



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2026.06.004

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.06.004

· 综述与讲座 ·

呼吸事件时长对阻塞性睡眠呼吸暂停严重程度评价的意义

王毓涵 胡克

[摘要] 阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)是常见的睡眠呼吸障碍疾病。临床上,OSA 严重程度主要依据呼吸暂停低通气指数(AHI)分级。AHI 反映单位睡眠时间内呼吸暂停和低通气事件的发生频率,具有简便、直观、便于标准化报告等优点,但其不能充分反映单次呼吸事件时长、事件相关氧减深度和面积及觉醒与心血管自主神经的反应强度。近年来,呼吸事件时长逐渐受到关注。较长呼吸事件通常提示更明显的低氧暴露、胸腔内压波动和心血管自主神经反应;较短呼吸事件也不一定代表病情较轻,可能提示低觉醒阈值、高环路增益或通气控制不稳定,并与不良结局相关。本文围绕呼吸事件时长相关指标、病理生理意义、临床结局及其在 OSA 严重程度评价中的应用价值进行综述。

[关键词] 阻塞性睡眠呼吸暂停; 呼吸事件时长; 呼吸暂停低通气指数; 严重程度评价

[中图分类号] R563.3

[文献标识码] A

阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)是临床常见的睡眠呼吸障碍疾病,其主要特征为睡眠期间上气道反复部分或完全塌陷,导致间歇低氧、睡眠片段化及胸腔内压波动。流行病学研究显示,OSA 患病率较高,但诊断和治疗率仍相对不足^[1-2]。OSA 的危害并不局限于夜间打鼾、憋醒和日间嗜睡等症状;反复低氧-复氧、觉醒反应和自主神经激活可诱导氧化应激、炎症反应、内皮功能障碍及血流动力学改变,进而与高血压、冠心病、心力衰竭、心律失常、卒中及交通事故风险增加等多种不良结局相关^[3-4]。然而,由于不同患者的临床表现和远期风险存在明显异质性,仅根据呼吸暂停低通气指数(AHI)评价 OSA 严重程度已难以充分反映其真实疾病负荷,如何在 AHI 基础上引入更多维度的生理指标,成为当前 OSA 评估中的重要问题。

多导睡眠监测(PSG)是目前诊断和评估 OSA 的主要方法,AHI 是报告中最常用的指标。成年人 OSA 通常按 AHI 进行分级:5 次/小时 $\leq$ AHI<15 次/小时为轻度,15 次/小时 $\leq$ AHI<30 次/小时为中度,AHI $\geq$ 30 次/小时为重度^[5-6]。这一分级体系在临床筛查、流行病学研究、治疗适应证判断和疗效比较中发挥了重要作用。然而,AHI 本质上是频率指标,主要反映单位

睡眠时间内呼吸暂停和低通气事件的发生次数,不能区分单次事件持续时间,也不能直接反映事件相关氧饱和度下降幅度、觉醒与心血管自主神经的反应强度。随着 OSA 相关研究不断深入,疾病严重程度评价已由单纯诊断分级逐渐扩展至临床表型识别、风险预测和治疗反应评估等层面,单一 AHI 指标的局限性日益受到关注^[7-9]。

呼吸事件时长从时间维度补充了 AHI 对 OSA 严重程度评价的不足。较长呼吸事件往往伴随更明显的低氧暴露、胸腔内压波动和心血管自主神经反应;而较短呼吸事件也并不一定代表疾病负荷较轻,其可能反映较低觉醒阈值、睡眠片段化或通气控制不稳定等病理生理特征。因此,呼吸事件时长可能有助于识别不同 OSA 表型,并解释相同 AHI 水平下患者症状表现和预后风险的差异^[9]。本文围绕呼吸事件时长相关指标、病理生理意义、临床结局及其在 OSA 严重程度评价中的应用价值进行综述,以期为 OSA 疾病负荷评估和风险分层提供参考。

一、呼吸事件时长相关指标

呼吸事件时长通常指一次呼吸暂停或低通气事件从气流下降达到评分标准开始,至气流恢复至接近基线水平之间的时长。按照美国睡眠医学会(AASM)相关评分规则,成年人呼吸暂停或低通气事件的最短时长通常为 10 秒,事件识别还需结合气流、胸腹运动、血

