

ฉบับแปลไทย (Thai Translations)
Nosocomial Outbreak by Delta Variant From a Fully Vaccinated Patient
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35502502/>

การระบาดที่เกิดจากการติดเชื้อสายพันธุ์เดลต้าในโรงพยาบาลจากผู้ป่วยที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้ว

ภูมิหลัง (Background)

ศักยภาพความเป็นไปได้สำหรับการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด 19) ที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial) จากผู้ที่ได้รับการฉีดวัคซีนครบถ้วนแล้ว (fully vaccinated) ยังไม่เป็นที่รับรู้กันโดยทั่วไปเป็นส่วนใหญ่

วิธีการ (Methods)

ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ในช่วงระหว่างที่สายพันธุ์เดลต้า (delta variant) กำลังโดดเด่นมีบทบาทสำคัญอยู่นั้น มีการระบาดของโรคโควิด 19 ที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial outbreak) อุบัติขึ้นในหอผู้ป่วยจำนวน 2 แห่งของโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ (tertiary care hospital) แห่งหนึ่งในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ เรา (คณะผู้วิจัย) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการไหลเวียนของอากาศ และการตรวจวิเคราะห์หัตถพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS)

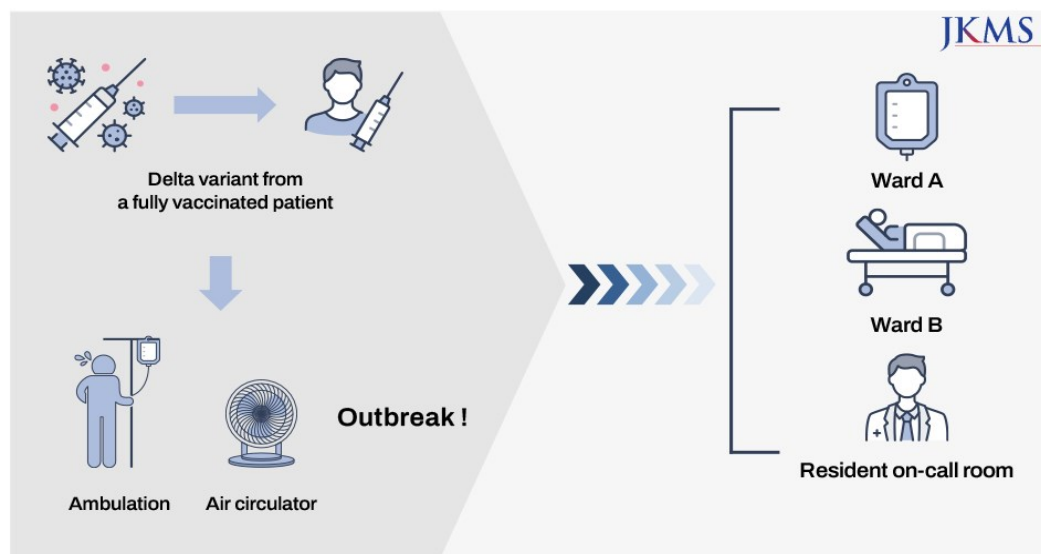
ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัย (Results)

ผู้ป่วยที่ติดเชื้อรายแรกหรือผู้ป่วยต้นปัญหา (index patient) มีการพัฒนาอาการใน 1 วันหลังจากได้รับการรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน (admission) และได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าเป็นโรคโควิด 19 ในวันที่ 4 หลังจากได้รับการรับเข้าเป็นผู้ป่วยในแล้ว (day 4 post-admission) ผู้ป่วยรายนี้ได้รับการฉีดวัคซีน (ChAdOx1 nCoV-19) มาแล้วอย่างครบถ้วนเมื่อ 2 เดือนก่อนหน้าที่จะได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าเป็นโรคโควิด 19 มีผู้ป่วยใน (inpatient) จำนวน 3 รายและผู้ดูแล (caregiver) 1 รายที่พำนักอยู่ในห้องเดียวกันกับผู้ป่วยต้นปัญหา รวมทั้งผู้ป่วยใน (inpatient) จำนวน 2 รายที่พำนักอยู่ในห้องติดกัน ตลอดจนผู้ป่วยใน (inpatient) จำนวน 2 รายที่พำนักอยู่ในห้องที่ห่างไกลออกไปจากห้องของผู้ป่วยต้นปัญหา และเจ้าหน้าที่พยาบาล 1 รายในหอผู้ป่วยนั้นที่มีผลการตรวจเป็นบวก นอกจากนี้ก็ยังมีแพทย์ประจำบ้าน (resident doctors) จำนวน 2 รายที่พำนักอยู่ในห้องพักแพทย์เวร (on-call) ซึ่งอยู่ในวอร์ดเดียวกันที่มีผลการตรวจเป็นบวก (ถึงแม้ว่าแพทย์ทั้ง 2 คนนี้ไม่ได้มีการสัมผัสติดต่อกันก็ตาม) ตลอดจนผู้ดูแล 1 คนที่พำนักอยู่ในวอร์ดติดกันและเจ้าหน้าที่บุคลากรทางการแพทย์ 1 คนผู้ซึ่งมีการสัมผัสแบบบังเอิญ (casual contact) กับผู้ดูแลคนนั้น ตัวอย่างส่งส่งตรวจจากทั้ง 5 รายนี้ได้รับการเก็บสำหรับการตรวจวิเคราะห์หัตถพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS) และตัวอย่างทั้งหมดนี้มีการแสดงความผันแปรของ single-nucleotide polymorphism น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ภาพจากกล้องวงจรปิด (CCTV footage) แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยต้นปัญหา (index case) มีการเดินไปเดินมาในบริเวณทางเดิน (corridors) ของ 2 วอร์ดนี้อยู่บ่อย ๆ จากการศึกษากาไหลเวียนของอากาศแสดงให้เห็นว่าอากาศจากบริเวณทางเดิน (corridor) มีการไหลเข้าไปสู่ห้องพักแพทย์ประจำบ้านที่อยู่นั้น ซึ่งได้รับการขับเคลื่อนจากพัดลมปรับอากาศ (air circulator) ที่เปิดทำงานอยู่ตลอดเวลา

สรุปผลการศึกษาวิจัย (Conclusion)

การแพร่กระจายของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 จากผู้ป่วยต้นปัญหาที่ได้รับการฉีดวัคซีนมาอย่างครบถ้วนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วผ่านทางหอผู้ป่วยและห้องพักแพทย์เวร (on-call) จำเป็นจะต้องมีการระมัดระวังไม่ใช้อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงการไหลของอากาศได้

Graphical Abstract



บทนำ (INTRODUCTION)

การระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด 19) ที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาลมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับการพยากรณ์โรคของผู้ป่วยที่ไม่ดีพอ (poor patient prognosis) ตลอดจนการหยุดชะงัก (disruption) ของบริการทางการแพทย์ต่าง ๆ อันเนื่องมาจากการขาดแคลนบุคลากร¹ ด้วยเหตุว่าบ่อยครั้งที่ผู้ป่วยไม่มีโรคร่วม (co-morbidities) หรือมีภาวะภูมิคุ้มกันอ่อนแอ (immunocompromised) ผู้ป่วยจึงอ่อนแอต่อการติดเชื้อโรคโควิด 19 ชนิดรุนแรง ดังนั้นในการป้องกันการระบาดของโรคโควิด 19 ที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล หลายโรงพยาบาลก็จึงมีการใช้วิธีการป้องกันแบบผสมผสาน (multi-layered preventive strategies) เช่น การสวมหน้ากากกันทั่วหน้า (universal masking) การตรวจชนิด RT-PCR สำหรับเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์กลุ่มอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (เชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2) การตรวจคัดกรองอาการและความเชื่อมโยงในทางระบาดวิทยา (epidemiologic links) ของผู้ป่วย ผู้ดูแลประจำบ้าน (resident caregiver) และบุคลากรทางการแพทย์ รวมทั้งการได้รับวัคซีน

นับตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นต้นมา หลายประเทศได้มีการดำเนินการฉีดวัคซีนโควิด 19 ไปแล้ว แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีกรณีการติดเชื้อภายหลังการได้รับวัคซีน (breakthrough infections) เกิดขึ้นจากการอุบัติขึ้นมาของสายพันธุ์เดลต้าและสายพันธุ์โอไมครอน และภูมิคุ้มกันที่ได้รับการกระตุ้นจากวัคซีนซึ่งก็มีการเสื่อมถอยลงไป (waning vaccine-induced immunity)^{2,3} มีรายงานเมื่อไม่นานมานี้ที่เสนอแนะว่าผู้ที่ได้รับวัคซีนมาแล้วมีการแพร่กระจายเชื้อไวรัสน้อยกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฉีดวัคซีน^{4,5} แต่อย่างไรก็ตามก็มีรายงานไม่กี่ชิ้นที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้วก็ยังคงสามารถเป็นต้นเหตุของการระบาดได้ เมื่อเร็ว ๆ นี้เราได้พบการระบาดของโรคโควิด 19 ที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาลภายในหออภิบาลผู้ป่วยศัลยกรรม (surgery wards) จำนวน 2 แห่งด้วยกันในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ (tertiary care hospital) แห่งหนึ่ง ในระหว่างช่วงเวลาที่สายพันธุ์เดลต้ากำลังโดดเด่นมีบทบาทสำคัญ จากประสบการณ์ที่เราพบทำให้น่าเชื่อได้ว่าผู้ป่วยที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้วอาจจะกลายเป็นต้นเหตุของการระบาดชนิดแพร่กระจายเป็นวงกว้างอย่างรวดเร็ว (super-spreaders) ได้ และการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne transmission) สามารถถูกขับเคลื่อนจากพัดลมปรับอากาศ (air circulator) ได้

วิธีการ (METHODS)

บริบท (Setting)

การระบาดของโรคโควิด 19 เกิดขึ้นในหอผู้ป่วยศัลยกรรม (surgery wards) 2 แห่ง (วอร์ด A และวอร์ด B) ที่ศูนย์การแพทย์อะซาน (Asan Medical Center) ซึ่งเป็นศูนย์บริการดูแลสุขภาพระดับตติยภูมิขนาด 2,700 เตียงในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ในระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 หอผู้ป่วยทั้ง 2 นี้แบ่งออกเป็น 22 ห้อง คือ เป็นห้องสำหรับผู้ป่วย 5 เตียงจำนวน 5 ห้อง เป็นห้องสำหรับผู้ป่วย 2 เตียงจำนวน 12 ห้อง และเป็นห้องสำหรับผู้ป่วยเตียงเดี่ยวจำนวน 5 ห้อง หอผู้ป่วยทั้ง 2 นี้คัดกรอง (ภาพประกอบที่ 1) ในขั้นตอนก่อนการรับเข้า (pre-admission) ผู้ป่วยทั้งหมดทุกคนได้รับการตรวจคัดกรอง (screened) สำหรับเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 ซึ่งใช้การตรวจหาด้วยวิธี real-time polymerase chain reaction (RT-PCRs) และหลังจากนั้นก็มีการตรวจหาเชื้ออีกในระหว่างที่พักรักษาตัว (วันที่ 4 วันที่ 8 และวันที่ 14) ไม่ว่าผู้ป่วยจะมีอาการหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ผู้ดูแลประจำบ้าน (resident caregivers) ก็มีการตรวจหาเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 เป็นปกติประจำก่อนจะไปโรงพยาบาล รวมทั้งในวันที่ 4 วันที่ 8 และวันที่ 14 ของการดูแลประจำบ้าน (residency) นอกจากนี้แล้วบรรดาผู้ดูแลเหล่านี้ก็ยังได้รับการหาตรวจเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 ถ้าหากว่ามีอาการ (symptoms) หรืออาการแสดง (signs) ใดๆ ของโรคโควิด 19 มีนโยบายที่บังคับให้ทุกคนต้องสวมหน้ากากเมื่ออยู่ในโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามมีบ่อยครั้งที่ผู้ป่วยใน (inpatients) และผู้ดูแล (caregivers) ไม่ได้สวมหน้ากากเมื่ออยู่ในห้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะนอนหลับหรือขณะรับประทานอาหาร



ภาพประกอบที่ 1. แผนผังชั้น (floor plan) ของวอร์ด A และวอร์ด B. ผู้ป่วยโรคโควิด 19 แสดงเป็นหมายเลขผู้ป่วย (case number).

การตอบสนองต่อการระบาด (Response to the outbreak)

