

## 症例報告

# 空気清浄機・加湿器が原因として疑われた 過敏性肺炎の10歳女児例

清 宮 優 香, 齋 藤 千 穂, 永 嶋 早 織,  
鈴 木 徹 臣, 田 中 文 子

済生会横浜市南部病院 小児科・新生児内科

**要 旨：**症例は生来健康な10歳女児。新型コロナウイルスの感染予防として自室で加湿器を継続稼働させていた。羽毛布団を新調した12月下旬頃より咳嗽が出現した。喘息として治療されたが改善乏しく、呼吸困難のため日常生活に支障を来すようになり、2月中旬に当科を紹介受診した。聴診で両側下背部にfine cracklesを聴取し、胸部CTで両肺の広範囲に小葉中心性のすりガラス陰影を認め、過敏性肺炎を疑い入院とした。入院による抗原回避と酸素投与で症状は著明に改善した。鳥関連過敏性肺炎を疑い、鳥関連製品の撤去を行い自宅退院としたが、翌日症状が再燃し、退院3日目に増悪したため再入院した。加湿器・空気清浄機の撤去後の自宅への試験外出、試験外泊では症状の再燃なく、臨床的に加湿器肺と診断した。沈降抗体反応検査ではインコの糞のみ陽性、貯留水の抗原検索は機器が処分されており行えなかった。発症1年6ヶ月時点まで再発なく経過しているが、呼吸機能検査では軽微な拘束性換気障害が残存しており、呼吸機能正常化まで長期的なフォローアップが必要と考える。新型コロナウイルス感染症の流行によって利用者が急増した加湿器は、不適切な使用により貯留水中に細菌、真菌等が増殖し、それらを原因抗原とした過敏性肺炎を引き起こし得るため注意が必要である。また、治療介入への反応の乏しい呼吸器症状を呈する症例では、本疾患の可能性も念頭に置き、丁寧な問診の上、適切な鑑別を行う必要がある。

**Key words:** 過敏性肺炎 (Hypersensitivity pneumonitis), 加湿器肺 (Humidifier lung),  
小児 (Children), 呼吸機能 (Pulmonary function test)

## 緒 言

過敏性肺炎は、環境中の様々な抗原物質に対するImmunoglobulin E (IgE) を介さない過敏性反応により、末梢気道、肺胞、周囲の間質組織にリンパ球性および肉芽腫性炎症を引き起こす疾患である<sup>1)</sup>。小児における有病率は地域により異なるが、デンマークの報告では小児人口100万に対し4例、発生率は1年あたり2例であり<sup>2)</sup>、成人と比較し小児では稀な疾患である。過敏性肺炎の最も有効な治療は抗原回避であるが、原因抗原は30~50%の症例で特定できないとされる<sup>3)</sup>。今回、抗原の同定には至らなかったが空気清浄機・加湿器の撤去により症状

の改善が得られた10歳女児の一例を経験した。入院時及び発症後1年6ヶ月間の経過について報告する。

## 症 例

**症例：**10歳女児

**主訴：**咳嗽、労作時呼吸困難

**既往歴：**スギ花粉症

**アレルギー歴：**食物なし、薬剤なし

**生活歴：**築5年の一戸建てに両親、同胞1人と共に居住。近隣に農業や畜産業関連の建物や施設、工業施設はない。購入後5-6年使用している超音波式加湿器と購入

清宮優香, 横浜市港南区港南台3丁目2番10号 (〒234-0054) 済生会横浜市南部病院 小児科・新生児内科  
(原稿受付 2023年2月13日/改訂原稿受付 2023年3月10日/受理 2023年3月20日)

