

ประสิทธิผลในการลดปริมาณละอองลอยในอากาศของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ (การวิจัยเชิงทดลอง)

วริษฐา อัมแสง^{1*} จิตจิโรจน์ อภิธิชัยเจริญ¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิผลในการลดปริมาณละอองลอยในอากาศของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ ที่ออกแบบเป็นแท่นกักเพื่อผู้ป่วยสามารถกักตัวเอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภายใต้การสร้างละอองลอยทางทันตกรรม จากเครื่องดูดหินปูนอุลตราโซนิคบนพื้นหน้าบนด้านขวาของหัวหุ่นจำลองทางทันตกรรม เป็นเวลา 20 วินาที โดยทำการจำลองกระบวนการกำจัดละอองลอยทางทันตกรรมด้วยวิธีการต่าง ๆ 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มควบคุม คือ ไม่ใช้เครื่องมือใด ๆ 2) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว 3) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม และ 4) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ ทำการวัดปริมาณละอองลอยในอากาศด้วยการบันทึกภาพเป็นวิดีโอ แล้วเลือกภาพในวินาทีที่ 6-16 ขนาด 1920×1088 พิกเซล นำไปวิเคราะห์ปริมาณละอองลอยในอากาศเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ

ผลการทดลองหรือผลการศึกษา: ใช้สถิติ Two-Way ANOVA ด้วยการทดสอบ Tukey พบว่า กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ สามารถลดระดับปริมาณละอองลอยในอากาศได้มากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ 27.68 ± 2.11 พิกเซล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} = 0.05$ รองลงมาคือ กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม (มีค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ 30.74 ± 1.93 พิกเซล) และกลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว (มีค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ 34.03 ± 2.58 พิกเซล) ตามลำดับ แต่ที่เวลาต่างกันระดับปริมาณละอองลอยในอากาศที่วัดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} = 0.05$

สรุป: การใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ สามารถช่วยกำจัดละอองลอยที่เกิดขึ้นขณะทำหัตถการทางทันตกรรมก่อนการฟุ้งกระจายออกสู่ภายนอกช่องปากได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากผู้ติดเชื้อไปยังทันตบุคลากรหรือผู้ป่วยรายอื่นได้

คำสำคัญ: ปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปาก การลดละอองลอยทางทันตกรรม การวัดปริมาณละอองลอยทางทันตกรรม เครื่องดูดน้ำลายทั่วไป เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง

วันที่รับ: 25 เมษายน 2568

วันที่แก้ไข: 8 สิงหาคม 2568

วันที่ตอบรับ: 15 สิงหาคม 2568

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
(*ผู้ติดต่อบทความ)

Effectiveness of Aerosol Quantity Reduction Using the New Model Intraoral High-Power Suction Tip (In Vitro Experimental Study)

Waritta Imsang^{1*} Jitjiroj Ittichaicharoen¹

Abstract

Objective: This study evaluates the effectiveness of reducing aerosol quantity with a newly designed intraoral high-power suction tip. This unique tip design allows patients to bite down during dental procedures, reducing the need for constant assistance from dental professionals and potentially revolutionizing dental practice.

Materials and Methods: A controlled in vitro experimental design utilized a P5 ultrasonic scaler on maxillary right anterior teeth in a manikin head as a dental aerosol-generating source for 20 seconds. Simulating aerosol-mitigating procedures across four groups: 1) a control group (CT) that did not use any devices 2) only the saliva ejector (SE), 3) saliva ejector with a conventional high-power suction tip (Four-Hand Dentistry: FH), and 4) saliva ejector with the new model intraoral high-power suction tip (New Model: NM). The study assessed aerosol levels indirectly by capturing images from video recordings and analyzing them for average darkness of the image using the ImageJ program.

Results: Using two-way ANOVA with the Tukey test, the New Model group showed a significant reduction in aerosol levels (27.68 ± 2.11 pixels, p -value = 0.05), more than the Four-Handed Dentistry group (30.74 ± 1.93) and the Saliva Ejector group (34.03 ± 2.58), respectively. All groups did not change significantly over time (p -value = 0.05).

Conclusions: This study demonstrated that the new model intraoral high-power suction tip represents a practical and effective solution for managing dental aerosols, which can reduce the spread of infection from an infected person to other patients and the dental team.

Keywords: Intraoral high-power suction tip, Dental aerosol reduction, Aerosol measurement, Saliva ejector, High-power suction

Received Date: Apr 25, 2025

Revised Date: Aug 8, 2025

Accepted Date: Aug 15, 2025

¹Faculty of Dentistry Chiangmai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.
(*Corresponding author)

บทนำ (Introduction)

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าหัตถการทางทันตกรรม (dental procedure) เป็นกระบวนการที่เหนียวทำให้เกิดการสร้างละอองลอยขนาดต่าง ๆ (Aerosol-Generating Procedures: AGPs) (1) ฟุ้งกระจายสู่สิ่งแวดล้อม ละอองลอยขนาดเล็ก (aerosols) หรือละอองนิวเคลียส (droplet nuclei) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 5 ไมโครเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กเกินกว่าจะตกตะกอน จึงสามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานหลายชั่วโมงและเคลื่อนที่ไปตามกระแสอากาศได้ไกลมากกว่า 1 เมตร (1-3)

ฝอยละอองขนาดใหญ่ (droplets) หรือละอองทางเดินหายใจ (respiratory droplets) มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5 ไมโครเมตร สามารถตกลงบนพื้นได้อย่างรวดเร็วภายในระยะ 1 เมตร จากแหล่งกำเนิด (1-3)

โดยกระบวนการที่เหนียวทำให้เกิดการสร้างละอองลอยทางทันตกรรม ได้แก่ การใช้เครื่องขูดหินปูนอัลตราโซนิค (ultrasonic scalers), การใช้หัวกรอเร็ว (high-speed handpieces), การใช้หัวกรอผ่าตัด (surgical handpieces), การใช้หัวกรอช้า (slow-speed handpieces), การใช้กระบอกฉีด 3 ทาง (3-in-1/ triple/ air-water syringes) และการใช้เครื่องขัดด้วยลม (air polisher) ตามลำดับ (1,3,4)

จากการศึกษากลไกการเกิดละอองลอยจากหัวกรอทางทันตกรรมของ Sergis A. ในปี ค.ศ. 2020 พบว่า โดยทั่วไปแล้วในหัวเครื่องมือ อากาศ (chip air) ก่อนการผสมกับน้ำที่ใช้สำหรับหล่อเย็น (premist) ออกจากที่ฐานของหัวกรอด้วยความเร็วสูง มุ่งตรงไปยังเข็มกรอและเข้าไปในช่องปากในรูปแบบของละอองลอยขนาดเล็กที่หนาแน่นและละเอียด ซึ่งละอองลอยลักษณะนี้เกิดจากการแตกออกของหยดน้ำจากแรงดันอากาศสูง โดยละอองลอยที่หนาแน่นและมีความเร็วสูงนี้จะถูกปรับเปลี่ยนด้วยเข็มกรอที่กำลังหมุนอยู่อย่างรวดเร็ว เมื่อละอองลอยเหล่านี้ไม่ถูกกีดขวาง (unobstructed of the direct flow) จะมีความเร็วมากกว่า 12 เมตรต่อวินาที เกิดเป็นละอองลอยขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งมีน้ำหนักน้อยและไม่ตกตะกอนตามแรงโน้มถ่วง (5)

