

OSAHS 严重程度与 AION 患者视野缺损及视觉诱发电位的相关性分析

段鹏飞, 李 硕, 吴雨蔓, 马雨凤, 季苏娟

引用: 段鹏飞, 李硕, 吴雨蔓, 等. OSAHS 严重程度与 AION 患者视野缺损及视觉诱发电位的相关性分析. 国际眼科杂志, 2026, 26(7): 1258-1263.

基金项目: 徐州市卫生健康委科技项目 (No.XWKYHT20220081)

作者单位: (221100) 中国江苏省徐州市, 徐州医科大学附属徐州市立医院眼科

作者简介: 段鹏飞, 男, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 眼底病。

通讯作者: 季苏娟, 女, 在读博士研究生, 主任医师, 眼外伤及综合眼病科主任, 硕士研究生导师, 研究方向: 眼外伤、眼底病。13952180417@163.com

收稿日期: 2026-03-03 修回日期: 2026-05-26

摘要

目的: 探讨阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (OSAHS) 严重程度与前部缺血性视神经病变 (AION) 患者视野缺损及视觉诱发电位 (VEP) 参数的相关性。

方法: 回顾性病例对照研究。选取 2022 年 6 月至 2025 年 10 月于徐州医科大学附属徐州市立医院眼科确诊的 AION 合并 OSAHS 患者纳入研究。按 AHI 及 mSaO₂ 分为三组: 轻度组 AHI 每小时 5-15 次, mSaO₂ 85%-90%; 中度组 AHI 每小时 16-30 次, mSaO₂ 80%-85%; 重度组 AHI 每小时 >30 次, mSaO₂ <80%。比较三组患者一般资料、视网膜神经纤维层 (RNFL) 厚度、视野缺损指标 [平均缺损 (MD)、模式标准差 (PSD)] 及 VEP 参数 (P100 波潜伏期、振幅)。

结果: 本研究共纳入 AION 合并 OSAHS 患者 110 例, 按 OSAHS 严重程度分为轻度组 37 例 (男 21 例、女 16 例, 平均年龄 62.15±9.37 岁)、中度组 35 例 (男 20 例、女 15 例, 平均年龄 61.82±8.94 岁)、重度组 38 例 (男 22 例、女 16 例, 平均年龄 63.02±9.61 岁)。三组患者年龄、性别、TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平、AION 严重程度比较均无差异 (均 $P>0.05$)。高血压病史、糖尿病病史、收缩压、舒张压、FPG 水平均有比较差异 (均 $P<0.05$)。重度组患者平均 RNFL 厚度 (63.27±5.58 μm) 显著低于中度组 (74.14±6.28 μm) 及轻度组 (83.22±7.02 μm), 中度组低于轻度组 (均 $P<0.05$); 重度组 MD 值 (-11.57±1.82 dB)、PSD 值 (7.35±0.87 dB) 均高于中度组 [(-7.62±1.31 dB)、(4.89±0.62 dB)] 及轻度组 [(-4.38±1.05 dB)、(2.57±0.45 dB)] (均 $P<0.05$); 重度组 P100 波潜伏期 (132.41±8.57 ms) 长于中度组 (118.75±7.32 ms) 及轻度组 (105.62±6.14 ms), 振幅 (7.65±1.53 μV) 低于中度组 (11.24±1.89 μV) 及轻度组 (15.38±2.11 μV) (均 $P<0.05$)。Spearman 相关性分析显示, OSAHS 程度与 MD 值呈负相关 ($r_s = -0.901, P<0.05$), 与 PSD 值、P100 波潜伏期呈正相关 ($r_s = 0.947,$

0.807, $P<0.05$), 与 P100 波振幅呈负相关 ($r_s = -0.878, P<0.05$)。

结论: OSAHS 程度与 AION 患者 RNFL 厚度、视野缺损程度及 VEP 参数密切相关, OSAHS 病情越严重, 患者视神经结构与功能损伤越显著; 监测 AHI、mSaO₂ 指标可辅助 AION 患者病情评估及个体化干预方案制定。

关键词: 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (OSAHS); 病情严重程度; 前部缺血性视神经病变 (AION); 视野缺损; 视觉诱发电位; 视网膜神经纤维层厚度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.7.25

Correlation analysis of the severity of OSAHS with visual field defects and visual evoked potentials in patients with AION