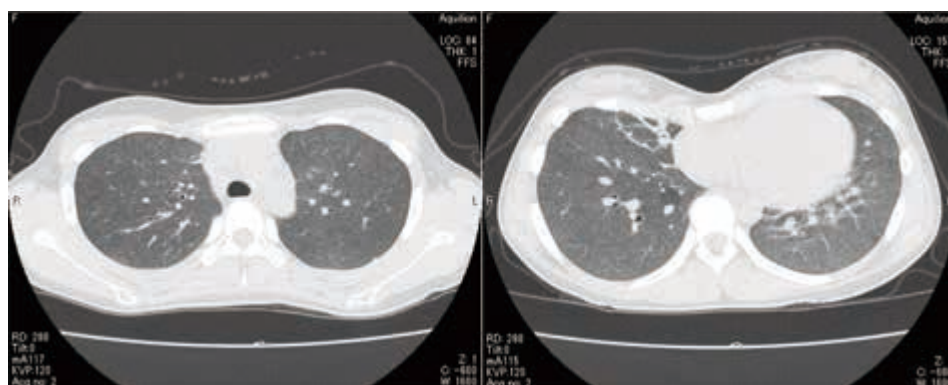


写真1 入院時胸部HRCT

両肺に広範に小葉中心性のすりガラス陰影を認めた。小葉間隔壁の肥厚や牽引性気管支・細気管支拡張、蜂巣肺の所見は認めなかった。

表1 入院時検査所見

<血液検査>		Na	138 mEq/L	<静脈血液ガス分析> FiO <sub>2</sub> 0.21	
WBC	10,000 /μL	K	4.1 mEq/L	pH	7.409
Seg	66.0 %	Cl	103 mEq/L	pCO <sub>2</sub>	40.9 mmHg
Band	0.0 %	Ca	9.6 mg/dL	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25.3 mEq/L
Lym	26.0 %	IP	4.9 mg/dL	BE	1.1 mEq/L
Mon	6.0 %	CRP	0.06 mg/dL	<ウイルス検査>	
Eos	1.0 %	KL-6	1417 U/mL	新型コロナウイルスPCR (-)	
Bas	1.0 %	SP-D	220.0 ng/mL	<呼吸機能検査(入院4日目)>	
RBC	531 × 10 <sup>4</sup> /μL	フェリチン	28 ng/mL	VC	1.09 L
Hb	14.4 g/dL	アスペルギルス抗体	(-)	%VC	43.0 %
Plt	30.1 × 10 <sup>4</sup> /μL	β-D-グルカン	<6.0 pg/mL	FEV <sub>1</sub>	1.04 L
TP	7.3 g/dL	カンジダ抗体	(-)	FEV <sub>1</sub> %	92.85 %
Alb	4.0 g/dL	トリコスポロン・アサヒ抗体	(-)	<呼気NO検査(入院4日目)>	
AST	22 IU/L	セキセイインコIgG	16.27 mgA/L	呼気NO	
ALT	10 IU/L	ハトIgG	22.57 mgA/L	6 ppb	
LDH	190 IU/L	オウムIgG	15.88 mgA/L		
γ-GTP	14 IU/L	マイコプラズマ抗体(PA法)	80 倍		
T-Bil	0.6 mg/dL	百日咳 PT-IgG	3 EU/mL		
BUN	12 mg/dL	百日咳 FHA-IgG	2 EU/mL		
Cre	0.55 mg/dL	IgE RIST	675 IU/mL		
UA	5.9 mg/dL	RAST ヤケヒョウダニ	34.9 U <sub>A</sub> /mL		
CK	42 IU/L	RAST スギ	82.2 U <sub>A</sub> /mL		
		抗核抗体	40 倍		

後1年未満の加湿形式不明の加湿空気清浄機の2つを、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染予防対策として、継続的に兄の部屋で稼働させていた。COVID-19の影響により自宅で過ごす時間は以前と比較すると長かった。受診約2ヶ月前であるX年12月に家族全員の羽毛布団を新調した。ペット飼育なし。学校・自宅近隣での鳥類との接触なし。

家族歴：母：気管支喘息，父：アレルギー性鼻炎。

現病歴：X年12月下旬より咳嗽が出現した。1月に近医を受診したところ気管支喘息が疑われ、ロイコトリエン拮抗薬内服，サルメテロールキシナホ酸塩・フルチカゾンプロピオン酸エステル合剤の吸入，ツロブテロールテープ貼付，プロカテロール吸入等の治療を約1ヶ月間に渡り受けたが，症状の改善は認めなかった。次第に呼吸困難が出現し，小学校の4階までの階段を休

