Cleaning Products and Occupational Asthma

*Sivakorn Suntinipanon, M.D.**
*Jate Ratanachina, M.D., Ph.D.**
*Pornchai Sithisarankul, M.D., Dr.P.H.**

Abstract

Exposure to cleaning products is a common cause of occupational asthma. Several epidemiological studies have found the association between cleaning products and asthma. Causative agents of asthma are composed of 1) sensitizers such as quaternary ammonium compounds and glutaraldehyde and 2) irritants such as bleach. Cleaners and health care workers are common occupations at risk of exposure. Occupational risk factors consist of spraying cleaning products and duration of work. Occupational asthma is a preventable disease so that learning on these causative agents of asthma is useful for preventive measures and medical surveillance.

Keywords: cleaning products; occupational asthma

*Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

Received: February 15, 2023; Revised: June 30, 2023; Accepted: August 21, 2023

สารทำความสะอาดและโรคหืดจากการทำงาน

*ศิวกร สันตินิภานนท์, พ.บ.**
*เจตน์ รัตนจีนะ, พ.บ.,ปร.ด.**
*พรชัย สิทธิศรัณย์กุล, พ.บ., ส.ด.**

บทคัดย่อ

การสัมผัสสารทำความสะอาดเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหืดจากการทำงาน การศึกษาทางระบาดวิทยาหลายการศึกษาพบว่า สารทำความสะอาดหลายชนิดสัมพันธ์กับการเกิดโรคหืด สารก่อโรคหืดที่พบได้ในสารทำความสะอาดมีทั้ง 1) สารก่อภูมิแพ้ เช่น สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมและกลูตารัลดีไฮด์ และ 2) สารระคายเคือง เช่น สารฟอกขาว โดยพบว่าอาชีพที่เป็นกลุ่มเสี่ยงในการสัมผัส ได้แก่ พนักงานทำความสะอาดและบุคลากรทางการแพทย์ โดยปัจจัยเสี่ยงด้านการทำงาน ได้แก่ การใช้สเปรย์ทำความสะอาดและระยะเวลาในการทำงาน โรคหืดจากการทำงานเป็นโรคที่สามารถป้องกันได้ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารก่อโรคหืดในสารทำความสะอาดจะช่วยในการกำหนดมาตรการป้องกันโรคและการเฝ้าระวังสุขภาพได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : สารทำความสะอาด; โรคหืดจากการทำงาน

*ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้รับต้นฉบับ: 15 กุมภาพันธ์ 2566; แก้ไขบทความ: 30 มิถุนายน 2566; รับลงตีพิมพ์ 21 สิงหาคม 2566

บทนำ

สาเหตุการเสียชีวิตกว่าหนึ่งในสามของอุบัติเหตุหรือโรคที่เกี่ยวเนื่องจากงานมีสาเหตุมาจากโรคปอด[1] โรคหืดจากการทำงาน (occupational asthma) เป็นโรคปอดจากการประกอบอาชีพที่พบได้บ่อย และยังเป็นสาเหตุทำให้มีจำนวนผู้เสียชีวิตมากที่สุดในภูมิภาคเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้[2] สารทำความสะอาด เป็นหนึ่งในสารก่อโรคหืด โดยการศึกษาในประเทศอุตสาหกรรม เช่น ในสหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักรพบว่า สาเหตุของโรคหืดจากการทำงานที่มาจากสารทำความสะอาดมีสถิติเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา[3-4] จะเห็นได้ว่าสารทำความสะอาดเป็นหนึ่งในสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคหืด และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในแต่ละปี การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารทำความสะอาดที่สัมพันธ์กับโรคหืดจากการทำงาน ในด้านการศึกษาทางระบาดวิทยา กลไกก่อโรคที่เกี่ยวข้องและมาตรการป้องกันที่เหมาะสม

โรคหืดจากการทำงาน (Occupational asthma)

