คู่มือการใช้งานตู้อบฆ่าเชื้อ
หน้ากากอนามัยด้วยแสง UVC

โดยกลุ่ม " SOS to Medical Staff in Covid-19 Fight "

Serial Number.....

คำเตือน โปรดอ่านก่อนใช้งานตู้ SOS UVC

การใช้ตู้ UVC เพื่อกำจัดเชื้อ CORONA ชนิดต่างๆ และแบคทีเรียสะสมบนหน้ากาก N95, Surgical Mask หรือบนพื้นผิววัสดุชนิดอื่นๆนั้นต้องผ่านการพิสูจน์ด้วยการทดลองทางด้านวิศวกรรม เรื่องคุณสมบัติของหน้ากาก และห้องปฏิบัติการด้านการเพาะเชื้อจนสามารถพิสูจน์การทำลายเชื้อ และการคงประสิทธิภาพการกรองของ N95 ซึ่งสอดคล้องตามงานวิจัยต่างๆ และได้รับการรับรองผ่านมาตรฐานขององค์การอาหารและยา เป็นเครื่องมือแพทย์ที่ใช้กำจัดเชื้อไวรัสโดยเฉพาะ โควิด-19 และแบคทีเรียสะสม ซึ่งตู้ SOS UVC นี้ ได้ผ่านการศึกษาและทดลองทั้งสองด้านข้างต้นเป็นครั้งแรกของประเทศไทย และได้ขึ้นจดทะเบียนอนุสิทธิบัตรกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ไว้แล้วเมื่อ วันที่ 13 เมษายน 2563 และผ่านการรับรองจากองค์การอาหารและยาในการผลิตอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ วันที่ 9 เมษายน 2563 เป็นที่เรียบร้อย

ข้อควรระวัง

สำหรับตู้ UVC อบฆ่าเชื้อตามท้องตลาด ผู้จะนำมาใช้ควรศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพเรื่องการฆ่าเชื้อของตู้นั้นๆ และคุณสมบัติความสามารถในการกรองของหน้ากากหลังใช้งานอบฆ่าเชื้อด้วย

คณะทีมผู้วิจัยโครงการ SOS for Medical Staff in Covid-19 Fight
นาย นพพล ชูกลิ่น และ นท.พญ.ภาพร ประสิทธิ์ดำรง
ผู้รับใบอนุญาตจาก อย. และเจ้าของอนุสิทธิบัตร
14 เมษายน 2563

งานวิจัยนี้เป็นความร่วมมือของบุคคลจากหลายองค์กร

ทีมแกนหลักและผู้ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์

1. นาย นพพล ชูกลิ่น ประธานเจ้าหน้าที่บริหารกลุ่มบริษัท บริษัท รีเทล บิซิเนส โซลูชั่นส์ จำกัด
2. รอ.นพ.นิมิต ประสิทธิ์ดำรง แพทย์อาชีวเวชศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
   รพ.ผู้สูงอายุ The Senizens
3. นท.พญ.ภาพร ประสิทธิ์ดำรง รพ.ผู้สูงอายุ The Senizens
4. ผศ.นพ.มล.ทยา กิติยากร ภาควิชาอายุรศาสตร์ รพ.รามาธิบดี
5. นพ.ศุภกิจ เวชพานิช แพทย์อาชีวเวชศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
   รพ.สมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

1. ดร.อนันต์ จงแก้ววัฒนา ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยกลุ่มวิจัยนวัตกรรมสุขภาพสัตว์
   และการจัดการ
2. นายอัศวิน วานิชชัง ผู้ช่วยวิจัยอาวุโส ห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยาและเซลล์เทคโนโลยี
   กลุ่มวิจัยนวัตกรรมสุขภาพสัตว์และการจัดการ

ศูนย์ธาลัสซีเมียและภาควิชากุมารเวชศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ม.มหิดล

1. ศ.ดร.นพ.วิปร วิประกษิต
2. ดร.นพ.ศุภชัย เอกวัฒนกิจ
3. ดร.วรุตม์ ดุละลัมพะ

ทีมวิจัย ห้องปฏิบัติการ M3D นำโดยรศ.ดร.บุญรัตน์ โล่ห์วงศ์วัฒน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ทีมทดลองที่ห้องปฏิบัติการ

1. นางสาวสลิลา ชยานันท์
2. นางสาวจิราพร ทองแย้ม
3. นายกรณ์ ภววงษ์ศักดิ์
4. นายภัทรพงษ์ วรรณประไพ

ทีมหาข้อมูล, วางแผนการทดลองและ ช่วยวิเคราะห์ผล

1. นางสาวหทัยชนก ชูเนตร์
2. นางสาวพชรณัฏฐ์ โลหะพืชน์
3. นางสาวปุณยวีร์ เพียรเจริญ
4 นางสาวกฤติมา ทุ่มขนอน
5. นายทอลาภ สิทธิวณิชย์

ทีมหาข้อมูลและประสานงาน

1. รศ.ดร.ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์
2. รศ.ดร.โปรดปราน บุณยะพุกกณะ

Index Page

1. วัตถุประสงค์การวิจัย 4
2. ความเป็นมาหลักการและเหตุผล 6
3. วิธีการและผลการทดลอง 11
4. คุณสมบัติการใช้งานของตู้ 17
5. ขั้นตอนกระบวนการนำส่งหน้ากากเข้าอบฆ่าเชื้อเพื่อนำหน้ากากกลับมาใช้ซ้ำ 25
6. การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย 29
7. ข้อควรระวังในการใช้งานตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย 31
8. แหล่งข้อมูล เอกสารอ้างอิง ผู้ผลิต 33

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ผลิตตู้อบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อไวรัสทุกชนิด, แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ และไม่มีผนังเซลล์หนาและ yeast ที่ไม่สร้างสปอร์บนหน้ากากอนามัย N95 และ surgical mask ที่ไม่เปื้อนคราบเลือดหรือคราบสิ่งคัดหลั่งบนหน้ากากได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกด้านมุมของหน้ากากโดยไม่ทำให้หน้ากากเสียความสามารถในการกรอง (Filtration Efficiency; FE) ที่ลดลงไปกว่าค่ามาตรฐานตามกำหนดของ NIOSH และหน้ากากยังคงสภาพทางกายภาพที่ทำให้การใช้งานป้องกันเชื้อที่แพร่กระจายแบบทางอากาศ (airborne) ได้ โดยศึกษาระยะเวลาในการอบฆ่าเชื้อในแต่ละรอบที่สามารถฆ่าเชื้อข้างต้นได้และจำนวนครั้งที่สามารถอบฆ่าเชื้อหน้ากากโดยยังคงประสิทธิภาพการกรองและคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อแบบทางอากาศ (airborne) และควรศึกษาข้อจำกัด, ผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นภายหลังการอบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

ความเป็นมา, หลักการ และเหตุผล

การศึกษาและออกแบบตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยด้วยแสง UVC เพื่อนำหน้ากากอนามัยมาใช้ซ้ำ (The Study And Invention of UVC Cabinet to Effectively Decontaminate N95 and Surgical Mask)

ความเป็นมา, หลักการ, และเหตุผลของงานวิจัย

ในสถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทำให้ในขณะนี้หน้ากากที่จะใช้ใส่ป้องกันตนเองสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานกับผู้ป่วยในโรงพยาบาลขาดแคลนเป็นอย่างมาก การหาวิธีฆ่าเชื้อบนหน้ากากเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำให้ได้มากที่สุดจะเป็นวิธีที่จะช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์ยังมีหน้ากากอนามัยใส่ป้องกันตนเองจากการติดเชื้อ

วิธีการฆ่าเชื้อเพื่อนำหน้ากากกลับมาใช้ซ้ำมีหลายวิธีเช่นการใช้ลมร้อน (75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที), การใช้รังสียูวีซี (UVC ที่มีคลื่น 254nm), การอบฆ่าเชื้อด้วย Ethylene Oxide, การอบฆ่าเชื้อด้วย Hydrogen Peroxide เป็นต้น ทางทีมวิจัยสนใจวิธีการอบฆ่าเชื้อด้วยรังสี UVC เนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่าวิธีอื่นๆ อีกทั้งไม่ยุ่งยากในการใช้งาน

ไวรัสโควิด-19 เป็น Single Stranded RNA Virus ตระกูล Coronaviridae Group มีขนาดประมาณ 0.08 ถึง 0.15 ไมครอน ติดต่อแพร่เชื้อผ่านละอองฝอยทางการหายใจจากการไอจามและการสัมผัส เชื้อไวรัสไม่สามารถอยู่โดยลำพังในอากาศแต่จะอยู่กับละอองฝอย (Aerosol) หรือ Droplets ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าตัวไวรัสหลาย 10 เท่า

