

Biomarker น่ารู้

ตอน

ตรวจการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ด้วยกรดฟอร์มิก (Formic acid) ได้หรือไม่?

เรียบเรียงโดย นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ผู้อำนวยการศูนย์วิชาการอาชีวเวชศาสตร์ รพ.กรุงเทพระยอง และแพทย์ที่ปรึกษาด้านอาชีวอนามัย
ความปลอดภัย และพิษวิทยา บริษัท National Healthcare Systems, Co. Ltd. (N Health)

วันที่เผยแพร่ 5 กรกฎาคม 2560

ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็นสารเคมีกลุ่มอัลดีไฮด์ (Aldehyde) ที่มีกลิ่นฉุนแสบ ก่อความระคายเคือง ทำให้ผู้ที่สูดดมเกิดอาการระคายเคืองจมูก แสบคอ ไอ แน่นหน้าอก หายใจมีเสียงหวีด ถ้าสูดดมในปริมาณสูงทำให้เกิดภาวะปอดบวมน้ำได้ [1] การสัมผัสที่ดวงตาทำให้แสบตา น้ำตาไหล การกินเข้าไปทำให้หลอดอาหารและกระเพาะอาหารเป็นแผล ถ้ากินเข้าไปในปริมาณมากทำให้เกิดภาวะเลือดเป็นกรด (Metabolic acidosis) ภาวะช็อก และทำให้ตายได้ [2] นอกจากพิษก่อความระคายเคืองแล้ว ฟอร์มาลดีไฮด์ยังเป็นสารเคมีที่ได้รับการยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ โดยได้รับการยืนยันว่าสามารถก่อมะเร็งโพรงหลังจมูก (Nasopharyngeal cancer) และมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) ได้ [3] และอาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งไซนัสและโพรงจมูก (Sinonasal cancer) อีกด้วย [3]

ฟอร์มาลดีไฮด์นั้นปกติจะอยู่ในรูปแก๊ส แต่ถ้าถูกทำให้อยู่ในรูปสารละลายที่เป็นของเหลวจะเรียกว่าฟอร์มาลิน (Formalin) โดยฟอร์มาลินนั้นพบได้หลายความเข้มข้น แต่ที่พบบ่อยจะมีความเข้มข้นอยู่ที่ 37 % [1] นอกจากฟอร์มาลดีไฮด์แล้ว ในสารละลายฟอร์มาลินมักจะมีสารเมทานอล (Methanol) ผสมอยู่ด้วยในสัดส่วนประมาณ 6 – 15 % [1] เราสามารถพบการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ได้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด [1, 3] เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมการแปรรูปไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ (Particle board) อุตสาหกรรมการผลิตเรซินสังเคราะห์ (Synthetic resin) เช่น Melamine formaldehyde resin, Phenol formaldehyde resin, และ Urea formaldehyde resin โดย Urea formaldehyde resin จะมีลักษณะเป็นโฟม ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทำฉนวน (Urea formaldehyde foam insulation) นอกจากนี้ยังพบการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ได้ในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก งานเคลือบ ใช้อุปกรณ์รอยยับในอุตสาหกรรมเสื้อผ้า ฟอร์มาลดีไฮด์ยังพบได้ในห้องสำนักงานที่เป็นพื้นที่ปิด อากาศไม่ถ่ายเท ที่มีเฟอร์นิเจอร์ไม้อัดหรือส่วนประกอบ

ของอาคารที่ใช้กาที่มีส่วนผสมของฟอร์มาลดีไฮด์อยู่เป็นจำนวนมากด้วย สำหรับสารละลายฟอร์มาลินนั้น นำมาใช้ในการรักษาสภาพศพ ซากสัตว์ ซึ้นเนื้อเยื่อ และใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค (Disinfectant)

เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่มีความเป็นพิษ จึงมีความพยายามในการตรวจประเมินการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำงานโดยใช้การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) และเนื่องจากในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ของสารฟอร์มาลดีไฮด์นั้น สารฟอร์มาลดีไฮด์จะถูกเปลี่ยนเป็นสารฟอร์เมต (Formate) ซึ่งสารฟอร์เมต (Formate) นี้ ถ้าอยู่ในรูปกรดจะเรียกว่ากรดฟอร์มิก (Formic acid) จึงมีความพยายามในการนำการตรวจระดับกรดฟอร์มิก (Formic acid) ในปัสสาวะ มาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ [4]

