

บุหรี่มือสาม : เกิดขึ้น ตั้งอยู่ ไม่ดับไป

อุดมรัตน์ วัฒนสิทธิ์^{1*}, ศวรรยา เลหาประภานนท์^{1,2} และ ประเสริฐ มากแก้ว¹

¹ สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

² ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการวิจัยระบบสุขภาพและการแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทคัดย่อ

บุหรี่มือสามคือสารจากควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของบุหรี่ซึ่งปนเปื้อนอยู่บนพื้นผิวต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมและบนร่างกายภายหลังการสูบ การรับสัมผัสเกิดขึ้นได้ทั้งจากการกิน การดูดซึมทางผิวหนัง และการหายใจ การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของบุหรี่มือสามในปัจจุบันนั้นยังมีข้อมูลอยู่จำกัด มีรายงานว่านิโคตินจากควันบุหรี่เมื่อทำปฏิกิริยากับมลพิษชนิดอื่นในอากาศ ได้แก่ โอโซน และกรดไนตริก เกิดเป็นสารกลุ่มที่เรียกว่า Tobacco-specific nitrosamines (TSNAs) ซึ่งบางชนิด ได้แก่ N'-nitrosonornicotine (NNN) และ 4-(methyl-nitroso amino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ การตรวจวัดบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อม สามารถทำได้โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นเพื่อวิเคราะห์หานิโคตินและสารกลุ่ม TSNAs ส่วนการประเมินการรับสัมผัสนั้น พบว่าการวิเคราะห์อัตราส่วนของนิโคติน และ NNK ในปัสสาวะเป็นทางเลือกที่น่าสนใจที่จะแยกแยะการรับสัมผัสนิโคตินจากบุหรี่มือสองและบุหรี่มือสาม ปัจจุบันแม้ว่าจะมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่แต่ก็ยังไม่ครอบคลุมถึงบุหรี่มือสาม การให้ความรู้และสร้างความตระหนักของผู้สูบบุหรี่เกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพต่อตนเองและคนในครอบครัวจะได้รับจากบุหรี่มือสาม อาจนำไปสู่การลด ละ เลิกการสูบบุหรี่ อันจะนำไปสู่การลดอัตราการป่วยและเสียชีวิตที่เป็นผลจากการสูบบุหรี่ได้

คำสำคัญ: การรับสัมผัส นิโคติน บุหรี่มือสาม สารก่อมะเร็ง Tobacco-specific nitrosamines (TSNAs)

* ผู้รับผิดชอบบทความ

ดร.อุดมรัตน์ วัฒนสิทธิ์

สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

จังหวัดนครศรีธรรมราช 80161

E-mail: ohenhwu@gmail.com

Thirdhand Smoke : Emerging, Existing, and Never Ending

Udomratana Vattanasit^{1*}, Sawanya Laohaprapanon^{1,2} and Prasert Makkaew¹¹ Department of Environmental Health and Technology, School of Public Health, Walailak University² Center of Excellence in Health System and Medical Research, Walailak University**Abstract**

Thirdhand smoke is defined as substances generated by the combustion of cigarettes contaminated on different surfaces in the environment and on the body after smoking. Exposure routes include ingestion, dermal absorption, and inhalation. There is limited number of evidences on human health effects of thirdhand smoke. It has been reported that nicotine from cigarette smoke reacts with air pollutants (ozone and nitrous acid) resulting in the formation of a group of chemicals called tobacco-specific nitrosamines (TSNAs). Some of chemicals in this group are human carcinogens, i.e. N'-nitrosonornicotine (NNN) and 4-(methylnitrosoamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK). Thirdhand smoke detection in the environment can be done by collecting dust samples to analyze nicotine and TSNAs. In terms of exposure assessment, determination of cotinine and NNK ratios in urine is an interesting method for differentiating nicotine exposure between secondhand and thirdhand smoke. At present, there are legal measures to protect non-smokers, but it does not cover thirdhand smoke. Educating and raising awareness of smokers about health effects of thirdhand smoke to the smokers themselves and their family members should be provided. That may lead to a reduction and cessation of smoking as well as declined morbidity and mortality from smoking.

Keywords: Exposure, Nicotine, Thirdhand smoke, Carcinogen, Tobacco-specific nitrosamines (TSNAs)

*** Corresponding Author**

Dr.Udomratana Vattanasit

Department of Environmental Health and Technology, School of Public Health, Walailak University

Nakhon Si Thammarat 80161

E-mail: ohenhwu@gmail.com

บทนำ

บุหรี่เป็นสิ่งเสพติดที่ถูกต้องตามกฎหมายในประเทศไทย ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีอัตราการสูบบุหรี่ถึงร้อยละ 19.85 โดยเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจำนวนบุหรี่ที่สูบเฉลี่ยต่อวันในปี พ.ศ. 2554 และ 2557 พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 10.8 เป็น 11.5 มวนต่อวัน^{1,2} ควันบุหรี่มือหนึ่งหมายถึงควันบุหรี่ที่ผู้สูบบุหรี่จากมวนบุหรี่เข้าไปในร่างกาย และควันบุหรี่มือสอง (Secondhand smoke; SHS) เป็นควันบุหรี่ที่เกิดการเผาไหม้ลอยอยู่ในอากาศขณะสูบบุหรี่ที่คนทั่วไปรู้จักกันเป็นอย่างดี นอกจากนี้งานวิจัยในปัจจุบันได้เผยให้ทราบถึงการตกค้างของควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า “Thirdhand smoke (THS)” หรือแปลเป็นไทยว่า “ควันบุหรี่มือสาม” ซึ่งเป็นการตั้งชื่อให้สอดคล้องกับคำว่า “ควันบุหรี่มือสอง” อย่างไรก็ตามคำว่า “ควัน” อาจทำให้คนทั่วไปเข้าใจไปว่าเป็นควันที่มองเห็นได้ แต่โดยนิยามแล้วหมายถึงสารจากควันบุหรี่ที่ตกค้างอยู่บนพื้นผิวต่างๆ เช่น เสื้อผ้า ผ้า่าน พรม โซฟา ที่นอน และบนร่างกายภายหลังการสูบ ในบทความนี้จึงใช้คำว่า บุหรี่มือสาม แทนคำว่า ควันบุหรี่มือสาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องสำหรับบุคคลทั่วไป

การศึกษาเกี่ยวกับบุหรี่มือสามที่ผ่านมาเน้นไปที่สารนิโคตินซึ่งเป็นสารเสพติดที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางและพบมากที่สุด ในควันบุหรี่³ โดยบุหรี่ในประเทศไทยนั้นเคยมีรายงานไว้ว่ามีนิโคตินอยู่ประมาณ 1.64 ถึง 5.77 มิลลิกรัมต่อมวน⁴ ซึ่งนับว่าสูงเมื่อเทียบกับ

