

论著·临床研究

困难气道的风险因素分析及预测模型研究

倪红伟¹, 贺广宝¹, 高红梅¹, 祝义军¹, 史东平¹, 杭燕南²

1. 上海市嘉定区中心医院麻醉科, 上海 201800; 2. 上海交通大学医学院附属仁济医院麻醉科, 上海 200127

[摘要] **目的**·探索困难气道 (difficult airway, DA) 的风险因素并建立预测模型。**方法**·选择 2018 年 5 月—10 月在上海市嘉定区中心医院拟全身麻醉下行择期手术的患者 211 例, 收集其年龄、性别、身高、体质量和体质量指数 (body mass index, BMI) 等基本资料。采集患者的常规气道评估指标, 包括改良的 Mallampati 分级 (modified Mallampati test, MMT)、头颈活动度、张口度和甲颏距离。采用超声技术在旁矢状位测量皮肤到甲状软骨的距离 (the distance between the skin and thyroid cartilage, DST)、皮肤到会厌的距离 (the distance between the skin and epiglottis, DSE) 以及甲状软骨到会厌的距离 (the distance between the thyroid cartilage and epiglottis, DTE)。采用第一咽喉镜对患者喉部状态进行观察, 并行 Cormack-Lehane (CL) 分级判定。采用 Logistic 回归模型对可能引起 DA 的影响因素进行分析, 建立预测 DA 的最佳模型, 对模型中的指标及其系数进行风险评估及判定。**结果**·44 例患者的 CL 分级为Ⅲ级或Ⅳ级。Logistic 回归分析显示, 预测 DA 的最佳模型由性别、BMI、DSE 和 MMT 共 4 个风险因素确定, 该最佳模型的诊断价值为灵敏度 90.9%、特异度 90.4%, 受试者工作特征曲线下面积达到 0.934。**结论**·由性别、BMI、DSE 和 MMT 共 4 个风险因素确定的预测模型能够更为全面、有效地评估 DA。

[关键词] 困难气道; 全身麻醉; 超声

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2020.03.013 **[中图分类号]** R614.2¹ **[文献标志码]** A

Study on risk factors analysis and prediction model of difficult airway

NI Hong-wei¹, HE Guang-bao¹, GAO Hong-mei¹, ZHU Yi-jun¹, SHI Dong-ping¹, HANG Yan-nan²

1. Department of Anesthesiology, Jiading District Central Hospital, Shanghai 201800, China; 2. Department of Anesthesiology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China

[Abstract] **Objective**·To explore the risk factors of difficult airway (DA) and establish its prediction model. **Methods**·From May to Oct. 2018, 211 patients were selected for elective surgery under general anesthesia in Jiading District Central Hospital, and their basic data such as age, sex, height, weight, body mass index (BMI) were collected. Conventional airway assessment indicators were evaluated, including the modified Mallampati test (MMT), cervical mobility, inter-incisor distance and thyromental distance. Ultrasound was utilized to measure the distance between the skin and thyroid cartilage (DST), the distance between the thyroid cartilage and epiglottis (DTE) and the distance between the skin and epiglottis (DSE) in the parasagittal plane. The first laryngoscope was used to observe the laryngeal state of the patients, and Cormack-Lehane (CL) grade was performed. Logistic regression model was used to analyze the influencing factors that might cause DA, establish the best model to predict DA, and carry out risk assessment and judgment on the indexes and their coefficients in the model. **Results**·Forty-four patients were classified as CL grade III or VI. Logistic regression analysis showed that the best model for predicting DA was determined by sex, BMI, DSE and MMT. The sensitivity and specificity of the diagnostic value of the optimal model were 90.9% and 90.4%, and the area under the receiver operator characteristic curve was 0.934. **Conclusion**·The prediction model determined by four risk factors of sex, BMI, DSE and MMT can evaluate DA more comprehensively and effectively.

