# 吸入疗法研究进展及其在特殊人群中的药学监护

李洪辛[1,2]，王珺[1]，孔令君[1]，魏庆旺[1]，沈承武[1]，邹东娜[1*]（1.山东第一医科大学附属省立医院药学部，山东 济南 250021；2.聊城市人民医院药学部，山东 聊城 252000）

**摘要：**吸入疗法是呼吸科常用的治疗方法之一，临床常用于治疗哮喘、喉炎、慢性阻塞性肺病等疾病。特殊人群因其病理生理特点或不适当的使用方法等，存在药物选择不当或有效性降低的情况，严重者会危及患者的生命，因此受到广泛关注。本文根据特殊人群的生理特点，对吸入药物的药理学特性进行分析，并总结特殊人群在规范使用与合理用药有关的问题，为临床药师在吸入疗法特殊人群用药监护过程中提供理论依据。

**关键词：**吸入疗法；特殊人群；吸入药物选择；吸入药物使用方法

**中图分类号：**R969.3　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1674-229X（2026）05-0394-07

**Doi：**10.12048/j.issn.1674-229X.2026.05.012

## Research Progress of Inhalation Therapy and the Pharmaceutical Care in Special Populations

LI Hongxin[1,2], WANG Jun[1], KONG Lingjun[1], WEI Qingwang[1], SHEN Chengwu[1], ZOU Dongna[1*] (1. *Department of Pharmacy, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan, Shandong* 250021, *China*; 2. *Department of Pharmacy, Liaocheng People's Hospital, Liaocheng, Shandong* 252000, *China*)

**ABSTRACT:** Inhalation therapy is one of the common treatment methods in respiratory department, and it is clinically commonly used for the treatment of asthma, laryngitis, chronic obstructive pulmonary disease and other diseases. Special populations have attracted widespread attention because of their pathophysiological characteristics or inappropriate use methods, which may lead to improper drug selection or reduced drug effectiveness, and in severe cases, it will endanger patients' lives. According to the physiological characteristics of special populations, the pharmacological characteristics of inhaled drugs are analyzed, and the problems related to the standardized use and rational use of drugs in special populations were summarized, so as to provide a theoretical basis for clinical pharmacists to monitor the use of drugs in special groups of patients undergoing inhalation therapy.

**KEYWORDS:** inhalation therapy; special populations; selection of inhaled drugs; methods of using inhaled drugs

近年来，呼吸系统疾病发病率逐年升高，吸入疗法在呼吸科广泛应用。吸入疗法是指药物经吸入装置形成气溶胶，由患者吸入气道从而发挥治疗作用[1]。具有起效快、作用直接、用药剂量小、不良反应少等特点。特殊人群包括老年患者、儿童、妊娠期哺乳期妇女、围术期患者、肥胖患者以及肝肾功能不全患者，目前对于特殊人群吸入制剂用药监护情况缺乏系统阐述，拟从临床药师角度，对吸入药物特点进行总结，并分析吸入疗法在特殊人群用药监护问题，以促进其合理应用。

## 1　吸入药物概述

### 1.1　吸入药物分类以及作用特点

吸入疗法是应用吸入装置将药液雾化成粒径0.01~10 μm的气溶胶微粒后，通过吸入的方式进入气道并沉积于肺部，从而发挥治疗疾病作用的方法。目前吸入药物包括吸入性糖皮质激素（inhaled corticosteroids，ICS）、$\beta_2$受体激动剂、M-胆碱受体拮抗剂、吸入用祛痰药、吸入用抗感染药物、吸入性肺血管扩张药，其分类以及特点见表1。