まずに上れなくなった。また体育の授業や習い事の剣道に参加できなくなった。2月中旬に当院を紹介受診した。

入院時所見：体温36.8度，心拍数106回/分，呼吸数28回/分，血圧110/72mmHg，酸素飽和度95%（室内気）。口唇・末梢チアノーゼなし，咽頭発赤なし，頸部リンパ節腫脹なし，背部からの聴診で両側下背部にfine cracklesを聴取する，腹部平坦・軟，末梢冷感なし，皮疹なし。

血液検査ではWBC 10,000/μl（Neut 66.0%，Lymph 26.0%），CRP 0.06mg/dlと白血球数の上昇を認めた。静脈血液ガス分析では呼吸性アシドーシスは認めなかった。Krebs von den Lungen-6（KL-6）1417 U/ml，Surfactant Protein D（SP-D）220ng/mlと上昇を認めた。その他は異常を認めず，自己抗体やβ-D-グルカン，ア

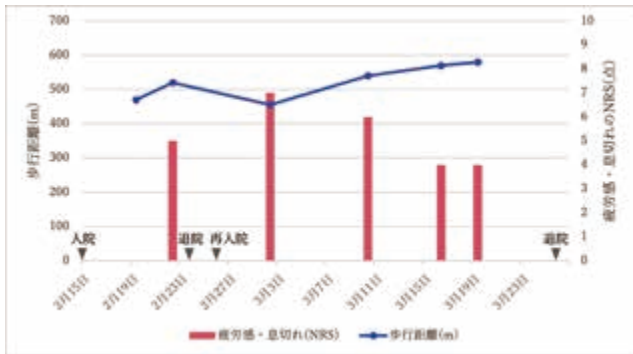


図1 6分間歩行試験と試験中の自覚症状の推移

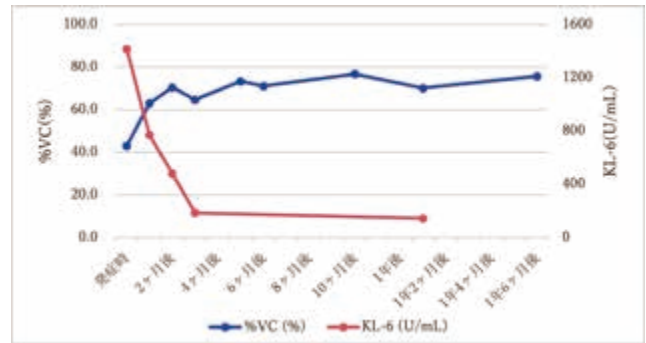


図2 %VCとKL-6数値の推移

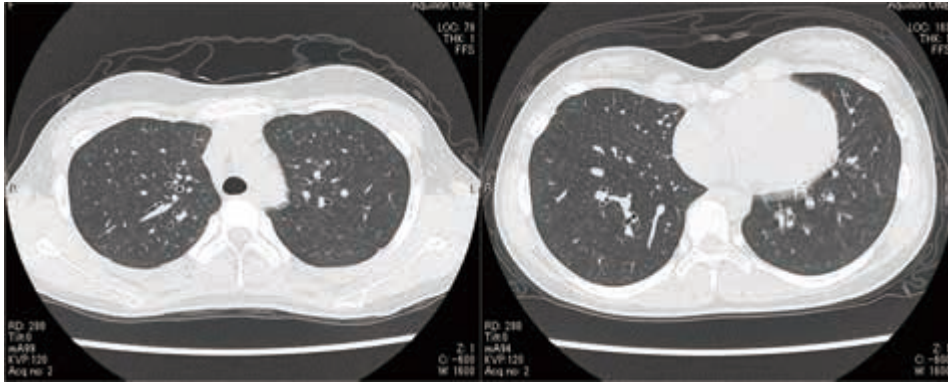


写真2 発症2ヶ月後の胸部HRCT (退院1ヶ月後)  
両肺の広範な小葉中心性のすりガラス陰影は消失した。

スベルギルス抗体、カンジダ抗体、トリコスポロンアサヒ抗体についてもいずれも上昇はなかった(表1)。胸部のhigh resolution CT (HRCT) では、両肺の広範囲に小葉中心性のすりガラス陰影を認めた。小葉間隔壁の肥厚や牽引性気管支・細気管支拡張、蜂巣肺の所見は認めなかった(写真1)。入院4日目に施行した呼吸機能検査では拘束性換気障害を認めた(表1)。

