

·临床研究·

猫狗皮屑过敏原和霉菌过敏原的临床分布特征及相关性

刘文韬^{1,2}, 覃诗彤^{1,2}, 李浣婷^{1,2}, 周昕^{1,4}, 陈沛然¹, 黎雅婷^{2,3}, 冯佩英^{1,2}

(1. 中山大学附属第三医院皮肤与整形美容科, 广东广州 510630; 2. 中山大学附属第三医院过敏科, 广东广州 510630; 3. 中山大学附属第三医院儿科, 广东广州 510630; 4. 奈梅亨大学医学中心, 荷兰奈梅亨 6525GA)

摘要:【目的】探讨宠物相关的猫狗皮屑过敏原和霉菌过敏原在过敏性疾病患者中的分布特征及其相关性, 为个体化诊疗和预防提供依据。【方法】回顾性分析2021年4月至2023年10月于中山大学附属第三医院确诊过敏性疾病并完成UniCAP平台检测的798例患者数据, 检测猫皮屑、狗皮屑、霉菌混合mx1/mx2的特异性免疫球蛋白E (sIgE)和总IgE (tIgE)。采用描述性统计、Mann-Whitney U检验及 χ^2 检验分析数据。【结果】在798例患者中, 男性395例, 女性403例, 男女比例为1:1.02; 年龄范围为0.67~69岁, 中位年龄为14(6, 29)岁。63.2%(504/798)患单一过敏性疾病, 以过敏性鼻炎(AR, 49.2%)为主; 36.8%患2种及以上疾病, 以AR合并特应性皮炎(AD, 10.7%)最常见。猫/狗皮屑sIgE阳性率24.1%(192/798), 女性阳性率(30.8%)高于男性(16.7%, $P < 0.05$), 18岁以下人群猫皮屑阳性率随年龄增长而升高; 猫皮屑sIgE 2级占比最高(25.9%), 狗皮屑sIgE 1级占比最高(55%)。猫皮屑sIgE 4~6级患者tIgE水平显著高于1~3级($P < 0.05$)。霉菌混合mx1/mx2 sIgE阳性率7.4%(59/798), 以mx2为主, 2级占比最高; mx2阳性患者中猫/狗皮屑sIgE阳性率(44.8%)显著高于阴性患者(17.9%, $P < 0.05$), 且tIgE水平更高($P < 0.05$)。【结论】儿童期猫皮屑致敏率随年龄增长而升高。猫/狗皮屑过敏原sIgE与AR、AR合并AD密切相关, AR、AR合并AD是霉菌过敏原sIgE阳性患者中最常见的过敏性疾病和过敏性疾病组合, 且猫/狗皮屑过敏原sIgE和霉菌混合mx2过敏原sIgE存在协同相关性, 联合检测对宠物相关过敏性疾病的精准诊疗具有重要价值。

关键词:猫皮屑过敏原; 狗皮屑过敏原; 霉菌过敏原; 特异性免疫球蛋白E; 过敏性鼻炎

中图分类号: R758.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-3554(2025)06-1050-08

DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2025.0615

Clinical Distribution Characteristics and Correlation of Cat and Dog Dander Allergens and Mold Allergens

LIU Wentao^{1,2}, QIN Shitong^{1,2}, LI Huanting^{1,2}, ZHOU Xin^{1,4}, CHEN Peiran¹, LI Yating^{2,3}, FENG Peiying^{1,2}

(1. Department of Dermatology and Aesthetic Plastic, the Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; 2. Department of Allergy, the Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; 3. Department of Pediatrics, the Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; 4. Center of Expertise in Mycology of Radboud University Medical Center / Canisius Wilhelmina Hospital, Nijmegen 6525GA, The Netherlands)

Correspondence to: FENG Peiying; E-mail: fengpeiying77@163.com

Abstract: 【Objective】 To explore the distribution patterns and correlations of pet-related cat/dog dander allergens and mold allergens in patients with allergic diseases, providing evidence for individualized diagnosis, treatment, and prevention strategies. 【Methods】 A retrospective analysis was conducted on 798 patients diagnosed with allergic diseases at the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University between April 2021 and October 2023. All patients underwent UniCAP platform testing for specific immunoglobulin E (sIgE) levels against cat dander, dog dander, and mold mix (mx1/

收稿日期: 2025-08-16

录用日期: 2025-10-29

基金项目: 广东省自然科学基金(2020A1515011183); 基础与应用基础研究专题市校(院)联合资助项目(SL2022A03J01041)

作者简介: 刘文韬, 第一作者, 研究方向: 皮肤癣菌病与变态反应性疾病, E-mail: liuwentaoy@163.com; 冯佩英, 通信作者, 主任医师, E-mail: fengpeiying77@163.com