อย่างไรก็ตาม การจำลองกระบวนการเกิดละอองลอยทางทันตกรรม ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมาก เนื่องจากตำแหน่งของแหล่งกำเนิดละอองลอยแตกต่างกันไปตามตำแหน่งฟันในช่องปาก ร่วมกับผลกระทบของโครงสร้างภายในช่องปากที่ประกอบด้วยเยื่อเมือกและน้ำลายที่มีต่อละอองลอยนั้น โดยพบว่า ละอองลอยจะถูกบดบังทันทีที่เข้าไปในช่องปาก ซึ่งละอองลอยที่มีสิ่งกีดขวาง (obstructed of the direct flow) จะมีความเร็วและการกระจายลดลงแต่ความละเอียดยังคงเหมือนกับละอองลอยที่ไร้สิ่งกีดขวาง ซึ่งความเร็ว ความหนาแน่น และทิศทางของละอองลอยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเครื่องมือ (5)

การแพร่กระจายของละอองลอยจะลดลงอย่างมากเมื่อความเร็วรอบต่อนาทีลดลง โดยละอองลอยขนาดเล็กเป็นหมอกละเอียดและฝอยละอองขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูง จะถูกสร้างขึ้นที่ความเร็วมากกว่า 100,000 รอบต่อนาที และเมื่อเข็มกรอสัมผัสของเหลวจะเกิดเป็นละอองลอยโดยรอบหัวกรอ (radial atomization) ซึ่งมีความเร็วลดลงและมีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ เมื่อเข็มกรอสัมผัสกับฟันจะสร้างละอองลอยเมื่อมีความเร็วมากกว่า 80,000 รอบต่อนาที โดยอาจเกิดจากผลของความหนาของของเหลวที่เคลือบอยู่บริเวณผิวฟัน และที่ความเร็ว 60,000 รอบต่อนาที จะประกอบด้วยฝอยละอองขนาดใหญ่ที่เคลื่อนที่ช้าเท่านั้น (5)

อนุภาคจะมีขนาดเล็กลงเมื่อฝอยละอองขนาดใหญ่ในอากาศเกิดการระเหยกลายเป็นละอองลอยขนาดเล็ก ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อม ตลอดจนขนาดของอนุภาคของฝอยละออง โดยฝอยละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็นละอองลอยก่อนที่จะตกตะกอน ซึ่งละอองลอยเหล่านี้จะยังคงลอยอยู่ในมวลของอากาศต่อไป ในส่วนของฝอยละอองขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร คงอยู่ได้นานกว่าในมวลของอากาศโดยไม่มีการระเหยอย่างมีนัยสำคัญ และปนเปื้อนพื้นผิวในระยะไกลรวมถึงในระบบหมุนเวียนอากาศด้วย โดยละอองทุกขนาดสามารถเดินทางได้ไกลถึง 7-8 เมตร และคงอยู่ในอากาศเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง โดยมีครึ่งชีวิตประมาณ 1 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม (6)

จากการทบทวนวรรณกรรมของ Salian VS. ในปี ค.ศ. 2021 พบเชื้อ SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) ในน้ำลายมากถึงร้อยละ 87 ของผู้ติดเชื้อ ซึ่งขนาดเฉลี่ยของเชื้อ SARS-CoV-2 อยู่ที่ประมาณ 0.1 ไมโครเมตร เช่นเดียวกับไวรัสส่วนใหญ่ ดังนั้น แม้แต่อนุภาคละอองลอย 1-10 ไมโครเมตร ก็มีขนาดใหญ่พอที่จะรองรับอนุภาคไวรัสได้ (6) ในปี ค.ศ. 2018 Vilarinho Oliveira AMA. และคณะ ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราในละอองลอยที่เกิดจากหัวกรอเร็วในคลินิกทันตกรรม โดยการเก็บตัวอย่างละอองลอยด้วย Sabouraud agar with Chloramphenicol plate พบเชื้อราในทุกตัวอย่าง โดยสามารถจำแนกสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้มากถึง 19 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดได้แก่ *Curvularia clavate*, *Aspergillus niger* และ *Phialemoni-um obovatum* ตามลำดับ (7) นอกจากนั้นแล้ว ในปี ค.ศ. 2015 Holloman JL. และคณะ พบเชื้อแบคทีเรีย α -hemolytic streptococci ในทุกตัวอย่างขณะทำการดูดหินปูนด้วยเครื่องอัลตราโซนิก (8)

จึงได้มีความพยายามในการที่จะลดการปนเปื้อนจากเชื้อดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การนำเทคโนโลยีเลเซอร์มาใช้ในการทำหัตถการทางทันตกรรมเพื่อลดปริมาณละอองลอยจากแหล่งกำเนิดโดยตรง (9,10) การลดปริมาณเชื้อภายในช่องปากก่อนการทำหัตถการโดยการบ้วนปากด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ (4,11-19) การป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อที่ปนเปื้อนในน้ำลายด้วยการแยกส่วนปนเปื้อนกับส่วนที่ไม่ปนเปื้อนด้วยแผ่นยางกันน้ำลาย (4,20,21) การลดปริมาณละอองลอยที่จะฟุ้งกระจายสู่สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง (10,15,16,20-22) การใช้เครื่องดูดละอองภายนอกช่องปากเพื่อกำจัดละอองลอยที่ฟุ้งกระจายสู่สิ่งแวดล้อม (23-25) การใช้แผ่นกรองอากาศที่มีคุณสมบัติในการกรองอนุภาคขนาดเล็ก ร่วมกับการปรับอัตราการหมุนเวียนอากาศให้เหมาะสมกับปริมาณของการเกิดละอองลอย (26,27) เพื่อกำจัดละอองลอยที่ปนเปื้อนเชื้อในน้ำลายภายในห้องทันตกรรมให้ได้มากที่สุด เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากผู้รับบริการ

ที่ติดเชื้อไปยังบุคลากรทางทันตกรรมหรือผู้รับบริการรายอื่น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

โดยการศึกษาในปี 2015 Sawhney A. และคณะ (16) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในละอองลอยในการดูดหินปูนด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่า การใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงมีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในละอองลอยจากการดูดหินน้ำลายด้วยเครื่องอัลตราโซนิก ได้มากกว่าการใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Clementini M. และคณะ ในปี 2020 (3) และ Robertson C. และคณะ ในปี 2021 (4) โดยการศึกษาทบทวนวรรณกรรมด้วยการสืบค้นแนวปฏิบัติทางทันตกรรมจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า แนวปฏิบัติแนะนำให้ทันตแพทย์ใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง (ร้อยละ 73) ในการลดการสร้างละอองลอยหรือฟอยละอองขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการทดลองทางคลินิกในการลดละอองลอยชีวภาพ (bio-aerosol) โดย Samaranayake LP. และคณะ ในปี 2021 (15) ที่แนะนำให้ใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงขณะทำหัตถการทางทันตกรรมเกือบทั้งหมด โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง คือ ระยะระหว่างตำแหน่งที่ทำหัตถการกับปลายของที่ดูดน้ำลาย และจำนวนของเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงที่ถูกใช้ในการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปพร้อมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม เพื่อกำจัดละอองลอยและฟอยละอองขนาดใหญ่ที่จะกระจายออกมาภายนอกช่องปากสู่สิ่งแวดล้อมนั้น ผู้ช่วยทันตแพทย์จะต้องใช้มือทั้งสองข้างในการจับเครื่องดูดน้ำลายทั่วไปพร้อมกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง ในลักษณะของ Four-hand dentistry ซึ่งทำให้การทำงานของ ผู้ช่วยทันตแพทย์ มีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น จึงได้มีความพยายามที่จะนำเครื่องมือต่าง ๆ มาช่วยในการดูดน้ำลายและละอองลอยโดยไม่ต้องให้ผู้ช่วยทันตแพทย์จับเครื่องมือ ยกตัวอย่างเช่น Isolite, Dryfiled และ EasyPrep ที่มีรูปร่างและวิธีการใช้งานคล้ายคลึงกัน แต่มีราคาสูงและต้องเตรียมไว้ใช้หลายขนาดเพื่อให้เหมาะสมกับขนาด