Duan Pengfei, Li Shuo, Wu Yuman, Ma Yufeng, Ji Sujuan

Foundation item: Science and Technology Project of the Xuzhou Municipal Health Commission (No.XWKYHT20220081)

Department of Ophthalmology, the Affiliated Xuzhou Municipal Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221100, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Ji Sujuan. Department of Ophthalmology, the Affiliated Xuzhou Municipal Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221100, Jiangsu Province, China. 13952180417@163.com

Received: 2026-03-03 Accepted: 2026-05-26

Abstract

• **AIM:** To investigate the correlation between different severity grades of obstructive sleep apnea - hypopnea syndrome (OSAHS) and visual field defects as well as visual evoked potential (VEP) parameters in patients with anterior ischemic optic neuropathy (AION).

• **METHODS:** A retrospective case-control study. Patients diagnosed with AION complicated by OSAHS at the Department of Ophthalmology, the Affiliated Xuzhou Municipal Hospital of Xuzhou Medical University, between June 2022 and October 2025 were selected as the study subjects. According to the AHI and mSaO₂, the patients were divided into three groups: a mild group (AHI 5-15 events/h, mSaO₂ 85%-90%), moderate group (AHI 16-30 events/h, mSaO₂ 80%-85%), and severe group (AHI > 30 events/h, mSaO₂ < 80%). General demographic data, retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness, visual field defect indicators including mean defect (MD) and pattern standard deviation (PSD), as

well as VEP parameters (P100 latency and amplitude) were compared among the three groups.

• **RESULTS:** This study included a total of 110 patients with AION complicated by OSAHS. Based on the severity of OSAHS, the patients were divided into a mild group of 37 patients (21 men and 16 women, mean age 62.15 ± 9.37 y), a moderate group of 35 patients (20 men, 15 women; mean age 61.82 ± 8.94 y), and a severe group of 38 patients (22 men, 16 women; mean age 63.02 ± 9.61 y). There were no significant differences among the three groups in terms of age, sex, TG, TC, LDL-C, HDL-C levels, or AION severity (all $P > 0.05$); however, there were significant differences in history of hypertension, history of diabetes, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and FPG levels (all $P < 0.05$). The mean RNFL thickness in the severe group ($63.27 \pm 5.58 \mu\text{m}$) was significantly lower than that in the moderate group ($74.14 \pm 6.28 \mu\text{m}$) and the mild group ($83.22 \pm 7.02 \mu\text{m}$), and the moderate group was lower than the mild group (all $P < 0.05$); The MD value (-11.57 ± 1.82 dB) and PSD value (7.35 ± 0.87 dB) in the severe group were both higher than those in the moderate group [$(-7.62 \pm 1.31$ dB), (4.89 ± 0.62 dB)] and the mild group [$(-4.38 \pm 1.05$ dB), (2.57 ± 0.45 dB)] (all $P < 0.05$); the P100 latency in the severe group (132.41 ± 8.57 ms) was longer than that in the moderate group (118.75 ± 7.32 ms) and the mild group (105.62 ± 6.14 ms), and the amplitude ($7.65 \pm 1.53 \mu\text{V}$) was lower than that of the moderate group ($11.24 \pm 1.89 \mu\text{V}$) and the mild group ($15.38 \pm 2.11 \mu\text{V}$) (all $P < 0.05$). Spearman's correlation analysis revealed that the severity of OSAHS was negatively correlated with the MD value ($r_s = -0.901$, $P < 0.05$) and positively correlated with the PSD value and P100 latency ($r_s = 0.947$, 0.807 , $P < 0.05$), and was negatively correlated with P100 amplitude ($r_s = -0.878$, $P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** The severity of OSAHS is closely associated with RNFL thickness, visual field defects, and VEP parameters in patients with AION; the more severe the OSAHS, the more pronounced the structural and functional damage to the optic nerve. Monitoring AHI and mSaO_2 can aid in assessing the condition of patients with AION and developing personalized intervention plans.

• **KEYWORDS:** obstructive sleep apnea - hypopnea syndrome (OSAHS); severity of disease; anterior ischemic optic neuropathy (AION); visual field defects; visual evoked potentials; retinal nerve fiber layer thickness

Citation: Duan PF, Li S, Wu YM, et al. Correlation analysis of the severity of OSAHS with visual field defects and visual evoked potentials in patients with AION. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026, 26(7): 1258-1263.