ข้อกำหนดของสหภาพยุโรปซึ่งจำกัดปริมาณนิโคตินในบุหรี่ไว้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อมวน⁵ ทั้งนี้ นิโคตินเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่ระบุว่ามีการปนเปื้อนควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อม นอกจากนิโคตินแล้วยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดในบุหรี่มือสามโดยบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ เช่น เบนโซเอไพรีน (Benzo[a]pyrene) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของบุหรี่ นอกจากนี้มีงานวิจัยที่พบว่านิโคตินซึ่งไม่ได้เป็นสารก่อมะเร็งแต่เมื่อทำปฏิกิริยากับมลพิษชนิดอื่นในอากาศได้แก่ โอโซน (Ozone) และ กรดไนตริก (Nitrous acid) เกิดเป็น สารมลพิษทุติยภูมิ (Secondary pollutant) ที่เรียกว่า Tobacco-specific nitrosamines (TSNAs) ซึ่งเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ และเป็นพิษต่อเซลล์ (Mutagenic and cytotoxic compound) และบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์⁶⁻⁷

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่านอกจากผู้สูบบุหรี่จะต้องตระหนักถึงอันตรายที่ตนเองและผู้ที่อยู่รอบข้างจะได้รับขณะสูบบุหรี่แล้ว ยังควรคำนึงถึงผลกระทบต่อสุขภาพที่บุคคลในครอบครัวและคนรอบข้างที่จะได้รับจากการตกค้างของบุหรี่มือสามภายหลังการสูบบุหรี่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กเล็ก ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้เวลาส่วนใหญ่ในอาคารบ้านเรือน และมีความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบทางสุขภาพมากกว่าวัยทำงาน อย่างไรก็ตามประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ทราบข้อมูลและความเสี่ยงต่อสุขภาพที่จะได้รับจากบุหรี่มือสามโดยไม่รู้ตัว ดังนั้นการเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ให้ผู้สูบบุหรี่ตระหนักถึงผลกระทบต่อ

ตนเองรวมทั้งบุคคลรอบข้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งคนในครอบครัวและบุตรหลานอันเป็นที่รัก ซึ่งอาจนำไปสู่การเลิกสูบบุหรี่และการลดอัตราการป่วยและเสียชีวิตที่เป็นผลจากการสูบบุหรี่ได้ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับทราบและอาจนำไปสู่การผลักดันทางกฎหมายเพื่อการคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่จากบุหรี่มือสามต่อไปในอนาคต

การเกิดบุหรี่มือสาม

เมื่อบุหรี่เกิดการเผาไหม้ ควันบุหรี่เกิดขึ้นจะถูกเจือจางด้วยอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมี แพร่กระจาย และติดอยู่ตามพื้นผิวต่าง ๆ ควันที่เกิดค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมนี้ มีสมบัติและองค์ประกอบที่เปลี่ยนไปจากควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของบุหรี่ที่เรียกว่าควันบุหรี่มือสอง (Secondhand smoke; SHS) จึงได้มีการกำหนดคำว่า บุหรี่มือสาม (Thirdhand smoke; THS) ขึ้นมา ประวัติของการศึกษาเรื่องบุหรี่มือสามเริ่มต้นจากการที่ Schick แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ซานฟรานซิสโก ได้ตีพิมพ์รายงานผลการวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่ไม่ได้เผยแพร่ของโรงงานยาสูบ Phillip Morris โดยทำการศึกษาในช่วงปี ค.ศ.1983-1997 ที่แสดงให้เห็นว่าสารก่อมะเร็ง 4-(methyl-nitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) ซึ่งเป็นสารไนโตรซามีนที่เกิดจากบุหรี่ (TSNAs) สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อควันบุหรี่ถูกปล่อยออกสู่อากาศ และความเข้มข้นของสารดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามเวลา⁸ หลังจากบทความของ Schick เผยแพร่

ออกไป ได้มีการรายงานผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่านิโคตินบนพื้นผิวสามารถทำปฏิกิริยากับสารมลพิษภายในอาคารภายใต้สภาวะแวดล้อมปกติที่พบได้ในอาคารทั่วไป⁶ ข้อมูลจากการศึกษาดังกล่าวนำไปสู่การเกิดแนวความคิดที่ว่าบุหรี่มือสามมีลักษณะเฉพาะที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ นอกเหนือไปจากควันบุหรี่มือสองที่มีการศึกษากันอยู่เดิม

ควันบุหรี่ประกอบด้วยอนุภาคต่าง ๆ และก๊าซมากกว่า 7000 ชนิด⁹ ด้วยสมบัติของอนุภาคซึ่งมีขนาดเล็กและก๊าซของควันบุหรี่ ทำให้ควันบุหรี่สามารถเข้าไปสะสมลึกลงไปในพื้นผิวต่าง ๆ ได้ง่าย วัสดุที่มีรายงานการเกิดการสะสมของควันบุหรี่บนพื้นผิว ได้แก่ เส้นใยของพรม เบาะ พูกที่นอน หมอน ผ้าห่ม ตู้ ประตู เสื้อผ้า วอลล์เปเปอร์ แผ่นยิปซัม ไม้ และฝ้าเพดาน เป็นต้น¹⁰ สารนิโคตินที่สะสมอยู่ตามพื้นผิวต่าง ๆ ภายในบ้าน หากได้รับเข้าสู่ร่างกายเมื่อผ่านกระบวนการ metabolism จะได้เมทาโบไลต์ คือ cotinine และ 4-(methyl-nitrosamino)-4-(3-pyridyl)butyric acid (iso-NNAC) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามนิโคตินสามารถเกิดปฏิกิริยากับสารออกซิแดนท์ (Oxidant) ในอากาศ เช่น กรดไนตรัส (Nitrous acid; HONO) จากการเผาไหม้ต่าง ๆ รวมถึงการเผาไหม้ของบุหรี่เอง⁶ และโอโซน (Ozone; O₃) เกิดเป็นสารกลุ่ม TSNAs โดยเมื่อเกิดปฏิกิริยา Nitrosation เกิดเป็น 4-(methyl-nitrosamino)-4-(3-pyridyl)butanal (NNA) และ 4-(methyl-nitrosoamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา Reduction

ต่อไปเกิดเป็น 4-(methylnitrosoamino)-4-(3-pyridyl)-1-butanol (*iso*-NNAL) และ 4-(methylnitrosoamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol (NNAL) ตามลำดับ ในขณะที่หากนิโคตินเกิดปฏิกิริยา Demethylation ตามด้วยปฏิกิริยา Nitrosation จะเกิดเป็นสาร N'-nitrosanornicotine (NNN), N'-nitrosoanabasin (NAB) หรือ N'-nitrosoanatabine (NAT) ต่อไป โดยจากสารทั้งหมดในกลุ่มนี้ NNA เป็น TSNA ที่จำเพาะกับบุหรี่มือสาม เนื่องจากเป็นสารที่เป็นผลิตภัณฑ์หลักของปฏิกิริยาข้างต้นและมักไม่พบในควันบุหรี่มือสอง ในขณะที่ NNN และ NNK เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์¹¹ ปฏิกิริยาการเกิดสารกลุ่ม TSNA ดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 1

