อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับโควิด-19 ของบุคลากรทีมสุขภาพ

รศ.ดร.วิลาวัณย์ พิเชียรเสถียร[1] พย.ด, อพย.(การพยาบาลผู้ป่วยโรคติดเชื้อและการควบคุมการติดเชื้อ)

บทคัดย่อ : เชื้อโคโรน่าไวรัสที่เรียกว่าโควิด-19 หรือซาร์-โควี-2 ระบาดไปทั่วโลก เชื้อไวรัสนี้แพร่กระจายระหว่างคนได้ทางการสัมผัสและทางฝอยละอองน้ำมูก น้ำลาย บุคลากรทีมสุขภาพ เป็นผู้ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อในโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นผู้ที่ให้การดูแลและสัมผัสใกล้ชิดโดยตรงกับผู้ป่วยหรือผู้ติดเชื้อโควิด-19 ดังนั้น บุคลากรทีมสุขภาพ จึงควรปฏิบัติตามมาตรการการป้องกันแบบมาตรฐาน การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางการสัมผัส และการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางฝอยละออง ในการดูแลผู้ป่วยที่สงสัยหรือได้รับการยืนยันว่าติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งมาตรการการป้องกันการติดเชื้อ พบมีวิธีการหลากหลาย บทความนี้นำเสนอผลการทบทวนเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล อาทิ ถุงมือ หน้ากากอนามัย แว่นครอบตานิรภัย กระบังป้องกันใบหน้า และเสื้อคลุมแขนยาว ในกรณีมีการทำหัตถการที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝอยละอองขนาดเล็ก ต้องใช้หน้ากากกรองอนุภาคเอ็น-95 แทนการใช้หน้ากากอนามัย บุคลากรทีมสุขภาพควรเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสมและต้องได้รับการฝึกอบรมการใส่ ถอด และทิ้งทำลายอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนเชื้อ ประสิทธิผลของการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ขึ้นกับการจัดหาวัสดุอย่างเพียงพอและการฝึกอบรมบุคลากรให้มีการใช้งานอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม

วารสารการปฏิบัติการพยาบาลและการผดุงครรภ์ไทย 2563; 7(1): 07-24

คำสำคัญ: อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล โควิด-19 บุคลากรทีมสุขภาพ

---

[1] *ผู้แทนอนุกรรมการสาขาการพยาบาลผู้ป่วยโรคติดเชื้อและการควบคุมการติดเชื้อ ในคณะกรรมการบริหารวิทยาลัยพยาบาลและผดุงครรภ์ขั้นสูงแห่งประเทศไทย (วาระ ปี พ.ศ. 2561-2563)*

วันที่รับบทความ 21 พฤษภาคม 2563 วันที่แก้ไขบทความ 6 กรกฎาคม 2563 วันตอบรับบทความ 8 กรกฎาคม 2563

Personal Protective Equipment for COVID-19 by Health Care Workers

Wilawan Picheansathian[1] RN, DN, Dip. APICN

Abstract: The novel Coronavirus, COVID-19 (SARS-CoV-2) has recently created a worldwide pandemic. This virus is transmitted between people through close contact and respiratory droplets. Health care workers are the people most at risk of infection in the hospital since they are people in close contact with a COVID-19 patient or caring for COVID-19 patients. Thus, health care workers should use standard, contact, and droplet precautions when caring for patient with suspected or confirmed COVID-19. These precautions contain a number of measures. This paper presents literature reviews regarding personal protective equipment (PPE), including gloves, medical masks, goggles or face shields, and a long-sleeved gown. In performing aerosol-generating procedures, the N95 respirators are recommended over medical masks. Health care workers should select the proper PPE and should be trained in how to put on, remove, and dispose the protective equipment in order to avoid contamination. Effectiveness of PPE using depends strongly on adequate and regular supplies, and appropriate staff training.

Thai Journal of Nursing and Midwifery Practice 2020; 7(1): 07-24

Key words: personal protective equipment, Covid-19, health care workers

[1] *The Representative of Infectious Disease and Infection Control Nursing Committee; the Administrative Committee on the College of Advanced Practice Nurse and Midwifery of Thailand (From 2018-2020)*

Received May 21, 2020; Revised July 6, 2020; Accepted July 8, 2020

บทนำ

โรคติดเชื้ออุบัติใหม่ (emerging infectious disease: EID) ทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อคน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม เศรษฐกิจและการเมือง โรคติดเชื้อไวรัสหลายสายพันธุ์ก่อให้เกิดการแพร่ระบาด มาตั้งแต่ปี ค.ศ.2003 เช่น โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (Severe Acute Respiratory Syndrome: SARS) ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ H1N1 และโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (Middle East Respiratory Syndrome: MERS – CoV) เป็นต้น แม้มนุษย์จะสามารถต่อสู้กับโรคติดเชื้อเหล่านี้ได้ แต่การต่อสู้นั้นยังไม่สิ้นสุด ต้องพร้อมรับการต่อสู้กับโรคที่จะเกิดขึ้นใหม่อีกต่อไป[1] ดังอุบัติการณ์ ในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562 ได้ปรากฏมีการระบาดของ coronavirus disease 2019 (COVID-19) จากเชื้อไวรัสชื่อว่า severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) ที่เมืองหวูฮั่น ประเทศจีน ซึ่งต่อมา การระบาดได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ในวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2563 องค์การอนามัยโลก จึงประกาศให้การระบาดนี้ เป็นเรื่องฉุกเฉินที่การสาธารณสุขทั่วโลกควรตระหนักถึง และในวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2563 ก็ได้ประกาศให้เป็นโรคระบาดทั่วโลก (pandemic)[2]

ลักษณะของ COVID-19 โรคนี้เกิดจากการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มีระยะฟักตัว 5-6 วัน แต่อาจนานได้ถึง 14 วัน ซึ่งระยะนี้ ผู้ติดเชื้อจะยังไม่แสดงอาการ จึงเรียกระยะนี้ว่า “ระยะก่อนแสดงอาการ (pre-symptomatic period)” แต่ในระยะนี้สามารถแพร่กระจายเชื้อไวรัสไปสู่คนอื่นได้[3] มีรายงานว่า ผู้ติดเชื้อบางคนสามารถตรวจพบเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้ผลบวก ก่อนที่จะแสดงอาการ 1-3 วัน[4] เชื้อไวรัสนี้แพร่กระจายระหว่างคนทางฝอยละอองน้ำมูก น้ำลาย (respiratory droplets) นอกจากนี้ ยังแพร่เชื้อได้จากการสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อในระยะน้อยกว่า 1 เมตร โดยเชื้อที่อยู่ในละอองเสมหะ น้ำมูก น้ำลายของผู้ป่วย สามารถกระเด็นเข้าปาก จมูก และเยื่อบุตาได้โดยตรง หรือสัมผัสโดยทางอ้อมจากมือสัมผัสกับเชื้อที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมหรือของใช้ของผู้ป่วย เช่น หูฟัง หรือเทอร์โมมิเตอร์[5-6] อย่างไรก็ตาม การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศที่เกิดจากฝอยละอองขนาดเล็กน้อยกว่า 5 ไมครอนที่สามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานและไปในระยะไกลจากตัวผู้ป่วยเกิน 1 เมตร ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการทำหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองฟุ้งกระจาย เช่น การใส่ท่อช่วยหายใจ การใช้เครื่องช่วยหายใจชนิดไม่ใส่ท่อ การเจาะคอ การช่วยฟื้นคืนชีพก่อนใส่ท่อช่วยหายใจ การส่องกล้องตรวจหลอดลม เป็นต้น ผลจากการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบ พบว่า การทำหัตถการเหล่านี้ ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของการติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลันได้[5] นอกจากนี้ มีรายงานว่า การติดเชื้อ COVID-19 อาจเกิดการติดเชื้อในลำไส้และตรวจพบเชื้อในอุจจาระได้ แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการแพร่กระจายผ่านทางอุจจาระ[6] อาการที่พบได้บ่อย คือ ไข้ ไอแห้ง ๆ อ่อนแรง การได้กลิ่นลดลง ปวดกล้ามเนื้อและข้อ เจ็บคอ ปวดศีรษะ หนาวสั่น อาเจียน ท้องเดิน หายใจลำบาก เขียว เมื่ออาการรุนแรงขึ้นจะเกิดปอดอักเสบและหายใจลำบากเฉียบพลัน ติดเชื้อในกระแสเลือด ช็อค และเสียชีวิต[2] แต่ผู้ติดเชื้อบางรายไม่แสดงอาการ[7] ในปัจจุบันโรคนี้ยังไม่มีวัคซีนป้องกันและไม่มียาต้านไวรัสที่เฉพาะเจาะจงในการรักษา ดังนั้น การรักษาจึงเป็นการรักษาตามอาการและรักษาแบบประคับประคอง (supportive therapy)[2]

