

JDAT

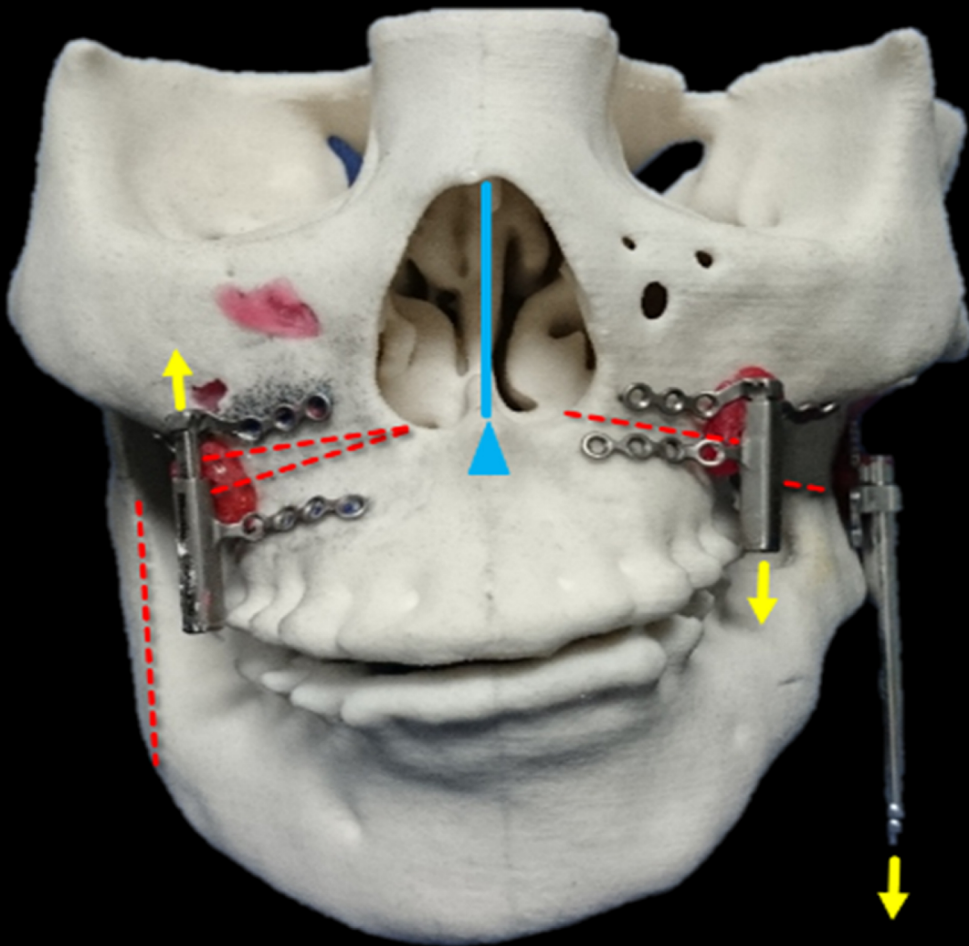
วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 68 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2561 / Volume 68 Number 4 October - December 2018



CE Credits
QUIZ

Radiation Protection in Dentistry: Fundamental Concepts and Practical Approach



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์
JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisory Board

Lt. Gen. Phisal	Thepsithar
Asst. Prof. Anonknart	Bhakdinaronk
Dr. Charmary	Reanamporn
Assoc. Prof. Porjai	Ruangstri
Assoc. Prof. Surasith	Kiatpongson
Dr. Wantana	Puthipad
Dr. Werawat	Satayanurug
Prof. Dr. Waranun	Buajeeb
Dr. Prinya	Pathomkulmai

Board of Directors 2016 - 2018

President	Dr. Adirek	S.Wongsa
President Elect	Dr. Chavalit	Karnjanaopaswong
1 st Vice-President	Asst. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
2 nd Vice-President	Assoc. Prof. Dr. Siriruk	Nakornchai
Secretary-General	Prof. Dr. Prasit	Pavasant
Treasurer	Assoc. Prof. Poranee	Berananda
Editor	Dr. Ekamon	Mahapoka
Executive Committee	Clinical Prof. Pusadee	Yotnuengnit
	Lt. Gen. Nawarut	Soonthornwit
	Assoc. Prof. Wacharaporn	Tasachan
	Dr. Somchai	Suthirathikul
	Asst. Prof. Ekachai	Chunhacheevachaloke
	Asst. Prof. Bundhit	Jirajariyavej
	Dr. Prae	Chittinand
	Dr. Kanit	Dhanesuan
	Assoc. Prof. Dr. Patita	Bhuridej
	Asst. Prof. Piriya	Cherdsatirakul
	Dr. Sutee	Suksudaj
	Assoc. Prof. Dr. Teerasak	Damrongrungruang

OFFICE 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand. Tel. 02-5394748, Fax 02-5141100



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
Assoc. Prof. Dr. Waranuch Pitiphat, Khon Kaen University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Nita Viwattanatipa, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Ponlatham Chaiyarit, Khon Kaen University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn, Thammasat University, Thailand
Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit, Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Paiboon Techalertpaisarn, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitirattanaku, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Kitti Torrungruang, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontom, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Napapa Aimjirakul, Srinakharinwirot University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand Assist.
Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Thailand
Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Tewarit Somkotra, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Thantrira Porntaveetus, Chulalongkorn University, Thailand
Dr. Pisha Pittayapat, Chulalongkorn University, 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

Mailing address: 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand E-mail: jdat.editor@gmail.com



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสภาราณียกร

สวัสดีทุกท่านครับ

กลับมาพบกันอีกครั้งนะคะกับวิทยาสารทันตแพทยสมาคมฯ ฉบับสุดท้ายของปี 2561 เราเปิดฉบับด้วยบทความปริทัศน์เหมือนเช่นเคย เป็นเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยจากรังสีที่ใช้ในทางทันตกรรมซึ่งเป็นเรื่องราวที่ทุกคนให้ความสนใจในช่วงปีที่ผ่านมา ลองเข้าไปอ่านและทบทวนได้ครับ ท่านสามารถอ่านบทความออนไลน์และตอบแบบสอบถามเพื่อรับเครดิตการศึกษาต่อเนื่องได้เช่นเดิมครับ สำหรับบทความเรื่องอื่นก็ยังคงมีความหลากหลายเช่นเคย ฉบับนี้มีบทความงานด้านศัลยศาสตร์และทันตกรรมจัดฟันให้อ่านเยาะเป็นพิเศษ รวมถึงงานทางด้านชุมชนและทันตกรรมบูรณะครับ ทางกองบรรณาธิการขอขอบพระคุณผู้อ่านทุกท่านสำหรับคำชี้แนะและคำติชมที่ส่งเข้ามา เราขอน้อมรับและจะนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้วิทยาสารฯ ฉบับนี้เป็นศูนย์กลางแหล่งความรู้และเป็นตัวแทนของการศึกษาวิจัยทางด้านทันตแพทยศาสตร์ในประเทศไทย และเรามีนโยบายผลักดันให้วิทยาสารฯ ไปสู่ระดับสากลซึ่งทุกท่านอาจจะได้เห็นความเปลี่ยนแปลงในปีหน้าครับ

สวัสดีและพบกันใหม่ปี 2562 ครับ

ทพ.ดร. เอกมน มหาโกคา
สภาราณียกร

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

Swadison S, Apinhasmit W, Siri-upatham C, Tungpitsyotn M, Patepasen 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)

Abood 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

Priprem 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 68 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2561

บทความปริทัศน์

Radiation Protection in Dentistry: Fundamental Concepts and Practical Approach

Phonkit Sinpitaksakul

Pisha Pittayapat

Ruben Pauwels

Soontra Panmekiate

แนวคิดการอักเสบของระบบประสาทต่อการเคลื่อนของฟันด้วยแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

อันวยา แก้วพิทักษ์

ชิดชนก ลิธนะกุล

การรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย

ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา

ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ

Corticotomy-assisted Orthodontic Treatment in Bimaxillary Protrusion Patients

Navarat Voravongsagul

Bancha Samruajbenjakun

รายงานผู้ป่วย

การใช้วิธีติสแทรกชันออสติโอเจเนซิสในการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างไปพร้อมกันเพื่อแก้ไขความไม่สมมาตรในผู้ป่วยเฮมิเฟซียัลไมโครโซเมีย ด้วยการใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกหลายชิ้น

ธงชัย นันทนรานนท์

วิภาพรรณ ฤทธิธกุล

อนุพงศ์ สุระเศรณีวงศ์

Contents

Volume 68 Number 4 October- December 2018

Review Article

309 Radiation Protection in Dentistry: Fundamental Concepts and Practical Approach

Phonkit Sinpitaksakul

Pisha Pittayapat

Ruben Pauwels

Soontra Panmekiate

318 Concept of Neurogenic Inflammation During the Orthodontic Tooth Movements

Aunwaya Kaewpitak

Chidchanok Leethanakul

329 Breastfeeding and Early Childhood Caries

Nattanan Govitvattana

Siriporn Songsiripradubboon

339 Corticotomy-assisted Orthodontic Treatment in Bimaxillary Protrusion Patients

Navarat Voravongsagul

Bancha Samruajbenjakun

Case : Report

346 Simultaneous Maxillo-Mandibular Unit Distraction Osteogenesis Treatment of Facial Asymmetry for Hemifacial Microsomia Using Multiple Internal Distraction Device

Thongchai Nuntanaranont

Wipapun Ritthagol

Anupong Suraseraneewong



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2561

บทวิทยากร

Efficacy of Coconut Oil and 0.12 % Chlorhexidine Mouthrinses in Reduction of Plaque and Gingivitis: A Two-Week Randomized Clinical Trial

Darunee Owittayakul

Kanjana Palee

Sakornrat Khongkhunthian

Wirongrong Langkapin

Phenphichar Wanachantararak

Pavin Bhatia

ผลของการเตรียมผิวต่อความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคของวัสดุครอบฟันชั่วคราวบิสแอกริลเรซินและเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง

อุมภาพร วิมลกิตติพิงศ์

อภิษฐिता ตั้งเจริญ

กิตินันท์ ตฤณวสุนธรา

รัศมีเอก ต้นติสวัสดิ์

วริษฐา มังกร

วินวรรณ วิไลวัลย์

จรรยาณชัย วรรณสุขนุกูล

ประสิทธิผลของการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับของการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกเด็กดีคุณภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่มีทันตภิบาลประจำในจังหวัดพังงา: การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

ธนากร ศฤงคารชยธวัช

ศุภัญญา เขียววิวัฒน์

Comparison of Space Analysis from Computer-based Digital Model and Plaster Model

Tatchatam Raksin

Supanee Suntornlohanakul

Contents

Volume 68 Number 4 October– December 2018

Original Article

360 Efficacy of Coconut Oil and 0.12 % Chlorhexidine Mouthrinses in Reduction of Plaque and Gingivitis: A Two-Week Randomized Clinical Trial

Darunee Owittayakul

Kanjana Palee

Sakornrat Khongkhunthian

Wirongrong Langkapin

Phenphichar Wanachantararak

Pavin Bhatia

370 Effect of Surface Treatments on Microtensile Bond Strength of Bis-acryl Resin Provisional Restoration and Self-curing Acrylic Resin

Umaporn Vimokkittipong

Apittita Tangjaroen

Kitinun Tissanavasoontra

Rus-ake Tantisawat

Waritta Mangkorn

Winwan Vilaiwan

Chanyanut Wannasuknukul

381 Effectiveness of Audit and Feedback on Oral Health Performance in Qualified Well Child Clinic (WCC) with Full Time Dental Nurse at Sub-district Health Promoting Hospital in Phang Nga: Randomized Controlled Trial

Thanakorn Saringkanchayathawat

Sukanya Tianviwat

394 Comparison of Space Analysis from Computer-based Digital Model and Plaster Model

Tatchatam Raksin

Supanee Suntornlohanakul



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

Contents

ปีที่ 68 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2561

Volume 68 Number 4 October- December 2018

บทวิทยากร

ช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อน
ในโพรงฟันชนิดคลาสทู
ชินเดช จิระอนันท์
ชัยวัฒน์ มณีบุษย์

Original Article
402 Voids of Bulk-fill Resin Composite Restoration in
Class II Cavity
Chinnadate Jira-amon
Chaiwat Maneenut

Effect of Corticotomy Patterns on the Center of
Resistance Location of the Upper Six Anterior Teeth
During En Masse Retraction: Finite Element Analysis
Tanes Ouejaraphant
Bancha Samruajbenjakun
Ekachai Chaichanasiri

413 Effect of Corticotomy Patterns on the Center of
Resistance Location of the Upper Six Anterior Teeth
During En Masse Retraction: Finite Element Analysis
Tanes Ouejaraphant
Bancha Samruajbenjakun
Ekachai Chaichanasiri

ผลของไซลิทอลวาร์นิชต่อการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันใน
ห้องปฏิบัติการ
สิริภา กิจานุกุล
รังสิมา สกูลณมรรคา

420 Effect of Xylitol Varnish on Enamel Erosion
In Vitro
Siripa Kijanukul
Rangsima Sakoolnamarka

ดัชนีผู้แต่ง

428 Author Index

Front cover image:

Adapt from the image of distractor placement and direction of bone movement under nasal septum as center of rotation (see *Nuntanaranont et al.* page 351 for detail)

Radiation Protection in Dentistry: Fundamental Concepts and Practical Approach

Phonkit Sinpitaksakul¹, Pisha Pittayapat¹, Ruben Pauwels^{1,2}, Soontra Panmekiate¹

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

²Department of Mechanical Engineering, KU Leuven, Leuven, Belgium

Abstract

Radiographic imaging is an important diagnostic tool in dentistry. It offers useful information and data for proper diagnosis, treatment planning and treatment follow-up. Despite the low level of ionizing radiation used, radiation protection is necessary as evidence still suggests possible adverse effects that might be triggered by the low level radiation. This review will discuss the fundamental concepts of the radiation protection specifically in dentistry: justification, optimization and dose limits. Some practical approaches will be discussed and recommended for the benefits of the dental society and patients. With the continuous development of imaging technology such as cone-beam computed tomography and new digital sensors launched each year, evidence based approach is highly recommended to develop clinical guidelines and recommendations. One must always keep in mind the fundamental radiation protection principles and the As Low as Reasonably Achievable – ALARA principle.

Keywords: Dentistry, Radiation protection, Radiology

Received Date: Feb 18, 2018

Revised Date: Mar 24, 2018

Accepted Date: Apr 27, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.37

Correspondence to:

Pisha Pittayapat. Department of Radiology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. 34 Henri-Dunant Road, Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand. Tel: 022188780 Fax: 022188780 Email: p.pittayapat@gmail.com

Introduction

Fundamental principles of radiation protection

X-rays have been used in the medical field since their discovery by Wilhelm Conrad Röntgen in 1895. However, the damaging effect of radiation on human tissues and organs has been revealed in the first half of the 20th century, eventually leading to the concept of radiation protection. This article describes the three main principles of basic standards of radiation protection in dental practice. These comprise justification,

optimization and dose limits.¹ The justification phase starts with perceiving the information of the patient complaint, history, clinical findings and prior radiographs. After obtaining this data, dentists have to make a decision whether further radiographic examination is needed in order to acquire sufficient information for diagnosis, treatment planning and treatment follow-up. Justification of medical exposures implies that the benefits have to outweigh the cost and possible risks. Such benefits can

be an improved diagnostic accuracy and confidence, and/or an improved treatment planning and outcome. The main cost from the point of view of radiation protection is the health detriment caused by the radiation.² In practice, others costs such as financial expenses and transport may need to be taken into account.

Biological effects of ionizing radiation

The health detriment can be categorized into deterministic effects or tissue reactions and stochastic effects. Tissue reactions may occur either shortly after the radiation exposure, including skin erythema or mucositis in the oral and maxillofacial region, or months to years after exposure, including osteoradionecrosis. However, because these effects only occur at doses which are several magnitudes higher than those of dental exposures. They are not considered in the framework of dental radiation protection.¹ Stochastic effects comprise cancer induction and heritable or genetic effects. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) suggested a probability of developing a fatal cancer of approximately 1 in 20,000 per 1 mSv of effective dose.² The broad estimate of risk of a fatal radiation-induced malignancy from dental and medical radiographic examinations in a standard 30 years old patient was published in Whaites & Drage, 2013.³ The age of the patient also affects the tissue sensitivity to the radiation. Figure 1 shows the multiplication factor for risk according to the age group.^{1,4}

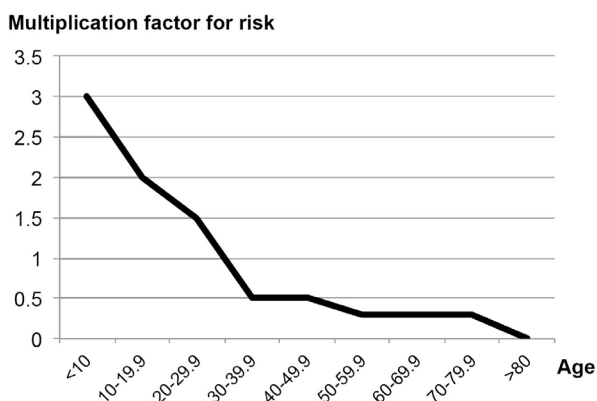


Figure 1 Multiplication factor for risk of radiation-induced malignancy relative to age group based upon ICRP Publication 60.4 The risk is negligible when the age is more than 80 years old.

Heritable or genetic effects can occur when the DNA of the sperm or egg cells is damaged by x-rays reaching the reproductive organs. This may result in a congenital abnormality in the descendants. Radiation used in dental radiography does not usually reach the gonads or ovaries.⁵ Therefore, heritable effects are of extremely limited probability to occur. Cancer induction in the head and neck region is the main concern when dental radiation is used.⁶

Guidelines and recommendations in dental radiology

Recommendations for patient selection in dental radiographic examination have been proposed.⁷ The selection of the radiographic techniques and frequency of the radiographic examination are related to patient treatment status (e.g. first examination or follow-up) and individual diagnostic task. Other guidelines or selection criteria for dental radiographic examination of particular specialties such as orthodontics, oral and maxillofacial surgery, implantology, periodontology, endodontics, pedodontics, have been presented in the literature and textbooks.⁸⁻¹⁵ Two basic approaches are used to develop such guidelines.⁸⁻¹⁶ The first is through judgment by an expert panel and experts' consensus. The second is to utilize an evidence-based developing method. Each approach has its own advantages and disadvantages. The most important aspect is to minimize the individual bias. Therefore, guidelines developed by an evidence-based approach are the most appropriate since it uses defined and objective ways to assess the quality of the evidence and to grade the recommendations through a systematic review of the literature. Particular guidelines in imaging, sometimes called "referral criteria", "selection criteria" or "appropriateness criteria" are thus obtained.¹⁶⁻¹⁸

After choosing the most appropriate radiographic technique, every effort should be exercised to ensure that the patient receives a radiation dose as low as reasonably achievable or as low as diagnostically achievable, adhering to the principle of optimization.² This can be achieved by setting suitable radiographic parameters in

accordance with image quality requirements, which are specific to the radiographic technique and the clinical indication. Exposure settings should be adapted in order to yield acceptable levels of sharpness, contrast and noise. Furthermore, adjustment of exposure settings according to patient size should always be considered. As the interplay between image quality and radiation dose varies according to the radiographic modality and manufacturer, exposure protocols should be determined on an individual basis after installation of the equipment; involvement of a medical physicist in this process is highly recommended. Shielding should be used when appropriate, and if the shielded area does not overlap with the diagnostic region of interest.

Intraoral radiography

For intraoral radiography, a kilovoltage of 60-70 kV is recommended when direct current generated by constant potential is used and a kilovoltage of 65-70 kV is recommended when alternating current produced by pulsating potential.¹ A kilovoltage lower than 60 kV gives absorbed dose to the skin without any benefits for the radiographic examination. On the other hand, little benefit is gained when kilovoltage higher than 70 kV is used. Direct current is preferred to alternating current since the former renders less low energy radiation resulting in lower skin dose to the patient. When using the same kilovoltage, the mean radiation energy produced by direct current is higher than that by alternating current. Rectangular collimation is recommended as the effective dose is 3.5 to 5 times less than when using round collimation.¹⁹ An image receptor holder with beam alignment guide is required to avoid cone-cut when a rectangular positioning indicating device is used. Although care must be taken in order to assemble this equipment correctly to avoid any undesirable retakes from such errors. The focus-to-skin distance should be at least 20 cm to reduce the radiated area of the patient.

Image receptors should be of the fastest speed available. For direct exposure x-ray films, films with E-speed or faster should be used. An approximately

50 % reduction of radiation dose could be achieved when using E-speed films instead of D-speed films.²⁰ F-speed films need about 20-25 % less radiation exposure than E-speed films.²¹⁻²³

Intraoral digital image receptors e.g. charge-coupled device (CCD), complementary metal-oxide semiconductor (CMOS) technology and photostimulable storage phosphor plate (PSP), have several advantages compared to film system. Digital image receptors require approximately half the exposure time of conventional film receptors.²⁴ Darkroom and chemical processing are not needed for digital systems. Storage of the image information does not need much physical space compared with film systems. Retrieval and transmission of the radiographic images are easy and feasible electronically. With the aid of software, measurements are possible. The disadvantage of intraoral digital image receptors is a tendency of having more retakes due to several causes. First, the rigidity of the CCD or CMOS sensors makes the positioning of the sensor in the right location difficult. Second, the working area on the CCD sensors is smaller than that of conventional film. Third, it is faster to obtain the radiographic image after exposure when using digital receptor compared to the conventional film. Therefore, it is easier for the clinician to make a decision of retaking the radiographic examination.

Panoramic and cephalometric radiography

For panoramic radiography, the height of the beam should be limited to the size of the target area, if it is feasible. Lead aprons can be worn although not necessary according to several published evidence.^{25,26} The use of thyroid collar should be avoided as it may cause superimposition at the lower anterior region, thus hinders the visualization of the area.

For lateral cephalograms, if possible, the area of exposure in cephalometric radiography should be limited by shielding the structures above the cranial base.²⁷

For extraoral radiography, screen-film system with at least 400 speed should be used.²¹ Rare-earth

intensifying screen-film combination requires approximately 50 % less radiation exposure than calcium tungsten screen-film combination.^{28,29} The types of rare-earth intensifying screen should be selected to match with the type of screen film system.²¹ Digital panoramic and cephalometric radiography might not require lower radiation exposure than a conventional screen-film system. Based on White and Pharoah, 2014, the panoramic dose, both conventional and digital system, ranged between 9-24 μSv .³⁰ The radiation dose of panoramic radiograph depends on the machines and the parameter settings. In 2009, Gavala *et al.*, showed that the effective dose of digital panoramic radiography can be achieved when the lowest parameter setting was used.³¹ Another study by Garcia Silva *et al.*, evaluated conventional and digital panoramic radiographic machines from the same company. The results showed that conventional panoramic radiograph (5.2 μSv) gave more effective dose than digital panoramic radiograph (2.7 μSv).³² Moreover, several new panoramic radiographic machines in the market may have a fast scan mode which might reduce the exposure time in half and as a result might lower the radiation dose to patients.

Cone-beam computed tomography

Effective dose from cone-beam computed tomography (CBCT) varies according to field of view (FOV) size, kV, mA, exposure time and machine specificity.³³⁻³⁵ A detailed description of every aspect of CBCT was published in 2012 by the European Commission.¹⁷ The guidelines were written under an evidence-based method, best reducing individual bias among the three methods of guideline development. However, it was noted that evidence regarding the appropriate use of CBCT was often inappropriate.

The most essential strategy for optimization of CBCT scans is the reduction (i.e. collimation) of the FOV size to the diagnostic region of interest. Not only does this lead to a considerable reduction of the effective dose,³⁵ it also has two benefits in terms of image quality. First, X-ray scatter is reduced for smaller FOVs,³⁶ which

can result in improved overall image quality. Second, small FOVs can be reconstructed at small voxel sizes, which typically results in improved sharpness.³⁷

The optimal kV for dental CBCT imaging, and its dependence on the diagnostic task and patient characteristics, are still somewhat unclear. It has been demonstrated that, within the 60-90 kV range, 90 kV produced the best image quality when the same radiation dose was used.³⁸ Thus, the actual optimal tube voltage for CBCT imaging is likely to be above 90 kV. Slight or moderate reduction of mA compared with the manufacturer's default settings has been found to be possible depending on the diagnostic task.³⁹⁻⁴¹

Image quality and dose reduction must be at balance, according to the abovementioned ALARA principle. For CBCT in particular, the operator should take the clinical indication into account to determine the required image quality level for individual patient scans; the routine use of fixed exposure settings should be avoided. When fine structures such as lamina dura and root canal are the diagnostic targets, the mA setting suggested by the manufacturer may be suitable for producing sufficient image quality. When higher contrast structures such as cortical bone, trabeculae and enamel are to be radiographically examined, the mA could be lowered as the increased noise will not interfere with image interpretation. Image quality obtained by using 180° and 360° rotation has been reported to be comparable in an *in vitro* study of detecting arthritic changes of temporomandibular joints.⁴² An *in vivo* study evaluating bone height and bone width using various protocols used for CBCT imaging, 180° rotation was clinically acceptable.⁴³ The main effect on image quality of a 180° scan is an increase in noise compared with a 360° scan, very similar to an equivalent difference in mA. Furthermore, the reduced scan time of a 180° protocol has the additional benefit of reducing the probability of patient motion; however, should temporary motion still occur, the effect may be more severe due to the larger relative fraction of projections that will be affected compared with a 360° scan.

Radiation shielding

Shielding equipment such as lead apron and thyroid shield have been used to protect different organs of the irradiated patients.¹ When a dental radiographic examination is correctly performed, the scattered radiation to the patient's abdomen is negligible.⁴⁴ Radiation doses to the gonads during dental radiographic examination in the situation with and without lead apron do not differ significantly.^{45,46} UK Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment state that routine use of lead aprons during dental radiographic procedures is not necessary.⁴⁷ The American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology stated that the value of using lead aprons is minimal compared to the benefits of employing E-speed films and rectangular collimation.⁴⁸ If all the recommendations for minimizing radiation exposure, especially fastest image receptor and rectangular collimation, are followed, the use of lead aprons could be optional¹ or may not be necessary,⁷ except when required by law.

A critical organ in dental radiography, especially in children is the thyroid gland.² Since the frequent scattered radiation and occasional primary x-rays expose this radiosensitive organ in dental radiography, protective thyroid collars should be employed whenever feasible. Thyroid shielding and beam collimation substantially decrease the radiation dose to the thyroid gland during dental radiographic procedures.^{49,50} A 45 % reduction of radiation exposure could be achieved when thyroid collars are implemented during CBCT examinations. Therefore, thyroid shielding is highly recommended, particularly in young patients.⁵¹

Diagnostic reference levels (DRLs), the third quartile of the distribution of doses measured in various types of hospitals, clinics, and practices that represent the typical practice in the country or region, have been employed.⁵² Diagnostic reference levels (DRLs) are a tool for optimization, required by the International Atomic Energy Agency (IAEA).⁵³ The intention of this metric is to urge the facilities that use the radiation dose

over the DRL to reduce the doses. X-ray facilities should compare their own dose estimates with corresponding DRL values, and review their optimization process if unusual deviations are found. Therefore, DRL values are expected to change over time according to the advancement of the image receptors and radiographic procedures.

Occupational dose

The principle of dose limits is to assure that no radiological workers and public will receive excessive radiation exposure. The ICRP recommends a dose limit for occupational persons of 20 mSv of effective dose per year which was averaged over defined periods of 5 years with a maximum of 50 mSv in any single year. For public person, a limit of 1 mSv per year was recommended.² If the patient dose is reduced, the dose to the radiological workers and public will consequently decrease. Occupational protection could be attained by educating the radiological workers, using appropriate distance and shielding as well as limiting the time spent in the vicinity of the radiation source.

Prior to radiographic practice, personnel must be educated regarding the principles of radiation protection, how to implement the radiological equipment safely and efficiently, ensuring that the patients receive a radiation dose that is as low as reasonably achievable. Pregnant occupational personnel should use a personal dosimeter, irrespective of anticipated exposure levels.^{46,51} If worker and public protection through maintaining of an adequate distance to the radiation source is not feasible, barrier and/or personal shielding should be employed; this is particularly recommended for CBCT.¹⁷ The layout of the radiographic room and the thickness of the barrier walls should be determined with the input of a radiation physicist. The barrier shielding factors that must be taken into account include maximum kV used, anticipated maximum workload per week (mAs per week), primary or secondary barrier based on the orientation of the primary beam, controlled or uncontrolled area, distance between x-ray tube and shielded area, occupancy factor and orientation or use factors.⁵¹

The goals of shielding design for controlled areas and uncontrolled areas are recommended by NCRP⁵² to be (in kerma) 0.1 mGy per week and 0.02 mGy per week, respectively. The radiographer should stand at least 2 meters away from the x-ray tube head and at an angle of 90 to 135 degree to the primary beam.^{54,55} If the distance and direction of the primary beam is properly employed, utilization of barrier shielding is not necessary.

Handheld portable dental x-ray devices

Handheld portable dental x-ray devices are increasingly used. Several studies have been conducted on this kind of devices, including evaluation of their physical performance.⁵⁶⁻⁵⁸ Utilizing these devices does require a separate approach towards radiation protection compared with fixed or mobile intraoral dental radiographic devices. Because the operator must be close to the handheld x-ray tube head during exposure, the hands holding the tube head and the operator's body must be protected from the leakage radiation from the tube head and (more importantly) the scattered radiation from the radiated organs of the patient.⁵⁶ Especially when used frequently, lead protective gloves and lead apron should be worn. Furthermore, an internal sufficiently shielded tube head with a backscatter shield permanently fixed at the end of the position-indicating device is required. The x-ray devices should be approved by the reliable organizations such as FDA (Food and Drug Administration) or CE (Conformité Européenne). The approval of the devices is not adequate for the safe use of the devices. The devices must be utilized in the proper context.⁷ The operators should hold the devices at mid-torso height and direct the position-indicating device horizontally. The backscatter shield at the end of the position-indicating device should be placed as close to the patient's skin as practicable. This device should be employed when the fixed or semi-mobile devices is impractical to be used. Handheld devices may be applied in forensic odontology for identification purpose.^{56,59}

Clinical applications

New technologies have arisen in the digital

dentistry world with higher quality of digital x-ray images and 3D imaging, the fundamental concepts of the radiation protection specifically in dentistry: justification, optimization and dose limits should still be strictly practiced.

For those responsible in regulating the use of dental x-ray, national guidelines and recommendations should be proposed and made available to the public. For clinicians, optimal radiation protection should be given to all patients and also to the x-ray operators. Before prescribing the radiographs, indications and justifications should be thoroughly reviewed. The clinicians should always be updated to knowledge related to the use of x-ray for dental practice. All x-ray devices should be chosen and purchased carefully to be suitable for the clinicians' specific tasks. The quality of the machines should be checked regularly by responsible personnel. Faster image receptors should be selected. Handheld portable dental x-ray devices should be kept out from the routine dental practice and should only be used when necessary. CBCT scans are advised when 3D information is useful to the patients. The CBCT scanning parameters, although varied among machines available in the market, should be adapted to fit the imaging purposes. Less than perfect image quality should be considered when the acquired information is enough for proper diagnosis and treatment planning. One must always keep in mind the fundamental radiation protection concepts and the ALARA principle.

Conclusions

The major principles of radiation protection consist of justification, optimization and dose limits. This review has discussed these fundamental principles and recommend how to bring them to the practice. The review also gathered the available knowledge on radiation protection as well as related knowledge on dental radiographic techniques, thus it can be used as a guide for all dentists.

In summary, it is recommended that dentists should follow published clinical recommendations and

guidelines for the use of radiographs and continuing education should always be pursued. Second, it is recommended to use the fastest image receptors available. Third, proper protective shielding for both patients and personnels should be applied. Fourth, handheld portable dental x-ray devices should be used only for specific indications. Finally, an evidence-based approach is highly recommended to develop new updated clinical guidelines.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

1. European Commission. Radiation Protection No. 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Luxembourg; 2004. [cited 2018 February 5] Available from: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>.
2. ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007; 37(2-4):1-332.
3. Whaites E, Drage N, editors. Essentials of dental radiography and radiology. 5th ed. Edinburgh; New York: Churchill Livingstone; 2013. p. 65-75.
4. ICRP. The 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann ICRP* 1991; 21(1-3):1-201.
5. United Nations. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Hereditary effects of radiation; 2001.
6. National Research Council (U.S.). Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Level of Ionizing Radiation. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2. Washington, D.C.: National Academies Press; 2006.
7. American Dental Association Council on Scientific Affairs. Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure; 2012. [cited 2018 February 5] Available from: http://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/Dental_Radiographic_Examinations_2012.ashx.
8. Espelid I, Mejare I, Weerheijm K; Eapd. EAPD guidelines for use of radiographs in children. *Eur J Paediatr Dent* 2003;4(1):40-8.
9. Martinez Beneyto Y, Alcaraz Banos M, Perez Lajarin L, Rushton VE. Clinical justification of dental radiology in adult patients: a review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2007;12(3):E244-51.
10. American Academy of Pediatric Dentistry. Ad Hoc Committee on Pedodontic Radiology. Guideline on prescribing dental radiographs for infants, children, adolescents, and persons with special health care needs. *Pediatr Dent* 2012;34(5):189-91.
11. Benavides E, Rios HF, Ganz SD, An CH, Resnik R, Reardon GT, et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: the International Congress of Oral Implantologists consensus report. *Implant Dent* 2012;21(2):78-86.
12. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, Scarfe WC, et al. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 113(6):817-26.
13. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, Ackerman JL, editors. Contemporary orthodontics. 5th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2013. p. 150-219.
14. Special Committee to Revise the Joint AAE and AAOMR. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015;120(4):508-12.
15. British Society of Periodontology. The Good Practitioner's guide to periodontology; 2016. [cited 2018 February 5] Available from: http://www.bsperio.org.uk/publications/good_practitioners_guide_2016.pdf?v=3.
16. Horner K, O'Malley L, Taylor K, Glennly AM. Guidelines for clinical use of CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(1): 20140225.
17. European Commission. Radiation Protection No. 172. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence Based Guidelines. Luxembourg; 2012. [cited 2018 February 5] Available from: http://www.sedentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf.
18. Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(Suppl):55-77.
19. Cederberg RA, Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effect of the geometry of the intraoral position-indicating device on effective dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84(1):101-9.
20. Homer K. Review article: radiation protection in dental radiology. *Br J Radiol* 1994;67(803):1041-9.
21. Geist JR, Brand JW. Sensitometric comparison of speed group E and F dental radiographic films. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(3):147-52.
22. Ludlow JB, Platin E, Mol A. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral*

Radiol Endod 2001;91(1):120-9.

23. Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GC, van Der Stelt PF. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(1):40-4.

24. Pfeiffer P, Schmage P, Nergiz I, Platzer U. Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images. *Quintessence Int* 2000;31(4):257-60.

25. National Radiological Protection Board. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of X-ray equipment. London: Department of Health; 2001. [cited 2018 February 5] Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/337178/misc_pub_DentalGuidanceNotes.pdf.

26. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrout MK, et al. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(5):498-511.

27. Hoogveen RC, Rottke D, van der Stelt PF, Berkhout WE. Dose reduction in orthodontic lateral cephalography: dosimetric evaluation of a novel cephalographic thyroid protector (CTP) and anatomical cranial collimation (ACC). *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(4):20140260.

28. Gratt BM, White SC, Packard FL, Petersson AR. An evaluation of rare-earth imaging systems in panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58(4):475-82.

29. Hutton JB, Brennan AG, Bird PD. Dose reduction in lateral cephalometry using rare-earth screens. *Br Dent J* 1987;163(12):378-82.

30. White SC and Pharoah JP. Oral Radiology. Principles and Interpretation. 7th ed. Canada: Elsevier Mosby; 2014.

31. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. *Eur J Radiol* 2009;71(1):42-8.

32. Garcia Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Gründler K, Visser H, Hirsch E. Effective dosages for recording Veraviewepocs dental panoramic images: analog film, digital, and panoramic scout for CBCT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(4):571-7.

33. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol* 2009;71(3):461-8.

34. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol* 2012;81(2):267-71.

35. Pauwels R, Zhang G, Theodorakou C, Walker A, Bosmans H, Jacobs R, et al. Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. *Br J Radiol* 2014;87(1042):20130654.

36. Pauwels R, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H, Panmekiate S. Reduction of scatter-induced image noise in cone beam computed tomography: effect of field of view size and position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;121(2):188-95.

37. Pauwels R, Beinsberger J, Stamatakis H, Tsiklakis K, Walker A, Bosmans H, et al. Comparison of spatial and contrast resolution for cone-beam computed tomography scanners. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;114(1):127-35.

38. Pauwels R, Silkosessak O, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H, Panmekiate S. A pragmatic approach to determine the optimal kVp in cone beam CT: balancing contrast-to-noise ratio and radiation dose. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43(5):20140059.

39. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Grondahl K. Evaluation of subjective image quality in relation to diagnostic task for cone beam computed tomography with different fields of view. *Eur J Radiol* 2011;80(2):483-8.

40. Pauwels R, Seynaeve L, Henriques JC, de Oliveira-Santos C, Souza PC, Westphalen FH, et al. Optimization of dental CBCT exposures through mAs reduction. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(9):20150108.

41. Goulston R, Davies J, Horner K, Murphy F. Dose optimization by altering the operating potential and tube current exposure time product in dental cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol* 2016;45(3):20150254.

42. Yadav S, Palo L, Mahdian M, Upadhyay M, Tadinada A. Diagnostic accuracy of 2 cone-beam computed tomography protocols for detecting arthritic changes in temporomandibular joints. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147(3):339-44.

43. Dawood A, Brown J, Sauret-Jackson V, Purkayastha S. Optimization of cone beam CT exposure for pre-surgical evaluation of the implant site. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41(1):70-4.

44. Gibbs SJ. Biological effects of radiation from dental radiography. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1982;105(2):275-81.

45. Wood RE, Harris AM, van der Merwe EJ, Nortje CJ. The leaded apron revisited: does it reduce gonadal radiation dose in dental radiology? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71(5):642-6.

46. National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No. 145 - Radiation Protection in Dentistry. Bethesda, Maryland: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2003.

47. Kircos LT, Angin LL, Lorton L. Order of magnitude dose reduction in intraoral radiography. *J Am Dent Assoc* 1987;114(3):344-7.

48. Sinnott B, Ron E, Schneider AB. Exposing the thyroid to radiation: a review of its current extent, risks, and implications. *Endocr Rev* 2010;31(5):756-73.

49. Beaconsfield T, Nicholson R, Thornton A, Al-Kutoubi A. Would

- thyroid and breast shielding be beneficial in CT of the head? *Eur Radiol* 1998;8(4):664-7.
50. Vassileva J, Rehani M. Diagnostic reference levels. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204(1):W1-3.
51. National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No. 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities. Bethesda, Maryland: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2004.
52. Kase KR. Radiation protection principles of NCRP. *Health Phys* 2004;87(3):251-7.
53. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3. Austria; 2014. [cited 2018 April 5] Available from: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf.
54. Richards AG. Sources of x-radiation in the dental office. *Dent Radiogr Photogr* 1964;37(3):51-68.
55. de Haan RA, van Aken J. Effective dose equivalent to the operator in intra-oral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1990;19(3):113-8.
56. Berkhout WE, Suomalainen A, Brullmann D, Jacobs R, Horner K, Stamatakis HC. Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(6):20140343.
57. Pittayapat P, Oliveira-Santos C, Thevissen P, Michielsen K, Bergans N, Willems G, *et al*. Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units. *Forensic Sci Int* 2010;201(1-3):112-7.
58. Pittayapat P, Thevissen P, Fieuws S, Jacobs R, Willems G. Forensic oral imaging quality of hand-held dental X-ray devices: comparison of two image receptors and two devices. *Forensic Sci Int* 2010;194(1-3):20-7.
59. Pittayapat P, Jacobs R, De Valck E, Vandermeulen D, Willems G. Forensic odontology in the disaster victim identification process. *J Forensic Odontostomatol* 2012;30(1):1-12.

แนวคิดการอักเสบของระบบประสาทต่อการเคลื่อนของฟันด้วยแรงทางทันตกรรมจัดฟัน Concept of Neurogenic Inflammation During the Orthodontic Tooth Movements

อันวญา แก้วพิทักษ์¹ และ ชิดชนก ลีธนะกุล¹

Aunwaya Kaewpitak¹ and Chidchanok Leethanakul¹

¹ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

¹Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

บทคัดย่อ

การให้แรงทางทันตกรรมจัดฟันจะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของอวัยวะรอบรากฟันซึ่งได้แก่ เนื้อเยื่อในฟัน เอ็นยึดปริทันต์ กระดูกเบ้าฟันและเหงือก ความเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นทั้งในระดับที่มองเห็นในทางคลินิกและในระดับเซลล์ อัตราการเคลื่อนของฟันก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของแรงที่ได้รับจากภายนอกและการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาของอวัยวะรอบรากฟัน แรงทางทันตกรรมจัดฟันนั้นจะช่วยปรับเปลี่ยนเอ็นยึดปริทันต์รวมถึงระบบไหลเวียนของเลือดบริเวณรอบ ๆ ฟัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในบริเวณนี้จะมีโมเลกุลของสารตัวกลางที่เกี่ยวข้องหลายชนิด กล่าวคือ นิวโรทรานสมิตเตอร์ (neurotransmitter) ไซโตไคน์ (cytokines) โกรทแฟคเตอร์ (growth factors) และ สารจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของกรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) กระบวนการอักเสบในระดับโมเลกุลนั้นจะมีการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบรากฟัน โดยเฉพาะกระดูกที่จะเกิดการสลายและการสร้างตามลักษณะการได้รับแรงในแต่ละบริเวณ การศึกษาที่ผ่านมามักจะมุ่งความสนใจไปที่การศึกษากลไกของเซลล์สร้างเส้นใย (fibroblast) เซลล์หลอดเลือด (endothelial cell) เซลล์สร้างกระดูก (osteoblast) และเซลล์สลายกระดูก (osteoclast) แต่การทบทวนวรรณกรรมฉบับนี้จะบรรยายถึงกลไกของระบบประสาทที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของอวัยวะรอบรากฟันอันเป็นผลจากแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

คำสำคัญ: การเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟัน, calcitonin gene-related peptide (CGRP), Substance P (SP), การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูก

Abstract

Orthodontic tooth movement is related to the remodeling of parodontal structures which are dental pulp, periodontal ligament, alveolar bone, and gingiva. The changes occur in both clinical and cellular levels. The rates of tooth movements depended on the characteristics of external force and biological responses of parodontal organs. Orthodontic force could modify periodontal ligament structures and the circulations. In these events, there are several molecules playing the roles such as neurotransmitter, inflammatory cytokines, growth factors, and arachidonic acid metabolites. This inflammatory orchestration could promote the parodontal microenvironment for bone resorption and formation. The previous studies have been focused on the mechanisms of various cells such as fibroblast, endothelial cell, osteoblast, and osteoclast. However, this literature would like to depict the neurologic mechanisms in order to remodel the parodontal structures in orthodontic tooth movement.

