等. 奇叶的影像诊断(附 4 例报告)[J]. *西南军医*, 2000, 2(4):12.
- [17] YURASAKPONG L,YAMMINE K,LIMPANUPARB T,et al. The prevalence of the azygos lobe;a meta-analysis of 1 033 083 subjects[J]. *Clin Anat*, 2021, 34(6):872-883.
- [18] AL-MNAYYIS A,AL-ALAMI Z,ALTAMIMI N,et al. Azygos lobe:prevalence of an anatomical variant and its recognition among postgraduate physicians[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2020, 10(7):470.
- [19] DENEGA T,ALKUL S,ISLAM E, et al. Recurrent hemoptysis-a complication associated with an azygos lobe[J]. *Southwest Respir Crit Care Chron*, 2015, 3(11):44-47.
- [20] SEZER H F,ABDULLAYEV G,AVCI A, et al. Segmentectomy for primer lung cancer, which arise from azygos lobe; azygos lobectomy[J]. *Tuberk Toraks*, 2019, 67(3):231-233.
- [21] ARAKAWA T,TERASHIMA T,MIKI A. A human case of an azygos lobe; determining an anatomical basis for its therapeutic postural drainage[J]. *Clin Anat*, 2008, 21(6):524-530.
- [22] NDIAYE A,NDIAYE N B,NDIAYE A, et al. The azygos lobe; an unusual anatomical observation with pathological and surgical implications[J]. *Anat Sci Int*, 2012, 87(3):174-178.
- [23] BOYDEN E A. The distribution of bronchi in gross anomalies of the right upper lobe particularly lobes subdivided by the azygos vein and those containing pre-eparterial bronchi[J]. *Radiology*, 1952, 58(6):797-807.
- [24] ZAVALLETTA V A,BARTHOLMAI B J,ROBB R A. High resolution multidetector CT-aided tissue analysis and quantification of lung fibrosis[J]. *Acad Radiol*, 2007, 14(7):772-787.
- [25] ZHANG M,MAO N,ZHANG K, et al. Analysis of the variation pattern in right upper pulmonary veins and establishment of simplified vein models for anatomical segmentectomy[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(22):1515.

(收稿日期:2024-06-26 修回日期:2024-12-17)

(编辑:张芃捷)