

การประเมินประสิทธิภาพของหน้ากากในการป้องกันละอองจากปาก และจมูกออกสู่สิ่งแวดล้อม

Evaluation of mask efficacy to prevent droplets expelled from mouth and nose to environment

ชนัดดา ตังวงศ์จุลเนียม¹

สมบัติ แทนประเสริฐสุข²

รัตนาธีระวัฒน์¹

พรเทพ จันทร์คุณาภา³

อังคณา แซ่เจ็ง⁴

สรเสรีญ ธนบดี⁵

วรรณวิภา เทวะจินตนาณ¹

คณิน อิ่มเขียน⁶

ปริศนา บัวสกุล⁷

ชนนิกานต์ พรหมสวัสดิ์⁸

¹กองโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค

²กรมควบคุมโรค

³สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

⁴กองโรคติดต่อทางแมลง กรมควบคุมโรค

⁵นักวิจัยอิสระ

⁶กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมโรค

⁷กองโรคเอดส์และโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์

กรมควบคุมโรค

⁸สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

Chanatda Tungwongjulanium¹

Sombat Thanprasertsuk²

Ratana Theerawat¹

Pornthep Chancunapas³

Aungkana Saejeng⁴

Sansern Tanabodee⁵

Wanwipa Tavajintanon¹

Khanin Imkhean⁶

Prisana Buasakul⁷

Chonnikarn Promsawat⁸

¹Division of Communicable Diseases,

Department of Disease Control

²Department of Disease Control

³Bureau of Radiation and Medical Devices,

Department of Medical Sciences

⁴Division of Vector Borne Diseases,

Department of Disease Control

⁵Independent researcher

⁶Division of Occupational and Environmental

Diseases, Department of Disease Control

⁷Division of AIDS and STIs Diseases,

Department of Disease Control

⁸Department of Health, Bangkok Metropolitan

Administration

DOI: 10.14456/dcj.2023.67

Received: May 26, 2023 | Revised: June 12, 2023 | Accepted: August 11, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันละอองระหว่างไม่ใส่หน้ากากและใส่หน้ากากชนิดต่าง ๆ 5 ชนิด กับ 9 กิจกรรมที่อาสาสมัครปฏิบัติ โดยใช้อาสาสมัคร 10 คน เปรียบเทียบจำนวนละอองที่วัดได้ที่ระยะ 1 เมตร และ 2 เมตร การวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องวัดปริมาณอนุภาค ข้อมูลจำนวนละอองที่รวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ยของจำนวนละอองในกิจกรรมต่างๆ ที่ระยะ 1 เมตร และ 2 เมตร ผลจากการศึกษา พบว่าที่ระยะห่าง 2 เมตร กิจกรรมหายใจปกติ และพูด ตรวจวัดค่ามัธยฐานไม่พบค่าละออง กิจกรรมที่ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองมากที่สุดที่ระยะ 1 เมตร ได้แก่ กิจกรรมไอแรง มีค่าเท่ากับ 90,920 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และที่ระยะ 2 เมตร ได้แก่ กิจกรรมหายใจแรง มีค่าเท่ากับ 6,601 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และยังพบว่าหน้ากากทุกชนิดสามารถลดละอองที่ระยะ 1 เมตร และ 2 เมตร ได้ โดยมีระดับในการลดจำนวนละอองได้แตกต่างกัน เนื่องจากการใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์หรือหน้ากากผ้ายังสามารถตรวจพบละอองที่ระยะ 1 เมตร ได้ ผู้ศึกษาจึงแนะนำให้เว้นระยะห่าง (social distancing) ในระยะ 2 เมตร และควรเลือกชนิดของหน้ากากที่ใช้ในสถานที่ที่มีข้อจำกัดเรื่องระยะห่างให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์ในการป้องกันโรค

ติดต่อผู้พิมพ์ : ชนิตดา ตั้งวงศ์จุลนิยม

อีเมล : ching.moph@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to compare the efficacy of different types of face masks in preventing droplets (5 types), in 10 volunteers practicing 9 droplet producing activities. The number of droplets dispersed from each volunteer were measured at 1 and 2 meters from the source. The results revealed that the medical mask and 4 types of cloth masks have different droplet reduction potentials at distance of 1 and 2 meters. The average droplet counts in normal breathing as well as in normal speaking was not detected at 1 meter and 2 meters. The activity that had the greatest median droplet count at 1 meter was coughing loudly (90,920 particle/N/M³) and at 2 meters was vigorous breathing (6,601 particle/N/M³). In summary, when wearing masks, all types of masks can reduce droplets at 1 meter and 2 meters but reduction level are differed by different type of mask. Despite wearing a medical mask or a fabric mask of various types, droplets can still be detected at a distance of 1 meter. Therefore, we recommend social distancing should be practiced at the distance of 2 meters and suitable type of masks should be used in places where practice of distancing is limited for effective prevention of diseases.

Correspondence: Chantada Tungwongjulaniyam

E-mail: ching.moph@gmail.com

คำสำคัญ

หน้ากากอนามัยทางการแพทย์, หน้ากากผ้า, ละออง

Keywords

medical mask, fabric mask, droplets

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด 19 (COVID-19) เกิดจากเชื้อ SARS-CoV-2 ซึ่งครั้งหนึ่งถูกประกาศให้เป็นโรคติดต่ออันตราย ในการระบาดระยะแรกของเชื้อ SARS-CoV-2 เกิดจากสายพันธุ์ที่เริ่มต้นจากเมืองอู่ฮั่น ในช่วงต้นปี 2563 ต่อมาในช่วงกลางปี 2564 มีการกลายพันธุ์เป็นเชื้อสายพันธุ์เดลต้า ผู้ติดเชื้อมีอาการไข้ ไอ เจ็บคอ มีน้ำมูก ไม่สามารถรับรสหรือกลิ่น หรือหายใจลำบาก บางรายอาจมีปอดอักเสบรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้⁽¹⁾ การระบาดในระยะต่อมาเกิดจากสายพันธุ์โอไมครอน พบว่าอัตราการเจ็บป่วยรุนแรงลดลง แต่มีการติดต่อง่ายกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จึงมีผู้ติดเชื้อจำนวนมาก ประกอบกับประชาชนบางส่วนยังไม่ได้รับวัคซีนอย่างทั่วถึง ส่งผลให้ยังคงมีผู้ป่วยที่มีอาการปอดอักเสบ และมีผู้เสียชีวิตจากโรคโควิด 19 อย่างต่อเนื่อง

ในการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถตรวจพบเชื้อไวรัสได้หลังจากได้รับเชื้อประมาณ 3-4 วัน โดยปริมาณไวรัสที่ตรวจพบในจมูกสูงกว่าในลำคอ สามารถตรวจพบไวรัสได้ทั้งผู้ติดเชื้อที่ไม่มีอาการ และในผู้ที่มีอาการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 นี้ สามารถแพร่ได้โดยผู้ติดเชื้อที่ไม่มีอาการ หรือมีอาการแต่เพียงเล็กน้อย และจากผู้ป่วยที่มีอาการ⁽²⁾