[Key words] difficult airway (DA); general anesthesia; ultrasound

临床上预测困难气道 (difficult airway, DA) 的指标较多, 如改良的 Mallampati 分级 (modified Mallampati test, MMT)、头颈活动度、张口度、甲颏距离等, 但其灵敏度和特异度均不够理想。近年来, 超声技术的应用为临

床预测 DA 提供了新方法。研究^[1]发现, 使用舌下超声测量舌的体积及厚度可以预测困难喉镜 (DA 的代理指标)。另有研究^[2]在正中位甲状软骨膜水平, 通过会厌前间隙的厚度和会厌前区面积来预测困难喉镜的相关指标, 但具体

[基金项目] 上海市嘉定区科学技术委员会卫生系统科研项目 (JDKW-2016-W15); 上海健康医学院附属医院师资人才库项目。

[作者简介] 倪红伟 (1979—), 女, 副主任医师, 硕士; 电子信箱: 415438478@qq.com。

[通信作者] 祝义军, 电子信箱: zhuyijun@hotmail.com。

[Funding Information] Jiading District Science and Technology Commission Health System Research Project (JDKW-2016-W15); Teacher Talent Project of Hospital Affiliated Shanghai University of Medicine & Health Sciences.

[Corresponding Author] ZHU Yi-jun, E-mail: zhuyijun@hotmail.com.

使用何种方法、如何测量尚未定论。本研究通过超声技术在可视状态下的旁矢状位测量皮肤到甲状软骨的距离 (the distance between the skin and thyroid cartilage, DST)、皮肤到会厌的距离 (the distance between the skin and epiglottis, DSE) 以及甲状软骨到会厌的距离 (the distance between the thyroid cartilage and epiglottis, DTE)^[3], 采用 Logistic 回归分析和相对风险度评估对 DA 的风险因素进行分析并预测最佳模型, 以期为临床上 DA 预测的评估提供新方法。

1 对象与方法

1.1 研究对象

纳入 2018 年 5 月—10 月在上海嘉定区中心医院拟全身麻醉下行择期手术的患者 211 例 (年龄 >18 岁), 其中男性 92 例、女性 119 例, 美国麻醉师协会 (American Standards Association, ASA) 分级为 I ~ III 级。排除头颈部畸形、上颌畸形、颈椎骨折以及患有肿瘤等的特殊患者。

本研究已获得上海市嘉定区中心医院伦理委员会审批 (审批号: 2016-B-11), 所有患者或家属均签署了知情同意书。

1.2 麻醉及插管过程

患者入手术室后需行常规吸氧、开放外周静脉, 并监测其心电图、血压、心率、脉搏血氧饱和度、呼气末二氧化碳分压等。随后, 向患者静脉依次注射咪达唑仑 2 mg、舒芬太尼 0.3 ~ 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、丙泊酚 1.5 ~ 2.0 mg/kg 及顺苯磺酸阿曲库铵 1.5 mg/kg 进行麻醉诱导。待肌肉松弛完全后行气管插管, 即经面罩纯氧通气, 采用直接喉镜暴露声门, 不对其喉部施加外部压力, 选用第一眼喉镜对患者喉部状态进行观察, 并行 Cormack-Lehane (CL) 分级判定。该判定由具有 5 年以上临床工作经验的同一名麻醉医师完成。研究^[4]显示, CL 分级中 I、II 级被视为正常气道, III、IV 级则被视为 DA。

1.3 数据采集

1.3.1 基本资料收集 收集患者的年龄、性别、身高、体质量和体质量指数 (body mass index, BMI) 等基本资料。

1.3.2 常规气道评估指标采集 常规气道评估指标包括 MMT、头颈活动度、张口度和甲颏距离, 具体如下:

