ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

The Journal of Chulabhorn Royal Academy

eISSN : 2697-5203 (Online)

Academic article

ผลกระทบของสารธาเลตในฝุ่นบ้านต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ
Effects of Phthalate Exposure in House Dust on Non-Communicable Diseases in the Elderly

นริศรา ศรีโพธิ์*[1], ธเนษฐ เทียนทอง[1], อรวรรณ แก้วบุญชู[2]

Narisara Sripo*[1], Thanate Tienthong[1], Orawan Kaewboonchoo[2]

[1]ภาควิชาการพยาบาลชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การแพทย์เจ้าฟ้าจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

[1] Department of Community Nursing, Faculty of Nursing HRH Princess Chulabhorn College of Medical Science, Chulabhorn Royal Academy

[2] ภาควิชาการพยาบาลสาธารณสุข คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[2]Department of Public Health Nursing, Faculty of Public Health, Mahidol University

*Corresponding Author E-mail: narisara.sri@cra.ac.th

Received: 21 October 2021 ; Revised: 3 May 2022 ; Accepted: 25 May 2022

บทคัดย่อ

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังเกิดจากสาเหตุหลายประการ อย่างไรก็ตาม ในทศวรรษที่ผ่านมา การได้รับมลพิษทางสิ่งแวดล้อมถือเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังการสัมผัสกับสารเคมีในพลาสติกอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาสุขภาพ โดยเฉพาะสารธาเลต (Phthalate) ซึ่งเป็นสารเคมีที่เพิ่มความอ่อนและความยืดหยุ่นให้กับพลาสติก สามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภคบริโภคที่หลากหลาย และเนื่องจากไม่มีพันธะโควาเลนต์ (Covalent bond) กับพลาสติก ทำให้สารธาเลตสามารถหลุดออกจากผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ง่าย จึงอาจปนเปื้อนในน้ำ อาหาร หรือแม้แต่ในอากาศภายในบ้าน ทำให้มนุษย์และสัตว์ต่าง ๆ สามารถสัมผัสสารธาเลตจากฝุ่นบ้านได้หลายช่องทาง การศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสารธาเลตกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อมนุษย์มีการสัมผัสสารธาเลตอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะผู้สูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้เวลาในการดำเนินชีวิตส่วนใหญ่อยู่ที่บ้าน จะส่งผลกระทบต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้น จุดประสงค์หลักของบทความนี้ คือ เพื่อนำเสนอผลกระทบของสารธาเลตต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้องรังในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจ ระบบการเผาผลาญ และระบบหัวใจและหลอดเลือด

คำสำคัญ: การรับสัมผัส, พลาสติไซเซอร์, ผู้สูงอายุ, โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง, สารธาเลต

Abstract

The causes of non-communicable diseases (NCDs) are multiple and varied. Over the past decade, however, environmental pollution has been identified as another cause of non-communicable diseases. Continued exposure to chemicals in plastics causes human health problems. Phthalate is a chemical that increases plastic softness and flexibility and can be found in a diverse range of industrial products and consumer goods. Because phthalate has no covalent bond with plastic, phthalate easily is released from plastic products and may contaminate water, food or even the air inside houses. Humans and animals can come into contact with phthalate from house dust in many ways. Previous studies have shown correlations between phthalate and undesirable health outcomes. When humans, particularly older adults who spend most of their time at home, come into contact with phthalate continually, this causes effects on non-communicable diseases, which are likely to increase. Therefore, the main goal of this article

© Chulabhorn Royal Academy. Terms and conditions of Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY NC ND 4.0) apply

is to present the effects of phthalate on non-communicable diseases among the elderly, particularly respiratory, metabolic and cardiovascular diseases.

Keywords: Pollutant exposure, Plasticizers, Elderly, Non-communicable diseases, Phthalate

บทนำ (Introduction)

พลาสติกเป็นวัสดุในกลุ่มพอลิเมอร์ (Polymers) ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม พลาสติกยังมีผลกระทบด้านลบมากมายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ได้เช่นกัน มนุษย์สามารถสัมผัสกับพลาสติกอย่างต่อเนื่องผ่านทางอาหารหรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนฝุ่นละอองในบรรยากาศที่มีไมโครพลาสติก รวมถึงผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล (Personal care products: PCP)[1] ดังนั้น การสัมผัสพลาสติกในระยะยาวเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากโดยเฉพาะการสัมผัสสารธาเลต (Phthalates) ซึ่งเป็นพลาสติไซเซอร์ (Plasticizers) ที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับพลาสติก เมื่อเติมเข้าไปในพลาสติกจะทำให้เกิดความคงตัว มีความทนทานและทนต่อแรงกระแทก จึงนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ภายในบ้านอย่างแพร่หลาย เช่น ตุ๊กตา พื้นกระเบื้องยาง สายไฟ พลาสติกห่อหุ้มอาหาร สีทาบ้าน เป็นต้น นอกจากนี้ สารธาเลตยังนิยมใส่ลงไปในเครื่องสำอางที่มีความหอมเพื่อช่วยให้น้ำหอมระเหยช้าลง และใส่ลงไปในน้ำยาทาเล็บทำให้เล็บไม่กรอบหรือหักง่าย รวมทั้งยังนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เช่น ถุงบรรจุเลือด สายให้เลือดและอาหาร เป็นต้น อีกด้วย[2]

