

JDAT

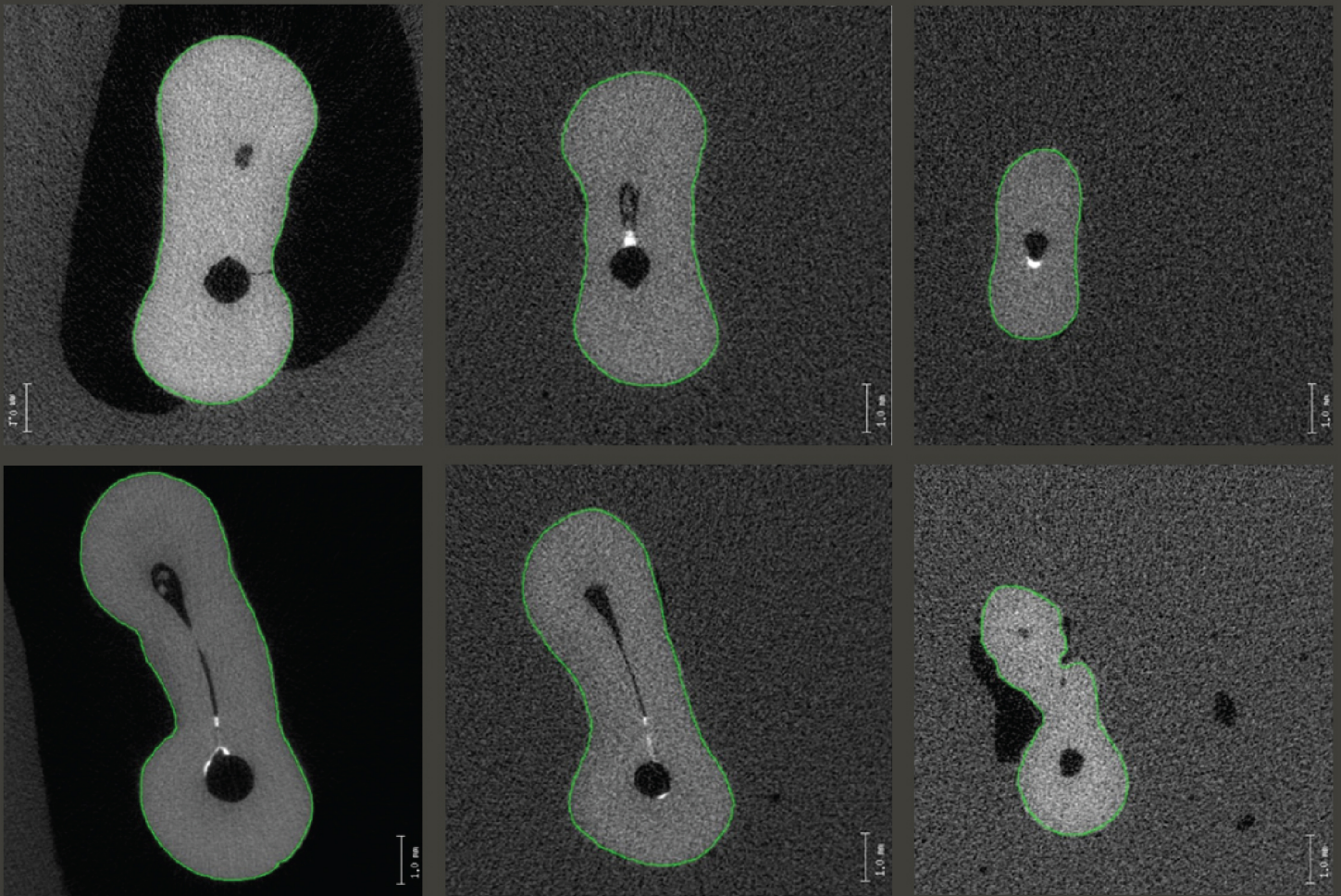
วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 70 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2563 / Volume 70 Number 4 October - December 2020



CE Credits
QUIZ

*Effect of Vitamin C Suspension on Micro Tensile Bond Strength
of Non-vital Bleached Dentin to Resin Composite Restoration*

ISSN 2408 - 1434



วิทยาศาสตร์ทันตแพทยศาสตร์
JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisor President

Lt. Gen. Phisal Thepsithar

Advisory Board

Asst. Prof. Anonknart	Bhakdinaronk
Dr. Charmary	Reanamporn
Assoc. Prof. Surasith	Kiatpongsan
Clinical Prof. Pusadee	Yotnuengnit
Assoc. Prof. Wacharaporn	Tasachan
Dr. Somchai	Suthirathikul
Dr. Prinya	Pathomkulma

Board of Directors 2019 - 2021

President	Dr. Chavalit	Karnjanaopaswong
President Elect	Dr. Adirek	Sriwatanawongsa
1 st Vice-President	Prof. Dr. Prasit	Pavasant
2 nd Vice-President	Assoc. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
Secretary - General	Prof. Dr. Prasit	Pavasant
Treasurer	Assoc. Prof. Poranee	Berananda
Editor	Dr. Ekamon	Mahapoka
Scientific Committee Chairperson	Assoc. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
Executive Committee	Assoc. Prof. Porjai	Ruangsri
	Lt. Gen. Nawarut	Soonthornwit
	Dr. Werawat	Satayanurug
	Assoc. Prof. Dr. Siriruk	Nakornchai
	Asst. Prof. Ekachai	Chunhacheevachaloke
	Asst. Prof. Bundhit	Jirajariyavej
	Dr. Kanit	Dhanesuan
	Assoc. Prof. Dr. Patita	Bhuridej
	Asst. Prof. Piriya	Cherdsatiraku
	Dr. Thornkanok	Pruksamas
	Capt. Thanasak	Thumbuntu

THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

71 Ladprao 95 Wangthonglang Bangkok 10310, Thailand. Tel: 662-539-4748 Fax: 662-514-1100 E-mail: thaidentalnet@gmail.com



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisory Board

Lt. Gen. Phisal Thepsithar
Prof. Dr. Mongkol Dejnakintra
Prof. Chainut Chongruk
Special Prof. Sitthi S Srisopark

Assoc. Prof. Porjai Ruangsri
Assist. Prof. Phanomporn Vanichanon
Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej

Editor

Dr. Ekamon Mahapoka

Associate Editors

Prof. Dr. Prasit Pavasant
Prof. Dr. Waranun Buajeeb

Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai
Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan

Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Chaiwat Maneenut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontom, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Kajorn Kungsadalpipob, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Thantrira Porntaveetus, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Pintu-On Chantarawaratit, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Wannakorn Sriarj, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Pisha Pittayapat, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Yaowaluk Ngoenwiwatkul, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitirattanakul, Mahidol University, Thailand
Dr. Supatchai Boonpratham, Mahidol University, Thailand
Prof. Dr. Anak Iamaroon, Chiang Mai University, Thailand
Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit, Chiang Mai University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Napapa Aimjirakul, Srinakharinwirot University, Thailand
Dr. Jaruma Sakdee, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Ichaya Yiemwattana, Naresuan University, Thailand.
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Royal College of Dental Surgeons, Thailand
Prof. Dr. Antheunis Versluis, The University of Tennessee Health Science Center, USA.
Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Ogawa, Niigata University, JAPAN
Assoc. Prof. Dr. Anwar Merchant, University of South Carolina, USA.
Dr. Brian Foster, NIAMS/NIH, USA.
Dr. Ahmed Abbas Mohamed, University of Warwick, UK.

Editorial Staff

Tassapol Intarasomboon
Pimpanid Laomana
Anyamanee Kongcheepa

Manage

Assoc. Prof. Poranee Berananda

Journal published trimonthly. Foreign subscription rate US\$ 200 including postage.

Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd

Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

Address: 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand E-mail: dateditor@thaidental.or.th



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสภานิติกร

สวัสดีพี่น้องร่วมวิชาชีพทุกท่านครับ

กลับมาพบกันอีกครั้งกับวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ฉบับสุดท้ายของปี 2563 สถานการณ์การระบาดของไวรัส COVID-19 ทั่วโลกที่แม้จะมีแนวโน้มดีขึ้นในบางประเทศเช่นในบ้านเรา แต่ก็ยังคงมีอีกหลายประเทศที่กำลังรับมือกับการระบาดที่ยังไม่มีแนวโน้มที่จะควบคุมได้ อาชีพทันตแพทย์ก็เป็นหนึ่งในอาชีพที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและสามารถแพร่กระจายไปสู่คนรอบข้างได้ สิ่งที่ผมห่วงและอยากจะเน้นย้ำในเรื่องของความปลอดภัยในการให้การรักษาและบริการทางทันตกรรม คือ การทำหัตถการอย่างระมัดระวังและเป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันการติดเชื้ออย่างเคร่งครัด เพื่อให้พวกเราพี่น้องร่วมวิชาชีพผ่านวิกฤตการณ์ครั้งนี้ไปได้อย่างปลอดภัยทุกท่านครับ สำหรับบทความในฉบับนี้มีบทความทันสมัยทันยุคการระบาดของเชื้อว่าด้วยเรื่องการฟุ้งกระจายของเชื้อขณะทำศัลยกรรมและงานด้านปริทันตวิทยาที่น่าจะเป็นประโยชน์ในช่วงสถานการณ์การระบาดในปัจจุบัน ซึ่งอาจจะนำไปปรับใช้ในชีวิตการทำงานของท่านได้ ลองเปิดอ่านกันดูครับ เราจะผ่านปีนี้ไปด้วยกันอย่างปลอดภัย สวัสดีและพบกันใหม่ปี 2564 ครับ

ทพ.ดร. เอกมน มหาโสภา

สภานิติกร

สำหรับหน้าที่เป็นสี โปรดเข้าชมได้ที่ <http://www.jdat.org>

For high quality coloured figures, please refer to <http://www.jdat.org/>

Instruction for Authors

The Journal of the Dental Association of Thailand welcome submissions from the field of Dentistry and related science. We published 4 issues per year in March, June, September and December.

Categories of the Articles

1. **Review Articles:** an article with technical knowledge collected from journals or textbooks and is profoundly analyzed and criticized.
2. **Case Reports:** a short report of an update case or case series related to dental field which has been carefully analyzed and criticized with scientific observation.
3. **Original Articles:** a research report which has never been published elsewhere and represent new and significant contributions to the field of Dentistry.
4. **Letter to the Editor:** a brief question or comment that is useful for readers

Manuscript Submission

The Journal of the Dental Association of Thailand only accepts online submission. The manuscript must be submitted via <http://www.jdat.org>. Registration by corresponding author is required for submission. We accept articles written in both English and Thai. However for Thai article, English abstract is required whereas for English article, there is no need for Thai abstract submission. The main manuscript should be submitted as .doc or .docx. All figures and tables should be submitted as separated files (1 file for each figure or table). For figures and diagrams, the acceptable file formats are .tif, .bmp and .jpeg with resolution at least 300 dpi. with 2 MB.

Contact Address

Editorial Staff of the Journal of the Dental Association of Thailand
The Dental Association of Thailand
71 Ladprao 95
Wangtonglang Bangkok 10310
Email: jdat.editor@gmail.com
Telephone: 669-7007-0341

Manuscript Preparation

1. For English article, use font of Cordia New Style size 16 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on all four sides. The manuscript

should be typewritten.

2. For Thai article, use font of Cordia New Style size 16 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on all four sides. The manuscript should be typewritten with 1.5 line spacing. Thai article must also provide English abstract. All references must be in English. For the article written in Thai, please visit the Royal Institute of Thailand (<http://www.royin.go.th>) for the assigned Thai medical and technical terms. The original English words must be put in the parenthesis mentioned at the first time.
3. Numbers of page must be placed on the top right corner. The length of article should be 10-12 pages including the maximum of 5 figures, 5 tables and 40 references for original articles. (The numbers of references are not limited for review article)
4. Measurement units such as length, height, weight, capacity etc. should be in metric units. Temperature should be in degree Celsius. Pressure units should be in mmHg. The hematologic measurement and clinical chemistry should follow International System Units or SI.
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.
6. Position of the teeth may use full proper name such as maxillary right canine or symbols according to FDI two-digit notation and write full name in the parenthesis after the first mention such as tooth 31 (mandibular left central incisor).
7. Every illustration including tables must be referred in all illustrations. The contents and alphabets in the illustrations and tables must be in English. All figures and table must be clearly illustrated with the legend. Numbers are used in Arabic form and limited as necessary. During the submission process, all photos and tables must be submitted in the separate files. Once the manuscript is accepted, an author may be requested to resubmit the high quality photos.

Preparation of the Research Articles

1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

- Category of the manuscript
- Article title
- Authors' names and affiliated institutions
- Author's details (name, mailing address, E-mail, telephone and FAX number)

2. Abstract

The abstract must be typed in only one paragraph. Only English abstract is required for English article. Both English and Thai abstracts are required for Thai article and put in separate pages. The abstract should contain title, objectives, methods, results and conclusion continuously without heading on each section. Do not refer any documents, illustrations or tables in the abstract. The teeth must be written by its proper name not by symbol. Do not use English words in Thai abstract but translate or transliterate it into Thai words and do not put the original words in the parenthesis. English abstract must not exceed 300 words. Key words (3-5 words) are written at the end of the abstract in alphabetical order with comma (,) in-between.

3. Text

The text of the original articles should be organized in sections as follows

- **Introduction:** indicates reasons or importances of the research, objectives, scope of the study. Introduction should review new documents in order to show the correlation of the contents in the article and original knowledge. It must also clearly indicate the hypothesis.
- **Materials and Methods:** indicate details of materials and methods used in the study for readers to be able to repeat such as chemical product names, types of experimental animals, details of patients including sources, sex, age etc. It must also indicate name, type, specification, and other information of materials for each method. For a research report performed in human subjects, authors should indicate that the study was performed according to the ethical Principles for Medical Research and Experiment involving human subjects such as Declaration of Helsinki 2000 or has been approved by the ethic committees of each institute.
- **Results:** Results are presentation of the discovery of experiments or researches. It should be categorized and related to the objectives of the articles. The results can be presented in various forms such as words, tables, graphs or illustrations etc. Avoid repeating the results both in tables and in paragraph. Emphasize only important issues.
- **Discussion:** The topics to be discussed include the objectives of the study, advantages and disadvantages of materials and methods. However, the important points to be especially considered are the experimental results compared directly with the concerned experimental study.

It should indicate the new discovery and/or important issues including the conclusion from the study. New suggestion, problems and threats from the experiments should also be informed in the discussion and indicate the ways to make good use of the results.

- **Conclusion:** indicates the brief results and the conclusions of the analysis.
- **Acknowledgement:** indicates the institutes or persons helping the authors, especially on capital sources of researches and numbers of research funds (if any).
- **References** include every concerned document that the authors referred in the articles. Names of the journals must be abbreviated according to the journal name lists in "Index Medicus" published annually or from the website <http://www.nlm.nih.gov>

Writing the References

The references of both Thai and English articles must be written only in English. Reference system must be Vancouver system, using Arabic numbers, making order according to the texts chronologically. Titles of the Journals must be in Bold and Italics. The publication year, issue and pages are listed respectively without volume.

Sample of references from articles in Journals

Phantumvanit P, Feagin FF, Koulourides T. Strong and weak acids sampling for fluoride of enamel remineralized sodium fluoride solutions. *Caries Res* 1977;11:56-61.

- Institutional authors

Council on Dental materials and Devices. New American Dental Association Specification No.27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 1977;94:1191-4.

- No author

Cancer in south Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

Sample of references from books and other monographs

- Authors being writers

Neville BW, Damn DD, Allen CM, Bouquot JE. Oral and maxillofacial pathology. Philadelphia: WB Saunder; 1995. p. 17-20

- Authors being both writer and editor

Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for the elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

- Books with authors for each separate chapter

-Books with authors for each separate chapter and also have editor

Sanders BJ, Henderson HZ, Avery DR. Pit and fissure sealants; In: McDonald RE, Avery DR, editors. *Dentistry for the child and adolescent*. 7th ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 373-83.

- Institutional authors

International Organization for Standardization. ISO/TR 11405 Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva: ISO; 1994.

Samples of references from academic conferences

- Conference proceedings

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neuro physiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

- Conference paper

Hotz PR. Dental plaque control and caries. In: Lang PN, Attstrom R, Loe H, editors. Proceedings of the European Work shop on Mechanical Plaque Control; 1998 May 9-12; Berne, Switzerland. Chicago: Quintessence Publishing; 1998. p. 35-49.

- Documents from scientific or technical reports

Fluoride and human health. WHO Monograph; 1970. Series no.59.

Samples of reference from thesis

Muandmingsuk A. The adhesion of a composite resin to etched enamel of young and old teeth [dissertation]. Texas: The University of Texas, Dental Branch at Houston; 1974.

Samples of reference from articles in press

Swasdison S, Apinhasmit W, Siri-upatham C, Tungpitsyotn M, Pateepasen R, Suppipat N, *et al*. Chemical sterilization for barrier membranes is toxic to human gingival fibroblasts. *J Dent Assoc Thai*. In press 2000. *In this case, accepted letter must be attached.

Samples of reference from these articles are only accepted in electronic format

- Online-only Article (With doi (digital identification object number)

Rasperini G, Acunzo R, Limiroli E. Decision making in gingival recession treatment: Scientific evidence and clinical experience. *Clin Adv Periodontics* 2011;1: 41-52. doi:10.1902 cap.2011.100002.

- Online only article (without doi)

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* 2002;102(6) [cited 2002 Aug 12]

Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>.

-Ahead of printing

McGuire MK, Scheyer ET, Nevins M, Neiva R, Cochran DL, Mellonig JT, *et al*. Living cellular construct for increasing the width of keratinized gingival. Results from a randomized, withinpatient, controlled trial [published online ahead of print March 29, 2011]. *J Periodontol* doi:10.1902/jop.2011.100671.

Samples of references from patents/petty patents

Patent

Pagedas AC, inventor; Ancel Surgical R&D Inc., assignee. Flexible endoscopic grasping and cutting device and positioning tool assembly. United States patent US 20020103498. 2002 Aug 1.

Petty patent

Pripem A, inventor, Khon Kaen University. Sunscreen gel and its manufacturing process. Thailand petty patent TH1003001008. 2010 Sep 20.

Preparation of the Review articles and Case reports

Review articles and case reports should follow the same format with separate pages for Abstract, Introduction, Discussion, Conclusion, Acknowledgement and References.

The Editorial and Peer Review Process

The submitted manuscript will be reviewed by at least 2 qualified experts in the respective fields. In general, this process takes around 4 - 8 weeks before the author be notified whether the submitted article is accepted for publication, rejected, or subject to revision before acceptance.

The author should realize the importance of correct format manuscript, which would affect the duration of the review process and the acceptance of the articles. The Editorial office will not accept a submission if the author has not supplied all parts of the manuscript as outlined in this document.

Copyright

Upon acceptance, copyright of the manuscript must be transferred to the Dental Association of Thailand.

PDF files of the articles are available at <http://www.jdat.org>.

Color Printing (baht / 2,000 copy) : Extra charge for addition color printing for 1-16 pages is 15,000 baht vat included. The price is subjected to change with prior notice.



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 70 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2563

บทวิพากษ์

Fracture Resistance of Endodontically Treated
Upper Premolar with MOD Cavity Restored by
Direct Resin Composite Combined with Fiber-
Reinforced Composite Posts

Nadapapai Khwanpuang
Chaiwat Maneenut

การศึกษาเปรียบเทียบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ
ขณะขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ 2 ชนิด

สุชญา จิระพินทุ
รณีย์ ชัดเงางาม
สุวรรณา เขียวอังกูร

Interobserver Agreement in Proximal Caries
Detection from a Smartphone Display

Napas Lappanakokiat
Soontra Panmekiate

การคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันหลังทาซิลเวอร์ไดเอมีน-
ฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยและต่างประเทศ:

การวิจัยในห้องปฏิบัติการ
กัณตพร คุณพนิชกิจ
อรนุช เตชาธราทิพย์
ธีรยุทธ วิไลวัลย์
พนิดา ธัญญศรีสังข์
ชุตินา ไตรรัตน์วรกุล

Contents

Volume 70 Number 4 October – December 2020

Original Article

252 Fracture Resistance of Endodontically Treated
Upper Premolar with MOD Cavity Restored by
Direct Resin Composite Combined with Fiber-
Reinforced Composite Posts
Nadapapai Khwanpuang
Chaiwat Maneenut

262 Comparative the Bacterial Aerosol Contamination
during Ultrasonic Scaling of Two Type of Ultrasonic
Scalers
Suchaya Jirapintu
Romanee Kudngaongarm
Suwunna Tienungoon

274 Interobserver Agreement in Proximal Caries
Detection from a Smartphone Display
Napas Lappanakokiat
Soontra Panmekiate

280 *In-vitro* Remineralization of Dentine Carious
Lesions after Application of Silver Diamine Fluoride
(Thai Product) Compared with Commercial Brand
Kantaporn Kunpanichakit
Oranuch Techatharatip
Tirayut Vilaivan
Panida Thanyasrisung
Chutima Trairatvorakul



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 70 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2563

Contents

Volume 70 Number 4 October – December 2020

บทวิพากษ์

Effect of Vitamin C Suspension on Micro Tensile
Bond Strength of Non-vital Bleached Dentin to
Resin Composite Restoration
Boondarick Niyatiwatchanchai
Chaiwat Maneenut

อิทธิพลของคลองรากฟันโค้งต่อประสิทธิภาพของการรักษา
คลองรากฟันซ้ำในฟันที่อุดคลองรากด้วยไบโอเซรามิกซีลเลอร์
เกษมสันต์ สุจริตวันิช
ปิยานี พานิตวิสัย

การฟุ้งกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศขณะทำการผ่าตัดทาง
ศัลยกรรมช่องปากด้วยการใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ
ศิริพันธุ์ ชัดตพงษ์
รัชณี อัมพรอร่ามเวทย์
เกศกัญญา สัพพะเลข

ดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในกลุ่มผู้ป่วย
สูงอายุของไทย: การศึกษาเบื้องต้นในช่วงเวลาหนึ่ง
สินีภัทร์ ตีลังจิต
สุกฤตา ศิริจินตามณีรัตน์
ภักธีมา พูนทองพันธ์
วิญา สงสมบุญ
สรสัณห์ รังสิยานนท์

ดัชนีผู้แต่ง

Original Article

290 Effect of Vitamin C Suspension on Micro Tensile
Bond Strength of Non-vital Bleached Dentin to
Resin Composite Restoration
Boondarick Niyatiwatchanchai
Chaiwat Maneenut

297 Influence of Curved Root Canal on Retreatment
Efficacy of Bioceramic Sealer
Kasemsun Sujaritwanit
Piyanee Panitvisai

305 Dispersion of Microorganisms in the Air During Oral
Surgical Procedure Using Low Speed Micromotor
Siriphun Kattapong
Ruchanee Ampornaramveth
Keskanya Subbalekha

312 The Mental Index and Panoramic Mandibular
Index in Elderly Patients: A Preliminary Cross-
Sectional Study
Sineepat Talungchit
Sukritta Sirijindanameerat
Paktheema Phoontongphan
Viya Songsomboon
Sorasun Rungsianont

320 Author Index

Front cover image:

adapt from MicroCT images of root canals after retreatment demonstrating residual filling material in the root canals.
(see *Sujaritwanit* and *Panitvisai*. Page 300 for details)

Fracture Resistance of Endodontically Treated Upper Premolar with MOD Cavity Restored by Direct Resin Composite Combined with Fiber-Reinforced Composite Posts

Nadaprapai Khwanpuang¹, Chaiwat Maneenut¹

¹Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

The purpose of this study was to compare the fracture strength and fracture pattern of a previously endodontically treated premolar with MOD cavity when restored with a resin composite together with prefabricated fiber-reinforced composite (FRC) and novel unpolymerized fiber-reinforced composite (UPF) posts. Forty intact human maxillary premolars with single root and two canals were embedded in resin molds with simulated periodontal ligament. The specimens were divided into five groups: 1) Sound premolar (positive control); 2) Non-restored endodontically treated premolar with MOD cavity (negative control); 3) Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with resin composite; 4) Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with FRC post and resin composite; 5) Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with UPF post and resin composite. All specimens were subjected to 500,000 cycles of cyclic loading and 10,000 cycles of thermocycling. The specimens were loaded to fracture at an angle of 45° on palatal cusp. The sound premolar had the highest fracture strength (510.92 ± 106.54 N) while the non-restored premolar had the lowest strength (73.88 ± 20.52 N). Using the post with resin composite restoration significantly increased the strength of the tooth. However, there was no significant difference in the strength between using FRC and UPF post. Most of the specimens had a favorable fracture. In conclusion, fiber-reinforced composite post positively increased the fracture strength when restored endodontically treated premolar with MOD cavity using resin composite but did not affect the fracture pattern. The type of post did not affect the fracture strength of the restored tooth.

Keywords: Endodontically treated premolar, Fiber-reinforced composite post, Fracture strength, Resin composite

Received Date: Mar 30, 2020

Revised Date: Apr 21, 2020

Accepted Date: Jun 15, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.25

Correspondence to:

Chaiwat Maneenut, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wongmai, Patumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: 02-2188795 E-mail: mchaiwat@chula.ac.th, Chaiwat.M@chula.ac.th

Introduction

Endodontically treated teeth are susceptible to fractures due to substantial loss of structure from dental caries, fracture, cavity preparation and access opening. The survival of these teeth depends on various factors in which post-endodontic restoration is one of the keys to success.^{1,2} Good restoration not only can restore form, function and esthetic, but also prevent marginal leakage and tooth fractures. Previously, a suggestion to protect the teeth with an intracanal post and a full coverage crown was considered as standard treatment.³ However, this technique has some disadvantages such as multiple visits, loss of tooth structure resulting from tooth preparation and high costs.

With recent advancement in adhesive technology, minimal invasive dentistry gradually plays an important role in modern dentistry. A study showed that preservation of the remaining tooth structure increased the survival outcome and reduced the chance of fracture in endodontically treated teeth.⁴ From this perspective, when the tooth has adequate structure to provide retention of restoration material, a non-cuspal coverage direct restoration is acceptable. However, this concept is still controversial, particularly in the maxillary premolar which has one of the highest fracture rates reported because it receives shear occlusal force and has a large and steep cusp while having a flat and slim root compared to its crown.⁵⁻⁷

A clinical study by Manocci and co-workers found that the success rate of endodontically treated premolar with class II cavity restored with full coverage crown was not statistically different from a restoration with fiber-reinforced composite post and direct resin composite in the three years follow up range.⁸ Supported by a recent systematic review which pointed out that there was still lack of evidence to support the higher success rate of restoration with full coverage crown than with direct restoration.⁹ Also, *in-vitro* studies showed that cuspal coverage restoration was not always necessary in premolar with both marginal ridges losing.^{10,11}

Prefabricated fiber-reinforced composite post (FRC post) has increasingly been used in restoring an endodontically treated tooth due to various advantages compared to using a metal post. Its high success rate is due to its biomimetic behavior resulting from the low modulus of elasticity close to dentin.¹² Hence, it can distribute occlusal force along the tooth structure effectively.^{13,14} Supported by the *in-vitro* studies which show that endodontically treated premolar restored with FRC post and resin composite had a higher fracture strength and less cuspal deflection compared to being restored with only a resin composite.^{3,15} However, since this post was prefabricated, there were some situations that the post did not fit into the prepared root canal resulting in a gap-filling with low strength resin cement which may weaken the tooth.¹⁶ To solve these problems, an unpolymerized glass fiber-reinforced composite post (UPF post) was invented. Its shape can be adjusted to adapt and fit into the root canal prior to light polymerization and cementation.¹⁷

There were still few data comparing the use of FRC post and UPF post for restoring endodontically treated tooth.^{17,18} Thus, this study was conducted to compare the fractural strength and fracture pattern of previously endodontically treated premolar with MOD cavity when restored with only resin composite or together with FRC post or UPF post. The research proposal was approved by the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. The study code was HREC-DCU 2018-051.

Material and Method

Specimen preparation

Forty intact human maxillary premolars with single root and two canals which were extracted for orthodontic treatment were used. The selected teeth were quite similar in shape and size, had a straight canal and were free from cracks, dental caries or any defects. The teeth were stored in 0.5% thymol solution (M-dent,

Thailand) and were used within six months. Teeth were mounted in resin acrylic mold with periodontal ligament (PDL) stimulating using self-cured polyether (Silagum™, 3M ESPE, USA).¹⁹ Level of resin acrylic was 2 mm from cemento-enamel junction (CEJ) to simulate alveolar bone level. (Fig. 1).

Thirty-two specimens were subjected to MOD cavity preparation using computer numerical control (CNC)

preparation machine (CNC specimen former, Thailand). Occlusal cavities with 4 mm bucco-lingual width and 4 mm depth together with proximal boxes, 2 mm in depth from pupal wall, 1 mm width in mesio-distal direction and 4 mm width in bucco-lingual direction, were created. After preparation, all specimens had remaining buccal and lingual cusps thickness at the height of contour at more than 2 mm (Fig. 2).

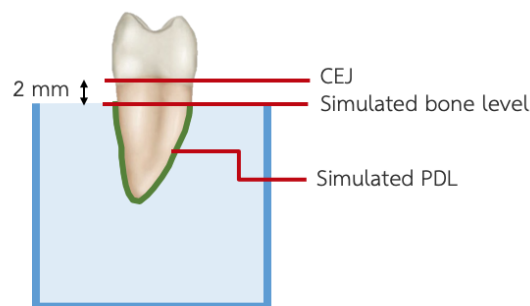


Figure 1 Mounted tooth in resin mold with simulated periodontal ligament and alveolar bone level

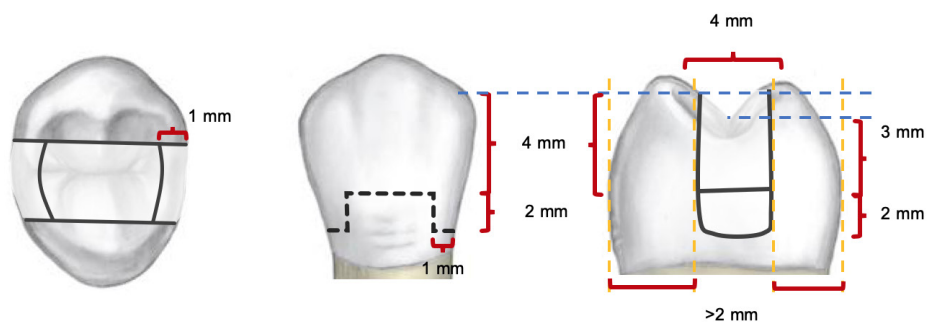


Figure 2 Cavity preparation

Pulpal exposure was performed at the middle of occlusal cavity using round diamond bur (FG 8200S, Intensiv, Switzerland). A straight-line access opening was done using high-speed diamond pointed-taper bur (FG D2, Intensiv, Switzerland) at pulp exposure spot. Instrumentation was carried out in buccal and palatal canals using X1-X3 NiTi rotary instrument (ProTaper™ Next, Dentsply Sirona, USA) at 300 rpm, 2N/cm by pecking motion to the working length under 17 % EDTA cream (RC prep™, Premier, USA) lubrication and 5 ml of 2.5 % NaOCl (Faculty of Dentistry Chulalongkorn University, Thailand) irrigation. Final flushed the canals with 17 % EDTA (Faculty of Dentistry Chulalongkorn

University, Thailand) 3 ml for one minute followed by 5 ml of 2.5 % NaOCl. The canals were dried using paper points. Gutta-percha canal obturation was done by a single cone technique using match-tapered cone X3 (ProTaper™ Next, Dentsply Sirona, USA) with resin-based sealer (AHTM plus, Dentsply Sirona, USA). The gutta-percha was removed to the cemento-enamel junction level.

Eight endodontically treated teeth with MOD cavity were not restored and used as negative control specimens. Eight endodontically treated teeth with MOD cavity were restored with nanofilled resin composite (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, USA). The bonding protocol

was done with a 3-step etch-and-rinse bonding system (Optibond™ FL, Kerr, USA) following the manufacturer's instructions. The cavity was etched with 37 % phosphoric acid for 15 s, rinsed with distilled water for 15 s, dried with clean gentle air for 5 s to achieve a moist dentin, primed with FL primer for 10 s in agitating motion, gentle air blew until there was no sign of liquid movement, lightly coating the cavity with FL adhesive and light polymerization (Demi™, Kerr, USA) for 20 s. Tofflemire matrix system was applied to the tooth, the top margin of the band was at 1 mm above the occlusal margin. The cavity was filled with resin composite using incremental technique, which was 2 mm for each layer measured by a periodontal probe

and light curing for 40 s. The tip of the light curing unit was placed at the tip of buccal and palatal cusps. Each proximal cavity was filled and cured followed by the occlusal cavity (Fig. 3A). The proximal cavity was filled with three layers of composite which each layer was cured for 40 s (Fig. 3B). Then, the occlusal cavity which is 4 mm in depth from occlusal margins was filled with two layers of composite in which each layer was cured for 40 s (Fig. 3C). The matrix band was removed and the resin composite in each proximal cavity was additionally cured by placing the tip of the light curing unit in close contact to the buccal and palatal sides of the cavity to simulate a clinical condition. Each side was cured for 40 s.

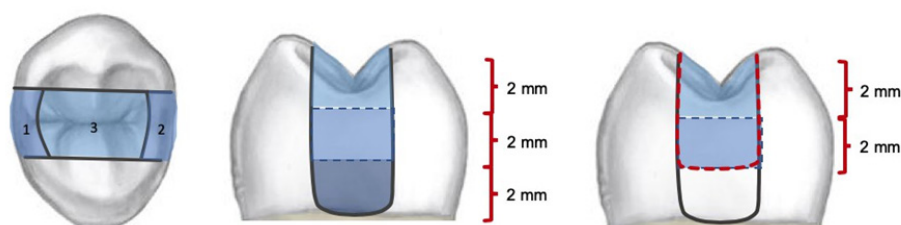


Figure 3 Incremental technique for resin composite restoration

The other sixteen specimens were subjected to post space preparation in palatal canal using slow speed peeso reamer #1-2 (Dentsply, USA) for gutta-percha removing. The depth of post space was equal to the height of the clinical crown. The FRC post no.2 (RelyX™ Fiber Post, 3M ESPE, USA) was used in the eight specimens and the UPF post (everStick™, GC Europe, Belgium) size 0.9 mm was used in the other eight specimens. The shape of the UPF post was adjusted to fit the canal and polymerized with light curing (Demi, Kerr, USA) for 20 s prior to the cementation process.

The post cementation process was done using a 2-step etch-and-rinse adhesive system (Optibond™ Solo, Kerr, USA) and dual cured resin cement (NX3, Kerr, USA)

following the manufacturer's instructions. The root canal was etched with 37 % phosphoric acid for 15 s, rinsed with distilled water for 15 s and dried with paper point. The adhesive (Optibond™ Solo, Kerr, USA) was applied with a microbrush, the excess was removed using paper point and light cured for 40 s. The resin cement (NX3 Nexus™, Kerr, USA) was mixed and applied into the root canal using lentulo spiral number 25 (Dentsply Sirona, USA), the adhesive coated post was inserted into the root canal and light cured again for 20 s (Demi™, Kerr, USA). The post was then cut to the level of the pulpal floor of the cavity using a high speed fissured diamond bur (FG 8211, Intensiv, Switzerland) (Fig. 4).

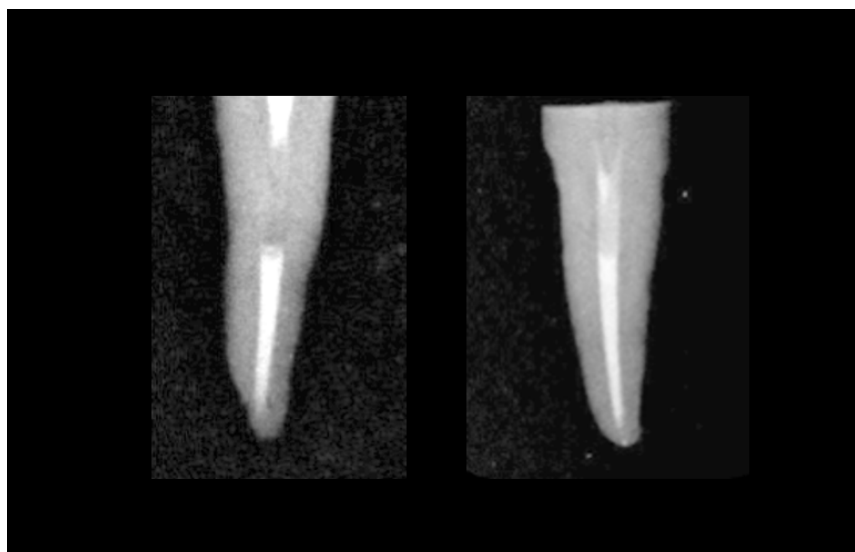


Figure 4 Radiographic images show close adaptation of FRC post (left) and UPF post (right) to the root canal

In summary, 40 teeth specimens were divided into five groups, eight specimens for each group:

Group 1: Sound premolar (positive control)

Group 2: Non-restored endodontically treated premolar with MOD cavity (negative control)

Group 3: Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with resin composite

Group 4: Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with FRC post and resin composite

Group 5: Endodontically treated premolar with MOD cavity restored with UPF post and resin composite

Artificial aging

All specimens underwent the artificial aging using cyclic loading and thermocycling. The cyclic loading was done in fatigue tester (Universal testing machine, Fatigue tester, E1000, Instron, England) with stainless steel antagonist (diameter 6 mm) contact at the middle of occlusal surface, parallel to tooth axis. The specimen was loaded continuously with 50 N, 4 Hz frequency for 500,000 cycles. The specimen was later subjected to

10,000 cycles of thermocycling (Thermocycling unit, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand) at 5°C and 55°C with a dwell time of 30 s. Due to the transfer time of 5 s, the total time for one complete thermocycling cycle was 70 s.

Fractural strength test

The specimen was mounted in a metal holder of the universal testing machine (Universal testing machine EZ-S, SHIMADZU, Japan) at an angle of 45° to the tooth axis. The 4 mm in diameter stainless steel antagonist was applied on the incline plane of palatal cusp with crosshead speed of 0.5 mm/min. A sudden decrease in force of more than 50 % was an indication of fracture failure.

Fracture pattern determination

The specimen was removed from the acrylic mold. The fracture pattern was determined by visual inspection. Fracture of the tooth above the simulated alveolar bone was classified as a favorable fracture and the fracture below the simulated alveolar bone (top of resin block) was classified as an unfavorable fracture (Fig. 5).

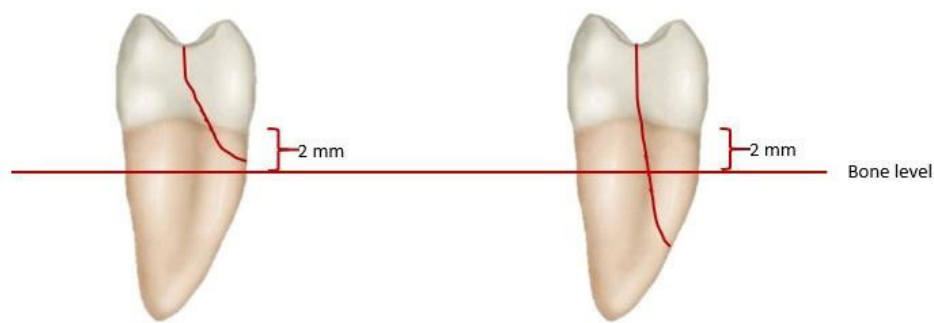


Figure 5 Fracture patterns, favorable (left) and unfavorable (right)

Statistical analysis

The fracture strength was analyzed using the one-way ANOVA test. The significant was set at $p < 0.05$. The fracture pattern was analyzed using Chi-square test.