基金项目:国家自然科学基金资助项目(82270101)

作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院呼吸与危重症医学科

通信作者:胡克,E-mail:hukejx@163.com

氧下降和(或)觉醒等信号^[5]。

临床和研究中关于呼吸事件时长的指标构成较为繁杂,既可按单次事件时长描述,也可与事件发生频率或事件相关氧减结合形成时长负荷类复合指标。考虑到目前文献报道及其与 OSA 严重程度评价的相关性,本文主要讨论以下几类指标。第一,平均呼吸事件时长(MRED),指整夜所有呼吸暂停和低通气事件时长的算术平均值,通常可按“呼吸事件总时长(秒)/呼吸事件总次数”计算,用于反映单次呼吸事件的平均时长特征。第二,最长呼吸事件时长(LRED),指整夜所有呼吸暂停和低通气事件中最长的事件时长。在仅统计呼吸暂停事件的研究中则表述为最长呼吸暂停时长(LAD),用于提示夜间极端阻塞事件的严重程度,近期研究也尝试将 LAD 用于预测血氧下降风险^[10]。第三,呼吸事件时长负荷相关指标,即在单次呼吸事件时长基础上进一步纳入事件频率或事件相关氧减信息的一类复合指标。其中,每小时呼吸暂停低通气时长(HAD)通常可按“MRED(秒)×AHI(次/小时)/60”换算为每小时累计呼吸事件时长(分钟/小时)^[11-12]。伴≥3%氧减呼吸事件时长占总睡眠时间百分比(pRED_3p)则将呼吸事件时长与事件相关氧减相结合,用于描述伴氧减呼吸事件的时间暴露,并在心血管风险预测中显示出一定价值^[13]。此外,后文涉及的总睡眠时间中呼吸暂停低通气时长所占百分比(AHT%)也属于呼吸事件时长负荷相关指标。需要指出的是,HAD、AHT%和pRED_3p均关注呼吸事件的时间暴露,但计算维度并不相同。HAD强调单位睡眠时间内累计事件时长,AHT%强调呼吸暂停低通气事件总时长占总睡眠时间比例,pRED_3p则进一步限定为伴≥3%氧减事件的时长占比。

二、呼吸事件时长的病理生理意义

呼吸事件时长并非单纯的时间记录,而是上气道阻塞程度、神经肌肉代偿能力、呼吸觉醒阈值、通气控制稳定性、肺容量、睡眠体位等因素共同作用的结果^[9]。Oksenberg等^[9]的综述指出,年龄、性别、肥胖、睡眠体位、上气道解剖结构及通气控制稳定性等均可影响呼吸事件时长,其中仰卧位事件往往持续更久,并可伴随更明显的低氧和心率变化。Borker等^[14]基于人群资料的研究也显示,非快速眼动睡眠期呼吸暂停和低通气时长在不同人群之间存在差异,并与多种生理特征相关。这些研究提示,呼吸事件时长不仅反映单次阻塞事件的持续特征,也可能体现 OSA 患者在上气道解剖、觉醒阈值和通气控制稳定性等方面的异质性,具有一定的生理表型意义^[14-15]。

从病理生理学角度看,呼吸事件时长越长,气流受限或中断对机体的影响越可能累积,进而造成较深或较持久的氧饱和度下降、二氧化碳潴留、胸腔内压波动及事件终止后的交感神经激活。上述低氧-复氧、负压波动和自主神经反应,是 OSA 相关心血管损害的重要机制之一^[3-4]。但较短呼吸事件也不应简单理解为疾病负荷较轻,其可能提示呼吸觉醒阈值较低,即气道阻塞尚未造成明显低氧时即被觉醒终止,从而表现为频繁微觉醒、睡眠片段化和通气控制不稳定。Butler等^[15]基于美国睡眠心脏健康研究的数据发现,较短 MRED 与较高死亡风险相关,进一步提示短呼吸事件可能代表另一类具有不良预后风险的生理表型。因此,呼吸事件时长具有双重含义,长呼吸事件更多提示低氧负荷(HB)和通气负荷,短而频繁的呼吸事件则可能提示低觉醒阈值或高环路增益。

