

ชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางทันตกรรม

Dental Positive Air Pressure Purifier Respirator

นวรรตน์ วินิจจะกุล^{1*}, แมนสรวง วงศ์อภัย², ดนพัทธ์ ปัญญาชัย³

Nawarat Winichakoon^{1*}, Mansuang Wongsapai², Donnapat panyachai³

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ จังหวัดเชียงใหม่ กรมอนามัย^{1,2,3}

INTERCOUNTRY CENTRE FOR ORAL HEALTH Chiangmai^{1,2,3}

¹Corresponding author, nwinichakoon@gmail.com

(Revised: August 5, 2024; Revised: July 12, 2024; Accepted: September 5, 2024)

บทคัดย่อ

การรักษาทางทันตกรรม เป็นงานหัตถการเฉพาะทางที่ทันตแพทย์ให้การรักษাবริเวณช่องปาก ซึ่งจะมีการแพร่กระจายของละอองสารคัดหลั่ง เช่น เลือด น้ำลาย เป็นต้น เมื่อมีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ หรือโรคโควิด-19 (COVID-19) ซึ่งติดต่อผ่านการสัมผัสสารคัดหลั่งจากทางเดินหายใจ จึงสร้างความตระหนักให้กับบุคลากรทางการแพทย์ในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อมากขึ้น เนื่องจากอาการป่วยจากไวรัสชนิดนี้มีความรุนแรงจนถึงเสียชีวิตได้ และในช่วงสถานการณ์ดังกล่าว เกิดการขาดแคลนของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเป็นจำนวนมาก ทำให้มีราคาสูงและต้องหาอุปกรณ์ชนิดอื่นมาใช้งานทดแทน โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ผลิตชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกที่ใช้งานทางทันตกรรมได้และพัฒนานวัตกรรมที่ลดความเสี่ยงการติดเชื้อโรคหรือ Covid-19 ในคลินิกทันตกรรม ผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพด้านแรงดันอากาศมีค่าสูงสุดอยู่ที่ +31Pa และต่ำสุด +29 Pa โดยมีค่าเฉลี่ย +30 Pa ค่าประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ตามมาตรฐาน ASTM F2299-03 วัดค่าได้ 98.53% ส่วนค่าประสิทธิภาพความแนบกระชับ มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 81.81% เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชุดหน้ากากกรองอากาศชนิดมีแบตเตอรี่แบบพกพาที่มีจำหน่ายในท้องตลาดพบว่า เป็นหน้ากากชนิดแรงดันบวกเหมือนกันแต่นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นนั้นพกพาได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยท่อนำอากาศจากเครื่องกรองอากาศเนื่องจากเป็นวัสดุหน้ากากเพียงชิ้นเดียว อีกทั้งไม่ต้องใช้สายรัดตัวแบตเตอรี่และชุดกรองอากาศไว้บริเวณเอว ซึ่งส่งผลต่อท่าทางการนั่งในการรักษาทางทันตกรรม และยังมีราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเนื่องจากไม่ต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ แต่ยังมีปัญหาของนวัตกรรมที่ควรจะต้องพัฒนา คือ น้ำหนักของนวัตกรรมเมื่อสวมใส่ทางศีรษะแล้วยังมีน้ำหนักที่มากเกินไป ส่งผลต่อความเมื่อยล้าของผู้ใช้เมื่อใช้งานเป็นเวลานานและส่วนของความแนบกระชับระหว่างวัสดุกับใบหน้าที่ต้องทำให้แนบกระชับพอดีมากขึ้นเพื่อป้องกันการรั่วไหลของอนุภาคขนาดเล็กเข้ามาภายในชุดหน้ากาก