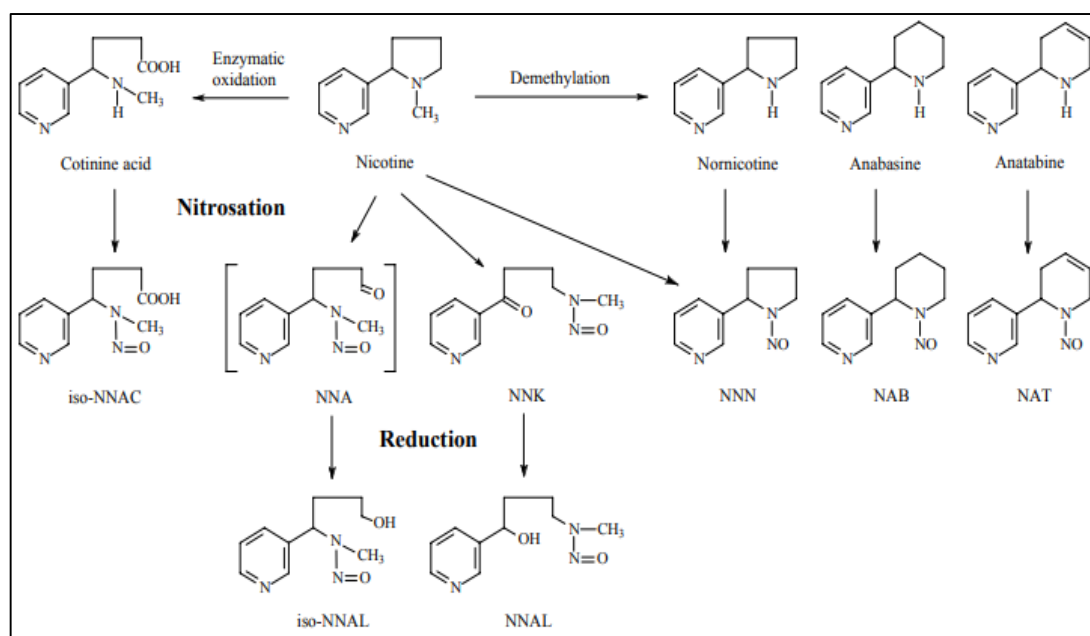
การศึกษาปริมาณของสารซึ่งเป็นองค์ประกอบของควันบุหรี่สายหลักที่ผู้สูบบุหรี่ออกมา (ควันบุหรี่มือสอง) จากบุหรี่ 9 ยี่ห้อที่มีส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 85% ในประเทศไทย พบปริมาณในควันบุหรี่ต่อมวนของสารต่างๆ ดังนี้ นิโคติน 0.2-2.4 มิลลิกรัม, ทาร์ (Tar) 5-28 มิลลิกรัม, คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 15-19 มิลลิกรัมสาร NNN 28-730 นาโนกรัม และสาร NNK 16-369 นาโนกรัม^{4, 13} อย่างไรก็ตามการศึกษาก่อนประกอบและปริมาณของบุหรี่มือสามนั้นยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย ผลการศึกษาโดย Sleiman และคณะ รายงานว่าพบ กลุ่มสารอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds; VOCs) ได้แก่ Furans, Carbonyls, Aldehydes และ Nitriles ในบุหรี่มือสามบนพื้นผิวที่ทำการศึกษาหลังจากการจูดบุหรี่ 18 ชั่วโมง แต่จากการศึกษาไม่ได้ระบุว่าเป็นสารที่เกิด

จากการเผาไหม้ที่ตกค้างอยู่หรือเกิดจากปฏิกิริยาในอากาศของสารที่เกิดจากการเผาไหม้¹⁴ นอกจากนี้ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกลิ่นจากบุหรี่และ VOCs พบว่าสาร VOCs ที่ทำให้เกิดกลิ่นในบุหรี่มือสองและมือสามได้แก่ Acetaldehyde¹⁵

การเผาไหม้ของบุหรี่ทำให้เกิดสารอินทรีย์กึ่งระเหย (Semi-volatile organic compounds; SVOCs) ในสถานะก๊าซ เมื่อถูกปล่อยออกมาแล้วเย็นลงก็จะควบแน่นเป็นหยดของเหลวแล้วถูกดูดซับบนอนุภาคและพื้นผิวในห้องได้ แต่เมื่อถูกดูดซับไว้แล้วก็สามารถคืนกลับสู่สถานะก๊าซได้เช่นกัน การที่สารกลุ่ม SVOCs ถูกดูดซับอยู่บนอนุภาคฝุ่นหรือพื้นผิวได้ ทำให้การกำจัดออกโดยการระบายอากาศนั้นทำได้น้อย และเกิดการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานหลังจากสูบบุหรี่ การศึกษาโดย Schick และคณะพบว่า ภายในสภาวะการระบายอากาศปกติในบ้านทั่วไป 80% ของ NNK จะถูกดูดซับบนพื้นผิวได้ภายใน 1 ชั่วโมง นอกจากนี้สัดส่วนของ NNK: Nicotine ที่พบในเสื้อผ้าที่สัมผัสกับควันบุหรี่ มากกว่าสัดส่วนที่พบในตัวอย่างอากาศหลังการจูดบุหรี่ถึง 10 เท่า ซึ่งอาจแสดงถึงการเกิด NNK จากปฏิกิริยาของนิโคตินในอากาศในภายหลัง หรืออาจเกิดจากการที่นิโคตินกลับออกจากพื้นผิวได้เร็วกว่า NNK¹⁶ สำหรับการคงทนของสารกลุ่มนี้ มีผู้รายงานไว้ว่าสารนิโคตินและ NNK สามารถคงอยู่ในฝุ่นภายในบ้านของผู้ที่เข้าร่วมโครงการเลิกบุหรี่แล้วนานถึง 6 เดือน¹⁷ และคงอยู่ในเส้นใยผ้าได้นานถึง 1.5 ปี¹⁸ นอกจากสารกลุ่ม VOCs แล้วในบุหรี่มือ

สามยังประกอบด้วยสารอินทรีย์ในรูปอนุภาคหรือฝุ่นละอองซึ่งเป็นอนุภาคของแข็งและหยดของเหลวเล็ก ๆ มีขนาดประมาณ 0.2 ไมครอน จึงเรียกได้ว่าเป็นฝุ่นละอองชนิดละเอียด (Fine particle) ประกอบด้วยสาร Benzo[a]pyrene, Solanesol และ SVOCs บางชนิดซึ่งสามารถเปลี่ยนกลับไปมา

