DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625502

·论著·

基于 CT 三维重建的鼻腔结构参数对 OSAHS 患者夜间低氧血症的预测效能

王文彬,王珏,王茜璐,顾惜兰,林志强

(南京医科大学附属苏州医院 苏州市立医院 耳鼻咽喉头颈外科,江苏 苏州 215002)

摘 要:目的 分析鼻腔解剖结构与阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)患者夜间低氧血症的关系,为低氧风险分层提供影像学参考,并为鼻腔扩容手术相关研究提供形态学基础。**方法** 连续纳入 150 例 OSAHS 患者,其中合并夜间低氧血症者 75 例(低氧血症组)、未合并夜间低氧血症者 75 例(非低氧血症组)。经鼻窦 CT 三维重建测量鼻腔总容积、最狭窄处截面积、鼻中隔偏曲角度和下鼻甲最大厚度,同步行多导睡眠监测,记录呼吸暂停低通气指数(AHI)、氧减指数(ODI)及最低血氧饱和度($minSpO_2$)。采用 Spearman 相关分析评价鼻腔结构参数与睡眠监测指标的相关性;以是否合并夜间低氧血症为结局,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评价各鼻腔结构参数对夜间低氧血症的预测效能。**结果** 低氧血症组体质指数(BMI)、AHI、ODI、鼻中隔偏曲角度和下鼻甲最大厚度均高于非低氧血症组,鼻腔总容积和最狭窄处截面积更低(P 均<0.001)。Spearman 相关分析显示,鼻腔总容积、最狭窄处截面积与 $minSpO_2$ 呈正相关、与 ODI 呈负相关,鼻中隔偏曲角度和下鼻甲最大厚度则相反(P 均<0.05)。4 个鼻腔参数对夜间低氧血症的判别能力为中等,曲线下面积(AUC)为 0.679~0.770(P 均<0.001)。**结论** 鼻腔结构参数与 OSAHS 患者夜间低氧血症的关联密切,基于 CT 三维参数的定量评估可为 OSAHS 患者个体化治疗提供关键解剖学依据。

关 键 词:阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征;鼻腔解剖结构;夜间低氧血症;CT 三维重建;睡眠监测

中图分类号:R766.4

Predictive efficacy of nasal structural parameters based on CT three-dimensional reconstruction for nocturnal hypoxemia in patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome

WANG Wenbin, WANG Jue, WANG Xilu, GU Xilan, LIN Zhiqiang

(*Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University/Suzhou Municipal Hospital, Suzhou* 215002, *China*)

Abstract: Objective To investigate the association between nasal anatomical structure and nocturnal hypoxemia in patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome (OSAHS), and to provide radiological reference for hypoxemia risk stratification and a morphological basis for further research on nasal cavity expansion surgery. **Methods** A total of 150 patients with OSAHS were consecutively enrolled, including 75 with nocturnal hypoxemia (hypoxemia group) and 75 without (non-hypoxemia group). Total nasal cavity volume, minimal cross-sectional area, nasal septum deviation angle, and maximum inferior turbinate thickness were measured by three-dimensional reconstruction of paranasal sinus CT. Simultaneously, polysomnography was performed to record the apnea-hypopnea index (AHI), oxygen desaturation index (ODI) and the minimum oxygen saturation ($minSpO_2$). Spearman correlation analysis was used to assess the correlations between nasal structure parameters and sleep monitoring indices. Receiver operating characteristic (ROC) curves were constructed using the presence or absence of nocturnal hypoxemia as the outcome to assess the predictive performance of each nasal parameter. **Results** Compared to the non-hypoxemia group, the hypoxemia group had significantly higher body mass index (BMI), AHI, ODI, deviated septum angle, and maximum inferior turbinate thickness, while the total nasal cavity volume and the minimal cross-sectional area were lower (all P<0.001). Spearman correlation analysis showed that the total nasal cavity volume and the minimal cross-sectional area were positively correlated with $minSpO_2$ and negatively