mx2), alongside total IgE (tIgE) quantification. Descriptive statistics, Mann-Whitney *U* tests, and chi-square analyses were employed to evaluate allergen distribution and interrelationships.【Results】 Among the 798 patients (395 males, 403 females, ratio 1:1.02), their ages ranged from 0.67 to 69 years (median 14 years, IQR 6–29). A total of 63.2% (504/798) had a single allergic disease, with allergic rhinitis (AR, 49.2%) being the most common. The remaining 36.8% (294/798) had ≥ 2 allergic diseases, with AR combined with atopic dermatitis (AD, 10.7%) as the predominant comorbidity. The positivity rate for cat/dog dander sIgE was 24.1% (192/798), with a significantly higher prevalence in females (30.8%) than males (16.7%, $P < 0.05$). Cat dander sensitization increased with age in patients under 18 years. Among positive cases, cat dander sIgE level 2 was most frequent (25.9%), while dog dander sIgE level 1 predominated (55%). Patients with cat dander sIgE levels 4–6 had significantly higher tIgE than those with levels 1–3 ($P < 0.05$). The positivity rate for mold mix (mx1/mx2) sIgE was 7.4% (59/798), with mx2 as the primary sensitizer and level 2 being the most common. In mx2-positive patients, the cat/dog dander sIgE positivity rate (44.8%) was significantly higher than that in mx2-negative patients (17.9%, $P < 0.05$), and tIgE levels were also higher ($P < 0.05$).【Conclusion】 Cat dander sensitization increases with age in children. Cat/dog dander and mold allergens are closely linked to AR and AR combined with AD. Synergistic correlations exist between cat/dog dander sIgE and mold mx2 sIgE. Combined detection of these allergens is critical for precision diagnosis and management of pet-related allergic diseases.

Key words: cat dander allergen; dog dander allergen; mold allergen; specific immunoglobulin E; allergic rhinitis

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2025, 46(6): 1050–1057]

过敏是机体对无害外来物质(如花粉、尘螨、动物皮屑等)产生的异常免疫反应,涉及IgE介导的I型超敏反应及细胞免疫失衡^[1-2]。全球约10%~30%的人口受过敏性疾病影响,其发病率呈持续上升趋势。在我国,常见的吸入性过敏原谱与欧美相似,以尘螨、动物皮屑、霉菌、花粉等为主^[3]。广州地区一项针对过敏性鼻炎(allergic rhinitis, AR)患儿的十年回顾性研究(2007—2016年)显示,猫狗皮屑和霉菌过敏原阳性率分别从29.53%和4.63%显著升高至44.67%和12.35%^[4]。瑞典斯德哥尔摩的出生队列研究揭示,过敏性哮喘(asthma, AS)患儿对猫狗皮屑的致敏率随年龄增长而升高(4岁组6.4%~4.8%,16岁组19%~22.6%),提示宠物过敏原暴露与致敏风险的时间累积效应^[5]。近年来,随着宠物饲养家庭的增多,宠物皮屑导致的过敏性疾病发生率明显增加。值得注意的是,宠物可无症状携带青霉、曲霉、癣菌等致病真菌,其真菌过敏原与宠物皮屑过敏原可能通过协同作用加剧过敏反应^[6-7]。然而,目前国内外关于宠物皮屑和霉菌过敏原的交互作用以及对过敏性疾病临床特征的影响研究较少。本研究通过回顾性分析798例过敏性疾病患者的临床特征、血清特异性IgE(specific IgE, sIgE)和总IgE(total IgE, tIgE)数据,探索猫狗皮屑与霉菌过敏原在过敏性疾病中的分布特征及相关性,以期为过敏性疾病的个体化的精准防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

采用回顾性横断面研究,收集2021—2023年中山大学附属第三医院门诊检查猫狗皮屑过敏原和/或霉菌过敏原的798例患者。纳入标准:经临床专科医生诊断患有至少一种或多种过敏性疾病(过敏性鼻炎(AR)、过敏性哮喘(AS)、特应性皮炎(atopic dermatitis, AD)、食物过敏(food allergy, FA)、慢性荨麻疹(chronic urticaria, CU)、变应性结膜炎(allergic conjunctivitis, AC)。诊断标准分别参考:《变应性鼻炎诊断和治疗指南(2016年)》^[8]《2020年中国支气管哮喘防治指南》^[9]和2020年GINA标准、Williams诊断标准、《日本食物过敏指南(2020)》^[10]《中国荨麻疹诊疗指南(2018版)》^[11]《过敏性结膜炎诊断和治疗专家共识(2018年)》^[12]。排除标准:为了避免某些疾病对IgE水平的影响,本研究排除诊断为寄生虫感染、深部真菌感染、免疫缺陷病或恶性肿瘤的患者。诊断不明确或疑诊的患者均被排除在研究之外。本研究方案已通过中山大学附属第三医院伦理委员会审查(批准号:II 2024-090-02)。

1.2 研究方法

1.2.1 数据收集 根据6种过敏性疾病(AR、AS、AD、FA、CU、AC)的诊断标准对患者资料进行收

集,包括年龄、性别、现病史、宠物饲养史和实验室检查(sIgE、tIgE),最后确诊或排除过敏性疾病的诊断,并完成电子病历文件记录,以供进一步分析。

1.2.2 检测方法 临床医生根据临床需要选择吸入过敏原的血清sIgE和/或tIgE进行检测。留取患者首次就诊时血液标本,采集3~4 mL新鲜外周静脉血样本,在室温下凝结30 min,以3 000×g离心5 min。分离血清并在4℃下存储,利用我院变态反应科UniCAP(Pharmacia Diagnostics, Sweden)仪器平台进行进一步检测,UniCAP仪器平台提供了一个自动化的测试系统,包括样品和试剂处理、清洗、读取、计算、过敏原耦合处理和打印,用于检测血清sIgE或tIgE。并收集检测结果。