### 1.2　吸入装置分类与优缺点

根据主动释药和被动释药原理，常用吸入装置

**基金项目：**北京医卫健康公益基金会（B20345AN）；山东省药学会学术课题项目（Kjyw2024-1）；吴阶平医学基金会（320.6750.2023-26-16）；耀动神州-药学科研能力建设基金（Z04JKM2023E040）

**作者简介：**李洪辛，主管药师，研究方向：医院药学　　*通信作者：邹东娜，副主任药师，研究方向：医院药学，E-mail：slyyzdn@126.com

**表1　吸入药物分类及特点**

| 分类 | 特点 |
|---|---|
| ICS | 通过对炎症反应所需的细胞和分子产生影响，抑制炎症细胞在呼吸道浸润以及炎性介质释放，发挥抗炎作用，同时与细胞膜糖皮质激素受体结合使气道血管收缩，减轻黏膜炎症渗出[1] |
| $\beta_2$受体激动剂 | $\beta_2$受体激动剂通过激活气道平滑肌细胞表面的$\beta_2$肾上腺素能受体，松弛气道平滑肌，从而改善通气。临床分为短效$\beta_2$受体激动剂（short-acting beta agonist，SABA）和长效$\beta_2$受体激动剂（long-acting beta agonist，LABA）[2] |
| M-胆碱受体拮抗剂 | M-胆碱受体拮抗剂通过与呼吸道胆碱能受体竞争性结合，阻断乙酰胆碱活性，舒张支气管，改善通气。临床上分为短效胆碱M受体拮抗剂（short-acting muscarinic antagonist，SAMA）和长效胆碱M受体拮抗剂（long-acting muscarinic antagonist，LAMA）[2] |
| 吸入用祛痰药 | 通过稀释痰液、促进痰液溶解以及促进纤毛运动，改善痰液排出能够改善粘痰潴留的症状。临床常用的吸入祛痰药包括N-乙酰半胱氨酸和氨溴索[3] |
| 吸入用抗感染药物 | 吸入用抗感染药物是通过吸入给药的方式显著增加肺部抗感染药物浓度，从而降低抗感染药物的全身暴露量，减少耐药菌株[4,5] |
| 吸入性肺血管扩张药 | 研究表明，肺动脉高压与肺前列环素水平降低有关[6]。与口服给药相比，吸入性肺血管扩张药可能起效更快，并且由于首过效应而发生的剂量递送变异性降低[7] |

有压力定量吸入器（pMDI）、干粉吸入器（DPI）、软雾吸入器（SMI）以及小容量雾化器（SVN）[8]。其特点见表2。

### 1.3　特殊人群吸入药物使用现状

随着吸入疗法广泛应用，研究发现吸入药物选择、吸入器选择以及用药依从性等方面在特殊人群中存在诸多问题。（1）吸入药物选择：选择正确的吸入药物对于疾病的治疗起重要作用。研究发现，ICS与无糖皮质激素方案相比可小幅降低COPD患者的死亡率，ICS-LAMA-LABA治疗与LAMA-LABA组相比，全因死亡HR为0.7[11]。（2）吸入器选择与使用方法：GOLD2024指出，超过2/3的患者在使用吸入装置时至少犯1次错误[12]。儿童认知能力有限，吸入装置的使用是极大挑战，老年人认知障碍或手部灵活性降低，吸入器技术不佳和装置使用错误的情况更为常见。吸气峰流速（PIFR）测定可作为COPD患者吸入装置选择和吸入能力评价的指标[13]。吸气峰流速（PIFR）理想范围为30~90 L·min$^{-1}$，当PIFR<30 L·min$^{-1}$时选择主动释雾装置，如pMDI+储物罐或者SMI。50%左右COPD患者首次使用pMDI难以做对“屏气”，“呼气”和“吸入”协调性存在问题，药液到达气道及肺部剂量不够[14]。当PIFR<30 L·min$^{-1}$，手口协调能力不足时选择雾化吸入装置。（3）患者依从性：研究显示老年人对于吸入器使用、使用后不良反应、价格等方面顾虑较多，不能规律有效使用。研究评估了816例老年COPD患者吸入用药依从性，结果显示只有41.9%患者表现出良好的用药依从性[15]。患者依从性差，往往与增加住院时间、疾病预后差以及高死亡率密切相关[16]。儿童在雾化治疗时常存在心理上恐惧、哭闹、配合不佳等现象。妊娠期和哺乳期患者往往考虑到药物不良反应而终止治疗，对胎儿和母亲造成影响。（4）药物不良反应：雾化吸入糖皮质激素最常见的副作用声音嘶哑、咽部不适和口腔念珠菌感染，通过吸药后需要清水漱口，年龄较小的婴幼儿用棉签或冷开水棉球擦拭[17]；应用$\beta_2$-受体激动剂注意心血管疾病不良反应，吸入次数过多或吸入剂量过大易引起心律失常或冠心病症状加重[18]；雾化祛痰治疗时，发生咳嗽、呕吐等症状采用间歇雾化或者停止雾化[3]；吸入性抗感染药物不良反应主要包括局部不良反应和全身不良反应。局部不良反应主要包括口咽部刺激引起咳嗽、雾化吸入引起气道痉挛等[4]。全身不良反应包括肾功能损伤、胃肠道反应、骨关节肌肉反应以及其他罕见不良反应如肝毒性、耳毒性等；M-胆碱受体拮抗剂需要注意其易引起口干、视物模糊等不良反应以及心脏副作用；对于患者有心脑血管疾病患者警惕可能会使出血的危险性增加，收缩压低于85 mmHg的患者不应使用伊洛前列素[19]。伊