**入院後経過：**身体所見、胸部画像所見から亜急性過敏性肺炎が疑われ、抗原回避目的に入院とした。安静時の呼吸困難の訴えはなかったものの、室内気でSpO<sub>2</sub> 90%前後の酸素化不良があり酸素投与を要した。入院による抗原回避のみで咳嗽や酸素化は改善し、入院4日目以降は酸素投与を要さなかった。入院10日に行った血液検査ではKL-6、SP-Dの低下を認め、HRCTではすりガラス陰影の改善傾向を認めた。入院前に羽毛布団を新調し多量の羽毛が出てくるようになったとの病歴から、この時点では鳥関連過敏性肺炎の可能性を疑い、羽毛布団など鳥関連製品や羽毛の付着している可能性のあるソファ、カーペットの撤去などを行った上で、入院10日目に自宅退院とした。

退院した翌日の夜に、家庭用パルスオキシメーターで安静時の心拍数が130回/分程度まで上昇した。退院翌々日も同様に安静時の頻脈が持続し、労作時の呼吸困難が再燃したため当院を受診した。受診時、室内気でSpO<sub>2</sub> 94%と低下していた。また、血液検査でWBC 10,400/μl (Neut 78.3%, Lymp 16.1%), CRP 1.08mg/dl

と炎症反応上昇も併せて認めたことから、過敏性肺炎の再燃と考え再度入院とした。

再入院時も、入院による抗原回避のみで臨床症状は速やかに改善した。呼吸困難の自覚症状は入院1日目に改善し、また酸素投与は入院3日目より不要となった。入院中に胸部X線、6分間歩行試験、呼吸機能検査を反復して施行し、自覚症状の改善に加えて他覚的な所見も改善したことを確認した(図1)。

退院にあたり鳥関連製品の除去を行ったにも関わらず再燃したこと、初回入院時に提出したトリコスポロンアサヒ抗体、セキセイインコIgG、ハトIgG、オウムIgGがいずれも陰性であったことから、夏型過敏性肺炎および鳥関連過敏性肺炎の可能性は低いと考えられた。加湿器を継続的に使用していたという病歴から、加湿器肺の可能性を想定し、加湿器・空気清浄機の撤去、児の部屋のエアコンの新調等の自宅の環境整備を再度行った。臨床症状及び各種検査所見の改善を確認した上で、入院20日目に6時間の自宅への試験外出、入院26-27日目に試験外泊を行い、抗原が除去されているか、症状再燃がないか確認を行った。外出、外泊の前後で血液検査、呼吸機能検査、胸部X線検査を行い、臨床症状と合わせて判定を行った。外出、外泊いずれも症状の再燃は認めず、抗原が除去できたと判断し、入院30日目に自宅退院とした。

原因検索目的に、国立病院機構相模原病院に原血清を用いた18種類の血清沈降抗体反応検査を依頼したと



ころ、「インコの糞」のみ陽性であったが、臨床経過と併せて考えると鳥関連過敏性肺炎は否定的であり、臨床的に加湿器・空調関連の過敏性肺炎と診断した。

**退院後経過：**退院後、約1ヶ月で撮影したHRCTではすりガラス陰影の改善を認めた（写真2）。退院後、約1年6ヶ月の時点では再発なく経過している。また呼吸機能検査では、退院後1年6ヶ月の時点で%VC（vital capacity）75.7%、FEV<sub>1</sub>%（forced expiratory volume % in one second）103.2%の結果であった。入院時と比較すると著明に改善したが、抗原回避開始5ヶ月後以降はプラトーに達しており、正常化は得られていない。KL-6とSP-Dの再上昇は認めず正常範囲内で経過している（図2）。