คำสำคัญ: หน้ากากแรงดันบวก, ทันตกรรม, โควิด-19

ABSTRACT

Dental treatment usually involves the spreading of aerosols and droplets of secretions from oral cavity such as blood, saliva, etc. During the pandemic outbreak of the novel coronavirus disease (COVID-19), which was fatal and contagious via contact with respiratory aerosols and droplets, there is more awareness among healthcare workers to protect themselves from this infection. Due to a shortage of personal protective equipment (PPE) resulting in more expense and requirement for either a replacement or alternative option. The higher risk of infection among health care workers, the more importance of devices that can protect their head and facial area from infectious secretions. The purpose of this study is to create and develop innovations; a set of positive air pressure purifier respirator that can reduce the risk of respiratory tract infection including COVID-19 during dental procedures. The testing results of our newly developed equipment showed that the highest air pressure efficiency was +31 Pa and the lowest was +29 Pa, with an average value of +30 Pa. 0.3-micron particle filtration efficiency according to ASTM F2299-03 was 98.53%. The average Fit Efficiency was 81.81%. In comparison with commercial portable battery-powered air filter positive pressure masks, our equipment was easier to carry due to a single piece design causing no need to rely on the air duct from the air filter. No requirement of battery harness and air filter at the waist also affected the sitting posture in dental work. Finally, lower production costs because there was no need to import the products. However, there was still room for improvement, especially high weight bearing on the head and neck which could generate fatigue after using for a long time. Moreover, improving small particles leakage prevention by making it more compact and adhesive to the face would be a crucial development.

Keywords: Positive pressure mask, Dental, COVID-19

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ หรือโรคโควิด-19 (COVID-19) เป็นโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่เกิดจากการติดเชื้ออาร์เอ็นเอไวรัสชื่อ SARS-CoV-2 ซึ่งติดต่อผ่านการสัมผัสฝอยละอองและสารคัดหลั่งจากทางเดินหายใจ (Respiratory droplet transmission) เช่น น้ำมูก น้ำลาย ก่อให้เกิดอาการของโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจตั้งแต่อาการคล้ายไข้หวัดจนถึงปอดอักเสบรุนแรงหรืออวัยวะภายในล้มเหลวที่ทำให้เสียชีวิต ได้มีรายงานการค้นพบโรคนี้ครั้งแรกที่ประเทศจีนเมื่อปลายปี ค.ศ. 2019 และเริ่มพบการแพร่ระบาดไปทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ด้วยความสามารถ

ในการแพร่กระจายโรคที่สูงของไวรัสก่อโรค ประกอบกับการเดินทางระหว่างประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงทำให้มีจำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจำนวนมากทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยในปัจจุบันตั้งแต่เริ่มมีการระบาด พบมีผู้ป่วยติดเชื้อสะสมทั้งหมดมากกว่า 700 ล้านคนทั่วโลกและมีจำนวนผู้เสียชีวิตถึงมากกว่า 7 ล้านคน จนองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ต้องประกาศให้โรค COVID-19 เป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระหว่างประเทศ⁽¹⁾ ซึ่งประเทศไทยนับเป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบอย่างมากจากการระบาดหลายระลอกเช่นเดียวกัน ข้อมูลจากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พบว่า มียอด

ผู้ป่วย COVID-19 สะสมทั้งหมดอยู่ที่กว่า 5 ล้านคนและมีผู้เสียชีวิตกว่า 35,000 คน จากประชากรทั้งประเทศจำนวน 70 ล้านคน⁽²⁾ จากสถิติดังกล่าว จะเห็นได้ว่าโรคติดต่อชนิดนี้ได้สร้างความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ก่อให้เกิดผลกระทบเป็นวงกว้างทั้งด้านสาธารณสุข เศรษฐกิจ และสังคม เป็นอย่างมาก

จากผลกระทบดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการจัดทำคำแนะนำในการตรวจวินิจฉัย ดูแลรักษา และควบคุมป้องกันโรค ออกเผยแพร่อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการรณรงค์ให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ด้านการให้บริการทางการแพทย์ก็ได้มีการจัดทำแนวทางปฏิบัติและคำแนะนำเรื่องการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เรียกว่า PPE (Personal protective equipment) เช่น ชุดกันน้ำ ถุงมือ หน้ากากชนิดต่างๆ (surgical mask, N-95, KF 94) face shield เป็นต้น มาใช้ในการปฏิบัติงานและให้บริการ

