ว.ศัลย์ช่องปาก-แม็กซิลโลเฟเชียล ปีที่ 38 หน้า 38-48, พ.ศ.2567

นิพนธ์ต้นฉบับ
Original Article

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ: ก่อนและหลังการปรับปรุงระบบอากาศภายในคลินิกทันตกรรม โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์

Comparison study of the quantitative microbial air contamination in dental clinic: before and after improving air system at Charoenkrungpracharuk Hospital

ลัดดา วัฒนาปฐิมากุล[1] กิจภรณ์ โฆธิพันธุ์[2] กาญจนา สิงขโรทัย[3]
Ladda Wattanapatimakul[1] Kitchaporn Kotipan[2] Kanjana Singkharotai[3]

[1]ทันตแพทย์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานทันตกรรม
[2]นักเทคนิคการแพทย์เชี่ยวชาญ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์
โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์
[3]อาจารย์ วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
[1]Dentist, Senior Professional Level, Dental Department,
[2]Medical Technologist, Expert Level, Department of Medical Technology,
Charoenkrungpracharuk Hospital
[3]Instructor, College of Dental Medicine, Rangsit University

บทคัดย่อ **โรคโควิด-19 ทำให้ระบบบริการสาธารณสุขเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการจัดการสิ่งแวดล้อมในคลินิกทันตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบปรับและระบายอากาศ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในคลินิกทันตกรรมและพื้นที่เกี่ยวข้อง 5 พื้นที่ ที่ 2 ช่วงเวลา คือก่อนและหลังปรับปรุงระบบปรับและระบายอากาศ และจำแนกคุณภาพอากาศตามค่าดัชนีคุณภาพอากาศ รวมถึงหาความสัมพันธ์ตัวแปรต่าง ๆ ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ โดยเก็บตัวอย่างเชื้อก่อนรักษา (T0) และระหว่างการรักษา (T1) ทางทันตกรรม รวมทั้งหมด 120 ตัวอย่าง พบว่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วง T0 เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง**

Corresponding author: กาญจนา สิงขโรทัย
วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
52/347 ต.หลักหก อ.เมือง ปทุมธานี 12000
โทร.: 08-1806-9286
E-mail address: kanjana.s@rsu.ac.th

Received 24 September 2023; revised 17 May 2024; accepted 6 June 2024

ระบบอากาศ ในห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งกระจาย ห้องถ่ายภาพรังสีและพื้นที่พักคอย หลังปรับปรุงระบบอากาศมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งกระจายและห้องถ่ายภาพรังสีมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากดีเป็นดีมาก ส่วนพื้นที่พักคอยมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากต่ำเป็นพอใช้ ส่วนการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วง T1 ในห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งและฟุ้งกระจาย หลังปรับปรุงมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยทั้ง 2 ห้องมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศเปลี่ยนจากพอใช้เป็นดี ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพบว่า ค่าจำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่เพิ่มขึ้น 1 คน ปริมาณเชื้อจะเพิ่มขึ้น 2.26 หน่วย สรุปได้ว่า การปรับปรุงระบบปรับและระบายอากาศสามารถช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องตรวจระหว่างการรักษาทางทันตกรรมได้ โดยพิจารณาร่วมกับการจำกัดจำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่

คำสำคัญ: การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ การนับจำนวนเชื้อในอากาศโดยการเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้ ระบบอากาศคลินิกทันตกรรม

Abstract COVID-19 has changed the health service system as well as the environmental management in dental clinics, especially the air-conditioning and ventilation systems. The purpose of this study was to compare the quantity of microorganisms in the air in dental clinics and related areas in 5 locations at 2 time periods: before and after improving the air conditioning and ventilation systems, classifying air quality according to the index of microbial air contamination, and finding the relationship between various variables to the amount of microbial air contamination. The microorganism samples were collected 2 times: before treatment (T0) and during treatment (T1) in the dental clinics and related areas, totaling 120 samples. It was found that microbial air contamination during T0 was compared before and after the improvement of the air system, in non AGP (aerosol generating procedure) room, radiographic room and waiting area after improving the air system the values decreased significantly ($p < 0.05$). The non AGP and radiographic rooms, it had an air quality index value from good to very good. The waiting area had an air quality index from poor to fair. As for microbial air contamination during T1 in non AGP and AGP rooms, after the improving the air system, there was a statistically significant decrease ($p < 0.05$), with both rooms having air quality index values from fair to good. The relationship between the variables was found that if the number of people in the area increased by 1 person, the amount of air microorganisms would increase by 2.26 units. It can be concluded that improving the air conditioning and ventilation systems could reduce the amount of microbial air contamination in the dental examination room during dental treatment and considered this together with limiting the number of people in the area.