## 考 察

加湿器肺は、1970年に初めて報告された過敏性肺炎の一病型である<sup>4)</sup>。本邦では夏型過敏性肺炎が過敏性肺炎のうちの70%以上を占め、加湿器肺の報告は4.3%と比較的稀である<sup>5)</sup>。欧米では加熱式の加湿器の使用が多いため、当初好熱性微生物の関与が報告されてきたが、本邦においては加熱を要さない超音波式の加湿器の普及率が高く、超音波式加湿器の使用による加湿器肺の報告が多い<sup>6-8)</sup>。超音波式あるいは気化式加湿器の貯留水は、細菌、真菌、抗酸菌等により容易に汚染され<sup>9)</sup>、加湿器から噴霧される汚染された水滴を反復吸入することで他の過敏性肺炎同様、Ⅲ型およびⅣ型アレルギー反応が中心となり、過敏性肺炎を発症するとされる。また加湿器肺ではグラム陰性桿菌の細胞壁構成成分であるエンドトキシンの関与も報告されており、加湿器の貯留水に含まれる高濃度のエンドトキシンが、炎症性サイトカインの放出等の生体防御反応による肺障害を惹起すると推測されている<sup>10-14)</sup>。

本症例は小児例であり、当院で施行可能な検査が限られていたため、施行した検査では明らかな原因抗原を特定することができなかった。過去の加湿器肺の症例報告では、加湿器の貯留水と患者血清の沈降抗体反応<sup>7)</sup>、貯留水に対する患者血液のリンパ球刺激試験での陽性の反応<sup>15)</sup>や、また貯留水のエンドトキシン濃度の上昇<sup>10,14)</sup>などが報告されている。本症例は、加湿器肺の原因抗原を含む18種の抗原に対する沈降抗体反応検査を施行したが、インコの糞以外は全て陰性であった。原因と推測される加湿器・空気清浄機が既に処分されていたため貯留水を用いた検査は行えなかったが、処分後の外泊では症状が再燃せず、退院後も長期的に再発なく経過していることから、加湿器肺と臨床的に診断した。

一般に小児の過敏性肺炎は、慢性例を含む患者群であってもステロイドや抗原回避等の治療介入により著明

な改善を示し、臨床的な長期予後は良好であるとされているが<sup>1,2,16,17)</sup>、本症例では臨床症状は速やかに改善したにも関わらず呼吸機能検査で長期に渡り正常化が得られていない。%VCは入院時の43.0%から抗原回避開始後1ヶ月で63%、2ヶ月で70%まで改善したが、5ヶ月後以降はプラトーに達しており1年6ヶ月後の時点でも75.7%に留まっている（図2）。小児期に過敏性肺炎に罹患し現在は治療が完了している患者のコホートにおいて、最大酸素摂取量（peak oxygen uptake, VO<sub>2peak</sub>）や肺活量（VC）、肺拡散能力（diffusing capacity of the lung for carbon monoxide, DLco）等の数値が数年間のフォローアップ期間中に正常化しない症例が一定数あることが報告されているが、正常化しない症例と原因抗原や診断時の画像所見との関連は認めず、正確な機序は不明であった<sup>18)</sup>。小児期の過敏性肺炎を成人期に至るまで継続的にフォローアップしている報告はなく、本症例で認めたような軽微な拘束性換気障害が今後どう推移していくのかは明らかではない。臨床的な症状の再燃を認めない場合でも、少なくとも呼吸機能正常化までは、長期的なフォローアップが必要と考えられる。