ภายหลังจากที่ผู้ป่วยโควิด 19 รายแรกได้รับการยืนยันที่เวิร์ด A แล้ว ผู้ป่วยรายนี้ก็ได้รับการรับเข้าสู่ (admitted) ห้องแยกโรคแรงดันลบ (negative pressure isolation room) ในหอผู้ป่วยโรคโควิด 19 ที่กำหนดไว้ ผู้ป่วยทุกรายและผู้ดูแลรวมทั้งเจ้าหน้าที่พยาบาลในหอผู้ป่วยที่ผู้ป่วยรายแรกพักอาศัยอยู่ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บุคลากรทางการแพทย์คนอื่น ๆ ที่มีการสัมผัส (exposed) ก็ได้รับการตรวจหาเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 บรรดาผู้ป่วยในและผู้ดูแลที่สัมผัสติดต่อกันใกล้ชิด (close contacts) ได้รับการแยกกักตัวในห้องเดียว เจ้าหน้าที่บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสติดต่อกันใกล้ชิดก็ได้รับการกักตัว (quarantined) มีการดำเนินการสอบสวนทางระบาดวิทยา (epidemiologic investigations) ผู้ที่มีการติดต่อสัมผัส (contacts) ทุกรายได้รับการสัมภาษณ์และแยกประเภท (categorized) ตามลักษณะของกิจกรรม ช่วงระยะเวลาของการสัมผัสติดต่อกัน และการใช้อุปกรณ์เครื่องป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ในขณะที่มีการติดต่อสัมผัสนั้น ๆ ผู้ที่มีการสัมผัสติดต่อกันใกล้ชิด (close contacts) ได้รับการนิยามว่า 1) เป็นผู้ที่เคยอยู่ใกล้ชิด (ระยะน้อยกว่า 6 ฟุต) กับผู้ป่วยต้นปัญหา (index) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 นาทีภายใน 2 วันนับจากวันที่มีการพัฒนาอาการ หรือภายใน 2 วันนับจากวันที่เก็บตัวอย่างที่มีผลการตรวจเป็นบวกในขณะที่ผู้ป่วยต้นปัญหาไม่มีการแสดงอาการ (asymptomatic); 2) เป็นผู้ป่วยใน (inpatient) หรือผู้ปกครองดูแล (guardians) ที่เคยใช้ห้องร่วมกัน (ห้องผู้ป่วยรวม) กับผู้ป่วยต้นปัญหา หรือผู้ใดก็ตามที่เคยรับประทานอาหารร่วมกันกับผู้ป่วยต้นปัญหา (เทียบเท่ากับการสัมผัสติดต่อกัน “ครอบครัวยุคใหม่”); หรือ 3) เป็นผู้ที่เคยสัมผัสติดต่อกับผู้ป่วยต้นปัญหาเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่มีการก่อละอองลอย (aerosol-generating event) ในขณะที่เขาเหล่านั้นไม่ได้สวมอุปกรณ์เครื่องป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม (หน้ากากชนิด N95 หรือชนิดที่เทียบเท่ากับหน้ากากชนิด FFP2) กระบังป้องกันใบหน้า (face shield)/ แว่นตากันลม (goggles) เลือกรัด และถุงมือ มีผู้ที่มีการสัมผัสติดต่อบนไม่ใกล้ชิด (non-close contacts) จำนวน 6 รายที่ถูกจัดเป็นผู้ที่ไม่เข้าเกณฑ์ของผู้ที่มีการสัมผัสติดต่อกันใกล้ชิด แต่ก็มีผู้สัมผัสติดต่อกันในด้านระยะเวลา (temporal) หรือด้านพื้นที่ (spatial) ที่มีความเป็นไปได้กับผู้ป่วยต้นปัญหา เมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ก็จะมีการตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS) ในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยต้นปัญหา (index case) และผู้ป่วยที่ติดเชื้อในลำดับทุติยภูมิ (secondary case) เพื่อยืนยัน (confirm) หรือปฏิเสธ (refute) ถึงการติดเชื้อ การติดเชื้อในผู้ป่วย ในบุคลากรทางการแพทย์ และในผู้ดูแลที่มีข้อมูลการตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS data) ที่แสดง sequences ที่มี single-nucleotide polymorphism มากกว่า 2 ได้รับการพิจารณาว่าไม่สัมพันธ์กับกลุ่มก้อน (not cluster-related)

การตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS)

เพื่อที่จะตรวจวิเคราะห์ genomic sequences ของเชื้อไวรัสจากตัวอย่างของผู้ป่วยต้นปัญหา (index sample) อาร์เอ็นเอของไวรัสจึงได้รับการสกัด (extracted) โดยใช้ชุดสกัดสารพันธุกรรมชนิด QIAamp viral RNA Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany) ในการเพาะแยกเชื้อ (isolate) อาร์เอ็นเอไวรัสซาร์ส-โควี- 2 ที่บริสุทธิ์ ไรโบโซมอล อาร์เอ็นเอของมนุษย์ (human ribosomal RNA) ได้รับการ deplete โดยใช้ NEBNext rRNA Depletion Kit (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA) Libraries ได้รับการจัดเตรียมโดยใช้โปรโตคอลของ TruSeq RNA sample prep kit v2 (Illumina, San Diego, CA, USA) libraries ที่ได้รับการ enrich แล้วได้รับการหาปริมาณ (quantified) โดยใช้ Kapa Library Quantification Kit (Roche, Basel, Switzerland) และการทำ sequencing ทั้งหมดดำเนินการโดยใช้ Miseq platform (Illumina) with Miseq reagent kit v2 (300 cycles) (Illumina) การตรวจวิเคราะห์ sequencing ทำโดยใช้ CLC Genomics Workbench 10 (QIAGEN) Base-called reads ใน FASTQ ได้รับการ trimmed และ mapped กับ reference sequence (NCBI Reference: NC_045512)

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัย (RESULTS)

รายละเอียดของผู้ป่วยต้นปัญหาและการควบคุมการติดเชื้อ (Description of the index case and infection control)

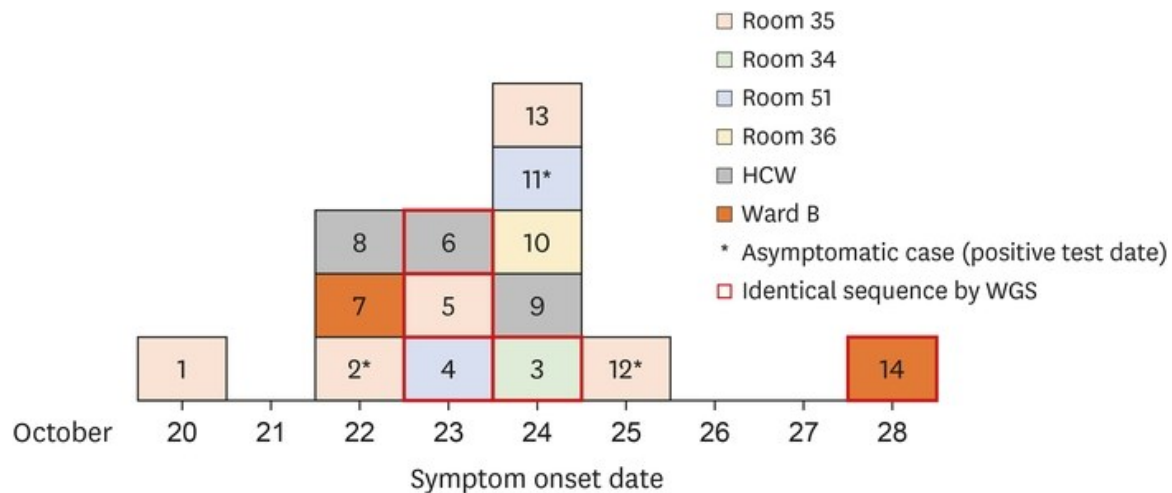
ในวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ผู้ป่วยเพศชายอายุ 60 ปี (ผู้ป่วยรายที่ 1) ได้รับการเข้าพักรักษาตัวในโรงพยาบาลเนื่องจากมีอาการปวดท้อง (abdominal pain) ผู้ป่วยรายนี้มีประวัติอาการท้องอืดลำไส้อุดตันกำเริบบ่อย ๆ (recurrent mechanical ileus) หลังจากการผ่าตัดลำไส้ใหญ่และทวารหนักผ่านทางกล้องส่อง (laparoscopic abdominoperineal resection) อันเนื่องมาจากโรคมะเร็งทวารหนัก (anal cancer) หลังจากการตรวจประเมินอาการลำไส้อุดตัน (mechanical ileus) แล้วผู้ป่วยถูกส่งไปที่ห้องผู้ป่วยขนาด 6 เตียง (ห้องหมายเลข 35) ในวอร์ด A ผลการตรวจหาเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 โดยวิธี PCR ในวันแรกรับเข้าพักรักษาตัวในโรงพยาบาลมีผลเป็นลบ ก่อนหน้านั้น 3 วัน (วันที่ 16 ตุลาคม) ผู้ป่วยรายนี้ได้ไปที่ตลาดตองแตม (Dongdaemun market) และรับประทานอาหารในภัตตาคารอาหารจีนแห่งหนึ่งซึ่งมีการระบาดใหญ่เกิดขึ้นที่นั่น ในวันที่ 20 ตุลาคมผู้ป่วยรายนี้มีการพัฒนาอาการต่าง ๆ รวมทั้งอาการไอแห้ง ๆ และหนาวสั่น ในวันที่ 4 ของการเข้าพักรักษาตัวในโรงพยาบาล (วันที่ 22 ตุลาคม) มีการตรวจหาเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 โดยวิธี PCR เพื่อการตรวจคัดกรองทุกคน (universal screening purposes) ซึ่งการตรวจตัวอย่างของผู้ป่วยรายนี้มีผลเป็นบวก (ค่า Ct value สำหรับยีน E = 21.04) ผู้ป่วยรายนี้เคยได้รับวัคซีน ChAdOx1-nCoV19 เข็มที่ 2 เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม (56 วันก่อนหน้าได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าป่วยเป็นโรคโควิด 19) ภาพจากกล้องวงจรปิดแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยรายที่ 1 นี้ มีการเดินไปเดินมาตามบริเวณทางเดินทั้งหมดของวอร์ด A และวอร์ด B สำหรับการฝึกให้ลุกจากเตียงและเดินไปมา (ambulation treatment) โดยที่ผู้ป่วยมีการสวมหน้ากาก