0 引言

前部缺血性视神经病变 (anterior ischemic optic neuropathy, AION) 是眼科临床常见的急性视神经损伤性疾病, 其发病核心为视神经筛板前后血供障碍, 临床表现为突发无痛性视力下降、特征性视野缺损, 严重威胁中老年人群的视功能健康^[1]。目前临床研究认为, 高血压、糖

尿病、动脉硬化等是 AION 的传统危险因素, 但部分患者无明确基础疾病却发病, 提示存在其他潜在致病因素。阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome, OSAHS) 是一种以夜间睡眠时反复上气道塌陷、呼吸暂停及血氧饱和度骤降为特征的睡眠呼吸障碍性疾病, 全球成人患病率高达 22%^[2]。近年来研究发现, OSAHS 可通过引发慢性间歇性缺氧、氧化应激、血管内皮损伤等全身病理生理改变, 增加眼部并发症的发生风险^[3]。Jeong 等^[4]研究证实, OSAHS 与青光眼、视网膜病变等眼部疾病存在关联, 但关于 OSAHS 与 AION 的研究仍较为局限。现有研究多聚焦于 OSAHS 与 AION 的共病关联性, 关于 OSAHS 不同病情严重程度对 AION 患者视神经结构与功能损伤的量化影响, 尚未形成统一结论。基于此, 本研究通过回顾性分析 AION 合并不同程度 OSAHS 患者的临床资料, 探讨 OSAHS 病情严重程度与 AION 患者视野缺损、视觉诱发电位参数的相关性, 旨在为 AION 的病因学研究及临床个体化干预方案制定提供新的思路。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性病例对照研究。选取 2022 年 6 月至 2025 年 10 月于徐州医科大学附属徐州市立医院眼科确诊的 AION 合并 OSAHS 患者。纳入标准: (1) 符合 AION 诊断标准^[5]: 突视力下降, 视野检查可见与生理盲点相连的扇形或半侧缺损, 眼底检查可见视盘水肿或边界模糊, 荧光素眼底血管造影可见视盘充盈延迟; (2) 符合 OSAHS 诊断标准^[6], 且经多导睡眠监测明确程度; (3) 年龄 > 18 岁; (4) 临床资料完整, 可配合完成各项检查。排除标准: (1) 合并青光眼、视网膜病变、视神经炎等其他眼部疾病者; (2) 合并严重肝肾功能不全、恶性肿瘤、自身免疫性疾病者; (3) 有眼部手术史、眼外伤史者; (4) 病历资料缺失。本研究经徐州医科大学附属徐州市立医院伦理委员会审核批准 {伦理批号: xyy[2026]035 号}, 所有参与者均已签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般资料 收集所有患者的年龄、性别、高血压病史、糖尿病病史等基线资料。空腹采集静脉血 5 mL, 以 3 500 r/min 转速离心 10 min 分离血清, 检测空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 水平。采用彩色多普勒超声诊断仪行颈动脉彩色多普勒检查; 使用动态血压监测仪监测 24 h 动态血压。

1.2.2 OSAHS 相关检查 所有患者均由同一名操作熟练的技师使用同一台多导睡眠监测仪监测患者夜间连续 7 h 睡眠情况。提取报告中呼吸暂停低通气指数 (apnea hypopnea index, AHI)、夜间最低血氧饱和度 (minimum nocturnal oxygen saturation, mSaO_2) 核心指标。

1.2.3 眼科检查 (1) 使用光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 检查鼻上、鼻下、颞上、颞下四个象限的视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 厚度; (2) 采用自动视野计检查视野, 选用标准阈值程序, 记录视野平均缺损 (mean deviation, MD) 值、模式标准差 (pattern standard deviation, PSD) 值; (3) 在安静、柔和光线条件下, 采用视觉电生理检查仪检查视觉诱发电位

(visual evoked potential, VEP),刺激模式为棋盘格翻转刺激,提取报告中P100波潜伏期及振幅数值;(4)AION严重程度分级标准:根据患者最佳矫正视力及视野缺损程度分为轻度、中度、重度。轻度为最佳矫正视力 ≥ 0.5 ,视野缺损局限于与生理盲点相连的小范围缺损;中度为最佳矫正视力0.1-0.4,视野缺损累及一个象限或半侧视野;重度为最佳矫正视力 < 0.1 ,视野大范围缺损或仅存中心注视点。