อย่างไรก็ตามองค์กรด้านวิชาการที่ให้คำแนะนำในการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในระดับนานาชาตินั้น กลับไม่เคยมีคำแนะนำให้ทำการตรวจระดับกรดฟอร์มิกในปัสสาวะ เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเพื่อใช้ในการประเมินการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำงานเลย โดยในปัจจุบัน องค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ประเทศสหรัฐอเมริกา ไม่มีการกำหนดค่า Biological Exposure Indices (BEI) ของสารฟอร์มาลดีไฮด์ไว้ [5] เช่นเดียวกันกับองค์กร Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ประเทศเยอรมัน ซึ่งไม่มีการกำหนดค่า Biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte (BAT) ของสารฟอร์มาลดีไฮด์ไว้ด้วยเช่นกัน [6]

สาเหตุที่ทั้งองค์กร ACGIH และ DFG ไม่มีการแนะนำให้ทำการตรวจระดับกรดฟอร์มิกในปัสสาวะ เพื่อประเมินการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำงานนั้น เนื่องจากผลการศึกษาวิจัยในอดีตพบว่า ระดับกรดฟอร์มิกในปัสสาวะจะมีความแปรปรวนได้จากปัจจัยภายนอกหลายประการ [7-8] และไม่สัมพันธ์กับระดับการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำงานด้วย [4]

ในคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์นั้น สามารถพบกรดฟอร์มิกในปัสสาวะในระดับต่างๆ ได้เป็นปกติอยู่แล้ว โดยอาจมีระดับอยู่ที่ประมาณ 11.7 – 18.0 mg/L [7-8] แต่ในคนทั่วไปบางคนอาจพบระดับสูงกว่านี้ เช่นที่ระดับ 60 mg/L ก็ยังเป็นไปได้ [7] กรดฟอร์มิกที่ขับออกมาทางปัสสาวะนี้ เป็นผลจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสารอาหารในร่างกาย เช่น กรดอะมิโน (Amino acids) สารพิวรีน (Purine) และเบสไพริมิดีน (Pyrimidine bases) [7] การกินอาหารที่มีกรดฟอร์มิก (ซึ่งพบได้ในธรรมชาติในกรดของนม) หรืออาหารที่มีสารอาหารกลุ่มที่กล่าวมา (ซึ่งพบได้ในอาหารกลุ่มโปรตีนโดยทั่วไป) สามารถทำให้ระดับกรดฟอร์มิกในปัสสาวะสูงขึ้นได้ [7]

สำหรับในการทำงานนั้น นอกจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์แล้ว การสัมผัสสารเคมีชนิดอื่นๆ บางชนิด ก็สามารถทำให้ตรวจพบกรดฟอร์มิคในปัสสาวะได้เช่นกัน เช่น เมทานอล (Methanol) อะซิโตน (Acetone) และสารกลุ่มฮาลอมีเทน (Halomethanes) [7] ยาบางชนิด เมื่อผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกายแล้ว ก็ทำให้เกิดกรดฟอร์มิคขึ้นได้ [7] เช่น เอฟิดีน (Ephidine) และเมทิลเอฟิดีน (Methylephidine) ซึ่งเป็นยาที่ใช้รักษาภาวะความดันโลหิตต่ำและใช้หยอดจมูกเพื่อลดน้ำมูก จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยรบกวนหลายอย่าง และบางอย่างก็ยากที่จะควบคุม (เช่น การกินอาหารกลุ่มโปรตีน)

การศึกษาในนักศึกษาสัตวแพทย์จำนวน 35 คน ที่สัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในระดับต่ำกว่า 0.5 ppm และมีระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะก่อนการสัมผัสเฉลี่ย 12.5 mg/L (พิสัย 2.4 – 28.4 mg/L) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญหลังจากที่นักศึกษาในกลุ่มนี้ได้สัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ [4] การศึกษาในพนักงานโรงงานกระดาษที่สัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศที่ระดับ 0.024 ppm จำนวน 22 ราย เทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์จำนวน 27 ราย ไม่พบความแตกต่างของระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะที่ชัดเจน [9]