เชื้อ SARS-CoV-2 สามารถมีชีวิตอยู่ในอากาศได้นานถึง 3 ชั่วโมง และบนพื้นผิวต่าง ๆ ในที่แห้งจะอยู่ได้นาน เช่น บนพลาสติกและสแตนเลสอยู่ได้นานถึง 72 ชั่วโมง[8] แต่อยู่ได้น้อยกว่า 4 ชั่วโมงบนทองแดงและน้อยกว่า 24 ชั่วโมงบนกระดาษแข็ง[9] โดยพบการปนเปื้อนเชื้อนี้ในสิ่งแวดล้อมในหอผู้ป่วย จะพบเชื้อกระจายได้ทั้งที่พื้น เมาส์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ถังขยะ ที่กั้นเตียง และสามารถตรวจพบฝอยละอองในอากาศที่ห่างจากตัวผู้ป่วยได้ไกลถึง 4 เมตร[10] บุคลากรทีมสุขภาพและผู้ที่สัมผัสใกล้ชิดจึงเป็นผู้ที่มีความเสี่ยงสูงในการติดเชื้อ COVID-19 จากการดูแลผู้ป่วยขณะปฏิบัติงาน จึงต้องเรียนรู้ถึงวิธีการป้องกันการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ที่ถูกต้องเพื่อประสิทธิภาพของการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 สูงสุด การปฏิบัติตามแนวปฏิบัติการป้องกันการติดเชื้ออย่างเคร่งครัดจึงเป็นเรื่องสำคัญ

บทความนี้ นำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 ในโรงพยาบาลการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับ COVID-19 ของบุคลากรทีมสุขภาพ ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ขั้นตอนการใส่และถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ปัญหาการใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลของบุคลากรทีมสุขภาพ เพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจหลักการป้องกันการติดเชื้อและสามารถนำไปปฏิบัติในการป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาลได้อย่างถูกต้อง

การป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 ในโรงพยาบาล

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคติดเชื้ออาจเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อไปยังบุคคลอื่นได้ ซึ่งอาจเป็นผู้ป่วยด้วยกันเอง ผู้เข้าเยี่ยม และบุคลากรทีมสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคลากรทีมสุขภาพมีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อเนื่องจากสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยจึงมีโอกาสได้รับเชื้อไวรัสในปริมาณเข้มข้น[11] ดังที่พบว่าบุคลากรทีมสุขภาพในโรงพยาบาลหลายประเทศ[12-14]รวมทั้งประเทศไทย[15] เกิดการติดเชื้อนี้จากการปฏิบัติงาน ดังนั้นบุคลากรทีมสุขภาพควรมีความระมัดระวังในการป้องกันการติดเชื้อขณะปฏิบัติงาน

โดยทั่วไปบุคลากรทีมสุขภาพจำเป็นต้องปฏิบัติตามมาตรการการแยกผู้ป่วย (isolation precautions) เพื่อป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลด้วยการพิจารณาตามหลักระบาดวิทยา ซึ่งแบ่งการปฏิบัติเป็นสองแบบหลักคือ การป้องกันแบบมาตรฐาน (standard precautions) และการป้องกันตามวิถีทางการแพร่กระจายเชื้อ (transmission - based precautions) การป้องกันแบบมาตรฐานใช้ปฏิบัติกับผู้ป่วยทุกคน ส่วนการป้องกันตามวิถีทางการแพร่กระจายเชื้อนั้น ใช้เป็นมาตรการเพิ่มเติมสำหรับผู้ป่วยที่สงสัยหรือทราบว่ามีการติดเชื้อที่สามารถแพร่กระจายเชื้อได้ง่ายหรือเป็นเชื้อโรคที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยา ซึ่งการป้องกันตามวิถีทางการแพร่กระจายเชื้อนี้ แบ่งหลักปฏิบัติออกเป็น 3 ประเภท คือ การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางการสัมผัส(contact precautions) การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางฝอยละออง (droplet precautions) และการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne precautions)[16] สำหรับผู้ป่วยโรค COVID-19 นั้น องค์การอนามัยโลก เสนอแนะให้ใช้หลักการ droplet และ contact precautions ในการปฏิบัติกับผู้ป่วย และให้ใช้ airborne precautions ในกรณีที่ทำหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองฟุ้งกระจาย บุคลากรทีมสุขภาพจะต้องปฏิบัติด้วยมาตรการหลาย

อย่างเพื่อป้องกันตนเองติดเชื้อจากผู้ป่วยและป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไปสู่ผู้ป่วยอื่น ๆ ด้วย เช่น การคัดกรอง การทำความสะอาดมือ การแยกผู้ป่วยห่างจากผู้ป่วยอื่น หรือให้อยู่ห้องแยกความดันลบ การทำลายเชื้อในสิ่งแวดล้อมและการสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (personal protective equipment: PPE) เป็นต้น ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามมาตรการ standard precautions ตลอดเวลา ส่วนมาตรการ contact และ droplet precautions ให้ใช้ปฏิบัติจนกว่าผู้ป่วยจะไม่มีอาการแสดง[17]

มาตรการการป้องกันหรือจำกัดการแพร่กระจายเชื้อ COVID-19 ในโรงพยาบาลนั้น ควรมีแผนงานที่กำหนดให้มีทีมงานเฉพาะด้านการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อที่ได้รับการฝึกอบรมหรืออย่างน้อยต้องมีผู้รับผิดชอบหลักด้านการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ เช่น พยาบาลด้านการควบคุมการติดเชื้อ เป็นต้น และได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารทั้งในระดับโรงพยาบาลและระดับชาติ โดยมียุทธศาสตร์ในเรื่องจัดให้มีการคัดกรองเพื่อให้สามารถตรวจพบผู้ติดเชื้อโดยเร็วและควบคุมแหล่งแพร่เชื้อด้วยการแยกผู้ป่วยที่ต้องสงสัยติดเชื้อ ใช้วิธีป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในผู้ป่วยทุกรายด้วยมาตรการป้องกันแบบมาตรฐาน รวมทั้งดำเนินมาตรการเสริมเพื่อเพิ่มการป้องกันในรายที่ต้องสงสัย เช่น การป้องกันฝอยละอองขนาดใหญ่ การป้องกันการสัมผัสและการป้องกันการแพร่กระจายทางอากาศ มีระบบการบริหารจัดการด้านการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่ดี นอกจากนี้ต้องใช้การควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อมและทางวิศวกรรมเพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคและการปนเปื้อนพื้นผิวในอุปกรณ์และสิ่งแวดล้อม นั่นคือ มีสถานที่กว้างพอต่อการแยกให้ผู้ป่วยอยู่ห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร ห้องผู้ป่วยมีการระบายอากาศที่ดี และมีการทำความสะอาดและทำลายเชื้อในสิ่งแวดล้อม[17] ทั้งนี้ควรจัดให้ผู้ป่วยด้วยโรค COVID-19 อยู่ห้องแยกเดี่ยว (single isolation room) ที่ปิดประตูตลอดเวลาหรือถ้าไม่มีห้องแยกเดี่ยวให้จัดอยู่ในห้องร่วมกับผู้ป่วยโรคเดียวกันในหอผู้ป่วยแยกโรค (cohort ward) ได้โดยจัดให้มีการถ่ายเทอากาศสู่ภายนอกอาคารที่โล่งหรือมีระบบบำบัดอากาศตามความเหมาะสมของบริบทแต่ละโรงพยาบาล ในกรณีใส่เครื่องช่วยหายใจหรือต้องทำหัตถการที่ทำให้เกิดฝอยละอองขนาดเล็ก (airborne generating procedure) ควรจัดให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องความดันลบ (airborne infection isolation room: AIIR) หรือ Modified AIIR[17-18]

การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับ COVID-19

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (personal protective equipment: PPE) หมายถึง เครื่องแต่งกายพิเศษและวัสดุอุปกรณ์ที่บุคลากรทีมสุขภาพสวมใส่ปกคลุมอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายขณะปฏิบัติงานเพื่อป้องกันตนเอง ผู้ป่วย หรือคนอื่นจากการติดเชื้อหรือแพร่กระจายเชื้อจากการทำกิจกรรมการดูแลรักษาผู้ป่วย อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล[16] การทบทวนอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัย 67 รายงาน พบว่า การใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ หน้ากากกรองอนุภาค N95 ถุงมือและเสื้อคลุมสามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในทางเดินหายใจได้[19] สำหรับผู้ป่วย COVID-19 นี้ บุคลากรทีมสุขภาพควรใส่อุปกรณ์ป้องกัน ดังนี้ ถุงมือ หน้ากากอนามัย อุปกรณ์ป้องกันดวงตา หรือป้องกันใบหน้า (กระบังป้องกันใบหน้า) หมวกคลุมผมและเสื้อคลุม กรณีที่ทำการฟื้นคืนชีพหรือเคลื่อนย้ายผู้ป่วยอาการหนัก