**表2　常用吸入装置分类及特点**[9,10]

| 优缺点 | pMDI | DPI | SMI | SVN |
|---|---|---|---|---|
| 优点 | 小巧便于携带 | 小巧便于携带 | 小巧便于携带 | 对手-口-眼协调能力、吸气流速、吸入技术要求低 |
| 缺点 | 手-口-眼协调能力要求高，口咽部沉积率高 | 要求吸气快且深 | 延长相应的吸气持续时间 | 便携性差，治疗时间长 |

洛前列素在肝肾功能不全是需要减量使用。综上，除疾病情况以外，人群生理特点以及心理因素均会影响吸入药物使用，临床药师针对特殊人群吸入用药给予个体化用药监护尤为重要。

## 2 特殊人群药学监护

### 2.1 老年患者

**2.1.1** 老年患者生理特点 老年患者由于年龄、疾病等原因，器官和系统功能减退，代谢速度减退，同时合并多种慢性基础疾病，气道炎症引起气道重构，支气管变窄，气道反应性下降；随着年龄增大，学习能力和认知能力下降，往往依从性较差[20-23]。

**2.1.2** 老年患者吸入疗法用药监护 (1)吸入装置选择：吸气峰流速(PIFR)测定可作为COPD患者吸入装置选择和吸入能力评价的指标。手口协调能力不佳，“呼气”和“吸入”协调性存在问题，药液到达气道及肺部剂量不够，则选择DPI、pMDI+储雾罐或者雾化吸入的方式；手口协调能力不佳，并且吸气流速<30 L·min$^{-1}$则选择pMDI+储雾罐或者雾化吸入的方式[24]。对于身体虚弱，主动配合度较低、手口协调能力不佳、学习能力相对较差的老年人，可能无法包含雾化咬嘴[25]，选择雾化吸入。(2)患者依从性：通过实际演示吸入装置使用方法并对患者进行阶段性回访，评估使用情或使用用药记忆信息卡可增强患者用药依从性[26,27]。同时患者心理、情绪疏导至关重要[28]。(3)吸入剂不良反应：老年人群使用ICS时特别关注肺炎发生风险[29]。雾化吸入SABA时，应严格掌握按需吸入的原则，吸入次数过多或吸入剂量过大易引起心律失常或冠心病症状加重，常常与LABA联合应用。患有前列腺增生或膀胱癌颈部梗阻的老年人接受SAMA治疗发生急性尿潴留的风险增加[30]。黏痰溶解剂雾化治疗可能会加重气道高反应性；对于患有肺动脉高压的老年人，使用吸入用伊洛前列素溶液过程中注意避免口服以及接触皮肤和眼睛，避免使用面罩，仅使用口含器来给药，并避免发生支气管痉挛[31]。

### 2.2 儿童

**2.2.1** 儿童生理特点 儿童喉部位置更高、会厌更靠近腭、咽和声门，呼吸频率更快、潮气量更低，吸气时间更短导致在婴幼儿外周气道和肺泡的沉积减，同时哭闹显著减少到达肺部的气雾剂。新生儿持续性肺动脉高压是因为出生时无法转变成肺血管所致。

**2.2.2** 儿童吸入疗法用药监护 (1)吸入装置选择：4岁之前儿童认知功能以及手口协调能力不佳，往往采用雾化吸入治疗或者pMDI+储物罐(面罩)治疗；大多数儿童约4岁前都不能真正通过咬嘴呼吸，因此在由面罩转换成咬嘴之前，必须评估患儿应用咬嘴的技巧[32]。4岁以上可使用pMDI+储物罐(咬嘴)或者按照认知程度使用准纳器装置；6岁以上儿童可以使用pMDI或者DPI装置[33]。(2)患者依从性：通过营造舒适、安静、轻松的环境，减轻患儿心理上的恐惧感，使患儿保持平静呼吸或睡眠状态下治疗；或者采用间歇吸入方法治疗[34]。雾化时，尽量使患儿采取半坐卧位、斜坡卧位或母亲斜抱体位，保持头部处于高位，用面罩轻罩住患儿口鼻。在使用pMDI+储物罐(面罩)时建议选用容量<350 mL的储物罐，吸入治疗时儿童保持直立坐位，下颚略向上抬高，pMDI+储物罐直立向上，储物罐保持水平位，面部鼻部位置向上，口鼻部与储物罐夹脚为90°[32]，吸入完毕同样立即洗脸及漱口。使用DPI装置严格按照操作流程操作，并且在家长辅助下进行。(3)吸入剂不良反应：患者家长往往担心激素副作用而中断雾化吸入治疗，布地奈德混悬液是目前美国食品药品管理局(FDA)批准的唯一可用于4岁以下儿童的ICS雾化剂型。美国儿科内分泌学会药物和治疗委员会指南推荐应高度警惕长期使用ICS引起的肾上腺皮质功能减退症[35]。ICS的潜在骨骼影响包括使儿童生长减速，研究显示对其成年身高的影响不是渐进式或累积式的[36]。SABA是治疗任何年龄儿童喘息发作的首选药物[37]。LABA(沙美特罗、福莫特罗)用作ICS的辅助治疗，需警惕骨骼肌震颤、头痛、外周血管舒张及轻微的心率加速不良反应发生。5岁以上儿童联合吸入ICS+LABA具有协同作用，5岁以下在儿童中安全性资料有限，不单独使用LABA。治疗中、重度哮喘发作患儿时，推荐在使用β受体激动剂的基础上增加异丙托溴铵[38]，用药过程需要警惕头痛，头晕、口干、咳嗽、咽喉刺激、恶心等[37]。扎那米韦吸入粉雾剂可增加哮喘发生支气管痉挛的风险，不推荐使用，使用过程中注意警惕支气管痉挛风险以及神经精神不良反应[39]。扎那米韦以乳糖作为载体，因此对牛奶过敏的患者应避免使用。大约40%的新生儿持续性肺动脉高压患者对INO反应性差，需要考虑最小化剂量和监测高铁血红蛋白血症以及肺水肿[40]。不推荐在18岁以下患者中使用吸入用伊洛

