เทคนิคทางห้องปฏิบัติการเพื่อการตรวจติดตาม SARS-CoV-2 ในสิ่งแวดล้อมสำหรับการเฝ้าระวัง ป้องกัน และการควบคุมโรค ในหน่วยบริการสุขภาพ

Laboratory Techniques for Monitoring SARS-CoV-2 in the Environment for Disease Surveillance, Prevention, and Control in Healthcare Facilities

*ชัชวาลย์ เส็งทอง ปร.ด. (ปรสิตวิทยา)**
*ชะญานิษฐ์ พุทธานุ ทพ.ม.***
*วัชรานันท์ จักรช่วย วท.บ. (เทคนิคการแพทย์)**
*ชนิสรา จันทร์เมือง วท.บ. (เทคนิคการแพทย์)**
*กาญจนาพร เอื้อสุวัฒน์ วท.บ. (เทคนิคการแพทย์)**
*อาณัฐ ราตรีพฤกษ์ วท.บ. (เทคนิคการแพทย์)**

** สถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข*
***กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลสุรินทร์ จ.สุรินทร์*

*Chatchawan Sengthong Ph.D. (Parasitology)**
*Chayanit Phutthanu M.MT.***
*Watcharanan Chakchuai B.Sc. (Medical Technology)**
*Chanissara Junmuang B.Sc. (Medical Technology)**
*Kanchanaporn Uasuwat B.Sc. (Medical Technology)**
*Anut Ratreeprueg B.Sc. (Medical Technology)**

**Institute for Urban Disease Control and Prevention, Department of Disease Control, Ministry of Public Health*
***Department of Medical Technology and Clinical Pathology, Surin Hospital, Surin Province*

Received: October 25, 2025
Revised: March 23, 2026
Accepted: March 27, 2026

บทคัดย่อ

การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในสิ่งแวดล้อมเป็นมาตรการสำคัญในการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการตรวจหาการปนเปื้อนเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ของเทคนิคการเก็บตัวอย่าง 2 วิธี ได้แก่ การเก็บตัวอย่างแบบรวมและแบบเฉพาะตำแหน่ง โดยคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวที่บุคคลจำนวนมากมีการสัมผัสร่วมกันเป็นประจำ เช่น ที่จับประตู ราวบันได ก๊อกน้ำ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ภายในหน่วยบริการสุขภาพเขตเมือง เก็บข้อมูลระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2565 นำไปตรวจทางห้องปฏิบัติการหายีน Orf1ab, N และ E ด้วยวิธี Real-time RT-PCR ร่วมกับค่า Cycle Threshold (Ct)

ผลการศึกษาจากทั้งหมด 79 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จำนวน 4 ตัวอย่าง (5.06 %) โดยพบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อไวรัสสูงสุดที่ห้องน้ำชาย ชั้น 1 ได้แก่ ตัวล็อคประตู (Ct 32.82-34.50) และที่จับหัวฉีดชำระ (Ct 30.51-31.17) นอกจากนี้ยังพบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่ก๊อกน้ำอ่างล้างหน้าหญิงชั้น 4 และที่จับประตูทางเข้าชั้น 5 ประสิทธิภาพของเทคนิคการเก็บตัวอย่างพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมแบบรวม มีค่าความไวร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับเทคนิคการเก็บตัวอย่างพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมแบบเฉพาะตำแหน่ง ซึ่งความแตกต่างเฉลี่ยของค่า Ct (ΔCt) ระหว่างสองวิธีคือ 0.8±0.3 รอบ (p>0.05) มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเทคนิคการเก็บตัวอย่างพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมแบบรวมมีประสิทธิภาพ ไม่ทำให้ตัวอย่าง

Corresponding Author: ภาสินี โทอินทร์ *E-mail: pasineethoin@bcnkk.ac.th*

ถูกเจือจาง แม้จะมีปริมาณไวรัสต่ำ นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระงานของห้องปฏิบัติการลงประมาณร้อยละ 50 สามารถนำไปใช้กำหนดมาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ SARS-CoV-2 ในสิ่งแวดล้อมของสถานพยาบาล

คำสำคัญ: SARS-CoV-2 การเก็บตัวอย่างแบบรวม พื้นผิวจุดสัมผัสร่วม จำนวนรอบการขยายสัญญาณ

Abstract

Environmental surveillance for SARS-CoV-2 contamination is a crucial strategy for preventing and controlling nosocomial infections. This study aimed to evaluate the effectiveness of two sampling techniques for detecting SARS-CoV-2 contamination: The Dual-Swab Pooled Sampling technique and the Individual Swab Sampling technique. Samples were collected frequently on high-touch surfaces such as door handles, handrails, faucets, and medical equipment within urban healthcare units. Samples were collected between August and October 2022. The samples were then examined in the laboratory for the Orf1ab, N, and E genes, detected by using Real-time RT-PCR combined with the Cycle Threshold (Ct) value.

The results found a total of 79 samples; the genetic sequence of the SARS-CoV-2 virus was detected in 4 samples (5.06%). The highest levels of viral contamination were found in the male's restroom on the 1st floor, specifically on the door lock (Ct 32.82-34.50) and the spray handle (Ct 30.51-31.17). Additionally, genetic material of the SARS-CoV-2 virus was found on the female's restroom sink faucet on floor 4, and the entrance door handle on floor 5. The efficiency of the Dual-Swab Pooled Sampling technique for high-touch surfaces achieved a sensitivity of 100% compared to the Individual Swab Sampling technique. The average difference in Ct values (ΔCt) between the two methods was 0.8 ± 0.3, with a p-value > 0.05, indicating no statistically significant difference. The study results indicate that the Dual-Swab Pooled Sampling technique is effective, preventing sample dilution even at low viral loads. Furthermore, it reduces laboratory workload by approximately 50% and can be applied to implement measures to prevent the spread of SARS-CoV-2 in the environment of healthcare units.