ระหว่างรูปที่เป็นไอและอนุภาค สำหรับกลุ่มสารอินทรีย์ (รูปก๊าซ) ในบุหรี่สามมือนั้น พบได้น้อยเนื่องจากถูกดูดซับบนพื้นผิวได้น้อยและกำจัดได้ง่ายโดยการระบายอากาศ



รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีและปฏิกิริยาการเกิดสารกลุ่ม TSNA¹²

การรับสัมผัสและความเป็นพิษ

การรับสัมผัสควันบุหรี่มือสองและบุหรี่มือสามมีความแตกต่างกันในประเด็นที่สำคัญ คือการรับสัมผัสควันบุหรี่มือสองนั้นเกิดขึ้นขณะที่ผู้สูบบุหรี่กำลังสูบโดยผ่านทางหายใจเป็นหลัก ในขณะที่การรับสัมผัสบุหรี่มือสามนั้นเกิดขึ้นหลังจากการสูบบุหรี่จบลงและการรับสัมผัสเกิดขึ้นได้ทั้งทางหายใจ การกิน และทางผิวหนัง¹⁹ สารเคมีที่ซึมผ่านผิวหนังได้เช่น สารนิโคตินซึ่งสามารถแพร่ผ่านผิวหนังและเข้าเมือกต่าง ๆ มีรายงานว่า การรับสัมผัสทางผิวหนังอาจเกิดขึ้นได้จากนิโคตินในอากาศและเสื้อผ้าได้โดยตรง²⁰ ทั้งนี้ทารกและเด็กเล็กมีโอกาสในการรับสัมผัสมากกว่าผู้ใหญ่เนื่องจากพฤติกรรมที่ชอบหิบบอกของเข้าปาก การใช้เวลาในบ้านมากกว่าผู้ใหญ่ อยู่ใกล้ชิดกับผู้ดูแลหรือพ่อแม่ที่เป็นผู้สูบบุหรี่ ซึ่งทำให้ไม่อาจหลีกเลี่ยงการรับสัมผัสได้ และการกลานหรือการนั่งบนพื้นทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นบนพื้นผิวขึ้นมา ทำให้มีโอกาสในการรับสัมผัสทั้งทางผิวหนัง การกินและการหายใจ นอกจากนี้เด็กเล็กยังมีผิวหนังที่บางกว่าผู้ใหญ่ และอัตราการหายใจที่มากกว่าผู้ใหญ่ จึงจัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการรับสัมผัสและอ่อนไหวต่อการเกิดผลกระทบทางสุขภาพจากบุหรี่มือสาม

การศึกษาความเป็นพิษของบุหรี่มือสามในเซลล์มนุษย์ที่ผ่านมามีการรายงานว่าการสูบบุหรี่มือสามทำให้เกิดความเสียหายต่อดีเอ็นเอ (DNA damage)²¹⁻²²

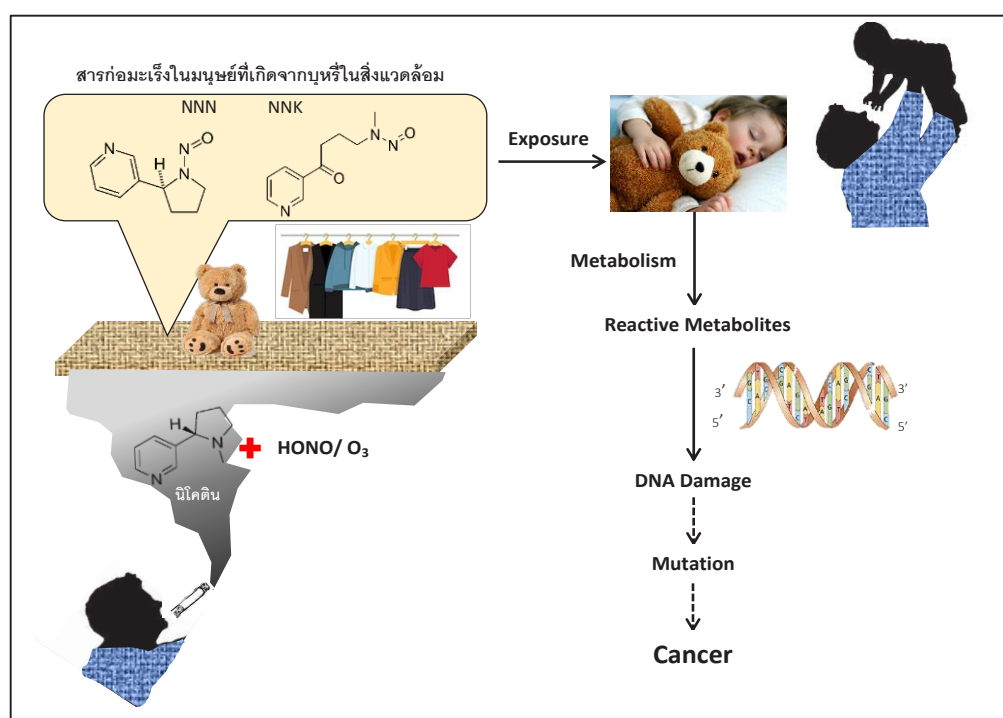
นอกจากนี้การรับสัมผัสบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อมมีความเข้มข้นต่ำกว่าแต่โอกาสรับสัมผัสเกิดได้นานกว่าบุหรี่มือสอง โดยการรับสัมผัสบุหรี่มือสามทางการหายใจนั้น อาจได้รับบุหรี่มือสามในรูปของก๊าซและฝุ่นที่กระจายขึ้นมาจากพื้นผิวภายในบ้าน การรับสัมผัสทางการกินเกิดจากการกินสิ่งที่ปนเปื้อนด้วยบุหรี่มือสามหรือการกินอาหารผ่านมือที่ปนเปื้อน และการรับสัมผัสทางผิวหนังซึ่งเป็นซึ่งความเสียหายต่อดีเอ็นเอดังกล่าวหากไม่ได้รับการซ่อมแซม (DNA repair) อย่างเหมาะสมและทันเวลาอาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งต่อไปได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของวิถีและกลไกของสารเคมีภายในเซลล์ (Metabolomic change) ของเซลล์สืบพันธุ์²³ ในส่วนของผลจากการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ในสัตว์ทดลองนั้นมีรายงานว่าบุหรี่มือสามสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดความเสียหายต่อดีเอ็นเอ (Oxidative base lesion) ในหนูทดลองที่สัมผัสกับบุหรี่มือสาม²⁴ และยังมีรายงานว่าหนูแร็กทดลองที่ได้รับสัมผัสบุหรี่มือสามเป็นเวลา 3 สัปดาห์เมื่อหนูอายุ 17 สัปดาห์พบว่ามีร้อยละของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน²⁵ นอกจากนี้ยังพบว่าการได้รับสัมผัสบุหรี่มือสามทำให้เกิดภาวะ Hyperactivity ในหนูทดลองอีกด้วย²⁶ ผลการศึกษาความเป็นพิษของบุหรี่มือสาม ในหลอดทดลองและสัตว์ทดลองข้างต้นแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความเป็นพิษของอนุหรีมือสามในหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง

รูปแบบ	ความเป็นพิษ/ ผลกระทบ	พารามิเตอร์ ที่ทดสอบ	ชนิดของ เซลล์/ สัตว์ทดลอง	การทดลอง	วิธีการ ทดสอบ	ผลการศึกษา	อ้างอิง
<i>In vitro</i>	Genotoxicity	DNA Strand Breaks	Human HepG2 (เซลล์ตับ)	สารสกัดจาก THS: 24 ชั่วโมง	COMET Assay	เกิด DNA Strand Breaks มากกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญ	(21)
		Oxidative DNA Damage	Human BEAS-2B (เซลล์ปอด)	สารสกัดจาก THS: 24 ชั่วโมง	LA-qPCR Assay	การเพิ่มขึ้นของ Oxidative DNA Damage (<i>HPRT</i> และ <i>POLB</i> genes)	(21)
		DNA Adducts	-	NNA ทำปฏิกิริยากับ dGuo เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	LC-ESI-MS/MS และ 2D NMR	8-oxo-dG, N1-methyl-dG, 5',3'-dimethyl-dG, O6-methyl-dG, N2-NNA-dG	(22)
	Metabolomic Change	-	Rodent Male Reproductive Cell Lines (GC-2, TM-4)	สารสกัดจาก THS: 24 ชั่วโมง	MTT Assay, Immunofluorescence	GC-2 cells: Viability, Cell Cycle, Apoptosis, ROS Production, Glutathione Metabolism TM-4 cells: Nucleic Acid และ Ammonia Metabolism	(23)
<i>In vivo</i>	Genotoxicity	Oxidative DNA Damage	C57BL/6 Mice	หนูทดลองสัมผัสกับ THS เป็นเวลา 1 สัปดาห์	LA-qPCR Assay	การเพิ่มขึ้นของ Oxidative DNA Damage (<i>Polβ</i> and <i>β-Globin</i> Genes), MDA และ 8-oxo-dG เพิ่มขึ้น	(24)
	Immune Function	Blood Cell Population	Neonatal C57BL/6J Mice	หนูทดลองสัมผัสกับ THS เป็นเวลา 3 สัปดาห์	FACS Analysis	B-cells, T-suppressor Cells เพิ่มขึ้น Myeloid cells ลดลงใน Adult Mice 17 สัปดาห์ที่ได้รับสัมผัส THS ในช่วง 3 สัปดาห์หลังคลอด	(25)
	Behavior	Hyperactivity	C57BL/6 Mice	หนูทดลองสัมผัสกับ THS เป็นเวลา 24 สัปดาห์	Open Field Test	หนูที่สัมผัสกับ THS แสดงอาการ Hyperactivity อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม	(26)

การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของบุหรี่มือสามในปัจจุบันยังมียุ่จำกัดเมื่อเทียบกับบุหรี่มือสอง ข้อมูลผลกระทบของบุหรี่มือสามโดยเฉพาะนั้นมาจากการศึกษาในสัตว์ทดลอง การวิจัยทางระบาดวิทยาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสบุหรี่มือสามและสุขภาพจึงยังเป็นเรื่องที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ซึ่งเป็นสิ่งที่ท้าทายเนื่องจากคนส่วนใหญ่ที่ได้รับสัมผัสบุหรี่มือสามนั้นได้รับบุหรี่มือสองด้วย นอกจากนี้โรคที่เกิดขึ้นจากบุหรี่มือสามก็เป็นโรคที่ทราบกันดีแล้วว่าเกิดจากบุหรี่มือสองด้วย จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสและการตอบสนอง (Dose-Response relationship) ในสัตว์ทดลองบ่งชี้ความสัมพันธ์ระหว่าง Nitrosamines และการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้การศึกษาค่าความเสี่ยงในการ

เกิดมะเร็งจากการรับสัมผัส N-nitrosamines ที่ก่อมะเร็งและ TSNA's จากฝุ่นภายในบ้านจำนวน 46 หลังที่มีผู้ที่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 48) และไม่มีผู้สูบบุหรี่ (ร้อยละ 52) พบว่าระดับของสาร TSNA's ที่ตรวจวัดได้นั้นเมื่อพิจารณาการรับสัมผัสสำหรับเด็กอายุ 1 – 6 ปี ค่าความเสี่ยงในเกิดมะเร็งที่คำนวณได้เกินค่าแนะนำของ United States Environmental Protection Agency (USEPA) คิดเป็นร้อยละ 77 และ 64 ของบ้านที่มีผู้สูบบุหรี่และไม่สูบบุหรี่ตามลำดับ โดยค่ากลางของระดับความเข้มข้นของสารที่ตรวจวัด 14 ชนิดบ้านที่สูบบุหรี่สูงกว่าบ้านที่ไม่มี การสูบบุหรี่ประมาณ 8 เท่า²⁷ การเกิดบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อม การรับสัมผัส และผลกระทบทางสุขภาพสรุปไว้ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเกิดบุหรี่มือสาม การรับสัมผัส และผลกระทบต่อสุขภาพ

การตรวจวัดบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อมและการ ประเมินการรับสัมผัสโดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)

นิโคตินได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนบุหรี่ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นสารที่มาจากบุหรี่โดยตรง การตรวจวัดบุหรี่มือสามโดยการตรวจวัดนิโคตินสามารถตรวจวัดได้จากฝุ่นละอองที่ตกสะสมอยู่ตามที่สูง ๆ (Settled dust) โดยใช้เครื่องมือดูดฝุ่นและการตรวจวัดจากฝุ่นพื้นผิวโดยการใช้ผ้าเปียก เพื่อเช็ดเอานิโคตินที่ถูกดูดซับอยู่บนพื้นผิวออกมา (Surface wipe sampling) การสกัดและวิเคราะห์นิโคตินทำได้หลายวิธีซึ่งก็มีความแตกต่างในความง่ายและความไวในการวิเคราะห์ นอกจากนิโคตินแล้วสารที่ถูกวิเคราะห์ในการประเมินบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อมได้แก่ สารกลุ่ม Nitrosamines ที่เกิดจากควันบุหรี่และปฏิกิริยาของนิโคตินในสิ่งแวดล้อมตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อการเกิดบุหรี่มือสาม ข้อมูลการตรวจวัดบุหรี่มือสามในงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าส่วนใหญ่ใช้เทคนิควิธีการและเครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูง^{17, 27-30} ซึ่งต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เครื่องมือและมีต้นทุนในการวิเคราะห์สูง ดังนั้นหากสามารถพัฒนาวิธีการทดสอบที่เชื่อถือได้ สามารถทำได้ง่าย สะดวก ให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและรวดเร็ว น่าจะเป็นตัวช่วยที่ดีในการคัดกรองพื้นที่เสี่ยงจากการรับสัมผัสจากบุหรี่มือสามได้กว้างขวางมากขึ้น