ธาเลต เป็นสารเคมีกึ่งระเหยที่มีคุณสมบัติไม่เกาะติดกับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ จึงหลุดลอกออกจากผลิตภัณฑ์เป็นฝุ่นได้โดยง่ายและปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้ง่ายต่อการเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ผ่านการบริโภคอาหาร การดูดซึมทางผิวหนัง หรือการหายใจนำอากาศที่มีการปนเปื้อนของฝุ่นธาเลตเข้าไป ซึ่งสารธาเลตนี้ถูกระบุว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine-disrupting chemicals : EDC)[3] ดังนั้น การสัมผัสกับสารธาเลตในระยะยาวจึงก่อให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะและระบบต่างๆ ในร่างกาย ทำให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ เช่น เบาหวาน หอบหืด ภูมิแพ้ โรคหัวใจและหลอดเลือด มะเร็ง ความดันโลหิตสูง โรคอ้วน และความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ในเพศชาย เป็นต้น[4,5,6]

ปัจจุบันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโดยเฉพาะในผู้สูงอายุกำลังเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตาม ยังเป็นโรคที่ป้องกันได้โดยการลดหรือหลีกเลี่ยงการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงที่เป็นมลพิษ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ประกาศให้มลพิษสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและได้รายงานว่ามลพิษสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกบ้านพักอาศัยหรืออาคาร เป็นสาเหตุให้ประชากรทั่วโลกเสียชีวิตมากกว่า 6 ล้านคน โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศ พบว่าเป็นสาเหตุใหญ่ที่สุดของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้[7] จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาของประเทศไทย การศึกษาระดับการสัมผัสธาเลตในผู้สูงอายุยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในประเทศจีน และเกาหลี และพบว่าระดับการสัมผัสมีความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ[8,9] ดังนั้น บ้านที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของธาเลต ผู้อยู่อาศัยจะมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการรับสัมผัสธาเลตเข้าสู่ร่างกายโดยเฉพาะผู้สูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มเปราะบางที่ใช้เวลาในการดำเนินชีวิตส่วนใหญ่อยู่ที่บ้าน จึงจัดเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงที่มีโอกาสเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามลพิษสิ่งแวดล้อมในบ้านพักอาศัยโดยเฉพาะสารธาเลตในฝุ่นบ้าน ถือเป็นภัยเงียบต่อสุขภาพที่ทุกฝ่ายต้องหันมาให้ความสนใจและร่วมมือกันในการป้องกันพิษภัยเพื่อลดและป้องกันการเจ็บป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุต่อไป

สารธาเลตในฝุ่นบ้านและช่องทางการรับสัมผัส

สารธาเลต (Phthalate) เป็นกลุ่มสารเคมีสังเคราะห์กลุ่มพลาสติไซเซอร์ (Plasticizers) ที่ช่วยเพิ่มความอ่อนและความยืดหยุ่นให้กับพลาสติก ดังนั้น จึงสามารถพบสารธาเลตได้ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อุปโภคบริโภค รวมทั้งผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายและผลิตภัณฑ์พลาสติกในชีวิตประจำวัน (PCP)[1,10] ปัจจุบันมีสารธาเลตมากกว่า 30 ชนิดที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ Diethylhexyl phthalate (DEHP), Dibutyl phthalate (DBP), Diethyl phthalate (DEP), Di-isononyl phthalate (DiNP) และ Di-iso-decyl phthalate (DiDP) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีมวลโมเลกุลสูงที่ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกเป็นพลาสติไซเซอร์เพื่อผลิตโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ส่วนสารธาเลตชนิดที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ได้แก่ Dimethyl phthalate (DMP) และ Diethyl phthalate (DEP) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย (เช่น ผลิตภัณฑ์สำหรับเส้นผม เล็บเป็นต้น) ยา และอุปกรณ์ทางการแพทย์ (เช่น ถุงบรรจุเลือด ท่อให้เลือดและอาหาร เป็นต้น)[2] ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้พลาสติกที่มีส่วนผสมของธาเลตมากกว่า 3 ล้านตันต่อปี ทำให้สารธาเลตกระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเราและยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ ตัวอย่างเช่น ในประเทศจีนระบุว่าปี พ.ศ. 2554 มีการผลิตพลาสติกดิบมากกว่า 50 ล้านตัน และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปีต่อๆ ไป เป็นผลให้พบการสัมผัสกับสารธาเลตที่สูงขึ้นในประเทศจีน เนื่องจากมีการใช้พลาสติกสูง[11] หรือในสหรัฐอเมริกา พบว่ามีการใช้สารธาเลตมากกว่า 340 ล้านปอนด์ต่อปี และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ

และสิ่งแวดล้อม[12] ส่วนในประเทศไทย พบว่ายังไม่มีการศึกษาถึงปริมาณการใช้สารธาเลตและจำนวนที่ปะปนในสิ่งแวดล้อมที่แน่ชัด

สารธาเลตมีคุณสมบัติไม่เกาะติดกับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถชะล้างลงในอาหาร น้ำ และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่นำไปใช้กับร่างกายมนุษย์ได้อย่างง่ายดาย สามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายช่องทาง ได้แก่ การรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อน โดยเฉพาะในขวดน้ำพลาสติกแบบใส ถุงพลาสติกแบบร้อน และยังพบว่าหากตั้งขวดน้ำดื่มทิ้งไว้เกิน 6 เดือน และการบรรจุอาหารที่กำลังร้อนๆ ใส่ในถุงแบบร้อนจะยิ่งทำให้พบสารธาเลตออกมาปนเปื้อนมากขึ้นด้วย[13] นอกจากนี้ สารธาเลตยังสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการดูดซึมทางผิวหนังผ่านบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่มีส่วนผสมของสารธาเลต และเนื่องจากสารธาเลตเป็นสารประกอบอินทรีย์กึ่งระเหย (Semi-Volatile Organic Compounds: SVOCs) ทำให้สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการสูดดมได้อีกด้วย[12] โดยเฉพาะชนิด DEHP และ DBP ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสารทั้งสองตัวนี้เป็นสารประกอบหลักที่พบได้ในการตรวจวัดสารธาเลตในอากาศทั้งนอกบ้านและภายในบ้าน[14] เนื่องจากสารธาเลตสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายช่องทาง ดังนั้น หากมีการเปิดรับสัมผัสสารธาเลตเข้ามาในร่างกายมากขึ้นจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นเช่นกัน