Keywords: Orthodontic tooth movement, Calcitonin gene-related peptide (CGRP), Substance P, (SP) Bone remodeling

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อันวญา แก้วพิทักษ์ ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112 ประเทศไทย โทรศัพท์: 074-287-604 โทรสาร: 074-249-875 อีเมล: aunwaya.k@psu.ac.th

Correspondence to:

Aunwaya Kaewpitak. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand Tel: 074-287-604 Fax: 074-249-875 E-mail: aunwaya.k@psu.ac.th

บทนำ

การเคลื่อนฟันด้วยแรงทางทันตกรรมจัดฟัน กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์และเกี่ยวข้องกับสารตัวกลางที่หลากหลาย¹⁻³ โดยเซลล์ที่สามารถตอบสนองได้ฉับพลันทันทีหลังการให้แรงทางทันตกรรมคือเซลล์ประสาท⁴ ที่สามารถปลดปล่อยนิวโรทรานสมิตเตอร์และนิวโรเปปไทด์^{5,6} ผ่านกลไกตอบสนองอัตโนมัติ (antidromic reflex) โดยนิวโรเปปไทด์สำคัญที่ถูกปลดปล่อยเพื่อตอบสนองต่อแรงกระตุ้นภายนอกที่เกี่ยวข้องกับในช่องปากคือ Calcitonin gene-related peptide (CGRP) และ Substance P (SP)⁵⁻⁹ ซึ่งการอักเสบที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทนี้เองที่มีส่วนเป็นตัวกลางให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกพรุนโดยแรงภายนอกเช่นแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดการอักเสบผ่านระบบหลอดเลือดที่เรียงตัวใกล้ชิดกับระบบประสาทมากที่สุด^{10,11} โดยกลไกการอักเสบของระบบประสาทที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันผ่านการเปลี่ยนแปลงของระบบหลอดเลือดและสารน้ำนี้เอง ที่เป็นนิยามสำคัญของการอักเสบของระบบประสาท (neurogenic inflammation)¹¹⁻¹³

อย่างไรก็ตาม เนื้อหาในส่วนของระบบประสาทส่วนปลายต่อการเคลื่อนฟันด้วยแรงทางทันตกรรมจัดฟันนั้น อาจกล่าวโดยครอบคลุมได้เป็น 4 ประเด็นหลัก คือ

1. การตอบสนองในระดับเซลล์บริเวณที่ได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน
2. การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนปลาย เมื่อได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน
3. การตอบสนองของเซลล์สร้างและสลายกระดูกต่อสารตัวกลางของระบบประสาทส่วนปลาย
4. ความปวดจากการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

1. การตอบสนองในระดับเซลล์บริเวณที่ได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

การเคลื่อนฟันทางทันตกรรมนั้นถูกอธิบายว่าเกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบอย่างมากผ่านการกระตุ้นของเซลล์สร้างเส้นใยหรือเซลล์หลอดเลือด ที่กระตุ้นสารตัวกลางในกระบวนการอักเสบเช่น อินเตอร์ลิวคิน 1 (interleukin I, IL-1) และทูเมอร์นาโครติกแฟกเตอร์ (Tumor necrotic factor, TNF) ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการหมุนเวียนของสารน้ำภายในหลอดเลือดของบริเวณที่เกิดการอักเสบนั้น และส่งเสริมการกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนเข้ามายังบริเวณที่เกิดการอักเสบของเซลล์ลิโคไซด์อีกด้วย^{1,3,14} ซึ่งสารสื่อกลางในกระบวนการอักเสบนี้เองมีผลต่อการทำงานของเซลล์สร้างกระดูก โดยเฉพาะ IL-1 ที่พบว่ามีการหลั่งเพื่อตอบสนองต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย สารสื่อประสาท หรือแม้แต่การกระตุ้นทางกล^{15,16} (ดังภาพรวมที่แสดงในรูปที่ 1)

แรงทางทันตกรรมจัดฟันนั้นสามารถกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายในเนื้อเยื่อรอบรากฟันเช่นกัน ทำให้เกิดการกระตุ้นและสื่อไปยังระบบประสาทรับความรู้สึกต่อไป¹⁷ อวัยวะรอบรากฟัน เป็นส่วนที่ได้รับการปกคลุมด้วยเส้นประสาทที่สามารถรับได้ทั้งความรู้สึกทางกลและความเจ็บปวด รวมถึงระบบประสาทอัตโนมัติที่มีผลในการควบคุมระบบหลอดเลือดในบริเวณนี้เช่นกัน¹⁸⁻²⁰ แม้จะดูเหมือนมีการอธิบายถึงผลของแรงทางทันตกรรมจัดฟันต่อทั้งเอ็นยึดรากฟัน หรือแม้แต่ผลต่อเนื้อเยื่อใน (Pulp) อย่างไรก็ตามความเข้าใจในเรื่องนี้ยังมีค่อนข้างจำกัด ในช่วงเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาการพยายามพูดถึงการตอบสนองของระบบประสาทที่อยู่ข้าง แต่ยังคงจำกัดเฉพาะเรื่องความเจ็บปวดจากแรงทางทันตกรรม

จัดฟัน เช่น Blechman ได้เสนอการจัดฟันแบบปราศจากความเจ็บปวดด้วยกลไกของแม่เหล็ก (Magnetic force interaction) ซึ่งผลการลดความเจ็บปวดดังกล่าว อาจเป็นผลจากปัจจัยอื่นประกอบด้วย โดยการวิจัยต่อเนื่องของงานที่เกี่ยวข้องกับแม่เหล็กก็ไม่ปรากฏว่ามีการนำมาศึกษาต่อ^{21,22} ประกอบกับการพบเส้นประสาทประเภทบรรจุนิวโรเปปไทด์ (peptidergic nerve fibers)²³ ทั้งภายในตัวฟันและอวัยวะรอบรากฟันในระหว่างที่ถูกกระตุ้นด้วยแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ในปี 2006 จึงเริ่มมีความชัดเจนมากขึ้น เช่น การศึกษาของ Norevall และคณะที่อธิบายว่า นิวโรเปปไทด์อย่าง CGRP และ SP นั้นเพิ่มขึ้นทั้งในเนื้อเยื่อรอบรากฟันและเนื้อเยื่อใน เพื่อตอบสนองต่อการเคลื่อนของฟัน²⁴ นี้ก็เป็นเบื้องต้นของการแสดงถึงการเกี่ยวข้องกันของระบบประสาทต่อการปรับเปลี่ยนรูปร่างของกระดูก

2. การอักเสบของระบบประสาทส่วนปลายระหว่างเคลื่อนของฟัน

เนื่องจากระบบประสาทที่ปกคลุมการรับรู้บริเวณช่องปาก รวมถึงอวัยวะรอบรากฟันนั้น มีเซลล์ประสาทส่วนต้นอยู่ในปมประสาทไตรเจมินัล ซึ่งประกอบด้วยทั้งตัวรับทางกล (mechanoreceptor) และตัวรับความรู้สึกเจ็บ (nociceptor) ซึ่งการถูกกระตุ้นใดๆในบริเวณช่องปากหรือปลายรากฟัน ก็สามารถกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกได้ ตัวรับทางกล สามารถตอบสนองต่อการกระตุ้นในระดับต่ำที่เป็นแรงประเภทแรงดึง (micro-tension) และแรงกด (micro-compression) รอบเอ็นยึดปริทันต์^{13,25} แต่ในขณะที่ตัวรับจำเพาะสำหรับความรู้สึกเจ็บ (nociceptor) สามารถรับการตอบสนองต่อการกระตุ้นที่เป็นแรงแบบหนัก (heavy force) หรือรับการตอบสนองต่อเนื้อเยื่อที่ฉีกขาด หรือตอบสนองตัวกลางในกระบวนการอักเสบได้³² กระบวนการอักเสบของระบบประสาทนั้นสามารถเกิดได้อย่างฉับพลันด้วยการตอบสนองต่อแรงภายนอก จากนั้นจะเกิดการหลั่งของสารสื่อประสาทและนิวโรเปปไทด์ ซึ่งการหลั่งของสารตัวกลางจำพวกนี้เองที่จะทำให้เกิดการหลั่งของโมเลกุลตัวกลางในกระบวนการอักเสบจากระบบภูมิคุ้มกัน ที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นการกระตุ้นตัวกลางในการอักเสบในระยะต่อมา²⁷⁻³⁰

ตัวรับสำคัญที่แสดงอยู่บนเซลล์ประสาท สามารถทำหน้าที่ได้หลากหลาย ทั้งการรับสารเคมี อุณหภูมิ หรือแรงทางกล ทั้งแบบจำเพาะและไม่จำเพาะ ตัวอย่างกลุ่มตัวรับสำคัญซึ่งอาจทำหน้าที่แตกต่างกันไปเช่นตัวรับกลุ่มโปรตีนจี (G-protein coupled receptor) ตัวรับแบบช่องผ่านประจุ (voltage gated ion channels) และกลุ่มตัวรับกลุ่มทรานส์เมมเบรน

รีเซปเตอร์ โพอเทนเชียล (transient receptor potential, TRPs) ซึ่งมีสมาชิกสำคัญในกลุ่มเช่น TRPV1 TRPA1 TRPV4 TRPM8^{5,8,31}

กลไกที่เป็นไปได้ประการหนึ่งจากการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ที่กระตุ้นผิวของเซลล์ประสาทโดยตรงคือกลไกการเปิด-ปิดของตัวรับ TRPs จากแรงดันจากสารน้ำภายนอกเซลล์ (extracellular fluid) แล้วเกิดภาวะเค้นลงบนผิวเซลล์ เกิดการบิดเบี้ยวของตัวรับประจุบนผิวเซลล์ และเมื่อเกิดการผ่านเข้าออกของประจุจึงกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าระหว่างในและนอกเซลล์ จึงยิ่งกระตุ้นให้เกิดการชักนำกันระหว่างตัวรับบนผิวเซลล์ทั้งเพื่อการรักษาสมดุลของเซลล์และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก^{32,33}

ในระหว่างการเคลื่อนของฟันนั้น มีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นตัวรับประจุบวกกลุ่ม TRPV1 โดยที่ตัวรับประจุนี้เป็นตัวรับประจุบวกแบบไม่จำเพาะ ซึ่งรับตัวกระตุ้นได้ทั้งความร้อน แรงทางกล สารเคมี²⁴⁻³⁶ ประกอบกับการที่ TRPV1 ก็ปรากฏอยู่บนเซลล์กระดูกด้วย และการกระตุ้น TRPV1 บนเซลล์กระดูกก็สามารถทำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคลเซียมในเซลล์สร้างกระดูกได้อีกด้วย³⁷ ซึ่งแนวโน้มจากหลายการทดลองในระยะหลังที่กล่าวมาอาจจะมี TRPs อื่น ๆ อย่าง TRPV2 หรือ TRPA1 บนเซลล์ประสาทที่อาจมีบทบาทในการสร้างเซลล์กระดูกได้

กระบวนการอักเสบนั้นอาจเกิดร่วมกับการบังคับสั่งการจากระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดการหลั่งของสารสื่อกลางในกระบวนการอักเสบในบริเวณที่ได้รับสิ่งกระตุ้นดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 1 (การตอบสนองในระดับเซลล์บริเวณที่ได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน) หลายการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เซลล์กระดูกนั้นตอบสนองสารสื่อกลางของกระบวนการอักเสบ อย่างเช่น IL-1 ที่สามารถกระตุ้นเซลล์สลายกระดูกได้โดยตรง เนื่องจากการเคลื่อนตัวของเม็ดเลือดขาวลิโคไซด์ (leukocyte) แล้วกระตุ้นเซลล์สร้างเส้นใยเซลล์หลอดเลือด เซลล์สร้างกระดูก และเซลล์สลายกระดูก^{15,16,38,39} ดังรายละเอียดในรูปแบบที่ 2

ระบบประสาทรับความรู้สึกต่อการเคลื่อนของฟันนั้นได้รับการอธิบายเพิ่มเติมด้วยผลของปัจจัยต่าง ๆ เช่น NGF ตัวรับ P2X3⁴⁰ ตัวรับ ASIC3¹⁹ หรือแกน CCL2/CCR2⁴¹ และอื่น ๆ โดยผลของ NGF จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของจำนวนเส้นประสาท ซึ่งเป็นเส้นประสาทที่บรรจุนิวโรเปปไทด์อยู่ และอีกปัจจัยคือตัวรับ P2X3 ที่เป็นตัวรับสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพยาธิสภาพที่ทำให้เกิดการปวดที่ผิดปกติ โดยกลไกของโมเลกุลที่เชื่อว่าเป็นโมเลกุลแกนคือ ASIC3 ที่แสดงอยู่บนตัวรับเชิงกลระหว่างการเคลื่อนฟันทางทันตกรรม และแกน CCL2/CCR2 ก็ปรากฏว่าเป็นตัวกระตุ้นกลไกของ

การปวดที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทไตรเจมินัล นิวโรเปปไทด์ที่บรรจุอยู่ในเซลล์ประสาทที่ตอบสนองต่อสารกระตุ้นความเจ็บปวด^{42,43}

3. การตอบสนองของเซลล์สร้างและสลายกระดูก จากสารตัวกลางของระบบประสาทส่วนปลาย

กลไกหลักของการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูกเกิดจากการกระตุ้นของเซลล์ที่อยู่บนกระดูก (bone lining cells) ถูกกระตุ้น⁴⁴⁻⁴⁶ โดยตัวรับบนเซลล์นั้นสามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงกระดูก receptor activator of nuclear factor kappa B-ligand (RANKL) หรือ RANK หรือ osteoprotegerin (OPG)^{16,47-49} นั้นสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต้นกำเนิดสลายกระดูกจากเลือดให้กลายเป็นเซลล์สลายกระดูก อาจกล่าวได้ว่า OPG สามารถควบคุมกลไกของเซลล์สร้างกระดูกโดยการแย่งจับกับ RANKL/RANK

การให้แรงทางทันตกรรมจัดฟันที่เหมาะสม จะทำให้หลอดเลือดรอบ ๆ กระดูกเบ้าฟันนั้นถูกบีบตัว และเกิดภาวะขาดเลือด ภาวะขาดเลือดบริเวณนั้นทำให้เกิดภาวะที่เป็นกรด^{50,51} ซึ่งอนุภาคไฮโดรเจนจากภาวะความเป็นกรดนั้นสามารถเกาะกับ ASIC3 และ TRPs ซึ่งส่งผลให้เกิดการอักเสบของระบบประสาท (neurogenic inflammation)^{42,52,53} ซึ่งทำให้เซลล์สร้างเส้นใยและเซลล์หลอดเลือดสามารถหลั่งไนโตรออกไซด์ เพื่อกระตุ้นความสามารถซึมผ่านของหลอดเลือดได้⁵⁴⁻⁵⁶ การอักเสบของระบบประสาทสามารถก่อตัวได้หลังการเกิดกระบวนการอักเสบ โดยมีนิวโรเปปไทด์ที่สามารถกระตุ้นเซลล์สร้างกระดูกที่จะแสดง RANKL และ M-CSF ซึ่งสามารถเกาะกับตัวรับ RANK และ c-Fms บนเซลล์ในระยะก่อนเป็นเซลล์สร้างกระดูก²⁰ ดังแสดงในรูปที่ 2

นอกจากนี้การอักเสบของระบบประสาททำให้เกิดการหลั่ง SP ซึ่งสามารถกระตุ้นการเกาะของลิโคไซด์บนเซลล์หลอดเลือดและทำให้เกิดการหลุดลอกออกมาของเซลล์ภูมิคุ้มกันเข้าสู่เนื้อเยื่อ⁵⁷ ในขณะที่ CGRP นั้นกระตุ้นให้หลอดเลือดขยายตัวโดยตรงด้วยการควบคุมกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดโดยไม่ต้องผ่านการกระตุ้นของไนโตรออกไซด์ นอกจากนี้ CGRP ยังสามารถทำให้เซลล์ตั้งต้นก่อนเป็นเซลล์สลายกระดูก (pre-osteoclast) สามารถเปลี่ยนเป็นเซลล์สลายกระดูก ซึ่งมีผลในการป้องกันการสลายของกระดูกเบ้าฟันอีกด้วย^{43,53} ดังแสดงในรูปที่ 3 ที่อาจกล่าวได้ว่าระบบประสาทสามารถมีส่วนช่วยการควบคุมเซลล์สร้างและเซลล์สลายกระดูกผ่านทางนิวโรเปปไทด์ แต่อย่างไรก็ตามกลไกความเกี่ยวข้องกันในด้านอื่นๆของระบบประสาทกับการปรับเปลี่ยนรูปร่างของกระดูกนั้นยังไม่ชัดเจน แต่ก็อาจสรุปจากการทดลองที่ผ่านมาได้ว่า การเพิ่มขึ้นของ CGRP ก็สามารถกระตุ้น

การเปลี่ยนแปลงของเซลล์สร้างกระดูก ด้วยการกระตุ้นให้มีการแสดงออกของ alkaline phosphatase และ osteocalcin ได้โดยตรง หรือสามารถกระตุ้นโดยอ้อมผ่านการถูกกระตุ้นของเซลล์หลอดเลือดอีกทางหนึ่ง ในขณะที่ SP นั้นสามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์สร้างกระดูกและเซลล์สลายกระดูกได้ ผ่าน Runt-related transcription factor 2 (Runx2) และ nuclear factor kappa B (NF-KB) ได้อีกด้วย โดยอาจสรุปภาพรวมตั้งแต่ที่เริ่มมีการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟันจนถึงเกิดการควบคุมเซลล์สร้างและสลายกระดูกได้⁵⁸⁻⁶⁰

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า CGRP สามารถกระตุ้นการตอบสนองของกระบวนการสร้างกระดูก (osteoblastogenesis) ในขณะที่สามารถยับยั้งกระบวนการสลายของกระดูก (osteoclastogenesis) ผ่านการส่งสัญญาณของ RANK RANKL และ OPG โดยกระบวนการควบคุมการสร้างกระดูกก็สามารถเกิดขึ้นโดยอ้อมผ่านการที่ CGRP เข้าไปควบคุมเซลล์หลอดเลือดด้วยการเพิ่มขึ้นของตัวอย่างอย่าง cAMP และประจุของแคลเซียมอีกด้วย⁵⁸⁻⁶⁰ ส่วนผลของ SP ต่อการกระตุ้นการตอบสนองของกระบวนการสร้างกระดูกก็พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับ CGRP แต่การศึกษามักจะมุ่งเน้นไปที่การแสดงออกของเซลล์สร้างกระดูกผ่านกลไกของ Wnt/ β -catenin โดยบางการทดลองเสนอว่าการแสดงออกของ RANKL จากผลของ SP นั้นเกิดขึ้น แต่ไม่มีผลถึงขั้นกระตุ้นกระบวนการต่างๆ ของเซลล์สลายกระดูก^{61,62}

4. ความปวดจากการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

ความปวดจากการจัดฟัน นับเป็นความรู้สึกไม่น่าพึงพอใจและนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการจัดฟัน⁶³⁻⁶⁵ โดยอัตราการเกิดความเจ็บปวดจากการจัดฟันด้วยเครื่องมือติดแน่นนั้นเกิดขึ้นได้มากกว่าร้อยละ 70 ในกลุ่มประชากรคอเคเซียนและเกิดขึ้นร้อยละ 95 ของกลุ่มคนเอเชีย⁶³ ความปวดนี้อาจกระทบต่อการใช้ชีวิตได้ทั้งในระดับน้อยหรือปานกลาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ ประสบการณ์ต่อการปวด ค่าเริ่มต้นที่ทำให้ปวดของผู้ป่วยแต่ละคนก็อาจต่างกัน (Pain threshold) หรือปัจจัยที่อาจถูกควบคุมได้ด้วย การใช้เครื่องมือของทันตแพทย์จัดฟัน เช่น ขนาดของแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟัน^{17,66} ก็นับเป็น อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความปวด มีการศึกษาจำนวนมากพบว่า อาการปวดจากการจัดฟันมักจะเกิดภายใน 4 ชั่วโมงหลังการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน และความปวดจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อผ่านไปแล้ว 24 ชั่วโมง และจะค่อยๆลดลงในวันที่ 5 ถึง 7 จนกลับคืนสู่สภาวะปกติหลัง 4 สัปดาห์ไปแล้ว^{65,67,68}

ในแง่พฤติกรรม การปวดฟันนั้นเป็นกลไกสำคัญในการ

ปกป้องตนเองจากสิ่งอันตราย⁵³ แต่สำหรับการศึกษาในระดับเซลล์ แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของระบบประสาทส่วนปลายด้วยการหลั่งนิวโรเปปไทด์นั้นเป็นกลไกอัตโนมัติ ที่ทำให้ระบบประสาทเป็นเสมือนตัวกลางในการสื่อถึงระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ซึ่งหลายการทดลองได้ชี้ให้เห็นถึงการทำหน้าที่เป็นทั้งสารสื่อประสาทและสารตัวกลาง ในระบบภูมิคุ้มกันของนิวโรเปปไทด์⁶⁹⁻⁷¹ อีกทั้งเนื่องจากระบบประสาทมีความหลากหลายในการรับ สิ่งกระตุ้นภายนอก และพบได้อย่างหนาแน่นในบริเวณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เกี่ยวข้องกับฟัน⁷² ทำให้น่าสนใจที่คิดว่า ระบบประสาทอาจทำงานที่หลากหลายมากกว่าการทำหน้าที่รับความรู้สึกที่อาจจะส่งผลในการควบคุมการเคลื่อนไหวของฟันในทางทันตกรรมจัดฟันได้อีกด้วย

ก่อนจะอธิบายถึงหน้าที่อื่นของระบบประสาทต่อการเคลื่อนไหวของฟันทางทันตกรรมจัดฟัน ขอกล่าวถึงบทบาทสำคัญของระบบประสาท คือ การรับความรู้สึกเจ็บปวดในฟัน กล่าวคือ การปวดฟันอาจแบ่งได้เป็น 3 ทฤษฎี⁶⁴ คือ

- 1 การเหนี่ยวนำโดยตรงต่อเส้นประสาท
- 2 ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน
- 3 ทฤษฎีการเหนี่ยวนำเซลล์สร้างเนื้อฟัน

ทฤษฎีแรก คือ การเหนี่ยวนำโดยตรงต่อเส้นประสาทซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการเหนี่ยวนำเส้นประสาท ที่มีปลายยื่นเข้ามาในชั้นเนื้อฟัน ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้นต่อปลายเซลล์ประสาทโดยตรงตามรูปที่ 4A และเพราะระบบประสาทในฟันนั้นหนาแน่นมาก โดยมีส่วนต้นมาจากปมประสาทไตรเจมินัล โดยที่ปลายประสาทในเนื้อเยื่อในประกอบด้วย 70-90 % ของเส้นใยซี (C fibers)^{74,75} ซึ่งเป็นเส้นประสาทแบบไม่มีปลอกไมอีลิน (unmyelinated fiber) ซึ่งมีหน้าที่ส่งความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บแบบตื้อ ๆ (dull dental pain)⁷⁶ สำหรับส่วนที่เหลือจะเป็นเส้นใยเอเดลต้า (Aδ fibers) ซึ่งเป็นเส้นประสาทแบบมีปลอกไมอีลิน (myelinated fiber) ซึ่งมีหน้าที่ส่งความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บแบบแหลมและแรง (sharp dental pain)⁷⁷ แต่อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้ไม่ได้เป็นที่เชื่อถือเหมือนทฤษฎีอื่น เนื่องจากในกระบวนการสร้างของระบบประสาทภายในเนื้อฟันนั้น (intratubular nerves)⁷⁷ ไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกับการสร้างของระบบประสาทรับความรู้สึกส่วนอื่น จึงมีความเชื่อหลายส่วนที่กล่าวว่าประสาทภายในเนื้อฟันจะทำหน้าที่ต่างจากระบบประสาทรับความรู้สึกส่วนอื่น

ทฤษฎีที่สอง คือ ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของสารน้ำ โดย

ทฤษฎีนี้นำเสนอขึ้นครั้งแรกโดย Brannstrom ในปี 1964 ซึ่งพูดถึงการเคลื่อนเข้าออกของสารน้ำในท่อเนื้อฟันซึ่งเชื่อมต่อกันระหว่างเนื้อฟันและ เนื้อเยื่อใน ตัวกระตุ้นภายนอกอย่างอุณหภูมิ สารเคมี ความเปลี่ยนแปลงทางกลที่ทำให้มีการเคลื่อนของเหลว แล้วกระตุ้นต่อไปยังปลายประสาทภายในท่อเนื้อฟัน ดังแสดงในรูปที่ 4B

ทฤษฎีที่สาม คือ ทฤษฎีการเหนี่ยวนำเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast) ในทฤษฎีนี้เซลล์สร้างเนื้อฟันจะเป็นเหมือนหน่วยรับความรู้สึกปวด และเหนี่ยวนำกระแสประสาทไปยังเส้นประสาทผ่านช่องไซแนป (synaptic gaps) ดังแสดงในรูปที่ 4C แต่อย่างไรก็ตาม การจะกล่าวว่าเซลล์สร้างเนื้อฟันจะทำหน้าที่เหมือนหน่วยรับความรู้สึกปวดนั้น ก็ยังไม่มีคำตอบชัดเจน⁷⁷

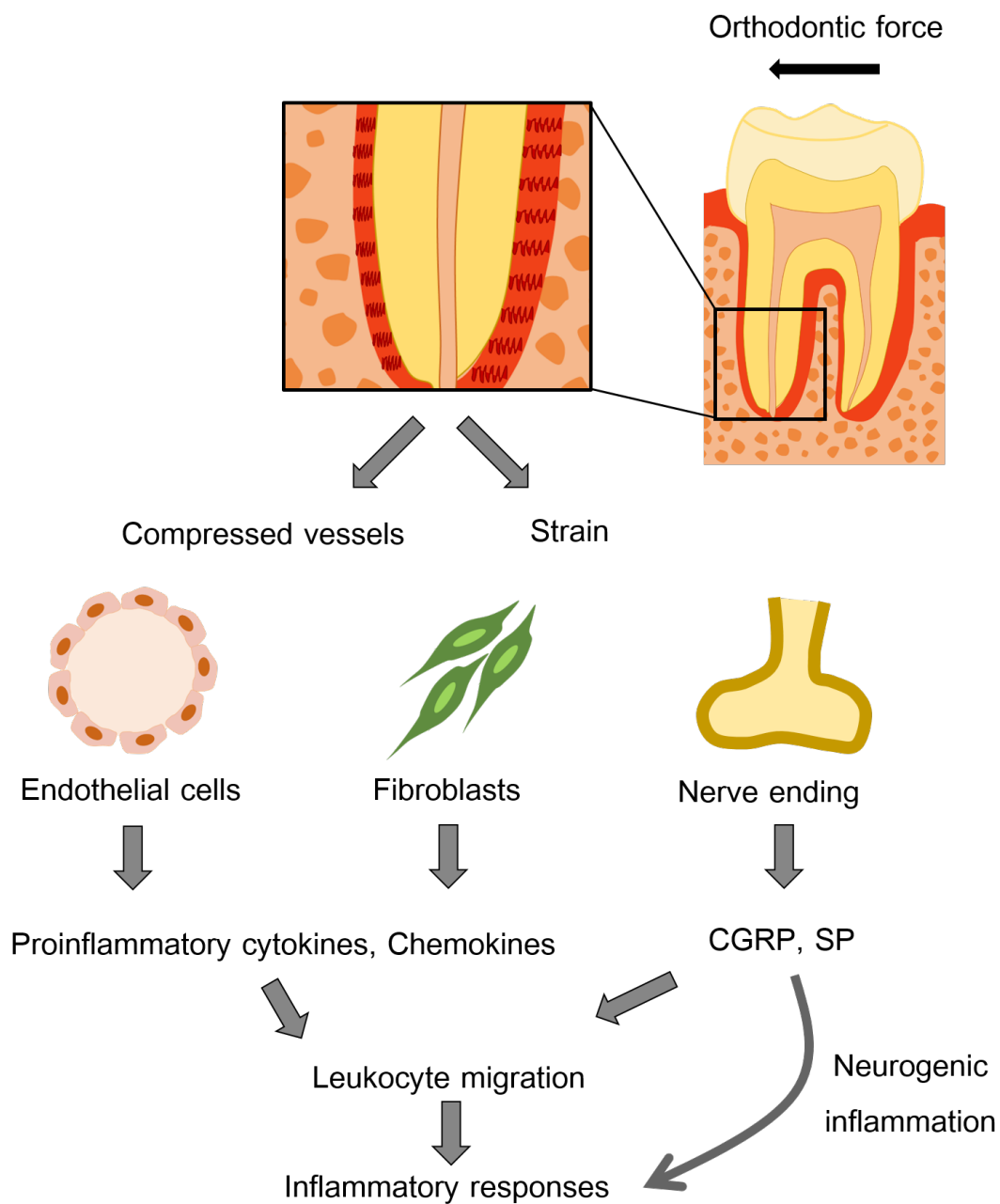
โดยการจำแนกความเจ็บปวดในทางทันตกรรมจัดฟัน อาจจำแนกได้ตาม Burstone ในปี 1962 ที่ได้จำแนกการปวดจากทันตกรรมจัดฟันออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกแบ่งตามความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไหวและระดับความปวด และกลุ่มที่สองก็แบ่งตามระยะเริ่มต้นของการปวด (onset time)^{66,78} โดยระดับความปวดอาจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ระดับแรก เป็นระดับต่ำจนผู้ป่วยอาจไม่รู้สึก จนกว่าจะมีการใช้เครื่องมืออย่างการดันหรือให้แรงโดยตรงกับฟัน
2. ระดับที่สอง ความปวดนี้เป็นระดับอ่อนถึงกลาง อาจแสดงออกมาในลักษณะความไม่สบายในระหว่างการบดเคี้ยวหรือการเคี้ยวที่หนัก ซึ่งมักจะมีอาการปวดเป็นช่วงสัปดาห์หลังการให้แรง ซึ่งผู้ป่วยมักจะเคี้ยวอาหารปกติได้ในระดับความปวดนี้
3. ระดับที่สาม ความปวดที่เป็นระดับที่สูงจนอาจไม่สามารถบดเคี้ยวอาหารทั่วไปได้

กลุ่มถัดมาก็แบ่งตามระยะเริ่มต้นของการปวด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะเฉียบพลัน (immediate phase) หรือระยะหน่วง (delayed phase)

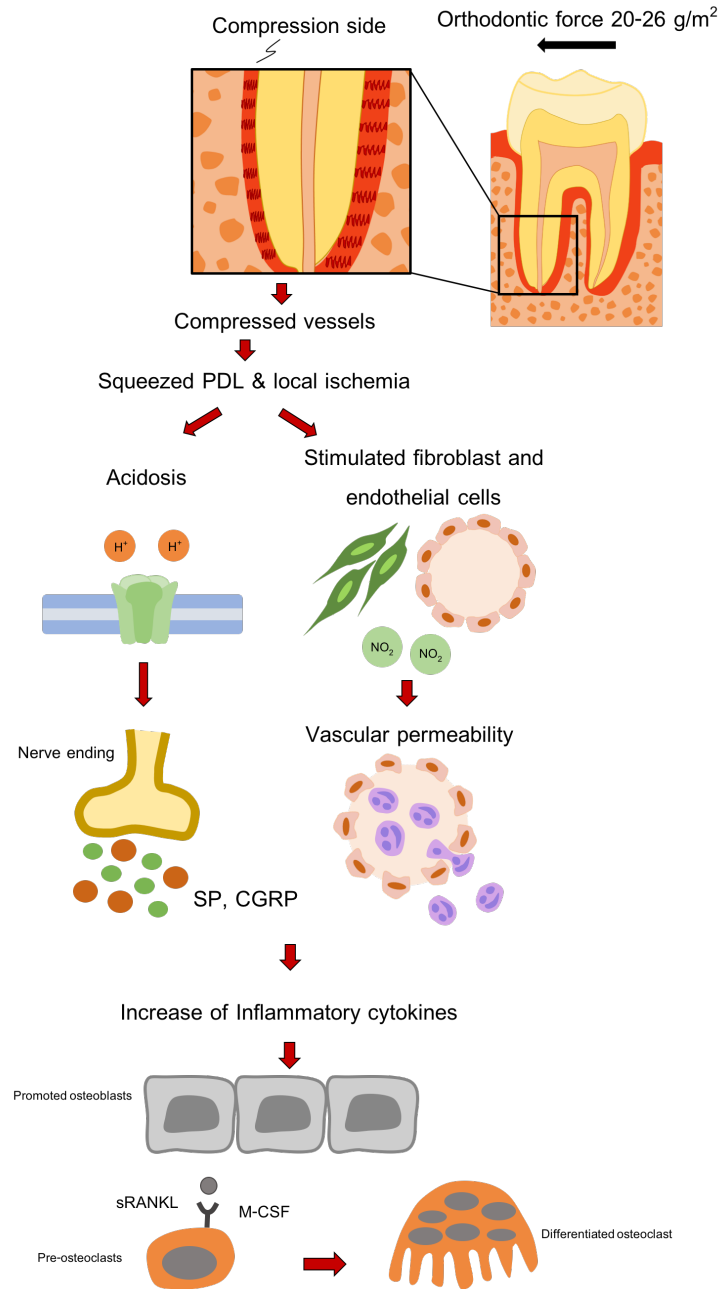
บทสรุป

เนื่องจากกระบวนการสร้างกระดูกหรือกระบวนการสลายกระดูกเกิดขึ้นผ่านแกน RANK/RANKL และ OPG ซึ่งมีทั้งนิวโรเปปไทด์และสารสื่อกลางการอักเสบ ทำให้เห็นถึงบทบาทของระบบประสาท นอกจากเพียงการรับความรู้สึก และในการทบทวนวรรณกรรมฉบับนี้ทำให้เห็นถึงบทบาทของการอักเสบในระบบประสาทที่อาจช่วยอธิบายให้เห็นภาพกว้างขึ้นของการเคลื่อนไหวฟันทางทันตกรรมในระดับเซลล์อีกด้วย



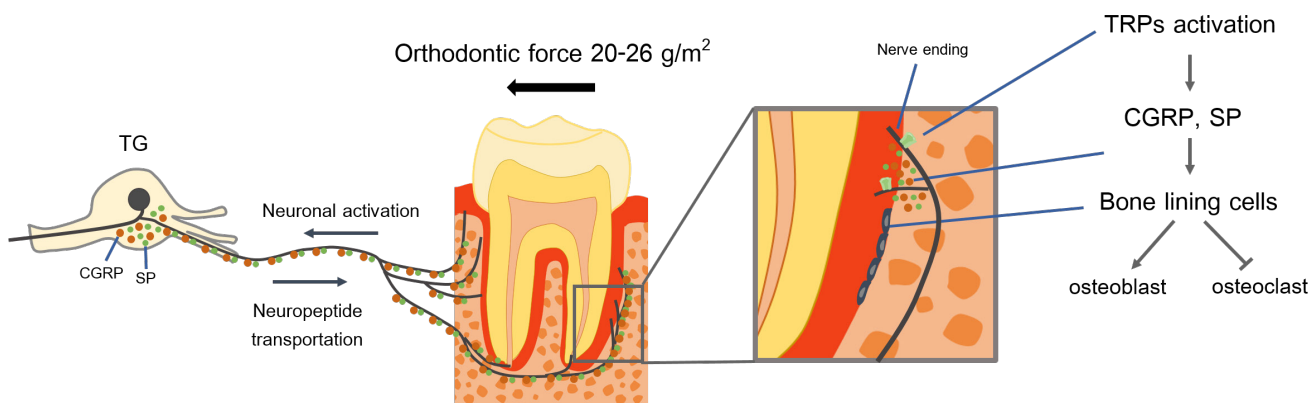
รูปที่ 1 แผนภาพการตอบสนองของเซลล์ต่อแรงทางทันตกรรมจัดฟัน แสดงลำดับการตอบสนองของเซลล์ในบริเวณที่ได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟันตั้งแต่การมีภาวะขาดออกซิเจนและเกิดแรงเค้นลงบนเซลล์สร้างเส้นใยและเซลล์หลอดเลือด

Figure 1 Biological response to orthodontic force. This diagram depicts the cascade of orthodontic force to the local response of fibroblasts and endothelial cells.



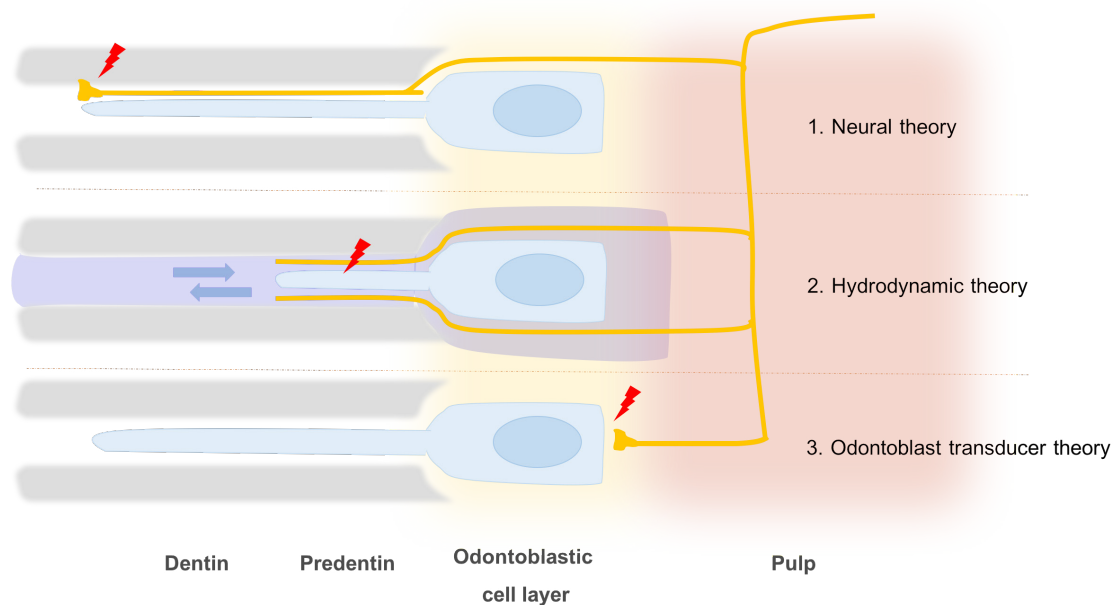
รูปที่ 2 ภาพรวมการแสดงออกของเซลล์และสารตัวกลางในกระบวนการอักเสบของเส้นประสาทสู่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูก แสดงภาพประกอบเมื่อฟันได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน เนื้อเยื่อและเส้นเลือดรอบ ๆ กระดูกเข้าฟันจะโดนกดทับ เกิดภาวะขาดเลือดในบริเวณดังกล่าว ซึ่งภาวะขาดออกซิเจนในบริเวณนั้นจะเกิดภาวะที่สูงขึ้นของอนุภาคไฮโดรเจน ซึ่งสามารถจับได้โดยตรงกับ ตัวรับ ASIC3 และ TRPs ซึ่งมีผลให้เกิดการอักเสบ ในขณะที่เซลล์เกี่ยวเนื่องรอบรากฟันอย่างเซลล์สร้างเส้นใยและเซลล์หลอดเลือดก็สามารถหลั่งไนโตรออกไซด์ซึ่งช่วยเพิ่ม ความสามารถในการผ่านเข้าออกจากรหลอดเลือดของเซลล์ภูมิคุ้มกันได้ และการมีปลายประสาทอักเสบก็ยังส่งผลให้ภาพรวมของกระบวนการอักเสบเกิดมากขึ้น ในขณะที่นิวโรเปปไทด์ก็กระตุ้นสารสื่อกลางในกระบวนการอักเสบเพื่อกระตุ้นเซลล์สร้างกระดูกผ่านการแสดงออกของ RANKL และ M-CSF ที่จะเป็นตัวกลางในการจับกับ RANK และ c-Fms บนเซลล์สลายกระดูกให้มีการพัฒนาได้อย่างเต็มที่อีกด้วย

Figure 2 Overall picture of the cellular and molecular events during the neuronal inflammation and bone remodeling. This figure describes the downstream effects of orthodontic tooth movement. The local tissue and vessels in dental socket are compressed that subsequently squeeze PDL and causes the local ischemia. The acidosis accumulates hydrogen ions which directly bind to ASIC3 and TRPs to induce inflammatory processes. The parodontal connective tissue such as fibroblasts and endothelial cells are stimulated to release nitrous oxide. Therefore, immune cells could penetrate through the injury sites; combined with the neuronal inflammation that release neuropeptides. These neuropeptides could act as the mediators for bone remodeling processes via RANKL and M-CSF to bind with RANK and c-Fms on the osteoclast maturation processes.



รูปที่ 3 แผนภาพการตอบสนองของระบบประสาทส่วนปลายต่อการได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน แสดงกลไกการถูกกระตุ้นของเซลล์ประสาทผ่านกลไกอัตโนมัติของระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งการตอบสนองของเซลล์จะกระตุ้นให้เกิดการหลั่งของสารตัวกลางเช่นนิวโรเปปไทด์ CGRP และ SP ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของทั้งเซลล์สร้างและสลายกระดูก

Figure 3 Neuronal response to orthodontic force in peripheral levels. This diagram depicts the neurogenic inflammation that releases neuropeptides. Then, these could regulate osteoblast and osteoclast activities.



รูปที่ 4 ทฤษฎีการเหนี่ยวนำความเจ็บปวดในฟันบริเวณเนื้อฟันและเนื้อเยื่อใน แสดงภาพประกอบทฤษฎีในการอธิบายความปวดของฟัน 1. การเหนี่ยวนำโดยตรงต่อเส้นประสาท ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการเหนี่ยวนำของเส้นประสาท ที่มีปลายยื่นเข้ามาในชั้นเนื้อฟัน จึงทำให้เกิดการกระตุ้นต่อปลายเซลล์ประสาทโดยตรงเมื่อมีสิ่งกระตุ้น 2. ทฤษฎีการเคลื่อนของของเหลวในท่อเนื้อฟัน ซึ่งอธิบายว่าการเคลื่อนเข้าออกของสารน้ำในท่อเนื้อฟันที่เชื่อมต่อกันระหว่างเนื้อฟันและเนื้อเยื่อใน ทำให้มีการเคลื่อนของของเหลว แล้วจึงกระตุ้นต่อปลายประสาทภายในท่อเนื้อฟัน และ 3. ทฤษฎีการเหนี่ยวนำเซลล์สร้างเนื้อฟัน ที่อธิบายว่าเซลล์สร้างเนื้อฟัน จะทำหน้าที่เสมือนหน่วยรับรู้ความรู้สึกปวด ที่สามารถเหนี่ยวนำกระแสประสาทผ่านช่องไซแนปส์ไปยังเส้นประสาทได้ แล้วเกิดการนำกระแสประสาทรับรู้ความรู้สึกต่อไปยังส่วนรับรู้ความรู้สึกที่สูงขึ้นไปในระบบประสาทส่วนกลาง

Figure 4 Dentin-pulp complex neural sensitization theories. This figure depicts 3 theories of dental pain inductions; (1) Neural theory describes the direct activation of noxious stimuli onto the local neural fibers. (2) Hydrodynamic theory described by the movements of dentinal fluid then activates the local nerve fibers. (3) Odontoblast transducer theory defines odontoblast cells as an inducer that functions as neuronal cells to transduce the signals to the nearby neural fibers to central nervous system.

1. Römer P, Wolf M, Fanghänel J, Reicheneder C, Proff P. Cellular response to orthodontically-induced short-term hypoxia in dental pulp cells. *Cell Tissue Res* 2014;355(1):173–80.
2. Meeran NA. Cellular response within the periodontal ligament on application of orthodontic forces. *J Indian Soc Periodontol* 2013;17(1):16-20.
3. Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 2009;88(7):597-608.
4. Long H, Wang Y, Jian F, Liao LN, Yang X, Lai WL. Current advances in orthodontic pain. *Int J Oral Sci* 2016;8(2):67-75.
5. Zhang CD, Teng R, Lu Z, Qiao H, Qian T, Zhou H. Expression of TRPV1 and CGRP in rat trigeminal ganglion during orthodontic tooth movement. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2015;24(1):6-12.
6. Chavarría-Bolaños D, Martínez-Zumaran A, Lombana N, Flores-Reyes H, Pozos-Guillen A. Expression of substance P, calcitonin gene-related peptide, β -endorphin and methionine-enkephalin in human dental pulp tissue after orthodontic intrusion: a pilot study. *Angle Orthod* 2014;84(3):521-6.
7. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Ardila-Pinto J, Del Toro-Carreño HR, Saltaín-Quintero H, Sierra-Tapias CL, et al. The effect of orthodontic forces on calcitonin gene-related peptide expression in human dental pulp. *J Endod* 2011;37(7):934-7.
8. Kyrkanides S, Huang H, Faber RD. Neurologic Regulation and Orthodontic Tooth Movement. *Front Oral Biol* 2016;18:64-74.
9. Levrini L, Sacerdote P, Moretti S, Panzi S, Caprioglio A. Changes of substance P in the crevicular fluid in relation to orthodontic movement preliminary investigation. *ScientificWorldJournal* 2013;2013:896874.
10. Sheng Y, Zhu L. The crosstalk between autonomic nervous system and blood vessels. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol* 2018;10(1):17-28.
11. Birder LA, Kullmann FA. Role of neurogenic inflammation in local communication in the visceral mucosa. *Semin Immunopathol* 2018;40(3):261-79.
12. Kichko TI, Neuhuber W, Kobal G, Reeh PW. The roles of TRPV1, TRPA1 and TRPM8 channels in chemical and thermal sensitivity of the mouse oral mucosa. *Eur J Neurosci* 2018;47(3):201-210.
13. Choi JE, Di Nardo A. Skin neurogenic inflammation. *Semin Immunopathol* 2018;40(3):249-59.
14. d'Apuzzo F, Cappabianca S, Ciavarella D, Monsurrò A, Silvestrini-Biavati A, Perillo L. Biomarkers of periodontal tissue remodeling during orthodontic tooth movement in mice and men: overview and clinical relevance. *ScientificWorldJournal* 2013;2013:105873.
15. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 Years after Carl Sandstedt. *Eur J Orthod* 2006;28(3):221–40.
16. Kwan Tat S, Padrines M, Théoleyre S, Heymann D, Fortun Y. IL-6, RANKL, TNF-alpha/IL-1: Interrelations in bone resorption pathophysiology. *Cytokine Growth Factor Rev* 2004;15(1):49–60.
17. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129(4):469.e1-32.
18. Xie L, Rubin C, Judex S. Enhancement of the adolescent murine musculoskeletal system using low-level mechanical vibrations. *J Appl Physiol* 1985 2008;104(4):1056–62.
19. Rahman F, Harada F, Saito I, Suzuki A, Kawano Y, Izumi K, et al. Detection of acid-sensing ion channel 3 (ASIC3) in periodontal Ruffini endings of mouse incisors. *Neurosci Lett* 2011;488(2):173–7.
20. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011; 139(4 SUPPL.):S83–101
21. Blechman AM, Smiley H. Magnetic force in orthodontics. *Am J Orthod* 1978;74(4):435–43.
22. Alansari S, Sangsuwon C, Vongthongleu T, Kwal R, Teo M chneh, Lee Y, et al. Biological principles behind accelerated tooth movement. *Semin Orthod* 2015;21:151–61.
23. Kvinnsland I, Kvinnsland S. Changes in CGRP-immunoreactive nerve fibres during experimental tooth movement in rats. *Eur J Orthod* 1990;12(3):320–9.
24. Norevall LI, Forsgren S, Matsson L. Expression of neuropeptides (CGRP, substance P) during and after orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod* 1995;17(4):311–25.
25. Delaine-Smith RM, Javaheri B, Helen Edwards J, Vazquez M, Rumney RMH. Preclinical models for *in vitro* mechanical loading of bone-derived cells. *Bonekey Rep* 2015;4:728.
26. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;137(4):462–76.
27. Yu X, Lv L, Zhang J, Zhang T, Xiao C, Li S. Expression of neuropeptides and bone remodeling-related factors during periodontal tissue regeneration in denervated rats. *J Mol Histol* 2015;46(2):195-203.
28. Yamaguchi M, Kojima T, Kanekawa M, Aihara N, Nogimura A, Kasai K. Neuropeptides stimulate production of interleukin-1 beta, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha in human dental pulp cells. *Inflamm Res* 2004;53(5):199-204.
29. Park SH, Hsiao GY, Huang GT. Role of substance P and calcitonin gene-related peptide in the regulation of interleukin-8 and monocyte chemotactic protein-1 expression in human dental pulp. *Int Endod J* 2004;37(3):185-92.