Keywords: SARS-CoV-2, Dual-Swab Pooled Sampling, High-touch surfaces, Cycle threshold

บทนำ

เดือนมีนาคม พ.ศ.2563 มีรายงานการระบาดของเชื้อไวรัสสายพันธุ์ร้ายแรง SARS-CoV-2 ที่ยังไม่มียารักษาและไม่มีวัคซีนป้องกันการติดเชื้อ มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในสถานบริการสาธารณสุขเป็นจำนวนมากและมีการส่งตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้นทั้งจากหน่วยงานภายในและภายนอกโรงพยาบาล เกิดภาระงานเพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อสู่บุคลากรผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงผู้เข้ารับบริการอื่น ดังนั้นในสถานบริการสาธารณสุขจึงต้องมีการกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยเพื่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมการติดเชื้อในผู้ปฏิบัติงาน เป็นมาตรการที่ช่วยให้บุคลากรทุกคนและผู้มารับบริการมั่นใจในระบบการเฝ้าระวังป้องกัน ควบคุมโรคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพของหน่วยงาน[1]

มีรายงานการศึกษาในสิ่งแวดล้อมพบสารพันธุกรรม (RNA) ของเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 บนพื้นผิวสัมผัส และเชื้อมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมและปริมาณของไวรัสจะลดลงโดยเฉลี่ย 1 $\log_{10}$ ใช้เวลานานถึง 21 วัน[2] มีข้อมูลสนับสนุนจากห้องปฏิบัติการว่าการตรวจพบสารพันธุกรรมของเชื้อ SARS-CoV-2 ที่มีค่า Cycle threshold (Ct)

เท่ากับ 29.3 (พื้นผิวเหล็ก) และเท่ากับ 29.5 (พื้นผิวพลาสติก) สัมพันธ์กับการตรวจพบเชื้อไวรัสจากการเพาะเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ การตรวจพบสารพันธุกรรมของเชื้อ SARS-CoV-2 ที่มีค่า Ct เท่ากับ 32.5 (พื้นผิวเหล็ก) และเท่ากับ 32.7 (พื้นผิวพลาสติก) ให้ผลตรวจไม่พบเชื้อไวรัสจากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ[3] นอกจากนี้ การสำรวจการปนเปื้อนไวรัส SARS-CoV-2 ในสถานพยาบาลประเทศบราซิลระหว่างเดือนกรกฎาคม–ธันวาคม ค.ศ.2020 จากตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 711 ตัวอย่าง เป็นพื้นผิวสัมผัสจากหน่วยทันตกรรม จำนวน 234 ตัวอย่าง ห้องพักแพทย์ จำนวน 177 ตัวอย่าง หน่วยคัดกรอง COVID-19 จำนวน 160 ตัวอย่าง หอผู้ป่วยทั่วไปจำนวน 45 ตัวอย่าง หอผู้ป่วยวิกฤต จำนวน 55 ตัวอย่าง และห้องสุขาผู้ป่วยนอก จำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่า หน่วยทันตกรรมตรวจพบ RNA ของไวรัสบนเครื่องดูดน้ำลาย เข็มฉีดยา ชุดทันตกรรมแบบใช้แล้วทิ้ง แผ่นสะท้อนแสงทางทันตกรรมและเก้าอี้ทำฟัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในตัวอย่างพื้นผิวบนอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น เครื่องช่วยหายใจ วัสดุและเวชภัณฑ์ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment, PPE) ของบุคลากรทางการแพทย์ที่ใช้แล้ว วัสดุที่ไม่ใช่อุปกรณ์ทางการแพทย์ สิ่งอำนวยความสะดวกสาธารณะ เช่น เครื่องพิมพ์ ปุ่มลิฟต์ เตาไมโครเวฟ ก๊อกน้ำ ราวจับ ไดร์เป่าผม ถุงมือ อุปกรณ์ป้องกันดวงตา แผ่นปิดใบหน้า และหัวกดเจลทำความสะอาดมือหลังจากทำหัตถการ โดยพบว่าวัสดุที่ปนเปื้อนมากที่สุดคือเครื่องพิมพ์ (20.0%)หัวกดเจลทำความสะอาดมือ (20.3%) สำหรับ PPE ที่พบปนเปื้อนมากที่สุด คือถุงมือ (15.4%) ส่วนสถานที่พบการปนเปื้อนมากที่สุด คือแผนกหอผู้ป่วยหนักที่รับดูแลโรคปอดบวมจากการติดเชื้อโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ (31.9%) แผนกสูติกรรมแยกเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ (28.1%) และตึกผู้ป่วยแยกสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ (19.6%)[4] จึงมีความจำเป็น ต้องมีการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีความปลอดภัย โดยเพิ่มมาตรการในการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรคอย่างเข้มงวดสม่ำเสมอ การรักษาระบบระบายอากาศที่ดี เสริมสร้างพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อและจัดทำข้อควรระวังในการป้องกันการติดเชื้ออย่างเข้มข้นในองค์กร[5] จะเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายเชื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ[6] สร้างความมั่นใจแก่ผู้ปฏิบัติงานในช่วงที่มีการระบาดอย่างต่อเนื่อง การระบาดของ COVID-19 ระหว่างเดือนธันวาคม 2562 ถึงธันวาคม 2564 พบความชุกของการติดเชื้อในบุคลากรทางการแพทย์ทั่วโลกร้อยละ 11 (95%CI: 9–13) จากกลุ่มตัวอย่าง 283,932 คน โดยมีความแตกต่างตามภูมิภาค ได้แก่ แอฟริกา ร้อยละ 27 (95%CI: 15–45) เอเชียร้อยละ 12 (95%CI: 8–17) และยุโรปร้อยละ 10 (95%CI: 8–14) สาเหตุหลักมาจากการสัมผัสในครัวเรือน (OR 7.07; 95%CI: 3.93–12.73) และการสัมผัสในที่ทำงาน (OR 1.79; 95% CI: 1.49–2.14)[7] นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของเชื้อ SARS-CoV-2 ในโรงพยาบาล เช่น บนพื้นผิวสัมผัสและในอากาศโดยมีรายงานการตรวจพบ RNA ของเชื้อบนพื้นผิวสูงถึงร้อยละ 20–30 และยังพบเชื้อไวรัสที่มีชีวิตบนพื้นผิวได้นานหลายชั่วโมงถึงหลายวัน[8,9] สำหรับประเทศไทยพบ RNA ของเชื้อในน้ำเสียจากโรงพยาบาลที่มีคนไข้ COVID-19 ในอัตรา 24.67% (37/150 ตัวอย่าง) โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยตั้งแต่ 2.3×10^2 ถึง 1.1×10^5 copies/mL โดยพบทั้งสายพันธุ์ Alpha (B.1.1.7) และ Delta (B.1.617.2) โดยเฉพาะในน้ำเสียก่อนการบำบัดพบมากถึง 42.37% ซึ่งอาจเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อหากไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสม[10] การตรวจพบ RNA ของเชื้อบนพื้นผิวสัมผัสร่วม เช่น ลูกบิดประตูห้องน้ำในหอผู้ป่วยในอัตรา 0.3% (1/327 ตัวอย่าง)[11] และพบในตัวอย่างอากาศจากโรงพยาบาลพื้นที่กรุงเทพมหานครในอัตรา 5% (3/60 ตัวอย่าง)[12] การติดตามการปนเปื้อนของสารพันธุกรรมโดยใช้ค่า Cycle Threshold (Ct) ด้วยเทคนิค RT-PCR สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณ RNA ของเชื้อได้ โดยค่า Ct ต่ำบ่งชี้ปริมาณไวรัสสูงและมีความสัมพันธ์กับการมีเชื้อไวรัสที่มีชีวิต สำหรับตัวอย่างสิ่งแวดล้อม เช่น พื้นผิวหรืออากาศที่มีค่า Ct น้อยกว่า 30 จะสัมพันธ์กับการตรวจพบเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงได้ ในขณะที่ค่า Ct สูงกว่า 31 บ่งชี้ว่าปริมาณ RNA ของ

