

上气道 CT 三维成像不同解剖标志对气管插管困难预测的研究

胡钰婷¹, 王伟¹, 黄建新², 谢敏^{1,2}

1. 电子科技大学医学院, 四川 成都 610072; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院), 四川 成都 610072

【摘要】 目的 收集全麻胸科手术患者口咽喉部 CT 图像数据行气道三维重建, 标记不同的解剖标志, 寻找可能导致插管困难的解剖标志。**方法** 对 135 例手术患者口咽喉部 CT 图像行三维重建, 选取会厌明确显影的矢状面, 测量该平面硬腭末端到咽后壁距离(HSD), 硬腭与软腭所形成的夹角角度(HSA), 硬腭末端与会厌谷距离(HPD), 下颌骨颏隆突与舌骨距离(MHD)。对患者行 Mallampati 分级、Cormack-Lehane 分级评估; 分析解剖数据和气道分级之间的关系。**结果** Mallampati IV 级组 HSA 大于 Mallampati I~II 级和 III 级组 ($P<0.05$); Cormack-Lehane IV 级组 HSD、MHD 小于 Cormack-Lehane I~II 级和 III 级组; Cormack-Lehane III 级组 MHD 小于 Cormack-Lehane I~II 级组 ($P<0.05$)。其余解剖结构比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论** 插管困难的患者硬腭末端到咽后壁的距离更短, 下颌骨颏隆突与舌骨的距离也更短。

【关键词】 气道; CT 三维成像; 困难气管插管

【中图分类号】 R614.2

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2025)04-0127-04

Study on the prediction of endotracheal intubation difficulties using different anatomical landmarks of upper airway CT three-dimensional imaging HU Yu-ting¹, WANG Wei¹, HUANG Jian-xing², XIE Min^{1,2} 1. School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China; 2. Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China

【Corresponding author】 XIE Min

【Abstract】 Objective To collect the CT image data of the oropharynx and throat of patients undergoing surgery under general anesthesia for three-dimensional airway reconstruction, and mark various anatomical landmarks to identify those that may cause difficulty in intubation. **Methods** The three-dimensional reconstruction of CT images of the oropharynx in 135 surgical patients was performed. The sagittal plane in which the epiglottis was clearly visualized was selected. The distance from the end of the hard palate to the posterior pharyngeal wall (HSD), the angle formed by the hard palate and the soft palate (HSA), the distance between the end of the hard palate and the epiglottic valley (HPD), and the distance between the chin bone of the mandible and the hyoid bone (MHD) were measured in the planes. Mallampati grading and Cormack-Lehane grading assessments of patients were performed. The relationship between anatomical data and airway grading was analyzed. **Results** HSA was greater in the Mallampati class IV group than that in the Mallampati class I-II and III groups ($P<0.05$). HSD and MHD were smaller in the Cormack-Lehane class IV group compared to the Cormack-Lehane class I-II and class III groups. MHD was smaller in the Cormack-Lehane class III group than that in the Cormack-Lehane class I-II group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the comparison of data from other anatomical structures ($P>0.05$). **Conclusions** The distance from the end of the hard palate to the posterior pharyngeal wall is shorter in patients with difficult intubation. The distance between the mandibular ramus and the hyoid bone is also shorter in these patients.

【Key words】 Airway; Three-dimensional CT imaging; Difficult tracheal intubation

气道管理是麻醉管理中最重要的工作之一,同时也是抢救患者生命的一项重要技能。在插管前若未能及时预料到困难气道,且不能有效的处理,将造成患者器官缺氧、心律失常、肾衰竭等一系列严重的并发症,甚至死亡^[1]。因此快速高效的气道评估是提高插管成功率非常重要的组成部分。目前气道评估的常用方式主要有以下几类: Mallampati 评分、Wilson 评分、病史、面部情况、Cormack-Lehane 分级等^[2]。但这些方式的敏感度都在 0.5 左右^[3]。最近几年出现使用 CT、MRI 对气道进行三维重建,或者直接生成气道 3D 模型^[4],对特殊疾病患者(粘