จากข้อมูลที่มีในปัจจุบัน กล่าวได้ว่าการตรวจระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะนั้น ไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ได้ [7-8] เนื่องจากระดับกรดฟอร์มิคในปัสสาวะมีความแปรปรวนได้จากปัจจัยหลายประการ อีกทั้งยังไม่สัมพันธ์กับระดับการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำงานด้วย [4]

สำหรับการตรวจระดับฟอร์มาลดีไฮด์ในเลือด เพื่อหวังใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ ก็ประสบกับปัญหาเช่นกัน คือระดับฟอร์มาลดีไฮด์ในเลือดก็ไม่สัมพันธ์กับระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำงาน [7]

เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็ง ปัจจุบันจึงมีการศึกษาวิจัยถึงการนำตัวบ่งชี้เกี่ยวกับการทำลายสารพันธุกรรม (Genotoxic biomarkers) เช่น DNA Adduct, DNA-protein cross-links, Micronuclei test มาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของผลกระทบ (Biomarker of effect) ของการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ [10-11] อย่างไรก็ตาม ยังคงมีการใช้อยู่เพียงในระดับงานวิจัย ในทางปฏิบัติจริงยังคงพบข้อจำกัด [11] จึงยังไม่มี การกำหนดออกมาเป็นคำแนะนำมาตรฐานให้ปฏิบัติโดยทั่วไปได้

การประเมินการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ในสถานประกอบการในปัจจุบันนั้น ในภาคปฏิบัติจริงยังคงแนะนำให้ใช้การตรวจวัดติดตามระดับสารฟอร์มาลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (Environmental monitoring) เป็นเครื่องมือหลักในการประเมินการสัมผัสอยู่ [8]

สรุปคือ เราไม่สามารถใช้การตรวจระดับกรดฟอร์มิก (Formic acid) ในปัสสาวะ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ ในการประเมินการสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) จากการทำงานได้ เนื่องจากระดับกรดฟอร์มิก ในปัสสาวะนั้นมีความแปรปรวนไปได้จากปัจจัยหลายประการ เช่น อาหาร ยา การสัมผัสสารเคมีชนิดอื่นๆ และก็ไม่สัมพันธ์กับระดับการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำงานด้วย ในทางปฏิบัติ เนื่องจากสารฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่มีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสให้ใช้ตรวจได้ บุคลากรทางด้านอาชีวอนามัยจึงควรประเมินการสัมผัสสาร ฟอร์มัลดีไฮด์ในคนทำงาน โดยใช้การตรวจติดตามระดับสารฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (Environmental monitoring) เป็นหลัก จะเป็นการเหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. Olson KR, Anderson IB, Benowitz NL, Blanc PD, Clark RF, Kearney TE, et. al. Poisoning & drug overdose. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
2. Köppel C, Baudisch H, Schneider V, Ibe K. Suicidal ingestion of formalin with fatal complications. Intensive Care Med 1990;16(3):212-4.
3. IARC (International Agency for Research on Cancer). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Vol. 100F – Chemical agents and related occupations. Lyon: IARC; 2012.
4. Gottschling LM, Beaulieu HJ, Melvin WW. Monitoring of formic acid in urine of humans exposed to low levels of formaldehyde. Am Ind Hyg Assoc J 1984;45(1):19-23.
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2017.
6. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT values, 2016. Report 52, Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Weinheim: Wiley-VCH; 2016.
7. Lauwerys RR, Hoet P. Industrial chemical exposure: Guidelines for biological monitoring. 3rd ed. Florida: CRC Press; 2001.
8. Boeniger MF. Formate in urine as a biological indicator of formaldehyde exposure: a review. Am Ind Hyg Assoc J 1987;48(11):900-8.
9. Srivastava AK, Gupta BN, Bihari V, Gaur JS, Mathur N, Awasthi VK. Clinical studies of employees in a sheet-forming process at a paper mill. Vet Hum Toxicol 1992;34(6):525-7.
10. Peteffi GP, Antunes MV, Carrer C, Valandro ET, Santos S, Glaeser J, et. al. Environmental and biological monitoring of occupational formaldehyde exposure resulting from the use of products for hair straightening. Environ Sci Pollut Res Int 2016;23(1):908-17.

11. Chiarella P, Tranfo G, Pignini D, Carbonari D. Is it possible to use biomonitoring for the quantitative assessment of formaldehyde occupational exposure? *Biomark Med* 2016;10(12):1287-1303.