Result

The mean fracture strength of all groups after artificial aging was shown in Table 1. Group 1 (positive control) had the highest strength (510.92 ± 106.54 N) and group 2 (negative control) had the lowest (73.88 ± 20.52 N).

Restoring the tooth with only direct resin composite (group 3) could increase the fracture strength significantly (251.01 ± 63.18 N, $p < 0.05$). Using the post with resin composite restoration (groups 4 and 5) could also significantly increase the strength of the tooth. However, there is no significant difference in the strength between using a FRC post and a UPF post ($p = 0.998$).

Fracture pattern of all the specimens is shown in Table 2 (fig. 6). Most of the specimens had a favorable fracture. There was no statistical difference among the groups ($p = 0.217$).

Table 1 Mean fracture strength and standard deviation. Same abbreviation letter means no statistical significant difference

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	8	510.92 ^a	106.54	37.67	335.75	629.56
2	8	68.88 ^d	24.20	8.56	36.97	108.41
3	8	251.10 ^c	63.18	22.34	158.51	329.37
4	8	376.83 ^b	72.99	25.80	251.34	463.67
5	8	387.10 ^b	67.28	23.79	278.93	485.53

Table 2 Fracture pattern of tested specimens

Group	Favorable Fracture (n)	Unfavorable Fracture (n)
1	8	0
2	8	0
3	8	0
4	7	1
5	8	0

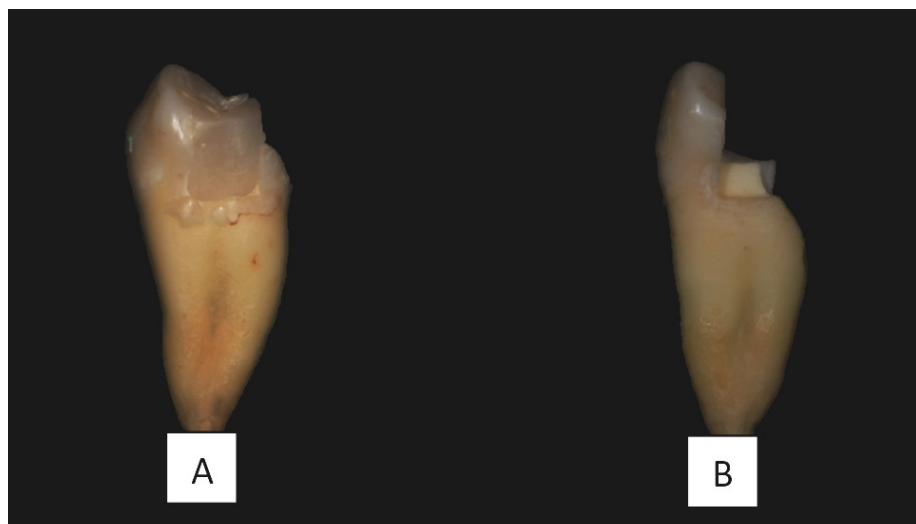


Figure 6 Fracture pattern; (left) favorable fracture, (right) unfavorable fracture

Discussion

Previous studies on the fracture strength of endodontically treated premolar mostly done in tremendous loss of structure tooth and had cuspal coverage restoration.²⁰⁻²² However, with recent advance technology in restoration material and adhesive system, endodontically treated premolar with MOD cavity which lost both marginal ridges but cuspal thickness was left more than 2 mm, may not need cuspal coverage restoration.¹⁰ Restored teeth with direct resin composite in combination with fiber-reinforced composite post could be sufficient for resisting the occlusal load. This situation was challenging for dentists in making decisions of restoration type, the need of post and post selection.

In this study, factors that could affect the tooth fracture strength were controlled which included tooth size, cavity size and root canal size. The selected teeth had less than 10 % differences in clinical crown length, root length and the width of the crown in M-D and B-Li direction which were not statistically different between the groups ($p < 0.05$). Size and shape of the cavity were controlled by CNC machine preparation and those of the root canal were controlled by Ni-Ti rotary file instrumentation. In addition, since periodontal ligament plays an important role in distributing the occlusal force to the

alveolar bone,²³ the 0.2-0.4 mm thickness of artificial periodontal ligament (polyether impression material) was created when the tooth was embedded directly in the resin acrylic block.

The artificial aging, 500,000 cycles cyclic loading and 10,000 cycles thermocycling, was done to simulate the long term (2 years) function of the restored tooth.²⁴⁻²⁶ From a previous study, when endodontically treated teeth was subjected to cyclic fatigue of more than 100,000 cycles, the fractural strength will be significantly subsided.²⁴ Also, when subjected to thermocycling of more than 1,000 cycles, the adhesive will be weakened.²⁵

The fracture strength test was done on a buccal inclined plane of palatal cusp at 45° to the long axis of the tooth to simulate eccentric movement and traumatic force. They were considered as an unfavorable load which could cause a tensile and shear stresses and lead to a vertical root fracture.^{27,28}

The results of this study showed that when restored the endodontically treated maxillary premolar which has MOD cavity using resin composite in combination with or without the fiber-reinforced composite post could significantly increase the fracture strength even if it was not comparable to the sound premolar. The fracture strength

of the teeth that was restored with only resin composite (251.01 ± 63.18 N) was significantly less than that of the restored teeth using the combination of post and resin composite. However, compared to the maximum bite force of maxillary premolar which was 222–445 N (average 322.5 N) and might be rise up to 520–800N (average 660N) during clenching,^{29,30} it could be implied that restoring the endodontically treated maxillary premolar with MOD cavity using only a resin composite might withstand the maximum bite force after function for two years in the oral cavity of a healthy adult patient.

When restoring the teeth with the resin composite in combination with FRC or UPF posts, the fractural strength increased significantly compared to restoring with only the resin composite and was higher than the maximum bite force of both male and female patients as described before.^{29,30} This finding is consistent with the previous study³¹ and it may be due to the force distribution properties of the fiber post. It is supported by the finite element which showed that, when restoring the tooth with fiber post and adhesive system, the occlusal force can distribute along the surrounding tooth structure which has a pattern similar to a natural tooth.³² Moreover, in our study, the length of post space in the root canal was comparable to the length from tip of the buccal cusp to CEJ which was the minimal length recommended in a previous study.³²

Beside the advantageous properties of the prefabricated fiber post, it should be considered that other factors such as canal preparation, post selection, post preparation and cementation are involved in the completion and successful use of the post. The post might not totally fit into the prepared root canal and the gap will need to be filled with low strength resin cement. This could be a weak point and deteriorate the restoration in long term use.³³ Unpolymerized glass fiber (UPF) posts were invented to eliminate that disadvantage because it's shape can be adjusted to totally fit the prepared canal prior to cementation. Its post polymerization's mechanical properties were comparable to a conventional FRC post.³⁴ An *in-vitro* study found that using a UPF post

with resin cement could increase the fracture strength and be higher than using a conventional FRC post.¹⁸ However, our study found that the fracture strength of the endodontically treated maxillary premolar with MOD cavity using resin composite in combination with both types of post was not significantly different ($p=0.998$). This may be the result of the conservative post space preparation and the ultimate adaptation of a FRC post to the canal (Fig. 3). Thus, the advantage from the shape-adjusting property of the UPF post was indistinct, which conform to the *in-vitro* study by Frater and co-workers in 2017.¹⁷

To emphasize, when looking at the detail of post space, which ended 5 mm short from the working length, it was a considerable fit to the FRC post used in this study. The FRC post has 0.7 mm in diameter at the tip³⁵ which was close to the diameter of Protaper NEXT X3 at 5 mm short from the working length³⁶ and Protaper NEXT did not enlarge the canal more than the declared taper shape of the instrument profile.³⁷ Moreover, both, Protaper NEXT and FRC post also are 5–6 % tapered in shape. This means that there was an ultimate fit of the FRC post to the last size of the instrumented canal and the adaptation may not differ from using a UFP post.

When determining the fracture pattern, it was interesting that most specimens of all the groups have a favorable fracture and were not statistically different ($p=0.217$). Like the other study which found that a fiber-reinforced composite post can prevent an unfavorable fracture due to its dentin-like modulus of elasticity which has advantage in stress distribution.³⁸ In our study, a 45° shear load on the palatal cusp was conducted to simulate bite force. It caused the cusp to debond from the restoration followed by a slanting fracture to the root and end above the simulated alveolar bone. This result was different from the previous study³⁸ which used axial load and fracture went along the root axis.

Conclusion

With the limitations in this study, it might be concluded that;

1. MOD cavity preparation and endodontically treatment reduced the fracture strength of maxillary premolar.
2. Restoring the endodontically treated maxillary premolar with MOD cavity using a resin composite with or without a fiber-reinforced post could restore the fracture strength of the tooth but is not comparable to that of a sound premolar.
3. Fiber-reinforced composite posts positively increased the fracture strength of the tooth compared to only using a resin composite.
4. The type of post did not affect the fracture strength of the restored tooth.
5. The fracture pattern of all restorations was restorable.

Declaration and Acknowledgement

The authors do not have any financial interest in the companies whose materials are discussed in this article. The authors would like to gratefully acknowledge the Dental Material Science Research Center, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University for their valuable service.

Reference

1. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994;71(6):565-7.
2. Tronstad L, Asbjornsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 2000;16(5):218-21.
3. Acquaviva PA, Madini L, Krokidis A, Gagliani M, Mangani F, Cerutti A. Adhesive restoration of endodontically treated premolars: influence of posts on cuspal deflection. *J Adhes Dent* 2011;13(3):279-86.
4. Nagasiri R, Chitmongkolsuk S. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *J Prosthet Dent* 2005;93(2):164-70.
5. Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An *in vivo* study of cuspal fracture. *J Prosthet Dent* 1985;53(1):38-42.
6. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2004;31(1):18-22.
7. Van Eijden TMGJ, Brugman P, Weijs WA, Oosting J. Coactivation of jaw muscles: Recruitment order and level as a function of bite force direction and magnitude. *J Biomech* 1990;23(5):475-85.
8. Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TRP. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent* 2002;88(3):297-301.
9. Fedorowicz Z, Carter B, de Souza RF, Chaves CA, Nasser M, Sequeira-Byron P. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;16(5):CD009109.
10. Mohammadi N, Kahnemoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post and cuspal coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *J Endod* 2009;35(10):1428-32.
11. Scotti N, Rota R, Scansetti M, Paolino DS, Chiandussi G, Pasqualini D, et al. Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses. *J Prosthet Dent* 2013;110(5):376-82.
12. Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM, Lumley PJ. The flexural properties of endodontic post materials. *Dent Mater* 2010;26(8):730-6.
13. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent* 2009;37(2):115-21.
14. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000;13(Spec No):15B-8B.
15. Scotti N, Scansetti M, Rota R, Pera F, Pasqualini D, Berutti E. The effect of the post length and cuspal coverage on the cycling and static load of endodontically treated maxillary premolars. *Clin Oral Investig* 2011;15(6):923-9.
16. Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LH, Jr., Shinkai RS. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Restor Dent* 2007;19(1):30-6;discussion7.
17. Fráter M, Forster A, Jantyik Á, Braunitzer G, Nagy K, Grandini S. *In vitro* fracture resistance of premolar teeth restored with fibre-reinforced composite posts using a single or a multi-post technique. *Aust Endod J* 2017;43(1):16-22.
18. El-Ela O, Atta O, El-Mowafy O. Fracture resistance of anterior teeth restored with a novel nonmetallic post. *J Can Dent Assoc* 2008;74(5):441.
19. Nothdurft FP, Seidel E, Gebhart F, Naumann M, Motter PJ, Pospiech PR. The fracture behavior of premolar teeth with class II cavities restored by both direct composite restorations and endodontic post systems. *J Dent* 2008;36(6):444-9.
20. Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns. *J Adv Prosthodont* 2016;8(6):489-93.

21. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Feilzer AJ, *et al.* Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent* 2018;68:41-50.
22. Pedrollo Lise D, Van Ende A, De Munck J, Umeda Suzuki TY, Cardoso Vieira LC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent* 2017;59:54-61.
23. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An *in vitro* study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 1999;81(3):262-9.
24. Huysmans MCDNJM, Peters MCRB, Varst PGTV, Plasschaert AJM. Failure behaviour of fatigue-tested post and cores. *Int Endod J* 1993;26(5):294-300.
25. Price RB, Dérand T, Andreou P, Murphy D. The effect of two configuration factors, time, and thermal cycling on resin to dentin bond strengths. *Biomaterials* 2003;24(6):1013-21.
26. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
27. Wandscher VF, Bergoli CD, Limberger IF, Ardenghi TM, Valandro LF. Preliminary Results of the Survival and Fracture Load of Roots Restored With Intracanal Posts: Weakened vs Nonweakened Roots. *Oper Dent* 2014;39(5):541-55.
28. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. *Ex vivo* fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005;38(4):230-7.
29. Widmalm SE, Ericsson SG. Maximal bite force with centric and eccentric load. *J Oral Rehabil* 1982;9(5):445-50.
30. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of Clenching Intensity on Bite Force Balance, Occlusal Contact Area, and Average Bite Pressure. *J Dent Res* 1999;78(7):1336-44.
31. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23(13):2667-82.
32. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths' effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur J Dent* 2008;2(1):23-8.
33. Silva GRd, Santos-Filho PCdF, Simamoto-Júnior PC, Martins LRM, Mota ASd, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J* 2011;22(3):230-7.
34. Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004;20(1):29-36.
35. 3M. 3M post and core solution 2017 [cited 2020 2 Jan]. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/11465200/3m-relyx-fiber-post-3d-glass-fiber-post-technical-data-sheet.pdf>.
36. Dentsply Sirona. ProTaper Next Shape Dimensions 2020 [cited 2020 2 Jan]. Available from: https://assets.dentsplysirona.com/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Glide_Path__Shaping/Rotary__Reciprocating_Files/Shaping/PROTAPER_NEXT_Rotary_Files/PROTAPER%20NEXT_Shape%20Dimensions_EN.pdf.
37. Pasqualini D, Alovise M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino DS, Bianchi CC, *et al.* Micro-Computed Tomography Evaluation of ProTaper Next and BioRace Shaping Outcomes in Maxillary First Molar Curved Canals. *J Endodont* 2015;41(10):1706-10.
38. Soares CJ, Soares PV, Santos-Filho PCF, Castro CG, Magalhaes D, Versluis A. The Influence of Cavity Design and Glass Fiber Posts on Biomechanical Behavior of Endodontically Treated Premolars. *J Endodont* 2008;34(8):1015-9.

การศึกษาเปรียบเทียบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศขณะขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ 2 ชนิด

Comparative the Bacterial Aerosol Contamination during Ultrasonic Scaling of Two Type of Ultrasonic Scalers

สุชญา จิระพินทุ¹, รมณีย์ ชัดเงางาม¹, สุวรรณา เตียรอังกูร²

Suchaya Jirapintu¹, Romanee Kudngaongarm¹, Suwunna Tienungoon²

¹สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย

¹Institute of Dentistry, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Tiwanon Road, Nonthaburi, Thailand

²สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย

²Bureau of Cosmetics and Hazardous Substances, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand

บทคัดย่อ

การให้การรักษาทันตกรรมหลายอย่างก่อให้เกิดละอองกระเด็นและละอองลอยซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอากาศ โดยเฉพาะการขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์นำไปสู่การแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์สู่ทันตบุคลากร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศขณะขูดหินน้ำลายระหว่างเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ชนิดแมกนีโตสทริกทีฟและพิโซอิเล็กทริก และศึกษาระยะเวลาของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอากาศที่ยังคงเหลืออยู่ในห้องทันตกรรมหลังการใช้เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ทั้ง 2 ชนิด โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 คน จากเจ้าหน้าที่และผู้มารับบริการทางทันตกรรมที่สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แบ่งช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็นครึ่งปากข้างขวาและข้างซ้าย แล้วสุ่มเลือกการขูดหินน้ำลายเป็นเวลา 15 นาทีด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ต่างชนิดกันและแยกขูดหินน้ำลายในห้องทันตกรรม 2 ห้องที่มีขนาดเท่ากัน วางจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 15 นาที ใน 3 ตำแหน่งคือ 1) บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย 2) ถาดวางเครื่องมือของทันตแพทย์ และ 3) ถาดวางเครื่องมือของผู้ช่วยทันตแพทย์ เพื่อเก็บตัวอย่างอากาศใน 4 ช่วงเวลา แบ่งเป็นก่อนการขูดหินน้ำลาย 30 นาที ขณะขูดหินน้ำลาย หลังการขูดหินน้ำลายเป็นเวลา 30 นาที และ 60 นาที นำจานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อไปอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้น (colony forming units: CFU) จากการศึกษาพบค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้นในทั้ง 3 ตำแหน่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ทั้ง 2 ชนิด โดยพบจำนวนโคโลนีที่เกิดจากการใช้เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทีฟมากกว่าชนิดพิโซอิเล็กทริกใน 3 ตำแหน่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.012, 0.036$ และ 0.036) และพบมากที่สุดที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย พบการลดลงของจำนวนโคโลนีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการขูดหินน้ำลายเป็นเวลา 30 นาที และ 60 นาที ($p < 0.05$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าขณะใช้เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ชนิดแมกนีโตสทริกทีฟก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศมากกว่าชนิดพิโซอิเล็กทริก และการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังการขูดหินน้ำลายแล้ว 30 นาที

คำสำคัญ: การขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์, เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดพิโซอิเล็กทริก, เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทีฟ, เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์, แบคทีเรียในอากาศ

Abstract

During routine dental procedures, performing aerosols generating procedure is sometime inevitably. For example, scaling with ultrasonic machine generate both aerosols and droplets which highly contaminate with microorganisms that post a risk to dental staffs. The objectives of this study were to compare the bacterial aerosol contamination during ultrasonic scaling by using magnetostrictive scaler and piezoelectric scaler and to evaluate the duration of the remaining aerosol contamination after using both types of them. Ten subjects were recruited from staffs and patients at Institute of Dentistry, Department of Medical Services, Ministry of Public Health. A split-mouth design was utilized and two treatments were performed on each subject in the same size of two separated rooms: 1) using magnetostrictive scaler; and 2) using piezoelectric scaler. The right or left side of the subject's mouth was randomly assigned to one of the two treatments. Blood agar plates were placed and exposed to the air for 15 minutes at 3 sites: A) patient's chest areas, B) dentist's cabinets, and C) dental assistant's cabinets. These setting plates were collected at 4 intervals: before ultrasonic scaling 30 minutes, during ultrasonic scaling and after ultrasonic scaling 30 and 60 minutes. All plates were incubated at 35°C for 72 hours and counted for colony forming units (CFUs). The results showed significant increasing in the mean of bacterial counts during using both types of ultrasonic scalers at all sites ($p < 0.05$). The using magnetostrictive scaler presented a statistically significant greater mean of bacterial counts than using piezoelectric scaler at all sites ($p = 0.012, 0.036, \text{ and } 0.036$). In addition, the number of bacterial counts was the highest at the patient's chest areas (99.50 CFUs). The average bacterial counts from using both types of ultrasonic scalers were significantly reduced at 30 and 60 minutes after ultrasonic scaling ($p < 0.05$). This study indicates that the magnetostrictive ultrasonic scaler produces the bacterial aerosol contamination greater than the piezoelectric ultrasonic scaler. Moreover, both types of these ultrasonic scalers are dramatically decreased at 30 minutes after ultrasonic scaling ($p < 0.05$).

Keyword: Ultrasonic scaling, Piezoelectric scaler, Magnetostrictive scaler, Ultrasonic scalers, Bacterial aerosol

Received Date: Apr 6, 2020

Revised Date: Apr 25, 2020

Accepted Date: Jun 10, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.26

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

สุชญา จิระพินทุ สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 ประเทศไทย โทรศัพท์ 02-1505787, 084-1317441 อีเมล: suchaya7441@gmail.com

Correspondence to:

Suchaya Jirapintu, Institute of Dentistry, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Tiwanon Road, Amphur Muaeng, Nonthaburi, 11000, Thailand Tel: 02-1505787, 084-1317441, E-mail: suchaya7441@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันวิชาชีพทันตกรรมได้ให้ความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางทันตกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดละอองลอย (aerosol) ปนเปื้อนในอากาศ อันนำไปสู่การแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์สู่บุคลากรทางทันตกรรมและผู้ป่วย ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในคลินิก

ทันตกรรมถือเป็นสิ่งสำคัญต่อสุขภาพของบุคลากรทางทันตกรรม กระบวนการรักษาทางทันตกรรมส่วนใหญ่เป็นการใช้เครื่องมือทางกล (mechanical instrumentation) ซึ่งเกือบทุกขั้นตอนสามารถก่อให้เกิดละอองลอยและละอองกระเด็น (splatter) ได้มาก¹ ละออง

ลอยเป็นอนุภาคในอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร (micrometers) สามารถลอยฟุ้งอยู่ในอากาศได้นาน ก่อนที่จะตกลงสู่พื้นผิวสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5-10 ไมโครเมตร จะสามารถถูกสูดดมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เข้าสู่ถุงลมปอด (pulmonary alveoli) ได้ ส่วนละอองกระเด็นจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 ไมโครเมตรสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อนุภาคนี้อาจกระเด็นออกมาจากแหล่งกำเนิดตาม ทิศทางแรงเนื่องจากมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะลอยอยู่ในอากาศได้ จึงตกลงสู่พื้นผิวต่าง ๆ คล้ายลูกบอลที่ถูกขว้างออกไป^{2,3,5}

การเกิดอนุภาคในอากาศ (airborne particle) จากบริเวณ ที่เครื่องมือถูกใช้ทำงานอยู่ เช่น การกรอฟันด้วยเครื่องมือกรอดัด ชนิดหมุน (rotary cutting instrument) การใช้เครื่องขัดสีแบบ ฟันในอากาศ (air abrasion) การขัดชนิดใช้ลม (air polishing) การใช้เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส (ultrasonic scaler) รวมทั้งการใช้กระบอกฉีดน้ำและลม (air-water syringe) ซึ่งขณะ ให้การรักษาด้วยอุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อ จุลินทรีย์เป็นแบบละอองลอยที่ไม่สามารถมองเห็นได้ โดยละออง ลอยและละอองกระเด็นที่เกิดขึ้นนี้อาจประกอบไปด้วยเลือด น้ำลาย และอนุภาคที่เกิดจากบริเวณที่ทำหัตถการร่วมกับน้ำและ ลมที่ถูกฉีดพ่นออกจากกระบอกน้ำของยูนิตทันตกรรม (dental unit waterline)⁶ การกระเด็นของละอองนี้เป็นความเสี่ยง อาจทำให้เกิดโรคติดต่อไปยังผู้รับบริการและ/หรือบุคลากรผู้ให้บริการใน คลินิกทันตกรรมได้ โดยอาจเจ็บป่วยหรือไม่สบายเพียงเล็กน้อยหรือ ติดเชื้อรุนแรงจนกระทั่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตได้ โดยเฉพาะ ผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ (immunocompromised host) ย่อมได้รับผลกระทบที่รุนแรงกว่าบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพดี โรคที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น กาฬโรคปอด (pneumonic plague) ไข้หวัดใหญ่ (influenza) โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (severe acute respiratory syndrome: SARS) และโรควัณโรค (tuberculosis) ซึ่งเกิดจากเชื้อไมโคแบคทีเรีย ทิวเบอร์คิวโลซิส (*Mycobacterium tuberculosis*; TB) โดยส่วนใหญ่การติดต่อของ เชื้อชนิดนี้เกิดจากการก่อตัวของอนุภาคละออง (droplet nuclei) จากเสมหะหรือน้ำลายที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อไมโคแบคทีเรีย ทิวเบอร์คิวโลซิสของผู้ป่วยโรควัณโรคซึ่งกระเด็นออกมาจากการไอ จามของ ผู้ป่วยหรือทำหัตถการทางทันตกรรม ละอองกระเด็นจะเริ่มระเหย และมีขนาดเล็กลงเกิดเป็นอนุภาคละออง ซึ่งทำให้สามารถลอย อยู่ในอากาศได้นานขึ้นหรืออาจจะกลับมาฟุ้งกระจายได้อีกหลังจาก ตกกลับสู่พื้นผิวแวดล้อมแล้ว⁶⁻⁸ นอกจากนี้อาจทำให้เกิดโรคลีเจียนแนร์ (Legionnaires' disease) ซึ่งมีรายงานระบุถึงการเสียชีวิตของ ทันตแพทย์ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยโรคนี้จาก

การได้รับเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา (*Legionella pneumophila*) จากกระบอกน้ำของยูนิตทันตกรรม⁹ และยังมีรายงานแสดงให้เห็นว่า บุคลากรทางทันตกรรมมีระดับสารภูมิต้านทาน (antibody) ต่อเชื้อนี้ สูงกว่าผู้ประกอบการวิชาชีพอื่น ๆ เนื่องจากมีโอกาสสัมผัสและรับเชื้อ ลิจิโอนেলা นิวโมฟิลามากกว่านั่นเอง¹⁰

การปนเปื้อนในอากาศระหว่างการรักษาทางทันตกรรม มักมาจาก 3 แหล่ง⁶ ได้แก่ 1) การปนเปื้อนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ ทางทันตกรรมรวมทั้งระบบน้ำของยูนิตทันตกรรม ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ สำคัญที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ 2) การปนเปื้อนของน้ำลายและ สารคัดหลั่งจากระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน (dental plaque) ทั้งที่อยู่เหนือเหงือกและภายในร่องลึกปริทันต์ (periodontal pocket) จากรายงานของ Checchi และคณะ¹¹ พบว่าในน้ำเหลืองเหงือก (gingival crevicular fluid) ปริมาณ 1 กรัมของผู้ป่วยที่มีสุขภาพอนามัยช่องปากไม่ดีสามารถพบเชื้อ จุลินทรีย์ได้ 150 พันล้านโคโลนีฟอร์มมิงยูนิต และในน้ำลาย 1 กรัม พบเชื้อได้ถึง 6 พันล้านโคโลนีฟอร์มมิงยูนิต นอกจากนี้ช่องปากยังมีช่องทางติดต่อกับโพรงจมูก (oronasal) และช่องคอ (pharynx) ดังนั้นภายในช่องปากจึงสามารถพบเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในโพรงจมูก คอ และระบบทางเดินหายใจ 3) การปนเปื้อนจากหัตถการที่ทำ โดย มากมักเกิดกับเครื่องมือที่หมุนด้วยความเร็ว เครื่องมือที่มีการสั่นแบบ อัลตราโซนิกส หรือการสเปรย์น้ำร่วมกับอากาศ เครื่องมือเหล่านี้ ก่อให้เกิดการกระเด็นและฟุ้งกระจายของละอองลอยและละออง กระเด็นทั้งที่ไม่สามารถมองเห็นและมองเห็นด้วยตาเปล่า มีการศึกษา แสดงให้เห็นว่าจากการใช้เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกสโดยไม่ใช้ น้ำเพื่อหล่อเย็นแต่ยังพบละอองกระเด็นของน้ำกระจายออกรอบ ๆ หัวขูดขณะเดินเครื่อง และละอองกระเด็นของน้ำกระจายดังกล่าว ก็คือ เลือด น้ำลาย หรือน้ำเหลืองเหงือกในร่องเหงือกนั่นเอง และสามารถ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าว่าละอองกระเด็นนี้ฟุ้งกระจายไปได้ไกล อย่างน้อย 18 นิ้วจากบริเวณที่ทำหัตถการ¹² Grenier¹³ และ Holbrook¹⁴ ศึกษาพบว่า การขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส ทำให้เกิดการปนเปื้อนของละอองลอยมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญใน บริเวณที่ทำหัตถการ และมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ มากกว่าการทำหัตถการทางทันตกรรมอื่น ๆ เกือบ 3 เท่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bentley และคณะ¹⁵ พบว่ามีการปนเปื้อนของแบค ทีเรียชนิดแอลฟา ฮีโมไลติก สเตรปโตค็อกคัส (alpha hemolytic *Streptococcus*) ในอากาศสูงขึ้นระหว่างการใช้อุปกรณ์ขูดหินน้ำลาย อัลตราโซนิกส และการปนเปื้อนสูงกว่าขณะใช้เครื่องมือกรอฟัน

ในปัจจุบันเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกสแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แมกนีโตสทริกทีฟ (magnetostrictive) และไพโซอิเล็กทริก (piezoelectric) หัวขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทีฟอาศัย

หลักการทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านก้านโลหะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนไปยังปลายหัวชุดด้วยความถี่ 18,000-45,000 รอบต่อวินาที มีการเคลื่อนที่เป็นวงรี (elliptical motion)¹⁶ ส่วนหัวชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพีโซอิเล็กทริกทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงของมิติของผลึกคริสตัลจากการที่กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในด้ามจับด้วยความถี่ 25,000-50,000 รอบต่อวินาที การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของปลายเครื่องมือในทิศทางเคลื่อนที่แบบหน้าหลังเป็นเส้นตรง (linear motion) จากการศึกษาที่ผ่านมาพยายามที่จะศึกษาความแตกต่างของเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิดในด้านต่าง ๆ หลายการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านการกำจัดหินน้ำลาย (calculus) หรือความชรุขระบริเวณผิวรากฟันหลังจากกำจัดหินน้ำลาย¹⁶⁻¹⁹

เป็นที่ทราบกันว่าเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์เป็นเครื่องมือที่ก่อให้เกิดละอองลอยกระจายจากบริเวณที่ทำการหัตถการมากที่สุด โดยเกิดทั้งละอองลอยและละอองกระเด็นซึ่งประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียและเลือด²⁰⁻²² การศึกษาทางคลินิกที่สำคัญเกี่ยวกับการก่อให้เกิดละอองลอยในอากาศโดย Gross และคณะ²⁰ พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพีโซอิเล็กทริก ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ และเครื่องชุดหินน้ำลายโซนิคส์ (sonic scaler) แต่การศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Herral และคณะ¹² พบว่าเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพีโซอิเล็กทริกก่อให้เกิดปริมาณและระยะทางในการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศสูงกว่าชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ นอกจากนี้มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินการปนเปื้อนของละอองลอยที่เกิดจากการชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์โดยใช้สารเรืองแสงเป็นตัวกลางในการทดสอบ พบว่ามีการปนเปื้อนมากที่สุดที่บริเวณแขนด้านขวาของทันตแพทย์และแขนด้านซ้ายของผู้ช่วยทันตแพทย์ และยังพบการปนเปื้อนได้บริเวณศีรษะ หน้าอก และภายในหน้ากากอนามัยของทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์อีกด้วย²³ ส่วน Larato และคณะ²⁴ ศึกษาถึงระยะเวลาที่ละอองลอยลอยอยู่ในอากาศขณะชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ พบว่ามีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 3,000 และจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากชุดหินน้ำลายเสร็จในระยะเวลา 35 นาที แต่ก็ยังคงพบปริมาณสูงกว่าก่อนการชุดหินน้ำลายถึงร้อยละ 230

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิดในด้านต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพการชุดหินน้ำลาย การทำลายผิวรากฟัน ระยะเวลาการทำงานและความพึงพอใจของผู้ป่วย แต่ในประเด็นของการก่อให้เกิด

การฟุ้งกระจายของละอองลอยและละอองกระเด็นซึ่งพบมากที่สุดจากการใช้เครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ ยังไม่มีการศึกษาทดลองทางคลินิกมาก่อน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศขณะชุดหินน้ำลายระหว่างเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟและชนิดพีโซอิเล็กทริก รวมทั้งศึกษาระยะเวลาของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอากาศที่ยังคงเหลืออยู่ในคลินิกทันตกรรมหลังการใช้เครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ผู้ป่วยที่มีมารับบริการทางทันตกรรมที่สถาบันทันตกรรมและบุคลากรเจ้าหน้าที่ของสถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ทั้งเพศชายและหญิง มีอายุระหว่าง 20 – 45 ปี จำนวน 10 คน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยต้องสามารถพูดคุยนัดติดต่อสื่อสารได้ และมีความสนใจเข้าร่วมโครงการวิจัย ยินยอมลงนามในเอกสารยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ มีพันธุกรรมชาติเชื้อในช่องปากอย่างน้อย 20 ซี่ ข้างขวาและซ้าย ข้างละ 10 ซี่ มีค่าดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่าย (Simplified Oral Hygiene Index: OHI-S) ระดับเท่ากับหรือมากกว่า 2 ไม่มีรอยโรคในช่องปาก มีสุขภาพดี ไม่มีโรคทางระบบและไม่สูบบุหรี่ คัดผู้เข้าร่วมวิจัยออกในกรณี 1) มีประวัติได้รับการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ ยาด้านการอักเสบ หรือใช้น้ำยาบ้วนปากในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาก่อนเข้าร่วมวิจัย หรืออยู่ในช่วงรับประทานยาปฏิชีวนะ 2) ได้รับการทำความสะอาดฟันเพื่อกำจัดคราบจุลินทรีย์ และหินน้ำลายโดยทันตแพทย์ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา 3) ใส่เครื่องกระตุ้นหัวใจ (cardiac pacemaker) 4) เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ (respiratory infection) เช่น ไข้หวัด วัณโรค เป็นต้น 5) มีความผิดปกติของระบบเลือด (blood dyscrasia) โรคตับ (hepatic disease) โรคไต (renal disease) หรือความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน หรือลดประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกัน (immunosuppression) 6) รับประทานยาด้านการแข็งตัวของเลือด เช่น วาร์ฟาริน (warfarin) 7) หญิงตั้งครรภ์ โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ หมายเลข 4/2561

วิธีการวิจัย

เป็นการทดลองทางคลินิกแบบสุ่มเปรียบเทียบครึ่งปาก (randomized controlled, split-mouth clinical study) แบ่งช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็นครึ่งปากข้างขวาและข้างซ้าย แล้วจับสลากสุ่มเลือกการชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด

ขั้นตอนทางคลินิก

ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการชูดหินน้ำลายโดยทันตแพทย์ผู้วิจัยเพียงคนเดียว โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยบ้วนน้ำก่อนการชูดหินน้ำลาย ปรับระดับเก้าอี้ทันตกรรมให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในท่านอนราบ (supine position) แล้วปรับระดับความสูงของเก้าอี้ทันตกรรมโดยให้ปากของผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในระดับข้อศอกของทันตแพทย์ คลุมหน้าผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยผ้าเจาะช่องกลางที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว และหลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวศีรษะของผู้เข้าร่วมวิจัยขณะอยู่ระหว่างการทดลองเป็นระยะเวลา 15 นาที ขณะชูดหินน้ำลายให้วางปลายหัวชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ติดกับผิวฟันให้มากที่สุดตลอดการชูด เพื่อลดการเกิดละอองลอยที่ไม่ได้เกิดจากการชูดหินน้ำลายที่แท้จริง ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนได้รับการชูดหินน้ำลาย 2 ครั้ง ด้วยเครื่องชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์เครื่องเดิมทั้ง 2 ชนิด และใช้หัวชูดหินน้ำลายรุ่นเดิมร่วมกับการใช้หลอดดูดน้ำลาย (saliva ejector) ทุกครั้ง โดยใช้เครื่องชูดหินน้ำลายชนิดละครั้งปากข้างขวาและข้างซ้ายเป็นระยะเวลาครั้งละ 15 นาที ในระหว่างและหลังการชูดหินน้ำลาย ทันตแพทย์ผู้วิจัย ผู้ช่วยทันตแพทย์ และผู้เข้าร่วมวิจัยต้องละเว้นการปฏิบัติที่จะก่อให้เกิดละอองลอยในอากาศ เช่น การไอ จาม หรือการสนทนา หากมีการไอ จาม สนทนาหรือสำลัก ถือว่าการทดลองสิ้นสุดลง หลังชูดหินน้ำลายครั้งปากแรกของผู้เข้าร่วมวิจัยเสร็จสิ้น ทำการย้ายผู้เข้าร่วมวิจัยรวมทั้งทันตแพทย์ผู้วิจัยและผู้ช่วยทันตแพทย์ไปยังห้องปฏิบัติงานอีกห้องเพื่อทำการชูดหินน้ำลายอีกข้างหนึ่งที่เหลือของช่องปากด้วยเครื่องชูดหินน้ำลายอีกชนิดหนึ่ง แล้วดำเนินการทดลองเช่นเดียวกัน โดยทันตแพทย์ผู้วิจัยและผู้ช่วยทันตแพทย์เปลี่ยนเสื้อกาวน์ หมวก และหน้ากากอนามัยใหม่

การเก็บตัวอย่างในอากาศ

วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือด (blood agar) โดยเปิดฝาจานไว้ (settles plates) ในห้องทดลองที่ 3 ตำแหน่ง 1) บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย มีระยะห่างจากช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 12 นิ้ว (ตำแหน่ง A) 2) ถาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ มีระยะห่างจากช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 24 นิ้ว (ตำแหน่ง B) 3) ถาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ มีระยะห่างจากช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 24 นิ้ว (ตำแหน่ง C) โดยวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที ครั้งที่ 1 ก่อนการชูดหินน้ำลาย 30 นาที เพื่อประเมินการปนเปื้อนเบื้องต้นของอากาศในห้องทดลอง เปิดจานอาหารเลี้ยงเชื้อวางไว้ 3 ตำแหน่งคือ 1) บนยูนิตทันตกรรมตำแหน่งเดียวกับตำแหน่ง A 2) ที่ถาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ตำแหน่งเดียวกับตำแหน่ง B และ 3) ที่ถาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ตำแหน่งเดียวกับตำแหน่ง C ครั้งที่ 2 ขณะเริ่มต้นชูดหินน้ำลาย เปิดจานอาหารเลี้ยงเชื้อ วางที่ตำแหน่ง A, B และ C ครั้งที่ 3 หลังจากเก็บ

จานอาหารเลี้ยงเชื้อครั้งที่ 2 ไปแล้วเป็นเวลา 30 นาที เปิดจานอาหารเลี้ยงเชื้อและวางไว้ 3 ตำแหน่งเช่นเดียวกับครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 หลังจากเก็บจานอาหารเลี้ยงเชื้อครั้งที่ 2 ไปแล้ว 60 นาที โดยเปิดจานอาหารเลี้ยงเชื้อและวางไว้ 3 ตำแหน่ง เช่นเดียวกับครั้งที่ 1 หลังการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ครั้ง ได้นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปอบ (incubate) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 ± 2.5 องศาเซลเซียส ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แล้วตรวจนับจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนที่กผลเป็นจำนวนโคโลนีฟอร์มมิงยูนิต (colony forming unit: CFU) ที่เจริญขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีฟอร์มมิงยูนิตทั้งหมดของเชื้อแบคทีเรียในแต่ละช่วงเวลา

วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ทางคลินิก

เครื่องชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ (เครื่องชูดหินปูนไฟฟ้า บีมน้ำ; ที.ดี.พี.กรุงเทพ, ประเทศไทย) และเครื่องชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพิโซอิเล็กทริก (Satelec ultrasonic scalers: P-Max Newtron XS LED; Acteon, Germany) ที่ถูกปรับระดับกำลังของเครื่องชูดหินน้ำลายและระดับน้ำหล่อเย็นของเครื่องทั้ง 2 ชนิดให้อยู่ในระดับปานกลาง และใช้ระดับดังกล่าวเท่ากัน ในผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน ในการวิจัยนี้ใช้น้ำกลั่นเป็นน้ำหล่อเย็น ก่อนชูดหินน้ำลายได้ไล่น้ำออกจากเครื่องชูดหินน้ำลายก่อนใช้งานเป็นเวลา 2 นาทีทุกครั้ง

