RMJ Ramathibodi Medical Journal

Rama Med J | Original Article

ประสิทธิภาพของหน้ากากกันฝุ่นตามท้องตลาดในการป้องกันฝุ่น PM2.5

เมธัส อรัญนารถ

กลุ่มงานศัลยกรรม โรงพยาบาลสงขลา สงขลา ประเทศไทย

บทนำ: ปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศอย่างหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5ไมครอน (PM2.5) ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพ ประชาชนต้องป้องกันตนเองโดยการใส่หน้ากากกันฝุ่น อย่างไรก็ตาม หน้ากากกันฝุ่นในท้องตลาดมีให้เลือกมากมาย ซึ่งแต่ละชนิดประสิทธิภาพไม่เท่ากัน

วัตถุประสงค์: เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ภายใต้ภาวะจำลองการหายใจเข้า ของหน้ากากกันฝุ่นชนิดต่างๆ ในท้องตลาด รวมถึงสิ่งที่อาจใช้เป็นแผ่นกรองของหน้ากากกันฝุ่นด้วย

วิธีการศึกษา: ออกแบบเครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ภายใต้ภาวะจำลองการหายใจเข้า จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสิ่งที่ต้องการทดสอบแต่ละชนิด

ผลการศึกษา: หน้ากาก N95 มีประสิทธิภาพดีที่สุด (ร้อยละ 97.2) รองลงมาเป็นหน้ากากอนามัย (ร้อยละ 56.3 ถึงร้อยละ 83.2) หน้ากากผ้าฝ้าย (ร้อยละ 40.9 ถึงร้อยละ 42.4) หน้ากากผ้ามัสลิน (ร้อยละ 37.8) และหน้ากากฟองน้ำ (ร้อยละ 33.5) ตามลำดับ ในส่วนของวัสดุที่อาจใช้เป็นแผ่นกรองหน้ากากนั้น แผ่นกรองคาร์บอนมีประสิทธิภาพดีที่สุด (ร้อยละ 88.3 ถึงร้อยละ 98.8) รองลงมาเป็นกระดาษทิชชู่เช็ดหน้า (ร้อยละ 63.3) และแผ่นกรองสำหรับเครื่องปรับอากาศ (ร้อยละ 43.3) ตามลำดับ

สรุป: การป้องกันฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ที่ประสบปัญหามลภาวะทางอากาศ ควรเลือกใช้หน้ากาก N95 หรือหน้ากากอนามัย หากไม่สามารถจัดหาได้อาจใช้หน้ากากผ้าทั่วไปและใส่แผ่นกรองเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น ซึ่งแผ่นกรองคาร์บอนมีประสิทธิภาพดีที่สุด

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ หน้ากากกันฝุ่น ฝุ่น PM2.5 ฝุ่นขนาดเล็ก

Rama Med J: doi:10.33165/rmj.2021.44.2.243402

Received: November 16, 2020 **Revised:** March 29, 2021 **Accepted:** May 14, 2021

Corresponding Author:
เมธัส อรัญนารถ
กลุ่มงานศัลยกรรม
โรงพยาบาลสงขลา
666 หมู่ที่ 2 ถนนสงขลา-ระโนด
ตำบลพะวง อำเภอเมือง
สงขลา 90100 ประเทศไทย
โทรศัพท์ +668 6959 5449
อีเมล noteenote@hotmail.co.th

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศอย่างหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เมื่อมีปริมาณมากเกินกว่าค่ามาตรฐานจะส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนโดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิดทั้งที่เป็นสารระคายเคืองไปจนถึงสารก่อมะเร็ง จึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค ได้แก่ โรคปอดถุงลมโป่งพอง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด และโรคติดเชื้อในระบบหายใจส่วนล่าง ซึ่งก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศไทย ประมาณ 50,000 คนต่อปี[1]