三、呼吸事件时长与临床结局

1. 与夜间低氧和日间嗜睡的相关性

夜间低氧是呼吸事件时长相关指标与临床结局发生联系的关键环节。与 AHI 仅反映事件发生频率不同,MRED、LRED、HAD、AHT%和pRED_3p等指标分别从单次事件时长、极端事件时长、整夜累计时间暴露及事件相关氧减等角度反映 OSA 的生理负荷。从机制上看,呼吸事件时长越长,氧饱和度下降越深,事件相关氧减面积越大;若此类事件在整夜反复出现,则更容易表现为最低血氧饱和度(SpO₂)下降、血氧饱和度低于90%的累计时间占总睡眠时间的百分比(T90)增加和氧减指数(ODI)升高。HB 相关研究进一步表明,将事件相关氧减深度和时长同时纳入计算,可较 AHI 更充分地反映 OSA 的低氧后果和不良结局风险^[16-19]。Kulkas等^[20]研究显示,低通气和阻塞性呼吸暂停所致氧减严重程度不同,且氧减严重程度受事件时长影响;Kainulainen等^[21]进一步指出,与 AHI 或 ODI 相比,呼吸暂停、低通气及相关氧减的严重程度与 OSA 相关日间嗜睡的关系更密切。王剑英等^[22]纳入 296 例成年疑似 OSA 受试者的研究也显示,总呼吸暂停低通气时长、AHT%等呼吸事件时长相关指标与最低 SpO₂、平均 SpO₂、ODI 和 T90 均存在相关性,提示呼吸事件时长可为夜间低氧评价提供 AHI 以外的信息。

在复合时长指标中,AHT%和HAD与夜间低氧及日间嗜睡的关系尤为受到关注。Ma等^[23]提出 AHT%可用于评估夜间低氧和日间嗜睡,其研究显示 AHT%对日间嗜睡的判别能力优于 AHI,并能从时间维度补充传统氧合指标。随后 Ma等^[11]进一步研究发现 HAD 与血氧指标的相关性强于 AHI 和 MRED,并可较

好预测夜间低氧血症。我们团队对 OSA 患者的研究也显示, HAD 与 T90、最低 SpO_2 、平均 SpO_2 以及日间嗜睡的相关性均优于 AHI, 提示其能够同时整合呼吸事件频率和事件时长所形成的低氧暴露^[12]。因此, 在解释夜间低氧和日间嗜睡时, 呼吸事件时长指标不应被简单理解为对单次事件“长/短”的描述, 而应作为连接事件频率、低氧程度和症状负担的重要维度。对于 AHI 中等但 MRED、LRED、HAD 或 AHT% 较高, 且最低 SpO_2 明显下降或 T90 升高的患者, 应警惕其疾病负荷被 AHI 低估; 对于 AHI 较高但事件较短、氧减较浅的患者, 则需进一步评估睡眠片段化、觉醒阈值及合并失眠等因素。

2. 与合并症的相关性

呼吸事件时长与高血压、糖尿病及心血管疾病等合并症的关系, 可能反映了事件时长、低氧深度、胸腔内压波动和觉醒反应共同构成的生理负荷。以高血压为例, Wu 等^[24]研究发现, MRED 与 OSA 患者高血压严重程度相关, 而 AHI 未表现出同等关联。这一结果提示, 血压异常可能不仅取决于呼吸事件发生频率, 也与单次事件所造成的低氧、二氧化碳潴留和自主神经反应有关。较长事件时长可加重氧饱和度下降和胸腔内压波动, 事件终止后的通气恢复和觉醒反应可引起心率加快、血压升高及血压节律紊乱。