昨今の新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、加湿器や空気清浄機を使用する家庭は増加傾向にある。日本電気工業会（JEMA）によると、日本国内における2020年度の出荷額は、前年度と比較して空気清浄機は100.7%増、加湿器は34.1%増であったと報告されている。本症例でも、新型コロナウイルス感染症を予防する目的で、在宅時は常にリビングと児の部屋で加湿器および空気清浄機を使用しており、またステイホームの影響で自宅で過ごす時間は以前より増加していた。このコロナ禍で日本国内における加湿器肺が増えたとの報告があり<sup>19)</sup>、今後本症例のようなケースは増加することが予想される。また、推奨された通りのメンテナンスが行われていない保守不良の加湿器からは、貯留水や吹き出し口より多彩な細菌や真菌が検出され、貯留水には大量のエンドトキシンを含むことも報告されている<sup>9)</sup>。本症例で使われていた超音波式加湿器は、1シーズンに1回のフィルター交換や掃除は行っていたものの、使用シーズン中の定期的な内部の洗浄は行われていなかった。また加湿空気清浄機については、購入後1年未満の新しいものであったためタンクの水の交換のみで本体内部の洗浄は行われておらず、内部は肉眼的に可視できるほどの汚染を認めていた。加湿器が過敏性肺炎の原因となることについて、世間一般での認知度は低く、推奨されたメンテナンスが適切に行われていない家庭は想像以上に多いと思われる。加湿器肺の発症を未然に防ぐためには、正しいメンテナンスが必須であることを広く認知させる必要がある。

新型コロナウイルス感染症の流行によって利用者が急増した加湿器・空気清浄機は、不適切な使用により、年

齢を問わず過敏性肺炎を引き起こし得る。過敏性肺炎は非特異的な呼吸器症状で発症し、小児例は成人と比較すると少数であるため、気管支喘息や感染症など他の疾患として治療・経過観察されることも多い。治療介入への反応性の乏しい呼吸器症状を呈する症例では、本疾患の可能性も念頭に置き、生活環境についての丁寧な問診で適切な鑑別を行う必要がある。

## 謝 辞

血清沈降抗体反応検査を施行していただきました国立病院機構相模原病院 臨床研究センター、齋藤明美先生に深謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Wawszczak M, Bielecka T, Szczukocki M: Hypersensitivity pneumonitis in children. *Ann Agric Environ Med*, **28**: 214–219, 2021.
- 2) Buchvald F, Petersen BL, Damgaard K, et al.: Frequency, treatment, and functional outcome in children with hypersensitivity pneumonitis. *Pediatr Pulmonol*, **46**: 1098–1107, 2011.
- 3) Raghu G, Remy-Jardin M, Ryerson CJ, et al.: Diagnosis of hypersensitivity pneumonitis in adults. An official ATS/JRS/ALAT clinical practice guideline. *Am J Respir Crit Care Med*, **202**: e36–e69, 2020.
- 4) Banaszak EF, Thiede WH, Fink JN: Hypersensitivity pneumonitis due to contamination of an air conditioner. *N Engl J Med*, **283**: 271–276, 1970.
- 5) Ando M, Arima K, Yoneda R, Tamura M: Japanese summer-type hypersensitivity pneumonitis. Geographic distribution, home environment, and clinical characteristics of 621 cases. *Am Rev Respir Dis*, **144**: 765–769, 1991.
- 6) 坂本 晋: コロナ禍で増加している意外と身近な間質性肺疾患 – 過敏性肺炎として認知されにくい加湿器肺について –. *日本肺サーファクタント・界面医学学会雑誌*, **53**: 7–12, 1991.
- 7) Suda T, Sato A, Ida M, Gemma H, Hayakawa H, Chida K: Hypersensitivity pneumonitis associated with home ultrasonic humidifiers. *Chest*, **107**: 711–717, 1995.
- 8) 手塚純一郎: 慢性咳嗽を主訴として来院した超音波式加湿器による過敏性肺炎(加湿器肺)の5歳男児例. *日本小児呼吸器学会雑誌*, **24**: 109–114, 2013.
- 9) 大西康貴, 河村哲治, 田中博子, 他: 家庭用加湿器の貯留水と吹出気における微生物の検討. *日本サルコイドーシス/肉芽腫性疾患学会雑誌*, **39**: 65–71, 2019.
- 10) Ohnishi H, Yokoyama A, Hamada H, et al.: Humidifier lung: possible contribution of endotoxin-induced lung injury. *Intern Med*, **41**: 1179–1182, 2002.
- 11) Flaherty DK, Deck FH, Cooper J, et al.: Bacterial endotoxin isolated from a water spray air humidification system as a putative agent of occupation-related lung disease. *Infect Immun*, **43**: 206–212, 1984.
- 12) Rylander R, Haglund P, Lundholm M, Mattsby I, Stenqvist K: Humidifier fever and endotoxin exposure. *Clin Allergy*, **8**: 511–516, 1978.
- 13) Rylander R, Haglund P: Airborne endotoxins and humidifier disease. *Clin Allergy*, **14**: 109–112, 1984.
- 14) 仲谷善彰, 塩田智美, 坂本匡一, 他: 多数の抗原とエンドトキシンの関与が疑われた加湿器肺の1例. *日本胸部疾患学会雑誌*, **35**: 1232–1237, 1997.
- 15) 妹川史朗, 西本幸司, 鈴木清一郎, 他: グラム陰性菌や真菌の関与が示唆された加湿器肺の1例. *日本サルコイドーシス/肉芽腫性疾患学会雑誌*, **31**: 41–46, 2011.
- 16) Fan LL: Hypersensitivity pneumonitis in children. *Curr Opin Pediatr*, **14**: 323–326, 2002.
- 17) Griesse M, Haug M, Hartl D, Teusch V, Glöckner-Pagel J, Brasch F: Hypersensitivity pneumonitis: lessons for diagnosis and treatment of a rare entity in children. *Orphanet J Rare Dis*, **8**: 121, 2013.
- 18) Sisman Y, Buchvald F, Blyme AK, Mortensen J, Nielsen KG: Pulmonary function and fitness years after treatment for hypersensitivity pneumonitis during childhood. *Pediatr Pulmonol*, **51**: 830–837, 2016.
- 19) Shimoda M, Morimoto K, Tanaka Y, et al.: Increase in humidifier lung cases owing to coronavirus disease 2019. *Respir Investig*, **59**: 706–707, 2021.