第一作者简介:王文彬,男,主任医师。
通信作者简介:林志强,男,博士,主任医师。

correlated with ODI, whereas the septum deviation angle and the maximum inferior turbinate thickness were the opposite (all $P<0.05$). The discriminatory ability of the four nasal parameters for nocturnal hypoxemia was moderate (area under the curve ranging from 0.679 to 0.770, all $P<0.001$). **Conclusions** The nasal structural parameters are closely associated with nocturnal hypoxemia in OSAHS patients. Quantitative assessment based on CT three-dimensional parameters can provide critical anatomical evidence for individualized treatment of OSAHS.

Keywords: Obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome; Nasal anatomical structure; Nocturnal hypoxemia; CT three-dimensional reconstruction; Sleep monitoring

阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome, OSAHS)以睡眠期间上气道反复塌陷和间歇性低氧为特征。前瞻性的队列研究资料提示,睡眠呼吸障碍与高血压发生风险升高相关[1],OSAHS 还会增加男性心力衰竭的发生风险[2];国内研究也观察到,不同年龄 OSAHS 患者的睡眠结构与日间脑功能状态存在差异[3]。另有队列研究发现,呼吸事件相关低氧负荷与心血管死亡风险相关,说明只用呼吸事件的频率评价病情,可能遗漏低氧暴露本身的差别[4]。本研究以最低血氧饱和度(minimum oxygen saturation, $minSpO_2$)<90%作为夜间低氧血症的操作性分组标准。低氧的发生除咽腔塌陷外,鼻腔解剖狭窄可能通过限制吸气气流参与其中,但二者关联究竟如何,尚无一致结论。Li 等[5]在横断面研究中指出,睡眠呼吸暂停特异性低氧负荷能够识别 OSAHS 及其严重程度,提示夜间低氧不能仅以呼吸事件频率代替,其量化评估仍有优化空间,鼻腔等结构性因素对低氧的贡献值得进一步量化。既往研究多聚焦咽腔形态和舌骨位置,但随着鼻腔及咽腔三维定量分析方法逐渐成熟[6],鼻腔这一上气道“门户”的容积和狭窄程度与夜间低氧的关系,值得进一步研究。前鼻镜侧重局部形态、鼻阻力测量侧重通气功能,单靠哪一种都难以完整描述鼻腔的三维结构;睡眠监测则可同步记录呼吸气流、呼吸努力和血氧变化,用于判读呼吸事件和氧减[7]。Mupparapu 等[8]提出了基于锥形束 CT 的鼻气道分割边界与容积定量方法,为鼻腔三维形态研究提供了方法学参考,但该研究并未验证常规鼻窦 CT 鼻腔参数对夜间低氧的预测效能。据此,本研究采用鼻窦 CT 三维重建联合多导睡眠监测,探讨鼻腔结构参数与 OSAHS 患者夜间低氧血症的关联,为低氧风险评估提供影像学参考。

1　资料与方法

1.1　研究对象

本研究纳入 2023 年 1 月—2024 年 12 月就诊的成年 OSAHS 患者,按下述标准筛选后共 150 例纳入分析。纳入标准:①年龄≥18 岁;②符合 OSAHS 临床诊断标准[9],即呼吸暂停低通气指数(apnea-hypopnea index, AHI)≥5 次/h,同时伴有日间嗜睡、夜间打鼾、反复憋醒等典型临床症状;③临床资料完整,可配合完成睡眠监测、鼻气道影像学及相关实验室检查。排除标准:①既往接受鼻腔相关外科手术、口腔颌面手术及持续气道正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP)等 OSAHS 针对性治疗;②合并急性鼻窦炎、过敏性鼻炎急性发作等鼻腔急性炎症性病变者;③合并慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘、间质性肺病等其他慢性呼吸系统疾病;④合并严重心血管疾病,纽约心脏病协会心功能分级≥Ⅲ级,无法配合检查者;⑤合并重度贫血、神经肌肉病变、胸廓畸形等可独立导致低氧血症(含夜间低氧)的全身性疾病;⑥存在明确口咽狭窄、舌体肥大、颌面骨骼畸形等上气道多平面结构性阻塞(为聚焦鼻腔单平面结构的作用予以排除),或已接受上气道多平面干预治疗者;⑦近 3 个月内有镇静催眠药物或糖皮质激素使用史者。