โรคหืด (asthma) เป็นโรคที่มีการอักเสบเรื้อรังของระบบการหายใจ ประกอบด้วยภาวะหลอดลมไวเกิน และการอุดกั้นของหลอดลม โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาและปัจจัยหรือสิ่งกระตุ้น ทำให้เกิดอาการทางระบบหายใจต่างๆ เช่น หายใจเสียงหวีด หอบเหนื่อย หายใจสั้นและถี่ แน่นหน้าอก อาการไอ เป็นต้น[5]

โรคหืดจากการทำงาน (Occupational asthma) หมายถึง โรคหืดที่เกิดจากการสัมผัสกับสารหรือสิ่งแวดล้อมในการทำงานซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคหืด โดยที่ผู้ป่วยไม่เคยได้รับการตรวจ พบว่าเป็นโรคหืดมาก่อนหรือในคนที่เคยเป็นโรคหืดแต่มีการสงบของโรคแล้ว[6] โรคหืดจากการทำงานแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ 1) Sensitizer-induced occupational asthma และ 2) Irritant-induced occupational asthma สำหรับ Sensitizer-induced occupational asthma เป็น โรคหืดที่เกิดขึ้นหลังจากสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ในที่ทำงาน โดยผ่านกลไกระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยมีระยะเวลาแฝง (latency period) หลังจากการสัมผัสสารนั้น ๆ แบ่งประเภทสารก่อโรคได้อีก 2 ชนิดคือ 1) High-molecular weight คือสารโมเลกุลใหญ่ มักกระตุ้นการเกิดโรคหืดผ่านกลไก IgE-dependent mechanism ตัวอย่างสาร เช่น โปรตีนจากสัตว์ อาหารทะเล ยางลาเท็กซ์ แป้ง เอนไซม์ เป็นต้น และ 2) Low-molecular weight คือสารโมเลกุลเล็กมักกระตุ้นการเกิดโรคหืดผ่านกลไก non-IgE dependent mechanism เช่น isocyanate, acid anhydrides และ platinum salts[7] สำหรับ Irritant-induced occupational asthma คือ โรคหืดที่เกิดขึ้นหลังจากสัมผัสสารระคายเคืองในการทำงาน ก่อให้เกิดการอักเสบและระคายเคืองของระบบการหายใจ โดยไม่ผ่านกลไกระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ตัวอย่างสาร เช่น ammonia glutaraldehyde ฝุ่นควันไฟ chlorine เป็นต้น

สารที่ก่อให้เกิดโรคหืดจากการทำงานนั้นมีมากกว่า 350 ชนิด[8] มีความสัมพันธ์กับอาชีพที่มีความเสี่ยงที่ต้องมีการสัมผัสในการทำงาน เช่น พนักงานเบเกอรี่ที่ต้องมีการสัมผัสแป้ง บุคลากรทางการแพทย์ที่เป็นการสัมผัสยางลาเท็กซ์และสารทำความสะอาด พนักงานทำความสะอาดที่

มีการสัมผัสสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด พนักงานโรงงานอุตสาหกรรม ช่างทำผมที่ต้องมีการสัมผัสสารเคมี เป็นต้น[9]

การรักษาหลักของโรค คือการลดการสัมผัสปัจจัยหรือสิ่งกระตุ้นของโรค มาตรการป้องกันโรคมีความสำคัญ ช่วยลดการดำเนินของโรค ส่งผลให้การพยากรณ์โรคดีขึ้น[10]

สารทำความสะอาด (Cleaning products)

สารทำความสะอาด หมายถึง สารที่ใช้ในการทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อพื้นผิวในสภาพแวดล้อมการทำงานทั่วไป ถูกนำไปใช้ในสถานที่หลากหลายทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน การสัมผัสในการทำงานเกิดขึ้นได้ทั่วไป เกิดขึ้นทั้งในภาคอุตสาหกรรมและที่ไม่ใช่ภาคอุตสาหกรรม[11] สารทำความสะอาดจัดเป็นหนึ่งในสารก่อโรคที่พบได้บ่อยในโรคหืดจากการทำงาน ไม่เพียงแต่อาชีพพนักงานทำความสะอาดเท่านั้นที่มีการสัมผัสกับสารทำความสะอาด อาชีพอื่น ๆ ก็มีโอกาสสัมผัสในการทำงานด้วยเช่นกัน เช่น บุคลากรทางการแพทย์ คนเลี้ยงสัตว์ พนักงานประกอบอาหาร เป็นต้น[12] ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ประกอบด้วยส่วนผสมของสารเคมีที่หลากหลายตัวอย่างเช่น สารฆ่าเชื้อ (disinfectants) สารซักฟอก (detergents) สารที่มีฤทธิ์เป็นเบส (alkaline agents) สารที่มีฤทธิ์เป็นกรด (acids) ตัวทำละลาย (solvents) เป็นต้น[13]

การศึกษาแบบทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์อภิมานหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการสัมผัสสารทำความสะอาดนั้นเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหืดมากขึ้น เช่น การศึกษาของ Olia Archangelidi และคณะ ค.ศ. 2020 โดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก 21 การศึกษาพบว่าพนักงานทำความสะอาดเพิ่มความเสี่ยงในการเป็นโรคหืดถึง 1.5 เท่า (RR = 1.50; 95%CI 1.44-1.56)[14] สอดคล้องกับการศึกษาของ Karla Romero Starke และคณะ ค.ศ. 2021 พบว่าพยาบาลที่สัมผัสสารทำความสะอาดมีความเสี่ยงของการเกิดโรคหืด 1.67 เท่า (RR = 1.67; 95%CI 1.11-2.50)[15] และการศึกษาของ Kelly T. L. Dang ค.ศ. 2022 พบว่าการสัมผัสสารทำความสะอาดเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหืดในผู้ที่ทำงานที่โรงพยาบาล 1.35 เท่า (RR = 1.35; 95%CI 1.09-1.68)[16] (ตาราง 1)

ตาราง 1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการสัมผัสสารทำความสะอาดกับโรคหืดของการศึกษาต่าง ๆ

ผู้แต่ง	ปี	กลุ่มตัวอย่าง	ผลการศึกษา
Olia Archangelidi และคณะ[14]	2020	พนักงานทำความสะอาด	meta-RR = 1.50; 95%CI 1.44-1.56
Karla Romero Starke และคณะ[15]	2021	พยาบาล	pooled RR = 1.67; 95%CI 1.11-2.50
Kelly T. L. Dang และคณะ[16]	2022	พนักงานทำความสะอาด	meta-RR = 1.35; 95%CI 1.09-1.68

โดยพบว่าปัจจัยเสี่ยงของการใช้สารทำความสะอาดในการทำงานคือ การใช้สารทำความสะอาดชนิดสเปรย์ โดยการศึกษาของ Jan-Paul Zock และคณะ ค.ศ. 2007 พบว่าการใช้สเปรย์ในการทำความสะอาดเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหืด 2.11 เท่า (RR = 2.11; 95%CI 1.15-3.89)[17] อีกหนึ่งปัจจัยคือ ระยะเวลาในการทำงาน โดยการศึกษาของ Oistein Svanes และคณะ ค.ศ. 2015 ทำการศึกษาในพนักงานทำความสะอาดกว่า 13,499 คน พบว่าระยะเวลาในการทำงานตั้งแต่ 4 ปีเพิ่มความเสี่ยงของการเป็นโรคหืดตอนเป็นผู้ใหญ่ 1.6 เท่า (OR 1.6; 95%CI 1.2-2.1) ของผู้ที่มีระยะเวลาในการทำงานน้อยกว่า 4 ปี[18]

สารทำความสะอาดประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด กลไกการเกิดโรคหืดจากสารทำความสะอาด เกิดจากการหายใจรับสารเคมีทั้งชนิดที่เป็นสารก่อภูมิแพ้ (sensitizer) เช่น Quaternary ammonium compound, amine compound และ aldehydes และชนิดที่เป็นสารระคายเคือง (irritant) เช่น สารฟอกขาว, hypochlorite และ alkaline agents[19]