ห้องปฏิบัติงาน

ใช้ห้องทดลอง 2 ห้อง กำหนดให้ห้องแรกสำหรับการชูดหินน้ำลายด้วยเครื่องชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ ส่วนห้องที่สองใช้ในการชูดหินน้ำลายด้วยเครื่องชูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพิโซอิเล็กทริก โดยห้องทดลองทั้งสองมีขนาดเท่ากัน คือ $2.6\times3.7\times2.8$ เมตร³ และมีเครื่องปรับอากาศแยกจากกัน โดยเชื่อมต่อความสะอาด และฆ่าเชื้อที่พื้นผิวในบริเวณที่ปฏิบัติงานให้ทั่วด้วยผ้าเช็ดน้ำยาฆ่าเชื้อ (Clinicare ULTRA, กรุงเทพ, ประเทศไทย) งดการใช้งานเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงก่อนการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อปรับสภาพการปนเปื้อนของอากาศในห้องทดลองให้อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน และเปิดห้องระบายอากาศเป็นเวลา 60 นาทีก่อนการปฏิบัติงาน โดยห้องถูกใช้เพื่อการทดลองเพียงวันละ 1 ครั้ง ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ใช้จานอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือดมนุษย์ (human blood agar) ที่เตรียมสำเร็จรูปและได้รับการรับรองมาตรฐาน สลากเลขที่ 411260418 จากศูนย์ชุดทดสอบและผลิตภัณฑ์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งจัดเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส

โดยคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลงเพื่อไม่ให้หยดน้ำหรือละอองน้ำจากฝาจานวน้ำไปรบกวนผิวหน้าของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ก่อนนำมาใช้ในการทดลองให้นำออกมาจากตู้เย็นวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมงเพื่อให้หยดน้ำระเหยออกไป ขณะเคลื่อนย้ายจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้คว่ำจานวนตลอดเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากปริมาณของโคโลนีฟอร์มมิงยูนิต ที่เกิดขึ้นจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 120 จาน โดยใช้สถิติการทดสอบวิลค็อกซันซายน์เรงค์ (Wilcoxon Signed Rank Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณจำนวนโคโลนีฟอร์มมิงยูนิต ที่เกิดขึ้นระหว่างเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด และเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อแบคทีเรียในจานอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมดใน 3 ตำแหน่ง และใน 4 ช่วงเวลาด้วยการทดสอบของไฟรด์แมน (Friedman's Test) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

สำเร็จรูปทางสถิติ (PASW Statistic 18) ของบริษัทเอสพีเอสเอส (ไทยแลนด์) จำกัด ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 10 คน ในการเก็บข้อมูลไม่สามารถนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียจากผู้เข้าร่วมวิจัย 2 คน เหลือผู้เข้าร่วมวิจัย 8 คน เป็นเพศชาย 1 คน (ร้อยละ 12.5) เพศหญิง 7 คน (ร้อยละ 87.5) อายุเฉลี่ย 27 ± 8.99 ปี มีจำนวนฟันในช่องปากข้างขวาเฉลี่ย 13.86 ± 0.83 มีค่าเฉลี่ยดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่าย 2.73 ± 0.59 และจำนวนฟันข้างซ้ายเฉลี่ย 13.63 ± 0.74 มีค่าเฉลี่ยดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่าย 2.71 ± 0.70 โดยจำนวนฟันและค่าเฉลี่ยดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่ายของข้างขวาและซ้ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าทางสถิติแสดงจำนวนฟันที่เหลืออยู่ในช่องปากและค่าดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่ายของข้างขวาและข้างซ้าย

Table 1 Descriptive statistical data of number of remaining teeth and Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S) at the right and left side

Data	Right side (n=8)			Left side (n=8)			p-value*
	Mean $\pm$ SD	(Min, Max)	Median	Mean $\pm$ SD	(Min, Max)	Median	
1. Number of remaining teeth	13.86 ± 0.83	(12, 15)	14	13.63 ± 0.74	(12, 14)	14	0.317
2. Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S)	2.73 ± 0.59	(2, 4)	2.67	2.71 ± 0.70	(1.66, 4.00)	2.67	0.916

* statistically significant difference at p-value (Wilcoxon Signed Rank Test) < 0.05

ปริมาณประชากรของเชื้อแบคทีเรียในอากาศเบื้องต้นก่อนการชุดหินน้ำลาย 30 นาทีของห้องทดลองที่ 1 ซึ่งใช้ในการชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์มีค่าเฉลี่ย 4.13 ± 1.56 3.63 ± 2.26 และ 2.88 ± 1.96 ตามลำดับ ส่วนห้องทดลองที่ 2 ที่ใช้ในการชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิด

พีโซอิเล็กทริกพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์มีค่าเฉลี่ย 2.63 ± 3.16 4.50 ± 3.02 และ 4.38 ± 2.56 ตามลำดับ โดยพบว่าทั้ง 3 ตำแหน่งภายในห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.156$ $p = 0.416$ และ $p = 0.167$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนีฟอร์มมิงยูนิต) ที่พบ ก่อน ระหว่าง และหลัง การขูดหินน้ำลาย ที่ตำแหน่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องขูดหินน้ำลาย 2 ชนิด

Table 2 Number of bacteria (CFU) detected before, during, and after scaling using two scalers at different operative sites

Time interval	Operative sites	Magnetostrictive scaler (n=8)			Piezoelectric scaler (n=8)			p-value*
		Mean $\pm$ SD	(Min, Max)	Median	Mean $\pm$ SD	(Min, Max)	Median	
30 minutes before scaling	A	4.13 $\pm$ 1.56	(2, 7)	4.00	2.63 $\pm$ 3.16	(0, 10)	1.50	0.156
	B	3.63 $\pm$ 2.26	(1, 7)	3.50	4.50 $\pm$ 3.02	(1, 9)	4.00	0.416
	C	2.88 $\pm$ 1.96	(0, 5)	2.50	4.38 $\pm$ 2.56	(2, 8)	3.00	0.167
During scaling	A	124.13 $\pm$ 93.15	(19, 256)	99.50	38.25 $\pm$ 42.76	(11, 135)	20.00	0.012*
	B	74.00 $\pm$ 70.03	(4, 191)	65.00	20.38 $\pm$ 16.01	(6, 49)	15.00	0.036*
	C	62.63 $\pm$ 59.87	(7, 173)	39.00	27.88 $\pm$ 22.90	(2, 66)	26.00	0.036*
30 minutes after scaling	A	4.38 $\pm$ 2.56	(1, 9)	4.00	3.38 $\pm$ 5.18	(0, 16)	2.00	0.233
	B	4.25 $\pm$ 4.71	(0, 13)	2.50	2.75 $\pm$ 2.12	(0, 7)	2.50	0.279
	C	3.38 $\pm$ 2.20	(1, 7)	3.00	2.75 $\pm$ 2.19	(1, 7)	2.00	0.671
60 minutes after scaling	A	3.50 $\pm$ 2.93	(1, 10)	3.00	2.38 $\pm$ 1.77	(1, 6)	2.00	0.395
	B	3.25 $\pm$ 2.25	(1, 6)	3.00	2.13 $\pm$ 1.25	(1, 4)	2.00	0.197
	C	3.50 $\pm$ 2.56	(0, 7)	3.50	2.13 $\pm$ 1.96	(0, 6)	2.00	0.131

* statistically significant difference at p-value (Wilcoxon Signed Rank Test) < 0.05

A: Patient's chest area

B: Dentist's cabinet

C: Dental assistant's cabinet

แต่พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศเพิ่มขึ้นขณะขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ โดยมีค่าเฉลี่ยที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ 124.13 $\pm$ 93.15 74.00 $\pm$ 70.03 และ 62.63 $\pm$ 59.87 ตามลำดับ และในการขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดพิโซอิเล็กทริกมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์มีค่าเฉลี่ย 38.25 $\pm$ 42.76, 20.38 $\pm$ 16.01 และ 27.88 $\pm$ 22.90 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าขณะขูดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในอากาศที่บริเวณทั้ง 3 ตำแหน่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทิฟมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นที่บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัยเฉลี่ย 120.00 $\pm$ 91.59 บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์เพิ่มขึ้น 70.37 $\pm$ 67.77 และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์เพิ่มขึ้น 59.75 $\pm$ 57.91 ($p = 0.012$ $p = 0.017$ และ $p = 0.012$ ตามลำดับ) ส่วนการใช้เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดพิโซอิเล็กทริกมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัยเฉลี่ย 35.62 $\pm$ 39.60 บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์เพิ่มขึ้น 15.88 $\pm$ 12.99 และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์

เพิ่มขึ้น 23.50 $\pm$ 20.34 ($p = 0.012$ $p = 0.012$ และ $p = 0.043$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 3) และพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศขณะขูดหินน้ำลายภายในห้องทดลองที่ใช้เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทิฟสูงกว่าภายในห้องห้องทดลองที่ใช้ชนิดพิโซอิเล็กทริกในทุกตำแหน่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือตำแหน่งหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ 85.88 $\pm$ 50.39 53.62 $\pm$ 54.02 และ 34.75 $\pm$ 36.97 ตามลำดับ ($p = 0.012$ $p = 0.036$ และ $p = 0.036$ ตามลำดับ)

เมื่อทำการขูดหินน้ำลายเสร็จสิ้นไปแล้ว 30 นาที พบว่าในห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียลดลงทั้ง 3 ตำแหน่ง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณเชื้อแบคทีเรียของทั้ง 2 ห้องทดลอง ที่ตำแหน่งบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย, บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ ($p = 0.233$ $p = 0.279$ และ $p = 0.671$ ตามลำดับ) และหลังการขูดหินน้ำลายไปแล้ว 60 นาที ได้ผลการศึกษาเช่นเดียวกันนั่นคือ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณเชื้อแบคทีเรียของทั้ง 2 ห้องที่ตำแหน่งบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย, บริเวณผาดวางเครื่องมือทันตแพทย์ และบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ ($p = 0.395$ $p = 0.197$ และ $p = 0.131$ ตามลำดับ) และนอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติของปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย ในห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง หลังการขูดหินน้ำลายเสร็จสิ้นระหว่างระยะเวลา 30 นาที และ 60 นาที ($p = 0.527$ และ $p = 0.786$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 3)

ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าในห้องทดลองที่ 1 ที่ใช้ เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ ที่ตำแหน่งบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งมีระยะห่างจากช่องปากของผู้เข้าร่วมวิจัย ประมาณ 12 นิ้ว เป็นบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียใน อากาศมากที่สุด ในขณะที่ขูดหินน้ำลาย (124.13 ± 93.15) เช่นเดียวกับในห้องทดลองที่ 2 ที่ใช้ชนิดพีโซอิเล็กทริก พบว่าที่ตำแหน่ง

บริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัยก็มีปริมาณค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรีย ในอากาศมากที่สุด (38.25 ± 42.76) โดยที่ตำแหน่งเดียวกันนี้ การใช้ เครื่องขูดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทิฟพบปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ในอากาศมากกว่าเครื่องขูดหินน้ำลายชนิดพีโซอิเล็กทริก อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.012$) (ตารางที่ 2) และจากตารางที่ 4 แสดง ให้เห็นว่าในห้องทดลองที่ใช้เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิด แมกนีโตสทริกทิฟที่ตำแหน่งบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัย พบ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียขณะขูดหินน้ำลายมากที่สุดและมีปริมาณ มากกว่าตำแหน่งบริเวณผาดวางเครื่องมือผู้ช่วยทันตแพทย์ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.012$)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา

Table 3 Mean $\pm$ SD of bacterial counts (CFUs) at different operative sites and different intervals

	Operative sites	30 minutes before scaling (n=8)	During scaling (n=8)	30 minutes after scaling (n=8)	60 minutes after scaling (n=8)
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Magnetostrictive scaler	A	4.13 $\pm$ 1.55	124.13 $\pm$ 93.15	4.38 $\pm$ 2.56	3.50 $\pm$ 2.93
		$p = 0.012^*$	$p = 0.012^*$	$p = 0.527$	
	B	3.63 $\pm$ 2.26	74.00 $\pm$ 70.03	4.25 $\pm$ 4.71	3.25 $\pm$ 2.25
Piezoelectric scaler		$p = 0.017^*$	$p = 0.025^*$	$p = 0.553$	
	C	2.88 $\pm$ 1.96	62.63 $\pm$ 59.87	3.38 $\pm$ 2.20	3.50 $\pm$ 2.56
		$p = 0.012^*$	$p = 0.012^*$	$p = 0.943$	
Piezoelectric scaler	A	2.63 $\pm$ 3.16	38.25 $\pm$ 42.76	3.38 $\pm$ 5.12	2.38 $\pm$ 1.77
		$p = 0.012^*$	$p = 0.018^*$	$p = 0.786$	
	B	4.50 $\pm$ 3.02	20.38 $\pm$ 16.01	2.75 $\pm$ 2.12	2.13 $\pm$ 1.25
Piezoelectric scaler		$p = 0.012^*$	$p = 0.017^*$	$p = 0.262$	
	C	4.38 $\pm$ 2.56	27.88 $\pm$ 22.90	2.75 $\pm$ 2.19	2.13 $\pm$ 1.96
		$p = 0.043^*$	$p = 0.025^*$	$p = 0.491$	

* statistically significant difference at p-value (Wilcoxon Signed Rank Test) < 0.05

A: Patient's chest area

B: Dentist's cabinet

C: Dental assistant's cabinet

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีในห้องทดลองที่ 1 ที่ตำแหน่งต่าง ๆ

Table 4 Mean of bacterial counts (CFUs) in the experimental room no.1 at the different operative sites

Time interval	Room no.1 (n=8)					
	A		B		C	
	Median	(Min, Max)	Median	(Min, Max)	Median	(Min, Max)
During scaling	99.50	(19, 256)	65.00	(4, 191)	39.00	(7, 173)

$p = 0.68$ $p = 0.779$

$p = 0.012^*$

* statistically significant difference at p-value (Wilcoxon Signed Rank Test) < 0.05

A: Patient's chest area

B: Dentist's cabinet

C: Dental assistant's cabinet

บทวิจารณ์

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ในการขัดหินน้ำลายอย่างแพร่หลายทั้งชนิดแมกนีโตสทริกทิฟและพีโซอิเล็กทริก หลายการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ไม่ทำให้เกิดช่องว่างช่องว่างซึ่งปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในขณะที่ชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด จะเกิดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) และพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียจากการใช้เครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟมากกว่าชนิดพีโซอิเล็กทริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำแหน่งที่ห่างจากช่องปาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ 12 นั้ว และ 24 นั้ว ทั้งข้างขวาและข้างซ้ายของตัวผู้เข้าร่วมวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของหัวชุดหินน้ำลายชนิดแมกนีโตสทริกทิฟเป็นการเคลื่อนหมุนเป็นวงรี จึงก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อแบคทีเรียได้สูงกว่าหัวชุดหินน้ำลายชนิดพีโซอิเล็กทริกซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนในแนวหน้า-หลัง เป็นเส้นตรงที่มีการเคลื่อนที่แบบแกว่งไปมาขนานกับผิวฟัน ทำให้เป็นการชุดหินน้ำลายที่นุ่มนวลกว่า

นอกจากนี้มีการศึกษาถึงระยะทางและระยะเวลาในการแพร่กระจายและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากบริเวณที่ทำ

หัตถการ ดังการศึกษาของ Veena และคณะ²³ ที่พบการปนเปื้อนของละอองลอยที่เกิดจากการชุดหินน้ำลายด้วยเครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์โดยพบการปนเปื้อนมากที่สุดบริเวณแขนด้านขวาของทันตแพทย์และแขนด้านซ้ายของผู้ช่วยทันตแพทย์ ภายในระยะทาง 12 นิ้วที่ตำแหน่ง 4 นาฬิกา และยังตรวจพบละอองลอยในอากาศนี้ได้ในช่วงเวลา 30 นาทีหลังการชุดหินน้ำลายเสร็จ แต่ไม่พบที่ระยะเวลา 60 นาที ซึ่งตรงกับผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าจากการใช้เครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟที่ตำแหน่งบริเวณหน้าอกของผู้เข้าร่วมวิจัยซึ่งมีระยะห่างจากช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัย 12 นิ้ว จะพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียมากกว่าตำแหน่งถาดวางเครื่องมือของทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์ซึ่งมีระยะห่างจากช่องปากผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 24 นิ้ว (ตารางที่ 3) โดยยังตรวจพบปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่ระยะเวลาหลังชุดหินน้ำลาย 30 และ 60 นาที แต่พบในปริมาณที่น้อยมากและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลาหลังการชุดหินน้ำลายดังกล่าว

การได้รับละอองลอยและละอองกระเด็นเหล่านี้ไม่ได้มาจากเฉพาะเครื่องมือชุดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์เท่านั้น แต่รวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ทางทันตกรรมอื่น ๆ ด้วยที่ก่อให้เกิดละอองลอยได้มาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์จากละออง

ลอยเข้าสู่ร่างกายผ่านทางระบบทางเดินหายใจ ทันตบุคลากรควรสวมอุปกรณ์ป้องกันตนเอง เช่น ผ้าปิดจมูก หมวก กระบังป้องกันใบหน้า (face shield) เป็นต้น และควรลดภาวะที่เสี่ยงต่อการได้รับเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศจากละอองลอย ซึ่งมีข้อแนะนำที่สามารถทำได้ 2 ประการคือ การใช้อุปกรณ์ช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากการทำหัตถการทางทันตกรรมก่อนที่จะเกิดเป็นละอองลอยเช่น การใช้ยาบ้วนปากคลอร์เฮกซิดีน (chlorhexidine) บ้วนปากก่อนการทำหัตถการ และอีกประการโดยการจัดการปนเปื้อนในอากาศก่อนที่จะฟุ้งกระจายออกจากบริเวณที่ทำหัตถการ (operative site) ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงบ่อยที่สุดคือ การใช้เครื่องดูดน้ำลายปริมาณสูง (high volume evacuation: HVE) และหากปลายท่อของเครื่องดูดน้ำลายปริมาณสูงมีความกว้าง 8 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่านี้จะสามารถดูดเอาอากาศบริเวณตำแหน่งที่ทำหัตถการออกได้ปริมาณมากถึง 100 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนในอากาศได้มากกว่าร้อยละ 90^{3,15, 25-27} รวมทั้งยังสามารถใช้เครื่องกรองอากาศชนิดที่มีแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Particulate Air Filter: HEPA filter) และเครื่องฆ่าเชื้อในอากาศด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet: UV)

ในการศึกษานี้ได้ตัดข้อมูลการวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอากาศโดยนับจำนวนโคโลนีจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อของผู้เข้าร่วมวิจัย 2 คนออก เนื่องจากในการอบเพาะเลี้ยงเชื้อได้เกิดเชื้อราขึ้นจำนวนมากจนไม่สามารถนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียได้ อาจเป็นเพราะจานอาหารเลี้ยงเชื้อมีความไวต่อเชื้อในอากาศ และหากมีความชื้นที่มากอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราในอากาศได้ ทำให้เชื้อราที่ขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อรบกวนการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย และนอกจากนี้การเก็บตัวอย่างในอากาศของการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งวางไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้องทดลอง โดยจะวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในจานวันได้เฉพาะจากเชื้อที่ตกลงบนจานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร ตามแรงโน้มถ่วงเท่านั้น มิได้เป็นการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้เครื่องดูดอากาศเพาะเชื้อ (active air samplers) ซึ่งจะเป็นการเก็บตัวอย่างอากาศที่เกิดการปนเปื้อนได้ทันทีที่สามารถเก็บตัวอย่างได้รวดเร็วและทราบปริมาณที่แน่นอน สามารถคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตรนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศได้ แต่ราคาแพง ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบเครื่องมือที่ผ่านการสอบเทียบและทำให้ปราศจากเชื้อ และต้องใช้หลายเครื่องหากต้องการตรวจสอบพร้อม ๆ กัน ส่วนการวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียจากจานอาหารเลี้ยงเชื้ออาจถูกรบกวนได้ง่ายจากรูปร่างและขนาดของอนุภาคของวัสดุในอากาศ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศภายในห้องที่เก็บตัวอย่างและการไม่ทราบปริมาตรที่

แน่นอนของตัวอย่างอากาศ แต่ก็ เป็นวิธีที่สามารถใช้วัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ ราคาประหยัด และสามารถเก็บข้อมูลได้หลายบริเวณในคราวเดียวกัน เหมาะกับการตรวจสอบปริมาณเชื้อในอากาศที่ตกลงบนพื้นผิวที่เป็นจุดเสี่ยงและได้ผลที่น่าเชื่อถือ การศึกษานี้ได้เลือกใช้จานอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือดซึ่งสามารถเพาะเชื้อแบคทีเรียได้หลากหลาย นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่ขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อและรายงานเป็นจำนวนการสร้างโคโลนี วิธีนี้สามารถบอกปริมาณเชื้อที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงเวลานั้นได้ แต่ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าเชื้อที่พบบนนั้นเป็นเชื้อก่อโรคหรือไม่ นอกจากนี้เชื้อที่ต้องการอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะ เช่น เชื้อไมโคแบคทีเรีย ทุบอคูโลซิส เชื้อที่ไม่ต้องการออกซิเจนที่พบในร่องลึกปริทันต์ และเชื้อไวรัสจะไม่สามารถเพาะขึ้นหากทำการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการการศึกษานี้สามารถดูแลแนวโน้มของการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษานี้มีค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงแสดงถึงมีการกระจายของข้อมูลที่มาก อาจเนื่องจากปริมาณเชื้อแบคทีเรียในช่องปากของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละรายมีความแตกต่างกัน ซึ่งการศึกษานี้ได้ออกแบบการทดลองในการควบคุมปริมาณเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ค่าดัชนีอนามัยช่องปากอย่างง่าย (Simplified Oral Hygiene Index: OHI-S) ดังนั้นในการศึกษาถัดไปอาจพิจารณาควบคุมปริมาณเชื้อแบคทีเรียในช่องปากของผู้เข้าร่วมวิจัยให้ใกล้เคียงกัน และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาแรก ๆ ในประเทศไทยที่แสดงผลให้เห็นถึงความแตกต่างของการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในละอองลอยที่เกิดจากการดูดหินน้ำลายด้วยเครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ชนิดแมกนีโตสทริกทิฟและพีโซอิเล็กทริก ข้อมูลนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อทันตบุคลากรในการเลือกใช้ชนิดของเครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ที่เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอากาศที่น้อยกว่า และการบริหารจัดการเวลาในการนัดผู้ป่วยรายต่อไปที่มารับการรักษาทันตกรรมซึ่งต้องทำหัตถการได้อย่างเหมาะสม หลังการให้การรักษาโดยการดูดหินน้ำลายด้วยเครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ โดยเฉพาะการทำหัตถการในผู้ป่วยที่เป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เช่น วัณโรค อาจพิจารณานัดทำหัตถการโดยให้เป็นผู้ป่วยรายสุดท้ายของวัน และเป็นการกระตุ้นเตือนให้ทันตบุคลากรตระหนักและให้ความสำคัญต่อการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์จากผู้ป่วยคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ดังนั้นควรคำนึงถึงการลดการแพร่กระจายของเชื้อ เช่น การบ้วนปากก่อนทำหัตถการด้วยยาบ้วนปากคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ซึ่งนับเป็นสารระงับเชื้อ (antiseptic) ที่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศจากการทำหัตถการได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{28,29} วิธีนี้

สามารถทำได้ง่ายและสะดวก และ หรือร่วมกับการใช้เครื่องดูดน้ำลาย ปริมาตรสูงซึ่งสามารถลดการฟุ้งกระจายของละอองลอยที่ปนเปื้อน ด้วยเชื้อแบคทีเรียได้สูงเกือบร้อยละ 100 ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ก็ จะทำให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อทันตบุคลากรผู้ปฏิบัติงานในห้อง ทันตกรรมและผู้มารับบริการทันตกรรม นอกจากนี้ยังมีอีกประเด็นหนึ่ง ที่น่าสนใจสำหรับสถานการณ์ในปัจจุบันนี้ นั่นคือ การระบาดของโรค ติดเชื้อไวรัสโคโรนาสองพันสิบเก้า หรือโรคโควิดสิบเก้า (Coronavirus disease 2019: COVID-19) จากเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์กลุ่มอาการ ทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงสอง (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2: SARS-CoV-2) โดยพบมีผู้ติดเชื้อเพิ่ม จำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วไปทั่วโลก ซึ่งเชื้อไวรัสดังกล่าวสามารถพบได้ เป็นจำนวนมากจากสารคัดหลั่งบริเวณคอหอยหลังโพรงจมูก (nasopharynx) และน้ำลายของผู้ติดเชื้อ³⁰ รูปแบบหลักของการ แพร่กระจายของโรคคือ ผ่านละอองสารคัดหลั่งของระบบทางเดินหายใจ จากบุคคลที่ติดเชื้อซึ่ง ไอ จามหรือจากการหายใจออก ดังนั้นบุคลากร ทางทันตกรรมจึงมีความเสี่ยงสูงในการได้รับเชื้อดังกล่าวผ่านทาง น้ำลาย เลือด ละอองลอยหรือละอองกระเด็นจากผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อ ระหว่างการทำหัตถการ และสามารถเป็นพาหะในการแพร่กระจาย เชื้อในคลินิกทันตกรรมได้^{30,31} การศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในด้านการ ป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อซึ่งมักกับละอองลอยและละออง กระเด็นจากช่องปากผู้ป่วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ระยะทางในการฟุ้งกระจาย และช่วงเวลาที่ยังคงเหลืออยู่หลังการทำหัตถการ และการศึกษา นี้ อาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคตเกี่ยวกับเชื้อไวรัส ที่แพร่กระจายผ่านทางละอองลอยและละอองกระเด็น ซึ่งเกิดขึ้นจาก การทำหัตถการทางทันตกรรม เพื่อเป็นการรับมือต่อเชื้อไวรัสดังกล่าว

บทสรุป

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษานอื่น ๆ ที่ผ่านมา สนับสนุนว่าการใช้เครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้งชนิดแมกนี โตสทริกทิฟและพีโซอิเล็กทริกก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย ในอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะชนิดแมกนีโตสทริกทิฟ ซึ่งตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอากาศสูงกว่าอย่าง มีนัยสำคัญในบริเวณทั้ง 3 ตำแหน่งภายในห้องที่ทำการดูดหินน้ำลาย และมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลดลงหลังการดูดหินน้ำลาย เสร็จสิ้นใน 30 นาทีแรกอย่างมีนัยสำคัญจากการใช้เครื่องดูดหินน้ำลาย อัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณเชื้อ แบคทีเรียระหว่างช่วงเวลา 30 นาที และ 60 นาที หลังดูดหินน้ำลาย ด้วยเครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ทั้ง 2 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ทันตแพทย์หญิง รมณีย์ ชัดเจนงาม และ ดร.สุวรรณา เขียวอังกูร ในการแนะนำและให้คำปรึกษางานวิจัย ขอขอบพระคุณฝ่ายทดสอบยืนยันเชื้อซาลโมเนลล่าและซิกเกลล่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการเพาะเลี้ยงและตรวจนับเชื้อแบคทีเรีย และสถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยรวมถึง ให้ใช้คลินิกทันตกรรมเป็นสถานที่ทำงานวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- Freeman J. Risk of aerosol contamination around the dental chair. *Dental Nursing* 2013;9(1):12-5.
- Miller RL, Micik RE. Air pollution and its control in the dental office. *Dent Clin North Am* 1978;22(3):453-76.
- Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, Ryge G. Studies on dental aerobiology. I. Bacterial aerosols generated during dental procedures. *J Dent Res* 1969;48(1):49-56.
- Miller RL, Micik RE, Abel C, Ryge G. Studies on dental aerobiology. II. Microbial splatter discharged from the oral cavity of dental patients. *J Dent Res* 1971;50(3):621-5.
- Abel LC, Miller RL, Micik RE, Ryge G. Studies on dental aerobiology. IV. Bacterial contamination of water delivered by dental units. *J Dent Res* 1971;50(6):1567-9.
- 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(4):429-37.
- Belting CM, Habermelde GC, Juhl LK. Spread of organisms from dental air rotor. *J Am Dent Assoc* 1964;68:648-51.
- Ampornaramveth R. Air quality in dental clinic. *J Dent Assoc Thai* 2017;67(1):1-14.
- Atlas RM, Williams JF, Huntington MK. Legionella contamination of dental-unit waters. *Appl Environ Microbiol* 1995;61(4):1208-13.
- Reinthal FF, Mascher F, Stunzner D. Serological examinations for antibodies against Legionella species in dental personnel. *J Dent Res* 1988;67(6):942-3.
- Checchi L, Matarasso S, Pirro P, D'Achille C. Topographical analysis of the facial areas most susceptible to infection with transmissible diseases in dentists. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11(2):164-72.
- Harrel SK, Barnes JB, Rivera-Hidalgo F. Aerosol and splatter contamination from the operative site during ultrasonic scaling. *J Am Dent Assoc* 1998;129(9):1241-9.
- Grenier D. Quantitative analysis of bacterial aerosols in two different dental clinic environments. *Appl Environ Microbiol* 1995; 61(8):3165-8.
- Holbrook WP, Muir KF, Macphree IT, Ross PW. Bacteriological

investigation of the aerosol from ultrasonic scalers. *Br Dent J* 1978;144(8):245-7.

15. Bentley CD, Burkhart NW, Crawford JJ. Evaluating spatter and aerosol contamination during dental procedures. *J Am Dent Assoc* 1994;125(5):579-84.

16. Arabaci T, Cicek Y, Canakci CF. Sonic and ultrasonic scalers in periodontal treatment: a review. *Int J Dent Hyg* 2007;5(1):2-12.

17. Silva LB, Hodges KO, Calley KH, Seikel JA. A comparison of dental ultrasonic technologies on subgingival calculus removal: a pilot study. *J Dent Hyg* 2012;86(2):150-8.

18. Walmsley AD, Lea SC, Landini G, Moses AJ. Advances in power driven pocket/root instrumentation. *J Clin Periodontol* 2008;35 (8 Suppl):22-8.

19. Singh S, Uppoor A, Nayak D. A comparative evaluation of the efficacy of manual, magnetostrictive and piezoelectric ultrasonic instruments - an *in vitro* profilometric and SEM study. *J Appl Oral Sci* 2012;20(1):21-6.

20. Gross KB, Overman PR, Cobb C, Brockmann S. Aerosol generation by two ultrasonic scalers and one sonic scaler. A comparative study. *J Dent Hyg* 1992;66(7):314-8.

21. Barnes JB, Harrel SK, Rivera-Hidalgo F. Blood contamination of the aerosols produced by *in vivo* use of ultrasonic scalers. *J Periodontol* 1998;69(4):434-8.

22. Harrel SK. Clinical use of an aerosol-reduction device with an ultrasonic scaler. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17(12): 1185-93;quiz 94.

23. Veena HR, Mahantesha S, Joseph PA, Patil SR, Patil SH. Dissemination of aerosol and splatter during ultrasonic scaling: a pilot study. *J Infect Public Health* 2015;8(3):260-5.

24. Larato DC, Ruskin PF, Martin A. Effect of an ultrasonic scaler on bacterial counts in air. *J Periodontol* 1967;38(6):550-4.

25. Harrel SK, Barnes JB, Rivera-Hidalgo F. Reduction of aerosols produced by ultrasonic scalers. *J Periodontol* 1996;67(1):28-32.

26. Jacks ME. A laboratory comparison of evacuation devices on aerosol reduction. *J Dent Hyg* 2002;76(3):202-6.

27. Klyn SL, Cummings DE, Richardson BW, Davis RD. Reduction of bacteria-containing spray produced during ultrasonic scaling. *Gen Dent* 2001;49(6):648-52.

28. Logothetis DD, Martinez-Welles Jm. Reducing bacterial aerosol contamination with a chlorhexidine gluconate pre-rinse. *J Am Dent Assoc* 1995;126(12):1634-9.

29. Fine DH, Korik I, Furgang D, Myers R, Olshan A, Barnett ML, *et al*. Assessing pre-procedural subgingival irrigation and rinsing with an antiseptic mouthrinse to reduce bacteremia. *J Am Dent Assoc* 1996;127(5):641-2,645-6.

30. Ather A, Nikita B, Ruparel NB, Diogenes A, Hargreaves KM. Coronavirus disease 19 (COVID-19): implications for clinical dental care. *J Endod* 2020;46(5):584-595.

31. Izzetti R, Nisi M, Gabriele M, Graziani F. COVID-19 Transmission in Dental Practice: Brief Review of Preventive Measures in Italy. *J Dent Res* 2020;99(9):1030-8.

Interobserver Agreement in Proximal Caries Detection from a Smartphone Display

Napas Lappanakokiat¹, Soontra Panmekiate¹

¹Department of Radiology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

The aim of this study was to report an inter-observer agreement in proximal caries detection from digital bitewing radiographs viewed and evaluated on a smartphone display. A total of 200 proximal surfaces from digital bitewing radiographs stored in the Picture Archiving and Communication System (PACS) of Chulalongkorn University dental hospital were selected. Images of selected radiographs were exported in JPEG format and transferred to an iPhone 8 plus. Each proximal surface was viewed and evaluated by seven observers in a dimly lit room (ambient light intensity < 100 lux). The ratings were on a 5-point-scale. Weighted kappa test was used to determine agreement among observers. Inter-observer agreement among observers ranged from moderate to almost perfect (0.47 - 0.82). Images of digital bitewing radiographs viewed on a smartphone provided an acceptable result in terms of consistency between dentists and may be considered one of the methods used for proximal caries detection.

Keyword: Digital radiograph, Display, Proximal caries, Smartphone

Received Date: Apr 11, 2020

Revised Date: Apr 28, 2020

Accepted Date: Jun 8, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.27

Correspondence to:

Napas Lappanakokiat, 202/118 Soi Leausuk Sukhumvit, 50 Road, Phra Khanong, Klong Teoi, Bangkok 10260, Thailand. Tel: 087-1470050

Email: napas@yala.ac.th

Introduction

Digital radiography is gradually becoming common in today's dental practice. The advantages, compared to conventional techniques, include easier processing, saving time, cost reduction in the long term and environmental friendliness. Moreover, the images can be stored for a very long time without quality changes.

One of the most important parts in a digital radiographic system is the display. As a final device that shows

resultant images, an underqualified display can compromise the image quality and lead to misinterpretation and misdiagnosis. Also, well-calibrated monitors reduce eye strain and fatigue.¹ Medical-grade displays are invented as assisting tools in medical radiography assessment. These monitors can be adjusted to comply with a certain protocol, called the Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) Part 14 Greyscale Standard Display

Function standard (GSDF).² This named guideline is developed by experts in the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) and the National Electrical Manufacturers Association (NEMA). However, this type of display is very expensive and may not be affordable in community hospitals or small clinical settings. Therefore, cheaper off-the-shelf PC monitors are alternatively used. Tablet devices and smartphones are also selected, especially in case consulting, as they are portable, easy-to-use and more budget friendly.

A smartphone is a portable device that can perform many of the functions of a computer, and usually has a touchscreen interface, internet access, and an operating system capable of running downloaded applications. Nowadays, smartphone usage is near-universal. Many health-care providers use their smartphones to transmit patient-related information, including viewing and evaluating radiographs to come up with a proper treatment plan.³

Usually, proximal caries, especially incipient ones, are barely visible in visual examination. There are numerous tools invented for proximal caries detection. One of the widely accepted methods is using bitewing radiographs which reveal 88 % more proximal carious lesions when compared with visual inspection alone.⁴

Bitewing radiographs are the essential diagnostic tool in proximal caries diagnosis, especially for non-cavitated lesions. Commonly, radiolucency cannot be detected in a radiograph unless there are more than 30 – 40 % of demineralization in the affected areas.⁵ As the true depths of proximal caries are always greater than those observed, it is recommended that this type of lesion be found as early as possible.⁶ Still, this can be challenging because of indistinct radiolucency in incipient caries. Consequently, monitors with adequate quality should be used to show such precise details. The effectiveness among displays available in today's market, especially smartphones' displays, is not yet thoroughly studied and the results remain controversial.⁷⁻¹³

The aim of this study was to report an inter-observer agreement in proximal caries detection from digital bitewing radiographs viewed and evaluated on a smartphone display.

Materials and Methods

A total of 200 proximal surfaces from digital bitewing radiographs which were stored in the Picture Archiving and Communication System (PACS) of Chulalongkorn University dental hospital were selected. The number of sampled surfaces was mentioned in previous studies.^{11,12} Proximal surfaces, starting from mesial surfaces of first premolars to mesial surfaces of third molars (if present) of each quadrant, were observed. Inclusion and exclusion criteria were as follows;

Inclusion criteria

- Acceptable quality: No overexposure or underexposure, no cone cutting and artifacts
- No overlapping between each proximal surface

Exclusion criteria

- Surfaces with proximal restorations, edentulous areas, retained roots, fixed prostheses or orthodontic appliances

Images of selected radiographs (Fig. 1) were exported in JPEG format and transferred to an iPhone 8 plus (Apple, Cupertino, CA, USA). The model has a color LCD monitor with IPS technology, 5.5" in display size and resolution of 1920 x 1080 pixels.



Figure 1 An examples of the selected radiographs, only non-overlapping surfaces without any artifacts and filling material on proximal surfaces were evaluated

Each proximal surface was viewed and evaluated by seven observers in a dimly lit room (ambient light intensity < 100 lux). The observers consisted of three oral and maxillofacial radiologists, two dentists specialized in operative dentistry and two general practitioners with at least five years of experience. The number of observers was determined in accordance to previous studies.^{11,12} All observers were calibrated and introduced to the device. After that, each observer was assigned to evaluate the images independently using the “Photos” application. Brightness, contrast and magnification could be subjectively adjusted. Each proximal surface of selected tooth was rated by a 5-point-scale (1 = caries definitely absent, 2 = caries probably absent, 3 = unsure if caries absent or present, 4 = caries probably present and 5 = caries definitely present).

Statistical analysis was performed in SPSS Software version 22. A weighted kappa test was used to determine agreement among observers. The strength of agreements were determined in accordance to Landis and Koch’s guidelines¹⁴ (Table 1). The significance level was set at 0.05.

Table 1 Strength of agreement according to kappa value by Landis and Koch¹⁴

Kappa value	Strength of agreement
<0.00	Poor
0.00-0.20	Slight
0.21-0.40	Fair
0.41-0.60	Moderate
0.61-0.80	Substantial
0.81-1.00	Almost perfect

Results

Inter-observer agreement among seven observers ranged from “moderate” to “almost perfect”, with the minimum value of 0.47 and maximum value of 0.82. Strength of agreements were mostly at the “substantial” level. The weighted kappa values with standard errors, 95% confidence interval as well as p-value between each pair of observers are shown in Table 2.