按是否合并夜间低氧血症将患者分为两组:低氧血症组 75 例(OSAHS 合并夜间低氧血症),非低氧血症组 75 例(OSAHS 无夜间低氧血症)。所有患者均行多导睡眠监测,监测与诊断流程参照 AASM 成人 OSAHS 诊断检测临床实践指南[10];夜间低氧血症判定标准为 $minSpO_2$<90%(本研究以此作为夜间低氧血症的简化操作性定义)。入组患者 AHI 均≥5 次/h;分组后复核显示,两组 $minSpO_2$ 完全分离,无交叉重叠。本研究为横断面研究,经南京医科大学附属苏州医院医学伦理委员会批准(KL-2025-050-K01),所有受试者均签署书面知情同意书。

1.2　影像数据采集与三维重建

采用 256 层螺旋 CT 行低剂量鼻窦薄层扫描,参数:管电压 120 kV,管电流 50 mAs(有效辐射剂量 ED=0.8 mSv),层厚 0.625 mm,螺距 0.98。扫描范围覆盖额窦至后鼻孔。原始数据导入 Mimics 21.0 及 3D Slicer 软件,定量测量:①鼻腔总容积(以鼻阈为前界、后鼻孔为后界,双侧鼻腔分别测量取双侧合计值作为鼻腔总容积。前界定位为鼻前庭与固有鼻腔交界处(骨性与软骨性交界平面),后界定位为轴

位CT上后鼻孔最后缘平面(由蝶骨体、犁骨后缘等围成),测量范围涵盖固有鼻腔全部气腔结构,不含鼻前庭及鼻咽腔);②最狭窄处截面积(矢状面与冠状面交叉定位:矢状位CT初步识别鼻腔前后径最小层面,对应冠状位CT逐层计算鼻腔气腔截面积,取最小值所在层面作为最狭窄平面,交叉锁定前后、左右边界后完成测量,减少单一平面判断误差);③鼻中隔偏曲角度:在MPR的轴位图像上,选取鼻中隔显示最完整、偏曲最明显的层面进行画线。基准线L1,即连接鼻中隔上部(前方)附着点与下部(后方)附着点的连线,代表鼻中隔中线;测量线L2,即自偏曲最凸点沿鼻中隔长轴方向作线,两线夹角α即为偏曲角度;④下鼻甲最大厚度:冠状位图像上选取下鼻甲体部中段(前后方向上约1/2处、最肥厚的层面,通常位于中鼻道开口水平附近)。下鼻甲头部较薄、尾部较细,中段才是最大厚度所在。测量线垂直于下鼻甲长轴(冠状位上长轴呈内下斜行,夹角约20°),跨越下鼻甲的骨性核心及双侧黏膜,测量软组织总厚度即为下鼻甲最大厚度。由两名高年资影像科医师独立测量,采用组内相关系数及Bland-Altman法评估测量一致性,结果显示组内相关系数>0.85,提示测量一致性良好;对两次测量变异系数>5%的数据复核后纳入。

1.3　睡眠呼吸监测

采用SOMNOscreen™ plus PSG+多导睡眠监测系统(SOMNOmedics公司,德国),监测指标包括:①AHI;②氧减指数(oxygen desaturation index,ODI,SpO_2较基线下降≥3%且持续≥10 s);③minSpO$_2$;④微觉醒次数(脑电频率改变≥3 s,可伴心率及肌电变化)。