**Abstract**

A CASE OF HYPERSENSITIVITY PNEUMONITIS SUSPECTED FROM HUMIDIFIER USE

Yuka KIYOMIYA, Chiho SAITO, Saori NAGASHIMA,  
Tetsuomi SUZUKI, Fumiko TANAKA

*Department of Pediatrics, Saiseikai Yokohamashi Nanbu Hospital*

The patient was a 10-year-old girl who had been using a humidifier in her room as a preventive measure against COVID-19 infection. She began coughing in late December after she got a new duvet. She was treated as having asthma, but her cough did not improve, and she gradually developed respiratory distress. She was referred to our department in mid-February because of difficulty in her daily life. On auscultation, fine crackles were heard in bilateral lower lung fields, and chest computed tomography showed diffuse ground-glass opacities in both lungs. Based on these findings, she was hospitalized for possible hypersensitivity pneumonitis. Her symptoms improved markedly with antigen avoidance and oxygenation. She was initially suspected of having bird fancier's lung. She was discharged after bird-related products were removed. However, the symptoms flared up, and she was re-admitted to the hospital on the third day after discharge. After removing the humidifier and air purifier, there was no recurrence of symptoms during an overnight stay at home. Therefore, she was clinically diagnosed as having humidifier lung. Precipitating antibodies were detected only for parakeet feces. Antigen identification in humidifier water could not be performed because the devices had already been discarded. Although the patient has had no recurrence to date (one year and six months after the onset of the disease), respiratory function tests showed that she still had a slight restrictive ventilatory impairment. Long-term follow-up may be necessary until her respiratory function is normalized. Humidifiers, whose use increased rapidly with the outbreak of COVID-19, can cause hypersensitivity pneumonitis due to the growth of bacteria, fungi, and acid-fast bacilli without appropriate maintenance. In patients presenting with respiratory symptoms that have a poor response to treatment, the possibility of hypersensitivity pneumonitis should be kept in mind, and appropriate differentiation should be made after a careful interview.