Keywords: microbial air contamination, settle plates, air system, dental clinics

บทนำ

ยูนิตทันตกรรมประกอบไปด้วย 3 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ลม และน้ำ ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมมีการกรอขัด แต่ง ล้วนก่อให้เกิดความร้อนซึ่งจะทำลายเนื้อเยื่อฟัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนดังกล่าวจึงมีระบบหล่อเย็นด้วยน้ำ รวมทั้งมีการใช้กระบอกฉีดรวม (triple syringe) ในการล้างและเป่าทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองลอยชีวภาพ (bioaerosol) ซึ่งเป็นละอองลอยหรืออนุภาคของจุลินทรีย์ มักประกอบด้วย แบคทีเรียที่มีชีวิตหรือตายแล้วที่ก่อโรคหรือไม่ก่อโรค เชื้อรา ไวรัส สารก่อภูมิแพ้ (allergen) ชีวพิษภายใน (endotoxin) จากแบคทีเรีย สารพิษจากเชื้อรา เพปทิโดไกลแคน (peptidoglycan) เบตา (1 → 3)-กลูแคน [beta (1 → 3)-glucan] เป็นต้น มักก่อให้เกิดโรค 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ โรคติดเชื้อ โรคระบบทางเดินหายใจ และมะเร็ง พบโรคติดเชื้อและระบบทางเดินหายใจมากที่สุด[1] ซึ่งสามารถแพร่กระจายมายังสิ่งแวดล้อม บุคลากรทางทันตสาธารณสุข ผู้ป่วยและญาติที่มารับบริการ ปกติละอองลอยชีวภาพจากช่องปากจะเพิ่มปริมาณได้จากการไอ จาม และการรักษาทางทันตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกรอฟัน การขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องอัลตราโซนิก การใช้กระบอกฉีดรวม และการขัดฟัน[2] ความเข้มข้นของละอองลอยชีวภาพในคลินิกทันตกรรมขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะหัตถการทางทันตกรรม ช่วงเวลาระหว่างการรักษาซึ่งอาจพบปริมาณเชื้อได้มากกว่า ปริมาณ และขนาดเชื้อในอากาศ จำนวนผู้มาใช้บริการ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้น การไหลของอากาศ ระบบปรับอากาศ และอุณหภูมิ[3]

หัตถการที่ทำให้เกิดละอองลอย (aerosol generating procedure, AGP) คือหัตถการที่กระทำให้กับผู้ป่วยและก่อให้เกิดละอองลอยในขนาดต่าง ๆ ในทางทันตกรรม ละอองลอยเหล่านี้เกิดจากหัตถการที่มีการใช้ด้ามกรอความเร็วสูง หัวขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิก การใช้ด้ามกรอที่มีลมในงานศัลยกรรม การใช้หัวฉีดที่มีลมและน้ำพร้อมกัน การขัดฟันด้วยด้ามกรอช้า และการกรอเปิดฟันเพื่อล้างทำความสะอาดฟัน[4] หลักฐานเชิงประจักษ์จากหลายการศึกษาในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่าระหว่างการรักษาทางทันตกรรมพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศมีปริมาณมากขึ้น[5-13] และมีการศึกษาที่พบปริมาณทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามากขึ้นเช่นกัน[14-16] การศึกษาในประเทศไทยก็พบแนวโน้มลักษณะเดียวกัน คือระหว่างการรักษาทางทันตกรรมพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้น[17-19] และยังพบว่า ทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน[20-22]

การตรวจวัดการปนเปื้อนเชื้อในอากาศมี 2 วิธี ได้แก่ การนับจำนวนเชื้อในอากาศโดยการใช้เครื่องดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างอากาศไปเพาะเชื้อ (active air sampler) เป็นวิธีที่ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ราคาแพง รบกวนการไหลเวียนของอากาศ อีกวิธีคือการนับจำนวนเชื้อในอากาศโดยการเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้ (settle plate) เป็นวิธีที่มีประโยชน์ ราคาไม่แพง ทำซ้ำ ๆ ได้ น่าเชื่อถือ สามารถเก็บข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน นำมาเปรียบเทียบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพได้ ไม่มีการรบกวนระบบไหลเวียนอากาศ มีค่ามาตรฐานให้สามารถนำมาเปรียบเทียบและอ้างอิงได้[23] จากการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจวัดการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศทั้ง 2 วิธีผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องกัน[24-26] ดังนั้นด้วยความง่าย ความไวในการตรวจวัด ความประหยัด และความคุ้มค่า จึงมีผู้วิจัยหลายคนนิยมเลือกใช้วิธีการนับจำนวนเชื้อในอากาศโดยการเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้[6,8,11,16,27-32]

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับละอองลอยชีวภาพในสถานพยาบาลและคลินิกทันตกรรมของ Zemouri และคณะ[3] มีการเก็บตัวอย่างเชื้อจากอากาศในคลินิกทันตกรรมทั้งแบบใช้เครื่องดูดอากาศชนิดต่าง ๆ 10 การศึกษา และการเก็บแบบการเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ 6 การศึกษา ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อต่าง ๆ กัน พบเชื้อแบคทีเรีย 19 ชนิด เป็นแกรมบวก 7 ชนิด และแกรมลบ 12 ชนิด เช่น กลุ่ม *Staphylococcus*, *Micrococcus, Pseudomonas*, *Legionella* และเชื้อรา 23 ชนิด เช่น *Aspergillus, Cladosporium* ผลสรุปได้ว่า ส่วนประกอบส่วนใหญ่ในละอองลอยชีวภาพประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราซึ่งเป็นอันตรายต่อคนทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นผู้ป่วยหรือบุคลากรสาธารณสุขที่ต้องเผชิญกับหัตถการที่กำเนิดละอองลอยหรือผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง แต่ไม่พบการศึกษาใดตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อไวรัสหรือปรสิตในคลินิกทันตกรรม เช่นเดียวกับการทบทวนของ Innes และคณะ[4] ที่ให้เหตุผลว่า ไวรัสเพาะเลี้ยงได้ยากกว่าแบคทีเรีย หลาย ๆ การศึกษาจึงนิยมใช้การเก็บเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างอากาศเพื่อเป็นตัวแทนการวัดการปนเปื้อนจากหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย เนื่องจากไวรัสมีขนาดเล็กประมาณ 20-300 นาโนเมตร และมีรูปแบบการกระจายคล้ายกับละอองกระเด็น (splatter) ละอองลอยของแบคทีเรีย

การระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (SARS-

CoV-2) ก่อให้เกิดโรคโควิด-19 (COVID-19, coronavirus disease 2019) ซึ่งมีการระบาดไปทั่วโลก จากการศึกษาพบว่าการติดต่อมีได้ 2 ช่องทางหลัก ได้แก่ ทางตรงโดยการสัมผัสกับผู้ป่วยหรือการหายใจนำเชื้อผ่านทางละอองฝอย (droplet) และทางอ้อมผ่านทางอากาศที่มีเชื้อปนเปื้อน (airborne) หรือผ่านทางวัตถุตัวกลาง (fomite-mediated)[33-35] ลักษณะงานรักษาทางทันตกรรมที่ใช้อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดละอองฝอยฟุ้งกระจายเป็นจำนวนมาก ร่วมกับการรักษาที่มีระยะประชิดกับผู้ป่วย ทำให้เกิดผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงกับระบบทันตสาธารณสุขรวมถึงระบบอากาศ ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)[36] และกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข[37] ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติการรักษาทางทันตกรรมในสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 เรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อควบคุมการติดเชื้อในห้องทันตกรรม โดยแนะนำให้บริเวณที่รักษาทางทันตกรรมควรมีการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในห้อง โดยวางตำแหน่งหัวจ่ายลมเย็นให้ลมผ่านบริเวณสะอาด ต้องการความสะอาดมากกว่าไปยังที่สะอาดน้อยกว่า ควรจัดให้มีระบบระบายอากาศออก 3 รอบของการไหลเวียนอากาศครบปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (air change per hour, ACH) และฟอกอากาศด้วยแผ่นกรองอากาศคุณภาพสูง (high efficiency particulate air filter, HEPA filter) หรือระบบอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพรวมกันไม่น้อยกว่า 12 รอบของการไหลเวียนอากาศครบปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ ได้เล็งเห็นถึงความปลอดภัยของผู้มารับบริการและบุคลากรทางทันตสาธารณสุข ได้ริเริ่มการปรับปรุงระบบอากาศและระบายอากาศในบริเวณที่มีการตรวจรักษาตามแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อควบคุมการติดเชื้อในห้องทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข โดยจัดให้มีระบบระบายอากาศ 12 รอบของการไหลเวียนอากาศครบปริมาตรห้องต่อชั่วโมง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมและกำจัดเชื้อ โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศก่อนและหลังปรับปรุงระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยทำการเปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา คือก่อนการรักษาและระหว่างการรักษาทางทันตกรรม และจำแนกคุณภาพอากาศตามค่าดัชนีคุณภาพอากาศทั้ง 5 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ที่ให้การตรวจรักษาทั้งห้องหัตถการที่ไม่ทำให้เกิดละอองลอยหรือหัตถการที่ทำให้เกิดละอองลอยต่ำ (non APG room) และห้องหัตถการที่ทำให้เกิดละอองลอยสูง (APG room) ในพื้นที่ส่วนสนับสนุน ได้แก่ ห้องถ่ายภาพรังสี (radiographic room) และห้องเก็บเครื่องมือสะอาด (sterilized storage room) รวมถึงพื้นที่พักคอย (waiting area) ของผู้ป่วยซึ่งอยู่นอกคลินิกทันตกรรม รวมถึงหาความสัมพันธ์ตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น จำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ซึ่งยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบดังกล่าวทั้งในและต่างประเทศ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การศึกษาได้รับการรับรองการยกเว้นพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัย จากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ กรุงเทพมหานคร รหัสโครงการ S006h/65_NA เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2565

พื้นที่ในการเก็บข้อมูล

พื้นที่ในการเก็บข้อมูลเป็น 5 ตำแหน่งดังนี้ พื้นที่ตรวจรักษา 2 ตำแหน่ง ลักษณะห้องตรวจเป็นห้องเดี่ยวมีประตูเปิด ปิด ขนาดประมาณ 30 ลบ.ม. (2.8 × 4.0 × 2.7 เมตร) แยกเป็นห้องหัตถการที่ไม่ทำให้เกิดละอองลอย หรือหัตถการที่ทำให้เกิดละอองลอยต่ำ ได้แก่ การตรวจฟัน ถอนฟัน ขูดหินน้ำลายด้วยมือ หรือการใช้หัวฉีดที่มีลมหรือน้ำอย่างเดียว และห้องหัตถการที่ทำให้เกิดละอองลอยสูง ได้แก่ หัตถการที่มีการใช้หัวขูดหินน้ำลาย ด้ามกรอความเร็วสูง หัวฉีดที่มีลมและน้ำ การขัดฟันและถอนฟันที่ใช้ด้ามกรอที่มีน้ำในการหล่อเย็น[4]

พื้นที่ส่วนสนับสนุน 2 ตำแหน่งภายในคลินิกทันตกรรมได้แก่ ห้องเครื่องมือสะอาดซึ่งเป็นห้องแยกมีประตูปิดตลอดเวลาร่วมกับถอดรองเท้าก่อนเข้าห้อง ขนาด 21 ลบ.ม. (2.0 × 3.5 × 3.0 เมตร) และห้องถ่ายภาพรังสีซึ่งไม่มีระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ลักษณะเป็นห้องมีประตูเปิด ปิด จะปิดเฉพาะเวลามีการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย (cone beam computed tomography, CBCT) ขนาด 36 ลบ.ม. (3.0 × 4.0 × 3.0 เมตร)

ส่วนพักคอย 1 ตำแหน่งอยู่ภายนอกคลินิกทันตกรรมขนาดประมาณ 402 ลบ.ม. (6.7 × 20.0 × 3.0 เมตร) ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่งขนาดใหญ่ ไม่มีระบบปรับอากาศและระบายอากาศ มีพัดลมให้บริการกระจายอยู่ 3 จุด

ตารางที่ 1 ดัชนีการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศและการนำไปใช้

Table 1 Index of microbial air (IMA) contamination and their application.