实施规范:①监测前24 h禁止咖啡因及酒精摄入,禁止服用镇静催眠类药物(除非经临床医师评估必要);②监测环境:噪声<30 dB,室温(22±1)℃,记录患者睡眠体位监测需满足仰卧位占比≥70%,以保证不同患者间体位对呼吸事件影响的同质性;③设备校准:血氧探头于监测前经血氧模拟器校准,胸腹带传感器经模拟呼吸装置校准。所有患者完成CT扫描与睡眠监测的时间间隔≤14 d,以避免鼻腔状态因季节性过敏或疾病进展改变。

1.4　统计分析方法

采用SPSS 26.0进行统计分析。连续变量经Shapiro-Wilk检验评估正态性,非正态分布数据以$M[Q_1,Q_3]$表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验。分类变量以n(%)表示,组间比较采用χ^2检验。采用Spearman秩相关分析评估鼻腔结构参数之间及其与睡眠监测指标的相关性。以是否合并夜间低氧血症为因变量,绘制各鼻腔参数的受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve,AUC)及95%CI,通过约登指数确定最佳截断值,P<0.05为差异具有统计学意义。

2　结果

2.1　两组患者临床资料对比

两组性别构成(χ^2=2.277,P=0.131)和年龄分布(Z=−0.868,P=0.386)差异均无统计学意义,具有可比性。低氧血症组体质指数(body mass index,BMI)、AHI和ODI均高于非低氧血症组(P均<0.001)。minSpO$_2$是分组依据,两组数值完全分开(中位数81.00% vs 94.00%),低氧血症组病情更重、肥胖程度更高、夜间呼吸事件更多,符合临床预期。鼻腔结构方面,低氧血症组鼻腔总容积和最狭窄处截面积更小,鼻中隔偏曲角度和下鼻甲最大厚度更大(P均<0.001),即合并夜间低氧血症者鼻腔结构异常更明显,见表1。

表1　两组患者临床资料对比　($M[Q_1,Q_3]$)

指标	低氧血症组(n=75)	非低氧血症组(n=75)	$U(Z)$	P
年龄(岁)	45.00[41.00,52.00]	48.00[41.00,54.00]	2 581.5(−0.868)	0.386
性别(男/女,例)	51/24	41/34	χ^2=2.277	0.131
BMI(kg/m^2)	27.80[25.40,30.35]	24.00[22.05,26.90]	4 281.5(5.522)	<0.001
AHI(次/h)	21.90[14.80,29.40]	9.30[7.00,14.00]	4 534.0(6.471)	<0.001
ODI(次/h)	24.20[15.00,32.60]	4.20[2.95,5.80]	5 551.5(10.295)	<0.001
鼻腔总容积(cm^3)	13.52[12.36,15.61]	16.28[14.00,18.02]	1 608.0(−4.527)	<0.001
最狭窄处截面积(mm^2)	49.73[41.70,61.42]	61.31[54.12,68.66]	1 573.5(−4.657)	<0.001
鼻中隔偏曲角度(°)	10.35[7.56,12.31]	8.29[6.57,9.60]	3 822.0(3.794)	<0.001
下鼻甲最大厚度(mm)	7.49[6.43,8.70]	6.17[4.94,6.90]	4 329.0(5.700)	<0.001

注:所有连续变量经Shapiro-Wilk检验均呈非正态分布,以$M[Q_1,Q_3]$表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验;分类变量以n(%)表示,组间比较采用χ^2检验。BMI(体质指数);AHI(呼吸暂停低通气指数);ODI(氧减指数)。下同。

2.2　鼻腔参数与睡眠监测的相关性

四个鼻腔参数与 AHI、ODI 及 $minSpO_2$ 均显著相关($P<0.05$),其中下鼻甲最大厚度与 ODI 的相关性最强($r=0.420$)。需说明的是,$minSpO_2$ 为本研究的结局定义变量,其与鼻腔参数的相关仅作描述性印证,不用于论证判别价值。鼻腔参数与 AHI、ODI(均为病情严重度指标、非结局变量)的显著相关,提示其可能反映 OSAHS 病情,故进一步行 ROC 分析评价其对夜间低氧血症的判别效能,见表 2。