1.2.3 结果判读 过敏原sIgE检测结果以kU/L表示,sIgE水平 ≥ 0.35 kU/L为阳性。按放射过敏原吸附试验分级标准,将sIgE阳性结果分为1~6级:级别1[0.35~0.70) kU/L,级别2[0.70~3.50) kU/L,级别3[3.50~17.50) kU/L,级别4[17.50~50.00) kU/L,级别5[50.00~100.00) kU/L,级别6(≥ 100.00 kU/L)。根据既往文献报道^[13-17]级别1~3属于低水平sIgE,4~6级属于高水平sIgE。tIgE水平 ≥ 60 kU/L提示为高水平。吸入过敏原项目包括:猫皮屑、狗皮屑、霉菌混合mx1(烟曲霉、链格孢、黄青霉、多主枝孢)、霉菌混合mx2(烟曲霉、链格孢、白念珠菌、黄青霉、多主枝孢、长孺孢霉)、单项烟曲霉过敏原、单项链格孢过敏原。

1.3 统计学分析

所有数据输用Microsoft Excel进行记录。应用

SPSS 25.0软件进行统计学分析。二分类数据以频数(百分率)描述,使用卡方检验(χ^2)比较各组间的分布差异,当理论频数 < 5 时则选用Fisher确切概率法进行校准,并采用Bonferroni法校正显著性水平的事后两两比较。非正态分布的连续性资料则以中位数(四分位区间)表示,采用Mann-Whitney U检验比较两组间的分布差异和卡方检验比较两组间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 人口学特征

本研究共筛选出798例检测过猫皮屑和(或)狗皮屑的过敏性疾病患者,其中8例患者仅检测猫皮屑过敏原sIgE,2例患者仅检测狗皮屑过敏原sIgE,788例患者检测猫皮屑和狗皮屑过敏原sIgE。798例患者中男性395例,女性403例,男女性别比例为1:1.02,不同过敏原致敏情况下男女分布见图1。成人369例,儿童429例,年龄范围为0.67~69岁,中位年龄为14(6,29)岁。18岁以下患者猫皮屑过敏原sIgE阳性率分布情况如下:0~3岁(不含3岁,3.7%,1/27)、3~6岁(不含6岁,11.3%,15/132)、6~12岁(不含12岁,13.5%,25/185)、12~18岁(不含18岁,28.2%,24/85),呈现随年龄增长而升高的趋势。不同年龄段下霉菌过敏原sIgE阳性率分布(图1):0~3岁(11.1%,3/27)、3~6岁(5.3%,7/132)、6~12岁(9.2%,17/185)、12~18岁(17.6%,15/85)、18岁以上(4.6%,17/369)。

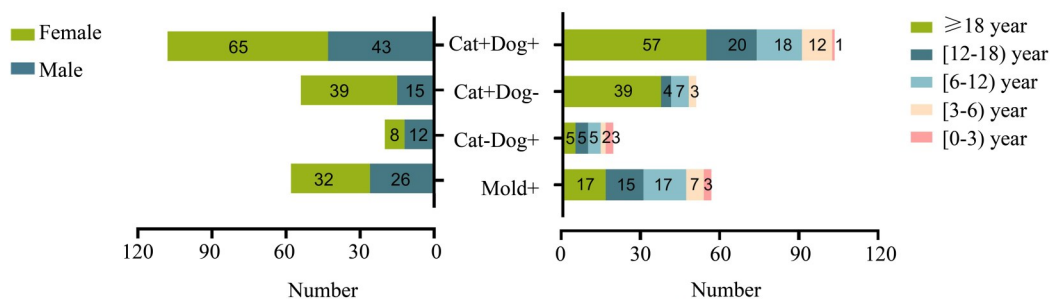


图1 不同性别和年龄段猫皮屑、狗皮屑和霉菌过敏原sIgE阳性率分布

Fig. 1 The distribution of sIgE positive rates for cat dander, dog dander and molds allergens in different genders and age groups

2.2 受检患者过敏性疾病和多病构成情况

本次研究共纳入798例患者,仅患1种过敏性疾病人数为504例,患2种及以上过敏性疾病

患者人数为294例(36.8%)。如图2所示,患1种过敏性疾病患者中,AR所占人数最多,为393例(49.2%),其次是AD 47例(5.9%)、CU 35例

(4.3%)、AS 13 例(1.6%)、AC 8 例(0.1%)、FA 8 例(0.1%)。过敏性疾病多病患者中AR合并AD人数最多,为86例(10.7%),其次是AR合并AS 64例(8.0%)、AR合并AC 54例(6.8%)。有6位患者患4种过敏性疾病。369例成人患者,患1种过敏性疾病患者中,AR所占人数最多,为224例(60.7%),其次是CU 20例(5.4%)、AD 14例(3.8%)、AS 7例(1.9%)、AC 3例(0.8%)、FA 1例(0.2%)。过敏性疾病多病患者中AR合并AC人数最多,为26例(7.0%),其次是AR合并AS 24例(6.5%)、AR合并AD 23例(6.2%)。429例儿童患者中,患1种过敏性疾病患者中,AR所占人数最多,为169例(39.4%),其次是AD 33例(7.7%)、CU 15例(3.5%)、FA 7例(1.6%)、AS 6例(1.4%)、AC 5例(1.1%)。过敏性疾病多病患者中AR合并AD人数最多,为63例(14.7%),其次是AR合并AS 40例(9.3%)、AR合并AC 28例(6.5%)。

