

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.02.010

运动激发试验联合 FeNO 检测对儿童咳嗽变异性哮喘的诊断价值^{*}

焦素敏¹, 谷卉姿¹, 王 巍¹, 刘晓灵²

1. 北京京煤集团总医院儿科, 北京 102399; 2. 北京儿童医院呼吸科, 北京 100045

摘要: 目的 探讨运动激发试验(ECT)联合呼出气一氧化氮(FeNO)检测在儿童咳嗽变异性哮喘(CVA)中的诊断价值。**方法** 回顾性分析 2022 年 6 月至 2024 年 6 月北京京煤集团总医院收治的 132 例进行 ECT 的慢性咳嗽患儿的临床资料, 并根据是否发生 CVA 将患儿分为 CVA 组($n=72$)与非 CVA 组($n=60$)。采用肺功能测定仪检测患儿第 1 秒用力呼气容积(FEV₁)、用力肺活量(FVC), 并计算 FEV₁/FVC 比值。记录 ECT 检查后 FEV₁ 下降百分比。使用纳库伦呼气分析仪(Sunvon-CA2122 NO 型)测定患儿 FeNO 水平。采用多因素 Logistic 回归分析慢性咳嗽患儿发生 CVA 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估相关指标对慢性咳嗽患儿发生 CVA 的诊断价值。**结果** 2 组 FVC、FEV₁ 和 FEV₁/FVC 比值比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$); CVA 组 FEV₁ 下降百分比明显高于非 CVA 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。CVA 组 FeNO 水平为 (20.68 ± 5.09) ppb, 明显高于非 CVA 组的 (13.56 ± 4.17) ppb, 差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, FEV₁ 下降百分比增加、FeNO 水平升高均为慢性咳嗽患儿发生 CVA 的独立危险因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, FEV₁ 下降百分比、FeNO 单独及联合诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的曲线下面积(AUC)分别为 0.758、0.729、0.825, 二者联合诊断的 AUC 明显大于各指标单独诊断($P<0.05$)。**结论** FeNO 水平及 ECT 后 FEV₁ 下降百分比均对慢性咳嗽患儿发生 CVA 有诊断价值, 且二者联合应用可提高诊断效能。

关键词: 咳嗽变异性哮喘; 儿童; 运动激发试验; 呼出气一氧化氮; 第 1 秒用力呼气容积; 诊断

中图法分类号: R725.6; R446.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9455(2026)02-0203-06

Diagnostic value of exercise challenge test combined with FeNO detection on children with cough variant asthma^{*}

JIAO Sumin¹, GU Huizi¹, WANG Wei¹, LIU Xiaoling²

1. Department of Pediatrics, Beijing Jingmei Group General Hospital, Beijing 102399, China;

2. Department of Respiratory Medicine, Beijing Children's Hospital, Beijing 100045, China

Abstract: Objective To explore the diagnostic value of exercise challenge test (ECT) combined with fractional exhaled nitric oxide (FeNO) detection on children with cough variant asthma (CVA). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 132 children with chronic cough who underwent ECT in Beijing Jingmei Group General Hospital from June 2022 to June 2024. The children were divided into the CVA group ($n=72$) and the non-CVA group ($n=60$) based on whether CVA occurred. The forced expiratory volume in one second (FEV₁) and forced vital capacity (FVC) were measured by pulmonary function tester, and FEV₁/FVC ratio was calculated. The FEV₁ decline percentage after ECT was recorded. The level of FeNO was measured by Nakuren breath analyzer (Sunvon-CA2122 NO). Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors for CVA in children with chronic cough. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to evaluate the diagnostic value of related indicators for CVA. **Results** Comparisons of FVC, FEV₁ and FEV₁/FVC ratio between the two groups showed no statistically significant differences ($P>0.05$). The FEV₁ decline percentage was significantly higher in the CVA group than that in the non-CVA group ($P<0.05$). The FeNO level in the CVA group was (20.68 ± 5.09) ppb, which was significantly higher than (13.56 ± 4.17) ppb in the non-CVA group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis revealed that increased FEV₁ decline percentage and elevated FeNO were independent risk factors for