前列素溶液。妥布霉素吸入剂型在国外上市的适应证均为6岁及以上囊性纤维化合并铜绿假单胞菌感染[41]。糠酸氟替卡松或安慰剂治疗常年性变应性鼻炎的研究显示糠酸氟替卡松组生长速度减慢，未发现24 h尿皮质醇排泄有变化提示肾上腺抑制[42]。

### 2.3 妊娠期和哺乳期患者

**2.3.1** 妊娠期和哺乳期患者生理特点　妊娠期患者子宫不断增大挤压横膈，使胸廓容积不断减小，造成容量不足，加上腹压增加使胸壁顺应性降低，肺通气和换气功能受到影响[43]。机体雌激素增加导致气道黏膜充血、水肿、黏液分泌增加和上呼吸道脆性增加，通气增加，会引起呼吸困难[44]。

**2.3.2** 妊娠期和哺乳期患者吸入疗法用药监护　妊娠期患有哮喘等气道疾病的患者注意环境的清洁，避免接触毛屑、花粉、烟尘等刺激物，戒烟，接种流感疫苗防止流感引起哮喘加重。出现呼吸困难时及时吸氧。急性哮喘的孕妇应取坐位或侧卧位休息而非仰卧位（尤其是在晚期妊娠时），以避免妊娠子宫压迫主动脉腔静脉。研究显示ICS不会增加低出生体重儿（<2 500 g）、小于胎龄儿（<相同胎龄的第10百分位数）、早产（<37周）和重大先天畸形的发生风险[45,46]。SABA用于快速缓解哮喘症状，研究显示妊娠期间可能发生胎儿腹裂和腭裂、心脏缺陷等先天畸形[47,48]。但是从风险管理角度分析，使用SABA带来的获益远远高于风险。研究显示妊娠期间LABA的临床使用安全性良好[49]。吸入用噻托溴铵安全性不明，《妊娠期间哮喘与过敏疾病》一书中提到异丙托溴铵在妊娠动物研究中安全性良好，NAEPP发布的指南中提到抗胆碱药物无相应的数据[50]。研究患有肺动脉高压（PH）的妇女应避免怀孕，大鼠试验研究报道显示持续静脉给予伊洛前列素出现足趾异常[19]。

研究表明，大多数药物都可与母乳喂养兼容，哺乳时可考虑避免同一时间使用药物。美国儿科学会（AAP）声明，特布他林很少经过乳汁排泄，可作为哺乳期妇女优先选用的SABA。异丙托溴铵哺乳期风险等级为$L_2$级，可以进入母乳，但是吸入治疗剂量后血浆中的异丙托溴铵浓度较低，因此较安全。布地奈德为$L_1$级最安全，通过干粉吸入器吸入布地奈德的人体数据显示，婴儿在母乳中获得的布地奈德每日总口服剂量约为母亲吸入剂量的0.3%~1%[51]。妊娠期哺乳期人群吸入剂使用分级，具体见表3。

**表3　吸入药物妊娠期哺乳期分级[52,53]**

| 吸入药物 | 妊娠期 | 哺乳期 |
|---|---|---|
| 布地奈德 | B | $L_2$ |
| 丙酸倍氯米松 | C | $L_3$ |
| 糠酸莫米松 | C | $L_3$ |
| 丙酸氟替卡松 | C | $L_3$ |
| 沙丁胺醇 | C | $L_1$ |
| 特布他林 | B | $L_2$ |
| 沙美特罗 | C | $L_2$ |
| 福莫特罗 | C | $L_3$ |
| 异丙托溴铵 | B | $L_2$ |
| 噻托溴铵 | C | 无资料 |
| N-乙酰半胱氨酸 | B | $L_3$ |
| 扎那米韦粉雾剂 | C | $L_3$ |
| 吸入用妥布霉素 | D | $L_3$ |
| 多黏菌素 | C | 无资料 |
| 伊洛前列素 | C | 无资料 |