ระหว่างโรงพยาบาลให้สวมชุดกันน้ำชนิดคลุมทั้งตัว (cover all) แทนเสื้อคลุมแขนยาวเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อในขณะเดินทาง[18] หากทำหัตถการหรือการรักษาที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝอยละอองขนาดเล็ก (aerosol) เช่น การใส่ท่อช่วยหายใจ การเจาะคอ การช่วยฟื้นคืนชีพ การส่องกล้องหลอดลม การบีบถุงลมก่อนใส่ท่อช่วยหายใจ เป็นต้น บุคลากรทีมสุขภาพต้องใส่หน้ากากกรองอนุภาค เช่น N-95, N-99, N-100, PAPR เป็นต้น อุปกรณ์ป้องกันดวงตาหรือป้องกันใบหน้า (กระบังป้องกันใบหน้า) ถุงมือ เสื้อคลุมแขนยาวชนิดกันน้ำ แต่ถ้าเสื้อคลุมนั้นเป็นแบบไม่กันน้ำ ให้ใส่ชุดกันเปื้อน (aprons) ด้วย[18,20] อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยที่มีอาการหายใจล้มเหลวรุนแรงและได้รับออกซิเจนทางจมูกด้วยความเร็วสูง (high-flow nasal cannula: HFNC) จะสามารถก่อให้เกิดฝอยละอองจากการไอหรือจามไปไกลถึง 4.5 เมตร จึงแนะนำให้จัดผู้ป่วยเหล่านี้ไว้ในห้องแยกเดี่ยวหรือห้องความดันลบ ส่วนบุคลากรทีมสุขภาพให้ใส่ชุดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเหมือนกับหลักปฏิบัติ airborne precautions [21]

การสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เป็นมาตรการที่บุคลากรทีมสุขภาพในโรงพยาบาลต้องทำควบคู่ไปกับการควบคุมด้านการบริหารจัดการและการควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมและทางวิศวกรรม บุคลากรทีมสุขภาพที่ทำกิจกรรมโดยตรงกับผู้ป่วยต้องเลือกให้ถูกว่าควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลใดบ้างกับกิจกรรมที่ปฏิบัติจากการประเมินความเสี่ยงหรือตามข้อบ่งชี้ รวมทั้งต้องใส่และถอดให้ถูกวิธี มิฉะนั้นอาจติดเชื้อได้ ทั้งนี้การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่มากไปหรือใช้ผิด อาจมีผลกระทบต่อการขาดแคลนทรัพยากรได้[20] นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างมีประสิทธิผลในการป้องกันการติดเชื้อยังขึ้นอยู่กับการจัดหาให้มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลใช้อย่างเพียงพอและต่อเนื่อง[20,22] รวมทั้งปฏิบัติร่วมกับมาตรการอื่น ๆ ควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำความสะอาดมือ เนื่องจากมีการทบทวนอย่างเป็นระบบจากงานวิจัยพบว่า การใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลร่วมกับการทำความสะอาดมือสามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในทางเดินหายใจได้ดีกว่าทำเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง[19] หลังเสร็จสิ้นภารกิจต้องถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลและทิ้งลงภาชนะอย่างถูกต้องรวมทั้งทำความสะอาดมือ หากต้องดูแลผู้ป่วยอีกคนหนึ่งจะต้องเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลใหม่ บุคลากรทีมสุขภาพทุกคนจึงควรได้รับการอบรมถึงข้อบ่งชี้ในการเลือกใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลแต่ละประเภท วิธีการใส่ถอดและทิ้งทำลายที่ถูกต้อง[20,22] โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องระมัดระวังในช่วงของการถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพราะอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อได้ขณะถอด[23] นอกจากนี้บุคลากรทีมสุขภาพต้องเรียนรู้ขณะฝึกปฏิบัติว่าตนเองใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลแต่ละประเภทขนาดใดที่เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด เพราะการใส่อุปกรณ์ที่แนบพอดีกับร่างกายจะช่วยป้องกันเชื้อได้ดีกว่า[24] รวมถึงต้องทำความสะอาดมืออย่างถูกต้องและมีพฤติกรรมการปฏิบัติตามแนวปฏิบัติการป้องกันการติดเชื้ออย่างเคร่งครัด สำหรับผู้ที่สงสัยหรือยืนยันว่าติดเชื้อ COVID-19 ให้ใส่หน้ากากอนามัยแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งตลอดเวลาที่อยู่ในโรงพยาบาล เพื่อลดการฟุ้งกระจายของละอองเสมหะ ลดการปนเปื้อนจากการสัมผัสโดยตรงและสิ่งแวดล้อม ถ้าจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกไปนอกห้อง ให้ผู้ป่วยสวมใส่หน้ากากอนามัยและปิดปาก-จมูก เมื่อไอ- จาม[18]

การเลือกประเภทของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้พิจารณาในเรื่องสถานที่ ผู้ป่วย และความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ เช่น ประเภทของกิจกรรมที่ทำ

และการแพร่กระจายของเชื้อ อุปกรณ์ส่วนบุคคลในการป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อโควิด19 สำหรับบุคลากรทีมสุขภาพในการเลือกใส่เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเลือกประเภทของอุปกรณ์ส่วนบุคคลในการป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อโควิด19 สำหรับบุคลากรทีมสุขภาพ

บุคลากรในสถานพยาบาล	หมวก	Goggles หรือ Face shield	Surgical mask หรือ N-95	ถุงมือ	Isolation gown/ coverall	รองเท้าบูท/ leg cover/ shoe cover
1) แพทย์ ซักประวัติ ตรวจร่างกาย	+/-	+	Surgical mask (N-95 respirator ถ้าผู้ป่วยไอมาก)	+	Isolation gown	-
2) แพทย์ Bronchoscopy Intubation	+	+ (Goggles + FS)	N-95/N-99/ N-100/ P-100 Powered air purify respirator (PAPR)	+	Coverall/ Isolation gown	-
3) พยาบาล/จนท.ซักประวัติในพื้นที่คัดกรอง	+/-	+	Surgical mask	+/-	Isolation gown	-
4) แพทย์/พยาบาลที่ดูแลผู้ป่วยในหอผู้ป่วยปกติ	+/-	+	Surgical mask	+	Isolation gown	-
5) แพทย์/พยาบาล/ จนท. ที่ทำหน้าที่ swab /พ่นยา/เปลี่ยน ventilator circuit	+/-	+ (Goggles + FS)	N-95	+	+	-
6) แพทย์/พยาบาล/บุคลากรทางการแพทย์ ที่ทำ CPR	+/-	+	N-95/N-99/ N-100/ P-100 Powered air purify respirator (PAPR)	+	ผู้ปฏิบัติการ CPR (4 คน) Coverall ผู้ช่วยอื่น isolation gown	+/- 3
7) แพทย์/พยาบาลที่ดูแลผู้ป่วยในรถส่งต่อผู้ป่วย	+/-	+	N-95	+	cover all	+/-
8) เจ้าหน้าที่คัดกรองอาการไข้ทั่วไป	-	FS	Surgical mask	-	-	-
9) เจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่างอื่นๆ ที่ไม่ใช่จากระบบทางเดินหายใจ	-	FS	Surgical mask	+	Isolation gown	-
10) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ	+/-	+	Surgical mask	+	Isolation gown	-
11) เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบสิ่งส่งตรวจจากทางเดินหายใจ	+/-	+	N-95	+	Coverall/ Isolation gown หากมีตู้ชีวนิภัย	-
12) พนักงานเปล	-	FS	Surgical mask	+	+/-	-
13) พนักงานทำความสะอาดในห้องผู้ป่วย	+/-	FS	Surgical mask (N-95 ถ้าต้องใช้เวลานานหรือคาดว่าจะเกิดการฟุ้งกระจาย)	+ (ถุงมือแม่บ้าน)	+	+
14) พนักงานขับรถ*	-	-	Surgical mask	-	-	-
15) พนักงานซักผ้า	+/-	+/-	Surgical mask	+	Isolation gown	+
16) พนักงานเก็บขยะ	+/-	+/-	Surgical mask	+	Isolation gown	+
17) พนักงานเอกซเรย์	+/-	FS	Surgical mask	+	Isolation gown	-
18) เจ้าหน้าที่อื่นๆ ที่ทำหน้าที่ไม่เกี่ยวกับผู้ป่วยโดยตรง	-	FS+/-	Surgical mask หรือหน้ากากผ้า	-	-	-
19) เจ้าหน้าที่ รปภ. อยู่ห่างมากกว่า 1 เมตร	-	FS +/-	Surgical mask	-	-	-

แหล่งที่มา : กรมการแพทย์ ร่วมกับคณะทำงานด้านการรักษาพยาบาล กระทรวงสาธารณสุข คณะแพทย์จากมหาวิทยาลัยและสมาคมวิชาชีพต่าง ๆ. คำแนะนำแนวทางการใช้อุปกรณ์ป้องกันการติดเชื้อ (Personal Protective Equipment, PPE) เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/g_health_care/g07_ppe.pdf [18]

ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลแบ่งได้หลายประเภทตามส่วนของร่างกายที่ต้องการป้องกันการติดเชื้อ ดังนี้

1. อุปกรณ์ป้องกันดวงตา (protective eye wares)