* 基金项目: 北京市自然科学基金项目(7202045); 北京京煤集团总医院科研自主项目(ZZ2024-50)。

作者简介: 焦素敏, 女, 副主任医师, 主要从事小儿呼吸系统、内分泌系统临床方向的研究。

引用格式: 焦素敏, 谷卉姿, 王巍, 等. 运动激发试验联合 FeNO 检测对儿童咳嗽变异性哮喘的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(2): 203-208.

CVA in children with chronic cough ($P < 0.05$). ROC curve analysis suggested that the areas under the curves (AUCs) for predicting CVA in children with chronic cough by FEV_1 decline percentage, FeNO alone and in combination were 0.758, 0.729 and 0.825, respectively, the AUC of the combination of the two indicators was significantly higher than that of each predictor alone ($P < 0.05$). **Conclusion** Both FeNO level and FEV_1 decline percentage after ECT have diagnostic value on CVA in children with chronic cough, and the combined application of the two indicators can enhance the diagnostic efficiency.

Key words: cough variant asthma; children; exercise challenge test; fractional exhaled nitric oxide; forced expiratory volume in one second; diagnosis

咳嗽是儿童就诊的常见症状之一,若迁延不愈,不仅会严重影响儿童的日常生活质量,还会给家庭和社会带来巨大的经济压力^[1]。通常将持续 4 周以上的咳嗽称为慢性咳嗽,急性期多表现为支气管炎黏痰症状等^[2]。引起儿童慢性咳嗽的病因很多,其中咳嗽变异性哮喘(CVA)是主要的病因之一^[3]。CVA 是一种不典型哮喘,以咳嗽为主要表现,具有气道高反应性,但由于缺乏典型哮喘症状,其诊断一直是难点。运动激发试验(ECT)是一种通过标准化运动诱发气道反应的检测方法,能够评估气道狭窄程度,判定气道高反应性的存在与否,对于哮喘有诊断价值^[4]。既往研究显示,相比于典型哮喘,儿童 CVA 患者气道高反应性较低,而单独 ECT 在儿童哮喘中的特异度较高,但灵敏度不足,其对于 CVA 的诊断作用尚不清楚^[5],联合其他指标检测或能提高诊断效能。呼出气一氧化氮(FeNO)是气道炎症的新型检测方法,具有无创、便捷等优势,研究显示,FeNO 可用于哮喘的诊断及疗效判断等^[6],但在儿童 CVA 诊断方面,仍需更多研究支持。基于此,本研究拟探讨 ECT、FeNO 在儿童 CVA 诊断中的作用,并分析二者联合对儿童 CVA 的诊断价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 6 月至 2024 年 6 月北京京煤集团总医院收治的 132 例进行 ECT 的慢性咳嗽患儿的临床资料进行回顾性分析,并根据是否发生 CVA 将患儿分为 CVA 组($n=72$)与非 CVA 组($n=60$)。纳入标准:(1)年龄 6~14 岁;(2)CVA 诊断参照《中国儿童咳嗽指南(2021 患者版)》^[7]中相关标准;(3)持续咳嗽>4 周,无气促、喘息等症状;(4)肺部影像学检查未见明显异常;(5)既往无哮喘发作史;(6)可完成肺功能检查;(7)接受 ECT 检查。排除标准:(1)合并支气管异物、肺炎、肺结核等其他呼吸系统疾病;(2)合并先天性心脏疾病;(3)ECT 检查前 2 周使用过抗过敏药物、糖皮质激素类药物、茶碱类药物及支气管扩张剂等影响检查结果的药物;(4)近 4 周有过严重呼吸道感染;(5)有 ECT 检查禁忌证。所有研究对象监护人均知晓本研究并签署知情同意书。本研究经北京京煤集团总医院医学伦理委员会批准(审批号:2024-科研 070-01)。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 记录患儿人口学信息,包括性别、年龄、身高、体重、过敏史、家族过敏史等,收集患儿病史(变态反应性鼻炎、腺样体或扁桃体肥大)和外周血白细胞计数(WBC)、嗜酸性粒细胞(EOS)计数和总免疫球蛋白 E(IgE)水平,并采用莱赛斯特咳嗽量表(LCQ)^[8]评价患儿咳嗽症状评分,该问卷包含 19 个条目,每个条目采用 1~7 分计分法,得分越高提示咳嗽对患儿生活质量的影响越小。