### 2.4 机械通气患者

**2.4.1** 机械通气患者生理特点　机械通气是一种生命支持系统，在肺部疾病急性期或者手术后协助呼吸肌对肺部进行通气，确保血液气体交换。机械通气、全身麻醉意识水平下降、术后初期疼痛、无力、气道水肿等原因无法用力吸气，形成痰液潴留，引起支气管以及肺部感染，同时过强自主呼吸引起肺水肿[54]，雾化吸入治疗成为首要治疗手段。

**2.4.2** 机械通气患者吸入疗法用药监护　（1）吸入装置选择：机械通气期间雾化给药受到多种因素影响，吸入气湿化使呼吸机回路中的药物颗粒沉积增加，导致气雾剂沉积减少约40%。选用振动筛孔雾化器，可以增加药物在肺部的沉降率[55,56]。（2）患者依从性：在雾化治疗时，采取健侧卧位或者床头抬高30°~50°，将下巴抬高，舌头位置压低减少咽喉部的弯曲度，利于药液沉积到患侧[18]。机械通气患者接受支气管扩张剂雾化治疗时，可选择个体化的按需雾化治疗，或者与异丙托溴铵联合应用。机械通气患者咳痰能力不足，容易引起痰液潴留，可雾化吸入N-乙酰半胱氨酸，并配合物理排痰[3,56]。（3）吸入剂不良反应：临床必要时使用静脉制剂雾化吸入时警惕引起口咽部刺激以及咳嗽，使用时可以从低浓度开始逐渐加量；对于出现气道痉挛患者采用间歇雾化或者停止雾化，并做好急救预案。对于易气道痉挛患者用药之前雾化吸入激素联合$\beta_2$受体激动剂进行预防[57]。在吸入多黏菌素类药物前不关

闭加热湿化器。

**2.5** 肝肾功能不全患者

**2.5.1** 肝肾功能不全患者生理特点 肝肾功能不全患者使药物代谢受阻，导致在体内蓄积，增加药物的毒性。吸入用药虽然属于局部用药的范畴，肝肾代谢相对较少，但是某些吸入制剂依然会对肝肾造成影响，故肝肾功能不全患者亦需要用药监护。

**2.5.2** 肝肾功能不全患者吸入疗法用药监护 糖皮质激素（ICS）主要在肝脏清除，清除率高的ICS其系统性风险发生率相对亦低。1项随机、对照、多中心临床研究[58]纳入245例2~4岁哮喘急性发作的住院儿童，随机分为丙酸氟替卡松雾化吸入用混悬液（简称雾化FP）组或雾化用布地奈德混悬液（简称雾化BUD组），结果显示两组用药前后肝功能、肾功能均无明显差异（$P>0.05$）。肾功能正常的患者使用吸入性妥布霉素的血清峰浓度通常<2 μg·mL$^{-1}$，因此罕有肾毒性和耳毒性。肾功能受损的患者可在血清中积累高浓度的妥布霉素，导致进一步的肾脏损伤和耳毒性[59]。沙丁胺醇气雾剂可造成肝内蓄积，肝功能不全时需要减少剂量。与静脉给药不同，黏菌素吸入给药似乎没有显著的肾毒性和神经毒性。1项关于黏菌素雾化吸入的荟萃分析[60]显示，雾化吸入粘菌素没有增加肾毒性的风险。肝功能异常患者和需要透析的肾功能衰竭患者对伊洛前列素的消除减少，在首次给药时应谨慎，推荐给药间隔3~4 h[19]。

**2.6** 肥胖患者

**2.6.1** 肥胖患者生理特点 肥胖患者脂肪增加，胸廓扩张受到限制，肺容剂减少，气道阻力增加，同时肥胖导致细胞因子增加，加强气道炎症反应，诱发哮喘等疾病发生[61]。

**2.6.2** 肥胖患者吸入疗法用药监护 （1）吸入装置选择：肥胖患者PIFR不同，需根据PIFR选择吸入装置，当PIFR<30 L·min$^{-1}$时选择主动释雾装置，如pMDI+储物罐或者SMI。（2）患者依从性：肥胖不仅增加了慢性气道疾病的严重程度，而且对糖皮质激素等常规药物的治疗效果产生影响[62]。肥胖患者小气道闭合的增加可能会降低吸入药物的生物特性[63]。对于肥胖患者，饮食限制、运动训练、认知行为疗法也可以在一定程度上增加吸入药物的反应性、同时在改善肺功能方面也产生重要影响。（3）吸入剂不良反应：长期使用糖皮质激素，可能进一步导致体重增加，代谢障碍，进一步加重病情。ICS对5岁以上肥胖患者的疗效减弱，但在学龄前儿童中不明显[64]。与单用ICS相比，ICS联合LABA表现出显著疗效，但是对于肥胖患者接受这种治疗以控制哮喘的效果不佳[65]。1篇纳入4项临床试验的回顾性分析[66]发现，BMI较高时，沙美特罗替卡松比孟鲁司特更有效。

