

儿童阻塞性睡眠呼吸暂停相关夜间遗尿的机制与管理研究

陈国艳 贺金娥

延安大学附属医院儿科, 陕西延安, 716000;

摘要: 儿童阻塞性睡眠呼吸暂停 (OSA) 是儿童群体中常见的健康问题, 其与夜间遗尿存在密切关联, OSA 患儿中夜间遗尿患病率显著高于普通儿童群体。其发病机制涉及体液因子紊乱、睡眠觉醒调控异常、膀胱功能障碍、自主神经失衡、肥胖与炎症交互作用及遗传因素等。临床监测评估 OSA 主要通过标准化问卷、多导睡眠监测图等, 同时夜间遗尿可借助排尿日记及尿流动力学评估。临床干预以解除上呼吸道梗阻治疗 OSA 为核心, 结合夜间遗尿的针对性治疗及家庭心理支持。未来需多中心大样本协作, 建立长期随访数据库, 推动 OSA 引起夜间遗尿的精准防治以提高儿童的生活质量。

关键词: 儿童阻塞性睡眠呼吸暂停; 夜间遗尿症; 病理机制; 临床干预

Research on the Mechanism and Management of Nocturnal Enuresis Associated with Obstructive Sleep Apnea in Children

CHEN Guo-Yan HE Jin-E

Department of Pediatrics, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000, China

Abstract: Obstructive sleep apnea (OSA) in children is a common health issue within the pediatric population and is closely associated with nocturnal enuresis. The prevalence of nocturnal enuresis is significantly higher among children with OSA compared to the general pediatric population. The pathogenesis involves factors such as fluid imbalance, abnormal sleep-wake regulation, bladder dysfunction, autonomic nervous system imbalance, interactions between obesity and inflammation, and genetic factors. Clinical monitoring and assessment of OSA are primarily conducted through standardized questionnaires and polysomnography, while nocturnal enuresis can be evaluated using voiding diaries and urodynamic studies. Clinical interventions focus on relieving upper airway obstruction to treat OSA, combined with targeted treatments for nocturnal enuresis and family psychological support. In the future, multi-center large sample collaborations are needed to establish long-term follow-up databases, promoting precise prevention and treatment of nocturnal enuresis caused by OSA to improve the quality of life for children.

Key words: Obstructive sleep apnea in children; Nocturnal enuresis; Pathological mechanism; Clinical intervention

DOI: 10.69979/3029-2808.26.02.055

引言

阻塞性睡眠呼吸暂停 (Obstructive Sleep Apnea, OSA) 是儿童群体中常见的健康问题, 其主要表现为睡眠过程中上呼吸道反复发生部分或完全的堵塞, 引起呼吸暂停或低通气^[1]。研究表明儿童 OSA 的患病率为 1%~4%, 发病率高峰在 2-8 岁之间^[2]。最常见的患病原因是腺样体和(或)扁桃体肥大^[3]。OSA 以夜间打鼾, 呼吸暂停与憋醒为常见症状, 常伴随张口呼吸, 多汗等症状^[4]。值得注意的是, 部分患儿还会出现夜间遗尿等症状, 若未及时诊断和治疗, 不仅影响睡眠质量, 还可能导致神经认知缺陷、代谢异常等多种健康问题^[5-7]。

OSA 与儿童夜间遗尿症状的关联并非偶然。早在 1977 年有研究首次发现经历睡眠呼吸暂停发作的儿童, 同时存在夜间遗尿和频繁噩梦的症状, 其中两名患儿通过手术解除 OSA 所致的上气道梗阻后, 夜间遗尿症状也随之得到缓解^[8]。后续大量临床研究进一步证实 OSA 儿童的夜间遗尿患病率更高^[9-12], 且大部分夜间遗尿儿童在

OSA 症状纠正后遗尿症状也得到改善^[10,13,14]。从流行病学数据来看, 全球儿童夜间遗尿的患病率为 4%~10%, 而在 OSA 患儿中夜间遗尿高达 10%~40%, 明显高于普通儿童群体^[15], 这提示 OSA 可能是导致儿童夜间遗尿的重要危险因素。

OSA 儿童引起夜间遗尿的机制复杂, 受多种因素影响, 包括睡眠唤醒障碍、体液因子紊乱、膀胱不稳定、自主神经功能失衡、肥胖与炎症及遗传因素等。本文从病理机制、临床干预等方面, 系统综述 OSA 所致夜间遗尿的研究进展, 为临床精准诊疗提供理论依据。

1 OSA 引发儿童夜间遗尿的病理机制

OSA 引起儿童遗尿的病理机制涉及多种因素, 其核心通过上呼吸道阻塞所引起的一系列病理生理学反应。这些改变通过干扰睡眠觉醒调控网络、扰乱体液因子代谢平衡、损伤膀胱功能及激活炎症网络等途径, 破坏了儿童正常的排尿控制机制, 最终诱发夜间遗尿症状 (见图 1)。