统计学分析:采用统计学软件SPSS 26.0处理数据。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用LSD-*t*检验;计数资料用例(%)表示,采用 χ^2 检验;进一步两两比较采用Bonferroni校正 χ^2 检验(以 $P < 0.0167$ 为差异有统计学意义)。采用Spearman相关性分析相关性。均采用双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者一般资料比较

本研究共纳入AION合并

OSAHS患者110例,依据2022年中华医学会呼吸病分会睡眠呼吸障碍学组制定的《阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南》^[7]按AHI及mSaO₂分为三组:轻度组37例AHI每小时5-15次,mSaO₂85%-90%;中度组35例AHI每小时16-30次,mSaO₂80%-85%;重度组38例AHI每小时 > 30 次,mSaO₂ $< 80\%$ 。三组患者年龄、性别、TG、TC、LDL-C、HDL-C水平、AION严重程度比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),高血压病史、糖尿病病史、收缩压、舒张压、FPG水平比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),进一步两两比较结果见表1。

2.2 三组患者RNFL厚度比较 三组患者各象限RNFL厚度比较差异均有统计学意义($P < 0.001$),进一步两两比较结果见表2。

2.3 三组患者视野缺损指标和VEP参数比较 三组患者视野缺损指标和VEP参数比较差异均有统计学意义($P < 0.001$),进一步两两比较结果见表3。

表1 三组患者一般资料比较

分组	例数	性别(例,%)		年龄 ($\bar{x} \pm s$ 岁)	病史(例,%)		血压($\bar{x} \pm s$,mmHg)	
		男	女		糖尿病	高血压	收缩压	舒张压
轻度组	37	21(56.8)	16(43.2)	62.15 \pm 9.37	13(35.1)	7(21.6)	132.61 \pm 11.58	82.57 \pm 9.14
中度组	35	20(57.1)	15(42.9)	61.82 \pm 8.94	14(40.0) ^b	16(45.7) ^b	141.79 \pm 12.35 ^a	89.63 \pm 9.82 ^a
重度组	38	22(57.9)	16(42.1)	63.02 \pm 9.61	24(63.2) ^{b,d}	27(71.1) ^{b,d}	153.82 \pm 13.17 ^{a,c}	98.75 \pm 10.53 ^{a,c}
χ^2/F		0.010		0.163	6.756	18.429	549.441	25.433
<i>P</i>		0.995		0.850	0.034	0.029	< 0.001	< 0.001

分组	例数	FPG	TC	TG	LDL-C	HDL-C	AION严重程度(例,%)		
		($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	轻度	中度	重度
轻度组	37	6.15 \pm 0.89	4.61 \pm 0.71	1.41 \pm 0.45	2.71 \pm 0.55	1.18 \pm 0.25	12(32.4)	15(40.5)	10(27.0)
中度组	35	7.23 \pm 1.05 ^a	4.73 \pm 0.75	1.48 \pm 0.49	2.78 \pm 0.59	1.15 \pm 0.27	11(31.4)	14(40.0)	10(28.6)
重度组	38	8.57 \pm 1.21 ^{a,c}	4.82 \pm 0.81	1.52 \pm 0.53	2.85 \pm 0.63	1.12 \pm 0.29	12(31.6)	15(39.5)	11(29.0)
χ^2/F		49.104	0.722	0.480	0.525	0.461	0.039		
<i>P</i>		< 0.001	0.488	0.620	0.593	0.632	0.999		

注:轻度组为AHI每小时5-15次,mSaO₂85%-90%;中度组为AHI每小时16-30次,mSaO₂80%-85%;重度组为AHI每小时 > 30 次,mSaO₂ $< 80\%$;^a $P < 0.05$,^b $P < 0.0167$ vs 轻度组;^c $P < 0.05$,^d $P < 0.0167$ vs 中度组。