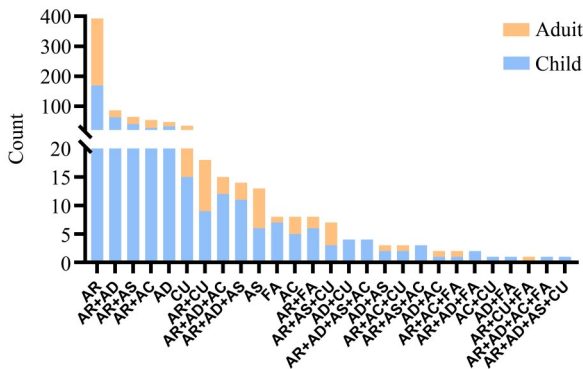


图2 798例患者中成人和儿童过敏性疾病与多病构成
Fig. 2 Allergic diseases and multimorbidity in 798 adult and pediatric patients

2.3 检测猫皮屑和狗皮屑、霉菌过敏原 sIgE 患者过敏性疾病和多病构成情况

798例患者中,182例(22.8%)患者对猫狗皮屑过敏原呈阳性反应,其中,猫狗皮屑 sIgE 阳性的多病共患率高达 56.5% (61/108),显著高于阴性组 (31.2%, 189/606; $\chi^2=13.973, P<0.05$;图3)。在所有阳性患者中,AR是最主要的单一过敏性疾病类型(占比 57.1%~74.1%),AR合并AD是最主要的多病表型(占比 17.6%~41.9%)。值得注意的是,猫/狗皮屑 sIgE 阳性与AR($\chi^2=37.725, P<0.05$)及AR合并AD均存在显著正相关,而霉菌 sIgE 阳性(59/

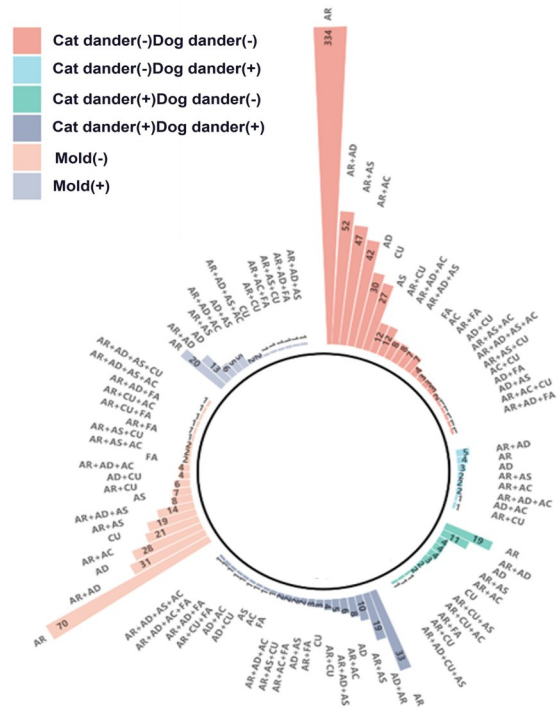


图3 猫皮屑、狗皮屑、霉菌过敏原 sIgE 患者过敏性疾病构成
Fig. 3 Disease composition of patients with sIgE for cat dander, dog dander and mold allergens

253, 23.3%)则与上述疾病表型无统计学关联($\chi^2=0.151, P>0.05$)。

2.4 猫皮屑和狗皮屑、霉菌过敏原 sIgE 等级分布与 tIgE 分布

如图4所示,猫皮屑 sIgE 阳性 54 例中 88.9% (48/54) 为 1~3 级(2级占 51.9%);狗皮屑 sIgE 阳性 20 例中 95% (19/20) 为 1~3 级(1级占 55%)。霉菌混合 mx1 阳性率 1.4% (11/798), 级别均 1~3 级(2级占 45.5%); mx2 阳性率 3.6% (29/798), 级别 1~4 级(2级占 51.7%)。

猫或狗皮屑 sIgE 阳性患者 74 例中 79.7% (59/74) tIgE > 60 kU/L。猫皮屑阳性组 tIgE 中位数 159 kU/L (IQR: 67.3, 320.3), 狗皮屑阳性组 389 kU/L (IQR: 89.7, 1 609.3)。猫皮屑阳性患者中,1~3 级 (n=48) tIgE 143 kU/L (IQR: 55.8, 304.8), 4~6 级 (n=6) 2 233 kU/L (IQR: 247.3, 4 223.0), 差异显著 (Z=2.670, P<0.01); 狗皮屑阳性患者 1~3 级 (n=19) 453 kU/L (IQR 80.0, 1 625.0), 4~6 级 (n=1) 170 kU/L, 差异无统计学意义(图5)。

霉菌检测的 253 例患者 tIgE 中位值 299 kU/L (IQR: 97, 632.5), 其中 mx2 阳性组 (n=29) tIgE 中位值 1 028 kU/L (IQR: 450.5, 2 199.5), 阴性组 (n=

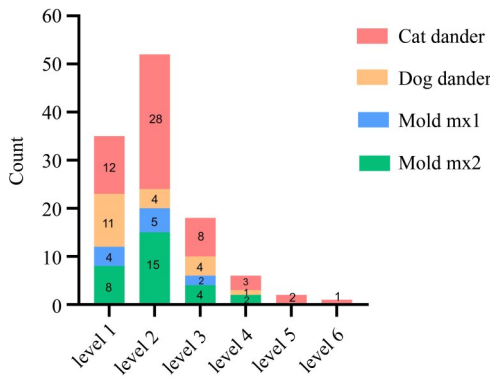
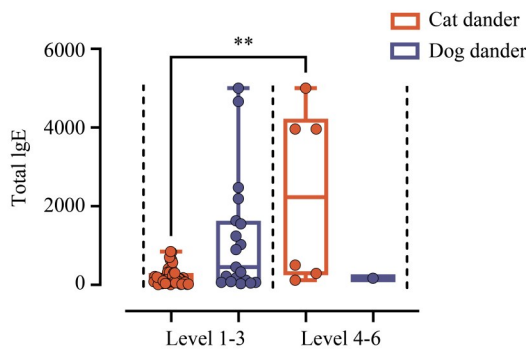