รายงานของกรีนพีซ ประเทศไทย (Greenpeace Thailand) ในปี พ.ศ. 2560 พบว่า ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ใน 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$) ถึง 116 $\mu g/m^3$ ค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งประเทศเท่ากับ 74 $\mu g/m^3$ (ค่ามาตรฐาน 50 $\mu g/m^3$) และ 14 จังหวัด จาก 18 จังหวัด มีค่าฝุ่น PM2.5 สูงกว่าค่ามาตรฐาน[2] นอกจากนี้ มีรายงานผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศหลายจังหวัดในพื้นที่ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2561 ตรวจพบปริมาณฝุ่น PM2.5 เกินค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ใน 24 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 36 $\mu g/m^3$ ถึง 239 $\mu g/m^3$ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่[3]

ทั้งนี้ ฝุ่น PM2.5 ที่เกิดขึ้น สาเหตุหลักมาจากการเผาในที่โล่งแจ้ง รองลงมาคือ อุตสาหกรรม และการคมนาคมขนส่ง ตามลำดับ[4] ประชาชนที่จำเป็นต้องป้องกันตนเองโดยการใส่หน้ากากกันฝุ่น ซึ่งในท้องตลาดมีหลายชนิดหลายราคา และบางชนิดสามารถใส่แผ่นกรองเข้าไปในหน้ากากได้ อย่างไรก็ตาม หน้ากากหลายชนิดที่วางขายในท้องตลาด ไม่ได้มีการทดสอบความสามารถในการกรองฝุ่น PM2.5

การศึกษานี้จึงมีเป้าหมายในการทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ของหน้ากากกันฝุ่นชนิดต่างๆ ในท้องตลาด รวมถึงแผ่นกรองหรือสิ่งที่อาจประยุกต์ใช้เป็นแผ่นกรองของหน้ากากกันฝุ่น

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการกรองฝุ่น PM2.5 ของหน้ากาก 5 ชนิด และวัสดุที่นำมาทำเป็นแผ่นกรองในหน้ากากได้ 3 ชนิด ดังนี้

ชนิดของหน้ากากที่ใช้ในการทดสอบ

1) หน้ากาก N95 เป็นหน้ากากที่ได้รับการรับรองจากสถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) ว่ามีประสิทธิภาพสามารถกรองอนุภาคขนาดเล็กในอากาศได้อย่างน้อยร้อยละ 95 อย่างไรก็ตาม หน้ากากชนิดนี้มีราคาแพง หาซื้อได้ยากตามท้องตลาด ไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ซ้ำ และไม่สะดวกสบายในการสวมใส่

2) หน้ากากอนามัย (Surgical mask) ผลิตจากใยสังเคราะห์ มีความสามารถในการกรองอนุภาคขนาดเล็กในอากาศได้ดี แต่ไม่ดีเท่าหน้ากาก N95 และไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ซ้ำ อย่างไรก็ตาม มีสินค้าด้อยคุณภาพจำนวนมากมายปะปนอยู่ในท้องตลาด การศึกษานี้ได้นำหน้ากากอนามัย จำนวน 2 ยี่ห้อ มาใช้ในการทดสอบ

3) หน้ากากผ้ามัสลิน จากคำแนะนำของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย แนะนำว่าผ้าฝ้ายมัสลิน มีประสิทธิภาพในการกันละอองน้ำและอนุภาคในอากาศได้ดีกว่าผ้าชนิดอื่น และเมื่อนำไปซักเส้นใยผ้าจะหดลง ทำให้มีประสิทธิภาพในการกรองมากขึ้น การศึกษานี้ได้นำหน้ากากผ้ามัสลิน แบบหนา 4 ชั้น มาใช้ในการทดสอบ

4) หน้ากากผ้าฝ้าย เป็นหน้ากากที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาด มีความสามารถในการกรองฝุ่นได้ดี และสามารถนำไปซักแล้วนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง การศึกษานี้ได้นำหน้ากากผ้าฝ้าย แบบหนา 3 ชั้น และหนา 5 ชั้น มาใช้ในการทดสอบ

5) หน้ากากฟองน้ำ เป็นหน้ากากที่สวมใส่สบายและสามารถใช้ซ้ำได้ แต่มีรูพรุนค่อนข้างเยอะ ประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นอาจไม่เท่าหน้ากากชนิดอื่น

ชนิดของวัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นแผ่นกรองในหน้ากากที่ใช้ในการทดสอบ