1.2.2 常规肺功能指标检测 在患儿入院 24 h 内,使用肺功能测定仪(Medikro Oy M929, 芬兰麦迪科公司)进行检查。测定指标包括第 1 秒用力呼气容积(FEV_1)、用力肺活量(FVC),并计算 FEV_1/FVC 比值。

1.2.3 ECT 检查^[9] 在患儿入院 24 h 内,对患儿进行 ECT 检查。使用平板跑步机作为运动工具,利用运动手环对患儿心率、血氧饱和度等进行监测。具体为:将跑步机坡度固定为 10%,初始速度逐步提升至 5~8 km/h,确保受试者在 2~3 min 达到目标心率范围,最大预期心率=220-年龄(岁),运动时需维持在最大值的 80%~90%,达到目标心率后,继续维持相同强度的运动 4~6 min,全程监测心率、血氧饱和度及呼吸道症状;运动结束后,分别于第 1、5、10、15、30 分钟测量 FEV_1 , FEV_1 下降百分比(%)=[(基础 FEV_1 -激发后最低 FEV_1)/基础 FEV_1]×100%。试验终止条件:任一检测时间点 FEV_1 较基线值下降≥15%或者完成全部预设时间点的检测。试验结束后,立即给予沙丁胺醇雾化吸入治疗,并于 15 min 后再次测定 FEV_1 至恢复基线值 80% 以上,观察 30 min 无异常。

1.2.4 FeNO 水平检测^[10] 在患儿入院 24 h 内,使用纳库伦呼气分析仪(Sunvon-CA2122 NO 型)测定患儿 FeNO 水平。采用一口气法测定,患儿安静休息 3 min 后,将肺部气体排空,随后尽可能吸气直至总肺活量。以呼气流速稳定在(50±5) mL/s、呼气时间≥6 s 的状态完成呼气,测得的一氧化氮水平即为 FeNO。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据处理与分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验,不满足正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,2 组间比较采用

Mann-Whitney 秩和检验;计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析慢性咳嗽患儿发生 CVA 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估相关指标对慢性咳嗽患儿发生 CVA 的诊断价值,曲线下面积(AUC)比较采用 DeLong 检验。检验水准为 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组基线资料比较 与非 CVA 组相比,CVA 组

总 IgE 水平升高($P<0.05$);但 2 组性别、年龄、身高、体重、咳嗽症状评分、WBC、EOS 计数及有过敏史、有家族过敏史、变态反应性鼻炎、腺样体或扁桃体肥大占比比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 2 组常规肺功能指标和 ECT 检查结果比较 2 组 FVC、FEV₁ 和 FEV₁/FVC 比值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);CVA 组 FEV₁ 下降百分比明显高于非 CVA 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 1 2 组基线资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$]