ข้อมูลด้านพิษวิทยาของสารธาเลตและผลกระทบต่อสุขภาพในผู้สูงอายุ

จากการทบทวนวรรณกรรมทางระบาดวิทยาและหลักฐานจากการศึกษาเชิงทดลอง พบว่า สารธาเลตเป็นหนึ่งในสารปนเปื้อนที่พบได้ในสิ่งแวดล้อมมากที่สุด จากผลการศึกษาในสัตว์ฟันแทะ พบว่าระดับสารที่ทำให้เสียชีวิต (LD_{50}) อยู่ที่ 1–30 g/kg ของน้ำหนักตัว โดยส่วนใหญ่พบการเกิดพิษที่ตับ ไต ต่อมไทรอยด์ และอัณฑะ และการเกิดผลข้างเคียงสำหรับ DEHP ต่อมนุษย์ คือ 4.8 mg/kg ของน้ำหนักตัว/วัน และปริมาณที่รับต่อวัน (Tolerable Daily Intake: TDI) ที่ทนได้คือ 48 mcg/kg ของน้ำหนักตัว[15] การสัมผัสสารธาเลตและผลกระทบต่อสุขภาพได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมา จากหลักฐานต่างๆ มีข้อบ่งชี้ว่าสารประกอบเหล่านี้เป็นสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine disrupting compounds: EDCs) โดยการเข้าไปขัดขวางการทำงานของฮอร์โมนซึ่งผลิตโดยต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) ทำให้ระบบหรืออวัยวะต่างๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อเกิดความผิดปกติไปจากสภาพตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดอันตรายด้านต่าง ๆ ทั้งในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้[11] ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ความผิดปกติของปอด การเกิดโรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด[16] หรือปัญหาระบบการเผาผลาญในร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักเกิน/โรคอ้วน[17] และการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 การดื้อต่ออินซูลิน[11] รวมถึงปัญหาระบบหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง หรือการแข็งตัวของหลอดเลือด[18]

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผู้สูงอายุจัดเป็นกลุ่มเปราะบางที่มีการเสื่อมถอยของร่ายกายตามวัยประกอบกับเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการสัมผัสสารธาเลตจากการใช้ผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคที่มีสารธาเลตเป็นส่วนผสม เนื่องจากผู้สูงอายุใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในบ้าน ทำให้มีแนวโน้มในการได้รับสารธาเลตอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มที่จะเกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้มากกว่าประชากรในช่วงวัยอื่น สำหรับในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาระดับการสัมผัสสารธาเลตในผู้สูงอายุมาก่อน มีเพียงการศึกษาระดับการรับสัมผัสธาเลตของผู้อยู่อาศัยที่มีเด็กอายุต่ำกว่า 3 ขวบ อาศัยอยู่ด้วย โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นจากบ้านเดี่ยวและแฟลตในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 หลัง พบว่ามีสารธาเลตปนเปื้อนอยู่ในฝุ่นบ้านทั้งบ้านเดี่ยวและแฟลต และค่าความเข้มข้นของสารธาเลตในฝุ่นบ้านนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา และประเทศในทวีปยุโรป พบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาอื่นทั้งหมด[19] อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาในประเทศจีนและเกาหลีใต้ พบว่า ระดับการสัมผัสสารธาเลตมีความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ[20]

การสัมผัสสารธาเลตและปัญหาระบบทางเดินหายใจ

การรับสัมผัสสารธาเลตโดยการสูดดมอากาศที่มีการปนเปื้อน มีผลให้เกิดการอักเสบระคายเคืองของอวัยวะทางเดินหายใจได้ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการทำงานของปอดในผู้สูงอายุกับความสัมพันธ์ของสารแปรรูปของสารธาเลตและ Bisphenol A ในซีรั่ม ซึ่งเป็นการศึกษาโดยการติดตามไปข้างหน้า พบว่า สารธาเลตชนิด MEHP เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อประสิทธิภาพการทำงานของปอดในผู้สูงอายุ[21] อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ยังเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ อาทิ การศึกษาทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสสารธาเลตและโรคภูมิแพ้ของ Bølling, Sripada, Becher, & Bekö[16] จากบทความและการประเมินทางระบาดวิทยาจำนวน 43 เรื่อง ทบทวนจากการศึกษาในสัตว์จำนวน 49 เรื่อง และการศึกษาการเพาะเลี้ยงเซลล์จำนวน 42 เรื่อง ที่มีการตีพิมพ์ตั้งแต่ปี ค.ศ.2000 จนถึงปี ค.ศ. 2019 ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสารธาเลตและโรคภูมิแพ้ เช่น หอบหืด โรคเยื่อบุจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ และโรคผิวหนังอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่ามีความเชื่อมโยงระหว่างการสัมผัสสารธาเลตกับโรคภูมิแพ้