① MMT 评估: 即患者需用力张口、伸舌至最大限度, 根据其口咽部结构的可见度进行分级。其中, I 级可见软腭、咽腭弓、腭垂, II 级可见软腭、咽腭弓且腭垂部分被挡住, III 级仅见软腭, IV 级未见软腭。当患者为 III、IV 级时, 提示存在插管困难。② 头颈活动度评估: 测量患者头颈做最大限度的屈曲到伸展的活动角度。该角度 $\geq 80^\circ$ 即为正常, 而 $<80^\circ$ 则提示存在插管困难。③ 张口度评估: 患者需尽可能张大嘴巴, 用示指、中指和无名指测量上下门齿间距离。该距离 $\geq 4\text{ cm}$ (两横指) 即为正常, 而 $<4\text{ cm}$ 则提示存在插管困难。④ 甲颏距离评估: 患者需头部后仰至最大限度, 测量甲状软骨到颏结节间的距离。该距离 $\geq 6\text{ cm}$ 即为正常, 而 $<6\text{ cm}$ 则提示存在插管困难。

1.3.3 超声数据采集 患者取去枕平卧位, 使用超声 (Venue 40 12L-SC, 美国 GE 公司) 线阵探头矢状位置于喉部左侧旁正中 (中线向左旁开 1 cm), 可见甲状软骨和舌骨, 并以此为标记测量 DST; 于甲状软骨下方可见会厌后缘空气与黏膜交界面呈线状高回声时, 测量 DSE 和 DTE。同一距离行 3 次测量, 取平均值。超声数据的采集由同一名经过培训的麻醉医师完成。

1.4 统计学方法

使用 Stata/SE 15.0 软件对研究数据进行统计分析。对连续变量进行正态分布分析检验, 符合正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 非正态分布的定量资料以 $M (Q_1, Q_3)$ 表示, 并分别采用 t 检验和非参数检验进行分析^[5]。分类变量的分析结果被报告为数字, 并采用 χ^2 检验进行组间比较。检测各变量的膨胀因子, 判定其多重共线性, 并采用 Logistic 回归分析筛选 DA 独立预测因素并建立最佳模型。通过灵敏度、特异度、曲线下面积 (area under the curve, AUC) 来评估最佳模型预测 DA 的能力。上述比较均为双侧检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入 211 例患者, 经 CL 分级评估显示 44 例患者为 III 级或 IV 级。依据该结果, 将患者分为正常气道组 (167 例) 和 DA 组 (44 例), 并对 2 组患者的一般资料及气道评估指标进行分析。结果 (表 1) 显示, 患者在性别、MMT、DSE、DTE 和 DST 指标间差异均具有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。

表 1 患者一般资料比较及气道评估指标分析
Tab 1 Comparison of general data and analysis of airway assessment indicators

Item	Easy airway group (N=167)	DA group (N=44)	P value
General data			
Sex (male/female) /n	65/102	27/17	0.008
Age/year	51.0 (42.0, 63.0)	54.0 (42.5, 65.5)	0.315
Weight/kg	63.0 (55.0, 70.0)	62.5 (57.0, 73.5)	0.272
Height/m	1.60 (1.58, 1.70)	1.67 (1.58, 1.71)	0.091
BMI/ (kg · cm ⁻²)	23.56 (21.68, 25.95)	23.96 (21.73, 26.84)	0.561
Airway assessment indicator			
Thyromental distance/n			0.421
<6 cm	36	12	
≥6 cm	131	32	
Neck movement/n			0.981
<80°	38	6	
≥80°	129	38	
Interincisor distance/n			0.830
<4 cm	40	4	
≥4 cm	127	40	
MMT/n			0.000
I – II	156	11	
III – IV	11	33	
DSE/cm	2.05 (1.82, 2.29)	2.56 (2.40, 2.82)	0.000
DTE/cm	0.94 (0.75, 1.20)	1.26 (0.96, 1.61)	0.000
DST/cm	1.05 (0.86, 1.23)	1.29 (1.09, 1.47)	0.000

本研究通过对各变量的膨胀因子进行检测显示, 各变量间不存在多重共线性, 而后采用 Logistic 回归分析筛选 DA 独立预测因素并建立最佳模型。结果显示, 预测困难喉镜的最佳模型由性别、BMI、DSE 和 MMT 共 4 个风险因素确定, 该最佳模型的诊断价值的灵敏度为 90.9%, 特异度为 90.4%, 明显优于 MMT 的灵敏度 (75.0%) 及特异度 (71.3%)。