ช่องปากของผู้ป่วยแต่ละราย อีกทั้งยังต้องเตรียมไว้ใช้สำหรับด้านซ้ายและขวาแยกออกจากกันอีกด้วย คณะทันตแพทยศาสตร์ ร่วมกับ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงได้ออกแบบปลายของเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ ที่สามารถใช้ในการทำหัตถการได้หลายตำแหน่ง โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หรือเตรียมไว้หลายขนาด โดยมีแนวคิดหลัก 2 ประการ คือ 1) สามารถลดปริมาณละอองลอยที่จะฟุ้งกระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด โดยออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างเครื่องมือกับแหล่งกำเนิดละอองลอยน้อยที่สุด และ 2) สามารถวางในช่องปากได้โดยไม่ต้องให้ผู้ช่วยทันตแพทย์ถือเครื่องมือเอง โดยออกแบบให้เป็นแท่นกักเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกักเครื่องมือไว้ได้เอง ทั้งนี้เครื่องมือยังช่วยในการอำพรางของผู้ป่วยขณะทำหัตถการได้อีกด้วย ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบาย ลดความเขินอาย สามารถทนต่อการทำหัตถการที่ยุ่ยากซับซ้อนได้นานยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

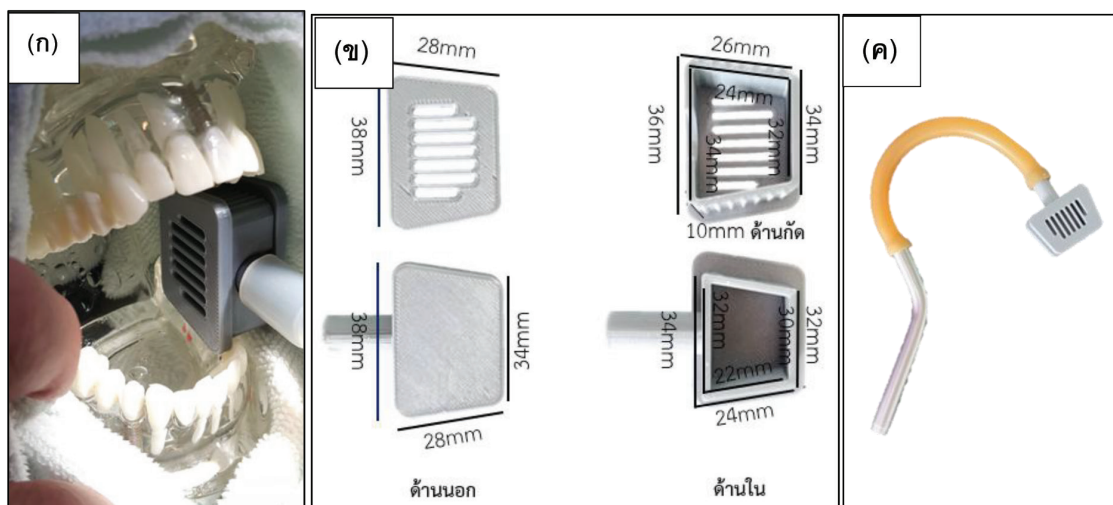
เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการลดปริมาณละอองลอยในอากาศของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ เปรียบเทียบกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากเดิมและเครื่องดูดน้ำลายทั่วไป

ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการ (controlled *in-vitro* experimental design) โดยการจำลองหัตถการทางทันตกรรมในหัวหุ่นจำลอง ด้วยผู้วิจัยคนเดียว ภายในคลินิกทันตกรรมพร้อมมูล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) การออกแบบปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ (The new model intraoral high-power suction tip design)

ปลายของเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ ถูกออกแบบให้มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูตามลักษณะทางกายวิภาคของช่องปากขณะอำพราง โดยสามารถสลับด้านซ้ายและขวาได้อย่างอิสระ ดังรูปที่ 1(ก) นอกจากนี้ยังออกแบบเป็นสองชั้นส่วนเพื่อให้สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ง่าย โดยมีชั้นหนึ่งสำหรับวางชิดด้านลิ้น ออกแบบให้เป็นช่องเจาะทะลุในแนวนอนตามความกว้างของเครื่องมือ สำหรับการดูดละอองลอยที่เกิดขึ้นภายในช่องปากขณะทำหัตถการ และอีกชั้นหนึ่งสำหรับวางชิดด้านกระพุ้งแก้ม ออกแบบให้มีผิวเรียบเพื่อป้องกันอันตรายกับเนื้อเยื่อในช่องปาก ด้านก้นออกแบบให้มีรอยบากเพื่อป้องกันการลื่นไถล กว้าง 10 มิลลิเมตร โดยมีรายละเอียดขนาดของแต่ละชิ้นส่วน ดังแสดงในรูปที่ 1(ข) ชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับวางชิดกระพุ้งแก้ม ออกแบบให้มีข้อต่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 10 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 9 มิลลิเมตร โดยเป็นชิ้นเดียวกันกับเครื่องมือ เพื่อความแข็งแรง ป้องกันการหลุดและการสูญหาย โดยที่ขณะใช้งานสามารถต่อกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงได้โดยตรงหรือสามารถต่อกับสายยางทางการแพทย์เพื่อเพิ่มระยะของเครื่องมือกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงได้อีกด้วย ดังรูปที่ 1(ค) ทำให้สามารถทำหัตถการได้สะดวกมากยิ่งขึ้นโดยไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณด้านในและด้านหน้าช่องปากขณะทำหัตถการ



รูปที่ 1. แสดงปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่

- (ก) แสดงการออกแบบเครื่องมือตามลักษณะทางกายวิภาคของช่องปากขณะอ้าปาก และแสดงการวางตำแหน่งเครื่องมือในช่องปาก โดยสามารถสลับด้านซ้ายและขวาได้อย่างอิสระ
- (ข) แสดงส่วนประกอบและขนาดของเครื่องมือ รูปบนแสดงชิ้นส่วนสำหรับวางชิดด้านลิ้น และรูปล่างแสดงชิ้นส่วนสำหรับวางชิดด้านกระพุ้งแก้ม
- (ค) แสดงตัวอย่างการต่อปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่กับสายยางทางการแพทย์

Fig 1. Shows the new model intraoral high-power suction tip.

- (ก) Illustrates the design of the instrument, which conforms to the anatomical structure of the oral cavity when the mouth is open.

It also demonstrates the positioning of the instrument within the oral cavity, with the capability to switch freely between the left and right sides.

- (ข) Presents the components and dimensions of the instrument.

The upper image depicts the part designed to be positioned adjacent to the lingual side, while the lower image shows the part intended to be placed adjacent to the buccal side.

- Fig. (ค) Provides an example of connecting the newly designed high-suction saliva ejector tip to a standard medical-grade suction hose.

การจัดสภาพแวดล้อมทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory Setting)

ดัดแปลงการจัดสภาพแวดล้อมทางห้องปฏิบัติการมาจากวิธีการทดสอบประสิทธิภาพในการลดปริมาณละอองลอยและฟอยละอองขนาดใหญ่ของ Abdelkarim-Elafifi H. และคณะ (9) และ Villa A. และคณะ (28) ในปี 2021 โดยทำการทดสอบในห้องทันตกรรมระบบปิด

ขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 2.5 เมตร โดยปิดเครื่องปรับอากาศ เครื่องหมุนเวียนอากาศ และเครื่องฟอกอากาศ ควบคุมคุณภาพอากาศก่อนเริ่มทำการทดสอบแต่ละครั้งให้มีอุณหภูมิ 23.4 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 74% (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในฤดูหนาวของภาคเหนือตอนบนประเทศไทย) (29)

จัดวางหัวหุ่นจำลองของบริษัท ฮาร์เบอร์ เดนต์ (HARBOR DENT®) ประเทศจีน บนพนักพิงศีรษะของยูนิททันตกรรมรุ่น SX3000II TYPE R2 ของบริษัท เจ โมริตา (J. Morita) ประเทศญี่ปุ่น ที่ปรับระดับบนอน

เป็นแนวราบขนานกับพื้น มีระยะความสูงจากพื้น 60 เซนติเมตร โดยให้ระนาบตเคี้ยวของฟันบนในหัวหุ่นจำลองตั้งฉากกับพื้น ดังรูปที่ 2.