ด้านงานทันตกรรม ก็ได้มีการปรับเปลี่ยนแนวทางในการให้บริการการรักษาในหลายด้านเช่นเดียวกันนี้เนื่องจากงานทางทันตกรรมเป็นงานหัตถการที่มีการฟุ้งกระจายของน้ำลายและสารคัดหลั่งเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น การอุดฟัน การขูดหินน้ำลาย เป็นต้น ซึ่งทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์ไม่อาจหลีกเลี่ยงการสัมผัสน้ำลายและสารคัดหลั่งจากในช่องปากของผู้มารับบริการได้ จึงเกิดเป็นความเสี่ยงอย่างมากต่อการติดเชื้อไม่เฉพาะแต่ไวรัสก่อโรค COVID-19 เท่านั้น แต่ยังรวมถึงเชื้อไวรัสในระบบทางเดินหายใจหรือเชื้อโรคอื่นๆ ที่มีการติดต่อทางฝอยละอองและสารคัดหลั่งจากทางเดินหายใจอีกด้วย ในทางตรงกันข้าม หากทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์ไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือมาตรการป้องกันตนเองอย่างเหมาะสม ก็สามารถที่จะแพร่กระจายเชื้อ

สู่ผู้รับบริการได้เช่นเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2563 หลังจากเกิดการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยกำหนดแนวทางการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อทางทันตกรรมในสถานการณ์ COVID-19 เพื่อความปลอดภัยจากการติดเชื้อ SARS-CoV-2 รวมถึงโรคติดเชื้อ อื่น ๆ ทั้งของผู้ปฏิบัติงานผู้ป่วย และผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มตั้งแต่แนวทางการนัดหมายเพื่อเข้ารับการรักษาทางทันตกรรม ที่ต้องมีการตรวจคัดกรองและการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Physical distancing) การจัดระบบระบายอากาศที่เหมาะสมในห้องทันตกรรม โดยคำนึงถึงอัตราการระบายอากาศ (Ventilation rate) และทิศทางการไหลของอากาศ (Airflow direction) การดูแลสิ่งแวดล้อมภายในสถานพยาบาล โดยการเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวสัมผัสด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อและการกำจัดขยะที่ถูกต้องปลอดภัย และการสวมเครื่องป้องกันตนเองส่วนบุคคล ได้แก่ เสื้อกาวน์ควรเป็นชนิดกันน้ำได้ หมวก ถุงมือ หน้ากากอนามัยหรือมาสก์ ก็ควรเป็นชนิด Medical N-95 ก่อนการใช้งานต้องทำ fit test ทุกครั้งเพื่อทดสอบความแนบของมาสก์ ให้แน่ใจว่าอากาศที่หายใจเข้าและออกผ่านการกรองแล้วและควรใช้ร่วมกับเฟซชีลด์ ทุกครั้งเพื่อลดการปนเปื้อนจากการกระเด็นของสารคัดหลั่งระหว่างทำงาน และการสวมใส่แว่นตาป้องกันอีกชั้น นอกจากนี้ยังมีมาตรการเสริมอื่น ๆ เพื่อลดจำนวนเชื้อและปริมาณละอองฝอย เช่น การบ้วนปากก่อนการรักษาทุกครั้ง ที่มีการพบว่าการบ้วนปากหรือการแปรงฟันสามารถลดปริมาณเชื้อที่ออกมาับละอองฝอยในขณะที่ให้การรักษาทางทันตกรรมได้มากถึง 70-95 %, การใช้เครื่องดูดแรงดันสูง (High Power Suction) ในการกรอฟันหรือการรักษาที่ทำให้เกิดละอองฝอย (Aerosol) การใช้แผ่นยางกันน้ำลาย เป็นต้น⁽³⁾

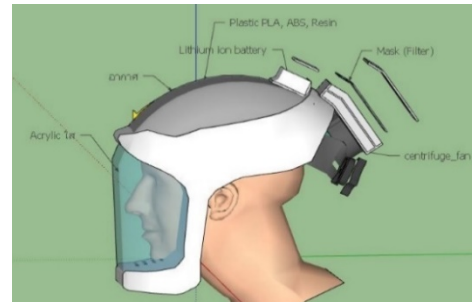
ดังนั้นผู้จัดทำในฐานะบุคลากรทางการแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันการรับเชื้อก่อโรคทางเดินหายใจจากการปฏิบัติงาน จึงได้พัฒนา “ชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางทันตกรรม” โดยมีกรอบแนวคิดจากการแลกเปลี่ยนของอากาศที่เหมาะสมและเป็นอากาศที่ผ่านระบบการกรองอนุภาคชนิดต่าง ๆ ภายใต้อุปกรณ์ชนิดนี้จะเป็นอากาศที่มีแรงดันเป็นบวก มีการเติมอากาศเข้าไปอย่างต่อเนื่อง ผู้สวมใส่สามารถหายใจได้อย่างสะดวก สามารถพกพาไปใช้ปฏิบัติงานได้ ซึ่งผู้จัดทำมีความคาดหวังในอนาคตจะสามารถพัฒนานวัตกรรมชนิดนี้ให้สามารถใช้ในการปฏิบัติงานด้านอื่นๆที่ไม่ใช่เฉพาะงานทางทันตกรรมเพียงอย่างเดียว