การติดต่อเกิดขึ้นจากเชื้อไวรัสในร่างกายผู้ติดเชื้อแพร่ออกมาทางละออง (droplets) ของสารคัดหลั่งจากช่องปากและจมูก ได้แก่ น้ำมูก น้ำลาย เสมหะ แพร่สู่ผู้รับเชื้อ ผ่านการพูดคุ้ย ไอ จาม โดยเชื้อเข้าสู่ร่างกายของผู้รับเชื้อได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การติดต่อทางตรงเกิดขึ้นโดยละอองสารคัดหลั่งจากผู้ติดเชื้อกระจายเข้าสู่เยื่อในช่องปาก จมูก และตา ของผู้รับเชื้อโดยตรง ทำให้เกิดการติดเชื้อ ส่วนการติดต่อทางอ้อมเกิดขึ้นโดยละอองสารคัดหลั่งของผู้ติดเชื้อตกอยู่บนผิวสัมผัสของวัตถุ แล้วผู้รับเชื้อใช้มือไปสัมผัสวัตถุที่ละอองสารคัดหลั่งเหล่านั้น แล้วไปสัมผัสที่บริเวณปาก จมูก และตา ทำให้ติดเชื้อได้เช่นกัน

แนวโน้มการระบาดของโรคโควิด 19 ในประเทศไทย

ช่วงแรกพบว่าเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2563 มีผู้ป่วยรายใหม่เพียงวันละไม่กี่ราย จากนั้นเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2563 โดยพบการระบาดเป็นกลุ่มก้อนจากตลาดแพกุ้ง ในจังหวัดสมุทรสาคร และพบเพิ่มในกลุ่มที่ติดจากสถานบันเทิง ในกรุงเทพมหานคร หลังจากนั้นเริ่มมีจำนวนผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มขึ้นและกระจายไปในจังหวัดต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 จนถึงปัจจุบัน ณ วันที่ 19 ตุลาคม 2564 มีผู้ป่วยยืนยันสะสมสูงถึง 1,802,934 คน⁽³⁾

ที่ผ่านมาการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับละอองสารคัดหลั่งที่ออกจากปากและจมูกอยู่พอสมควร และผลการศึกษาได้ช่วยให้เกิดความรู้ที่เกี่ยวกับการแพร่ของโรคติดต่อผ่านระบบทางเดินหายใจได้ในระดับหนึ่ง เช่น การศึกษาเรื่องปริมาณและขนาดของละอองที่ออกมาจากการพูดและการไอ โดยขณะที่มีการพูด จะมีละอองขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 5 ไมครอน (μm) และอยู่ระหว่าง 5-10 ไมครอน ร้อยละ 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ สำหรับการไอ จะพบละอองขนาด 5-10 ไมครอน ร้อยละ 1.4 ขนาดละอองที่พบมากที่สุด จะมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 50-75 ไมครอน⁽⁴⁾ ในส่วนคุณสมบัติของผ้าที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นหน้ากากสำหรับใช้ในการป้องกันการระบาดของโควิด 19 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติการสะท้อนน้ำ และช่องว่างระหว่างเส้นใยผ้าของผ้าชนิดต่าง ๆ พบว่ามีผ้า 3 ชนิด คือ ผ้าฝ้ายดิบ ผ้าฝ้ายมัสลิน และผ้าโน เมื่อนำมาประกบกกัน 2 ชั้น และส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เส้นใยผ้าสามารถกันอนุภาคใกล้เคียงกับหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ และเมื่อศึกษาจำนวนการชักล้างเพื่อทดสอบขุยผ้า พบว่าผ้าฝ้ายดิบและผ้ามัสลินสามารถชักได้มากกว่า 100 ครั้ง โดยคุณสมบัติเนื้อผ้าไม่เสื่อม การทดสอบการซึมผ่านของละอองน้ำ พบว่า ผ้ามัสลินและผ้าสาหลูสามารถต้านการซึมผ่านได้ดีที่สุด⁽⁵⁾ จากข้อมูลในการศึกษาที่ผ่านมา ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่ยืนยันว่าแต่ละคนมีละอองจากปากและจมูกในจำนวนที่แตกต่างกัน และละอองที่ออกจากปากและจมูกมีขนาดที่แตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะ

มีการศึกษาเพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับละออง ซึ่งเป็นพาหะในการนำเชื้อโรค และก่อให้เกิดการแพร่โรคจากคนสู่คนมาพอสมควร แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่สามารถยืนยันถึงระยะทางที่ละอองสามารถแพร่กระจายไปได้

จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้หน่วยงานในระดับสากลได้มีการส่งเสริมเรื่องการใช้น้ำกากเพื่อป้องกันการระบาดของเชื้อโรค โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรการป้องกันควบคุมโรคติดต่อจากการสัมผัสผ่านระบบทางเดินหายใจ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ คำแนะนำให้ประชาชนเว้นระยะห่างประมาณ 1–2 เมตร (social distancing) เพื่อป้องกันการรับละอองฝอยจากบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลหนึ่งที่มีความไวต่อการรับเชื้อ ควบคู่กับการล้างมือ (hand washing) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้น้ำกากจะเป็นมาตรการที่สำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันควบคุมการติดต่อของโรคโควิด 19 แต่จากการสืบค้นข้อมูลในแหล่งต่างๆ ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบการป้องกันละอองของการใช้น้ำกากชนิดที่ไม่ได้ใช้ทางการแพทย์ มากเพียงพอ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (efficacy) ในการป้องกันละอองระหว่างไม่ใส่หน้ากากและใส่หน้ากาก 5 ชนิด จาก 9 กิจกรรม เพื่อลดการติดต่อของโรคที่สามารถแพร่กระจายผ่านทางละออง รวมทั้งโรคโควิด 19 โดยข้อมูลที่ได้จะทำให้เกิดความเข้าใจในการใช้น้ำกากเพื่อป้องกันโรคที่สามารถแพร่กระจายผ่านทางละออง รวมทั้งโรคโควิด 19 และมีส่วนช่วยในการปรับปรุงมาตรการป้องกันโรคโควิด 19 ในระยะต่อไปได้

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ทำการวัดปริมาณละอองที่ออกจากปากและจมูกของอาสาสมัครจำนวน 10 คน ที่ปฏิบัติกิจกรรมหายใจและส่งผลเสียงประเภทต่าง ๆ จาก 9 กิจกรรม ได้แก่ หายใจปกติ (A1) หายใจแรง (A2) พูด (A3) พูดเสียงดัง (A4) ไอ จำนวน 10–20 ครั้ง (A5) ไอแรง (A6) ร้องเพลง (A7) ร้องเพลงเสียงดัง (A8) และตะโกน (A9) เปรียบเทียบระหว่างการไม่ใส่หน้ากาก (M0) และใส่หน้ากาก โดยวัด