เชื้อโรคสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางเยื่อบุตา (conjunctiva) ทั้งทางตรง เช่น การกระเด็นของเลือดหรือฝอยละอองจากการหายใจที่กระเด็นมาจากการไอและดูดเสมหะ และอาจได้รับเชื้อเข้าตาทางอ้อม คือ การสัมผัสตาด้วยมือหรือวัตถุอื่นที่ปนเปื้อนเชื้อ บุคลากรทีมสุขภาพจึงต้องระวังอย่าใช้มือที่อาจปนเปื้อนเชื้อโรค COVID-19 สัมผัสหรือขยี้ตา การใส่อุปกรณ์ป้องกันตานอกจากจะช่วยป้องกันสิ่งปนเปื้อนเชื้อโรคกระเด็นเข้าตาแล้วยังป้องกันไม่ให้เอามือที่ปนเปื้อนเชื้อสัมผัสตาได้ ซึ่งผลการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบจาก 40 รายงานพบว่าการใส่แว่นครอบตานิรภัยสามารถลดการติดเชื้อ respiratory syncytial virus ในโรงพยาบาลได้[25] อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ป้องกันตามักต้องใส่ควบคู่กับอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอื่น ๆ เช่น ถุงมือ หน้ากาก เป็นต้น และต้องทำลายเชื้อก่อนนำกลับมาใช้ซ้ำ บุคลากรควรเลือกใช้ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันตาที่แนบพอดีกับใบหน้าของตน อุปกรณ์ป้องกันตามี 3 ชนิดคือ แว่นครอบตานิรภัย (goggles) กระบังป้องกันใบหน้า (face shields) และอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบเต็มหน้า (full-face respirators)[26] ดังนี้

1.1 แว่นครอบตานิรภัย (goggles) คือ อุปกรณ์ที่ใส่ครอบดวงตาทั้งสองข้างที่เคลือบสารป้องกันการเกิดละอองฝ้า (anti-fog coating) เพื่อป้องกันตาจากการกระเด็น พ่นใส่ของฝอยละอองหายใจ มีขนาดให้เลือกที่เหมาะสมกับขนาดใบหน้าของผู้สวมใส่และสามารถใส่ทับแว่นสายตาได้ ทั้งนี้แว่นครอบตานิรภัยนี้จะต้องปิดไปถึงด้านข้างของใบหน้าและสวมให้กระชับกับใบหน้า

1.2 กระบังป้องกันใบหน้า (face shields) คือ แผ่นพลาสติกใสที่ใช้ป้องกันทั้งตา ใบหน้าและหน้ากากปนเปื้อนเชื้อจากการกระเด็นและการฟุ้งกระจาย

1.3 อุปกรณ์การหายใจแบบเต็มหน้า (full-face respirators) ออกแบบมาเพื่อใช้ป้องกันการหายใจเอาเชื้อโรคเข้าไป แต่ขณะเดียวกันสามารถป้องกันดวงตาได้ด้วย ใช้ในการป้องกันตาจากการกระเด็น ฟุ้งกระจายของฝอยละอองหายใจ

ภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมที่ทำกับผู้ป่วยแต่ละรายต้องถอดอุปกรณ์ป้องกันตาออกก่อนจะไปให้ดูแลผู้ป่วยรายอื่นที่ไม่ได้ติดเชื้อ COVID-19 การถอดอุปกรณ์ป้องกันตาต้องระมัดระวังอย่าจับต้องส่วนหน้าของอุปกรณ์เพราะเป็นส่วนที่อาจมีเชื้อโรคปนเปื้อนติดอยู่ ให้ถอดโดยจับส่วนของอุปกรณ์ที่รัดกับศีรษะทางด้านหลัง หากเป็นอุปกรณ์ที่นำกลับมาใช้ซ้ำได้ต้องถอดใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ เขียนชื่อติดไว้แล้วส่งไปทำความสะอาดและทำลายเชื้อตามวิธีการที่ถูกต้องก่อนนำกลับมาใช้ซ้ำอีกโดยบุคลากรทีมสุขภาพคนเดิม[26]

2. หน้ากาก (mask)

หน้ากาก คือ วัสดุที่บุคลากรทีมสุขภาพสวมใส่เพื่อให้ปลอดภัยจากการสัมผัสฝอยละอองของน้ำมูกน้ำลายที่อาจมีเชื้อโรคปนเปื้อน และให้ผู้ป่วยสวมใส่เพื่อป้องกันไม่ให้แพร่เชื้อออกไป ผลการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบพบว่า หน้ากากอนามัยและหรือหน้ากากกรองอนุภาคสามารถลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARSลงได้ แต่ยังมีหลักฐานไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าจะช่วยป้องกันการติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ (influenza)ได้หรือไม่[27] แต่พบว่าการใส่หน้ากาก

อนามัยหรือหน้ากากกรองอนุภาคในขณะที่ป่วยอยู่จะช่วยลดการแพร่กระจายเชื้อไข้หวัดใหญ่ได้และการใส่หน้ากากกรองอนุภาคจะป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 ได้ดีกว่าหน้ากากอนามัย[19,28-29] อย่างไรก็ตาม แม้การใส่หน้ากากจะเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการป้องกันโดยช่วยจำกัดการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อไวรัสในทางเดินหายใจรวมทั้งเชื้อ COVID-19 แต่การใส่หน้ากากเพียงอย่างเดียวจะไม่เพียงพอต่อการป้องกัน จึงควรใส่หน้ากากควบคู่กับวิธีการป้องกันอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำความสะอาดมือ[22,30] หน้ากากแบ่งออกเป็น 2 ประเภท[31] ดังนี้

2.1 หน้ากากอนามัยหรือหน้ากากทางการแพทย์ (surgical, face, or medical masks) เป็นวัสดุที่สวมครอบจมูกและปาก มีลักษณะแบนหรือเป็นทรงคล้ายถ้วย มีสายหรือยางยืดคล้องใบหูหรือรัดที่ศีรษะ ผ่านการทดสอบมาตรฐาน ASTM F2100, EN14683 หรือเทียบเท่า ใส่แล้วสามารถหายใจเข้าออกได้[30] อาจกันหรือไม่กันน้ำ ผลิตจากวัสดุหลายประเภท ใส่เพื่อป้องกันฝอยละออง(droplet) ที่อาจมีเชื้อปนเปื้อนกระเด็น พ่นเป็นฝอยละอองหรือฟุ้งกระจายเข้าปากและจมูกของผู้สวมใส่และยังเป็นการลดการสัมผัสกับน้ำลายและเสมหะจากทางเดินหายใจสู่ผู้อื่น โดยพบว่าสามารถกรองอนุภาคขนาด 10-80 nm ได้น้อย[31] หน้ากากอนามัยจึงไม่สามารถกรองหรือป้องกันฝอยละอองขนาดเล็กที่แพร่กระจายโดยการไอจามได้ และจะป้องกันไม่ได้หากใส่แล้วไม่แนบกระชับกับใบหน้า หน้ากากที่ผลิตโดยใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น ผ้าคอตตอน ผ้าไหม ปลอกหมอน เป็นต้น พบว่าประสิทธิภาพการกรองน้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนด[32] จึงควรระวังในการใช้ โดยที่มีรายงานพบว่า บุคลากรทีมสุขภาพที่ใส่หน้ากากผ้าจะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกว่าที่ใส่หน้ากากอนามัย ดังนั้นจึงไม่แนะนำให้บุคลากรทีมสุขภาพใส่หน้ากากที่ทำจากผ้า[33] เมื่อใช้หน้ากากอนามัยแล้วให้ทิ้ง ไม่แนะนำให้นำกลับมาใช้ซ้ำ หน้ากากจะเปลี่ยนสภาพเมื่อใช้ไปนาน ๆ ถูกความชื้น สารเคมี ความร้อนและรังสี ถ้าหน้ากากอนามัยเปียกชื้นหรือสกปรกหรือใส่แล้วหายใจลำบาก ควรถอดทิ้ง และไม่ควรแขวนไว้ใต้คางในระหว่างการทำกิจกรรม

2.2. หน้ากากกรองอนุภาค (particulate respirators)

หน้ากากกรองอนุภาคเป็นวัสดุที่ใส่ครอบจมูกที่แนบกับใบหน้าและสามารถกรองฝอยละอองอากาศขนาดเล็กได้ เป็นหน้ากากที่ผ่านการทดสอบคุณภาพโดย European Union standard ซึ่งเป็นมาตรฐานของยุโรปเช่น FFP2 หรือโดย National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เป็นมาตรฐานจากสหรัฐอเมริกา ซึ่งแบ่งประสิทธิภาพการกรองเป็น 95 หรือ 100 จากการทดสอบการกรองอนุภาค 0.3 ไมครอน จึงเรียกหน้ากาก N95 สำหรับหน้ากากที่ผ่านประสิทธิภาพที่ 95% และ N100 สำหรับหน้ากากที่ผ่านประสิทธิภาพอย่างน้อยที่ 99.97% ซึ่งโรงพยาบาลส่วนใหญ่นิยมใช้ชนิด N95[34] หน้ากากแบบนี้จะมีไส้กรอง 3 ชนิดคือ N, R และ P โดยไส้กรอง N-series เป็นไส้กรองที่ไม่ทนต่อน้ำมัน ไส้กรอง R-series เป็นไส้กรองที่ทนต่อน้ำมัน และไส้กรอง P-series เป็นไส้กรองที่ใช้เมื่อมีน้ำมันหรือไม่มีน้ำมันก็ได้ จากการทดสอบพบว่าหน้ากาก N95 กรองฝอยละอองขนาดเล็กได้ดีกว่าและเมื่อใส่แล้วจะแนบกระชับหน้าได้ดีกว่าและมีรูรั่วได้น้อยกว่าหน้ากากอนามัย[35]