ไวรัสน้อย ไม่อยู่ในสถานะที่สามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อได้และไม่มีนัยสำคัญทางระบาดวิทยา[13,14] ค่า Ct ที่ลดลงสามารถบ่งชี้ถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณ RNA ของเชื้อไวรัสและสามารถคาดการณ์การระบาดล่วงหน้าได้[15]

การปนเปื้อนของสารพันธุกรรมไวรัสในหน่วยบริการสุขภาพมีความสอดคล้องกับอุบัติการณ์ของการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในบุคลากรทางการแพทย์จากการใช้หรือการสัมผัสพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนเชื้อร่วมกัน การศึกษาการปนเปื้อนสารพันธุกรรมไวรัสในพื้นผิวสัมผัสจึงเป็นการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมการระบาดการแพร่กระจายของเชื้อโรค ดังนั้น การพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังป้องกัน ควบคุมการระบาดการแพร่กระจายของเชื้อโรค ลดข้อจำกัดของเทคนิคและวิธีการ เพิ่มความไวความจำเพาะ ถูกต้องและแม่นยำ โดยเทคนิคที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมจากสิ่งแวดล้อมในการศึกษาครั้งนี้ประยุกต์มาจากเทคนิคการเก็บตัวอย่างจากองค์การอนามัยโลก[16] ซึ่งแนะนำเทคนิคการเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมโดยให้ใช้ไม้พันสำลี (Swab) ที่ไม่มีส่วนประกอบของ Alginate จุ่มในน้ำที่ปราศจาก DNase และ RNase บิดให้หมาดแล้วนำไปป้ายพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมโดยพื้นที่ผิวสัมผัสจุดสัมผัสร่วมควรมีขนาดอย่างน้อย 25 ตารางเซนติเมตร หมุนไม้พันสำลีโดยรอบตลอดเวลาในขณะที่ป้ายพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมทั้งหมดในแนวนอนหรือแนวตั้งหลาย ๆรอบ จากนั้นเก็บรักษาไม้พันสำลีไว้ในอาหารรักษาสภาพจนกว่าจะทำการตรวจวิเคราะห์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจเชื้อ SARS-CoV-2 ทางห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค Individual Swab Sampling technique และ Dual-Swab Pooled Sampling technique

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยเชิงพรรณนา เปรียบเทียบผลตรวจทางห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบ Dual-Swab Pooled Sampling technique และIndividual Swab Sampling technique ในหน่วยบริการสุขภาพแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ระยะเวลาศึกษา เดือนสิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2565

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นพื้นผิวทุกจุดที่บุคคลจำนวนมากใช้มือหรืออวัยวะของร่างกายสัมผัสร่วมกัน เป็นประจำในหน่วยบริการสุขภาพ ซึ่งมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อ SARS-CoV-2

กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกพื้นที่แบบเจาะจงเป็นอาคาร 3 อาคารบริการตรวจรักษา คัดเลือกบริเวณ ที่ให้บริการตรวจรักษา ได้แก่ ชั้น 1-6 คัดเลือกพื้นผิวที่มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อน ได้แก่ ที่จับประตูทางเข้า-ออกอาคาร จำนวน 12 จุด ปุ่มกดลิฟต์ จำนวน 10 จุด ด้ามจับก๊อกน้ำ (ห้องน้ำชาย/หญิง) จำนวน 13 จุด ด้ามจับสายฉีดชำระ (ห้องน้ำชาย/หญิง) จำนวน 12 จุด ที่กดโถปัสสาวะชาย จำนวน 12 จุด ที่กดชักโครกห้องน้ำหญิง จำนวน 14 จุด ราวบันได จำนวน 6 จุด โดยแต่ละจุดพื้นผิวสัมผัสเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ตัวอย่าง รวมจุดพื้นผิวสัมผัสทั้งหมด จำนวน 79 จุด 158 ตัวอย่าง โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 รอบ ดังนี้ รอบที่ 1 เก็บตัวอย่างวันที่ 11 สิงหาคม 2565 จำนวน 32 จุด เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนก่อนใช้มาตรการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ รอบที่ 2 เก็บตัวอย่างวันที่ 9 กันยายน 2565 จำนวน 47 จุด (32 จุดเดิม และเพิ่ม 15 จุดใหม่ เพื่อความครอบคลุมพื้นที่ผิวสัมผัสร่วม) หลังการใช้มาตรการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ

วัสดุและเครื่องมือ

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างด้วยเทคนิค Dual-Swab Pooled Sampling ประกอบด้วย ไม้พันสำลีปลอดเชื้อ (Sterile Swab) น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (Sterile Distilled Water: SDW) Universal Transport Medium (UTM) และตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 2-8°C เพื่อใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างระหว่างรอตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
2. ชุดน้ำยา ANDiS Viral RNA Auto Extraction

& Purification Kit ใช้สำหรับสกัดสารพันธุกรรม และ ANDiS 3-D med Master mix ใช้สำหรับ Real-time RT-PCR