多糖症患儿,颌面部间隙感染患者,睡眠呼吸暂停综合征等)和普通患者进行气道评估的研究^[5,6],均表现出比 CT 二维图像和 X 射线成像更高的准确性;并寻找出一些和困难气道相关的解剖平面^[7,8]。但目前研究的患者样本量均较少,评估的咽喉部解剖平面也少。本研究通过收集全麻胸科手术患者口咽喉部的 CT 图像数据进行气道三维重建,并标记不同的解剖标志。在麻醉插管时进行 Cormack-Lehane 分级评价,寻找出可能导致插管困难的气道解剖标志。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 6 月到 2023 年 6 月在四川省人民医院行胸科手术的患者 135 例。纳入标准:①年龄>18 岁;②行择期全麻胸科手术并进行

【基金项目】 四川省科技厅支撑项目资助(编号:2022YFS0106)

【通讯作者】 谢敏

头颈胸部 CT 检查的患者;③获得患者及其家属的知情同意。排除标准如下:①患者或其家属在研究期间要求退出;②同时参与其他临床干预。将患者按 Mallampati I ~ II 级、Mallampati III 级、Mallampati IV 级分为三组各 45 例患者,三组性别、年龄、体重指

数(BMI)、ASA 分级等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。本方案经四川省人民医院伦理委员会审核通过,所有研究参与者均签署知情同意书。

表 1 三组一般资料比较

组别	<i>n</i>	年龄(年)	性别(男/女)	BMI(kg/m ²)	ASA 级(I, II/III)
Mallampati I ~ II 组	45	64.52±4.34	21/24	24.73±2.15	32/13
Mallampati III 组	45	66.34±7.28	25/20	23.28±1.42	34/11
Mallampati IV 组	45	61.57±9.12	23/22	22.67±2.31	29/16
<i>P</i>		0.832	0.713	0.921	0.365

1.2 方法 所有患者进入手术室后,嘱患者坐位,用力张口伸舌不发声音到最大限度,根据是否能看到悬雍垂以及咽部的其他结构,对患者进行 Mallampati 评分。I 级:可见软腭、咽腔、悬雍垂、咽腭弓;II 级:可见软腭、咽腔、悬雍垂;III 级:仅见软腭、悬雍垂基底部;IV 级:看不见软腭。麻醉医生对患者进行常规麻醉监护和诱导,并在插管时进行 Cormack-Lehane 分级评价。Cormack-Lehane 分级按照喉镜显露声门的难易程度分为四级。I 级:可见大部分声门;II 级:可见声门后缘;III 级:仅见会厌;IV 级:不见会厌。Cormack-Lehane III 级和 IV 级被认为存在插管困难。

1.3 不同解剖数据的测量 使用 Neusoft PACA/RIS 影像诊断系统对患者口咽喉部进行三维重建,选取会厌明确显影的矢状面,由同一放射科医生在该平面测量患者硬腭末端到咽后壁的距离(HSD)、硬腭与软腭所形成的夹角角度(HSA)、硬腭末端与会厌谷的距离(HPD)、下颌骨颈隆突与舌骨的距离(MHD),所有指标均进行 3 次重复测量并取其平均值。见图 1。分别统计 Mallampati I ~ II 级、Mallampati III 级、Mallampati IV 级、Cormack-Lehane I ~ II 级、Cormack-Lehane III 级、Cormack-Lehane IV 级所对应的 HSA、HSD、HPD、MHD 数值进行比较。