หน้ากาก N95 สามารถป้องกันการก่อนิคมของเชื้อแบคทีเรียและการติดเชื้อร่วมระหว่างแบคทีเรียกับไวรัสในทางเดินหายใจได้ดีกว่าหน้ากากอนามัย ใส่แล้วจะเกิดรูรั่วได้น้อยกว่าและใส่ได้แนบ

กระชับใบหน้ามากกว่าหน้ากากอนามัย เมื่อสวมใส่แล้วอาจจะหายใจลำบาก ดังนั้นผู้ที่เป็นโรคระบบหายใจเรื้อรัง โรคหัวใจหรืออาการป่วยอื่น ๆ ที่ทำให้หายใจลำบากจะต้องปรึกษาแพทย์ที่ดูแลก่อนสวมใส่ N95 แต่มีบางบริษัทผลิตมาแบบที่มีลิ้นระบายอากาศออก ซึ่งจะช่วยระบายอากาศออกได้ง่ายขึ้นและลดความร้อนลง สำหรับผู้ที่มีหนวดเคราจะใส่หน้ากาก N95 ได้ไม่แนบกระชับใบหน้า จึงไม่แนะนำให้ใส่หน้ากากแบบนี้[34] หน้ากาก N95 นี้ให้ใช้แบบครั้งเดียวทิ้ง ถ้าหน้ากากเปียกชื้นหรือสกปรกหรือหายใจลำบากให้ถอดออกและเปลี่ยนใส่อันใหม่ ในการใส่หน้ากาก N95 นั้น ผู้สวมใส่ควรเลือกขนาดของหน้ากากที่พอดีกับใบหน้าของตนเองเพื่อให้หน้ากากแนบกับใบหน้าจนไม่มีรูรั่วที่อากาศจากภายนอกเข้าไปได้ ให้อากาศผ่านการกรองจากหน้ากากเท่านั้น ดังนั้นผู้สวมใส่ต้องทดสอบความกระชับของหน้ากากกับใบหน้าเพราะถ้าใส่ไม่กระชับจะทำให้เกิดรูรั่วและมีผลทำให้ไม่สามารถป้องกันเชื้อที่มากับฝอยละอองอากาศได้ การทดสอบทำได้โดยวิธีที่เรียกว่า Fit test และFit check [34,36] ซึ่งมีวิธีการทำดังนี้

วิธีการทำ Fit test เป็นการตรวจสอบว่าหน้ากากเข้ากันกับใบหน้าและปิดผนึกอย่างเหมาะสมกับใบหน้าของผู้สวมใส่ ควรทำตอนเลือกขนาดหน้ากากก่อนนำมาใช้ในครั้งแรก หลังจากนั้นให้ทำปีละครั้งหรือผู้ใช้น้ำหนักตัวลดหรือเพิ่มอย่างมาก มีการทำครอบฟัน ใบหน้าเปลี่ยน เช่น มีแผลเป็น และทำศัลยกรรมใบหน้า วิธีการทดสอบจะให้ผู้ถูกทดสอบใส่หน้ากากกรองอนุภาคและสวมใส่ถุงคลุมศีรษะ ขณะที่ผู้ทดสอบจะฉีดพ่นน้ำที่มีรสหวานหรือขมเข้าไปในถุงคลุม หากผู้ถูกทดสอบรู้สึกได้ว่ารับรสชาติแสดงว่าใส่ไม่กระชับ การทดสอบถือว่าไม่ผ่าน

วิธีการทดสอบความกระชับ (Fit-checked) ทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบใส่หน้ากากกรองอนุภาคแล้วใช้มือทั้งสองข้างโอบรอบหน้ากาก สูดลมหายใจเข้าแรงกว่าปกติ หากสวมกระชับ หน้ากากจะแฟบลง ถ้าไม่แฟบลงแสดงว่าหน้ากากไม่แนบหน้าและเมื่อหายใจออก หน้ากากจะพองออก ให้ตรวจสอบดูว่ามีอากาศออกด้านข้างใบหน้าหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าหน้ากากไม่แนบหน้า บุคลากรทีมสุขภาพควรทดสอบความกระชับนี้ทุกครั้งที่ใส่หน้ากาก N95

2.3 อุปกรณ์การหายใจแบบเต็มหน้า (full-face respirators) หรือที่เรียกว่า เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศให้ (full face piece elastomeric respirators and powered air-purifying respirators: PAPRs) ออกแบบมาเพื่อใช้ป้องกันการหายใจเอาเชื้อโรคเข้าไป สำหรับผู้ที่ไม่สามารถใช้หน้ากากกรองอนุภาค N 95 ได้ และเหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 หรือในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง

ข้อควรปฏิบัติในการใส่หน้ากาก มีดังนี้[30]

1. ใส่หน้ากากอย่างระมัดระวังให้คลุมปากและจมูก และใส่ให้แนบหน้า
2. หลีกเลี่ยงการจับต้องหน้ากากขณะใส่
3. ไม่ใส่ออกไปนอกหน่วยงานที่ดูแลผู้ป่วย เช่นเดินไปห้องน้ำ ห้องพักดื่มน้ำชากาแฟ
4. ถอดหน้ากากออกด้วยเทคนิคที่เหมาะสม อย่าสัมผัสถูกด้านนอกของหน้ากาก และถอดออกจากด้านหลัง โดยดึงสายรัดด้านล่างออกก่อน แล้วจึงดึงสายรัดด้านบนออก
5. ทำความสะอาดมือทันทีหลังถอดหน้ากาก
6. เปลี่ยนหน้ากากอันใหม่เมื่อเปื้อนหรือสกปรกหรือไม่กระชับกับใบหน้า
7. ถอดออกก่อนไปดูแลผู้ป่วยอื่นที่ไม่ได้ติดเชื้อ

8. ในสถานการณ์ปรกติจะไม่แนะนำให้นำหน้ากากแบบใช้ครั้งเดียว (single-use mask)กลับมาใช้ซ้ำ (reuse)

9. ถอดทิ้งขยะทันทีหลังการใช้

หากจำเป็นต้องนำหน้ากาก N95 มาใช้ซ้ำ เช่น ในสถานการณ์โรคระบาดที่ทำให้ขาดแคลนอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ต้องพิจารณาว่า หน้ากาก N95 ปนเปื้อนหรือเสียรูปทรงหรือไม่ อาจใช้วิธีสวมหน้ากากอนามัยทับด้านนอกของหน้ากาก N95 ซึ่งไม่มีผลต่อความกระชับของหน้ากากเพื่อป้องกันการปนเปื้อนฝอยละอองน้ำมูกน้ำลายหรือสารคัดหลั่ง การนำหน้ากาก N95 มาใช้ซ้ำต้องพิจารณาคุณสมบัติของวิธีการทำลายเชื้อในหน้ากาก N95 ซึ่งต้องเลือกวิธีที่สามารถฆ่าเชื้อไวรัสและแบคทีเรียก่อโรคที่สะสมบนหน้ากากได้อย่างมีประสิทธิภาพ (germicidal ability) ไม่ทำลายโครงสร้างของหน้ากาก (structural integrity) และ คงประสิทธิภาพการกรองของหน้ากาก (filtration efficiency) ไว้ได้ ซึ่งมีการศึกษาพบว่า รังสี UV-C ความเข้มข้น 4016 W/cm^2 ระยะห่าง 3 เซนติเมตร ที่ 15 นาทีสามารถฆ่าเชื้อไวรัส SARS ได้ แต่ รังสี UV-A ฆ่าไม่ได้ ส่วนความร้อนที่อุณหภูมิ 56°C เป็นเวลานานกว่า 20 นาทีสามารถฆ่าเชื้อไวรัส SARS ได้ แต่ที่ 65 °C เชื้อไวรัสจะตายได้ในเวลานานกว่า 4 นาที[37] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าทั้งรังสี UV และ ความร้อนแห้งสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่า 99% โดยแทบจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรอง ที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือ ห้ามใช้แอลกอฮอล์หรือคลอรีนในการทำความสะอาดหน้ากาก เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพการกรองลดลงมาก แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้ทดสอบการฆ่าเชื้อไวรัสและผลกระทบต่อโครงสร้างของหน้ากาก[32] ทั้งนี้รังสี UV ที่ระดับเข้มข้นมากสามารถส่งผลต่อโครงสร้างหน้ากากได้ โดยที่หน้ากาก N95 และสายคาดบางรุ่นใช้รังสี UV ฆ่าเชื้อไม่ได้ผล และถ้าหน้ากากมีการปนเปื้อนเยื่อเมือก (mucus) จะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของรังสี UV ลดลง[38] ดังนั้นการนำหน้ากาก N95 มาใช้ซ้ำยังต้องการการศึกษาอีกต่อไป