ในทันทีที่มีการระบุตัวผู้ป่วยรายที่ 1 แล้ว ผู้ป่วยทั้งหมดทุกรายรวมทั้งผู้ดูแลในวอร์ดนั้นก็ได้รับการตรวจหาเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 โดยวิธี PCR ซึ่งมีการตรวจซ้ำในทุก ๆ 3 วันจนกระทั่งผ่านไป 14 วันหลังจากการสัมผัสครั้งสุดท้าย (last exposure) และ/หรือในทันทีที่อาการต่าง ๆ มีการพัฒนาขึ้นมา มีผู้ป่วยร่วมห้องกับผู้ป่วยรายที่ 1 จำนวน 4 ราย (ผู้ป่วยรายที่ 2 รายที่ 5 รายที่ 12 และรายที่ 13) ผู้ป่วยในจำนวน 2 รายที่พักอยู่ในห้องถัดไปติดกันกับห้องของผู้ป่วยต้นปัญหา (ผู้ป่วยรายที่ 3 และรายที่ 10) ผู้ป่วยในจำนวน 2 รายที่พักอยู่ห่างไกลจากห้องของผู้ป่วยต้นปัญหา (ผู้ป่วยรายที่ 4 และรายที่ 11) และเจ้าหน้าที่พยาบาล 1 คน (ผู้ป่วยรายที่ 6) ผู้ซึ่งดูแลผู้ป่วยรายที่ 4 และรายที่ 11 มีผลการตรวจเป็นบวกภายใน 3 วันหลังจากผู้ป่วยต้นปัญหาได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าป่วยเป็นโรคโควิด 19 (ตารางที่ 1) นอกจากนี้แล้วก็มีแพทย์ประจำบ้าน (resident doctor) จำนวน 2 คน (ผู้ป่วยรายที่ 8 และรายที่ 9) ซึ่งพักอยู่ในห้องพักแพทย์เวร (ซึ่งอยู่ในวอร์ดเดียวกันนั้น) ที่มีผลการตรวจเป็นบวก ถึงแม้ว่าไม่เคยมีการสัมผัสติดต่อกับผู้ป่วยต้นปัญหาหรือกับผู้ป่วยรายอื่น ๆ ผู้ป่วยรายที่ 4 และรายที่ 11 เป็นผู้ที่มีการสัมผัสติดต่อกับใกล้ชิดซึ่งกันและกัน เนื่องจากว่าเป็นผู้ป่วยร่วมห้องเดียวกัน (ห้อง 2 เตียง) จากวันที่ 18 ตุลาคม จนถึงวันที่ 23 ตุลาคม (ภาพประกอบที่ 1) นอกจากนี้แล้วผู้ป่วยรายที่ 8 และรายที่ 9 ก็มีการพักอยู่ในห้องพักแพทย์เวร (on-call room) ในช่วงเวลาเดียวกัน (≥ 15 นาที) และแพทย์ทั้ง 2 ท่านนี้ก็ได้แถลงว่าพวกเขาได้มีการพูดคุยกันโดยที่ไม่ได้สวมหน้ากาก ผู้ป่วยรายที่ 7 ผู้ซึ่งเป็นผู้ดูแลได้พักอยู่ในวอร์ด B เป็นเวลา 5 วัน และได้รับการตรวจสำหรับเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ภายหลังจากที่มีการพัฒนาอาการปวดกล้ามเนื้อ (myalgia) ในวันที่ 23 ตุลาคม ในวันที่ 28 ตุลาคม เจ้าหน้าที่ผู้เจาะเลือดและเก็บตัวอย่างเลือด (phlebotomist) ผู้ซึ่งเก็บตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลโดยผู้ป่วยรายที่ 7 ก็มีผลการตรวจเป็นบวกด้วยเช่นกัน เส้นโค้งการระบาด (epidemic curve) ซึ่งอิงตามวันที่เริ่มแสดงอาการแสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2.

ตารางที่ 1. รายการผู้ป่วยโรคโควิด 19

No.	Age	Sex	Patient/caregiver/HCW	Ward/room	History of vaccination	Symptom onset date	First positive test date	Initial cycle threshold value	Close contact/casual contact	WGS results
1	60	Male	Patient	A/35	ChAdOx1 nCoV-19 #2 (Aug 27)	Oct 20	Oct 22	20.51	Index	Not done
2	48	Female	Caregiver	A/35	mRNA-1273 #1 (Sep 14)	None	Oct 22	36.15	Close contact with index	Fail
3	46	Female	Patient	A/34	None	Oct 24	Oct 22	21.40	Casual contact with index	Group 1 - 1 nucleotide difference to others
4	42	Female	Patient	A/51	None	Oct 23	Oct 23	15.94	Casual contact with index	
5	79	Male	Patient	A/35	BNT162b2 #2 (Jun 29)	Oct 23	Oct 23	27.99	Close contact with index	Group 1
6	41	Female	HCW	A	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (May 31)	Oct 23	Oct 23	24.25	Casual contact with index	Group 1
7	31	Female	Caregiver	B/2	None	Oct 22	Oct 23	30.42	Casual contact with index	Fail
8	31	Male	HCW	-	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (Jun 1)	Oct 22	Oct 23	24.69	Casual contact with index	Not done
9	32	Male	HCW	-	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (Jun 4)	Oct 24	Oct 24	33.88	Casual contact with index	Fail
10	65	Male	Patient	A/36	None	Oct 24	Oct 24	30.53	Casual contact with index	Not done
11	69	Female	Patient	A/51	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (Aug 20)	None	Oct 24	31.01	Casual contact with index	Not done
12	70	Male	Patient	A/35	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (Sep 9)	None	Oct 25	26.53	Close contact with index	Not done
13	70	Male	Patient	A/35	ChAdOx1-nCoV-1 #1 (Jun 14)	Oct 24	Oct 25	Outside	Close contact with index	Not done
14	30	Female	HCW	B/2	ChAdOx1-nCoV-1 #2 (Jun 4)	Oct 28	Oct 28	21.99	Casual contact with Case 7	Group 1

HCW = healthcare worker (บุคลากรทางการแพทย์), WGS = whole-genome sequencing (การตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส)



ภาพประกอบที่ 2.