รังสี UV ถูกนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคนานแล้ว โดยโครงสร้างในสายพันธุกรรมของเชื้อไวรัส แบคทีเรียและเชื้อราจะถูกทำลายด้วยแสงที่คลื่นแสงประมาณ 253.7nm โดยกระบวนการ Photo Chemical Fusion ในสาย DNA และ RNA ทำให้ไม่สามารถแบ่งตัวต่อไปได้ และทำให้เชื้อตาย

ความสามารถของรังสียูวีในการทำลายเชื้อโรคขึ้นกับระดับความเข้มแสง, ระยะเวลาและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจากการทดลองของ Chun-Chieh Tseng และคณะ (ref.1) ที่ศึกษาหาค่าพลังงานแสงที่สามารถทำลายไวรัสบนพื้นผิวพบว่าไวรัสมีความไวต่อแสงเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ ss RNA, ss DNA, dsRNA, ds DNA ตามลำดับโดยพบว่าสำหรับการฆ่าเชื้อไวรัสที่ 90%ต้องใช้ค่ารังสียูวีดังนี้
1.32-3.2 mJ/cm^2 สำหรับ ss RNA / 2.5-4.47 mJ/cm^2 สำหรับ ss DNA
3.80-5.36 mJ/cm^2 สำหรับ ds RNA / 7.70-8.13 mJ/cm^2 สำหรับ ds DNA

และค่ารังสียูวีที่ต้องใช้สำหรับฆ่าไวรัสได้ 99% จะเป็นสองเท่าของค่าข้างต้น และพบว่าในภาวะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 85% ต้องใช้ค่าแสงยูวีที่สูงกว่าในภาวะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 55% โดยค่า K (Microorganism Susceptibility Factors) ของไวรัสทั้งสี่ชนิด (ss RNA, ssDNA, dsRNA, dsDNA) ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85% = 0.27 – 0.64cm^2/mJ ส่วนค่า K สำหรับไวรัสสี่ชนิดที่ความชื้นสัมพัทธ์ 55% = 0.3 – 0.83 cm^2/mJ (ต้องใช้ค่าแสงเพิ่มขึ้น 10-23% ที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นเพื่อทำลายไวรัส)

นอกจากนั้นพบว่าค่ารังสีที่ใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (E.coli, Serratia marcescens, Staphylococcus Haemolyticus, Salmonella Typhi, Streptococcus Viridans, Staphylococcus Albus, Shigella Paradysenteriae) และยีสต์ ได้ 90% คือ 1.7 -7.4mJ/cm^2 แต่สำหรับแบคทีเรียที่เป็น Endospore Forming Bacteria and Fungi Spores ต้องใช้รังสียูวีที่มากกว่ามาก และเมื่อทดสอบความไวต่อรังสีของไวรัสในสารแขวนลอยพบว่าต้องใช้รังสียูวีที่สูงขึ้นมากสำหรับค่า ssRNA ไวรัสที่ 90% (12-24mJ/cm^2)

ดังนั้นเกณฑ์ระดับรังสีที่สามารถฆ่าไวรัสได้ทุกชนิดและแบคทีเรียบางชนิดและยีสที่ไม่ผลิตสปอร์ ที่99% คือ 16.20 mJ/cm^2 (2เท่าของค่ารังสีที่ทำลาย ds DNA ที่90%) และคิดเผื่อการลดลงของค่า K จากความชื้นสัมพัทธ์ที่อาจสูงถึง 85% โดยเพิ่มค่ารังสีงอีก 30% เป็นค่า 20.8 mJ/cm^2 (208 J/m^2)

อีกการทดลองของMiriam E.R.Darnell และคณะ (ref2) แสง UVC ในระยะห่าง 3 เซนติเมตร ที่ค่ารังสี 4,016 microwatt /cm^2 จะเริ่มทำให้ไวรัสในสารแขวนลอย 2ml หยุดทำงานบางส่วนในเวลา 1 นาทีไปจนถึง 6 นาทีที่ไวรัสจะหมดความสามารถในการติดต่อถึง 400 เท่า ในช่วง 6 ถึง 10 นาทีไม่มีการทำลายเพิ่มและหลังจาก 15 นาทีไวรัสถูกทำลายหมดโดยสมบูรณ์ (คำนวณปริมาณรังสีที่6 นาที ได้ที่ 1,400 mJ/cm^2) ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าต้องใช้ค่าแสงในปริมาณที่มากกว่าสำหรับทำลายไวรัสในสารแขวนลอยเมื่อเทียบกับไวรัสที่อยู่บนพื้นผิว

ในการทดลองของ Harnish and Heimbuch et.al (ref3) ใช้รังสี UV จากแหล่งกำเนิดรังสี 8 หลอด ที่ให้ค่า 17 mW/cm^2 ในเวลา 1นาที รวมค่ารังสี 1J/cm^2 (ซึ่ง CDC ใช้ค่านี้ในการอ้างอิงค่าแสงในการทำลายไวรัส) สามารถฆ่า H1N1 บนหน้ากาก N95 ทั้งหมด 15 แบบที่ถูกป้ายด้วยน้ำลายเทียมและ น้ำมันของผิวหนังทับบนไวรัสได้ แต่การทดลองนี้ไม่ได้ลดค่ารังสีลงเพื่อดูค่าแสงที่ต่ำกว่านี้ว่าสามารถทำลายเชื้อได้หรือไม่ ผู้เขียนได้ตั้งข้อสังเกตว่าหน้ากากที่ไม่กันน้ำ (Hydrophilic) เชื้อในละอองฝอยจะสามารถซึมผ่านหน้ากากได้ ทำให้แสงอาจลงไปได้น้อยลงเพื่อฆ่าเชื้อแต่ก็ยังสามารถลดไวรัสได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นหน้ากากที่มีผิวขรุขระหรือมีสันนูน อาจทำให้มีการบังแสง ทำให้ลดประสิทธิภาพของรังสีลงแต่ก็ยังลดไวรัสได้เช่นกัน

มหาวิทยาลัย Nebraska Medicine (ref4) ได้ออกขั้นตอนการอบฆ่าเชื้อหน้ากาก N95 เพื่อใช้ซ้ำซึ่งได้มีการอ้างอิงกันอย่างแพร่หลายในช่วงการระบาดของ Covid-19 โดยใช้ค่ารังสีที่ 60-300 mJ/cm^2 อบฆ่าเชื้อหน้ากาก N95 ใช้แล้วในห้องที่มีแหล่งกำเนิดรังสี 2 จุดในห้องขนาด 8*13 ฟุต โดยวางหน้ากากให้รับรังสีที่ 300 mJ/cm^2 โดยอ้างอิงงานวิจัยของ Chun-Chieh (ref1) (ผู้วิจัยพบว่าในงานวิจัยที่อ้าง ระบุค่ารังสีที่ 1-3 mJ/cm^2 ที่ใช่ฆ่า ss RNA ไวรัส)

ในการทดลองของ Shu-Ming และคณะ (ref5) SARS coronavirus Strain CoV-P9 ถูกนำมาฉายแสงด้วยค่ารังสีมากกว่า 90 microW/cm^2 พบว่าที่เวลา 15นาที (ค่ารังสี 81 mJ/cm^2) Infectivityลดลง น้อยกว่า 25% และที่เวลา 30นาที (ค่ารังสี 162mJ/cm^2) Infectivity เหลือน้อยมากและที่เวลา 60นาที (ค่ารังสี 324mJ/cm^2) ความสามารถในการติดเชื้อหมดไป

นอกจากนั้นแล้วยังต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการกรองของหน้ากากหลังการอบฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวีว่าจะมีการเสื่อมลงของประสิทธิภาพในการกรองหรือคุณสมบัติทางกายภาพอื่นใดที่จะมีผลหรือไม่ และจะใช้อบฆ่าเชื้อซ้ำได้กี่ครั้ง (ref6) หน้ากากอนามัยที่ใช้ป้องกันโรคที่กระจายทาง Air Borne ต้องมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.075 ไมครอน ได้มากกว่า 95% ซึ่งหน้ากาก N95 เป็นหน้ากากที่ใช้กันทั่วไปในโรงพยาบาลเพื่อป้องกันโรคติดต่อทาง Air Borne เช่น SARS, MERS, Fluและ Covid-19