ปริมาณละอองที่ระยะ 1 เมตร และ 2 เมตร จากจุดกำเนิดละออง หน้ากากที่ศึกษามี 5 แบบ ได้แก่ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (M1) ผ้าฝ้าย 2 ชั้น (M2) ผ้าฝ้าย 2 ชั้น เคลือบสารสะท้อนน้ำด้านนอก (M3) ผ้าฝ้ายและผ้าฝ้าย 2 ชั้น (M4) และผ้าฝ้ายยัด (M5)

ประชากรและตัวอย่างที่ศึกษา

ประชากรศึกษา คือ กลุ่มประชากรทั่วไปที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมควบคุมโรค โดยโครงการวิจัยได้ประกาศรับสมัครอาสาสมัคร จำนวน 10 คน ขนาดของตัวอย่างดัดแปลงจากการทดลองศึกษา เรื่อง ปริมาณและขนาดของละอองที่ออกมาจากการพูดและการไอ ทำการทดลองในห้อง class 100 ใช้อาสาสมัคร จำนวน 7 ราย⁽⁴⁾ นักวิจัยคัดเลือกอาสาสมัคร ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ได้แก่ อายุระหว่าง 20–60 ปี ร่างกายสุขภาพดี ไม่มีไข้ ไม่มีอาการปวดเมื่อยตัว และไม่มีอาการเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น มีน้ำมูก ไอ เจ็บคอ และจาม ก่อนหน้าวันที่จะเข้าทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน และสมัครใจ สะดวกทำการทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนด โดยอาสาสมัครกระจายตามกลุ่มอายุและเพศ ได้แก่ กลุ่มอายุ 20–39 ปี เป็นชาย 3 คน และหญิง 3 คน และกลุ่มอายุ 40–60 ปี เป็นชาย 2 คน และหญิง 2 คน โดยมีเกณฑ์การไม่รับอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการ (exclusion criteria) คือ ในช่วงก่อนยื่นใบสมัคร 1 สัปดาห์ เคยสูบบุหรี่อย่างน้อย 1 ครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือวัดจำนวนละอองที่ออกจากปากและจมูกของอาสาสมัคร เปรียบเทียบปริมาณละอองที่วัดได้ในระยะห่าง 1 เมตร และ 2 เมตร จากปากและจมูกของอาสาสมัคร ซึ่งถือเป็นจุดกำเนิดของละอองระหว่างการไม่ใส่หน้ากากกับการใส่หน้ากากแบบต่าง ๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดละออง ประกอบด้วยห้องทดลอง (chamber) ที่มีผนังด้านข้าง 4 ด้าน ยาว 2 เมตร x กว้าง 1.2 เมตร x สูง 2.4 เมตร และ fan filter ที่ด้านบนขนาด 2 ฟุต x 4 ฟุต โดยผนังห้องเป็นพลาสติกชนิดพิเศษที่ฝุ่นไม่เกาะหนา 0.5 มิลลิเมตร ติดตั้งภายใน

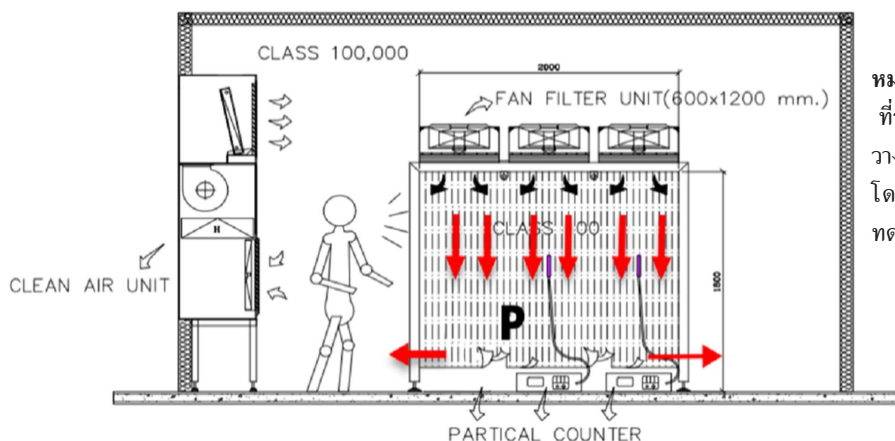
ห้องทดลอง ซึ่งดัดแปลงมาจากห้องทำงานของหน่วยงาน ผู้วิจัยเป็นการชั่วคราว ผนังด้านหนึ่งของห้องทดลอง เจาะรูปลีเหลี่ยม ที่มีฝาปิดได้จากด้านนอก ที่ระดับความ สูง 1.45 เมตร จากพื้น ขนาดของช่อง กว้าง 12 เซนติเมตร x 15 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นช่องเปิดให้ อาสาสมัครปฏิบัติกิจกรรมหายใจและส่งเสียงประเภท ต่างๆ ผ่านทางช่องนี้ ภายในห้องทดลองติดตั้งเครื่อง กรองอากาศประสิทธิภาพสูง ทำให้มวลอากาศในห้อง ทดลองมีปริมาณอนุภาคน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คือ น้อยกว่า 100 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต (class 100)

ในระหว่างเก็บข้อมูล อาสาสมัครปฏิบัติกิจกรรม ประเภทต่างๆ ที่ละกิจกรรม โดยผู้วิจัยปิดเครื่องกรอง อากาศประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ ภายในห้องทดลอง ติดตั้งเครื่องวัดอนุภาค (particle counter) จำนวน 1 เครื่อง โดยวางเครื่องวัดอนุภาคที่ระยะ 1 เมตร จากช่องเปิด เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูลปริมาณละอองจากกิจกรรม ต่างๆ ทั้งโดยไม่ใส่หน้ากาก และใส่หน้ากากที่ระยะ 1 เมตร ครบทุกประเภทของกิจกรรม และทุกแบบของหน้ากาก ในอาสาสมัครแต่ละคนแล้ว ผู้วิจัยจัดวางเครื่องวัดอนุภาค ใหม่ โดยวางที่ระยะ 2 เมตร จากช่องเปิด แล้วดำเนินการ วิจัยเก็บข้อมูลแต่ละประเภทของกิจกรรมอีกครั้ง