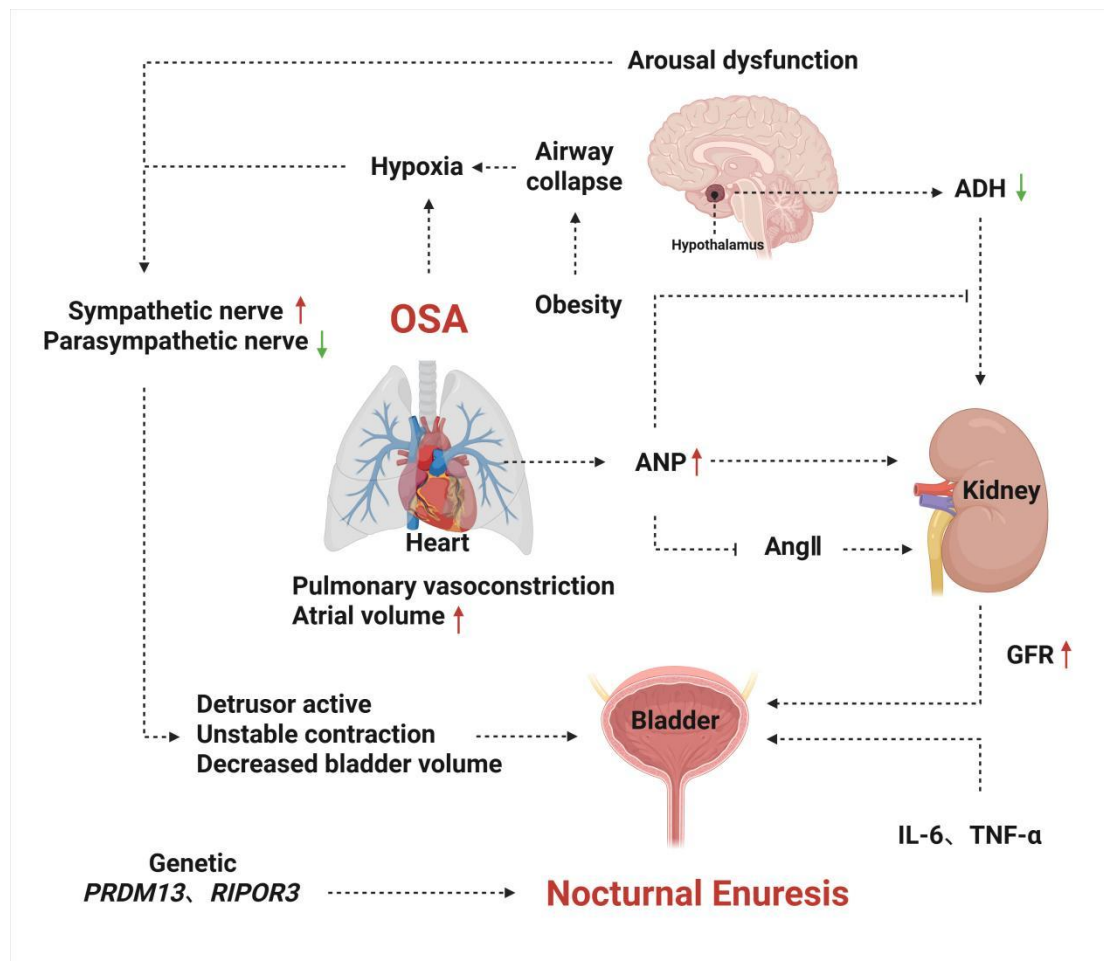


图 1 阻塞性睡眠呼吸暂停 (OSA) 诱发夜间遗尿 (NE) 相关机制示意图

Figure 1 Schematic diagram of the related mechanisms of obstructive sleep apnea (OSA) inducing nocturnal enuresis (NE)

1.1 体液因子分泌紊乱

OSA 以睡眠过程中上呼吸道反复发生堵塞而引发呼吸暂停或低通气为特征。研究表明, OSA 患儿在睡眠期间因上气道反复阻塞, 会出现周期性血氧分压降低与二氧化碳分压升高, 形成缺氧与高碳酸血的微环境, 这种微环境一方面会引起肺血管收缩, 增加右心室后负荷。另一方面会使吸气时胸腔负压增大, 促进静脉回流, 导致右心房容积扩张。上述变化共同作用, 最终刺激心房肌细胞分泌心房利钠肽 (Atrial Natriuretic Peptide, ANP) [16,17]。ANP 可抑制肾小管对钠的重吸收, 提高肾小球滤过率, 促进水钠排泄, 使尿液生成增多; 同时, ANP 还可作用于下丘脑抑制抗利尿激素 (Antidiuretic Hormone, ADH) 分泌, 并降低肾脏集合管对 ADH 的敏感性, 引起夜间尿量显著增加 [18]。此外, ANP 对肾素-血管紧张素-醛固酮系统的抑制可减少血管紧张素 II (Angiotensin II) 介导的钠重吸收, 进一步促进尿钠排出, 促使尿液生成增多 [19]。综上, OSA 通过一系列机制引发体液因子紊乱, 导致夜尿增多, 最终使患儿发生夜间遗

尿。

1.2 睡眠觉醒调控网络异常

儿童神经系统发育尚未成熟, 其下丘脑睡眠觉醒中枢的调控功能也处于滞后状态, 这使得他们在应对睡眠中的生理信号时更易出现异常。下丘脑视交叉上核作为中枢系统的生物钟, 主导着生理活动的昼夜节律同步 [20]。OSA 儿童长期的睡眠紊乱会干扰膀胱对中枢信号的处理, 导致中脑导水管周围灰质 (Periaqueductal Gray Matter, PAG) 与顶叶 (如右顶上小叶、右顶下小叶) 的功能连接减弱, 造成膀胱充盈信号向感觉整合网络的传导障碍, 削弱大脑对排尿反射的抑制能力, 使夜尿更易发生。此外, 有研究发现儿童岛叶凸显网络 (Salience Network, SN) 与内侧前额叶默认模式网络 (Default Mode Network, DMN) 的连接存在异常, 致使睡眠中 SN-DMN 动态切换失效, 抑制大脑的自主觉醒功能, 从而更容易发生夜间遗尿 [20,21]。

同时 Wolfish 的研究发现存在夜间夜尿的 OSA 儿童

在睡眠过程中相较于同龄人更容易出现反复觉醒现象^[2]。多导睡眠图检查结果显示,这类患儿虽频繁出现与浅睡眠相关的皮质层觉醒,但实际觉醒行为却较为少见^[23]。这一现象可能与 OSA 引发的间断性缺氧刺激密切相关,缺氧刺激使大脑发出唤醒信号,但反复的皮质觉醒会导致觉醒阈值升高,进而降低患儿对膀胱充盈及逼尿肌收缩刺激的敏感性,最终引发遗尿。Kovacevic 等的研究进一步证实了这一点,其发现多数 OSA 患儿在腺样体(扁桃体)切除术前,无法在夜间自主觉醒而导致遗尿发生,而术后随着 OSA 症状的缓解,患儿夜间可自主觉醒排尿,从而避免了夜间遗尿^[24]。人体睡眠膀胱功能同步监测和睡眠剥夺动物模型研究均已证实,睡眠结构紊乱可通过干扰神经信号传导、觉醒调控及膀胱感觉阈值,最终导致夜间遗尿^[25]。