在糖尿病患病率方面, 现有研究提示, 呼吸事件时长与糖尿病的关系并非单纯由 AHI 或 ODI 解释。我们团队纳入 590 例疑似 OSA 的男性受试者, 发现 HAD 与糖尿病患病率独立相关。在校正 AHI、年龄、BMI、吸烟、饮酒、失眠、Epworth 嗜睡量表评分、睡眠效率、高血压和心血管疾病等因素后, 与最低三分位组相比, 第二、第三分位组糖尿病患病的校正 OR 值分别为 2.48 (95% CI 1.14 ~ 5.39) 和 4.37 (95% CI 1.22 ~ 15.70)^[25]。进一步纳入 ODI 和最低 SpO_2 后, 上述关联仍具有统计学意义, 而 AHI 和 ODI 与糖尿病患病的关联未达到统计学意义^[25]。这一结果提示, HAD 可能较单纯事件频率更能反映与糖尿病相关的累计通气受限暴露。另一方面, 北京协和医院肖毅教授团队研究发现, 较短平均呼吸暂停时长与 2 型糖尿病患病相关, 而 AHI 和平均低通气时长未显示类似关联^[26]。这提示 OSA 与糖尿病之间可能存在不同病理生理通路, HAD 较高更多反映呼吸事件频率与事件时长叠加形成的时间负荷, 较短平均呼吸暂停时长则可能提示低觉醒阈值、睡眠片段化和自主神经反应增强相关表型。需要指出的是, 上述研究均为横断面研究, 尚不能证明因果关系, 但提示呼吸事件时长相关指标可为 OSA 合并糖尿病风险评估提供 AHI 以外的补充信息。

心血管疾病方面, 北京协和医院肖毅教授团队基于睡眠心脏健康研究数据比较多种低氧指标后发现, pRED_3p 在新发心血管事件风险预测中表现较好, 提示将呼吸事件时长与事件相关氧减共同纳入评价, 有助于提高 OSA 相关心血管疾病风险识别能力^[13]。因此, 现阶段呼吸事件时长相关指标可作为补充, 用于评估高血压、糖尿病及心血管疾病的风险。

3. 与死亡风险的相关性

死亡风险是评价 OSA 远期危害的重要结局, 但不同研究关注的死亡类型并不完全相同, 解读时应区分全因死亡和心血管疾病相关死亡。Butler 等^[15]基于美国睡眠心脏健康研究数据, 主要分析 MRED 与全因死亡的关系, 结果显示较短 MRED 与较高全因死亡风险相关, 且其预测价值独立于 AHI^[15]。这一发现提示, 较短呼吸事件可能反映低觉醒阈值、睡眠片段化、通气控制不稳定的 OSA 病理生理特征。虽然单次事件相关氧减未必最深, 但长期反复觉醒、自主神经反应增强和睡眠结构破坏仍可能参与不良预后的形成。

与此不同, 部分研究从单个阻塞事件严重度角度强调较长事件及其氧减后果的风险意义。Muraja-Murro 等^[27]在重度 OSA 患者中发现, 单个阻塞事件的时长及其相关氧减面积与死亡率升高相关。Kulkas 等^[28]也指出, 在 AHI 相近的患者中, 若进一步纳入呼吸事件时长、氧减面积等参数, 可发现传统 AHI 难以体现的疾病严重程度差异。这类研究提示, 较长呼吸事件的临床意义在于其可能伴随更重的 HB、胸腔负压负荷和事件终止后的心血管应激。

HB 相关研究进一步说明, 死亡风险并不只取决于呼吸事件发生次数, 还与事件所造成的低氧深度和时长有关。Azarbarzin 等^[16]研究显示, 睡眠呼吸暂停相关 HB 可预测心血管疾病相关死亡。北京协和医院肖毅教授团队基于美国睡眠心脏健康研究数据, 在比较多种低氧指标后发现, pRED_3p 是预测新发心血管事件风险的最佳指标^[13]。因此, 呼吸事件时长与死亡风险的关系应结合具体结局类型理解, 较短 MRED 可能更多提示全因死亡风险相关的睡眠片段化、觉醒, 较长事件及其相关氧减则更可能通过 HB、胸腔内压波动和自主神经反应性增强影响心血管疾病相关死亡风险。因此, 临床解读时不宜孤立判断事件“长”或“短”, 而应结合 MRED、LRED、AHT%、HAD、pRED_3p 进行综合评估。