ชั้นของหน้ากากประกอบไปด้วย: ชั้นนอก เป็น ผ้าใยสังเคราะห์สปันบอนด์ (Spunbond; SB) ผลิตจาก Polypropylene(PP) ชั้นกลางเป็นชั้นตัวกรองเรียกว่า Melt Blown (MB) ผลิตจาก Polypropylene (PP) หนา 100-1000microns ซึ่งมีประจุไฟฟ้า Electret ฝังอยู่ในแผ่นกรอง, ชั้นในเป็น Non Wooven Fabric ที่สัมผัสกับใบหน้า

ด้วยคุณสมบัติของประจุไฟฟ้าในชั้นกลางนี้ทำให้เพิ่มความสามารถในการกรองถึง 10-20เท่า เมื่อเทียบกับแผ่นที่ไม่มีประจุทำให้ไม่ต้องใช้แผ่นกรองจำนวนมากเพื่อให้ได้ค่า FE (Filtration Efficiency) ที่เท่ากัน จึงทำให้การหายใจสะดวกขึ้นมาก แต่ประจุนี้ก็จะเสื่อมค่าไปเรื่อยเรื่อย ประมาณ 0.5% ในห้าปีสำหรับหน้ากาก N95 และ 3% ในห้าปีสำหรับหน้ากาก Medical mask ดังนั้นผู้ผลิตจะผลิตให้ค่า FE ตั้งต้นอยู่ที่ 99% และ 82% สำหรับ N95 และ Medical Mask ตามลำดับ เพื่อให้ได้ค่าหลัง 5ปียังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 95% และ 78%

ใน Article ของ Dr. Peter Tsai ผู้คิดคนเทคโนโลยีการฝังประจุไฟฟ้าลงในชั้น Melt Blown PP ของหน้ากาก N95 และ Medical Mask เพื่อเพิ่ม FE ของหน้ากาก. เมื่อมีผู้ถามถึงการอบฆ่าเชื้อหน้ากาก N95 ด้วยแสงยูวี Dr. Peter Tsai ตอบว่าไม่แน่ใจ แต่ให้ข้อมูลว่าการเสื่อมของประจุในชั้น MB PP จากแสงยูวีจะขึ้นกับความเข้มแสงและระยะเวลา เช่นถ้าตากหน้ากากไว้กลางแดดในฤดูร้อนเป็นเวลาสามเดือน จะทำให้โครงสร้างของ PP เสื่อมไปทั้งหมดซึ่งเขาแนะนำให้ศึกษาการวิจัยของ William G. Lindsley และคณะ (ref7) ซึ่งทำการทดสอบ

1. ความสามารถในการกรอง(filtration penetration) ซึ่งวัดอัตราส่วนอนุภาคของ NaCl ขนาด 0.02 ,0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 ไมครอน ที่ผ่านชั้นของหน้ากาก
2. Flow Resistance ที่วัดความดันที่ตกลงของอากาศ 5 ลิตรต่อนาที หลังผ่านชั้นของหน้ากาก
3. ความแข็งแรงของแผ่นกรองของหน้ากาก

พบว่าหลังฉายแสงยูวีที่ค่า 0, 120, 240, 470 หรือ 950 J/cm^2 ทั้งสองข้างของหน้ากาก พบการลดลงของ Filtration Penetration หรือ Flow Resistance เพียง 1.25% (ยังสามารถคงประสิทธิภาพการกรองได้มากกว่า 95%) จนถึงค่าสูงสุดที่ 950 J/cm^2 แต่ข้อจำกัดกลับอยู่ที่ความแข็งแรงของแผ่นกรองที่เริ่มน้อยลงที่ค่าแสง 120 J/cm^2 (2จาก 13ตัวอย่าง) ไปจนถึง 950J/cm^2 ที่ลดความแข็งแรงของหน้ากาก 90% ซึ่งในการใช้ฆ่าเชื้อไวรัสและแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์. สามารถใช้ซ้ำได้ถึง 50 ครั้งในเวลาการอบฆ่าเชื้อ 60 วินาทีต่อรอบ ส่วนความแข็งแรงของยางยืดพบว่าเริ่มเสื่อมที่ค่าแสง 590 J/cm^2 โดยความแข็งแรงลดลง 10 ถึง 20% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของหน้ากากนี้แม้จะพบความแข็งแรงลดลงเริ่มที่ค่าแสง 120 J/cm^2 แต่ในการใช้หน้ากากสวมใส่ที่มีแต่อากาศที่หายใจผ่านเข้าออกเท่านั้นไม่น่าจะมีแรงดันพอที่จะทำให้หน้ากากขาดได้

อีกการทดลองของ Dr. Lei Liao และคณะ (ref8) เรื่อง “Can N95 Facial Mask be Used after Disinfection ? and for How Many Times?” ทดลองใช้การอบฆ่าเชื้อด้วยรังสี UVC 8 วัตต์เป็นเวลา 30 นาทีจำนวน 10 รอบไม่พบการเสื่อมลงของความสามารถในการกรอง (FE) และความดันตก (Pressure Drop) แต่การทดลองไม่ได้ทำต่อจาก 10 รอบ ค่านี้จึงไม่ใช่ค่าสูงสุดที่ทำให้ความสามารถของการกรองเสื่อมลง

ในคู่มือการใช้งาน (Technical Bulletin) ของ 3M (Ref9) ได้ศึกษาวิธีที่จะฆ่าเชื้อบนหน้ากากของ 3M เพื่อมาใช้ซ้ำโดยตั้งข้อกำหนดไว้ 4 ข้อ ดังนี้

1. สามารถฆ่าเชื้อเป้าหมายคือโควิด-19 ได้
2. ไม่ทำลายประสิทธิภาพการกรอง
3. ไม่มีผลต่อความ fit ของหน้ากาก
4. ปลอดภัยกับผู้สวมใส่ ไม่มีสารเคมีตกค้างมาสู่ส่วนของการหายใจ

ซึ่งUVGI เป็นวิธีหนึ่งที่เขาใช้และพบว่าหน้ากากทุกรุ่น ยังคงประสิทธิภาพในการกรอง (FE) และสามารถกำจัดเชื้อ H5N1 ได้มากกว่า 4log Median ของ Infectious Dose แต่พบมีการเสียความยืดหยุ่นของ ยางยืด (รุ่น 1870), มีกลิ่นและโฟมที่จมูกยุบ (รุ่น 1860) ส่วนเรื่อง Fit Test ไม่มีการวัด

ดังนั้นในการวิจัยนี้เราจะทดลองฉายรังสี บนหน้ากาก 120 นาที ด้วยหลอดยูวีซี 30 watt (ให้รังสียูวีซี 11 watt) ที่หน้าและหลังของหน้ากาก วัดค่าแสงสูงสุดได้ประมาณ 2.4 mW/cm^2 (ระยะห่างจากหลอดประมาณ 5 เซนติเมตร) คำนวณค่าแสงได้ 17,280 mJ/cm^2 เพื่อทดสอบลักษณะทางกายภาพด้วย Electron Microscope, คุณสมบัติทางเคมี และวัดค่าความสามารถในการกรอง Filtration Efficacy

วิธีการและผลการทดลอง

3. วิธีการและผลการทดลอง

ทีมวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (Bio Tech) นำโดย ดร.อนันต์ จงแก้ววัฒนา ได้ทำการทดสอบหาเชื้อไวรัสโคโรนาของสุกรบนผิวของหน้ากาก N95 หลังฉายรังสี UVC ที่เวลาและระยะต่างๆจากหลอด

Recombinant PEDV with mCherry gene (10^4 TCID 50/ml) 200 micro L (water base) ถูกนำมาหยดบนผิวหน้ากากชั้นที่สองของ N95 แล้วใช้แผ่นด้านนอกคลุมทับกลับอย่างเดิมก่อนนำไปใช้รังสี UVC (จำลองการใช้งานจริงที่มีเชื้ออยู่ที่ผิวของชั้นกรองตรงกลาง) / ชิ้นส่วนของหน้ากากถูกวางในตู้ UVC ที่ระนาบ 10 เซนติเมตรและ 23 เซนติเมตรจากหลอด UVC บริเวณตำแหน่ง 10 เซนติเมตรจากแนวแกนกลางหลอด / เปิด UVC เพื่อ Warm Up ตู้เป็นเวลา 1นาที ก่อนใส่ตัวอย่าง / ที่เวลา 1, 5, 10, และ 20นาที หลังฉายแสงนำชิ้นตัวอย่างหน้ากากมาละลายใน 2 ml ของ Opti-MEM ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1ชั่วโมง เพื่อปล่อยไวรัสออกมา / นำ 1 ml ของแต่ละตัวอย่างมาดูดซับบน Vero E6 Cells เพื่อให้ติดเชื้อไวรัสที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2ชั่วโมง / ล้างเซลล์ด้วย Media เพื่อล้างไวรัสที่เหลือแล้วทิ้งไว้ใน Opti-MEM with Trypsin เพื่อให้ไวรัสแบ่งตัว / หลังจากทำให้เซลล์ติดเชื้อเป็นเวลา 24ชั่วโมง นำเซลล์มาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ Fluorescence เพื่อดู mCherry ย้อมนิวเคลียส ด้วย Hoechst Dye

Method:

1. Recombinant PEDV with mCherry gene (10^4 TCID50/ml) was used to drop on the second layer of the N95 material. The droplets were then covered with the outer layer before UV exposure.