1) แผ่นกรองคาร์บอน (Activated carbon filter) เป็นแผ่นกรองสำหรับใส่ในหน้ากากโดยเฉพาะ หนา 5 ชั้น มีชั้นกรองคาร์บอนตรงกลาง ทำให้มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 สูง การศึกษานี้ได้นำแผ่นกรองคาร์บอน จำนวน 2 ยี่ห้อ มาใช้ในการทดสอบ

2) กระดาษทิชชู่เช็ดหน้าจะมีความเหนียวนุ่มและบางกว่ากระดาษชำระอเนกประสงค์ทั่วไป การศึกษานี้ได้นำกระดาษทิชชู่เช็ดหน้ามาพับจนมีความหนา 8 ชั้น แล้วนำมาใช้ในการทดสอบ

3) แผ่นกรองสำหรับเครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถกรองอนุภาคในอากาศที่มีขนาด 0.1 ไมครอนขึ้นไป ผลิตจากเส้นใยโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) มีโครงสร้างตาข่ายเสริมความแข็งแรง ไม่มีสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย โดยทั่วไปแผ่นกรองอากาศนี้จะใช้งานโดยติดตั้งลงบนแผ่นกรองฝุ่นหยาบของเครื่องปรับอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาดเล็กให้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม แผ่นกรองอากาศนี้ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับใช้เป็นแผ่นกรองในหน้ากากกันฝุ่น

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

การศึกษานี้ได้ประดิษฐ์เครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ภายใต้สภาวะจำลองการหายใจ โดยมุ่งเน้นในการทดสอบความสามารถในการกรองของวัสดุที่นำมาผลิตหน้ากากมากกว่าในเรื่องของการออกแบบ ดังนั้น จึงตัดปัจจัยด้านการรั่วไหลของอากาศบริเวณขอบของหน้ากากหรือวัสดุที่ทำการทดสอบ

เครื่องมือทดสอบนี้มีส่วนประกอบ 3 ส่วน (ภาพที่ 1) ได้แก่

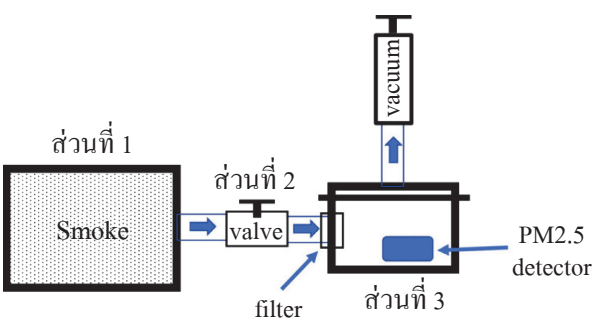
ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บอากาศที่มีฝุ่นปริมาณมาก ก่อนเริ่มการทดสอบจะสร้างฝุ่นโดยใช้ควันธูป (Smoke) พักควันไว้จนฝุ่นขนาดเล็กกระจายไปทั่ว และระดับฝุ่นอยู่ในระดับที่ต้องการทดสอบ

ส่วนที่ 2 เป็นท่อเชื่อมต่อระหว่างส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 3 มีวาล์ว (Valve) ที่สามารถปิดไม่ให้อากาศไหลผ่าน โดยขนาดท่อของส่วนที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 เซนติเมตร ซึ่งใหญ่กว่าขนาดปกติของหลอดลม (Trachea)

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านมาจากวัสดุกรองฝุ่นเข้ามาในกล่องที่มีพื้นที่สำหรับใส่เครื่องวัดฝุ่นขนาดเล็ก

การวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 จะใช้เครื่องมือทดสอบคุณภาพอากาศแบบพกพา (Xiaomi Zhimi PM2.5 Detector, Xiaomi, China) ซึ่งมีระบบเซ็นเซอร์เลเซอร์ (Laser sensor) ที่มีความแม่นยำ และสามารถทำการวัดตามเวลาจริง (Real time) ที่ส่วนปลายของส่วนที่ 2 ที่ต่อเข้ากับส่วนที่ 3 จะสามารถใส่ตัวกรอง (Filter) ที่ต้องการทดสอบ และด้านบนของส่วนที่ 3 จะต่อกับกระบอกสูบ (Vacuum) เพื่อใช้สำหรับดูดอากาศในระบบ โดยเมื่อเริ่มการทดสอบจะทำการดูดอากาศออกปริมาตร 350 มิลลิลิตร ใน 2 วินาที ซึ่งใกล้เคียงกับการสูดหายใจเข้าเต็มที่ของคนปกติ 1 ครั้ง (Tidal volume 350 mL, inspiratory time 2 seconds) เพื่อให้อากาศไหลผ่านเข้ามาแล้วทำการวัดปริมาณฝุ่น มีฝาเปิดด้านบนเพื่อใช้ในการเปลี่ยนวัสดุกรองและปรับค่าปริมาณฝุ่นในส่วนที่ 3 ให้กลับสู่ค่าตั้งต้นก่อนเริ่มการทดสอบครั้งถัดไป

ภาพที่ 1. เครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพการกรองฝุ่น PM2.5 ภายใต้สภาวะจำลองการหายใจ



ส่วนที่ 1 เก็บอากาศที่มีฝุ่นปริมาณมาก
ส่วนที่ 2 วาล์วเชื่อมต่อระหว่างส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 3
ส่วนที่ 3 จุดวัดปริมาณฝุ่นในอากาศหลังผ่านวัสดุกรองฝุ่น

ขั้นตอนในการทำการทดสอบมีดังนี้

1) เติมควันธูปเข้าไปในส่วนที่ 1 พักทิ้งไว้จนฝุ่นขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งส่วนที่ 1 และรอให้ระดับฝุ่น PM2.5 อยู่ในช่วง 150 $\mu g/m^3$ ถึง 250 $\mu g/m^3$ จึงเริ่มทำขั้นตอนถัดไป

2) วัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ตั้งต้น (ปริมาณฝุ่น PM2.5 ในห้องที่ทำการทดสอบ)

3) เปิดวาล์วของส่วนที่ 2 แล้วใช้กระบอกสูบดูดอากาศจากส่วนที่ 1 เข้ามาในส่วนที่ 3 และวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 เมื่อไม่มีวัสดุกรอง

4) ปิดวาล์วของส่วนที่ 2 แล้วเปิดฝาส่วนที่ 3 เพื่อติดตั้งวัสดุที่ต้องการทดสอบลงไป และปรับค่าฝุ่น PM2.5 ของส่วนที่ 3 ให้กลับสู่ค่าตั้งต้น

5) เปิดวาล์วของส่วนที่ 2 แล้วใช้กระบอกสูบดูดอากาศจากส่วนที่1 เข้ามาในส่วนที่ 3 อีกครั้งผ่านวัสดุกรอง และวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 เมื่อมีวัสดุกรอง

6) วัสดุ 1 ชิ้น จะทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพการกรองฝุ่น PM2.5 Efficiency (%) = $(PM_{no\ filter} - PM_{filter})/PM_{no\ filter} \times 100$ โดยที่ $PM_{no\ filter}$ คือ ค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ที่เพิ่มขึ้นจากค่าตั้งต้นเมื่อไม่มีวัสดุกรอง และ PM_{filter} คือ ค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ที่เพิ่มขึ้นจากค่าตั้งต้นเมื่อมีวัสดุกรอง

ผลการศึกษา

การทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการกรองฝุ่น PM2.5 ของหน้ากาก จำนวน 5 ชนิด และวัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นแผ่นกรองในหน้ากากได้ จำนวน 3 ชนิด พบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ตั้งต้น เท่ากับ 7.4 $\mu g/m^3$ และค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ในส่วนที่ 1 ก่อนเริ่มการทดสอบ เท่ากับ 186.4 $\mu g/m^3$ ผลการศึกษาพบว่า หน้ากาก N95 มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ หน้ากากอนามัย หน้ากากผ้า และหน้ากากฟองน้ำ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยหน้ากากผ้าฝ้ายกรองฝุ่นได้ดีกว่าผ้ามัสลิน และหน้ากากที่มีจำนวนชั้นของผ้ามากกว่า มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นมากกว่า ทั้งนี้ หน้ากากอนามัยในท้องตลาด แม้ว่าจะเป็นหน้ากากชนิดเดียวกัน แต่คุณภาพกลับต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต ซึ่งหากไม่มีการทดสอบดู ผู้ใช้ไม่ทราบได้เลยว่า เมื่อนำมาใช้งานจริงจะมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ได้ดีเพียงใด