四、呼吸事件时长在 OSA 严重程度评价中的临床应用

呼吸事件时长可作为 AHI 分级的重要补充。对

于同一 AHI 范围内的患者, MRED、LRED、AHT% 或 HAD 较高, 常提示更长时间的通气受限和更高低氧风险。若仅报告 AHI, 可能低估此类患者的真实疾病负荷。因此, PSG 或家庭睡眠呼吸暂停监测报告中可增加呼吸事件时长相关指标。在研究或条件允许时, 也可结合 AHT%、pRED_3p、HB 等呼吸事件时长负荷相关指标, 并与最低 SpO_2 、平均 SpO_2 、T90、ODI、觉醒指数和事件相关心率反应联合解释, 从而更接近 OSA 的真实生理负荷。

呼吸事件时长也有助于识别不同生理表型并指导临床诊疗。长事件患者可能以 HB 和胸内压波动为主, 应重视及时纠正上气道阻塞和低氧, 如启动气道正压治疗、优化压力滴定, 并复查夜间氧合改善情况^[29]。短事件者则可能反映低觉醒阈值、高环路增益和睡眠片段化, 应同时评估失眠、焦虑、睡眠不足、药物影响和其他导致睡眠片段化的因素。治疗后除观察残余 AHI 外, 也应关注残余呼吸事件时长、HB 和睡眠结构是否改善。

五、小结

综上, 呼吸事件时长从时间维度补充了 AHI 对 OSA 严重程度评价的不足。呼吸事件时长不仅与夜间低氧、日间嗜睡、高血压、糖尿病、心血管疾病及死亡风险相关, 也可能反映 HB、觉醒阈值、通气控制稳定性等不同病理生理特征。MRED、LRED 侧重描述单次事件的持续特征, HAD、AHT% 和 pRED_3p 等呼吸事件时长负荷相关指标则进一步整合事件频率或事件相关氧减信息, 有助于解释相同 AHI 水平下患者疾病负荷和临床结局的差异, 为 OSA 风险分层和表型识别提供了新的视角。然而, 呼吸事件时长受评分规则、监测设备、睡眠期别、体位及个体生理特征等多因素影响, 其对治疗决策和远期预后的指导价值仍需更多前瞻性研究验证。未来 OSA 严重程度评价应在 AHI 基础上, 进一步整合呼吸事件时长、HB、觉醒反应、心率反应及临床表型等信息, 逐步形成更能反映疾病真实负荷的综合评价体系。

参 考 文 献

- [1] 中华医学会呼吸病学分会. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停诊治指南 (2025) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2026, 49 (3): 264-296.
- [2] Lastra AC, Neborak JM, Mokheles B. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea [J]. JAMA Intern Med, 2025, 185 (10): 1280-1281.
- [3] Yeghiazarians Y, Jneid H, Tietjens JR, et al. Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association [J]. Circulation, 2021, 144 (3): e56-e67.
- [4] Torres G, Sánchez-de-la-Torre M, Pinilla L, et al. Obstructive sleep apnea and cardiovascular risk [J]. Clin Investig Arterioscler, 2024, 36 (4): 234-242.
- [5] Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep; update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events [J]. J Clin Sleep Med, 2012, 8 (5): 597-619.