表 2　鼻腔参数与 OSAHS 严重程度指标的相关性

参数	AHI	ODI	$minSpO_2$
鼻腔总容积(cm^3)	-0.233^{**}	-0.316^{***}	0.304^{***}
最狭窄处截面积(mm^2)	-0.227^{**}	-0.267^{***}	0.296^{***}
鼻中隔偏曲角度(°)	0.208^{*}	0.291^{***}	-0.357^{***}
下鼻甲最大厚度(mm)	0.217^{**}	0.420^{***}	-0.420^{***}

注:$minSpO_2$(最低血氧饱和度)。采用 Spearman 秩相关分析;$^{*}P<0.05$,$^{**}P<0.01$,$^{***}P<0.001$。$minSpO_2$ 为结局定义变量。

2.3　鼻腔参数对 OSAHS 患者夜间低氧血症的预测效能

ROC 分析显示,四个鼻腔参数对夜间低氧血症的判别能力为中等(AUC = 0.679 ~ 0.770,P 均<0.001)。下鼻甲最大厚度表现最好(AUC = 0.770),以≥7.43 mm 为截断值时灵敏度 54.7%、特异度 86.7%,约登指数 0.413;其次为最狭窄处截面积(AUC = 0.720,≤50.46 mm^2,灵敏度 57.3%、特异度 84.0%)和鼻腔总容积(AUC = 0.714,≤15.95 cm^3,灵敏度 80.0%、特异度 57.3%),鼻中隔偏曲角度相对较弱(AUC = 0.679,≥10.03°,灵敏度 53.3%、特异度 82.7%)。见表 3、图 1。

3　讨论

国内外大量的研究已表明 OSAHS 合并睡眠低氧血症会增加死亡风险[11]。AHI 和 ODI 主要反映呼吸事件发生的频率,体现不出氧减的深度和持续时间,低氧负荷等指标恰好可以从另一个维度补充病情评估[12]。本研究借助 CT 三维重建,探讨鼻腔气道空间参数对 OSAHS 低氧血症的评估意义。Niu 等基于锥形束 CT 建立了鼻腔及咽腔的半自动分割方法,并验证了其重复性[6],说明三维影像可以用于形态定量研究;但测得准并不等于能反映睡眠期的通气功能。鼻窦 CT 三维重建可显示鼻甲形态、鼻中隔偏曲和鼻腔气腔分布,为结构参数的提取提供了基础。Chen 等结合自然睡眠监测数据的生物力学研究提示,软腭及其周围结构的相互作用参与了上气道塌陷[13]。鼻腔位于上气道起始段,鼻腔狭窄可增加吸气阻力、加大吸气负压,进而间接促进下游咽腔塌陷;其可能通过这一途径参与夜间低氧的发生,但这一机制还需功能测量加以验证。三维重建能补足二维影像对复杂空间结构的描述,而鼻阻力、压力梯度和睡眠期动态塌陷无法由静态 CT 直接测得,仍需鼻阻力测量、计算流体力学或动态检查进一步评估。

本研究中,鼻腔总容积与 $minSpO_2$ 呈正相关($r=0.304$),鼻中隔偏曲角度($r=-0.357$)和下鼻甲最大厚度($r=-0.420$)与 $minSpO_2$ 呈负相关。既往已有研究用鼻声反射和鼻阻力测量评估鼻腔扩容术前后的通气功能变化[14];Lan 等[15]发现,仰卧位鼻阻力与 ODI 及血氧饱和度低于 90% 的时间比例相关,提示鼻通气功能与夜间低氧之间可能存在联系,但据此尚不能确立因果关系。鼻部手术带来的睡眠获益个体差异不小:Koutsourelakis 等[16]的随机假手术对照试验显示,单纯矫正鼻阻塞,只有少部分患者的 OSAHS 得到明显改善;Manjunatha 等[17]的小样本术前术后研究则观察到,鼻中隔成形术和(或)鼻甲缩小术后,部分睡眠监测参数和最低血氧饱和度有所改善。这些研究并不能直接证明鼻腔总容积增大就一定会改善氧合。Koo 等[18]经药物诱导睡眠内镜比较张口与闭口状态下的阻塞情况,提示呼吸方式可能影响部分患者的上气道阻塞。本研究中最狭窄处截面积与 $minSpO_2$ 呈正相关($r=0.296$);Dong 等的头影测量研究也发现,咽部气道宽度、舌骨位置与 AHI 或最低夜间血氧饱和度存在关联[19],只是测量部位和二维方法不同,不能视为对本研究鼻腔截