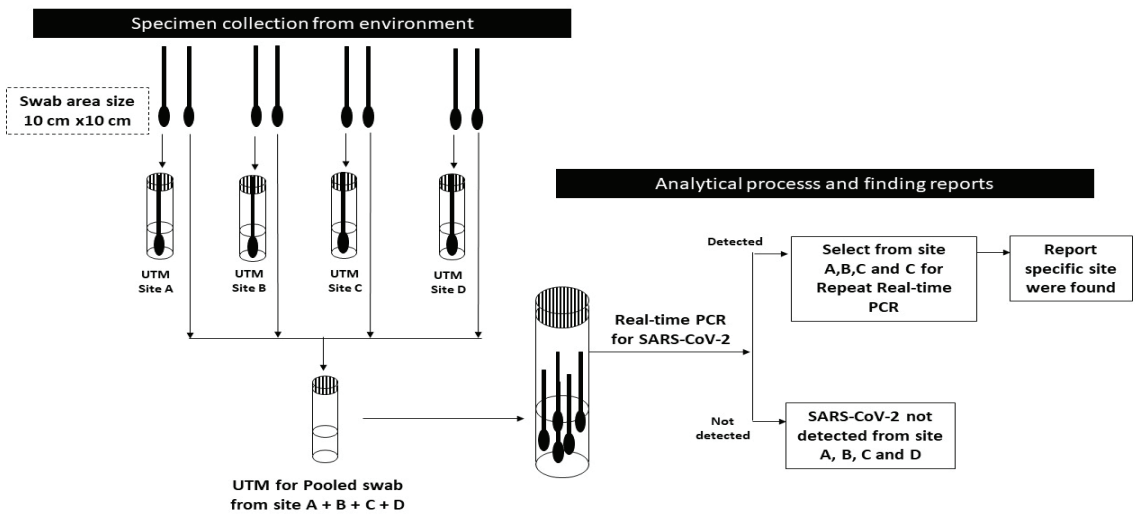
3. เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (Thermocycler) สำหรับการตรวจ Real-time RT-PCR (Bio-Rad)

วิธีดำเนินการ

การเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิค Dual-Swab Pooled Sampling จากพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมที่มีขนาดพื้นผิวในการเก็บอย่างน้อย 10 x 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 79 ตัวอย่าง ดังนี้

1. นำ Swab จำนวน 2 อัน จุ่มใน Sterile Distilled Water (SDW) ให้ชุ่ม จากนั้นป้ายบนบริเวณพื้นผิวที่คัดเลือก พื้นที่ 10 x 10 cm^2 เป็นอย่างน้อย โดยการป้าย Swab จะต้องหมุนไปพร้อมกันทั้ง 2 อัน

2. นำ Swab ใส่ใน UTM โดยแยก 1 อันใส่ UTM แบบระบุตำแหน่ง (Individual Swab Sampling) ที่เก็บตัวอย่าง และเก็บรักษา UTM ที่อุณหภูมิ -70°C หรือ -20°C (ไม่เกิน 10 วัน) เพื่อใช้ในการยืนยันผลภายหลัง ส่วน Swab อีกอันใส่ใน UTM แบบรวม (Dual-Swab



ภาพที่ 1 การเก็บ Swab ใส่ UTM

Pooled Sampling) ดังภาพที่ 1

3. ตัวอย่างทั้งหมดถูกนำส่งห้องปฏิบัติการงานชีวโมเลกุลภายใต้อุณหภูมิ 2-8°C และดำเนินการทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

4. นำตัวอย่างจาก UTM แบบรวมมาสกัด RNA โดยใช้ ANDiS Viral RNA Auto Extraction Kit (automated magnetic bead) และตรวจหาสารพันธุกรรมของเชื้อ SARS-CoV-2 ด้วยวิธี Real time reverse transcription polymerase chain reaction (Real time RT-PCR) โดยใช้ Primer/Probe จำนวน 3 ชุด ได้แก่ Open reading frames 1ab (Orf1ab), Nucleocapsid protein (N) และ Envelope protein (E) แบบ One step (RT-PCR) กระบวนการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Thermal cycler RT-PCR System เริ่มจาก Ribonucleic acid (RNA) ที่สกัดได้จะถูกเปลี่ยนเป็น complementary Deoxyribonucleic acid (cDNA) ด้วยเอนไซม์ reverse transcriptase จากนั้นเพิ่มจำนวนด้วยปฏิกิริยา polymerase chain reaction (PCR) โดยในขั้นตอน Extension phase เอนไซม์ของ Taq polymerase จะไปสลาย Probe ที่จับอยู่ระหว่าง Forward และ Reverse primers จากนั้นตรวจวัดสัญญาณฟลูออเรสเซนส์ที่ปล่อยออกมาในขณะที่ Reporter แยกออกจาก Quencher โดยสัญญาณฟลูออเรสเซนส์ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละ Cycle จะถูกตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Thermal cycler RT-PCR System (Bio-Rad)

5. ผล Dual-Swab Pooled Sampling technique เป็นบวก (Detected) และมีค่า Cycle threshold (Ct) น้อยกว่า 40 ในยีนเป้าหมายอย่างน้อยหนึ่งยีน (Orf1ab, N, หรือ E) จะดำเนินการตรวจยืนยัน โดยนำตัวอย่างใน UTM แบบระบุตำแหน่งมาทดสอบ

การควบคุมคุณภาพของวิธีการทดสอบและเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ ดำเนินการโดยใช้การตรวจ Internal amplification control (RNase P) ควบคู่กับการตรวจสารควบคุมคุณภาพภายใน (Positive control/Negative control) ในทุกรอบการทดสอบ และเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญทางห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) การตรวจเชื้อ SARS-CoV-2 ด้วยวิธี Real-time RT-PCR กับกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ แสดงอัตราการปนเปื้อนของเชื้อ

สถิติเชิงอนุมาน ใช้ pair t-test เพื่อเปรียบเทียบค่า Ct ที่ได้จากตัวอย่าง Dual-Swab Pooled Sampling technique และ Individual Swab Sampling technique กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการวิจัย

การเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในหน่วยบริการสุขภาพ ดำเนินการ 2 ครั้ง ก่อนและหลังการใช้มาตรการควบคุมโรค รวมทั้งสิ้น 79 ตัวอย่าง การประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

ผลการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 1 ก่อนใช้มาตรการควบคุม และป้องกันการติดเชื้อ พบการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในสิ่งแวดล้อมทั้งหมด จำนวน 4 จาก 32 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 12.5) ดังตารางที่ 1 ได้แก่ กลอนประตูห้องน้ำชายชั้น 1 (Orf1ab+N+E, Ct 32.82-34.50) ด้ามจับสายฉีดชำระชายทุกห้อง (Orf1ab+N+E, Ct 30.51-31.17) ก๊อกน้ำอ่างล้างมือหญิงชั้น 4 (N gene, Ct 38.80) ด้ามจับประตูทางเข้าชั้น 5 (N gene, Ct 39.11) การตรวจพบ 3 ยีนในพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมบ่งบอกถึงการพบ intact virion หรือ RNA จำนวนมากในขณะที่ตรวจพบ 1 ยีนในพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมอาจเป็น fragmented RNA หรือ residual contamination ผลการทดสอบยืนยันด้วย individual swab ให้ผลตรงกัน 100% ดังในตารางที่ 1

ผลการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 2 หลังใช้มาตรการควบคุมโรค การเก็บตัวอย่างขยายพื้นที่สำรวจเป็น 47 จุด (32 จุดเดิม และ 15 จุดใหม่) พบว่า ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในทุกตัวอย่างที่เก็บ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จากการสุ่มเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมครั้งที่ 1 (n=32) และครั้งที่ 2 (n=47)

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บ	พื้นผิว	ผลครั้งที่ 1	ผลครั้งที่ 2
1	ตึก 3 ชั้น 1	เครื่อง scan นิ้ว ชั้น 1 (Bio20)	Not detected	Not detected
2	ตึก 3 ชั้น 1	เครื่อง scan นิ้ว ชั้น 1 (ZKTECO)	Not detected	Not detected
3	ตึก 3 ชั้น 1	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ชั้น 1	Not detected	Not detected
4	ตึก 3 ชั้น 1	กลอนประตูห้องน้ำหญิง ชั้น 1 ทุกห้อง (ด้านใน)	Not detected	Not detected
5		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 1-4	Not detected	Not detected
6	ตึก 3 ชั้น 1	กลอนประตูห้องน้ำชาย ชั้น 1 ทุกห้อง (ด้านใน)	Orf1ab Ct 34.50, N gene Ct 32.82, E gene Ct 33.91	Not detected
7	ตึก 3 ชั้น 1	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำชาย ชั้น 1 (รวม)	Not detected	Not detected
8	ตึก 3 ชั้น 1	สายฉีดห้องน้ำหญิง (ด้ามจับ รวมทุกห้อง)	Not detected	Not detected
9	ตึก 3 ชั้น 1	สายฉีดห้องน้ำชาย (ด้ามจับ รวมทุกห้อง)	Orf1ab Ct 31.17, N gene Ct 30.51, E gene Ct 30.52	Not detected
10		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 6-9	Orf1ab Ct 32.98, N gene Ct 32.44, E gene Ct 31.91	Not detected
11	ตึก 3 ชั้น 1	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำหญิง ชั้น 1 (รวม)	Not detected	Not detected
12	ตึก 3 ชั้น 1	ประตูทางเข้าคลินิกผิวหนัง	Not detected	Not detected
13	ตึก 3 ชั้น 1	ประตูห้อง lab คลินิกผิวหนัง	Not detected	Not detected
14	ตึก 3 ชั้น 2	ประตูห้อง TMC	Not detected	Not detected
15		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 11-14	Not detected	Not detected
16	ตึก 3 ชั้น 2	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำหญิง ชั้น 2 (รวม)	Not detected	Not detected
17	ตึก 3 ชั้น 2	กลอนประตูห้องน้ำชาย ชั้น 2 (รวม)	Not detected	Not detected
18	ตึก 3 ชั้น 2	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ชั้น 2	Not detected	Not detected
19	รวม	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ด้านใน (ตัวซ้าย)	Not detected	Not detected
20		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 16-19	Not detected	Not detected
21	รวม	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ด้านใน (ตัวขวา)	Not detected	Not detected
22	ตึก 3 ชั้น 3	ที่จับประตูทางเข้า ชั้น 3	Not detected	Not detected
23	ตึก 3 ชั้น 3	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำหญิง ชั้น 3 (รวม)	Not detected	Not detected
24	ตึก 3 ชั้น 3	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ชั้น 3	Not detected	Not detected
25		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 21-24	Not detected	Not detected

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จากการสุ่มเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมครั้งที่ 1 (n=32) และครั้งที่ 2 (n=47) (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บ	พื้นผิว	ผลครั้งที่ 1	ผลครั้งที่ 2
26	ตึก 3 ชั้น 4	ที่จับประตูทางเข้า ชั้น 4	Not detected	Not detected
27	ตึก 3 ชั้น 4	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำหญิง ชั้น 4 (รวม)	N gene Ct 38.80	Not detected
28	ตึก 3 ชั้น 4	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ชั้น 4	Not detected	Not detected
29	ตึก 3 ชั้น 5	ที่จับประตูทางเข้า ชั้น 5	N gene Ct 39.11	Not detected
30		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 26-29	N gene Ct 38.49, E gene Ct 38.69	Not detected
31	ตึก 3 ชั้น 5	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ + ที่จับโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 5 (รวม)	Not detected	Not detected
32	ตึก 3 ชั้น 4	ปุ่มกดหน้าลิฟต์ ชั้น 4	Not detected	Not detected
33	ตึก 3 ชั้น 6	ที่จับประตูทางเข้า ชั้น 6	Not detected	Not detected
34	ตึก 3 ชั้น 6	ประตูห้องประชุม 601	Not detected	Not detected
35		Pooled sample: ตัวอย่างที่ 31-34	Not detected	Not detected
36	ตึก 3 ชั้น 1	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 1 (รวม)	Not detected	Not detected
37	ตึก 3 ชั้น 6	ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ+ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 6 (รวม)	Not detected	Not detected
38	Lab. express	ด้ามจับประตูห้องเก็บ swab1 lab express	Not detected	Not detected
39	ตึก 3 ชั้น 1	ประตูจับห้องพักพนักงานตึก lab ชั้น 1	Not detected	Not detected
40	ตึก 3 ชั้น 1	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 36-39	Not detected	Not detected
41	ตึก 3 ชั้น 2	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 2 (รวม)	NA	Not detected
42	ตึก 3 ชั้น 2	ที่กดชักโครก ห้องน้ำหญิง ชั้น 2 (รวม)	NA	Not detected
43	ตึก 3 ชั้น 2	ราวจับบันได ชั้น 2	NA	Not detected
44	ตึก 3 ชั้น 2	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 41-43	NA	Not detected
45	ตึก 3 ชั้น 3	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 3 (รวม)	NA	Not detected
46	ตึก 3 ชั้น 3	ที่กดชักโครก ห้องน้ำหญิง ชั้น 3 (รวม)	NA	Not detected
47	ตึก 3 ชั้น 3	ราวจับบันได ชั้น 3	NA	Not detected
48	ตึก 3 ชั้น 3	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 45-47	NA	Not detected
49	ตึก 3 ชั้น 4	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 4 (รวม)	NA	Not detected
50	ตึก 3 ชั้น 4	ที่กดชักโครก ห้องน้ำหญิง ชั้น 4 (รวม)	NA	Not detected
51	ตึก 3 ชั้น 4	ราวจับบันได ชั้น 4	NA	Not detected
52	ตึก 3 ชั้น 4	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 49-51	NA	Not detected