Table 2 Weighted kappa values ($\pm$ standard error) and 95% confidence interval for inter-observer agreement

Observers	2	3	4	5	6	7
1	0.583 ($\pm$ 0.041) (0.502 - 0.664)	0.531 ($\pm$ 0.045) (0.442 - 0.62)	0.58 ($\pm$ 0.042) (0.498 - 0.662)	0.503 ($\pm$ 0.045) (0.416 - 0.591)	0.543 ($\pm$ 0.044) (0.457 - 0.628)	0.47 ($\pm$ 0.048) (0.376 - 0.564)
2		0.782 ($\pm$ 0.038) (0.706 - 0.857)	0.787 ($\pm$ 0.035) (0.718 - 0.856)	0.73 ($\pm$ 0.043) (0.646 - 0.814)	0.737 ($\pm$ 0.045) (0.648 - 0.826)	0.682 ($\pm$ 0.053) (0.579 - 0.785)
3			0.746 ($\pm$ 0.038) (0.672 - 0.82)	0.651 ($\pm$ 0.046) (0.560 - 0.741)	0.632 ($\pm$ 0.05) (0.534 - 0.73)	0.606 ($\pm$ 0.054) (0.501 - 0.711)
4				0.73 ($\pm$ 0.041) (0.651 - 0.81)	0.731 ($\pm$ 0.041) (0.651 - 0.812)	0.67 ($\pm$ 0.049) (0.574 - 0.767)
5					0.611 ($\pm$ 0.051) (0.511 - 0.711)	0.82 ($\pm$ 0.037) (0.748 - 0.893)
6						0.613 ($\pm$ 0.055) (0.505 - 0.721)

p-value < 0.001 for all kappa values⁵

Discussion

In our study, seven observers participating in our study and viewing selected bitewing radiographs on the same smartphone display showed “moderate” to

“almost perfect” agreement on proximal caries detection. Most of the calculated values were at a “substantial” level. The result is similar to a previous study that reported inter-

observer agreements among three dentists evaluating conventional radiographs¹⁵, slightly lower than a study¹⁶ using printed bitewing and digital images viewed on a monitor but higher than another study¹⁷ which also used

radiographs obtained from a digital system. The comparison of the kappa values and devices used to display the images are shown in Table 3.

Table 3 Kappa values from previous studies, according to inter-observer agreements in evaluations of proximal caries

Study	System	Kappa value
This study	Digital (smartphone display)	0.47 - 0.82
Abuzenada ¹⁷	Digital (monitor)	0.44 - 0.47
Adibi <i>et al.</i> ¹⁶	Digital (printed film)	0.778
	Digital (monitor)	0.847
Countryman <i>et al.</i> ⁷	Digital (1 st medical-grade display)	0.331 - 0.797
	Digital (2 nd medical-grade display)	0.333 - 0.811
	Digital (1 st tablet display)	0.239 - 0.785
	Digital (2 nd tablet display)	0.300 - 0.858
	Digital (common display)	0.383 - 0.780
Kamburoglu <i>et al.</i> ¹⁵	Conventional	0.717 - 0.780

However, agreement among observers in proximal caries can be affected by numerous factors. Dental caries penetrated into dentine can be more detectable than caries that are confined only in enamel. One study⁷ that found a considerably wide range of inter-observer agreement (0.239 - 0.858) consisted of sampled extracted teeth with artificial incipient caries and recurrent caries-like lesions. While other studies¹⁵⁻¹⁷ that showed higher kappa values included samples with various depths of caries.

The number and specialty of observers may also contribute to radiographic interpretation. Fewer observers from the same department tend to have substantial agreement.^{15,16} Meanwhile, dentists from different fields of expertise can show more discrepancy in that regard.¹⁷ Participating observers should be skilled in radiographic caries detection. As there were studies that included oral and maxillofacial radiologists, oral and maxillofacial radiology residents^{6,7,12}, operative dentists⁶ as well as general practitioners with considerable amount of working experience^{11,12}. Seven observers specialized in those three different fields of dentistry were selected in this study and the agreement level ranged from “moderate” to “almost perfect”.

Regarding the effect of visual acuity on radiographic interpretation, there were still limited studies addressing this issue.²⁰ A questionnaire-based survey performed in a dental school in New Zealand showed that 92 % of the teachers considered their eyesight satisfactory and sufficient for their dental practice.¹⁸ As for the seven observers participating in our study, they have either normal eyesight or apply corrective lens that help restore their vision to normal range.

When compared between male and female dentists, no gender-specific differences in proximal caries detection were discovered. Whereas age, which can be related to the amount of experience, plays a more important role. The same study found that examiners with experience had almost four times greater chance of a correct assessment than examiners with less experience.¹⁹

Considering the growing usage of a digital radiographic system, choosing the proper displays for image evaluation is imperative to ensure accurate diagnosis which will lead to the appropriate management for each detected lesion. Countryman *et al.*⁷ compared the performance of five different displays (one common monitor, two medical-grade monitors and two tablet displays) in

the detection of artificial incipient and recurrent caries-like lesions. The result showed no significant differences among the three types of display monitors. However, the auto-calibrating medical-grade monitors performed better when incipient and recurrent lesions were compared. In addition, Araki *et al.*⁸ investigated the effect of display monitor devices on digital radiographic caries diagnosis by comparing one common monitor, one medical-grade monitor and one tablet display. The result showed the tablet display had lower diagnostic accuracy than the common monitor and the medical-grade monitor especially for superficial caries, but there was no significant differences between the common monitor and the medical-grade monitor on diagnostic accuracy of superficial caries.

According to Landis and Koch's guideline¹⁴, a "substantial" agreement is quite a high-level degree. The calculated weighted kappa values from this study were also comparable to previous literatures^{7,15,16,17}, which evaluated both conventional and digital bitewing radiographs via various methods. These results may encourage using a smartphone display as an optional but still acceptable method in detection of proximal caries. However, further studies with *in vitro* setting to reach gold standard in confirmation of carious lesions and other statistics (e.g. sensitivity, specificity, receiver operating characteristic curve (ROC curve)) are required to confirm the accuracy of this method.

In addition, since this study was performed on only one type of display, more monitor types and possibly related factors should also be included to facilitate comparison and determine the significance of each factor in respect of digital radiograph evaluation and diagnosis.

Conclusion

Images of digital bitewing radiographs viewed on a smartphone provided an acceptable result in terms of consistency between dentists and may be considered one of the methods used for proximal caries detection.

Acknowledgement

The author declares no conflict of interest and would like to thank all the observers who participated in this study.

References

1. Hirschorn DS, Krupinski EA, Flynn MJ. PACS Displays: How to Select the Right Display Technology. *J Am Coll Radiol* 2014;11(12, Part B):1270-6.
2. National Electrical Manufacturers Association. Setting standards for excellence. Digital imaging and communication in medicine (DICOM) Part 14: Grayscale standard display function. Rosslyn, VI: NEMA.
3. Handelman G, Rogers A, Babiker Z, Lee M, McMonagle M. Media messaging in diagnosis of acute CXR pathology: an interobserver study among residents. *Intern Emerg Med* 2018;13(8):1257-63.
4. Gordan V, Garvan C, Heft M, Fellows J, Qvist V, Rindal D, *et al.* Restorative treatment thresholds for interproximal primary caries based on radiographic images Findings from the Dental Practice-Based Research Network. *Gen Dent* 2009;57(6):654-63.
5. Wenzel A. Dental Caries. In: White SC, Pharoah MJ, editors. Oral radiology: principles and interpretation. 7th ed. St. Louis: Elsevier; 2014. p. 285-298.
6. Onem E, Baksi G, Sen BH, Söğüt Ö, Mert A. Diagnostic accuracy of proximal enamel subsurface demineralization and its relationship with calcium loss and lesion depth. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 41(4):285-93.
7. Countryman S, Sousa Melo S, Belém M, Haiter-Neto F, Vargas M, Allareddy V. Performance of five different displays in the detection of artificial incipient and recurrent caries-like lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2017;125.
8. Araki K, Fujikura M, Sano T. Effect of display monitor devices on intra-oral radiographic caries diagnosis. *Clin Oral Invest* 2015; 19(8):1875-9.
9. Tadinada A, Mahdian M, Sheth S, Chandhoke TK, Gopalakrishna A, Potluri A, *et al.* The reliability of tablet computers in depicting maxillofacial radiographic landmarks. *Imaging Sci Dent* 2015; 45(3):175-80.
10. Vasconcelos TV, Santaella GM, Nascimento HAR, Rovaris K, Ambrosano GMB, Freitas DQ. Digital radiographs displayed on different devices: effect on the detection of vertical root fractures. *Int Endod J* 2016;49(4):386-92.
11. Hellén-Halme K, Lith A. Carious lesions: diagnostic accuracy using pre-calibrated monitor in various ambient light levels: an *in vitro* study. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42(8):20130071.

- .12. Hellén-Halme K, Nilsson M, Petersson A. Effect of monitors on approximal caries detection in digital radiographs—standard versus precalibrated DICOM part 14 displays: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(5):716-20.
13. Isidor S, Faaborg-Andersen M, Hintze H, Kirkevang LL, Frydenberg M, Haiter-Neto F, *et al.* Effect of monitor display on detection of approximal caries lesions in digital radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38(8):537-41.
14. Landis J, Koch G. The Measurement Of Observer Agreement For Categorical Data. *Biometrics* 1977;33(1):159-74.
15. Kamburoglu K, Kolsuz M, Murat S, Yüksel S, Ozen T. Proximal caries detection accuracy using intraoral bitewing radiography, extraoral bitewing radiography and panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41(6):450-9.
16. Adibi S, Amrollahi A, Dehghani Nazhvani A, Movahhedian N. Assessing the Accuracy of Caries Diagnosis in Bitewing Radiographs Using Different Reproduction Media. *J Dent (Shiraz)* 2018;19(3):174-80.
17. Abuzenada B. Detection of proximal caries with digital intraoral bitewing radiography: An interobserver analysis. *Saudi J Health Sci* 2019;8(1):38-41.
18. Chandler NP, Gray AR, Murray CMJBo. Eyesight: a study of the staff of a dental school. *BDJ open* 2017;3(1):1-4.
19. Geibel M-A, Carstens S, Braisch U, Rahman A, Herz M, Jablonski-Momeni A. Radiographic diagnosis of proximal caries—influence of experience and gender of the dental staff. *Clin Oral Invest* 2017;21(9):2761-70.
20. Halpenny D, O'Driscoll D, Torreggiani WC. Ocular health among radiologists in the age of PACS: is it time for our profession to open its eyes to this issue in light of existing European legislation? *Br J Radiol* 2012;85(1020):e1309-e11.

การคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันหลังทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทย และต่างประเทศ: การวิจัยในห้องปฏิบัติการ

In-vitro Remineralization of Dentine Carious Lesions after Application of Silver Diamine Fluoride (Thai Product) Compared with Commercial Brand

กัณตพร คุณพนิชกิจ¹, อรนุช เตชาธาราทิพย์¹, ธีรยุทธ วิไลวัลย์², พนิดา ธัญญศรีสังข์³, ชุตินา ไตรรัตน์วรกุล¹

Kantaporn Kunpanichakit¹, Oranuch Techatharatip¹, Tirayut Vilaivan², Panida Thanyasrisung³ and Chutima Trairatvorakul¹

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

³ภาควิชาจุลชีววิทยาและหน่วยปฏิบัติการวิจัยจุลชีววิทยาช่องปากและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

³Department of Microbiology and Research Unit on Oral Microbiology and Immunology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันของฟันน้ำนมภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ (SDF) ที่ผลิตในประเทศไทยกับซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในต่างประเทศ ศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้ชิ้นฟันตัวอย่างจากฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันจำนวน 30 ชิ้น วัดความหนาแน่นแร่ธาตุเริ่มต้นด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีคอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร (micro-CT) คำนวณความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลอง แบ่งชิ้นฟันเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น กลุ่มที่ 1 ทา SDF ที่ผลิตในประเทศไทย กลุ่มที่ 2 ทา SDF ที่ผลิตในต่างประเทศ (Saforide®: Toyo Seiyaku Kasei, Japan) และกลุ่มที่ 3 ทาน้ำปราศจากไอออน (กลุ่มควบคุม) นำไปผ่านกระบวนการสลับกรด-ด่างโดยใช้เชื้อแบคทีเรียแล้วนำมาวัดความหนาแน่นแร่ธาตุด้วยเครื่อง micro-CT คำนวณความลึกรอยผุ ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความลึกรอยผุ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุหลังการทดลอง ชิ้นฟันตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย 38.9 ± 18.1 , 60.2 ± 30.6 และ 4.5 ± 7.6 ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ทา SDF ที่ผลิตในประเทศไทยและ Saforide® มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และความลึกรอยผุหลังการทดลองทั้ง 3 กลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง ($p > 0.05$) สรุปได้ว่า SDF ที่ผลิตในประเทศไทยและ Saforide® มีประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันของฟันน้ำนมใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: การคืนแร่ธาตุ, ความลึกรอยผุ, ความหนาแน่นแร่ธาตุ, ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์, รอยผุชั้นเนื้อฟัน

Abstract

The aim of this in vitro study was to compare the remineralization efficacy between dentine carious lesions in primary teeth after an application of a silver diamine fluoride Thai product or a commercial SDF. The samples comprised 30 primary molar blocks with natural dentine carious lesions. The baseline mineral density (MD) was determined using a micro-computed tomography (micro-CT) that was used to calculate lesion depth (LD) and mean mineral density (mean MD). The samples were randomized into three groups: SDF (Thai product), commercial SDF (Saforide®: Toyo Seiyaku Kasei, Japan) and deionized water (control group), respectively. After undergoing a bacterial pH-cycling challenge, the samples were re-evaluated for MD and the LD, mean MD, %LD change and %MD change was calculated. The results demonstrated that the mean %MD change of the three groups were 38.9 ± 18.1 , 60.2 ± 30.6 and 4.5 ± 7.6 respectively. The mean %MD change in the SDF (Thai product) and Saforide® groups were comparable but significantly different higher than the control ($p < 0.001$). The LD at baseline and post-test of each group did not significantly change ($p > 0.05$). In conclusion, SDF (Thai product) and Saforide® have a similar efficacy in remineralizing dentine carious lesions in primary teeth

Keyword: Remineralization, Lesion Depth, Mineral Density, Silver Diamine Fluoride, Dentine Carious Lesion

Received Date: Apr 17, 2020

Revised Date: May 4, 2020

Accepted Date: May 22, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.28

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-218-8909 อีเมล: ctrairat@gmail.com

Correspondence to:

Chutima Trairatvorakul, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: 02-218-8909 E-mail: ctrairat@gmail.com

บทนำ

จากผลสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 8 (พ.ศ.2560) พบว่าเด็กอายุ 3 ปีมีความชุกของโรคฟันผุร้อยละ 52.9 มีค่าเฉลี่ยฟันผุถาวร อด 2.8 ซี่ต่อคน และเด็กอายุ 5 ปีมีความชุกของโรคฟันผุร้อยละ 75.6 มีค่าเฉลี่ยฟันผุถาวร อด 4.5 ซี่ต่อคน¹ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 7 (พ.ศ.2555) พบว่าในเด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี มีความชุกการเกิดโรคฟันผุลดลงเล็กน้อย และมีค่าเฉลี่ยฟันผุถาวร อดไม่เปลี่ยนแปลงนัก^{1,2} แสดงให้เห็นว่าโรคฟันผุยังคงเป็นปัญหาสำคัญของเด็กไทย

เมื่อเด็กมีโรคฟันผุและไม่ได้รับการรักษาจะเกิดผลกระทบ คือ มีอาการปวด ติดเชื้อและนอนไม่หลับซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเด็กทั้งในด้านการรับประทานอาหารและการนอนหลับ³ ในเด็กที่มีฟันผุลุกลามพบว่ามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตโดยมีน้ำหนักและ

ส่วนสูงน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁴ เด็กบางส่วนที่มีปัญหาสิทธิในการรักษาหรือการเข้าถึงบริการทางทันตกรรม ทำให้ได้รับการวินิจฉัยโรคและการรักษาที่ล่าช้า นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กที่มีฟันผุในชุดฟันน้ำนมมีความสัมพันธ์กับการเกิดฟันผุบริเวณหลุมร่องฟันในฟันแท้ด้วย⁵

ในอดีตการจัดการโรคฟันผุจะจำกัดเนื้อเยื่อส่วนที่มีรอยโรคออกทั้งหมดและแทนที่ด้วยวัสดุบูรณะ แต่ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นไปที่การหยุดยั้งและควบคุมรอยผุกรวมถึงการบูรณะที่ใช้วิธีการรุกรานน้อย (minimal invasive restorative treatment) โดยมีเป้าหมายเพื่อควบคุมกระบวนการเกิดฟันผุ รักษาเนื้อฟันไว้ หลีกเลี่ยงการเริ่มต้นวงจรการบูรณะฟันและรักษาฟันไว้ให้นานที่สุด⁶ จากแนวคิดดังกล่าวจึงมีการศึกษาถึงวิธีการจัดการเพื่อหยุดยั้งรอยผุอย่างมีประสิทธิภาพ

ค่าใช้จ่ายน้อย ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้วิธีการหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ซับซ้อน เพื่อนำมาใช้จัดการรอยโรคฟันผุในเด็กกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุสูงและมีข้อจำกัดในการเข้าถึงบริการทางทันตกรรม

ประเทศญี่ปุ่นได้นำซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์มาใช้ทางทันตกรรมตั้งแต่ปี ค.ศ.1969⁷ ต่อมาในปี ค.ศ.2014 จึงได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาโดยขึ้นทะเบียนเป็นเครื่องมือแพทย์⁸ นอกจากซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์จะใช้เพื่อหยุดยั้งรอยโรคฟันผุในฟันน้ำนม⁷ แล้วยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมและหยุดยั้งโรคฟันผุในฟันแท้ของผู้ป่วยวัยรุ่น⁹ รวมทั้งป้องกันการเกิดรอยผุบริเวณรากฟันในผู้ใหญ่ด้วย¹⁰

ในปัจจุบันมีซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์หลากหลายยี่ห้อและความเข้มข้นวางจำหน่ายในท้องตลาด จากการศึกษาพบว่าสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 มีประสิทธิภาพในการหยุดยั้งรอยผุได้ดีที่สุด¹¹ ในประเทศไทย องค์การอาหารและยาได้อนุญาตให้นำเข้าเฉพาะกิจสำหรับงานในด้านทันตสาธารณสุขเป็นครั้งแรกเท่านั้น หากสามารถผลิตซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ในประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับสารที่ผลิตในต่างประเทศได้ ก็จะมีสารที่ราคาย่อมเยา เหมาะแก่การนำไปใช้ในชุมชนที่การเข้าถึงบริการทางทันตกรรมยังจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยเปรียบเทียบกับสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ที่ผลิตในต่างประเทศในการคืนแร่ธาตุรอยผุขึ้นเนื้อฟัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ เลขที่ HREC-DCU 2018-020 และผ่านการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ จากคณะกรรมการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ เลขที่ DENT CU-IBC 006/2018 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การเตรียมสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์และการเตรียมขึ้นฟันตัวอย่าง

การศึกษาในครั้งนี้ เตรียมสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์โดยอ้างอิงจากสิทธิบัตรของ Yamaka และ Yokomizo ในปี ค.ศ.1971¹² เลขที่ 3567823 โดยใช้วิธีการผสมส่วนผงคือแอมโมเนียมฟลูออไรด์และซิลเวอร์ออกไซด์ในน้ำกลั่น จากนั้นปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้แอมโมเนีย ให้สารละลายมี pH ระหว่าง 8-10^{13,14} ก่อนการทดลองนำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดความเข้มข้นของซิลเวอร์ไอออน ฟลูออไรด์ไอออนและ pH เปรียบเทียบกับสารละลายซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (Saforide®: Toyo Seiyaku Kasei, Japan)

พบว่าสารละลายที่เตรียมได้มีความเข้มข้นของซิลเวอร์ไอออน $115,366.7 \pm 378.6$ ส่วนในล้านส่วน (ppm) ฟลูออไรด์ไอออน $61,600.0 \pm 1,008.8$ ppm และ pH 9.0 ส่วน Saforide® มีความเข้มข้นของซิลเวอร์ไอออน $189,766.7 \pm 493.3$ ppm ฟลูออไรด์ไอออน $63,240.0 \pm 1,367.2$ ppm และ pH 9.5 ตามลำดับ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ขึ้นฟันตัวอย่างจำนวน 30 ชิ้น ตัดจากฟันกรามน้ำนมของมนุษย์จำนวน 30 ซี่ที่ได้รับการถอนด้วยเหตุผลทางทันตกรรม เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยซึ่งยังไม่มีการศึกษามาก่อน จึงคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยอ้างอิงจากงานวิจัยในห้องปฏิบัติการของ Mei และคณะ¹⁵ Zhi และคณะ¹⁶ และจากการศึกษานำร่อง (pilot study) ซึ่งใช้ขึ้นฟันตัวอย่างจำนวน 3 ชิ้นต่อกลุ่ม ผลการศึกษานำร่องพบว่าขึ้นฟันตัวอย่างที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอไมนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยและกลุ่มควบคุม (ทาด้วยน้ำปราศจากไอออนปราศจากเชื้อ) มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความลึกรอยผุเฉลี่ย (Mean %LD change) -30.2 ± 19.9 และ -11.9 ± 4.1 ตามลำดับ กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่ยอมรับสมมติฐานเป็นจริง (Type I error, α) เท่ากับ 0.05 และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับสมมติฐานที่ไม่เป็นจริง (Type II error, β) เท่ากับ 0.2 ได้จำนวนตัวอย่างกลุ่มละ 10 ชิ้น ทั้งนี้เมื่อนำค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (Mean %MD change) จากการศึกษานำร่องมาใช้ในการคำนวณ พบว่าได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่ากลุ่มละ 10 ชิ้น

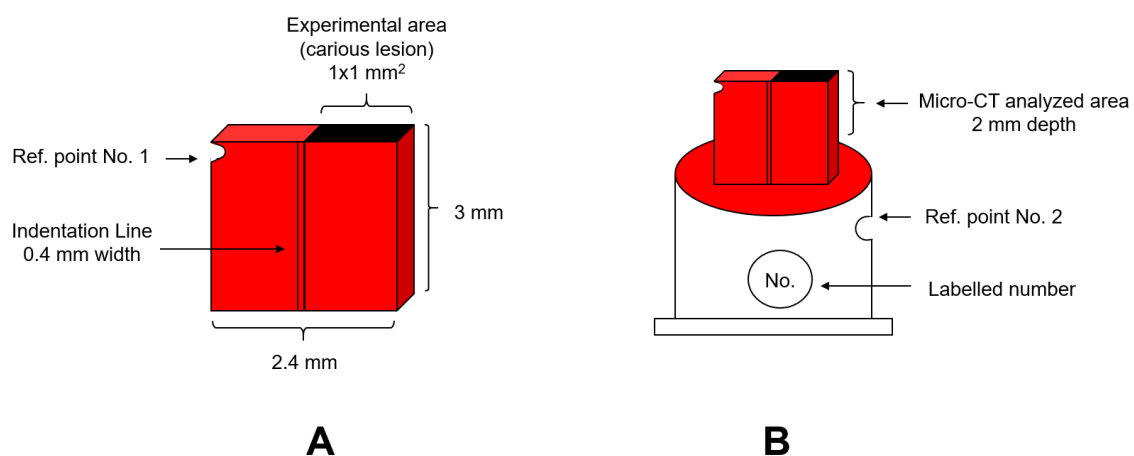
หลักเกณฑ์การคัดเลือก: ขึ้นส่วนของฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 ของขากรรไกรบนและล่างในบริเวณที่มีรอยผุตามธรรมชาติในชั้นเนื้อฟันในระยะชั้นนอก 1/3 ถึงระยะกลาง 1/3 ของความหนาแน่นเนื้อฟัน

หลักเกณฑ์การคัดออก: รอยโรคฟันผุซึ่งหยุดลุกลามแล้ว, มีรอยผุจำกัดอยู่ในชั้นเคลือบฟัน, ส่วนที่มีรอยผุทะลุโพรงประสาทฟัน, มีรอยร้าว, มีวัสดุบูรณะ, มีความผิดปกติของการสร้างฟันและฟันที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถเตรียมขึ้นฟันได้ตามวิธีการเตรียมขึ้นฟันตัวอย่าง

เตรียมขึ้นฟันตัวอย่างให้มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ $1 \times 2.4 \times 3$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร (มม.³) ทำรอยบากกึ่งกลางขึ้นฟันด้านหน้าตามความสูงของขึ้นฟันกว้าง 0.4 มิลลิเมตร (มม.) ตลอดแนวเพื่อแบ่งขึ้นฟันเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนทดลองและส่วนอ้างอิง กำหนดพื้นที่ส่วนทดลองคือบริเวณที่จะทาสารเป็นหน้าต่างขนาด 1×1 ตารางมิลลิเมตร (มม.²) ใช้เข็มกรอกากเพชรเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตรกรอด้านข้างของขึ้นฟันเพื่อเป็นจุดอ้างอิงที่ 1 ทาเคลือบขึ้นฟันตัวอย่างด้วยน้ำยาทาเล็บให้ทั่วยกเว้นบริเวณทดลอง (รูปที่ 1A) ทำรอยบากด้านข้างแทนยึดเรซินด้วยหัวกรอกากเพชรเส้นผ่า

ศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตรเพื่อเป็นจุดอ้างอิงที่ 2 โดยจุดอ้างอิงที่ 1 และ 2 ใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนในการวัดความหนาแน่นแร่ธาตุด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีคอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร (micro-CT) นำชิ้นฟันตัวอย่างมายึดกับแท่นยึดด้วยซีฟิง ทาน้ำยาทาเล็บบริเวณแท่นยึดและกำกับด้วยหมายเลขบนแท่นยึด (รูปที่ 1B) จากนั้นนำมาวัดปริมาณความหนาแน่นแร่ธาตุเริ่มต้นด้วยเครื่อง micro-CT (μ CT 35, SCANCO, Switzerland) ในหน่วยมิลลิกรัมไฮดรอกซีอะพาไทต์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (mg HA/cm^3) ตั้งค่าความหนาแน่นแร่ธาตุของเครื่อง micro-CT เทียบกับไฮดรอกซีอะพาไทต์บริสุทธิ์

(Hydroxy apatite phantom) $1,200 \text{ mg HA/cm}^3$ ความละเอียดของภาพ $1,024 \times 1,024$ พิกเซล ใช้รังสี 70 kVp 114 μA การหมุน 180 องศา การถ่าย 1 ครั้งใช้เวลา 10 นาทีต่อ 1 ชิ้นฟันตัวอย่าง จำนวน 200 สไลด์ ความหนา 10 ไมโครเมตรต่อสไลด์ โดยครอบคลุมส่วนบนสุดของรอยผุลงมาทั้งหมด 2 มิลลิเมตร นำมาคำนวณความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลอง จากนั้นนำชิ้นฟันที่ยึดกับแท่นยึดและภาดหลุมสำหรับเพาะเลี้ยงเซลล์ไปทำให้ปราศจากเชื้อด้วยแก๊สฟอร์มาลดีไฮด์



รูปที่ 1 การเตรียมชิ้นฟันตัวอย่าง: ตัดชิ้นฟันตัวอย่างให้มีขนาด $1 \times 2.4 \times 3 \text{ มม.}^3$ (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง) ทำรอยบากกึ่งกลางชิ้นฟันตามความสูงของชิ้นฟันกว้าง 0.4 มม. เพื่อแบ่งชิ้นฟันเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนทดลองและส่วนอ้างอิง ทาน้ำยาทาเล็บบริเวณแท่นยึดและภาดหลุมขนาด $1 \times 1 \text{ มม.}^2$ (A) นำชิ้นฟันตัวอย่างทั้งหมดมายึดกับแท่นยึด (B)

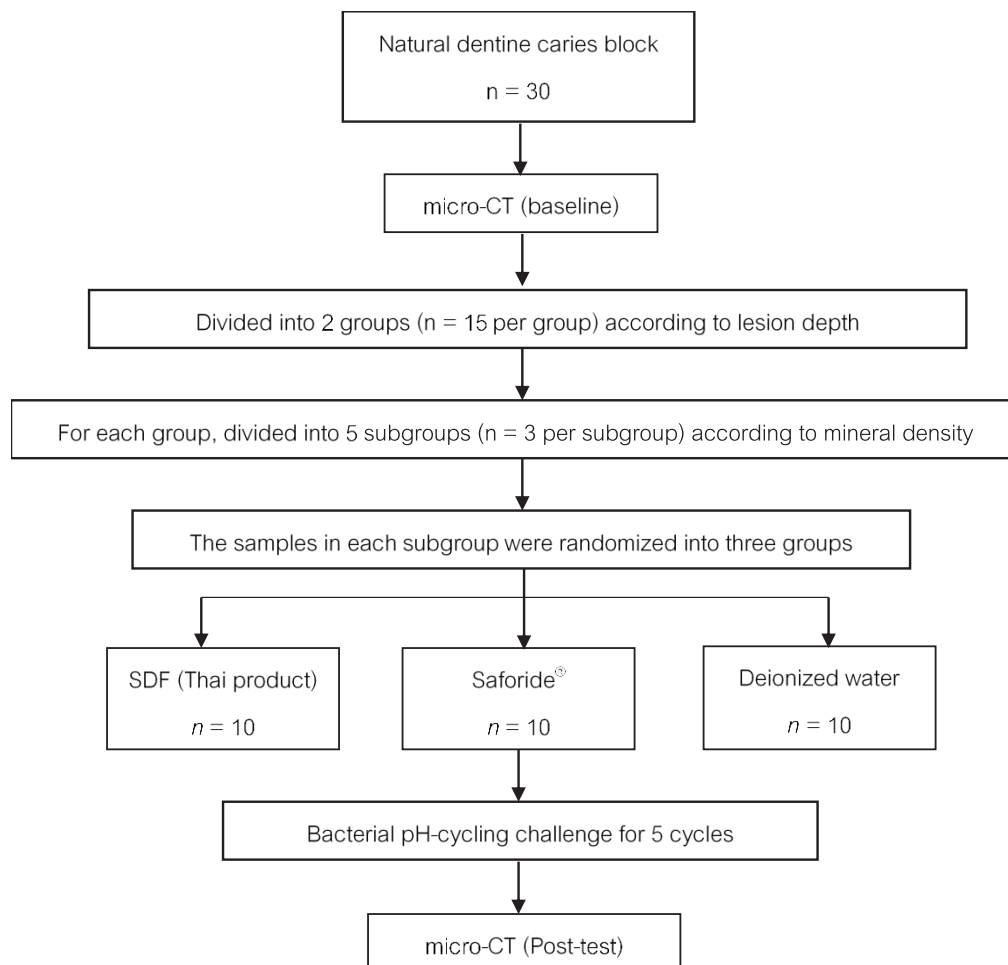
Figure 1 Specimen preparation: The specimens were prepared into size $1 \times 2.4 \times 3 \text{ mm}^3$ (width $\times$ length $\times$ height). A 0.4 mm width longitudinal indentation line was made to equally divide the specimen into the testing and reference sides. All surfaces were coated with nail-varnish excluding a $1 \times 1 \text{ mm}^2$ on top of the testing side (A). All specimens were embedded in resin mold (B)

2. การเตรียมสารละลายที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ

เตรียมสารละลายที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยใช้เชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิดได้แก่ เชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) สายพันธุ์ ATCC25175 และเชื้อแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ (*Lactobacillus casei*) สายพันธุ์ IFO3533 นำสารละลายที่มีเชื้อแต่ละชนิดที่มีความทึบแสง (Optical density: OD) เท่ากับ 0.1

ที่มีความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร มาผสมกันในสัดส่วน 1:1 จะได้สารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.3 ± 0.2 โดยมีปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ เริ่มต้นคือ 6.1×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (CFU/ml) และเชื้อแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ เริ่มต้นคือ 9.3×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร

3. กระบวนการจำลองสภาวะช่องปาก (pH-cycling challenge) (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง

Figure 2 Flow chart of the study

นำชิ้นฟันตัวอย่างมาเรียงลำดับความลึกรอยผุจากน้อยไปมากและแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้นตามช่วงชั้นความลึกรอยผุ จากนั้นนำชิ้นฟันตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมาเรียงลำดับความหนาแน่นแร่ธาตุจากน้อยไปมากและแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ชิ้นตามช่วงชั้นความหนาแน่นแร่ธาตุ การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลาย 3 ชนิด กำหนดให้เป็นสารละลาย A, B และ C สุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยโดยการจับฉลาก แخذชิ้นฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมปราศจากเชื้อเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำชิ้นฟันมาทดสอบดังนี้

กลุ่มที่ 1 (ทาสาร A): ทาด้วยสารละลายซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทย

กลุ่มที่ 2 (ทาสาร B): ทาด้วยสารละลายซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์เข้มข้นร้อยละ 38 (Saforide®:Toyo Seiyaku Kasei, Japan)(Lot number 701 RA)

กลุ่มที่ 3 (ทาสาร C): กลุ่มควบคุม ทาด้วยน้ำปราศจากไอออนปราศจากเชื้อ

ชิ้นฟันในแต่ละกลุ่มจะได้รับการทาสารปริมาตร 5 ไมโครลิตรต่อชิ้น ใช้พู่กันขนาดเล็กทาโดยถูเบา ๆ (rubbing) บนรอยผุเป็นเวลา 3 นาที⁷ แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนปราศจากเชื้อปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต¹⁷

นำชิ้นฟันตัวอย่างที่ทาสารคืนแร่ธาตุทั้ง 3 กลุ่มมาผ่านกระบวนการสลับกรด-ด่าง (pH-cycling) เพื่อจำลองสภาวะในช่องปาก โดยแช่ในสารละลายที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อ 1 ชิ้นฟันตัวอย่างเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร แخذชิ้นฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมชนิดไม่มีฟลูออไรด์ปราศจากเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อ 1 ชิ้นฟันตัวอย่างเป็นเวลา 20 ชั่วโมงแล้วนำมาล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร แخذสลับเป็นจำนวนทั้งหมด 5 รอบ

นำชิ้นฟันตัวอย่างที่ผ่านการจำลองสภาวะในช่องปากแล้วไปทำให้ปราศจากเชื้อด้วยแก๊สฟอर्मัลดีไฮด์ จากนั้นนำมาวัดความหนาแน่นแร่ธาตุด้วยเครื่อง micro-CT โดยวัดที่ระดับเดียวกับก่อนการทดลอง เนื่องจากชิ้นฟันตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกกำกับด้วยหมายเลขตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมชิ้นฟันตัวอย่าง (รูปที่ 1B) ดังนั้นผู้บันทึกค่าความหนาแน่นแร่ธาตุจะไม่ทราบว่าเป็นชิ้นฟันที่ได้รับการทาสารใด ค่าความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุของชิ้นฟันตัวอย่างแต่ละชิ้นภายหลังการทดลอง

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 22.0 (SPSS version 22.0 software, IBM, NY, USA) วิเคราะห์เปรียบเทียบความถ่วงความถ่วงความหนาแน่น

แร่ธาตุเฉลี่ยของชิ้นฟันก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติ Paired T-test และ Wilcoxon Signed Ranks test ตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบร้อยละการเปลี่ยนแปลงความถ่วงความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ one-way ANOVA และเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสถิติ Games-Howell Post Hoc test โดยการทดสอบทางสถิติทั้งหมดกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

จากการเปรียบเทียบความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม พบว่าทั้ง 3 กลุ่มมีความถ่วงความถ่วงความถ่วงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p = 0.980$ และ 0.669 ตามลำดับ) (ตารางที่ 1 และ 2)

Table 1 Mean lesion depth of specimens at baseline, post treatment and mean percent lesion depth change (mean $\pm$ SD)

Groups	Mean lesion depth (μm) (mean $\pm$ SD)		p -value [†]	Mean %LD change (mean $\pm$ SD)	p -value ^{††}
	Baseline	Post-test			
SDF (Thai product)	1,052.5 $\pm$ 374.5	914.6 $\pm$ 337.4	0.079	-10.1 $\pm$ 19.7	0.533
Saforide [®]	1,085.0 $\pm$ 374.3	1,007.5 $\pm$ 399.4	0.088	-7.8 $\pm$ 12.9	
Control	1,069.8 $\pm$ 341.2	1,042.9 $\pm$ 367.5	0.495	-2.7 $\pm$ 10.5	

[†] Paired T-test

^{††} one-way ANOVA

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยของชิ้นฟันตัวอย่างก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Table 2 Mean mineral density of the lesions at baseline, post treatment and mean percent mineral density change (mean $\pm$ SD)

Groups	Mean lesion depth (μm) (mean $\pm$ SD)		p -value [†]	Mean %LD change (mean $\pm$ SD)	p -value ^{††}
	Baseline	Post-test			
SDF (Thai product)	666.9 $\pm$ 123.3	914.2 $\pm$ 125.0	0.005	38.9 $\pm$ 18.1 ^A	< 0.001
Saforide [®]	609.7 $\pm$ 138.2	945.6 $\pm$ 131.4	0.005	60.2 $\pm$ 30.6 ^A	
Control	642.3 $\pm$ 161.6	663.4 $\pm$ 132.6	0.241	4.5 $\pm$ 7.6 ^B	

[†] Wilcoxon Signed Ranks test

^{††} one-way ANOVA

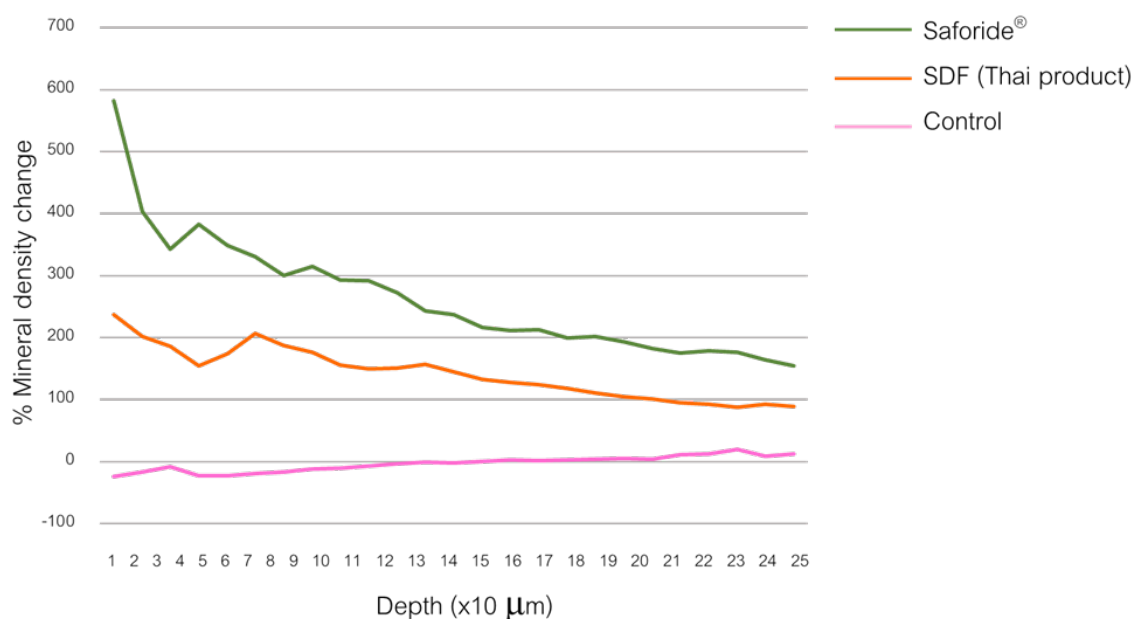
Difference in superscript capital letters in column indicated statistically significant differences among groups (one-way ANOVA and Games-Howell Post Hoc test, $p < 0.001$)