ในส่วนของวัสดุที่นำมาทำแผ่นกรองหน้ากากนั้น พบว่า แผ่นกรองคาร์บอนมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมา คือ กระดาษทิชชู่สำหรับเช็ดหน้า 8 ชั้น และแผ่นกรองสำหรับเครื่องปรับอากาศ ตามลำดับ

ตารางที่ 1. ประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ของหน้ากากกันฝุ่นและวัสดุที่นำมาทำแผ่นกรองหน้ากากแต่ละชนิด

วัสดุที่ทำการทดสอบ	ค่าฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากค่าตั้งต้น, $\mu g/m^3$		ประสิทธิภาพ, %
	ไม่มีวัสดุกรอง	มีวัสดุกรอง	
หน้ากาก N95	180.0	5.0	97.2
หน้ากากอนามัย ยี่ห้อ A	180.0	30.3	83.2
หน้ากากอนามัย ยี่ห้อ B	180.7	79.0	56.3
หน้ากากฟองน้ำ	197.0	131.0	33.5
หน้ากากผ้ามัสลิน	177.5	110.5	37.8
หน้ากากผ้าฝ้าย หนา 5 ชั้น	200.0	115.3	42.4
หน้ากากผ้าฝ้าย หนา 3 ชั้น	167.0	98.7	40.9
แผ่นกรองคาร์บอน ยี่ห้อ A	172.0	2.0	98.8
แผ่นกรองคาร์บอน ยี่ห้อ B	191.5	22.5	88.3
กระดาษทิชชู่เช็ดหน้า 8 ชั้น	195.0	71.7	63.3
แผ่นกรองเครื่องปรับอากาศ	180.0	102.0	43.3

อภิปรายผล

ในอดีตมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ของหน้ากากกันฝุ่นชนิดต่างๆ โดยในปี พ.ศ. 2551 รายงานการศึกษาของ Winitkhetkhamnun และคณะ[5] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ Airmetric minivol portable sampler พบว่า หน้ากาก N95 มีประสิทธิภาพการกรองสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 96.66 ในขณะที่หน้ากากอนามัย มีประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 41.21 หน้ากากผ้ามีประสิทธิภาพร้อยละ 25.83 แต่เมื่อใช้หน้ากากอนามัย และเสริมด้วยกระดาษทิชชู่ 2 ชั้น ประสิทธิภาพการกรองเพิ่มเป็นร้อยละ 96.83 อย่างไรก็ตาม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้เป็นการทดสอบแบบตามเวลาจริง และไม่ได้ทดสอบการกรองภายใต้สภาวะที่มีการหายใจเข้า

ในปี พ.ศ. 2560 รายงานการศึกษาของ Shakya และคณะ[6] ได้ทำการทดลองถึงประสิทธิภาพของหน้ากากต่างๆ ในการลดการสูดดมฝุ่นละอองเข้าไป โดยได้ทดลองกับหน้ากาก N95 จำนวน 2 ยี่ห้อ หน้ากากอนามัย จำนวน 1 ยี่ห้อ และหน้ากากผ้า จำนวน 3 ยี่ห้อ โดยเอาหน้ากากไปสวมลงบนศีรษะคนจำลอง เจาะท่ออากาศบริเวณปากจมูก แล้วจำลองการไหลของอากาศในช่วงการหายใจตามปกติ ในการทดลองใช้ฝุ่นจำลองที่ทำจากโพลีเอสเตอร์ลาเท็กซ์ (Polyester latex) ขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร และไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล ผลการทดสอบพบว่า หน้ากาก N95 มีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงร้อยละ 65 ถึงร้อยละ 95 ส่วนหน้ากากผ้ายี่ห้อหนึ่งมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 95 ใกล้เคียงกับ N95 แต่อีก 2 ยี่ห้อ มีประสิทธิภาพต่ำคือ ร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 85 ส่วนหน้ากากอนามัยอยู่ในช่วงร้อยละ 65 ถึงร้อยละ 100 อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวนี้น่าจะมีผลกระทบจากการรั่วซึมผ่านช่องต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างหน้ากากกับแบบจำลอง ทำให้เรื่องความแนบพอดีกับใบหน้ามีผลต่อประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5