3. เสื้อคลุม (isolation gowns/protective gowns)

เสื้อคลุมเป็นอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ใส่เพื่อป้องกันผิวหนังและเสื้อผ้าจากการปนเปื้อนขณะให้การดูแลผู้ป่วยที่คาดว่าอาจสัมผัสเลือดหรือสารคัดหลั่งหรือสิ่งขับถ่ายจากร่างกายผู้ป่วย ประสิทธิภาพการป้องกันของเสื้อคลุมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทักถอ ความเหนียวแน่นของเส้นใยและอื่น ๆ ผลการศึกษาพบบทสรุปที่แตกต่างกันเรื่องการป้องกันการติดเชื้อ โดยที่บางรายงานพบว่าการใส่เสื้อคลุมไม่มีประโยชน์อะไร แต่บางรายงานพบว่าช่วยลดอัตราการติดเชื้อลง[39] บุคลากรทีมสุขภาพควรสวมเสื้อคลุมแขนยาวและควรใช้ชนิดที่กันการซึมของน้ำได้ นอกจากนี้ยังมีเสื้อคลุมชนิดที่คลุมทั้งศรีษะด้วย (coveralls) ไม่ควรใช้เสื้อคลุมตัวเดิมในการดูแลผู้ป่วยมากกว่า 1 ราย จะใช้กับผู้ป่วยหลายคนได้ในกรณีที่ดูแลผู้ป่วยติดเชื้อชนิดเดียวกันและอยู่ในห้องเดียวกัน (isolation cohort) โดยที่ผู้ป่วยเหล่านั้นไม่มีโรคติดเชื้ออื่นที่แพร่กระจายได้โดยการสัมผัส เช่น Clostridium Difficile ถอดเสื้อคลุมออกทิ้งเมื่อเปื้อนสิ่งสกปรก ไม่จับด้านนอกของเสื้อคลุม ถอดเสื้อคลุมด้วยความระมัดระวังโดยม้วนให้ด้านนอก (ด้านที่เปื้อน)เข้าไปอยู่ด้านใน และทิ้งลงในภาชนะที่ปิดมิดชิด แล้วทำความสะอาดมือ[18,22]

4.ถุงมือ

ถุงมือเป็นวัสดุที่ใส่เพื่อป้องกันมือจากการปนเปื้อนเชื้อโรคหรือสารพิษต่าง ๆ และลดการแพร่กระจายเชื้อจากบุคลากรทีมสุขภาพไปสู่ผู้ป่วยหรือใน

ทางกลับกัน ซึ่งผลการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบจาก 23 รายงาน[43]พบว่า การใส่ถุงมือช่วยป้องกันมือของบุคลากรทีมสุขภาพจากการปนเปื้อนเชื้อโรคและการแพร่กระจายเชื้อได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาของการเกิดโรคระบาด แต่การป้องกันนี้อาจจะไม่สมบูรณ์ เพราะถุงมือปนเปื้อนเชื้อเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ใส่ถุงมือนานขึ้นและถุงมืออาจมีรูรั่วทั้งก่อนและขณะใส่ปฏิบัติกิจกรรม เชื้อโรคอาจเข้าไปปนเปื้อนมือของบุคลากรทีมสุขภาพได้ทางรูรั่วนี้หรือเกิดการปนเปื้อนเชื้อที่มือระหว่างการถอดถุงมือที่ไม่ถูกต้อง

บุคลากรทีมสุขภาพควรเลือกประเภทถุงมือให้เหมาะสมกับลักษณะกิจกรรมที่ทำและมีขนาดพอเหมาะกับมือของผู้สวม ถอดเครื่องประดับ เช่น แหวน นาฬิกาออก และทำความสะอาดมือก่อนสวมถุงมือ เมื่อสวมถุงมือแล้วควรตรวจดูว่า ถุงมือมีรอยฉีกขาดและมีรูรั่วหรือไม่ ถอดถุงมือออกเมื่อทำแต่ละกิจกรรมเสร็จและเปลี่ยนถุงมือคู่ใหม่เมื่อเปลี่ยนการทำกิจกรรม แม้จะเป็นผู้ป่วยรายเดิมและไม่ใช้ถุงมือคู่เดิมในการดูแลผู้ป่วยมากกว่า 1 ราย การไม่ถอดหรือเปลี่ยนถุงมือนี้อาจก่อให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อได้[40] หลีกเลี่ยงการสัมผัสตา จมูก ปาก ด้วยมือที่สวมถุงมือที่อาจปนเปื้อนเชื้อ หากถุงมือขาดหรือมีรูรั่วขณะปฏิบัติงานหรือมือเปียกชื้นจากเหงื่อให้ถอดถุงมือเดิมออก ทำความสะอาดมือแล้วเปลี่ยนถุงมือคู่ใหม่ เนื่องจากความชื้นจากเหงื่อจะทำให้เชื้อโรคที่มือเจริญเติบโตมากขึ้นได้ และหากถุงมือขาดหรือรั่วเชื้อที่มือจะเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยได้ ขณะถอดถุงมือระวังอย่าให้มือสัมผัสด้านนอกของถุงมือ และทำความสะอาดมือหลังการถอดถุงมือทุกครั้งเพราะมืออาจจะมีเชื้อปนเปื้อนจากรูรั่วหรือขณะถอดถุงมือได้[41]

5. ถุงคลุมรองเท้า (shoe cover)

ถุงคลุมรองเท้าใช้สำหรับสวมคลุมรองเท้า แนวปฏิบัติในการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 ขององค์การอนามัยโลก[22]ไม่ได้แนะนำเป็นการเฉพาะสำหรับการใส่ถุงคลุมรองเท้าเพราะยังมีหลักฐานไม่เพียงพอถึงประโยชน์ของการใส่ มีเพียงรายงานเดียวที่พบเชื้อ SARS-CoV-2 จากรองเท้าของบุคลากรทีมสุขภาพ[42] และมาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำให้ใส่ถุงคลุมรองเท้าเมื่อต้องทำกิจกรรมที่เสี่ยงต่อการฟุ้งกระจายของเชื้อขณะปฏิบัติกิจกรรม[43] ทั้งนี้ให้ระมัดระวังการถอดถุงคลุมรองเท้าเพราะอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อได้

ขั้นตอนการใส่และถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพได้ขณะปฏิบัติกิจกรรมดูแลรักษาผู้ป่วยดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นภายหลังการใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ปฏิบัติกิจกรรมกับผู้ป่วยแล้วต้องระมัดระวังในการถอดและทิ้งให้ถูกต้องเพื่อป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ โดยมีขั้นตอนการใส่และถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล[18,24] ดังนี้

ขั้นตอนการใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล มีดังนี้

บุคลากรทีมสุขภาพควรประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อเพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้พร้อมก่อน โดยเลือกขนาดให้ถูกต้องกับขนาดร่างกายของผู้ใส่ เตรียมสถานที่ที่จะใส่และถอด รวมทั้งเตรียมผู้ช่วยใส่และถอด โดยให้ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลตามลำดับ ดังนี้

1) ทำความสะอาดมือ

2) สวมเสื้อคลุมแขนยาว โดยใส่ให้คลุมจาก

คอถึงข้อเท้า บริเวณคอเสื้อต้องปิดทับเสื้อตัวในให้มิดชิด ส่วนแขนคลุมถึงข้อมือ คลุมตัวไปถึงด้านหลัง และผูกเชือกที่คอและเอว

3) สวมหน้ากากอนามัย โดยหันหน้ากากด้านที่เป็นสีเขียวหรือสีฟ้าออก และให้ส่วนที่มีขอบแข็งอยู่ด้านบน แนบหน้ากากกับใบหน้า เกี่ยวสายคล้องกับหูทั้งสองข้าง ดึงหน้ากากลงมาให้คลุมปากและจมูกครอบใต้คาง บีบขดลวดตรงขอบด้านบนให้แนบจมูกมากที่สุด อย่าใส่ไว้ใต้คางหรือพับเก็บใส่กระเป๋าระหว่างการดูแลผู้ป่วยแต่ละราย

กรณีที่ใส่หน้ากาก N95 เมื่อทำหัตถการที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝอยละอองอากาศ ให้ถือหน้ากากไว้ในอุ้งมือ แล้วครอบหน้ากากบริเวณปากและจมูกให้พอดี ดึงสายรัดที่อยู่ด้านล่างคล้องศีรษะแล้วดึงลงไปบริเวณใต้ใบหู ส่วนสายรัดเส้นบนให้ดึงไปอยู่บริเวณหลังศีรษะเหนือหู กดโครงลวดให้แนบสันจมูก ทดสอบว่าหน้ากากแนบสนิทกับใบหน้าโดยทำ Fit check