30. Patel T, Park SH, Lin LM, Chiappelli F, Huang GT. Substance P induces interleukin-8 secretion from human dental pulp cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(4):478-85.
31. Qiao H, Gao Y, Zhang C, Zhou H. Increased expression of TRPV1 in the trigeminal ganglion is involved in orofacial pain during experimental tooth movement in rats. *Eur J Oral Sci* 2015;123(1):17-23.
32. Andrés M, Göpfert MC. Neuronal osmotransduction: push-activating TRPV1 with microtubules. *Dev Cell* 2014;30(4):363-4.
33. Prager-Khoutorsky M, Khoutorsky A, Bourque CW. Unique interweaved microtubule scaffold mediates osmosensory transduction via physical interaction with TRPV1. *Neuron* 2014;83(4):866-78.
34. Bhave G, Hu HJ, Glauner KS, Zhu W, Wang H, Brasier DJ, et al. Protein kinase C phosphorylation sensitizes but does not activate the capsaicin receptor transient receptor potential vanilloid 1 (TRPV1). *Proc Natl Acad Sci USA* 2003;100(21):12480-5.
35. Tóth DM, Szoke E, Bölcskei K, Kvell K, Bender B, Bosze Z, et al. Nociception, neurogenic inflammation and thermoregulation in TRPV1 knockdown transgenic mice. *Cell Mol Life Sci* 2011;68(15):2589-601.
36. Gibbs JL, Melnyk JL, Basbaum AI. Differential TRPV1 and TRPV2 channel expression in dental pulp. *J Dent Res* 2011;90(6):765-70.
37. Mohan Gowda CM, Sreepriya M. Influence of TRPV1 Modulators Capsaicin and Capsazepine on Osteoclastogenesis *in vitro*. *WJRR* 2016;2(6):71-75.
38. Maltos KL, Menezes GB, Caliaro MV, Rocha OA, Santos JM, Alves DL, et al. Vascular and cellular responses to pro-inflammatory stimuli in rat dental pulp. *Arch Oral Biol* 2004;49(6):443-50.
39. Liu HY, Hong YF, Huang CM, Chen CY, Huang TN, Hsueh YP. TLR7 negatively regulates dendrite outgrowth through the Myd88-c-Fos-IL-6 pathway. *J Neurosci* 2013;33(28):11479-93.
40. Simonetti M, Giniatullin R, Fabbretti E. Mechanisms mediating the enhanced gene transcription of P2X3 receptor by calcitonin gene-related peptide in trigeminal sensory neurons. *J Biol Chem* 2008;283(27):18742-52.
41. Yang Z, Luo W, Wang J, Tan Y, Fu R, Fang B. Chemokine ligand 2 in the trigeminal ganglion regulates pain induced by experimental tooth movement. *Angle Orthod* 2014;84(4):730-6.
42. Yamaguchi M, Kojima T, Kanekawa M, Aihara N, Nogimura A, Kasai K. Neuropeptides stimulate production of interleukin-1beta, interleukin-6, and tumor necrosis factor- α in human dental pulp cells. *Inflamm Res* 2004;53(5):199-204.
43. Vandevska-Radunovic V, Kvinnsland S, Kvinnsland IH. Effect of experimental tooth movement on nerve fibres immunoreactive to calcitonin gene-related peptide, protein gene product 9.5, and blood vessel density and distribution in rats. *Eur J Orthod* 1997;19(5):517-29.
44. Yang CY, Jeon HH, Alshabab A, Lee YJ, Chung CH, Graves DT. RANKL deletion in periodontal ligament and bone lining cells blocks orthodontic tooth movement. *Int J Oral Sci* 2018;10(1):3.
45. Orellana-Lezcano MF, Major PW, McNeil PL, Borke JL. Temporary loss of plasma membrane integrity in orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2005;8(2):106-13.
46. Linder-Aronson S, Lindskog S. A morphometric study of bone surfaces and skin reactions after stimulation with static magnetic fields in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(1):44-8.
47. Blair JM, Zheng Y, Dunstan CR. RANK ligand. *Int J Biochem Cell Biol* 2007;39(6):1077-81.
48. Suzuki J, Ikeda T, Kuroyama H, Seki S, Kasai M, Utsuyama M, et al. Regulation of osteoclastogenesis by three human RANKL isoforms expressed in NIH3T3 cells. *Biochem Biophys Res Commun* 2004;314(4):1021-7.
49. Nakao K, Goto T, Gunjigake KK, Konoo T, Kobayashi S, Yamaguchi K. Intermittent Force Induces High RANKL Expression in Human Periodontal Ligament Cells. *J Dent Res* 2007;86(7):623-8.
50. Davidovitch Z, Finkelson M, Steigman S, Shanfeld J, Montgomery P, E Korostoff. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod* 1980;77(1):14-32.
51. Henrich M, Buckler KJ. Acid-evoked Ca²⁺ signalling in rat sensory neurones: Effects of anoxia and aglycaemia. *Pflugers Arch Eur J Physiol* 2009;459(1):159-81.
52. Vang H, Chung G, Kim HY, Park SB, Jung SJ, Kim JS, et al. Neurochemical Properties of Dental Primary Afferent Neurons. *Exp Neurobiol* 2012;21(2):68-74.
53. Lundy FT, Linden GJ. Neuropeptides and Neurogenic Mechanisms in Oral and Periodontal Inflammation. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15(2):82-98.
54. Arias-salvatierra D, Silbergeld EK, Acosta-saavedra LC, Calderon-aranda ES. Role of nitric oxide produced by iNOS through NF- κ B pathway in migration of cerebellar granule neurons induced by Lipopolysaccharide. *Cell Signal* 2011;23(2):425-35.
55. Nascimento RS, Santiago MF, Marques SA, Allodi S, Martinez AM. Diversity among satellite glial cells in dorsal root ganglia of the rat. *Brazilian J Med Biol Res* 2008;41(11):1011-7.
56. Silva SL, Osório C, Vaz AR, Barateiro A, Falcão AS, Silva RF, et al. Dynamics of neuron-glia interplay upon exposure to unconjugated bilirubin. *J Neurochem* 2011;117(3):412-24.
57. Fristad I, Heyeraas KJ, Kvinnsland IH, Jonsson R. Recruitment of immunocompetent cells after dentinal injuries in innervated and denervated young rat molars: an immunohistochemical study. *J Histochem Cytochem* 1995;43(9):871-9.
58. Sample SJ, Hao Z, Wilson AP, Muir P. Role of calcitonin

- gene-related peptide in bone repair after cyclic fatigue loading. *PLoS One* 2011;6(6):e20386.
59. Bo Y, Yan L, Gang Z, Tao L, Yinghui T. Effect of calcitonin gene-related peptide on osteoblast differentiation in an osteoblast and endothelial cell co-culture system. *Cell Biol Int* 2012;36(10):909-15.
60. Takahashi N, Matsuda Y, Sato K, de Jong PR, Bertin S, Tabeta K, *et al.* Neuronal TRPV1 activation regulates alveolar bone resorption by suppressing osteoclastogenesis via CGRP. *Sci Rep* 2016;6:29294.
61. Wang L, Zhao R, Shi X, Wei T, Halloran BP, Clark DJ, *et al.* Substance P stimulates bone marrow stromal cell osteogenic activity, osteoclast differentiation, and resorption activity *in vitro*. *Bone* 2009;45(2):309-20.
62. Fu S, Mei G, Wang Z, Zou ZL, Liu S, Pei GX, *et al.* Neuropeptide substance P improves osteoblastic and angiogenic differentiation capacity of bone marrow stem cells *in vitro*. *Biomed Res Int* 2014;2014:596023.
63. Brown DF, Moerenhout RG. The pain experience and psychological adjustment to orthodontic treatment of preadolescents, adolescents, and adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;100(4):349-56.
64. Bondemark L, Fredriksson K, Ilros S. Separation effect and perception of pain and discomfort from two types of orthodontic separators. *World J Orthod* 2004;5(2):172-6.
65. Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics. A review and discussion of the literature. *J Orofac Orthop* 2006;61(2):125-37.
66. Erdinç AME, Dinçer B. Perception of pain during orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2014;26(1):79-85.
67. Yu H, Ren Y, Sandham A, Ren A, Huang L, Bai D. Mechanical tensile stress effects on the expression of bone sialoprotein in bovine cementoblasts. *Angle Orthod* 2009;79(2):346-52.
68. Firestone AR, Scheurer PA, Bürgin WB. Patients' anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod* 1999;21(4):387-96.
69. Norevall LI, Forsgren S, Matsson L. Expression of neuropeptides (CGRP, substance P) during and after orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod* 1995;17(4):311-25.
70. Assas BM, Miyan JA, Pennock JL. Cross-talk between neural and immune receptors provides a potential mechanism of homeostatic regulation in the gut mucosa. *Mucosal Immunol* 2014;7(6):1283-9.
71. Fristad I, Heyeraas KJ, Kvinnsland IH, Jonsson R. Recruitment of immunocompetent cells after dentinal injuries in innervated and denervated young rat molars: an immunohistochemical study. *J Histochem Cytochem* 1995;43(9):871-9.
72. Byers MR, Suzuki H, Maeda T. Dental neuroplasticity, neuro-pulpal interactions, and nerve regeneration. *Microsc Res Tech* 2003;60(5):503-15.
73. Al-Sayagh NM, Salman KA, Uribe F, Kalajzic ZZ, Bibko J, Nanda R, *et al.* Effect of low-frequency mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2014;84(3):284-91.
74. Byers MR, Taylor PE, Khayat BG, Kimberly CL. Effects of injury and inflammation on pulpal and periapical nerves. *J Endod* 1990;16(2):78-84.
75. Abd-Elmeguid A, Yu DC. Dental pulp neurophysiology: part 1. Clinical and diagnostic implications. *J Can Dent Assoc* 2009;75(1):55-9.
76. Pashley D. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7(2):104-33.
77. Proffit W, Fields H, Sarver D. The biologic basis of orthodontic therapy. St. Louis: Mosby Elsevier; 2007.

บทความปริทัศน์

การรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย Breastfeeding and Early Childhood Caries

ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา¹ และ ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ¹

Nattanan Govitvattana¹ and Siriporn Songsiripradubboon¹

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

นมแม่ยังคงเป็นสารอาหารที่ดีที่สุดสำหรับทารกแรกเกิดโดยเฉพาะในช่วงขวบปีแรก ในนมแม่มีส่วนประกอบทั้งส่วนที่เป็นภูมิคุ้มกันและโปรตีนที่พบว่ามีส่วนช่วยในการขัดขวางหรือยับยั้งการยึดติดและเกาะกลุ่มของเชื้อแบคทีเรียบนผิวฟัน แต่ก็มีน้ำตาลแลคโตสที่เป็นน้ำตาลชนิดหลักในนมแม่ซึ่งเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์สามารถนำไปย่อยสลายให้เกิดเป็นกรดในคราบจุลินทรีย์ได้ หลายงานวิจัยได้พยายามศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ โดยการศึกษาในระยะหลังจะมุ่งเน้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ จากผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีความแตกต่างกันไปขึ้นกับเกณฑ์การตรวจโรคฟันผุ ช่วงอายุของเด็กที่ทำการศึกษา การแบ่งกลุ่มของพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่ รวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคฟันผุในแต่ละการศึกษานำมาวิเคราะห์ร่วม จึงทำให้ปัจจุบันยังคงไม่สามารถหาข้อสรุปที่แน่ชัดได้ บางการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ บางการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ ในขณะที่บางการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าการรับประทานนมแม่กลับให้ผลช่วยในการป้องกันโรคฟันผุ ดังนั้นบทความปริทัศน์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ทันตแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์อื่น ๆ ในการให้คำแนะนำแก่ผู้ปกครองเพื่อสุขภาพช่องปากที่ดีของเด็กต่อไป

คำสำคัญ: นมแม่, พฤติกรรมในการรับประทานนมแม่, โรคฟันผุ

Abstract

Human breast milk is still the best nutritional source for the baby especially in the first year of life. Human breast milk is composed of immunologic compounds and proteins that were shown to interfere and inhibit bacterial adhesion and colonization. However, it also contains lactose, the main sugar in the human breast milk, that *Streptococcus mutans* can utilize and produce acid in dental plaque. Many studies have tried to find the relationship between breastfeeding and dental caries. In last decades, breastfeeding behaviors and dental caries have been studied extensively. The results often varied depending on the criteria used for oral examination, ages of the children studied, definitions of breastfeeding patterns and other confounding factors included in each studies. Some studies found a relationship between breastfeeding and dental caries, some studies failed to find the relationship, while some studies found the protective effects against dental caries from breastfeeding. So far, the relationship between breastfeeding and dental caries is still inconclusive. Thus, the objective of this review article is to present the

relationship of breastfeeding behaviors on early childhood caries which have been studied. Hopefully, this study would be helpful for dentists or other health professionals to recommend parents to develop a good oral health for their children.

Keywords: Breast milk, Breastfeeding behaviors, Dental caries

Received Date: Mar 28, 2018

Revised Date: Apr 13, 2018

Accepted Date: May 7, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.39

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถ. อังรีตุนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-2188906 อีเมล: nattanang@gmail.com

Correspondence to:

Nattanan Govitvattana. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry-Dunant Rd., Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand Tel: 02-2188906/081-6172440 E-mail: nattanang@gmail.com

บทนำ

นมแม่จัดว่าเป็นสารอาหารที่ดีที่สุดสำหรับทารกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงขวบปีแรก โดยจากผลการสำรวจทางระบาดวิทยาพบว่าเด็กที่ได้รับประทานนมแม่จะมีสุขภาพแข็งแรงกว่า ประกอบกับมีพัฒนาการทางด้านต่าง ๆ ที่ดีกว่าเด็กที่ไม่ได้รับประทานนมแม่ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กทารกที่ได้รับประทานนมแม่จะช่วยลดโอกาสการเสียชีวิตอย่างฉับพลัน¹ รวมทั้งโรคต่าง ๆ อันได้แก่ โรคหูดักเสบชั้นกลาง โรคหอบหืด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารและโรคผิวหนังเป็นต้น^{2,3} องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) จึงได้แนะนำให้เด็กทารกแรกเกิดรับประทานนมแม่เพียงอย่างเดียวเป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือนและให้รับประทานร่วมกับการให้อาหารเสริมอื่น ๆ ต่อเนื่องจนถึงอายุ 2 ปีเป็นอย่างน้อย⁴

ปัจจุบันยังคงเป็นที่ถกเถียงกันว่าการรับประทานนมแม่ทำให้เกิดโรคฟันผุหรือไม่เนื่องจากในนมแม่มีส่วนประกอบที่ช่วยลดการยึดติด (adhesion) และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) ซึ่งพบว่ามีส่วนในการป้องกันการเกิดโรคฟันผุ^{5,6} แต่ในขณะเดียวกันก็มีน้ำตาลแลคโตส (lactose) ที่แบคทีเรีย (bacteria) สามารถนำไปย่อยทำให้เกิดกรด⁷ และทำให้เกิดโรคฟันผุได้เช่นกัน⁸

อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเกิดโรคฟันผุต้องอาศัยหลายปัจจัยร่วมกัน ดังนั้นการศึกษาผลของการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในระยะหลังจึงไม่ได้เน้นที่ตัวนมแม่เพียงอย่าง

เดียวแต่จะศึกษาถึงปัจจัยหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ โดยปัจจัยที่มีผู้ศึกษากันอย่างกว้างขวางได้แก่ ความถี่ในการรับประทานนมแม่ ระยะเวลาในการรับประทานนมแม่ การรับประทานนมแม่ในช่วงกลางวัน และการรับประทานนมจากเต้าหรือจากขวด เป็นต้น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีผลแตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษาดังนั้นบทความปริทัศน์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ โดยเน้นปัจจัยทางด้านพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่ตั้งที่กล่าวข้างต้น รวมทั้งส่วนประกอบในนมแม่ที่มีผลหรือมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย

ส่วนประกอบในนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ

นมแม่ประกอบด้วยสารอาหารมากมายหลายชนิดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของทารก โดยส่วนประกอบหลักในนมแม่แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนที่เป็นสารอาหาร ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน (vitamin) และแร่ธาตุต่าง ๆ ส่วนที่สองคือ ส่วนที่เป็นภูมิคุ้มกัน ได้แก่ เม็ดเลือดขาว ไลโซไซม์ (lysozyme) แลคโตเฟอริน (lactoferrin) แอลฟา แลคตัลบูมิน (alfa lactalbumin) เป็นต้น⁹ มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่านมแม่มีคุณสมบัติในการป้องกันโรคฟันผุ เนื่องจากในนมแม่มีสารภูมิคุ้มกันที่ช่วยยับยั้งการเกาะกลุ่ม (colonization) ของเชื้อแบคทีเรียโดยเฉพาะเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus*

mutans)⁵ และมีโปรตีนเคซีน (casein) ที่ช่วยยับยั้งการยึดติดของเชื้อแบคทีเรียบนผิวฟัน นอกจากนี้ยังมีส่วนไขมันที่ช่วยลดการเกาะติดของอาหารกับผิวฟันอีกด้วย^{6,10} อย่างไรก็ตามในนมแม่มีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตหลักที่อยู่ในนมแม่ โดยพบปริมาณร้อยละ 6.9 – 7.2 ของนมแม่ทั้งหมด⁷ น้ำตาลแลคโตสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ระหว่างกลูโคส (glucose) กับกาแลคโตส (galactose) จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลแลคโตสเปรียบเทียบกับนมมนุษย์กับนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น ๆ พบว่านมมนุษย์มีปริมาณน้ำตาลแลคโตสสูงที่สุด เนื่องจากสมองของมนุษย์มีความต้องการในการใช้พลังงานอยู่ในระดับค่อนข้างสูง¹¹ นอกจากนี้ยังพบว่าในขณะที่สารประกอบอื่น ๆ ในนมแม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาของการให้นมเพื่อปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของทารกในแต่ละช่วงอายุ แต่ปริมาณของน้ำตาลแลคโตสจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงและค่อนข้างคงที่ในนมแม่แต่ละคนตลอดระยะเวลาการให้นมอีกด้วย¹² ปริมาณน้ำตาลแลคโตสในนมแม่ตั้งแต่แรกคลอดจนถึงระยะ 8 เดือนของการให้นมเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 กรัมต่อเดซิลิตร¹³ โดยแม่ที่มีปริมาณน้ำนมมากจะมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสสูงกว่าแม่ที่มีปริมาณน้ำมน้อยกว่า¹⁴

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถของน้ำตาลแลคโตสในการก่อให้เกิดโรคฟันผุจะพบว่าน้ำตาลแลคโตสมีความหวานเพียงร้อยละ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลซูโครส (sucrose)⁹ และมีความสามารถในการทำให้เกิดโรคฟันผุได้น้อยกว่าน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส (fructose) และน้ำตาลซูโครส^{15,16} ถึงแม้จะพบว่าน้ำตาลแลคโตสไม่ใช่แหล่งพลังงานหลักสำหรับเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์¹⁷ แต่เมื่อให้เชื้อได้มีโอกาสสัมผัสกับน้ำตาลแลคโตสหลาย ๆ ครั้ง เชื้อก็จะสามารถปรับตัวนำน้ำตาลแลคโตสมาใช้และย่อยสลายให้กลายเป็นกรดได้เช่นกัน⁸ จากการศึกษาพบว่าเมื่อให้กลุ่มตัวอย่างบ้วนสารละลายน้ำตาลแลคโตสความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลา 2 นาทีวันละ 6 ครั้งเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในคราบจุลินทรีย์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มการทดลอง¹⁸ เช่นเดียวกับการศึกษาที่ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ในนมแม่ทั้งหมด 15 รอบ รอบละ 11 ชั่วโมงและคำนวณอัตราการผลิตรกรดในช่วงที่มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของเชื้อมากที่สุดพบว่า เชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์สามารถเปลี่ยนแปลงความสามารถในการผลิตรกรดให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าวิกฤตของเคลือบฟันได้ไวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากสิ้นสุดการทดลอง¹⁹ ดังนั้นจึงให้โอกาสเชื้อแบคทีเรียในการสัมผัสกับน้ำตาลแลคโตสมากเท่าใด เชื้อก็จะสามารถปรับตัวในการนำน้ำตาลแลคโตสมาย่อยสลายให้กลายเป็นกรดได้ง่ายและเร็วมากยิ่งขึ้นเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับส่วน

ประกอบระหว่างนมแม่กับนมวัวจะพบว่าในนมแม่มีปริมาณน้ำตาลแลคโตส มากกว่าในนมวัวถึง 2 เท่านอกจากนั้นยังมีปริมาณแคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) และโปรตีนที่ต่ำกว่านมวัวอีกด้วย จากการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการทำให้เกิดโรคฟันผุระหว่างนมแม่และนมวัวจึงพบว่านมแม่มีความสามารถในการทำให้เกิดโรคฟันผุมากกว่านมวัวรวมทั้งทำให้ค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่าจึงทำให้ผิวเคลือบฟันมีการละลายและนึ่มมากกว่านมวัว^{20,21}

ความถี่ของการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ

หนึ่งในปัจจัยสำคัญของการเกิดโรคฟันผุ คือ ความถี่ที่ผิวฟันมีโอกาสสัมผัสกับอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ยิ่งเพิ่มความถี่ก็จะยิ่งทำให้ผิวฟันมีโอกาสเสียมดูลแร่ธาตุนำไปสู่การสูญเสียแร่ธาตุและทำให้เกิดโรคฟันผุได้ในที่สุด^{22,23} มีการศึกษาในเด็กอายุ 4 ปีที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความถี่ในการรับประทานนมแม่หรือการรับประทานนมแม่ได้บ่อยตามต้องการกับการเกิดโรคฟันผุว่าการรับประทานนมแม่มากกว่า 7 ครั้งต่อวันในช่วงขวบปีแรกจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่รับประทานนมแม่น้อยกว่า 3 ครั้งต่อวันอย่างมีนัยสำคัญ²⁴ และยังพบว่าในเด็กอายุ 38 เดือนที่รับประทานนมแม่มากกว่า 24 เดือนจะมีสถานะโรคฟันผุเพิ่มมากขึ้นถ้ารับประทานนมแม่ด้วยความถี่มากกว่า 4 ครั้งต่อวัน โดยไม่พบว่ากลุ่มที่รับประทานนมแม่ด้วยความถี่น้อยกว่านั้นมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ²⁵

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาความถี่ในการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนพบว่าความเสี่ยงของการเกิดโรคฟันผุจะเพิ่มขึ้นตามความถี่ของการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนไม่ว่าจะเป็นการให้นมจากเต้า ขวดนมหรือแก้วหัดดื่มก็ตาม²⁶ โดยพบว่าเด็กที่มีการรับประทานนมแม่เป็นระยะเวลายาวนานกว่า 12 เดือนจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุเพิ่มมากขึ้นถ้ามีการรับประทานนมแม่ในตอนกลางคืนหรือรับประทานนมแม่ด้วยความถี่สูง²⁷ และยังพบว่าในเด็กที่มีอายุระหว่าง 25-30 เดือนที่มีประวัติการรับประทานนมแม่ช่วงกลางคืนมากกว่า 2 ครั้งจะมีสถานะโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่รับประทานนมแม่ช่วงกลางคืนน้อยกว่านั้นอย่างมีนัยสำคัญ²³ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 3 ปีว่าร้อยละ 66 ของเด็กที่มีฟันหน้าบนผุก็มีประวัติการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป²⁸ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปีหากไม่มีการหลับคาเต้าร่วมด้วยและยังพบว่าความถี่ในการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางวันไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุอีกด้วย²³ ดังนั้นอาจสรุปจากผลการศึกษาต่าง ๆ ได้ว่ายิ่งให้ผิว

ฟันได้มีโอกาสสัมผัสกับนมแม่ด้วยความถี่มากเท่าใดก็ยิ่งเพิ่มโอกาสของการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงกลางคืนที่มีอัตราการไหลของน้ำลายลดลง จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุมากยิ่งขึ้น

ระยะเวลาในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ

ระยะเวลาในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุ นับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผู้ทำการศึกษากันอย่างกว้างขวางและยังคงหาข้อสรุปไม่ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการกำหนดระยะเวลาในการรับประทานนมแม่และลักษณะพฤติกรรมการให้นมที่แตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา โดยมีทั้งการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการรับประทานนมแม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุและการศึกษาที่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ นอกจากนี้ยังมีบางการศึกษาที่พบว่าการรับประทานนมแม่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งกลับให้ผลช่วยป้องกันการเกิดโรคฟันผุได้อีกด้วย

หลายการศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุว่าการรับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานานส่งผลให้เกิดโรคฟันผุเพิ่มขึ้น โดยพบว่าในเด็กอายุ 4 ปีที่มีประวัติการรับประทานนมแม่มานานกว่า 12 เดือนจะส่งผลให้เกิดโรคฟันผุเพิ่มมากขึ้น²⁴ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในเด็กที่มีอายุระหว่าง 18 เดือนถึง 3 ปีที่พบว่าเด็กที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานานกว่า 18 เดือนจะมีสถานะโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่เลิกรับประทานนมแม่ก่อนหน้านั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{29,30} และเมื่อเปรียบเทียบสถานะโรคฟันผุในเด็กอายุ 5 ปีระหว่างเด็กที่มีประวัติการรับประทานนมแม่ตั้งแต่ 24 เดือนขึ้นไปและเด็กที่รับประทานนมแม่น้อยกว่า 12 เดือนพบว่ากลุ่มที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 24 เดือนขึ้นไปมีสถานะโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่รับประทานนมแม่น้อยกว่า 12 เดือนประมาณ 2.4 เท่า³¹

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่าการรับประทานนมแม่กลับมีผลช่วยในการป้องกันการเกิดโรคฟันผุ โดยเมื่อศึกษาในเด็กที่มีอายุระหว่าง 2-4 ปีเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เคยได้รับประทานนมแม่ในช่วงขวบปีแรกกับกลุ่มที่ไม่เคยได้ รับประทานนมแม่เลยจะพบว่ากลุ่มที่เคยได้รับประทานนมแม่ในช่วงขวบปีแรกจะมีโรคฟันผุน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ³² และพบว่าอุบัติการณ์และความรุนแรงของการเกิดโรคฟันผุจะลดลงตามระยะเวลาของการรับประทานนมแม่ที่นานขึ้นในช่วงขวบปีแรกอีกด้วยเมื่อศึกษาในเด็กอายุ 4-5 ปี³³ เช่นเดียวกับการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 3-4 ปีที่พบว่าเด็กที่ได้รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานาน 6-11 เดือนมีสถานะโรคฟันผุน้อยกว่าเด็กที่รับประทานนมแม่น้อยกว่า 6 เดือนถึงร้อยละ 55³⁴ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ตรวจฟันเมื่อ

เด็กอายุได้ 5 และ 9 ปีที่พบว่าเด็กที่มีประวัติการรับประทานนมแม่น้อยกว่า 6 เดือนจะมีสถานะโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่รับประทานนมแม่มากกว่า 6 เดือน³⁵ จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิรมานในปี 2015 สรุปว่าการรับประทานนมแม่เป็นระยะเวลาน้อยกว่า 12 เดือนจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่ไม่ได้รับประทานนมแม่เลย ในขณะที่การรับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานานกว่า 12 เดือนขึ้นไปจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนหรือรับประทานนมแม่ด้วยความถี่สูงร่วมด้วย²

ดังนั้นการรับประทานนมแม่ที่ระยะเวลานานหนึ่ง โดยเฉพาะในช่วงขวบปีแรกน่าจะมีผลในการป้องกันหรือทำให้เกิดโรคฟันผุน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่ไม่ได้รับประทานนมแม่เลย ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเด็กที่ไม่ได้รับประทานนมแม่เลยหรือเด็กที่เลิกรับประทานนมแม่ก่อนขวบปีแรกมักเปลี่ยนไปรับประทานนมจากขวดแทน จึงอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุเพิ่มมากขึ้นทั้งจากการหลั่งคาซอดนมรวมทั้งการได้รับน้ำตาลจากนมผงสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาในประเทศไทยพบว่าร้อยละ 99.1 ของเด็กที่เลิกรับประทานนมแม่ก่อน 6 เดือนจะเปลี่ยนมารับประทานนมจากขวดแทน³⁴ ในขณะที่ในเด็กส่วนใหญ่เมื่ออายุ 12 เดือนขึ้นไปแล้ว ถ้าไม่ได้รับประทานนมแม่ มักจะเปลี่ยนมารับประทานนมวัวแทนซึ่งมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสน้อยกว่าในนมแม่ประมาณครึ่งหนึ่ง²⁷ ประกอบกับในกลุ่มที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานานมักจะมีประวัติการรับประทานนมในช่วงกลางคืน³⁶ รวมทั้งมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารหวานบ่อยกว่าเด็กที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลาน้อยกว่าอีกด้วย^{37,38} และเมื่อพิจารณาถึงระดับแร่ธาตุและโปรตีนในนมแม่ที่มีส่วนในการป้องกันโรคฟันผุได้แก่ แคลเซียม ฟอสเฟต แลคตัลบูมิน และเคซีน พบว่าจะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาของการให้นมที่นานขึ้น^{39,40} ดังนั้นจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้กลุ่มที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลานานกว่า 12 เดือนมีสถานะโรคฟันผุมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลาน้อยกว่า 12 เดือน

การรับประทานนมแม่ช่วงกลางคืนและการหลับคาเต้ากับการเกิดโรคฟันผุ

การรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนนับเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ การศึกษาส่วนใหญ่ได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนและการหลับคาเต้ากับการเกิดโรคฟันผุ^{23,24,41} โดยพบว่าในเด็กที่มีอายุระหว่าง 25-30 เดือนที่มีประวัติการรับ

ประทานนมแม่ช่วงกลางคืนมากกว่า 2 ครั้งจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุมากถึง 35 เท่าและถ้าใช้เวลาในการรับประทานนมแม่ในแต่ละครั้งมากกว่า 15 นาทีจะยิ่งเพิ่มโอกาสในการเกิดโรคฟันผุมากถึง 100 เท่า อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบว่าการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางวันมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ²³

นอกจากนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิมาณในปี 2015 แสดงให้เห็นว่าเด็กที่รับประทานนมแม่เป็นระยะเวลาานกว่า 12 เดือนหารับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนจะยิ่งทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นถึง 7 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่ไม่ได้รับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืน²⁷ และถ้ามีการหลับคาเต้าร่วมด้วยก็จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นไปอีก โดยจากการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 3-4 ปีพบว่ายิ่งเคยมีประวัติการหลับคาเต้าหรือหลับคาขวดบ่อยเท่าใดก็ยิ่งมีสภาวะการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นเท่านั้น³⁴ จากการศึกษาพบว่าการศึกษาให้ลูกดูดนมหลับคาเต้าไม่ว่าจะเป็นช่วงกลางคืนหรือตอนกลางวันทีนอนหลับเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ต่างก็พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุได้เช่นกัน⁴² นอกจากนี้ยังพบว่าแม่ที่ให้นมจากเต้าแก่ลูกในช่วงกลางคืนมีแนวโน้มที่จะนอนหลับพร้อมกับลูกมากกว่าแม่ที่ให้นมจากขวดแก่ทารก⁴³ ดังนั้นจึงอาจยิ่งเพิ่มความเสี่ยงในการหลับคาเต้าและการตื่นมาให้นมกลางคืนมากยิ่งขึ้น โดยพบว่าร้อยละ 90 ของเด็กอายุน้อยกว่า 3 ปีที่มีฟันหน้าบนผุก็มีประวัติของการรับประทานนมจากเต้าในช่วงกลางคืน²⁸

ดังนั้นจึงอาจสรุปจากผลการศึกษาต่าง ๆ ได้ว่าการรับประทานนมแม่ในช่วงกลางคืนโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการหลับคาเต้าหรือคาขวดร่วมด้วยก็จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุมากขึ้น เนื่องจากในช่วงที่หลับหรือในช่วงกลางคืนนั้นเป็นช่วงที่มีการหลั่งของน้ำลายลดลง ทำให้ระดับของน้ำตาลแลคโตสคั่งค้างในน้ำลายระยยะพักและในคราบจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่บริเวณผิวฟันได้ง่ายกว่าช่วงกลางวันที่มีการหลั่งของน้ำลายสูงกว่า

การรับประทานนมจากเต้าและการรับประทานนมจากขวดกับการเกิดโรคฟันผุ

เนื่องจากการรับประทานนมจากเต้าและการรับประทานนมจากขวดนั้นมีลักษณะที่ค่อนข้างแตกต่างกันโดยการรับประทานนมจากเต้า หัวนมของแม่จะเข้าไปในปากค่อนข้างลึกทำให้นมแม่ถูกปล่อยออกมาที่บริเวณเพดานปากและคอโดยตรง ในขณะที่การรับประทานนมจากขวดนั้นนมจะถูกปล่อยอยู่ที่บริเวณฟันหน้าบน และเนื่องจากมีจุลภณอยู่ในบริเวณนั้นจึงอาจทำให้ซัดขวางการชะล้างของน้ำลายบริเวณฟันหน้าบน ทำให้มี

นมตกค้างอยู่ที่บริเวณนั้นเป็นเวลานานกว่าจึงอาจส่งผลให้เกิดโรคฟันผุได้ง่ายกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งการรับประทานนมขวดในตอนกลางคืน^{26,44} อย่างไรก็ตามเนื่องจากลักษณะของการให้นมที่แตกต่างกันนี้เอง จึงได้มีหลายการศึกษาที่ได้พยายามเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการเกิดโรคฟันผุระหว่างการรับประทานนมจากเต้าและการรับประทานนมจากขวด

การศึกษาส่วนใหญ่ได้แสดงให้เห็นว่าการรับประทานนมจากเต้าส่งผลให้เกิดโรคฟันผุน้อยกว่าการรับประทานนมจากขวด^{32,45,46} โดยพบว่าในเด็กอายุ 3-5 ปีมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด ในกลุ่มที่รับประทานนมขวดถึง 5.33 ± 4.6 ในขณะที่กลุ่มที่รับประทานนมจากเต้าเป็นหลักมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุดเท่ากับ $3.27 + 3.5$ ⁴⁵ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 6-70 เดือนที่พบว่าเด็กที่รับประทานนมขวดมีอุบัติการณ์การเกิดโรคฟันผุร้อยละ 33 ในขณะที่เด็กที่รับประทานนมจากเต้ามีอุบัติการณ์การเกิดโรคฟันผุร้อยละ 15.7⁴⁴ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 2-6 ปีที่พบว่าเด็กที่รับประทานนมจากขวดมีสภาวะโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่รับประทานนมจากเต้าแม่ล้วนหรือกลุ่มที่รับประทานนมจากเต้าแม่บางส่วนร่วมกับการรับประทานนมขวดถึง 5 เท่า³² จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิมาณในปี 2015 ได้สรุปว่าการรับประทานนมจากเต้าให้ผลในการป้องกันการเกิดโรคฟันผุได้มากกว่าการรับประทานนมจากขวด⁴⁷ อย่างไรก็ตามมีบางการศึกษาที่ไม่พบว่าการรับประทานนมจากเต้าหรือจากขวดมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ^{48,49} และจากการศึกษาของประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบระยะเวลาต่อสัปดาห์ที่แม่ใช้ในการให้นมแก่ทารกระหว่างกลุ่มที่ให้นมแม่ล้วนและกลุ่มที่ให้นมชนิดอื่น ๆ เมื่อทารกอายุได้ 6 เดือน พบว่ากลุ่มที่ให้นมแม่ล้วนจะใช้เวลาในการให้นมเฉลี่ย 18 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ให้นมชนิดอื่น ๆ ประมาณ 6.6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์⁵⁰ ดังนั้นจึงอาจยิ่งเพิ่มความเสี่ยงที่ผิวฟันสัมผัสกับนมมากยิ่งขึ้นและเพิ่มความเสี่ยงการเกิดโรคฟันผุในกลุ่มนมแม่ได้ จากการศึกษาในประเทศไทยพบว่าแม่ถึงร้อยละ 81.3 ที่มีการให้นมจากเต้าแก่ทารกและร้อยละ 41 จะมีการเปลี่ยนจากการให้นมจากเต้ามาเป็นให้นมจากขวดในช่วงอายุประมาณ 4.5 ± 3.6 เดือน⁵¹

เมื่อพิจารณาถึงการรับประทานนมขวดในช่วงกลางคืนจะพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุอย่างมีนัยสำคัญสมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Pediatric Dentistry) ได้กำหนดให้การหลับคาขวดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุสูง⁵² จากการศึกษาในเด็กที่มีอายุระหว่าง 6-70 เดือนพบว่าเด็กที่มีประวัติการรับประทานนมขวดในช่วงกลางคืนมีสภาวะโรคฟันผุถึง

ร้อยละ 55 ในขณะที่เด็กที่ไม่ได้รับประทานนมขวดในช่วงกลางคืนมีฟันผุเพียงร้อยละ 13 และยังพบว่าเด็กที่หลับคาขวดนมด้วยจะมีโอกาสเกิดโรคฟันผุมากกว่าถึง 4.5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่ไม่ได้หลับคาขวด⁴⁴ จากการศึกษาในประเทศไทยในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีพบเด็กร้อยละ 86.5 ดูนมจากขวดในช่วงกลางคืนและร้อยละ 71.3 มีการหลับคาขวดนม⁵¹

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาดังกล่าว จะพบว่าการศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการระบุว่ากลุ่มที่รับประทานนมจากขวดนั้นรับประทานนมชนิดใดหรือมีการเติมสารเพิ่มความหวานชนิดอื่น ๆ ร่วมด้วยหรือไม่ โดยพบร้อยละ 38.6 มีการเติมสารเพิ่มความหวานลงไป⁵¹ ดังนั้นจึงอาจทำให้ค่าเฉลี่ย ฟันผุ ถอน อุดของกลุ่มที่รับประทานนมจากขวดมีค่าเกินจริงได้ นอกจากนี้ระยะเวลาและความถี่ในการรับประทานนมโดยเฉพาะพฤติกรรมกรดหลับคาเต้าหรือคาขวดต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน จึงทำให้ในปัจจุบันจึงยังคงไม่สามารถหาข้อสรุปที่ชัดเจนระหว่างความสัมพันธ์ของการรับประทานนมจากเต้าหรือจากขวดกับการเกิดโรคฟันผุได้

บทวิจารณ์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าแม้จะมีผู้การศึกษาเรื่องพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุอยู่แล้วจำนวนหนึ่ง แต่เนื่องจากแต่ละการศึกษาให้การให้คำจำกัดความของโรคฟันผุ เกณฑ์ในการตรวจฟัน การแบ่งกลุ่มของพฤติกรรมในการรับประทานนมรวมทั้งระยะเวลาในการรับประทานนมในหลายรูปแบบ จึงทำให้ยากที่จะนำการศึกษาเหล่านั้นมาพิจารณา เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันและถึงแม้การศึกษาต่าง ๆ ได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุโดยแยกเป็นแต่ละประเด็นเช่น ความถี่ในการรับประทานนมแม่ ระยะเวลาในการรับประทานนมแม่ หรือการหลับคาเต้าก็ตาม แต่ในความเป็นจริงแล้วพฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นล้วนมีความสัมพันธ์กันและยากที่จะแยกออกจากกันได้ อย่างชัดเจน เช่นพบว่าในกลุ่มเด็กที่มีการรับประทานนมแม่ยาวนานกว่า 12 เดือนจะมีอัตราการเกิดฟันผุเพิ่มมากขึ้นถ้ามีการหลับคาเต้าร่วมด้วย²⁷ หรือเด็กที่มีการรับประทานนมแม่เป็นระยะเวลามากกว่า 24 เดือนจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุถ้ามีการรับประทานนมแม่ด้วยความถี่สูงคือ มากกว่า 4 ครั้งต่อวันขึ้นไป²⁵ เป็นต้น ดังนั้นจึงยากที่จะพิจารณาว่าพฤติกรรมในการรับประทานนมลักษณะใดที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุมากที่สุด

อย่างไรก็ตามกระบวนการเกิดโรคฟันผุไม่ได้เกิดจากการ

รับประทานนมเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน ดังนั้นในการศึกษาจึงต้องมีการนำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคฟันผุเข้ามาพิจารณาให้ครบถ้วนมากที่สุด จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังมีปัจจัยสำคัญบางปัจจัยที่หลายการศึกษาไม่ได้นำมาพิจารณาไปด้วย เช่น การรับประทานอาหารแข็ง ความถี่ในการรับประทานอาหารหวาน การมีคราบจุลินทรีย์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อายุที่เริ่มทำความสะอาดช่องปาก เป็นต้น

จากการศึกษาในเด็กอายุ 18-48 เดือนพบว่ายิ่งเด็กมีประวัติการเริ่มรับประทานอาหารแข็งเร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มโอกาสในการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม ทำให้เพิ่มอัตราการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นเท่านั้น⁴⁶ สมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้ความถี่ในการรับประทานอาหารหวานระหว่างมื้อเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ใช้ประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุ หากรับประทานอาหารหวานระหว่างมื้อด้วยความถี่ที่สูงก็จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุมากขึ้น⁵² จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาส่วนใหญ่มักสัมภาษณ์ผู้ปกครองถึงพฤติกรรมในการรับประทานนมย้อนหลังและตรวจฟันเมื่อเด็กอายุได้ประมาณ 3-6 ปี ซึ่งนอกจากอาจทำให้ได้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงเนื่องจากเป็นข้อมูลจากความทรงจำที่ผ่านมานานแล้ว การตรวจฟันในช่วงอายุนี้น่าจะเป็นช่วงที่เด็กมีการรับประทานอาหารชนิดอื่น ๆ หลากหลายและนมไม่ใช่อาหารหลักอีกต่อไปหากแต่เป็นเพียงอาหารเสริมเท่านั้น จึงทำให้ยากที่จะสรุปได้ว่าการรับประทานนมแม่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย ดังนั้นความถี่ในการรับประทานอาหารหวานหรือช่วงอายุที่มีการเริ่มรับประทานอาหารแข็งจึงนับเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาไปด้วยเสมอและจะดีที่สุดถ้าสามารถทำการศึกษาตั้งแต่ช่วงที่เด็กอายุยังน้อยหรือเป็นช่วงที่เด็กเพิ่งเริ่มรับประทานอาหารแข็งหรือรับประทานอาหารแข็งน้อยที่สุด เพื่อลดผลจากการรับประทานอาหารประเภทอื่น ๆ หรืออาหารหวานต่อการเกิดโรคฟันผุให้มากที่สุด