วิธีดำเนินการ

“ชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางทันตกรรม” ดำเนินการศึกษาในชิ้นงานนวัตกรรมที่ผลิตขึ้น ณ ห้องปฏิบัติการหน่วยวิจัยสนามไฟฟ้าประยุกต์ในงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาและศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ

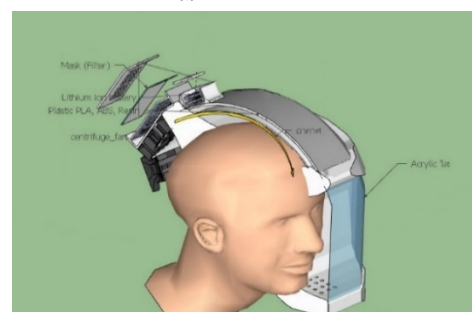
ชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวก ที่ผู้ทำการศึกษาพัฒนาขึ้นเอง ผลิตจากวัสดุพลาสติกชนิด Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) ที่มีความแข็งแรง มีสายรัดที่ศีรษะซึ่งประยุกต์มาจากหมวกนิรภัยป้องกันศีรษะ นำมาติดตั้งประกอบกับแผ่นพลาสติกอะคริลิกใสหนา 1 มิลลิเมตรซึ่งเป็นขนาดความหนาเดียวกันกับที่ใช้ในเฟซชีลด์ทางทันตกรรม ส่วนที่ยึดติดบริเวณส่วนไบหน้าด้านข้าง คางและลำคอใช้การเย็บติดกับผ้าสะปันที่มีคุณสมบัติสะท้อนน้ำและยางยืดรัดโดยรอบ ส่วนบริเวณชุดกรองอากาศจะประกอบด้วย พัดลมดูดอากาศ แผ่นกรองอนุภาค3M รุ่น 5N11 พร้อมกล่องใส่

และแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน(Lithium-ion battery) ขนาด 500 mA จำนวน 2 ก้อน ซึ่งมีน้ำหนักเบา อายุการใช้งานยาวและให้พลังงานคงที่⁽⁴⁾



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวก (แผ่นพลาสติกอะคริลิกใส, ชุดกรองอากาศ)

การทำงานของนวัตกรรมจะเริ่มจากการนำอากาศจากภายนอกอุปกรณ์โดยอาศัยการทำงานของพัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งไว้ผ่านชุดกรองอากาศบนอุปกรณ์ หลังจากนั้นอากาศจะส่งผ่านจากบริเวณส่วนที่เชื่อมระหว่างชุดกรองอากาศกับหมวกพร้อมสายรัดศีรษะไปยังบริเวณส่วนด้านหน้าของชุดหน้ากาก ผู้สวมใส่ จะรู้สึกถึงลมหรืออากาศที่ไหลหมุนเวียนภายในชุดคลุมศีรษะและได้ยินเสียงการทำงานของพัดลม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้นานต่อเนื่องประมาณ 1-3 ชั่วโมง ต่อการชาร์จไฟฟ้า 1 ครั้งขึ้นอยู่กับชนิดของงานหัตถการที่ปฏิบัติ



ภาพที่ 2 หลักการทำงานของชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกที่พัฒนาขึ้นมีวิธีการใช้งานนวัตกรรมดังนี้

1. สวมชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางศีรษะ
ปรับกระชับสายรัดให้กระชับพอดีกับศีรษะและ
ใบหน้าผู้ใช้งาน

2. กดปุ่มเปิดใช้งานบริเวณส่วนด้านบนของ
ชุดหน้ากาก ติดกับบริเวณส่วนชุดกรองอากาศ



ภาพที่ 3 แสดงปุ่มเปิดชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวก



ภาพที่ 4 ภาพด้านหน้าชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวก



ภาพที่ 5 ภาพการใช้งานชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกที่พัฒนาขึ้นในคลินิกทันตกรรม

วิธีการศึกษา

ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าและทบทวนเอกสาร
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันการติดเชื้อ
ในระบบทางเดินหายใจของบุคลากรทางการแพทย์