สำหรับการประเมินการรับสัมผัส การตรวจสารโคตินีน (Cotinine) ในปัสสาวะเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) ที่ดีของการรับสัมผัส

นิโคติน อย่างไรก็ตามสามารถตรวจวัดภายหลังการรับสัมผัสได้ในเวลาสั้น ๆ เนื่องจากการกำจัดออกของนิโคตินทางปัสสาวะอยู่ในช่วง 1 – 2 วัน เท่านั้น ในการประเมินการรับสัมผัสในระยะยาว อาจทำได้โดยตรวจวัดสารโคตินีนในเส้นผมซึ่งสามารถประเมินการรับสัมผัสหลังการได้รับควันบุหรี่ได้นานหลายเดือน³¹ เนื่องจากในสถานการณ์จริงนั้นคนที่รับสัมผัสควันบุหรี่มือสองมักจะได้รับสัมผัสบุหรี่มือสามด้วยแต่การตรวจวัดโคตินีนในตัวอย่างทางชีวภาพไม่สามารถที่จะแยกแยะได้ว่าเป็นการรับสัมผัสนิโคตินจากบุหรี่มือสองหรือบุหรี่มือสาม ซึ่งมีความสำคัญมากในการกำหนดนโยบายและมาตรการลดผลกระทบต่อสุขภาพ

NNA ซึ่งเป็นสารกลุ่ม TSNA ที่จำเพาะกับบุหรี่มือสาม เป็นตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการรับสัมผัสบุหรี่มือสาม จากการทบทวนรายงานการวิจัยพบว่ามีผู้ทำการศึกษาสาร *iso*-NNAL ซึ่งเป็นเมทาโบไลต์ของ NNA ในปัสสาวะของกลุ่มเด็กที่อยู่กับผู้ปกครองที่สูบบุหรี่ อย่างไรก็ตามไม่พบสาร *iso*-NNAL ในปัสสาวะ แต่พบ NNAL ซึ่งเป็นเมทาโบไลต์ของ NNK ในปัสสาวะของเด็กกลุ่มนี้ถึงร้อยละ 90³² อีกทางเลือกหนึ่งในการประเมินการรับสัมผัสบุหรี่มือสามในตัวอย่างทางชีวภาพคือการวิเคราะห์หาอัตราส่วนของ NNAL (เมทาโบไลต์ของ NNK): Cotinine เนื่องจากนิโคตินระเหยได้ดีกว่า NNK เมื่อการสูบบุหรี่จบลง นิโคตินที่อยู่บนพื้นผิวต่าง ๆ หรือที่อยู่ในฝุ่นละอองจะถูกกำจัดออกได้เร็วกว่า NNK ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปควันบุหรี่มือ

สองกลายเป็นบุหรี่มือสาม อัตราส่วนของ NNK: Nicotine ในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นตามเวลา เนื่องจากเกิด NNK ขึ้นใหม่จากปฏิกิริยาของนิโคตินกับออกซิเจนและแสง และการลดลงของนิโคตินในอากาศ เพราะการกำจัดออกที่เร็วกว่า จากเหตุผลดังกล่าวคนที่สัมผัสกับบุหรี่มือสามจะได้รับสัมผัส NNK ในสัดส่วนที่มากกว่านิโคติน เมื่อเทียบกับคนที่ได้รับสัมผัสบุหรี่มือสอง ดังนั้นถ้าอัตราส่วนของ NNK: Nicotine ในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นตามเวลา อัตราส่วนของ NNAL: Cotinine ก็จะแปรผันตาม จึงอาจจะนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเพื่อประเมินการรับสัมผัสบุหรี่มือสามเทียบกับบุหรี่มือสองได้³³

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การรับรู้ถึงผลเสียทางสุขภาพของบุหรี่ที่มีต่อตัวผู้สูบและผู้ที่อยู่รอบข้างเป็นข้อเท็จจริงที่สำคัญที่ช่วยผลักดันให้หลายประเทศทั่วโลกออกกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในสถานที่ทำงานและพื้นที่สาธารณะ สำหรับประเทศไทยได้มีการออกกฎหมายเกี่ยวกับบุหรืมาแล้ว 2 ฉบับได้แก่ พระราชบัญญัติควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติคุ้มครองสุขภาพของผู้ไม่สูบบุหรี่ พ.ศ. 2535 ซึ่งมีการใช้บังคับมาเป็นเวลานานถึง 25 ปี เมื่อปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมามีการยกเลิกพระราชบัญญัติฉบับปี พ.ศ. 2535 เนื่องจากการควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบและการคุ้มครองสุขภาพอนามัยของประชาชน จากโรคร้ายที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ยาสูบไม่สัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควรและ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน ประกอบกับประเทศไทยได้เข้าเป็นรัฐภาคี

ของกรอบอนุสัญญาว่าด้วยการควบคุมยาสูบขององค์การอนามัยโลก (WHO Framework Convention on Tobacco Control: WHO-FCTC) เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมจำนวนผู้สูบบุหรี่และอุตสาหกรรมยาสูบ ตลอดจนป้องกันการเพิ่มจำนวนของผู้สูบบุหรี่ โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและเยาวชน จึงได้มีการปรับปรุงแก้ไขและจัดทำกฎหมายฉบับใหม่ขึ้น คือ พระราชบัญญัติควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ พ.ศ. 2560 และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนที่ 39ก เมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2560 โดยมีผลบังคับใช้เป็นกฎหมายตั้งแต่วันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป³⁴

พระราชบัญญัตินี้ได้กำหนดการคุ้มครองสุขภาพของผู้ไม่สูบบุหรี่มีกำหนดอยู่ในหมวดที่ 5 ซึ่งบทบัญญัติเกี่ยวกับการกำหนด “เขตปลอดบุหรี่” ได้แก่ สถานที่สาธารณะ สถานที่ทำงาน และยานพาหนะ โดยอาจกำหนดให้มีเขตปลอดบุหรี่ในเขตปลอดบุหรี่ได้ (มาตรา 41 วรรค 2) โดยการกำหนดบทลงโทษในมาตรา 42 ห้ามผู้ใดสูบบุหรี่ในเขตปลอดบุหรี่เว้นแต่เป็นเขตปลอดบุหรี่ผู้ใดฝ่าฝืนต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท และกำหนดให้ผู้รับผิดชอบดูแลสถานที่ มีหน้าที่จัดสถานที่ให้ปลอดบุหรี่ด้วย หากไม่ปฏิบัติตามมีโทษปรับ 20,000 บาท ซึ่งกฎหมายดังกล่าวเป็นกลไกหนึ่งที่ช่วยคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่ นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2560 กระทรวงทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งได้กำหนดให้พื้นที่ชายหาด 24 แห่งใน 15 จังหวัดของประเทศไทยเป็นชายหาดปลอดบุหรี่ ซึ่งมีผล

บังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป ผู้ฝ่าฝืนจะมีบทลงโทษตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พ.ศ. 2558 หากมีผู้ฝ่าฝืนจะถูกจำคุกไม่เกิน 1 ปี หรือปรับไม่เกิน 1 แสนบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ แม้ว่าประกาศนี้จะมีเป้าหมายหลักเพื่อลดปริมาณขยะกันกรองบุหรี่บริเวณชายหาด แต่เมื่อเทียบกับโทษปรับของกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในที่สาธารณะแล้วพบว่าสูงกว่ามาก ซึ่งอาจจะเป็นผลดีทำให้ผู้คนเกรงกลัวต่อการกระทำผิด เพิ่มพื้นที่ปลอดบุหรี่ให้กับสังคมไทยมากขึ้น

ปัจจุบันกฎหมายคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่ยังคงคลุมไม่ถึงสถานที่ส่วนบุคคล เช่น บ้าน และอาคารที่พักอาศัยรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลการสำรวจสุขภาพประชาชนไทย ครั้งที่ 5 ประจำปี พ.ศ. 2557 โดยสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข ร่วมมือกับสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) และเครือข่ายมหาวิทยาลัยในภูมิภาคต่างๆ พบว่ามีประชากรไทยจำนวน 19 ล้านคนจาก 20 จังหวัดได้รับควันบุหรี่จากบ้านของตนเองซึ่งคิดเป็นร้อยละ 56.3 รองลงมาคือสถานีนอนสาธารณะร้อยละ 25 โดยผู้หญิงได้รับควันบุหรี่ที่บ้านมากกว่าผู้ชาย เท่ากับร้อยละ 68.5 และ ร้อยละ 44.1 ตามลำดับ³⁵ จากผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการรณรงค์ห้ามสูบบุหรี่ในบ้านของประเทศไทยยังน้อยมาก ทำให้สมาชิกภายในครอบครัวของผู้สูบบุหรี่เสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากบุหรี่มือสองและมือสาม นอกจากนี้ควันบุหรี่ยังสามารถแพร่กระจายจากที่

พักอาศัย และอาจส่งผลกระทบต่อเพื่อนบ้านที่พักอาศัยข้างเคียงได้ ทั้งนี้มีข้อมูลของมูลนิธิณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่ รายงานว่ามีข้อร้องเรียนเรื่องความเดือดร้อนจากการได้รับควันบุหรี่ในแต่ละเดือนไม่น้อยกว่า 50 ครั้ง และที่ผ่านมาทางมูลนิธิได้ดำเนินการแจ้งต่อไปยังกระทรวงสาธารณสุข โดยอาศัย พ.ร.บ. การสาธารณสุข ว่าด้วยการก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ พ.ศ. 2535 ในการดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริง ยังคงพบว่ากระบวนการทางกฎหมายในเรื่องนี้ยังไม่มีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนมากและไม่ได้รับการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง สำหรับกฎหมายการห้ามสูบบุหรี่ในที่สาธารณะในประเทศไทยนั้นบางสถานที่ยังไม่สามารถบังคับใช้ได้จริง อีกทั้งไม่สามารถออกกฎหมายเพื่อบังคับใช้ให้มีการสูบบุหรี่ในบ้านได้ แต่ในโรงแรม คอนโดมิเนียม และอพาร์ทเมนต์ ที่สร้างใหม่หลายแห่งในกรุงเทพมหานคร มีการติดป้ายห้ามสูบบุหรี่ในพื้นที่ห้องพักหรือ ห้องโถงหรือพื้นที่ส่วนกลางมากขึ้น อย่างไรก็ตามการควบคุมบุหรี่มือสามด้วยกฎหมายคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่นั้นเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ หากสามารถควบคุมการจำหน่ายหรือมีกฎหมายยาสูบที่เข้มงวด รวมทั้งการให้ความรู้ สร้างการตระหนักถึงพิษภัยของบุหรี่ให้กับเยาวชน ก็จะสามารถลดจำนวนผู้สูบบุหรี่และปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บุหรี่มือสามเป็นภัยจากบุหรี่อีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการสูบบุหรี่ ผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามีอยู่จริงและเป็นอันตราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอันตรายจากสารก่อมะเร็งที่มีอยู่ในบุหรี่มือสาม ซึ่งแม้จะมีปริมาณน้อยแต่หากได้รับสัมผัสเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดผลกระทบที่ร้ายแรงได้ ผู้ได้รับผลกระทบไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ครบโดสที่มีผู้สูบบุหรี่ ดังนั้นการลดผลกระทบจากบุหรี่มือสาม ผู้สูบบุหรี่จึงเป็นตัวละครสำคัญ แต่ในปัจจุบันการรับรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีจำกัด สื่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับบุหรี่มือสาม ยังไม่แพร่หลาย ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรับผิดชอบเกี่ยวกับเรื่องบุหรี่และโทษของบุหรี่ โดยเฉพาะกระทรวงสาธารณสุข ควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวให้มากขึ้น นอกจากนี้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสกับผลกระทบทางสุขภาพจากบุหรี่มือสามยังไม่เพียงพอ การพัฒนาวิธีการตรวจวัดที่เชื่อถือได้ และสะดวกในการทดสอบทั้งในส่วนของผู้สูบบุหรี่มือสามในสิ่งแวดล้อม และตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่จำเพาะเจาะจงกับบุหรี่มือสามจึงมีความจำเป็น ซึ่งจะนำมาสู่ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต อันจะเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ให้เห็นผลกระทบทางสุขภาพจากบุหรี่มือสาม ทำให้เกิดการขับเคลื่อนเพื่อความเป็นธรรมทางอากาศของประชาชนซึ่งอาจนำไปสู่การลด ละ เลิก สูบบุหรี่ อันจะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้สูบบุหรี่และบุคคลรอบข้าง

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและจัดการความรู้เพื่อการควบคุมยาสูบ (ศจย.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