โดยไม่ใส่หน้ากาก และใส่หน้ากากแต่ละแบบจนครบ

ภายในห้องทดลอง บริเวณใต้ตำแหน่งที่เป็น ช่องเปิด ผู้วิจัยยังได้วางเครื่องวัดความดังของเสียง sound level meter ยี่ห้อ Norsonic รุ่น Nor131 SN:1323037 เพื่อใช้สำหรับวัดระดับความดังของเสียงตามกิจกรรม ปฏิบัติที่กำหนดให้อาสาสมัครต้องปฏิบัติด้วยเสียงดัง ได้แก่ กิจกรรมพูด พูดเสียงดัง ร้องเพลง ร้องเพลงเสียง ดัง และตะโกน หากอาสาสมัครรายใดไม่สามารถปฏิบัติ กิจกรรมให้มีความดังของเสียงได้เท่าที่กำหนด ผู้วิจัย จะแจ้งให้อาสาสมัครทราบ และปฏิบัติกิจกรรมนั้นใหม่ อีกครั้ง จนกระทั่งได้ระดับของเสียงไม่ต่ำกว่าที่กำหนด

ก่อนเริ่มต้นดำเนินการเก็บข้อมูลในอาสาสมัคร แต่ละคน ในแต่ละกิจกรรม และในการใส่หน้ากากแต่ละ ชนิด ผู้วิจัยได้เปิดเครื่องกรองอากาศประสิทธิภาพสูง เพื่อควบคุมให้จำนวนอนุภาคในห้องทดลองเป็นตาม กำหนด คือ class 100 และเปิดเครื่อง fan filter ในห้อง ทดลอง เพื่อควบคุมให้จำนวนอนุภาคในห้องทดลองเป็น 0 ในการเก็บข้อมูลของเครื่องวัดอนุภาคถูกกำหนด ที่ 15 วินาที 30 วินาที 45 วินาที และ 60 วินาที โดยเครื่องวัด อนุภาคจะวัดและบันทึกจำนวนอนุภาคจำแนกตามขนาด ต่าง ๆ ได้แก่ 0.3, 0.5, 1, 5, 10 และ 25 ไมครอน



หมายเหตุ วางครั้งที่ 1 ที่ระยะ 1 เมตร และ วางครั้งที่ 2 ที่ระยะ 2 เมตร โดยเปลี่ยนจุดวัดหลังจาก ทดสอบระยะที่ 1 เสร็จสิ้น

ภาพที่ 1 ภาพจำลองระบบภายในห้องทดลอง (chamber)

Figure 1 Simulation of the laboratory system (chamber)

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำจำนวนอนุภาครวมที่วัดได้ทุกขนาด มาวิเคราะห์เป็นค่าคาดประมาณของปริมาณละอองที่ออกมาจากปากและจมูกของอาสาสมัครในช่วง 1 นาที ของการทดสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดให้อาสาสมัครปฏิบัติตามกิจกรรมหายใจและส่งเสียง ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ หายใจปกติ (A1) หมายถึง ใน 1 นาที มีการหายใจ 12-16 ครั้ง⁽⁶⁾

หายใจแรง (A2) หมายถึง ใน 1 นาที มีการหายใจมากกว่า 16 ครั้ง ในการทดสอบจะให้อาสาสมัครตั้งใจหายใจแรง ๆ ด้วยตนเอง

พูด (A3) หมายถึง เสียงที่ออกจากการเปล่งเสียงของมนุษย์ มีความเข้มของเสียง (dB) ไม่เกิน 40 dB⁽⁷⁾ ในทางปฏิบัติ ให้อาสาสมัครพูดออกเสียง นับ 1-100 ด้วยความดังของเสียงตามปกติของตนเอง โดยมีการวัดระดับความดังของเสียงพูดของอาสาสมัครด้วยเครื่องวัดความดัง

พูดเสียงดัง (A4) หมายถึง เสียงที่ออกจากการเปล่งเสียงของมนุษย์ มีความเข้มของเสียง (decibel: dB) มากกว่า 40 แต่ไม่เกิน 80 dB⁽⁷⁾ ในทางปฏิบัติ ให้อาสาสมัครพูดออกเสียง นับ 1-100 ด้วยความดังของเสียงมากกว่าปกติของตนเอง คล้ายคลึงกับในการพูดในที่ที่มีคนพลุกพล่าน โดยมีการวัดระดับความดังของเสียงพูดของอาสาสมัครด้วยเครื่องวัดความดังของเสียง

ไอ (A5) หมายถึง การไอโดยมาจากลำคอ โดยใน 1 นาที มีการไอประมาณ 12 ครั้ง/นาที

ไอแรง (A6) หมายถึง การไอแรงโดยหายใจลึก ไอจากลำคอ และช่องกระบังลม โดยใน 1 นาที มีการไอประมาณ 7 ครั้ง/นาที

ร้องเพลง (A7) หมายถึง เสียงที่ออกจากการเปล่งเสียงร้องเพลงมีโทนเสียงสูง ต่ำ ของมนุษย์ ด้วยน้ำเสียงการพูด โดยใช้เพลง happy birthday เป็นเวลาระหว่าง 1 นาที และมีการวัดระดับความดังของเสียงพูดของอาสาสมัครด้วยเครื่องวัดความดังของเสียง

ร้องเพลงเสียงดัง (A8) หมายถึง เสียงที่ออกจากการเปล่งเสียงร้องเพลงมีโทนเสียงสูง ต่ำ ของมนุษย์

ด้วยน้ำเสียงการพูดเสียงดังกว่าปกติ โดยใช้เพลง happy birthday เป็นเวลาระหว่าง 1 นาที และมีการวัดระดับความดังของเสียงพูดของอาสาสมัครด้วยเครื่องวัดความดังของเสียง

ตะโกน (A9) หมายถึง เสียงที่ออกจากการเปล่งเสียงของมนุษย์ มีความเข้มของเสียง 80 dB ขึ้นไป⁽⁷⁾ ในทางปฏิบัติ ให้อาสาสมัครพูดออกเสียง นับ 1-100 โดยมีการวัดระดับความดังของเสียงพูดของอาสาสมัครด้วยเครื่องวัดความดังของเสียง

สำหรับหน้ากากที่นำมาใช้ทดลอง ประกอบด้วย หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (M1) หมายถึง หน้ากากอนามัยใช้ครั้งเดียวทำขึ้นด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ วัสดุจากเส้นผ้าไม่ถักทอ ประกอบด้วย 3 ชั้น ชั้นด้านนอกกันการซึมเกาะของน้ำ ชั้นกลางเป็นแผ่นกรองซับละออง มีประสิทธิภาพในการกรองไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ที่อนุภาคระดับ 0.1 ไมครอน⁽⁸⁻⁹⁾

หน้ากากผ้าฝ้าย 2 ชั้น (M2) หมายถึง หน้ากากผ้าที่ผลิตจากฝ้ายฝ้าย 2 ชั้น มีความหนา นำมาทำหน้ากากผ้า 2 ชั้น

หน้ากากผ้าฝ้าย 2 ชั้น เคลือบสารสะท้อนน้ำ ด้านนอก (M3) หมายถึง หน้ากากผ้าที่ผลิตจากฝ้ายฝ้าย 2 ชั้น มีความหนาของผ้าที่นำมาทำหน้ากากผ้า 2 ชั้น และทำการเคลือบสารสะท้อนน้ำที่ผิวผ้า