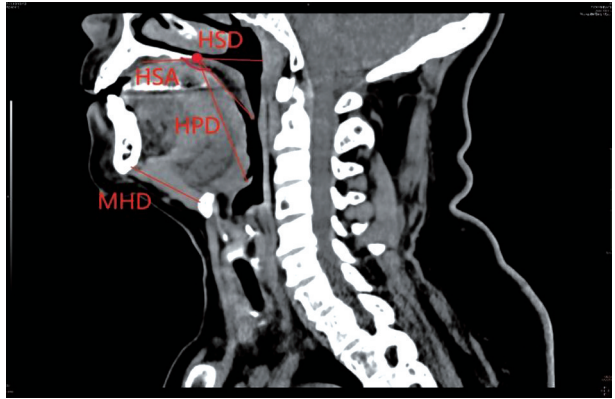


图 1 口咽喉部三维成像的矢状面解剖数据标注测量

1.4 统计学方法 运用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计学分析,计数资料以均数±标准差表示。资料呈正态分布时,三组间比较采用单因素方差分析,两组间比较采用 LSD-*t* 检验。资料不符合正态分布时,采用秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同 Mallampati 分级患者气道相关解剖结构数值的比较 Mallampati IV 级组的 HSA 角度明显大于 Mallampati I ~ II 级和 Mallampati III 级组($P<0.05$),其余解剖结构比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 不同 Mallampati 分级对应的不同解剖结构数值

组别	例数	HSA(degrees)	HSD(mm)	HPD(mm)	MHD(mm)
Mallampati I ~ II 级	45	126.24±22.78	35.57±8.39	39.87±11.23	44.09±11.83
Mallampati III 级	45	132.65±35.71	41.26±11.20	42.57±15.28	37.41±13.37
Mallampati IV 级	45	158.28±37.45 ^{a,b}	38.67±9.27	39.65±4.67	35.29±12.64
<i>F</i>		124.62	0.352	0.156	0.256
<i>P</i>		<0.001	0.623	0.872	0.732

a 与 Mallampati I ~ II 级组比较, $P<0.05$;b 与 Mallampati III 级组比较, $P<0.05$

2.2 不同 Cormack-Lehane 分级患者气道相关解剖结构数值的比较 Cormack-Lehane IV 级组的 HSD 及 MHD 明显小于 Cormack-Lehane I ~ II 级和 III 级组

($P<0.05$);Cormack-Lehane III 级组 MHD 明显小于 I ~ II 级组($P<0.05$);其余解剖结构比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 3 不同 Cormack-Lehane 分级对应的不同解剖结构数值

组别	n	HSA (degrees)	HSD (mm)	HPD (mm)	MHD (mm)
Cormack-Lehane I~II级	69	113.48±12.03	46.67±10.45	41.56±9.24	42.25±11.36
Cormack-Lehane III级	38	125.32±19.56	44.52±11.07	39.89±8.28	34.09±10.21 ^a
Cormack-Lehane IV级	28	130.38±21.68	34.23±10.32 ^{a,b}	42.39±10.35	32.35±9.34 ^{a,b}
F		0.136	68.429	0.183	112.273
P		0.752	P<0.001	0.854	P<0.001

a 与 Cormack-Lehane I~II级组比较, $P<0.05$; b 与 Cormack-Lehane III级组比较, $P<0.05$

3 讨论

气道管理是临床麻醉工作中的重要环节。本项目通过收集全麻胸科手术患者的口咽喉部 CT 图像进行三维重建,发现 Cormack-Lehane III级和IV级的患者硬腭末端到咽后壁的距离越短,下颌骨颏隆突与舌骨的距离越短,插管也越困难。Mallampati 分级越高硬腭与软腭所形成的夹角角度越大。