表 3　4 个鼻腔参数对夜间低氧血症的预测效能

变量	最佳截断值	AUC	P	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
鼻腔总容积(cm^3)	≤15.95	0.714	<0.001	0.628~0.795	80.0	57.3
最狭窄处截面积(mm^2)	≤50.46	0.720	<0.001	0.635~0.801	57.3	84.0
鼻中隔偏曲角度(°)	≥10.03	0.679	<0.001	0.595~0.767	53.3	82.7
下鼻甲最大厚度(mm)	≥7.43	0.770	<0.001	0.696~0.842	54.7	86.7

注:AUC 为曲线下面积,95%CI 为 95% 置信区间。最佳截断值由约登指数(灵敏度+特异度−1)最大化确定。

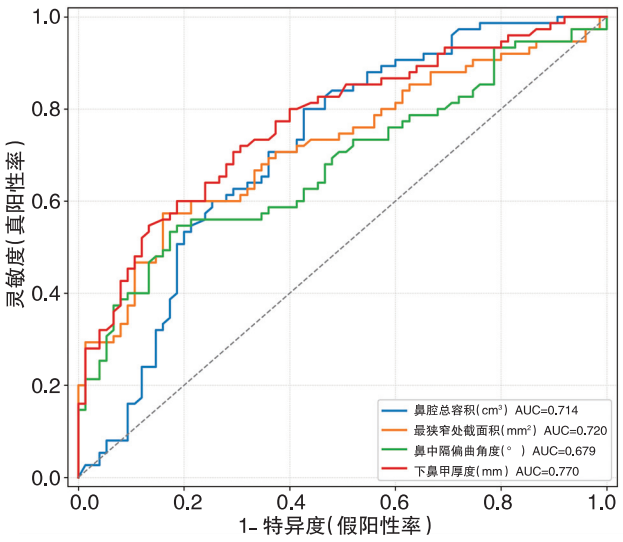


图 1　4 个鼻腔参数预测 OSAHS 患者夜间低氧血症的 ROC 曲线　注:ROC(受试者工作特征)。

面积结果的直接验证。Li 等[20]基于术前、术后三维模型的计算流体力学分析发现,鼻部手术后鼻腔及腭咽腔压力差和总上气道阻力下降,但 AHI 并未显著改变,提示气流动力学改善与呼吸事件减少并不完全同步。需要说明的是,本研究中最狭窄处截面积≤50.46 mm^2 只是区分本样本夜间低氧状态的 ROC 截断值,由于没有直接测量鼻阻力和胸腔负压,不能把它解释为鼻阻力显著升高或咽腔塌陷加重的生理阈值。