หน้ากากผ้าฝ้ายและผ้าฝ้าย 2 ชั้น (M4) หมายถึง หน้ากากผ้าที่ผลิตขึ้นจากผ้าฝ้ายเป็นชั้นนอกสุด และด้านในเป็นผ้าฝ้าย 2 ชั้น

หน้ากากผ้าฝ้ายยัด (M5) หมายถึง หน้ากากผ้าที่ผลิตจากฝ้ายที่มีเนื้อผ้าฝ้ายยัด มีความหนาของผ้าฝ้ายยัดที่นำมาทำหน้ากากผ้า 2 ชั้น

ในการปฏิบัติตามกิจกรรมต่างๆ ของอาสาสมัครพบว่า กิจกรรมที่อาสาสมัครสามารถปฏิบัติได้ครบถ้วนทุกกิจกรรม ได้แก่ กิจกรรม A1, A2, A3, A4 และ A5 ส่วนกิจกรรมที่อาสาสมัครปฏิบัติไม่ครบทุกราย ได้แก่ A6, M7, A8 และ A9 ซึ่งกิจกรรม A9 เป็นกิจกรรมที่อาสาสมัครบางรายขอยุติเมื่อทดสอบไปส่วนหนึ่งแล้ว

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การเก็บข้อมูลดำเนินการระหว่าง วันที่ 16 - 31 กรกฎาคม 2564 โดยมีจำนวนวันทดลอง 16 วัน แต่ละวันทดลองสามารถเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครได้วันละ 1-2 ราย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าคาดประมาณปริมาณของละอองใช้ปริมาณละอองใน 1 นาที่ วิเคราะห์หาค่ามัธยฐาน (median) และค่าเบี่ยงเบน (inter-quartile range)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของการสวมหน้ากากและไม่สวมหน้ากาก ใช้ค่าคาดประมาณอนุภาคละอองของอาสาสมัครวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาความแตกต่างของจำนวนละอองในภาพรวม เปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างทางสถิติของปริมาณละอองในกิจกรรมแต่ละประเภท เปรียบเทียบระหว่างการใส่หน้ากากแต่ละแบบ เทียบกับ การไม่ใส่หน้ากาก

การหาร้อยละของความแตกต่างเมื่อใส่หน้ากากชนิดต่าง ๆ เทียบกับการไม่ใส่หน้ากากในกิจกรรมแต่ละประเภท ใช้ข้อมูลค่าคาดประมาณอนุภาคละอองคำนวณแยกรายคน เพื่อดำเนินการหาค่ามัธยฐาน และค่าเบี่ยงเบน

ข้อพิจารณาทางด้านจริยธรรม

โครงร่างการวิจัยของการศึกษานี้ ได้ผ่านการพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย กรมควบคุมโรค ตามการอนุมัติดำเนินการโครงการเลขที่ 63082 วันที่ 6 พฤศจิกายน 2563 อนึ่ง ในระหว่างการเก็บข้อมูลวิจัยจากอาสาสมัครแต่ละคน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์คัดกรองอาสาสมัครเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคโควิด 19 ก่อนเข้าร่วมการวิจัยทุกคนซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า มีอาสาสมัครเป็นเพศชายจำนวน 5 คน อายุ 31, 33 (2 คน), 42 และ 57 ปี เพศหญิง 5 คน อายุ 28, 37, 38, 41 และ 44 ปี

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

กิจกรรมหายใจปกติ (A1) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,441 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 257.50, 728.5, 320 และ 320 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากากแต่ละชนิด สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 97.92, 86.37, 84.50, 72.06 และ 66.14 (พิสัยควอไทล์ 41.67, 52.96, 87.50, 52.96 และ 55.20) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากาก M1 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 94.44 และหน้ากาก M2-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100 ในทุกชนิดของหน้ากาก (พิสัยควอไทล์ 0.00, 0.00, 0.00, 0.00 และ 5.56 ตามลำดับ)

กิจกรรมหายใจแรง (A2) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21,518.50 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 400, 1,240.50, 4,361.50, 2,120 และ 840 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 88.32, 82.29, 88.33 และ 92.98 (พิสัยควอไทล์ 6.01, 11.30, 28.46, 14.68 และ 18.59) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,601 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 1,040.50, 400, 4,760 และ 2,280 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 93.21, 89.07, 44.57 และ 99.76 (พิสัยควอไทล์ 9.03, 37.94, 28.65, 76.59 และ 4.24) ตามลำดับ

กิจกรรมพูด (A3) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 560 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด

(M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80, 320, 0, 720 และ 960 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 99.57, 90.29, 100, 51.44 และ 100 (พิสัยควอไทล์ 2.39, 12.89, 0.00, 64.63 และ 60.52) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 100, 100, 42.37 และ 89.52 ตามลำดับ (พิสัยควอไทล์ทุกหน้ากากเท่ากับ 0.00)

กิจกรรมพุดเสียงดัง (A4) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7,281 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 400, 80, 2,800 และ 1,201 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 77.32, 98.41, 67.30 และ 83.51 (พิสัยควอไทล์ 1.03, 61.90, 25.77, 56.42 และ 27.75) ตามลำดับและที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,520 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 160, 0, 0, 560 และ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 98.48, 100, 100, 75.45 และ 100 (พิสัยควอไทล์ 5.74, 5.74, 4.92, 93.75 และ 56.78) ตามลำดับ

กิจกรรมไอ (A5) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19,041.50 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 800, 2,440, 2160, 3,200.50 และ 3,551.50 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 94.12, 75.84, 85.99, 67.81 และ 81.61 (พิสัยควอไทล์ 8.28, 13.27, 23.45, 27.84 และ 37.94) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 800 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร

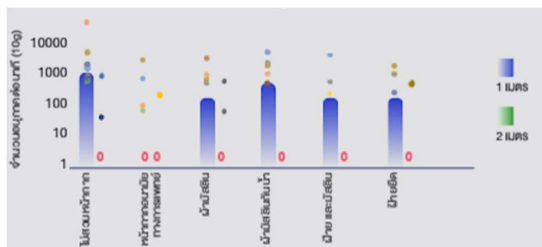
และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 100, 98.12, 100, และ 94.37 (พิสัยควอไทล์ 45.55, 82.2, 24.22, 73.28, และ 41.30) ตามลำดับ

กิจกรรมไอแรง (A6) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90,919.50 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 360.50, 3,761.50, 3,643, 7,239.50 และ 5,640 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 99.71, 96.13, 95.56, 90.41, และ 88.72 (พิสัยควอไทล์ 2.56, 8.81, 5.32, 13.97 และ 15.91) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,840 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 1,040.50, 400, 4,760 และ 2,280 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 89.90, 93.93, 68.14 และ 74.89 (พิสัยควอไทล์ 4.58, 38.25, 86.09, 81.90 และ 70.44) ตามลำดับ