การศึกษาของ G.I. Walters และคณะ ค.ศ. 2018 ในสหราชอาณาจักร ระหว่าง ค.ศ. 2000 - 2016 สารทำความสะอาดที่พบว่าเป็นสาเหตุของโรคหืดจากการทำงานมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ chloramines (ร้อยละ 31) glutaraldehyde (ร้อยละ 26) และ quaternary ammonium compounds (ร้อยละ 20) ตามลำดับ[20]

สารก่อภูมิแพ้

สารก่อภูมิแพ้ (sensitizer) คือ สารที่สามารถก่อให้เกิดโรคหืดได้ ผ่านทางระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย สารทำความสะอาดจัดอยู่ในกลุ่มสารโมเลกุลเล็ก ซึ่งมักจะกระตุ้นโรคหืดผ่านกลไก non-IgE dependent mechanism ซึ่งกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายผ่านกลไกอื่น เช่น ผ่านกลไก cell-mediated แต่มีข้อมูลพบว่าสารโมเลกุลเล็กบางสารก็สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันโดยการสร้าง specific IgE antibodies ได้เช่นกัน[8] ตัวอย่างสารทำความสะอาดที่จัดเป็นสารก่อภูมิแพ้ เช่น สาร quaternary ammonium compounds สาร glutaraldehyde เป็นต้น

Quaternary ammonium compounds

Quaternary ammonium compounds (QAC หรือ quats) เป็นสารที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายเป็นส่วนประกอบสำคัญในสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อพื้นผิว เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะในโรงพยาบาล และโรงงานผลิตอาหาร เนื่องจากมีความสามารถในการฆ่าเชื้อที่กว้างและครอบคลุมเชื้อต่าง ๆ[21] ตัวอย่างชื่อสารที่พบได้บ่อยคือ Benzalkonium chloride สารquaternary ammonium สามารถกระตุ้นก่อให้เกิดโรคหืดได้ทั้งจากกลไก sensitizer induced asthma และ irritant induced asthma[22]

มีการศึกษาหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสาร quaternary ammonium compound กับโรคหืด เช่นการศึกษาของ Christophe Paris และคณะใน ค.ศ. 2012 แสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคหืดที่เกี่ยวเนื่อง

กับงานในผู้ที่สัมผัสสาร quaternary ammonium compound ในฝรั่งเศสจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลใน ค.ศ. 2001 - 2009[23] สอดคล้องกับการศึกษาของ M. Gonzalez และคณะใน ค.ศ 2013 ทำการศึกษาในสถานพยาบาล 7 แห่งในบุคลากรทางแพทย์พบว่า การสัมผัสสาร quaternary ammonium compounds เพิ่มความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการได้รับการวินิจฉัยโรคหืดโดยแพทย์ (OR 7.5, 95CI; 1.84-31.05)[19]

Glutaraldehyde

Glutaraldehyde เป็นสารทำความสะอาดที่พบได้บ่อยในโรงพยาบาล โดยเฉพาะใช้การทำความสะอาดอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น endoscopes เนื่องจากเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อสูง จัดเป็นสารก่อโรคหืดชนิด sensitizer ที่มีกลไกผ่าน IgE-mediated mechanism[22,24] ก่อนหน้านี้มีการรายงานกรณีศึกษาผู้ป่วยโรคหืดจาก glutaraldehyde หลายการศึกษาด้วยกัน เช่น การศึกษาของ TH Ong และคณะ ค.ศ. 2004 รายงานกรณีศึกษาผู้ป่วยโรคหืดจาก glutaraldehyde ยืนยันการวินิจฉัยโดยใช้ specific inhalation test[25] หรือการศึกษาของ Moira Chan-Yeung และคณะ ค.ศ. 1995 รายงานกรณีศึกษาผู้ป่วยโรคหืดในนักเทคนิคการแพทย์จาก glutaraldehyde ยืนยันการวินิจฉัยโดย workplace challenge test[26] และการศึกษาแบบทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์อภิมานของ Karla Romero Starke และคณะ ค.ศ. 2021 พบว่า พยาบาลที่ทำงานสัมผัส glutaraldehyde เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหืด 1.91 เท่า (RR = 1.91; 95%CI 1.35-2.70)[15]