表2 三组患者RNFL厚度比较

分组	例数	RNFL厚度($\bar{x} \pm s$, μ m)				
		鼻上	鼻下	颞上	颞下	平均
轻度组	37	81.57 \pm 6.85	83.24 \pm 7.11	85.71 \pm 7.65	82.36 \pm 7.24	83.22 \pm 7.02
中度组	35	72.35 \pm 6.12 ^a	74.19 \pm 6.35 ^a	76.42 \pm 6.89 ^a	73.58 \pm 6.57 ^a	74.14 \pm 6.28 ^a
重度组	38	61.28 \pm 5.47 ^{a,c}	63.52 \pm 5.73 ^{a,c}	65.87 \pm 6.01 ^{a,c}	62.41 \pm 5.69 ^{a,c}	63.27 \pm 5.58 ^{a,c}
<i>F</i>		101.808	88.785	78.209	88.176	93.865
<i>P</i>		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注:轻度组为AHI每小时5-15次,mSaO₂85%-90%;中度组为AHI每小时16-30次,mSaO₂80%-85%;重度组为AHI每小时 > 30 次,mSaO₂ $< 80\%$;^a $P < 0.05$ vs 轻度组;^c $P < 0.05$ vs 中度组。

表3 三组患者视野缺损指标和VEP参数比较

分组	例数	视野缺损指标(dB)		VEP参数	
		MD值	PSD值	P100波潜伏期(ms)	P100波振幅(μ V)
轻度组	37	-4.38 \pm 1.05	2.57 \pm 0.45	105.62 \pm 6.14	15.38 \pm 2.11
中度组	35	-7.62 \pm 1.31 ^a	4.89 \pm 0.62 ^a	118.75 \pm 7.32 ^a	11.24 \pm 1.89 ^a
重度组	38	-11.57 \pm 1.82 ^{a,c}	7.35 \pm 0.87 ^{a,c}	132.41 \pm 8.57 ^{a,c}	7.65 \pm 1.53 ^{a,c}
<i>F</i>		235.977	474.083	122.119	162.873
<i>P</i>		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注:轻度组为AHI每小时5-15次,mSaO₂85%-90%;中度组为AHI每小时16-30次,mSaO₂80%-85%;重度组为AHI每小时 > 30 次,mSaO₂ $< 80\%$;^a $P < 0.05$ vs 轻度组;^c $P < 0.05$ vs 中度组。

2.4 相关性分析结果 Spearman 相关性分析显示: OSAHS 程度与 MD 值呈负相关 ($r_s = -0.901, P < 0.05$), 提示 OSAHS 病情越严重, 患者视野平均缺损程度越重; OSAHS 程度与 PSD 值呈正相关 ($r_s = 0.947, P < 0.05$), 表明 OSAHS 病情越严重, 患者视野局部缺损的离散程度越高。OSAHS 程度与 P100 波潜伏期呈正相关 ($r_s = 0.807, P < 0.05$), 说明 OSAHS 病情越严重, 视神经电信号传导延迟越明显; OSAHS 程度与 P100 波振幅呈负相关 ($r_s = -0.878, P < 0.05$), 提示 OSAHS 病情越严重, 视神经神经元的电活动强度越弱。MD 值与 P100 波潜伏期呈负相关 ($r_s = -0.740, P < 0.05$), 与 P100 波振幅呈正相关 ($r_s = 0.801, P < 0.05$); PSD 值与 P100 波潜伏期呈正相关 ($r_s = 0.810, P < 0.05$), 与 P100 波振幅呈负相关 ($r_s = -0.827, P < 0.05$)。上述结果表明, AION 患者视野缺损程度与视神经电生理功能异常程度密切相关, 视神经结构与功能损伤呈同步进展趋势, 见表 4 及图 1。

3 讨论

本研究通过回顾性分析 110 例 AION 合并不同程度 OSAHS 患者的临床资料, 明确 OSAHS 病情严重程度与 AION 患者视神经结构、视功能损伤程度呈显著相关性, 且 OSAHS 程度与 AION 患者视野缺损指标、VEP 参数存在明确的量化关联, 这为 AION 的病因学补充及临床干预提供了新的依据。

OSAHS 主要病理生理特征为夜间睡眠时反复上气道塌陷, 引发慢性间歇性缺氧、高碳酸血症及睡眠结构紊乱, 这可能是其损伤视神经的核心机制。Mentek 等^[8]研究发现慢性间歇性缺氧可激活机体氧化应激反应, 促使活性氧