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความลึกรอยผุเฉลี่ยและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มพบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีความลึกรอยผุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) กลุ่มที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่มมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2)

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบร้อยละการเปลี่ยนแปลงความลึก รอยผุเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ one-way ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($p=0.533$) (ตารางที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ เปรียบเทียบร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ one-way ANOVA พบว่ามีความแตกต่าง ระหว่างกลุ่ม ($p < 0.001$) และความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน จึงเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสถิติ Games-Howell Post Hoc test

พบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น แร่ธาตุเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีร้อยละ การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.018$) (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ เฉลี่ยในรอยผุที่ระดับความลึกรอยผุ 250 ไมโครเมตรแรกของชั้นฟัน ตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม พบว่าในกลุ่มที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีน ฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่มมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ เฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมากในบริเวณชั้นนอกของรอยผุและค่อย ๆ ลดลง เมื่อเข้าใกล้เนื้อฟันปกติ โดยในแต่ละระดับความลึกรอยผุ พบว่ากลุ่มที่ ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่มมีร้อยละการเปลี่ยนแปลง ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ลักษณะร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยที่ระดับความลึก 250 ไมโครเมตรแรกของรอยผุ
Figure 3 Pattern of mean percent mineral density change at the first 250 μm of the lesions

บทวิจารณ์

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยกับซิลเวอร์ไดเอมีน ฟลูออไรด์ที่ผลิตในต่างประเทศ โดยใช้ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 38 ที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่นคือ Saforide® เป็นสาร ละลายมาตรฐาน เนื่องจากมีหลายการศึกษาพบว่ามีประสิทธิภาพ

ในการหยุดยั้งรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันน้ำนม^{11,18,19} ส่วนสารละลายซิลเวอร์ ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการ ผลิตตามสิทธิบัตรของ Yamaga และ Yokomizo ในปี ค.ศ.1971¹² ซึ่งได้เสนอวิธีการเตรียมสารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์หลายวิธี เช่น การปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายโดยใช้แก๊สแอมโมเนีย

การเตรียมสารละลายจากซิลเวอร์ไนเตรตและเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ตามคาร์บอนเนต เนื่องด้วยวิธีการผสมส่วนผงและส่วนเหลวเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีผสมส่วนผงได้แก่ แอมโมเนียมฟลูออไรด์และซิลเวอร์ออกไซด์กับส่วนเหลวคือน้ำกลั่น และเติมแอมโมเนียเพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย อย่างไรก็ตามหากใช้วิธีการผสมแบบอื่น ๆ อาจให้ประสิทธิภาพที่แตกต่างออกไป

ความคงตัว เป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญของสารละลาย ในอดีตมีการใช้สารละลายซิลเวอร์ฟลูออไรด์ในทางทันตกรรม ซึ่งมีข้อเสียคือไม่เสถียร การเติมแอมโมเนียในสารละลายดังกล่าวทำให้สารละลายมีความเสถียรและเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากหมู่แอมมีน ($-NH_2$) จากแอมโมเนียจะจับกับซิลเวอร์ไอออน ได้อิออนเชิงซ้อนเรียกว่า ไดเอมีนซิลเวอร์ไอออน ($[Ag(NH_3)_2]^+$) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้¹³ จึงทำให้ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์มีความคงตัวและยังมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8-10^{13,14} จากการวัดปริมาณซิลเวอร์และฟลูออไรด์ของสารละลายที่ผลิตในประเทศไทยโดยใช้สารละลายละลายขวดเดิมที่มีการเปิดใช้ในการทดลองแล้ว พบว่ามีความเข้มข้นที่คงตัวของซิลเวอร์ไอออนและฟลูออไรด์ไอออน เมื่อวัดภายหลังการผลิตเป็นเวลา 2 ปี โดยสารละลายที่ผสมแล้วจะถูกเก็บในขวดพลาสติกขุน และเก็บในภาชนะที่บดแสงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามควรมีการติดตามความคงตัวของสารละลายที่ระยะเวลาานมากขึ้น

ในขั้นตอนการเตรียมสารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ครั้งนี้ พบปัญหาคือผงซิลเวอร์ออกไซด์ไม่สามารถละลายได้ทั้งหมด และหลงเหลือตะกอนค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นของซิลเวอร์น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด อาจส่งผลต่อการแทรกซึมของซิลเวอร์เข้าสู่เนื้อเยื่อแข็งและจับกับฟอสเฟต ส่งผลให้รอยผุในชั้นฟันตัวอย่างที่ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเพิ่มขึ้นหลังการทดลองน้อยกว่ากลุ่ม Safordite[®] หากจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการที่ทำให้ซิลเวอร์ออกไซด์สามารถละลายได้มากขึ้น เช่น เพิ่มอุณหภูมิขณะผสมสารละลายเพิ่มระยะเวลาในการผสมสารละลาย เตรียมสารละลายด้วยวิธีการอื่น ๆ รวมถึงการใช้ซิลเวอร์นาโน²⁰

ในการเตรียมสารละลายที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ โดยใช้เชื้อแบคทีเรียสำหรับการศึกษาครั้งนี้ เลือกใช้เชื้อแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ คือ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) และแลคโตบาซิลลัส เคซิไอ (*Lactobacillus casei*) ซึ่งเป็นเชื้อที่พบในรอยผุชั้นเนื้อฟัน²¹ เตรียมสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.3 ± 0.2 ซึ่งต่ำกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างวิกฤติของเนื้อฟันคือ 6.7²² และไม่กำจัด

รอยผุของชั้นฟันตัวอย่างออก เนื่องจากการกำจัดรอยผุออกก่อนหรือไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการหุดยั้งรอยผุของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์¹⁸ การทาสารทำโดยใช้พู่กันขนาดเล็กทาโดยถูเบา ๆ (rubbing) บนรอยผุเป็นเวลา 3 นาที ตามคำแนะนำของ Yamaga และคณะ⁷

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุหลังการทดลองระหว่างกลุ่มในการศึกษานี้ เลือกใช้ค่าร้อยละของความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุที่เปลี่ยนแปลงหลังการทดลองในการเปรียบเทียบ เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาในฟันน้ำนมที่มีรอยผุตามธรรมชาติชั้นเนื้อฟัน ซึ่งชั้นฟันตัวอย่างแต่ละชั้นมีความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุเริ่มต้นแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้มีการควบคุมให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความลึกรอยผุเฉลี่ยและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยเริ่มต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ปัจจัยทั้งความลึกรอยผุและความหนาแน่นแร่ธาตุเริ่มต้นในการจัดกลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 2)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความลึกรอยผุเฉลี่ยหลังการทดลองของชั้นฟันตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Zander และคณะ²³ ที่ศึกษาประสิทธิภาพของฟลูออไรด์เฉพาะที่ในการป้องกันฟันผุชั้นเนื้อฟัน โดยพบว่าชั้นฟันตัวอย่างที่ทาฟลูออไรด์เฉพาะที่คือฟลูออไรด์วานิชความเข้มข้นร้อยละ 5 ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 และทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีความลึกรอยผุหลังการทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การทดลองดังกล่าวเป็นการใช้ชั้นฟันจากวัวและทำในชั้นเนื้อฟันปกติ (sound dentine) ในขณะที่การทดลองครั้งนี้ใช้ชั้นฟันจากฟันน้ำนมของมนุษย์ที่มีรอยผุตามธรรมชาติชั้นเนื้อฟัน

เมื่อศึกษาลักษณะการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุในแต่ละระดับความลึกรอยผุพบว่า บริเวณชั้นนอกของรอยผุมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเพิ่มขึ้นมาก จากนั้นร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุจะลดลงเมื่อเริ่มเข้าใกล้เนื้อฟันปกติ (รูปที่ 3) การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุในรอยผุภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์นี้สามารถอธิบายคือ เมื่อซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์สัมผัสกับรอยผุชั้นเนื้อฟันจะทำปฏิกิริยากับเนื้อฟันได้ผลิตภัณฑ์คือ แคลเซียมฟลูออไรด์ ซิลเวอร์ฟอสเฟตและซิลเวอร์โปรตีน ซึ่งไม่ละลายน้ำและตกตะกอนปกคลุมบนชั้นนอกของเนื้อฟัน เป็นการลดการสูญเสียแคลเซียมและฟอสเฟตออกจากรอยผุ รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสร้างเนื้อฟันที่พอกพูนด้วยแคลเซียมหรือเนื้อฟันแข็งกระด้าง (calcified or sclerotic dentine)²⁴ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุบริเวณชั้นนอกของรอยผุยังสัมพันธ์กับความแข็งผิวของรอยผุที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย²⁵

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mei และคณะ²⁶ ที่พบว่า เมื่อตรวจฟันน้ำนมที่มีรอยผุชั้นเนื้อฟันซึ่งได้รับการทาซิลเวอร์

ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 และมีการหยุดยั้งของรอยผุแล้วด้วยเครื่อง micro-CT จะพบแถบที่บ่งชี้ถึง 150 ไมครอน จากผิวนอกของรอยผุ รวมทั้งพบแคลเซียมและฟอสเฟตหนาแน่นมากกว่าด้านในของรอยผุ การศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Zhi และคณะ¹⁶ ที่พบการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นแร่ธาตุในรอยผุจำลองชั้นเนื้อฟันร้อยละ 63 โดยเฉลี่ย ภายหลังได้รับการทาซิลเวอร์ฟลูออไรด์และผ่านกระบวนการคืนแร่ธาตุ อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยผุชั้นเนื้อฟันที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยผุชั้นเนื้อฟันจากการศึกษาของ Zhi และคณะ อธิบายได้คือการศึกษาในครั้งนี้ใช้ชั้นฟันตัวอย่างจากฟันกรามน้ำนม ในขณะที่การศึกษาของ Zhi และคณะ ใช้ชั้นฟันตัวอย่างจากฟันกรามน้อยแท้ ซึ่งพบว่าฟันน้ำนมจะมีความหนาแน่นแร่ธาตุน้อยกว่าฟันแท้ทั้งในชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟัน²⁷ รวมทั้งการศึกษาของ Zhi และคณะ ใช้รอยผุจำลองซึ่งสามารถควบคุมความหนาแน่นแร่ธาตุในรอยผุได้ดีกว่ารอยผุตามธรรมชาติ ทั้งการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุในรอยผุซึ่งอ่านได้จากเครื่อง micro-CT นั้นอาจเป็นผลรวมทั้งจากการสร้างเนื้อฟันที่พอกพูนด้วยแคลเซียมและการตกตะกอนของซิลเวอร์ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดของแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นในรอยผุต่อไป

บทสรุป

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการครั้งนี้สรุปผลได้ว่า ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่ผลิตในประเทศไทยและซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 ที่ผลิตในต่างประเทศและมีจำหน่ายในห้องคลาสิคมีประสิทธิภาพในการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันของฟันน้ำนมใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย กลุ่มงานทันตกรรมโรงพยาบาลเชียงคาน ในการจัดหาฟันตัวอย่างเพื่อใช้ในงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนคณาจารย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. The 8th National Oral Health Report. In: Bureau of Dental Health. Department of Health, Ministry of Public Health, editor. 2017 (2018).
2. The 7th National Oral Health Report. In: Bureau of Dental Health. Department of Health, Ministry of Public Health, editor. 2012.
3. Acs G, Shulman R, Ng MW, Chussid S. The effect of dental rehabilitation on the body weight of children with early childhood caries. *Pediatr Dent* 1999;21(2):109-13.
4. Ayhan H, Suskan E, Yildirim S. The effect of nursing or rampant caries on height, body weight and head circumference. *J Clin Pediatr Dent* 1996;20(3):209-12.
5. Greenwell AL, Johnsen D, DiSantis TA, Gerstenmaier J, Limbert N. Longitudinal evaluation of caries patterns from the primary to the mixed dentition. *Pediatr Dent* 1990;12(5):278-82.
6. Schwendicke F, Frencken JE, Bjorndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res* 2016;28(2):58-67.
7. Yamaga R, Nishino M, Yoshida S, Yokomizo I. Diamine Silver Fluoride and its Clinical Application. *J Osaka Univ Dent Sch* 1972;12:1-20.
8. Horst JA, Ellenikotis H, Milgrom PL. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *J Calif Dent Assoc* 2016;44(1):16-28.
9. Chu CH, Lee AH, Zheng L, Mei ML, Chan GC. Arresting rampant dental caries with silver diamine fluoride in a young teenager suffering from chronic oral graft versus host disease post-bone marrow transplantation: a case report. *BMC Res Notes* 2014;7:3.
10. Tan HP, Lo EC, Dyson JE, Luo Y, Corbet EF. A randomized trial on root caries prevention in elders. *J Dent Res* 2010;89(10):1086-90.
11. Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Different Concentration and Periodicity of Silver Diamine Fluoride. *JDR Clin Trans Res* 2016;1(2):143-152.
12. Yamaga R, Yokomizo I. Silver ammonia fluoride solution and method of its use. *United States patent* 1971; US 3567823.
13. Chu CH, Lo EC. Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. *Oral Health Prev Dent* 2008;6(4):315-21.
14. Mei ML, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Fluoride and silver concentrations of silver diamine fluoride solutions for dental use. *Int J Paediatr Dent* 2013;23(4):279-85.
15. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Lo EC, Chu CH. Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. *J Dent* 2013;41(9):809-17.
16. Zhi QH, Lo EC, Kwok AC. An in vitro study of silver and fluoride ions on remineralization of demineralized enamel and dentine. *Aust Dent J* 2013;58(1):50-6.
17. Peng JJ, Botelho MG, Matinlinna JP. Silver compounds used in dentistry for caries management: a review. *J Dent* 2012;40(7):531-41.
18. Lo EC, Chu CH, Lin HC. A community-based caries control program for pre-school children using topical fluorides: 18-month results. *J Dent Res* 2001;80(12):2071-4.
19. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002;81(11):767-70.
20. Targino AG, Flores MA, dos Santos Junior VE, de Godoy Bene

- Bezerra F, de Luna Freire H, Galembeck A, *et al.* An innovative approach to treating dental decay in children. A new anti-caries agent. *J Mater Sci Mater Med* 2014;25(8):2041-7.
21. Becker MR, Paster BJ, Leys EJ, Moeschberger ML, Kenyon SG, Galvin JL, *et al.* Molecular analysis of bacterial species associated with childhood caries. *J Clin Microbiol* 2002;40(3):1001-9.
22. Hoppenbrouwers PM, Driessens FC, Borggreven JM. The mineral solubility of human tooth roots. *Arch Oral Biol* 1987;32(5):319-22.
23. Zander V, Chan D, Sadr A. Microcomputed Tomography Evaluation of Root Dentin Caries Prevention by Topical Fluorides and Potassium Iodide. *Sensors (Basel)* 2019;19(4).pii: E874.
24. Deery C. Silver lining for caries cloud? *Evid Based Dent* 2009;10(3):68.
25. Mei ML, Li QL, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. *Ann Clin Microbiol Antimicrob* 2013;12:4.
26. Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo EC, Li QL, Chu CH. An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. *J Dent* 2014;42(4):395-402.
27. Hayashi-Sakai S, Sakamoto M, Hayashi T, Kondo T, Sugita K, Sakai J, *et al.* Evaluation of permanent and primary enamel and dentin mineral density using micro-computed tomography. *Oral Radiol* 2019;35(1):29-34.

Originals Article

Effect of Vitamin C Suspension on Micro Tensile Bond Strength of Non-vital Bleached Dentin to Resin Composite Restoration

Boondarick Niyatiwatchanchai¹, Chaiwat Maneenut ¹

¹Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of vitamin C suspension prepared from vitamin C tablets on micro tensile bond strength of bleached dentin to resin composite. Thirty human premolars were used. Cavities with a width and height of 3 mm and 4 mm depth were prepared. The teeth were then divided into 3 groups. Group 1 (control) consisted of premolars which are restored with resin composite without bleaching. Group 2 consisted of premolars bleached with 35 % hydrogen peroxide, irrigated with 10 % Vitamin C suspension prepared from vitamin C tablets for 10 minutes and then restored with resin composite. Group 3 consisted of premolars bleached with 35% hydrogen peroxide, then restored with resin composite immediately. After restoration, the samples were sectioned and micro tensile bond strength tests were performed with a universal testing machine. The data were analyzed by one-way ANOVA and Tukey's statistics test at 5 % significance level. Bond strength in each group were statistically different. Group 1 presented the highest bond strength value, followed by group 2 and group 3 consecutively. 10 % vitamin C suspension affected the micro tensile bond strength of non-vital bleached dentin to resin composite by increasing the bond strength. However, the bond strength value was still lower than the unbleached group.

Keywords: Antioxidant, Bleaching, Bond strength, Micro tensile, Vitamin C

Received Date: May 1, 2020

Revised Date: May 18, 2020

Accepted Date: May 28, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.29

Correspondence to:

Boondarick Niyatiwatchanchai, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri Dunant Road, Pathum Wan, Bangkok 10330, Thailand. Tel: 0-2218-8795, 0934156354 E-mail: Boondarick.n@gmail.com

Introduction

Non-vital tooth bleaching is a procedure commonly performed to treat discolored teeth after root canal treatment.¹ After the bleaching procedures, subsequent restoration of the endodontic access with resin composite is needed. Some studies have been reported that the

bond strength of resin composite to tooth structures are adversely affected when restored immediately after bleaching procedures.²⁻⁵ Some researchers have postulated that residual oxygen from bleaching procedures caused a decrease in bond strength.^{2,6} It has also been proposed

that decrease in bond strength may be caused by changes in tooth structures after bleaching.⁷⁻¹⁰ The drop in bond strength may lead to failure of restoration in the future.

However, the decrease of bond strength is not permanent. It has been reported that bond strength may return to normal value after a delay of 1-2 weeks prior to restoration.^{11,12} Some researchers also suggested the use of antioxidant such as sodium ascorbate (SA), a potent antioxidant, to help reverse the negative effects of bleaching agents on the bond strength.^{11,13-15} Most of the studies have used 10 % SA in a form of solution or gel, and both are effective. Unfortunately, these procedures do not gain so much popularity due to limited accessibility of sodium ascorbate and technically complex preparation methods. Vitamin C or ascorbic acid could be considered as a good alternative of sodium ascorbate. It is also a potent antioxidant available in many forms, commercially available, and it has a long shelf-life. In previous studies, vitamin C was not commonly used due to the concerns regarding the acidity which could potentially damage the mineralized tooth structures. The effect was considered detrimental to bonding procedures. It was noted that the pH of sodium ascorbate was approximately 7.⁷ However, the pH of ascorbic acid was approximately or below 4.⁴ Recently, vitamin C tablets now claimed to have higher pH than before. This may be utilized as an alternative substance of sodium ascorbate.

Regarding the statement mentioned above, the purpose of this study was to evaluate the effects of vitamin C suspension on micro tensile bond strength of non-vital bleached dentin to resin composite.

Material and methods

Thirty previously extracted human upper first premolars were collected. The teeth were cleaned and

inspected for signs cracks, decay, and restoration. Only premolars with sound tooth structures were included in the experiment. The selected teeth were stored in 0.1 % thymol solution at 37 degree Celsius for 1 week, followed by storage in distilled water at 37 degrees Celsius no more than 6 months until the testing procedures commenced. The teeth were mounted on an acrylic resin block and randomly assigned into 3 groups of 10 teeth:

Group 1: Restored without bleaching

Group 2: Bleached with 35% hydrogen peroxide for 4 days, removed bleaching agent then treated with 10% vitamin C suspension, and finally bonded and restored immediately.

Group 3: Bleached with 35% hydrogen peroxide for 4 days, removed bleaching agent then bonded and restored immediately.

The occlusal one third of the teeth were removed using low speed cutting machine with diamond blade (Isomet 1000, Buchler, USA) to obtain dentin surface. The occlusal surface was polished with 150 and 600 - grit silicon carbide paper to create smooth and flat surface perpendicular with base of the block by mean of polishing machine (NANO 2000, Pace technologies, USA).

Cavities simulating the access opening were created by automatic drilling machine (CNC, Former A11, IMT, Thailand) with width and height of 3 mm and 4 mm depth, using cylindrical diamond burs. To ensure the efficiency of the cylindrical diamond bur, the bur was changed after the preparation of every two teeth. Pulp tissue was removed with a barbed broach and spoon excavator. Cavities were clean with air-water spray for 15 seconds. The floor of the cavity was based with resin modified glass ionomer cement (Vitrebond, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) to create a flat surface (Fig. 1).

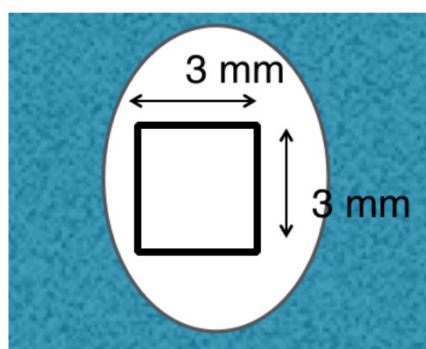
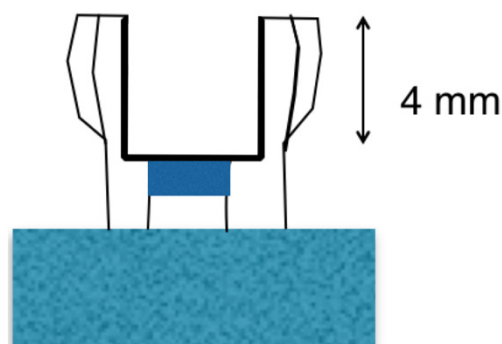


Figure 1 Illustration of cavity preparation



The following protocol was used for the specimens of group 1. The cavity was treated with 37 % phosphoric acid for 15 seconds, then rinsed, and moist-dried. Primer (Optibond FL, Kerr, Orange, CA, USA) was then applied for 15 seconds with micro brush (Microbrush, Kerr, Orange, CA, USA) and gently air-blew for 10 seconds to evaporate the solvent. Resin adhesive was applied for 10 second using micro brush then cured with LED light curing machine (Demi LED light curing system, Kerr, Orange, CA, USA) for 20 seconds. Resin composite with an A3 shade (Premise; Kerr, Orange, CA, USA) was then applied at a 2 mm increment per layer before being light cured for 40 seconds.

For group 2, 35 % hydrogen peroxide (Opalescence ENDO; Ultradent Products, South Jordan, UT, USA) was applied to the cavities. The occlusal surfaces of the teeth were then covered with plastic wrap. The teeth were stored in a closed container with 100 % humidity at 37 degree Celsius for 4 days. After the completion of 4-days bleaching process, the teeth were washed with air-water spray for 60 seconds. Ten percents of vitamin C suspension was prepared by dissolving 1 vitamin C tablet which contained 500 mg of ascorbic acid and sodium ascorbate (Hicee, Takeda Pharmaceutical, Takeda, Tokyo, Japan) into 5 ml of 37 degree Celsius distilled water (Figure 2). The cavities were subsequently irrigated with 10 % vitamin C suspension for 10 minutes with a syringe and then agitated gently with micro brush. Following that, the cavities were irrigated with 37 degree Celsius distilled water for 30 seconds, air dried, then restored with resin composite following the previous protocol mentioned in group 1.



Figure 2 Vitamin C suspension after preparation

The sample preparation for group 3 followed the same bleaching protocol as mentioned earlier. The cavities were restored with resin composite immediately following the same protocol as groups 1 and 2.

After the restoration in all groups were completed, the teeth were stored for 24 hours in a closed container with 100 % humidity at 37 degrees Celsius, and then serially sectioned into 1-mm thick vertical slabs with the water-cooled diamond blade. The specimens were then rotated at 90 degrees and sectioned again to obtain a rectangular dentin-composite stick with approximately 1 mm² cross sectional area. Four dentin-composite sticks were obtained from each tooth. The specimens were then attached to the micro tensile tester (EZ-S, Shimadzu, Japan) by using cyanoacrylate glue (Cyanoacrylate glue: model repair II Blue, Densply, Japan). The specimens were then subjected to tensile force at crosshead speed of 1mm/min. The micro tensile bond strength values were expressed in megapascal (MPa) based on the following

calculation: force magnitude at which debonded occurred (N) divided by the dentin-composite specimen interface area (mm²).

The mode of failures of the specimens were inspected by the use of stereomicroscope at 40x magnification. Mode of failures were classified into the 4 categories:

1. Adhesive failure: the fracture occurred at the interface between dentin and adhesive for more than 70 %.
2. Cohesive in dentin: the fracture occurred in the dentin for more than 70 %.
3. Cohesive in resin composite: the fracture occurred in the resin composite more than 70 %.
4. Mixed failure: a mixed fracture within each structure more than 30 %.

Results

Micro tensile bond strength

The micro tensile bond strength from each group are presented in table 1. Statistical analysis was performed with SPSS Statistics v21.0 (IBM, Armonk, NY)

using One-way ANOVA test revealed that group 1 (No bleaching) showed significantly highest micro tensile bond strength, followed by group 2, and group 3 respectively. Though bleaching decreased the micro tensile bond strength, 10 % Vitamin C suspension treatment significantly improved bond strength. However, the bond strength was not equal to non-bleached dentin.

Table 1 Micro tensile bond strength mean and standard deviation values

Groups (N=40/group)	Mean $\pm$ SD (MPa)
Group 1 : No bleaching	36.417 $\pm$ 3.943 ^a
Group 2 : Bleaching + Vitamin C	31.756 $\pm$ 4.961 ^b
Group 3 : Bleaching no vitamin C	24.468 $\pm$ 5.189 ^c

*Value with difference letter are significantly different from each other ($p < 0.05$)

Mode of failure

Mode of failure from each group are presented in figure 3. The most common failure mode was adhesives failure followed by cohesive failures in dentin.

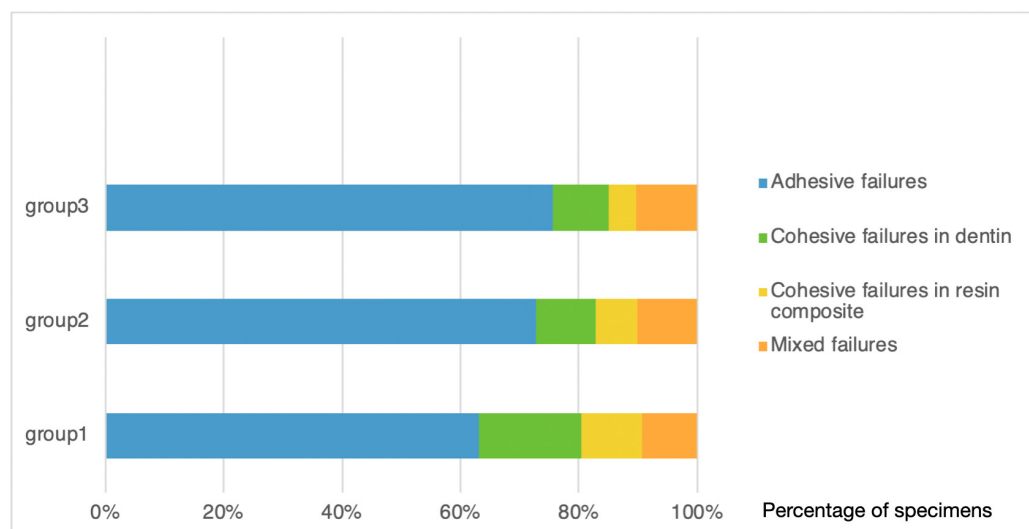


Figure 3 Percentage of specimens per group for each failure mode

Discussion

The result of this study revealed that non-vital bleaching affected the micro tensile bond strength of dentin and resin composite by decreasing the bond strength. Titley *et al*, evaluated the scanning electron microscope (SEM) images of interfaces between resin and bleached enamel and observed fragmented and poorly refined resin tags that penetrated to a lesser depth when compared with unbleached controls. Also resin-bleached enamel interface was granular and porous with a bubbled appearance due to the entrapment of peroxide ions into the bleached enamel.⁶ Some researchers found that changes in organic substance, loss of calcium, and a decrease in microhardness of tooth structure may contribute this effect.⁷⁻⁹ These could possibly explain the lowest micro tensile bond strength obtained from group 3.

If reduction of bond strength in bleached tooth is a result of the oxidant action of the bleaching agent, it could theoretically be reversed by the application of an antioxidant. In this study the use of 10 % vitamin C suspension could reverse the negative effects of bleaching on bond strength of dentin and resin composite. This may due to the antioxidant capacity of vitamin C. This is consistent with previous studies that have used antioxidant to enhance the bond strength of resin composite and tooth structure. Turkun and Kaya demonstrated that the use of an antioxidant agent could provide normal values in shear bond tests. After the tooth was bleached by carbamide peroxide.¹⁶ Kimyai and Valizadeh evaluated the use of hydrogel and sodium ascorbate solution and found no difference of the efficacy between hydrogel and solution formulation.¹² This study prepared the 10 % vitamin C suspension by dissolving a vitamin C tablet that contain 500 mg of ascorbic acid and sodium ascorbate with 5 ml distilled water. Most of studies had used 10 % sodium ascorbate according to a study by Dabas which recommended the concentration of 10 % sodium ascorbate, since there was no significant difference in the bond strength of bleached tooth structure and resin composite after using of 10 % and 35 % sodium ascorbate.⁴

However, micro tensile bond strength of the group treated with vitamin C suspension was still lower than non-bleached group. This is consistent with a study of Hansen and colleagues who found that micro tensile bond strength of non vital bleached dentin treated with 35 % sodium ascorbate was lower than non bleached dentin¹⁷, but other researchers were contradictory. Turkun and colleagues which found that the shear bond strength of the non-bleached enamel was higher than bleached enamel treated with 10 % sodium ascorbate.¹⁸ Kunt demonstrated the use of an anti-oxidant agent or immersion in saliva could provide normal values in shear tests when compare bleached tooth to non-bleached tooth.¹⁹ The cause of the difference in each studies may come from several factors including the quality of the tooth structure, the specimens' storage protocol, adhesive technique, and bond strength testing method. Lai and colleagues had also recommended to soak the specimen treated with sodium ascorbate in distilled water for ten minutes before testing bond strength to dissolve the crystal formed by sodium ascorbate as observed through the SEM.¹³ This study rinsed the specimen with distilled water for 30 seconds using syringe. This may be another reason the bond strength of the Vitamin C group lower than non-bleached group. In this study, 10 % vitamin C suspension prepared from Vitamin C tablets was also used. The concentration of antioxidant and purity of the substance may affect the antioxidant properties of the suspension.

Most of the specimen of three groups demonstrated adhesive failure. This may due to the benefit of micro tensile testing that the stress is concentrated at the interface of the specimen and the force is perpendicular to the interface. The fracture usually begins at the weakest point.^{20,21} This result correlated with Lai *et al*, which also found that most of the failures were adhesive failures.¹³ However, group 1 demonstrated more cohesive failures than the other groups. This may be inferred that group 1 demonstrated the highest bond strength, which may

more than the cohesive strength of dentin and resin composite, resulting in cohesive fracture within substrate. The SEM would be more beneficial to analyze the structures of the bond interfaces, such as the change in tooth structures or the character of the hybrid layer. Viera and colleagues found that fracture occurred within the hybrid layer and adhesive in tooth specimen bleached with hydrogen peroxide. The study also found the rhomboidal crystals in group treated sodium ascorbate which may affect the bonds strength to adhesive.⁵

Sodium ascorbate is an antioxidant with low toxicity and commonly use in food industry. However, sodium ascorbate is not commercially available, unlike vitamin C. Some researchers were concerned about the acidity of the ascorbic acid in vitamin C tablet which may cause the demineralization of tooth structures.¹⁴⁻¹⁵ The pH of sodium ascorbate is around 7, while ascorbic acid is around 4.^{14,22} However nowadays, there are vitamin C tablets which the manufactures claimed to be less acidic since a salt form of ascorbic acid was used. In this study the pH of vitamin C suspension prepared by vitamin C tablet was 6.27 which may not be detrimental to the mineralized tooth structures.

The limitations of this study include limited sample of vitamin C tablet used, since only 1 brand was tested. This may not be sufficient to represent all commercially available vitamin C tablets. More studies could be conducted to discuss the effects of vitamin C concentration and the application time of vitamin C suspension to the bleached dentin for clinical benefits in the near future.

Conclusion

Within the limitations of this study, it could be concluded that non-vital tooth bleaching affected the micro tensile bond strength between dentin and resin composite. The bond strength was reduced significantly compared to non-bleached dentin. The use of 10 % vitamin C suspension prepared from vitamin C tablets significantly improved the bond strength of bleached

dentin, though the bond strength was lower than the non-bleached dentin. Vitamin C suspension may serve as an alternative of sodium ascorbate to treat non-vital bleached dentin prior to restoring with resin composite immediately

Reference

1. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008;34(4):394-407
2. Cavalli V, Giannini M, Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dent Mater* 2004;20(8):733-739
3. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001;26:597-602
4. Dabas D, Patil AC, Uppin VM. Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *J Conserv Dent* 2011;14(4):356-60.
5. Vieira C, Silva-Sousa YT, Pessarello NM, Rached-Junior FA, Souza-Gabriel AE. Effect of high-concentrated bleaching agents on the bond strength at dentin/resin interface and flexural strength of dentin. *Braz Dent J* 2012;23(1):28-35.
6. Tittley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991;17(2):72-5.
7. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent* 2007;35:889-896
8. Bastig RT, Rodrigues AL Jr, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent* 2005;30(5):608-16.
9. Zanolli J, Marques A, da Costa DC, de Souza AS, Coutinho M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Aust Dent J*. 2017;62(3):276-282
10. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel *in situ*. *Quintessence Int* 2011;42(5):407-12.
11. Kaya AD, Turkun M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent* 2003;28(6):825-9.
12. Kimyai S, Oskoe SS, Rafighi A, Valizadeh H, Ajami AA, Helali ZN. Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: an *in vitro* study. *Indian J Dent Res* 2010;21(1):54-8.

13. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, *et al.* Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res* 2001;80(10):1919-24.
14. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, *et al.* Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002;81(7):477-81.
15. Kaya AD, Turkun M, Arici M. Reversal of compromised bonding in bleached enamel using antioxidant gel. *Oper Dent* 2008;33(4):441-7.
16. Turkun M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2004;31(12):1184-91.
17. Hansen JR, Frick KJ, Walker MP. Effect of 35% sodium ascorbate treatment on microtensile bond strength after nonvital bleaching. *J Endod* 2014;40(10):1668-70.
18. Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(2):266-72.
19. Kunt GE, Yilmaz N, Sen S, Dede DO. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand* 2011;69(5):287-91.
20. Durmuşlar S, Ölmez A. Microtensile Bond Strength and Failure Modes of Flowable Composites on Primary Dentin with Application of Different Adhesive Strategies. *Contemp Cli Dent* 2017;8(3):373-379.
21. Hipólito V, Alonso R, Carrilho MR, Nettol CA, Sinhoretill MA, Goesll MF. Microtensile bond strength test and failure analysis to assess bonding characteristics of different adhesion approaches to ground versus unground enamel. *Braz Dent J* 2011;22(2):122-128.
22. Freire A, Souza EM, de Menezes Caldas DB, Rosa EA, Bordin CF, de Carvalho RM, *et al.* Reaction kinetics of sodium ascorbate and dental bleaching gel. *J Dent* 2009;37(12):932-6.

อิทธิพลของคลองรากฟันโค้งต่อประสิทธิภาพของการรักษาคคลองรากฟันซ้ำในฟันที่อุดคลองรากฟันด้วยไบโอเซรามิกซีลเลอร์

Influence of Curved Root Canal on Retreatment Efficacy of Bioceramic Sealer

เกษมสันต์ สุจริตวานิช¹, ปิยาณี พาณิชย์วิสัย¹

Kasemsun Sujaritwanit¹, Piyanee Panitvisai¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของความโค้งต่อประสิทธิภาพของการรักษาคคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันที่อุดด้วยไบโอเซรามิกซีลเลอร์ ฟันกรามล่างแท้ 30 ซี่ ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ ฟันที่มีความโค้งมาก และฟันที่มีความโค้งน้อย อุดคลองรากฟันทั้งหมดด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส เทคนิคแมทช์เทปเปอร์ซิงเกิลโคน หลังจากอุดคลองรากฟันไป 2 สัปดาห์ ทำการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีชนิดหมุนด้วยเครื่อง ร่วมกับ แพสซีฟ อัลตราโซนิคส์ อิริเกชัน ประเมินประสิทธิภาพของการรักษาคคลองรากฟันซ้ำด้วยการกลับมีพาเทนซี เวลา และอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือ เปรียบเทียบการกลับมีพาเทนซีด้วยการทดสอบไคสแควร์ เปรียบเทียบเวลาในการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ และอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือด้วยการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า การกลับมีพาเทนซี เวลาที่ใช้ และอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่คงเหลือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มคลองรากฟันโค้งมากและคลองรากฟันโค้งน้อย ฟันคลองรากฟันโค้งมากที่อุดคลองรากฟันด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอสให้ประสิทธิภาพของการรักษาคคลองรากฟันซ้ำไม่แตกต่างกับฟันคลองรากฟันโค้งน้อยที่อุดคลองรากฟันด้วยซีลเลอร์ไบโอรูท อาร์ซีเอส

คำสำคัญ: การรักษาคคลองรากฟันซ้ำ, คลองรากฟันโค้ง, เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร, ไบโอเซรามิกซีลเลอร์

Abstract

This study evaluated the influence of a curved root canal on the retreatment efficacy of root canals sealed with a bioceramic sealer. Thirty mandibular molars were divided into two groups of severely-curved canals and slightly-curved canals. Root canals were filled with BioRoot RCS and matched-taper single-cone technique. Two weeks after root canal obturation, retreatment was performed with WaveOne Gold Primary with passive ultrasonic irrigation. The retreatment efficacy was evaluated by regaining canal patency, retreatment time, and percentage of residual filling material. Regaining canal patency was compared with the Chi-square test. Retreatment time and percentage of residual filling material were compared using independent sample *t*-test at the 0.05 confidence level. The regaining canal patency, retreatment time and percentage of residual filling material were not significantly different between severely-curved canal group and slightly-curved canal group. Severely-curved canal filled with BioRoot RCS showed no significant difference in retreatment efficacy from slightly-curved canal filled with BioRoot RCS.