ที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ เยื่อบุจมูก เยื่อบุตา และผิวหนัง ถึงแม้ว่าผลการศึกษาทางสถิติมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อยก็ตาม แต่สำหรับผลการศึกษาในสัตว์ฟันแทะได้สนับสนุนข้อสันนิษฐานที่ว่าสารธาเลตอาจทำหน้าที่เป็นตัวเสริมฤทธิ์ในระดับที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและการอักเสบเมื่อได้รับสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ในสิ่งแวดล้อม[22]และการศึกษาการเพาะเลี้ยงเซลล์แสดงให้เห็นว่าสารธาเลตอาจเปลี่ยนแปลงการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดและปรับหน้าที่การทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกันได้[16,23] จากหลักฐานในปัจจุบันชี้ไปในทิศทางที่น่ากังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสารธาเลตต่อปัญหาระบบทางเดินหายใจ แต่การศึกษาเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดของวิธีการและแบบจำลองการสัมผัสที่ประยุกต์ใช้ในการทดลองรวมถึงความหลากหลายของสารธาเลต เส้นทางการสัมผัสและโรคภูมิแพ้ ดังนั้น การศึกษาต่อไปจึงควรเป็นการศึกษาเพื่อยืนยันข้อสันนิษฐานนี้เพิ่มเติม โดยเฉพาะการระบุโอกาสและช่องทางของการสัมผัส ความสำคัญของช่องทางการสัมผัสปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยทางสังคม และผลกระทบของการสัมผัสสารธาเลตและสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพิ่มเติม[16]

การสัมผัสสารธาเลตและระบบการเผาผลาญในร่างกาย

เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นกลุ่มเปราะบาง จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดการเจ็บป่วยได้มากกว่าประชากรในช่วงวัยอื่น สำหรับในประเทศไทยนั้นพบว่าโรคเบาหวานเป็นสาเหตุการตายอันดับ 4 ของผู้สูงอายุ โดยส่วนใหญ่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2[24] ในระยะแรกๆ ของโรคเบาหวาน ร่างกายจะไวต่ออินซูลินน้อยลง ส่งผลให้เกิดการอักเสบมากขึ้น จนทำให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินมากขึ้น การอักเสบที่เรื้อรังมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการก่อโรคของโรคเบาหวานที่รุนแรงขึ้นและก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือด[25] มีการศึกษาทางพิษวิทยาจำนวนมากได้รายงานถึงกลไกที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างสารธาเลตและการอักเสบ โดยพบว่าการสัมผัสกับสารธาเลตในความเข้มข้นจำนวนหนึ่งสามารถทำให้เกิดการหลั่งของไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบในเซลล์และหนูทดลอง ซึ่งอาจส่งผลต่อสภาวะสมดุลของระบบเผาผลาญในตับและนำไปสู่การพัฒนาของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้[25] สำหรับการศึกษาในมนุษย์มีการศึกษาที่ได้รับการยืนยันแล้วว่าพบความสัมพันธ์ของสารธาเลตกับความผิดปกติทางระบบเผาผลาญในร่างกาย อาทิ จากการศึกษาในชายชาวอเมริกันแบบภาคตัดขวางระดับประเทศ จำนวน 1,451 คน พบว่า ความเข้มข้นของสารธาเลตที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโรคอ้วนลงพุงและการดื้อต่ออินซูลิน[26] และการศึกษาในเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน ในอาสาสมัครอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 300 คน โดยวัดค่าเมตาโบไลต์ของสารธาเลตในปัสสาวะและความเสี่ยงต่อการดื้อต่ออินซูลิน พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการสัมผัสสารธาเลตและเอนไซม์ Gamma-glutamyl transferase ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความผิดปกติของเซลล์ตับกับตัวชี้วัดทางชีวภาพ (8-hydroxy-20-deoxyguanosine และ Malondialdehyde) ที่เกิดขึ้นเมื่อ DNA ได้รับความเสียหายที่สามารถนำไปสู่ภาวะดื้อต่ออินซูลิน[9] ในขณะเดียวกันผลการศึกษาของ James-Todd, Huang, Seely, & Saxena[27] ในประชากร อายุ 20–80 ปี จำนวน 2,719 คน จาก National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) ระหว่างปี ค.ศ. 2001–2010 พบว่า กลุ่มที่มีปัญหาระบบเผาผลาญในร่างกายทั้งหมดมีความเข้มข้นของสารเมตาโบไลต์ของสารธาเลตระดับสูงในปัสสาวะ นอกจากนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร DEHP กับอุบัติการณ์ของโรคอ้วน การลดลงของระดับ HDL-cholesterol และอุบัติการณ์ของโรคความดันโลหิตสูง โดยความเข้มข้นของสาร DEHP ในปัสสาวะที่สูงขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับโอกาสที่เพิ่มขึ้นของความผิดปกติของระบบเผาผลาญในร่างกายในเพศชายและเพศหญิงวัยก่อนหมดประจำเดือน อย่างไรก็ตาม การอักเสบกับการเกิดโรคเรื้อรังโดยเฉพาะโรคเบาหวานจากการสัมผัสหรือการได้รับสารธาเลตยังมีข้อมูลที่จำกัด จึงเป็นส่วนสำคัญที่ควรที่จะศึกษาต่อไปในอนาคต