2. Each piece of sample was placed inside the UV chamber away from the bulb to avoid direct exposure (see figure).

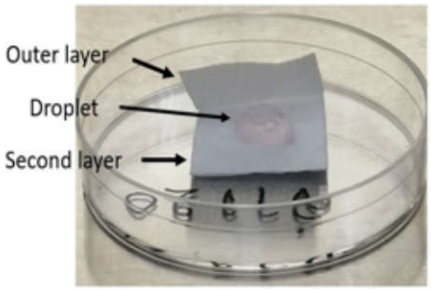
3. The UV was turned on for 1 min before placing each sample.

4. At 1, 5, 10 and 20 min after UV exposure, the sample was diluted in 2 ml of Opti-MEM and incubated at RT for 1 h to release the virus.

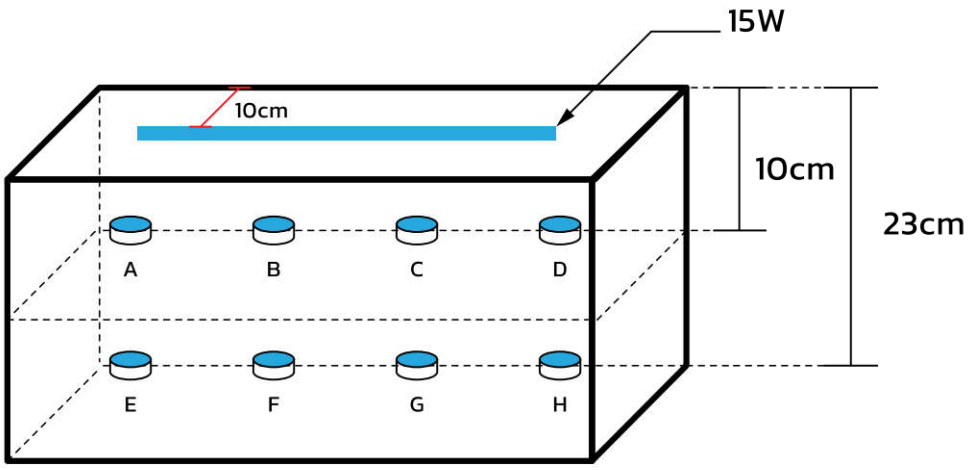
5. One ml of each sample was then adsorbed onto VeroE6 cells to allow virus infection at 37°C for 2 hours.

6. Cells were washed with media to remove any residual virus and maintained in Opti-MEM with trypsin to allow virus propagation.

7. At 24 h after infection, cells were visualized under a fluorescence microscope for the expression of mCherry. Nuclear stain was done with Hoechst dye.



<u>ผลการทดลอง</u>



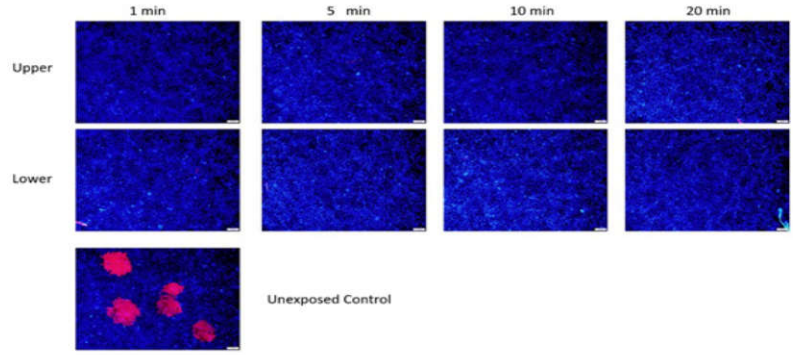
ขนาดค่ารังสีบริเวณที่วาง ชิ้นหน้ากากที่ตะแกรงด้านบนที่อยู่ในระนาบ 10ซม. จากหลอด และอยู่ห่างจากแกนกลางแนวหลอด 10ซม.

ตำแหน่ง	*1 นาที*	*5 นาที*	*10 นาที*	*20 นาที*
ขนาดรังสี mW/cm^2	*0.324*	*0.515*	*0.610*	*0.417*

ขนาดค่ารังสีบริเวณที่วาง ชิ้นหน้ากากที่ตะแกรงด้านบนที่อยู่ในระนาบ 23ซม. จากหลอด และอยู่ห่างจากแกนกลางแนวหลอด 10ซม.

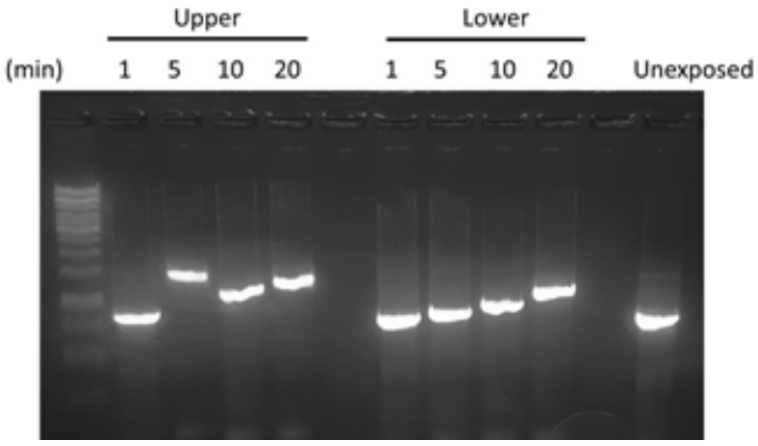
ตำแหน่ง	*1 นาที*	*5 นาที*	*10 นาที*	*20 นาที*
ขนาดรังสี mW/cm^2	*0.243*	*0.449*	*0.304*	*0.300*

เมื่อวัดค่ารังสีใต้แผ่นนอกของหน้ากากชั้นที่1 พบว่าค่าแสงลดลงประมาณ 3เท่า (หน้ากาก N95 รุ่น 3M VFlex9105) ดังนั้นในการคำนวณค่ารังสีที่ผ่านแผ่นกรองชั้นนอก เราจะใช้ค่า 3เท่า ในการลดค่ารังสี



ไม่พบไวรัสทั้งตัวอย่างด้านบนและด้านล่างที่เวลา 1, 5, 10, 20 นาทีจึงสรุปว่า ค่ารังสีที่น้อยที่สุดที่ฆ่าไวรัสโคโรนาในสุกร ได้คือ 0.243/3 mW/cm^2 *60 sec = 4.86 mJ/cm^2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chun-Cheih

หมายเหตุ: เราใช้การดูเชื้อที่ผิวนอกของแผ่นกรองชั้นที่2 เนื่องจาก ผิวของหน้ากากทางการแพทย์จะกันน้ำ (Hydrophobic) ละอองฝอยซึ่งเป็น Water Base ไม่สามารถซึมผ่านเข้ามาทะลุชั้นที่2 ได้ ดังนั้นเราจึงคำนวณแสงที่จะใช้ฆ่าเชื้อที่ผิวหน้ากากชั้น2 และไม่ลึกกว่านั้น



Method

1. Media (200ul) containing virus released from N95 was subjected to RNA extraction using Viral RNA extraction kit (Geneaid).

2. RNA was used as the template for RT-PCR using primer specific for nucleocapsid gene of PEDV. PCR was carried out using one-step RT-PCR (TAKARA Bio).

3. PCR products were subjected to electrophoresis on 1% agarose gel.

Result and Discussion

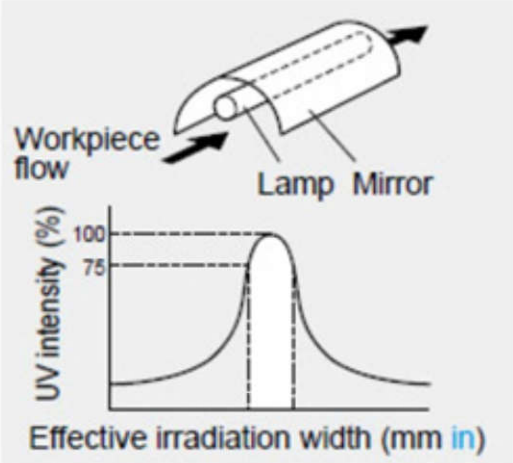
Even though all UV-exposed samples did not give rise to productive infection, viral RNA could be extracted, which suggests the presence of virus, though abortive, in each sample. It is also notable that PCR products in UV- treated group appear different from the control. This data thus indicate that the UV radiation drastically affects the integrity of the viral RNA, which, in turn, compromises the viral infectivity.