图4 猫皮屑和狗皮屑、霉菌过敏原sIgE等级分布
Fig. 4 The sIgE grade distribution of cat dander, dog dander and mold allergens



The statistical results show that among patients with positive cat dander allergens, the total IgE levels of patients with level 4-6 were higher than those of patients with level 1-3. $n=54, Z=2.670, **P < 0.01$.

图5 不同猫皮屑和狗皮屑过敏原sIgE等级内tIgE分布
Fig. 5 The distribution of tIgE within the different sIgE levels of cat dander and dog dander allergens

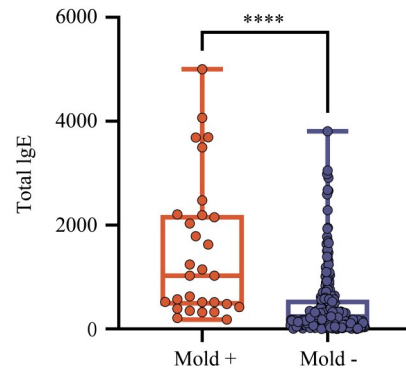
224)为243.5 kU/L(IQR: 79.73, 568.75), 差异有统计学意义($Z=5.638, P < 0.0001$; 图6)。

2.5 猫狗皮屑过敏原sIgE与霉菌过敏原sIgE相关性分析

如图7所示,霉菌混合mx2过敏原sIgE阳性患者共29例,其中猫狗皮屑过敏原sIgE阳性患者13例;霉菌混合mx2过敏原sIgE阴性患者共224例,其中猫狗皮屑过敏原sIgE阳性患者40例;猫狗皮屑过敏原sIgE与霉菌混合mx2过敏原sIgE之间存在正向相关性($\chi^2=11.278, \varphi=0.211, P < 0.05$)。

3 讨论

本研究纳入的798例患者中,儿童(0~18岁)占比53.8%(429/798),提示过敏性疾病负担在儿童群体中尤为突出。近年我国宠物饲养率显著升高,



The statistical results show that the tIgE levels of patients with positive mold mixture mx2 are higher than those of patients with negative mold allergens. $n=253, Z=5.638, ****P < 0.0001$.

图6 霉菌sIgE阳性/阴性患者中tIgE分布
Fig. 6 The distribution of tIgE in patients with positive/negative sIgE of mold

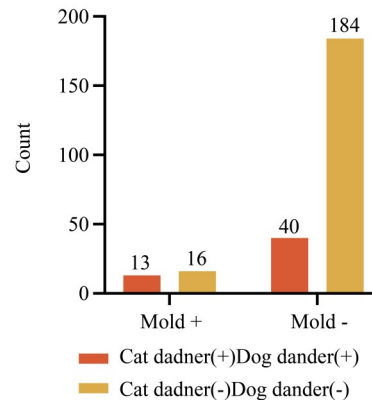


图7 猫狗皮屑过敏原sIgE和霉菌混合mx2过敏原sIgE相关性
Fig. 7 The correlation between cat and dog dander allergen sIgE and mold mixed mx2 allergen sIgE

《2019年中国宠物行业白皮书》显示,全国城镇饲养猫狗的人数达到6120万,其中已婚有孩的家庭占比达28.5%,儿童与宠物的高暴露接触可能加剧致敏风险。一项出生队列研究发现,儿童猫狗拥有率随年龄增长而升高,如猫拥有率从2岁28%升至10岁31%,狗拥有率从2岁20%升至10岁时25%^[18]。与本研究发现的猫皮屑sIgE阳性率随年龄增长趋势一致(0~6岁1.89%、6~12岁3.78%、12~18岁5.88%)。另一项过敏性疾病患者多中心调查^[19]同样显示,猫皮屑致敏率随年龄增长呈升高趋势(0~6岁10.7%、6~12岁22.7%、12~18岁26.8%)。瑞典一项关于儿童期对猫过敏原分子的致敏和青春期过敏症状的预测研究发现,猫皮屑过敏原sIgE

阳性率4岁为6.8%,8岁为13.9%,16岁增至19.8%。4岁时对3种以上猫致敏组分(Fel d1, Fel d2, Fel d4)敏感的儿童,16岁时出现呼吸道过敏症状的概率高达95%^[5]。上述结果提示,儿童期猫皮屑致敏具有年龄累积效应,且早期多重致敏组分反应可能是过敏性疾病进展的关键生物标志物。临床需重视对儿童期猫皮屑致敏的早期筛查,对sIgE阳性且伴多重致敏组分的患儿及时减少宠物接触或其他干预措施,以降低青春期过敏性疾病进展风险。