เอกสารอ้างอิง

1. การสำรวจอนามัยและสวัสดิการ พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2558. Available at <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/05.aspx>, accessed Dec 31, 2017.
2. การสำรวจพฤติกรรมการสูบบุหรี่ และการดื่มสุราของประชากร พ.ศ. 2554 และ 2557. Available at <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/05.aspx>, accessed Dec 31, 2017.
3. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans — tobacco smoke and involuntary smoking , 2004. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol183/mono83.pdf>, accessed Mar 18, 2018.
4. Mitacek EJ, Brunnemann KD, Polednak AP. "Tar", nicotine, and carbon monoxide content of Thai cigarettes, and implications for cancer prevention in Thailand. *Cancer Detect Prev* 1990;14(5):515-20.
5. Report from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee. First report on

- the application of the tobacco products directive. Brussels: Commission of the European Communities 27 July 2005.
6. Sleiman M, Gundel LA, Pankow JF, *et al.* Formation of carcinogens indoors by surface-mediated reactions of nicotine with nitrous acid, leading to potential thirdhand smoke hazards. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2010;107(15):6576-81.
 7. Bahl V, Shim HJ, Jacob P, *et al.* Thirdhand smoke: Chemical dynamics, cytotoxicity, and genotoxicity in outdoor and indoor environments. *Toxicol In Vitro* 2016;32:220-31.
 8. Schick SF, Glantz S. Concentrations of the carcinogen 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone in sidestream cigarette smoke increase after release into indoor air: results from unpublished tobacco industry research. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007;16(8):1547-53.
 9. Rodgman A, Perfetti, TA. The chemical components of tobacco and tobacco smoke: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2009.
 10. Van Loy MD, Riley WJ, Daisey JM, *et al.* Dynamic behavior of semivolatile organic compounds in indoor air. 2. Nicotine and phenanthrene with carpet and wallboard. *Environ Sci Technol* 2001;35(3):560-7.
 11. Hecht SS. Tobacco carcinogens, their biomarkers and tobacco-induced cancer. *Nat Rev Cancer* 2003;3(10):733-44.
 12. IARC. Smokeless tobacco and some tobacco-specific N-Nitrosamines. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 2007;89:421-583.
 13. Brunnemann KD, Mitacek EJ, Liu Y, *et al.* Assessment of major carcinogenic tobacco-specific N-nitrosamines in Thai cigarettes. *Cancer Detect Prev* 1996;20(2):114-21.
 14. Sleiman M, Logue JM, Luo W, *et al.* Inhalable constituents of thirdhand tobacco smoke: chemical characterization and health impact considerations. *Environ Sci Technol* 2014;48(22):13093-101.
 15. Noguchi M, Tanaka S, Watanabe K, *et al.* Correlation between odor concentration and volatile organic compounds (VOC) composition of environmental tobacco smoke (ETS). *Int J Environ Res Public Health* 2016;13(10).
 16. Schick SF, Farraro KF, Perrino C, *et al.* Thirdhand cigarette smoke in an experimental chamber: evidence of surface deposition of nicotine, nitrosamines and polycyclic aromatic hydrocarbons and de novo formation of NNK. *Tob Control* 2014;23(2):159-2.

17. Matt GE, Quintana PJ, Zakarian JM, *et al.* When smokers quit: exposure to nicotine and carcinogens persists from thirdhand smoke pollution. *Tob Control* 2016;26(5):548-56 .
18. Bahl V, Jacob III P, Havel C, *et al.* Thirdhand cigarette smoke: factors affecting exposure and remediation. *PLoS One* 2014;9(10):e108258.
19. Matt GE, Quintana PJ, Destailats H, *et al.* Thirdhand tobacco smoke: emerging evidence and arguments for a multidisciplinary research agenda. *Environ Health Perspect* 2011;119(9):1218-26.
20. Bekö G, Morrison G, Weschler CJ, *et al.* Measurements of dermal uptake of nicotine directly from air and clothing. *Indoor air*. 2017;27(2):427-33.
21. Hang B, Sarker AH, Havel C, *et al.* Thirdhand smoke causes DNA damage in human cells. *Mutagenesis*. 2013;28(4):381-91.
22. Hang B, Iavarone A, Havel C, *et al.* NNA, a thirdhand smoke constituent, induces DNA damage in vitro and in human cells. Proceedings of the 247th National Meeting of the American Chemical Society (ACS) with Press Release, Dallas, TX, USA, 14–19 March 2014; American Chemical Society: Washington, DC, USA. 2014.
23. Xu B, Chen M, Yao M, *et al.* Metabolomics reveals metabolic changes in male reproductive cells exposed to thirdhand smoke. *Sci Rep* 2015;5:15512
24. Dhall S, Alamat R, Castro A, *et al.* Tobacco toxins deposited on surfaces (third hand smoke) impair wound healing. *Clin Sci (Lond)* 2016;130(14):1269-84.
25. Hang B, Snijders AM, Huang Y, *et al.* Early exposure to thirdhand cigarette smoke affects body mass and the development of immunity in mice. *Sci Rep* 2017;7:41915.
26. Martins-Green M, Adhami N, Frankos M, *et al.* Cigarette smoke toxins deposited on surfaces: implications for human health. *PloS one* 2014;9(1):e86391.
27. Ramírez N, Özel MZ, Lewis AC, *et al.* Exposure to nitrosamines in thirdhand tobacco smoke increases cancer risk in non-smokers. *Environ Int* 2014;71:139-47.
28. Kim S, Aung T, Berkeley E, *et al.* Measurement of nicotine in household dust. *Environ Res* 2008;108(3):289-93.
29. e Silva S, Inácia S, Bowdler P, *et al.* A simple and rapid method for the determination of nicotine in third-hand smoke by liquid chromatography and its application for the assessment of contaminated outdoor communal areas. *Drug Test Anal* 2016;8(7):676-81.
30. Peng X, Giltrow D, Bowdler P, *et al.* Liquid chromatography electrochemical determination

- of nicotine in third-hand smoke. *Electroanalysis* 2017;29(2):374-9.
- 31.Jaakkola MS, Jaakkola JJ. Assessment of exposure to environmental tobacco smoke. *Eur Respir J* 1997;10(10):2384-97.
- 32.Thomas JL, Guo H, Carmella SG, *et al.* Metabolites of a tobacco-specific lung carcinogen in children exposed to secondhand or thirdhand tobacco smoke in their homes. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2011;20(6):1213-21.
- 33.Jacob III P, Benowitz NL, Destailats H, *et al.* Thirdhand smoke: New evidence, challenges, and future directions. *Chem Res Toxicol* 2017;30(1):270-94.
- 34.กระทรวงสาธารณสุข. พระราชบัญญัติควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ พ.ศ. 2560. 2560.
- 35.สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (2017), “บ้าน” ไม่ปลอดภัย แหล่งแพร่ควันมือสอง แฉบรรณรักษ์ให้คนไทยตื่นตัว-หนุนงานวิชาการศึกษา กม. ควบคุมควัน ปกป้องคนไม่สูบบุหรี่. Available at <https://www.hsri.or.th /researcher/media/news /detail/8166>, accessed Apr 10, 2018.