เส้นโค้งการระบาด.HCW = healthcare worker (บุคลากรทางการแพทย์), WGS = whole-genome sequencing (การตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส).

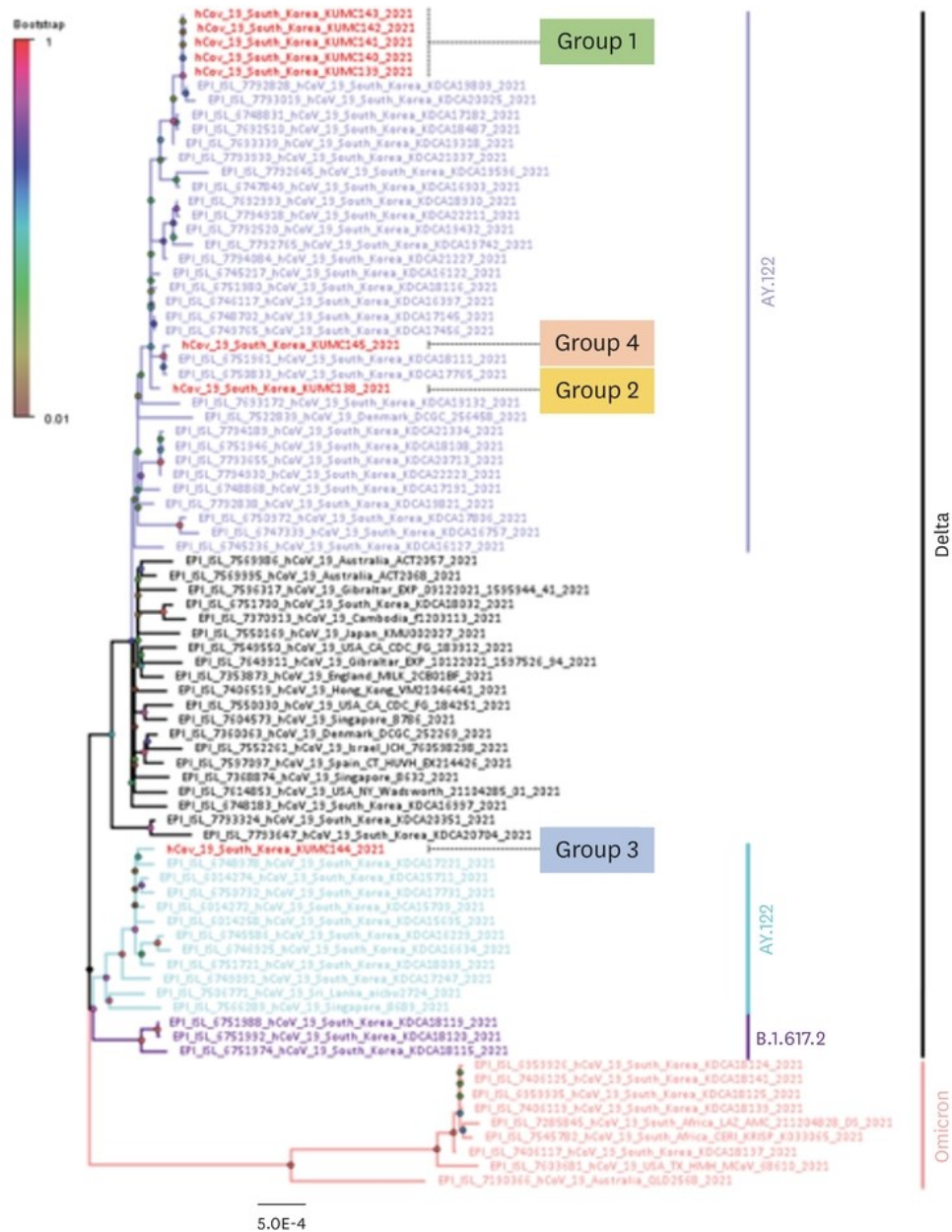
เมื่ออิงตามเส้นโค้งการระบาดนี้และการสอบสวนทางระบาดวิทยา (epidemiologic investigation) ต่อไป เราได้ตั้งสมมติฐานว่าผู้ป่วยรายที่ 1 (ผู้ซึ่งมีความเชื่อมโยงทางระบาดวิทยากับการระบาดในชุมชนและมีการเริ่มต้นแสดงอาการแรกสุด) เป็นผู้ป่วยที่ติดเชื้อเป็นรายแรกหรือผู้ป่วยต้นปัญหา (index) และผู้ป่วยรายที่เหลือ (ผู้ป่วยรายที่ 2 ถึงรายที่ 13) เป็นผู้ป่วยที่ติดเชื้อในลำดับทุติยภูมิ (secondary cases) ในบรรดาผู้ป่วยที่ติดเชื้อในลำดับทุติยภูมิ (secondary cases) จำนวน 12 รายนี้มีอยู่เพียง 4 รายเท่านั้น (ผู้ป่วยรายที่ 2 รายที่ 5 รายที่ 12 และรายที่ 13) ที่มีการสัมผัสใกล้ชิด (close contact) กับผู้ป่วยต้นปัญหา (index) ภาพจากกล้องวงจรปิดแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยรายที่ 3 และรายที่ 7 มีการเดินไปเดินมาในบริเวณทางเดิน (corridor) ในช่วงเวลาเดียวกันกับผู้ป่วยต้นปัญหาแต่เป็นเวลา ≤ 15 นาที นอกจากนี้ผู้ป่วยรายที่ 14 ก็ไม่เคยไปที่เวิร์ด A อย่างไรก็ตามผู้ป่วยรายนี้ก็เคยมีการสัมผัสแบบบังเอิญ (casual contact) กับผู้ป่วยรายที่ 7 (ภายในระยะห่างกัน 2 เมตร เป็นเวลา 3 นาทีโดยที่ไม่มีการสนทนาพูดคุยกัน) ดังนั้นจึงทำให้เชื่อได้ว่าผู้ป่วยรายนี้เป็นผู้ติดเชื้อในลำดับตติยภูมิ (tertiary case) ที่ได้รับเชื้อไวรัสมาจากผู้ป่วยรายที่ 7 ในบรรดาผู้ป่วยที่ติดเชื้อในลำดับทุติยภูมิ และลำดับตติยภูมิจำนวน 13 รายนี้มีอยู่จำนวน 7 รายที่ได้รับการฉีดวัคซีนครบถ้วนแล้ว (fully vaccinated) และจำนวน 2 รายได้รับการฉีดวัคซีนเป็นบางส่วน (partially vaccinated) สำหรับผู้ติดเชื้อที่ได้รับการฉีดวัคซีนครบถ้วนแล้วค่ากลางมัธยฐาน (median) ของจำนวนวันนับจากวันที่ได้รับวัคซีนเข็มที่ 2 ไปจนถึงวันที่มีการตรวจวินิจฉัยว่าป่วยเป็นโรคโควิด 19 คือ 142 วัน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับ 65 – 145)