1.3 膀胱功能与逼尿肌活动障碍

排尿反射是由逼尿肌收缩、尿道括约肌松弛及大脑意识控制共同参与的正反馈过程。OSA 儿童因间歇性缺氧频繁发作,可导致膀胱受体兴奋性增加、逼尿肌过度活跃;同时,间歇性缺氧刺激交感神经过度激活,进一步促使逼尿肌过度活跃而引发尿液排出,最终导致夜间遗尿^[22,23,26]。Watanabe 等人通过尿动力学测试发现,30% 的 OSA 儿童睡眠期间存在膀胱功能不稳定,表现为膀胱容量减少、逼尿肌过度活动^[27]。Yeung 等人在睡眠中对患儿行膀胱测压,发现夜尿儿童的平均夜间膀胱容量比同龄健康儿童低约 44%,且存在膀胱不稳定收缩,推测这可能是睡眠中膀胱失去中枢神经系统抑制的结果^[28]。Butler 等人则指出儿童脑桥排尿中枢延迟成熟会导致睡眠时排尿反射缺乏抑制,表现为膀胱功能下降和逼尿肌过度活跃,引发夜间多尿和遗尿^[29]。动物实验中,研究者通过大鼠 Oxy-cycler 系统构建周期性缺氧模型,证实 OSA 相关间歇性低氧可激活膀胱组织 PI3/AKT 信号通路,经氧化应激损伤膀胱组织,使大鼠夜间膀胱收缩活动增强、顺应性降低,排尿频率及尿量显著增加^[30]。综上,OSA 通过间歇性缺氧等引发膀胱受体兴奋性、逼尿肌活性、膀胱容量及中枢调控等多方面改变,成为儿童夜间遗尿的病理基础。

1.4 自主神经系统调控失衡

自主神经系统由交感神经、副交感神经及肠道神经系统构成,共同调节人体的生理过程,包括对睡眠状态及排尿功能的动态调控^[31]。在正常的睡眠周期中,交感神经与副交感神经会交替占据主导地位,这种交替配合形成了对膀胱功能的动态平衡调节。当副交感神经激活时,一方面促使膀胱逼尿肌收缩,另一方面让尿道括约

肌松弛,双重作用共同推动尿液排出。而当交感神经主导时,它通过作用于膀胱的特定受体抑制逼尿肌收缩,同时增强尿道内括约肌的张力,从而维持膀胱的储尿状态^[32]。然而,当儿童患有 OSA 时,反复发生的微觉醒与间断性缺氧会持续刺激交感神经系统,使其长期处于异常活跃的状态。这种持续激活打破了原本交感神经与副交感神经交替主导的动态平衡,进而干扰了膀胱逼尿肌与括约肌之间的功能协调。同时,睡眠结构的碎片化本身会降低儿童对膀胱充盈的感知能力和从睡眠中觉醒的能力。在这些因素的共同作用下,膀胱无法在夜间正常维持储尿状态,最终导致儿童发生夜间遗尿^[23]。

1.5 肥胖与炎症的交互作用

临床研究表明,肥胖儿童患 OSA 的风险显著升高,可能肥胖儿童更易出现扁桃体(腺样体)肥大,直接增加上呼吸道梗阻的概率,并且 OSA 的严重程度与儿童内脏脂肪量呈明显正相关^[23,33]。Weintraub 等研究发现肥胖儿童的夜间遗尿发生率显著升高^[34]。对于上述临床现象,已有研究表明肥胖会增加上呼吸道软组织的负荷,导致气道塌陷,引发机体慢性缺氧,这种缺氧状态会诱导 IL-6、TNF- α 等炎症因子释放,而这些炎症因子会损伤下尿路的神经调控网络。此外,脂肪组织自身还会异常分泌炎症介质,这些介质可触发全身炎症级联反应,破坏膀胱充盈感知与觉醒反应的神经交互网络。在这两方面因素的共同作用下,最终导致排尿调控功能紊乱,诱发夜间遗尿^[23]。

1.6 遗传易感因素

随着基因测序技术的发展,研究表明 OSA 存在家族聚集现象,提示遗传因素可能参与其发病机制,但目前尚未发现可作为 OSA 遗传诊断标志的基因^[35]。而遗传因素是夜间遗尿的主要原因之一,Von Gontard 的研究指出当父母双方均无夜间遗尿时,子女患夜间遗尿的风险为 15%,若父母一方患夜间遗尿,子女患病风险增至 44%,若父母双方均患夜间遗尿,子女患病风险则高达 77%,这一数据明确表明夜间遗尿与遗传因素密切相关^[36]。近期针对夜间遗尿症的全基因组关联研究发现,6 号染色体和 13 号染色体存在特定变异,这些变异会影响 PRDM13 和 RIPOR3 基因的功能,且已被证实与夜间遗尿症存在显著相关性^[37,38]。此外,临床研究发现夜间遗尿的发病存在性别差异,男孩发病率显著高于女孩,这可能与肾脏对性激素的敏感性不同相关^[39,40]。

2 OSA 所致夜间遗尿的监测与评估

2.1 OSA 的核心监测方法

2.1.1 标准化问卷及 Epworth 嗜睡量表 (ESS) 评分

使用标准化问卷和 Epworth 嗜睡量表 (Epworth Sleepiness Scale, ESS) 对 OSA 进行初步筛查是一种简便且有效的方法^[41]。通过收集患儿的睡眠习惯、夜间呼吸障碍症状、日间嗜睡程度及相关健康信息,这些工具能帮助医生快速评估患者的 OSA 风险^[42]。标准化问卷的内容较为全面,会详细探询患者的生活方式、医疗史和家族病史,其包含的睡眠呼吸监测基本指标有睡眠过程中的憋气、打鼾、呼吸暂停情况,是否存在头痛、嗜睡、记忆力下降、性格改变,以及有无相关疾病史等。而 ESS 量表则专注于评估日间嗜睡程度,通过让患者对不同场景下的嗜睡情况进行自我评分来实现。与多导睡眠监测图或家庭睡眠呼吸暂停监测相比,ESS 量表的假阴性率较高、敏感性较低,但特异性较高。不过,高 ESS 分数通常表明日间嗜睡程度严重,这可能是 OSA 的一个重要提示指标。

2.1.2 多导睡眠监测图 (Polysomnography, PSG)

PSG 是研究睡眠的金标准,自 1930 年提出以来,一直被用作检测睡眠状况的最佳工具。PSG 监测中通过脑电图 (electroencephalography, EEG) 监测大脑活动,可确定睡眠阶段和周期;眼动图 (electrooculogram, EOG) 记录眼球运动,能区分快速眼动 (rapid eye movement, REM) 睡眠和非快速眼动 (non-rapid eye movement, NREM) 睡眠;肌电图 (electromyography, EMG) 记录肌肉活动 (尤其是下颌肌和腿部肌肉),对检测睡眠中的肌肉松弛状况至关重要;心电图 (electrocardiogram, ECG) 监测心脏活动,可了解睡眠过程中的心律变化;同时,借助传感器监测鼻咽气流以识别呼吸暂停和低通气事件,通过胸腹带测量呼吸努力和模式,利用脉搏血氧仪监测血氧饱和度以检测夜间氧饱和度变化。通过整合这些数据,PSG 能够全面分析患儿的睡眠结构,识别呼吸障碍并量化这些事件的频率和严重性。