เนื่องจากการศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาเป็นการศึกษาย้อนหลัง จึงมักไม่มีการตรวจคราบจุลินทรีย์ที่เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย คราบจุลินทรีย์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่านั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่สมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกาใช้ในการประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุของผู้ป่วยเด็กปฐมวัยเช่นกัน⁵² มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าคราบจุลินทรีย์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุอย่างมีนัยสำคัญ^{53,54} และพบว่าสามารถใช้เป็นตัวประเมิน

ความเสี่ยงของการเกิดโรคฟันผุได้ดีกว่าการวัดปริมาณเชื้อสเตรปโตค็อกคัสมีวแทนส์ในน้ำลาย⁵⁵ จากการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 6-36 เดือนพบว่าเด็กที่มีคราบจุลินทรีย์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าบนผิวฟันจะมีโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่ไม่มีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน 2.8 เท่า⁵⁴ และยิ่งพบว่าการมีคราบจุลินทรีย์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยเฉพาะบริเวณฟันหน้าบนสามารถ ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเกิดโรคฟันผุได้ดีที่สุดตัวหนึ่งอีกด้วย โดยพบว่าการมีคราบจุลินทรีย์ที่บริเวณฟันหน้าบนในช่วงอายุ 1.5 ปี มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุที่อายุ 3 ปี ถึงร้อยละ 91⁵⁶ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไทยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กช่วงอายุระหว่าง 9-18 เดือน ที่พบว่าการมีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันหน้าบนมากกว่าหนึ่งในสามของตัวฟัน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กมากที่สุด โดยพบว่าเด็กที่มีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันหน้าบนมากกว่าหนึ่งในสามของตัวฟันมีอัตราการเกิดโรคฟันผุมากกว่าถึง 59 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่มีคราบจุลินทรีย์น้อยกว่าหนึ่งในสามของตัวฟัน ในขณะที่พบว่าพฤติกรรมกรากลับคาเต้าและการรับประทานนมแม่ได้บ่อยตามต้องการจะมีอัตราการเกิดโรคฟันผุเป็น 3.26 และ 2 เท่าของกลุ่มเด็กที่ไม่ได้มีการกลับคาเต้าและกลุ่มที่ไม่ได้รับประทานนมแม่ได้บ่อยตามต้องการตามลำดับ⁵⁷

อายุที่เริ่มทำความสะอาดช่องปากก็มีผลต่อการเกิดโรคฟันผุเช่นเดียวกัน โดยพบว่าเด็กที่เริ่มทำความสะอาดช่องปากก่อนอายุ 6 เดือนจะมีอัตราการเกิดโรคฟันผุน้อยกว่าเด็กที่เริ่มทำความสะอาดช่องปากช้ากว่านั้น^{41,57-59} เนื่องจากพบว่าโรคฟันผุสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ฟันเริ่มขึ้นมาในช่องปาก โดยจากการศึกษาความชุกของโรคฟันผุปฐมวัยในเด็กไทยที่มีช่วงอายุระหว่าง 9-18 เดือนแบบไปข้างหน้าพบความชุกของโรคฟันผุเป็นร้อยละ 2.0, 22.8 และ 68.1 ในเด็กกลุ่มอายุ 9, 12 และ 18 เดือนตามลำดับ⁴¹ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชุกของการเกิดโรคฟันผุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในแต่ละช่วงอายุ ดังนั้นจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องกระตุ้นให้ผู้ปกครองแปรงฟันให้ทารกตั้งแต่ฟันซี่แรกขึ้น โดยจากการศึกษาเมื่อติดตามผลไปเป็นระยะเวลา 1 ปีหลังจากที่ผู้ปกครองได้รับคำแนะนำถึงสาเหตุของโรคฟันผุร่วมกับการฝึกปฏิบัติวิธีการแปรงฟันในเด็กอายุ 9-18 เดือน พบว่ากลุ่มที่ได้ฝึกปฏิบัติวิธีการแปรงฟันมีอัตราการเกิดโรคฟันผุต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ^{60,61}

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาต่าง ๆ ที่ผ่านมาจะพบว่ามักไม่ได้ลงรายละเอียดถึงเรื่องคุณภาพการแปรงฟัน อายุที่เริ่มทำความสะอาดช่องปากหรือระดับคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน หากแต่เป็นเพียงการสอบถามว่าได้มีการแปรงฟันหรือไม่วันละกี่ครั้ง

เท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าไม่ว่าจะเป็นความถี่หรือวิธีที่ใช้ในการทำความสะอาดช่องปากนั้นต่างก็ไม่ใช่ตัวชี้วัดที่ดีในการประเมินคุณภาพการทำความสะอาดช่องปาก⁶² และไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุในเด็กที่รับประทานนมแม่อีกด้วย⁵⁷ ดังนั้นจึงควรอย่างยิ่งที่ทันตแพทย์หรือบุคลากรที่มีส่วนในการดูแลเด็กเล็กต้องกระตุ้นให้ผู้ปกครองเห็นความสำคัญของการมีคราบจุลินทรีย์ที่ผิวฟันต่อการเกิดโรคฟันผุ โดยเน้นให้ผู้ปกครองสามารถตรวจคราบจุลินทรีย์ให้แก่บุตรหลานได้ด้วยตนเอง

ปัจจุบันนมแม่ยังถือเป็นสารอาหารที่ดีที่สุดสำหรับทารกสมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกาได้แนะนำให้ทารกรับประทานนมแม่ร่วมกับการให้อาหารเสริมที่เหมาะสมตามวัย โดยแนะนำให้เพิ่มเติมว่าการรับประทานนมจากเต้าในช่วงกลางคืนได้บ่อยตามต้องการหรือการรับประทานนมขวดหลายครั้งต่อคืนต่างก็พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ⁶³ ดังนั้นถึงแม้ปัจจุบันยังคงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่แน่ชัดระหว่างพฤติกรรมในการรับประทานนมแม่กับการเกิดโรคฟันผุได้ แต่ปัจจัยหนึ่งที่มีผลอย่างมากต่อการเกิดโรคฟันผุโดยไม่ขึ้นกับว่าเด็กจะมีพฤติกรรมการรับประทานนมอย่างไร คือ การมีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน ดังนั้นทุกครั้งที่ทันตแพทย์ให้คำแนะนำเรื่องการรับประทานนม จะต้องเน้นย้ำถึงความสำคัญของการตรวจและกำจัดคราบจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพร่วมด้วยเสมอ

บทสรุป

นมแม่จัดว่าเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อทารกซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) หลายชนิดที่มีความซับซ้อนและอาจมีความจำเพาะต่อมนุษย์ แม้ว่าน้ำตาลแลคโตสจะเป็นหนึ่งในส่วนประกอบหลักของนมแม่และมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุสามารถนำน้ำตาลแลคโตสมาย่อยสลายให้เกิดเป็นกรดได้ แต่อย่างไรก็ตามควรต้องมีการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติมเพื่อแสดงผลดังกล่าว ประกอบกับปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนทางคลินิกว่านมแม่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุบนผิวฟัน หากแต่เพียงพบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่รับประทานนมแม่ร่วมกับการมีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันว่ามีสภาวะโรคฟันผุมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันเท่านั้น โดยสรุปการเกิดโรคฟันผุต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน การรับประทานนมแม่เพียงอย่างเดียวไม่ได้ก่อให้เกิดโรคฟันผุ หากแต่ขึ้นกับพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพช่องปาก การกำจัดคราบจุลินทรีย์ด้วยการแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์อย่างสม่ำเสมอเป็นสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้พิมพ์ขอขอบพระคุณ ศ. (พิเศษ) ทญ.ชุตติมา ไตรรัตน์วรกุล ที่ได้ให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการเขียนบทความปริทัศน์ชิ้นนี้เป็นอย่างดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

1. Sankar MJ, Sinha B, Chowdhury R, Bhandari N, Taneja S, Martinez J, *et al.* Optimal breastfeeding practices and infant and child mortality: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015;104(467):3-13.
2. Horta BL, Loret de Mola C, Victora CG. Breastfeeding and intelligence: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015;104(467):14-9.
3. Horta BL, Loret de Mola C, Victora CG. Long-term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015;104(467):30-7.
4. World Health Organization. Global strategy for infant and young child feeding. Geneva, Switzerland: World Health Organization;2003.
5. Marcotte H, Lavoie MC. Oral microbial ecology and the role of salivary immunoglobulin A. *Microbiol Mol Biol Rev* 1998;62(1):71-109.
6. Wernersson J, Danielsson Niemi L, Einarson S, Hernell O, Johansson I. Effects of human milk on adhesion of Streptococcus mutans to saliva-coated hydroxyapatite *in vitro*. *Caries Res* 2006;40(5):412-7.
7. Jenness R. The composition of human milk. *Semin Perinatol* 1979;3(3):225-39.
8. Aimutis WR. Lactose cariogenicity with an emphasis on childhood dental caries. *Int Dairy J* 2012;22(2):152-8.
9. Ballard O, Morrow AL. Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors. *Pediatr Clin North Am* 2013;60(1):49-74.
10. Danielsson Niemi L, Hernell O, Johansson I. Human milk compounds inhibiting adhesion of mutans streptococci to host ligand-coated hydroxyapatite *in vitro*. *Caries Res* 2009;43(3):171-8.
11. Coppa GV, Gabrielli O, Pierani P, Catassi C, Carlucci A, Giorgi PL. Changes in carbohydrate composition in human milk over 4 months of lactation. *Pediatrics* 1993;91(3):637-41.
12. Khan S, Hepworth AR, Prime DK, Lai CT, Trengove NJ, Hartmann PE. Variation in fat, Lactose, and protein composition in breast milk over 24 hours: Associations with infant feeding patterns. *J Hum lact* 2013;29(1):81-9.
13. Chang N, Jung JA, Kim H, Jo A, Kang S, Lee SW, *et al.* Macronutrient composition of human milk from Korean mothers of full term infants born at 37-42 gestational weeks. *Nutr Res Pract* 2015;9(4):433-8.
14. Nommsen LA, Lovelady CA, Heinig MJ, Lonnerdal B, Dewey KG.

Determinants of energy, protein, lipid, and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation: the DARLING Study. *Amer J Clin Nutr* 1991;53(2):457-65.

15. Koulourides T, Bodden R, Keller S, Manson-Hing L, Lastra J, Housch T. Cariogenicity of nine sugars tested with an intraoral device in man. *Caries Res* 1976;10(6):427-41.

16. Brudevold F, Tehrani A, Attarzadeh F, van Houte J, Russo J. Enamel demineralization potential of dietary carbohydrates. *J Dent Res* 1983;62(12):1218-20.

17. Vadeboncoeur C, Trahan L. Comparative study of Streptococcus mutans laboratory strains and fresh isolates from carious and caries-free tooth surfaces and from subjects with hereditary fructose intolerance. *Infect Immun* 1983;40(1):81-90.

18. Birkhed D, Imfeld T, Edwardsson S. pH changes in human dental plaque from lactose and milk before and after adaptation. *Caries Res* 1993;27(1):43-50.

19. Kosakul Y. Acid production rate of Streptococcus mutans after adaptation in human breast milk [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2016.

20. Bowen WH, Lawren RA. Comparison of the cariogenicity of cola, honey, cow milk, human milk and sucrose. *Pediatrics* 2005;116(4):921-6.

21. Thomson ME, Thomson CH, Chandler NP. In vitro and intra-oral investigations into the cariogenic potential of human milk. *Caries Res* 1996;30(6):434-8.

22. van Loveren C, Duggal MS. The role of diet in caries prevention. *Int Dent J* 2001;51(6Suppl1):399-406.

23. van Palenstein Helderma WH, Soe W, van't Hof MA. Risk factors of early childhood caries in a Southeast Asian population. *J Dent Res* 2006;85(1):85-8.

24. Feldens CA, Giugliani ER, Vigo Á, Vitolo MR. Early feeding practices and severe early childhood caries in four-year-old children from southern Brazil: A birth cohort study. *Caries Res* 2010;44(5):445-52.

25. Chaffee BW, Feldens CA, Vitolo MR. Association of long-duration breastfeeding and dental caries estimated with marginal structural models. *Ann Epidemiol* 2014;24(6):448-54.

26. Ribeiro NM, Ribeiro MA. Breastfeeding and early childhood caries: a critical review. *J Pediatr (Rio J)* 2004;80(5 Suppl):S199-210.

27. Tham R, Bowatte G, Dharmage SC, Tan DJ, Lau MXZ, Dai X, *et al.* Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015;104(467):62-84.

28. Weber-Gasparoni K, Kanellis MJ, Levy SM, Stock J. Caries prior to age 3 and breastfeeding: a survey of La Leche League members. *J Dent Child (Chic)* 2007;74(1):52-61.

29. Yonezu T, Ushida N, Yakushiji M. Longitudinal study of prolonged

- breast- or bottle-feeding on dental caries in Japanese children. *Bull Tokyo Dent Coll* 2006;47(4):157–60.
30. Tanaka K, Miyake Y. Association between breastfeeding and dental caries in Japanese children. *J Epidemiol* 2012;22(1):72–7.
31. Peres KG, Nascimento GG, Peres MA, Mittinty MN, Demarco FF, Santos IS, *et al*. Impact of prolonged breastfeeding on dental caries: A population-based birth cohort study. *Pediatrics* 2017;140(1):e20162943.
32. Du M, Bian Z, Guo L, Holt R, Champion J, Bedi R. Caries patterns and their relationship to infant feeding and socio- economic status in 2-4-year-old Chinese children. *Int Dent J* 2000;50(6):385–9.
33. Hallett KB, O'Rourke PK. Social and behavioural determinants of early childhood caries. *Aust Dent J* 2003;48(1):27–33.
34. Nirunsittirat A, Pitiphat W, McKinney CM, DeRouen TA, Chansamak N, Angwaravong O, *et al*. Breastfeeding Duration and Childhood Caries: A Cohort Study. *Caries Res* 2016;50(5):498–507.
35. Hong L, Levy SM, Warren JJ, Broffitt B. Infant breast-feeding and childhood caries: a nine-year study. *Pediatr Dent* 2014;36(4):342–7.
36. Perera PJ, Fernando MP, Warnakulasooriya TD, Ranathunga N. Effect of feeding practices on dental caries among preschool children: a hospital based analytical cross sectional study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2014;23(2):272–7.
37. Hallonsten AL, Wendt LK, Mejare I, Birkhed D, Hakansson C, Lindvall AM, *et al*. Dental caries and prolonged breast-feeding in 18-month-old Swedish children. *Int J Paediatr Dent* 1995;5(3):149–55.
38. Hong CH, Bagramian RA, Hashim Nainar SM, Straffon LH, Shen L, Hsu CY. High caries prevalence and risk factors among young preschool children in an urban community with water fluoridation. *Int J Pediatr Dent* 2014;24(1):32–42.
39. Greer FR, Tsang RC, Levin RS, Searcy JE, Wu R, Steichen JJ. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast-fed infants: Longitudinal studies of minerals in human milk and in sera of nursing mothers and their infants. *J Pediatr* 1982;100(1):59–64.
40. Hamosh M. Protective function of proteins and lipids in human milk. *Biol Neonate* 1998;74(2):163–76.
41. Thitasomakul S, Pivat S, Thearmontree A, Chankanka O, Pithpornchaiyakul W, Madyusoh S. Risks for early childhood caries analyzed by negative binomial models. *J Dent Res* 2009;88(2):137–41.
42. Derkson GD, Ponti P. Nursing bottle syndrome; prevalence and etiology in a non-fluoridated city. *J Can Dent Assoc* 1982;48(6):389–93.
43. Hauck FR, Signore C, Fein SB, Raju TNK. Infant Sleeping Arrangements and Practices During the First Year of Life. *Pediatrics* 2008;122:S113–20.
44. Olatosi OO, Sote EO. Association of early childhood caries with breastfeeding and bottle feeding in southwestern Nigerian children of preschool age. *J West Afr Coll Surg* 2014;4(1):31–53.
45. Qadri G, Nourallah A, Splieth C. Early childhood caries and feeding practices in kindergarten children. *Quintessence Int* 2012;43(6):503–10.
46. al-Dashti AA, Williams SA, Curzon ME. Breast feeding, bottle feeding and dental caries in Kuwait, a country with low-fluoride levels in the water supply. *Community Dent Health* 1995;12(1):42–7.
47. Avila WM, Pordeus IA, Paiva SM, Martins CC. Breast and Bottle Feeding as Risk Factors for Dental Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2015;10(11):e0142922.
48. Roberts GJ, Cleaton-Jones PE, Fatti LP, Richardson BD, Sinwel RE, Hargreaves JA, *et al*. Patterns of breast and bottle feeding and their association with dental caries in 1- to 4-year-old South African children. 2. A case control study of children with nursing caries. *Community Dent Health* 1994;11(1):38–41.
49. Dye BA, Shenkin JD, Ogden CL, Marshall TA, Levy SM, Kanellis MJ. The relationship between healthful eating practices and dental caries in children aged 2–5 years in the United States, 1988–1994. *J Am Dent Assoc* 2004;135(1):55–66.
50. Smith JP, Forrester R. Who Pays for the Health Benefits of Exclusive Breastfeeding? An Analysis of Maternal Time Costs. *J Hum Lact* 2013;29(4):547–55.
51. Vachirarojpisarn T, Shinada K, Kawaguchi Y, Laungwechakan P, Somkote T, Detsomboonrat P. Early childhood caries in children aged 6±19 months. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32(2):133–42.
52. AAPD. Guideline on caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. *Pediatr Dent* 2016;38(6):142–9.
53. Azevedo MS, Romano AR, Costa VP, da Linhares GS, Lamas RR, Cenci MS. Oral Hygiene Behavior in 12- to 18-month-old Brazilian Children. *J Dent Child (Chic)* 2015;82(3):128–34.
54. Masumo R, Bardsen A, Mashoto K, Astrom AN. Prevalence and socio-behavioral influence of early childhood caries, ECC, and feeding habits among 6–36 months old children in Uganda and Tanzania. *BMC Oral Health* 2012;12:24.
55. Plodprong C. Evaluation of three early childhood caries screening tools in children 1–3 years old [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2014.
56. Alaluusua S, Malmivirta R. Early plaque accumulation- a sign for caries risk in young children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994;22:(5Pt1):273–6.
57. Chanpum P. The relationship between breastfeeding behaviors and early childhood caries [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2012.
58. Wendt LK, Hallonsten AL, Koch G, Birkhed D. Oral hygiene in relation to caries development and immigrant status in infants

and toddlers. *Scand J Dent Res* 1994;102(5):269-73.

59. Chan SC, Tsai JS, King NM. Feeding and oral hygiene habits of preschool children in Hong Kong and their caregivers' dental knowledge and attitudes. *Int J Paediatr Dent* 2002;12(5):322-31.

60. Thanakanjanaphakdee W. Effect of oral health program with tooth brushing, home visits on caries rate and health behavior of community in 9-18 months aged children [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2006.

61. Kimhasawad W. Effectiveness of application of protection

motivation theory for children caregivers to prevent dental caries for their 9-18 month old children [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2011.

62. Runghiranwat T. Factors related with dental caries in children aged 12-18 months [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2010.

63. AAPD. Guideline on perinatal and infant oral health care. *Pediatr Dent* 2016;38(6):150-4.

Corticotomy-assisted Orthodontic Treatment in Bimaxillary Protrusion Patients

Navarat Voravongsagul¹ and Bancha Samruajbenjakun²

¹Dental Department, Khok Samrong Hospital, Lopburi

²Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

Abstract

Corticotomy-assisted orthodontic treatment is an option to accelerate orthodontic tooth movement. It also can reduce risks of root resorption, dehiscences and fenestration; increase stability after orthodontic treatment; and expand envelope of tooth movement. In bimaxillary protrusion patients, corticotomy-assisted en-masse retraction can improve malocclusions and prevent side effects from anterior tooth movement beyond the anatomical limit. After a corticotomy, the decreased bone density effects the center of resistance of anterior teeth. The mechanics for en-masse retraction and force systems should be considered for desired anterior teeth movement and control of the posterior segment.

Keywords: Bimaxillary protrusion, Corticotomy, En-masse retraction

Received Date: May 11, 2018

Revised Date: Jun 13, 2018

Accepted Date: Aug 2, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.40

Correspondence to:

Bancha Samruajbenjakun. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110 Thailand. Tel: 0-7442-9875 E-mail: samruaj@hotmail.com

Introduction

Corticotomy-assisted tooth movement

Alveolar bone remodeling is the key component of orthodontic teeth movement. The idea to accelerate tooth movement is to accelerate bone remodeling. Frost found that bone remodeling increased during wound healing.¹ In 1959 Köle H introduced a corticotomy technique that performed vertical interdental alveolar surgery both buccally and lingually, leaving the medullary bone intact, combined with a horizontal osteotomy cut extending through the entire thickness of the alveolus above the apex of the teeth. He explained rapid tooth

movement after a corticotomy as “bony block movement”. He claimed that this technique could prevent devitalizing of teeth, injury of the periodontium and pocket formation due to the medullary bone remaining intact.² Osteotomy of the cortical layer and subsequent healing should prevent relapse. But this technique was viewed as unnecessarily invasive and was not widely accepted.³

In 2001, Wilcko WM *et al.* introduced a new technique as the Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO, Wilckodontics) procedure that perform full-thickness labial and lingual alveolar flap,

decortication over the facial and lingual surfaces of alveolar bone with bone cuts made barely into the medullary bone that did not injure any tooth or periodontal ligament.⁴ Thicker portions of the alveolar cortex were selectively traumatized to promote bleeding. Combined with augmentation resorbable bone grafting created greater alveolar bone volume, which repaired bony dehiscences and fenestrations and also increased the stability of the orthodontic treatment result. Wilcko MT et al. noted that the increased rate of tooth movement after corticotomy-assisted orthodontics was caused by the increase of bone turnover and the decrease of regional bone density (localized osteopenia) because osteoclasts and osteoblasts were increased by a regional acceleratory phenomenon (RAP) as described by Frost HM.⁵⁻⁷ He found a positive relationship between the intensity of response in the bone healing process and the amount and severity of a corticotomy, the bone turnover rate was increased at the injured region. RAP begins within a few days of surgery, typically peaks at 1 to 2 months, and may take as long as 6 months to 2 years to completely subside. This phenomenon causes bone healing to occur 10-50 times faster than normal bone turnover rate. Actually orthodontic force application alone can also stimulate RAP activity on a mild level. But orthodontic treatment combined with a corticotomy stimulate more RAP.

Of the above information, the advantages of a corticotomy assisted orthodontic treatment can be concluded as follows:

- Reduced treatment time.^{4,6,8,9}
- Decreased risk of root resorption due to reduced treatment duration and decreased resistance of cortical bone.^{4,6,9}
- More stability of the orthodontic outcome is likely due to loss of tissue memory after a corticotomy and the increase in cortical bone thickness due to bone grafting.⁸
- Reduced risk of dehiscence and fenestration from augmentation grafting.²
- The limits of orthodontic tooth movement in adult patients are expanded about two to three-fold for central incisor movement.^{8,10}

Nowadays, a corticotomy technique is widely used to assist orthodontic tooth movement in various purposes with different malocclusions such as to resolve crowding of anterior teeth with shortened treatment time, to accelerate canine retraction after premolar extraction, to enhance post-orthodontic stability, to facilitate eruption of impacted teeth, arch expansion, molar intrusion in open bite cases, intrusion of supraerupted teeth and manipulation of anchorage in molar distalization and bimaxillary protrusion.¹¹

Regarding the adverse effects of a corticotomy, this procedure has no adverse effects on tooth vitality, gingival lines, clinical attachment levels, probing depth and alveolar crestal bone heights because the surgical line is cut about 3 mm below the alveolar crest and not beyond the cortex bone so it barely injures the tooth or periodontal ligament.^{8,12-14} Likewise, root resorption after orthodontic treatment combined with a corticotomy is similar to conventional orthodontic treatment.^{12,15} However because a corticotomy is a surgical procedure, pain and swelling usually occur.

Corticotomy in bimaxillary protrusion patients

A patient with a bimaxillary protrusion is characterized by protrusive and proclined upper and lower anterior teeth which results in the protrusion of the upper and lower lips.¹⁶ A typical orthodontic treatment plan is extraction of the four first premolars and retraction of the anterior segments as maximum to absolute anchorage situation. However, a cortical plate of alveolar bone around the incisors apex acts as a barrier of anterior teeth retraction.¹⁷ Most patients with bimaxillary protrusion have a thin alveolar bone especially in their lower incisors, anterior teeth movement more than anatomical limit may lead to many side effects such as bone dehiscence and fenestration, gingival recession and root resorption.¹⁶ To expand the envelope of tooth movement and prevent risks from this limitation, a corticotomy in the area of anterior teeth is an option besides anterior segmental osteotomy (Fig. 1).



Figure 1 Corticotomy in area of anterior teeth in bimaxillary protrusion patient.

The indications of a corticotomy in bimaxillary protrusion can be concluded as follows:

1. Patients who have a thin alveolar bone housing of upper and/or lower anterior teeth and a treatment plan required anterior teeth retraction more than palatal or lingual bone thickness of the upper or lower incisors.¹⁸ Thin alveolar bone housing exhibits a root prominence in clinical examination. Also alveolar bone thickness is positively correlated with keratinized gingival thickness and width.¹⁹⁻²⁰

2. Patients who have a desire to shorten orthodontic treatment time.²¹⁻²³

The rate of space closure without a corticotomy is 0.8-1.2 mm per month.²⁴⁻²⁶ With a corticotomy, the rate of space closure is twice as fast than conventional treatment (1.8 mm per month in maxilla and 1.6 mm per month in mandible) and the peak of retraction rate is during the first two months that correlate with the RAP phenomenon.^{23,27} The orthodontic treatment time is shortened depending on the rate of tooth movement during RAP phenomenon.

The contraindications of a corticotomy in bimaxillary protrusion can be concluded as follows:⁸

1. Patients who have active periodontal diseases.
2. Patients who have uncontrolled osteoporosis or other bone diseases.
3. Patients who have long-term use of medications that are anti-inflammatory drugs, immunosuppressive drugs, or steroids.

4. Patients who have long-term use of bisphosphonates.

5. Patients who have a gummy smile from vertical maxillary excess and desire to improve their gummy smile.

Retraction of the anterior teeth can be mainly performed by two techniques: two-step conventional technique and en-masse retraction technique. In corticotomy patients, En-masse retraction is usually chosen to retract anterior teeth for the most benefit from RAP that typically peaks at 1 to 2 months after the procedure.

Mechanics for corticotomy-assisted en-masse retraction

En-masse retraction can be done by various orthodontic techniques such as frictionless mechanics (closing loop mechanics) and sliding mechanics (Fig. 2).¹⁸ Due to the protrusion and proclination of the lips and anterior teeth in bimaxillary protrusion patients, temporary anchorage devices (TADs) is widely used for anchorage preparation in en-masse retraction with sliding mechanics.^{21,22,28,29} The retraction force magnitude is 150 grams per side.^{28,29} Following a corticotomy, the activation force initiates immediately or within two weeks after surgery is performed depending on the patients' acceptance and comfort. The force was reactivated every two weeks for lengthening the duration of the RAP effect for 4-6 months (Fig. 3).^{4,6} Suya H recommended a heavier orthodontic force for earlier and faster tooth movement.³⁰ Inversely, Lino S *et al.* suggested that no initial heavy force was necessary.³¹ From previous studies the retraction force after corticotomy

varied from 250 grams to 450 grams per side that could move the teeth effectively without any adverse effects.^{21,23}

However, the optimal force to be applied following a corticotomy is not clear and further studies are needed.

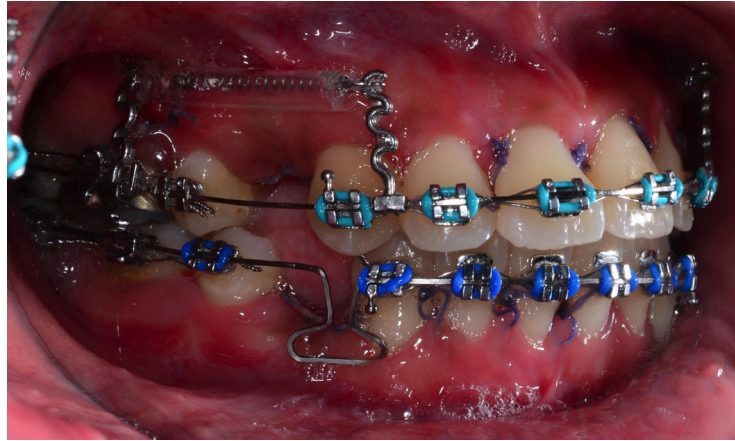


Figure 2 En-masse retraction mechanics, sliding mechanics in upper arch and loop mechanics in lower arch.

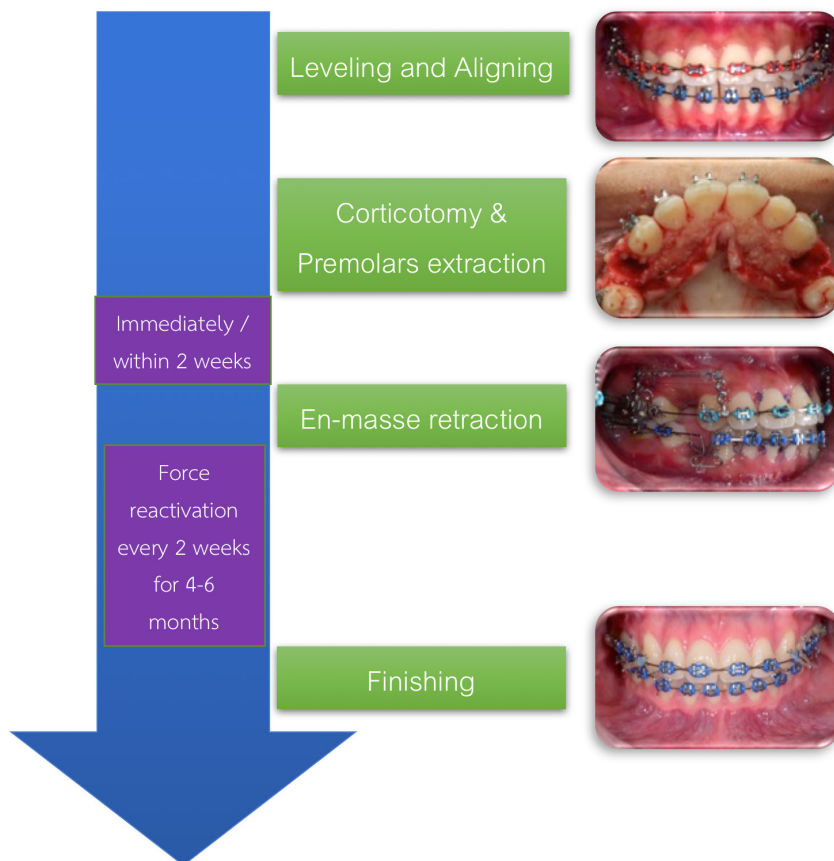


Figure 3 The recommended protocol in corticotomy-assisted orthodontic treatment in patients with bimaxillary protrusion.

Center of resistance of six anterior teeth (CRE) after corticotomy

En-masse retraction is identified by the retraction of the six anterior teeth as one group. From the biomechanical principle, the types of orthodontic tooth movement depend on the relationship between a line of action of the force and the center of resistance (CRE) of the tooth.³² Therefore, the location of the CRE of six anterior teeth is important for treatment planning in the type of anterior tooth movement.

The CRE of the six anterior teeth is determined by various techniques such as laser reflection, *in vivo* study, human autopsy, photoelastic, and finite element method.³³ Among them, the finite element method (FEM) can provide powerful tools for optimizing 3-dimensional (3D) morphology from radiographic scans and determining stress and deflection distributions for complex anatomic geometries such as bone.³⁴ Lee JK and Chung KR reported the location of the CRE of the six upper anterior teeth after the corticotomy was changed more apically than the six anterior teeth without a corticotomy about 0.33 mm.²² This conforms to the study of Ouejiraphant T *et al.* that found the location of the CRE of the six upper anterior teeth after a corticotomy moved 0.2-0.4 mm apically depending on decreased bone density at 5 % to 25 % from the initial value. However, this change was not clinically noticeable.³⁵

Effect of corticotomy to anterior teeth movement

From the effect of corticotomy to the location of CRE of anterior teeth, the incisors tended to move more retroclination, more relative extrusion and the bite deepened after en-masse retraction.^{18,22} This could be an advantage for patients with severe proclination of the upper incisors. However, to minimize these side effects, the retraction force could apply closely to the CRE of the six anterior teeth by using hooks.^{21,23} At present there is no study to compare the inclination of the anterior teeth after en-masse retraction between corticotomy and without corticotomy whether there is clinically significant difference.

From the RAP affect, the retraction rate in corticotomy patients is increased by 2 times during the first two months of retraction compared to the retraction without a corticotomy, resulting in a shorter treatment period.²¹⁻²³ Also Linlawan W *et al.* found that corticotomy-assisted en-masse retraction could retract the anterior teeth beyond the anatomical limit.¹⁸

Corticotomy as anchorage reinforcement

From the study of Sakthi SV *et al.* that compared the amount of molar mesialization after en-masse retraction without TADs or any anchorage devices between corticotomy and without corticotomy, they reported a maximum anchorage situation in corticotomy group and found the anchorage loss in corticotomy group was significantly less than conventional group about 2 times.²³ This could be explained by the uncorticated posterior segment has relatively increase anchorage value compared with decreased bone density of anterior segment. At present there is only one study that evaluate the effect of corticotomy as anchorage reinforcement, further studies are required.

Discussion and Conclusion

Corticotomy-assisted en-masse retraction is an effective treatment option for treating bimaxillary protrusion patients who have a thin alveolar bone of the anterior teeth and/or desire reduced orthodontic treatment time. The decreased bone density after a corticotomy effects the location of CRE of anterior teeth, so the mechanics for en-masse retraction and force systems should be considered for desired anterior teeth movement. Also decreased bone density at the anterior segment can reinforce anchorage of posterior segment when en-masse retraction but further studies are required. The optimal force after a corticotomy is still controversial.

References

1. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod* 1994;64(3):175-88.

2. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959;12(5):515–29.
3. Proffit WR. Malocclusion and dentofacial deformity in contemporary society. In: Graber TM, Swain BF, ed. *Current orthodontic concepts and techniques*. St.Louis: Mosby, 2005.
4. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodont Restor Dent* 2001;21(1):9–19.
5. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(10):2160–6.
6. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An Evidence-Based Analysis of Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A Synthesis of Scientific Perspectives. *Semin Orthod* 2008;14(4):305–316.
7. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J* 1983;31(1):3–9.
8. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Selective Alveolar Decortication for rapid surgical-orthodontic of skeletal malocclusion treatment. In: William HB, Cesar AG, editors. *BC Decker Inc, Hamilton*; 2007:199–203.
9. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol* 1990;61(4):234–8.
10. Brugnami F, Caiazzo A. Orthodontically driven corticotomy: tissue engineering to enhance orthodontic and multidisciplinary treatment. In: Mehra P and Shinwari H, ed. *Corticotomy-facilitated orthodontics: surgical considerations*. Pondicherry, India: John Wiley and Sons; 2015:84–86.
11. Hassan AH, Al-Fraid AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment: review. *Open Dent J* 2010;4:159–64.
12. Shoreibah EA, Ibrahim SA, Attia MS, Diab MM. Clinical and radiographic evaluation of bone grafting in corticotomy-facilitated orthodontics in adults. *J Int Acad Periodontol* 2012;14(4):105–13.
13. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(2):252–9.
14. Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod* 2007;77(3):417–20.
15. Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, Abu-Seida SM. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. *J Int Acad Periodontol* 2012;14(4):97–104.
16. Bills DA, Handelman CS, BeGole EA. Bimaxillary dentoalveolar protrusion: Traits and orthodontic correction. *Angle Orthod* 2005;75(3):333–9.
17. Handelman CS. The anterior alveolus: Its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod* 1996;66(2):95–109;discussion109–10.
18. Linlawan W, Sumruajbenjakun B, Charoemratrote C, Leepong N, editors. A clinical study of corticotomy-facilitated anterior teeth retraction in bimaxillary protrusion patients. \ Proceeding of the 23rd National Graduate Research Conference; 2011. Dec 22–23; Nakorn Ratchasima, Thailand.
19. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *J Periodontol* 2010;81(4):569–74.
20. Park JH, Hong JY, Ahn HW, Kim SJ. Correlation between periodontal soft tissue and hard tissue surrounding incisors in skeletal Class III patients. *Angle Orthod* 2018;88(1):91–99.
21. Tizini M, Ibrahim G. Retraction of the upper maxillary incisors with corticotomy-facilitated orthodontics and mini-implants. *Saudi J Dent Res* 2014;5(2):146–151.
22. Lee JK, Chung KR, Baek SH. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Plast Reconstr Surg* 2007;120(4):1027–36.
23. Sakthi SV, Vikraman B, Shobana VR, Lyer SK, Krishnaswamy NR. Corticotomy-assisted retraction: an outcome assessment. *Indian J Dent Res* 2014;25(6):748–54.
24. Dixon V, Read MJF, O'Brien KD, Worthington HV, Mandall NA. A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *J Orthod* 2002;29(1):31–6.
25. Barlow M, Kula K. Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: A systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2008;11(2):65–73.
26. Samuels RH, Rudge SI, Mair LH. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: A clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(5):464–7.
27. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. Accelerating tooth movement with corticotomies: is it possible and desirable?. *Semin Orthod* 2012;18(4):286–94.
28. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(2):252–9.
29. Upadhyay M, Yadav S, Patil S. Mini-implant anchorage for en-masse retraction of maxillary anterior teeth: A clinical cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(6):803–10.

30. Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E, Baldauf A, eds. *Mechanical and Biological Basis in Orthodontic therapy*. Heidelberg, Germany: Huthig Buch Verlag GmbH; 1991:207-226.
31. Lino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4):448 e1-8.
32. Nanda R and Kuhlberg A. Principles of biomechanics. In: Nanda R, ed. *Biomechanics in clinical Orthodontics*. Philadelphia, Pa: WB Saunders Company; 1997:1-22.
33. Papageorgiou IS. The center of resistance of teeth in Orthodontics. *Hell Orthod Rev* 2005;8:43-57.
34. Joo JW, Hoe KH, Cha KS. Finite element modeling and the mechanical analysis of orthodontics. *Transaction of Korean Society of Mechanical Engineers (A)* 1999;23:953-958.
35. Ouejaraphant T, Samruajbenjakun B, Chaichanasiri E. Determination of the centre of resistance during en masse retraction combined with corticotomy: finite element analysis. *J Orthod* 2018;45(1):11-5.

การใช้วิธีดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิสในการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างไปพร้อมกันเพื่อแก้ไขความไม่สมมาตรในผู้ป่วยเฮมิเฟซียัลไมโครโซเมีย ด้วยการใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกหลายชิ้น Simultaneous Maxillo-Mandibular Unit Distraction Osteogenesis Treatment of Facial Asymmetry for Hemifacial Microsomia Using Multiple Internal Distraction Device

ธงชัย นันทนรานนท์¹, วิภาพรรณ ฤทธิถกุล² และ อนูปงศ์ สุระเสรีวงศ์³

Thongchai Nuntanarant¹, Wipapun Ritthagol² and Anupong Suraseraneewong³

¹ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla

²ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

²Department of Preventive Dentistry Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla

³กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลระนอง จังหวัดระนอง

³Dental department, Ranong hospital, Ranong

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยเฮมิเฟซียัลไมโครโซเมียมีลักษณะของใบหน้าที่ไม่สมมาตรโดยมีใบหน้าด้านหนึ่งเล็กกว่าอีกด้านหนึ่งซึ่งระดับความรุนแรงของโรคมีความแตกต่างกันตั้งแต่เล็กน้อยไปจนถึงมาก การผ่าตัดเพื่อแก้ไขความผิดปกติดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน และก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนค่อนข้างมาก ดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิสเป็นเทคนิคในการสร้างกระดูกใหม่ เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและมีผลข้างเคียงน้อย ได้มีการดัดแปลงวิธีการดังกล่าวนี้ในการรักษาผู้ป่วยเฮมิเฟซียัลไมโครโซเมีย เพื่อให้ระนาบการสบฟันและใบหน้ามีความสมมาตรใกล้เคียงปกติ การศึกษานี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและนำเสนอรายงานผู้ป่วย 2 ราย ซึ่งจากลักษณะทางคลินิกและภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะให้การวินิจฉัยว่าเป็น เฮมิเฟซียัลไมโครโซเมีย การรักษาทำโดยการผ่าตัดเลอฟอร์ทวินมาตรฐานแต่ไม่ได้ทำการตัดผนังช่องจมูกและตัดกระดูกขากรรไกรบนส่วนตั้งด้านที่สูงออก ติดเครื่องมือยึดกระดูก 2 ตำแหน่ง ซ้ายและขวา โดยตัวหนึ่งทำหน้าที่ในการยึดกระดูก อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่ดึงกระดูกเข้าหากัน โดยมีผนังช่องจมูกเป็นจุดหมุน ในขากรรไกรล่างทำการผ่าตัดฮอริซอลทอลเรมัส ออสติโอโตมิในด้านที่สั้นและติดเครื่องมือยึดกระดูกในแนวตั้ง ส่วนอีกด้านทำการผ่าตัดเวดดิคอลเรมัสออสติโอโตมิ หลังจากนั้นทำการมัดฟันบนและล่างเข้าด้วยกันด้วยลวด หลังผ่าตัดทำการกระตุ้นเครื่องมือทั้งหมด ซึ่งจะทำให้เกิดการหมุนของระนาบสบฟันของขากรรไกรบนและล่างไปในทิศทางที่กำหนดพร้อมกับการสร้างกระดูกใหม่ในช่องว่างที่เกิดขึ้น จากผลดังกล่าวทำให้ผู้ป่วยมีระนาบสบฟันที่ดีขึ้นและใบหน้าสมมาตรขึ้น การตรวจหลังจากการผ่าตัดพบว่าการสบฟันยังคงอยู่ในสภาวะเสถียรและไม่มีอาการคืนกลับของการรักษา การศึกษาพบว่าการรักษาเฮมิเฟซียัลไมโครโซเมียด้วยการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างไปพร้อมกันด้วยเครื่องมือยึดกระดูกหลายชิ้นให้ผลการรักษาที่ดี ทั้งในเรื่องของระยะเวลาในการรักษาและประสิทธิภาพในการเคลื่อนขึ้นกระดูกขากรรไกร สามารถพยากรณ์ทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดูกและที่สำคัญที่สุดคือสามารถหลีกเลี่ยงการผ่าตัดที่อาจก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงได้

คำสำคัญ : การสร้างกระดูกด้วยวิธีดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิส, เฮมิเฟซียัลไมโครโซเมีย, เครื่องมือยึดกระดูกชนิดในปาก

Abstract

Two cases of facial asymmetry with diagnosis of hemifacial microsomia treated by three internal distractors to correct occlusal canting, shorten ramus and facial asymmetry were presented. The initial evaluation showed hemifacial deficiency, occlusal and lip commissure canting. All of the clinical data showed characteristic of hemifacial microsomia type 2 according to Pruzunsky's classification. Three intraoral distractors were placed following a Le Fort I osteotomy, left horizontal ramus osteotomy and right intraoral vertical ramus osteotomy. The modified Le Fort I osteotomy was designed for the direction of distraction by clockwise rotation with anterior nasal spine as center of rotation. Left side distractors were activated to lengthen left site segment but the right side distractor was activated to compress right segment. Advancement of 6 mms of left ramus and 3.75 mms of left maxilla were obtained within 2 week. In the completion distraction phase, both occlusal canting and shorten left ramus were obtained. After the consolidation period, the distractors were removed under general anesthesia without any complication. Furthermore the right side angle reduction and mandibular buccal osteotomy, advancement genioplasty, left mandibular body augmentation with autogenous bone graft and nose augmentation with silicone material were performed to improve the final esthetic. Long term post-operative follow up revealed the optimal occlusion with significant improving in facial symmetry without any skeletal relapse detected.