自由基大量生成, 破坏血管内皮细胞完整性, 造成视神经筛板前后的微循环障碍。而 AION 发病核心正是视神经血供障碍, 林铁柱等^[9]研究也证实缺血缺氧是 AION 进展的关键驱动因素。当 OSAHS 病情加重, AHI 升高、mSaO₂ 降低, 间歇性缺氧的频率与程度随之加剧, 视神经微循环灌注持续减少, 进而导致视网膜神经纤维层进行性变薄。本研究结果显示, OSAHS 程度越重, RNFL 平均厚度及各象限厚度越低, 三组间两两比较差异均有统计学意义, 与 Liguori 等^[10]关于 OSAHS 引发眼部微循环障碍的研究结论一致。同时, 缺氧状态会抑制视神经节细胞代谢活性, 影响神经电信号产生与传导, 表现为 VEP P100 波潜伏期延长、振幅降低, 且与 OSAHS 程度呈显著相关性。

睡眠结构紊乱与交感神经激活也是 OSAHS 加重 AION 损伤的重要途径。OSAHS 患者夜间反复觉醒导致交感神经持续兴奋, 引发血管收缩、血压波动^[11]。本研究显示, 随 OSAHS 病情加重, 收缩压、舒张压水平显著升高, 三组间两两比较差异均有统计学意义, 而高血压会进一步加重视神经血管硬化与狭窄, 加剧缺血损伤^[12]。Golaszewska 等^[13]通过 Meta 分析证实, 血压异常是非动脉炎性 AION 的重要危险因素。此外, 交感神经激活促使儿茶酚胺释放增加, 影响血小板聚集, 增加血栓风险, 进一步阻塞视神经微循环, 加重视野缺损。本研究显示, OSAHS 病情越重, MD 值越低、PSD 值越高, 三组间两两比较差异均有统计学意义, 印证视功能损伤随 OSAHS 进展而加重的特点, 这与张转转^[14]提出的“OSAHS 相关全身病理改变可协同损伤眼部靶器官”观点相符。

本研究中三组患者年龄、性别、血脂等基线资料均衡

表 4 相关性分析结果

指标	OSAHS 程度		MD 值		PSD 值	
	r_s	P	r_s	P	r_s	P
MD 值	-0.901	<0.001				
PSD 值	0.947	<0.001				
P100 波潜伏期	0.807	<0.001	-0.740	<0.001	0.810	<0.001
P100 波振幅	-0.878	<0.001	0.801	<0.001	-0.827	<0.001

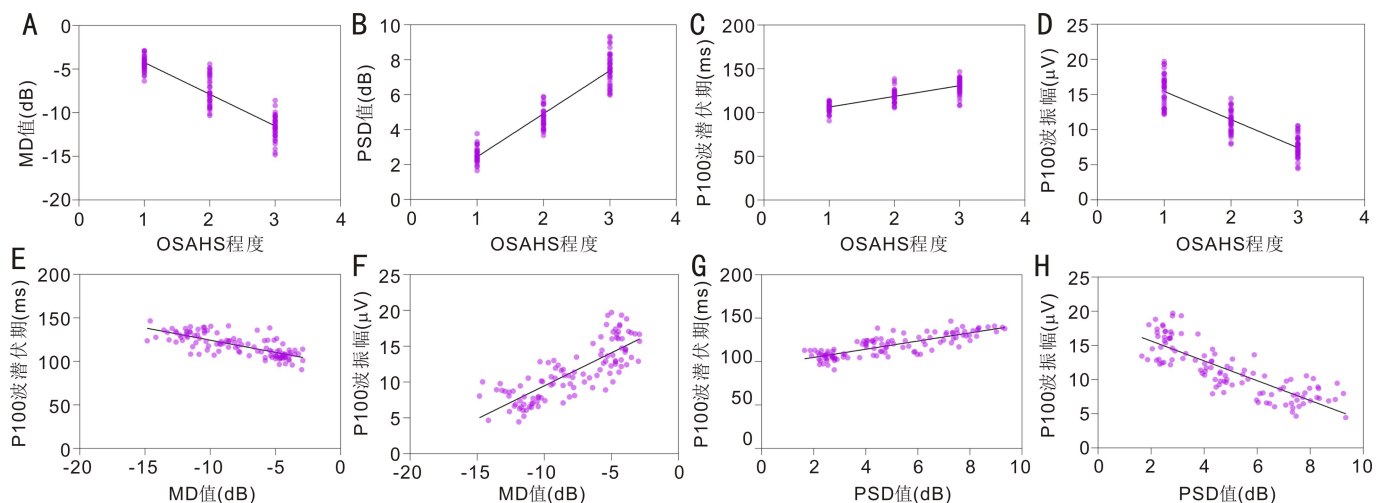


图 1 相关性分析的散点图 A: OSAHS 程度与 MD 值相关性的散点图; B: OSAHS 程度与 PSD 值相关性的散点图; C: OSAHS 程度与 P100 波潜伏期相关性的散点图; D: OSAHS 程度与 P100 波振幅相关性的散点图; E: MD 值与 P100 波潜伏期相关性的散点图; F: MD 值与 P100 波振幅相关性的散点图; G: PSD 值与 P100 波潜伏期相关性的散点图; H: PSD 值与 P100 波振幅相关性的散点图。