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จากการสุ่มเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมครั้งที่ 1 (n=32) และครั้งที่ 2 (n=47) (ต่อ)

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บ	พื้นผิว	ผลครั้งที่ 1	ผลครั้งที่ 2
53	ตึก 3 ชั้น 5	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 5 (รวม)	NA	Not detected
54	ตึก 3 ชั้น 5	ที่กดชักโครก ห้องน้ำหญิง ชั้น 5 (รวม)	NA	Not detected
55	ตึก 3 ชั้น 5	ราวจับบันได ชั้น 5	NA	Not detected
56	ตึก 3 ชั้น 5	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 53-55	NA	Not detected
57	ตึก 3 ชั้น 6	ที่กดโถปัสสาวะ ห้องน้ำชาย ชั้น 6 (รวม)	NA	Not detected
58	ตึก 3 ชั้น 6	ที่กดชักโครก ห้องน้ำหญิง ชั้น 6 (รวม)	NA	Not detected
59	ตึก 3 ชั้น 6	ราวจับบันได ชั้น 6	NA	Not detected
60	ตึก 3 ชั้น 6	Pooled sample: ตัวอย่างที่ 57-59	NA	Not detected

3. การประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคการตรวจวิเคราะห์จาก Dual-Swab Pooled Sampling technique เปรียบเทียบกับ Individual Swab Sampling technique

จากผลการทดสอบในครั้งที่ 1 จำนวน 32 ตัวอย่าง และครั้งที่ 2 จำนวน 47 ตัวอย่าง สรุปได้ว่าความไวของหลอด Pooled swab (Sensitivity) เท่ากับ 100% (ตรวจพบผลบวกตรงกัน 4 จาก 4 ตัวอย่าง) และไม่พบผลบวกปลอม (False Positive) โดยให้ผลเป็นลบตรงกับวิธี Individual swab ทั้ง 28 ตำแหน่ง จึงมีความจำเพาะ (Specificity) เท่ากับ 100% แสดงถึงความแม่นยำของเทคนิคการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Individual Swab Sampling technique และ Dual-Swab Pooled Sampling technique จากผลการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 1 (n=32) และ ครั้งที่ 2 (n=47)

วิธีเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	Individual Swab บวก	Individual Swab ลบ	รวม	Individual Swab บวก	Individual Swab ลบ	รวม
หลอด Swab Pooled บวก	4	0	4	0	0	0
หลอด Swab Pooled ลบ	0	28	28	0	47	47
รวม	4	28	32	0	47	47

จากจุดที่ตรวจพบการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จำนวน 4 จุด ในครั้งที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบค่า Cycle threshold (Ct) ระหว่างหลอด Individual Swab Sampling technique และหลอด Dual-Swab Pooled Sampling technique พบว่าค่า mean ΔCt เท่ากับ 0.8 ± 0.3 cycles แสดงว่าไม่พบ Dilution effect และเมื่อวิเคราะห์ pair t-test ให้ค่า $p > 0.05$ จึงบ่งชี้ว่าค่า Ct ระหว่างตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแบบ Individual swab และแบบ Pooled swab ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การตรวจพิสูจน์ Dilution Effect เป็นการยืนยันว่าการใช้ Swab 2 อันป้ายพร้อมกันช่วยรักษาความเข้มข้นของสารพันธุกรรมได้ดีกว่าการนำน้ำยา

รักษาสภาพ (UTM) มาผสมกันภายหลัง[17] เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างแบบเฉพาะจุด พบว่าในจุดที่พบเชื้อปริมาณสูงตรวจพบทั้ง 3 ยีน (Orf1ab, N, E) ในขณะที่จุดที่มีปริมาณเชื้อต่ำจะตรวจพบเพียงยีนเดียว (N gene) ซึ่งทั้งสองวิธีให้ผลในทิศทางเดียวกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่า Cycle threshold โดยการเก็บตัวอย่าง Individual Swab Sampling technique และ Dual-Swab Pooled Sampling technique

การปนเปื้อน	Gene detected	Individual-Swab		Pooled-Swab		t	*p*-value	95% CI
		เฉลี่ย	S.D.	เฉลี่ย	S.D.			
ยีน Orf1ab, N, E								
กลอนประตูห้องน้ำชาย ชั้น 1 ทุกห้อง (ด้านใน) ด้ามจับสายฉีดชำระ ห้องน้ำชาย (ทุกห้อง)	Orf1ab	32.84	2.35	32.98	0.00	-0.087	0.945	-21.30 to -21.01
	N gene	31.67	1.63	32.44	0.00	-0.671	0.624	-15.45 to -13.90
	E gene	32.22	2.40	31.91	0.00	0.180	0.887	-21.23 to -21.84
ยีน N gene								
ด้ามจับก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องน้ำหญิง ชั้น 4 (รวม) ที่จับประตูเข้า ชั้น 5	N gene	38.96	0.22	38.49	0.00	3.021	0.203	-1.507 to - 2.447