组别	n	性别		年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	有过敏史	有家族过敏史
		男	女					
CVA 组	72	39(54.17)	33(45.83)	8.87±2.16	137.96±14.12	34.17±6.94	42(58.33)	40(55.56)
非 CVA 组	60	36(60.00)	24(40.00)	8.54±2.21	135.78±12.67	33.45±6.58	41(68.33)	39(65.00)
$\chi^2/t/Z$		0.454		0.736	0.791	0.519	1.402	1.215
P		0.500		0.464	0.431	0.605	0.236	0.270
组别	n	变态 反应性鼻炎		腺样体或 扁桃体肥大		咳嗽症状评分 (分)		总 IgE(IU/mL)
		8(11.11)		16.43±4.89		$(\times 10^9/L)$		
CVA 组	72	39(40.28)		7.14±1.35		0.19(0.11, 0.38)		89.50(36.05, 187.10)
非 CVA 组	60	18(30.00)		16.84±4.23		6.72±1.12		52.40(21.30, 115.50)
$\chi^2/t/Z$		1.508		2.011	0.510	1.648	1.571	2.010
P		0.219		0.156	0.611	0.103	0.091	0.047

2.3 2 组 FeNO 水平比较 CVA 组 FeNO 水平为 (20.68 ± 5.09) ppb, 明显高于非 CVA 组的 (13.56 ± 4.17) ppb, 差异有统计学意义($t=8.835, P<0.05$)。

2.4 多因素 Logistic 回归分析慢性咳嗽患儿发生 CVA 的影响因素 以慢性咳嗽患儿是否发生 CVA(发生=1,未发生=0)为因变量,以表 1 和表 2 中有统计学差异指标为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,FEV₁ 下降百分比增加、FeNO 水平升高均为慢性咳嗽患儿发生 CVA 的独立危险因素

($P<0.05$)。见表 3。

2.5 FEV₁ 下降百分比、FeNO 单独及联合诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的效能 以慢性咳嗽患儿是否发生 CVA(发生=1,未发生=0)为状态变量,以 FEV₁ 下降百分比、FeNO 为检验变量绘制 ROC 曲线。分析结果显示,FEV₁ 下降百分比、FeNO 单独诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的 AUC 分别为 0.758、0.729;二者联合诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的 AUC 为 0.825,明显大于各指标单独诊断($P<0.05$)。见表 4。

表 2 2 组常规肺功能指标和 ECT 检查参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	FVC(%)	FEV ₁ (%)	FEV ₁ /FVC 比值(%)	FEV ₁ 下降百分比(%)
CVA 组	72	99.14±8.26	95.76±9.21	86.12±8.46	7.42±2.67
非 CVA 组	60	99.36±8.45	97.47±10.62	88.42±5.23	4.68±1.48
t		-0.151	-0.991	-1.833	7.090
P		0.880	0.324	0.069	<0.001

表 3 多因素 Logistic 回归分析慢性咳嗽患儿发生 CVA 的影响因素

因素	赋值	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
IgE	实测值	0.054	0.031	3.034	0.082	1.055	0.993~1.122
FEV ₁ 下降百分比	实测值	0.211	0.075	7.915	0.005	1.235	1.066~1.430
FeNO	实测值	0.187	0.069	7.345	0.007	1.206	1.053~1.380

表 4 FEV₁ 下降百分比、FeNO 单独及联合诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的效能分析

指标	最佳截断值	AUC	AUC 的 95%CI	P	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
FEV ₁ 下降百分比	7.94%	0.758	0.676~0.828	<0.001	68.1	83.3	0.514
FeNO	16.2 ppb	0.729	0.645~0.803	<0.001	76.4	76.7	0.531
二者联合	—	0.825	0.747~0.884	<0.001	83.3	70.0	0.533

注:—表示无数据。

3 讨 论

本研究发现,FEV₁ 下降百分比和 FeNO 均对慢性咳嗽患儿发生 CVA 有诊断价值,但 FEV₁ 下降百分比的诊断灵敏度相对较低,FeNO 的诊断特异度相对较低,将二者结合起来,可以互补,在牺牲少量特异度的情况下提高诊断灵敏度。故推测 ECT 后 FEV₁ 下降百分比和 FeNO 水平在慢性咳嗽患儿 CVA 的诊断中有潜在应用价值。