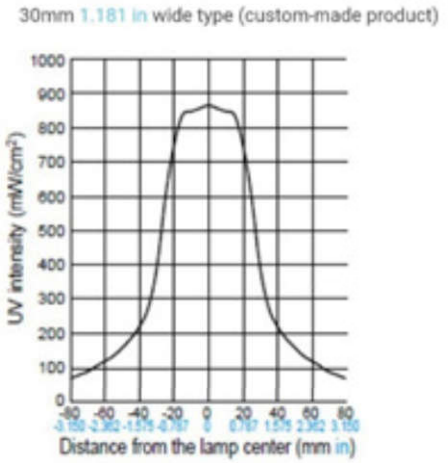
เมื่อนำตัวอย่างที่ไม่เห็นไวรัสขึ้นในเซลจากชิ้นหน้ากากที่ผ่านการฉายรังสี UVC ไปทำ RT-PCR ยังพบมี RNA ของไวรัสทั้งหมด แต่ขนาดของ PCR Product เปลี่ยนไปชัดเจน แสดงว่า UVC เข้าไปทำลาย RNA แบบ Random จนทำให้ไวรัสหมดความสามารถในการแบ่งตัวและติดเชื้อโดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นบนที่ห่างจากหลอดน้อยกว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นล่างที่ห่างจากหลอดมากกว่า

การออกแบบตู้

เป็นที่ทราบกันดีว่าค่าแสงจะแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง ดังนั้นการออกแบบตู้ UVC ต้องจัดวางหลอดกับหน้ากากให้อยู่ในจุดที่สัมผัสแสงได้เพียงพอกับความต้องการในทุกเหลี่ยมมุม นอกจากนั้นรังสี UVC มีอำนาจการทะลุทะลวงต่ำ หากมีสิ่งใดบดบังแม้เพียงกระดาษบางๆแสงก็ไม่สามารถผ่านได้

จากการทดลองวัดค่ารังสีที่ตำแหน่งต่างๆพบว่ารังสีจะกระจายออกมากที่สุดในทิศทางตั้งฉากกับหลอด และค่าแสงจะลดลงเป็นรูประฆังคว่ำในแนวห่างจากแกนหลอดออกไปทั้ง2ข้าง



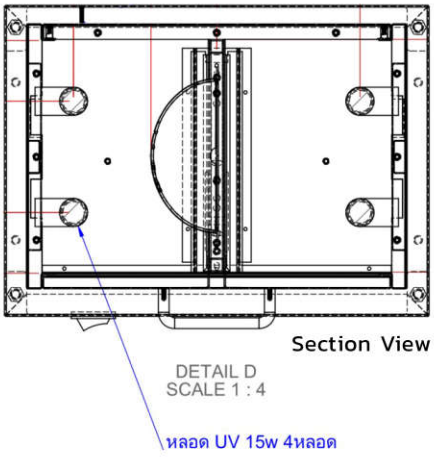


ค่ารังสีที่ระยะต่างๆ ของตู้ 15w

วางห่างหลอด 12 cm	ริมซ้าย	กลาง	ริมขวา
บน	*2.02*	*1.863*	*1.491* mW/cm²
ล่าง	*1.777*	*1.556*	*1.457* mW/cm²

ค่ารังสีที่ระยะต่างๆ ของตู้ 30w

วางห่างหลอด 12 cm	ริมซ้าย	กลาง	ริมขวา
บน	*1.682*	*1.707*	*1.218* mW/cm²
กลาง	*1.958*	*1.847*	*1.659* mW/cm²
ล่าง	*1.350*	*1.277*	*1.208* mW/cm²



<u>คำนวณจากขนาดรังสีที่น้อยที่สุดที่วัดได้จากตู้อบที่ผลิตขึ้นคือ *1.208 mW/cm^2*</u>

ถ้าใช้เวลา 60วินาที 1.208 x 60 = 72.48 mJ/cm^2
(ครอบคลุมขนาดรังสีที่ใช้ฆ่าไวรัสทุกชนิดแบคทีเรียและยีสต์ที่ไม่สร้างสปอร์บนพื้นผิว ตามงานวิจัยของ Chun-Chieh (ref1) และ ครอบคลุมค่าแสงที่ใช้ในการฆ่าเชื้อไวรัสโคโรน่าในงานวิจัย SOS นี้)

ถ้าใช้เวลา 5นาที 1.208 x 5 x60 = 362.4 mJ/cm^2 (ครอบคลุมค่าแสงที่ใช้ฆ่า SARS ในงานวิจัยของ Shu-Ming (ref5) และ ข้อมูลคำแนะนำจาก
มหาวิทยาลัย Nebraska Medicine (ref4)

ถ้าใช้เวลา 15 นาที 1.208 x 15 x60 = 1,087.2 mJ/cm^2 (ครอบคลุมค่าแสงที่ใช้ในงานของ Harnish & Heimbuch (ref3) และคำแนะนำของ CDC)

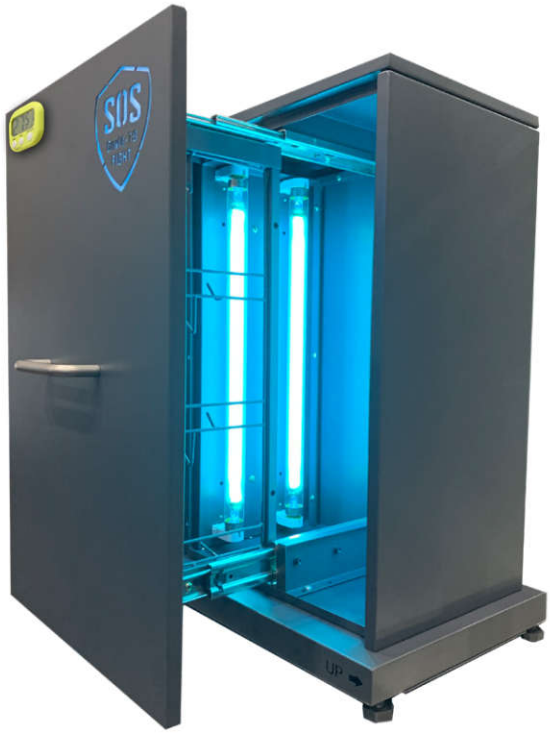
<u>ผลข้างเคียงจากการอบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC</u>

เนื่องจากรังสี UVC จะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดก๊าซโอโซน ซึ่งจะทำให้มีกลิ่นบนหน้ากากแต่กลิ่นนี้จะค่อยๆจางลงในเวลาประมาณ 2ชั่วโมง
ในอากาศทั่วไป 0.003 – 0.005 ppm
มนุษย์ได้กลิ่นโอโซน 0.003 – 0.01 ppm
ขนาดที่เป็นพิษ > 0.1 ppm (CDC, NIOSH)

* ในการทดลองเราได้วัดค่าโอโซนที่เกิดขึ้น ขณะทำการอบฆ่าเชื้อหน้ากาก *25รอบ* โดยมีการเปิดหน้าต่างและพัดลมในห้องที่ทำการอบ วัดค่าโอโซนได้ *0.02-0.03 ppm* และกลิ่นหายไปอย่างรวดเร็วหลังเปิดตู้

คุณสมบัติการใช้งานของตู้

4. รูปแบบตู้อบหน้ากากอนามัย



ขนาด *15 W*
น้ำหนัก *12.8 KG*

ขนาด *30 W*
น้ำหนัก *19.2KG*

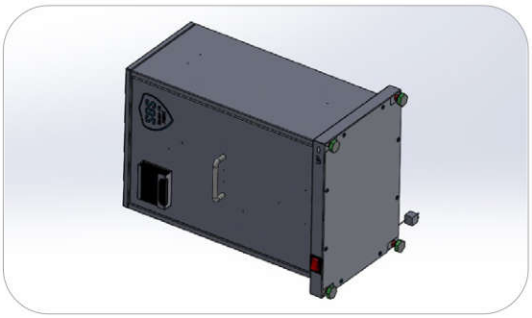
ลักษณะกายภาพภายนอก

1. ที่พันสายไฟ
2. ปลั๊กไฟ (ปลั๊กไฟตัวผู้ 3 ขา รุ่น 1709 (สีเหลือง+ดำ)
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ช่องมองการทำงานของตู้
5. มือจับ
6. ฐานตู้
7. ขาปรับระดับ
8. Switch ON / OFF
9. ลูกศรตั้งขึ้นกรณีใช้งานตู้แนวนอน