ค่าดัชนีดัชนีการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศ (IMA value)	โคโลนี/ตร.ดม./ชั่วโมง (CFU/dm^2/hr)	สมรรถนะ (performance)	ในบริเวณที่มีความเสี่ยง (in place at risk)
0-5	0-9	Very good	Very high
6-25	10-39	Good	High
26-50	40-84	Fair	Medium
51-75	85-124	Poor	-
≥ 76	≥ 125	Very poor	-

วิธีเก็บตัวอย่าง

วัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะศึกษาเฉพาะเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเพื่อเป็นตัวแทนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ โดยการเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือดแกะร้อยละ 5 (5% sheep blood agar) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. ทิ้งไว้ตามหลักการ 1/1/1[38] ซึ่งกำหนดให้สูงจากพื้น 1 เมตร ห่างจากผนัง 1 เมตร และใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยวางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 1 จาน

พื้นที่ตรวจรักษา 2 ตำแหน่ง วางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อห่างจากปากผู้ป่วยระยะ 2-3 ฟุต เพราะเป็นตำแหน่งที่พบการแพร่กระจายละอองลอยจากแบคทีเรียมากที่สุด[39] พื้นที่ส่วนสนับสนุน 2 ตำแหน่งภายในคลินิกทันตกรรม วางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อตรงกลางห้องส่วนพักคอย 1 ตำแหน่ง วางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อใกล้เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ซึ่งเป็นจุดที่มีผู้ใช้บริการหนาแน่นที่สุด

ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ก่อนให้การรักษา (T0) ทั้ง 5 ตำแหน่ง ช่วงเวลา 7.00-8.00 น. และระหว่างให้การรักษา (T1) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยห้องตรวจจะเริ่มวางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อผู้ป่วยเข้ารับบริการตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (หัตถการที่ไม่ก่อให้เกิดละอองลอยหรือการทำให้เกิดละอองลอยต่ำและหัตถการก่อเกิดละอองลอยสูง) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พื้นที่ที่เหลือจะวางช่วงเวลาที่มีคนใช้พื้นที่หนาแน่นที่สุดประมาณช่วง 9.00-10.00 น. โดยเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 3 วัน คือวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ซึ่งเป็นตัวแทนวันแรก กลาง และสุดท้ายของสัปดาห์เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รวม 6 วัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jain และคณะ[6] และ Maghlouth และคณะ[11] โดยเก็บตัวอย่าง 2 ชุด ชุดแรกก่อนการปรับปรุงระบบและชุดหลังปรับปรุงระบบอากาศ รวมจำนวนทั้งสิ้น 120 ตัวอย่าง หลังเก็บตัวอย่างอากาศจะปิดผนึกจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อและเก็บรักษาในกล่องโฟมที่ควบคุมอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ตลอดก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ซึ่งผ่านมาตรฐานสภาเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ภายใน 2 ชั่วโมง และบ่มเพาะเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 34-36 องศาเซลเซียส (35 ± 1 °C) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปแยกวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรารวม/จานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ/ชั่วโมง รายงานเป็นโคโลนีต่อจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ/ชั่วโมง (CFU/plate/hr) เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายจากการศึกษา Pasquarella และคณะ[26] (27.5 CFU/plate/hr) และโคโลนี/ตร.ดม./ชั่วโมง (CFU/dm^2/hr) ซึ่งคำนวณโดยนำจำนวนโคโลนีคูณด้วยค่าคงที่ 1.574 ที่ได้มาจากการคำนวณพื้นที่ของจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม.[40] เพื่อจำแนกคุณภาพอากาศตามค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (index of microbial air contamination, IMA[38] ดังแสดงในตารางที่ 1

วัดค่าข้อมูลตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณคนในพื้นที่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นหน้าจอแบบดิจิทัลแสดงผลเป็นตัวเลข (Testo® model: 608-H2) ที่ได้รับการสอบเทียบความเที่ยงของเครื่องมือจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน (accredit 17025 ANAB)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ T0 และ T1 จากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ใช้สถิติเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก

ตารางที่ 2 ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วงการก่อนรักษาเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศ และดัชนีคุณภาพอากาศ

Table 2 The amount of microbial air contamination before treatment was compared before and after improving the air system and index of microbial air contamination.

Area	Microbial contamination (CFU/plate/hr) T0 median (IQR)		*p*-value	Microbial contamination (CFU/dm^2/hr) T0 median (IQR)		Index of microbial air contamination (IMA)	
	Before improving the air system	After improving the air system		Before improving the air system	After improving the air system	Before improving the air system	After improving the air system
Non-AGP dental room	7.50 (2.00)	2.00 (4.00)	0.027*	11.8 (3.15)	3.15 (6.30)	Good	Very good
AGP dental room	12.0 (9.00)	8.50 (8.00)	0.463	18.9 (14.17)	13.4 (12.59)	Good	Good
Sterilized storage room	2.00 (3.00)	7.00 (8.00)	0.078	3.15 (4.72)	11.0 (12.59)	Very good	Good
Radiographic room	9.50 (4.00)	4.00 (4.00)	0.027*	15.0 (6.30)	6.30 (6.30)	Good	Very good
Waiting area	55.0[a] (31.0)	30.0[a] (23.0)	0.028*	86.6[b] (48.8)	47.2[b] (36.2)	Poor	Fair

[a]greater than target value (27.5 CFU/plate/hr)

[b]greater than IMA value (clean room ≤ 39 CFU/dm^2/hr)

*significantly different at *p*-value < 0.05 by Wilcoxon signed rank test

ตารางที่ 3 ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วงระหว่างการรักษาเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศ และดัชนีคุณภาพอากาศ

Table 3 The amount of microbial air contamination during treatment was compared before and after improving the air system and index of microbial air contamination.