DA 最佳模型的相关风险因素分析结果见表 2。Logistic 回归方程为: $\text{logit (DA)} = -8.077 - 1.463 \times \text{Sex} - 0.223 \times \text{BMI} + 2.482 \times \text{MMT} + 5.609 \times \text{DSE}$, 其中 Sex 为性别。随后对最佳模型进行受试者工作特征曲线 (receiver operator characteristic curve, ROC 曲线) 分析, 结果 (图 1) 显示其 AUC 为 0.934。

表 2 最佳模型的相关风险因素分析
Tab 2 Analysis of relevant risk factors for the optimal model

Risk factor	OR	95% CI	P value
Sex	2.492	1.258–4.937	0.004
BMI	1.707	0.849–3.431	0.004
MMT	7.437	3.471–15.936	0.000
DSE	26.813	11.102–64.756	0.000

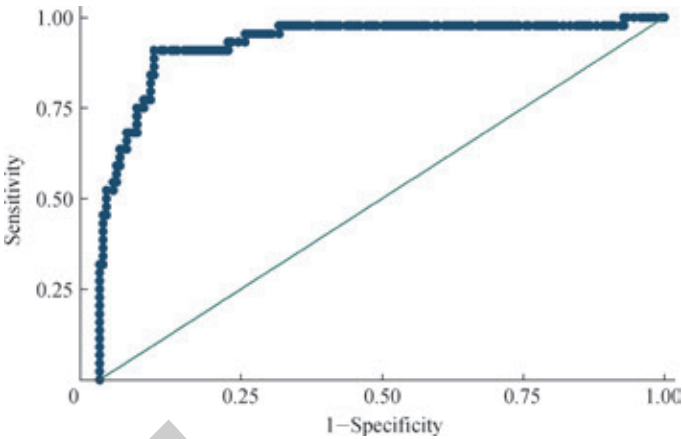


图 1 预测 DA 的最佳模型的 ROC 曲线
Fig 1 ROC curve of the optimal model for predicting DA

3 讨论

目前, DA 的处理是麻醉学领域中的一重要课题。临床上, DA 的发生不仅会影响麻醉及手术过程的顺利实施, 还可能危及患者的生命安全; 而麻醉医师能否在气管插管前对 DA 进行预测并提前做好充分准备, 是确保患者安全的重要环节。近年来, 有不少学者采用传统预测 DA 的方法和超声预测方法进行研究发现, 其灵敏度均不够理想且缺少公认的预测标准。本研究采用 Logistic 回归分析筛选 DA 的独立预测因素并建立一种全新的 DA 预测评估体系; 结果显示, 该评估体系由性别、BMI、DSE 和 MMT 共 4 个风险因素确定。

由于临床上插管困难多为主观感受, 对其进行气道评估也仅是一种对不确定因素的预测, 因此通过直接喉镜对患者进行喉头分级可能是建立气道最重要的决定因素。基于此, 我们选用第一眼喉镜对患者喉部状态进行观察, 并将该结果中困难喉镜作为 DA 的代理指标。经 CL 分级评估显示, 第一眼喉镜检查困难的发生率为 20.85%, 与其他研究^[6-7]相似。有研究^[8-9]表明男性更容易出现困难喉镜, 这与本研究结果较接近, 即男性是困难喉镜的风险因素。在本研究中, 我们采用世界卫生组织设立的超重标准 (BMI ≥ 25 kg/m²) 截点^[10], 经 Logistic 回归分析显示 BMI 是困难喉镜的风险因素。Quinn 等^[11]研究显示, 患者的 BMI 每增加 1 kg/m², 则其插管失败的风险会增加 7%。目前, MMT 是临床常用的气道评估方法^[12], 有文献^[13-14]报道其灵敏度为 42% ~ 81%, 特异度为 66% ~ 84%。本研究结果显示 MMT 的灵敏度为 75.0%, 特异度为 71.3%, 与上述文献报道相一致。