综上所述，特殊人群吸入疗法用药监护涉及很多方面，包括吸入装置使用方法，吸入药物选择、患者治疗依从性以及吸入药物副作用等问题，临床药师需要根据人群特点制定监护方案，从药学角度，积极与临床医师沟通，在用药教育中发现问题及时给予干预，为合理用药提供理论依据。

**参考文献**


[1] 杨柳. 吸入性糖皮质激素对气道高反应性的应用及作用机制[J]. 临床与病理杂志，2018，38(3)：664-669.

[2] 陈新谦，金有豫，汤光. 陈新谦·新编药物学[M]. 第18版. 北京：人民卫生出版社，2018.

[3] 中华医学会呼吸病学分会，瞿介明，陈荣昌. 雾化祛痰临床应用的中国专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志，2021，44(4)：340-348.

[4] 瞿介明，刘岽，张静. 下呼吸道抗菌药物局部用药的现状及进展[J]. 中华结核和呼吸杂志，2017，40(8)：564-568.

[5] 于小杰，魏颖，于鸿敏，等. 基于药品临床综合评价的13种吸入制剂快速评价遴选研究[J]. 实用药物与临床，2025，28(8)：567-573.

[6] Liu K，Wang H，Yu S J，*et al*. Inhaled pulmonary vasodilators a narrative review[J]. Ann Transl Med，2021，9(7)：597.

[7] Galiè N，Humbert M，Vachiery J L，*et al*. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J]. Eur Heart J，2016，37：67-119.

[8] 张玮，丁楠，曹兆流，等. 吸入装置的演变过程及研究进展[J]. 药学服务与研究，2021，21(1)：52-56.

[9] 中国医学装备协会呼吸病学专委会吸入治疗与呼吸康复学组，中国慢性阻塞性肺疾病联盟. 稳定期慢性气道疾病吸入装置规范应用中国专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志，2019，42(4)：241-253.

[10] 刘方城，梁振宇，王凤燕，等.《慢性阻塞性肺疾病全球创议（2024版）》解读：吸入治疗管理[J]. 国际呼吸杂志，2024，44(6)：624-629.

[11] Lipson D A，Crim C，Criner G J，*et al*. Reduction in all-cause mortality with fluticasone furoate/umeclidinium/vilanterol in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Am J Respir Crit Care Med，2020，201(12)：1508-1516.

[12] 陈典，隆寰宇，李姝润，等. 2024年GOLD慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗、管理及预防全球策略更新要点解读[J]. 中国全科医学，2024，27(13)：1533-1543.