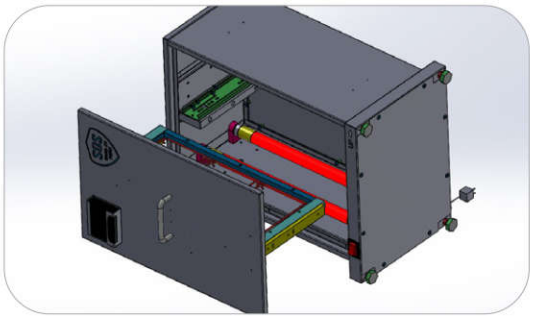
ลักษณะกายภาพภายใน

1. หลอดไฟ UVC
2. รางลิ้นชัก เปิด / ปิด
3. ตะแกรงแขวนหน้ากากอนามัย

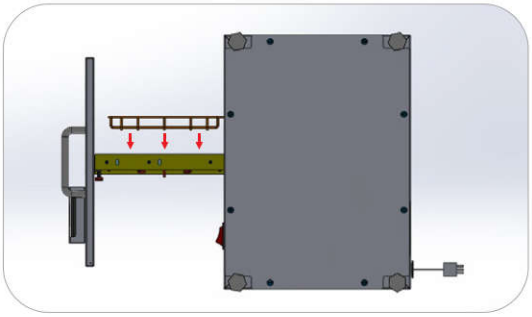
ในกรณีที่ต้องการใช้ตู้อบในแนวนอนเพื่ออบสิ่งต่างๆ



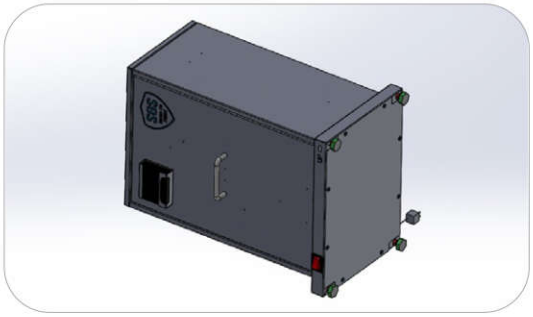
1. พลิกตู้ให้อยู่ในแนวนอนโดยลูกศรตั้งขึ้นด้านบน



2. เปิดหน้าบานตู้อบอนามัย



3. นำตะแกรงไปวางบนโครงแขวนหน้ากากอนามัย



4. ปิดตู้ให้สนิท

5. ตั้งเวลาทำงาน

6. เปิดสวิทช์ทำงานตู้อบ

ขั้นตอนการใช้งานตู้อบหน้ากากอนามัย

1. แกะสายไฟออกจากที่พันสายไฟ นำไปเสียบปลั๊ก

2. เสียบปลั๊กเข้าเต้าเสียบของเครื่องสำรองไฟUPS

3. เปิดตู้เพื่อเตรียมแขวนหน้ากาก

4. แขวนหน้ากาก N95 บนตะแกรง

5. ปิดตู้ให้สนิท

6. ตั้งเวลาเพื่อจับเวลาอบหน้ากาก 5นาที

7. เปิดสวิทช์ทำงานตู้อบหน้ากากอนามัย

8. เมื่อเริ่มทำงานสังเกตมี
แสงสีฟ้าที่ป้าย SOS ด้านหน้า

9. รอจนครบเวลาตามที่ตั้ง

10. ปิดสวิทช์ไฟเมื่อครบเวลา

5. เปิดฝาตู้เพื่อนำหน้ากากที่อบ
เสร็จแล้วออก

หมายเหตุ:

1. ควรตั้งเครื่องอบในห้องที่อากาศถ่ายเทดีเช่นใกล้หน้าต่างเปิดและเปิดพัดลมเป่าขณะทำงาน
2. ผู้ปฏิบัติหน้าที่ต้องระมัดระวังไม่จ้องรังสี UVC ไม่เปิดตู้ขณะเปิดสวิทช์ไฟเพราะรังสี UVCทำให้กระจกตาอักเสบและก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังหากสัมผัสกับแสงและเพื่อความปลอดภัยควรสวมแว่นกรองรังสีขณะทำงาน
3. ให้เจ้าหน้าที่จดบันทึกจำนวนชั่วโมงที่ใช้งานเครื่องและเปลี่ยนหลอดเมื่อใช้งานถึง 6000ชั่วโมง

Timer Count-Down Magnetic Loud Alarm Clock

Descriptions

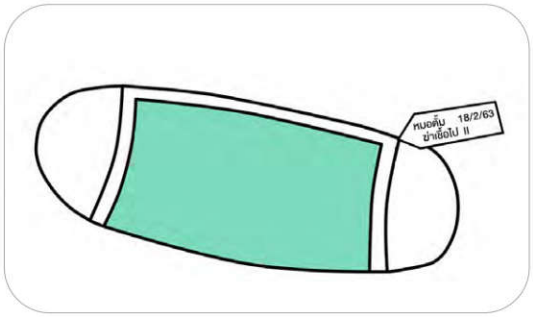
-Dimensions: Approx 80x75x20mm / 3.15"x2.95"x0.79" (Large, Clear Digits)
-On/Off Switch
-Power Supply: 1 x AAA Battery. (Included)
-Loud, Audible Alarm, Can Hear From Another Room
-Magnetic Backing and Retractable Stand

Using Method

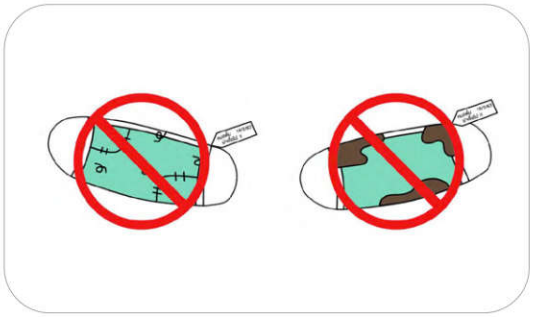
-Press S or M Button to set the second or minute;
-Press ST/SP button to start/stop the timer;
-Press M button + S button at the same time will RESET the time to 00:00.
-Press any button to stop the ringing.
-Memory (remembers last setting used): Press ST/SP button will RESET to last setting used.
-The timer will remember the last setting, which is useful for repetitive activities

ขั้นตอนกระบวนการนำส่งหน้ากาก
เข้าอบฆ่าเชื้อเพื่อนำหน้ากากกลับมาใช้ซ้ำ

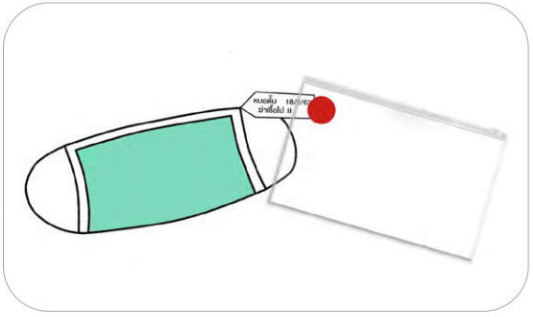
5. ขั้นตอนกระบวนการนำส่งหน้ากากเข้าอบฆ่าเชื้อเพื่อนำหน้ากากกลับมาใช้ซ้ำ



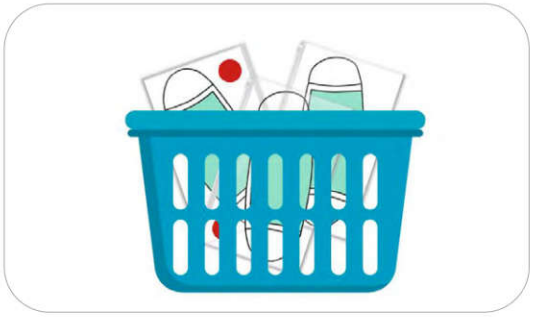
1. เมื่อได้หน้ากากใหม่ให้เขียน ตัวย่อชื่อ, วันที่ใช้ครั้งแรก, จำนวนครั้งที่นำมาฆ่าเชื้อ



2. หลังการใช้งานตรวจสอบว่าหน้ากากไม่ชำรุด ไม่มีคราบเมือกเปื้อนสกปรกบนหน้ากาก สามารถส่งอบฆ่าเชื้อเพื่อใช้ซ้ำได้