ในปี พ.ศ. 2562 รายงานการศึกษาของ Pacitto และคณะ[7] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของหน้ากากกันฝุ่นที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั้งหมด 9 ชนิด จำลองการหายใจโดยใช้เครื่องดูดอากาศ โดยตั้งอัตราการดูดอากาศอยู่ที่ 32 ลิตรต่อนาที 42 ลิตรต่อนาที และ 52 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่า หน้ากากกันฝุ่นที่มีแผ่นกรองคาร์บอนด้านใน มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้ทำการทดสอบในสภาวะที่มีปริมาณฝุ่น PM 2.5 เกินมาตรฐาน

สำหรับในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นของหน้ากาก โดยมีการจำลองการหายใจเข้าและไม่มีการรั่วไหลของอากาศที่จะผ่านเข้าไปสู่เครื่องวัดปริมาณฝุ่น โดยการควบคุมปริมาณฝุ่นที่ทำการศึกษาให้อยู่ในช่วง 150 $\mu g/m^3$ ถึง 250 $\mu g/m^3$ เนื่องจากเป็นช่วงปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่พบในประเทศไทยในช่วงที่ประสบปัญหามลภาวะทางอากาศ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา ทั้งนี้ แม้ว่าจะเป็นหน้ากากกันฝุ่นชนิดเดียวกัน แต่คนละยี่ห้อ ก็อาจมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุที่ใช้ในการผลิต

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังไม่สามารถจำลองการหายใจเข้าของคนปกติได้ดีนัก เนื่องจาก กระบอกสูบที่ใช้ในการดูดอากาศ ใช้แรงคนในการดึง ทำให้แรงดึงในแต่ละครั้งอาจไม่เท่ากัน และข้อจำกัดที่สำคัญอีกประการคือ การสร้างอนุภาคขนาดเล็กโดยใช้ควันธูป ทำให้ปริมาณอนุภาคขนาดเล็กในการทดสอบแต่ละครั้งมีค่าไม่แน่นอน หากมีวิธีการที่สามารถสร้างและควบคุมปริมาณอนุภาคขนาดเล็กให้คงที่ได้ จะทำให้สามารถทำการทดสอบได้แม่นยำมากขึ้น

นอกจากนี้ ในการนำไปใช้จริงนั้น หน้ากากจะมีการรั่วไหลบริเวณขอบ การออกแบบหน้ากากให้แนบกับใบหน้ามีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการกรองฝุ่น ซึ่งการศึกษานี้ไม่ได้นำปัจจัยเรื่องการรั่วไหลของอากาศบริเวณขอบของหน้ากากกันฝุ่นมาศึกษาแต่อย่างใด รวมถึงในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นเท่านั้น ดังนั้น การนำวัสดุสำหรับกรองฝุ่นบางชนิดที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อทำแผ่นกรองหน้ากากไปใช้ เช่น กระดาษทิชชู่เช็ดหน้า หรือแผ่นกรองสำหรับเครื่องปรับอากาศ อาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง

ความปลอดภัยของการนำวัสดุดังกล่าวไปใช้เป็นแผ่นกรองในหน้ากากกันฝุ่นด้วย

แม้ว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบในการศึกษานี้จะไม่ได้เป็นไปตามมาตรฐานระดับอุตสาหกรรม แต่มีจุดเด่นในด้านการทดสอบภายใต้สภาวะการหายใจเข้าสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน้ากากกันฝุ่นหรือ วัสดุกรองแต่ละชนิดได้ ประชาชนทั่วไปสามารถนำข้อมูลจากการศึกษานี้ในการเลือกใช้หน้ากากกันฝุ่น หรือแผ่นกรองหน้ากากกันฝุ่นที่มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น PM2.5 ที่ดี เมื่อประสบภาวะที่มีมลพิษทางอากาศสูง