อภิปรายผล

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมในสิ่งแวดล้อม 2 ครั้ง จำนวน 79 ตัวอย่าง ตรวจพบการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมจำนวน 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 5.06 แต่สารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสที่ตรวจพบด้วยเทคนิค Real time RT-PCR พบในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาจากหลายประเทศที่รายงานอัตราการตรวจพบเชื้อในระดับที่แตกต่างกัน เช่น การศึกษาในบราซิลพบการปนเปื้อนของเชื้อร้อยละ 5.5[18] จีนพบร้อยละ 13.5[19] และในเกาหลีใต้พบร้อยละ 26.9[20] ความแตกต่างของอัตราการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้ออาจขึ้นอยู่กับสถานการณ์การระบาดในแต่ละพื้นที่ ความเข้มข้นของมาตรการป้องกัน และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ การศึกษานี้พบการปนเปื้อนของเชื้อสูงสุดที่ห้องน้ำชาย (กลอนประตูและสายฉีดชำระ) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสัมผัสร่วมสูงและมีระบบการระบายอากาศที่ไม่ดี ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่ชุมชนแอฟริกาใต้ที่พบการปนเปื้อนของเชื้อในห้องน้ำสาธารณะสูง ร้อยละ 54-69 โดยเฉพาะบริเวณที่นั่งชักโครกและที่จับ[21] นอกจากนี้มีประเด็นที่น่าสนใจคือการตรวจไม่พบเชื้อในพื้นที่คลินิกโดยตรงแต่กลับพบในพื้นที่สนับสนุนบริการ (Back office) อาจเป็นไปได้ว่าบุคลากรในพื้นที่คลินิก มีความตระหนักและปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการติดเชื้ออย่างเข้มข้น เนื่องจากเป็นการทำงานกับผู้ป่วยโดยตรง ในขณะที่บุคลากรในส่วนสนับสนุนอาจละเลยมาตรการบางอย่าง เพราะมองว่าไม่ได้สัมผัสคนไข้เป็นพื้นที่มีความเสี่ยงต่ำ

เทคนิค Dual-Swab Pooled Sampling ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเก็บตัวอย่างได้แสดงให้เห็นถึงข้อดีที่ชัดเจนหลายประการ ประการแรกคือการลดต้นทุนและทรัพยากร โดยสามารถลดจำนวนครั้งในการตรวจ Real time RT-PCR ลงได้ถึง 50% (จากการตรวจ 32 ครั้ง เหลือเพียง 16 ครั้งในการคัดกรองรอบแรก) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในสภาวะที่ทรัพยากรมีจำกัด ประการที่สอง

ซึ่งสำคัญมากคือการป้องกันปัญหาการเจือจางของตัวอย่าง (Dilution effect) ซึ่งเป็นข้อจำกัดหลักของวิธีการเก็บตัวอย่างแบบรวม (Pooled Swab) แบบเดิมที่จะนำอาหารเลี้ยงเชื้อ (UTM) จากหลายหลอดมารวมกัน การออกแบบให้ใช้ Swab 2 อันเก็บตัวอย่างพร้อมกันแล้วแยกอันหนึ่งไว้สำหรับตรวจยืนยันเฉพาะตำแหน่ง (Individual Swab) และอีกอันสำหรับการตรวจแบบรวม (Pooled Swab) ช่วยให้มั่นใจได้ว่าตัวอย่างที่ใช้ตรวจยืนยันไม่ได้ถูกเจือจาง ซึ่งยืนยันด้วยผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (paired t-test, $p > 0.05$) ที่ยืนยันว่าค่า Ct ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาความไว (Sensitivity) ของวิธีการเก็บตัวอย่างแบบรวม Pooled Swab ครั้งที่ 1 เท่ากับ 100% แสดงว่าวิธีตรวจวิเคราะห์นี้มีความไวเพียงพอ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในพื้นผิวจุดสัมผัสที่น้อย แต่วิธีการตรวจวิเคราะห์ยังสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ และตัวอย่างที่เคยตรวจพบการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสทั้ง 4 จุดในการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 1 แต่ตรวจไม่พบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในครั้งที่ 2 แสดงว่าการใช้มาตรการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อทำให้การปนเปื้อนของเชื้อโรคในสิ่งแวดล้อมลดลง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้ประยุกต์มาจากเทคนิคการเก็บตัวอย่างจากองค์การอนามัยโลก จากผลการศึกษายืนยันว่าวิธีการเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อมแบบ Dual-Swab Pooled Sampling มีประสิทธิภาพที่สูง สามารถนำไปใช้เพื่อการประเมินระบบการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของเชื้อ SARS-CoV-2 ในสิ่งแวดล้อมสถานบริการได้ สามารถลดต้นทุนและขั้นตอนการทำงานโดยยังคงรักษาคุณสมบัติด้านความไวในการตรวจวินิจฉัยเชื้อได้เท่ากับ 100% และป้องกันปัญหาการเจือจางของตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิผล นอกจากนี้ผลการตรวจวิเคราะห์ยังช่วยยืนยันว่ามีการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 บนพื้นผิวจุดสัมผัสร่วมในสถานพยาบาล โดยเฉพาะในพื้นที่ส่วนกลางและห้องน้ำซึ่งหน่วยงานต้องให้ความสำคัญต่อการดำเนินมาตรการเฝ้าระวัง ป้องกันควบคุมการติดเชื้อ และการแพร่กระจายเชื้อในสิ่งแวดล้อมอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง เพื่อความปลอดภัยของบุคลากร และผู้มารับบริการ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรพัฒนาศักยภาพบุคลากรเกี่ยวกับเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบ Dual-Swab Pooled Sampling technique ให้แก่ทีมควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล (ICN) และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อขยายผลการนำเทคนิคไปใช้ในการปฏิบัติงานประจำ

2. ควรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางห้องปฏิบัติการเรื่องเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบ Dual-Swab Pooled Sampling technique การตรวจวิเคราะห์และการแปลผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนระบบการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมการติดเชื้อ และการแพร่กระจายเชื้อในสถานบริการและสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การตรวจ RNA ในครั้งนี้รายงานผลได้เพียงว่าพบการปนเปื้อนสารพันธุกรรมเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 หากต้องการตรวจสอบว่าไวรัสมีปริมาณเพียงพอที่จะสามารถแพร่กระจายเชื้อได้นั้นต้องเก็บตัวอย่างเชื้อปนเปื้อนบนพื้นที่ผิวจุดสัมผัสร่วมเพิ่มสำหรับการตรวจเพาะเลี้ยงเชื้อ (Viral culture)

2. จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณน้อยและเก็บตัวอย่างในสถานบริการสุขภาพแห่งเดียว ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อาจไม่เพียงพอ ครบถ้วน และครอบคลุมที่จะเป็นตัวแทนของข้อมูลในองค์กรที่มีขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนของโครงการหน่วยงาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันป้องกันควบคุมโรค เขตเมืองกรุงเทพมหานครและคณะทำงานที่สนับสนุนให้มีการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างและการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางอณูชีวโมเลกุล ขอบคุณบุคลากรกลุ่มงาน