Keywords: Retreatment, Curved root canal, MicroCT, Bioceramic sealer

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ปิยาณี พานิขยวิสัย, ภาควิชาทันตกรรมทันตการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทร: 02-2188795 โทรสาร: 02-218-8795 อีเมล: ppiyanee@chula.ac.th

Correspondence to:

Piyanee Panitvisai, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri Dunant Road, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand. Tel: 02-218-8795 Fax: 02-218-8795 e-mail: ppiyanee@chula.ac.th

แหล่งทุน

ทุนสนับสนุนงานวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2561

บทนำ

รอยโรคที่เกิดหลังการรักษาคลองรากฟันเกิดได้จากหลายสาเหตุ¹ เมื่อติดตามผลในระยะยาวการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวิธีอุดรักษให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวัสดุกรรม² การรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวิธีอุดรักษจำเป็นต้องกำจัดซิลเลอร์ในคลองรากฟันออกทั้งหมดเพื่อให้สามารถทำความสะอาดคลองรากฟันจนถึงรูปลายรากฟัน (apical foramen)^{3,4} ไบโอรูท อาร์ซีเอส (BioRoot RCS, Septodont, Saint Maur des Fosses, France) เป็นซิลเลอร์ชนิดเคลเซียมซิลิเกตถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.2015⁵ มีคุณสมบัติที่เหนือกว่าอีพอกซีเรซินซิลเลอร์ (epoxy-resin sealer) ที่ใช้ในปัจจุบัน ในแง่ของเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวที่เร็วกว่า สามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ และสามารถปลดปล่อยแคลเซียมไฮดรอกไซด์โดยเมื่อทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตไอออนที่พบในของเหลวภายในท่อเนื้อฟัน (dental fluid) สามารถสร้างเป็นผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite crystal) ได้⁵⁻⁸ คุณสมบัติดังกล่าวเข้าใกล้คุณสมบัติในอุดมคติของซิลเลอร์ ในขณะที่เดียวกันก็อาจเป็นผลให้ไบโอรูท อาร์ซีเอส ถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยาก

การศึกษาก่อนหน้านี้หลายการศึกษาได้ประเมินประสิทธิภาพของการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวิธีอุดรักษในรากฟันชนิดตรงที่มีหนึ่งคลองรากฟันและอุดคลองรากด้วยไบโอเซรามิกซิลเลอร์ (Bio-ceramic sealer) ผลพบว่าไบโอเซรามิกซิลเลอร์คงเหลือในคลองรากฟัน⁹⁻¹⁵ คลองรากฟันเปี่ยงเบน (canal transportation) รูทะลุ (perforation) และเครื่องมือหัก (separated instrument) เป็นข้อผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างการรีวีสตูดจากคลองรากฟันโค้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรากฟันที่โค้งมาก^{16,17} การศึกษา¹⁶ เปรียบเทียบไฟล์เรซิพรอก บลู (Reciproc blue) และเรซิพรอก (Reciproc) ชนิดหมุนด้วยเครื่องในการรักษาคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันโค้งมากที่สุดด้วยไบโอเซรามิกซิลเลอร์ ประเมินวัสดุที่

เหลือในคลองรากฟันด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร (Micro-computed tomography, MicroCT) ผลคือไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของวัสดุที่เหลือในคลองรากฟันภายหลังการรักษาคลองรากฟันซ้ำระหว่างไฟล์ทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามยังไม่มีการประเมินผลของความโค้งคลองรากฟันต่อการรักษาคลองรากฟันซ้ำ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อประเมินอิทธิพลของคลองรากฟันโค้งต่อประสิทธิภาพของการรักษาคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันที่อุดด้วยไบโอเซรามิกซิลเลอร์ ประสิทธิภาพของการรักษาคลองรากฟันซ้ำประเมินด้วย สามตัวแปร ได้แก่ การกลับมีพาเทนซีเวลาที่ใช้ และอัตราร้อยละของวัสดุที่เหลือหลังให้การรักษาคลองรากฟันซ้ำ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (No. HREC-DCU 2018-055)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างฟันกรามล่างแท้มนุษย์ถูกเก็บในสารละลายร้อยละ 0.1 ไทโมลหลังถูกถอนออก ฟันกรามล่างแท้ 30 ซี่ ทำการถ่ายภาพรังสีในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual) และทำการวัดความโค้งของคลองรากฟัน ตามวิธีของ Schneider¹⁸ คัดเลือกฟันที่มีคลองรากฟันโค้งมาก (25-70°) และคลองรากฟันโค้งน้อย (<15°) แบ่งตัวอย่างฟันออกเป็นสองกลุ่มตามชนิดของความโค้งคลองรากฟัน กลุ่มละ 15 ซี่ ตัวอย่างฟันที่รูปลายรากฟันใหญ่กว่าไฟล์เบอร์ 20 มีวัสดุอุดในคลองรากฟัน รากฟันสลาย มีแคลซิฟิเคชัน (calcification), รากฟันผุ และมีรอยร้าวหรือแตก จะถูกคัดออก นำตัวอย่างฟันมาตัดด้วยเครื่องตัดไอโซเมต 1000 (ISOMET 1000, Buehler, USA)

ให้มีความยาวรากฟัน 10 มิลลิเมตรเท่ากันทุกซี่ จากนั้นวัดความยาวคลองรากฟันด้วย ไฟล์ชนิดเค เบอร์ 10 (K-file, SybronEndo, CA, USA) โดยใส่ไฟล์ให้เห็นที่ทางออกของรูปลายรากฟัน วัดความยาวของไฟล์ที่ตำแหน่งนั้น นำค่าที่ได้ลบออก 1 มิลลิเมตรกำหนดเป็นความยาวคลองรากฟัน

ขยายคลองรากฟันใกล้กลาง-ใกล้แก้ม (mesio-buccal root canals) ด้วยไฟล์โปรเทปเปอร์ เนค ชนิดหมุนด้วยเครื่องถึงขนาด เอ็กซ์สอง (ProTaper Next X2 rotary file, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (25/.06) หมุนด้วยความเร็ว 300 รอบ ต่อนาทีด้วยมอเตอร์เอ็กซ์-สมาท พลัส (X-Smart Plus, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ตั้งค่าระบบโปรเทปเปอร์ เนค ตามที่บริษัทกำหนด ขณะขยายคลองรากฟันล้างคลองรากฟันด้วย สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตรระหว่างการเปลี่ยนไฟล์ หลังจากขยายคลองรากฟันเสร็จ ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ตามด้วย สารละลายกรดเอทิลีน ไดเอมีน เติตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และล้างต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร¹⁹

อุดคลองรากฟันด้วยเทคนิคแมทช์เทปเปอร์ซิงเกิลโคน (matched-taper single-cone) เริ่มจากนำซิลเลอร์ไบโอรูท อาร์ซีเอส ใส่ในคลองรากฟันด้วยเลนทูโร สไปรอล (lentulo spiral) และนำ แท่งกัตาเพอร์ชาที่มีขนาดเท่ากับไฟล์โปรเทปเปอร์ เนค เอ็กซ์สอง ฉาบด้วยซิลเลอร์ก่อนอุดเข้าไปในคลองรากฟัน ตัดกัตาเพอร์ชาส่วนเกิน ด้วยเครื่องซิสเต็ม บี (System B, SybronEndo, CA, USA) เก็บตัวอย่าง ฟันที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยกระบวนการเตรียมตัวอย่างฟันกระทำโดย ผู้วิจัยคนเดียว



รูปที่ 1 ซิลเลอร์ไบโอรูท อาร์ซีเอส (Septodont, Saint Maur des Fosses, France)

Figure 1 BioRoot RCS (Septodont, Saint Maur des Fosses, France)

การรักษาคลองรากฟันซ้ำ

เริ่มทำการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีชนิดหมุนด้วยเครื่อง (WaveOne Gold Primary, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (25/.07) หมุนด้วยมอเตอร์เอ็กซ์-สมาท พลัส ตั้งค่าระบบเวฟวันโกลด์ตามบริษัทกำหนด โดยไม่ใช้ ตัวทำละลาย (solvent) กรณีที่ไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีไม่สามารถ ลงได้ถึงความยาวคลองรากฟัน ให้ใช้ไฟล์ชนิดเค เบอร์ 10 ทำทางลง ให้ถึงความยาวคลองรากฟัน ก่อนใช้ไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีอีกครั้ง กรณีที่ไม่สามารถใช้ไฟล์ชนิดเค เบอร์ 10 ลงได้ถึงความยาวคลองรากฟันเดิม ทำการเนโกเชชันคลองรากฟัน (canal negotiation) เพิ่มเติมไม่เกิน 10 ครั้ง หากยังลงไม่ถึงความยาวคลองรากฟันเดิม ให้กำหนดความ ยาวคลองรากฟันใหม่ในตำแหน่งที่ไฟล์ชนิด เค เบอร์ 10 ลงถึง แล้วจึงใช้ไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีลงถึงความยาวคลองรากฟันที่ กำหนดใหม่ จากนั้นทำการขยายคลองรากฟันส่วนปลายด้วยไฟล์ โปรเทปเปอร์ เนค เอ็กซ์สามชนิดหมุนด้วยเครื่อง (ProTaper Next X3, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (30/.07) หมุนด้วยมอเตอร์เอ็กซ์-สมาท พลัส ตั้งค่าระบบโปรเทปเปอร์ เนคตามที่บริษัทกำหนด กำหนดให้ไฟล์ชนิดหมุนด้วยเครื่อง 1 ขึ้น ใช้กับ 4 คลองรากฟัน ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ระหว่าง การเปลี่ยนไฟล์ จากนั้นใช้แพสซีฟ อัลตราโซนิคส์ อิริเกชัน (passive ultrasonic irrigation, PUI) ร่วมกับ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 โดยทำ 3 รอบ รอบละ 20 วินาที²⁰ ล้างคลอง รากฟันต่อด้วยสารละลายกรดเอทิลีน ไดเอมีน เติตระอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตรเป็นเวลา 1 นาที และ ล้างต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร¹⁹ ซับคลองรากฟันด้วยกระดาษซับรูป กรวยแหลม เหนือการรักษาคลองรากฟันซ้ำสมบูรณ์คือ ไม่พบวัสดุ อุดคลองรากฟันบนเกลียวของไฟล์โปรเทปเปอร์ เนค เอ็กซ์สาม และในน้ำยาที่ใช้ล้างคลองรากฟัน โดยกระบวนการรักษาคอง รากฟันซ้ำกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการรักษาคองรากฟันคนเดียว ร่วมกับการใช้แว่นขยายสองตา (loupes) เวลาในการรักษาคอง รากฟันซ้ำบันทึกเป็นวินาที โดยเริ่มบันทึกตั้งแต่เริ่มใช้ไฟล์เวฟวันโกลด์ ไพรมารีและสิ้นสุดเมื่อไฟล์โปรเทปเปอร์ เนค เอ็กซ์สามลงถึง ความยาวคลองรากฟัน ส่วนการกลับมีพาเทนซีประเมินโดยใช้ไฟล์ ชนิด เค เบอร์ 10

เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร

ตัวอย่างรากฟันจำนวน 30 ซี่ ถูกฝังในแบบพิมพ์ซิลิโคน ชนิดพุดดี (putty silicone jig) ก่อนการสแกนด้วยเครื่องเอกซเรย์

คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร (SCANCO MicroCT 35, Brüttisellen, Switzerland) ที่ 70 kVp และ 114 μ A โดยกำหนดความละเอียดภาพที่ระดับสูง (high resolution) และขอบเขตการมองเห็น (field of view) ที่ 20.5 μ m ภาพเอกซเรย์ถูกประมวลผลด้วยโปรแกรม SCANCO medical MicroCT โดยตัวอย่างจะถูกสแกนหลังการรักษาคลองรากฟันซ้ำเพื่อประเมินวัสดุอุดคลองรากฟันที่คงเหลือ โดยคำนวณจากค่าปริมาตรทั้งหมดที่ล้อมรอบ (total volume, TV) ลบด้วยปริมาตรของเนื้อฟันและคลองรากฟันที่ไม่มีวัสดุอุด (bone volume, BV) จะได้ปริมาตรของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือ และคำนวณเป็นอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือในแต่ละตัวอย่างรากฟัน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ความโค้งของคลองรากฟันแสดงเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม การกลับมีพาเทนซีเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ และอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่

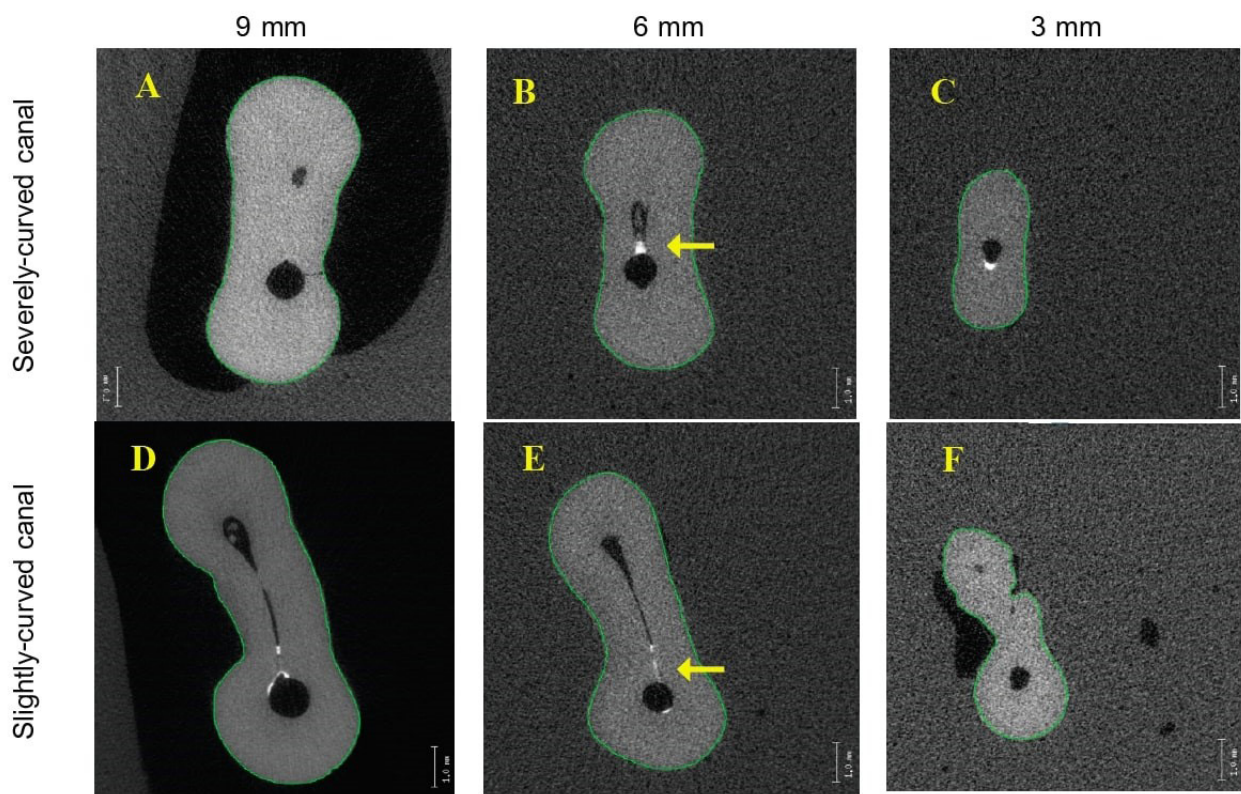
ที่เหลือด้วยการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (independent sample *t*-test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครแสดงภาพหน้าตัดของรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่หลังการรักษาคลองรากฟันซ้ำแสดงไว้ในรูปที่ 2

ค่าเฉลี่ยความโค้งคลองรากฟัน อัตราร้อยละการกลับมีพาเทนซี ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ และค่าเฉลี่ยอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ของทั้งสองกลุ่มแสดงในตารางที่ 1

ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการกลับมีพาเทนซี เวลาที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ และอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ ระหว่างกลุ่มทดลอง ($P>.05$) (รูปที่ 3)



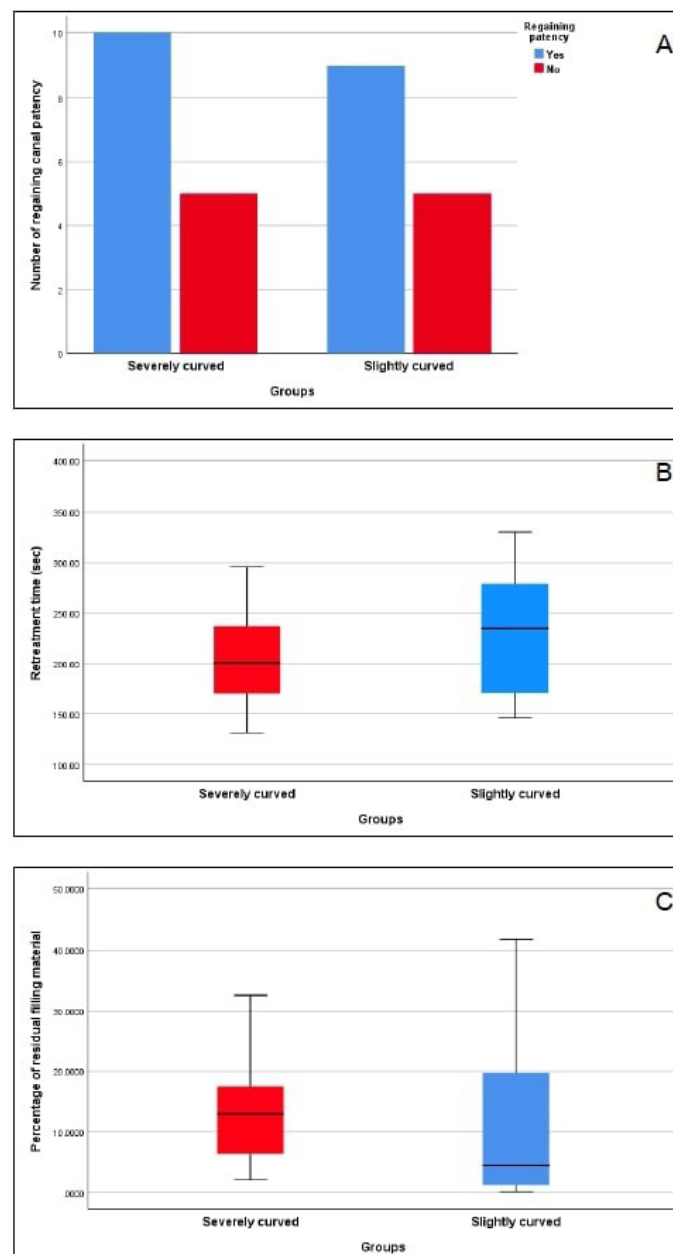
รูปที่ 2 ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครภายหลังกายรักษาคลองรากฟันซ้ำแสดงวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือในคลองรากฟันส่วนเชื่อมต่อ และส่วนยื่น A-C แสดงคลองรากโค้งมากที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส ที่ตำแหน่ง 9, 6 และ 3 มม. D-F คลองรากโค้งน้อยที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส ที่ ตำแหน่ง 9, 6 และ 3 มม.

Figure 2 MicroCT images of root canals after retreatment demonstrating residual filling material in the root canals, isthmuses and fins. A-C demonstrating severely-curved canals filled with BioRoot RCS at 9, 6 and 3 mm. D-F demonstrating slightly-curved canals filled with BioRoot RCS at 9, 6 and 3 mm

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความโค้งคลองรากฟัน, อัตราร้อยละการกลับมีพาเทนซี, ค่าเฉลี่ยเวลาในการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ และค่าเฉลี่ยอัตราร้อยละของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือของกลุ่มคลองรากฟันโค้งมากและกลุ่มคลองรากฟันโค้งน้อย

Table 1 Mean of canal curvature, percentage of regaining canal patency, mean of retreatment time and mean percentage of residual filling material of severely-curved canal group and slightly-curved canal group

	Severely curved group	Slightly curved group
Canal curvature (degree)	30.13±4.87	10.64±5.51
Regaining canal patency (%)	66.67	64.29
Retreatment time (sec)	212.60±66.54	232.50±59.13
Residual filling material (%)	13.31±9.24	11.50±14.03



รูปที่ 3 แผนภาพกล่องแสดงการกลับมีพาเทนซี (A), เวลาที่ใช้ (B) และ อัตราร้อยละวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือ (C) หลังการรักษาคคลองรากฟันซ้ำของกลุ่มคลองรากโค้งมาก และกลุ่มคลองรากโค้งน้อย เส้นแนวนอนในแผนภาพกล่องแสดงค่ามัธยฐาน

Figure 3 Box plots of regaining canal patency (A), retreatment time (B) and percentage of residual filling material (C) after retreatment of severely-curved canal group and slightly-curved canal group. The horizontal bar inside the box indicates the median value

การอภิปรายผลการวิจัย

คลองรากฟันที่ยังคงมีการติดเชื่อในบริเวณส่วนปลายคลองรากจะพบเศษเนื้อเยื่อตาย สิ่งแปลกปลอม เซลล์อักเสบ และแบคทีเรีย²¹ จากคุณสมบัติของไบโอเซรามิกซิลเลอร์ที่สามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้และสามารถสร้างผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์จากปฏิกิริยาไอออนของซิลเลอร์กับของเหลวในท่อเนื้อฟัน⁵⁻⁸ ทำให้ไบโอเซรามิกซิลเลอร์ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน ในขณะที่เดียวกันก็ทำให้เกิดคำถามในแง่ความสามารถในการรักษาคอนกรกฟันซ้ำในกรณีที่เกิดความล้มเหลวของการรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรักษาคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันโค้ง การกลับมีพาเทนซีของคลองรากฟันโค้งเป็นการยืนยันทางลงสู่ปลายรากฟันที่ถูกทิศทางและเปิดทางให้สามารถทำความสะอาดบริเวณปลายรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังหลีกเลี่ยงการเกิดข้อผิดพลาด (iatrogenic error) ในการเตรียมคลองรากฟันใหม่²² ในการศึกษาี้ การกลับมีพาเทนซีของคลองรากฟันโค้งมากที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส (ร้อยละ 66.67) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการกลับมีพาเทนซีของคลองรากฟันโค้งน้อยที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส (ร้อยละ 64.29) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาก่อนหน้ารายงานการกลับมีพาเทนซีร้อยละ 14 - 100⁹⁻¹¹ ซึ่งพบว่าวิธีการรักษาคอนกรกฟันซ้ำรวมถึงไบโอเซรามิกซิลเลอร์ที่ใช้ในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน การศึกษาหนึ่ง⁹ ใช้ บีซี ซิลเลอร์ (BC sealer) และเก็บตัวอย่างที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเมื่อ บีซี ซิลเลอร์ได้รับความชื้น ปริมาณการแข็งตัวจะลดลง²³ ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ไฟล์สามารถผ่านซิลเลอร์ที่ไม่แข็งตัว และกลับมีพาเทนซีได้ร้อยละ 100 แต่มีการศึกษา¹¹ ที่พบการกลับมีพาเทนซีเพียงร้อยละ 14 จากการรักษาคอนกรกฟันซ้ำโดยไม่ใช้ตัวทำละลายในการศึกษานั้นอุดคลองรากฟันโดยใช้ความร้อน ซึ่งความร้อนจะไปลดการไหลผ่าน (flow) เพิ่มความหนาของชั้นซิลเลอร์ (film thickness)²⁴ และเพิ่มปริมาณความแข็งตัว²⁵ ของไบโอเซรามิกซิลเลอร์ ฉะนั้นจึงทำให้กำจัดซิลเลอร์ออกจากคลองรากฟันได้ยาก

คลองรากฟันโค้งมากที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอสใช้เวลาในการรักษาคอนกรกฟันซ้ำน้อยกว่าคลองรากฟันโค้งน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากในขั้นตอนการนำซิลเลอร์ใส่ในคลองรากฟัน เลนทูโรสไปรอลอาจไม่สามารถผ่านส่วนที่โค้งมากของคลองรากฟันได้ ทำให้ซิลเลอร์ในคลองรากฟันโค้งมากมีปริมาณน้อยกว่า การกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันจึงทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของเวลาในการรักษาคอนกรกฟันซ้ำระหว่างสองกลุ่มทดลอง ผลการศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้า¹⁴ ที่พบว่าเวลาในการรักษาคอนกรกฟันซ้ำในคลองรากที่อุดด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส ด้วยไฟล์ชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่อง

(reciprocating rotary file) คือ 206 ± 53.9 วินาที แม้ว่าทำการศึกษาในรากฟันตรงที่มีหนึ่งคลองรากฟัน

การรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยไฟล์ชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่องจะเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับไฟล์ชนิดหมุนด้วยมือและไฟล์ชนิดหมุนด้วยเครื่องแบบต่อเนื่อง²⁶ ไฟล์เวฟวันโกลด์ ชนิดหมุนด้วยเครื่องเป็นไฟล์ชนิดหมุนไปกลับที่มีความต้านทานต่อการบิด (torsional resistance) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับไฟล์เรซิพรอคชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่องและไฟล์ทวิสอะแดปทีฟ (twisted adaptive file)²⁷ นอกจากนี้ไฟล์เวฟวันโกลด์ชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่องยังมีความต้านทานการล้าจากการหมุน (cyclic fatigue resistance) ในคลองรากฟันโค้งมาก สูงกว่าไฟล์เรซิพรอคชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่อง^{27,28} และ ยังสามารถรักษารูปร่างของคลองรากฟันเดิมที่มีลักษณะรูปตัวเอส (s-shaped canal) ภายหลังการตะไบคลองรากฟันได้ดีกว่าไฟล์เรซิพรอคชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่อง²⁹ ฉะนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ไฟล์เวฟวันโกลด์ชนิดหมุนไปกลับด้วยเครื่องในการรีวีสต์อุดคลองรากฟัน การรีวีสต์อุดคลองรากฟันรวมกับการใช้ตัวทำลายจะเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่าการใช้ไฟล์ชนิดหมุนด้วยเครื่องเพียงอย่างเดียว¹⁰⁻¹² การใช้แพลซีฟ อัลตราโซนิคส์ อิริเกชันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือทั้งในคลองรากฟันตรง^{30,31} รวมถึงคลองรากโค้งปานกลางและโค้งมาก^{32,33} ในการศึกษาี้ทำการรักษาคอนกรกฟันซ้ำในคลองรากโค้งโดยไม่ใช้ตัวทำลายร่วมกับการใช้แพลซีฟ อัลตราโซนิคส์ อิริเกชัน ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือระหว่างสองกลุ่มทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากไบโอรูท อาร์ซีเอสสามารถปล่อยแคลเซียมไอออนซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับของเหลวในท่อเนื้อฟันเกิดการสะสมแร่ธาตุ^{7,34} โดยสามารถเห็นเป็นแถบของการสะสมแร่ธาตุ (mineral infiltration zone)⁸ บริเวณเนื้อฟันที่ติดกับซิลเลอร์ซึ่งอาจแข็งและกำจัดออกได้ยาก

มีการใช้เครื่องมือหลากหลายประเภทในการประเมินประสิทธิภาพของการรักษาคอนกรกฟันซ้ำ เช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope)^{5,9,10} กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereomicroscope)¹⁵ กล้องจุลทรรศน์ (microscope)¹⁴ และเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร^{11,17} เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเป็นเครื่องมือที่ไม่ทำลายตัวอย่างการศึกษา (non-destructive) และสามารถทำซ้ำได้ (re-producible)³⁵ จากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโคร (ภาพที่ 2B และ 2E) แสดงส่วนเชื่อม (isthmus) และส่วนยื่น (fin) ที่ระดับ 6 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน ซึ่งซิลเลอร์สามารถแพร่เข้าไปในส่วนเชื่อมนี้แม้ว่าจะอุดคลองรากฟันด้วยกัทยาเพอร์ชาแท่งเดียวกันก็ตาม

จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครในกลุ่มคลองรากฟันโค้งมากที่อุดคลองรากด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอสพบว่า เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันร้อยละ 13.31 ± 9.24 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งแสดงวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือในคลองรากฟันโค้งมากที่อุดคลองรากด้วยบีซี ซิลเลอร์ เท่ากับร้อยละ $8-15^{16}$ กายวิภาคของคลองรากฟันเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ระหว่างกระบวนการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ ในกลุ่มคลองรากฟันโค้งน้อยที่อุดด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส พบโพล์เวอร์วันโกลด์ ไพรมารีชนิดหมุนด้วยเครื่องหักที่ตำแหน่งคลองรากฟันส่วนปลาย 1 ชิ้น (ร้อยละ 6.67) ความผิดพลาดนั้นจะเกิดจากการบิดของเครื่องมือที่มากเกินไป ชิดจำกัด (torsional failure) จากความพยายามในการรี้อวัสดุอุดคลองรากฟันลงให้ถึงคลองรากฟันส่วนปลายซึ่งมีไบโอเซรามิกซิลเลอร์แข็งตัวอุดกั้นอยู่

สรุปผลการวิจัย

ประสิทธิภาพของการรักษาคคลองรากฟันซ้ำที่อุดด้วยไบโอรูท อาร์ซีเอส ในคลองรากฟันโค้งมากและโค้งน้อยไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- Haapasalo M, Shen Y, Ricucci D. Reasons for persistent and emerging post-treatment endodontic disease. *Endodontic topics* 2008;18(1):31-50.
- Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod* 2009;35(7):930-7.
- Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater* 2016;2016:9753210.
- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* 1988;14(12):607-14.
- Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi M. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J* 2017;50:e120-e36.
- Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod* 2016;42(10):1529-35.
- Prullage RK, Urban K, Schafer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod* 2016;42(12):1784-8.
- Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J* 2016;49(8):774-82.
- Kim H, Kim E, Lee SJ, Shin SJ. Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin-based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *J Endod* 2015;41(12):2025-30.
- Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod* 2011;37(11):1547-9.
- Oltra E, Cox TC, LaCourse MR, Johnson JD, Paranjpe A. Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. *Restor Dent Endod* 2017;42(1):19-26.
- Sherif DA, Farag AM, Darrag AM, Shaheen NA. Evaluation of root canals filled with bioceramic sealer after retreatment with two different techniques. *Tanta Dent J* 2017;14(2):76.
- Neelakantan P, Grotra D, Sharma S. Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate-based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis. *J Endod* 2013;39(7):893-6.
- Donnermeyer D, Bunne C, Schafer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig* 2018;22(2):811-7.
- Uzunoglu E, Yilmaz Z, Sungur DD, Altundasar E. Retreatability of root canals obturated using gutta-percha with bioceramic, MTA and resin-based sealers. *Iran Endod J* 2015;10(2):93.
- Romeiro K, de Almeida A, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Chagas N, et al. Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clin Oral Invest* 2019;24(1):405-16.
- Nevares G, Diana S, Freire LG, Romeiro K, Fogel HM, dos Santos M, et al. Efficacy of ProTaper NEXT compared with Reciproc in removing obturation material from severely curved root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2016;42(5):803-8.
- Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-5.
- Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983;9(4):137-42.
- Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007;40(6):415-26.
- Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J* 1998;31(6):394-409.
- Khatavkar R, Hegde V. Importance of patency in endodontics. *Endodontology* 2010;22:85-91.
- Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod* 2011;37(5):673-7.

24. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod* 2015;41(1):72-8.
25. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. *J Endod* 2014;40(4):555-61.
26. Zuolo AS, Mello JE, Jr., Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J* 2013;46(10):947-53.
27. Elsaka SE, Elnaghy AM, Badr AE. Torsional and bending resistance of WaveOne Gold, Reciproc and Twisted File Adaptive instruments. *Int Endod J* 2017;50(11):1077-83.
28. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keles A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod* 2017;43(8):1360-3.
29. Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod* 2017;43(5):805-9.
30. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J* 2016;49(9):890-7.
31. Gomes NN, De Carvalho GM, JÚNIOR ECS, Garcia LdFR, Marques AAF, De Carvalho FMA. Filling Material Removal with Reciprocating and Rotary Systems Associated with Passive Ultrasonic Irrigation. *Eur Endod J* 2017;2(6):1-8.
32. Silveira SB, Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Vieira VT, Siqueira Jr JF, *et al.* Removal of root canal fillings in curved canals using either Mani GPR or HyFlex NT followed by passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 2018;44(2):299-303. e1.
33. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, del Carpio-Perochena AE, Villas-Boas MH, Marciano MA, *et al.* Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J* 2014;47(11):1078-83.
34. Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut CV, Camilleri J. In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. *J Endod* 2015;41(1):111-24.
35. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 2005;38(9):617-26.

การฟุ้งกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศขณะทำหัตถการทางศัลยกรรมช่องปากด้วยการใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ

Dispersion of Microorganisms in the Air During Oral Surgical Procedure Using Low Speed Micromotor

ศิริพันธุ์ ขัตตพงษ์¹, รัชณี อัมพรอร่ามเวทย์², เกศกัญญา สัพพะเลข¹

Siriphun Kattapong¹, Ruchanee Ampornaramveth², Keskanya Subbalekha¹

¹ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

²หน่วยวิจัยจุลชีววิทยาช่องปากและวิทยาภูมิคุ้มกัน ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Research Unit on Oral Microbiology and immunology, Department of Microbiology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศขณะทำหัตถการทางศัลยกรรมช่องปากระหว่างหัตถการที่ใช้และไม่ใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศก่อน และขณะถอนฟันที่ไม่มีการใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำหรือผ่าฟันคุดที่มีการใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ โดยวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ที่ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วย ปลายเท้าของผู้ป่วย ข้างทันตแพทย์ ข้างผู้ช่วย นับปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราหลังจากเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติการวิเคราะห์การทดสอบของทดสอบของแมนและวิทนี และทดสอบวิลคอกซัน ผลการศึกษาพบว่าเชื้อทั้งสองชนิดมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างทำหัตถการ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่ม จำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศเพิ่มขึ้นระหว่างถอนฟันเกือบทุกตำแหน่ง ยกเว้นตำแหน่งข้างทันตแพทย์ที่มีจำนวนเท่าเดิม และในระหว่างผ่าฟันคุดจำนวนเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นเกือบทุกตำแหน่ง ยกเว้นตำแหน่งปลายเท้าของผู้ป่วยที่มีจำนวนเชื้อลดลง ส่วนจำนวนเชื้อราในอากาศเพิ่มขึ้นระหว่างถอนฟันเกือบทุกตำแหน่ง ยกเว้นตำแหน่งข้างผู้ช่วยที่มีจำนวนลดลง และในระหว่างผ่าฟันคุดจำนวนเชื้อราเพิ่มขึ้นที่ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยและข้างผู้ช่วย และมีจำนวนลดลงที่ตำแหน่งปลายเท้าของผู้ป่วยและข้างทันตแพทย์ โดยสรุป หัตถการทางศัลยกรรมช่องปากทั้งชนิดที่มีการกรอและไม่มีการกรอด้วยเครื่องกรอความเร็วต่ำก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การฟุ้งกระจาย, เครื่องกรอความเร็วต่ำ, เชื้อแบคทีเรียในอากาศ, เชื้อราในอากาศ, ศัลยกรรมช่องปาก

Abstract

The aim of this study was to compare the amount of bacteria and fungi in the air during oral surgical procedures between operations using micromotor and operations without micromotor. Bacteria and fungi in the air were collected before and during tooth extraction (non-micromotor using operations) or impacted tooth removal (micromotor using operations) by placing culture plates at 4 positions including the patient's head and feet, operator's side, and

assistant's side. The colony forming units were counted after culture at 37°C for 24-48 hours. The results revealed non-significant increasing of bacteria and fungi during oral surgical procedure in both groups (Mann-Whitney U test). During tooth extraction, the number of bacteria increased at all positions except at the operator's side. During impaction removal, the number of bacteria decreased at the patient's feet position and increased at other positions. The number of fungi decreased at the assistant's side during extraction and also at the operator's side and patient's feet during impacted tooth removal, while increased at other positions (Wilcoxon Signed-rank test). In conclusion, oral surgical procedures, with or without using of micromotor, caused dispersion of bacteria and fungi in the air.