ทั้งหน้ากากอนามัยชนิด surgical mask หน้ากาก
ชนิด N-95 และหน้ากากชนิดแรงดันบวก (PAPR) แล้ว
ทำการออกแบบและจัดทำนวัตกรรมตามรูปแบบที่ได้
ออกแบบไว้ หลังจากนั้นจึงนำนวัตกรรมที่ได้พัฒนา
และผลิตขึ้น มาทดสอบประสิทธิภาพในด้านต่างๆ
ได้แก่

1. แรงดันอากาศ (Air pressure) ทำการวัดค่า
ด้วยเครื่องวัดแรงดันอากาศวัดในขณะที่ขึ้นงานเปิดใช้
งานอยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิดโดยรอบ

2. การกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน
(filtration efficiency) ตามมาตรฐาน ASTM F2299-03⁽⁵⁾
ทดสอบโดยการใช้โพลีสไตรีน ลาเท็กซ์ (Polystyrene
Latex (PSL) ขนาด 0.3 ไมครอน พ่นกระจายผ่าน
อุปกรณ์การกรองที่ต้องการทดสอบ แล้วทำการนับ
ความเข้มข้นของอนุภาค 1 นาที โดยใช้จำนวน
เฉลี่ยของอนุภาคที่เจาะทะลุอุปกรณ์ที่ทดสอบ ทำ
การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของอนุภาค
ก่อนและหลังผ่านตัวกรอง เพื่อหาค่าประสิทธิภาพ
การกรองอนุภาค

3. ความแน่นกระชับตามมาตรฐาน OSHA
Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134⁽⁶⁾
โดยใช้เครื่องนับจำนวนอนุภาคในการนับความเข้มข้น
จำนวนอนุภาคภายในและภายนอกหน้ากาก

หลังจากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบ
ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ผลิตกับผลิตภัณฑ์ที่มี
จำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ หน้ากากชนิด N-95และ
ชุดหน้ากากกรองอากาศชนิดมีแบตเตอรี่ แบบพกพา
(3M Versaflo Powered Air Purifying Respirators TR-300
HEALTHCARE kit) และนำนวัตกรรมมาทดลองใช้ใน
คลินิกทันตกรรม

ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพดังต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงค่าแรงดันอากาศ

	แรงดันอากาศ (Pa)
ค่าสูงสุด	+31
ค่าต่ำสุด	+29
ค่าเฉลี่ย	+30

ค่าแรงดันอากาศ (Air pressure) พบว่าประสิทธิภาพด้านแรงดันอากาศมีค่าสูงสุดอยู่ที่ +31Pa และต่ำสุด +29 Pa โดยมีค่าเฉลี่ย +30 Pa

ตาราง 2 แสดงค่าประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน

Test Article Number	Filtration efficiency (%)
1	98.56
2	98.49
3	98.59
4	98.49
5	98.52
ค่าเฉลี่ย	98.53

ต่อมาในด้านประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ตามมาตรฐาน ASTM F2299-03 พบค่าเฉลี่ยที่ 98.53% ซึ่งอยู่ในระดับค่ามาตรฐานของหน้ากากอนามัยและหน้ากาก N95

ตาราง 3 แสดงค่าความแปรผันตามมาตรฐาน

OSHA Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134

	TIL (%)	Fit efficiency (%)	Fit factor
Maximum	18.95	82.57	5.74
Minimum	17.43	81.05	5.28
Average	18.19	81.81	5.51

ส่วนค่าความแปรผันตามมาตรฐาน OSHA Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.