猫狗皮屑作为吸入性过敏原在过敏性疾病的发生发展中占据重要地位。深圳地区493例关于儿童AR的研究显示^[20],狗皮屑(25.5%)、霉菌组合(15.8%)、猫皮屑(13.8%)仅次于户尘螨分列吸入性过敏原第2~4位。同样,上海地区319例AR患者中猫皮屑(11.29%)致敏率位于吸入性过敏原第二位^[21];而长春地区的1258例过敏原sIgE检测结果分析中,尽管猫皮屑(3.8%)和狗皮屑(2.4%)致敏率不高,仍是主要的吸入性过敏原^[22]。在国外研究中,莫斯科地区一项针对513例患者的过敏原致敏模式研究中,猫皮屑(24%)和狗皮屑(21%)致敏率位于31种过敏原前列^[23]。奥地利一项对501例青少年过敏特征的研究中,猫皮屑(14.4%)为第3大吸入性过敏原^[19]。本研究发现,在708例检测者中猫/狗皮屑sIgE总阳性率为22.8%(162/708),其疾病谱分布具有特征性:猫皮屑阳性者中AR占比最高(32.1%,52/162),狗皮屑阳性者中AR占28.9%(37/128),AR合并AD者在两类阳性人群中均约占18.5%。这一结果提示猫狗皮屑致敏与呼吸道过敏的关联性可能强于皮肤过敏,与既往研究发现的Fel d1 sIgE水平与儿童AR症状严重程度正相关的结论相吻合^[24]。除主要过敏原Fel d1外,Fel d2/4致敏可导致成人FeNO、外周血嗜酸性粒细胞升高及气道高反应性。此外,猫狗皮屑致敏成分中的脂钙蛋白家族成员(Fel d4/7、Can f1/2/4/6)导致的交叉致敏现象可能放大临床效应。现有证据表明,这类蛋白不仅介导跨物种致敏(如猫-狗-马),还与AR症状加重、AS共病率升高相关^[25]。因此,在临床实践中对猫狗皮屑致敏患者进行组分解析,有助于更精准地评估气道过敏风险。

霉菌作为常见的吸入性过敏原,在过敏性疾病中的作用不容忽视。北京地区对6496例AR患儿的过敏原检测显示,霉菌组合(念珠菌/点青霉/分枝孢霉/交链孢霉/黑曲霉)的阳性率高达29.43%,显

著高于蒿属花粉(14.67%)和猫皮屑(12.61%)^[26]。类似地,土耳其一项研究表明,AR患者中霉菌致敏率(19.4%)仅次于螨虫和禾草花粉,居第三位^[27]。除环境霉菌外,宠物携带的亲动物皮肤癣菌(如犬小孢子菌、须癣毛癣菌)也可能参与过敏性疾病的发生。本课题组前期研究发现,在127例头癣患儿中,34例(26.8%)合并过敏性疾病,其中AD(41.2%)和AR(38.2%)最为常见;进一步分析证实,亲动物皮肤癣菌感染及宠物接触史是过敏性疾病的独立危险因素^[28]。在本研究351例接受霉菌过敏原sIgE检测的患者中,59例(16.8%)呈阳性,其中儿童占73%。霉菌阳性患者的过敏性疾病分布显示:单纯AR占比最高(33.9%),其次为AR合并AD(22.0%)、单纯AD(10.1%)及AR合并AS(8.5%),这一结果进一步支持霉菌在呼吸道过敏性疾病中的重要作用。值得注意的是,霉菌sIgE阳性患者中猫/狗皮屑sIgE共阳性率显著升高。在29例霉菌mx2 sIgE阳性患者中,13例(44.8%)同时检出猫/狗皮屑sIgE,而霉菌阴性组(224例)中仅17.9%(40例)呈阳性。这种相关性可能与猫皮屑主要过敏原Fel d1和霉菌Alt a1同属钙结合蛋白家族有关,二者可通过蛋白低聚化形成稳定致敏复合物,引发交叉过敏^[29]。既往研究已证实,Alt a1致敏患者常合并Fel d1过敏^[30],但狗皮屑与霉菌的交叉致敏机制仍需进一步阐明。此外,在798例接受猫/狗皮屑sIgE检测的患者中,仅30%同步检测了霉菌sIgE,提示临床实践中霉菌致敏存在显著漏检。基于上述发现,建议对猫/狗皮屑sIgE阳性患者完善霉菌sIgE检测,以提升过敏原筛查的全面性。

本研究对猫/狗皮屑及霉菌混合过敏原sIgE阳性结果的分级分析显示:猫皮屑sIgE阳性患者中88.9%(48/54)为1~3级,其中2级占比最高(51.9%);狗皮屑sIgE阳性患者中95%(19/20)为1~3级,以1级为主(55%)。这一分布模式与国内外研究结果高度一致。国内一项针对2377例过敏性疾病患者的研究显示,猫皮屑和狗皮屑sIgE阳性患者中分别有88.2%和88.7%处于1~3级^[13];德国对313例兽医专业学生的研究发现,94.1%(32/34)的猫皮屑sIgE阳性者和全部狗皮屑sIgE阳性者均为1~3级^[17]。这些数据共同表明,猫/狗皮屑致敏以低水平sIgE为主,可能与持续低剂量暴露诱导的免疫耐受有关。值得注意的是,sIgE分级结果与临床症状严重程度并非完全对应。根据放射过敏原吸附