四个鼻腔参数中,下鼻甲最大厚度的 AUC 最高(0.770)。需要指出的是,鼻腔参数与 AHI、ODI 亦存在相关(见表 2),故其判别能力部分可能反映 OSAHS 病情严重度的影响,独立贡献需在更大样本中进一步校正评估。下鼻甲最大厚度≥7.43 mm(灵敏度 54.7%,特异度 86.7%)和最狭窄处截面积≤50.46 mm^2(灵敏度 57.3%,特异度 84.0%)这两个截断值,只是在本研究样本内识别夜间低氧血症的探索性结果,不能直接当作鼻部手术的适应证。既往随机对照试验和小样本术前术后研究,对单纯鼻部手术能否改善 OSAHS 睡眠监测指标结论并不一致[16-17],因此不能仅凭鼻腔结构异常就推断术后氧合一定获益。Camacho 等[21]的系统评价与 Meta 分析显示,部分合并鼻阻塞的 OSAHS 患者接受单纯鼻部手术后,CPAP 治疗压力下降,使用情况也可能改善;但这并不能证明按本研究的 CT 截断值选择手术可以降低低氧相关并发症风险,也不能证明联合治疗普遍优于 CPAP。未来可在明确鼻阻塞且 CPAP 耐受不佳的患者中开展前瞻性干预研究,评价鼻部治疗对 CPAP 使用和氧合指标的影响,并比较不同术式的有效性与安全性。就目前而言,上述影像参数可作为结构评估的参考,治疗决策仍应结合鼻阻塞症状、内镜检查、PSG 结果和 CPAP 耐受情况综合判断。

本研究存在一些局限。其一,横断面设计无法判断鼻腔结构与低氧血症的因果关系,AUC 反映的是判别能力而非前瞻预测效能,本研究也仅完成模型的建立和初步评估,缺少独立的外部验证队列;其二,样本来自单中心,可能存在选择偏倚;两组例数虽均为 75 例,但非低氧血症组仍以轻中度 OSAHS 为主,残余谱偏倚仍可能一定程度影响鼻腔参数的判别能力;且为聚焦鼻腔单平面结构而排除了口咽狭窄、舌体肥大、颌面畸形等多平面阻塞患者,结论主要适用于以鼻腔狭窄为主的 OSAHS 亚群,外推性受限;未来可开展前瞻性队列研究,验证鼻腔扩容手术对血氧指标的长期影响及本模型在外部队列中的适用性,并结合计算流体力学模拟,进一步分析狭窄区域的气流动力学特征。

4　结论

鼻腔解剖结构狭窄是 OSAHS 患者夜间低氧血症的重要相关因素,基于 CT 三维参数的定量评估可为个体化治疗提供关键解剖学依据。其中下鼻甲最大厚度预测效能最高,可作为低氧风险分层的影像学指标。三维影像技术与精准医疗策略的结合,可为 OSAHS 的结构功能评估与个体化管理提供新的思路。

作者贡献声明:王文彬负责研究方案构思、论文初稿撰写、数据统计分析;王珏、王茜璐负责病例收集、影像学图表绘制、文献检索;顾惜兰负责数据整理、全文专业校对;林志强负责课题整体指导、学术内容审核。

利益冲突声明:所有作者均声明无任何利益冲突。

参考文献:

[1] Peppard P E, Young T, Palta M, et al. Prospective study of the association between sleep-disordered breathing and hypertension [J]. N Engl J Med, 2000, 342(19): 1378-1384.

[2] Gottlieb D J, Yenokyan G, Newman A B, et al. Prospective study

of obstructive sleep apnea and incident coronary heart disease and heart failure: The sleep heart health study[J]. Circulation, 2010, 122(4): 352-360.

[3] 张硕楠, 王爽, 张思宇. 不同年龄阻塞性睡眠呼吸暂停患者睡眠结构参数差异及其与日间脑功能状态的关系[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2024, 30(5): 55-62, 69.

[4] Azarbarzin A, Sands S A, Stone K L, et al. The hypoxic burden of sleep apnoea predicts cardiovascular disease-related mortality: The osteoporotic fractures in men study and the sleep heart health study[J]. Eur Heart J, 2019, 40(14): 1149-1157.

[5] Li C Y, Gao Y Q, Huang W J, et al. The use of the sleep apnea-specific hypoxic burden to predict obstructive sleep apnea hypopnea syndrome: Evidence from a large cross-sectional study[J]. Sleep Med, 2023, 111: 94-100.

[6] Niu X W, Madhan S, Cornelis M A, et al. Novel three-dimensional methods to analyze the morphology of the nasal cavity and pharyngeal airway[J]. Angle Orthod, 2021, 91(3): 320-328.