สถิติจากสหราชอาณาจักร พบว่า ในช่วง ค.ศ. 1990 – 1997 มีการพบเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคหืดจาก glutaraldehyde จากร้อยละ 1.3 เป็นร้อยละ 5.6[27] ในขณะที่ข้อมูลหลัง ค.ศ. 2003 แนวโน้มผู้ป่วยลดลง เนื่องจากการเลิกใช้ glutaraldehyde เป็นสารทำความสะอาด[20]

สารระคายเคือง

สารระคายเคือง (irritant) สามารถทำให้เกิดโรคหืดได้ โดยไม่ผ่านกลไกภูมิคุ้มกันของร่างกาย หรือที่เรียกว่า Irritants-induced asthma โดยคิดเป็นร้อยละ 20 ของโรคหืดจากการทำงาน[28] โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ในการวินิจฉัยจะต้องมีการสัมผัสสารระคายเคืองที่มีความเข้มข้นสูงในระยะสั้นก่อนมีอาการ[29] การได้รับสัมผัสมักเกิดขึ้นโดยการหายใจหรือสูดดมสารระคายเคืองแก๊สคลอรีน หรือ chloramine ที่เกิดจากการผสมสารทำความสะอาดที่ไม่เหมาะสม[11] ในปัจจุบันมีข้อมูลสนับสนุนมากขึ้นเกี่ยวกับการสัมผัสสารระคายเคืองในความเข้มข้นต่ำถึงปานกลางที่จะสามารถทำให้เกิด chronic exposure Irritants-induced asthma ได้[28, 30] กลไกการเกิดโรคอาจเกิดจากการได้รับสัมผัสสารระคายเคืองเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการบาดเจ็บของเยื่อบุทางเดินหายใจ เกิดความไม่สมดุลของสารอนุมูลอิสระ และการกระตุ้นเซลล์ปลายประสาท สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปสู่ภาวการณ์อักเสบในระยะยาว อาจมีผลทำให้เกิดโรคหืดได้[28] โดยพบว่าสารก่อโรค chronic exposure irritant induced asthma ที่พบได้บ่อยคือ สารทำความสะอาด[31]

สารฟอกขาว

สารฟอกขาว (bleach) นับเป็นสารทำความสะอาดที่พบได้บ่อยที่สุดในสารทำความสะอาดที่ใช้ในที่พักอาศัย ส่วนประกอบสำคัญได้แก่ sodium hypochlorite[32] เมื่อ hypochlorite ผสมกับเกลือแอมโมเนียม เช่น น้ำยาล้างจาน หรือสารอินทรีย์จะปล่อย chloramines ออกมา ในขณะเดียวกัน hypochlorite ที่ผสมกับกรด เช่น สารทำความสะอาดชนิดอื่นทำให้เกิดแก๊สคลอรีนขึ้นมา ทำให้คนได้รับสัมผัสเกิด irritant-induced asthma ตามมาได้[11]

การศึกษาแบบทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์อภิมานของ Kelly T. L. Dang ค.ศ. 2022 พบว่าพยาบาลที่ทำงานสัมผัสกับสารฟอกขาวเพิ่มความเสี่ยงในการเป็นโรคหืด 2.44 เท่า (pooled RR = 2.44; 95%CI 1.56-3.82) สอดคล้องกับการศึกษาของ Bobette Matulonga และคณะ ค.ศ. 2016 ที่พบว่าแม่บ้านที่ใช้สารฟอกขาวในการทำความสะอาดมีความสัมพันธ์กับโรคหืดชนิดไม่ใช่ภูมิแพ้ 3.3 เท่า (aOR 3.3; 95%CI 1.5-7.1)[33]