Area	Microbial contamination (CFU/plate/hr) T1 median (IQR)		*p*-value	Microbial contamination (CFU/dm^2/hr) T1 median (IQR)		Index of microbial air contamination (IMA)	
	Before improving the air system	After improving the air system		Before improving the air system	After improving the air system	Before improving the air system	After improving the air system
Non-AGP dental room	34.5[a] (23.0)	18.0 (12.0)	0.043*	54.3[b] (36.2)	28.3 (18.9)	Fair	Good
AGP dental room	34.5[a] (8.25)	19.0 (9.00)	0.028*	54.3[b] (6.30)	29.9 (14.2)	Fair	Good
Sterilized storage room	5.00 (7.00)	3.00 (4.00)	0.279	7.87 (11.0)	4.72 (6.30)	Very good	Very good
Radiographic room	29.5[a] (31.0)	27.0 (47.0)	0.917	46.4[b] (48.8)	42.5[b] (74.0)	Fair	Fair
Waiting area	80.5[a] (36.0)	53.0[a] (23.0)	0.116	126.7[b] (56.7)	83.4[b] (36.2)	Very poor	Fair

[a]greater than target value (27.5 CFU/plate/hr)

[b]greater than IMA value (clean room ≤ 39 CFU/dm^2/hr)

*significantly different at *p*-value < 0.05 by Wilcoxon signed rank test

(nonparametric statistics) โดยใช้การทดสอบลำดับที่โดยเครื่องหมายของวิลค็อกซัน (Wilcoxon signed rank test) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตัวแปรต่าง ๆ ต่อปริมาณเชื้อโดยสถิติแบบถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม STATA 17 และ SPSS version 26 concurrent license (ศูนย์วิจัยและแพทยศาสตร์ สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร)

ผลการศึกษา

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วง T0 เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงระบบอากาศ และจำแนกคุณภาพอากาศ (ตารางที่ 2) พบว่า ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยตัวแปรต่าง ๆ

Table 4 Mean of variables.

Area	Before improving the air system						After improving the air system					
	Temperature (°C)		Humidity (%RH)		Number of people used		Temperature (°C)		Humidity (%RH)		Number of people used	
	T0 mean SD	T1 mean SD	T0 mean SD	T1 mean SD	T0 mean SD	T1 mean SD	T0 mean SD	T1 mean SD	T0 mean SD	T1 mean SD	T0 mean SD	T1 mean SD
Non-AGP dental room	27.1	26.2	59.6	60.5	2.83	8.00	24.8	24.5	59.8	58.1	3.33	6.33
	0.33	0.59	3.24	2.26	0.75	3.46	0.44	0.61	7.49	6.74	0.82	1.37
AGP dental room	27.1	26.2	59.4	61.0	3.00	5.67	24.6	24.5	59.7	56.9	4.00	4.50
	0.40	0.62	3.98	2.08	0.63	2.34	0.39	0.73	7.71	5.67	0.89	2.07
Sterilized storage room	27.1	26.2	57.9	58.5	2.83	4.17	24.4	24.4	59.3	55.5	4.83	6.50
	0.35	0.60	3.48	3.04	0.75	1.60	0.39	0.67	7.43	5.21	1.60	4.42
Radiographic room	27.0	26.2	61.3	62.4	2.00	7.50	24.4	24.6	61.4	59.7	3.67	11.3
	0.36	0.55	4.58	3.17	0.89	1.64	0.43	0.63	7.39	5.67	0.82	5.13
Waiting area	27.0	26.3	69.0	68.1	13.2	11.7	24.6	24.5	66.2	65.4	15.5	23.3
	0.34	0.46	5.48	3.21	4.75	3.50	0.60	0.61	6.49	7.44	6.50	7.34

ในห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งกระจาย ห้องถ่ายภาพรังสีและพื้นที่พักคอย ภายหลังปรับปรุงระบบอากาศมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศก่อนปรับปรุงระบบอากาศเท่ากับ 7.50 (2.00), 9.50 (4.00) และ 55.00 (31.00) CFU/plate/hr ตามลำดับ และหลังปรับปรุงระบบอากาศเท่ากับ 2.00 (4.00), 4.00 (4.00) และ 30.00 (23.00) CFU/plate/hr ตามลำดับ โดยห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งกระจายและห้องถ่ายภาพรังสีมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากดีเป็นดีมาก ส่วนพื้นที่พักคอยมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากต่ำเป็นพอใช้

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศช่วง T1 เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงระบบอากาศ และจำแนกคุณภาพอากาศ (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ในห้องตรวจทันตกรรมที่มีหัตถการไม่ฟุ้งและฟุ้งกระจายหลังปรับปรุงระบบอากาศมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศก่อนปรับปรุงระบบอากาศเท่ากับ 34.50 (23.00) และ 34.50 (8.25) CFU/plate/hr ตามลำดับ และหลังปรับปรุงระบบอากาศเท่ากับ 18.00 (12.00) และ 19.00 (9.00) CFU/plate/hr ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ห้องมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากพอใช้เป็นดี

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบถดถอยพหุคูณ

Table 5 Multiple regression analysis between variables.

Variables	Coefficients B	*p*-value
Temperature	3.73	0.281
Humidity	2.42	0.100
Number of people used	2.26	0.030*

*significantly different at *p*-value < 0.05

ค่าเฉลี่ยตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และจำนวนคนของแต่ละพื้นที่ทั้ง 5 ตำแหน่ง ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศ แสดงไว้ในตารางที่ 4 เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบถดถอยพหุคูณต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (ตารางที่ 5) วิเคราะห์ได้ว่า ค่าเฉลี่ยคนในพื้นที่ส่งผลต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.030$) โดยเมื่อค่าเฉลี่ยคนในพื้นที่เพิ่มขึ้น 1 คน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศจะเพิ่มขึ้น 2.26 หน่วย