การไหลเวียนของอากาศในห้องพักแพทย์เวรประจำวัน (Airflow in the resident on-call room)

หลังจากที่ผู้ป่วยรายที่ 8 และรายที่ 9 ได้รับการยืนยันแล้ว แพทย์ประจำบ้าน (resident doctors) ทุกคนที่พักอยู่ในห้องแพทย์เวรของวอร์ด A และวอร์ด B ก็ได้รับการตรวจไวรัสซาร์ส-โควี-2 โดยวิธี PCR ทุก ๆ 2 วันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลที่ได้ก็คือมีแพทย์ประจำบ้าน (resident doctors) จำนวน 2 รายจากจำนวนทั้งสิ้น 12 ราย (ผู้ป่วยรายที่ 8 และรายที่ 9) ที่พักอยู่ในห้องพักแพทย์เวรของวอร์ด A มีผลการตรวจเป็นบวก ไม่มีรายใดในจำนวน 9 รายที่พักอยู่ในห้องพักแพทย์เวรของวอร์ด B ที่มีผลการตรวจเป็นบวก พัดลมปรับอากาศ (air circulator) ในห้องพักแพทย์เวรของวอร์ด A มีการเปิดทำงานอย่างต่อเนื่อง (ภาพประกอบเสริมที่ 1) ในขณะที่ไม่มีพัดลมปรับอากาศในห้องพักแพทย์เวรประจำวันของวอร์ด B แพทย์ประจำบ้าน (residents) ในห้องพักแพทย์เวรของวอร์ด A แถลงว่าพวกเขาเปิดประตูห้องไว้ตลอดเวลา การทดสอบควันไฟ (smoke test) มีการแสดงว่าเมื่อเปิดพัดลมปรับอากาศ อากาศจะถูกดูดเข้าไปในห้องจากบริเวณทางเดิน (corridor) ภาพจากกล้องวงจรปิดแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยต้นปัญหา (ผู้ป่วยรายที่ 1) มีการเดินไปเดินมาและพูดคุยในบริเวณทางเดินนอกห้องพักแพทย์เวรประจำวัน

การตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS)

การตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัสเผยให้เห็นว่าในบรรดาผู้ป่วยจำนวน 14 รายที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าป่วยเป็นโรคโควิด 19 นั้น มีอยู่ 5 รายที่มีตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (ผู้ป่วยรายที่ 3 – 6 และรายที่ 14) พร้อมกับตัวอย่างจากผู้ป่วยอื่น ๆ จำนวน 3 รายที่ไม่มีความเชื่อมโยงทางระบาดวิทยา (non-epidemiologic-linked cases) ที่โรงพยาบาลของเรา ทั้งหมด 8 รายนี้เป็นสายพันธุ์เซลล์ดำ จำนวน 4 รายในกลุ่ม (cluster) นี้ (ผู้ป่วยรายที่ 4 – 6 และรายที่ 14) เป็นที่พักพิง (harbored) ให้แก่ลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างเดียวกัน (identical sequences) ในขณะที่ sequence จากผู้ป่วยรายที่ 3 มีการแสดงความผันแปรของ nucleotide เพียงหนึ่งเดียว (single nucleotide difference) ซึ่งทำให้น่าเชื่อได้ว่าทั้งหมดทั้ง 5 รายนี้ได้รับเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 มาจากแหล่งที่มาที่เหมือนกัน (identical source) (กลุ่มที่ 1) ตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่างที่ไม่มีความเชื่อมโยงทางระบาดวิทยากับกลุ่ม (cluster) ที่วอร์ด A และวอร์ด B ทั้งหมดล้วนมีการแสดง sequences ที่แตกต่างกัน (กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4) (ภาพประกอบที่ 3)



ภาพประกอบที่ 3. Phylogenetic tree ของ sequences ของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์กลุ่มอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงจากศูนย์การแพทย์อะซาน (Asan Medical Center). A phylogenetic tree สร้างขึ้นโดยการใช่วิธี maximum likelihood method (1000 replicates) ในโปรแกรม MEGA X. Bootstrap scores แสดงไว้ที่แต่ละ node. สีของกิ่งก้าน (branch) ที่ต่างกันหมายถึง clades และ subclades ที่แตกต่างกัน. The scale bar บ่งชี้ถึงจำนวนของ nucleotide substitution ต่อ site.

การอภิปราย (DISCUSSION)

ในการศึกษาวิจัยนี้เรารายงานกลุ่มก่อนของการติดเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 สายพันธุ์เดลต้าในโรงพยาบาล (ผู้ติดเชื้อลำดับทุติยภูมิและลำดับตติยภูมิจำนวน 13 ราย) ที่เกิดจากผู้ป่วยที่ได้รับการฉีดวัคซีนครบถ้วนแล้ว (fully vaccinated patient) ปรากฏว่าการแพร่กระจายเชื้อได้รับการเชื้อจากปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่างด้วยกัน ได้แก่การตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยต้นปัญหา (index case) ที่ล่าช้า ทั้ง ๆ ที่ผู้ป่วยมีการแสดงอาการต่าง ๆ แล้ว การฝึกให้ลูกจากเตียงและเดินไปมา (ambulation) อยู่บ่อย ๆ ของผู้ป่วยต้นปัญหา (index patient) ในบริเวณทางเดิน และการใช้พัดลมปรับอากาศ (air circulator) ซึ่งอาจจะมีการเคลื่อนย้ายอากาศที่ปนเปื้อนจากบริเวณทางเดินเข้าสู่ห้องพักของแพทย์เวรได้