กิจกรรมร้องเพลง (A7) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7,601 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 1,841, 800, 320 และ 720 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 95.15, 99.21, 98.10 และ 94.74 (พิสัยควอไทล์ 9.08, 78.56, 60.22, 18.18 และ 20.45) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,560 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100 ในทุกชนิดของหน้ากาก (พิสัยควอไทล์ 0, 6.60, 0, 0 และ 0 ตามลำดับ)

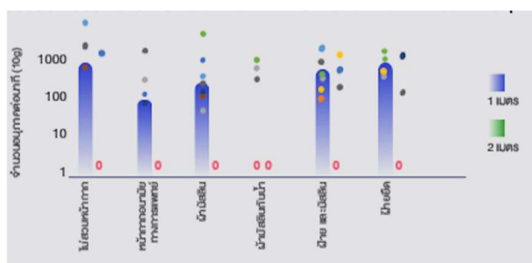
กิจกรรมร้องเพลงเสียงดัง (A8) พบว่าจำนวนละอองที่ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20,403 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,919, 1,841, 720, 1,440 และ 1,121 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 97.53, 95.89, 99.03, 94.33 และ 95.41 (พิสัยควอไทล์ 19.34, 7.87, 4.96, 26.87 และ 95.41) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,004 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 100, 100, 100 และ 97.45 (พิสัยควอไทล์ 0.00, 0.00, 1.11, 11.11 และ 6.26) ตามลำดับ

กิจกรรมตะโกน (A9) พบว่าจำนวนละอองที่



ภาพที่ 2 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมหายใจปกติ (A1)

Figure 2 Normal breathing activity (A1), median droplets at 1 and 2 m

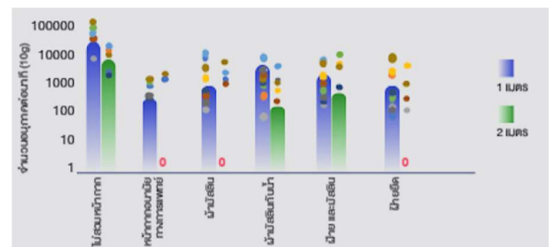


ภาพที่ 4 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมพูด (A3)

Figure 4 Speaking activity (A3), median droplets at 1 and 2 m

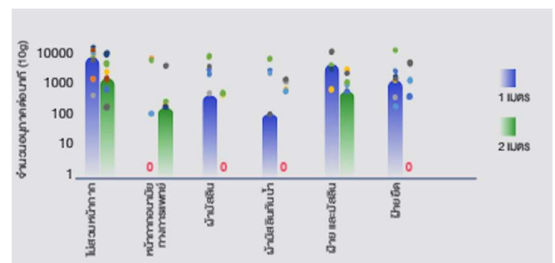
ระยะ 1 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,886 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, 720, 0, 3,042.50 และ 0 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใส่หน้ากาก M1-M5 สามารถลดละอองลงได้เฉลี่ยร้อยละ 100, 98.70, 100, 85.17 และ 100 (พิสัยควอไทล์ 10.40, 12.33, 13.68, 29.31 และ 18.34) ตามลำดับ และที่ระยะ 2 เมตร เมื่อไม่ใส่หน้ากากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 560 อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อใส่หน้ากากแต่ละชนิด (M1-M5) มีค่าเฉลี่ยทุกหน้ากากเท่ากับ 0 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร การใส่หน้ากาก M1-M5 ลดละอองได้เฉลี่ยร้อยละ 100 ในทุกชนิดของหน้ากาก (พิสัยควอไทล์ 50.21, 0.60, 0, 25.00 และ 25.00 ตามลำดับ)

ผลการศึกษานี้จำนวนละอองจากกิจกรรมต่างๆ ที่ระยะ 1 และ 2 เมตร เมื่อใส่หน้ากากแบบต่าง ๆ ดังภาพที่ 2-10



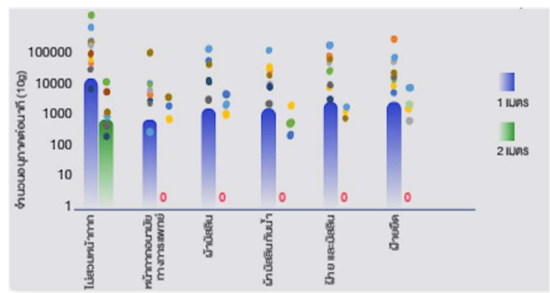
ภาพที่ 3 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมหายใจแรง (A2)

Figure 3 Vigorous breathing activity (A2), median droplets at 1 and 2 m



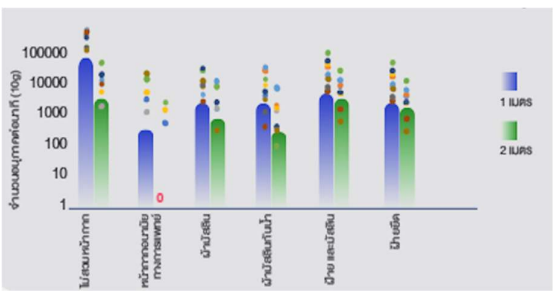
ภาพที่ 5 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมพูดเสียงดัง (A4)

Figure 5 Loudly speaking activity (A4), median droplets at 1 and 2 m



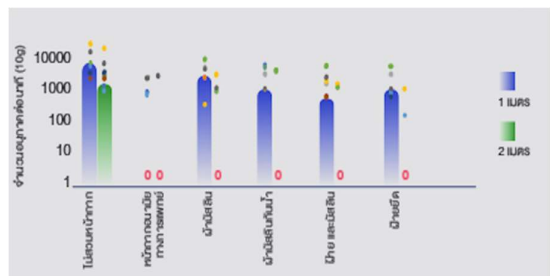
ภาพที่ 6 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมไอ (A5)

Figure 6 Coughing activity (A5), median droplets at 1 and 2 m



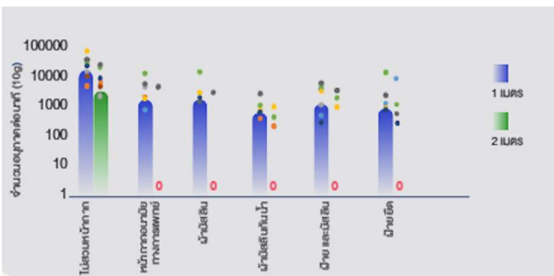
ภาพที่ 7 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมไอแรง (A6)