เมื่อควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้คงที่

วิจารณ์

ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายหลังปรับปรุงระบบอากาศช่วง T0 มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3 พื้นที่ ได้แก่ ห้องทันตกรรมแบบไม่ฟุ้งกระจาย ห้องถ่ายภาพรังสี และพื้นที่พักคอย ซึ่ง 2 พื้นที่หลังไม่มีการปรับปรุงระบบอากาศใด ๆ ส่วนห้องทันตกรรมแบบฟุ้งกระจายมีการปรับปรุงระบบอากาศแต่ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากการสังเกตพบว่าช่วง T0 จำนวนคนรวมถึงกิจกรรมในแต่ละพื้นที่ ทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงระบบมีปริมาณไม่มาก อาจทำให้เห็นความแตกต่างได้ไม่ชัดเจน หรือมีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยซึ่งต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ขณะที่ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในห้องตรวจทันตกรรมทั้งแบบไม่ฟุ้งและฟุ้งกระจายช่วง T1 ขณะก่อนปรับปรุงระบบอากาศเท่ากับ 34.5 (23.0), 34.5 (8.25) CFU/plate/hr ตามลำดับ คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Guida และคณะ[41] ซึ่งมีค่ามัธยฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในห้องตรวจทันตกรรมช่วง T1 เท่ากับ 33.5 (ค่าเฉลี่ย 39.6) CFU/plate/hr แต่ภายหลังการปรับปรุงระบบอากาศค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในห้องตรวจทันตกรรมทั้งแบบไม่ฟุ้งและฟุ้งกระจายช่วง T1 มีค่า 18.0 (12.0), 19.0 (9.00) CFU/plate/hr ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการปนเปื้อนเชื้อในอากาศห้องสะอาด ห้องผ่าตัดในโรงพยาบาลซึ่งกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ 25 CFU/plate/hr หรือเท่ากับ 39 CFU/dm^2/hr[38] และค่าน้อยกว่าค่าเป้าหมายจากการศึกษา Pasquarella และคณะ[26] ที่กำหนดค่าเป้าหมายการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศที่ 27.5 CFU/plate/hr

ช่วง T1 ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจะลดลงเฉพาะพื้นที่ที่มีการปรับปรุงระบบอากาศเท่านั้น ส่วนพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงระบบอากาศ ได้แก่ พื้นที่ถ่ายภาพรังสีมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อไม่ต่างกันทั้งก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศ คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานห้องสะอาดห้องผ่าตัดในโรงพยาบาล ฉะนั้นเป็นอีกพื้นที่ที่ควรนำมาพิจารณาปรับปรุงระบบอากาศด้วย และพื้นที่พักคอยมีค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศสูงสุดเช่นเดียวกับการศึกษา Cellini และคณะ[27] ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงระบบ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนคนในพื้นที่มากที่สุด ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อไม่ต่างกันทั้งก่อนและหลังปรับปรุงระบบอากาศเช่นกัน แต่คุณภาพอากาศก่อนปรับปรุงอยู่ในระดับแย่มาก ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าดัชนีการปนเปื้อนเชื้อในอากาศ ระดับความเสี่ยงสิ่งแวดล้อมต่ำ ได้แก่ บริเวณอำนวยความสะดวก กำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ 79 CFU/plate/hr หรือเท่ากับ 124 CFU/dm^2/hr[38] ภายหลังปรับปรุงระบบอากาศคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้ เพราะฉะนั้นพื้นที่พักคอยจึงเป็นอีกพื้นที่ที่ควรนำมาพิจารณาปรับปรุงระบบอากาศเช่นกัน เพราะปกติมนุษย์เราสามารถกำเนิดละอองลอยชีวภาพได้จากการพูด หายใจ ไอ และจาม

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศมีความสัมพันธ์กับจำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่ พบว่า เมื่อคนที่อยู่ในพื้นที่เพิ่มขึ้น 1 คน ปริมาณเชื้อจะเพิ่มขึ้น 2.26 หน่วย เมื่อควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้คงที่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Makuluni และคณะ[42] Park และคณะ[43] และ Obbard และ Fang[44] ฉะนั้นการจำกัดคนให้เข้าในพื้นที่มีผลต่อคุณภาพอากาศ และการปรับปรุงระบบปรับและระบายอากาศควรพิจารณาแยกเป็นส่วน ๆ ไปตามลักษณะและการใช้งานของแต่ละพื้นที่

ห้องเก็บเครื่องมือสะอาดไม่มีการปรับปรุงระบบอากาศใด ๆ แต่ค่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศต่ำทั้งก่อนและหลังปรับปรุงระบบ เนื่องจากเป็นพื้นที่แยก ประตูปิดตลอดเวลา มีการถอดรองเท้าก่อนเข้าพื้นที่และปริมาณคนในพื้นที่น้อยที่สุด คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cellini และคณะ[27]

อย่างไรก็ตาม ไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่บ่งบอกสาเหตุของการติดเชื้อโรคของทันตบุคลากรและผู้ป่วยมาจากการแพร่กระจายเชื้อจากการทำฟัน แต่ก็ไม่ควรละเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการศึกษาพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างการรักษาทางทันตกรรม ทั้งหัตถการที่ก่อและไม่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจาย ฉะนั้นทีมบุคลากรทางทันตกรรมและผู้ป่วยจึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงจากการติดเชื้อได้หลากหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง[26] วิธีการลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในคลินิกทันตกรรมควรทำร่วมกันหลายวิธี[2,9,12,23] ทั้งการควบคุมเชื้อที่พื้นผิว เครื่องมือ และน้ำ