มีหลักฐานเพิ่มมากขึ้นที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ได้รับวัคซีนแล้วมีความเป็นไปได้ในการแพร่กระจายเชื้อไวรัสน้อยกว่าผู้ที่ไม่ได้รับวัคซีน^{4,5} อย่างไรก็ตามมีรายงานอยู่ไม่กี่ชิ้นเกี่ยวกับการระบาดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial outbreaks) จากผู้ป่วยต้นปัญหาที่ได้รับการฉีดวัคซีนครบถ้วนแล้ว (fully vaccinated index) มีงานวิจัยชิ้นหนึ่งจากประเทศอิสราเอลที่รายงานเกี่ยวกับการระบาดที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล ซึ่งเกี่ยวข้องโยงใยกับผู้ป่วยจำนวน 42 ราย และรวมถึงเจ้าหน้าที่ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวของผู้ป่วยรายหนึ่งซึ่งได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้วในระหว่างช่วงเวลาที่ยาพันธุ์เดลต้ากำลังมีบทบาทสำคัญ⁷ ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่ของผู้ป่วยเป็นผู้ที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้ว แต่ช่วงเวลา (interval) นับจากวันที่ได้รับวัคซีนไปจนถึงวันที่มีการตรวจวินิจฉัยโดยเฉลี่ย (ค่ากลางมัธยฐาน) อยู่ที่ 25 สัปดาห์ (≤ 6 เดือน) ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้เขียนผลงานการศึกษาวิจัยนี้จึงเสนอแนะว่าระดับของภูมิคุ้มกันที่ลดลง (waning immunity) น่าจะเป็นเหตุผลที่มีความเป็นไปได้สำหรับการระบาดครั้งใหญ่ในทำนองเดียวกันเราก็พบว่าจำนวนวันโดยเฉลี่ย (ค่ากลางมัธยฐาน) จากวันที่ได้รับวัคซีนไปจนถึงวันที่มีการตรวจวินิจฉัยสำหรับผู้สัมผัสติดต่อกับผู้ที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้ว (fully vaccinated contacts) อยู่ที่ 142 วัน (≤ 5 เดือน) ด้วยเหตุนี้ระดับของภูมิคุ้มกันที่ลดลง (waning immunity) จึงอาจจะมีส่วนในการแพร่กระจายเชื้อ ถึงแม้ว่าการได้รับวัคซีนเป็นเครื่องมือสำคัญในการลดการแพร่กระจายเชื้อ แต่วิธีการในเชิงป้องกันอื่น ๆ และมาตรการต่าง ๆ ในการจำกัดควบคุมการติดเชื้อก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่ ตามที่มีการเสนอแนะในรายงานก่อนหน้านี้เกี่ยวกับกระบวนที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาลในระหว่างช่วงเวลาที่สายพันธุ์เดลต้ากำลังมีบทบาทสำคัญ^{8,9} การตรวจผู้ป่วยต้นปัญหาที่มีการดำเนินการหลังจากที่ผู้ป่วยเริ่มแสดงอาการไปแล้ว 2 วัน ดังนั้นการตรวจวินิจฉัยและการแยกกักตัวจึงมีการล่าช้าตามไปด้วย ก่อนหน้านี้เราได้พบว่าผู้ที่ทำให้เกิดเชื้อ (infectors) ซึ่งแพร่กระจายเชื้อไวรัสนี้มีแนวโน้มที่จะมีช่วงระยะเวลานับจากเริ่มแสดงอาการ (symptom onset) ไปจนถึงการแยกกักตัว (isolation) ยาวนานกว่าผู้ที่ไม่ทำให้เกิดเชื้อ (non-infectors) ($P = 0.083$).⁶ ดังนั้นความสำคัญของการตรวจคัดกรองอาการซึ่งขึ้นกับบุคคล (subjective symptom screening) สำหรับผู้ป่วยในและผู้ดูแลจึงไม่สามารถถูกเน้นย้ำ (overemphasized) ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ยากในการดำเนินการในบริบทของสถานการณ์จริง (real-world setting)

เราสังเกตพบการแพร่กระจายเชื้อไปยังผู้ที่ไม่มีสัมผัสใกล้ชิด (non-close contacts) อยู่บ่อยครั้ง ซึ่งจริง ๆ แล้วน้อยกว่าหนึ่งในสามของผู้ป่วยได้รับการจัดประเภท (classified) ให้เป็นผู้ที่มีการสัมผัสใกล้ชิด (close contacts) ก่อนหน้านี้เราได้เคยรายงานว่ามากกว่าหนึ่งในสี่ของการแพร่กระจายเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ในช่วงก่อนหน้าการระบาดของสายพันธุ์เดลต้า (pre-delta era) เกิดขึ้นกับผู้ที่ไม่มีการสัมผัสใกล้ชิด (non-close contacts)¹⁰ เนื่องจากว่าสายพันธุ์เดลต้ามีความสามารถในการแพร่กระจายเชื้อได้มากกว่าสายพันธุ์ที่ได้รับการระบุขึ้นก่อนหน้านี้ ดังนั้นสัดส่วน (proportion) ของผู้ที่ไม่มีการสัมผัสใกล้ชิด (non-close contacts) ในจำนวนของผู้สัมผัสติดต่อกับทั้งหมด (total contacts) จึงอาจจะเพิ่มสูงขึ้น ถึงแม้ว่าเราอาจจะไม่สามารถทำการตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS) สำหรับผู้ป่วยทั้งหมดทุกรายได้ แต่เราก็พบว่าผู้ที่มีการสัมผัสแบบบังเอิญ (casual contacts) อย่างน้อย 3 ราย ซึ่งรวมถึงผู้ป่วยที่พักอยู่ในห้องอื่น เจ้าหน้าที่พยาบาล 1 คน และผู้ที่มีการสัมผัสแบบบังเอิญอีก 1 คน จากผู้ป่วยที่ติดเชื้อในลำดับทุติยภูมิ (secondary case) มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับกลุ่มก้อนนี้ (cluster-related) ในทางกลับกันการติดเชื้อปกติทั่วไป (common infection) ในผู้ที่ไม่มีสัมผัสใกล้ชิด (non-close contacts) อาจจะเป็นข้อจำกัด (limitation) ของการสอบสวนทางระบาดวิทยา (epidemiologic investigation) โดยผ่านการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ภาพจากกล้องวงจรปิด จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไปเพื่อค้นคว้าให้แน่ใจเกี่ยวกับสัดส่วน (proportion) ของผู้ที่ไม่มีการสัมผัสใกล้ชิด (non-close contacts) ที่ในที่สุดก็ได้รับการตรวจวินิจฉัยว่าติดเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 (สายพันธุ์เดลต้า และ/หรือสายพันธุ์โอมิครอน)

ถึงแม้ว่าผู้ป่วยรายที่ 7 และรายที่ 8 ไม่มีการสัมผัสติดต่อกับผู้ป่วยต้นปัญหา (index) หรือกับผู้ป่วยรายอื่น ๆ แต่เราก็เชื่อว่าผู้ป่วย 2 รายนี้มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ (spatial association) ผู้ป่วยทั้ง 2 รายนี้แถลงว่าพวกเขามีการเปิดประตูห้องพักแพทย์เวรและเปิดพัดลมปรับอากาศ (air circulator) อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเราจึงได้ทำการศึกษากาโรไลเวียนของอากาศโดยใช้การทดสอบควันไฟ (smoke test) เมื่อพัดลมปรับอากาศถูกเปิดการไหลเวียนของอากาศก็ถูกควบคุมให้ไหลจากบริเวณทางเดินไปยังห้องพักแพทย์เวรห้องนั้น ในขณะที่แพทย์ประจำบ้าน (resident doctors) 2 คนในจำนวน 12 คน

มีการติดเชื้อโควิด 19 ในระหว่างที่พักรักษาตัวในหอพักแพทย์โดยที่พัสดมปรับอากาศเปิดทำงานอยู่นั้น แพทย์ประจำบ้านจำนวน 9 คนที่พักรักษาตัวในหอพักแพทย์หออีกห้องหนึ่งที่ไม่มีการระบายอากาศกลับไม่มีใครติดเชื้อเลย เนื่องจากผู้ป่วยต้นปัญหา (index case) มีการเดินไปมาอยู่บ่อย ๆ ในบริเวณทางเดินหน้าหอพักแพทย์หอหนึ่งนั้น เราจึงเชื่อว่าพัสดมปรับอากาศอาจจะเป็นตัวที่เชื้อให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อ สิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เครื่องปรับอากาศในบริบทของโรงพยาบาลที่จะต้องระมัดระวัง