4) สวมอุปกรณ์ป้องกันดวงตาและกระบังป้องกันใบหน้า โดยเกี่ยวขาแว่นกรอบตานิรภัยกับใบหูหรือใช้สายรัดรอบศีรษะ ปรับให้กระชับไม่กดทับและสวมใส่สะดวกสบาย

5) สวมถุงมือ โดยดึงขอบถุงมือให้คลุมชายแขนเสื้อคลุม

ขั้นตอนการถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล มีดังนี้

ระหว่างการถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้ระมัดระวังการปนเปื้อนเชื้อทั้งตัวเอง คนอื่นและสิ่งแวดล้อม

1) ถอดถุงมืออย่างระมัดระวัง โดยใช้มือข้างหนึ่งดึงถุงมือของอีกข้างที่ฝ่ามือออก แล้วดึงให้หลุดออกจากมือ ใช้มือข้างที่ยังใส่ถุงมืออยู่ถือถุงมือที่ถอดออกมาแล้ว ใช้นิ้วของมือข้างที่ถอดถุงมือออกแล้วสอดเข้าด้านในของถุงมือข้างที่ยังไม่ได้ถอดแล้วยืดดึงออกจากมือ โดยให้ด้านในม้วนพับคลุมถุงมือข้างที่ถอดออกมาก่อนหน้านี้ ทิ้งถุงมือในภาชนะที่ปิดมิดชิด ระมัดระวังอย่าจับถูกด้านนอกของถุงมือ

2) ถอดกระบังป้องกันใบหน้า(ถ้าใส่) โดยก้มศีรษะเล็กน้อย ดึงสายยางรัดออกทางด้านหลัง ระมัดระวังอย่าจับด้านนอกของกระบังป้องกันใบหน้า ทิ้งในภาชนะที่ปิดมิดชิด หลังจากนั้นให้ถอดแว่นกรอบตานิรภัย โดยจับขาแว่นหรือสายยางที่รัดออกจากหูหรือศีรษะด้านหลัง อย่าจับด้านนอกของอุปกรณ์ป้องกันดวงตา ยกออกจากใบหน้า ทิ้งในภาชนะที่ปิดมิดชิด กรณีที่ต้องนำกลับมาใช้ซ้ำให้วางไว้ในภาชนะที่เตรียมไว้และเขียนชื่อติดไว้ เพื่อนำไปทำความสะอาดและทำลายเชื้อตามที่กำหนด

3) ถอดเสื้อคลุม โดยปลดเชือกที่ผูกด้านหลังหรือดึงตัวยืดออก ใช้มือจับด้านในของตัวเสื้อ ดึงออกจากคอและไหล่ ม้วนให้ด้านในเสื้อคลุมอยู่ด้านนอก ระมัดระวังอย่าจับด้านนอกของตัวเสื้อเพราะมักมีการปนเปื้อนเชื้อ ทิ้งเสื้อคลุมในภาชนะที่ปิดมิดชิด

4) ทำความสะอาดมือ

5) ถอดหน้ากากอนามัยออก โดยใช้นิ้วเกี่ยวสายคล้องหูเพื่อดึงออก ระมัดระวังอย่าจับด้านนอกของหน้ากาก ทิ้งหน้ากากในถังขยะติดเชื้อทันที ไม่ควรพับเก็บเพื่อนำมาใช้ต่อ กรณีใส่ N95 ให้ ใช้มือสองข้างจับสายรัดศีรษะเส้นล่าง ดึงสายรัดศีรษะเส้นล่างข้ามศีรษะและดึงให้ตึง ดึงสายรัดศีรษะเส้นบนข้ามศีรษะและดึงให้ตึง ทิ้งหน้ากากในถังขยะติดเชื้อหรือภาชนะที่เตรียมไว้ในกรณีที่ต้องนำกลับมาใช้ซ้ำและเขียนชื่อติดไว้เพื่อนำไปทำความสะอาดและทำลายเชื้อ

6) ทำความสะอาดมือ

ปัญหาของการใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลของบุคลากรทีมสุขภาพ

แม้ว่าการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลนั้นจะมีประโยชน์ในการป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ แต่บุคลากรทีมสุขภาพก็อาจมีปัญหาหลายประการในขณะใส่อุปกรณ์ดังกล่าว ดังที่มีรายงานว่าใส่เสื้อคลุมแล้วรู้สึกร้อน[44] ใส่หน้ากากแล้วเกิดปัญหาที่มีแรงกดบนใบหน้า ไม่สุขสบาย สื่อสารลำบาก ยิ่งถ้าใส่ไปนาน ๆ อาจมีผลต่อระบบการหายใจได้ โดยทำให้หายใจเอาคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่ค้างอยู่ในหน้ากาก (dead space) เข้าไปและเกิดอาการปวดศีรษะ[45] ถ้าเป็นหญิงตั้งครรภ์ที่ใส่หน้ากาก N95 เป็นเวลานานอาจทำให้หายใจเอาออกซิเจนได้ลดลงและขับคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ออกได้น้อยลง ซึ่งอาจมีผลต่อทารกในครรภ์ได้[46] บุคลากรทีมสุขภาพจึงควรระมัดระวังการเกิดอาการดังกล่าวเมื่อใส่หน้ากาก N95 เป็นเวลานาน นอกจากนี้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพจากผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อมได้ ดังที่มีรายงานการพบเชื้อไวรัสบนเสื้อคลุมหรือยูนิฟอร์มของบุคลากรทีมสุขภาพในขณะที่ปฏิบัติงานโดยที่เชื้อจุลชีพจะมีชีวิตอยู่บนชุดดังกล่าวได้นานและสามารถแพร่กระจายเชื้อไปได้[47] รวมทั้งพบการปนเปื้อนเชื้อบนถุงมือ[40] และมีการศึกษาพบเชื้อ COVID-19 ที่ด้านหน้าของรองเท้า[8] ในขั้นตอนการถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลจึงพบการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพที่เกาะติดอยู่ที่อุปกรณ์ป้องกันได้[23] ดังนั้นบุคลากรทีมสุขภาพจึงต้องระมัดระวังการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพขณะใส่และถอดอุปกรณ์ดังกล่าวออก

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลแม้ว่าจะสามารถป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อไวรัสในทางเดินหายใจรวมทั้งเชื้อโรค COVID-19 ได้ แต่การใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการป้องกัน ต้องใช้มาตรการป้องกันการติดเชื้ออื่น ๆ ร่วมด้วย ทั้งนี้บุคลากรทีมสุขภาพต้องเลือกใส่ให้ถูกว่าควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลชนิดใดบ้างกับกิจกรรมที่ปฏิบัติ รวมทั้งต้องใส่และถอดให้ถูกวิธี มิฉะนั้นอาจติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อได้ บุคลากรทีมสุขภาพจึงต้องผ่านการฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติขั้นตอนการใส่ ถอดและทิ้งอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้ถูกต้อง โรงพยาบาลต่าง ๆ จึงควรจัดทำแนวปฏิบัติทางคลินิกและสนับสนุนการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ได้มาตรฐานและมีจำนวนเพียงพอเพื่อความปลอดภัยจากการติดเชื้อ COVID-19 ในโรงพยาบาล โดยควรจัดให้มีพยาบาลด้านควบคุมการติดเชื้อ ทำหน้าที่ในการจัดการฝึกอบรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลแก่บุคลากรทีมสุขภาพทุกคนด้วยวิธีการสาธิตและสาธิตย้อนกลับเพื่อให้บุคลากรทีมสุขภาพใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ควรมีระบบการประเมิน ตรวจสอบ และนิเทศการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลของบุคลากรทีมสุขภาพเพื่อควบคุมกำกับพฤติกรรมการใช้ให้ถูกต้องและเกิดความปลอดภัยจากการติดเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

1. Morens DM, Fauci AS. Emerging Infectious Diseases: Threats to Human Health and Global Stability. PLoS Pathog 2013; 9(7): e1003467. doi:10.1371/ journal.ppat.1003467.
2. Wu D, Wu T, Liu Q, Yang Z. The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. Int J Infect Dis. 2020 Mar 12;94:44-48. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.004.
3. Tong ZD, Tang A, Li KF, Li P, Wang HL, Yi JP, et al. Potential presymptomatic transmission of SARS-CoV-2, Zhejiang Province, China, 2020. Emerg Infect Dis 2020;26(5):1052-1054. doi: 10.3201/eid2605.200198.
4. Wei WE, Li Z, Chiew CJ, Yong SE, Toh MP, Lee VJ. Presymptomatic Transmission of SARS-CoV-2 —Singapore. MMWR 2020;69(14):411-415. doi: http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6914e1
5. Tran K, Cimon K, Severn M, Pessoa-Silva CL, Conly J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review. PLoS One.2012;7:e35797. doi: 10.1371/journal.pone.0035797.
6. WHO. Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations: Scientific brief 29 March 2020. Available from: http://www. WHO/2019-nCoV/Sci_Brief/Transmission_modes/2020.2.
7. Pan X, Chen D, Xia Y, Wu X, Li T, Ou X, et al. Asymptomatic cases in a family cluster with SARS-CoV-2 infection. Lancet Infect Dis. 2020 Apr;20(4):410-411. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30114-6.
8. Ong SW, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MS, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. JAMA. 2020;323(16):1610-1612. doi:10.1001/jama.2020.3227.
9. Doremalen NV, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med 2020; 382:1564-1567. doi: 10.1056/NEJMc2 004973.
10. Guo ZD, Wang ZY, Zhang SF, Li X, Li L, Li C, et al. Aerosol and surface distribution of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in hospital wards, Wuhan, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Jul [5 May 2020].Available from: https://doi.org/10.3201/eid2607.200885.
11. Burdorf A, Porru F, Rugulies R. The COVID-19 (Coronavirus) pandemic: consequences for occupational health. Scand J Work Environ Health 2020;46(3):229-230. doi:10.5271/sjweh. 3893.
12. Siddique H, Parveen N, Topping A. Coronavirus deaths of two nurses lead to calls for more protection. The Guardian[Internet]. 2020 [cited 4 April 2020]. Available from: https://www.theguardian.com/society/2020/apr/03/coronavirus-deaths-of-two-nurses-lead-to-calls-for-more-protection.
13. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA 2020; 323(13): 1239-42. doi:10.1001/jama.2020.2648