1955 年, Ditman 和 Blinn 首次使用 PSG 研究遗尿症儿童的睡眠状况,这是关于夜间遗尿患者 PSG 的首次报告^[43]。通过对遗尿儿童整夜睡眠过程的监测记录,研究发现其睡眠纺锤波的密度、频率及持续时间与健康儿童存在显著差异。由于睡眠纺锤波反映大脑皮质的抑制功能,遗尿儿童的睡眠纺锤波减少,意味着大脑皮质对睡眠状态下低级排尿中枢的抑制减弱。这种睡眠深度调节异常,使得儿童在浅睡向深睡转换或深睡期间,更易出现膀胱排尿反射失控。此外, K 复合波作为睡眠中对外界刺激的一种反应波形,在遗尿儿童中其诱发阈值增加,这提示大脑在睡眠时对膀胱信号处理存在失准。这些发现为遗尿发作的睡眠电生理机制提供了关键证据^{[4}

4,45]

2.1.3 家庭睡眠呼吸暂停监测 (Home Sleep Apnea Testing, HSAT)

HSAT 为 OSA 的居家诊断提供了便利,其主要通过监测呼吸气流、胸腹呼吸努力、血氧饱和度及心率等指标,为医生提供患者夜间呼吸状况的关键数据,因此被指南推荐用于疑似中重度 OSA 且无合并症的患者^[46]。HSAT 无需占用睡眠中心的床位,患者更容易配合检查,医疗费用相对更低,同时也减少了对睡眠专科技术人员的工作量需求^[47]。然而,HSAT 的结果存在一定局限性。研究发现,即使 HSAT 结果显示患者的呼吸暂停低通气指数低于 5 也不能完全排除 OSA 的可能性。对于这些 HSAT 结果为阴性的疑似 OSA 患者,经多 PSG 复测后,假阴性率高达 17%^[47,48]。因此,美国睡眠医师协会 (AASM) 在 2017 年的指南中明确建议,对于单次 HSAT 结果阴性的疑似 OSA 患者,需进一步行 PSG 检查以明确诊断。若临床医生能在早期识别出更可能出现 HSAT 阴性结果的患者,并直接推荐其进行 PSG 检查,将有助于减轻患者及医疗系统的负担。

2.2 夜间遗尿的专项评估手段

2.2.1 排尿日记

排尿日记是指在一段特定时间内,对患儿排尿情况和排尿症状的客观记录。国际小儿尿控协会 (international children's continence society, ICCS) 推荐使用排尿日记评估夜遗尿患儿病情^[49]。Cameron 等^[50]在研究中指出,通过问卷和排尿日记获取的信息仅有中度相关性,这意味着排尿日记获取的数据是独一无二的,具有不可替代的价值。Kaneko 提出通过比较预期膀胱容量 (expected bladder capacity, EBC)、白天膀胱最大容量 (maximum voided volume, MVV) 及夜间总尿量 (total nocturnal voiding volume, TVV) 可以将儿童夜遗尿进一步细分为四个亚型:夜间多尿型、膀胱功能不全型、混合型、正常型。当患儿完成排尿日记确定分型后,可根据其分型给予对应的治疗,例如夜间尿量正常但膀胱容量低于正常同龄儿的患儿,对遗尿警报器及 M 受体阻滞剂的治疗效果较好;夜间尿量多但膀胱容量正常的患儿,使用去氨加压素治疗更敏感^[51]。在夜遗尿治疗过程中,仍需要利用排尿日记进行随访评估治疗效果。Epstein 等^[52]研究发现,夜间遗尿次数和夜间尿量是评估夜遗尿是否改善的重要参数。

2.2.2 膀胱功能评估

对于 OSA 患儿,在监测 OSA 相关指标的同时,还需进行尿流动力学检查。这类检查可测量膀胱容量、逼尿肌压力、尿道括约肌功能等指标,从而判断 OSA 是

否影响膀胱储尿与排尿功能,进而诱发夜间遗尿。膀胱测压是尿流动力学检查中的重要方法,它通过记录膀胱充盈过程中的压力与容量关系,来评估逼尿肌稳定性、膀胱顺应性及最大膀胱容量。Yeung 等人利用膀胱测压在睡眠期间对 6-14 岁患有夜间遗尿症的患者进行膀胱测压,结果发现这些患者的平均夜间膀胱容量比同龄健康儿童低 44%,且在睡眠期间存在膀胱收缩不稳定的情况^[28]。这种夜间膀胱过度活动可能是睡眠期间失去对膀胱的中枢神经系统控制的直接后果,结果是膀胱收缩不受抑制,最终发生夜间遗尿。

3 临床干预措施

3.1 针对 OSA 的核心干预

3.1.1 解除上呼吸道梗阻

OSA 儿童常因腺样体或扁桃体肿大压迫上呼吸道,致间歇性缺氧引发夜间遗尿。因此,腺样体或扁桃体切除术对改善 OSA 相关儿童夜间遗尿疗效明确,是简单有效的方法。临床数据显示术后儿童夜间遗尿缓解率达 62%至 90%^[53],并且术后调节 ANP 和 ADH 释放,恢复正常觉醒阈值,缓解夜间遗尿的症状^[54,55]。Kaya 等^[54]发现 52% 的夜间遗尿儿童在手术后症状完全消退,白天尿床发生率也降低。吴云肖等通过 PSG 技术发现术后患儿非快眼动睡眠 1 期占比、阻塞性呼吸暂停低通气指数等均显著降低,睡眠期 SWA 强度明显下降,说明了手术对改善重度 OSA 患儿睡眠结构与脑电活动的有效性^[56]。魏艳艳等也发现该手术可延长 OSA 患儿 REM 时间,提高睡眠效率,改善睡眠结构和免疫调节功能^[57]。此外,上气道狭窄伴头面部畸形的 OSA 儿童,口腔矫治器可扩大上呼吸道改善气道通畅性,快速上颌骨扩张等正畸治疗也是治疗 OSA 儿童夜间遗尿的有效方法^[58-61]。

3.1.2 气道正压通气治疗

对于严重 OSA 且手术风险高或术后复发时,持续气道正压通气(Continuous Positive Airway Pressure, CPAP)可通过持续气道正压改善睡眠质量,减少夜间觉醒,同时通过增强氧合水平纠正缺氧和高碳酸血症,进而间接缓解夜间遗尿^[62,63]。研究显示经鼻 CPAP 治疗后,OSA 患儿的夜间排尿频率及夜尿量明显降低^[64-66]。PSG 结果对比表明数周 CPAP 治疗后多数儿童夜间遗尿频率下降,夜间觉醒次数减少,睡眠质量提升,进一步证实了 CPAP 对 OSA 患儿夜间遗尿治疗的有效性。此外一项荟萃分析表明持续 CPAP 是减少 OSA 相关夜间遗尿,改善患儿生活质量的有效手段^[66]。