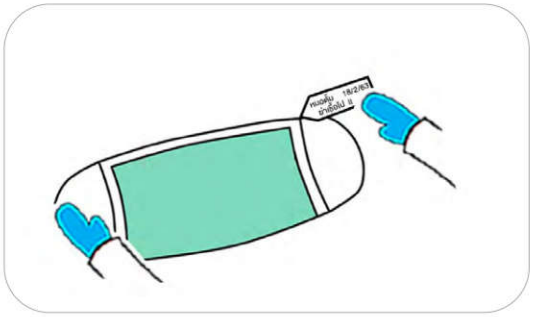


3. ใส่หน้ากากในถุงหรือซองกระดาษหรือถุงที่อากาศผ่านได้ ที่เขียน ชื่อ, แผนก, จุดส่ง เพื่ออบฆ่าเชื้อบนถุง

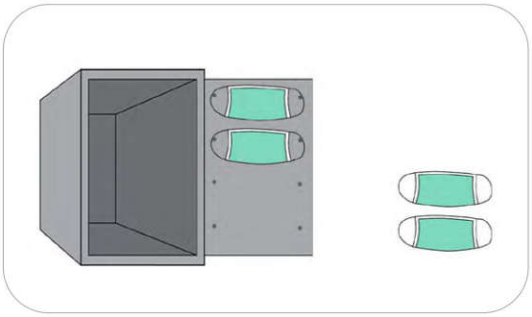


4. นำถุงที่บรรจุ หน้ากากที่ใช้แล้วไปส่งที่ห้องที่ใช้สำหรับรวบรวมเพื่อส่งอบฆ่าเชื้อ

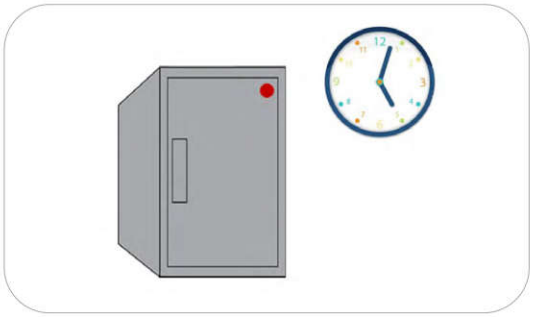
5. พนักงานรวบรวมถุงหน้ากากไปส่งที่ห้องอบฆ่าเชื้อ



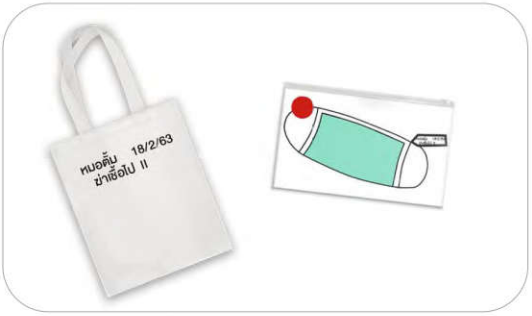
6. เจ้าหน้าที่ ที่ใส่ชุดป้องกัน (PPE) นำหน้ากากออกจากถุงตรวจสอบชื่อที่หน้ากากว่าตรงกับชื่อที่ถุง ***(ให้เปิด Warm Up เครื่องเป็นเวลา 3นาที หากเปิดใช้งานหลังจากปิดเครื่องไปนานเกิน 30นาที แต่หากเปิดปิดใช้ต่อเนื่องไม่ต้องรอ Warm Up)***



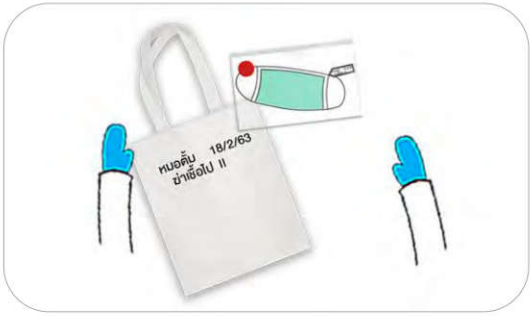
7. แขวนหน้ากากในตู้อบบน Rack โดยขึงหูคล้องกับตะขอบน Rack จนเต็ม



8. เปิดเครื่องอบ อบจนครบตามเวลาที่กำหนด (***ใช้เวลา5-15นาทีต่อรอบต้องสังเกตว่ามีแสงสีฟ้าตรงป้าย SOS ทุกครั้งที่แสดงว่าหลอดไฟเปิดขณะเปิดสวิทช์***)



9. ระหว่างรออบ นำถุงสีขาวใบใหม่เขียนชื่อ, แผนกตามถุงสีน้ำตาลที่บรรจุหน้ากากที่ส่งมาอบ



10. เมื่ออบฆ่าเชื้อเรียบร้อย เจ้าหน้าที่เปลี่ยนถุงมือใหม่แล้วนำหน้ากากที่ฆ่าเชื่อแล้วทาสัญลักษณ์บนหน้ากากแสดงจำนวนครั้งที่นำมาฆ่าเชื้อ แล้วนำหน้ากากใส่ถุงสีขาวใบใหม่ให้ตรงตามชื่อ, แผนกแล้วเย็บผนึกปากถุง (***ผู้ทำหน้าที่อบฆ่าเชื้อหน้ากากต้องล้างมือด้วยสบู่บริเวณใกล้ห้องอบฆ่าเชื้อหลังการปฏิบัติหน้าที่***)

11. พนักงานนำถุงบรรจุหน้ากากที่อบฆ่าเชื้อแล้วไปยังห้องที่กำหนดเพื่อรับหน้ากากที่ฆ่าเชื้อแล้ว
(ควรเป็นคนละห้องกับห้องที่ส่งฆ่าเชื้อ)

12. บุคลากรมารับถุงหน้ากากของตัวเองที่ห้องรับหน้ากากตามชื่อบนถุง หากพบว่าสภาพหน้ากากชำรุดหรือไม่กระชับพอดีหน้าไม่ควรใช้หน้ากากนั้นต่อ (***ตามข้อมูลการทดลองสามารถอบหน้ากากซ้ำได้ถึง8ครั้ง (ใช้เวลาการอบครั้งละ15นาที)หรือ24ครั้ง (ใช้เวลาการอบ 5นาที)***)

หมายเหตุ:

1. กรณีเป็นหน้ากากทางการแพทย์แบบกันน้ำ ผิวเรียบไม่มีมุมบังแสงอาจใช้เวลาอบ5นาทีแต่หากเป็นหน้ากากไม่กันน้ำหรือมีสันลอนบนผิวหน้ากากหรือมีมุมบังแสงมากควรใช้เวลาในการอบ15นาที
2. สายรัดอาจไม่โดนรังสียูวีที่เพียงพอจากการบิดของสายขณะอบ ดังนั้นจึงควรทำความสะอาดสายรัดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

<u>คำแนะนำในการใช้หน้ากากที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อเพื่อใช้ซ้ำสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ (CDC Guidelines)</u> (Ref10)

1. ล้างมือด้วยสบู่หรือ alcohol-based hand sanitizer ก่อนและหลังสัมผัสหรือตรวจสอบความแนบสนิทของหน้ากาก
2. หลีกเลี่ยงการสัมผัสด้านในของหน้ากาก
3. สวมถุงมือสะอาด (Non Sterile) ขณะใส่หน้ากากหรือทำการทดสอบความแนบสนิทของหน้ากาก
4. ตรวจสอบหน้ากากก่อนใช้ทั้งตัวหน้ากาก, สายรัด, โฟมที่จมูก, ขอบโลหะที่สันจมูก, ขอบหน้ากากว่ายังอยู่ในสภาพดีและยังคงประสิทธิภาพในความแนบสนิทกับผิวหน้า
5. หากพบว่าลักษณะทางกายภาพของหน้ากากไม่สมบูรณ์หรือเมื่อสวมใส่แล้วไม่แนบสนิทบนใบหน้าเหมือนเดิมไม่ควรใช้หน้ากากนั้นต่อ

การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุง
ตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย

6. การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย

เพื่อให้ตู้ฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย ทำงานได้อย่างเหมาะสมจะต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ การทำความสะอาด ต้องใช้ทั้งเครื่องมือทำความสะอาดที่เหมาะสมเช่นเดียวกับบุคคลที่ได้รับมอบหมายให้ทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้ง

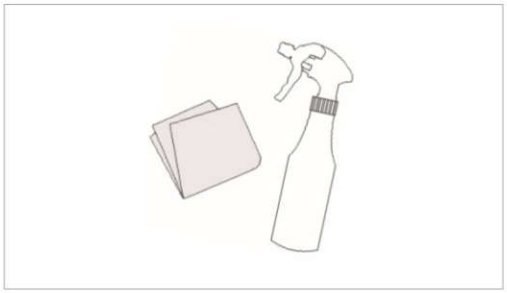
ก่อนการทำความสะอาด ควรปิดไฟยูวีที่ตู้ฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันไม่ให้รังสีจากหลอดไฟมาสัมผัสกับผิวหนังและดวงตาของผู้ที่ทำความสะอาดและป้องกันแผลไหม้จากความร้อนของหลอดไฟ