ต่าง ๆ ของสถาบันที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ ข้อเสนอความคิดเห็นด้านการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุม การติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อ SARS-CoV-2 ในสถานบริการสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ที่ทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน). มาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ ฉบับที่ 5. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: ก.การพิมพ์เทียนกวง; 2564. หน้า 147-51.
2. Paton S, Spencer A, Garratt I, Thompson KA, Dinesh I, Aranega-Bou P, et al. Persistence of severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) virus and viral RNA in relation to surface type and contamination concentration. Appl Environ Microbiol 2021; 87(14): e0052621. doi: 10.1128/aem.00526-21.
3. Zhou J, Otter JA, Price JR, Cimpeanu C, Meno Garcia D, Kinross J, Boshier PR, et al. Investigating severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) surface and air contamination in an acute healthcare setting during the peak of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in London. Clin Infect Dis 2021; 73(7): e1870-7. doi: 0.1093/cid/ciaa905.
4. Ye G, Lin H, Chen S, Wang S, Zeng Z, Wang W, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises. J Infect 2020; 81(2): e1-5. doi: 10.1016/j.jinf.2020.04.034.
5. Vicente VA, Lustosa BPR, Grisolia ME, Pavini Beato C, Balsanelli E, de Souza Gubert Fruet V, et al. Environmental detection of SARS-CoV-2 virus RNA in health facilities in Brazil and a systematic review on contamination sources. Int J Environ Res Public Health 2021; 18(7): 3824. doi: 10.3390/ijerph18073824.
6. Niyomdecha N, Noisumdaeng P, Archawametheekul P, Angkham S, Norapong B, Fungkrajai M, et al. Detecting severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and bacteria on highly common contaminated surfaces at urban hospital and public areas. Nat Life Sci Commun 2023; 22(1): e2023010. doi: 10.12982 NLSC. 2023.010.
7. Bansal A, Trieu MC, Eriksson EM, Zhou F, McVernon J, Brokstad KA, et al. SARS-CoV-2 infection rates and associated risk factors in healthcare workers: systematic review and meta-analysis. Sci Rep 2025; 15(1): 4705. doi: 10.1038/s41598-025-89472-5.
8. Santarpia JL, Rivera DN, Herrera VL, Morwitzer MJ, Creager HM, Santarpia GW, et al. Aerosol and surface contamination of SARS-CoV-2 observed in quarantine and isolation care. Sci Rep 2020; 10(1): 12732. doi: 10.1038/s41598-020-69286-3.
9. Prather KA, Marr LC, Schooley RT, McDiarmid MA, Wilson ME, Milton DK. Airborne transmission of SARS-CoV-2. Science 2020; 370(6514): 303-4. doi: 10.1126/science.abf0521.
10. Tiacharoen V, Denpetkul T, Kosoltanapiwat N, Maneekan P, Thippornchai N, Saeoueng A, et al. Detection of SARS-CoV-2 and variants in hospital wastewater in a developing country. Water 2022; 14(23): 3798. doi: 10.3390/w14233798.
11. Phumisantiphong U, Rupprom K, Wongsuk T, Manomaipiboon A, Maneerit J, Vimonvattana A, et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 variants in patients with coronavirus disease 2019 and environmental sampling from the hospital and market during the coronavirus

disease 2019 pandemic in Thailand. Diagn Microbiol Infect Dis 2025; 111(2): 116604. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2024.116604.

12. Rupprom K, Thongpanich Y, Sukkham W, Utrarachkij F, Kittigul L. Surveillance of norovirus, SARS-CoV-2, and bocavirus in air sample collected from a tertiary care hospital in Thailand. Sci rep 2024; 14(1): 22240. doi: 10.1038/s41598-024-73369-w.
13. Kampf G, Pfaender S, Goldman E, Steinmann E. SARS-CoV-2 detection rates from surface samples do not implicate public surfaces as relevant sources for transmission. Hygiene 2021; 1(1): 24-40. doi:10.3390/hygiene1010003.
14. Mondelli MU, Colaneri M, Seminari EM, Baldanti F, Bruno R. Low risk of SARS-CoV-2 transmission by fomites in real-life conditions. Lancet Infect Dis 2021; 21(5): e112. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30678-2.
15. Peccia J, Zulli A, Brackney DE, Grubaugh ND, Kaplan EH, Casanovas-Massana A, et al. Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. Nat Biotechnol 2020; 38(10): 1164-7. doi: 10.1038/s41587-020-0684-z.
16. World Health Organization. Surface sampling of coronavirus disease (COVID-19): a practical "how to" protocol for health care and public health professionals [Internet]. 2020 [cited 2025 Nov 12]. Available form: https://www.who.int/publications/i/item/surface-sampling-of-coronavirus-disease-(-covid-19)-a-practical-how-to-protocol-for-health-care-and-public-health-professionals.
17. นัตฏิยา ศรีสุราช, ศศิประภา วัฒนวิเศษ, พรรณิชา วงศ์สายเชื้อ. ประเมินการตรวจหาเชื้อ SARS-CoV-2 จากตัวอย่างรวม ด้วยวิธี Real time RT-PCR ในจังหวัดขอนแก่น. วารสารเทคนิคการแพทย์ 2564; 49(3): 7909-21.
18. Abrahão JS, Sacchetto L, Rezende IM, Rodrigues RAL, Crispim APC, Moura C, et al. Detection of SARS-CoV-2 RNA on public surfaces in a densely populated urban area of Brazil: A potential tool for monitoring the circulation of infected patients. Sci Total Environ 2021; 766: 142645. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142645.
19. Ye G, Lin H, Chen S, Wang S, Zeng Z, Wang W, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises. J Infect 2020; 81(2): e1–5. doi: 10.1016/j.jinf.2020.04.034.
20. Kim UJ, Lee SY, Lee JY, Lee A, Kim SE, Choi OJ, et al. Air and environmental contamination caused by COVID-19 patients: a multi-center study. J Korean Med Sci 2020; 35(37): e332. doi: 10.3346/jkms.2020.35. e332.
21. Amoah ID, Pillay L, Deepnarian N, Awolusi O, Pillay K, Ramlal P, et al. Detection of SARS-CoV-2 RNA on contact surfaces within shared sanitation facilities. Int J Hyg Environ Health 2021; 236: 113807. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113807.