CVA 是儿童慢性咳嗽的主要病因之一,本研究 132 例慢性咳嗽患儿中,有 72 例(54.55%)诊断为 CVA,与既往报道结果接近^[11]。CVA 作为一种特殊的哮喘,以咳嗽为主要表现,不具有哮喘的典型症状,且实验室指标缺乏特异度,使其确诊有一定难度。CVA 的治疗以支气管扩张剂为主要手段,但由于症状不典型,患儿易被误诊和不当治疗,使患儿肺功能下降。因此,及早准确诊断尤为重要。常规肺功能检测对于哮喘诊断有重要意义,但 CVA 虽然具有与典型哮喘相似的病理机制,但其肺通气功能一般无异常^[12]。本研究中,2 组患儿 FEV₁、FVC 水平和 FEV₁/FVC 比值比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),这提示常规肺功能检查可能无法诊断 CVA。

气道高反应性是 CVA 的重要发病基础,这与典型哮喘相同^[13]。ECT 是判断气道高反应性存在与否的重要手段,作为一种支气管激发试验,其核心机制是通过高强度运动模拟干冷空气环境下的呼吸状态,使气道表面水分丢失,诱发炎症递质释放,进而引发支气管平滑肌痉挛和气道管腔缩窄^[14-15]。通过运动后的 FEV₁ 下降程度,能够评估气道狭窄状况,判定是否存在气道高反应性。ECT 试验有助于鉴别诊断哮喘与其他慢性气道疾病^[16]。本研究中,相比非 CVA 组,CVA 组 FEV₁ 下降百分比显著增大,且多因素 Logistic 回归分析结果表明,FEV₁ 下降百分比增大是慢性咳嗽患儿发生 CVA 的独立危险因素,这表明 ECT 后 FEV₁ 下降百分比与慢性咳嗽患儿发生 CVA 有密切联系。这可能是因为 CVA 与典型哮喘密切相关。研究认为,CVA 属于典型哮喘的早期表现,二者均以气道高反应性与慢性炎症为特征;虽然 CVA 气道炎症、肺功能损害相比典型哮喘轻微,无喘息症状发生,但其潜在的气道高反应性在受到足够刺激时便会显露,予以支气管激发剂刺激后,能够引起喘息表现^[17-18]。运动激发作为一种生理性刺激,可引发支气管收缩反应,而 FEV₁ 下降百分比正是量

化该反应强度的客观指标。本研究结果表明,即使在咳嗽变异阶段,患儿的气道已处于一种“高敏”状态,易于在运动等应激下出现可测量的肺功能下降,这与美国胸科学会建议,可将 ECT 后 FEV₁ 下降百分比 $\geq 10\%$ 定义为气道高反应性的共识相呼应^[19]。说明 CVA 患儿虽临床症状不典型,但其气道高反应性的病理基础已经存在。因此,ECT 不仅有助于识别这类隐匿性的气道高反应,也为理解 CVA 向典型哮喘的潜在演进提供了功能学依据。本研究支持将 ECT 后 FEV₁ 下降百分比作为辅助诊断儿童 CVA 的一项重要功能指标,尤其适用于临床表现不典型、但疑似存在哮喘病理基础的慢性咳嗽患儿。本研究 ROC 曲线分析结果显示,FEV₁ 下降百分比诊断 CVA 的 AUC 为 0.758,灵敏度为 68.1%,特异度为 83.3%,可见 ECT 后 FEV₁ 下降百分比对 CVA 有一定诊断价值。庄东林等^[20]研究结果显示,ECT 对儿童慢性咳嗽的病因鉴别具有重要诊断意义,将 FEV₁ 下降百分比 $\geq 8.44\%$ 作为 CVA 的判定标准时诊断效能最佳,这一指标对运动诱发性咳嗽患儿的筛查灵敏度较高。黄晓等^[21]研究结果也认为,ECT 对 CVA 有重要的诊断价值。故对于 CVA 等不典型哮喘,可使用 ECT 进行辅助诊断。