แนวทางการป้องกัน

แนวทางการป้องกันพิจารณาตามหลักลำดับชั้นของการควบคุม (hierarchy of controls) โดยพิจารณาจากปัจจัยเสี่ยงและกลไกการเกิดโรคหืดดังนี้ 1) การทดแทนด้วยสารที่ไม่เป็นอันตรายเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์ที่ดีที่สุด (gold standard) สำหรับสารที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ (green product) จึงควรพิจารณาเลือกสารที่เป็นอันตรายน้อยที่สุดและยังมีประสิทธิภาพเพียงพอในการทำความสะอาดได้ 2) การควบคุมทางวิศวกรรม เช่น การปรับสถานที่ทำงานให้มีระบบระบายอากาศอย่างเพียงพอ การไม่ใช้สเปรย์ในการทำความสะอาด เป็นต้น 3) การควบคุมทางการบริหารจัดการ เช่น การปรับเปลี่ยนหมุนเวียนการทำงานเพื่อลดระยะเวลาการสัมผัสและ 4) การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น หน้ากากกันสารเคมี ถุงมือแว่นตากันสารเคมี ชุดคลุม เป็นต้น

สรุป

ข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยา พบว่าการสัมผัสสารทำความสะอาดเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหืด แต่โดยส่วนใหญ่แล้วผลการศึกษามักไม่ได้ระบุชนิดหรือองค์ประกอบของสารเคมี ทำให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีในสารทำความสะอาดที่เป็นเหตุแห่งโรคนั้นยังมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด เพื่อช่วยในการระบุสารเคมีที่มีความสัมพันธ์ต่อโรคหืดจากการทำงาน เพื่อประโยชน์ในการกำหนดมาตรการป้องกันโรคและการเฝ้าระวังสุขภาพได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Feary J, Suojalehto H, Cullinan P, editors. Occupational and environmental lung disease. Sheffield, UK: European Respiratory Society; 2020.
2. GBD 2016 Occupational Chronic Respiratory Risk Factors Collaborators. Global and regional burden of chronic respiratory disease in 2016 arising from non-infectious airborne occupational exposures: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Occup Environ Med 2020;77(3):142-50.
3. Reilly MJ, Wang L, Rosenman KD. The burden of work-related asthma in Michigan, 1988-2018. Ann Am Thorac Soc 2020;17(3):284-92.
4. Walters GI, Kirkham A, Mc Grath EE, Moore VC, Robertson AS, Burge PS. Twenty years of SHIELD: decreasing incidence of occupational asthma in the West Midlands, UK? Occup Environ Med 2015;72(4):304-10.
5. Global Initiative for Asthma. Global strategy for asthma management and prevention (2021 update) [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 24]. Available from: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2021/05/GINA-Main-Report-2021-V2-WMS.pdf.
6. Hoy R, Burdon J, Chen L, Miles S, Perret JL, Prasad S, et al. Work-related asthma: a position paper from the Thoracic Society of Australia and New Zealand and the National Asthma Council Australia. Respirology 2020;25(11):1183-92.
7. Malo JL, Vandenplas O. Definitions and classification of work-related asthma. Immunol Allergy Clin North Am 2011;31(4):645-62.
8. Maestrelli P, Boschetto P, Fabbri LM, Mapp CE. Mechanisms of occupational asthma. J Allergy Clin Immunol 2009;123(3):531-42.
9. Dao A, Bernstein DI. Occupational exposure and asthma. Ann Allergy Asthma Immunol 2018;120(5):468-75.
10. Cullinan P, Vandenplas O, Bernstein D. Assessment and management of occupational asthma. J Allergy Clin Immunol Pract 2020;8(10):3264-75.
11. Rosenman KD, Reilly MJ, Schill DP, Valiante D, Flattery J, Harrison R, et al. Cleaning products and work-related asthma. J Occup Environ Med 2003;45(5):556-63.
12. Siracusa A, De Blay F, Folletti I, Moscato G, Olivieri M, Quirce S, et al. Asthma and exposure to cleaning products - a European Academy of Allergy and Clinical Immunology task force consensus statement. Allergy 2013;68(12):1532-45.