- [6] Kapur VK, Auckley DH, 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.
- [7] Punjabi NM. COUNTERPOINT: is the apnea-hypopnea index the best way to quantify the severity of sleep-disordered breathing? No [J]. Chest, 2016, 149 (1): 16-19.
- [8] Malhotra A, Ayappa I, Ayas N, et al. Metrics of sleep apnea severity: beyond the apnea-hypopnea index [J]. Sleep, 2021, 44 (7): zsab030.
- [9] Oksenberg A, Leppänen T. Duration of respiratory events in obstructive sleep apnea: in search of paradoxical results [J]. Sleep Med Rev, 2023, 68: 101728.
- [10] Zhou X, Gao S, Zeng P, et al. The dose-effect and clinical prediction of the longest apnea duration driving the decrease of blood oxygen: a large sample OSA study with 34-second and 52-second cut-off values was established [J]. Front Physiol, 2026, 16: 1691994.
- [11] Ma C, Zhang Y, Tian T, et al. Using apnea-hypopnea duration per hour to predict hypoxemia among patients with obstructive sleep apnea [J]. Nat Sci Sleep, 2024, 16: 847-853.
- [12] Wang Y, Yue W, Zhou B, et al. The hourly apnea-hypopnea duration better correlates with OSA-related nocturnal hypoxemia and excessive daytime sleepiness rather than AHI [J]. Nat Sci Sleep, 2025, 17: 1101-1112.
- [13] Hui X, Cao W, Xu Z, et al. Hypoxic indices for obstructive sleep apnea severity and cardiovascular disease risk prediction: a comparison and application in a community population [J]. Respirology, 2024, 29 (9): 825-834.
- [14] Borker PV, Reid M, Sofer T, et al. Non-REM apnea and hypopnea duration varies across population groups and physiologic traits [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2021, 203 (9): 1173-1182.
- [15] Butler MP, Emch JT, Rueschman M, et al. Apnea-hypopnea event duration predicts mortality in men and women in the Sleep Heart Health Study [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2019, 199 (7): 903-912.
- [16] Azarbarzin A, Sands SA, Stone KL, et al. The hypoxic burden of sleep apnea 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.
- [17] Trzepizur W, Blanchard M, Ganem T, et al. Sleep apnea-specific hypoxic burden, symptom subtypes, and risk of cardiovascular events and all-cause mortality [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2022, 205 (1): 108-117.
- [18] Labarca G, Vena D, Hu WH, et al. Sleep apnea physiological burdens and cardiovascular morbidity and mortality [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2023, 208 (7): 802-813.
- [19] Parekh A. Hypoxic burden-definitions, pathophysiological concepts, methods of evaluation, and clinical relevance [J]. Curr Opin Pulm Med, 2024, 30 (6): 600-606.
- [20] Kulkas A, Duce B, Leppänen T, et al. Severity of desaturation events differs between hypopnea and obstructive apnea events and is modulated by their duration in obstructive sleep apnea [J]. Sleep Breath, 2017, 21 (4): 829-835.
- [21] Kainulainen S, Töyräs J, Oksenberg A, et al. Severity of desaturations reflects OSA-related daytime sleepiness better than AHI [J]. J Clin Sleep Med, 2019, 15 (8): 1135-1142.
- [22] 王剑英, 任寿安. 呼吸事件持续时间在成年人阻塞性睡眠呼吸暂停夜间低氧血症中的意义 [J]. 中国全科医学, 2024, 27 (14): 1699-1707.
- [23] Ma C, Zhang Y, Liu J, et al. A novel parameter is better than the AHI to assess nocturnal hypoxaemia and excessive daytime sleepiness in obstructive sleep apnoea [J]. Sci Rep, 2021, 11: 4702.
- [24] Wu H, Zhan X, Zhao M, et al. Mean apnea-hypopnea duration, but not apnea-hypopnea index, is associated with worse hypertension in patients with obstructive sleep apnea [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95 (48): e5493.
- [25] Wang Y, Zhou B, Yue W, et al. Independent association between hourly apnea-hypopnea duration and prevalence of diabetes in male adults [J]. Sleep Med, 2025, 136: 106807.
- [26] Guo J, Dai L, Luo J, et al. Shorter respiratory event duration is related to prevalence of type 2 diabetes [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1105781.
- [27] Muraja-Murro A, Kulkas A, Hiltunen M, et al. The severity of individual obstruction events is related to increased mortality rate in severe obstructive sleep apnea [J]. J Sleep Res, 2013, 22 (6): 663-669.
- [28] Kulkas A, Tiitonen P, Julkunen P, et al. Novel parameters indicate significant differences in severity of obstructive sleep apnea with patients having similar apnea-hypopnea index [J]. Med Biol Eng Comput, 2013, 51 (6): 697-708.
- [29] Patil SP, Ayappa IA, Caples SM, et al. Treatment of adult obstructive sleep apnea with positive airway pressure: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline [J]. J Clin Sleep Med, 2019, 15 (2): 335-343.

(收稿日期: 2026-06-01)

(本文编辑: 李昊阳)