3.2 针对夜间遗尿的对症干预

3.2.1 基础干预措施

儿童遗尿的基础治疗需贯穿全程,对年龄小、遗尿影响小的儿童可先进行 1-3 个月基础治疗。临床医师应向患儿及家长科普疾病知识,避免家长责罚孩子。指导家庭规律作息,白天保证饮水量,避免含茶碱、咖啡因的饮食,晚餐清淡且早,睡前 2-3 小时不进食、睡前 2 小时禁水。培养日间规律排尿(每日 4-7 次)、睡前排尿及每日定时排便习惯,积极治疗便秘。通过正性激励让孩子参与治疗并适当奖励,指导记录排尿日记,有助于病情评估和治疗指导,鼓励患儿参与以提升依从性^[67]。

3.2.2 推荐治疗方案

在治疗 OSA 引发的夜间遗尿时,尽管多数患儿在 OSA 症状缓解后,遗尿症状会减轻或消失,但治疗初期仍需重视遗尿的干预,其中去氨加压素与遗尿报警器作为国际指南推荐的儿童遗尿症一线治疗手段,同样适用于 OSA 相关遗尿症状^[15,68]。去氨加压素是一种合成抗利尿激素,能将尿量减少至膀胱可容纳水平,研究显示,使用该药物后,50%~85% 的患者夜间尿床次数至少减半,40%~70% 的患者在治疗期间几乎不再尿床,尤其适合夜间尿量增多的患儿^[69]。遗尿报警器则借助尿湿感应器唤醒患儿,通过反复训练帮助患儿建立膀胱胀满-觉醒的条件反射,其有效率达 50%~70%,疗效与家庭的积极性和配合程度密切相关^[70]。研究表明,对于单用遗尿报警器治疗无效的患儿,联合使用去氨加压素仍可使约 74% 的患儿夜间遗尿症状缓解^[71]。《中国儿童遗尿症疾病管理专家共识(2025 年)》指出,夜间尿量增多的患儿首选去氨加压素,膀胱容量偏小的患儿建议使用遗尿报警器,而同时存在夜间尿量增多和膀胱容量偏小的患儿,适宜联合使用这两种治疗方法^[67]。此外,二线治疗适用于单症状性夜间遗尿且一线治疗无反应的患儿,治疗前需评估患儿的依从性、生活及饮水习惯,记录排尿日记,可考虑使用抗胆碱能药物,此类药物能有效减少患儿夜间遗尿的频率,临床常用的抗胆碱能药物包括奥昔布宁、托特罗定、索利那新、丙哌维林等^[72]。

3.2.3 辅助泌尿疗法

泌尿疗法是遗尿治疗的重要部分,可以通过指导儿童定时收缩和放松盆底肌肉群来进行盆底肌锻炼,增强膀胱尿道括约肌的协同控制能力^[73]。研究发现每日进行 3 至 4 组、每组 10 至 15 次的练习,坚持数月后可见膀胱容量逐步增加,排尿自控能力提升^[74,75]。生物反馈训练则借助仪器实时监测膀胱压力、盆底肌电活动等指标,将生理信号转化为视觉或听觉反馈,帮助儿童直观认知自身膀胱功能状态,从而主动调节排尿反射,强化训练效果^[76]。同时,为儿童制定规律作息表,保证充足睡眠

时间,睡前1至2小时避免剧烈运动、停用电子产品等兴奋刺激,营造安静舒适的睡眠环境^[77]。

3.3 家庭支持与心理行为干预

研究发现OSA导致的夜间遗尿儿童比正常儿童更易多动,注意力不集中以及情绪波动,因此在治疗过程中,家庭支持同样是不可或缺的重要部分^[78]。家长们不仅需要协助医护人员准确记录儿童的日常症状、睡眠情况和排尿规律等详细信息,为诊断和治疗提供一手资料,还需在家庭环境中严格执行治疗方案,监督儿童按时服药和进行膀胱功能训练^[79]。与此同时,家长应关注儿童因长期受疾病困扰而产生的心理问题,如焦虑、抑郁和自卑等情绪^[80]。可以采取不同的心理辅导方式来协助患儿治疗,例如认知行为疗法帮助儿童正确认识疾病,改变对遗尿的错误认知,减轻羞耻感;而游戏疗法和沙盘治疗等趣味性方式则为儿童提供情绪宣泄的出口,缓解心理压力,增强自信心^[81]。定期组织家长培训和儿童互助小组活动,分享经验、交流心得,营造全方位支持的氛围,促进儿童的身心康复。

4 展望

新兴技术为儿童睡眠障碍与遗尿精准诊疗带来突破。可穿戴睡眠监测设备突破传统PSG的实验室限制,结合人工智能与大数据,实现睡眠分期、呼吸事件识别及遗尿风险预测^[82-84]。基因检测发现多个相关候选基因位点,为遗传层面筛查提供可能,但因成本高、解读复杂及验证不足未大规模推广^[85,86]。当前研究存在样本量不足、长期随访难等瓶颈;罕见病例研究因入组代表性不足影响结果可靠性,且缺乏长期数据追踪治疗持久性及远期并发症^[87,88]。未来需要多中心大样本的协作,建立长期随访数据库,推动OSA引起夜间遗尿的精准防治策略。

5 结论

本综述系统探讨了儿童阻塞性睡眠呼吸暂停相关夜间遗尿的发病机制、诊断评估、干预及预防策略。阻塞性睡眠呼吸暂停通过睡眠觉醒障碍、体液因子异常、膀胱功能失调、自主神经紊乱、肥胖与炎症及遗传因素等多途径引发夜间遗尿。临床通过多导睡眠图、尿动力学检查等手段评估,以腺样体切除、持续气道正压通气为核心治疗,联合泌尿功能训练与家庭心理支持。未来基因测序等技术的发展,有望推动精准诊疗,提高儿童的生活质量。

参考文献

[1] 王夏燕, 凌继祖, 叶新华, 等. 阻塞性睡眠呼吸

暂停低通气综合征对肥胖儿童智力发育水平影响的研究进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2025,第33卷(第2期): 203-207.

[2] Behrents RG, Shelgikar AV, Conley RS, et al. Obstructive sleep apnea and orthodontics: An American Association of Orthodontists White Paper [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2019,156(1): 13-28 e11.