การศึกษานี้มีข้อจำกัด (limitations) อยู่หลายอย่าง ประการแรกเราไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมทั้งจีโนมของเชื้อไวรัส (WGS) ในตัวอย่างทั้งหมด เพราะว่าตัวอย่างที่ส่งตรวจหลายตัวอย่างมีความไม่เหมาะสมเนื่องจากมีปริมาณไวรัสต่ำ (low viral load) และโดยเฉพาะเราไม่มีตัวอย่างที่ส่งตรวจจากแพทย์ประจำบ้านที่พักรักษาตัวในหอพักแพทย์หอหนึ่งนั้น ดังนั้นผู้ป่วย 2 รายนี้จึงอาจจะไม่มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มก้อนผู้ติดเชื้อนั้น แต่อย่างไรก็ตามการสอบสวนทางระบาดวิทยาอย่างละเอียดและการติดตามผู้สัมผัสใกล้ชิด (contact tracing) ก็เปิดเผยให้เห็นว่าไม่มีแหล่งที่มาอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ในกรณีของผู้ป่วย 2 รายนี้ ข้อจำกัดประการที่ 2 คือเราไม่สามารถทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (computational analysis) สำหรับผลที่ได้จากการศึกษาการไหลเวียนของอากาศได้ ประการสุดท้ายเราขาดหลักฐานโดยตรง (direct evidence) ที่ตัดความเป็นไปได้ของการมีอยู่ของผู้ป่วยต้นปัญหารายอื่นที่อาจจะเป็นไปได้ (หลักฐานจริงเพียงอย่างเดียวสำหรับผู้ป่วยต้นปัญหารายนี้ก็คือว่าผู้ป่วยรายนี้มีการเริ่มต้นแสดงอาการแรกสุด) อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ทางระบาดวิทยาอย่างกว้างขวางโดยทีมควบคุมการติดเชื้อของเราบ่งชี้ว่าไม่มีผู้ป่วยรายอื่นใดที่มีความเชื่อมโยงทางระบาดวิทยากับการระบาดอื่น ๆ ในชุมชน ผู้ป่วยรายที่ 2 ไม่มีการแสดงอาการและมีค่า Ct value ที่สูง (ปริมาณไวรัสต่ำ) และผู้ป่วยรายนี้ได้พักรักษาตัวในหอพักผู้ป่วยนั้นมาตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม และมีผลการตรวจโดยวิธี PCR เป็นลบในวันที่ 16 ตุลาคม ดังนั้นการที่ผู้ป่วยรายที่ 2 นี้จะเป็นผู้ป่วยต้นปัญหาจึงมีความเป็นไปได้น้อยกว่า

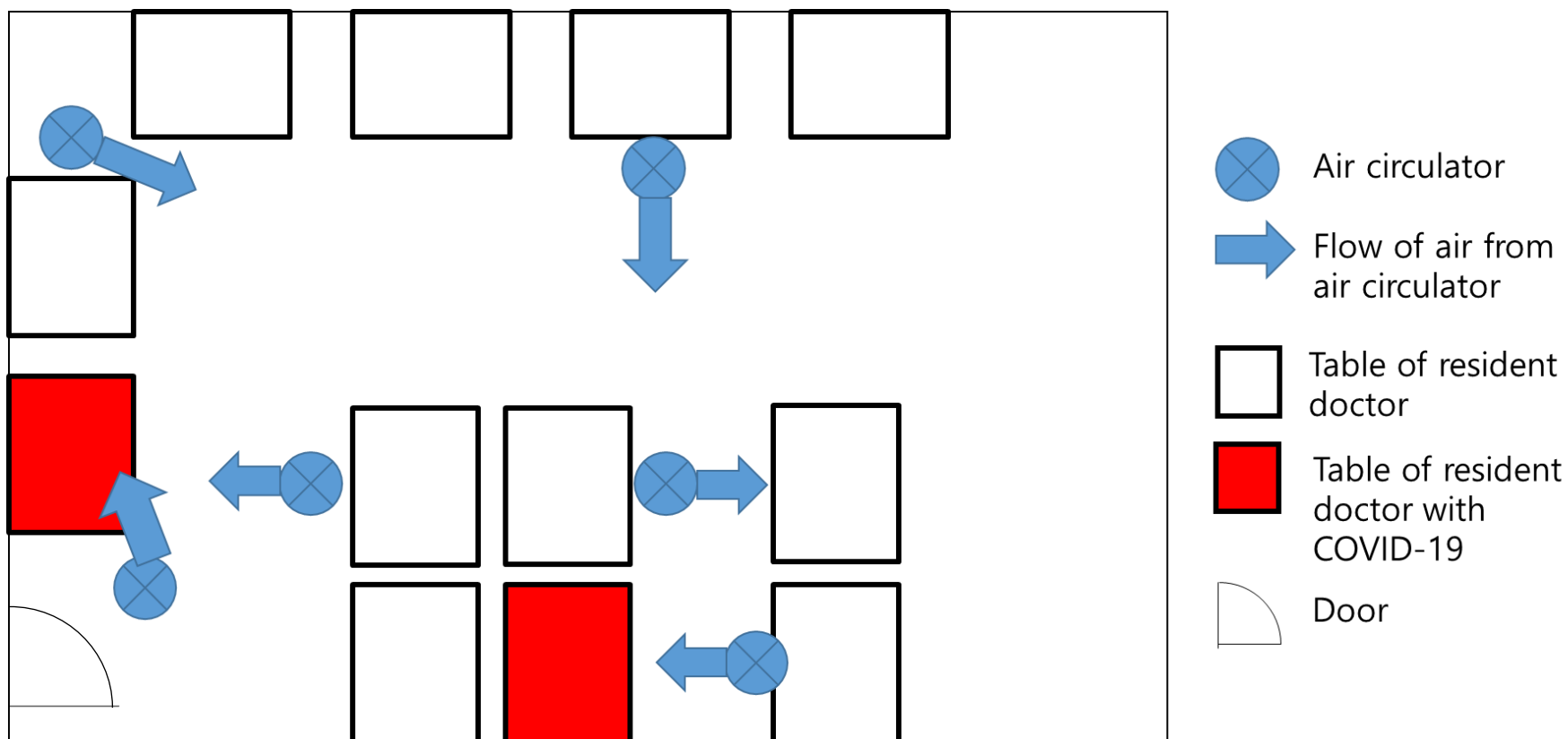
กล่าวโดยสรุป การแพร่กระจายเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 อย่างรวดเร็วจากการติดเชื้อในโรงพยาบาลสามารถเกิดขึ้นได้จากผู้ที่ได้รับวัคซีนครบถ้วนแล้ว การสวมหน้ากากโดยทั่วหน้า (universal masking) การระบายถ่ายเทอากาศที่เพียงพอ การไม่ใช้อุปกรณ์ที่เปลี่ยนการไหลเวียนของอากาศ และการรับรู้การตั้งแต่นั้น ๆ โดยการตรวจอย่างง่ายและรวดเร็ว (rapid testing) ยังคงเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันการระบาดที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial outbreaks)

ข้อมูลเสริม (SUPPLEMENTARY MATERIAL)

ภาพประกอบเสริมที่ 1

แผนผังชั้น (floorplan) แสดงให้เห็นโต๊ะทำงานของแพทย์ประจำบ้านและพัดลมปรับอากาศ (air circulator). ลูกศรแสดงการไหลเวียนของอากาศจากพัดลมปรับอากาศ (A). ภาพห้องจริง ๆ และพัดลมปรับอากาศ (B).

(A)



(B)