ในระบบยูนิตทันตกรรม การให้ผู้ป่วยบ้วนน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเริ่มการรักษา อุปกรณ์เพิ่มเติมต่าง ๆ เช่น เครื่องดูดความเร็วสูงร่วมกับหัวดูดที่มีลักษณะบานออกที่ส่วนปลายเพื่อเก็บละอองฟุ้งกระจายออกมา การใช้แผ่นยางกั้นน้ำลายที่แยกเฉพาะฟันส่วนที่ต้องการรักษาออกจากช่องปากที่มีทั้งน้ำลายและสารคัดหลั่ง การใช้อุปกรณ์หรือระบบที่ลดการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศ รวมทั้งบุคลากรปฏิบัติงานตามมาตรการควบคุมการติดเชื้อ[16,20,28] ควรใส่ชุดหรืออุปกรณ์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะหัตถการ และส่งเสริมให้บุคลากรได้รับวัคซีนป้องกันโรคตามแผนการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันของประเทศด้วย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดด้วยเงื่อนเวลาจำกัดก่อนการปรับปรุงระบบอากาศทำให้เก็บข้อมูลได้ 2 สัปดาห์ จำนวนที่สำรวจแต่ละพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลาเพียง 6 ครั้ง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก การเก็บตัวอย่างเชื้อเพื่อตรวจนับเฉพาะเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราชนิดใช้ออกซิเจนเท่านั้น ไม่ได้มีการแยกชนิดของเชื้อ ขณะที่ไวรัสมีขนาดเล็กกว่าและสามารถล่องลอยในอากาศได้ไกลมากกว่า และเทคนิคการเก็บตัวอย่างเชื้อจากอากาศเป็นแบบเปิดฝาจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อไว้เพียงอย่างเดียว ไม่ได้เก็บแบบใช้เครื่องดูดอากาศ การตรวจด้วยวิธีนี้เป็นการเก็บเชื้อที่ตกลงมาในจานเพาะเชื้อ ขณะที่การใช้เครื่องดูดอากาศสามารถเป็นการเก็บเชื้อที่กระจายอยู่ในอากาศที่มีขนาดเล็กกว่าได้ ฉะนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมประเมินการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในน้ำ อากาศ และบนพื้นผิวไปพร้อม ๆ กัน ควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มีปริมาณมากขึ้น รวมทั้งมีการเก็บข้อมูล T0 ขณะที่ไม่มีคนอยู่เพื่อเป็นกลุ่มควบคุม และศึกษาแบบพหุสถาบันเพื่อจะได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายขึ้น เป็นประโยชน์อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในคลินิกทันตกรรม

สรุปผลการศึกษา

การปรับปรุงระบบปรับและระบายอากาศสามารถช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องตรวจระหว่างการรักษาทางทันตกรรมได้ โดยพิจารณาร่วมกับการจำกัดจำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่ ประกอบกับปฏิบัติตามมาตรการป้องกันสากลที่เหมาะสมและมาตรการควบคุมการติดเชื้ออย่างเคร่งครัด ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้มารับบริการและทีมทันตบุคลการ

เอกสารอ้างอิง

1. Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. ***Ann Occup Hyg***. 2003;47:187-200.
2. Harrel SK, Molinari J. Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. ***J Am Dent Assoc***. 2004;135:429-37.
3. Zemouri C, de Soet H, Crielaard W, Laheij A. A scoping review on bio-aerosols in healthcare and the dental environment. ***PLoS One***. 2017;12:e0178007.
4. Innes N, Johnson IG, Al-Yaseen W, Harris R, Jones R, Kc S, et al. A systematic review of droplet and aerosol generation in dentistry. ***J Dent***. 2021;105:103556.
5. Grenier D. Quantitative analysis of bacterial aerosols in two different dental clinic environments. ***Appl Environ Microbiol***. 1995;61:3165-8.
6. Jain M, Mathur A, Mathur A, Mukhi PU, Ahire M, Pingal C. Qualitative and quantitative analysis of bacterial aerosols in dental clinical settings: risk exposure towards dentist, auxiliary staff, and patients. ***J Family Med Prim Care***. 2020;9:1003-8.
7. Dutil S, Mériaux A, de Latrémoille MC, Lazure L, Barbeau J, Duchaine C. Measurement of airborne bacteria and endotoxin generated during dental cleaning. ***J Occup Environ Hyg***. 2008;6:121-30.
8. Decraene V, Ready D, Pratten J, Wilson M. Air-borne microbial contamination of surfaces in a UK dental clinic. ***J Gen Appl Microbiol***. 2008;54:195-203.
9. Rautemaa R, Nordberg A, Wuolijoki-Saaristo K, Meurman JH. Bacterial aerosols in dental practice–a potential hospital infection problem? ***J Hosp Infect***. 2006;64:76-81.
10. Debattista N, Zarb MJ, Portelli JM. Bacterial atmospheric contamination during routine dental activity. ***Malta Med J***. 2007;20:14-6.
11. Maghlouth AA, Yousef YA, Bagieh NA. Qualitative and quantitative analysis of bacterial aerosols. ***J Contemp Dent Pract***. 2004;5:91-100.
12. Bentley CD, Burkhart NW, Crawford JJ. Evaluating spatter and aerosol contamination during dental procedures. ***J***

Am Dent Assoc. 1994;125:579-84.