Keywords: Distraction osteogenesis, Hemifacial microsomia, Intraoral distraction device

Received Date: Jan 22, 2018

Revised Date: Mar 2, 2018

Accepted Date: 23 May, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.41

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ

ธงชัย นันทนารานนท์ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 ประเทศไทย
โทร: 074-429876, 062-9549656 อีเมล: drthongchai@hotmail.com

Correspondence to:

Thongchai Nuntanaranont. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand. Tel: 074-429876, 062-9549656 Email: drthongchai@hotmail.com

บทนำ

ผู้ป่วยเฮมิเฟซียาลไมโครโซเมียมักจะมีลักษณะของใบหน้าที่ไม่สมมาตร โดยมักพบใบหน้าที่ด้านที่มีรอยโรคเล็กกว่าด้านปกติ แม้ว่าในปัจจุบันจะไม่สามารถอธิบายถึงพยาธิกำเนิดที่แน่ชัดได้ แต่เชื่อว่าเกิดจากการขาดขวางการเจริญของฟาริงเจียลอาร์ชที่ 1 และ 2 (1st and 2nd pharyngeal arch) ในช่วง 6 สัปดาห์แรกของการตั้งครรภ์ ซึ่ง Poswillo ในปี ค.ศ. 1975¹ ได้ทดลองด้วยการฉีดสารก่อวิรูป (teratogen) เพื่อให้เกิดก้อนเลือดต่อหลอดเลือดแดงสเตปีเดียล (stapedial artery) และเส้นเลือดที่เลี้ยงฟาริงเจียลอาร์ชที่ 2 สามารถแสดงให้เห็นว่าหนูมีใบหน้าที่เกิดผิดปกติจริง แต่ก็ยังมีอีกหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าเฮมิเฟซียาลไมโครโซเมียนั้นเกิดได้จากสาเหตุอื่นได้หลากหลาย²⁻⁶ ภาวะนี้มีความรุนแรงของ

รอยโรคตั้งแต่ความผิดปกติเพียงเล็กน้อย จนถึงมากพอที่จะทำให้เกิดความพิการของกระดูกใบหน้า ซึ่งการรักษาจะต้องสอดคล้องกับระดับความรุนแรงของรอยโรค และปัจจัยอื่นเช่น อายุ การเจริญเติบโตของกระดูก ความร่วมมือ รวมถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจสถานะของผู้ป่วยและครอบครัว ซึ่งมีตั้งแต่การรักษาแบบไม่ผ่าตัด การผ่าตัดกระดูกขากรรไกรเพียงอย่างเดียว การผ่าตัดกระดูกขากรรไกรร่วมกับเสริมเนื้อเยื่อกระดูกปลูกถ่าย แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดทั่วไป และผลข้างเคียงจากการผ่าตัดทำให้แนวโน้มของการรักษาเน้นมาที่การใช้วิธีการยึดกระดูกด้วยวิธีดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิส (distraction osteogenesis) เป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามทางเลือกในการรักษาที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม

สมของผู้ป่วยแต่ละราย⁷

กระบวนการหายของการยึดกระดูกด้วยวิธีดิสแทรกชัน ออสติโอเจเนซิสแตกต่างจากการหายของการแตกหักในการผ่าตัด กระดูกขากรรไกรตามปกติโดยจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของการบาดเจ็บขนาดเล็กน้อย (microtrauma) ที่ถูกควบคุมอยู่ตลอดเวลา และกระดูกที่เกิดใหม่จะมีกระบวนการเกิดคล้ายกับการสร้างกระดูกชนิดอินตราเมมเบรนัส (intramembranous ossification) ซึ่งได้มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่ามีสารหลายชนิดเข้ามามีบทบาท ทั้งสารปัจจัยการเจริญเติบโต (growth factor), ไซโตไคน์ (cytokine), สารโปรตีนเมทริกซ์นอกเซลล์ (extracellular matrix protein) ที่ส่งผลให้เกิดการแสดงออกของ mRNA และโปรตีนที่เหมาะสมตลอดกระบวนการ โดยจะพบว่ามีการเพิ่มทั้งการไหลเวียนเลือดและเซลล์สร้างกระดูกจากผลการกระตุ้นที่เกิดจากความตึง (tension produced stimulatory effect)⁸ แต่มีข้อเสียหลักคือความยากในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนของกระดูก และการวางแผนการผ่าตัด⁹

การนำดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิสมาประยุกต์ใช้เพิ่มความยาวของกระดูกเพื่อแก้ไขความผิดปกติในผู้ป่วยเอมิเฟเซียไมโครโซเมีย นั้นมีการศึกษาออกมามากมาย โดยในยุคแรกเป็นการใช้เครื่องมือชนิดภายนอกช่องปาก แต่ในปัจจุบันด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มากขึ้น ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในช่องปากมีความสามารถที่จะเคลื่อนขึ้นกระดูกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจากการศึกษาของ Dinner ในปี ค.ศ. 1996 แนะนำการใช้เครื่องมือชนิดในช่องปากแทนที่แบบนอกช่องปาก ซึ่งมีผลเสียกว่าทั้งเรื่องของความสวยงาม มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บของเส้นประสาทและส่งผลต่อความร่วมมือของผู้ป่วยด้วย¹⁰ การใช้การยึดกระดูกในผู้ป่วยเอมิเฟเซียไมโครโซเมียที่มีอายุน้อยสามารถใช้เครื่องมือแค่เพียงตัวเดียวในการยึดกระดูกขากรรไกรล่าง โดยที่กระดูกขากรรไกรบนจะมีการเจริญเติบโตตามเพื่อให้เกิดระนาบสบฟันที่ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Moss และ Salentiji ในปี ค.ศ. 1969 เกี่ยวกับเรื่องของพัฒนาจากการใช้งาน (functional matrix of development) ที่เชื่อว่าการเติบโตของกระดูกกะโหลกศีรษะและใบหน้าได้รับอิทธิพลจากแรงในการทำงานของกล้ามเนื้อและเส้นประสาทโดยรอบ¹¹ Enlow ในปี ค.ศ. 1982 ก็สนับสนุน โดยพบว่ากระดูกขากรรไกรล่างเติบโตโดยขึ้นกับการพัฒนาของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและการขึ้นของฟัน¹² แต่ในผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรสิ้นสุดแล้ว เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการวางแผนการผ่าตัด ซึ่งรวมถึงการเพิ่มจำนวนหรือการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ โดยการศึกษาของ Monasterio ในปี ค.ศ. 1997 เป็นการศึกษาแรกที่ทำการเคลื่อน

ขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างพร้อมกัน (simultaneous maxilla-mandibular distraction) เพื่อแก้ระนาบการสบฟันที่เอียง (occlusal canting) ด้วยการผ่าตัดเลอฟอร์ทวันและในส่วน of ขากรรไกรล่างทำการตัดกระดูกที่ขี้ (corticotomy) ยกเว้นทางด้านลิ้นไว้ (lingual cortex) จากนั้นทำการมัดฟันและทำการยึดกระดูกขากรรไกร โดยผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ¹³ สอดคล้องกับการศึกษาของ Scolozzi ในปี ค.ศ. 2006 เช่นกัน¹⁴

โดยการศึกษาครั้งนี้ต้องการที่จะนำเสนอแนวคิดเรื่องของการเลือกวิธีการตัดกระดูก ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดจุดหมุนของขึ้นกระดูกขากรรไกรบนและล่าง โดยในการศึกษานี้เลือกให้จุดหมุนอยู่ที่แผ่นกั้นโพรงจมูก (nasal septum) และเงี่ยงกระดูกจมูกส่วนหน้า (anterior nasal spine) ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทางกลโดยรวมของการยึดกระดูก ดังแสดงในรายงานผู้ป่วยดังต่อไปนี้

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยรายที่ 1 ผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 27 ปี ได้รับการวินิจฉัยสภาวะเอมิเฟเซียไมโครโซเมียทางด้านซ้าย เคยได้รับการรักษาด้วยการทำการบูรณะซ่อมสร้างใบหูด้านซ้าย มาด้วยปัญหาใบหน้าสองข้างไม่สมมาตรกัน ได้รับการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรด้วยวิธีดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิส โดยก่อนการผ่าตัดทำการจัดฟันเพื่อเรียงฟันให้ได้แนวการสบฟันที่ปกติภายใต้ลักษณะของกระดูกเข้าฟัน และกระดูกขากรรไกรเดิมของผู้ป่วย จากการตรวจจนนอกช่องปากพบว่า ใบหน้าสองข้างไม่สมมาตรกัน มีใบหน้าด้านขวาเล็กกว่าด้านซ้าย ลักษณะใบหน้าด้านข้างอูมูนูน (convex profile) แนวกึ่งกลางของคางเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายเทียบกับแนวกึ่งกลางใบหน้า และมุมปากด้านซ้ายยกสูง มุมของกระดูกขากรรไกรล่างด้านซ้ายเป็นมุมป้านกว่าด้านขวา การตรวจในช่องปากพบว่าฟันกัดสบกันในลักษณะความสัมพันธ์ฟันกรามแบบที่ 1 แนวกึ่งกลางฟันบนล่างเคลื่อนไปทางซ้าย 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1)

ขั้นตอนการวางแผนผ่าตัดเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรด้วยภาพรังสีกระดูกขากรรไกรด้านตรง และด้านข้าง ร่วมกับการใช้ภาพถ่ายรังสีคอมพิวเตอร์ตัดขวางสามมิติ การวิเคราะห์แบบจำลองฟัน และแบบขึ้นรูปกะโหลกศีรษะสามมิติ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัย วางแผนการรักษา และเตรียมเครื่องมือยึดกระดูกที่จะใช้ในระหว่างการผ่าตัด จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีขากรรไกรด้านข้าง ร่วมกับลักษณะทางคลินิกพบว่า มีลักษณะความสัมพันธ์กระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 (ANB: -1,3, Wits: -5,-4, SNA: 74,77, SNB: 75,74) ร่วมกับมี

การยื่นของฟันหน้าบนล่าง (U1-NA: 15,12, L1-NB: 34,31) และมีคางที่เจริญเติบโตน้อยในแนวหน้าหลัง (SN vertical: -12,-12) และจากการวิเคราะห์ตามวิธีของ Grummon's พบว่ามีลักษณะใบหน้าที่ไม่สมมาตรที่เกิดจากทั้งขากรรไกรบนและล่าง มีคางที่เคลื่อนไปทางซ้าย มีขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกราม (ramus) ด้านซ้ายที่สั้นกว่าด้านขวา มีแนวกึ่งกลางขากรรไกรบนล่างเคลื่อนไปทางซ้ายและมีระนาบการสบฟันหมุนในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา สอดคล้องกับลักษณะทางคลินิก โดยภาพถ่ายรังสีคอมพิวเตอร์ตัดขวางสามมิติร่วมกับการพิจารณาแบบจำลองกะโหลกศีรษะ พบว่าในด้านที่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่านั้น มีลักษณะรูปร่างของข้อต่อขากรรไกร เบ้าข้อต่อขากรรไกร และกระดูกโหนกแก้มที่เล็กกว่าด้านปกติ แต่โครงสร้างทั้งหมดยังคงความสัมพันธ์ที่ดี และข้อต่อขากรรไกรไม่ได้มีการผิดโครงสร้าง จึงพิจารณาวินิจฉัยผู้ป่วยรายนี้ว่าเป็นเอมิเฟเซียลไมโครโซเมีย ชนิด IIA ตามจำแนกของ Kaban ดัดแปลงจาก Pruzansky

แผนการรักษาของผู้ป่วยรายนี้มีเป้าหมายที่จะแก้ความผิดปกติของใบหน้าสองข้าง โดยให้ได้ลักษณะการสบฟันที่เหมาะสม

สม ไม่มีระนาบการสบฟันที่เอียง และกระดูกขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกรามที่เล็ก จึงพิจารณาผ่าตัดกระดูกขากรรไกรด้วยวิธี ดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิสโดยยึดกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน (simultaneous maxillo-mandibular unit distraction) เพราะผู้ป่วยมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรสมบูรณ์แล้ว ส่วนของการเลือกใช้อุปกรณ์ในผู้ป่วยรายนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการยึดกระดูกต้องมีการต้านกับแรงภายนอก เช่นแรงจากกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อโดยรอบ ชิ้นกระดูกที่ต้องเคลื่อนเป็นชิ้นใหญ่ ดังนั้นจึงออกแบบการทำการตัดกระดูกและการวางเครื่องมือ โดยวางแผนให้เกิดการเคลื่อนของกระดูกขากรรไกรบนล่างโดยมีเงี่ยงกระดูกจมูกส่วนหน้า (anterior nasal spine, ANS) และแผ่นกั้นโพรงจมูก (nasal septum) เป็นจุดหมุน โดยระยะที่เคลื่อนคือระยะที่ทำให้การสบฟันสมมาตร ซึ่งประเมินได้จากภาพถ่ายรังสีและการวิเคราะห์แบบจำลอง โดยจะได้ระยะของกระดูกขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกรามที่ควรเปลี่ยนแปลงไปอยู่ที่ 6 มิลลิเมตร ในขากรรไกรล่างด้านที่ผิดปกติ (รูปที่ 2, 3)



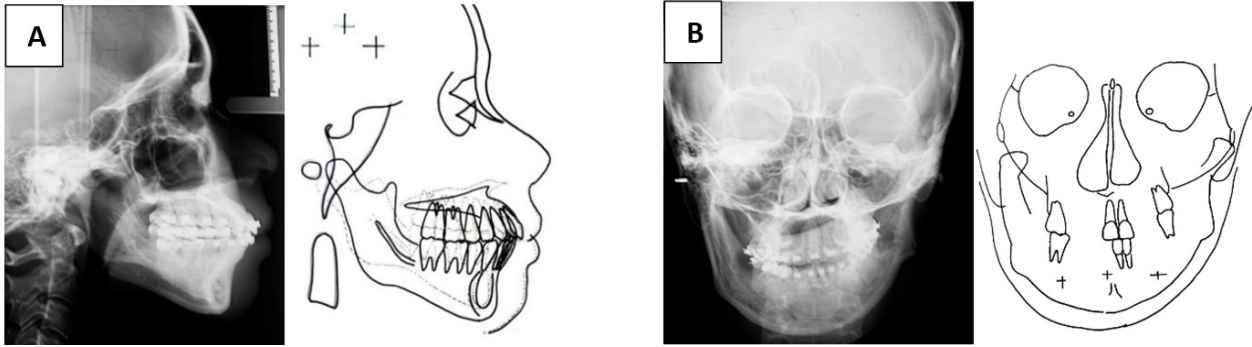
รูปที่ 1 แสดงใบหน้าก่อนการผ่าตัดพบว่าใบหน้าสองข้างไม่สมมาตร และมีลักษณะระนาบสบฟันที่เอียง (occlusal canting)

Figure 1 Preoperative facial asymmetry with occlusal canting



รูปที่ 2 แสดงการสบฟันก่อนการผ่าตัด มีการกัดสบฟันที่เสถียรโดยมีความสัมพันธ์ฟันกรามแบบที่ 1

Figure 2 Revealed preoperative occlusion with stable under class I relationship



รูปที่ 3 A. ภาพถ่ายรังสีกระดูกขากรรไกรด้านข้างก่อนการผ่าตัด เส้นประแสดงขอบเขตกายวิภาคด้านซ้ายของผู้ป่วยพบว่าผู้ป่วยมีขากรรไกรบนล่างสองด้านไม่อยู่ในระดับเดียวกัน B. ภาพถ่ายรังสีกระดูกขากรรไกรหน้าตรงก่อนการผ่าตัด เพื่อทำ Grummon's analysis พบว่ามีใบหน้าซ้ายขวาไม่สมมาตร

Figure 3 A. Lateral cephalometric analysis, dot line represented left side of patient showed asymmetry of face B. Postero-anterior cephalometry for Grummon's analysis revealed severe facial asymmetry

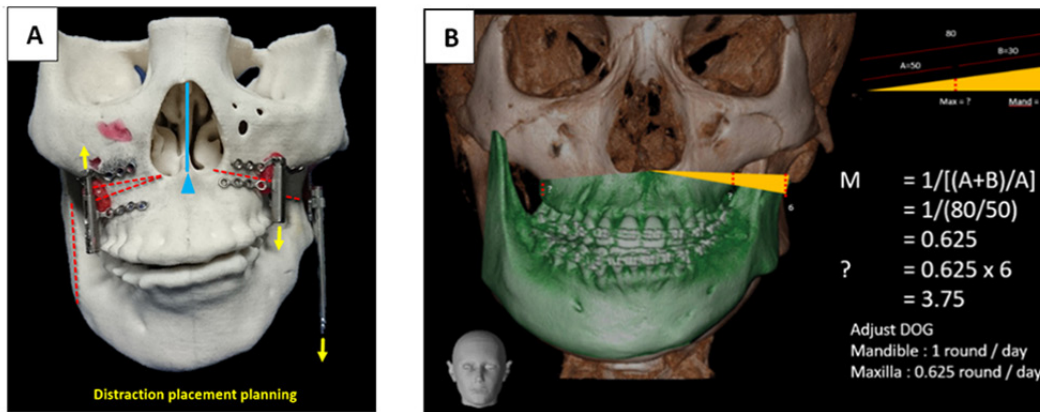
วางแผนทำการตัดกระดูก โดยกระดูกขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกรามด้านขวาทำเวดดิคอลเลรมัสสออสติโอโตมิแบบในปาก เพื่อให้เกิดการเคลื่อนของขากรรไกรล่างด้านปกติ โดยไม่กระทบต่อข้อต่อขากรรไกร และด้านซ้ายที่จะทำการเคลื่อนกระดูกทำการตัดกระดูกส่วนท้ายฟันกรามในแนวระนาบ (horizontal ramus osteotomy) ทำการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกโดยให้ก้านขับเคลื่อนอุปกรณ์ (activating rod) ยื่นทะลุผิวหนังออกมาบางส่วน ขากรรไกรบนทำการตัดกระดูกแบบเลอฟอร์ทวิน โดยด้านซ้ายจนถึงแผ่นกันโพรงจมูกทำเพียงตัดกระดูกให้ขาดจากกัน (osteotomy line) ส่วนด้านขวาทำการตัดกระดูกบางส่วนออกให้เป็นช่องว่างเท่ากับระยะทางที่กระดูกจะเคลื่อนที่หมุนขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดการขัดขวางการเคลื่อนที่ โดยจะทำการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกที่ขากรรไกรบนจำนวน 2 ตัว ด้านละอัน โดยด้านซ้ายที่มีความผิดปกติจะติดให้ก้านขับเคลื่อนอุปกรณ์ยื่นลงมาที่โพรงช่องปาก (oral vestibule) โดยวางแผนว่าด้านนี้จะทำการยึดกระดูกเพื่อเพิ่มความยาว ส่วนด้านขวาจะทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์ให้ไต่ระยะห่างจากตำแหน่งตั้งต้น (home position) ก่อน และวางทิศทางของก้านขับเคลื่อนอุปกรณ์ในลักษณะเดียวกัน โดยในด้านที่ปกตินี้จะทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์ในทิศทางที่สวนทางกันกับด้านตรงข้าม เพื่อเคลื่อนขึ้นกระดูกให้เข้าไปติดกันมากขึ้น โดยระยะการเคลื่อนของชิ้นกระดูกขากรรไกรบนจากการที่อยู่ห่างจากจุดหมุนซึ่งก็คือบริเวณของแผ่นกันโพรงจมูกหรือเงี่ยงกระดูกจมูกส่วนหน้าน้อยกว่า จึงต้องคำนวณเป็นสัดส่วนเทียบระยะห่างจากจุดหมุนกับระยะที่จะขับเคลื่อนอุปกรณ์ยึดกระดูกที่ขากรรไกรล่าง ดังสมการ Magnification (M) = 1/(A+B/A) โดย M คือ กำลังขยายที่ระยะของการขับเคลื่อนอุปกรณ์ที่ขากรรไกรบน และ A คือ ระยะจากจุดหมุนมายังอุปกรณ์ยึดกระดูกที่ขากรรไกรบน และ B คือ ระยะจากอุปกรณ์ยึดกระดูก

ที่ขากรรไกรบนมาที่ขากรรไกรล่างดังภาพที่ 4B ซึ่งจะได้สัดส่วนของการขับเคลื่อนอุปกรณ์ในขากรรไกรบนต่อขากรรไกรล่างเป็น 0.625 โดยถ้าเป็นระยะทางก็คือ ในขากรรไกรบน 3.75 มิลลิเมตร และที่ขากรรไกรล่าง 6 มิลลิเมตร จากนั้นจำลองการตัดกระดูกและทำการตัดขายึด (foot plate) ของอุปกรณ์ยึดกระดูก เพื่อที่จะนำไปทำแผ่นระบุตำแหน่งสำหรับการผ่าตัด (surgical guide) ต่อไป การผ่าตัดเริ่มจากการทำเปิดเนื้อเยื่อเพื่อเข้าหากระดูกขากรรไกรส่วนท้ายฟันกรามทั้งสองข้าง จากนั้นนำแผ่นระบุตำแหน่งสำหรับการผ่าตัดของขากรรไกรล่างมาวางเทียบ ทำการระบุตำแหน่ง และทำการลงมิดผิวหนังให้ต่อเนื่องกับเนื้อเยื่อในช่องปาก เพื่อให้เป็นทางออกของก้านขับเคลื่อนอุปกรณ์ จากนั้นทำการวางอุปกรณ์ยึดกระดูกในตำแหน่งที่วางแผนไว้ หลังจากนั้นนำสกรูที่ยึดอุปกรณ์ออก โดยรอยสกรูนี้จะเป็นตัวระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ยึดกระดูกหลังจากทำการตัดกระดูกให้แยกออกจากกันแล้ว จากนั้นด้านขวาทำเวดดิคอลเลรมัสสออสติโอโตมิแบบในปากและด้านซ้ายทำการตัดกระดูกส่วนท้ายฟันกรามในแนวระนาบ จากนั้นตรวจสอบว่าชิ้นกระดูกขากรรไกรล่างสามารถขยับได้อย่างอิสระ ทำการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกในตำแหน่งเดิมที่ได้ระบุไว้ จากนั้นทำการตัดกระดูกขากรรไกรบนแบบเลอฟอร์ทวิน นำอุปกรณ์ระบุตำแหน่งสำหรับการผ่าตัดทั้งสองตัวมาติดในตำแหน่งที่วางแผนไว้ จากนั้นทำการใส่แผ่นนำการสบฟัน (occlusal wafer) และทำการมัดฟัน จากนั้นลองขับเคลื่อนอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อประเมินการเคลื่อนที่ของขากรรไกรบนล่างในลักษณะขึ้นเดียวกัน (maxillo-mandibular unit) สุดท้ายทำการเย็บปิดโดยให้ก้านขับเคลื่อนอุปกรณ์ยื่นออกมาจากเยื่อเมื่อบริเวณโพรงช่องปาก

หลังระยะพัก 3 วัน นับจากการผ่าตัด เริ่มทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์ (รูปที่ 4) ด้วยอัตราการเคลื่อนที่ 1 มิลลิเมตรต่อวัน ที่กระดูกขากรรไกรล่าง และ 0.5 มิลลิเมตรต่อวัน ที่กระดูก

ขากรรไกรบนทั้งสองข้าง โดยด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อทำการยึดกระดูก ส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกาเพื่อดึงกระดูกเข้าหากัน ทำการไขเครื่องมือทั้งหมดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนลักษณะทางคลินิกเห็นใบหน้าที่สมมาตรขึ้น หลังจากนั้นคงตำแหน่งกระดูกขากรรไกร โดยให้มีระยะที่กระดูกคงตัว (consolidation period) เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นนัดผู้ป่วยมาเพื่อตรวจประเมินการรักษา พบว่าไม่ได้มีอาการผิดปกติและจากการตรวจร่างกายไม่พบการบวมบริเวณใบหน้า แต่มีใบหน้าด้านขวาเด่นกว่าด้านซ้ายโดยเฉพาะที่บริเวณมุมขากรรไกรล่าง พบว่าอุปกรณ์ยึดกระดูกอยู่ในสภาพที่เหมาะสม ทำการตัดลวดที่มัดฟันบนล่างให้ติดกันออก ให้ผู้ป่วยเริ่มฝึกการอ้าปาก โดยยังคงอุปกรณ์ยึดกระดูกไว้

ก่อนเพื่อให้ทำหน้าที่เหมือนโลหะตามกระดูก จนครบ 4 เดือน จึงมารับการผ่าตัดเพื่อเอาอุปกรณ์ยึดกระดูกออก โดยการติดตามการรักษาพบลักษณะทางคลินิกผู้ป่วยที่มีระนาบการสบฟันที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีใบหน้าที่ไม่สมมาตรจากการที่มุมของขากรรไกรล่างที่ไม่เท่ากันทั้งสองข้าง และคางที่เล็กจึงพิจารณาทำตัดลดมุมขากรรไกรด้านขวา และตัดเลื่อนกระดูกคางมาทางด้านหน้าร่วมกับการตัดเย็บปีกจมูกให้เล็กลง โดยทำในการผ่าตัดเอาอุปกรณ์ยึดกระดูกออก หลังจากนั้นอีก 8 เดือน ทำการผ่าตัดกระดูกที่ด้านบนคางด้านขวามาเป็นกระดูกปลูกเสริมทางด้านซ้าย จากการติดตามผลในระยะต่อมาไม่พบอาการสำคัญที่แสดงถึงปัญหาใด และมีลักษณะใบหน้าทั้งสองข้างสมมาตรขึ้น ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ (รูปที่ 5-7)



รูปที่ 4 A. แสดงตำแหน่งการตัดกระดูก (เส้นประ) ตำแหน่งการติดอุปกรณ์ยึดกระดูก และทิศทางการขับเคลื่อนกระดูก (ลูกศร) โดยมีแผ่นกั้นโพรงจมูกเป็นจุดหมุน B. แสดงการพยากรณ์ตำแหน่งกระดูกขากรรไกรหลังการผ่าตัดและการคำนวณสัดส่วนการขับเคลื่อนอุปกรณ์ยึดกระดูกขากรรไกรบนและล่าง
Figure 4 A. showed osteotomy site (dot line), distractor placement and direction of bone movement (arrow) under nasal septum as center of rotation. B. Reveal postoperative prediction of jaw bone and equation for evaluated ratio of maxilla and mandible distractor activation.

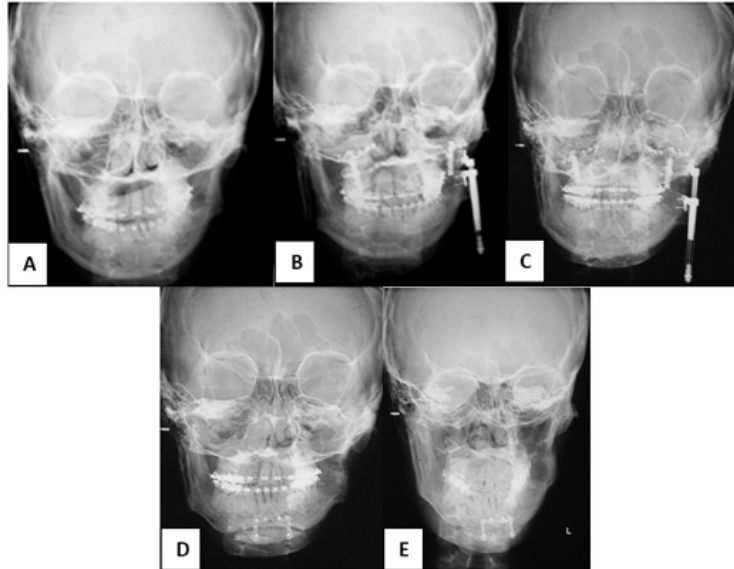


รูปที่ 5 A. แสดงการตัดกระดูกส่วนท้ายฟันกรามในแนวระนาบและการติดเครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรที่ขากรรไกรล่างด้านที่ผิดปกติ B. แสดงการทำเวดติคอลเรมัสออสติโอโตมีแบบในปากของขากรรไกรล่างด้านที่ปกติ C. แสดงการตัดกระดูกและการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกที่ขากรรไกรบน
Figure 5 A. showed horizontal oblique ramus osteotomy and distractor placement at affected side. B. intraoral vertical ramus osteotomy at normal side. C. showed osteotomy and distractors placement in maxilla.



รูปที่ 6 แสดงลักษณะใบหน้าผู้ป่วย A. ก่อนการรักษา B. หลังการผ่าตัดเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน C. ที่ระยะการคงตัวของกระดูก (consolidation phase) D. หลังนำอุปกรณ์ยึดกระดูกหลายชิ้นแบบภายในออกพร้อมกับการตัดลดมุมคางด้านขวาและผ่าตัดเลื่อนกระดูกคางมาด้านหน้า

Figure 6 Revealed patient's clinical apparent in different phase of treatment. A. Preoperative. B. Post simultaneous maxillo-mandibular unit distraction. C. Post consolidation period. D. Post distractor removal with right mandibular angle reduction and sliding genioplasty advancement.



รูปที่ 7 ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะหน้าตรง A. ก่อนการรักษา B. หลังการผ่าตัดเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน C. ที่ระยะการคงตัวของกระดูก (consolidation phase) D. หลังนำอุปกรณ์ยึดกระดูกออกพร้อมกับการตัดลดมุมคางด้านขวาและผ่าตัดเลื่อนกระดูกคางมาด้านหน้า E. ภาพหลังการผ่าตัดกระดูกที่ด้านนอกด้านขวามาเป็นกระดูกปลูกเสริมทาง

Figure 7 Postero-anterior cephalometry in different phase of treatment. A. Preoperative. B. Post simultaneous maxillo-mandibular unit distraction. C. Post consolidation period. D. Post distractor removal with right mandibular angle reduction and sliding genioplasty advancement. E. Post right body of mandible cortectomy as free bone graft of left body of mandible augmentation and nose augmentation with silicone

ผู้ป่วยรายที่สอง ผู้ป่วยชายไทยอายุ 27 ปี ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเฮมิเฟเชียลไมโครโซเมีย แบบ IIB และมีลักษณะความไม่สมมาตรที่รุนแรงกว่าในผู้ป่วยรายแรก ผู้ป่วยรายนี้ได้รับ

การวางแผนการรักษาแบบเดียวกันคือ การจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดขากรรไกรวิธีดิสแทรกชันออสติโอเจเนซิสโดยเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกันด้วยอุปกรณ์ยึดกระดูกหลายชิ้น (รูปที่ 8)

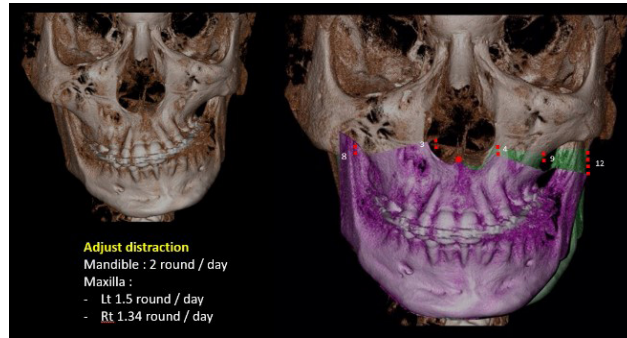


รูปที่ 8 แสดงใบหน้าก่อนการผ่าตัดพบว่าใบหน้าสองข้างไม่สมมาตร และมีลักษณะระนาบสบฟันที่เอียง (occlusal canting)

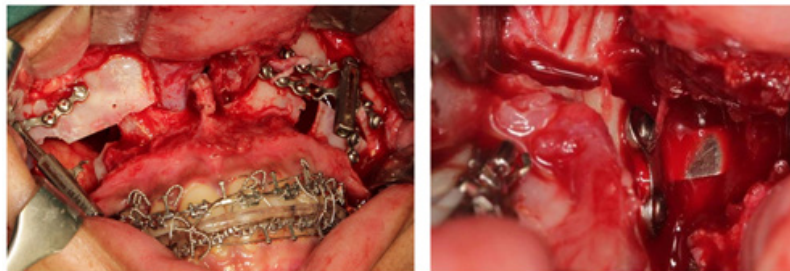
Figure 8 Revealed preoperative facial asymmetry with occlusal canting of the patient

ผู้ป่วยรายนี้ ใช้การผ่าตัดแบบเดียวกับผู้ป่วยรายแรก โดยในขากรรไกรบนทำการผ่าตัดแบบเลอฟอร์ทวัน โดยทำการตัดกระดูกด้านตรงข้ามกับรอยโรคให้เป็นช่องว่างเพื่อเคลื่อนกระดูกเข้า ส่วนด้านรอยโรคทำเพียงตัดกระดูกให้ขาดจากกัน ในส่วนของ

ขากรรไกรล่างด้านปกติทำเวดดิคอลเรมัสออสติโอโตมิแบบในปาก และตัดกระดูกส่วนท้ายฟันกรามในแนวระนาบด้านรอยโรคทำการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกในลักษณะเดียวกัน (รูปที่ 9, 10)



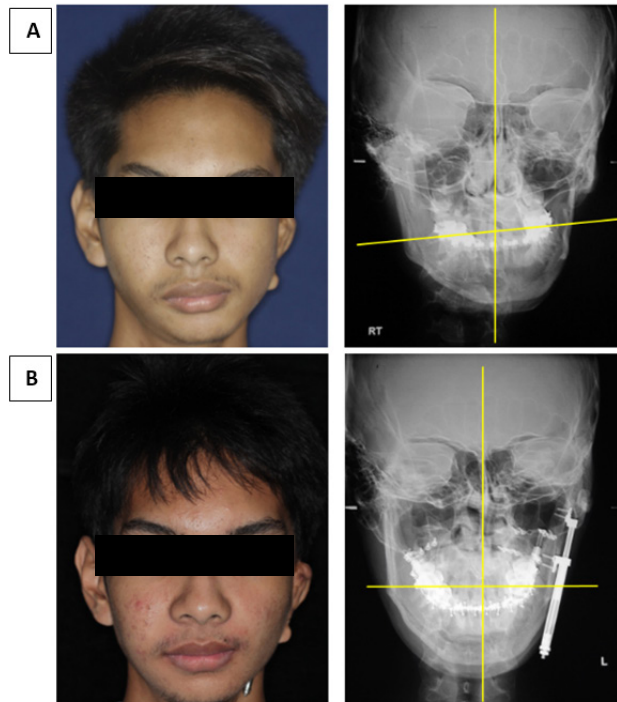
รูปที่ 9 แสดงการพยากรณ์ตำแหน่งกระดูกขากรรไกรหลังการผ่าตัดและการคำนวณสัดส่วนการขับเคลื่อนอุปกรณ์ยึดกระดูกขากรรไกรบนและล่าง
 Figure 9 Reveal postoperative prediction of jaw bone and equation for calculating the ratio of maxilla and mandible distractor activation



รูปที่ 10 แสดงการผ่าตัด และการติดตั้งอุปกรณ์ยึดกระดูกที่กระดูกขากรรไกรบนและล่างตามแผนการรักษา
 Figure 10 Revealed surgical operation and distractor placement according to the surgical planning

หลังการผ่าตัดทิ้งให้มีระยะพักเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์ยึดกระดูกตามแผนการรักษาที่วางไว้ จากนั้นทิ้งระยะเวลาไว้เพื่อให้กระดูกคงตัว (consolidation

period) ก่อนนำเครื่องมือยึดกระดูกออก พบว่าหลังการรักษาผู้ป่วยมีใบหน้าที่เหมาะสมระนาบการสบฟันที่ดีขึ้น (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 A. ก่อนการผ่าตัดแสดงลักษณะของระนาบสบฟันที่เอียงและใบหน้าที่ไม่สมมาตร B. หลังการยึดกระดูกพบว่ามีความสบฟันและใบหน้าที่เหมาะสมมากขึ้น
 Figure 11 A. Pre-operative facial asymmetry and occlusal canting B. post distraction process showed improved facial symmetry and occlusal plane

วิจารณ์

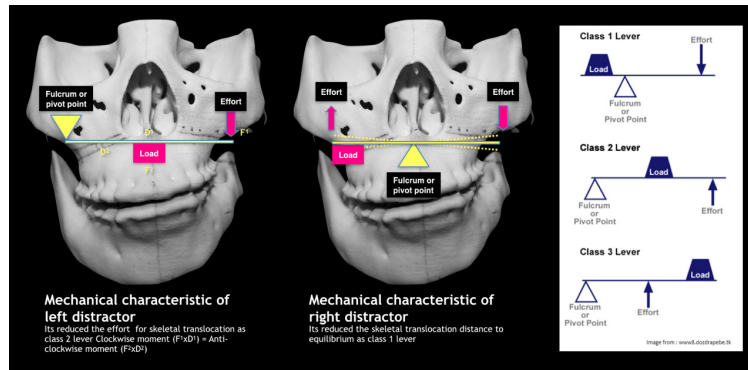
การศึกษานี้เป็นการรักษาผู้ป่วยเฮมิเฟเชียลไมโครโซเมียด้วยการใช้วิธีดิสแทรกชันออสโตโอเจเนซิส ซึ่งในผู้ป่วยรายนี้จากลักษณะทางคลินิก และภาพรังสีเป็นแบบ IIA และ IIB⁷ ซึ่งเป็นชนิดที่สามารถรักษาด้วยการใช้การยึดกระดูกได้ ปัจจัยหลักที่ทำให้การรักษาเป็นไปได้ตามเป้าหมายได้คือ แผนการรักษาที่เหมาะสม จากการศึกษาของ Molina และคณะ ในปี ค.ศ. 1966 พบว่าในผู้ป่วยอายุน้อยที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกอยู่ การใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกเพียงชิ้นเดียวที่กระดูกขากรรไกรล่าง สามารถทำให้ระนาบการสบฟันสามารถกลับมาเป็นปกติได้ด้วยการปรับตัวเข้าหาการสบฟันที่เสถียรของขากรรไกรบนได้หรือร่วมกับการจัดฟันเพียงเล็กน้อย จากการศึกษาที่มีการเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนที่เป็นอิสระจากการขยายการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง และเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบ แต่ในผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรที่สมบูรณ์แล้วอาจมีความจำเป็นที่จะต้องใช้การจัดฟันที่ยุ่ยากและยาวนาน การทำการยึดกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน จึงเป็นวิธีการที่ดีและช่วยลดเวลาการรักษาในขณะที่ยังคงสภาพการสบฟันที่ปกติไว้ได้¹⁵ โดยการศึกษาของ Ortiz ร่วมกับ Molina และคณะ ในปี ค.ศ. 1997 โดยใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกขากรรไกรล่างชนิดนอกช่องปากร่วมกับการทำเลอฟอร์ทวัน และการตัดกระดูกที่บิด้านที่มีรอยโรคแล้วทำการมัดฟัน เพื่อให้เกิดลักษณะของเป็นหน่วยเดียวกัน (maxilla-mandibular unit) ทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์ในทิศทางลงล่าง โดยมีจุดหมุนคือขอบของแนวตัดกระดูกขากรรไกรบนด้านตรงข้ามกับด้านที่มีความผิดปกติ โดยการศึกษาชิ้นนี้เป็นตัวอย่างที่ดีของการทำการเคลื่อนขากรรไกรบนและล่างพร้อมกัน ซึ่งทำให้แนวทางการรักษาเฮมิเฟเชียลไมโครโซเมีย ในผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรเสร็จสิ้นแล้วหรืออายุ 14 ปี ขึ้นไปเป็นในลักษณะการยึดกระดูกขากรรไกรบนและล่างไปพร้อมกัน¹³ นอกจากนี้การศึกษาของ Takahiro ในปี ค.ศ. 2006 ที่ประยุกต์ใช้หลักการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนและล่างพร้อมกันในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่มีกระดูกขากรรไกรบนที่เจริญเติบโตน้อยกว่าปกติ พบว่าให้ความสัมพันธ์กระดูกขากรรไกรบนล่างที่เสถียรทั้งระหว่างและหลังการทำการยึดกระดูกและลดการเกิดการคืนกลับของการรักษาจากการสบฟันที่ไม่เสถียรอีกด้วย¹⁶ ในผู้ป่วยรายนี้ก็มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรที่สมบูรณ์แล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน จึงได้พิจารณาเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนและล่างพร้อมกัน สิ่งที่แตกต่างกันของการศึกษาในครั้งนี้กับแนวทางแรกเริ่มของการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบน

ล่างพร้อมกันคือ อุปกรณ์ยึดกระดูกที่ใช้เลือกใช้เป็นแบบอุปกรณ์ภายในช่องปาก เพื่อหวังผลในเรื่องของความสวยงาม ลดผลกระทบต่อเส้นประสาท และเพิ่มความร่วมมือของผู้ป่วย แต่เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดภายในช่องปากไม่มีความแข็งแรงมากและแรงในการเคลื่อนกระดูกก็น้อยกว่าชนิดภายนอกช่องปาก โดยเฉพาะถ้านำมาใช้ร่วมกับการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน ซึ่งนอกจากจะเป็นกายวิภาคที่มีความสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบตลอดเวลาแล้ว ประกอบกับยังทำการเคลื่อนกระดูกสองชิ้นพร้อมกันซึ่งมีปริมาตรและมวลในการเคลื่อนที่มาก ทำให้อุปกรณ์แยกกระดูกทำได้ยาก ในผู้ป่วยรายนี้จึงพิจารณาตัดกระดูกให้แยกจากกันโดยสมบูรณ์ และเพื่อให้ได้รับอิทธิพลจากเนื้อเยื่อข้างเคียงน้อยที่สุดจึงพิจารณาทำเวดดิคอลเลรมัสออสโตโอโตมิในฝั่งตรงข้ามร่วมด้วย ซึ่งก็จะเป็นผลดีในการลดความอึดอัดของมุมขากรรไกร ที่อาจเกิดได้จากการหมุนใบหน้าฝั่งที่ผิดปกติไปในทิศทางของฝั่งที่ปกติ แต่ข้อเสียของการใช้อุปกรณ์ภายในช่องปากก็คือทิศทางเคลื่อนที่ของกระดูกขากรรไกรจะเป็นในลักษณะทิศทางเดียวเท่านั้น แต่เนื่องจากผู้ป่วยในการศึกษานี้ไม่ได้มีลักษณะความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรที่รุนแรงในส่วนอื่น จะมีแค่ลักษณะของการยื่นของฟันและกระดูกเข้าฟันบนและล่าง (bimaxillary protrusion) เพียงเล็กน้อยที่สามารถแก้ไขด้วยการจัดฟันได้ การเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดภายในช่องปากจึงเหมาะสมในผู้ป่วยกลุ่มนี้

การใช้การยึดกระดูกในผู้ป่วยเฮมิเฟเชียลไมโครโซเมียนั้นจะเป็นการเพิ่มความยาวของกระดูกส่วนหลังฟันกรามด้านที่เกิดรอยโรค ซึ่งถ้ามองทั้งกระดูกขากรรไกรบนและล่างแล้วจะเป็นการหมุนกระดูกขากรรไกรรอบจุดหมุนใดจุดหมุนหนึ่ง จากการศึกษาของ Ortiz ร่วมกับ Molina ในปี ค.ศ. 1997 ที่เป็นพื้นฐานของการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนและล่างพร้อมกัน¹³ หรือการศึกษาของ Scolozzi ในปี ค.ศ. 2005 ก็เช่นเดียวกันที่ใช้จุดหมุนคือ ขอบของแนวตัดกระดูกขากรรไกรบนฝั่งปกติ เป็นจุดหมุนซึ่งก็จะทำให้ความสูงของกระดูกขากรรไกรบนโดยรวมเพิ่มมากขึ้น¹⁴ ในผู้ป่วยที่มีใบหน้าส่วนบนที่ปกติอยู่แล้ว อาจจะทำให้เกิดความผิดปกติได้ อีกทั้งอาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นกั้นโพรงจมูกที่กดเบียดด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าปกติ แม้ว่าโดยรวมการเคลื่อนกระดูกอาจจะทำให้มีพื้นที่ของโพรงจมูกมากขึ้นก็ตาม โดยจากการศึกษาของ Nakajima และคณะ ในปี ค.ศ. 2011 เป็นการศึกษารายแรกที่ได้เปลี่ยนจุดหมุนของการยึดกระดูกขากรรไกรบนล่างพร้อมกันไปอยู่ที่ตำแหน่งของขอบโพรงจมูก (piriform rim) ด้าน

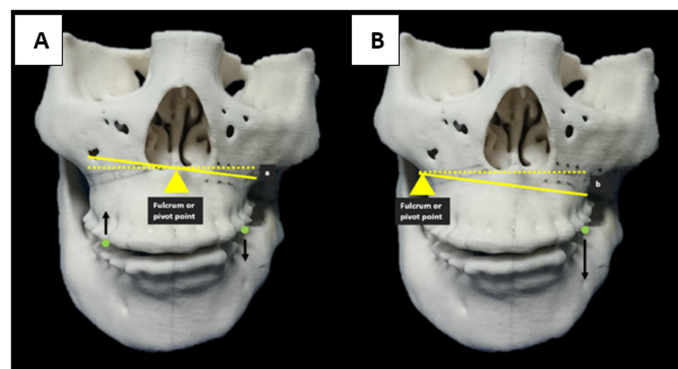
ปกติ ซึ่งทำให้ลดการยืดยาวของใบหน้าได้ และจากระยะห่างจากจุดหมุนที่น้อยลงทำให้ระยะทางที่ทำการยึดกระดูกน้อยลงส่งผลให้เวลาในการรักษาเร็วขึ้นด้วย¹⁷ ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีของ Nakajima แต่เปลี่ยนจุดหมุนให้ไปอยู่ที่บริเวณแผ่นกั้นโพรง

จมูกและเรียงกระดูกจมูกส่วนหน้า โดยเชื่อว่านอกจากจะรักษาความสูงของใบหน้าได้ มีการลดระยะทางในการเคลื่อนกระดูก ยังสามารถรักษาความสัมพันธ์ของแผ่นกั้นโพรงจมูกกับโพรงจมูกได้ด้วย (รูปที่ 12, 13)



รูปที่ 12 ลักษณะทางกลของการเคลื่อนที่กระดูกขากรรไกรบนล่างโดยใช้เครื่องมือยึดกระดูกสองชิ้น แสดงลักษณะการทำงานของคานแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ร่วมกัน โดยพิจารณาอุปกรณ์ยึดกระดูกทางด้านซ้าย จะพบมวลในการเคลื่อนที่ทั้งหมดอยู่ตรงกลาง โดยมีจุดหมุนอยู่ที่ตำแหน่งอุปกรณ์ยึดกระดูกทางด้านขวา สอดคล้องกับลักษณะของคานแบบที่ 2 แต่ถ้าพิจารณาอุปกรณ์ยึดกระดูกทางด้านขวาจะพบว่าจุดที่เป็นมวลในการเคลื่อนที่เป็นหลักจะอยู่ที่ตำแหน่งอุปกรณ์ยึดกระดูกทางด้านขวา โดยมีจุดหมุน และแรงในการเคลื่อนที่อยู่ที่แผ่นกั้นโพรงจมูก และอุปกรณ์ยึดกระดูกทางด้านซ้ายตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของคานแบบที่ 1 ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจะมีผลในทางกลคือมีการใช้แรงในการเคลื่อนที่มวลจากความสัมพันธ์ของโมเมนต์ตามและโมเมนต์ทวนที่เหมาะสมตามรูปแบบของคานแบบที่ 2 และทำให้ได้ระยะในการเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดระดับของชิ้นกระดูกที่สมดุลกันน้อยลงตามลักษณะของคานแบบที่ 1

Figure 12 Mechanical characteristics of maxillo-mandibular unit movement under 2 distractors with cross direction show combination of class 1 and 2 lever action. According to left distractor show the moving mass is in the middle and the fulcrum at the right distractor. Corresponding to the characteristic of class 2 lever. If considering to the right distractor, it is found that the point of mass in motion is at the position of the right distractor with the fulcrum and the effort are nasal cavity and the left distractor, respectively. Corresponding to the characteristic of class 1 lever. Due to this mechanical characteristics, the effort for skeletal translocation was reduced from the appropriation of clockwise moment and anticlockwise moment as class 2 lever, and the reduction of maxilla-mandibular unit translocation distance for equilibrium as class 1 lever.