14. Giuffrida A, Tondo L. As if a storm hit`: more than 40 Italian health workers have died since crisis began. The Guardian[Internet]. 2020 [cited 5 May 2020]. Available from: https://www.theguardian.com/world/2020/mar/26/as-if-a-storm-hit-33-italian-health-workers-have-died-since-crisis-began.
15. Joob B, Wiwanitkit V. COVID-19 in medical personnel: observation from Thailand. J Hosp Infect. 2020 Apr;104(4):453. doi: 10.1016/j.jhin.2020.02.016. Epub 2020 Feb 27
16. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L, the Healthcare Infection Control Practice Advisory Committee. 2007 Guideline for isolation precautions: Preventing transmission of infectious agents in healthcare settings. Am J Infect Control. 2007 Dec;35(10 Suppl 2):S65-164. doi: 10.1016/j.ajic.2007.10.007.
17. WHO. Infection Prevention and Control Guidance for COVID-19 . Available from: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/infection-prevention-and-control.
18. Department of Medical Service, Working Committee on Medical Care from Ministry of Health, Faculty of Medicines from Universities and Professional Associations. Guidelines for use of personal protective equipment, PPE. Available from:https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/g_health_care/g07_ppe.pdf. (In Thai)
19. Jefferson T, Del Mar CB, Dooley L, Ferroni E, Al-Ansary LA, Bawazeer GA, et al. Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses. Cochrane Database of Systematic Reviews 2011, Issue 7.Art. No.: CD006207. doi: 10.1002/14651858.CD006207.pub4.
20. WHO. Rational use of personal protective equipment (PPE) for coronavirus disease (COVID-19): interim guidance, 19 March 2020. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/331498. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
21. Loh NW, Tan Y, Taculod J, Gorospe B, Teope AS, Somani J, et al. The impact of high-flow nasal cannula (HFNC) on coughing distance: implications on its use during the novel coronavirus disease outbreak. Can J Anesth. Published online, 18March 2020. Available from: https://doi.org/10.1007/s12630-020-01634-3.
22. WHO. Requirements and technical specifications of personal protective equipment (PPE) for the novel coronavirus (2019-ncov) in healthcare settings. Available from: file:///C:/Users/acer133_user/Downloads/requirements-%20PPE-coronavirus-2020-02-07-eng%20(1).pdf.
23. Lim SM, Cha WC, Chae MK, Jo IJ. Contamination during doffing of personal protective equipment by healthcare providers. Clin Exp Emerg Med 2015: 30;2(3):162-167. eCollection 2015 Sep. doi: 10.15441/ceem.15.019.
24. WHO. How to put on and take off personal protective equipment (PPE). Available from: http://www.who.int/csr/resources/publications/putontake-offPPE/en/.
25. French CE, McKenzie BC, Coope C, Rajanaidu S, Paranthaman K, Pebody R, et al. Risk of nosocomial respiratory syncytial virus infection and effectiveness of control measures to prevent transmission events: a systematic review. Influenza Other Respir Viruses, 2016. 10(4): 268-90. doi: 10.1111/irv.12379.
26. CDC. EYE SAFETY. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/topics/eye/eye-infectious.html.

27. Bin-Reza F, Chavarrias VL, Nicoll A, Chamberland ME. The use of masks and respirators to prevent transmission of influenza: a systematic review of the scientific evidence. Influenza Other Respir Viruses. 2012 Jul;6(4):257-67. doi: 10.1111/j.1750-2659.2011.00307.x.

28. Offeddu V, Yung CF, Low MSF, Tam CC. Effectiveness of Masks and Respirators Against Respiratory Infections in Healthcare Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. Clin Infect Dis. 2017 Nov 13;65(11):1934-1942. doi: 10.1093/cid/cix681

29. Smith JD, MacDougall CC, Johnstone J, Copes RA, Schwartz B, Garber GE. Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks in protecting health care workers from acute respiratory infection: a systematic review and meta-analysis. CMAJ 2016;188(8):567-574.doi:10.1503/cmaj.150835.

30. WHO. Advice on the use of masks in the context of COVID-19. Available from: file:///C:/Users/acer133_user/Downloads/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.3-eng.pdf

31. Balazy A1, Toivola M, Adhikari A, Sivasubramani SK, Reponen T, Grinshpun SA. Do N95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? Am J Infect Control. 2006; 34(2):51-7.

32. Price A, Chu L. What are good ways to address the shortage of face masks by anesthesiologists? Available from: https://www.scph.org/sites/default/files/editor/facemask_shortage_0.pdf.

33. MacIntyre CR, Seale H, Dung TC, Hien NT, Aga PH, Chugtai AA, et al. A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. BMJ Open 2015;5:e006577. doi:10.1136/bmjopen - 2014 -006577.

34. 3M. Infection Prevention N95 Particulate Respirators, 1860/1860S and 1870. Available from: https://multimedia.3m.com/mws/media/323208O/n95-particulate-respirators-1860-1860s-1870-faqs.pdf.

35. Qian Y, Willeke K, Grinshpun SA, Donnelly J, Coffey CC. Performance of N95 respirators: filtration efficiency for airborne microbial and inert particles. Am Ind Hyg Assoc J. 1998 Feb;59(2):128-32.

36. Fischer-Mackey J. Fit testing and user seal checking to evaluate respirator. GHDonline. Available from: https://www.ghdonline.org/ic/discussion/how-much-better-is-respirator-fit-testing-compared/brief/index.html.

37. Darnell MER, Subbarao K, Feinstone SM, Taylor DR. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. J Virol Methods. 2004;121(1):85-91. doi:10.1016/j.jviromet.2004.06.006.

38. Mills D, Harnish DA, Lawrence C, Sandoval-Powers M, Heimbuch BK. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. Am J Infect Control. 2018; 46(7):e49-e55. doi:10.1016/j.ajic.2018.02.018.

39. Kilinc FS. A Review of Isolation Gowns in Healthcare: Fabric and Gown Properties.J Eng Fiber Fabr 2015; 10(3): 180-190. PMID: 26989351.

40. Picheansathian W, Chotibang J. Glove utilization in the prevention of cross transmission: a systematic review. JBI Database of Systematic Reviews & Implementation Reports 2015;13(4) 188 - 230. doi: 10.11124/jbisrir-2015-181.

41. Tenorio A, Badri S, Sahgal N, Hota B, Matushek M, Hayden M, et al. Effectiveness of gloves in the prevention of hand carriage of vancomycin-resistant enterococcus species by health care workers after patient care. Clin Infect Dis. 2001;32(5):826-9. Epub 2001 Feb 23.
42. Ong SWX, Tan YK, Chia PY. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. JAMA. 2020;323(16):1610-1612. doi:10.1001/jama.2020.3227.
43. Occupational Safety and Health Administration (US). Worker protections against occupational exposure to infectious diseases. Available from: https://www.osha.gov/SLTC/bloodbornepathogens/worker_protections.html .
44. Potter AW, Gonzalez JA, Xu X. Ebola response: modeling the risk of heat stress from personal protective clothing. PLoS ONE 2015;10(11): e0143461. doi: 10.1371/journal.pone.0143461.
45. Ong JJY, Bharatendu C, Goh Y, Tang JZY, Sooi KWX, Tan YL, et al. Headaches associated with personal protective equipment - A cross-sectional study among frontline healthcare workers during COVID-19. Headache.2020 May;60(5):864-877. doi: 10.1111/head.13811.
46. Tong PS, Kale AS, Ng K, Loke AP, Choolani MA, Lim CL, et al. Respiratory consequences of N95-type Mask usage in pregnant healthcare workers-a controlled clinical study. Antimicrob Resist Infect Control 2015;16(4):48. doi: 10.1186/s13756-015-0086-z.
47. Katoh I, Tanabe F, Kasai H, Moriishi K, Shimasaki N, Shinohara K, et al. Potential Risk of Virus Carryover by Fabrics of Personal Protective Gowns. Front. Public Health 2019; 7:121-126. Available from: https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00121.