การสัมผัสสารธาเลตและระบบหัวใจและหลอดเลือด

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ต่างให้ความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารธาเลตกับปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากแนวคิดที่ว่าสารธาเลตอาจนำไปสู่การเกิดความดันโลหิตสูงโดยการเพิ่มของระดับ Angiotensin converting enzyme (ACE) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้เปลี่ยน Angiotensin I ใช้เป็น Angiotensin II ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมความดันโลหิตและกระตุ้นการทำงานของโปรตีนตัวรับ Angiotensin type I receptor (AT1R) ทำให้เกิดการอักเสบในระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงยับยั้งการทำงานของสารที่ทำให้หลอดเลือดคลายตัว คือ Bradykinin-NO ในหนูทดลอง เนื่องจากสารธาเลตมีส่วนเกี่ยวข้องกับการดื้อต่ออินซูลิน จึงนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดขนาดเล็กที่อาจส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงได้ ในขณะเดียวกันเชื่อว่าสารธาเลตมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและการหดตัวของหลอดเลือด โดยการเปลี่ยนแปลงระดับสารซีโรโทนิน (Serotonin) หรือตัวรับฮีสตามีน

(Histamine receptors) ซึ่งจะทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงตามมา[28] การศึกษาที่ผ่านมาในมนุษย์ มีเพียงการศึกษาทางระบาดวิทยาเดียวจากประเทศจีนที่ศึกษาในประชากรผู้ใหญ่ ที่มีอายุระหว่าง 18-55 ปี จำนวน 474 คน โดยการวิเคราะห์สารในเลือด ผลการศึกษาพบว่าสารธาเลตชนิด DBP มีความเข้มข้นในเลือดสูงสุด สูงกว่า DEHP ประมาณ 59 เท่า แต่มีเพียงชนิด DEHP เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความดันโลหิตซิสโตลิก (Systolic blood pressure)[29] แม้การศึกษาที่ผ่านมาจะแสดงให้เห็นว่าสารธาเลตหลายชนิดมีส่วนเกี่ยวข้องกับโรคความดันโลหิตสูงในผู้ใหญ่ แต่ยังไม่ทราบกลไกที่เกี่ยวข้องชัดเจน รวมถึงยังไม่มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารธาเลตต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงในหลากหลายช่วงวัย โดยเฉพาะประชากรสูงอายุ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาถึงความเชื่อมโยงของการได้รับสารธาเลตกับการเกิดหลอดเลือดแข็งตัวและความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ อาทิ การศึกษาของ Su, Hwang, Sun & Wang[30] ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจจำนวน 180 คน ระบุว่าผู้ที่มีการสัมผัสกับ DEHP และ DBP ในระดับที่สูงขึ้น มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ เนื่องจากเกิดการกระตุ้น C-reactive protein (hs-CRP), Fibrinogen, และ D-dimer ให้สูงขึ้น นอกจากนี้ Lind & Lind[31] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารธาเลตและการแข็งตัวของหลอดเลือดแดงในประชากรสูงอายุ 70 ปี จำนวน 1,060 ราย และการศึกษาของ Wiberg et al.[32] ในประชากร อายุ 70 ปี จำนวน 1,003 ราย โดยการตรวจอัลตราซาวนด์หลอดเลือดแดงแคโรทิด (Carotid artery) ร่วมกับการวิเคราะห์สารเมตาโบไลต์ธาเลตในเลือด ผลการศึกษายืนยันว่า มีความเชื่อมโยงระหว่างสารเมตาโบไลต์ของสารธาเลตกับการหนาตัวและการแข็งตัวของหลอดเลือดแดง หลังควบคุมปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ แล้ว ทั้งนี้ยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงความเชื่อมโยงระหว่างธาเลตกับผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานของหัวใจของมนุษย์ มีเพียงการศึกษาแต่เฉพาะในสัตว์ทดลองเท่านั้นที่พบว่าทั้ง DEHP และ MEHP มีส่วนเกี่ยวข้องกับภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ[28]

ถึงแม้การศึกษาที่ผ่านมาจะยืนยันว่าการได้รับสารธาเลต โดยเฉพาะชนิด DEHP และ DBP นั้นนำไปสู่ผลเสียต่อสุขภาพของหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม กลไกของสารธาเลตต่อการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดยังไม่ชัดเจนเนื่องจากข้อมูลยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบระยะยาวเพื่อยืนยันผลการศึกษาเหล่านี้เพิ่มเติม รวมทั้งสร้างความตระหนักเกี่ยวกับผลกระทบของสารธาเลตต่อการเกิดปัญหาของระบบหัวใจและหลอดเลือด ไม่ว่าจะเป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดสมอง

กลวิธีในการลดการสัมผัสสารธาเลตในฝุ่นบ้าน

อย่างที่ทราบกันว่าธาเลตเป็นสารเคมีที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งมักพบในพลาสติกในครัวเรือน อาหาร และผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย มีการศึกษาเชิงทดลองในกลุ่มเปราะบาง คือ หญิงตั้งครรภ์และในเด็ก โดยการพัฒนากลวิธีในการลดการสัมผัสสารธาเลตในฝุ่นบ้าน พร้อมเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อเปรียบเทียบดูระดับสารเมตาโบไลต์ของสารธาเลต ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สิ่งสำคัญในการลดการสัมผัสสารธาเลตในฝุ่นบ้าน คือ ต้องทราบว่าผลิตภัณฑ์หรืออาหารใดที่มีแนวโน้มว่ามีสารธาเลตปนเปื้อนอยู่และจะต้องหลีกเลี่ยงการนำเข้ามาในบ้านและป้องกันการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกาย โดยการระมัดระวังในการบริโภค รวมทั้งสร้างลักษณะนิสัยในการใช้ชีวิตประจำวัน และการรักษาสิ่งแวดล้อม[33,34] ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านการบริโภค เนื่องจากสารธาเลตมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนผ่านบรรจุภัณฑ์และวัสดุแปรรูประหว่างการแปรรูปและการบรรจุหีบห่อ ดังนั้น จึงควรมีการจำกัดการรับประทานอาหารจานด่วน อาหารกระป๋อง อาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีไขมัน ชีส และนมที่เป็นครีม เนื่องจากมีแนวโน้มที่จะถูกชะล้างด้วยสารเคมี อาหารไมโครเวฟหรือการทำให้อาหารร้อนในภาชนะพลาสติก เนื่องจากพลาสติกที่ให้ความร้อนอาจทำให้สารเคมีซึมเข้าไปในอาหารและเครื่องดื่มได้มากขึ้น ควรเลือกใช้ภาชนะเก็บอาหารที่เป็นแก้ว สแตนเลส หรือไม้แทน และเลือกการรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพ เช่น อาหารออร์แกนิก ผักที่ปลูกเอง สัตว์ที่เลี้ยง อาหารเสริมกรดโฟลิก การรับประทานอาหารเจ เป็นต้น[33,34]

ด้านการใช้ชีวิตประจำวัน โดยลดการใช้พลาสติกในชีวิตประจำวัน รวมถึงลดการใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคลให้น้อยที่สุด เช่น การจำกัดการใช้สีย้อมผม แชมพู น้ำหอม โลชั่นบำรุงผิว ยาทาเล็บ และสเปรย์น้ำหอม เป็นต้น ลดการบรรจุอาหารในภาชนะพลาสติก ถุงพลาสติก และกระป๋อง รวมถึงหลีกเลี่ยงการสัมผัสพื้นพลาสติกและวัสดุตกแต่งต่างๆ เนื่องจากอาจมีการชะหรือหลุดลอกของสารธาเลตได้ นอกจากนี้ จะต้องหมั่นล้างมือบ่อยครั้งเพื่อลดการสัมผัสสารธาเลตเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังและการรับประทาน[33,34]

ด้านสิ่งแวดล้อม มีข้อมูลที่พบความสอดคล้องกับการปล่อยสารธาเลตจากแหล่งต่างๆ เช่น พื้นลามิเนต และผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคลมาสู่อากาศ ฝุ่น และสะสมบนพื้นผิวที่วางของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ต่างๆ ภายในบ้าน รวมถึงมีการตรวจพบความเข้มข้นของสารธาเลตที่วัดได้ในผ้าเช็ดมืออยู่ในระดับสูงซึ่งเป็นแหล่งของการรับสัมผัส จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ได้รับสารธาเลตเข้าสู่ร่างกายจากการหายใจ และการกลืนกินสารดังกล่าวผ่านมือเข้าสู่ปากโดยไม่รู้ตัว[35] ดังนั้น เพื่อลดการรับสัมผัสดังกล่าวจึงควรเพิ่มการระบายอากาศภายในบ้าน ทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้านโดยใช้ผ้าชุบ

น้ำหมาดๆ ล้างมือบ่อยๆ และการลดการใช้ผลิตภัณฑ์และวัสดุที่ประกอบด้วยสารธาเลต

บทสรุป (Conclusion)