可比,AION病情程度无组间差异,排除混杂干扰,更突出OSAHS程度对AION的影响。同时,视野缺损指标与VEP参数显著相关,提示视神经结构与功能损伤同步进展,RNFL变薄、电信号传导异常共同导致视功能损害,这一结论为临床联合检测评估AION病情提供支撑^[15]。Barbano等^[16]也在慢性缺血性视神经病变研究中证实,形态学与电生理指标具有良好相关性。

本研究创新点在于突破OSAHS与AION共病关联的局限,明确不同程度对视神经损伤的量化影响。临床对AION患者,尤其无传统危险因素者,应重视OSAHS筛查,监测AHI、mSaO₂^[17-18]。de Terán等^[19]证实,对OSAHS相关眼病患者实施呼吸干预可改善视神经功能,Lin等^[20]也发现OSAHS干预可改善视乳头微循环,为本研究临床转化提供依据。

结合本研究结果,临床针对AION患者建议采取以下具体干预措施:(1)对所有初诊AION患者常规开展多导睡眠监测,筛查OSAHS并按AHI、mSaO₂明确程度,将其作为AION病情分层评估的重要指标;(2)对中重度OSAHS合并AION患者尽早启动持续气道正压通气(continuous positive airway pressure,CPAP)等呼吸支持干预,改善夜间间歇性缺氧,延缓RNFL进行性变薄与视野缺损进展;(3)定期联合检测RNFL厚度、视野MD/PSD及VEP P100波参数,动态评估视神经结构与功能修复情况;(4)对无明确传统危险因素的AION患者,优先排查OSAHS并给予针对性全身管理。临床需重视AION患者的OSAHS筛查与个体化干预,以改善患者预后,这也为AION的病因学研究及临床诊疗策略优化提供了新的方向。

本研究创新性在于突破既往仅关注OSAHS与AION共病关联的研究局限,在国内AION人群中按OSAHS严重程度严格分层,系统量化分析不同缺氧负荷对视神经结构与功能的梯度影响,明确二者存在显著剂量-效应关系。研究同步联合RNFL厚度、视野缺损、VEP电生理三项核心指标,实现形态学与功能学的一体化验证,弥补单一指标评估的不足。同时为临床筛查、危险分层及个体化干预提供直接依据,推动AION诊疗从单纯眼科管理向全身多学科协同管理转变,具有较强的理论补充与临床指导价值。

本研究也存在一定局限性,作为回顾性研究,缺乏对OSAHS干预后AION患者视功能变化的随访数据,未来可开展前瞻性研究,进一步验证干预OSAHS对AION的治疗价值。本研究未深入探讨OSAHS引发AION的分子生物学机制,后续可通过基础实验,从氧化应激、炎症因子释放等角度展开研究。同时,本研究未将AION病程时间作为重要混杂因素严格限定,AION发病后视神经结构与功能存在急性水肿期、慢性萎缩期的动态演变,不同病程患者的RNFL厚度、视野缺损等指标存在自然波动,可能对OSAHS严重程度与视神经损伤相关性的评估产生混杂偏倚,后续研究应统一纳入病程窗口期以提升结果可靠性。此外,本研究样本量相对有限,且单中心数据可能存在偏倚,未来可开展多中心、大样本研究,进一步验证结论的可靠性。