[7] Berry R B, Budhiraja R, Gottlieb D J, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: Update of the 2007 AASM manual for the scoring of sleep and associated events. Deliberations of the sleep apnea definitions task force of the american academy of sleep medicine[J]. J Clin Sleep Med, 2012, 8(5): 597-619.

[8] Mupparapu M, Shi K J, Lo A D, et al. Novel 3D segmentation for reliable volumetric assessment of the nasal airway: A CBCT study[J]. Quintessence Int, 2021, 52(2): 154-164.

[9] 中国医师协会睡眠医学专业委员会. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停多学科诊疗指南[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(24): 1902-1914.

[10] Kapur V K, Auckley D H, Chowdhuri S, et al. Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea: An American academy of sleep medicine clinical practice guideline[J]. J Clin Sleep Med, 2017, 13(3): 479-504.

[11] Labarca G, Jorquera J, Dreyse J, et al. Hypoxemic features of obstructive sleep apnea and the risk of mortality: A cluster analysis[J]. Sleep Breath, 2021, 25(1): 95-103.

[12] Martinez-Garcia M A, Sánchez-de-la-Torre M, White D P, et al. Hypoxic burden in obstructive sleep apnea: Present and future[J]. Arch Bronconeumol, 2023, 59(1): 36-43.

[13] Chen L J, Xiao T, Ng C T. The biomechanical mechanism of upper airway collapse in OSAHS patients using clinical monitoring data during natural sleep[J]. Sensors (Basel), 2021, 21(22): 7457.

[14] 贺伶, 韩振强, 林志金, 等. 鼻声反射和鼻阻力测量在评定 OSAHS 患者鼻腔扩容术后通气功能中的应用[J]. 新疆医科大学学报, 2021, 44(7): 811-815.

[15] Lan M C, Lan M Y, Kuan E C, et al. Nasal obstruction as a potential factor contributing to hypoxemia in obstructive sleep apnea[J]. Nat Sci Sleep, 2021, 13: 55-62.

[16] Koutsourelakis I, Georgoulopoulos G, Perraki E, et al. Randomised trial of nasal surgery for fixed nasal obstruction in obstructive sleep apnoea[J]. Eur Respir J, 2008, 31(1): 110-117.

[17] Manjunatha H A, Prashanth K B, Muskaan S, et al. Polysomnographic assessment on Osahs outcomes in patients with nasal obstruction undergoing septoplasty with partial inferior turbinectomy[J]. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2024, 76(1): 770-774.

[18] Koo S K, Park G H, Koh T K, et al. Effect of mouth closure on upper airway obstruction in patients with obstructive sleep apnoea exhibiting mouth breathing: A drug-induced sleep endoscopy study[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020, 277(6): 1823-1828.

[19] Dong Z L, Zeng Y, Chen J Y, et al. Upper airway and hyoid bone-related morphological parameters associated with the apnea-hypopnea index and lowest nocturnal oxygen saturation: A cephalometric analysis[J]. BMC Oral Health, 2025, 25(1): 583.

[20] Li L F, Han D M, Zang H R, et al. Aerodynamics analysis of the impact of nasal surgery on patients with obstructive sleep apnea and nasal obstruction[J]. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec, 2022, 84(1): 62-69.

[21] Camacho M, Riaz M, Capasso R, et al. The effect of nasal surgery on continuous positive airway pressure device use and therapeutic treatment pressures: A systematic review and meta-analysis[J]. Sleep, 2015, 38(2): 279-286.

(收稿日期:2025-12-28)

本文引用格式:王文彬,王珏,王茜璐,等. 基于 CT 三维重建的鼻腔结构参数对 OSAHS 患者夜间低氧血症的预测效能[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2026,32(5):72-77. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625502

Cite this article as:WANG Wenbin, WANG Jue, WANG Xilu, et al. Predictive efficacy of nasal structural parameters based on CT three-dimensional reconstruction for nocturnal hypoxemia in patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2026,32(5):72-77. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625502