Keywords: Dispersion, Micromotor, Bacteria in the air, Fungus in the air, Oral surgery

Received Date: Apr 28, 2020

Revised Date: May 18, 2020

Accepted Date: Jul 14, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.31

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

เกศกัญญา สัพพะเลข, ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-2188581 โทรสาร: 02-2188581 อีเมล: skeskanya@gmail.com

Correspondence to:

Keskanya Subbalekha, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry-Dunant Rd., Patumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: 02-218-8581 Fax: 02-218-8581 Email: skeskanya@gmail.com

บทนำ

การทำหัตถการทางศัลยกรรมช่องปากที่ต้องมีการกรอกระดูกหรือฟัน เช่น ผ่าฟันคุด ตัดแต่งกระดูก ฟันรากฟันเทียม เป็นต้น ต้องมีการใช้น้ำเกลือฉีดเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นขณะกรอซึ่งอาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองฝอยในอากาศ ละอองฝอยเหล่านี้นอกจากจะมีการปนเปื้อนเลือดและน้ำลายแล้วยังมีเชื้อจุลินทรีย์ปะปนอยู่จำนวนมาก ละอองฝอยที่ปนเปื้อนเชื้อเหล่านี้สามารถฟุ้งกระจายในอากาศได้เป็นเวลานานหลายชั่วโมงและสามารถติดต่อไปยังทันตบุคลากรและผู้ป่วยรายอื่น ๆ ได้¹⁻⁸ ละอองฝอยที่เกิดขึ้นจากหัตถการทางทันตกรรมส่วนใหญ่มีขนาด 5 ไมครอนหรือเล็กกว่า และพบว่ามีมากภายในระยะ 2 ฟุตจากช่องปากของผู้ป่วย⁹ ซึ่งอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สามารถผ่านเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนอยู่ในละอองฝอยที่เกิดจากหัตถการทันตกรรมที่มีการกรอสามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อผ่านการหายใจได้ หากเกิดการติดเชื้อจุลินทรีย์อาจส่งผลให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อและอวัยวะในร่างกาย เช่น ปอด ตับ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรค SARS โคโรนา-19 หัด และวัณโรค¹⁰ นอกจากนี้ละอองฝอยที่มีจุลินทรีย์ยังสามารถตกลงไปยังพื้นผิวต่าง ๆ รวมทั้งเสื้อผ้า ใบหน้า ผนังศีรษะ มือ และแขน ซึ่งหากไม่มีการป้องกันที่ดีพอสามารถส่งผ่านเชื้อโรคไปยังบุคคลอื่น ๆ ได้ทางการสัมผัสอีกด้วย

จากการศึกษาการฟุ้งกระจายของปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศในคลินิกทันตกรรม พบว่าบริเวณที่มีการทำหัตถการทางทันตกรรม ไม่ว่าจะเป็นห้องแยกหรือห้องที่มีเก้าอี้ทำฟันหลายตัวจะมีการฟุ้งกระจายของเชื้อแบคทีเรียในอากาศมากกว่าบริเวณอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{11,12} การฟุ้งกระจายของเชื้อแบคทีเรียจากช่องปากของผู้ป่วย เมื่อมีการทำหัตถการด้วยการใช้หัวกรอความเร็วสูง เช่น การอุดฟัน การใช้เครื่องขูดหินปูนความถี่เหนือเสียง (ultrasonic scaler) พบว่ามีการฟุ้งกระจายไปทั่วห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างในอากาศ รวมทั้งจากผ้าปิดปากปิดจมูกของทันตแพทย์และผู้ช่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เชื้อที่พบส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างกลม (Gram-positive cocci) ชนิด *viridans streptococci* และ *staphylococci*¹¹ แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาปริมาณของเชื้อที่ตำแหน่งรอบตัวผู้ป่วยซึ่งเป็นตำแหน่งของทันตแพทย์ผู้ทำหัตถการ และตำแหน่งของผู้ช่วยขณะให้การรักษาผู้ป่วยในระหว่างการทำหัตถการทางศัลยกรรมช่องปากที่มีการกรอด้วยเครื่องกรอความเร็วต่ำ

คลินิกที่จัดการเรียนการสอนและให้บริการรักษาด้านศัลยกรรมช่องปากของภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีลักษณะเป็นห้องทำหัตถการขนาดใหญ่

มีแก๊อ์ทันตกรรมหลายตัวอยู่ในห้องเดียวกัน ใช้เครื่องปรับอากาศแบบเดียวกับที่ใช้ในอาคารทั่วไปเพื่อควบคุมอุณหภูมิ โดยไม่มีเครื่องกรองอากาศ งานศัลยกรรมหลัก คือ การถอนฟัน การผ่าตัดฟันคุด การตัดแต่งกระดูกเพื่อการใส่ฟันเทียม การผ่าตัดคิ้วคิ้วน้ำ และการผ่าตัดฝังรากฟันเทียม ซึ่งก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อจุลชีพในอากาศและอาจกระจายไปทั่วคลินิกได้ การศึกษานี้จึงได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ตำแหน่งต่าง ๆ รอบตัวผู้ป่วย โดยเปรียบเทียบปริมาณเชื้อระหว่างการทำการหัตถการที่ใช้และไม่ใช้เครื่องกรองความเร็วรอบต่ำเพื่อให้บุคลากร ทั้งทันตแพทย์ และผู้ช่วย รวมทั้งนิสิตที่มายืนสังเกตการรักษาข้างแก๊อ์ผู้ป่วยได้ตระหนักถึงการใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและเหมาะสม

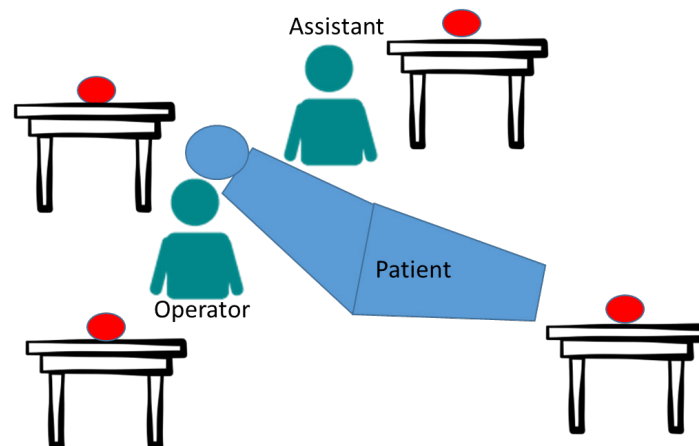
วัสดุและวิธีการ

การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง และการเก็บตัวอย่างเชื้อในอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มที่ทำหัตถการ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มถอนฟัน เป็นตัวแทนของหัตถการทางศัลยกรรมช่องปากที่ไม่

มีการใช้เครื่องกรอ และกลุ่มผ่าฟันคุดที่มีการกรอ เป็นตัวแทนของหัตถการที่ใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ กลุ่มละ 18 หัตถการ โดยใช้แก๊อ์ทำฟันตัวเดียวกันทุกหัตถการ

เก็บตัวอย่างเชื้อในอากาศโดยใช้อาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด คือ วุ้นเลี้ยงเชื้อผสมเลือด (blood agar) เพื่อเก็บตัวอย่างของเชื้อแบคทีเรีย และวุ้นเลี้ยงเชื้อซาโบโรดกลูโคส (Sabouraud Glucose agar) เพื่อเก็บตัวอย่างเชื้อรา โดยใช้จานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ชนิดละ 1 จาน ต่อการเก็บตัวอย่างอากาศ 1 ตำแหน่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจาก 4 ตำแหน่ง ได้แก่ บริเวณศีรษะของผู้ป่วย บริเวณปลายเท้าของผู้ป่วย บริเวณข้างทันตแพทย์ และบริเวณข้างผู้ช่วย โดยตำแหน่งที่วางจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อจะกำหนดให้วางในบริเวณเดิมทุกครั้ง โดยให้มีความสูงจากพื้น 0.5 เมตร ห่างจากแก๊อ์ทำฟัน 0.4 เมตร (รูปที่ 1) ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะทำการเปิดฝาจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้นาน 10 นาที ใน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ขณะตรวจและซักประวัติก่อนที่จะเริ่มทำหัตถการ และ 10 นาทีแรกขณะที่กำลังทำหัตถการถอนฟันหรือขณะที่กำลังใช้เครื่องกรอผ่าฟันคุด



รูปที่ 1 ตำแหน่งที่วางอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อ: วางวุ้นเลี้ยงเชื้อผสมเลือด และวุ้นเลี้ยงเชื้อซาโบโรดกลูโคสในระหว่างเก็บเชื้อจุลชีพจากอากาศ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วย ตำแหน่งปลายเท้าของผู้ป่วย บริเวณข้างทันตแพทย์ (ด้านขวาของผู้ป่วย) และบริเวณข้างผู้ช่วย (ด้านซ้ายของผู้ป่วย)

Figure 1 Position of culture plates: blood agar plates and Sabouraud Glucose agar plates were placed in 4 positions during air microorganism collection including patient's head, patient's feet, operator's side (right side of patient), and assistant's side (left side of patient)

การเพาะเชื้อและการนับจำนวนเชื้อในอากาศ

หลังจากเก็บตัวอย่างเชื้อครบตามเวลาที่กำหนด นำจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จนกระทั่งเห็นโคโลนีของเชื้อชัดเจนจึงนำมาับจำนวน

โคโลนีในจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อ เปรียบเทียบจำนวนโคโลนีในจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อที่เก็บตัวอย่างจากอากาศระหว่างกลุ่มหัตถการถอนฟันและกลุ่มหัตถการผ่าฟันคุด และเปรียบเทียบแต่ละตำแหน่งที่เก็บเชื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรม SPSS version 17 (SPSS Inc., IL, Chicago, USA) ในการคำนวณทางสถิติ เนื่องจากจำนวนเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่วัดได้จากการศึกษานี้มีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ จึงใช้การทดสอบของแมน-วิทนี (Mann-Whitney U Test) ทดสอบความแตกต่างของตัวแปรตาม 2 ตัวแปร คือ จำนวนเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ณ แต่ละช่วงเวลากับตัวแปรอิสระคือ หัตถการที่ใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ กับหัตถการที่ใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำ โดยมีตัวแปรร่วมคือ บริเวณที่เก็บตัวอย่าง 4 ตำแหน่ง และได้ทดสอบความแตกต่างของจำนวนเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราของทั้งสองช่วงเวลาในแต่ละกลุ่ม และแต่ละตำแหน่งด้วยการทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test) โดยพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

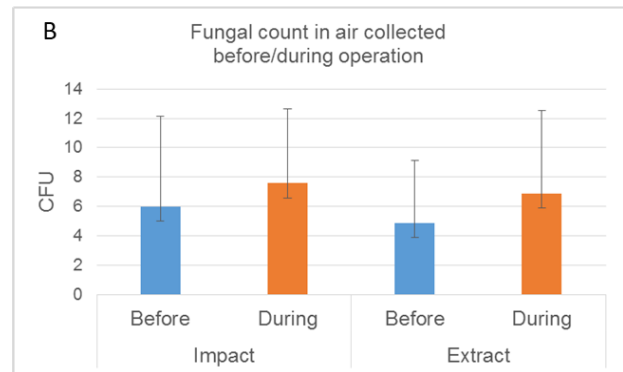
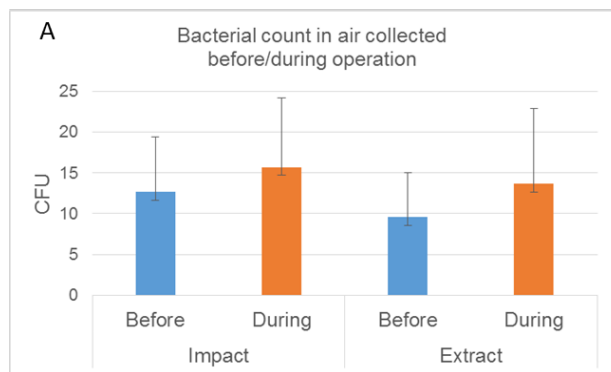
จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้น

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศรวมทั้ง 4 ตำแหน่ง ณ เวลาก่อนและระหว่างถอนฟัน เท่ากับ 9.56 ± 5.50 และ 13.67 ± 9.26 โคโลนี ตามลำดับ ส่วนกลุ่มผ่าฟันคุดมี

จำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศรวมทั้ง 4 ตำแหน่ง เท่ากับ 12.65 ± 6.79 และ 15.67 ± 8.53 โคโลนี ตามลำดับ (รูปที่ 2A) การวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแมนวิทนี พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศ ณ ช่วงเวลาก่อนทำหัตถการของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.24$) จำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศขณะทำหัตถการของทั้งสองกลุ่มก็ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน ($p=0.40$) จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.20$, วิเคราะห์ด้วยการทดสอบวิลคอกซัน)

จำนวนเชื้อราที่เพิ่มขึ้น

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อราในอากาศรวมทั้ง 4 ตำแหน่ง ณ เวลาก่อนและระหว่างถอนฟัน เท่ากับ 4.89 ± 4.26 และ 6.89 ± 5.67 โคโลนี ตามลำดับ ส่วนกลุ่มผ่าฟันคุดมีจำนวนเชื้อราในอากาศรวมทั้ง 4 ตำแหน่ง เท่ากับ 6 ± 6.15 และ 7.58 ± 5.06 โคโลนี ตามลำดับ (รูปที่ 2B) การวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแมนวิทนี พบว่าจำนวนเชื้อราในอากาศ ณ ช่วงเวลาก่อนทำหัตถการของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.61$) และขณะทำหัตถการก็ไม่แตกต่างกัน ($p=0.73$) จำนวนเชื้อราที่เพิ่มขึ้นในระหว่างทำหัตถการของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.332$, วิเคราะห์ด้วยการทดสอบวิลคอกซัน)



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย และจำนวนเชื้อราในอากาศที่ตรวจนับได้ ในกลุ่มผ่าฟันคุดกับกลุ่มถอนฟัน A) จำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศก่อนทำหัตถการและขณะทำหัตถการ ในกลุ่มผ่าฟันคุดกับกลุ่มถอนฟัน B) จำนวนเชื้อราในอากาศ ก่อนทำหัตถการและขณะทำหัตถการ

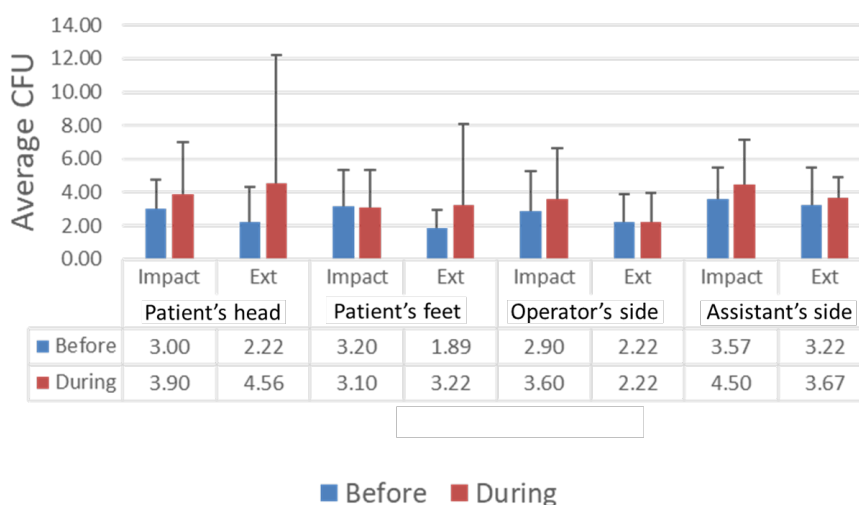
Figure 2 Average colony forming unit (CFU) of bacteria and fungi in the air of extraction group and impaction removal group, A) Bacterial count before and during operation, B) Fungal count before and during operation

จำนวนเชื้อแบคทีเรียในแต่ละตำแหน่ง

จำนวนเชื้อแบคทีเรียในอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างถอนฟันเกือบทุกตำแหน่ง ยกเว้นตำแหน่งข้างต้นแพทย์ที่มีจำนวน

เท่าเดิม และเพิ่มขึ้นเกือบทุกตำแหน่งในระหว่างผ่าฟันคุด ยกเว้นที่ตำแหน่งปลายเท้าผู้ป่วยที่มีจำนวนเชื้อแบคทีเรียลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 3)

Bacterial count in air before/during operations



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจนับได้แยกตามตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง ก่อนและขณะถอนฟันหรือผ่าฟันคุด

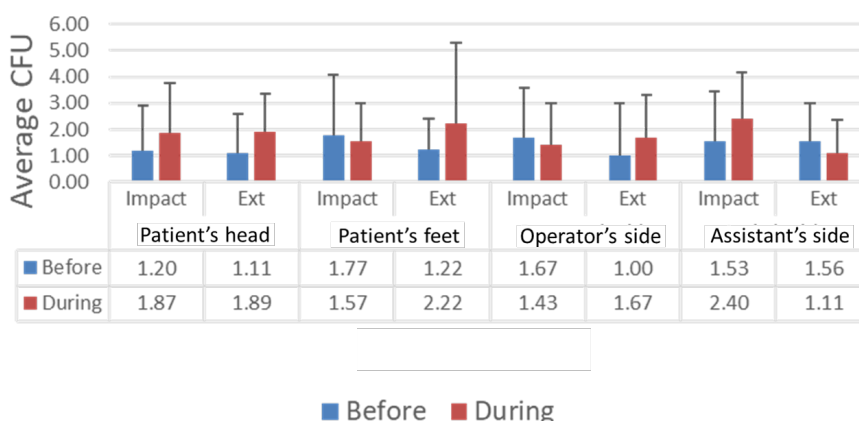
Figure 3 Average number of bacteria count according to the positions of sample collection before and during extraction or impaction removal

จำนวนเชื้อราในแต่ละตำแหน่ง

จำนวนเชื้อราในอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างถอนฟันเกือบทุกตำแหน่ง ยกเว้นตำแหน่งข้างผู้ช่วยที่มีจำนวนลดลง ในระหว่างผ่าฟันคุดจำนวนเชื้อราในอากาศเพิ่มขึ้นที่ตำแหน่งศีรษะ

ผู้ป่วยและช่างผู้ช่วย และมีจำนวนลดลงที่ตำแหน่งปลายเท้าและข้างทันตแพทย์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4)

Fungal count in air before/during operations



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนเชื้อราที่ตรวจนับได้ แยกตามตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง ก่อนและขณะถอนฟันหรือผ่าฟันคุด

Figure 4 Average number of bacteria count according to the positions of sample collection before and during extraction or impaction removal

บทวิจารณ์

เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศของคลินิกศัลยกรรมช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะทำการหัตถการเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มทำ ไม่ว่าจะเป็นใช้เครื่องกรอความเร็วต่ำหรือไม่ใช้ก็ตาม ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการทำหัตถการศัลยกรรมช่องปากไม่จำเป็นต้องใช้หรือไม่ใช้เครื่องกรอฟันชนิดความเร็วต่ำก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศเพิ่มขึ้นในระดับที่ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Luksamijarulkul และคณะ¹³ ที่พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศของคลินิกทันตกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทำการหัตถการเมื่อเทียบกับก่อนทำการหัตถการ ทั้งนี้อาจจะอธิบายได้ว่าหัตถการทันตกรรมในการศึกษาดังกล่าวเป็นหัตถการหลากหลาย มีการใช้เครื่องกรอความเร็วสูงและเครื่องขูดหินปูนด้วย Harrel และคณะ¹⁴ พบว่าการใช้เครื่องขูดหินปูนความถี่เหนือเสียงทำให้เกิดละอองฝอยมากกว่าการใช้อุปกรณ์ขูดหินปูนด้วยมือ (handheld curette) แต่อย่างไรก็ตามมีบางการศึกษาพบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศไม่สัมพันธ์กับการใช้หัวกรอความเร็วรอบสูงและระยะเวลาที่ใช้หัวกรอ¹⁵ นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าในคลินิกศัลยกรรมช่องปากของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาฯ มีการทำการหัตถการหลายเก้าอี้ในเวลาเดียวกัน จำนวนเชื้อที่เพิ่มขึ้นในระหว่างถอนฟันอาจมาจากการทำการหัตถการที่ใช้เครื่องกรอจากเก้าอี้ข้างเคียงได้

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศของคลินิกในตอนที่เริ่มรักษาทางทันตกรรมแก่ผู้ป่วยมีปริมาณต่ำ และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อต้องมีการใช้งานพลุกพล่านและมีระยะเวลาการรักษาที่นาน^{15,16} ปริมาณเชื้อในคลินิกที่มีเก้าอี้ทันตกรรมหลายตัวไม่แตกต่างกับคลินิกที่มีเก้าอี้ทันตกรรมเพียงตัวเดียวและบริเวณที่ผู้ป่วยนั่งคอยการรักษา แต่ในคลินิกทันตกรรมมีสัดส่วนของ Coagulase-negative staphylococci สูงกว่าบริเวณที่นั่งคอยการรักษา¹⁷ ดังนั้นควรแยกบริเวณที่ผู้ป่วยและญาตินั่งคอยการรักษาออกจากบริเวณที่มีการทำการหัตถการเพื่อลดโอกาสของการได้รับเชื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ภูมิคุ้มกันต่ำ

ในการศึกษานี้ได้วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ที่ระดับสูงจากพื้นเป็นระยะ 0.5 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่พบเชื้อมากตามการศึกษาของ Manarte-Monteiro และคณะ¹⁵ ที่พบว่าแบคทีเรียในอากาศที่ระยะสูงจากพื้น 0.5 เมตรมีปริมาณมากกว่าที่ระยะสูงจากพื้น 2 เมตร การวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ห่างจากผู้ป่วย 0.4 เมตร ยึดตามระยะที่ทันตแพทย์และผู้ช่วยนั่ง รวมทั้งเป็นตำแหน่งที่นิสิตนักศึกษาทันตแพทย์มาเฝ้าสังเกตการณ์การรักษาด้วย ซึ่งผลการศึกษาของ Rautemaa¹¹ และคณะพบว่าระยะห่างจากผู้ป่วยมีปริมาณเชื้อในอากาศไม่แตกต่างกัน

การสวมหน้ากาก (mask) สามารถป้องกันการส่งผ่านเชื้อระหว่างผู้ป่วยและบุคลากรได้ แต่ต้องคำนึงถึงคุณภาพและระยะเวลาการเปลี่ยนหน้ากากให้เหมาะสม การศึกษาของ Jung และคณะ¹⁸ พบว่าแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนลิปสติคของทันตอนามัย (dental hygienist) ที่เปลี่ยนหน้ากากวันละ 4 ครั้ง มีจำนวนไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับเครื่องสำอาง ส่วนทันตอนามัยที่เปลี่ยนหน้ากากเมื่อหน้ากากเปียกมีแบคทีเรียปนเปื้อนบนลิปสติคจำนวนมาก Edmiston และคณะ¹⁹ พบว่าเชื้อในอากาศของห้องผ่าตัดมีเชื้อ Coagulase-negative staphylococci ชนิดเดียวกับที่เก็บได้จากรูจมูกของบุคลากรในห้องผ่าตัด ดังนั้นการสวมหน้ากากผ่าตัดทั่วไป (traditional surgical mask) โดยเฉพาะช่วงที่มีน้ำมูกไหลอาจไม่เพียงพอต่อการป้องกันเชื้อจากบุคลากรยังสิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัด นอกจากนี้ แว่นตา (goggle) และโล่ป้องกันหน้า (face shield) ยังมีความสำคัญในการป้องกันเชื้อที่ฟุ้งกระจายขณะทำการหัตถการทางทันตกรรมเช่นกัน Nejatidanesh และคณะ²⁰ พบว่าบริเวณตาและจมูกเป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากที่สุดขณะทำการหัตถการทันตกรรม

คณะผู้วิจัยแนะนำว่าทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ บุคลากรในคลินิก รวมถึงนิสิตนักศึกษาทันตแพทย์ที่ยื่นสังเกตการณ์ขณะทำการหัตถการต้องคำนึงถึงความสำคัญของการสวมใส่เครื่องป้องกันส่วนบุคคลในทุกกรณี เช่น หมวกคลุมผม แว่นตา โล่ป้องกันหน้า หน้ากาก และเสื้อคลุม ตามมาตรฐานของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรค (Center for Diseases Control and Prevention)^{21,22} ซึ่งป็นแนวทางป้องกันการติดเชื้อที่แนะนำให้ปฏิบัติเป็นมาตรฐานสากลเพื่อให้ตนเองปลอดภัยจากเชื้อโรคขณะปฏิบัติงาน อีกทั้งยังช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อโรคแพร่กระจายไปยังบุคคลอื่น ประกอบกับต้องมีการกำจัดและทำลายเชื้อทั้งจากวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการหัตถการ และการกำจัดปริมาณเชื้อโรคในอากาศอย่างเหมาะสมด้วย²³ นอกจากนี้การให้ผู้ป่วยบริการบ้วนปากด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนรับการรักษาเพื่อลดจำนวนเชื้อในช่องปาก การใช้แผ่นยางกันน้ำลาย การใช้เครื่องดูดความแรงสูง (High-volume evacuator) สามารถลดปริมาณเชื้อและโอกาสที่จะแพร่กระจายเชื้อได้^{24,25} อย่างไรก็ตามควรหลีกเลี่ยงการทำหัตถการทางทันตกรรมที่ก่อให้เกิดละอองฝอยในขณะที่ผู้รับบริการมีการเจ็บป่วยของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจอยู่ หากมีความจำเป็นต้องให้การรักษาทันที ต้องมีการใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม และมีมาตรการเสริมเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ

การศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลการอักเสบติดเชื้อของฟันที่ได้รับการถอนหรือผ่า ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะอยู่หรือไม่ ระยะเวลาการทำการหัตถการนานเพียงใด กำหนดแต่เพียงว่าทำการเปิดฝาจานเพาะเชื้อเพียง 10 นาที

ในช่วงเวลาการทำหัตถการ และขณะถอนหรือใช้หัวกรอ 10 นาทีแรก รวมทั้งไม่ได้ตรวจจำแนกกลุ่มหรือชนิดของเชื้อด้วย ดังนั้นจึงยังไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าเชื้อที่ตรวจพบมาจากช่องปากของผู้ป่วยหรือไม่ เป็นเชื้อก่อโรคหรือไม่ หรือเป็นเชื้อที่ปนเปื้อนในอากาศโดยทั่วไป และยังมีความเป็นไปได้ว่าเชื้ออาจมาจากระบบเครื่องปรับอากาศในคลินิก

บทสรุป

การรักษาทางศัลยกรรมช่องปากไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้ เครื่องกรอความเร็วต่ำก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของเชื้อแบคทีเรียและราในอากาศของคลินิกอย่างไม่มีนัยสำคัญ และปริมาณเชื้อในอากาศที่ตำแหน่งทันตแพทย์ผู้ทำหัตถการ ผู้ช่วยทันตแพทย์ ด้านศีรษะและเท้าของผู้ป่วย มีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าเชื้อที่เพิ่มขึ้นเป็นเชื้อชนิดใดและมีที่มาจากในช่องปากผู้ป่วยหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

1. Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, Ryge G. Studies on dental aerobiology, I: bacterial aerosols generated during procedures. *J Dent Res* 1969;48(1):49-56.
2. Miller RL, Micik RE, Abel C, Ryge G. Studies of dental aerobiology, II: microbial splatter discharged from the oral cavity of dental patients. *J Dent Res* 1971;50(3):621-5.
3. Micik RE, Miller RL, Leong AC. Studies on dental aerobiology, III: efficacy of surgical masks in protecting dental personnel from airborne bacterial particles. *J Dent Res* 1971;50(3):626-30.
4. Miller RL, Micik RE. Air pollution and its control in the dental office. *Dent Clin North Am* 1978;22(3):453-67.
5. Bently CD, Burkhart NW, Crawford JJ. Evaluating spatter and aerosol contamination during dental procedures. *J Am Dent Assoc* 1994;125(5):579-84.
6. Legnani P, Checchi L, Pelliccioni GA, D'Achille C. Atmospheric contamination during dental procedures. *Quintessence Int* 1994;25:435-9.
7. Miller RL. Characteristics of blood-containing aerosols generated by common powered dental instruments. *AM Ind Hyg Assoc J* 1995;56(7):670-6.
8. Barnes JB, Harrel SK, Hidalgo-Rivera F. Blood contamination of the aerosols produced by *in vivo* use of ultrasonic scalers. *J Periodontol* 1998;69(4):434-8.
9. Kedjarune U, Chowanadisai S, Yapong B, Kukiattrakoon B, Jeggat PA, Jitsurong S. Qualitative analysis of bacteria aerosol within different types of dental clinics. *J Dent Assoc Thai* 1998;48:149-55.
10. Jones RM, Brosseau LM. Aerosol transmission of infectious disease. *J Occup Environ Med* 2015;57(5):501-8.
11. Rautemaa R, Nordberg A, Wuolijoki-Saaristo K, Meurman JH. Bacterial aerosols in dental practice-a potential hospital infection problem? *J Hosp Infect* 2006;64(1):76-81.
12. Grenier D. Quantitative analysis of bacterial aerosols in two different dental clinic environments. *Environ Microbiol*. 1995; 61(8):3165-8.
13. 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(Suppl7):s148-55.
14. Harrel SK, Barnes JB, Rivera-Hidalgo F. Aerosol and splatter contamination from the operative site during ultrasonic scaling. *J Am Dent Assoc* 1998;129(9):1241-9.
15. Manarte-Monteiro P, Carvalho A, Pina C, Oliveira H, Manso M C. Air quality assessment during dental practice: Aerosols bacterial counts in an university clinic. *Rev port estomatol med dent cir maxilofac* 2013;54(2):2-7.
16. Kattapong S, Subbalekha K, Shinheng W, Ampornaramveth R. Study of the reduction of airborne bacteria and fungi in oral surgery clinic after spraying with chemical disinfectants. *CU Dent J* 2015; 38(2):117-28.
17. Kimmerle H, Wiedmann-Al-Ahmad M, Pelz K, Wittmer A, Hellwig E, Al-Ahmad A. Airborne microbes in different dental environments in comparison to a public area. *Arch Oral Biol* 2012;57(6):689-96.
18. Jung IH, Kim JH, Yoo YJ, Park BY, Choi ES, Noh H. A pilot study of occupational exposure to pathogenic microorganisms through lip cosmetics among dental hygienists. *J Occup Health* 2019;61(4): 297-304.
19. Edmiston CE Jr, Seabrook GR, Cambria RA, Brown KR, Lewis BD, Sommers JR, et al. Molecular epidemiology of microbial contamination in the operating room environment: Is there a risk for infection? *Surgery* 2005;138(4):573-9; discussion 579-82.
20. Nejatidanesh F, Khosravi Z, Goroohi H, Badrian H, Savabi O. Risk of contamination of different areas of dentist's face during dental practices *Int J Prev Med* 2013;4(5):611-5.
21. Kohn WG, Collins AS, Cleveland JL, Harte JA, Eklund KJ, Malvitz DM, et al. Guidelines for infection control in dental health-care settings- 2003. *MMWR Recomm Rep* 2003;52:1-61.
22. CDC Summary of Infection Prevention Practices in Dental Settings: Basic Expectations for Safe Care. Available from: <https://www.cdc.gov/oralhealth/infectioncontrol/pdf/safe-care2.pdf>
23. Kohn WG, Harte JA, Malvitz DM, Collins AS, Cleveland JL, Eklund KJ. Guidelines for infection control in dental health care settings-2003. *J Am Dent Assoc* 2004;135(1):33-47.
24. 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(4):429-37.
25. Devker NR, Mohitey J, Vibhute A, Chouhan VS, Chavan P, Malagi S, et al. A study to evaluate and compare the efficacy of preprocedural mouthrinsing and high volume evacuator attachment alone and in combination in reducing the amount of viable aerosols produced during ultrasonic scaling procedure. *J Contemp Dent Pract* 2012;13(5):681-9.

ดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุของไทย: การศึกษาเบื้องต้นในช่วงเวลาหนึ่ง

The Mental Index and Panoramic Mandibular Index in Elderly Patients: A Preliminary Cross-Sectional Study

สินีภัทร ตลิ่งจิตร์¹, สุกฤตา ศิริจินตามณีนรัตน์², ภัคธิดา พุนทองพันธ์², วิญา ส่งสมบุญ², สรสิทธิ์ รังสิยานนท์¹
Sineepat Talungchit¹, Sukritta Sirijindanameerat², Paktheema Phoontongphan², Viya Songsomboon²,
Sorasun Rungsriyanont¹

¹ภาควิชาศัลยศาสตร์และเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of oral surgery and oral medicine, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Fourth-year dental student, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

สภาวะกระดูกพรุนจัดเป็นปัญหาทางคลินิกที่พบได้ในผู้สูงอายุ โดยมีการศึกษาที่ผ่านมาหลายฉบับนำค่าดัชนีที่ได้จากภาพรังสีที่ใช้ทางทันตกรรมมาเป็นตัวช่วยเสริม เพื่อประโยชน์ในการลดต้นทุนสำหรับการตรวจคัดกรองสภาวะกระดูกพรุนในผู้ป่วยทางคลินิก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่มีผลต่อค่าดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ ในกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป โดยวัดค่าดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์จากภาพรังสีแพโนรามามาแบบดิจิทัลที่ถูกบันทึกไว้ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556-2561 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติที่ทดสอบแบบอิสระและวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโคสแควร์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า มีประชากรที่เข้าเกณฑ์คัดเข้าการศึกษาจำนวน 942 คน โดยเป็นเพศชาย 363 คน (อายุเฉลี่ย 60.36 ปี) และเพศหญิง 579 คน (อายุเฉลี่ย 60.15 ปี) โดยค่าดัชนีเมนทัลของเพศชายเท่ากับ 0.36 ซม. และเพศหญิงเท่ากับ 0.35 ซม. และค่าดัชนีเมนทัลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p=0.129$) สำหรับค่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายมีค่าเท่ากับ 0.29 และเพศหญิงเท่ากับ 0.31 เมื่อนำไปทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p=0.00$) นอกจากนี้ยังพบว่าดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และอยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 61.5) จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเรื่องเพศส่งผลต่อเฉพาะดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ อย่างไรก็ตามข้อมูลครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการมีภาวะกระดูกพรุนกับค่าดัชนีทั้ง 2 ได้ แต่มีข้อบ่งชี้ถึงความแตกต่างของดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ระหว่างเพศชายและหญิง โดยหากนำค่าดัชนีนี้มาใช้ร่วมในการประเมินภาวะกระดูกพรุนเบื้องต้น หรือประยุกต์ใช้ภาพรังสีทางทันตกรรมให้เกิดประโยชน์ด้านอื่นนอกเหนือจากที่ทันตแพทย์ใช้ร่วมกับการรักษาผู้ป่วย ย่อมเกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่ต้องได้รับการวินิจฉัยและรักษาภาวะกระดูกพรุนอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: ความหนาแน่นกระดูก, ดัชนีเมนทัล, ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์, ภาพรังสีแพโนรามามา, ภาวะกระดูกพรุน

Abstract

Osteoporosis is one of clinical problem in the elderly. Many previous studies focused on the index that obtained from dental radiography. For using as an adjunctive technique and benefit for the cost reduction in the osteoporosis screening. This research aims to investigate the differences of mental index (MI) and panoramic mandibular

index (PMI) between male and female patients (age above 50 years) of Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University. The digital panoramic radiographs were obtained from year 2013-2019. Data was analyzed by independent *T*-test and Pierson Chi-Square test at statistical significance $p < 0.05$. Results showed there were 942 subjects that fit in the inclusion criteria. There were 363 male (average age 60.36 years) and 579 female (average age 60.15 years). From MI, there were 0.36 cm for male group and 0.35 cm for female group. When compare this index between male and female, there showed no statistically different ($p = 0.129$). From PMI, there were 0.29 for male group and 0.31 for female group. From PMI, there were difference between male and female ($p = 0.00$). Moreover, the correlations between the two indices values were in the same direction at high level (61.5 %). From the result, sex factor influenced only PMI. However, this recent data may not be conclusive for the relationships between these 2 indices and osteoporosis. Noticeable, the PMI in males and females were significantly different. Other than its traditional use as a diagnostic aid in dental treatment, panoramic radiography could be applied to evaluate osteoporosis by PMI analysis. There will be benefits for the patients who are in urgent need of osteoporotic diagnosis and treatment.

Keywords: Bone mineral density, Mental Index, Panoramic Mandibular Index, Panoramic film, Osteoporosis

Received Date: May 12, 2020

Revised Date: May 28, 2020

Accepted Date: Jul 14, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.32

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สรสัณห์ รังสิยานนท์, ภาควิชาศัลยศาสตร์และเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 คลองเตยเหนือ วัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-649-5000 ต่อ 15063, 0818226131 อีเมล: peted2000@hotmail.com

Correspondence to:

Sorasun Rungsriyanont, Department of Oral surgery and Oral Medicine, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Khlong Toei Nuea, Watthana, Bangkok 10110, Thailand. Tel: 02-649-5000 Email: peted2000@hotmail.com

บทนำ

จากการสำรวจและการคาดการณ์จำนวนประชากรโลกพบว่าสังคมโลกมีแนวโน้มกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เนื่องจากมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรลดลงในทางกลับกันจำนวนผู้สูงอายุกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าบางประเทศยังคงมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่ยังสูงอยู่ เช่น ประเทศในทวีปแอฟริกา แต่หากมองภาพรวมของจำนวนประชากรโลกแล้วพบว่าจำนวนผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการเกิด¹ ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ในประเทศไทยในปัจจุบันที่มีแนวโน้มกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุเช่นกัน จากสถานการณ์ดังกล่าว บุคลากรทางการแพทย์จึงควรเตรียมความพร้อมเพื่อดูแลสถานการณ์สังคมผู้สูงอายุนี้

ภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) เป็นภาวะของกระดูกที่มีมวลต่ำ และมีการเสื่อมของโครงสร้างทางจุลภาค ทำให้กระดูกเปราะบาง และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหัก² ภาวะกระดูกพรุนเป็นปัญหากระดูกที่พบได้มากที่สุด มีผลต่อเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเฉพาะหญิงหลังวัยหมดประจำเดือนซึ่งเป็นผลของการขาดฮอร์โมนเอสโตรเจน³ จากวารสารกรมการแพทย์ปีที่ 41 ฉบับที่ 5 ประจำเดือนกันยายน-ตุลาคม พ.ศ.2559 ระบุว่าประชากรที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป ประสบกับปัญหาภาวะกระดูกพรุน โดยพบในเพศหญิงร้อยละ 33 และในเพศชายร้อยละ 20² ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ในต่างประเทศ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่ากลุ่มประชากรที่มีอายุมากกว่า 50 ปี มีภาวะกระดูกพรุนในเพศหญิงร้อยละ 50

และในเพศชายร้อยละ 20 เป็นต้น จากงานวิจัยของมูลนิธิโรคกระดูกพรุนแห่งประเทศไทย สรุปได้ว่าประเทศไทยมีแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกพรุนเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี (เพิ่มขึ้น 31 % จากปี ค.ศ.1997 ถึง ค.ศ.2006) ซึ่งอาจจะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่มีจำนวนประชากรสูงอายุเพิ่มขึ้น⁴

การตรวจวัดความหนาแน่นกระดูกสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ถือเป็นมาตรฐานในการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน คือ Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) เนื่องจากมีความแม่นยำมากที่สุดและสามารถเอามาใช้ติดตามผลการรักษาได้ ใช้ปริมาณรังสีน้อย และสามารถตรวจหาค่าความหนาแน่นของกระดูกได้หลายตำแหน่งพร้อม ๆ กัน⁵

จากที่ได้กล่าวไปนั้นเป็นวิธีการทางการแพทย์ที่ใช้ในการตรวจประเมินความหนาแน่นกระดูก อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่พยายามนำภาพรังสีแพโนรามาซึ่งใช้ในทางทันตกรรมมาใช้เพื่อช่วยในการตรวจและประเมินสภาวะมวลกระดูกของผู้ป่วย รวมทั้งการพยากรณ์ภาวะกระดูกพรุน ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเสริมที่ใช้ช่วยตรวจวินิจฉัยภาวะกระดูกพรุนโดยใช้ภาพรังสีแพโนรามา โดยพบว่า การเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกรล่างมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นกระดูกของกระดูกส่วนอื่น ๆ และกระดูกขาขึ้น อีกทั้งพบว่า เป็นตัวบ่งชี้ภาวะกระดูกพรุนที่ดีกว่ากระดูกส่วนอื่นของร่างกาย เนื่องจากมีอัตราการผลัดเปลี่ยนกระดูกมากกว่ากระดูกยาว ทำให้สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนกว่ากระดูกส่วนอื่น⁶

ดัชนีที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนจากภาพรังสีแพโนรามามีหลายดัชนี เช่น ดัชนีเมนทัล (Mental Index; MI), ดัชนีแมนดิบูลาร์คอร์ติคอล (Mandibular Cortical Index; MCI), ดัชนีโกเนียล (Gonial Index; GI), ดัชนีแอนติโกเนียล (Antigonial Index; AI), ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ (Panoramic Mandibular Index; PMI) โดยดัชนีเหล่านี้ใช้จุดสังเกตบริเวณใต้เมนทัลฟอราเมน (mental foramen) ซึ่งเป็นบริเวณที่หลายการศึกษาใช้ในการประเมิน อาจเป็นเพราะเป็นบริเวณที่มีกล้ามเนื้อยึดติดน้อย และแม้ว่าจะมีการละลายของกระดูกเข้าฟันแต่ระยะทางจากเมนทัลฟอราเมนถึงขอบล่างของกระดูกขากรรไกรยังคงมีค่าคงที่ตลอดชีวิต^{7,8}

ดัชนีเมนทัล (Mental Index, MI) เป็นดัชนีที่นิยมใช้ในการศึกษามากที่สุด มีความสามารถในการประเมินภาวะกระดูกพรุนสูง และสามารถวินิจฉัยภาวะกระดูกพรุนในผู้ป่วยที่มีความหนาแน่นกระดูกต่ำ⁷ โดยวัดความหนาแน่นของขอบกระดูกขากรรไกรล่างบริเวณใต้ต่อเมนทัลฟอราเมน ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ (Panoramic Mandibular Index; PMI) คือ สัดส่วนความหนาแน่นของ แมนดิบูลาร์คอร์เทกซ์ (mandibular cortex) กับระยะทางจากเมนทัลฟอราเมนจนถึงขอบกระดูกขากรรไกรล่าง Benson และคณะ⁸ และ Ledgerton และคณะ⁹ กล่าวว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีประสิทธิภาพใน

การประเมินภาวะกระดูกพรุนดีกว่าดัชนีเมนทัล เพราะดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์เป็นสัดส่วน และชัดเจนการบิดเบือนและการขยายขนาดของภาพรังสีแพโนรามาได้