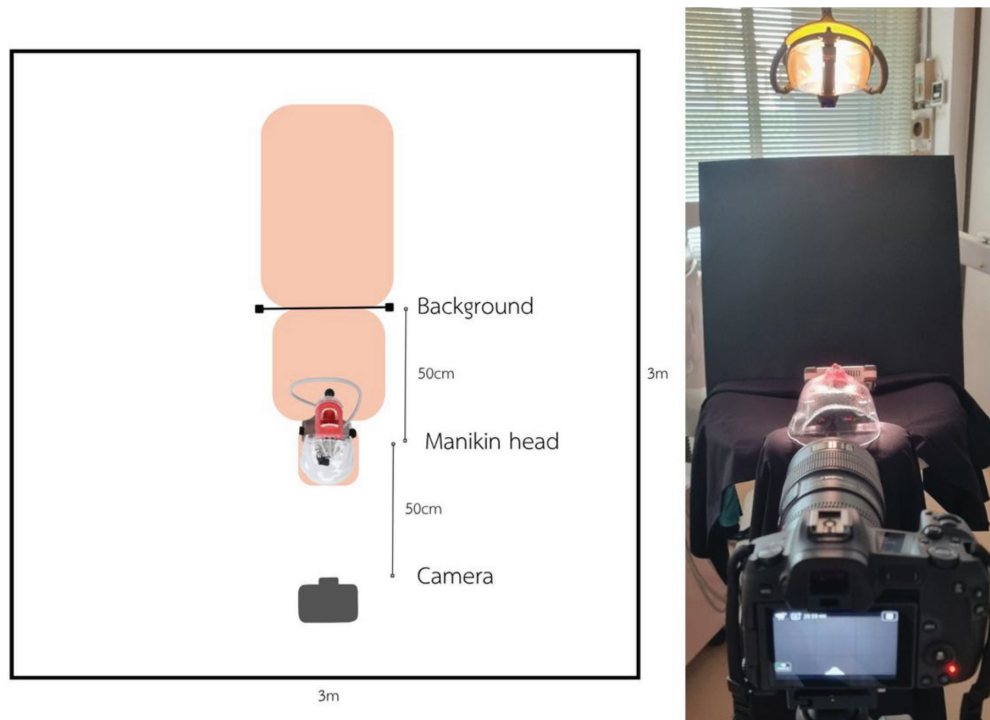


รูปที่ 2. แสดงการจัดวางตำแหน่งของหัวหุ่นจำลองให้ระนาบตเคี้ยวของฟันบนตั้งฉากกับพื้น

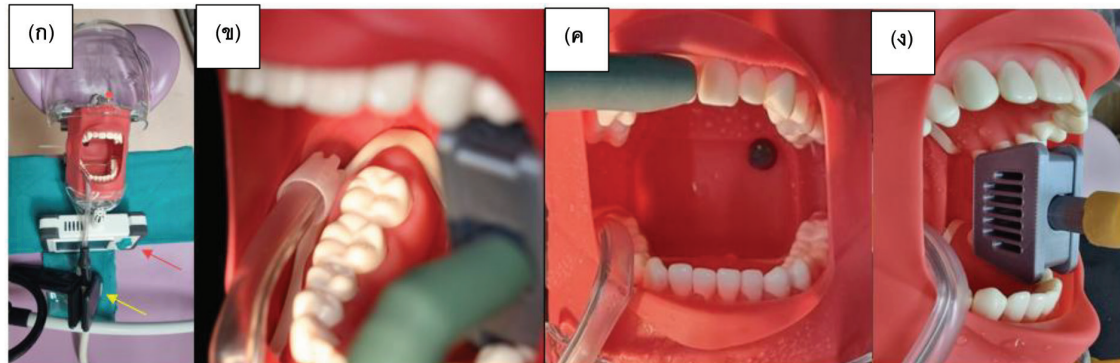
Fig 2. Shows the position of a manikin head where its upper occlusal plane is perpendicular to the floor.

วางกล้องถ่ายภาพรูป EOS RP ของบริษัทแคนนอน (Cannon) ประเทศญี่ปุ่น ในระนาบเดียวกันกับปลายจมูกของหัวหุ่นจำลอง บริเวณเหนือศีรษะของหัวหุ่นจำลอง ที่ระยะห่าง 50 เซนติเมตร จากปลายจมูกของหัวหุ่นจำลอง และวางฉากรับภาพสีดำให้ขนานกับเลนส์ของกล้องถ่ายภาพ ในบริเวณด้านตรงกันข้ามกับกล้องถ่ายภาพ ที่ระยะห่าง 50 เซนติเมตร จากปลายจมูกของหัวหุ่นจำลอง เปิดไฟจากโคมไฟที่ติดตั้งมาพร้อมกับยูนิททันตกรรมให้แสงสว่างส่องไปยังปลายฟันซี่ 11 ของหัวหุ่นจำลอง ดังรูปที่ 3.

วางเครื่องวัดปริมาณอนุภาครุ่น ทีซี-700 (7 in 1 multifunctional TC-700 Air Quality Detector) ประเทศจีน บริเวณปลายคางของหัวหุ่นจำลองตำแหน่งกึ่งกลางริมฝีปากล่าง เพื่อวัดระดับอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณอนุภาคให้อยู่ในระดับที่ควบคุมก่อนเริ่มทำการทดสอบ ดังรูปที่ 4(ก) ลูกศรสีแดง



รูปที่ 3. แสดงการจัดวางตำแหน่งกล้องถ่ายรูป หัวหุ่นจำลอง และฉากรับภาพ ในห้องปฏิบัติการ
Fig 3. Shows a laboratory setting (the location of the camera, manikin head, and back-ground).



รูปที่ 4. แสดงการวางตำแหน่งเครื่องวัดปริมาณอนุภาคและตำแหน่งของปลายเครื่องดูดน้ำลาย
(ก) ลูกศรสีแดง แสดงการวางเครื่องวัดปริมาณอนุภาค และ ลูกศรสีเหลือง แสดงการยึดเครื่องมือด้วยก้านจับ
(ข) แสดงตำแหน่งปลายเครื่องดูดน้ำลายทั่วไป
(ค) แสดงตำแหน่งปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม
(ง) แสดงตำแหน่งปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบใหม่

Fig 4. Shows the position of the particle counter and the tips used in this study.

(ก) The red arrow indicates the placement of the particle counter, while the yellow arrow shows the instrument secured with a holder.

(ข) Position of the conventional saliva ejector tip.

(ค) Position of the conventional high-power suction tip.

(ง) Position of the new model intraoral high-power suction tip.

ใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปและเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงที่ติดตั้งมาพร้อมกับยูนิตทันตกรรม โดยวางตำแหน่งปลายของเครื่องดูดน้ำลายทั่วไปด้านกระพุ้งแก้มของฟันกรามล่างขวาซี่ที่สอง (ฟันซี่ 47) ดังรูปที่ 4(ข) วางตำแหน่งของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิมบริเวณปลายฟันหน้าบน ดังรูปที่ 4(ค) และวางตำแหน่งปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ด้านซ้ายของหัวหุ่นจำลองบริเวณระหว่างฟันกรามน้อยบนและล่าง (left premolar area) ดังรูปที่ 4(ง) และวางตำแหน่งของปลายเครื่องดูดหินปูนอัลตราโซนิคบริเวณกึ่งกลางฟันด้านเพดานปาก ให้ตั้งฉากกับผิวฟัน ดังรูปที่ 2. ทำเครื่องหมายเพื่อระบุตำแหน่งของปลายเครื่องมือ จับเครื่องมือด้วยก้านจับแล้วยึดตำแหน่งให้คงที่ ดังรูปที่ 4(ก) ลูกศรสีเหลือง

จำลองกระบวนการลดปริมาณละอองลอยทางทันตกรรมด้วยเครื่องมือดังแสดงในตารางที่ 1.

- 1) กลุ่มควบคุม (Control: CT) คือ ไม่ใช้เครื่องมือใดๆ
- 2) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว (Saliva Ejector: SE)
- 3) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม (Conventional high power suction tip: Four-Handed Dentistry: FH)
- 4) กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ (New model high power suction tip: NM)

ตารางที่ 1. แสดงเครื่องดูดน้ำลายที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการลดปริมาณละอองลอยในอากาศในแต่ละกลุ่ม

Table 1. Shows the aerosol mitigating procedure and equipment used in this study.

กลุ่มที่	กระบวนการลดปริมาณละอองลอยในอากาศ	เครื่องดูดน้ำลายทั่วไป	เครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง
1.	กลุ่มควบคุม (Control: CT) ไม่ใช้เครื่องมือใดๆ	x	x
2.	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว (Saliva Ejector: SE)	/	x
3.	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม (Conventional high power suction tip: Four-Handed Dentistry: FH)	/	/
4.	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ (New model high power suction tip: NM)	/	/

วิธีทดสอบ

ทำการทดสอบในยูนิตทันตกรรมและเครื่องชุดหินปูนอัลตราโซนิกตัวเดียว โดยเติมน้ำถึงปริมาณเต็มความจุก่อนเริ่มทำการทดสอบทุกครั้ง บันทึกค่าอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณอนุภาคที่วัดได้จากเครื่องวัดปริมาณอนุภาค และทดสอบอัตราการดูดของเครื่องดูดน้ำลายทั่วไปและเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการดูดน้ำจืดหมดเป็นวินาที

ขณะทดสอบ จำลองการสร้างละอองลอยทางทันตกรรมด้วยเครื่องชุดหินปูนอัลตราโซนิก (P5 ultrasonic scaler) รุ่น UDS-P LED ของบริษัทวูดเพกเกอร์ (Woodpecker) ประเทศจีน ที่มีแรงดันน้ำ 0.1-5 บาร์ ตรงตำแหน่งกึ่งกลางพื้นด้านเพดานปากของฟันซี่ 11 เป็นระยะเวลา 20 วินาที โดยยังไม่ใช้เครื่องมือใดๆ ในการลดละอองลอย (กลุ่มควบคุม) ถ่ายภาพละอองลอยที่ฟุ้งกระจายออกนอกช่องปากเป็นภาพถ่ายวิดีโอ รอจนค่าฝุ่นละอองลดลงใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น แล้วจึงเปลี่ยนตำแหน่งของฟันเป็นฟันซี่ 12 และ 13 ตามลำดับ ทำซ้ำ 3 ครั้ง (โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม

SurveyMonkey Sample Size Calculator ที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level) 95% และค่าความคลาดเคลื่อน (Margin of error) $\pm 5\%$) แล้วจึงทำการเปลี่ยนวิธีการจำลองกระบวนการลดละอองลอยทางทันตกรรม ด้วยการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว (Saliva Ejector: SE) การใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม (Four-Handed Dentistry: FH) และการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ (New Model: NM) ตามลำดับ ดังรูปที่ 6. ทำการเลือกภาพจากวิดีโอ ในวินาทีที่ 6, 7, 8, ... , 16 บันทึกเป็นภาพละอองลอยในวินาทีที่ 0, 1, 2, ... , 10 ตามลำดับ ได้ภาพขนาด 1920 x 1088 พิกเซล (pixels) นำไปปรับให้เป็นภาพขาวดำด้วยการคอนเวิร์ท (convert) ในโปรแกรมอิมเมจเจ ได้ภาพที่มีละอองลอยสีดำบนพื้นสีขาว ดังรูปที่ 5 (ข) นำไปคำนวณปริมาณละอองลอยในอากาศจากค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ (พิกเซล) (30) หากค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพมากแสดงว่ามีปริมาณละอองลอยในอากาศมาก



รูปที่ 5. แสดงภาพปริมาณละอองลอยในอากาศ

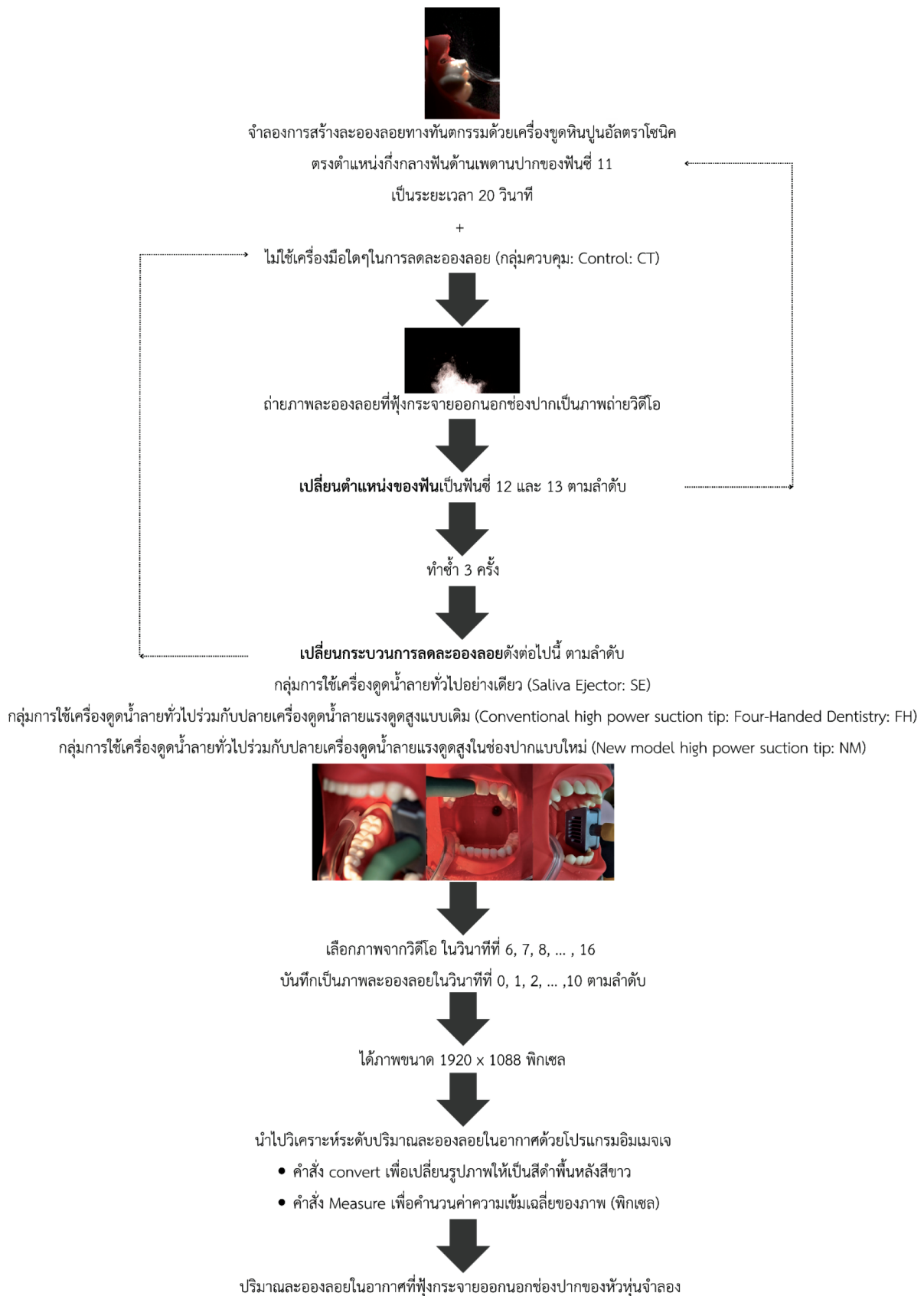
(ก) แสดงภาพถ่ายจากกล้องถ่ายรูปก่อนนำเข้าโปรแกรมอิมเมจเจ

(ข) แสดงภาพถ่ายหลังการปรับด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ

Fig 5. Shows the quantity of aerosol particles in the air.