快速发展的医学成像技术,如超声波、CT 和核磁共振成像,可生成内部器官和组织的图像,大大改善了临床诊断^[9,10]。Kelly 等根据计算机 X 射线图像制作了一个鼻腔树脂模型,研究鼻腔内气流场的分布^[11]。Xu 等为大鼠的上气道建立了一个基于 MRI 的动力学模型,以研究肌肉特征、气道形状和解剖结构,并将其应用于阻塞性睡眠呼吸暂停的患者^[12]。虽然医学成像技术用于气道管理方面取得了一些进展,但目前关于上气道三维成像已发表的研究却较少,大部分都是关于困难气道的个案报道。Dong 等使用三维 CT 观察了困难气道患者根据舌头位置改变引起的口腔固有容积的变化,并发现伸出舌头前后,舌头前端的容积比增加^[13]。Mihatsch 等使用三维重建,二维 CT 以及 X 射线成像对左主支气管直径进行测量,并将其用于双腔管的选择;发现三维重建的准确性更高^[14]。本研究的患者均是清醒平卧位进行的 CT 检查,对其口咽喉部结构进行三维重建后,更利于观察口咽喉部结构。当患者 Cormack-Lehane 分级为 III级和IV级,声门口无法显露,难以确定气管导管放入的准确方向,存在插管困难。这些患者硬腭末端到咽后壁的距离明显变短,其对应的咽腔深度也越小。当咽腔越小时,越不利于在气管插管时放置喉镜以暴露声门,造成气管导管不能准确对准声门口,使导管插入困难。而当下颌骨颏隆突与舌骨的距离越短时,大部分患者很难用下颌牙齿反咬合上颌牙齿,插管也更困难。当硬腭末端与会厌谷的距离越长时,需要将喉镜片放置更深位置,才能将会厌挑起,暴露声门。因此对于怀疑插管困难的患者,术前对其口咽喉部 CT 进行三维成像再进行矢状位分析后更有利于判断插管的难易程度。硬腭与软腭所形成的夹角角度

在 Mallampati IV级患者中明显更大,但并不一定出现插管困难。在术前气道评估不能仅凭 Mallampati 分级进行,还需联合其他评估手段^[15~17]。

本研究也有一定的局限性,由于 CT 扫描可能对气道软组织和其他结构识别不够清晰,也会影响三维成像的结构。同时口咽部的肌肉结构如软腭、舌,在支撑上气道方面也起着关键作用,这些组织的解剖位置可随着身体姿势的变化而移动。本研究的 CT 检查都是在患者清醒状态下拍摄的,而插管是在给予麻醉药物下进行的,药物可能影响这些肌肉和软组织的位置。

综上,通过对患者口咽喉部 CT 图像进行三维重建,发现插管困难患者硬腭末端到咽后壁的距离更短,下颌骨颏隆突与舌骨的距离也更短。这些发现为临床麻醉中困难气道的评估和预测提供了新的思路。

【参考文献】

- [1] 薛富善,刘亚洋,李慧娴. 2015 英国困难气道协会实践指南的特点和争议[J]. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(11):91-93.
- [2] Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway[J]. Anesthesiology, 2021, 136(1):31-81.
- [3] Jain K, Gupta N, Yadav M, et al. Radiological evaluation of airway-What an anaesthesiologist needs to know[J]. Indian Journal of Anaesthesia, 2019, 63(4):257-264.
- [4] Ren H, Qu L, Shi W, et al. CT based 3D radiomic and clinical airway examination model for evaluating mask ventilation in oral and maxillofacial surgery patients [J]. Scientific Reports, 2025, 15(1):5665.
- [5] Lee YH, Su CH, Lin CY, et al. Endoscopic and Image Analysis of the Airway in Patients with Mucopolysaccharidosis Type IVA [J]. Journal of Personalized Medicine, 2023, 13(3):494.
- [6] Schwab R J, Gislason T, Pack A I, et al. Differences in three-dimensional upper airway anatomy between Asian and European patients with obstructive sleep apnea [J]. Sleep, 2020, 43(5):273.
- [7] Prathep S, Jitpakdee W, Woraathasin W, et al. Predicting difficult laryngoscopy in morbidly obese Thai patients by ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis: a prospective observational study[J]. BMC Anesthesiol, 2022, 22(1):145.