[3] Choong WY, Teh KW, Lau MN, et al. A multicenter study on the prevalence of adults and children seeking orthodontic treatment at high risk of obstructive sleep apnea [J]. Cranio, 2023,41(4): 340-347.

[4] Kaditis AG, Alonso Alvarez ML, Boudewyns A, et al. Obstructive sleep disordered breathing in 2- to 18-year-old children: diagnosis and management [J]. Eur Respir J, 2016,47(1): 69-94.

[5] Laxmi NV, Talla H, Meesala D, et al. Importance of cephalographs in diagnosis of patients with sleep apnea [J]. Contemp Clin Dent, 2015,6(Suppl 1): S221-226.

[6] Deng J, Gao X. A case-control study of craniofacial features of children with obstructed sleep apnea [J]. Sleep Breath, 2012,16(4): 1219-1227.

[7] Smith DF, Dalesio NM, Benke JR, et al. Anthropometric and Dental Measurements in Children with Obstructive Sleep Apnea [J]. J Clin Sleep Med, 2016,12(9): 1279-1284.

[8] Simmons FB, Guilleminault C, Dement WC, et al. Surgical management of airway obstructions during sleep [J]. Laryngoscope, 1977,87(3): 326-338.

[9] Tsai JD, Chen HJ, Ku MS, et al. Association between allergic disease, sleep-disordered breathing, and childhood nocturnal enuresis: a population-based case-control study [J]. Pediatr Nephrol, 2017,32(12): 2293-2301.

[10] Park S, Lee JM, Sim CS, et al. Impact of adenotonsillectomy on nocturnal enuresis in children with sleep-disordered breathing: A prospective study [J]. Laryngoscope, 2016,126(5): 1241-1245.

- [11] Vijaya G, Digesu GA, Derpapas A, et al. Changes in detrusor muscle oxygenation during detrusor overactivity contractions [J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2012,163(1): 104-107.
- [12] 刘奎, 张钦涌, 张晨阳, 等. 不同类型夜间遗尿症患儿的睡眠呼吸特征及相关影响因素研究 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2024,第39卷(第6期): 557-561.
- [13] Thottam PJ, Kovacevic L, Madgy DN, et al. Sleep architecture parameters that predict postoperative resolution of nocturnal enuresis in children with obstructive sleep apnea [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2013,122(11): 690-694.
- [14] Jeyakumar A, Rahman SI, Armbricht ES, et al. The association between sleep-disordered breathing and enuresis in children [J]. *Laryngoscope*, 2012,122(8): 1873-1877.
- [15] Neveus T, Fonseca E, Franco I, et al. Management and treatment of nocturnal enuresis—an updated standardization document from the International Children's Continence Society [J]. *J Pediatr Urol*, 2020,16(1): 10-19.
- [16] Balaban M, Aktas A, Sevinc C, et al. The relationship of enuresis nocturna and adenoid hypertrophy [J]. *Arch Ital Urol Androl*, 2016,88(2): 111-114.
- [17] Wada H, Kimura M, Tajima T, et al. Nocturnal enuresis and sleep disordered breathing in primary school children: Potential implications [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2018,53(11): 1541-1548.
- [18] Rittig S, Knudsen UB, Norgaard JP, et al. Diurnal variation of plasma atrial natriuretic peptide in normals and patients with enuresis nocturna [J]. *Scand J Clin Lab Invest*, 1991,51(2): 209-217.
- [19] Miyauchi Y, Okazoe H, Tamaki M, et al. Obstructive Sleep Apnea Syndrome as a Potential Cause of Nocturia in Younger Adults [J]. *Urology*, 2020,143: 42-47.
- [20] 刘欣健, 贾智明. 儿童原发性遗尿发病机制的研究进展 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2018,第17卷(第3期): 231-235.
- [21] Zhong S, Lin X, Wang M, et al. Periaqueductal gray subregions connectivity and its association with micturition desire-awakening function [J]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2025,34(4): 1435-1444.
- [22] Wolfish NM, Pivik RT, Busby KA. Elevated sleep arousal thresholds in enuretic boys: clinical implications [J]. *Acta Paediatr*, 1997,86(4): 381-384.
- [23] Su MS, Xu L, Pan WF, et al. Current perspectives on the correlation of nocturnal enuresis with obstructive sleep apnea in children [J]. *World J Pediatr*, 2019,15(2): 109-116.
- [24] Kovacevic L, Wolfe-Christensen C, Lu H, et al. Why does adenotonsillectomy not correct enuresis in all children with sleep disordered breathing? [J]. *J Urol*, 2014,191(5 Suppl): 1592-1596.
- [25] Wang QW, Zhang W, Zhu ZM, et al. [Evaluation of bladder function and sleep patterns in children with primary mono-symptomatic nocturnal enuresis by polysomnography combined with ambulatory urodynamic monitoring] [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2022,102(38): 2994-3000.
- [26] 谢蕊金, 陈四文. 儿童夜间遗尿症与睡眠的研究进展 [J]. *中文科技期刊数据库(文摘版)医药卫生*, 2023, (第12期): 144-147.
- [27] Watanabe H, Kawauchi A, Kitamori T, et al. Treatment system for nocturnal enuresis according to an original classification system [J]. *Eur Urol*, 1994,25(1): 43-50.
- [28] Yeung CK, Diao M, Sreedhar B. Cortical arousal in children with severe enuresis [J]. *Neurol J Med*, 2008,358(22): 2414-2415.
- [29] Butler RJ, Robinson JC, Holland P, et al. Investigating the three systems approach to complex childhood nocturnal enuresis—medical treatment interventions [J]. *Scand J Urol Nephrol*, 2004,38(2): 117-121.
- [30] Witthaus MW, Nipa F, Yang JH, et al. Bladder oxidative stress in sleep apnea contributes to detrusor instability and nocturia [J]. *J Urol*, 2015,193(5): 1692-1699.
- [31] Tobaldini E, Nobili L, Strada S, et al. Heart rate variability in normal and pathologica