[13] 付文婷，方洁，何萱，等.吸气峰流速测定在COPD患者吸入装置操作教育中的意义[J].医药导报，2022，41(6)：835-839.
[14] Cataldo D，Hanon S，Peché R V，*et al*.How to choose the right inhaler using a patient-centric approach [J].Adv Ther，2022，39(3)：1149-1163.
[15] Plaza V，Giner J，Curto E，*et al*.Assessing adherence by combining the test of adherence to inhalers with pharmacy refill records[J].J Investig Allergol Clin Immunol，2021，31(1)：58-64.
[16] Ierodiakonou D，Sifaki-Pistolla D，Kampouraki M，*et al*.Adherence to inhalers and comorbidities in COPD patients. A cross-sectional primary care study from Greece[J].BMC Pulm Med，2020，20(1)：253.
[17] 张英，葛新顺，宋楠.质量控制在儿童雾化吸入中的应用效果[J].河北医药，2023，45(14)：2234-2236.
[18] 中华医学会临床药学分会《雾化吸入疗法合理用药专家共识》编写组，杜光，赵杰，等.雾化吸入疗法合理用药专家共识(2019年版)[J].医药导报，2019，38(2)：135-146.
[19] BerliMed S.A.吸入用伊洛前列素溶液(万他维)说明书[Z].批准文号：H20140939，核准日期：2006-10-09.
[20] Rabell-Santacana V，Pastor-Ramon E，Pujol-Ribó J，*et al*.Inhaled drug use in elderly patients and limitations in association with geriatric assessment scores [J]. Arch Bronconeumol，2008，44(10)：519-524.
[21] O'Conor R，Wolf M S，Smith S G，*et al*.Health literacy，cognitive function，proper use，and adherence to inhaled asthma controller medications among older adults with asthma[J].Chest，2015，147(5)：1307-1315.
[22] Halter J，Ouslander J，Studenski S，*et al*.Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology[M]. 7th edition. New York，2016.
[23] Iamthanaporn C，Wisitsartkul A，Chuaychoo B.Cognitive impairment according to Montreal Cognitive Assessment independently predicts the ability of chronic obstructive pulmonary disease patients to maintain proper inhaler technique[J].BMC Pulm Med，2023，23(1)：144.
[24] Hartert T V，Togias A，Mellen B G，*et al*.Underutilization of controller and rescue medications among older adults with asthma requiring hospital care[J].J Am Geriatr Soc，2000，48(6)：651-657.
[25] Chhabra S K.A comparison of "closed" and "open" mouth techniques of inhalation of a salbutamol metered-dose inhaler[J].J Asthma，1994，31(2)：123-125.
[26] 李正欢，张晓云，陈杨，等.基于2021年GOLD《COPD诊断、治疗与预防全球策略》解析慢性阻塞性肺疾病稳定期非药物管理策略[J].中国全科医学，2022，25(2)：131-138.
[27] 林淑瑜，甘惠贞，吴晓莉.药学服务对低文化水平高龄出院患者的重要性[J].中国现代应用药学，2014，31(2)：231-233.
[28] 徐进，徐万宇，周勇.哮喘合并抑郁状态的发生率及相关因素分析[J].检验医学与临床，2010，7(13)：1349-1351.
[29] Wang C Y，Lai C C，Yang W C，*et al*.The association between inhaled corticosteroid and pneumonia in COPD patients：The improvement of patients' life quality with COPD in Taiwan (IMPACT) study[J].Int J Chronic Obstr Pulm Dis，2016，11：2775-2783.
[30] Afonso A S M，Verhamme K M C，Stricker B H C，*et al*.Inhaled anticholinergic drugs and risk of acute urinary retention[J].BJU Int，2011，107(8)：1265-1272.
[31] Cole C H. Special problems in aerosol delivery：neonatal and pediatric considerations[J].Respir Care，2000，45(6)：646-651.
[32] 吉秋进，仲悦萍.婴幼儿雾化吸入治疗依从性及效果的影响因素分析和护理对策[J].现代养生(下半月版)，2017(11)：225-226.
[33] 上海市医学会儿科分会呼吸学组，上海儿童医学中心儿科医疗联合体(浦东).儿童哮喘常用吸入装置使用方法及质控专家共识[J].中华实用儿科临床杂志，2020，35(14)：1041-1050.
[34] Volsko T E，Barnhart S L.Foundations in neonatal and respiratory care[M]. 2nd ed. Jones & Bartlett Learning，2022：451.
[35] Kapadia C R，Nebesio T D，Myers S E，*et al*.Endocrine effects of inhaled corticosteroids in children[J].JAMA Pediatr，2016，170(2)：163-170.
[36] Agertoft L，Pedersen S E. Effect of long-term treatment with inhaled budesonide on adult height of children with asthma[J].Ugeskr Laeger，2001，163(48)：6746-6750.
[37] 王晓玲，许静，季兴，等.儿童常用雾化吸入药物处方审核建议[J].中国实用儿科杂志，2020，35(2)：81-87.
[38] Griffiths B，Ducharme F M.Combined inhaled anticholinergics and short-acting beta$_2$-agonists for initial treatment of acute asthma in children [J]. Cochrane Database Syst Rev，2013，2013 (9)：CD000060.
[39] 葛兰素史克制药.扎那米韦吸入粉雾剂(依乐韦)说明书[Z].批准文号H20140463，核准日期：2019-07-22.
[40] Waxman A，Restrepo-Jaramillo R，Thenappan T，*et al*.Inhaled treprostinil in pulmonary hypertension due to interstitial lung disease[J].N Engl J Med，2021，384(4)：325-334.
[41] Shteinberg M，Elborn J S.Use of inhaled tobramycin in cystic fibrosis[J].Adv Ther，2015，32(1)：1-9.
[42] Lee L A，Sterling R，Máspero J，*et al*.Growth velocity reduced with once-daily fluticasone furoate nasal spray in prepubescent children with perennial allergic rhinitis[J].J Allergy Clin Immunol Pract，2014，2(4)：421-427.
[43] 朱梦婵，李丽，王坚，等.妊娠期肺功能改变及其影响因素[J].中华结核和呼吸杂志，2020，43(2)：146-149.
[44] Lee S Y，Chien D K，Huang C H，*et al*.Dyspnea in pregnancy[J].J Obstet Gynecol，2017，56(4)：432-436.
[45] Garne E，Vinkel Hansen A，Morris J，*et al*.Risk of congenital anomalies after exposure to asthma medication in the first trimester of pregnancy - a cohort linkage study[J].BJOG，2016，123(10)：1609-1618.
[46] Charlton R A，Snowball J M，Nightingale A L，*et al*.Safety of fluticasone propionate prescribed for asthma during pregnancy：a UK population-based cohort study[J].J Allergy Clin Immunol Pract，2015，3(5)：772-779.e3.