倚,未来可开展多中心、大样本研究,进一步验证结论的可靠性。

综上所述,OSAHS严重程度与AION患者视神经结构及功能损伤密切相关,其机制可能与慢性间歇性缺氧、交感神经激活引发的视神经微循环障碍有关。临床需重视AION患者的OSAHS筛查与干预,以改善患者预后,这也为AION的病因学研究及临床诊疗策略优化提供了新的方向。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:段鹏飞文献检索,研究方案设计,临床数据收集,初稿撰写,论文修改;李硕数据的收集与整理;吴雨蔓临床研究中患者招募协助工作;马雨凤临床研究中患者的临床评估;季苏娟论文选题,研究方向指导与经费支持,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1] Kupersmith MJ, Fraser CL, Morgenstern R, et al. Ophthalmic and systemic factors of acute nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy in the Quark207 treatment trial. *Ophthalmology*, 2024,131(7):790-802.
- [2] Ou YH, Colpani JT, Cheong CS, et al. Mandibular advancement vs CPAP for blood pressure reduction in patients with obstructive sleep apnea. *J Am Coll Cardiol*, 2024,83(18):1760-1772.
- [3] 王依纯,张康,梁亚,等.阻塞性睡眠呼吸暂停与眼底血管损伤. *国际眼科杂志*, 2025,25(8):1247-1252.
- [4] Jeong H, Shaia JK, Kaelber DC, et al. Associations between obstructive sleep apnoea and the development and severity of retinal vein occlusion. *Eye (Lond)*, 2025,39(13):2584-2590.
- [5] 世界中医药学会联合会,谢立科,张铭连,等.国际中医临床实践指南非动脉炎性前部缺血性视神经病变. *世界中医药*, 2025,20(14):2413-2417.
- [6] 中华医学会呼吸分会睡眠呼吸障碍学组,中国医学装备协会呼吸病学装备技术专业委员会睡眠呼吸设备学组.成人阻塞性睡眠呼吸暂停高危人群筛查与管理专家共识. *中华健康管理学杂志*, 2022,16(8):520-528.
- [7] 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南(基层版)写作.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南(基层版). *中华全科医师杂志*, 2015,14(7):509-515.
- [8] Mentek M, Morand J, Baldazza M, et al. Chronic intermittent hypoxia alters rat ophthalmic artery reactivity through oxidative stress, endothelin and endothelium-derived hyperpolarizing pathways. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018,59(12):5256-5265.
- [9] 林铁柱,沈丽君.缺血性视神经病变的研究进展. *国际眼科杂志*, 2024,24(9):1443-1447.
- [10] Liguori C, Placidi F, Palmieri MG, et al. Continuous positive airway pressure treatment may improve optic nerve function in obstructive sleep apnea: an electrophysiological study. *J Clin Sleep Med*, 2018,14(6):953-958.
- [11] Al Saeed AA, AlShabib NS, Al Taisan AA, et al. Association of retinal vascular manifestation and obstructive sleep apnea (OSA): anarrative review. *Clin Ophthalmol*, 2021,15:3315-3320.
- [12] Chatziralli IP, Kazantzis D, Chatzirallis AP, et al. Cardiometabolic factors and risk of non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022,260(5):1445-1456.
- [13] Golaszewska A, Misztal T, Marcinczyk N, et al. Adrenaline may

contribute to prothrombotic condition *via* augmentation of platelet procoagulant response, enhancement of fibrin formation, and attenuation of fibrinolysis. *Front Physiol*, 2021,12:657881.

[14] 张转转. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者视网膜厚度与微循环变化的研究. 山西医科大学, 2023.

[15] 徐金丹, 付政, 朱淑敏, 等. 闪光视觉诱发电位检测在复方樟柳碱颞浅动脉旁注射治疗缺血性视神经病变中的评估价值研究. *航空航天医学杂志*, 2023,34(8):921-923.

[16] Barbano L, Ziccardi L, Parisi V. Correlations between visual morphological, electrophysiological, and acuity changes in chronic non-arteritic ischemic optic neuropathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021,259(5):1297-1308.

[17] Arda H, Birer S, Aksu M, et al. Obstructive sleep apnoea prevalence in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Br J Ophthalmol*, 2013,97(2):206-209.

[18] 段燕燕, 薛孟周, 朱宁. 伴有阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的脑梗死患者血清同型半胱氨酸和胱抑素 C 水平变化及其对认知功能的影响. *实用临床医药杂志*, 2021,25(17):43-47.

[19] de Terán TD, Boira I, Cerveró A, et al. Benefit of continuous positive airway pressure on optic nerve damage in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*, 2025,29(2):173.

[20] Lin PW, Chiu LW, Lin CW, et al. Alterations on microcirculation of optic nerve head before and after OSA surgery. *Nat Sci Sleep*, 2025,17:1249-1258.

国际眼科杂志中文版(IES)近5年核心影响因子趋势图