13. Bennett AM, Fulford MR, Walker JT, Bradshaw DJ, Martin MV, Marsh PD. Microbial aerosols in general dental practice. ***Br Dent J***. 2000;189:664-7.
14. Mirhoseini SH, Koolivand A, Bayani M, Sarlak H, Moradzadeh R, Ghamari F, et al. Quantitative and qualitative assessment of microbial aerosols in different indoor environments of a dental school clinic. ***Aerobiologia***. 2021;37:217-24.
15. Kobza J, Pastuszka JS, Brągoszewska E. Do exposures to aerosols pose a risk to dental professionals? ***Occup Med (Lond)***. 2018;68:454-8.
16. Bârlean L, Iancu LS, Minea ML, Dănilă I, Baciu D. Airborne microbial contamination in dental practices in Iasi, Romania. ***OHDMBSC***. 2010;9:16-20.
17. Kedjarune U, Kukiattrakoon B, Yapong B, Chowanadisai S, Leggat PA. Bacterial aerosols in the dental clinic: effect of time, position and type of treatment. ***Int Dent J***. 200;50: 103-7.
18. Sakunkoo P, Tangmuang K. Quantities and type of bacteria in airborne from the main service activities in the dental clinic; case study of community hospital. ***J Office DPC7 Khon Kaen***. 2018;25:12-22.
19. Inyawilert K, Bunyatratchata O, Klangthong A, Kamsa-ard S, Luengpailin S, Rattanathongkom A. Bacterial air contamination inside the comprehensive dental clinic II and special dental clinic at the Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University. ***Khon Kean Dent J***. 2016;19:107-14.
20. Luksamijarulkul P, Panya N, Sujirarat D, Thaweboon S. Microbial air quality and standard precaution practice in a hospital dental clinic. ***J Med Assoc Thai***. 2009;92(Suppl 7):S148-55.
21. Phanombualert J, Muenta C, Thongkamsamut C. The indoor air quality analysis of microbial and Candida in OPD Dental Clinic, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University. ***Arch KKU***. 2016;1:173-81.
22. Guaythong D, Nathapindhu G. Microoganism in the dental room of sub-district health promotion hospital in Muang District Khon Kaen Province. ***KKU Res J (GS)***. 2016;16:81-91.
23. Ampornaramveth R. Air quality in dental clinic. ***J Dent Assoc Thai***. 2017;67:1-14.
24. Veronesi L, Colucci ME, Napoli C, Castiglia P, Liguori G, Torre I, et al. Air microbial contamination in dental clinics: comparison between active and passive methods. ***Acta Biomed***. 2020;91(Suppl 3):165-7.
25. Napoli C, Marcotrigiano V, Montagna MT. Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: a comparison between active and passive methods in operating theatres. ***BMC Public Health***. 2012;12:1-6.
26. Pasquarella C, Veronesi L, Napoli C, Castiglia P, Liguori G, Rizzetto R, et al. Microbial environmental contamination in Italian dental clinics: a multicenter study yielding recommendations for standardized sampling methods and threshold values. ***Sci Total Environ***. 2012;420:289-99.
27. Cellini L, Di Campli E, Di Candia M, Chiavaroli G. Quantitative microbial monitoring in a dental office. ***Public Health***. 2001;115:301-5.
28. Divya R, Senthilnathan KP, Kumar MP, Murugan PS. Evaluation of aerosol and splatter contamination during minor oral surgical procedures. ***Drug Invent Today***. 2019;12: 1845-8.
29. Manea A, Crisan D, Baciut G, Baciut M, Bran S, Armencea G, et al. The importance of atmospheric microbial contamination control in dental offices: raised awareness caused by the SARS-CoV-2 pandemic. ***Appl Sci***. 2021;11:2359.
30. Manarte-Monteiro P, Carvalho A, Pina C, Oliveira H, Manso MC. Air quality assessment during dental practice: aerosols bacterial counts in an universitary clinic. ***Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac***. 2013;54:2-7.
31. Bahador M, Alfirdous RA, Alquria TA, Griffin IL, Tordik PA, Martinho FC. Aerosols generated during endodontic treatment: a special concern during the coronavirus disease 2019 pandemic. ***J Endod***. 2021;47:732-9.
32. Polednik B. Exposure of staff to aerosols and bioaerosols in a dental office. ***Building and Environment***. 2021;187: 107388.
33. Lotfi M, Hamblin MR, Rezaei N. COVID-19: transmission, prevention, and potential therapeutic opportunities. ***Clin Chim Acta***. 2020;508:254-66.
34. Cai J, Sun W, Huang J, Gamber M, Wu J, He G. Indirect virus transmission in cluster of COVID-19 cases, Wenzhou, China, 2020. ***Emerg Infect Dis***. 2020;26:1343-5.
35. Duda-Chodak A, Lukasiewicz M, Zięć G, Florkiewicz A, Filipiak-Florkiewicz A. Covid-19 pandemic and food: present knowledge, risks, consumers fears and safety. ***Trends Food Sci Technol***. 2020;105:145-60.
36. Centers for Disease Control and Prevention. Guidance for dental settings: interim infection prevention and control

guidance for dental settings during the COVID-19 response [Internet]. 2020 [cited 2023 Jul 20]. Available from: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/88256

37. Department of Medical Services, Ministry of Public Health. Guidelines following the unlock measure for dental practice in the outbreak of COVID-19 [Internet]. 2020 [cited 2023 Jul 20]. Available from: https://dentalcouncil.or.th/images/uploads/file/MF5PQXQLIC0PBD17.pdf
38. Pasquarella C, Pitzurra O, Savino A. The index of microbial air contamination. ***J Hosp Infect***. 2000;46:241-56.
39. Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, Ryge G. Studies on dental aerobiology. I. bacterial aerosols generated during dental procedures. ***J Dent Res***. 1969;48:49-56.
40. Suantubtim S, Gamnarai P. Exploration of environmental and airborne microorganisms in medical science laboratory. ***TSTJ***. 2020;28:1462-72.
41. Guida M, Galle F, Di Onofrio V, Nastro RA, Battista M, Liguori G, et al. Environmental microbial contamination in dental setting: a local experience. ***J Prev Med Hyg***. 2012;53:207-12.
42. Makuluni M, Kamundumuli PS, Chisale M. Comparative assessment of microbial air contamination in labor and postnatal ward at Mzuzu Central Hospital. ***ASRJETS***. 2019; 61:110-8.
43. Park DU, Yeom JK, Lee WJ, Lee KM. Assessment of the levels of airborne bacteria, gram-negative bacteria, and fungi in hospital lobbies. ***IJERPH***. 2013;10:541-55.
44. Obbard JP, Fang LS. Airborne concentrations of bacteria in a hospital environment in Singapore. ***Water Air Soil Pollut***. 2003;144:333-41.