FeNO 是监测气道炎症的新技术,具有无创、简便的优势,在预测糖皮质激素治疗反应、评估抗炎效果、预测病情发展等多方面有着重要作用^[22-23]。FeNO 已在儿童支气管哮喘、喘息等多种疾病的诊疗中发挥作用,对于难以进行肺功能检查的患儿,可借助 FeNO 协助诊断。然而,在儿童 CVA 这一特殊表型的诊断中,FeNO 的价值曾存在争议。但由于 CVA 患儿的炎症程度比典型哮喘轻,FeNO 检测作为一种评估气道炎症的检查手段,虽然对典型哮喘患儿的临床诊断有参考价值^[24-25],但应用于儿童 CVA 的诊断并不一定有效,其价值有待验证。本研究结果显示,与非 CVA 组相比,CVA 组 FeNO 水平显著增高,且多因素 Logistic 回归分析结果发现,FeNO 水平升高为慢性咳嗽患儿发生 CVA 的独立危险因素,这表明 FeNO 水平与 CVA 有密切联系。分析原因:CVA 的本质是气道慢性炎症,EOS 在其中发挥着关键作用;发生气道炎症时,气道上皮细胞等在多种炎症因子(如白细胞介素-4、白细胞介素-13 等)诱导下可产生诱导型一氧化氮合酶,催化产生大量一氧化氮,并弥散至气道中,故 FeNO 能够反映气道 EOS 炎症程

度^[26];在临幊上,若慢性咳嗽患儿 FeNO 水平较高,则可提示存在潜在的嗜酸性气道炎症,CVA 的可能性增加。本研究还应用 ROC 曲线评价 FeNO 水平的诊断价值,结果显示,FeNO 单独诊断慢性咳嗽患儿发生 CVA 的 AUC 为 0.729,灵敏度为 76.4%,特异度为 76.7%,表明 FeNO 水平可作为儿童 CVA 的诊断工具。一项纳入 3 612 例患儿的回顾性研究得出的 FeNO 判别截断值为 15.8 ppb,用于区分哮喘与非哮喘儿童^[27],与本研究结果接近(16.2 ppb)。有研究表明,FeNO 联合其他诊断参数可提升对儿童哮喘的诊断价值^[28-29]。FENG 等^[30]研究结果显示,ECT 联合 FeNO 对儿童胸闷变异性哮喘有较好的诊断价值,但特异度较低。在本研究中,FeNO 和 ECT 后 FEV₁ 下降百分比联合诊断儿童慢性咳嗽患儿发生 CVA 的灵敏度(83.3%)较 FeNO 单独检测(76.4%)提高,在牺牲少量特异度的情况下提高了诊断灵敏度,且 FeNO 和 FEV₁ 下降百分比联合诊断的 AUC 高于各指标单独诊断,提示 FeNO 和 ECT 联合使用可能有助于提高儿童 CVA 的诊断效能。