试验标准, sIgE \geq 0.35 kU/L 判定为阳性, 但 Linden 等^[31]通过 18 年随访研究发现, 猫/狗皮屑 sIgE 的最佳诊断阈值(分别为 0.12 kUA/L 和 0.2 kUA/L)显著低于传统标准, 其敏感性可提高 27%。此外, sIgE 的致病风险存在年龄差异, 对于 <3 岁儿童, sIgE \geq 0.1 kUA/L 即可引发显著临床症状^[32]。因此, 临床评估过敏性疾病严重程度时, 需综合考量 sIgE 水平与临床表现, 而非单纯依赖分级结果。

既往研究多聚焦于单一过敏原(如猫狗皮屑或霉菌)与过敏性疾病的关联, 极少探讨猫狗皮屑与霉菌之间的交互作用。本研究通过对大量临床病例的回顾研究发现霉菌 mx2 sIgE 阳性患者中, 猫/狗皮屑 sIgE 阳性率高达 44.8%, 显著高于阴性组的 17.9%($P<0.05$), 提示两者可能存在协同致敏效应, 为过敏性疾病防治提供新思路。目前暂无指南要求猫狗皮屑致敏的过敏性疾病患者需完善霉菌过敏原检测, 根据本研究仅 30% 的猫/狗皮屑 sIgE

阳性患者同步检测了霉菌 sIgE, 霉菌致敏漏检率高的情况, 提示猫狗皮屑过敏患者需要进一步完善霉菌过敏原检测的重要性, 有助于提升过敏原评估的全面性, 对于推动个体化精准诊疗具有临床价值。

综上所述, 本研究系统分析了猫皮屑、狗皮屑、霉菌 sIgE 过敏原在不同年龄组患者中的致敏模式及其与多种过敏性疾病的关联。结果表明, 在猫皮屑、狗皮屑及霉菌 sIgE 阳性患者中, 儿童期猫皮屑致敏率随年龄增长而升高, 且 AR 及 AR 合并 AD 是其最常见的单一和多病的过敏性疾病临床表现, 猫/狗皮屑过敏原 sIgE 和霉菌混合 mx2 过敏原 sIgE 存在协同相关性, 提示猫/狗皮屑过敏原与霉菌组分间可能存在抗原交叉反应性或共同致敏的潜在通路。未来研究需进一步探索多过敏原协同致敏的分子机制, 建立儿童 sIgE 年龄特异性参考值, 并优化联合检测策略, 为个体化脱敏治疗提供依据。

参考文献

- [1] Jutel M, Agache I, Zemelka-Wiacek M, et al. Nomenclature of allergic diseases and hypersensitivity reactions: adapted to modern needs: an EAACI position paper[J]. *Allergy*, 2023, 78(11): 2851-2874.
- [2] 贺雨, 刘爱平. 环境污染与儿童过敏性疾病相关性的研究进展[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2025, 46(2): 257-265.
He Y, Liu AP. Research progress on the correlation between environmental pollutants and allergic diseases in children[J]. *J Sun Yat-Sen Univ (Med Sci)*, 2025, 46(2): 257-265.
- [3] Guan K, Liu B, Wang M, et al. Principles of allergen immunotherapy and its clinical application in China: contrasts and comparisons with the USA[J]. *Clin Rev Allergy Immunol*, 2019, 57(1): 128-143.
- [4] Yang LF, Cai LM, Li M, et al. A 10-year retrospective study of alternative aeroallergens sensitization spectrum in urban children with allergic rhinitis [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2018, 14: 409-416.
- [5] Asarnoj A, Hamsten C, Wadén K, et al. Sensitization to cat and dog allergen molecules in childhood and prediction of symptoms of cat and dog allergy in adolescence: a BAMSE/MeDALL study [J]. *J Allergy Clin Immunol*. 2016, 137(3): 813-821.e7.
- [6] Zhou X, Quan Y, Ahmed SA, et al. The dual roles of fungi: allergens and pathogens [J]. *One Health Mycol*, 2025, 1(2), 54-78.
- [7] 刘文韬, 周昕, 冯佩英. 皮肤癣菌与过敏性疾病的相关性研究进展[J]. *新医学*, 2024, 55(10): 828-834.
- [8] Liu WT, Zhou X, Feng PY. Advances in the study of dermatophytes and allergic diseases [J]. *J New Med*. 2024, 55(10): 828-834.
- [8] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会鼻科组, 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会鼻科学组. 变应性鼻炎诊断和治疗指南(2015年, 天津)[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 51(1): 6-24.
Subspecialty Group of Rhinology, Editorial Board of Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery; Subspecialty Group of Rhinology, Society of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of allergic rhinitis (2015, Tianjin) [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 51(1): 6-24.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组. 支气管哮喘防治指南(2020年版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43(12): 1023-1048.
Asthma Group of Chinese Thoracic Society. Guidelines for bronchial asthma prevent and management (2020 edition) [J]. *Chin J Tuberc Respir Dis*, 2020, 43(12): 1023-1048.
- [10] Ebisawa M, Ito K, Fujisawa T, et al. Japanese guidelines for food allergy 2020 [J]. *Allergol Int*, 2020, 69(3): 370-386.
- [11] 中华医学会皮肤性病学分会荨麻疹研究中心. 中国荨麻疹诊疗指南(2018版)[J]. *中华皮肤科杂志*, 2019, 52(1): 1-5.
Centre for Urticaria Research, Chinese Society of Dermatology.