จากข้อมูลการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาจะแสดงให้เห็นว่ามลพิษทางสิ่งแวดล้อมเริ่มส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะสารธาเลตในฝุ่นบ้านที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มเปราะบางที่มีโอกาสได้รับสัมผัสฝุ่นสารจากในบ้านได้มากและมีโอกาสเจ็บป่วยได้ง่ายกว่าวัยอื่น ถึงแม้การศึกษาถึงกลไกความสัมพันธ์ระหว่างสารธาเลตกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรังจะยังไม่ชัดเจนและมีอยู่อย่างจำกัด แต่ผลการศึกษาที่ผ่านมาในหลายประเทศชี้ให้เห็นแล้วว่าการได้รับสารธาเลตอย่างต่อเนื่องมีผลกระทบต่อระบบต่อมไร้ท่อและการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะโรคไม่ติดต่อเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจ ระบบการเผาผลาญและระบบหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้น การศึกษาระดับการสัมผัสสารธาเลตกับการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุในประเทศไทยจึงเป็นประเด็นที่ควรให้ความสำคัญและทำการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ ด้วยความแตกต่างของลักษณะที่อยู่อาศัยและวิถีการใช้ชีวิตของผู้คนในแต่ละภูมิภาค อาจทำให้ระดับการรับสัมผัสของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน และผลกระทบต่อภาวะสุขภาพอาจมีความแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ การรับรู้และเข้าใจถึงผลกระทบจากสารธาเลตยังไม่เป็นที่รู้จักมากนักในประเทศไทย สิ่งสำคัญคือต้องแจ้งให้ประชาชนรับทราบเกี่ยวกับความเสี่ยงทางสุขภาพ ช่องทางการสัมผัสและการลดการรับสัมผัสสารเหล่านี้ เพื่อส่งเสริมการสาธารณสุขในการป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในประเทศไทยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Cook CR, Halden RU. Ecological and health issues of plastic waste. In Plastic Waste and Recycling. Academic Press: *Cambridge, MA, USA.* 2020: 513-527.
2. Luo H, Sun G, Shi Y, Shen Y, Xu K. Evaluation of the Di (2-ethylhexyl) phthalate released from polyvinyl chloride medical devices that contact blood. *Springerplus*. [Online] 2014;29(3): 58. Available from: doi: 10.1186/2193-1801-3-58. PMID: 24516786; PMCID: PMC3916584
3. Grindler NM, Vanderlinden L, Karthikraj R, Kannan K, Teal S, Polotsky, AJ, et al. Exposure to phthalate, an endocrine disrupting chemical, alters the first trimester placental methylome and transcriptome in women. *Sci. Rep*. 2018; 8: 1–9.
4. Bertelsen RJ, Carlsen KCL, Calafat AM, Hoppin JA, Håland GP, Mowinckel KH, et al. Urinary biomarkers for phthalates associated with asthma in Norwegian children. *Environ Health Perspect*. 2013;121: 251-256.
5. Lind PM, Lind L. Circulating levels of bisphenol A and phthalates are related to carotid atherosclerosis in the elderly. *Atherosclerosis*. 2011;218: 207-213.
6. Kim JH, Park HY, Bae S, Lim Y-H, Hong Y-C. Diethylhexyl Phthalates Is Associated with Insulin Resistance via Oxidative Stress in the Elderly: A Panel Study. *PLoS ONE*. [Online] 2013;8(8): e71392. Available from: doi:10.1371/journal.pone.0071392
7. World Health Organization. The cost of a polluted environment: 1.7 million child deaths a year. [Online]. Geneva: WHO;2017 [cited 2021 Jun 1]. Availablefrom:http://www.whoint/mediacentre/news/releases/2017/pollution-child-death/en/
8. Bae S, Hong YC. Exposure to bisphenol A from drinking canned beverages increases blood pressure: randomized crossover trial. *Hypertension*. 2015;65(2): 313-319.
9. Dong R, Chen J, Zheng J, Zhang M, Zhang H, Wu M,et al. The role of oxidative stress in cardiometabolic risk related to phthalate exposure in elderly diabetic patients from shanghai. *Environment International*. [Online] 2018;121: 340–348. Available from: doi: 10.1016/j.envint.2018.09.028.
10. Giuliani A, Zuccarini M, Cichelli A, Khan H, Reale M. Critical review on the presence of phthalates in food and evidence of their biological impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. [Online] 2020;17(16): 1–43. Available from: doi.org/10.3390/ijerph17165655
11. Wang W, Leung AOW, Chu LH, Wong MH. Phthalates contamination in China: Status, trends and human exposure-with an emphasis on oral intake. Environ. *Pollut*. 2018;238: 771–782.
12. United States Environmental Protection Agency. America's Children and the Environment, 3rd ed.; Washington, DC: Office of Children's Health Protection. [Online] 2013. Available from: https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/science/emaychair/Reports%20Section/Emay_AmericasChildren.pdf

13. อรทัย พุมดวง. สภาวะที่มีผลต่อการชะออกมาของ di-(2-ethylhexyl) phthalate จากภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารและขวดบรรจุน้ำดื่ม [วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม]. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2554.
14. Jia S, Sankaran G, Wang B, Shang H, Tan ST, Yap HM, et al. Exposure and risk assessment of volatile organic compounds and airborne phthalates in Singapore's Child Care Centers. *Chemosphere*. 2019;224: 85–92.
15. Lyche JL, Gutleb AC, Bergman Å, Eriksen GS, Murk AJ, Ropstad E, et al. Reproductive and developmental toxicity of phthalates. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B*. 2009;12: 225–249.
16. Bølling AK, Sripada K, Becher R, Bekö G. Phthalate exposure and allergic diseases: Review of epidemiological and experimental evidence. *Environment International*. . [Online] 2020;139. Available from: doi.org/10.1016/j.envint.2020.105706
17. James-Todd T, Stahlhut R, Meeker JD, Powell SG, Hauser R, Huang T, et al. Urinary phthalate metabolite concentrations and diabetes among women in the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001-2008. *Environ Health Perspect*. 2012;120(9): 1307–1013.
18. Trasande L, Attina TM. Association of exposure to di-2-ethylhexylphthalate replacements with increased blood pressure in children and adolescents. *Hypertension*. 2015;66(2): 301–308.
19. กมลวรรณ พรมเทศ, บุณยฤทธิ์ ปัญญาภิญโญผล และสุพพัต ควรพงษากุล. ความสัมพันธ์ระหว่างธาเลตเอสเตอร์ในฝุ่นบ้านกับคุณลักษณะและสิ่งแวดล้อมในบ้าน เขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย. วารสารพิษวิทยาไทย. 2562;34(2): 27-45.
20. Bae S, Hong YC. Exposure to bisphenol A from drinking canned beverages increases blood pressure: randomized crossover trial. *Hypertension*. 2015;65(2): 313-319.
21. Dan NP, Monica L, Gunilla W, Lars L. European Respiratory Journal Lung function decline in elderly in relation to phthalate metabolites and bisphenol A levels in serum: A 5-year prospective study. *European Respiratory Journal*. 2012;40: 4524.
22. Guo J, Han B, Qin L, Li B, You H, Yang J, et.al. Pulmonary toxicity and adjuvant effect of di-(2-exylhexyl) phthalate in ovalbumin-immunized BALB/c mice. *PLoS One*. [Online] 2012;7(6): e39008. Available from: doi: 10.1371/journal. pone.0039008. Epub 2012 Jun 12. PMID: 22701742; PMCID: PMC3373502.
23. Lacey R, Rachel.The Impact of Bisphenol A and Phthalates on Allergy, Asthma, and Immune Function: A Review of Latest Findings. *Curr Environ Health Rep*. [Online] 2015;2(4): 379–387. Available from: doi:10.1007/s40572-015-0066-8.
24. สมศักดิ์ ชุณหรัศมิ์. รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: ทีคิวพี; 2551.
25. Wang X, Han B, Wu P, Li S, Lv Y, Lu J, et al. Dibutyl phthalate induces allergic airway inflammation in rats via inhibition of the Nrf2/TSLP/JAK1 pathway. *Environmental Pollution*. [Online] 2020; 267:115564. Available from: doi: 10.1016/j.envpol.2020.115564
26. Stahlhut RW, Wijngaarden E, Dye TD, Cook S, Swan SH. Concentrations of urinary phthalate metabolites are associated with increased waist-circumference and insulin resistance in adult U.S. males. *Environ Health Perspect*. [Online] 2007. Available from: doi.org/10.1289/ehp.9882.
27. James-Todd TM, Huang T, Seely EW, Saxena AR. The association between phthalates and metabolic syndrome: The national health and nutrition examination survey 2001–2010. *Environmental Health*. [Online] 2016;15(1): 1-12. Available from: doi: 10.1186/s12940-016-0136-x
28. Mariana M, Cairrao E. Phthalates Implications in the Cardiovascular System. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. [Online] 2020;7(3): 26. Available from: doi: 10.3390/jcdd7030026. PMID: 32707888; PMCID: PMC7570088.
29. Zhang W, Shen XY, Zhang WW, Chen H, Xu WP, Wei W. Di-(2-ethylhexyl) phthalate could disrupt the insulin signaling pathway in liver of SD rats and L02 cells via PPARγ. *Toxicology and applied pharmacology*. [Online] 2017; 316: 17-26. Available from: doi: 10.1016/j.taap.2016.12.010. Epub 2016 Dec 23. PMID: 28025108.
30. Su TC, Hwang JJ, Sun CW, Wang SL. Urinary phthalate metabolites, coronary heart disease, and atherothrombotic markers. *Ecotoxicology and environmental safety*. [Online] 2019;173: 37-44. Available from: doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.02.021. Epub 2019 Feb 10. PMID: 30753939.