综上所述,FeNO 及 ECT 后 FEV₁ 下降百分比均对慢性咳嗽患儿发生 CVA 有诊断价值,且二者联合有助于提高诊断效能。但本研究纳入病例有限,今后仍需更大样本量研究来进一步验证所得结果。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 焦素敏:设计论文框架,实验操作,研究过程的实施;谷卉姿、王巍:数据收集、统计学分析、绘制图表;刘晓灵:指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- BALI V, ADRIANO A, BYRNE A, et al. Understanding the economic burden of chronic cough: a systematic literature review[J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 416.
- 王昊,徐保平,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心及协同单位.盐酸氨溴索溶液改善儿童支气管炎黏痰症状的研究[J].世界临床药物,2024,45(8):844-849.
- 那飞扬,杨译,王雍,等.2014—2023 年兰州地区 0~14 岁儿童慢性咳嗽的病因研究[J].中国全科医学,2025,28(24):3026-3031.
- ALMACIOGLU M, KESKIN O, OZKARS M Y, et al. Association of childhood asthma with gasdermin B (GSDMB) and oromucoid-like 3 (ORMDL3) genes [J]. North Clin Istanb, 2023, 10(6): 769-777.
- 于兴梅,郝创利.儿童咳嗽变异性哮喘患者气道高反应的动态观察[J].中国实用内科杂志,2014,34(增刊 1):42.
- KOREVAAR D A, DAMEN J A, HEUS P, et al. Effectiveness of FeNO-guided treatment in adult asthma patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. Clin Exp Allergy, 2023, 53(8): 798-808.
- 中华医学会儿科学分会临床药理学组,中华医学会儿科学分会呼吸学组,刘恩梅,等.中国儿童咳嗽指南(2021 患者版)[J].儿科药学杂志,2021,27(增刊 1):17-22.
- GAO YH, GUAN WJ, XU G, et al. Validation of the mandarin chinese version of the Leicester Cough Questionnaire in bronchiectasis[J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2014, 18(12): 1431-1437.
- 王宇.儿童运动激发试验的临床应用[J].中国实用儿科杂志,2021,36(6):426-429.
- 中华医学会儿科学分会呼吸学组哮喘协作组.儿童呼出气一氧化氮检测及临床应用专家共识(2021 版)[J].中华实用儿科临床杂志,2021,36(6):417-423.
- 晁婵.胸腺基质淋巴细胞生成素联合小气道肺功能指标诊断儿童咳嗽变异性哮喘的临床价值[J].中国免疫学杂志,2023,39(7):1490-1493.
- STANOJEVIC S, KAMINSKY D A, MILLER M R, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests[J]. Eur Respir J, 2022, 60(1): 2101499.
- 张彩霞,王新卫,刘新年,等.常规肺功能正常的咳嗽变异性哮喘特点[J].国际呼吸杂志,2023,43(8):918-924.
- 李鑫,李春青,王振竞,等.运动激发试验联合左旋多巴激发试验筛查生长激素缺乏症的价值[J].中华实用诊断与治疗杂志,2024,38(7):726-730.
- MURPHY RC. Exercise and mannitol bronchial challenge testing[J]. Clin Chest Med, 2025, 46(3): 453-465.
- 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组.支气管激发试验临床应用中国专家共识(2024 版)[J].中华医学杂志,2024,104(22):2031-2040.
- 张腾腾,王海燕,张英谦,等. Astograph 法支气管激发试验在儿童典型支气管哮喘与咳嗽变异性哮喘鉴别中的应用[J].山东医药,2024,64(5):49-51.
- 王西华,何灿,李萍,等.最大通气-支气管激发听诊试验对咳嗽变异性哮喘的诊断价值[J].东南大学学报(医学版),2025,44(1):13-17.
- PARSONS J P, HALLSTRAND T S, MASTRONARDE J G, et al. An official American thoracic society clinical practice guideline: exercise-induced bronchoconstriction [J]. Am J

- Respir Crit Care Med, 2013, 187 (9): 1016-1027.
- [20] 庄东林, 冯雍, 尚云晓. 运动激发试验在儿童咳嗽变异性哮喘中诊断价值的研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(12): 1288-1293.
- [21] 黄娆, 郑光强, 陈江, 等. 支气管激发试验联合基础肺功能检查辅助用于咳嗽变异性哮喘患儿诊断价值研究[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(1): 78-80.
- [22] 梁尔敏. 慢性气道炎症患者 FeNO、炎症指标及肺功能的相关性分析[J]. 贵州医药, 2024, 48(11): 1830-1832.
- [23] 李东丽, 陈斐斐, 孟扬琴. FeNO、EOS 与喘息性支气管炎患儿肺功能的相关性及对哮喘的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(23): 22-27.
- [24] 陈文丽, 王少飞, 王艳飞. 中央和外周气道一氧化氮测定在哮喘诊断中的应用[J]. 中国临床医生杂志, 2024, 52(3): 295-299.
- [25] 景芳丽, 田恬, 孔月全. 呼出气一氧化氮测定在咳嗽变异性哮喘患儿中的应用[J]. 海南医学, 2021, 32(23): 3090-3092.
- [26] 葛佳宁, 顾丰华. 慢性支气管炎的炎症相关机制
- 概述[J]. 世界临床药物, 2024, 45(12): 1303-1308.
- [27] GRZELEWSKI T, WITKOWSKI K, MAKANNDJOU-OLA E, et al. Diagnostic value of lung function parameters and FeNO for asthma in schoolchildren in large, real-life population[J]. Pediatr Pulmonol, 2014, 49(7): 632-640.
- [28] 李舒芳, 郭广恩, 杨月琴, 等. 血清 14-3-3 β 蛋白联合呼出气一氧化氮及常规通气肺功能参数对儿童支气管哮喘的诊断效能[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(7): 723-729.
- [29] 田文秋, 谢菲, 伊文霞, 等. FeNO 及血清 β -catenin 水平与支气管哮喘患儿气道炎症因子、肺功能相关指标的相关性分析[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(23): 3431-3435.
- [30] FENG Y, ZHANG S Y, SHANG Y X, et al. The use of exercise challenge testing and fractional exhaled nitric oxide in diagnosis of chest tightness variant asthma in children [J]. Int Arch Allergy Immunol, 2022, 183(7): 762-769.