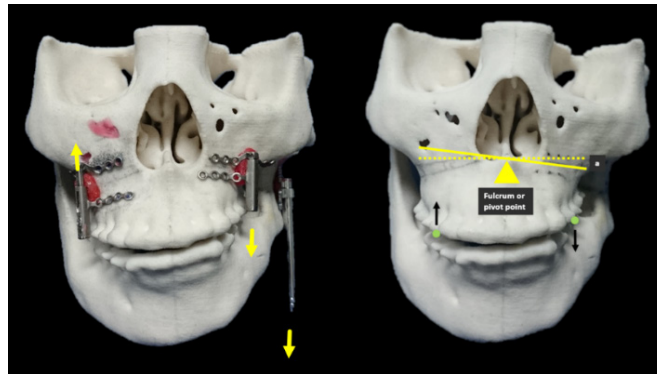


รูปที่ 13 ลักษณะทางกลของการเคลื่อนที่กระดูกขากรรไกรบนล่างโดยการเปรียบเทียบจุดหมุนถ้าตำแหน่งจุดหมุนอยู่ที่กึ่งกลางของชิ้นกระดูกขากรรไกรบนล่าง และมีการเคลื่อนกระดูกทั้งสองข้างร่วมกันจะใช้ระยะทางในการเคลื่อนชิ้นกระดูกเพื่อให้เกิดความสมมาตรน้อยกว่าการที่จุดหมุนอยู่ที่ฝั่งใดฝั่งหนึ่ง ดังจะเห็นจากรูปว่า $A < B$

Figure 13 Mechanic of maxillo-mandibular unit movement compared between fulcrum positions. If fulcrum at midline of maxilla and mandible, facial symmetry will resulted from both side movement and made the transportation distance less than fulcrum in each side. Revealed in figure that $A < B$.

ในส่วนของการวางอุปกรณ์ยึดกระดูก ในการศึกษาที่ใช้ อุปกรณ์ทั้งหมด 3 ตัว ในเรื่องของจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษา (รูปที่ 14) เฮมิเฟเชียลไมโครโซเมียก็มีหลายการศึกษาที่นำเสนอ ในรูปแบบที่ต่างกันตั้งแต่การศึกษาของ Ortiz ร่วมกับ Molina ในปี ค.ศ. 1997 ที่เลือกใช้อุปกรณ์นอกช่องปากเพียง 1 ชิ้น ที่กระดูก ขากรรไกรล่าง¹³ การศึกษาของ Rachmiel ในปี ค.ศ. 2001¹⁸ และ Satoh ในปี ค.ศ. 2002¹⁹ ที่ใช้อุปกรณ์ชนิดในช่องปาก 1 ชิ้น ที่กระดูกขากรรไกรล่าง แต่ทำในผู้ป่วยอายุน้อย และก็มีการศึกษา ของ Scolozzi ในปี ค.ศ. 2005 และ Nakajima ในปี ค.ศ. 2011 ที่เพิ่มจำนวนอุปกรณ์ โดยใช้อุปกรณ์ชนิดในช่องปากจำนวน 2 ตัว ที่กระดูกขากรรไกรบนและล่าง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับผู้ป่วยที่มีการ เจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรสมบูรณ์แล้ว^{14,17} ในการศึกษา นี้ ถ้าพิจารณาจากความวิการของผู้ป่วยจะพบว่าความสัมพันธ์ของ ข้อต่อขากรรไกรต่อเข้าข้อต่อขากรรไกรค่อนข้างปกติ โดยถ้ามอง เรื่องลักษณะทางกายวิภาคก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องยึดกระดูก ข้อต่อขากรรไกรล่างเข้าสู่ข้อต่อขากรรไกร แต่จุดประสงค์ของ การใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกทั้งขากรรไกรบนและล่างในด้านที่มีรอย

โรคนั้น พิจารณาจากในผู้ป่วยเฮมิเฟเชียลไมโครโซเมียจะมีลักษณะ ของความวิการของเนื้อเยื่ออ่อนด้วยระดับหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้ การยึดกระดูกทำได้ยาก และจะยิ่งลำบากมากขึ้นถ้านำมาใช้กับ อุปกรณ์ชนิดในช่องปาก ที่ให้แรงในการเคลื่อนขึ้นกระดูกได้น้อย โดยเฉพาะในส่วนของด้านปกติที่ทำการตัดกระดูกให้เป็นช่องว่าง ในการเคลื่อนขึ้นกระดูกเข้าไป ซึ่งในระหว่างระยะพักก่อนการแยก กระดูกและช่วงที่กำลังแยกกระดูกออกจากกันอาจเริ่มมีการเกิด เนื้อเยื่อนิ่มรอบกระดูกแตกหัก (soft callus) ซึ่งก็จะเป็นตัวที่ขวาง การเคลื่อนของกระดูกฝั่งตรงข้ามให้ยากขึ้น และเนื่องจากต้องมีการ ผ่าตัดแบบเลอฟอร์ทวันบริเวณตำแหน่งนั้นอยู่แล้ว จึง พิจารณาติดอุปกรณ์ยึดกระดูกร่วมด้วยในฝั่งที่ไม่มีรอยโรคและ ปรับระยะของอุปกรณ์จากตำแหน่งตั้งต้นให้ยึดมาสู่ระยะที่คำนวณ ไว้ และทำการขับเคลื่อนอุปกรณ์สวนทางเป็นการดึงกระดูกเข้าหากัน เพื่อต้านกับเนื้อเยื่อนิ่มรอบกระดูกแตกหักที่มาแทนที่ใน ตำแหน่งนั้น ซึ่งก็ส่งผลให้การเคลื่อนกระดูกมีประสิทธิภาพและใช้ ระยะเวลาในการยึดกระดูกได้ค่อนข้างแน่นอนไม่ต่างจากที่ วางแผนไว้



รูปที่ 14 การเพิ่มอุปกรณ์ยึดกระดูกที่บริเวณด้านที่ปกติ เป็นการช่วยกระจายแรงในการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนและล่างซึ่งเป็นการลดแรงที่ใช้ในการ เคลื่อนกระดูก ส่งผลให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยมีความเสถียรและลดความเครียดที่เกิดขึ้นบริเวณกระดูกที่มีการเคลื่อนที่

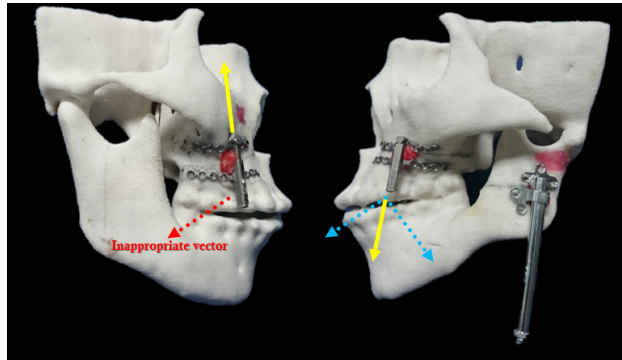
Figure 14 Adjunctive distractor at non-lesion side take a role in forced distribution that reduced the transportation force for skeletal movement that make distractor working properly under stable condition and reduced stress in bone.

นอกจากในเรื่องของแรงในการยึดกระดูกแล้ว ทิศทาง ในการเคลื่อนขึ้นกระดูกเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดความ สบายงาม และลักษณะทางกายวิภาคที่พึงประสงค์ การมีอุปกรณ์ ยึดกระดูก 2 ชิ้น ที่ตำแหน่งด้านที่มีรอยโรค จะทำให้สามารถ พยายามการเคลื่อนที่ของกระดูกได้ดีกว่าการใช้อุปกรณ์ตัวเดียว ร่วมกับมัดพัน อีกทั้งยังเป็นการช่วยยืนยันด้วยว่าขึ้นกระดูก

ขากรรไกรบนล่างทั้งขึ้นเคลื่อนที่รอบจุดหมุนตามทิศทางของ อุปกรณ์ที่วางแผนไว้ ประกอบกับการมีอุปกรณ์ที่ขากรรไกรบนที่ เชื่อมต่อกับฐานกะโหลกศีรษะ และการขับเคลื่อนอุปกรณ์เป็นการ ยึดขึ้นกระดูกที่อยู่ไกลต่อแนวตัดกระดูกที่เป็นชั้นที่อิสระ ทั้งหมด นี้ช่วยยืนยันได้ว่าจะไม่เป็นการดันข้อต่อขากรรไกรเข้าไปในข้อต่อ ขากรรไกร เหมือนกับกรณีที่ใช้อุปกรณ์ตัวเดียวที่กระดูกขา

กรรไกรล่าง ทั้งนี้ในด้านที่ปกติการติดอุปกรณ์ยึดกระดูกร่วมกับ
นอกจากจะเป็นการช่วยเสริมแรงในการเคลื่อนขึ้นกระดูกแล้ว
อุปกรณ์ยังทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวนำการเคลื่อนที่ ซึ่งจะกำหนด
ทิศทางที่ชัดเจนในการเคลื่อนขึ้นกระดูก ตรงข้ามกับกรณีที่ไม่ติด

อุปกรณ์ที่ด้านปกติ ขึ้นกระดูกอาจเกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่พึง
ประสงค์ในแนวแกนตั้งได้ (yaw) ซึ่งจะทำให้ลักษณะใบหน้าหลัง
การรักษาผิดปกติมากขึ้น (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 จำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในด้านปกติยังเป็นการช่วยยืนยันด้วยว่าขึ้นกระดูกขากรรไกรบนล่างทั้งขึ้นเคลื่อนที่รอบจุดหมุนอย่างเหมาะสม โดยจะเห็น
ว่าอุปกรณ์ที่ทำการยึดกระดูกอาจให้แรงในทิศทางที่ไม่เหมาะสมที่ฝั่งตรงข้าม ซึ่งอุปกรณ์ที่ด้านปกติจะช่วยกำหนดทิศทางในการเคลื่อนขึ้นกระดูกให้
เหมาะสมไปตามทิศทางของอุปกรณ์ ดังที่วางแผน

Figure 15 Number of distractor will confirm the transportation of skeletal under fulcrum properly. From figure revealed that distractor in
lesion side can caused inappropriate vector of transportation to opposite side, the distractor in non-lesion side will control
direction of transportation according to vector of distractor placement as surgical planning.

ในผู้ป่วยที่ทำการศึกษายังคงให้อุปกรณ์อยู่ที่บริเวณ
กระดูกขากรรไกรต่อในระยะที่รอกระดูกมีความคงตัวโดยทำ
หน้าที่เป็นเหมือนโลหะตามกระดูก ยึดกระดูกไว้ให้อยู่ในตำแหน่ง
ที่เหมาะสมต่อไป โดยจากการติดตามผลการรักษามาเป็นระยะ
เวลา 1 ปี ผู้ป่วยไม่มีการคืนกลับของการรักษา ซึ่งเป็นผลดีของ
การใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกหลายชิ้นร่วมกันในการยึดตำแหน่งของ
กระดูกที่ยึดไว้หลังการรักษา ซึ่งจะช่วยในเรื่องของความสวยงาม
และลดโอกาสในการเกิดผลการรักษาที่ไม่สมบูรณ์หรือการคืนกลับ
ของการรักษาอีกด้วย

นั้นติดอุปกรณ์ยึดกระดูกทั้งหมด 3 ตำแหน่ง แล้วทำการยึดกระดูก
ซึ่งได้ผลการรักษาที่ดีโดยมีระนาบการสบฟันที่เหมาะสมและไม่มี
การสบฟันที่ผิดปกติ พร้อมทั้งยังทำให้รูปหน้าของผู้ป่วยดูสมมาตร
และได้สัดส่วนอย่างที่ควรจะเป็นมากขึ้นด้วย

สรุป

การศึกษานี้เป็นการรักษาผู้ป่วยเฮมิเฟซียาลไมโครโซเมีย
ที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรที่สมบูรณ์แล้ว ด้วยการ
ผ่าตัดกระดูกขากรรไกรบนแบบเลอฟอร์ทวัน โดยด้านที่มีรอยโรค
ทำการตัดกระดูกถึงแผ่นกั้นโพรงจมูกเพียงให้ขาดจากกัน ส่วนด้าน
ตรงข้ามทำการตัดกระดูกบางส่วนออกให้เป็นช่องว่างเท่ากับระยะ
ทางที่กระดูกจะเคลื่อนที่หมุนขึ้น ในส่วนของขากรรไกรล่างด้านที่
มีรอยโรคทำการตัดกระดูกส่วนท้ายฟันกรามในแนวระนาบ และ
ด้านตรงข้ามทำเวดดิคอลเรมัสสออสติโอโตมิแบบในปากเพื่อลดการ
บาดเจ็บต่อข้อต่อขากรรไกร และลดแรงในการเคลื่อนกระดูก จาก

เอกสารอ้างอิง

1. Poswillo D. Hemorrhage in development of the face. *Birth Defects Orig Artic Ser* 1975;11(7):61-81.
2. Werler MM, Sheehan JE, Hayes C, Mitchell AA, Mulliken JB. Vasoactive exposures, vascular events, and hemifacial microsomia. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2004;70(6):389-95.
3. Werler MM, Sheehan JE, Hayes C, Padwa BL, Mitchell AA, Mulliken JB. Demographic and reproductive factors associated with hemifacial microsomia. *Cleft Palate Craniofac J* 2004;41(5):494-50.
4. Taysi K, Marsh JL, Wise DM. Familial hemifacial microsomia. *Cleft Palate J* 1983;20(1):47-53.
5. Juriloff DM, Harris MJ, Froster-Iskenius U. Hemifacial deficiency induced by a shift in dominance of the mouse mutation far: a possible genetic model for hemifacial microsomia. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1987;7(1):27-44.
6. Poonawalla HH, Kaye CI, Rosenthal IM, Pruzansky S. Hemifacial microsomia in a patient with Klinefelter syndrome. *Cleft Palate J* 1980;17(3):194-6.

7. Birgfeld CB, Heike C. Craniofacial microsomia. *Semin Plast Surg* 2012;26(2):91–104.
8. Bouletreau PJ, Warren SM, Longaker MT. The molecular biology of distraction osteogenesis. *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30(1):1–11.
9. Pereira MA, Luiz de Freitas PH, da Rosa TF, Xavier CB. Understanding distraction osteogenesis on the maxillofacial complex: a literature review. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(12):2518–23.
10. Diner PA, Kollar EM, Martinez H, Vazquez MP. Intraoral distraction for mandibular lengthening: a technical innovation. *J Craniomaxillofac Surg* 1996;24(2):92–5.
11. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod* 1969;55(6):566–77.
12. Enlow DH, Pfister C, Richardson E, Kuroda T. An analysis of Black and Caucasian craniofacial patterns. *Angle Orthod* 1982;52(4):279–87.
13. Ortiz Monasterio F, Molina F, Andrade L, Rodriguez C, Sainz Arregui J. Simultaneous mandibular and maxillary distraction in hemifacial microsomia in adults: avoiding occlusal disasters. *Plast Reconstr Surg* 1997;100(4):852–61.
14. Scolozzi P, Herzog G, Jaques B. Simultaneous maxillo-mandibular distraction osteogenesis in hemifacial microsomia: a new technique using two distractors. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(5):1530–41.
15. Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: a farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995;96(4):825–40.
16. Takahiro K, Tetsu T, Hiroshi T, Katsuyuki F, Toshimichi I. Simultaneous Maxillomandibular Distraction Osteogenesis Using a Subcutaneous Device for a Bilateral Cleft Lip and Palate Patient. *Asian J Oral Maxillofac Surg* 2006;18(4):303–8.
17. Nakajima H, Sakamoto Y, Tamada I, Ogata H, Kishi K, Sakamoto T. Maxillary-driven simultaneous maxillo-mandibular distraction for hemifacial microsomia. *J Craniomaxillofac Surg* 2011;39(8):549–53.
18. Rachmiel A, Manor R, Peled M, Laufer D. Intraoral distraction osteogenesis of the mandible in hemifacial microsomia. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59(7):728–33.
19. Satoh K, Suzuki H, Uemura T, Hosaka Y. Maxillo-mandibular distraction osteogenesis for hemifacial microsomia in children. *Ann Plast Surg* 2002;49(6):572–8.

Efficacy of Coconut Oil and 0.12 % Chlorhexidine Mouthrinses in Reduction of Plaque and Gingivitis: A Two-Week Randomized Clinical Trial

Darunee Owittayakul¹, Kanjana Palee², Sakornrat Khongkhunthian³, Wirongrong Langkapin¹
Phenphichar Wanachantararak⁴ and Pavin Bhatia⁵

¹Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

²Dental Department, Khuntan Hospital, Chiang Rai, Thailand

³Department Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

⁴The Dental Research Center, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

⁵Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Nakornping Hospital, Chiang Mai, Thailand

Abstract

The objective of this study was to compare the clinical effects of coconut-oil and 0.12 % chlorhexidine (CHX) on the reduction of plaque and gingivitis. Forty healthy undergraduate dental students were randomly allocated into two groups of 20 participants each: control group (0.12 % CHX) and experimental group (coconut oil). All participants were instructed to rinse their mouth daily strictly and consistently for two weeks. Oral examination, plaque index (PI) and gingival bleeding index (GBI) were performed at baseline and on day 14. At the end of the study, satisfaction, adverse effects and a desire to continue mouthrinse usage were recorded by questionnaires. Thirty-five participants completed the trial. The results revealed that there were significant reductions in PI and GBI between baseline and day 14 in both groups ($p=0.001$; $p<0.001$). The mean percentage reductions in PI and GBI in each group were; 0.12 % CHX (41.05 % and 33 %, respectively) and coconut oil (29.43 % and 36.35 %, respectively). There was no significant difference in the percentage reductions in PI and GBI between the two mouthrinses. Coconut oil had significantly higher overall satisfaction scores, greater satisfaction scores for taste and fewer side effects ($p=0.03$, $p<0.001$, $p=0.003$, respectively). However, the numbers of participants who desired to continue using coconut oil were significantly lower than those who desired to use CHX because the long rinsing duration for coconut oil was an obstacle. Coconut oil can be considered as an alternative mouthrinse in reducing PI and GBI in participants with gingivitis because of its fewer side effects.

Keywords: Chlorhexidine, Coconut oil, Gingivitis, MouthRinse, Oil-pulling

Received Date: Dec 5, 2017

Revised Date: Jan 12, 2018

Accepted Date: 23 May, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.42

Correspondence to:

Darunee Owittayakul. Division of General Dentistry, Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 Tel: 053-944470, 081-8827700 Fax: 053-222844 Email: jeeleeja@gmail.com, darunee.o@cmu.ac.th

Introduction

Dental plaque is the main etiologic factor in the development of gingivitis.¹ Thus, supragingival plaque control is the mainstay for prevention of gingivitis.² Chemical mouthrinses are used as an adjunctive agent for daily oral hygiene regimens, especially in patients who are unable to consistently maintain adequate levels of plaque control using mechanical methods alone.³

Chlorhexidine gluconate (CHX) has been known as an excellent chemical antimicrobial mouthrinse for preventing dental plaque and gingival inflammation.⁴ To a large degree, it can inhibit plaque formation and has a high substantivity effect.⁴ However, its pronounced adverse effects are superficial staining of the teeth, altered taste perception and a bitter, unpleasant taste.⁵ These affect patient compliance for daily rinsing and the possibility of using CHX over an extended period of time. A previous study showed that a 0.2 % CHX mouthrinse has more side effects than those of 0.12 % CHX; in contrast it does not seem to be more effective against plaque and gingivitis.⁶ Therefore, there is a continued search for a substance with antimicrobial properties which avoids the side effects of CHX.

“Oil-pulling” or “Oil-swishing” therapy is an ancient Ayurvedic medicine that has been practiced for centuries in India and other parts of southern Asia.⁷ This technique involves swirling edible oil in the mouth for 10-20 minutes and then spitting it out.⁸ Edible oils used for oil-pulling⁹ include sesame oil, olive oil, sunflower oil, and coconut oil. Coconut oil is a natural product and commercially available in the local market of Thailand.

It is becoming increasingly of interest for use as an alternative mouthrinse though the price of coconut oil is approximately twice as expensive as that of CHX mouthrinse (0.5 baht/ml for coconut oil and 0.25 baht/ml for CHX mouthrinse). Scientific evidence shows that coconut oil-pulling therapy can reduce oral microorganisms.^{10,11}

A recent study revealed that there were no significant differences between coconut oil and 1 % CHX gel (Hexigel) after 10 minutes of daily gum massage for three weeks in the reduction of *S. mutans* count, Lactobacillus count, plaque scores, and gingival scores.⁹ There has not been a study that has evaluated the satisfaction of people using coconut oil or compared the reduction of dental plaque and gingival bleeding between coconut oil and CHX mouthrinses. Furthermore, the adverse reactions of coconut oil are of interest and there are limited studies on the topic.

Therefore, the objectives of this study were to clinically evaluate the antiplaque and antigingivitis effects of coconut oil and also to investigate the adverse reactions and the satisfaction of people using coconut oil compared to a 0.12 % CHX mouthrinse.

Materials and methods

This *in vivo* study was designed as a randomized, single-blind (observers) study and was approved by the Human Experimentation Committee of the Faculty of Dentistry, Chiang Mai University (Document No.26/2558). Forty participants who were 2nd to 6th year undergraduate dental students at Chiang Mai University, Thailand met the selection criteria and were assigned to the study. The procedures of the study and its potential risks and benefits were fully explained to all participants. They were instructed to report if they had adverse effects from using the mouthrinses. Participants who had allergic reactions or a burning sensation would have been referred to an oral medicine specialist. Tooth staining was subsequently resolved within 15 days by tooth cleaning. All participants voluntarily participated in the study and informed consent was obtained from them.

Selection criteria

Medical and dental histories were recorded for each participant at a pre-screening visit. Inclusion criteria were: 18–25 years of age, male or female dental students

with mild to moderate gingivitis associated with dental plaque¹², clinical attachment level <3 mm, a minimum of 20 natural teeth. Conversely, exclusion criteria were as follows: participants with systemic diseases, pregnancy or lactation, having orthodontic or prosthodontic appliances, using tobacco products, undergoing antibiotic therapy three months before and during the study, using other mouthrinses one month before and during the investigation and/or having an allergy to coconut oil, CHX or any of the ingredients to used in the study treatment.

Procedure

At the beginning of the study, all participants were interviewed about demographic characteristic, medical history, dental history and oral hygiene practice. Oral examinations, including bleeding on probing and plaque index were performed by two experienced dental examiners at baseline and on day 14. Each examination was conducted by the same examiner. Intra-examiner reliability was determined with a kappa statistic of ≥ 0.75 , which indicates satisfactory calibration.

- Bleeding on probing (BOP) was evaluated at the mesial, distal, buccal and lingual surfaces of all teeth. The gingival bleeding was recorded as “presence” or “absence” of bleeding in a period of 10 seconds after UNC-15 periodontal probe insertion in the gingival sulcus.¹³ The periodontal probe was inserted into the gingival sulcus with a force of 25 grams.¹⁴ The gingival bleeding index (GBI) was expressed as the percentage of all sites examined that bleed on probing.¹⁵

- Plaque index (PI) was assessed on the mesial, distal, buccal and lingual surfaces of all teeth after disclosing with an erythrosine solution.¹⁵ The amount of plaque was assessed and scored from 0 to 3. The criteria were; 0= No observable plaque; 1= A thin film of plaque is detected at the gingival margin by running an explorer across the tooth surfaces; 2= Moderate accumulation of plaque is detected along the gingival margin. Plaque is visible clinically; 3= Heavy plaque accumulation is detected at the gingival margin and in the interdental spaces. The PI was calculated by adding

the tooth scores together and dividing by the total number of teeth examined.

Forty participants were randomly allocated to one of the two groups according to mouthrinses:

1. Experimental group (n=20): Virgin coconut oil (Coco Delight[®], GPO, Bangkok, Thailand) (lot: NP580021) was used. Fifteen milliliters of coconut oil was kept in the mouth and swished for 10 minutes every night after tooth brushing.

2. Control group (n=20): 0.12 % CHX mouth rinse (Manufactured by the Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand) was used. Fifteen milliliters of CHX was rinsed for one minute twice a day after meals. If CHX rinsing occurs after toothbrushing, the volunteers should wait for at least 30 minutes.

All participants received oral hygiene instruction by a clinician. They were also instructed to brush the teeth twice a day using the modified Bass technique, to consistently use the mouthrinses every day for 14 days and to avoid drinking or eating for 30 minutes after using the oral rinses. Soft nylon toothbrushes (Colgate slim soft, Colgate-Palmolive, Bangkok, Thailand) and fluoridated toothpastes (Colgate Total Pro Gum Health, Colgate-Palmolive) were given to all participants to exclude the effects of the different toothbrushes and the compositions of different toothpastes. On day 7, the subjects were recalled to evaluate any adverse reactions experienced and their compliance by measuring the residual volume and returning their mouthrinse bottle. At two weeks of enrollment, the examinations were repeated by the same researchers who were blind to the type of mouthrinse being used.

The satisfaction questionnaires

The questionnaire, composed of two parts, was evaluated and scored on day 14. It was validated and pretested prior to data collection. The first part included demographic characteristics, such as age, sex and educational level. The second part included information about adverse reactions, overall satisfaction with the mouthrinses, taste, smell, time of rinsing, and desire to

continue using the mouthrinses. The overall satisfaction scores were based on VAS score in the form of a 10-cm horizontal line on which the participants placed a mark somewhere along the line at a point that they rated their overall satisfaction with the mouthrinse received. The level of satisfaction with taste, smell and duration of rinsing were evaluated as a simple “satisfied” or “dissatisfied”. The desire to continue using the mouth rinses was assessed by answering with “yes (desire)” or “no (reject)” and describing the reasons. The scope of

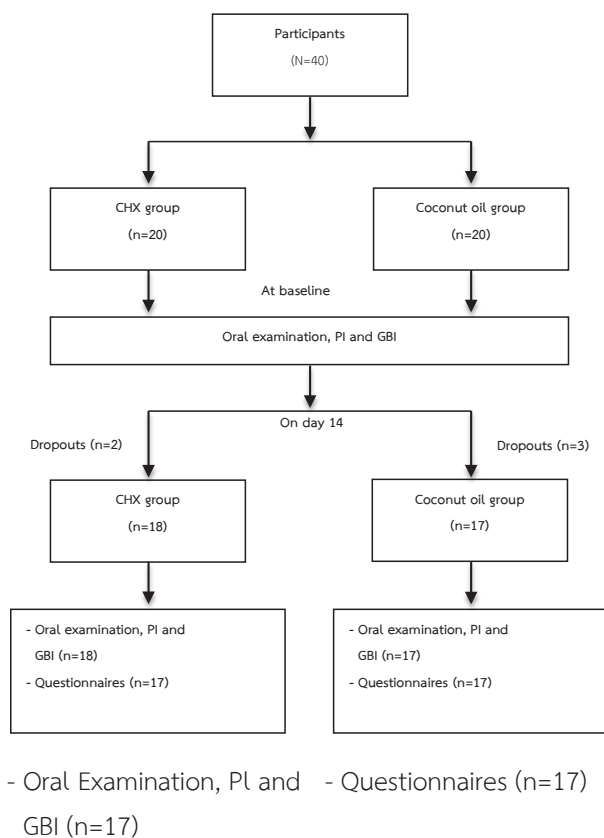


Figure 1 The scope of the study

Statistical analysis

The percentage reduction of PI and GBI in the control and experimental groups were calculated. The findings were analysed using SPSS 17 software (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). The independent samples *t*-test, Mann-Whitney *U* test and Chi-square test were used to test the differences in variables between two independent groups, such as age, sex, education, the

percentage reduction of PI, GBI, and overall satisfactions. The paired *t*-test was used to test the significance of the differences between in variables at baseline and on day 14 in the same group. Fisher’s Exact test was used to compare adverse reactions, the satisfaction in taste, smell and duration of rinsing between the two mouth rinses. A significance level of $p < 0.05$ was set.

Results

Thirty-five of 40 participants completed the full two weeks of the study. Two participants in the control group left the study because of antibiotics taken during the study period. Three participants in the coconut oil group were excluded, as two participants discontinued the use of the oil and one participant took antibiotics during the study period. The demographic characteristics of subjects in the study are presented in Table 1. There were no statistically significant differences at baseline between the two groups with respect to age, sex or educational level.

There were no statistically significant differences in PI or GBI at baseline between the two groups. The results revealed a decrease in the PI and GBI from baseline to day 14 in both groups. Compared with baseline, there were statistically significant differences in PI and GBI with the two mouthrinses ($p = 0.001$; $p < 0.001$, respectively) as shown in Table 2. Table 3 presents the mean percentage reduction in PI and GBI at two weeks. CHX produced a PI reduction of 41.05 % and a GBI reduction of 33 %. Coconut oil demonstrated a PI reduction of 29.43 % and a GBI reduction of 36.35 %. There were no significant differences in percentage reduction of PI and GBI between the two groups ($p > 0.05$).

One participants in the CHX group did not answer the questionnaires. Therefore, 34 questionnaires were completed. The overall satisfaction scores of both groups are shown in Table 4. The mean overall satisfaction score in the CHX and coconut oil groups were 4.92 ± 2.14 and 6.01 ± 1.91 , respectively. The coconut oil group had a significantly higher score than the CHX group ($p = 0.03$).

Satisfaction in taste, smell and duration of rinsing are demonstrated in Table 5. The satisfaction score for taste was significantly higher in the coconut oil group ($p < 0.001$). However, there were no significant differences in the satisfaction scores for smell or duration of rinsing between the two groups.

The coconut oil group demonstrated significantly fewer side effects than the 0.12 % CHX group ($p = 0.003$), as shown in Table 6. Ten of the 18 participants (52.82 %) in the 0.12 % CHX group reported adverse reactions. Furthermore, only one (5.9 %) of the 17 participants in the coconut oil group had an adverse reaction (numbness

of tongue).

The number of participants who desired to continue using 0.12 % CHX was significantly greater than that for coconut oil ($p = 0.039$). Eleven of the 18 (64.71 %) participants desired to continue using 0.12 % CHX. Whereas, only five of the 17 (29.41 %) participants had any desire to continue using coconut oil. Moreover, 12 of the 17 (76.5 %) participants in the coconut oil group preferred not to continue using the mouthrinse. The main reason was long rinsing duration of coconut oil, as shown in Table 7.

Table 1 Demographic characteristics of subjects in the study.

Variables	Groups		p-value
	0.12 % CHX	Coconut oil	
N	18	17	
Mean age \pm SD (years)	22.3 \pm 1.9	22.1 \pm 1.8	0.627 ^a
Sex	Male (%)	6 (35.3 %)	0.862 ^b
	Female (%)	11 (64.7 %)	
Educational level	Pre-clinic (%)	9 (52.9 %)	0.740 ^b
	Clinic (%)	8 (44.4 %)	

a=independent samples t-test; b=Chi-square test

Table 2 Mean (\pm SD) of plaque index (PI) and gingival bleeding index (GBI) at baseline and two weeks with the two mouthrinses

Groups	N	PI			GBI		
		Baseline	2 weeks	p-value	Baseline	2 weeks	p-value
0.12 % CHX	18	1.05 \pm 0.36	0.64 \pm 0.34	0.001 ^{b*}	33.29 \pm 9.41	23.01 \pm 10.64	<0.001 ^{b*}
Coconut oil	17	1.29 \pm 0.48	0.90 \pm 0.41	0.001 ^{b*}	38.19 \pm 6.84	24.44 \pm 8.98	<0.001 ^{b*}
p-value		0.113a			0.262a		

a=independent samples t-test; b= paired t-test; *p-value \leq .05

Table 3 Mean (\pm SD) of the percentage reduction in plaque index (PI), and gingival bleeding index (GBI) with the two mouthrinses at two weeks

Groups	N	The percentage reduction (%)	
		PI	GBI
0.12 % CHX	18	41.05 \pm 26.37	33.00 \pm 24.13
Coconut oil	17	29.43 \pm 23.25	36.35 \pm 18.76
p-value		0.177 ^a	0.599 ^a

a=independent samples t-test

Table 4 Mean (\pm SD) of the overall satisfaction scores of both groups

Groups	N	The overall satisfaction scores	p-value
0.12% CHX	17	4.87 \pm 2.04	0.03a*
Coconut oil	17	6.51 \pm 1.99	

a=Mann-Whitney U test; *p-value \leq .05

Table 5 Satisfaction in taste, smell and duration of rinsing

Topics	Groups	N	Level of satisfaction		p-value
			Satisfied n (%)	Dissatisfied n (%)	
Taste	0.12 % CHX	17	3 (17.6 %)	14 (82.4 %)	<0.001 ^{a*}
	Coconut oil	17	15 (88.2 %)	2 (11.8 %)	
Smell	0.12 % CHX	17	16 (91.1 %)	1 (5.9 %)	0.758 ^a
	Coconut oil	17	16 (91.1 %)	1 (5.9 %)	
Duration of rinsing	0.12 % CHX	17	14 (82.4 %)	3 (17.6 %)	0.132 ^a
	Coconut oil	17	10 (58.8 %)	7 (41.2 %)	

a= Fisher's Exact Test; *p-value \leq .05

Table 6 Perception of the adverse reactions in both groups

Adverse reactions	0.12 % CHX (n=18)	Coconut oil (n=17)	p-value
No; n (%)	8 (44.44 %)	16 (94.7 %)	0.003 ^{a*}
Yes; n (%)	10 (58.82 %)	1 (5.9 %)	
Altered taste perception	4 (22.2 %)	0	
Numbness of tongue	4 (22.2 %)	1 (5.9 %)	
Mouth irritation	2 (11.1 %)	0	

a= Fisher's Exact Test; *p-value \leq .05

Table 7 Reasons to continue or reject using the two mouthrinses

Groups	N	Reasons		p-value
		Desire to continue (n; %)	Reject (n; %)	
0.12% CHX	17	11 Subjects (64.71 %) 1. Feeling cleansed (9/11; 81.8 %) 2. Reducing oral malodor (3/11; 20 %) 3. Easy application (1/11; 9.1 %)	6 Subjects (35.9 %) 1. Bitter taste (6/6; 100 %) 2. Adverse reactions (4/6; 66.7 %) 3. Unpleasant smell (2/6; 33.3 %)	0.039 ^{a*}
Coconut oil	17	5 Subjects (29.41 %) 1. Feeling cleansed (4/5; 80 %) 2. Pleasant scent (3/5; 60 %) 3. Reducing oral malodor (3/5; 60 %)	12 Subjects (70.59 %) 1. Long rinsing duration (9/12; 76.5 %) 2. Oily taste (2/12; 16.7 %) 3. Adverse reaction (1/12; 11.8 %)	

a= Chi-Square Test; *p-value \leq .05

Discussion

Gingival bleeding is the easiest clinical sign of gingival inflammation to measure, and precedes gingival redness and swelling.¹⁶ Moreover, gingival bleeding is related to histological inflammatory evaluations of the gingival tissues.¹⁷ CHX mouth rinse as an adjunct to daily tooth brushing can successfully control gingivitis.¹⁸ Previous studies have reported no remarked differences between 0.2 % and 0.12 % CHX mouthrinses in antiplaque and antigingivitis effectiveness.^{6,19} Therefore, our study chose 0.12 % CHX mouthrinse as a control group and limited the study period to 14 days to prevent tooth staining associated with prolonged usage of CHX mouthrinse.

This study was conducted with dental students who were not submitted to professional mechanical tooth cleaning or dental prophylaxis at the beginning of the experiment. Therefore, all participants had gingivitis at the baseline. This population was chosen because they have low levels of gingival inflammation and their compliance can be easily controlled.

The results confirmed that regular and consistent daily use of coconut oil for 14 days had a beneficial effect in reducing existing plaque and gingivitis. No significant difference in the mean percentage reduction of PI and GBI was found between the 0.12 % CHX and coconut oil groups. These findings are consistent with those of two previous studies. Singla *et al.*⁹ showed that there was no significant difference in the percentage reduction of plaque scores or gingival scores between coconut oil and 1 % CHX gel (Hexigel) after 10 minutes of daily gingival massage for three weeks. The median percentage reduction in plaque and gingival index scores with coconut oil were 55.4 % and 55.3 %, respectively. These values are greater than the findings of our study. This may result from their study having been conducted with participants of low socioeconomic status with poor oral hygiene and because gingival massage has a beneficial role in mechanical disruption of the biofilm on the teeth. Peedikayil *et al.*²⁰ evaluated plaque and gingival indices

on days 1, 7, 15 and 30 after coconut oil-pulling in 60 participants aged 16-18 years. A statistically significant decrease in the plaque and gingival indices was noticed from day 7 and the scores continued to decrease during the period of study. However, CHX mouthrinse was not compared as a control group.

The exact antimicrobial mechanism of the action of coconut oil is still unclear. The major composition of coconut oil is a medium chain fatty acid (MCFA). Some MCFAs, such as lauric acid, capric acid, caprylic acid and caproic acid in coconut oil exhibit bacterial inhibition.²¹ The body converts lauric acid to monolaurin, which is a monoglyceride. Monolaurin has the ability to destroy various gram-positive and gram-negative bacteria.²²⁻²⁴ It has been postulated that monolaurin and other medium chain monoglycerides have the capacity to alter bacterial walls, penetrate and disrupt cell membranes, inhibit enzymes involved in energy production and nutrient transfer, causing bacterial death.²⁴ It has been proposed as a possible mechanism of action of oil-pulling therapy that the viscosity of the oil can inhibit bacterial adhesion and plaque coaggregation.²⁵ Another possible mechanism might be the saponification or the soap-making process that arises as a result of alkaline hydrolysis of the oil by bicarbonates in saliva. Soaps are good cleansing agents because they are potent emulsifiers. Emulsification greatly enhances the surface area of the oil, in consequence increasing its cleansing action.²⁶

The mean overall satisfaction was significantly higher in the coconut oil group ($p=0.03$). This was to be expected because the advantages of coconut oil are better taste and fewer side effects. The results showed 88.2 % of the participants in the coconut oil group were satisfied with the taste and only 5.9 % of the participants in coconut oil group had an adverse reaction. Furthermore, there were significant differences in satisfaction with taste and in adverse reactions between the two mouth rinses ($p=0.03$; $p=0.003$). Even though, there was no

significant difference in satisfaction with the duration of rinsing between two groups, the results showed that 41.2 % of the participants in the coconut oil group were dissatisfied with the duration of rinsing. Moreover, two participants in the coconut oil group discontinued the use of the oil because they could not constantly use the oil for 10 minutes every day. This could indicate that ten minutes of coconut oil-pulling was a major obstacle.

The adverse effects of coconut oil have not previously been reported. However, this study showed that one participant in the coconut oil group perceived numbness of the tongue. According to a study by Singla *et al.*⁹, none of the participants (n=10) using coconut oil reported any kind of discomfort, burning sensation, taste alteration, or any other adverse effects after performing oil gum massage therapy for two weeks, and most of them wished to continue using it. Moreover, Peedikayil *et al.*¹¹ revealed that a few participants using 0.2 % CHX mouthrinse exhibited mild staining of teeth, whereas no staining was observed in the participants performing 30 days of coconut oil-pulling. The occurrence of tooth staining in our study was recorded during the dental examination. The data showed that the examiner's perception of tooth staining was not pronounced on day 14 in either coconut oil or 0.12 % CHX group. Furthermore, none of the participants in either group was aware of this staining. The fact that the participants using 0.12 % CHX in our study did not exhibit tooth staining may result from the use of a low concentration of CHX mouthrinse and short treatment duration. The results also showed that no one in the coconut oil group and four participants (22.2 %) in the CHX group had altered taste perception. One participant (5.9 %) in the coconut oil group and four participants (22.2 %) in the CHX group had numbness of tongue. All the participants with altered taste perception or numbness of the tongue reported that the symptoms were temporary and the participants recovered within 15-30 minutes without any treatments. The literature reveals that a zinc/parotid protein/salivary glycoprotein complex is important to

maintain normal taste activity.²⁷ CHX interaction with these components may have caused the transient altered taste perception.²⁸ Mouth irritation was also reported in the CHX group. Two participants (11.1 %) had a mild burning sensation when rinsing with CHX. The oral examination did not show desquamation, erythema, edema or any lesions. The participants were willing to continue using 0.12 % CHX until the end of the study.

Oil-pulling therapy has been reported to induce lipid pneumonia.^{29,30} Two case reports have demonstrated the aspiration of microbe-rich oil during oil pulling therapy (especially sesame oil-pulling) and resulted in lipid pneumonia.^{29,30} The common symptoms of exogenous lipid pneumonia include fever, weight loss, cough, dyspnea, chest pain and hemoptysis. Approximately 40% of the patients had no or only mild symptoms.^{31,32} The radiographic findings of lipid pneumonia resemble those of many other lung diseases. Because of the nonspecific clinical presentation and radiographic features, the diagnosis is often missed or delayed.³¹ In mild cases, spontaneous remission often occurs after discontinuation of the causative stimuli and symptomatic treatment.³³ In severe cases, high-concentration oxygen therapy or mechanical ventilation is required. Therefore, the oil-pulling therapy should be avoided for children and the elderly who could have problems with controlling a swallowing reflex because of the risk of lipid pneumonia.

An interesting finding of our study was that the number of participants who wished to continue using 0.12 % CHX was significantly greater than that for coconut oil. This result was in contrast to the overall satisfaction scores; higher satisfaction scores were found in the coconut oil group. A factor that should be considered is the possibility of the participants being psychologically biased in favor of the treatment. The participants were dental students who could recognize the bitter taste of CHX. They had knowledge of, and strongly believed in, the clinical efficacy and antimicrobial effect of a CHX mouthrinse. Therefore, generalizing the results of this topic is difficult.

Although the clinical efficacies of coconut oil are comparable to CHX mouthrinse, coconut oil has some advantages over CHX because it is a natural product that has a pleasant taste and fewer side effects, such as altered taste perception and tooth staining. Therefore, coconut oil could be considered as an alternative mouth rinse in preventive therapy to maintain oral hygiene, especially in patients who have a history of allergy to CHX or need to avoid the side effects of a CHX mouthrinse.