- Guideline for diagnosis and treatment of urticaria in China (2018)[J]. *Chin J Dermatol*, 2019, 52(1): 1-5.
- [12] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 我国过敏性结膜炎诊断和治疗专家共识(2018年)[J]. *中华眼科杂志*, 2018, 54(6): 409-414.
- Cornea Group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association. Expert consensus on the diagnosis and treatment of allergic conjunctivitis in China (2018) [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2018, 54(6): 409-414.
- [13] Zhu H, Huang Z, Liu T, et al. Sensitization to furry animals in patients with suspected allergic disease in China: a multicenter study [J]. *J Asthma Allergy*, 2022, 15: 1701-1712.
- [14] Chen H, Jiang Q, Yang Y, et al. Cross-reacting carbohydrate determinants inhibitor can improve the diagnostic accuracy in pollen and food allergy [J]. *J Asthma Allergy*, 2022, 15: 713-725.
- [15] Luo W, Huang H, Zheng P, et al. CCD inhibition test can improve the accuracy of the detection of pollen and seed food allergen-specific IgE in southern China [J]. *J Asthma Allergy*, 2021, 14: 439-447.
- [16] Li Y, Hu H, Zhang T, et al. Increase in indoor inhalant allergen sensitivity during the Covid-19 pandemic in south China: a cross-sectional study from 2017 to 2020 [J]. *J Asthma Allergy*, 2021, 14: 1185-1195.
- [17] Zahradnik E, Nöllenheidt C, Sander I, et al. Animal exposure, sensitization, and allergic symptoms in first-year veterinary medicine students[J]. *Allergol Sel*, 2024, 8: 51.
- [18] Purewal R, Christley R, Kordas K, et al. Socio-demographic factors associated with pet ownership amongst adolescents from a UK birth cohort[J]. *BMC Vet Res*, 2019, 15(1): 334.
- [19] 李宛珈, 黄志锋, 朱惠清, 等. 猫狗马动物皮屑相关的过敏性疾病流行病学调查研究[J]. *中华预防医学杂志*, 2022, 56(9): 1279-1288.
- Li WJ, Huang ZF, Zhu HQ, et al. Epidemiological investigation on allergic diseases related to animal dander of cats, dogs and horses [J]. *Chin J Prev Med*, 2022, 56(9): 1279-1288.
- [20] 孙丽芳, 付笑迎, 杨方华, 等. 深圳地区493例儿童变应性鼻炎过敏原检测结果分析[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2017, 9(3): 181-185.
- Sun LF, Fu XY, Yang FH, et al. The analysis of 493 cases of children allergic rhinitis allergen test results in Shenzhen area [J]. *J Mol Diagn Ther*, 2017, 9(3): 181-185.
- [21] 王炎, 田露芳, 龚静蓉, 等. 上海闵行区变应性鼻炎患者血清过敏原分析[J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(13): 1839-1842.
- Wang Y, Tian LF, Gong JR, et al. Analysis of serum allergens in patients with allergic rhinitis in Minhang district of Shanghai [J]. *Lab Clin Med*, 2021, 18(13): 1839-1842.
- [22] 潘丽艳, 苏姝. 长春西部地区1258例过敏原特异性IgE检测结果分析[J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(14): 102-104.
- Pan LY, Su S. Analysis on allergen specific IgE of 1258 patients from Western Changchun [J] *CCME*, 2020, 12(14): 102-104.
- [23] Voloshin S, Smoldovskaya O, Feyzkhanova G, et al. Patterns of sensitization to inhalant and food allergens among pediatric patients from the Moscow region (Russian Federation) [J]. *PLoS One*, 2018, 13(3): e0194775.
- [24] Stemeseder T, Klinglmayr E, Moser S, et al. Cross-sectional study on allergic sensitization of Austrian adolescents using molecule-based IgE profiling [J]. *Allergy*, 2017, 72(5): 754-763.
- [25] Schoos AM, Nwaru BI, Borres MP. Component-resolved diagnostics in pet allergy: current perspectives and future directions[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2021, 147(4): 1164-1173.
- [26] 孙凤卫, 周含, 张立松. 北京地区儿童过敏性鼻炎过敏原筛查结果分析[J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2023, 30(11): 719-722.
- Sun FW, Zhou H, Zhang LS. Analysis of allergen screening results of children with allergic rhinitis in Beijing area [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 30(11): 719-722.
- [27] Arikoglu T, Batmaz SB, Kuyucu S. Allergen sensitization patterns in atopic children in Mersin province of Turkey [J]. *Asthma Allergy Immunol*, 2022, 16(3): 157-164.
- [28] Zhou X, Liu W, Yang S, et al. Exploring the clinical features and risk factors for children tinea capitis complicated with allergic diseases[J]. *Mycoses*, 2023, 66(4): 338-345.
- [29] Hasan-Abad AM, Mohammadi M, Mirzaei H, et al. Impact of oligomerization on the allergenicity of allergens [J]. *Clin Mol Allergy*, 2022, 20(1): 5.
- [30] Kalyniuk V, Rodinkova V, Yuriev S, et al. Fungi-sensitized individuals have unique profiles where Alt a 1 dominates promoting response to grass, ragweed and cat allergens [J]. *Front Allergy*, 2024, 5: 1438393.
- [31] Linden CC, Misiak RT, Wegienka G, et al. Analysis of allergen specific IgE cut points to cat and dog in the childhood allergy study [J]. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 2011, 106(2): 153-158. e2.
- [32] Komata T, Söderström L, Borres MP, et al. The predictive relationship of food-specific serum IgE concentrations to challenge outcomes for egg and milk varies by patient age [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2007, 119(5): 1272-1274.