- l sleep [J]. *Front Physiol*, 2013,4: 294.
- [32] Sakuragi N, Todo Y, Kudo M, et al. A systematic nerve-sparing radical hysterectomy technique in invasive cervical cancer for preserving postsurgical bladder function [J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2005,15(2): 389-397.
- [33] Gaines J, Vgontzas AN, Fernandez-Mendoza J, et al. Increased inflammation from childhood to adolescence predicts sleep apnea in boys: A preliminary study [J]. *Brain Behav Immun*, 2017,64: 259-265.
- [34] Weintraub Y, Singer S, Alexander D, et al. Enuresis--an unattended comorbidity of childhood obesity [J]. *Int J Obes (Lond)*, 2013,37(1): 75-78.
- [35] Wang H, Goodman MO, Sofer T, et al. Cutting the fat: advances and challenges in sleep apnoea genetics [J]. *Eur Respir J*, 2021,57(5).
- [36] von Gontard A, Schaumburg H, Hollmann E, et al. The genetics of enuresis: a review [J]. *J Urol*, 2001,166(6): 2438-2443.
- [37] Jorgensen CS, Horsdal HT, Rajagopal VM, et al. Identification of genetic loci associated with nocturnal enuresis: a genome-wide association study [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2021,5(3): 201-209.
- [38] Breinbjerg A, Jorgensen CS, Walters GB, et al. Exploring the Genetic Risk of Childhood Daytime Urinary Incontinence: A Genome-Wide Association Study [J]. *J Urol*, 2024,212(6): 851-861.
- [39] Snow A, Vazifedan T, Baldassari CM. Evaluation of Nocturnal Enuresis After Adenotonsillectomy in Children With Obstructive Sleep Apnea: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2021,147(10): 887-892.
- [40] Singh M, Hanis CL, Redline S, et al. Sleep apnea and galectin-3: possible sex-specific relationship [J]. *Sleep Breath*, 2019,23(4): 1107-1114.
- [41] Godoy PH, Nucera A, Colcher AP, et al. Screening for obstructive sleep apnea in elderly: performance of the Berlin and STOP-Bang questionnaires and the Epworth sleepiness scale using polysomnography as gold standard [J]. *Sleep Sci*, 2022,15(2): 136-142.
- [42] Sun DS, Xu SK, Wang L, et al. The Weighted Combination of the Epworth Sleepiness Scale and the STOP-Bang Questionnaire Improved the Predictive Value of for OSAHS in Hypertensive Patients [J]. *Int J Gen Med*, 2022,15: 6909-6915.
- [43] Ditman KS, Blinn KA. Sleep levels in enuresis [J]. *Am J Psychiatry*, 1955,111(12): 913-920.
- [44] Zhu B, Zou K, He J, et al. Sleep Monitoring of Children With Nocturnal Enuresis: A Narrative Review [J]. *Front Pediatr*, 2021,9: 701251.
- [45] 王庆伟, 张钦涌, 朱文, 等. 多导睡眠监测联合动态尿动力评估原发单症状性夜间遗尿症患儿的膀胱功能及睡眠特征 [J]. *中华医学杂志*, 2022,第102卷(第38期): 2994-3000.
- [46] 付卓志, 吴亚岑, 李媚希, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停严重度评估参数及诊断技术 [J]. *生物化学与生物物理进展*, 2025,第52卷(第1期): 147-161.
- [47] Pivetta B, Chen L, Nagappa M, et al. Use and Performance of the STOP-Bang Questionnaire for Obstructive Sleep Apnea Screening Across Geographic Regions: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *JAMA Netw Open*, 2021,4(3): e211009.
- [48] Collop NA, Anderson WM, Boehlecke B, et al. Clinical guidelines for the use of unattended portable monitors in the diagnosis of obstructive sleep apnea in adult patients. Portable Monitoring Task Force of the American Academy of Sleep Medicine [J]. *J Clin Sleep Med*, 2007,3(7): 737-747.
- [49] Vande Walle J, Rittig S, Bauer S, et al. Practical consensus guidelines for the management of enuresis [J]. *Eur J Pediatr*, 2012,171(6): 971-983.
- [50] Cameron AP, Wiseman JB, Smith AR, et al. Are three-day voiding diaries feasible and reliable? Results from the Symptoms of Lower Urinary Tract Dysfunction Research Network (LURN) cohort [J]. *Neurourol Urodyn*, 2019,38(8): 2185-

2193.

[51] Kaneko K. Treatment for nocturnal enuresis: the current state in Japan [J]. *Pediatr Int*, 2012,54(1): 8-13.

[52] Epstein M, Blaivas J, Wein AJ, et al. Nocturia treatment outcomes: Analysis of contributory frequency volume chart parameters [J]. *Neurourol Urodyn*, 2018,37(1): 186-191.

[53] Soyulu Ozler G, Ozler S. Coexistence of Upper Airway Obstruction and Primary and Secondary Enuresis Nocturna in Children and the Effect of Surgical Treatment for the Resolution of Enuresis Nocturna [J]. *Adv Med*, 2014,2014: 6564-31.

[54] Kaya KS, Turk B, Erol ZN, et al. Pre- and post-operative evaluation of the frequency of nocturnal enuresis and Modified Pediatric Epworth Scale in pediatric obstructive sleep apnea patients [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018,105: 36-39.

[55] Kovacevic L, Jurewicz M, Dabaja A, et al. Enuretic children with obstructive sleep apnea syndrome: should they see otolaryngology first? [J]. *J Pediatr Urol*, 2013,9(2): 145-150.

[56] 吴云肖, 王长明, 许力, 等. 重度阻塞性睡眠呼吸暂停儿童睡眠脑电慢波活动的特征及其在腺样体与扁桃体切除后的变化特点 [J]. *中华医学杂志*, 2022, 第102卷(第8期): 544-549.

[57] 魏艳艳, 崔艳红, 徐艳霞, 等. 腺样体扁桃体切除术对阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患儿免疫功能及睡眠结构的影响 [J]. *新乡医学院学报*, 2024, 第41卷(第11期): 1028-1031, 1037.

[58] Al-Taai N, Alfatlawi F, Ransjo M, et al. Effect of rapid maxillary expansion on monosymptomatic primary nocturnal enuresis [J]. *Angle Orthod*, 2015,85(1): 102-108.

[59] Bazargani F, Jonson-Ring I, Neveus T. Rapid maxillary expansion in therapy-resistant enuretic children: An orthodontic perspective [J]. *Angle Orthod*, 2016,86(3): 481-486.

[60] Ring IJ, Neveus T, Markstrom A, et al. Rapid maxillary expansion in children with nocturnal enuresis: A randomized placebo-controlled trial [J]. *Angle Orthod*, 2020,90(1): 31-38.

[61] 岳爽, 刘辉国. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与上气道扩张肌的研究进展 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2021,第44卷(第7期): 661-664.

[62] Kovacevic L, Lu H, Wolfe-Christensen C, et al. Adenotonsillectomy Normalizes Hormones and Urinary Electrolytes in Children With Nocturnal Enuresis and Sleep-Disordered Breathing [J]. *Urology*, 2015,86(1): 158-161.