(ก) Photograph captured using a digital camera before processing with the ImageJ software.

(ข) Processed image after conversion to grayscale using ImageJ, highlighting aerosol dispersion as dark particles against a light background.



รูปที่ 6. แสดงผังงานวิธีการทดสอบประสิทธิภาพในการลดปริมาณละอองลอยในอากาศ

Fig 5. Shows the flow chart for the method used in this study.

ผลการทดลอง (Result)

ภายใต้การควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มทำการทดสอบในแต่ละครั้ง ด้วยเครื่องวัดปริมาณอนุภาค มีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.86 ± 1.10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 72.85 ± 0.57 และปริมาณฝุ่นละอองขนาด $PM_{2.5}$ เฉลี่ย $23 \pm 8.49 \mu m/0.1L$ อัตราการดูดของเครื่องดูดน้ำลายแบบปกติ และเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงเฉลี่ย 11.50 ± 1.91 และ 23.72 ± 3.65 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

ภายหลังจากคำนวณปริมาณละอองลอยในอากาศจากค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ (พิกเซล) ด้วยโปรแกรมอิมเมจเจพบว่าการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่มีค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ 27.68 ± 2.11 พิกเซล

กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม 30.74 ± 1.93 พิกเซล กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว 34.03 ± 2.58 พิกเซล และกลุ่มควบคุม 36.73 ± 4.25 พิกเซล ดังตารางที่ 2.

ใช้สถิติ Two-Way ANOVA ด้วยการทดสอบ Tukey พบว่า กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่สามารถลดระดับปริมาณละอองลอยในอากาศได้มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ รองลงมาคือ กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูง และกลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว ตามลำดับ ดังตารางที่ 2. และ รูปที่ 7.

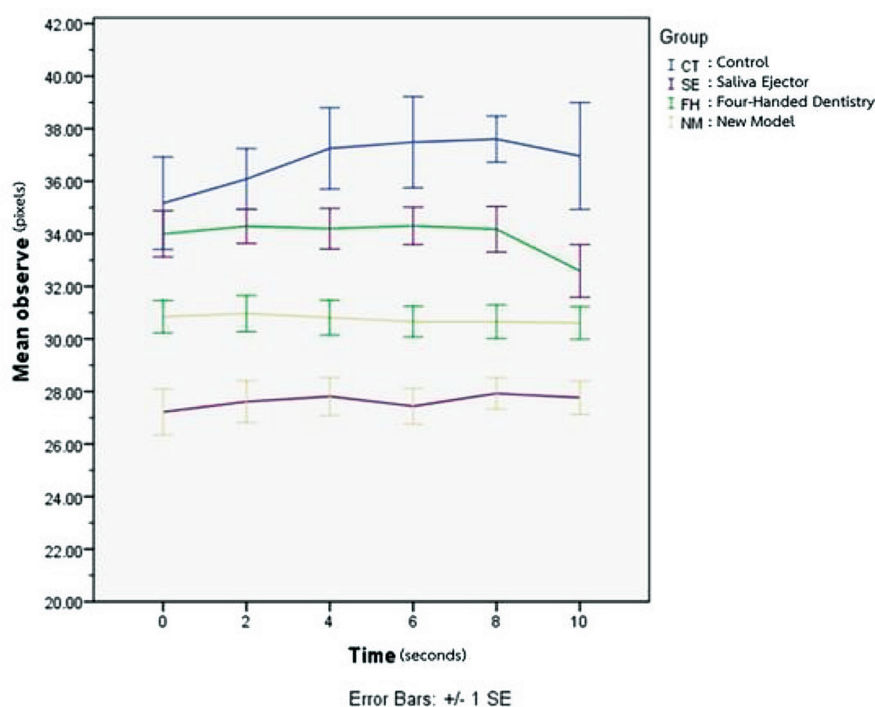
ตารางที่ 2. แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ (พิกเซล) ในแต่ละกลุ่ม

Table 2. Presents the average pixel intensity values in each experimental group.

กลุ่มที่	กระบวนการลดปริมาณละอองลอยในอากาศ	ค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ (พิกเซล)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	ระดับนัยสำคัญ	ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
1.	CT	36.73	4.25				
2.	SE	34.03	2.58	2.8356*	.000	1.3647	4.3064
3.	FH	30.74	1.93	6.0017*	.000	4.5308	7.4725
4.	NM	27.68	2.11	9.1309*	.000	7.6601	10.6018

*ผลต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5

CT	Control	กลุ่มควบคุม
SE	Saliva Ejector	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว
FH	Four-Handed Dentistry	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปไปกับการใช้ปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบเดิม
NM	Nem Mode	กลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปไปกับการใช้ปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่



รูปที่ 7. แสดงแผนภูมิแสดงปริมาณละอองลอยในอากาศที่เวลาต่างกัน บนพื้นหน้าบนด้านขวา
ของกระบวนการลดละอองลอย 4 กลุ่ม

Fig 7. Time-based graph illustrating the quantity of aerosol particles measured on the upper right anterior region during four different aerosol mitigation procedures.

บทวิจารณ์ (Discussion)

จากผลการศึกษาการจำลองกระบวนการลดละอองลอยในอากาศทางทันตกรรม 4 กลุ่ม ภายใต้การจำลองกระบวนการสร้างละอองลอยทางทันตกรรมด้วยเครื่องซูดหินปูนอัลตราโซนิค ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่ากลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงทั้งแบบใหม่และแบบเดิมสามารถลดปริมาณละอองลอยในอากาศที่เกิดขึ้นได้มากกว่ากลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sawhney A. และคณะ ในปี 2015 (16) และ Samara-nayake LP. และคณะ ในปี 2021 (15) โดยการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงนั้น มีประสิทธิภาพในการลดละอองลอยในอากาศได้มากกว่าการใช้เครื่องดูดน้ำลายอย่างเดียว เนื่องจากมีจำนวนของเครื่องดูด

น้ำลายมากกว่า (15) โดยกลุ่มการใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่สามารถลดปริมาณละอองลอยในอากาศที่เกิดขึ้นได้มากที่สุดแม้ว่าระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ทำหัตถการกับปลายของเครื่องดูดน้ำลายจะอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดละอองลอยมากกว่าตำแหน่งของปลายแบบเดิมก็ตาม ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Grzech-Leśniak K และ Matys J. ในปี 2021 (10) และ Samaranayake LP. และคณะ ในปีเดียวกัน (15) อาจเนื่องมาจากปลายของเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ถูกออกแบบให้มีพื้นที่หน้าตัดกว้างกว่า จึงมีประสิทธิผลในการลดละอองลอยได้มากกว่าปลายเครื่องดูดน้ำลายแบบเดิม ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ปลายขนาด 10 มิลลิเมตร จึงควรศึกษาเพิ่มเติมด้วยการทดสอบด้วยปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงแบบ

เดิมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน และในการศึกษานี้ ทำการทดสอบบนผิวพื้นด้านเพดานของพื้นหน้าบน ขณะที่ละอองลอยตกกระทบลงบนผิวพื้นละอองลอยอาจจะหักเหตกลงไปในช่องปากมากกว่าที่จะฟุ้งกระจายออกนอกช่องปาก การจำลองเหตุการณ์ทางทันตกรรมบนผิวพื้นตำแหน่งอื่น เช่น บริเวณผิวพื้นด้านแก้ม อาจให้ผลการศึกษาที่แตกต่างออกไปได้ ทั้งนี้ละอองลอยที่ตกกระทบผิวพื้นนั้นไม่สามารถทำนายทิศทางได้เนื่องจากปัจจัยด้านตำแหน่งของฟันและสิ่งแวดล้อมบริเวณช่องปาก เช่น ริมฝีปาก เป็นต้น (5) นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังเป็นเพียงการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการบนพื้นของหัวหุ่นจำลอง ที่ยังไม่มีปัจจัยจากปริมาณน้ำลายหรือขนาดของช่องปากในผู้ป่วยแต่ละราย มาเป็นตัวแปรเพิ่มเติม ซึ่งอาจส่งผลต่อผลการศึกษาได้ (5) จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในทางคลินิกต่อไป ดังเช่นในการศึกษาประสิทธิภาพในการลดละอองลอยของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงระบบ Isolite ทางห้องปฏิบัติการของ Dahlke WO. และคณะ ในปี 2012 (20) และ Ravenel TD. และคณะ ในปี 2020 (21) ที่ให้ผลแตกต่างกับการศึกษาทางคลินิกของ Holloman JL. และคณะ ในปี 2015 (8) และในการศึกษานี้ยังไม่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากทางการค้าที่ผลิตและวางจำหน่ายมาก่อนแล้ว จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบทั้งในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องมือความสะดวกในการใช้งานของทันตแพทย์และผู้ช่วยช่างเก้าอี้ ความสบายและความพึงพอใจของผู้ป่วย รวมถึงค่าใช้จ่ายต่อครั้งของอุปกรณ์ เพิ่มเติมต่อไป

ทั้งนี้การศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่ได้เป็นห้องปราศจากฝุ่น (clean room) แม้ว่าจะมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่อขนาดอนุภาคของละอองลอยในอากาศ แต่ไม่สามารถควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการขณะทำการทดสอบได้ อีกทั้งการศึกษานี้ยังสนใจแต่ปริมาณละอองลอยในอากาศที่ฟุ้งกระจายออกมาภายนอกช่องปากขณะทำหัตถการ จึงไม่เลือกใช้การวัดปริมาณละอองลอยในอากาศโดยตรงจาก

เครื่องนับปริมาณอนุภาคเนื่องจากตัวเครื่องจะนับปริมาณอนุภาคที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด รวมถึงละอองลอยที่เกิดขึ้นภายในช่องปากของหัวหุ่นจำลองด้วย แต่ก็ยังพอเป็นที่สังเกตได้ว่า ขณะทำหัตถการปริมาณของละอองลอยขนาดเล็กจะค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของละอองลอยขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งละอองลอยขนาดใหญ่จะสะสมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่ควรจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

นอกจากนี้ ในการบันทึกภาพถ่ายปริมาณละอองลอยในอากาศในการศึกษานี้ เป็นเพียงภาพถ่าย 2 มิติที่บันทึกในแนวหน้าหลัง (coronal plane) ไม่ได้บันทึกภาพถ่ายในแนวด้านข้าง (sagittal plane) เนื่องจากมีการกีดขวางของเครื่องมือ จึงอาจเกิดการคลาดเคลื่อนในผลการวิเคราะห์ปริมาณละอองลอยในอากาศที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งการวัดปริมาณละอองลอยในอากาศด้วยค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพเป็นการเฉลี่ยความหนาแน่นร่วมกับการกระจายของละอองลอยในอากาศบนภาพถ่ายขนาด 1920 x 1088 พิกเซล ดังนั้นในกรณีที่ละอองลอยมีความหนาแน่นมากแต่มีการฟุ้งกระจายน้อยอาจพบได้ว่าค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพมีค่าต่ำได้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการลดละอองลอยในอากาศของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการยืนยันมาตรฐานของแนวปฏิบัติทางทันตกรรมที่แนะนำให้ใช้เครื่องดูดน้ำลายทั่วไปร่วมกับเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส SARS-CoV-II ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 (3-4) แม้ว่าสถานการณ์การแพร่ระบาดและความรุนแรงของเชื้อจะลดลงแล้ว แต่ผู้ติดเชื้อยังสามารถแพร่เชื้อไปยังผู้อื่นและบุคลากรทางทันตกรรมได้ การใช้ปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่สามารถช่วยให้ทันตแพทย์สามารถทำหัตถการตามแนวปฏิบัติทางทันตกรรมต่อไปได้อย่างถาวร โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอยทางทันตกรรมอื่น ๆ เช่น การใช้หัวกรอเร็ว หัวกรอช้า หรือ

เครื่องฉีดน้ำ 3 ทาง เป็นต้น

การที่ปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่เป็นเครื่องมือที่มีการออกแบบเรียบง่ายสามารถใช้งานได้ง่าย และดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่าย ประกอบกับในปัจจุบัน เครื่องพิมพ์สามมิติเป็นที่แพร่หลายมากขึ้น สามารถนำต้นแบบของปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่มาปรับขนาดตามขนาดช่องปากของผู้ป่วยแต่ละราย ใช้เป็นปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงเฉพาะบุคคลและแทนที่เฉพาะบุคคลได้ โดยหากจะนำมาใช้ภายในช่องปากมีความจำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษ และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมในช่องปากได้ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ และแรงกัด ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมของ HongXin Cai และคณะ ในปี 2023 ได้แนะนำให้ใช้วัสดุในกลุ่ม พอลิเมอร์ (poly-mers), โลหะ (metals), เซรามิก (ceramics), และ วัสดุชีวภาพ (biomaterials) ในการขึ้นรูปแบบ 3 มิติ (31)

บทสรุป (Conclusion)

การใช้เครื่องดูดน้ำลายตัวไปพร้อมกับปลายเครื่องดูดน้ำลายแรงดูดสูงในช่องปากแบบใหม่ สามารถช่วยกำจัดละอองลอยที่เกิดขึ้นขณะทำการหัตถการทางทันตกรรมก่อนการฟุ้งกระจายออกสู่ภายนอกช่องปากได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากผู้ติดเชื้อไปยังทันตบุคลากรหรือผู้ป่วยรายอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ผศ.ดร.ทพ. จิตจิโรจน์ อธิธิชัยเจริญ และ ผศ.ทพญ. พัทณี ชูวิระ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมถึงคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ เพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป สาขาวิชาทันตกรรมครอบครัว และชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนผู้วิจัยให้สามารถดำเนินโครงงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ

เอกสารอ้างอิง (References)

1. 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. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103556.
2. Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, Sax PE. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Ann Intern Med*. 2021;174(1):69-79.
3. Clementini M, Raspini M, Barbato L, Bernardelli F, Braga G, Di Gioia C, et al. Aerosol transmission for SARS-CoV-2 in the dental practice. A review by the SIdP Covid-19 task force. *Oral Diseases*. 2022;28(Suppl 1):852-7.
4. Robertson C, Clarkson JE, Aceves-Martins M, Ramsay CR, Richards D, Colloc T. A Review of Aerosol Generation Mitigation in International Dental Guidance. *Int Dent J*. 2022; 72(2):203-10.
5. Sergis A, Wade WG, Gallagher JE, Morrell AP, Patel S, Dickinson CM, et al. Mechanisms of Atomization from Rotary Dental Instruments and Its Mitigation. *J Dent Res*. 2021;100(3):261-7.
6. Salian VS, Wright JA, Vedell PT, Nair S, Li C, Kandimalla M, et al. COVID-19 Transmission, Current Treatment, and Future Therapeutic Strategies. *Mol Pharm*. 2021;18(3):754-71.
7. Vilarinho Oliveira AMA, de Alencar RM, Santos Porto JC, Fontenele Ramos IRB, Noleto IS, Santos TC, et al. Analysis of fungi in aerosols dispersed by high speed pens in dental clinics from Teresina, Piaui, Brazil. *Environ Monit Assess*. 2018;190(2):56. doi: 10.1007/s10661-017-6436-y.