ภาพถ่ายรังสีแพโนรามานอกจากใช้ประเมินภาวะกระดูกพรุนที่มักเกิดในเพศหญิงแล้ว ยังสามารถใช้กับเพศชายได้เช่นกัน โดยงานวิจัยของ Dagistan และ Bilge¹⁰ ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีแอนติโกเนียล ดัชนีเมนทัล ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ และดัชนีแมนดิบูลาร์คอร์ติคอล ในเพศชาย 40 คน (20 คน มีภาวะกระดูกพรุน และ 20 คน เป็นกลุ่มคนปกติ) พบว่าในเพศชายที่มีภาวะกระดูกพรุน มีค่าดัชนีแอนติโกเนียล ดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์แตกต่างจากกลุ่มคนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bajoria และคณะ ที่รายงานว่าดัชนีเมนทัล ดัชนีแมนดิบูลาร์คอร์ติคอล ดัชนีโกเนียล ดัชนีแอนติโกเนียล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีประสิทธิภาพในการใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองภาวะกระดูกพรุน¹¹ นอกจากนี้ Esin Haster และคณะ¹² ได้ศึกษาในกลุ่มคนอายุ 60 – 88 ปี จำนวน 487 คน ที่มีภาวะกระดูกพรุนและไม่มีภาวะกระดูกพรุน โดยศึกษาดัชนีเมนทัล ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ และดัชนีแมนดิบูลาร์คอร์ติคอล เปรียบเทียบกับเพศ และสภาพฟัน พบว่าดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีเมนทัล ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ และดัชนีแมนดิบูลาร์คอร์ติคอลระหว่างผู้ที่มีภาวะกระดูกพรุนกับผู้ที่ไม่มีความผิดปกติของกระดูก ส่วนในกลุ่มที่ไม่เหลือฟันแล้วมีดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์น้อยกว่ากลุ่มที่มีฟันบางส่วนและมีฟันครบ

Güngör และคณะ¹³ ศึกษาความน่าเชื่อถือของดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์สำหรับใช้ในการประเมินผู้ที่มีภาวะกระดูกพรุน จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าความน่าเชื่อถือของดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ขึ้นอยู่กับความสามารถที่จะกำหนดขอบเขตที่แน่ชัดของเมนทัลฟอราเมนได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Govindrajou และ Chandra¹⁴ ที่ศึกษาดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายและเพศหญิง โดยมีข้อกำหนดว่าหากไม่สามารถระบุตำแหน่งและขอบเขตเมนทัลฟอราเมนจากภาพรังสีแพโนรามาได้ชัดเจนต้องคัดออกจากกลุ่มศึกษา โดยพบว่าทั้งดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง

ปัจจุบันมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์กับภาวะกระดูกพรุนในประเทศไทยไม่มากนัก จากงานวิจัยเรื่องดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์สำหรับประเมินภาวะกระดูกพรุนทางคลินิกของไทย โดย รังสิยานนท์ และคณะ¹⁵ พบว่าดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มประชากรไทยช่วงอายุ

20-30 ปี (มีมวลกระดูกสูง) กับกลุ่มประชากรช่วงอายุมากกว่า 60 ปี (มีมวลกระดูกต่ำกว่าในกลุ่มคนอายุน้อย) หากใช้ช่วงอายุเป็นเกณฑ์ จำแนกกลุ่มประชากร แต่เมื่อใช้เพศเป็นเกณฑ์ พบว่ามีเพียงดัชนีเมททลเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงอาจตั้งข้อสังเกตได้ว่าดัชนีเมททล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์สามารถใช้ช่วยประเมินหรือคัดกรองความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนเบื้องต้นได้ ดังนั้นหากทันตแพทย์สามารถใช้ภาพรังสีแพโนรามมาในการประเมินภาวะกระดูกพรุนในเบื้องต้นจากกระดูกขากรรไกรล่างได้ อาจส่งผลให้ผู้ป่วยได้เข้ารับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของโรค และเพิ่มความสำเร็จในการป้องกันหรือบรรเทาภาวะกระดูกพรุนได้อย่างดีต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของดัชนีเมททล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ของผู้ป่วยที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป เพื่อทราบแนวโน้มของความหนาแน่นกระดูกที่เปลี่ยนแปลงตามปัจจัยด้านเพศและอายุ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมเพื่อการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ SWUEC-061/2562E

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการวิจัย (inclusion criteria)

ภาพรังสีแพโนรามมาแบบดิจิทัล (เครื่องถ่ายภาพรังสีภายนอกช่องปาก Acteon D plus) จากคลินิกรังสีวิทยา ภาควิชาศัลยศาสตร์และเวชศาสตร์ช่องปาก โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ถูกบันทึกไว้ตั้งแต่ พ.ศ.2556 ถึง พ.ศ.2561 ของผู้ป่วยที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิงที่เข้ามารับการรักษาทางทันตกรรม ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยภาพรังสีที่ใช้ศึกษานั้นต้องเห็นชัดเจนในบริเวณใต้ต่อเมททลฟอราเมนจนถึงแมนดิบูลาร์ คอร์เทกซ์ เมื่อดูภาพรังสีผ่านโปรแกรมอ่านภาพรังสี Picture Archiving and Communication System (PACS) อย่างน้อย 1 ข้าง หากเป็นภาพที่สามารถเห็นเมททลฟอราเมนชัดเจนสองข้างจะวัดทั้ง 2 ข้างแล้วคิดค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นค่าตัวแทนของผู้ป่วยแต่ละคน เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างไม่ให้เข้าร่วมโครงการวิจัย (exclusion criteria)

ประเด็นที่สำคัญในการคัดกลุ่มประชากรศึกษาจากการวิจัย คือ ผู้ป่วยที่มีประวัติของโรคประจำตัว หรือมีพยาธิสภาพบางอย่าง รวมถึงการใช้ยาทางระบบซึ่งมีรายงานว่ามีความสัมพันธ์

กับเมตาบอลิซึมและการลดลงของมวลกระดูก¹⁶ โดยสามารถจำแนกออกได้ ดังนี้

- ผู้ป่วยที่เคยเป็นโรคไฮเปอร์พาราไทรอยด์ (Hyperparathyroid), ไฮโปพาราไทรอยด์ (Hypoparathyroid), เบาหวาน, ไตวาย, ไฮโปโกแนด (Hypogonad), เนื้องอกที่ต่อมพิทูอิทารี (Pituitary adenoma), โรคแอดดิสัน (Addison's diseases), โรคคุชชิง (Cushing's diseases), ตับล้มเหลว, แอนไคโลสซิงสปอนไดโลสิส (Ankylosing spondylitis), ไขข้อรูมาตอยด์ (Rheumatoid arthritis), ขาดสารอาหาร, มัลติเบิลไมอีโลมา (Multiple myeloma) และโลหิตจาง

- การใช้ยา เช่น คอติโคสเตียรอยด์ (corticosteroid), ยาต้านการแข็งตัวของเลือด, เคมีบำบัด, ยารักษาโรคลมชัก, ยาฮอร์โมนไทรอยด์, ยารักษาเบาหวาน, ยาลดความดันโลหิตและยาลดระดับไขมันในเลือดที่มีผลต่อเมตาบอลิซึมของกระดูก

- มีประวัติการหักของกระดูก, การใช้รังสีบำบัด, การปลูกกระดูก หรือมีการถูกทำลายของกระดูก ในบริเวณที่ต้องการศึกษา

- สูบบุหรี่หรือดื่มสุราเป็นประจำทุกวัน เนื่องจากการสูบบุหรี่และการดื่มสุราเป็นประจำมีผลลดประสิทธิภาพการดูดซึมแคลเซียมในร่างกาย

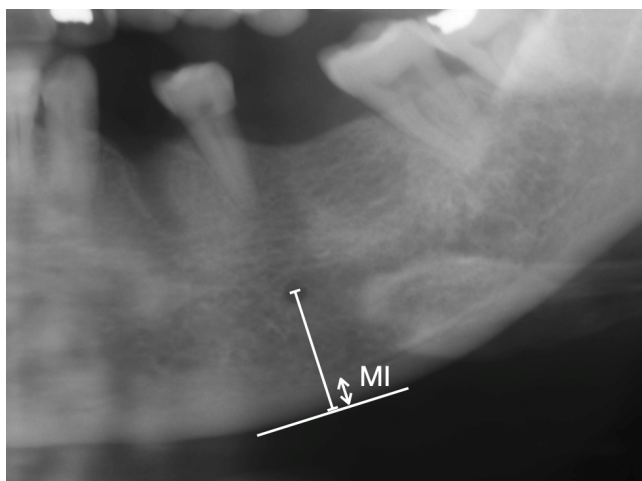
- เคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคกระดูกพรุนและ/หรือมีการใช้ยาเพื่อรักษากระดูก เช่น แคลซิโทนิน (calcitonin), บิสฟอสโฟเนต (bisphosphonates), ฟลูออไรด์ (fluoride), การรักษาโดยใช้ฮอร์โมนทดแทน, แคลเซียม และวิตามินดี

การเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลทำโดยผู้วิจัย 3 คน โดยมีการปรับค่ามาตรฐานระหว่างบุคคล (inter-rater agreement) โดยใช้จำนวนประชากรคิดเป็นร้อยละ 5 ของกลุ่มประชากรทั้งหมด โดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation; ICC) ในการวัดค่าดัชนีเมททลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ เท่ากับ 0.74 และ 0.80 ตามลำดับ อ่านภาพรังสีแพโนรามมาของกลุ่มประชากรที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมอ่านภาพรังสี PACS ด้วยคอมพิวเตอร์และจอแสดงผลรุ่นเดียวกัน ในคลินิกเวชศาสตร์ช่องปากและตรวจพิเคราะห์โรคในช่องปาก โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แล้ววัดค่าดัชนีจากภาพรังสีด้วยการหาค่าดัชนีทั้ง 2 ค่า ดังนี้

1. ดัชนีเมททล ลากเส้นผ่านกึ่งกลางเมททลฟอราเมนไปตั้งฉากกับเส้นที่สัมผัสกับขอบล่างของกระดูกขากรรไกรล่าง จากนั้นทำการวัดความหนาของแมนดิบูลาร์ คอร์เทกซ์บนเส้นนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1

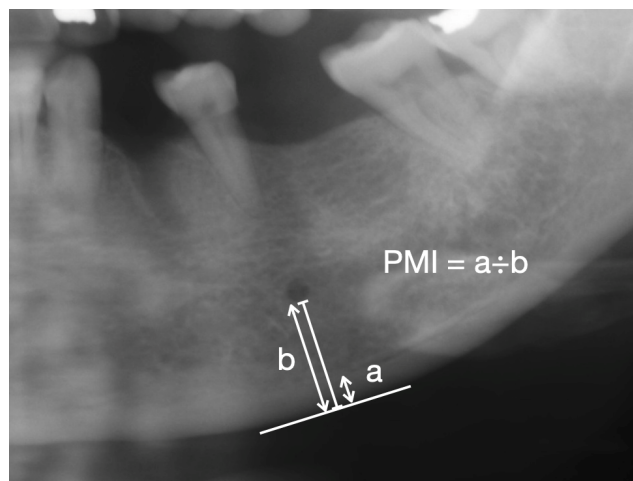
2. ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ ลากเส้นจากขอบล่างของเมนทัลฟอราเมนไปตั้งฉากกับเส้นขอบล่างของกระดูกขากรรไกรล่าง แล้วหาสัดส่วนระหว่างความหนาของแมนดิบูลาร์ คอร์เท็กซ์และ



รูปที่ 1 วิธีการวัดค่าดัชนีเมนทัล

Figure 1 Mental Index (MI) assessment

ความยาวจากขอบล่างของเมนทัลฟอราเมนที่ลงไปตั้งฉากกับเส้นที่สัมผัสกับขอบล่างของกระดูกขากรรไกรล่าง ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการวัดค่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์

Figure 2 Panoramic Mandibular Index (PMI) assessment

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มประชากรศึกษามาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 23.0 (IBM Corp.) โดยใช้สถิติการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample T-test) กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) เพื่อศึกษาความแนวโน้มความสัมพันธ์ของทั้งสองดัชนี

ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูลผู้ป่วยอายุ 50 ปีขึ้นไป ที่เข้ารับการรักษาทันตกรรม ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และได้รับการถ่ายภาพรังสีแพโนราม่าเก็บข้อมูลภาพรังสีในระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556-2561 จำนวนทั้งสิ้น 1,549 คน และทำการวิเคราะห์ภาพรังสีแพโนราม่าโดยใช้โปรแกรมอ่านภาพรังสี PACS พบว่ามีภาพรังสีแพโนราม่าที่สามารถระบุตำแหน่งและขอบเขตของเมนทัลฟอราเมนได้ชัดเจนเป็นในผู้ป่วย

จำนวน 942 คน แบ่งเป็นเพศชาย 363 คน และเพศหญิง 579 คน จากนั้นนำข้อมูลอายุ ดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มาวิเคราะห์ พบว่าอายุเฉลี่ยทั้งหมด 60.61 ปี อายุเฉลี่ยของเพศชาย 61.35 ปี (อายุระหว่าง 50-88 ปี) และเพศหญิง 60.14 ปี (อายุระหว่าง 50-85 ปี) และอายุของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.021$) ดัชนีเมนทัลเฉลี่ยในเพศชายเท่ากับ 0.362 ซม. และในเพศหญิงเท่ากับ 0.354 ซม. โดยพบว่าดัชนีเมนทัลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p=0.129$) ในขณะที่ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายเท่ากับ 0.285 และในเพศหญิงเท่ากับ 0.308 และพบว่าในเพศชายกับเพศหญิงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) ดังแสดงในตารางที่ 1

และเมื่อนำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ โดยเมื่อดูความสัมพันธ์ของดัชนีเมนทัลเทียบกับดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์พบว่าดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกหรือมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และอยู่ในความสัมพันธ์ระดับสูงที่ร้อยละ 61.50 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอายุ ค่า MI และ ค่า PMI ของกลุ่มผู้ป่วยเพศชายและเพศหญิง

Table 1 Mean age, MI and PMI of male and female studied population

	Male (mean $\pm$ SD)	Female (mean $\pm$ SD)	p-value
Age (years)	61.35 $\pm$ 8.14	60.14 $\pm$ 7.60	0.021*
MI (cm.)	0.362 $\pm$ 0.085	0.354 $\pm$ 0.085	0.129
PMI	0.285 $\pm$ 0.074	0.308 $\pm$ 0.087	0.000*

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของดัชนีเมทริกซ์กับดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์

Table 2 Correlation between MI and PMI

	p-value	
	MI	PMI
MI		0.000*
PMI	0.000*	

Agreement : 61.50 %

*significant at $p < 0.05$

วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

ภาวะกระดูกพรุนสามารถรักษาให้หายได้หากได้รับการตรวจและวินิจฉัยตั้งแต่ระยะเริ่มต้น แต่เนื่องด้วยเครื่องวัดความหนาแน่นกระดูกที่มีความแม่นยำนั้นมีราคาสูงและยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถเข้าถึงได้ง่าย อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาทางทันตกรรมมักได้รับการถ่ายภาพรังสีแพโนรามมา ซึ่งมีหลายการศึกษาที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับดัชนีที่ได้จากภาพรังสีแพโนรามมา มาใช้ช่วยในการประเมินภาวะกระดูกพรุนจากงานวิจัยของ รังสิยานนท์ และคณะ¹⁵ ในปีพ.ศ. 2560 ได้ศึกษาดัชนีเมทริกซ์ และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ ในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทันตกรรม ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยศึกษาเปรียบเทียบในประชากร 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเพศชายอายุน้อย กลุ่มเพศชายอายุมาก กลุ่มเพศหญิงอายุน้อย และกลุ่มเพศหญิงอายุมาก ได้ผลว่ากลุ่มเพศชายอายุน้อยและหญิงอายุน้อยมีค่าดัชนีเมทริกซ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ของกลุ่มเพศหญิงอายุมากมีความแตกต่างกับกลุ่มเพศชายอายุน้อยและกลุ่มเพศหญิงอายุน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงได้มีการต่อยอดเป็นงานวิจัยฉบับถัดมาในปีพ.ศ.2561¹⁷ ซึ่งมีการเปรียบเทียบกลุ่มประชากรศึกษาที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น โดยลดลงเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มชายอายุน้อย (เสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนน้อยที่สุด) กลุ่มหญิงอายุน้อย และ กลุ่มหญิงอายุมาก (เสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนมากที่สุด) เพื่อหวังให้เห็นผลของอายุและเพศที่มีต่อดัชนีเมทริกซ์ และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์มากยิ่งขึ้น พบว่าทั้ง 3 กลุ่มมีค่าดัชนีเมทริกซ์ และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าเพศและอายุที่ต่างกันส่งผลให้ค่าดัชนีเมทริกซ์ และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ต่างกัน

จากผลของการศึกษาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาต่อเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุเท่านั้น เพราะต้องการลดปัจจัยเรื่องอายุที่มีผลต่อดัชนีเมทริกซ์และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ เพื่อให้

เห็นผลของเพศที่มีต่อดัชนีเมทริกซ์และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาในกลุ่มประชากรอายุ 50 ปีขึ้นไป (อายุเฉลี่ย 60.61 ปี) จำนวน 942 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เพศชาย 393 คน และเพศหญิง 579 คน อายุเฉลี่ย 61.35 ปี และ 60.14 ปี ตามลำดับ โดยพบว่าอายุของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.021$) จากนั้นทำการวัดและหาค่าเฉลี่ยดัชนีเมทริกซ์ของเพศชายได้ 0.362 ± 0.085 ซม. และเพศหญิงได้ 0.354 ± 0.085 ซม. โดยผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่กล่าวว่าดัชนีเมทริกซ์ในเพศชายมีค่าสูงกว่าในเพศหญิง^{12,14,18-20} และพบว่าดัชนีเมทริกซ์ในเพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.129$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสิยานนท์ และคณะ ที่กล่าวว่าดัชนีเมทริกซ์ระหว่างเพศชายสูงอายุกับเพศหญิงสูงอายุไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ สันนิษฐานว่าอาจเป็นผลมาจากจำนวนประชากรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนประชากรที่คัดเข้าการศึกษาซึ่งมีจำนวนต่างกันพอสมควรระหว่างเพศชายและเพศหญิง จึงอาจมีผลทำให้ไม่พบความแตกต่างของดัชนีเมทริกซ์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง แต่อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการศึกษานี้ขัดแย้งกับผลของ Hastar และคณะ¹² Govindraj และ Chandra¹⁴ และ Alapati และคณะ¹⁹ ที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีเมทริกซ์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง

สำหรับค่าเฉลี่ยดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ของเพศชายและเพศหญิง คือ 0.285 ± 0.074 และ 0.308 ± 0.087 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์พบว่าเพศมีผลต่อดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสิยานนท์ และคณะ¹⁷ ที่กล่าวว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ของเพศชายอายุน้อย เพศหญิงอายุน้อย และเพศหญิงอายุมาก มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพศชายอายุน้อยจะมีค่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์มากที่สุด รองลงมาเป็นเพศหญิงอายุน้อย และเพศหญิงอายุมาก ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Dhandapani และ Mariamichael²¹ ที่ทำการศึกษาดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์ในประชากรอินเดียโตอายุ 31-80 ปี แบ่งเป็น 5 กลุ่มอายุ ได้ผลว่าในกลุ่มอายุเดียวกัน เพศที่ต่างกันส่งผลให้ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าผู้ป่วยอายุ 60 ปีขึ้นไป ในเพศหญิงจะมีดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์น้อยกว่าเพศชาย และงานวิจัยของ Hastar และคณะ¹² และ Govindraj และ Chandra¹⁴ ที่พบว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบุลาร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง

อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Alapati และคณะ¹⁹ ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง และรังสิยานนท์ และคณะ¹⁵ ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายสูงอายุและเพศหญิงสูงอายุ พบเพียงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ของเพศหญิงอายุน้อยกว่าอายุมาก จากการที่งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุ ส่งผลให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเพศที่มีต่อดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถสรุปได้ว่าในกลุ่มอายุเดียวกัน ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายและเพศหญิงจะแตกต่างกัน

อีกทั้งในการศึกษานี้พบว่าเฉลี่ยดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายกลับน้อยกว่าในเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยของ Alapati และคณะ¹⁹ แต่กลับได้ผลตรงข้ามกับงานวิจัยของ รังสิยานนท์ และคณะ^{15,17} ที่ได้ผลว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ของเพศหญิงน้อยกว่าของเพศชาย นอกจากนี้งานวิจัยของ Alswat²² ยังได้กล่าวในทางเดียวกันกับงานวิจัยอื่น ๆ^{14,21} ว่าเพศชายมักมีความหนาแน่นกระดูกสูงกว่าเพศหญิง ซึ่งสามารถอุปมาได้ว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายควรมากกว่าในเพศหญิง แต่ไม่ได้หมายความว่าในเพศชายจะไม่มีความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุน เพียงแต่ในเพศชายจะเริ่มมีภาวะกระดูกพรุนช้ากว่าในเพศหญิง และยังได้รวบรวมอายุที่แนะนำให้ตรวจวัดความหนาแน่นกระดูกจากองค์กรต่างๆ เช่น Canadian Osteoporosis Society แนะนำให้ตรวจวัดมวลกระดูกในเพศชายและหญิงเมื่ออายุ 65 ปีขึ้นไป National Osteoporosis Foundation International Society for Clinical Densitometry Endocrine Society แนะนำให้ตรวจวัดมวลกระดูกในเพศชายอายุ 70 ปีขึ้นไป และในเพศหญิงอายุ 65 ปีขึ้นไป อีกทั้งยังกล่าวว่าสาเหตุที่เริ่มมีภาวะกระดูกพรุนช้ากว่านั้นอาจไม่ได้เป็นผลมาจากสารอาหารที่ได้รับ การออกกำลังกาย หรือน้ำหนักตัวเท่านั้น แต่อาจจะเป็นผลมาจากขนาดของกระดูกที่แตกต่างกันด้วย โดยในงานวิจัยของ Alswat²² ได้แนะนำให้เพศชายเริ่มตรวจความหนาแน่นกระดูกช้ากว่าเพศหญิง จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นเหตุที่ส่งผลให้งานวิจัยนี้มีค่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายน้อยกว่าในเพศหญิงเนื่องจากอายุเฉลี่ยของเพศชายในการศึกษานี้มากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอายุที่เพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้สามารถสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางภาพรังสีของกระดูกขากรรไกรล่างได้มากยิ่งขึ้น⁹

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดัชนีเมนทัลเทียบกับดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน และอยู่ในความสัมพันธ์ระดับสูงที่ร้อยละ 65 กล่าวคือ เมื่อวัดดัชนี

เมนทัลได้ค่าสูงก็จะวัดดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ได้ค่าสูงเช่นกัน หากวัดดัชนีเมนทัลได้ค่าต่ำก็จะวัดดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ได้ค่าต่ำเช่นกัน ซึ่งผลที่ได้ในการศึกษานี้สอดคล้องกับผลจากงานวิจัยของ Bajoria และคณะ¹¹ ที่รายงานว่าดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์อยู่ระดับสูงที่ร้อยละ 69.57

จากการศึกษาก่อนหน้าของ รังสิยานนท์ และคณะ¹⁷ ในปีพ.ศ. 2561 ที่ได้สรุปผลว่า อายุ และเพศ มีผลต่อดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเกิดเป็นงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นไปที่การศึกษาปัจจัยเรื่องเพศที่มีผลกับดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในกลุ่มผู้ป่วยอายุมาก และความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีทั้งสอง ได้ผลว่ากลุ่มอายุเดียวกัน ในที่นี้คือ ผู้ที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป เพศมีความสัมพันธ์กับดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์กับดัชนีเมนทัลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ในระดับสูงที่ร้อยละ 65 แต่จากการวิจัยครั้งนี้ ผลสรุปทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับดัชนีเมนทัลกับเพศ อาจเนื่องจากกลุ่มประชากรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ พบข้อจำกัดในเรื่องประชากรเพศชายและเพศหญิงที่คัดเข้าการศึกษาที่มีจำนวนที่ต่างกันพอสมควร จึงอาจมีผลทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีเมนทัลระหว่างเพศชายและเพศหญิง และอาจเป็นผลที่ทำให้ดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศชายสูงอายุ ได้ค่าน้อยกว่าเพศหญิงสูงอายุ ซึ่งผลที่ได้ในงานวิจัยนี้ขัดแย้งกับหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้²³ ที่กล่าวว่าดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ในเพศหญิงมักได้ค่าน้อยกว่าเพศชาย อย่างไรก็ตามแม้จะไม่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีเมนทัลระหว่างเพศชายและเพศหญิง แต่ผู้วิจัยเห็นแนวโน้มความแตกต่างสำหรับดัชนีเมนทัลและดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ ซึ่งหากวางแผนเก็บข้อมูลในประชากรชายและหญิงที่จำนวนเท่ากันและมีอายุเฉลี่ยเท่ากัน หรือเพิ่มกลุ่มประชากรที่ศึกษาโดยเปรียบเทียบระหว่างคนปกติกับคนที่มีความเสี่ยงกระดูกพรุน อาจเปรียบเทียบให้เพศและอายุตรงกัน เช่น เพศหญิง อายุ 52 ปี ไม่มีภาวะกระดูกพรุน เทียบกับเพศหญิง อายุ 52 ปีเช่นเดียวกัน แต่มีภาวะกระดูกพรุน อาจทำให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ กับอายุ เพศ และการมีภาวะกระดูกพรุนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อความสำเร็จในการคัดกรองภาวะกระดูกพรุนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

สรุปผลวิจัย

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ที่ศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยอายุ 50 ปีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยเรื่องเพศส่งผลต่อค่าดัชนี

แพโนรามิกแมนดิบูลาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีเมนทัลกับดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบค่าดัชนีทั้งสองระหว่างผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะกระดูกพรุนกับผู้สูงอายุที่มีภาวะกระดูกพรุน จึงทำให้ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการมีภาวะกระดูกพรุนกับค่าดัชนีทั้ง 2 ค่าอย่างชัดเจนได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเปรียบเทียบดัชนีเมนทัล และดัชนีแพโนรามิกแมนดิบูลาร์ต่อไปในกลุ่มผู้ป่วยภาวะกระดูกพรุนที่ได้รับการตรวจวัดความหนาแน่นกระดูกแล้ว โดยเปรียบเทียบกับผู้ป่วยเพศเดียวกันที่อายุเท่ากันเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถนำภาพถ่ายรังสีแพโนรามามาใช้ในการประเมินภาวะกระดูกพรุนเบื้องต้นได้ในอนาคต ซึ่งส่งผลให้สามารถวินิจฉัยและรักษาภาวะกระดูกพรุนอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

- Lutz W, Sanderson W, Scherbov S. The coming acceleration of global population ageing. *Nature* 2008;451(7179):716-9.
- Pakpianphairot C. The role of orthopedic doctors in the integration project of prevention and treatment for repeated bone fractures from osteoporosis. *J DMS* 2016;41:7.
- Karasik D. Osteoporosis: an evolutionary perspective. *Hum Genet* 2008;124(4):349-56.
- Songpatanasilp T, Sritara C, Kittisomprayoonkul W, Chaiumnay S, Nimitphong H, Charatcharoenwitthaya N, et al. Thai Osteoporosis Foundation (TOPF) position statements on management of osteoporosis. *TOPF* 2016;2(4):191-207.
- Johnston CC Jr, Slemenda CW, Melton LJ 3rd. Clinical use of bone densitometry. *N Engl J Med* 1991;324(16):1105-9.
- Janhom A. Osteoporosis and its prediction using dental radiographs. *CM Dent J* 2006;17(1):19-27.
- Tounta TS. Diagnosis of osteoporosis in dental patients. *J Frailty Sarcopenia Falls* 2017;2(2):21-7.
- Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71(3):349-56.
- Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(3):173-81.
- Dagistan S, Bilge OM. Comparison of antegonial index, mental index, panoramic mandibular index and mandibular cortical index values in the panoramic radiographs of normal males and male patients with osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39(5):290-4.
- Bajoria AA, Ml A, Kamath G, Babshet M, Patil P, Sukhija P. Evaluation of radiomorphometric indices in panoramic radiograph - a screening tool. *Open Dent J* 2015;9:303-10.
- Hastar E, Yilmaz HH, Orhan H. Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly. *Eur J Dent* 2011;5(1):60-7.
- Güngör K, Akarslan Z, Akdevelioglu M, Erten H, Semiz M. The precision of the panoramic mandibular index. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:442-6.
- Govindraju P, Chandra P. Radiomorphometric indices of the mandible - an indicator of osteoporosis. *J Clin Diagn Res* 2014;8(3):195-8.
- Rungsriyanont S, Choeywattana C, Panai N, Chalitangkul T, Prayoonwong V, Saengsakul A. Mental Index and panoramic mandibular index for clinical osteoporosis evaluation: A 10 year retrospective preliminary study in faculty of dentistry, Srinakharinwirot university dental patients *SWU Dent J* 2017;10(2):54-61.
- NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention D, Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA* 2001;285(18):785-95.
- Rungsriyanont S, Talungchit S, Komolsukdej P, Krutchan K, Sudsakorn A, Leelakana I. The mental Index and panoramic mandibular index in Thai dental patients: A 5-year cross sectional study. *Thai Maxillofac Surg* 2018;32:87-94.
- Akshita D, Asha V. Reliability of panoramic radiographic indices in identifying osteoporosis among postmenopausal women. *J Oral Maxillofac Radiol* 2017;5(2):35-9.
- Alapati S, Reddy RS, Tatapudi R, Kotha R, Bodu NK, Chennaju S. Identifying risk groups for osteoporosis by digital panoramic radiography. *Contemp Clin Dent* 2015;6(1):S253-S7.
- Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin C. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99(4):479-84.
- Dhandapani K, Mariamichael A. Influence of age and gender on mandible among south Indian population. *Online J Biol Sci* 2015;15(1):23-9.
- Alswat KA. Gender disparities in osteoporosis. *J Clin Med Res* 2017;9(5):382-7.

ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า	ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า
ก		พ	
กิติณี วัฒนสุขชัย	1/63	พนิดา ธัญญศรีสังข์	4/280
กัณฑพร คุณพนิชกิจ	2/280	พนารัตน์ ขอดแก้ว	3/170
กฤตพร จอมเทพมालา	1/54	พริมา รัตนติกุล	3/182
กฤษณ์ ขวัญเงิน	3/170	พีรพร ทวีวัฒนไพศาล	1/45
กวิตา กาญจนเมฆานันต์	1/83	ภ	
เกศกัญญา สัพพะเลข	4/305	ภักธิมา พุนทองพันธ์	4/312
เกษมสันต์ สุจริตวณิช	4/297	ภัทราวดี กรัษนัยรวิวงศ์	3/182
จ		ม	
จิรภัฏฐ์ ศรีหัตถจากติ	3/182	มิเชล วีระเกล้า	3/182
ฉ		ร	
ฉัตรศิริ ภารพ	3/182	รกรอง พรหมจันทร์	1/36
ช		รังสิมา สกฤณมรรคา	1/63
ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล	4/280	รัชนี อัมพรอร่ามเวทย์	4/305
ชินาลัย ปิยะชน	1/45	รมณีย์ ชัดเงางาม	4/262
ชวลิต เพียรมีชีเมนต์	3/230	ว	
ญ		วิญา ส่งสมบูรณ์	4/312
ญาณี ตันติเลิศอนันต์	2/158	วราณัฐ ปิติพัฒน์	3/198
ฐ		วาสนา พัฒนพีระเดช	1/54
ฐิตา ภิญโญยาง	2/182	ศ	
ด		ศิริกุล วนาไพศาล	1/45
ดวงธิดา ไพบูลย์วรชาติ	1/26	ศิริพันธุ์ ชัดตพงษ์	4/305
ท		ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์	2/158
ทิพวรรณ ธาราพัฒนานนท์	3/230	ศีลัสยา สีสภาพศฤทธิ	2/158
ธ		ส	
ธัญมล ดีสกุล	3/182	สุกฤตา ศิริจินตามณีรัตน์	4/312
ธิดารัตน์ อังวรารงค์	2/124 , 3/198	สุชญา จิระพินทุ	4/262
ธีรยุทธ วิไลวัลย์	4/280	สุจิตรา สุนทรปรณกิจ	3/198
น		สุดา แซ่เตียว	1/26
นทีธร พฤษวัชรกุล	1/45	สินีภัทร์ ตลิ่งจิตร	4/312
นบชนก แก้ววิเชียร	2/124	สุภาณี สุนทรโลหะนกุล	1/36
ป		สมกมล วนิชวัฒนะ	3/230
ปณิสสา ภูครองแถว	2/124	สรสัณห์ รังสียานนท์	4/312
ปิยาณี พาณิชย์วิสัย	4/297	สุวรรณา เขียวอังกูร	4/262
ปิยะวุฒิ ฐิตศักดิ์โยธิน	3/182	อ	
ผ		อังคณา เขียวมนตรี	1/36
ผุสดี ยศเนื่องนิตย์	3/190	อุบลวรรณ เสริมชัยวงศ์	3/170
พ		อรนุช เตชาธาราพิพย์	2/280
พิชญา ไวโรจนกุล	3/190	อรอุมา อังวรารงค์	2/124 , 3/198
พิชานัน ศรีสมหมาย	1/26	อ้อยทิพย์ ชาญการคำ	1/26

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
A		N	
Angkana Thearmontree	1/36	Nadaprapai Khwanpuang	4/252
B		Napas Lappanakokiat	4/274
Bancha Samruajbenjakun	3/243	Napat Nalamliang	2/94
Bhakajira Suppateepmongkol	1/72	Nateetorn Plukwatchalakul	1/45
Boondarick Niyatiwatchanchai	4/290	Niranlarp Rerksanan	2/106
C		Niyom Thamrongananskul	2/150
Chaiwat Maneenut	4/252 , 4/290	Nopchanok Kaewwichian	2/124
Chatchai Pesee	1/72	O	
Chatchai Sirirungseero	1/72	Oitip Chankanka	1/26
Chatsiri Parapob	3/182	Onauma Angwaravong	2/124 , 3/198
Chawalid Pianmee	3/230	Oranuch Techatharatip	4/280
Chinalai Piyachon	1/45	Orapin Komin	1/1
Chonticha Kitiwiriyaikul	3/243	P	
Chutima Trairatvorakul	4/280	Paktheema Phoontongphan	3/312
D		Panarat Kodkeaw	3/170
Duangjai Uraivichaiikul	1/11	Panatcha Weerapol	1/1
Duangthida Pailoonwarachart	1/26	Panida Thanyasrisung	4/280
I		Panisa Phukrongthaw	2/124
Issarawan Boonsiri	1/11	Parima Rattanakikul	3/182
J		Pattarawadee Krassanairawiwong	3/182
Jirat Srihatajati	3/182	Peeraporn Taweewattanapaisan	1/45
K		Phensiri Sangroongrangsri	1/72
Kajorn Kungsadalpipob	3/209	Phuntin Uengkajornkul	2/139
Kamolporn Wattanasirmit	1/11	Pichanun Srisommai	1/26
Kanoktep Jamsakorn	3/209	Pichaya Wairojanakul	3/190
Kantaporn Kunpanichakit	4/280	Pimchanok Sutthiboonyapan	3/209
Kasemsun Sujaritwanit	4/297	Piyanee Panitvisai	4/297
Kavita Kanjanamekanant	2/83	Piyawut Thitisakyothin	3/182
Keskanya Subbalekha	4/305	Pornhathai Liewsaitong	2/106
Kittithorn Lertsuriyakarn	3/216	Pusadee Yotnuengnit	3/190
Kitinee WattanasookchaiKorapin	1/63	R	
Krit Khwanngern	3/170	Rangsima Sakoolnamarka	1/64
Krittaporn Jomthepmala	1/54	Rinruedee Phothinamthong	1/72
Korapin Mahatumarat	2/139	Romanee Kudngaongarm	4/262
L		Rongrong Promchan	1/36
Laddawun Sununliganon	1/72	Ruchanee Ampornaramveth	4/305
M		S	
Mali Palanuwech	3/216	Seelassaya Leelaponglit	2/158
Michell Veeraklaew	3/182	Sikkared Parinyachaiphun	2/106

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
S		T	
Sineepat Talungchit	4/312	Thidarat Angwarawong	2/124 , 3/198
Sirikul Wanapaisarn	1/45	Thipawan Tharapiwattananon	3/230
Siriphun Kattapong	4/305	Thita Phinyoyang	3/182
Sirivimol Srisawasdi	2/158	Thanit charoenrat	2/106
Somkamol Vanichvatana	3/230	Tirayut Vilaivan	4/280
Soontra Panmekiate	2/139 , 4/274	Tool Sriamporn	2/150
Sorasun Rungsiyanont	4/312	Thunyakamon Disakul	3/182
Suchaya Jirapintu	4/262	U	
Suda Saetiew	1/26	Ubonwan Sermchaiwong	3/170
Sukritta Sirijindanameerat	4/312	Udom Thongudomporn	2/94
Supanee Suntornlohanakul	1/36	V	
Suphakrit Pumnil	3/209	Vasana Patanapiradej	1/54
Surasak Yowcharoensuk	2/117	Viya Songsomboon	4/312
Suwunna Tienungoon	4/262	W	
T		Waranuch Pitiphat	3/198
Takerngsuk Phetchuay	1/72	Watcharapong Aroonsang	2/117
Tanapon Tarateeraseth	2/150	Y	
Thachaya Satavuthi	1/72	Yanee Tantilertanant	2/158

CONTINUING EDUCATION QUIZ

Effect of Vitamin C Suspension on Micro Tensile Bond Strength of Non-vital Bleached Dentin to Resin Composite Restoration

Boondarick Niyatiwatchanchai¹, Chaiwat Maneenut¹

¹Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

- การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าผลการฟอกสีฟันส่งผลอย่างไรต่อการยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตต่อโครงสร้างฟัน
 - ทำให้ค่าการยึดติดดีขึ้น
 - ทำให้ค่าการยึดติดน้อยลง
 - ไม่ส่งผลใด ๆ ต่อค่าการยึดติด
 - ผลไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้
- ข้อใดคือวิธีการในการเพิ่มค่าการยึดติดของโครงสร้างฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันกับเรซินคอมโพสิต
 - การชะลอกระบวนการบูรณะออกไปก่อนเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์
 - การใช้สารต้านอนุมูลอิสระกับโครงสร้างฟันก่อนทำการบูรณะ
 - การล้างโครงสร้างฟันด้วยสาร Sodium hypochlorite ก่อนทำการบูรณะ
 - ข้อ ก และ ข ถูก
- การศึกษาส่วนใหญ่ใช้สารละลาย Sodium ascorbate ที่ความเข้มข้นเท่าใด
 - ร้อยละ 5
 - ร้อยละ 10
 - ร้อยละ 15
 - ร้อยละ 20
- เพราะเหตุใดก่อนหน้าการใช้วิตามินซี (Ascorbic acid) จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อบูรณะฟันภายหลังการฟอกสีฟัน
 - ราคาแพง
 - การมี shelf life ที่ต่ำ
 - มีความเป็นกรดที่สูง
 - อาจติดสีต่อโครงสร้างฟัน
- จากการวิจัยนี้ได้ข้อสรุปว่าอย่างไร
 - การใช้สารแขวนลอยวิตามินซีแบบเม็ดไม่สามารถช่วยเพิ่มค่าการยึดติดให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันได้
 - การใช้สารแขวนลอยวิตามินซีแบบเม็ดสามารถช่วยเพิ่มค่าการยึดติดให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันได้เทียบเท่ากับเนื้อฟันปกติ
 - การใช้สารแขวนลอยวิตามินซีแบบเม็ดสามารถช่วยเพิ่มค่าการยึดติดให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันแต่ไม่เทียบเท่ากับเนื้อฟันปกติ
 - การใช้สารแขวนลอยวิตามินซีแบบเม็ดสามารถช่วยเพิ่มค่าการยึดติดให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันได้ดีกว่าเนื้อฟันปกติ