31. Lind PM, Lind L. Circulating levels of bisphenol a and phthalates are related to carotid atherosclerosis in the elderly. *Atherosclerosis*. [Online] 2011; 218: 207–213. Available from: doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.05.001.
32. Wiberg B, Lind PM, Lind L. Serum levels of monobenzylphthalate (mbzp) is related to carotid atherosclerosis in the elderly. *Environmental Research*. [Online] 2014;133: 348–352. Available from: doi: 10.1016/j.envres.2014.06.009.
33. Wu W, Cao L, Zheng TT, Feng SY, Ma GW, He YY, et al. Prenatal phthalate exposure reduction through an integrated intervention strategy. *Environmental Science and Pollution Research*. [Online] 2021:1-9. Available from: doi.org/10.1007/s11356-021-14613-y
34. Chen CY, Chou YY, Lin SJ, Lee CC. Developing an intervention strategy to reduce phthalate exposure in Taiwanese girls. *Science of the Total Environment*. [Online] 2015;517: 125-131. Available from: doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.02.021. Epub 2015 Feb 25. PMID: 25725197.
35. Congqiao Y, Shelley AH, Liisa MJ, Jacob K, Linh VN, Miriam L. Phthalates: Relationships between Air, Dust, Electronic Devices, and Hands with Implications for Exposure. *Diamond Environmental Science & Technology*. [Online] 2020;54(13): 8186-8197. Available from: doi: 10.1021/acs.est.0c00229

สัญญาอนุญาต ไฟล์ข้อมูลเสริม และ ลิขสิทธิ์

บทความเผยแพร่ในรูปแบบของบทความแบบเปิดและสามารถเข้าถึงได้อย่างเสรี (open-access) ภายใต้เงื่อนไขของสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์สากลในรูปแบบที่ ต้องอ้างอิงแหล่งที่มา ห้ามใช้เพื่อการค้า และห้ามแก้ไขดัดแปลงเวอร์ชั่น 4.0 (CC BY NC ND 4.0) ท่านสามารถแจกจ่ายและนำบทความไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาได้ แต่ต้องระบุการอ้างอิงถึงบทความนี้จากเว็บไซต์วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ โดยการระบุข้อมูลบทความและลิงก์ URL บนเอกสารอ้างอิงของท่าน ท่านไม่สามารถนำบทความไปใช้เพื่อการพาณิชย์ใด ๆ ได้เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากบรรณาธิการวารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ และกรณีมีการนำบทความไปเรียบเรียงใหม่ เปลี่ยนแปลงเนื้อหา หรือเสริมเติมแต่งเนื้อหาของบทความนี้ ท่านไม่สามารถนำบทความที่ปรับแต่งไปเผยแพร่ได้ในทุกกรณี

หากมีวัสดุเอกสารข้อมูลวิจัยเสริมเพิ่มเติมใด ๆ ที่ใช้อ้างอิงในบทความท่านสามารถเข้าถึงได้บนหน้าเว็บไซต์ของวารสาร

บทความนี้เป็นลิขสิทธิ์ของราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ (Chulabhorn Royal Academy) พ.ศ.2565

การอ้างอิง

นริศรา ศรีโพธิ์, ธเนษฐ เทียนทอง, อรวรรณ แก้วบุญชู. ผลกระทบของสารธาเลตในฝุ่นบ้านต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ. *วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์.* 2565;4(3): 133-140 https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/254385

Sripo N, Tienthong T, Kaewboonchoo O. Effects of Phthalate Exposure in House Dust on Non-Communicable Diseases in the Elderly. *J Chulabhorn Royal Acad.* 2022;4(3): 133-140.https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/254385

Online Access

https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/254385