134 พบว่า มีค่าการรั่วเข้าด้านในรวมของหน้ากาก (TIL) สูงสุดที่ 18.95% และต่ำสุดที่ 17.43% มีค่าเฉลี่ย 18.19% ส่วนค่าประสิทธิภาพความพอดี (Fit Efficiency) มีค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 82.57%, 81.05% และ 81.81% ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวก กับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดพบว่า หน้ากากชนิด N-95 ไม่ได้จัดเป็นหน้ากากชนิดใด เนื่องจากไม่มีแรงดันอากาศ ส่วนอีก 2 ชนิดเป็น positive pressure โดยอุปกรณ์ทั้ง 3 ชนิดสามารถป้องกันขนาดอนุภาคที่ 0.3 um และความสามารถการกรองอนุภาคในอากาศของหน้ากากชนิด N-95 ชุด หน้ากากกรองอากาศชนิดมีแบตเตอรี่แบบพกพาและชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางทันตกรรม (ICOH) อยู่ที่ 95% 99.97% และ 98.53% ตามลำดับ ในส่วนของระยะเวลาการใช้งาน หน้ากากชนิด N-95 เป็นแบบใช้ได้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ส่วนอุปกรณ์ที่เหลือเป็นแบบเปลี่ยนแผ่นกรองตามกำหนดเวลา ซึ่งจากประสิทธิภาพข้างต้นจะแปรผันตรงกับราคาของอุปกรณ์ดังกล่าว คือชุดหน้ากากกรองอากาศชนิดมีแบตเตอรี่แบบพกพาจะมีราคาต่อชิ้นสูงที่สุด รองลงมาเป็นชุดหน้ากากชนิดแรงดันบวกทางทันตกรรม (ICOH) และหน้ากากชนิด N-95 มีราคาต่ำที่สุด

สรุปผล

1. ประสิทธิภาพด้านแรงดันอากาศมีค่าสูงสุดอยู่ที่ +31Pa และต่ำสุด +29 Pa โดยมีค่าเฉลี่ย +30 Pa ซึ่งอยู่ในระดับที่มนุษย์สามารถหายใจและทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ ปกติ

2. ค่าประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ตามมาตรฐาน ASTM F2299-03 วัดค่าเฉลี่ยได้ 98.53% ซึ่งอยู่ในระดับค่ามาตรฐานของหน้ากากอนามัยและหน้ากาก N95

3. ค่าความแนบกระชับตามมาตรฐาน OSHA Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134 มีค่าการรั่วเข้าด้านในรวมของหน้ากาก (TIL) สูงสุดที่ 18.95 % และต่ำสุดที่ 17.43 % มีค่าเฉลี่ย 18.19 % ส่วนค่าประสิทธิภาพความพอดี (Fit Efficiency) มีค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 82.57%, 81.05% และ 81.81 % ตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีค่ามาตรฐาน TIL และประสิทธิภาพความพอดีที่กำหนดของเครื่อง Air purifying Respirators

จึงกล่าวได้ว่านวัตกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพแรงดันอากาศ การกรองอนุภาค ความแนบกระชับ อยู่ในระดับตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งควรจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมให้มีความแนบกระชับกับใบหน้าให้มากขึ้นเพื่อป้องกันการรั่วไหลของอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่น้อยกว่า 0.3 ไมครอน และน้ำหนักที่ยังมากเกินไป ส่งผลต่อความเมื่อยล้าของผู้ใช้เมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งการพัฒนานวัตกรรมนี้ ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ อนันตศักดิ์ วงศ์กำแหงและคณะ ที่ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปกป้องทางเดินหายใจแบบจ่ายอากาศบริสุทธิ์ ราคาถูกตามมาตรฐาน EN12942 สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ โดยวัสดุที่ใช้ผลิตสามารถหาซื้อได้ง่าย ผลิตในประเทศและมีการใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนเช่นเดียวกัน⁽⁷⁾ นอกจากนี้ยังพบว่า มีอีกหลากหลายหน่วยงานที่ทำการวิจัยและพัฒนาหน้ากากชนิดแรงดันบวก ไม่ว่าจะเป็นศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ร่วมกับเครือข่ายพัฒนา “nSPHERE หมวกแรงดันบวก-ลบ” โดยมีแนวคิดคือ ประกอบง่าย ผลิตได้เร็ว ราคาไม่แพง