8. Holloman JL, Mauriello SM, Pimenta L, Arnold RR. Comparison of suction device with saliva ejector for aerosol and spatter reduction during ultrasonic scaling. *J Am Dent Assoc.* 2015;146(1):27-33.
9. Abdelkarim-Elafifi H, Arnabat-Artés C, Parada-Avenidaño I, Polonsky M, Arnabat-Domínguez J. Aerosols generation using Er,Cr:YSGG laser compared to rotary instruments in conservative dentistry: A preliminary study. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(1):e30-6. doi: 10.4317/jced.57731.
10. Grzech-Leśniak K, Matys J. The Effect of Er:YAG Lasers on the Reduction of Aerosol Formation for Dental Workers. *Materials (Basel).* 2021;14(11):2857. doi: 10.3390/ma14112857.
11. Davies K, Buczkowski H, Welch SR, Green N, Mawer D, Woodford N, et al. Effective *in vitro* inactivation of SARS-CoV-2 by commercially available mouthwashes. *J Gen Virol.* 2021;102(4): 001578. doi: 10.1099/jgv.0.001578.
12. Hassandarvish P, Tiong V, Mohamed NA, Arumugam H, Ananthanarayanan A, Qasuri M, et al. In vitro virucidal activity of povidone iodine gargle and mouthwash against SARS-CoV-2: implications for dental practice. *Br Dent J.* 2020;1-4. doi: 10.1038/s41415-020-2402-0.
13. Moosavi MS, Aminishakib P, Ansari M. Antiviral mouthwashes: possible benefit for COVID-19 with evidence-based approach. *J Oral Microbiol.* 2020;12(1):1794363. doi: 10.1080/20002297.2020.1794363.
14. Spagnuolo G, De Vito D, Rengo S, Tatullo M. COVID-19 Outbreak: An Overview on Dentistry. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2020;17(6):2094. doi: 10.3390/ijerph17062094.
15. Samaranayake LP, Fakhruddin KS, Buranawat B, Panduwawala C. The efficacy of bio-aerosol reducing procedures used in dentistry: a systematic review. *Acta Odontol Scand.* 2021; 79(1):69-80.
16. Sawhney A, Venugopal S, Babu GR, Garg A, Mathew M, Yadav M, et al. Aerosols how dangerous they are in clinical practice. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(4):ZC52-7. doi: 10.7860/JCDR/2015/12038.5835.
17. Joshi AA, Padhye AM, Gupta HS. Efficacy of Two Pre-Procedural Rinses at Two Different Temperatures in Reducing Aerosol Contamination Produced During Ultrasonic Scaling in a Dental Set-up - A Microbiological Study. *J Int Acad Periodontol.* 2017;19(4):138-44.
18. Retamal-Valdes B, Soares GM, Stewart B, Figueiredo LC, Faveri M, Miller S, et al. Effectiveness of a pre-procedural mouthwash in reducing bacteria in dental aerosols: randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2017;31:e21. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0021.
19. Mohd-Said S, Mohd-Dom TN, Suhaimi N, Rani H, McGrath C. Effectiveness of Pre-procedural Mouth Rinses in Reducing Aerosol Contamination During Periodontal Prophylaxis: A Systematic Review. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:600769. doi: 10.3389/fmed.2021.600769.1.
20. Dahlke WO, Cottam MR, Herring MC, Leavitt JM, Ditmyer MM, Walker RS. Evaluation of the spatter-reduction effectiveness of two dry-field isolation techniques. *J Am Dent Assoc.* 2012;143(11):1199-204.
21. Ravenel TD, Kessler R, Comisi JC, Kelly A, Renne WG, Teich ST. Evaluation of the spatter-reduction effectiveness and aerosol containment of eight dry-field isolation techniques. *Quintessence Int.* 2020;51(8):660-70.

22. Suprono MS, Won J, Savignano R, Zhong Z, Ahmed A, Roque-Torres G, et al. A clinical investigation of dental evacuation systems in reducing aerosols. *J Am Dent Assoc.* 2021; 152(6):455-62.
23. Shahdad S, Patel T, Hindocha A, Cagney N, Mueller JD, Seoudi N, et al. The efficacy of an extraoral scavenging device on reduction of splatter contamination during dental aerosol generating procedures: an exploratory study. *Br Dent J.* 2020;11:1-10.
24. Chavis SE, Hines SE, Dyalram D, Wilken NC, Dalby RN. Can extraoral suction units minimize droplet spatter during a simulated dental procedure? *J Am Dent Assoc.* 2021;152(2): 157-65.
25. Graetz C, Düffert P, Heidenreich R, Seidel M, Dörfer CE. The efficacy of an extraoral scavenging device on reducing aerosol particles $\leq 5 \mu\text{m}$ during dental aerosol-generating procedures: an exploratory pilot study in a university setting. *BDJ Open.* 2021;7(1):19. doi: 10.1038/s41405-021-00074-5.
26. Cappare P, D'Ambrosio R, De Cunto R, Darvizeh A, Nagni M, Gherlone E. The Usage of an Air Purifier Device with HEPA 14 Filter during Dental Procedures in COVID-19 Pandemic: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(9):5139. doi: 10.3390/ijerph19095139.
27. Sang-in, S. & Khongkhunthian. An Experimental Study of High Efficiency Particulate Air Type (HEPA-type) Filter for Microbial Reduction in Aerosol Contaminated in Periodontal Clinic, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University. *CM Dent J.* 2024;23(1):61-6.
28. Villa A, Grenon M. The Cupola: an additional layer of protection for providers working in the oropharyngeal region. *BMC Res Notes.* 2021;14(1):115. doi: 10.1186/s13104-021-05524-9.
29. Thai Meteorological Department. Climate of Thailand [Internet]. Bangkok: Local Meteorology Division, Meteorological Department. Available from: URL: [https://www.tmd.go.th/info/Cli-mate of Thailand](https://www.tmd.go.th/info/Cli-mate%20of%20Thailand). (in Thai).
30. Chen, Ying & Yu, Qi & Xu, Cang-Bao. A convenient method for quantifying collagen fibers in atherosclerotic lesions by ImageJ software. *Int J Clin Exp Med.* 2017;10:14927-35.
31. Cai H, Xu X, Lu X, Zhao M, Jia Q, Jiang H-B, Kwon J-S. Dental Materials Applied to 3D and 4D Printing Technologies: A Review. *Polymers.* 2023;15(10):2405. doi: 10.3390/polym15102405.

ติดต่อขอความ:

ทพญ.วริษฐา อิ่มแสง

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ถ.สุเทพ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 064 497 9191

อีเมล: waritta_imsang@cmu.ac.th

Corresponding author:

Dr. Waritta Imsang

Faculty of Dentistry Chiangmai University

Suthep Rd, Tambon Su Thep, Mueang

Chiang Mai District, Chiang Mai 50200, Thailand.

Tel: (666) 4497 9191

E-mail: waritta_imsang@cmu.ac.th