[63] 安嘉清. 经鼻无创持续正压通气治疗(CPAP)治疗儿童睡眠呼吸暂停低通气综合症(SAHA)的护理要点: 北京儿童医院五官科, 2003.

[64] Miyauchi Y, Okazoe H, Okujyo M, et al. Effect of the continuous positive airway pressure on the nocturnal urine volume or night-time frequency in patients with obstructive sleep apnea syndrome [J]. *Urology*, 2015,85(2): 333-336.

[65] Miyazato M, Tohyama K, Touyama M, et al. Effect of continuous positive airway pressure on nocturnal urine production in patients with obstructive sleep apnea syndrome [J]. *Neurourol Urodyn*, 2017,36(2): 376-379.

[66] Wang T, Huang W, Zong H, et al. The Efficacy of Continuous Positive Airway Pressure Therapy on Nocturia in Patients With Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Int Neurourol J*, 2015,19(3): 178-184.

[67] 中国医师协会儿科医师分会肾脏病学组中国儿童遗尿疾病管理协作组. 中国儿童遗尿症疾病管理专家共识(2025年) [J]. *临床儿科杂志*, 2025,43(7): 483-499.

[68] Bogaert G, Stein R, Undre S, et al. Practical recommendations of the EAU-ESPU guidelines committee for monosymptomatic enuresis-Bedwetting [J]. *Neurourol Urodyn*, 2020,39(2): 489-497.

[69] van Kerrebroeck PE. Experience with the long-term use of desmopressin for nocturnal enuresis in children and adolescents [J]. *BJU Int*, 2002,89(4): 420-425.

[70] Purnomo AF, Daryanto B, Nurhadi P. Monosymptomatic Nocturnal Enuresis Treatment Using Alarm-Therapy and Desmopressin: A Meta-analysis Approach [J]. *Med Arch*, 2021,75(6): 431-435.

- [71] Kamperis K, Hagstroem S, Rittig S, et al. Combination of the enuresis alarm and desmopressin: second line treatment for nocturnal enuresis [J]. J Urol, 2008,179(3): 1128-1131.
- [72] Ghanavati PM, Khazaeli D, Amjadzadeh M. A comparison of the efficacy and tolerability of treating primary nocturnal enuresis with Solifenacin Plus Desmopressin, Tolterodine Plus Desmopressin, and Desmopressin alone: a randomized controlled clinical trial [J]. Int Braz J Urol, 2021,47(1): 73-81.
- [73] Jorgensen CS, Kamperis K, Walle JV, et al. The efficacy of standard urotherapy in the treatment of nocturnal enuresis in children: A systematic review [J]. J Pediatr Urol, 2023,19(2): 163-172.
- [74] Nieuwhof-Leppink AJ, Hussong J, Chase J, et al. Definitions, indications and practice of urotherapy in children and adolescents: - A standardization document of the International Children's Continence Society (ICCS) [J]. J Pediatr Urol, 2021,17(2): 172-181.
- [75] Borgstrom M, Bergsten A, Tunebjer M, et al. Daytime urotherapy in nocturnal enuresis: a randomised, controlled trial [J]. Arch Dis Child, 2022,107(6): 570-574.
- [76] Abd El-Moghny SM, El-Din MS, El Shemy SA. Effectiveness of Intra-anal Biofeedback and Electrical Stimulation in the Treatment of Children With Refractory Monosymptomatic Nocturnal Enuresis: A Comparative Randomized Controlled Trial [J]. Int Neurourol J, 2018,22(4): 295-304.
- [77] 儿童遗尿症诊断和治疗中国专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2019,第 99 卷(第 21 期): 1615-1620.
- [78] 赵莹, 毛秋方, 胡绘杰, 等. 遗尿儿童和青少年情绪和行为问题及相关因素研究 [J]. 实用预防医学, 2022,第 29 卷(第 8 期): 939-943.
- [79] Yitik Tonkaz G, Deliaga H, Cakir A, et al. An evaluation of parental attitudes and attachment in children with primary monosymptomatic nocturnal enuresis: A case-control study [J]. J Pediatr Urol, 2023,19(2): 174 e171-174 e175.
- [80] Joinson C, Sullivan S, von Gontard A, et al. Early childhood psychological factors and risk for bedwetting at school age in a UK cohort [J]. Eur Child Adolesc Psychiatry, 2016,25(5): 519-528.
- [81] Stallard P. Evidence-based practice in cognitive-behavioural therapy [J]. Arch Dis Child, 2022,107(2): 109-113.
- [82] Zhou B, Li X, Zhang J, et al. [Analysis of the Current Application Status for Clinical and Home Monitoring of Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome] [J]. Zhongguo Yi Liao Qi Xi e Za Zhi, 2024,48(3): 306-311.
- [83] 李轩涛, 周豹, 张敬剑, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停气道正压通气治疗方式研究现状分析 [J]. 生物医学工程与临床, 2025,第 29 卷(第 1 期): 119-122.
- [84] de Gans CJ, Burger P, van den Ende ES, et al. Sleep assessment using EEG-based wearables - A systematic review [J]. Sleep Med Rev, 2024,76: 101951.
- [85] 张旭, 孙红彬, 卢瑶, 等. 多巴胺 D4 受体-616 位点单核苷酸多态性对原发性夜间遗尿症患儿脑血流量影响的动脉自旋标记成像研究 [J]. 临床放射学杂志, 2018,37 卷(第 10 期): 1712-1715.
- [86] Li Y, Han T, Wang Y, et al. Clinical and Genetic Analyses of Two Unrelated 46,XX Girls with Combined 17alpha-hydroxylase/17,20-lyase Deficiency from China [J]. J Clin Res Pediatr Endocrinol, 2025,17(2): 211-218.
- [87] 文建国, 蒲青崧. 青少年顽固性遗尿症的病因学及治疗研究进展 [J]. 大理大学学报, 2019,第 4 卷(第 10 期): 7-11.
- [88] Lorestani P, Khodadadiyan A, Kaviari MA, et al. Exploring clinical and urinary factors in treatment-resistant vs. treatment-responsive childhood enuresis: a comparative study [J]. BMC Pediatr, 2025,25(1): 321.
- 作者简介: 陈国艳, 女, 住院医师/在读硕士研究生, 硕士, 主要从事儿内科。
- 贺金娥, 女, 本科, 主任医师。
- 基金项目: 延安市科技计划项目 (2023-SFGG-144); 延安大学附属医院科学技术研究发展计划项目 (2022PT-33)