ผู้ที่ทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งควรระมัดระวังในการใช้ตู้ฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยอย่างปลอดภัย การทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งควรทำความสะอาดโดยพนักงานทำความสะอาดผู้ชำนาญอย่างเป็นประจำ

<u>การทำความสะอาดอุปกรณ์ ตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย</u>

1. น้ำยาทำความสะอาด เช่น แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70-90% แล้วทิ้งไว้นาน 1 นาที หรือทิ้งไว้ให้แห้ง ห้ามใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท (น้ำยาซักผ้าขาว) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพราะมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะและผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลือบสีได้ *
2. ใช้ผ้านุ่มสะอาดเช่น ผ้าไมโครไฟเบอร์ ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ ควรเช็ดฝุ่นที่หลอดไฟและอุปกรณ์ให้สะอาดพื้นที่บางแห่งอาจมีฝุ่นเร็วกว่าพื้นที่อื่นจึงจำเป็นที่จะต้องปรับตารางการทำความสะอาดให้สอดคล้องกัน
   ควรเช็ดฝุ่นที่หลอดไฟบ่อยๆเพราะละอองฝุ่นจะบดบังแสงทำให้ค่าแสงลดลงได้
3. การทำความสะอาดภายในตู้ต้องระวังเรื่องของหลอดไฟ UVC
   ควรปิดสวิตช์ก่อนทำความสะอาด **
   เจ้าหน้าที่ต้องใส่ถุงมือขณะทำความสะอาดตู้ และล้างมือด้วยสบู่หลังการทำงาน
   หลีกเลี่ยงการใช้มือสัมผัสตา ปาก และบริเวณใบหน้า

*



**

ข้อควรระวังและข้อห้ามในการใช้งานตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย

7. ข้อควรระวังและข้อห้ามในการใช้งานตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย

1. ผู้ควบคุมการใช้งานตู้ต้องศึกษาคู่มือแนะนำการใช้งานโดยละเอียด และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด
2. เมื่อจะเปิดใช้งานตู้ก่อนเสียบปลั๊กต้องตรวจสอบให้สวิทช์อยู่ในตำแหน่งปิดเสมอและเมื่อหยุดใช้งานตู้ให้สวิตช์อยู่ในตำแหน่งปิดเสมอแล้วถึงจะทำการถอดปลั๊กออกได้
3. ตำแหน่งวางตู้ต้องมีระยะห่างที่เหมาะสม จากวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น ผ้าม่าน เป็นต้น
4. ตำแหน่งวางตู้ต้องไม่มีความชื้น พื้นที่เปียก หรือบริเวณที่ฝนสาดถึงได้
5. ห้ามใช้งานตู้ในขณะที่ร่างกายผู้ควบคุมเปียกชื้น
6. ไม่ควรนำสิ่งของวางบนตู้ หรือใช้ผ้าคลุมหรือตั้งตู้ เพราะจะทำให้ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพส่งผลให้มีความร้อนที่สูงเกินกว่าปกติทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน
7. ไม่ควรติดตั้งสายไฟสอดใต้วัสดุปูพื้น เช่น พรม หรือให้ของหนักทับสายไฟ เพราะอาจทำให้ฉนวนสายไฟแตกชำรุด
8. ติดสัญญาณแจ้งให้ผู้ที่อยู่ในห้องทราบว่ามี UVC ติดตั้งอยู่
9. กำจัดหลอดไฟ UVC อย่างเหมาะสม
10. *รังสี UVC มีอันตรายต่อผิวหนังและดวงตาห้ามจ้องแสงuvcเพราะอาจทำให้กระจกตาอักเสบและอย่าเปิดตู้ขณะเปิดสวิทช์เพราะรังสี UVC เป็นสารก่อมะเร็งผิวหนัง*
11. *ไม่ควรอบพลาสติกหรือไม้ เพราะรังสี UVC มีผลร้ายโดยตรงต่อวัสดุ พลาสติกและไม้*
12. ควรใช้เครื่องสำรองไฟ (UPS) ควบคู่กับตู้ในการใช้งาน
13. ควรจดบันทึกเวลาการใช้งานตู้ เพื่อจะได้ทราบว่าถึงเวลาเปลี่ยนหลอดไฟหรือไม่ เนื่องจากขนาดรังสี UVC จะลดลงเร็วกว่าค่าแสงสีฟ้าที่ยังมองเห็น โดยปกติควรต้องเปลี่ยนหลอด UVC เมื่อใช้งานหลอดไฟไปถึง 80% โดยประมาณของอายุการใช้งานตามระบุที่หลอดไฟ เช่นหลอด 8,000 ชั่วโมง แนะนำให้เปลี่ยนหลอดไฟเมื่อใช้ครบ 6,000 ชั่วโมง

แหล่งข้อมูล

8. แหล่งข้อมูล

1. Chun-Chieh Tseng and Chih-Shan Li: Inactivation of Viruses on Surfaces by Ultraviolet Germicidal Irradiation. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 2007,4:400-405
2. Miriam E.R. Darnell, Kanta Subbarao, Stephen M. Feinstone, Deborah R. Taylor: Inactivation of The Coronavirus That Induces Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS-COV. Journal of Virological Methods, 2004;121:85-91
3. Devin Mills, Delbert A. Harnish, Caryn Lawrence, Megan Sandoval-Powers, Brian K. Heimbuch. Ultraviolet Germicidal Irradiation of Influenza-Contaminated N95 Filtering Facepiece Respirators. American Journal of Infection Control, July 2018;e49-e55
4. John J Lowe, Katie D Paladino, Jerald D Farke, Kathleen Boulter, Kelly Cawcutt, et.al. N95 Filtering Facepiece Respirator Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) Process for Decontamination and Reuse.Nebraska Medicine. Available from https://www.nebraskamed.com/sites/default/files/documents/covid-19/n-95-decon-process.pdf
5. Shu-Ming Duan, Xin-Sheng Zhao, Rui-Fu Wen, Jing-Jing Huang, Guo-Hua Pi, et.al. Stability of SARS Coronavirus in Human Specimens and Environment and Its Sensitivity to Heating and UV Irradiation. Biomedical and Environmental Science, (2003);246-255
6. Dr.Peter Tsai: Information and FAQs on the Performance, Protection, and Sterilization of Face Mask Materials. UTRF News(2020); Available from http://utrf.tennessee.edu/information-faqs-performance-protection-sterilization-of-face-mask-materials/
7. William G. Lindsley, Stephen B. Martin Jr., Robert E. Thewlis, Khanchatur Sarkisian, Julian O. Nwoko, Kenneth R. Mead, and John D. Noti: Effects of Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) on N95 Respirator Filtration Performance and Structural Integrity. J.Occup Environ Hyg. 2015;12(8):509-517
8. Dr.Lei Liao, et.al. Prof.Steven Chu, Prof.Yi Cui: Can Face Masks be Safely Disinfected and Reused? Report from the Collaboration of Stanford University and 4CAir,Inc. March 2020
9. Consideration for Healthcare Organizations and Occupational Health Professionals.Technical Bulletin March2020; Available from: https://multimedia.3m.com/mws/media/18165760/disinfection-of-disposible-respirators-technical-bulletin.pdf
10. COVID-19 Decontamination and Reuse of Filtering Facepiece Respirators. Center for Disease Control and Prevention 2020; Available from: http://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse

ผู้ผลิต

Head Office
Retail Business Solutions Co.,Ltd. 387 Sukonthasawad Rd.
Ladprao, Ladprao Bangkok (Thailand) 10230
Tel. 662-553-0077 Fax. 662-553-0700

Factory
RBS Manufacturing Co.,Ltd 31/2 32/3 Mo.17 Bangplepattana Soi Teparak Rd.
Bangsawtong Samutprakarn (Thailand) 10540
Tel. 662-705-1600-8 Fax. 662-705-1606

ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือ
มีข้อสงสัยประการใด สามารถติดต่อ

คุณโบว์ โทร 092-699-2663
คุณปอม โทร 096-967-6962
คุณก้อย โทร 094-423-4852

หากพบการทำงานของตู้อบฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัย
มีปัญหาทางเทคนิคให้ติดต่อผู้ผลิต

คุณชญาภา พลไชย โทร 063-210-1840

ID Line:
@soscovid19fight

Thank you

Note