近年来, 超声技术基于无创、便携等优势广泛应用于气道领域, 为临床预测 DA 提供了新的方法。本研究

通过超声技术在可视状态下于旁矢状位测量 DST、STE、DSE, 结果显示 DSE 在预测 DA 评估体系中发挥了重要作用, 其与插管操作希望看到的声门距离最近, 其长短也可直接影响插管时的视线通路。

此外, 本研究尚存在一定的局限性: ①本研究仅通过 1 台超声设备进行检测, 较难准确且全面地收集符合标准的患者入组, 后续我们将增设相关设备以增加对患者的收集。②本研究在设计前期时考虑结合 CT 或磁共振影像资

料对 DA 进行预测, 但最终因科研经费不足、患者医疗费用增加等原因而暂未纳入, 后续或将结合 CT 或磁共振影像资料行进一步分析。

综上, 本研究获得的全新 DA 预测评估模型结合了传统的临床评估方法和超声测量手段, 在预测效果上显著优于 MMT 评估方法。该模型的应用或将能够更为全面、有效地实现 DA 评估, 提高预测的准确性, 对降低手术死亡率、提高围术期的安全性具有积极意义。

参 · 考 · 文 · 献

- [1] Hui CM, Tsui BC. Sublingual ultrasound as an assessment method for predicting difficult intubation: a pilot study[J]. *Anaesthesia*, 2014, 69(4): 314-319.
- [2] Falcetta S, Cavallo S, Gabbanelli V, et al. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy: a prospective observational study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2018, 35(8): 605-612.
- [3] 倪红伟, 贺广宝, 史东平, 等. 超声测量皮肤至会厌距离对困难气道的预测价值[J]. *上海交通大学学报 (医学版)*, 2017, 37(3): 373-376.
- [4] Adnet F, Baillard C, Borron SW, et al. Randomized study comparing the "sniffing position" with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patients[J]. *Anesthesiology*, 2001, 95(4): 836-841.
- [5] De Cassai A, Papaccio F, Betteto G, et al. Prediction of difficult tracheal intubations in thyroid surgery. Predictive value of neck circumference to thyromental distance ratio[J]. *PloS One*, 2019, 14(2): E0212976.
- [6] Badheka JP, Doshi PM, Vyas AM, et al. Comparison of upper lip bite test and ratio of height to thyromental distance with other airway assessment tests for predicting difficult endotracheal intubation[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2016, 20(1): 3-8.
- [7] Kim JC, Ki Y, Kim J, et al. Ethnic considerations in the upper lip bite test: the reliability and validity of the upper lip bite test in predicting difficult laryngoscopy in Koreans[J]. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19(1): 9.
- [8] Özdilek A, Beyoglu CA, Erbabacan SE, et al. Correlation of neck circumference with difficult mask ventilation and difficult laryngoscopy in morbidly obese patients: an observational study[J]. *Obes Surg*, 2018, 28(9): 2860-2867.
- [9] Moon TS, Fox PE, Somasundaram A, et al. The influence of morbid obesity on difficult intubation and difficult mask ventilation[J]. *J Anesth*, 2019, 33(1): 96-102.
- [10] WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies[J]. *Lancet*, 2004, 363(9403): 157-163.
- [11] Quinn AC, Milne D, Columb M, et al. Failed tracheal intubation in obstetric anaesthesia: 2 yr national case-control study in the UK[J]. *Br J Anaesth*, 2013, 110(1): 74-80.
- [12] Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study[J]. *Can Anaesth Soc J*, 1985, 32(4): 429-434.
- [13] Lee A, Fan LT, Gin T, et al. A systematic review (meta-analysis) of the accuracy of the Mallampati tests to predict the difficult airway[J]. *Anesth Analg*, 2006, 102(6): 1867-1878.
- [14] Salimi A, Farzanegan B, Rastegarpour A, et al. Comparison of the upper lip bite test with measurement of thyromental distance for prediction of difficult intubations[J]. *Acta Anaesthesiol Taiwan*, 2008, 46(2): 61-65.

[收稿日期] 2019-07-05

[本文编辑] 邢宇洋