Figure 7 Strong coughing activity (A6), median droplets at 1 and 2 m



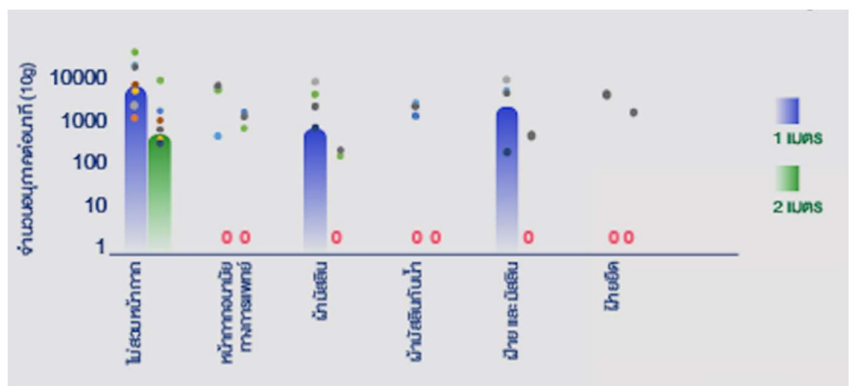
ภาพที่ 8 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมร้องเพลง (A7)

Figure 8 Singing activity (A7), median droplets at 1 and 2 m



ภาพที่ 9 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมร้องเพลงเสียงดัง (A8)

Figure 9 Loudly singing activity (A8), median droplets at 1 and 2 m



ภาพที่ 10 ค่ามัธยฐานของจำนวนละอองที่ระยะ 1 และ 2 เมตร กิจกรรมตะโกน (A9)

Figure 10 Shouting activity (A9), median droplets at 1 and 2 m

วิจารณ์

จากการศึกษา พบว่าในกรณีไม่ใส่หน้ากากที่ระยะ 1 เมตร พบละอองจากกิจกรรมต่าง ๆ ค่อนข้างสูงทุกกิจกรรม และที่ระยะ 2 เมตร ละอองยังพบได้ในปริมาณมากในกิจกรรมที่มีการใช้เสียงและเสียงดัง ดังนั้นคำแนะนำเรื่องการเว้นระยะห่างที่ระยะ 2 เมตร เพื่อป้องกันการติดเชื้อโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น ไข้หวัด โคโรนา 19 ฯลฯ จึงมีข้อจำกัด แม้บุคคลจะเว้นระยะ 2 เมตร ห่างจากกันแต่หากมีกิจกรรมร่วมกันที่ต้องใช้เสียงและเสียงดังก็มีโอกาสเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้ ถ้าไม่มีการใช้หน้ากากป้องกันการฟุ้งของละอองจากปากและจมูกของบุคคล

ละอองที่เกิดจากทุกกิจกรรมของอาสาสมัครทั้งที่ระยะ 1 และ 2 เมตร มีค่าลดลงเมื่ออาสาสมัครใช้หน้ากากชนิดใดชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใส่หน้ากาก ดังนั้นการใส่หน้ากากเสมอจะช่วยลดความเสี่ยงของการแพร่ระบาดของเชื้อโรคระบบทางเดินหายใจได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าบุคคลจะมีกิจกรรมที่มีการใช้เสียงใด ๆ ในกิจกรรมหายใจ พบว่าการใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์และหน้ากากที่ผลิตจากผ้าในระยะ 2 เมตร แทบไม่พบละออง แต่หากหายใจแรงจะพบว่าหน้ากากที่ผลิตจากผ้าในระยะ 1 เมตร ยังคงสามารถพบละอองจากเครื่องวัดได้อยู่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vivek Kumar และคณะที่รายงานผลการศึกษาเมื่อใส่หน้ากากผ้าฝ้ายสามารถดักละอองเม็ดใหญ่ไว้ได้เกือบทั้งหมด ส่วนที่หลุดลอดออกไปได้ เป็นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า $4 \mu\text{m}$ การศึกษาเวลาที่ 60 วินาทีหลังการจาม ละอองขนาดเล็กที่ถูกพ่นออกมาฟุ้งกระจายไปได้ไกลถึง 5 เมตร แต่ถ้าใส่หน้ากากจะไปได้ไกลเพียง 1.25 เมตร⁽¹⁰⁾ และ Tang JW และคณะ ได้ใช้ภาพถ่ายการจามของมนุษย์แสดงให้เห็นว่าตัวละอองในการจามหนึ่งครั้ง สามารถผลิตอนุภาคขนาด $0.5-12 \mu\text{m}$ ได้ถึง 40,000 อนุภาค ซึ่งอนุภาคเหล่านี้ถูกขับออกมาด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที ละอองที่มีขนาดเล็กจะได้รับอิทธิพลแรงโน้มถ่วงน้อย ทำให้เคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ไกลกว่าละอองขนาดใหญ่⁽¹¹⁾ เห็นได้ว่ากิจกรรมที่มีการขับด้วยแรงดันจะมี

ความเร็วและระยะทางที่หน้ากากผ้าไม่สามารถสกัดไว้ได้ทั้งหมด

ในประเด็นคำถามการพบละอองจากอาสาสมัครที่ใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์หรือหน้ากากประเภทอื่นๆ ในปริมาณพอสมควร คณะผู้วิจัยประเมินว่ามีสาเหตุจากประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ทำหน้ากากและความกระชับของหน้ากากกับรูปหน้าของอาสาสมัครแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (CDC) ที่จำลองบุคคลที่ไอด้วยเครื่องผลิตละอองจากหลอดเป่า (อนุภาคโพแทสเซียมคลอไรด์ $0.1-7 \mu\text{m}$) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใส่หน้ากาก 3 แบบ คือ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ 3 ชั้นเพียงอย่างเดียว หน้ากากผ้าฝ้าย 3 ชั้นเพียงอย่างเดียว และการใส่หน้ากากสองชั้น ผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าหน้ากากอนามัยทางการแพทย์เพียงอย่างเดียวลดการปล่อยละอองได้ ร้อยละ 56.1 ของอนุภาคจากการจำลองการไอ ($SD=5.8$) หน้ากากผ้าเพียงอย่างเดียวลดการปล่อยละอองได้ ร้อยละ 51.4 ($SD=7.1$) การใส่หน้ากาก 2 ชั้น ลดการปล่อยละอองได้ ร้อยละ 85.4 ($SD=2.4$) และหน้ากากอนามัยทางการแพทย์แบบผูกปมและพับปิดช่องว่าง ลดการปล่อยละอองได้ ร้อยละ 77.0 ($SD=3.1$)⁽¹²⁾

การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่น่าเอาหลักการทางวิศวกรรมเกี่ยวกับการทำความสะอาดอากาศ การใช้เครื่องวัดอนุภาคมาวัดปริมาณละออง เพื่อศึกษาวิจัยในโรคระบบทางเดินหายใจ เป็นการผนวกความรู้และเครื่องมือ มาพัฒนาให้เป็นวิธีการใหม่สำหรับการศึกษา ซึ่งควรจะได้มีการพัฒนาต่อยอดต่อไปสำหรับการพัฒนาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิจัยเพื่อป้องกันโรคระบบทางเดินหายใจ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และคาดประมาณความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดการติดเชื้อในประชาชน รวมไปถึงต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์การป้องกันโรคระบบทางเดินหายใจ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. แนะนำผู้ที่ใส่หน้ากากผ้าให้เว้นระยะห่างทางสังคม (social distancing) ที่ระยะ 2 เมตร ยกเว้นกิจกรรมที่มีการพูดเสียงดังและไอแรงที่ต้องเว้นระยะห่างทางสังคมมากกว่า 2 เมตร โดยใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์และกระชับหน้ากากให้แนบสนิทกับใบหน้า

2. เนื่องจากในระหว่างการศึกษา พบว่ารูปหน้าของอาสาสมัครมีผลต่อการกระชับของการสวมหน้ากากอนามัยทางการแพทย์และหน้ากากผ้าชนิดต่างๆ ซึ่งการสวมหน้ากากที่ไม่กระชับนี้มีผลต่อการหลุดรอดของละอองฝอย ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาในเรื่องรูปแบบการกระชับของการสวมหน้ากาก และรูปทรงของหน้ากากที่เหมาะสมกับรูปหน้าของคนในแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดนวัตกรรมเกี่ยวกับหน้ากากชนิดใหม่ๆ สนับสนุนในการป้องกันโรคติดต่อจากระบบทางเดินหายใจ

3. การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถศึกษาละอองจากเครื่องวัดอนุภาค ดังนั้นอนาคตควรพัฒนาชุดเครื่องมือการทดสอบเพื่อทำการศึกษาละอองต่อไป

ข้อจำกัดในการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้ออกแบบมาเพื่อวัดจำนวนละอองภายในระยะ 2 เมตร ในช่วงเวลา 1 นาทีเท่านั้น โดยการใช้การจำลองห้องแบบปิด ไม่มีอากาศหมุนเวียนผลในสภาพแวดล้อมจริงอาจไม่เป็นตามผลการศึกษา

2. เนื่องจากในระหว่างการศึกษา พบว่ารูปหน้าของอาสาสมัครมีผลต่อความกระชับในการใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์และหน้ากากผ้าชนิดต่างๆ ซึ่งการใส่หน้ากากที่ไม่กระชับอาจมีผลต่อการหลุดรอดของละอองขณะทดลองได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงด้วยการสนับสนุนจากนายแพทย์โสภณ เอี่ยมศิริถาวร รองอธิบดีกรมควบคุมโรค ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ ขอขอบคุณแพทย์หญิงฉันทนา ผดุงทศ และ

แพทย์หญิงหรรษา รักษาคม ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ในการวิจัย ขอขอบคุณคณะที่ปรึกษา อันได้แก่นายพรเทพ จันท์คุณภาส สำนักงรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นายแพทย์ปณิธิ ธรรมวิริยะ กองระบาดวิทยา นายสรเสรีธัญ ธนบดีผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท คลีนแอร์โปรดักท์ จำกัด และนางธนพรณ พองศิริ ที่ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษา ขอขอบคุณสมาชิกกลุ่มโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน กองโรคติดต่อทั่วไป ที่ช่วยในการทำโครงการและให้กำลังใจช่วยเหลือจนจบโครงการ และขอขอบคุณนางพรพิสุทธิ์ เสนอผู้ประสานโครงการให้สำเร็จลุล่วง สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมผู้สนับสนุนทุน และขอบคุณกรมควบคุมโรคที่เป็นผู้จัดหาแหล่งเงินทุนในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong J, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. ScienceDirect [Internet]. 2020 [cited 2020 Apr 24];395:507–13. Available from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0140673620302117?token=5907454E9260605888C330D5DD71287D3DCA7D-C1B9DE1297C8D1F72309D720BC0CB4F-C81560068EA1BD85F15FFDAD22D>
- Bhat TA, Goniewicz ML, Thanavala YM. SARS-CoV-2 viral load in upper respiratory specimens of infected patients. N Engl J Med [Internet]. 2020 [cited 2020 Apr 24];382:1177–9. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2001737>
- Department of Disease Control (TH). Corona infectious disease 2019 (COVID-19) [Inter-

- net]. [cited 2020 Apr 26]. Available from: <https://ddc.moph.go.th/covid19-dash-board/?dashboard=main> (in Thai)
4. Xie X, Li Y, Sun H, Liu L. Exhaled droplets due to talking and coughing [Internet]. 2009 [cited 2020 Apr 24];6:S703-S714. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2843952/>
5. Department of Medical Sciences (TH). Department of Medical Sciences showed results of the effectiveness of the cloth mask [Internet]. Nonthaburi: Department of Medical Sciences Ministry of Public Health; 2020. [cited 2020 Apr 26]. Available from: <https://www3.dmsc.moph.go.th/post-view/705> (in Thai)
6. Thai Encyclopedia for Youth By the will of His Majesty the King. Respiratory system [Internet]. [cited 2020 Apr 12]. Available from: <http://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=8&chap=2&page=t8-2-infodetail20.html> (in Thai)
7. Centers for Disease Control and Prevention. What noises cause hearing loss [Internet]. [cited 2023 Dec 08]. Available from: https://www.cdc.gov/nceh/hearing_loss/what_noises_cause_hearing_loss.html
8. Ministry of Industry (TH), Thai Industrial Standards Institute. Industrial product standards for single-use hygienic face masks TIS. 2424-2562. Royal Gazette Announcements and general works, Volume No. 137, Episode 22 Ngo. [Internet]. Bangkok: Ministry of Industry; 2019 Feb [cited 2020 Apr 12]. 16 p. Available from: <https://bds.sme.go.th/Files/483ae067-8425-46dc-a473-20877b4f99d5.pdf> (in Thai)
9. American Society for Testing and Materials. Standard specification for performance of materials used in medical face masks. [Internet]. c2019; ASTM F2100-19. [cited 2021 Sep 21]. Available from: <https://www.astm.org/f2100-21.html>
10. Kumar V, Nallamothu S, Shrivastava S, Jadeja H, Nakod P, Andrade P, et al. On the utility of cloth facemasks for controlling ejecta during respiratory events 2020 [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 12]. Available from: <https://arxiv.org/abs/2005.03444>
11. Tang JW, Li Y, Eames I, Chan PKS, Ridgway GL. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in health-care premises. J Hosp Infect [Internet]. 2006 [cited 2021 Jul 13];64(2):100-14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16916564/>
12. Brooks JT, Beezhold DH, Noti JD, Coyle JP, Derk RC, Blachere FM, et al. Maximizing fit for cloth and medical procedure masks to improve performance and reduce SARS-CoV-2 transmission and exposure, 2021 [Internet] Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). 2021 ;70:254-7. [cited 2021 Aug 1]. Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7007e1.htm>