(收稿日期:2025-04-03 修回日期:2025-08-11)

(编辑:李菲菲 陈秋莲)

(上接第 202 页)

- [21] 许继凡, 杜波, 蒲俊, 等. 血清 PDCD5 在肝细胞癌诊断、预后预测及治疗反应评估中的应用价值[J]. 临床肿瘤学杂志, 2022, 27(11): 982-989.
- [22] KANG X Y, ZHANG J, TANG L, et al. OTU deubiquitinase 5 inhibits the progression of non-small cell lung cancer via regulating p53 and PDCD5[J]. Chem Biol Drug Des, 2020, 96(2): 790-800.
- [23] LIU S C, CHEN L B, CHEN P F, et al. PDCD5 inhibits progression of renal cell carcinoma by promoting T cell immunity: with the involvement of the HDAC3/microRNA-195-5p/SGK1 [J]. Clin Epigenetics, 2022, 14(1): 131-146.
- [24] ZOHEIR K M, ABDELHAFEZ M A, DARWISH A M, et al. New approach about the signalling crosstalk between IQGAPs/NF- κ B/IL-8 and PDCD5/p53/TRAIL pathways that modulate malignant transformation in hepatocellular carcinoma[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2022, 23(1): 271-279.
- [25] 刘冬运, 韩浩, 戚胜波, 等. PDCD5、TNS4 表达水平与中晚期肺癌患者预后的相关性研究[J]. 床肺科杂志, 2025, 30(2): 245-249.
- [26] MA Z, GUO D, WANG Q, et al. Lgr5-mediated p53 repression through PDCD5 leads to doxorubicin resistance in hepatocellular carcinoma [J]. Theranostics, 2019, 9(10): 2967-2983.
- [27] 金映川. 老年原发性肝癌患者血清 AFP-L3%、PIVKA-II、GDF-15、CTCs 水平变化及临床意义[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(22): 5415-5419.
- [28] 张利红, 李亚莉, 吴九阳. 血清 CEA、AFP 对原发性肝癌辅助诊断及分期评估的价值分析[J]. 实用癌症杂志, 2025, 40(7): 1109-1112.
- [29] 陈钰, 陈斌斌, 赵静, 等. MRI 联合血清 AFP-L3 和 VEGF 水平预测 TACE 术治疗的原发性肝癌患者预后的价值[J]. 实用肝脏病杂志, 2023, 26(4): 556-559.
- [30] 王倩文, 胡琳琳, 徐运军. 动态增强 MRI 联合血清 SPINK1 水平诊断原发性肝癌价值研究[J]. 实用肝脏病杂志, 2024, 27(3): 442-445.

(收稿日期:2025-02-11 修回日期:2025-08-02)

(编辑:李菲菲 王明丰)