Conclusions

Under the conditions of this in vivo study, coconut oil was as effective as 0.12 % CHX mouthrinse in reducing PI and GBI in participants with gingivitis. Therefore, coconut oil can be considered as an alternative mouthrinse to 0.12 % CHX because there are fewer side effects, higher satisfaction and better taste. However, the long rinsing time needed for coconut oil-pulling was an obstacle and should be improved.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Faculty of Dentistry, Chiang Mai University for financially supporting this study. We also thank Dr. Thanapat Sastraruji for his statistical advice and Dr. M. Kevin O Carroll, Professor Emeritus, University of Mississippi School of Dentistry, USA and Faculty Consultant, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Thailand, for his assistance in the preparation of the manuscript.

References

1. Loe H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 1965;36:117-87.
2. Lindhe J, Karring T, Lang NP. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. 4th ed. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2003.
3. Mandel ID. Chemotherapeutic agents for controlling plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol* 1988;15(8):488-98.
4. Loe H, Schiott CR. The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *J Periodontol Res* 1970;5(2):79-83.
5. Flötra L, Gjerme P, Rölla G, Waerhaug J. Side effects of chlorhexidine mouth washes. *Scand J Dent Res* 1971;79(2):119-25.
6. Najafi MH, Taheri M, Mokhtari MR, Forouzanfar A, Farazi F, Mirzaee M, et al. Comparative study of 0.2 % and 0.12 % digluconate chlorhexidine mouth rinses on the level of dental staining and gingival indices. *Dent Res J (Isfahan)* 2012;9(3):305-8.
7. Singh A, Purohit B. Tooth brushing, oil pulling and tissue regeneration: A review of holistic approaches to oral health. *J Ayurveda Integr Med* 2011;2(2):64-8.
8. Hebbar A, Keluskar V, Shetti A. Oil pulling—Unraveling the path to mystic cure. *J Int Oral Health* 2010;2(4):11-5.
9. Singla N, Acharya S, Martena S, Singla R. Effect of oil gum massage therapy on common pathogenic oral microorganisms—A randomized controlled trial. *J Indian Soc Periodontol* 2014;18(4):441-6.
10. Kaushik M, Reddy P, Sharma R, Udameshi P, Mehra N, Marwaha A. The effect of coconut oil pulling on Streptococcus mutans count in saliva in comparison with chlorhexidine mouthwash. *J Contemp Dent Pract* 2016;17(1):38-41.
11. Peedikayil FC, Remy V, John S, Chandru TP, Sreenivasan P, Bijapur GA. Comparison of antibacterial efficacy of coconut oil and chlorhexidine on Streptococcus mutans: An in vivo study. *J Int Soc Prevent Communit Dent* 2016;6(5):447-52.
12. Armitage GC. Periodontal diagnoses and classification of periodontal diseases. *Periodontol* 2000 2004;34:9-21.
13. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975;25(4):229-35.
14. Polson AM, Caton JG, Yeaple RN, Zander HA. Histological determination of probe tip penetration into gingival sulcus of humans using an electronic pressure-sensitive probe. *J Clin Periodontol* 1980;7(6):479-88.
15. Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 1964;22:121-35.
16. Muhlemann HR, Son S. Gingival sulcus bleeding—a leading symptom in initial gingivitis. *Helv Odontol Acta* 1971;15(2):107-13.
17. Greenstein G. The role of bleeding upon probing in the diagnosis of periodontal disease. A literature review. *J Periodontol* 1984;55(12):684-8.
18. Lang NP, Hotz P, Graf H, Geering AH, Saxer UP, Sturzenberger OP, et al. Effects of supervised chlorhexidine mouthrinses in children. A longitudinal clinical trial. *J Periodontol Res* 1982;17(1):101-11.
19. Franco Neto CA, Parolo CC, Rosing CK, Maltz M. Comparative

- analysis of the effect of two chlorhexidine mouthrinses on plaque accumulation and gingival bleeding. *Braz Oral Res* 2008;22(2):139-44.
20. Peedikayil FC, Sreenivasan P, Narayanan A. Effect of coconut oil in plaque related gingivitis - A preliminary report. *Niger Med J* 2015; 56(2):143-7.
21. Huang CB, Alimova Y, Myers TM, Ebersole JL. Short- and medium-chain fatty acids exhibit antimicrobial activity for oral microorganisms. *Arch Oral Biol* 2011;56(7):650-4.
22. Carpo BG, Verallo-Rowell VM, Kabara J. Novel antibacterial activity of monolaurin compared with conventional antibiotics against organisms from skin infections: an *in vitro* study. *J Drugs Dermatol* 2007;6(10):991-8.
23. Ogbolu DO, Oni AA, Daini OA, Oloko AP. In vitro antimicrobial properties of coconut oil on *Candida* species in Ibadan, Nigeria. *J Med Food* 2007;10(2):384-7.
24. Verallo-Rowell VM, Dillague KM, Syah-Tjundawan BS. Novel antibacterial and emollient effects of coconut and virgin olive oils in adult atopic dermatitis. *Dermatitis* 2008;19(6):308-15.
25. Asokan S, Rathan J, Muthu MS, Rathna PV, Emmadi P. Effect of oil pulling on *Streptococcus mutans* count in plaque and saliva using Dentocult SM Strip mutans test: A randomized, controlled, triple-blind study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2008;26(1):12-7.
26. Asokan S, Kumar RS, Emmadi P, Raghuraman R, Sivakumar N. Effect of oil pulling on halitosis and microorganisms causing halitosis: a randomized controlled pilot trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2011;29(2):90-4.
27. Shatzman AR, Henkin RI. Metal-binding characteristics of the parotid salivary protein gustin. *Biochim Biophys Acta* 1980;623(1):107-18.
28. Hepsø HU, Bjørnland T, Skoglund LA. Side-effects and patient acceptance of 0.2 % versus 0.1 % chlorhexidine used as post-operative prophylactic mouthwash. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17(1):17-20.
29. Kuroyama M, Kagawa H, Kitada S, Maekura R, Mori M, Hirano H. Exogenous lipid pneumonia caused by repeated sesame oil pulling: a report of two cases. *BMC Pulm Med* 2015;15:135.
30. Kim JY, Jung JW, Choi JC, Shin JW, Park IW, Choi BW. Recurrent lipid pneumonia associated with oil pulling. *Int J Tuberc Lung Dis* 2014;18(2):251-2.
31. Hadda V, Khilnani GC. Lipoid pneumonia: an overview. *Expert Rev Respir Med* 2010;4(6):799-807.
32. Gondouin A, Manzoni P, Ranfaing E, Brun J, Cadranet J, Sadoun D, *et al.* Exogenous lipid pneumonia: a retrospective multicentre study of 44 cases in France. *Eur Respir J* 1996;9(7):1463-9.
33. Spickard III A, Hirschmann JV. Exogenous lipid pneumonia. *Arch Intern Med* 1994;154(6):686-92.

บทวิทยากร

ผลของการเตรียมผิวต่อความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคของวัสดุครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซินและเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง

Effect of Surface Treatments on Microtensile Bond Strength of Bis-acryl Resin Provisional Restoration and Self-Curing Acrylic Resin

อุมาพร วิมลกิตติพงษ์¹, อภิษฐิตา ตั้งเจริญ¹, กิตินันท์ ตฤณวสุนธรา¹, รัสมิ์เอก ตันติสวัสดิ์¹, วริษฐา มังกร¹,
วินวรรณ วิไลวัลย์¹ และ จรรยาณชัย วรรณสุขนุกูล¹

Umaporn Vimonkittipong¹, Apittita Tangjaroen¹, Kitinun Tissanavasoontra¹, Rus-ake Tantisawat¹,
Waritta Mangkorn¹, Winwan Vilaiwan¹ and Chyananut Wannasuknukul¹

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี

¹Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Pathumthani

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาผลของการเตรียมผิวต่อความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคของวัสดุครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซิน (โปรเทมส์ไฟร์) และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (ยูนิฟาสต์เทรด) ชิ้นงานทดสอบบิสแคริลเรซิน ทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร สูง 5 มิลลิเมตร ถูกเก็บในน้ำลายเทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน สุ่มชิ้นงานเพื่อแบ่งชิ้นงานตามการเตรียมผิวเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ชิ้น (1) พ่นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน (2) ทาสารยึดติดชั้นตอนเดียวซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอดฮีซีฟ (3) ไม่ทำการเตรียมผิว ในการทดลองชิ้นงานภายหลังการเตรียมผิวแล้วจะทำการยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองและนำชิ้นงานมาตัดเป็นรูปดัมเบลล์ พื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร ทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคโดยเครื่องทดสอบสากล นำค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดมาวิเคราะห์ทางสถิติความแปรปรวนทางเดียวและสถิติเชิงซ้อนด้วยทูกีเอชเอสดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตรวจสอบการแตกหักชิ้นงานด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคปและประเมินพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด ผลการทดลองพบว่ากลุ่มบิสแคริลเรซินที่พ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ทำการเตรียมผิวและการใช้สารยึดติดทาพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ไม่ทำการเตรียมผิวและกลุ่มที่ทาสารยึดติดบนพื้นผิว ลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในส่วนบิสแคริลเรซินหรือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง ผลของการเตรียมผิวบิสแคริลเรซินด้วยการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: บิสแคริลเรซิน, เรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง, ความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค, ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอดฮีซีฟ

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of surface treatments on the microtensile bond strength of bis-acryl resin provisional restoration (ProtempTM4) and self-curing acrylic resin (UnifastTMTRAD). Specimens of cylindrical bis-acryl resin blocks 10 millimeters in diameter and 5 millimeters in height were prepared and stored in artificial saliva at 37-degree celsius for 14 days. The specimens were randomly divided into 3 groups (n=20) according to the types of surface treatments: (I) Sandblast with Al₂O₃ 50 micron (2) Single bond universal adhesive (3) Untreated group. After bis-acryl resin blocks were prepared according to their group of surface treatment, blocks were adhered

to self-curing acrylic resin and cut into dumb-bell shape 1 mm². Each group was divided into 20 pieces. Microtensile bond strength test was performed by using a universal testing machine. The data were statistically analysed by using one-way ANOVA and Tukey HSD at significance level of 0.05. The fractured surfaces were examined under stereomicroscope to classify the mode of failure and examined surface by scanning electron microscope (SEM). The study showed that the highest microtensile bond strength was observed in sandblast group with statistically significant differences of highest average bond strength compared to other groups. The study revealed no statistically significant differences between untreated group and single universal adhesive group. The modes of failure were primarily of cohesive type for both bis-acryl resin and self-curing acrylic resin. The study concluded that surface treatment with sandblast technique on bis-acryl resin prior adhering to self-curing acrylic resin provided the highest microtensile bond strength, which was significantly higher than other groups.

Keywords: Bis-acryl resin, Self-curing acrylic resin, Microtensile bond strength, Single bond universal adhesive

Received Date: Jan 12, 2018

Revised Date: Feb 21, 2018

Accepted Date: Jun 12, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.43

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

อุมภาพร วิมลกิตติพิงศ์. คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 ประเทศไทย
โทรศัพท์ 086-5435593 อีเมล: umaporn.v@rsu.ac.th

Correspondence to:

Umaporn Vimokkittipong. Faculty of Dental Medicine, Rangsit University 52/347 Muang-Ake Phaholyothin Road. Lak-Hok Muang, Pathumthani 12000 Thailand. Tel: 086-5435593 E-mail: umaporn.v@rsu.ac.th

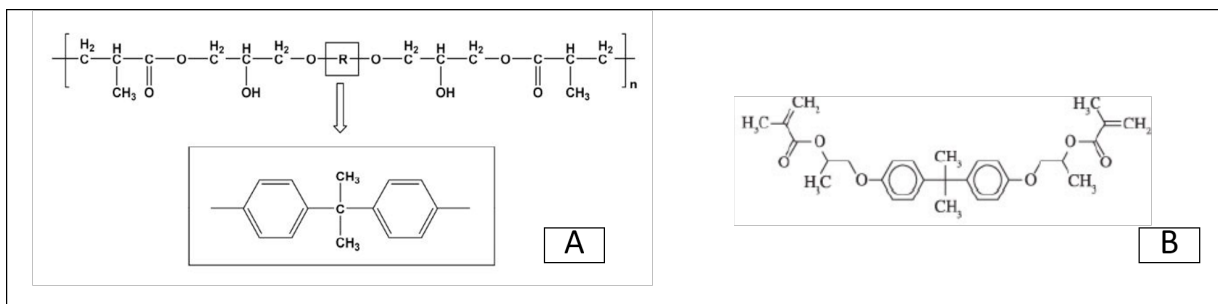
บทนำ

วัตถุประสงค์ของการใส่ครอบฟันชั่วคราว (provisional crown) นอกจากให้ความสวยงาม ปกป้องฟันหลักจากสิ่งที่จะอาจทำอันตรายต่อโพรงประสาทฟัน ป้องกันการเคลื่อนของฟันหลักเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง สร้างการสบฟันที่ทำให้ผู้ป่วยเคี้ยวอาหารได้ ครอบฟันชั่วคราวยังมีหน้าที่ประเมินแผนการรักษาในสิ่งที่ทันตแพทย์สร้างเพื่อสร้างชิ้นงานครอบฟันจริงที่ผู้ป่วยจะใช้งานได้อย่างราบรื่น^{1,2} ในกรณีที่ผู้ป่วยต้องทำครอบฟันจำนวนหลายซี่ในช่องปากครอบฟันชั่วคราวจะถูกใส่ให้แก่ผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อประเมินผลของครอบฟันชั่วคราวที่มีต่อสภาวะปริทันต์ โพรงประสาทและขากรรไกร ภายหลังจากประเมินครอบฟันชั่วคราวทันตแพทย์อาจมีความจำเป็นต้องกรอแต่งฟันหลักเพิ่มขึ้นหรือปรับแต่งเส้นสิ้นสุด (finishing line) เพื่อความแข็งแรงหรือความสวยงามของครอบฟันจริง ดังนั้นครอบฟันชั่วคราวที่ดีควรสามารถแก้ไขเป็นไปตามฟันหลักที่ถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ ปัจจุบันวัสดุทำครอบฟันชั่วคราวกลุ่มบิสแอกริลเรซินได้รับความนิยมในการใช้ทำครอบฟันชั่วคราว เนื่องจากมีความแข็งแรงต้านทานการแตกหักได้เหนือกว่าวัสดุกลุ่มโพลีเมทิลเมทาไครเลต^{3,4}

นอกจากนี้วัสดุกลุ่มบิสแอกริลเรซินยังมีความสวยงามเป็นมันเงาเป็นธรรมชาติแม้ไม่มีการขัดแต่งเพียงแค้ขัดผิวด้วยแอลกอฮอล์ มีความเป็นฟลูออเรสเซนต์ มีสีใกล้เคียงวัสดุอุดฟันไม่มึกลิ่นเหม็นไม่เกิดความร้อนเมื่อเกิดพอลิเมอไรเซชัน (polymerization)^{1,5} มีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี⁶ แต่ข้อเสียของวัสดุกลุ่มนี้ คือ มีราคาสูงเมื่อเทียบกับวัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (self-cure acrylic resin) และซ่อมแซมได้ยาก^{1,7,8} โครงสร้างของวัสดุกลุ่มบิสแอกริลเรซินคอมโพสิตจะพบว่ามีโครงสร้างวงแหวนอะโรมาติกเอสเทอร์ที่มีแขนทั้งสองข้างพร้อมสายโซ่โมเลกุลที่เป็นร่างแห^{9,10} ทำให้วัสดุมีความแข็งแรงมีความแข็งแรงต่อแรงดัดงอ (flexural strength) ที่สูงกว่ากลุ่มเมทิลเมทาไครเลตซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเพียงข้างเดียวจึงเหมาะสมกับการใส่ในช่องปากในระยะยาว (long-term temporization)^{4,11,12} นอกจากนี้วัสดุกลุ่มบิสแอกริลเรซินยังมีองค์ประกอบของซิลิกาและฟิลเลอร์ที่ประกอบด้วยบิสฟีนอลไกลิซิลิดิวเมทาไครเลต (bisphenolglycidyl methacrylate; BIS-GMA) ซึ่งมีโครงสร้างลักษณะเดียวกับวัสดุเรซินคอมโพสิต (รูปที่ 1) ในกรณีที่ทันตแพทย์มีการกรอแก้ไขฟัน

หลักเพิ่มเติมภายหลังจากการทำงานในครั้งก่อน (visit) ครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินที่ใส่ให้แก่ผู้ป่วยมักเกิดปัญหาหลวมไม่แนบสนิทกับฟันหลัก การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราว (reline) จะทำให้ครอบฟันชั่วคราวมีความแนบสนิทกับฟันหลักมากขึ้นและยังใช้งานในช่องปากได้เหมือนเดิม บริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าควรสร้างครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินใหม่ทั้งชิ้นแทนการเสริมฐานด้านในหรือการซ่อมแซมใด ๆ เมื่อพบว่าครอบฟันชั่วคราวบิ่นแตกหรือหลวม เนื่องจากทำให้ความแข็งแรงของครอบฟันชั่วคราวลดลง¹³⁻¹⁵ วัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองหรือกลุ่มโพลีเมทาไครเลตเป็นวัสดุที่ใช้ในงานฟันเทียมชนิดถอดได้และการทำครอบฟันชั่วคราวมายาวนานเนื่องจากสามารถเพิ่มเติมแก้ไขได้ง่าย^{1,2,16} ด้วยคุณสมบัติภายหลังการผสมของวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองเมื่อผสมส่วนผงและโมโนเมอร์วัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะความหนืดที่มากขึ้นจนมีสภาวะที่มีความหนืดเป็นยาง (rubbery stage) จึงเริ่มแข็งตัว (set)^{17,18} จึงทำให้ทันตแพทย์สามารถนำวัสดุมาใช้ประโยชน์ในการเสริมฐานฟันปลอมถอดได้ให้มีความแนบกระชับกับสันเหงือกที่มีการยุบตัวและช่วยเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวให้มีความแนบสนิทกับฟันหลักเมื่อพบครอบฟันหลวม ในการใช้งานแก่ผู้ป่วยเพื่อการเสริมฐานด้วยวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองทันตแพทย์ควรทาวาสลินบริเวณฟันหลัก ฟันข้างเคียงรวมถึงเนื้อเยื่อรอบ ๆ ก่อนการเสริมฐานและควรขยับครอบฟันชั่วคราวที่มีการเสริมฐานด้านในขึ้นและลองออกจากฟันหลักซึ่งนอกจากจะป้องกันการติดแน่นของครอบฟันชั่วคราวกับฟันหลักแล้วยังเป็นการป้องกันอันตรายแก่โพรงประสาทฟันอันเกิดจากความร้อนที่เกิดขึ้นขณะเกิดพอลิเมอร์¹⁶ การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวด้วยวัสดุอื่นเช่น บิสเอคริลเรซินหรือเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ (flowable composite resin) ซึ่งมีความหนืดต่ำและไม่คงตัวจนกระทั่งวัสดุเกิดการแข็งตัวอาจก่อให้เกิดปัญหาการติดแน่นกับฟันหลักได้ขณะเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราว นอกจากนี้การเสริมฐานซึ่งทำภายใต้ครอบฟันยังอาจส่งผลต่อวัสดุที่ต้องใช้แสงในการเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัว มีหลายการศึกษาพบ

ว่าวัสดุกลุ่มบิสฟีนอลไกลซิไดเมทาไครเลตหรือบิสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) โดยเฉพาะคอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นวัสดุที่สามารถยึดติดกับวัสดุบิสเอคริลได้ดี ใช้งานง่ายมีขนาดเบาและมีขนาดของปลายหัวฉีดที่เล็กสามารถเติมซ่อมแซมบิสเอคริลเรซินที่เกิดรูพรุนหรือขอบที่ขาดได้สะดวก¹⁷⁻¹⁹ ในการศึกษาของ Shim และคณะ²⁰ พบว่าการซ่อมแซมครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินด้วยตัวบิสเอคริลเรซินให้ค่าแรงเค้นมากกว่าการซ่อมแซมด้วยวัสดุกลุ่มบิสจีเอ็มเอ เช่น เรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่หรือวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่ทำให้การยึดติดในการซ่อมแซมของวัสดุที่มีบิสจีเอ็มเอเป็นองค์ประกอบซึ่งมักพบในการซ่อมแซมผิวเรซินคอมโพสิตที่บิ่นแตกในช่องปาก คือการทำให้พื้นผิวบริเวณซ่อมแซมมีความหยาบ เนื่องจากการยึดติดเชิงกลให้แก่วัสดุที่นำมาซ่อม (micro-mechanical bonding) และการใช้สารยึดติดหรือสารแอดฮีซีฟ (adhesive agent) ทาบนพื้นผิวที่ซ่อมแซมเพื่อช่วยปรับสภาพพื้นผิวให้มีความสามารถในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตใหม่ที่จะนำมาซ่อมแซมได้ดีขึ้น²¹⁻²³ ดังนั้นหากมีวิธีการเตรียมผิวที่สามารถยึดครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินกับวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองที่ใช้เสริมฐานด้านในได้ นอกจากจะลดปริมาณของวัสดุที่ต้องใช้จากการสร้างครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินใหม่ทั้งชิ้นซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง การใช้ครอบฟันชั่วคราวตัวเดิมโดยการเสริมฐานด้านในได้จะช่วยลดเวลาการทำงานในคลินิกได้โดยลดเวลาการแก้ไขการสบฟันหรือการปรับแต่รูปร่างครอบกับฟันข้างเคียงเมื่อเปรียบเทียบกับการสร้างครอบฟันชั่วคราวใหม่ทั้งชิ้น ในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการเตรียมผิวบิสเอคริลเรซินต่อความแข็งแรงยึดติดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองโดยเปรียบเทียบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคภายหลังการเตรียมพื้นผิว 2 แบบ คือ บิสเอคริลเรซินที่มีการเตรียมผิวด้วยการพ่นอะลูมิเนียมออกไซด์และการทาสารยึดติดเชิงเกลบอนด์ยูนิเวอร์สัลแอดฮีซีฟซึ่งเป็นแอดฮีซีฟที่มีไซเลนก่อนการยึดติดกับวัสดุวัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง



รูปที่ 1 (A) สูตรโครงสร้างของวัสดุบิสเอคริลเรซิน (B) สูตรโครงสร้างวัสดุไมโครฟิลบิสฟีนอลอะไกลซิไดเมทาไครเลต

Figure 1 (A) Bis-acryl composite molecule structure (B) Microfilled-Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate; Bis-GMA

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อวัสดุสร้างชิ้นงานครอบฟันชั่วคราวที่ใช้ในการศึกษา

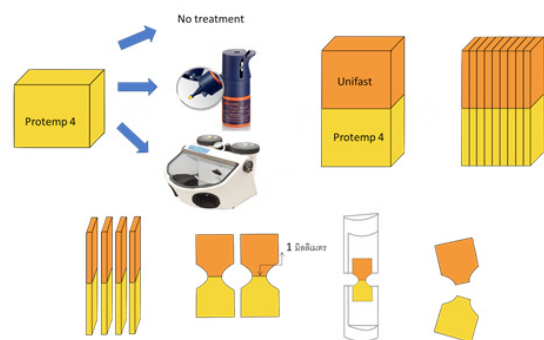
Table 1 Temporary product materials under investigation

Product	Polymerization method	Main components	Manufacturer	LOT number
UNIFAST™ TRAD (powder/monomer)	Autopolymerized	Methylmethacrylate Resin	GC America	1404224 (base) 1406042 (monomer)
Protemp™4	Autopolymerized	Bis-acryl resin	3M ESPE	628352 (base) 644848 (catalyst)
Single Bond Universal Adhesive	One-step bottle Light- cured	MDP Phosphate monomer Dimethacrylate resins HEMA Vitrebond™ Copolymer Filler Ethanol Initiators Silane Water	3M ESPE	642536

การเตรียมชิ้นตัวอย่างและการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

เตรียมชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานความต้านทานแรงดึงยึดติดของวัสดุทันตกรรมและกาวยึดติด (ISO/TS 11405)²⁴ โดยฉีดวัสดุบิสแอกริลเรซิน (Bis-acryl resin composite; Protemp™4, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ซึ่งประกอบด้วยส่วนเบส (base) และตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ฉีดป็นผสมบนแม่แบบอะคริลิกใส ทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และสูง 5 มิลลิเมตร ปิดด้วยแผ่นแก้วผิวเรียบ รอวัสดุแข็งตัว ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นตัวอย่างและตัดชิ้นงานด้านนอกเพื่อให้ชิ้นงานที่มาทดสอบไม่มีฟองอากาศหรือหรือพูน นำชิ้นงานมาแช่ในสารละลายน้ำลายเทียม 14 วัน แบ่งชิ้นงานเป็น 3 กลุ่ม แสดงดังรูปที่ 2 คือ กลุ่ม 1 เตรียมผิวให้ขรุขระด้วยการพ่นผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน แรงดัน 2 บาร์ ห่างจากผิวสัมผัส 1 เซนติเมตร เป็นเวลา 5 วินาที กลุ่ม 2 เตรียมผิวด้วยการทำสารยึดติดระบบขั้นตอนเดียวซึ่งเกิดบอนด์ยูนิเวิลล์ซีลแอดฮีซีฟ 1 ชั้น เป่าพื้นผิวให้แห้ง ทำการฉายแสง 20 วินาทีและกลุ่ม 3 คือ กลุ่มที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ จากนั้นผสมวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์ (UNIFAST™TRAD, GC America, USA) โดยใช้อัตราส่วนตามคำแนะนำของบริษัทคือ ผง 1 กรัม ต่อน้ำมอนอเมอร์ 0.5 มิลลิลิตร ผสมส่วนผงและน้ำให้เข้ากันนำใส่ในแม่

แบบที่มีฐานด้านล่างเป็นวัสดุบิสแอกริลเรซินที่ผ่านการเตรียมผิวและไม่เตรียมผิว เมื่อชิ้นงานแข็งตัวแล้ว ตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (low speed cutting machine, Buehler, Illinois, USA) ให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร และตัดชิ้นงานเป็นรูปดัมเบล โดยมีหน้าตัดกว้าง 1 มิลลิเมตร²⁵ ด้วยหัวกรอเพชรความเร็วสูง



รูปที่ 2 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดติด

Figure 2 Prepared specimen for microtensile bond strength test

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค

ชิ้นงานถูกยึดกับเครื่องทดสอบด้วยกาวยึดชิ้นงาน (Model Repair II Blue, Dentsply-Sankin, Japan) ทำการ

ทดสอบความแข็งแรงยึดติดโดยใช้เครื่องทดสอบสากล (Universal Testing Machine, EZ-S, SHIMADZU, Japan) ด้วยความเร็วหัววัดในการเคลื่อนที่ (crosshead speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งชิ้นงานหัก บันทึกค่าแรงที่ทำให้ชิ้นงานหลุดออกจากกัน ในหน่วยนิวตัน นำไปคำนวณความแข็งแรงยึดติด (เมกะปาสคาล) ซึ่งเท่ากับค่าแรงดึง (นิวตัน) ต่อพื้นที่เฉลี่ยบริเวณแตกหัก (ตาราง มิลลิเมตร)

ศึกษาลักษณะการแตกหักของชิ้นงาน

นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงยึดติดมาตรวจสอบการแตกหักด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo Microscope; Nikon SMZ445 100X, Tokyo, Japan) เพื่อจำแนกการแตกหักเป็น 3 แบบ คือ

1. การแตกหักแบบเชื่อมแน่น (cohesive failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นภายในส่วนบิสแอะคริลเรซินโปรเทมส์ไฟร์หรือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์
2. การแตกหักแบบยึดติด (adhesive failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างส่วนบิสแอะคริลเรซินโปรเทมส์ไฟร์กับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์
3. การแตกหักแบบผสม (mixed failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของวัสดุสองชนิดและบริเวณภายในวัสดุชนิดใดชนิดหนึ่ง

ศึกษาพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด

ศึกษาพื้นผิวชิ้นงานโปรเทมส์ไฟร์ภายหลังการเตรียมผิวด้วยการทาสารซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟ และการพ่นผิวด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ เปรียบเทียบกับพื้นผิวโปรเทมส์ไฟร์ที่

ไม่ได้เตรียมผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด (Scanning electron microscope; Quanta 250, Eindhoven, Netheland) ด้วยระบบการเคลือบผิวชิ้นงานด้วยทองเพื่อความชัดเจนในการเห็น (modular coater system quorum model; Q150R, Tokyo, Japan)

ผลการศึกษา

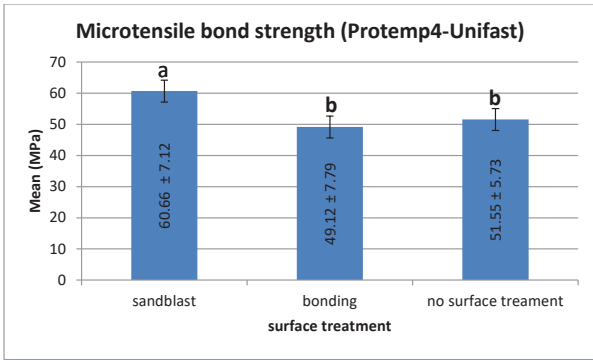
ผลการทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค (ตารางที่ 2)

จากการวิเคราะห์สถิติชาร์ปโลวิก (Shapiro-Wilk Test) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบโดยใช้สถิติพาราเมตริก (Parametric) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสถิติทูกีย์เอชเอสดี (Tukey's HSD) เนื่องจากมีความแปรปรวนของข้อมูลทุกชุดเท่ากัน ผลการทดลองพบว่า การเตรียมผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์บนผิวบิสแอะคริลเรซินให้ค่าแรงยึดติดสูงสุด (60.66 ± 7.12 เมกะปาสคาล) การเตรียมผิวด้วยสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟและการไม่เตรียมผิวใด ๆ ให้ค่าแรงยึดติดที่ต่ำกว่า คือ 49.12 ± 7.79 และ 51.55 ± 5.73 เมกะปาสคาล ตามลำดับ โดยพบว่ากลุ่มชิ้นงานที่มีการเตรียมผิวให้ขรุขระด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดแตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมผิว และแตกต่างกับกลุ่มที่เตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่มที่มีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟให้ค่าความแข็งแรงยึดติดไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมผิวใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในแผนภูมิแท่ง (รูปที่ 3)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค(เมกะปาสคาล)ของการเตรียมพื้นผิวที่ต่างกันบนบิส แอะคริลคอมโพสิต (โปรเทมส์ไฟร์) เมื่อยึดด้วยวัสดุอะคริลิกชนิดบ่มตัวเอง(ยูนิฟาสต์เทรค)

Table 2 Mean microtensile bond strength (MPa) of different surface treatments on bis-acryl composite (ProtempTM4) bonding with self-curing acrylic resin(UNIFASTTMTRAD)

Group	Surface condition on Protemp TM4- UNIFASTTM	n	Microtensile bond strength (Mean±SD) (MPa)	Mode of fracture (pieces)		
				cohesive	adhesive	mix
1	Sandblast	20	60.66 ± 7.12	12	3	5
2	Single bond universal adhesive	20	49.12 ± 7.79	9	9	2
3	No surface treatment	20	51.55 ± 5.73	7	9	4
				28	21	11



รูปที่ 3 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดติดในการทดลองตัวอักษรตัวพิมพ์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Figure 3 Bar graph for average mean microtensile bond strength. The same letter indicate no statistical differences.

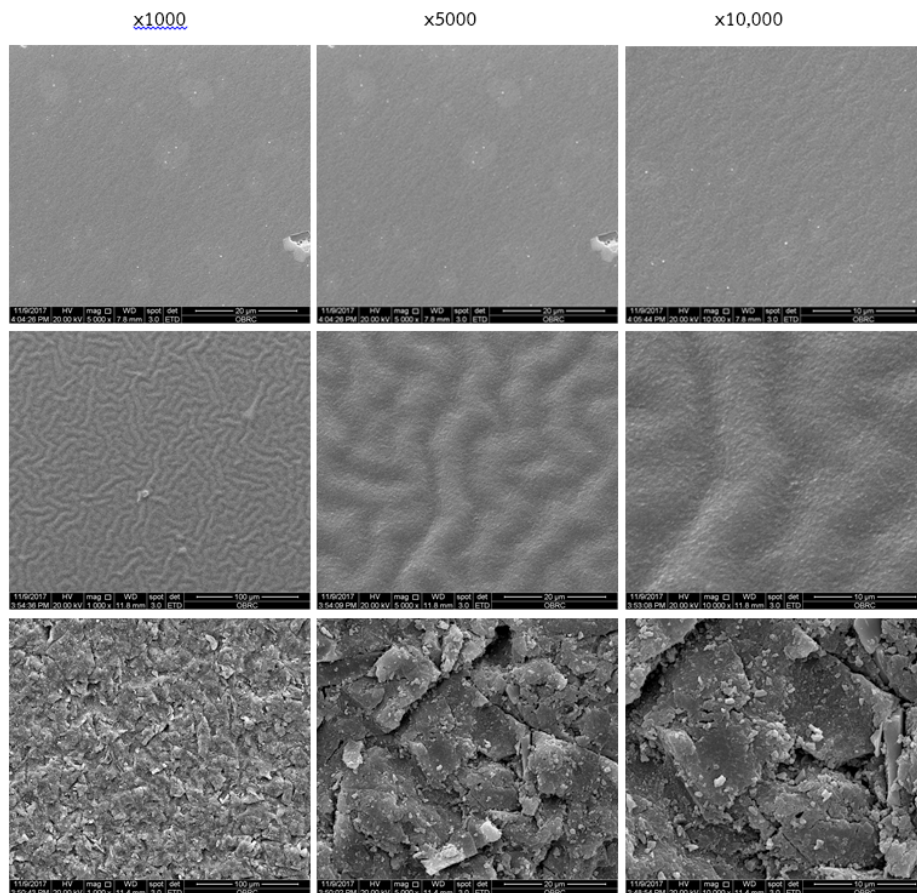
ผลการศึกษาลักษณะการแตกหักของชิ้นงาน

จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มบิสแอะคริลเรซินที่ผ่าน

การเตรียมผิวด้วยการพ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดด้วยวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีลักษณะการแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในชิ้นงาน ซึ่งเป็นการแตกหักแบบเชื่อมแน่นร้อยละ 60 (12 ชิ้นใน 20 ชิ้น) แต่พบว่ากลุ่มที่มีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวิร์ลเซลแอดฮีซีฟและกลุ่มที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ ก่อนการยึดด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นพบที่บริเวณรอยต่อและภายในชิ้นงานในจำนวนใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

ผลการศึกษาพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด (รูปที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบพื้นผิวโปรเทมส์ไฟร์ก่อนการเตรียมผิวพบมีลักษณะผิวเรียบ (แถวบน) พื้นผิวที่ทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวิร์ลเซลแอดฮีซีฟมีลักษณะเป็นคลื่นซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่กำลังขยาย 5000 เท่า (แถวกลาง) และพื้นผิวที่มีการเตรียมผิวด้วยการพ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีลักษณะพื้นผิวขรุขระอย่างเห็นได้ชัดเจน (แถวล่าง)



รูปที่ 4 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราดบริเวณพื้นผิวโปรเทมส์ไฟร์ (กำลังขยาย 1000, 5000 และ 10,000 เท่า จากซ้ายไปขวา) แถวบน แสดงกลุ่มไม่มีการเตรียมผิว, แถวกลางแสดงกลุ่มที่ทาผิวด้วยซิงเกิลบอนด์ยูนิเวิร์ลเซลแอดฮีซีฟ, แถวล่างแสดงพื้นผิวที่พ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน

Figure 4 Scanning electron microscope on surface of ProtempTM4 from left to right (x1000, x5000, x10,000), (upper row; no treatment), (middle row; apply single bond universal adhesive), (lower row; sandblasting with Al_2O_3 50 micron)

บทวิจารณ์

คุณสมบัติของครอบฟันชั่วคราวไม่เพียงต้องมีความสวยงามและความแข็งแรงที่สร้างความมั่นใจในรอยยิ้มและทำให้ผู้ป่วยสามารถใช้งานได้ในช่วงระยะเวลาก่อนได้งานครอบฟันจริงแล้ว ครอบฟันชั่วคราวควรสามารถเพิ่มเติมแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อการซ่อมแซมส่วนที่แตกบิ่นหรือเติมรูปร่างในส่วนที่ขาดหรือหลวมได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงตรงตามคุณสมบัติในอุดมคติซึ่งการเลือกวัสดุอาจขึ้นกับปัจจัยที่ต้องการ เช่น ง่ายต่อการจัดการ (ease of manipulation) ราคาและความคุ้มค่า (cost effectiveness) ความสวยงาม (esthetic) ความแข็งแรง (strength) ความแนบสนิทกับฟันหลัก (marginal fit)¹ ดังนั้นหากทันตแพทย์เข้าใจถึงองค์ประกอบและคุณสมบัติของวัสดุจะช่วยให้การทำการครอบฟันชั่วคราวผู้ป่วยเป็นเรื่องง่ายขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการทำงานทั้งกับทันตแพทย์และผู้ป่วยเอง วัสดุทำครอบฟันชั่วคราว สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามองค์ประกอบของวัสดุ คือ 1) กลุ่มโพลีเมทิลเมทาไครเลต (Polymethylmethacrylate; PMMA) 2) โพลีเอทิลเมทาไครเลต (Polyethylmethacrylate; PEMA) 3) ไมโครฟิลลิสพีนอลอะไกลซิไดวไดเมทาไครเลต (Microfilled-Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate; Bis-GMA) 4) ยูรีเทนไดเมทาไครเลต (Urethane Dimethacrylate; UDMA)^{1,26} โปรเทมส์โฟร์ (Protemp™4) เป็นวัสดุในกลุ่มบิสเอคริลเรซินที่ได้รับการนิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน มีโครงสร้างประกอบด้วยวงแหวนอะโรมาติกเอสเทอร์ที่มีแขนทั้งสองข้างจับกับสายโซ่โมเลกุลที่เป็นร่างแหและมีองค์ประกอบของซิลิกาและฟิลเลอร์บิสพีนอลอะไกลซิไดวเมทาไครเลต ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต ได้รับการนิยมนำมาใช้เป็นวัสดุชั่วคราวสำหรับครอบฟัน สะพานฟัน วีเนียร์และออนเลย์ สามารถเกิดพอลิเมอร์ได้โดยไม่ต้องใช้แสงผลิตออกมาในรูปแบบปืนผสม (automix dispenser gun) การใช้งานจำเป็นต้องต่อหัวผสม (mixing tip) เพื่อให้ส่วนเบส และตัวเร่งปฏิกิริยาผสมกัน ในกรณีที่มีการกรอปรับแต่งฟันหลักเพิ่มเติมภายหลังใส่ครอบฟันชั่วคราวไป กระบวนการเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวบนฟันหลักช่วยทำให้ครอบฟันชั่วคราวมีความแนบสนิทกับฟันหลักได้อีกครั้ง แต่ยังคงมีการศึกษาน้อยมากที่กล่าวถึงวัสดุที่เหมาะสมในการซ่อมแซมวัสดุเอคริลเรซินโดยเฉพาะในเรื่องการเสริมฐาน หลายการศึกษาให้ความเห็นว่าการซ่อมแซมวัสดุที่แตกหักด้วยการใช้วัสดุที่มีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน จะให้ความแข็งแรงของการยึดติดของการซ่อมแซมบนวัสดุได้ดีกว่าการใช้วัสดุที่มีโครงสร้างเคมีที่แตกต่างกัน โดยพบว่าการใช้วัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองในการซ่อมแซมครอบฟัน

ชั่วคราวบิสเอคริลเรซินให้ความแข็งแรงในการยึดติดน้อยกว่าการใช้วัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตเอง เนื่องจากสูตรโครงสร้างเคมีที่ไม่คล้ายคลึงกันจึงไม่สามารถเข้าจับกันได้ (incompatibility) ระหว่างวัสดุที่นำมาซ่อมแซม^{19,26} การศึกษาของ Hammond BD และคณะ¹³ แนะนำให้ใช้วัสดุเรซินคอมโพสิต ชนิดไหลแผ่ (flowable composite resin) ในการซ่อมครอบฟันบิสเอคริลเรซิน^{13,17,19} ซึ่งมีสีให้เลือกใช้ มีความหนืดที่เหมาะสม เวลาการทำงานที่เพียงพอใช้งานง่ายโดยใช้ปลายหัวฉีดที่มีขนาดเล็กฉีดบริเวณตำแหน่งที่ต้องการซ่อมแซมโดยไม่ต้องผสมส่วนผงกับส่วนโมโนเมอร์ดังเช่นกลุ่มวัสดุเมทิลเมทาไครเลต ไม่สิ้นเปลืองปลายหลอดผสม เช่น การซ่อมแซมด้วยวัสดุบิสเอคริลเรซินเองที่ต้องใช้หลอดผสมในการผสมเบสและตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนั้นวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ยังไม่มีการหดตัวภายหลังเกิดปฏิกิริยาทำ และมีความแข็งแรงของแรงยึดติดที่มีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามในการใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ในการเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากความหนืดที่ต่ำ ไม่คงตัวและการแข็งตัวที่ต้องใช้แสง มีเพียงการศึกษาของ Lee J และ Lee S¹⁰ พบว่า วัสดุกลุ่มเมทิลเมทาไครเลตสามารถนำมายึดหรือซ่อมแซมกับวัสดุกลุ่มบิสเอคริลเรซินได้ โดยให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกับการยึดกันเองระหว่างวัสดุกลุ่มบิสเอคริลเรซิน และไม่แตกต่างกับการยึดวัสดุบิสเอคริลด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ซึ่งเป็นที่มาให้การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลของการเตรียมผิวของวัสดุเพิ่มเติมเพื่อให้การใช้งานทางคลินิกในแง่การเสริมฐานครอบฟันมีการยึดอยู่มากขึ้น จากองค์ประกอบของบิสเอคริลเรซินที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต การศึกษาวัสดุกลุ่มนี้จึงต้องอ้างอิงจากวัสดุกลุ่มวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต กลไกที่มีความสำคัญต่อการยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับวัสดุที่นำมาซ่อมแซมหรือยึดติด มี 2 กลไกหลัก คือ การสร้างการยึดติดทางกลและการสร้างการยึดติดทางเคมี ซึ่งการสร้างการยึดติดเชิงกล^{14,17,28} ได้แก่ การทำผิวให้ขรุขระด้วยหัวกรอเพชร (diamond bur) การพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ (sandblasting) การขัดด้วยกระดาษทราย (abrasive paper) การใช้กรดเข้มข้นสูง การสร้างการยึดติดทางเคมี คือ การทำผิวบริเวณซ่อมแซมด้วยสารยึดติด (unfilled resin bonding) ชนิดบิสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) หรือ ทีอีจีดีเอ็มเอ (TEGDMA) จะทำให้พื้นผิวมีความเปียก (surface wetting) ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีของสารที่มีความหนืดต่ำที่ใช้ในการซ่อมแซมได้ดี^{19,26,29} บางการศึกษาแนะนำว่าการใช้ไฮเลนทาผิวบริเวณซ่อมแซม