บทสรุป

การป้องกันฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ที่ประสบปัญหามลภาวะทางอากาศ ควรเลือกใช้หน้ากาก N95 หรือหน้ากากอนามัย แต่หากไม่สามารถจัดหาได้ อาจใช้หน้ากากผ้าทั่วไปและใส่แผ่นกรองเสริมเข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น โดยแผ่นกรองคาร์บอนมีประสิทธิภาพดีที่สุด อย่างไรก็ตามอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องความปลอดภัยของการนำวัสดุดังกล่าวไปใช้เป็นแผ่นกรองในหน้ากากกันฝุ่นด้วย

References

1. Pinichka C, Makka N, Sukkumnoed D, Chariyalertsak S, Inchai P, Bundhamcharoen K. Burden of disease attributed to ambient air pollution in Thailand: a GIS-based approach. *PLoS ONE*. 2017;12(12):e0189909. doi:10.1371/journal.pone.0189909
2. Greenpeace Thailand. The pollution particulate matter 2.5 micrometers or less PM2.5 of Thailand January-June 2017. Accessed January 1, 2021. https://www.greenpeace.or.th/s/right-to-clean-air/PM2.5-in-Thailand_Jan-Jun2017.pdf
3. Borirak T. The crisis lessons from PM2.5 air pollution. *EAU Heritage Journal Science and Technology*. 2019;13(3):44-58.
4. Prachumphan C. PM 2.5 small dust in the Air with the Health Crisis that Thai People Have to Exchange. The Standard website. Published January 26, 2018. Accessed January 1, 2021. https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants
5. Winitkhetkhamnun U, Phanthirat K. *The Development of a Knowledge Book on the Efficiency of Small Dust Masks*. The Thailand Research Fund (TRF); 1997.
6. Shakya KM, Noyes A, Kallin R, Peltier RE. Evaluating the efficacy of cloth facemasks in reducing particulate matter exposure. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2017;27(3):352-357. doi:10.1038/jes.2016.42
7. Pacitto A, Amato F, Salmatonidis A, et al. Effectiveness of commercial face masks to reduce personal PM exposure. *Science of the Total Environment*. 2019;650:1582-1590. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.109

RMJ Ramathibodi Medical Journal

Rama Med J | Original Article

Efficiency of Commercial Face Masks in PM2.5 Prevention

Methas Arunnart

Department of Surgery, Songkhla Hospital, Songkhla, Thailand

Background: Thailand has a high air pollution crisis especially in particle matter smaller than 2.5 microns (PM2.5) which affects health quality. People should prevent themselves by using face masks. However, there are many types of commercial face masks. Each type of face mask does not have the same efficiency.

Objective: To evaluate the efficiency of commercial face masks including supplement filter of face masks in PM2.5 reduction under breathing simulation.

Methods: A tool for evaluating the efficiency of face masks in PM2.5 filtered under breathing simulation was created. Comparisons of the efficiency of each face mask and supplement filter were performed.

Results: N95 mask had the highest efficiency (97.2%) followed by surgical mask (56.3% - 83.2%), cotton cloth mask (40.9% - 42.4%), muslin cloth mask (37.8%), and sponge mask (33.5%), respectively. In the part of the supplement filter, the carbon filter had the highest efficiency (88.3% - 98.8%) followed by face wash tissue (63.3%) and air filter for air conditioner (43.3%), respectively.

Conclusions: N95 mask or surgical mask for PM2.5 prevention should be used in the high air pollution area. If unable to supply, cloth mask with a supplement filter was an alternative solution, and also a carbon filter was recommended.

Keywords: Efficiency, Face mask, PM2.5, Particular matter

Rama Med J: doi:10.33165/rmj.2021.44.2.243402

Received: November 16, 2020 **Revised:** March 29, 2021 **Accepted:** May 14, 2021

Corresponding Author:
Methas Arunnart
Department of Surgery,
Songkhla Hospital,
666 Moo 2, Songkhla-Ranot Road,
Phawong Subdistrict,
Mueang Songkhla District,
Songkhla 90100, Thailand
Telephone: +668 6959 5449
E-mail: noteenote@hotmail.co.th