[47] Cossette B, Forget A, Beauchesne M F, *et al*. Impact of maternal use of asthma-controller therapy on perinatal outcomes[J].Thorax, 2013,68(8):724-730.
[48] Garne E, Hansen A V, Morris J, *et al*. Use of asthma medication during pregnancy and risk of specific congenital anomalies: a European case-malformed control study[J].J Allergy Clin Immunol, 2015,136(6):1496-1502.
[49] Källén B, Otterblad Olausson P. Use of anti-asthmatic drugs during pregnancy. 3. Congenital malformations in the infants[J]. Eur J Clin Pharmacol,2007,63(4):383-388.
[50] Wendel P J, Ramin S M, Barnett-Hamm C, *et al*. Asthma treatment in pregnancy: A randomized controlled study[J]. Am J Obstet Gynecol,1996,175(1):150-154.
[51] National Institute of Child Health and Human Development. Drugs and lactation database(LactMed®)[EB/OL].(2019-06-08)[2024-07-24]http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501922/.
[52] 蒋露晰,陈愉,赵立. 妊娠期支气管哮喘患者用药安全性研究进展[J].药物不良反应杂志,2014,16(2):114-118.
[53] Ressel G. AAP updates statement for transfer of drugs and other chemicals into breast milk. American Academy of Pediatrics[J]. Am Fam Physician,2002,65(5):979-980.
[54] Schepens T, Goligher E C.Lung- and diaphragm-protective ventilation in acute respiratory distress syndrome: Rationale and challenges[J].Anesthesiology,2019,130(4):620-633.
[55] Chartrand L, Ploszay V, Tessier S. Optimal delivery of aerosolized medication to mechanically ventilated pediatric and neonatal patients: a scoping review[J].Can J Respir Ther, 2022, 58: 199-203.
[56] 机械通气患者雾化治疗指南[J].中华重症医学电子杂志(网络版),2021,7(03): 193-203.
[57] Drew R H, Perfect J R. Conventional antifungals for invasive infections delivered by unconventional methods; aerosols, irrigants, directed injections and impregnated cement[J].J Fungi,2022,8(2):212.
[58] 张晗,尚云晓,申昆玲,等.雾化吸入丙酸氟替卡松与口服泼尼松对儿童哮喘急性发作期有效性及安全性临床研究[J].中国实用儿科杂志,2017,32(9):708-712.
[59] Konstan M W, Flume P A, Galeva I, *et al*. One-year safety and efficacy of tobramycin powder for inhalation in patients with cystic fibrosis[J].Pediatr Pulmonol,2016,51(4):372-378.
[60] Valachis A, Samonis G, Kofteridis D P.The role of aerosolized colistin in the treatment of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and metaanalysis[J].Crit Care Med,2015,43(3): 527-533.
[61] 李丹,张睿,刘峰,等.超重和肥胖与哮喘患儿肺功能的相关性研究[J].临床儿科杂志,2024,42(5):429-433.
[62] Baffi C W, Winnica D E, Holguin F. Asthma and obesity: mechanisms and clinical implications[J].Asthma Res Pract,2015,1:1.
[63] Al-Alwan A, Bates J H T, Chapman D G, *et al*. The nonallergic asthma of obesity. A matter of distal lung compliance[J]. Am J Respir Crit Care Med,2014,189(12):1494-1502.
[64] Lang J E, Fitzpatrick A M, Mauger D T, *et al*. Overweight/obesity status in preschool children associates with worse asthma but robust improvement on inhaled corticosteroids[J]. J Allergy Clin Immunol,2018,141(4):1459-1467.e2.
[65] Peters S P, Kunselman S J, Icitovic N, *et al*. Tiotropium bromide step-up therapy for adults with uncontrolled asthma[J].N Engl J Med,2010,363(18):1715-1726.
[66] Camargo C A Jr, Boulet L P, Sutherland E R, *et al*. Body mass index and response to asthma therapy: fluticasone propionate/salmeterol versus montelukast[J].J Asthma,2010,47(1):76-82.

(收稿日期:2025-07-30;在线出版日期:2026-03-05)