น้ำหนักเบา และนำกลับมาใช้ซ้ำได้ จึงได้เลือกใช้วัสดุชุดหน้ากากเป็นกระดาษเคลือบกันน้ำและใช้พลังงานจากแบตเตอรี่⁽⁸⁾ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่ผลิตหน้ากากความดันบวกชนิดพกพา หรือ Mobile PAPR Protective Mask โดยประยุกต์มาจากหน้ากากดำน้ำบนผิวน้ำแบบเต็มหน้า⁽⁹⁾ รวมถึงสมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย(Thai SUBCON) ซึ่งได้พัฒนาชุดหน้ากากแบบคลุมศีรษะพร้อมชุดกรองที่แตกต่างกันจากต่างประเทศ คือ หน้ากากครอบใบหน้าและศีรษะสามารถใช้งานซ้ำได้⁽¹⁰⁾ ดังนั้นจะเห็นได้ว่านวัตกรรมชุดหน้ากากแรงดันบวกที่พัฒนาขึ้น มีความสำคัญและสามารถนำไปใช้ในการทางการแพทย์ได้อย่างแพร่หลายเพื่อป้องกันเชื้อโรค โดยมีหลักการสำคัญคือ การเติมอากาศที่ผ่านการกรองแล้วเป็นอากาศบริสุทธิ์ ให้ผู้ใช้งานสามารถหายใจได้อย่างสะดวก พกพาง่าย สามารถใช้ซ้ำและมีต้นทุนการผลิตที่ไม่แพงนอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะว่า ควรนำนวัตกรรมมาใช้งานในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในคลินิกทันตกรรมและมีการติดตามและประเมินผลการใช้งานนวัตกรรมจากผู้ใช้งานที่ได้ทดลองใช้ในการรักษาเป็นเวลาต่อเนื่อง และให้ผู้เชี่ยวชาญทุกสาขาชีพ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้มารับบริการเข้ามามีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการสร้างนวัตกรรมในทุกขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบตลอดจนถึงขั้นตอนการทดลองใช้งานเพื่อให้ได้นวัตกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีประสิทธิภาพที่ดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization [Internet]. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. [cited 2021 Jun 15]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
2. ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน, กรมควบคุมโรค. รายงานสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. [ออนไลน์]. (9 กันยายน 2564.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2564]. เข้าถึงได้จาก <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/situation/situation-no615-090964.pdf>
3. แนวทางการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อทางทันตกรรมในสถานการณ์ COVID-19. [ออนไลน์]. (14 พฤษภาคม 2563.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. เข้าถึงได้จาก <https://www.thaidental.or.th/main/download/upload/upload-204211344051371.pdf>
4. คณิตตา ธรรมจริยวงศ์. แบคทีเรียชนิดลิเทียมไอออน. [ออนไลน์]. (11 กันยายน 2562.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก <http://blog.bru.ac.th/wp-content/uploads/bp-attachments/12142/แบคทีเรียชนิดลิเทียมไอออน.pdf>
5. American Test and Materials Association. Standard Test Method for Determining the Initial Efficiency of Materials Used in Medical Face Masks to Penetration by Particulates Using Latex Spheres; 2017 [cited 2021 Jun 15]. Available from: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/97290/6b3f91b95e01471aaf3a537314c13324/ASTMF2299-F2299M-03-2017-.pdf>
6. OSHA. Working Safely with Nanomaterials. U.S. Department of Labour, Occupational Safety and Health Administration; 2013 [cited 2023 Jun 13]. Available from: https://www.osha.gov/Publications/OSHA_FS-3634.pdf
7. Wongkamhang A, Anupongongarch P. Design and construction of a low-cost, powered air purifying respirator in accordance with EN129mnjk42 standard for healthcare professionals. ใน: อนันต์ศักดิ์ วงศ์คำแหง และปรียา อนุพงษ์อาจ. การออกแบบและสร้างเครื่องปกป้องทางเดินหายใจแบบจ่ายอากาศบริสุทธิ์ราคาถูกตามมาตรฐาน EN12942 สำหรับบุคลากรทางการแพทย์
8. นานิเทศ สวทช. พัฒนา nSPHERE หมวกแรงดันบวก-ลบ ตอบโจทย์วิกฤตโควิด-19. [ออนไลน์]. (2 กันยายน 2564.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.nstda.or.th/home/news_post/covid-19-nsphere/
9. หน้ากากความดันบวกชนิดพกพา น้ำใจ กฟผ. สู้ ฝุ่นหมอกและพายุบอลลูนทั่วประเทศ. [ออนไลน์]. (14 พฤษภาคม 2563.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. เข้าถึงได้จาก www.egat.co.th/home/หน้ากากความดันบวกชนิดพกพา/
10. สยามรัฐ. ชุดหน้ากาก PAPR ฝีมือไทยชุดเกราะพร้อมรบโควิด-19 กู้วิกฤตทดแทน n95. [ออนไลน์]. (5 มีนาคม 2564.) [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. เข้าถึงได้จาก <https://sustainability.pttgcgroup.com/th/newsroom/featured-stories/262/>