13. Zock JP. World at work: cleaners. Occup Environ Med 2005;62(8):581-4.
14. Archangelidi O, Sathiyajit S, Consonni D, Jarvis D, De Matteis S. Cleaning products and respiratory health outcomes in occupational cleaners: a systematic review and meta-analysis. Occup Environ Med 2021;78:604-17.
15. Starke KR, Friedrich S, Schubert M, Kampf D, Girbig M, Pretzsch A, et al. Are healthcare workers at an increased risk for obstructive respiratory diseases due to cleaning and disinfection agents? A systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health 2021;18(10):5159.
16. Dang KTL, Garrido AN, Prasad S, Afanasyeva M, Lipszyc JC, Orchanian-Cheff A, et al. The relationship between cleaning product exposure and respiratory and skin symptoms among healthcare workers in a hospital setting: a systematic review and meta-analysis. Health Sci Rep 2022;5(3):e623.
17. Zock JP, Plana E, Jarvis D, Anto JM, Kromhout H, Kennedy SM, et al. The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study. Am J Respir Crit Care Med 2007;176(8):735-41.
18. Svanes O, Skorge TD, Johannessen A, Bertelsen RJ, Bratveit M, Forsberg B, et al. Respiratory health in cleaners in Northern Europe: Is susceptibility established in early life? PLoS One 2015;10(7):e0131959.
19. Gonzalez M, Jegu J, Kopferschmitt MC, Donnay C, Hedelin G, Matzinger F, et al. Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection with quaternary ammonium compounds. Clin Exp Allergy 2014;44(3):393-406.
20. Walters GI, Burge PS, Moore VC, Robertson AS. Cleaning agent occupational asthma in the West Midlands, UK: 2000–16. Occup Med (Lond) 2018;68(8):530-6.
21. Migueres N, Debaille C, Walusiak-Skorupa J, Lipinska-Ojrzanowska A, Munoz X, van Kampen V, et al. Occupational asthma caused by quaternary ammonium compounds: amulticenter cohort study. J Allergy Clin Immunol Pract 2021;9(9):3387-95.
22. Quirce S, Barranco P. Cleaning agents and asthma. J Investig Allergol Clin Immunol 2010;20(7):542-50.
23. Paris C, Ngatchou-Wandji J, Luc A, McNamee R, Bensefa-Colas L, Larabi L, et al. Work-related asthma in France: recent trends for the period 2001-2009. Occup Environ Med 2012;69(6):391-7.

24. Di Stefano F, Siriruttanapruk S, McCoach J, Sherwood Burge PS. Glutaraldehyde: an occupational hazard in the hospital setting. Allergy 1999;54(10):1105-9.
25. Ong TH, Tan KL, Lee HS, Eng P. A case report of occupational asthma due to gluteraldehyde exposure. Ann Acad Med Singap 2004;33(2):275-8.
26. Chan-Yeung M, McMurren T, Catonio-Begley F, Lam S. Occupational asthma in a technologist exposed to glutaraldehyde. JAllergy ClinImmunol1993;91(5):974-8.
27. Di Stefano F, Siriruttanapruk S, McCoach J, Di Gioacchino M, Burge PS. Occupational asthma in a highly industrialized region of UK: report from a local surveillance scheme. Eur Ann Allergy Clin Immunol 2004;36(2):56-62.
28. Dumas O, Le Moual N. Do chronic workplace irritant exposures cause asthma? Curr Opin Allergy Clin Immunol 2016;16(2):75-85.
29. Tarlo SM, Lemiere C. Occupational asthma. N Engl J Med 2014;370(7):640-9.
30. Brooks SM, Hammad Y, Richards I, Giovinco-Barbas J, Jenkins K. The spectrum of irritant-induced asthma: sudden and not-so-sudden onset and the role of allergy. Chest 1998;113(1):42-9.
31. Lemiere C, Lavoie G, Doyen V, Vandenplas O. Irritant-induced asthma. J Allergy Clin Immunol Pract 2022;10(11):2799-806.
32. Benzoni T, Hatcher JD. Bleach Toxicity. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
33. Matulonga B, Rava M, Siroux V, Bernard A, Dumas O, Pin I, et al. Women using bleach for home cleaning are at increased risk of non-allergic asthma. Respir Med 2016;117:264-71.