สามารถเพิ่มความแข็งแรงการยึดติดของสารทางเคมีได้เช่นกัน^{27,30,31} จากผลการทดลองพบว่า การเตรียมผิวบิสแอสอีพอกซีเรซินให้ขรุขระด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดติดด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เตรียมผิวและกลุ่มที่ทาสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นผิวอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นการสร้างการยึดติดเชิงกลที่สำคัญที่สุดเนื่องจากเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้วัสดุที่นำมาซ่อมแซมสามารถเข้าไปในช่องว่างที่เกิดขึ้น^{30,31} ในการศึกษาพบการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์อาจทำให้ค่าแรงยึดติดต่ำหากเกิดการการสะสมของสิ่งสกปรกบนพื้นผิวที่ทำการซ่อมแซมหรืออาจเกิดค่าแรงยึดต่ำจากวัสดุที่นำมาซ่อมแซมมีความเหนียวเกินไป^{32,33} มีงานวิจัยพบว่า การพ่นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกทำความสะอาดพบค่าแรงยึดติดของการซ่อมแซมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้หัวกรอร่วมกับการทำความสะอาดด้วยกรดหรือกลุ่มที่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกร่วมกับไซเลน งานวิจัยดังกล่าวได้กล่าวถึงผลของแรงยึดส่วนใหญ่เกิดจากผลของการเป่าผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ เนื่องจากการสร้างการยึดติดเชิงกลวิธีอื่น เช่น การใช้หัวกรอร่วมกับการใช้กรดให้ผลค่าแรงยึดติดของการซ่อมแซมที่ต่ำ การใช้กรดฟอสฟอริกกัดเพียงอย่างเดียวไม่ได้ทำให้เกิดค่าแรงยึดในการซ่อมที่เพิ่มขึ้นเป็นเพียงการทำความสะอาดผิวให้สะอาด^{28,34,35} สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าพื้นผิวของเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีความขรุขระมากกว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) หรือ การใช้โซ่ซิติลิกฟอสเฟตฟลูออไรด์ (aciduric phosphate fluoride) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด^{28,36} และพบว่า การใช้อะลูมิเนียมออกไซด์ให้ความแข็งแรงของแรงยึดที่ซ่อมสูงสุด แม้ความแข็งแรงของการซ่อมจะลดความแข็งแรงลงจากวัสดุตั้งต้นเดิมและการแตกเป็นลักษณะเชื่อมแน่น ร้อยละ 45 ถึง 70³⁶ จากผลการทดลองพบว่า การใช้สารยึดติดที่มีองค์ประกอบของไซเลนทาบนพื้นผิวบิสแอสอีพอกซีเรซินก่อนการยึดติดกับวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงของยึดติดเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากไซเลนที่ไม่สามารถเชื่อมยึดกับโครงสร้างของโมเลกุลทั้งสองวัสดุได้และไม่ทำให้สารที่ถูกยึดมีความเปียก (wettability) ด้วยข้อจำกัดของงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะการเตรียมผิวที่มีแค่ 2 ชนิด และไม่ได้มีกลุ่มการทดลองที่ศึกษาการเตรียมผิวทั้งสองชนิดร่วมกันระหว่างการพ่นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์และการทาสารยึดติด แต่จากงานวิจัยการซ่อมแซมวัสดุเรซินคอมโพสิตที่แตกหักที่มีการใช้สารยึดติดภายหลังการใช้อะลูมิเนียมออกไซด์พบว่า การใช้สารยึดติดหรือแอตซีซีพไมโนเมอร์สามารถเพิ่มความแข็งแรง

ให้แก่วัสดุเรซินคอมโพสิตที่ซ่อมแซมได้^{22,24,27} โดยเฉพาะกลุ่มสารยึดติดที่ประกอบด้วยบิสอีพอกซีพไมโนเมอร์คลอโรฟอสเฟตเอสเทอร์³⁸⁻⁴⁰ เนื่องจากส่วนฟอสเฟตเป็นกลุ่มที่มีขี้มีความสามารถเหนียวในตัวเติมที่เป็นสารอนินทรีย์ได้ (inorganic filler) โดยการยึดกับไซเลนและไฮโดรเจน โดยจะมีการสร้างพันธะโควาเลนต์กับส่วนกลุ่มเมทาโครเลตที่ยังมีส่วนแขนวางอยู่²² นอกจากนี้การใช้สารยึดติดแอตซีซีพยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติให้พื้นผิวเปียกเพิ่มความสามารถในการที่สารจะถูกนำพาไปในช่องว่างให้มีการเกาะยึดได้ (wetting)⁴¹ แต่หากว่าพื้นผิวที่ทำการยึดมีตัวเติมที่ทำปฏิกิริยาได้เหลืออยู่น้อย การใช้สารยึดติดที่มีไซเลนอาจไม่ได้ช่วยให้เกิดการสร้างค่าแรงยึดที่มากขึ้น มีหลายการศึกษาที่ศึกษาผลของการใช้ไซเลนที่เกี่ยวข้องกับผลของแรงยึดไซลอคเซนที่สร้างขึ้นระหว่างเรซินและตัวเติม^{24,42,43} แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่าหากเกิดแรงยึดขึ้นจากไซเลนจริงก็จะเป็นความแข็งแรงที่อ่อนแอที่สุด และพบว่าการใช้ไซเลนไม่ได้ทำให้ค่าความแข็งแรงของการซ่อมแซมวัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตสูงขึ้น หรือบางครั้งอาจพบว่าน้อยลง^{44,45} เช่นเดียวกับบางการศึกษาพบว่า การทำให้ผิวขรุขระด้วยการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์เพียงอย่างเดียวทำให้เกิดความแข็งแรงของการซ่อมแซมมากที่สุด และพบว่าการสร้างการยึดทางเคมีด้วยการทาสารยึดติดและไซเลนไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น^{19,28} จากการศึกษาวิเคราะห์การแตกหักพบว่า เมื่อบิสแอสอีพอกซีเรซินมีการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองพบการแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในส่วนชิ้นงาน ในขณะที่เมื่อมีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดพบการแตกหักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อเพิ่มขึ้นเท่ากับการแตกหักภายในส่วนชิ้นงาน และพบว่าบิสแอสอีพอกซีเรซินที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ พบการแตกหักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อมากกว่าภายในส่วนชิ้นงานซึ่งบ่งชี้ว่าการเตรียมผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีผลให้เกิดความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นซึ่งเห็นได้จากสัดส่วนของการแตกหักแบบเชื่อมแน่นหรือการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของพื้นผิวภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าที่ กำลังขยาย 10,000 เท่าพื้นผิวที่พ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีความขรุขระเป็นอนุภาคขนาดเล็กซ้อนทับกันซึ่งแตกต่างจากภาพที่เห็นบนพื้นผิวบิสแอสอีพอกซีเรซินที่ไม่มีการเตรียมผิวและพื้นผิวที่มีการทาสารยึดติดที่พบความขรุขระแต่เป็นลักษณะอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าซ้อนทับกัน อนุภาคขนาดใหญ่อาจเกิดจากความขรุขระของชิ้นงานบิสแอสอีพอกซีเรซินเองเนื่องจากในการทดลองผู้วิจัยไม่ได้ทำการขัดแต่งชิ้นงานแต่ใช้การปิดแผ่นแก้วใสให้ขนานกับชิ้นงานและไม่ให้เกิดฟองอากาศ การที่ไม่ขัดแต่งชิ้นงานในงานวิจัย

เนื่องจากต้องการจำลองลักษณะการเสริมฐาน ซึ่งบริเวณพื้นผิว ด้านในไม่มีการขัดแต่ง การทดลองนี้เพื่อให้เกิดการจำลอง ลักษณะการใช้งานของครอบฟันชั่วคราวบิสแอสเรซินในช่อง ปากที่อาจพบการแก้ไขครอบฟันชั่วคราวภายหลังการติดตาม ประเมินผลจึงทำการแช่ในสารละลายน้ำลายเทียม 14 วัน ดังนั้น คุณสมบัติของบิสแอสเรซินที่จำลองการใช้งานอาจมีความแตกต่างกับบิสแอสเรซินที่สร้างขึ้นใหม่และต้องการซ่อมแซมด้วย วัสดุใด ๆ ก็ตาม วัสดุบิสแอสเรซินที่ใหม่จะยังไม่ปนเปื้อนกับ น้ำลาย จึงมีความแตกต่างในเรื่องความสามารถของพันธะที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated double bond) ที่ลดลง การลดความสามารถ ของการละลายหรือการซึมเข้าผ่านในบิสแอสเรซิน^{11,44,46} ความ แข็งแรงของแรงยึดระหว่างวัสดุที่ผ่านการใช้งานแล้วและวัสดุใหม่ ที่นำมาซ่อมแซม ขึ้นอยู่กับ พันธะของแกนคาร์บอนที่สามารถทำ ปฏิกิริยาได้ (unreacted C=C double bonds) หรือชั้นผิวหน้า ของวัสดุที่ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันถูกยับยั้งด้วยออกซิเจน (oxygen-inhibited nonpolymerized resin)⁴⁷ ซึ่งมักมีจำนวนน้อย ลงหลังเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์แล้ว ทำให้วัสดุใหม่ที่นำมาซ่อมแซม เกิดปฏิกิริยาการยึดติดที่น้อยลงและพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปยิ่งทำให้ วัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตมีการยึดติดน้อยลงเนื่องจากส่วนที่มีความ สามารถในการทำปฏิกิริยานี้น้อยลง³⁶ เมื่อวัสดุเรซินคอมโพสิตมี การปนเปื้อนจากน้ำลายหรือผ่านการขัด การใช้งาน ค่าความแข็งแรงของเรซินคอมโพสิตใหม่จะน้อยลง 25 % ถึง 80 %^{33,40} จากการศึกษาการซ่อมแซมวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการใช้งานจนมีการ แตกบิ่นและได้รับการซ่อมแซม³⁶ พบว่าการสร้างพื้นผิวบริเวณที่ ซ่อมแซมด้วยการฟันผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับสารยึด ติดจะทำให้พื้นผิวมีความขรุขระ เกิดการสร้างการยึดติดเชิงกล ขนาดเล็กมาก (micro-mechanical interlocking) และยังมีเหลือ ส่วนของคาร์บอนที่มีแขนว่าง (residual free carbon)^{21,36,48} ซึ่ง จับกับสารคู่ควบไซเลนเพื่อยึดส่วนของเรซินเมทริกซ์กับส่วนของ สารเติมที่มีการแผ่รังสีโมโนเมอร์สามารถผ่านเข้าไปยังช่องรูพรุนที่ เกิดขึ้นภายหลังจากการทำให้ขรุขระได้ จึงทำให้ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติดของการซ่อมแซมวัสดุบิสแอสเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการ ใช้งานแสดงว่า การทำผิวให้ขรุขระด้วยวิธีการเป่าอะลูมิเนียม ออกไซด์มีบทบาทสำคัญในการซ่อมแซมมากกว่าการทำให้เกิดการ ยึดทางเคมี^{22,24,36} ในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องวัสดุที่ใช้ในการ ศึกษา ไม่เพียงแต่วัสดุบิสแอสเรซินที่ใช้ในการทดสอบมีเพียง ชนิดเดียว และมีเพียงการเตรียมพื้นผิวแค่ 2 วิธี โดยเลือกการฟัน ผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นตัวแทนการยึดติดเชิงกลซึ่ง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการซ่อมแซมงานวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต

และการสารยึดติดที่มีไซเลนเป็นการเตรียมผิวในการยึดติดทาง เคมี แต่ในทางคลินิกวิธีสร้างการยึดติดในครอบชั่วคราวบิสแอสเรซิน ยังมีอีกหลายวิธี เช่น การใช้หัวกรอ การใช้กรดความเข้มข้น หรือการใช้วิธีทางกลร่วมกับการใช้สารยึดติด ในงานวิจัยนี้ เป็นการทดลองโดยใช้น้ำลายเทียมซึ่งสังเคราะห์จากห้อง ปฏิบัติการเพื่อควบคุมองค์ประกอบในน้ำลายให้คงที่ในทุก กลุ่มทดลองและมี องค์ประกอบใกล้เคียงกับน้ำลายจริง อีกทั้ง การเก็บรักษาเป็นไปได้ง่ายกว่า ข้อจำกัดในงานวิจัยนี้คือ ไม่ สามารถจำลองแรงบดเคี้ยวที่เกิดขึ้นจริงจากการใช้ครอบฟัน ชั่วคราว และไม่ได้ใช้วิธีเทอร์โมไซคลิง (thermocycling) อย่างไร ก็ตามผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าการสร้างการยึดติดเชิงกลด้วยการทำ ผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีผลต่อความแข็งแรงยึดติด มากกว่าการใช้สารยึดติดที่มีองค์ประกอบไซเลน นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้สารยึดติดไม่มีผลต่อความแข็งแรงยึดติดที่เพิ่มขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับการไม่ทำการเตรียมผิวใด ๆ แม้ว่าวิธีการเสริมฐาน ด้านในครอบฟันชั่วคราวบิสแอสเรซินเดิมจะให้ความแข็งแรง ทางโครงสร้างน้อยกว่าการทำวัสดุขึ้นใหม่ที่ซึ่งจากจำนวนอนุมูล อิสระที่น้อยลง (free radicals) และมีการดูดซึมของเหลวหรือน้ำลายในพื้นผิวแต่การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวอาจเป็น ทางเลือกให้กับทันตแพทย์ และผู้ป่วย ซึ่งไม่เพียงเป็นการลด ระยะเวลาจากการกรอแต่งสร้างครอบฟันชั่วคราวใหม่ทั้งซี่แล้ว ยังช่วยลดความเสี่ยงของการใช้การใช้วัสดุบิสแอสเรซินที่มีราคาสูง

บทสรุป

ผลของการเตรียมผิวบนบิสแอสเรซินด้วยการฟันผิว ให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่ม อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการใช้งานทางคลินิกเมื่อมีความ จำเป็นต้องเสริมฐานภายในครอบฟันชั่วคราวบิสแอสเรซินด้วย เรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองเพื่อให้มีความแนบสนิทกับพื้นหลัก ควร กำจัดเอาส่วนผิวที่มีการปนเปื้อนน้ำลายและซีเมนต์ชั่วคราวที่ติด ค้างคงเหลือในผิวครอบฟันชั่วคราวให้สะอาดและเตรียมผิวด้าน ในครอบฟันชั่วคราวด้วยวิธีการฟันผิวด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ เพื่อเพิ่มแรงยึดติดของวัสดุบิสแอสเรซินและเรซินอะคริลิกชนิด บ่มเอง อย่างไรก็ตามการเสริมฐานด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง ทันตแพทย์ควรระมัดระวังไม่ให้ผู้ป่วยได้รับการสัมผัสโมโนเมอร์ ต่อโพรงประสาทฟันรวมถึงเนื้อเยื่อรอบข้างโดยตรงซึ่งป้องกันได้ โดยทาวาสลีนปกป้องเนื้อเยื่อก่อนการเสริมฐานด้านในทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

1. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the committee on research in fixed prosthodontics of the academy of fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90(5):474-97.
2. Christensen GJ. Provisional restorations for fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc* 1996;127(2):249-52.
3. Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O, Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. *J Prosthodont* 2009;18(6): 507-11.
4. Haselton DR, Arnold AMD, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2002;87(2):225-8.
5. Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. *Dent Today* 2007; 26(11):128-33.
6. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2005;93(1):70-5.
7. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bisacryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent* 2015;114(4):594-601.
8. Wang RL, Moore BK, Goodacre CJ, Swartz ML, Andres CJ. A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. *Int J Prosthodont* 1989;2(2):173-84.
9. Floyd CJ, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA and UDMA-based resin systems. *Dent Mater* 2006;22(12):1143-9.
10. Mei ML, So SYC, Li H, Chu CH. Effect of heat treatment on the physical properties of provisional crowns during polymerization: An *in vitro* study. *Materials* 2015;8(4):1766-77.
11. Kadiyala K, Badisa M, Anne G, Anche SC, Chiramana S, Muvva SB, *et al.* Evaluation of flexural strength of thermocycled interim resin materials used in prosthetic rehabilitation-an *In-vitro* study. *J Clin Diagn Res* 2016;10(9):91-5.
12. Ewoldsen N, Sundar V, Benett W, Kanya K, Magyar K. Clinical evaluation of a visible light-cured indirect composite for long-term provisionalization. *J Clin Dent* 2008;19(1):37-41.
13. Hammond BD, Cooper JR, Lazarchik DA. Predictable repair of provisional restorations. *J Esthet Restor Dent* 2009;21(1):19-24.
14. Hickel R, Brushaver K, Ilie N. Repair of restorations criteria for decision making and clinical recommendations. *Dent Mater* 2013;29(1):28-50.
15. Koumjian JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):654-7.
16. Aschheim KW. *Ethetic Dentistry: A clinical approach to technique and materials.* 3rd ed. Mosby; 2015. p. 199-226.
17. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Repair of bis-acryl provisional restoration using flowable composite resin. *J Prosthet Dent* 2004;92(5):500-2.
18. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of Provisional Restorations' Deficiencies: A Literature Review. *J Esthet Restor Dent* 2012;24(1):26-38.
19. Hagge MS, Lindemuth JS, Jones AG. Shear bond strength of bis-acryl composite provisional material repaired with flowable composite. *J Esthet Restor Dent* 2002;14(1):47-52.
20. Shim J, Park Y, Manaloto A. Shear bond strength of four different repair materials applied to bis-acryl resin provisional materials measured 10 minutes, one hour, and two day after bonding. *Oper Dent* 2014;39(4):147-53.
21. Swift EJ, Cloe BC, Boyer DB. Effect of a saline coupling agent on composite repair strength. *Am J Dent* 1994;7(4):200-2.
22. Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resins. An *in vitro* study. *J Dent* 1998;26(8):685-94.
23. Nilsoon E, Alaeddin S, Karisson S, Milleding P, Wennerberg A. Factors affecting the shear bond strength of bonded composite inlays. *Int J Prosthodont* 2000;13(1):52-8.
24. International Organization for Standardization. ISO/TS 11405:2003 Dental materials Testing of adhesion to tooth structure. Switzerland. Geneva: ISO; 2003.
25. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, *et al.* The Microtensile Bond Test: A Review. *J Adhesive Dent* 1999;1(4):299-309.
26. Wassell RW, St George G, Ingledew RP, Steele JG. Crowns and other extracoronary restorations provisional restorations. *Br Dent J* 2002;192(11):619-30.
27. Ozcan M, Corazza PH, Marocho SM, Barbosa SH, Bottino MA. Repair bond strength of microhybrid, nanohybrid and nanofilled resin composites: effect of substrate resin type, surface conditioning and ageing. *Clini Oral Invest* 2013;17(7):1751-7.
28. Melo MA, Moyses MR, Santos SG, Alcantara CE, Ribeiro JC. Effects of different surface treatments and accelerated artificial aging on the bond strength of composite resin repairs. *Braz Oral Res* 2011;25(6):485-91.
29. Vankerckhoven H, Lambrechts P, van Beylen M, Davidson CL, Vanherle G. Unreacted methacrylate groups on the surface of composite resins. *J Dent Res* 1982;61(6):791-5.
30. Bacchi A, Consani RL, Sinhoreti MA, Feitosa VP, Cavalcante LM,

- Pfeifer CS, *et al.* Repair bond strength in aged methacrylate-and silorane-based composites. *J Adhes Dent* 2013;15(5):447-52.
31. Gregory WA, Pounder B, Bakus E Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):664-8.
32. Nassoohi N, Kazemi H, Sadaghiani M, Mansouri M, Rakhshan V. Effects of three surface conditioning techniques on repair bond strength of nanohybrid and nanofilled composites. *Dent Res J (Isfahan)* 2015;12(6):554-61.
33. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Jr, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005;7(1):41-9.
34. Swift EJ, Le Valley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for resin composite repair. *Dent Mater* 1992;8(6):362-5.
35. Oztas N, Alacam A, Bardakcy Y. The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair. *Oper Dent* 2003;28(2):149-54.
36. Sauders WP. Effect of fatigue upon the interfacial bond strength of repaired composite resins. *J Dent* 1990;18(3):158-62.
37. Azarbal P, Boyer DB, Chan KC. The effect of bonding agents on the interfacial bond strength of repaired composites. *Dent Mater* 1986;2(4):153-5.
38. Puckett AD, Holder R, O'Hara JW. Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. *Oper Dent* 1991;16(4):136-40.
39. Ozcan M, Alander P, Vallittu PK, Huysmans MC, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med* 2005;16(1):21-7.
40. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI. *et al.* Composite to composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhes Dent* 2007;9(1):25-31.
41. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 1997;10(6):279-83.
42. Furuse AY, da Cunha LF, Benetti AR, Mondelli J. Bond strength of resin-resin interfaces contaminated with saliva and submitted to different surface treatments. *J Appl Oral Sci* 2007;15(6):501-5.
43. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997;77(2):122-6.
44. Khosravanifard B, Anaraki SN, Faragha S, Sajjadi SH, Rakhshan H, Rakhshan V. Efficacy of 4 surface treatments in increasing the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to saliva-contaminated direct composites. *Orthod Waves* 2011;70:65-70.
45. Chay SH, Wong SL, Mohamed N, Chia A, Yap AU. Effects of surface treatment and aging on the bond strength of orthodontic brackets to provisional materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(5):577-9.
46. Padipatvuthikul P, Mair LH. Bonding of composite to water aged composite with surface treatments. *Dent Mater* 2007;23(4):519-25.
47. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM. Bonding to resurfaced posterior composite. *Dent Mater* 1989; 5(6):417-24.
48. Tezvergil A, Lassila LV, Vallittu PK. Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. *J Dent* 2003;31(8):521-5.

ประสิทธิผลของการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับของการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกเด็กดีคุณภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่มีทันตภิบาลประจำในจังหวัดพังงา: การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

Effectiveness of Audit and Feedback on Oral Health Performance in Qualified Well Child Clinic (WCC) with Full Time Dental Nurse at Sub-district Health Promoting Hospital in Phang Nga: Randomized Controlled Trial

ธนากร ศฤงคารชยธวัช¹ และ สุกัญญา เจียรวิวัฒน์²

Thanakorn Saringkanchayathawat¹ and Sukanya Tianviwat¹

¹นักศึกษาลำดับสูงสุดการฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพทันตกรรมสาขาทันตสาธารณสุข คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

¹Residency Training Program in Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla

²ภาควิชาทันตกรรมป้องกันคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

²Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาประสิทธิผลของการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับของการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกเด็กดีคุณภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ที่มีทันตภิบาลประจำ วิธีการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมแบบปกปิด 2 ด้าน ศึกษาในทันตภิบาลที่ปฏิบัติงานใน รพ.สต. จำนวน 14 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 7 คน เด็กพร้อมผู้ปกครองที่อยู่ในเขตรับผิดชอบของทันตภิบาล จำนวน 752 คู่ เป็นกลุ่มควบคุม 372 คู่ และกลุ่มทดลอง 380 คู่ ในกลุ่มทดลองทันตภิบาลจะได้รับการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งในภาพรวมและรายบุคคลแบบลับ จากนั้นร่วมกันวางแผนการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหา ประเมินผลการปฏิบัติงานของทันตภิบาลในประเด็นความครอบคลุมและความถูกต้องในการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ โดยการตรวจสอบแฟ้มประวัติ ประเมินผลพฤติกรรมดูแลสุขภาพช่องปากเด็กโดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ปกครองและประเมินความสะอาดของช่องปาก ที่เวลาเริ่มต้นและ 6 เดือนหลังการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับ ผลการวิจัยพบว่า อายุเฉลี่ยของเด็กที่เวลาเริ่มต้นคือ 22.4 ± 7.8 เดือนในกลุ่มควบคุมและ 20.8 ± 6.6 เดือนในกลุ่มทดลอง ที่ระยะเวลา 6 เดือนหลังจากตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับมีเด็กคงอยู่ในการศึกษาจำนวน 642 คน (ร้อยละ 85.4) อายุเฉลี่ยคือ 27.5 ± 7.1 เดือนในกลุ่มควบคุมและ 26.8 ± 6.4 เดือนในกลุ่มทดลอง พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องของความครอบคลุมและความถูกต้องในการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุของทันตภิบาล พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กของผู้ปกครองและความสะอาดของช่องปากเด็ก จากการศึกษาครั้งนี้สรุปผลได้ว่า การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถเพิ่มประสิทธิผลการดำเนินงานของทันตภิบาลที่ประจำใน รพ.สต. มีผลต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพช่องปากเด็ก และความสะอาดช่องปาก

คำสำคัญ: การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับ, การประเมินความเสี่ยงฟันผุ, พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากเด็ก, ทันตภิบาล, การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

Abstract

The main purpose was to study the effectiveness of audit and feedback on oral health performance in qualified Well Child Clinic (WCC) with full time dental nurse at Sub-district Health Promoting Hospital. This study was a double blind randomized controlled trial. The samples consisted of 14 dental nurses who worked at Sub-district Health Promoting Hospital (7 in control and 7 in intervention groups). Seven hundred and fifty two children and their guardians were included (372 pairs in control and 380 pairs in intervention groups). The intervention group received audit and feedback both at group level and confidential individual level. The tailor-made solving problem plan was developed after feedback. The dental nurses' performance evaluated by chart auditing for the coverage and the accuracy of caries risk assessment. The outcome evaluation was oral health care behavior of guardians and oral cleanliness. Structure questionnaire interviewing among guardians was used for oral health care behavior. Dental examination was conducted for oral cleanliness. The evaluation was implemented two times; at baseline and 6 months after intervention. The mean ages at baseline of children among control and intervention groups were 22.4 ± 7.8 and 20.8 ± 6.6 months, respectively. At 6 months after intervention, the number of existing children were 642 (85.4 %) with mean age 27.5 ± 7.1 months and 26.8 ± 6.4 months among control and intervention groups, respectively. There were statistically significance between both groups in the coverage and the accuracy of caries risk assessment by dental nurses, oral health care behavior and oral cleanliness of guardian and their children. In conclusion, audit and feedback improved the dental nurses' performance, parental oral health care behavior and children oral cleanliness.

Keywords: Audit and feedback, Caries risk assessment, Parental oral health care behavior, Dental nurse, Randomized controlled trial

Received Date: Jan 22, 2018

Revised Date: Mar 15, 2018

Accepted Date: Aug 15, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.44

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ธนากร ศฤงคารชยธวัช ภาควิชาทันตกรรมป้องกันคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112 ประเทศไทย โทรศัพท์: 081-5998457 อีเมลล์: dentkura@hotmail.com

Correspondence to:

Thanakorn Saringkanchayathawat. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla 90112 Thailand Tel: 081-5998457 Email: dentkura@hotmail.com

บทนำ

โรคฟันผุเป็นโรคที่พบมากในเด็กปฐมวัย จากการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากของประเทศไทย พบว่ามีแนวโน้มสภาวะปราศจากฟันผุที่สูงขึ้นในช่วง พ.ศ.2532-2537 แล้วลดลงในปี พ.ศ. 2543-2544 จากนั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 7 ปี 2555¹ พบว่า เด็กไทยอายุ 3 ปี มีสภาวะปราศจากฟันผุร้อยละ 48.3

ในปัจจุบันมีมาตรการในการป้องกันฟันผุในเด็กเล็กหลายมาตรการได้แก่ การประเมินความเสี่ยงในการเกิดฟันผุ กิจกรรมสอนผู้ปกครองแปรงฟันให้เด็กและการให้ฟลูออไรด์เสริม²⁻³ ในประเทศไทยพบว่าได้มีการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าวทุกมาตรการในทุกระดับของสถานบริการสาธารณสุขในประเทศไทย ภายใต้การดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกเด็กดี จาก

การประเมินผลการจัดบริการส่งเสริมป้องกันสุขภาพช่องปากในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ปี 2557 พบว่า ร้อยละ 67.3 ของ รพ.สต. มีกิจกรรมการตรวจช่องปากและการประเมินความเสี่ยงต่อโรคฟันผุของเด็ก ร้อยละ 63.8 มีกิจกรรมการฝึกพ่อแม่/ผู้ดูแลเด็กแปรงฟันแบบลงมือปฏิบัติ และ ร้อยละ 64.3 มีการทาฟลูออไรด์วานิชในเด็กกลุ่มเสี่ยงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง อย่างไรก็ตามพบว่าสถานะฟันผุในกลุ่มเด็กเล็กยังสูง⁴

จากการศึกษาสถานการณ์การจัดบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขปี 2552 ซึ่งจัดให้มีบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการตรวจและให้คำแนะนำการดูแลสุขภาพช่องปากในหญิงตั้งครรภ์และเด็กในโรงพยาบาลและพบว่ามีความครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 98 แต่ยังคงต้องปรับปรุงเรื่องคุณภาพของการดำเนินงาน เช่น กิจกรรมสอนผู้ปกครองแปรงฟันให้เด็กซึ่งมีการฝึกทักษะจริงเพียงร้อยละ 15⁵

จากการทบทวนวรรณกรรมเรื่องกลวิธีการปรับปรุงคุณภาพงานพบว่ามีหลายแนวทาง ได้แก่ การใช้แนวทางการปฏิบัติอ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์ (guideline), การศึกษาต่อเนื่อง (continuing education), การให้ค่าตอบแทนตามผลงาน (pay for performance) และการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับ (audit and feedback)

แนวทางการปฏิบัติอ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นวิธีที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของงาน โดยสามารถใช้ในการปรับปรุงและติดตามคุณภาพของการทำงาน หรือใช้ในการสื่อสารเพื่อการตัดสินใจร่วมกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานด้านสาธารณสุขและผู้มารับบริการ⁶⁻⁹ แต่ในบางการศึกษาพบว่าผู้เชี่ยวชาญในวิชาชีพส่วนใหญ่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเนื่องจากคิดว่าไม่มีอิสระในการเลือกทางเลือกในการรักษาให้กับผู้ป่วย⁶

การศึกษาต่อเนื่อง เป็นคำรวม ๆ แสดงถึงวิธีการต่าง ๆ ในการเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการทำงาน ซึ่งมีแนวคิดคือ การเรียนรู้ตลอดชีวิต¹⁰ ซึ่งในประเทศไทยมีการกำหนดจำนวนหน่วยกิตสำหรับบุคลากรด้านสาธารณสุข เพื่อส่งเสริมให้มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การประชุมเชิงปฏิบัติการเป็นวิธีการหนึ่งของการศึกษาต่อเนื่องที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรด้านสุขภาพและเพิ่มผลลัพธ์ด้านสุขภาพของผู้รับบริการได้ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การมีกิจกรรมให้ปฏิบัติร่วมกัน และการเจาะจงถึงผลลัพธ์ที่ต้องการ จะส่งผลให้การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าการสอนแบบทางเดียว ในวงการทันตกรรมพบว่ามีการศึกษาเรื่องของผลการศึกษาต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่ค่อนข้างน้อย โดยส่วนใหญ่เป็นการ

ประเมินความรู้หลังการศึกษาต่อเนื่องและขาดการติดตามถึงผลกระทบ (impact) ที่เกิดขึ้น¹⁰⁻¹²

การให้ค่าตอบแทนตามผลงาน เป็นระบบการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน โดยจะจ่ายเงินให้กับผู้ปฏิบัติงานตามคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ¹³ โดยระบบนี้จะมีแนวคิดพื้นฐานมาจาก ทฤษฎีการวางเงื่อนไขด้วยการกระทำของ Skinner ที่กล่าวว่า “พฤติกรรมเป็นผลพวงมาจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นหากสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลให้พฤติกรรมมีการเปลี่ยนแปลงด้วย” แต่จากการศึกษาของ Petersen และคณะ¹⁴ พบว่า การจ่ายค่าตอบแทนตามผลงานนั้น มีผลระดับน้อยถึงปานกลางต่อการปรับปรุงคุณภาพงาน การนำค่าตอบแทนมาใช้เพื่อเพิ่มผลลัพธ์ทางทันตกรรมในประเทศไทยได้แก่ “โครงการยิ้มสดใส เด็กไทยฟันดี” ที่ได้ดำเนินการในปี 2548 โดยมีวัตถุประสงค์โครงการคือ เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของการให้บริการส่งเสริมทันตสุขภาพในเด็กวัยเรียน เน้นที่การสนับสนุนให้มีกิจกรรมตรวจสุขภาพช่องปากเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ทุกคน การให้บริการเคลือบหลุมร่องฟันแก่เด็กประถมศึกษาปีที่ 1 กระตุ้นให้เกิดกิจกรรมส่งเสริมทันตสุขภาพในโรงเรียน พบว่าการจ่ายค่าตอบแทนตามผลงานนั้นสามารถเพิ่มการตรวจสุขภาพช่องปากเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 รวมถึงเพิ่มการเคลือบหลุมร่องฟันในเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 ได้¹⁵ อย่างไรก็ตามยังไม่พบการศึกษาว่าการให้ค่าตอบแทนมีผลต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของผู้ให้บริการในโครงการนี้ และการดำเนินงานต้องการงบประมาณจำนวนมาก

การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นวิธีการที่ทำการวัดดัชนีที่เป็นตัวแทนคุณภาพของการปฏิบัติงาน แล้วนำเสนอข้อมูลการปฏิบัติงานนั้นกับผู้ปฏิบัติโดยตรง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนางาน¹⁰ กลยุทธ์นี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพของงานในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือเดี่ยวหรือใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่นก็ได้ เช่น หลังจากที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับมีการอบรมเพื่อเพิ่มความรู้หรือทักษะในส่วนด้อยเป็นต้น การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับตั้งอยู่บนแนวคิดพื้นฐานที่ว่าบุคลากรด้านสาธารณสุขมีความพร้อมที่จะปรับปรุง แก้ไขการปฏิบัติงานเมื่อพบว่าการปฏิบัติเดิมนี้ยังไม่มีความเหมาะสมในทางการแพทย์มีการใช้การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับที่ได้ผลดีในหลายการศึกษา¹⁶⁻¹⁸ ส่วนทางทันตสาธารณสุขพบมีการใช้การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับยังไม่มาก ที่มีรายงานได้แก่ การลดการใช้ยาปฏิชีวนะ¹⁹ การเพิ่มประสิทธิภาพการเคลือบหลุมร่องฟัน²⁰⁻²¹ และการเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาฟันคุด²² ซึ่งได้ผลดีแต่ยังไม่มีการนำวิธีการนี้มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพส่งเสริมทันตสุขภาพ

ในการจัดบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากหญิงตั้งครรภ์ และเด็กปฐมวัย ได้มีการจัดทำแนวทางการปฏิบัติที่อ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์โดยสำนักทันตสาธารณสุข มีการถ่ายทอดนโยบายและจัดประชุมชี้แจงโดยแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นการลดการเกิดฟันผุในเด็กให้มีประสิทธิผลมากขึ้น ในการศึกษานี้จึงเลือกกลยุทธ์การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากเด็ก 9-30 เดือนของผู้ปกครอง ในรพ.สต.ที่มีทันตภิบาลประจำในจังหวัดพังงาโดยวัดจากความครอบคลุมของการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ ความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ พฤติกรรมดูแลสุขภาพช่องปากเด็ก และพฤติกรรมการบริโภคของเด็ก

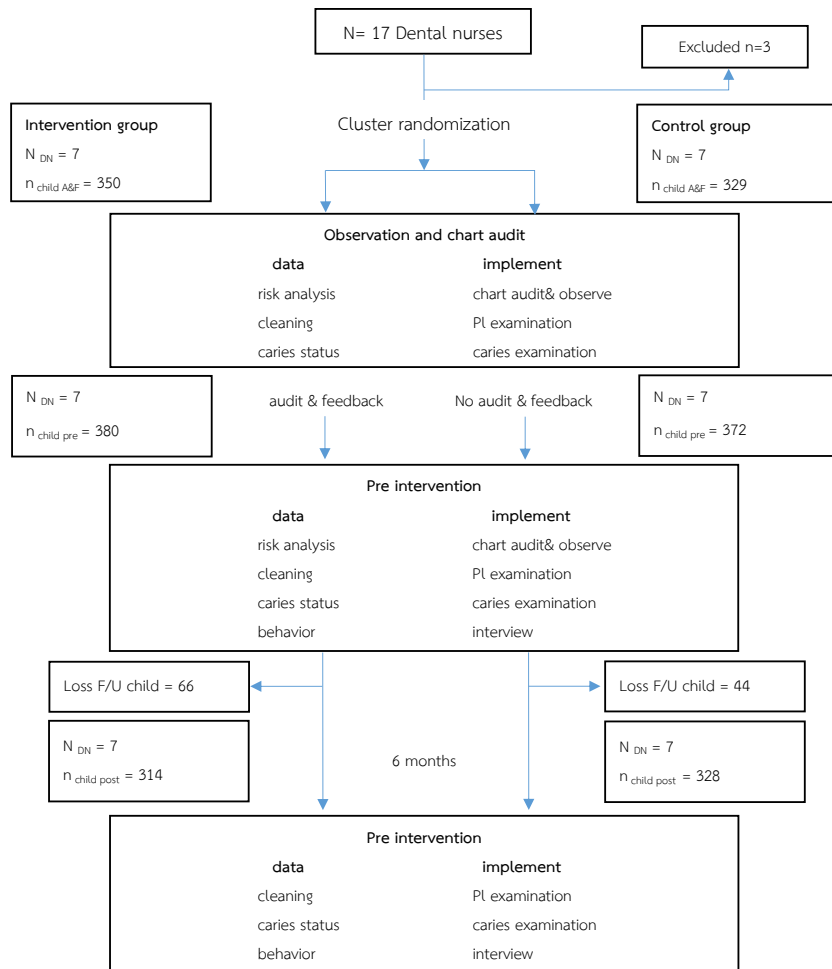
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมแบบปกปิด 2 ด้าน (double-blinded randomized controlled trial) กลุ่มประชากรในการศึกษานี้ประกอบด้วยทันตภิบาล เด็กอายุ 9-30 เดือนและผู้ปกครอง เกณฑ์คัดเข้าของทันตภิบาลคือมีประวัติการทำงานในรพ.สต. ของจังหวัดพังงามากกว่า 1 ปี และมีประชากรในเขตรับผิดชอบมากกว่า 2,000 คน ได้กลุ่มทันตภิบาลเป้าหมายจำนวน 14 คน เกณฑ์คัดเข้าของเด็กอายุ 9-30 เดือนประกอบด้วย อาศัยในเขตรับผิดชอบของทันตภิบาลที่เข้าร่วมการศึกษา มีฟันขึ้นในปากอย่างน้อย 1 ซี่ ไม่มีโรคทางระบบ ไม่มี ความพิการทางด้านร่างกายและสติปัญญา ผู้ปกครองสามารถสื่อสารภาษาไทยได้เข้าใจและผู้ปกครองยินยอมที่จะเข้าร่วมงานวิจัย คณะทำงานวิจัยได้คำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน²³ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 337 คนต่อกลุ่ม ภายหลังจากปรับเพื่อชดเชยการสูญหาย (loss to follow up)²³ ร้อยละ 10 จึงได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 375 คนต่อกลุ่ม สุ่มทันตภิบาลเข้ากลุ่ม 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified randomization) ซึ่งมีปัจจัยคือ อายุการทำงานที่มากกว่า 4 ปี และจำนวนประชากรที่มากกว่า 6,000 คน เป็นตัวแบ่งชั้น และจัดกลุ่มโดยการจับสลาก (แผนผังการศึกษาที่แสดงไว้ในรูปที่ 1)

คณะผู้วิจัยทำการ ตรวจสอบการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุในแฟ้มประวัติผู้ป่วย การตรวจแผ่นคราบจุลินทรีย์เด็ก (Plaque-PI) การตรวจฟันผุเด็ก ทั้งกลุ่มควบคุมและทดลอง ทันตภิบาลในกลุ่มทดลองได้รับการคืนข้อมูลย้อนกลับ ผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ ข้อมูลที่คืนให้กับทันตภิบาลประกอบด้วยผลการปฏิบัติงานในเรื่องของความครอบคลุมของการประเมิน

ความเสี่ยงต่อฟันผุในทุกหัวข้อการประเมินและความถูกต้องในการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ สภาวะฟันผุ ค่าคะแนนระดับแผ่นคราบจุลินทรีย์ และผลการสังเกตกระบวนการทำงานในคลินิกเด็กดีในลักษณะภาพรวมของจังหวัด และผลการประเมินในทุกหัวข้อดังกล่าวในลักษณะผลงานแยกเป็นรายบุคคลเป็นจดหมายปิดผนึก หลังจากที่ทันตภิบาลได้รับข้อมูลย้อนกลับดังกล่าวแล้ว ได้มีการประชุมร่วมกันเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา ที่ประชุมได้สรุปว่าให้มี อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) มาช่วยในการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ และได้จัดอบรม อสม. ในกลุ่มทดลอง เพื่อให้สามารถมาช่วยงานของทันตภิบาลได้ ส่วนทันตภิบาลในกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับการคืนข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งทันตภิบาลกลุ่มนี้จะดำเนินงานด้านการส่งเสริมป้องกันในคลินิกเด็กดีเหมือนที่เคยปฏิบัติมาก่อนหน้าได้แก่ การตรวจฟันและให้ทันตสุขศึกษาแบบเดิม จากนั้นช่วง pre intervention ทำการเก็บข้อมูลทันตภิบาลการตรวจสอบการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ ในแฟ้มประวัติผู้ป่วย การตรวจแผ่นคราบจุลินทรีย์เด็ก (Plaque-PI) การตรวจฟันผุเด็ก และสัมภาษณ์ผู้ปกครองถึงพฤติกรรมการทำความสะอาดและการบริโภคของเด็กทั้ง 2 กลุ่ม และเก็บข้อมูลดังกล่าวอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน post intervention (ยกเว้นการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุในแฟ้มประวัติผู้ป่วย)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 4 เครื่องมือดังนี้ 1) แบบตรวจการบันทึกกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กปฐมวัย เป็นแบบบันทึกการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุตามแนวปฏิบัติของสำนักทันตสาธารณสุข²⁴ ที่แบ่งปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการเกิดฟันผุเป็น 3 ปัจจัยคือ ปัจจัยด้านการบริโภค ปัจจัยด้านการแปรงฟัน และปัจจัยด้านสภาพในช่องปาก หากเด็กมีความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในด้านใดด้านหนึ่ง จะถูกจัดเป็นกลุ่มเสี่ยงสูง เช่นเสี่ยงสูงในปัจจัยด้านการบริโภค เสี่ยงสูงในปัจจัยด้านการแปรงฟัน เป็นต้น 2) แบบตรวจแผ่นคราบจุลินทรีย์ ใช้เกณฑ์การตรวจที่ประยุกต์จาก Simplified Oral Hygiene Index (Greene and Vermilion, 1960)²⁵ เพื่อให้เหมาะสมในการตรวจช่องปากเด็กเล็ก โดยตรวจแผ่นคราบจุลินทรีย์ในฟันหน้าบน 4 ซี่ ที่ขึ้นอย่างน้อยครึ่งซี่ฟัน 3) แบบตรวจฟันผุ ใช้เกณฑ์การตรวจที่ประยุกต์จาก International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II)²⁶ โดยการรวมเกณฑ์ 3 (มีการทำลายชั้นเคลือบฟัน) กับเกณฑ์ 4 (มีรอยผุในชั้นเนื้อฟัน) ของ ICDAS II เป็นเกณฑ์ 3 (มีการทำลายชั้นเคลือบฟันและมีฟันผุในชั้นเนื้อฟัน) ในการตรวจครั้งนี้ โดยตรวจฟันทุกซี่ที่ขึ้นอย่างน้อยครึ่งซี่ฟันและ 4) แบบสัมภาษณ์ผู้ปกครอง ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการทำสะอาดช่องปากเด็กและข้อมูลการบริโภคของเด็ก



DN = dental nurses

รูปที่ 1 แผนผังการศึกษา
Figure 1 flow of study

การสัมภาษณ์ผู้ปกครอง ผู้สัมภาษณ์ในการศึกษานี้คือทันตภิบาลที่ปฏิบัติงานในสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดจำนวน 3 คนที่ได้รับการอบรมและฝึกการสัมภาษณ์ให้มีมาตรฐานเดียวกัน การควบคุมคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ทำโดยการตรวจสอบความตรง (content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านและปรับแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำไปทดสอบกับผู้ปกครองจำนวน 30 คนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริง ทดสอบความเที่ยงด้วยวิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.86 ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในระดับดี

ผู้ตรวจสุขภาพช่องปากเด็ก ประกอบด้วยทันตแพทย์จำนวน 4 คน โดยได้ทำการปรับมาตรฐานการตรวจฟันผุตามหลักเกณฑ์การตรวจกับผู้เชี่ยวชาญ (standardization) จากนั้นได้มีการปรับมาตรฐานผู้ตรวจให้มีค่าความเชื่อถือได้ระหว่างผู้ตรวจ

(inter-examiner calibration) ได้สัมประสิทธิ์แคปปาระหว่าง 0.86-1.00 และได้เปรียบเทียบผลการตรวจซ้ำโดยผู้ตรวจคนเดียว (intra-examiner calibration) ได้สัมประสิทธิ์แคปปาระหว่าง 0.96-1.00 ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในระดับดีมาก สำหรับการตรวจแผ่นตราบจุลินทรีย์เนื่องจากในการศึกษานี้ทำในเด็กเล็กจึงไม่มีการย้อมสีแผ่นตราบจุลินทรีย์และการตรวจใช้หลอดในการชูดแผ่นตราบจุลินทรีย์ซึ่งมีผลต่อการตรวจซ้ำเพื่อการปรับมาตรฐาน ดังนั้นการตรวจแผ่นตราบจุลินทรีย์ตามหลักเกณฑ์การตรวจกับผู้เชี่ยวชาญ (standardization) จึงทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจและให้ผู้ตรวจท่านอื่นสังเกตและให้คะแนนในแบบตรวจหลังจากเสร็จการตรวจในแต่ละรายมีการอภิปรายและปรับผลการตรวจให้ตรงกัน

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาทางด้านจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย

สงขลานครินทร์ เลขที่โครงการ EC5908-30-P-HR และลงทะเบียนการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมกับ TCTR (Thai Clinical Trial Registry) เลขที่ TCTR20170513003

การบันทึกข้อมูล และการส่งออกข้อมูลใช้โปรแกรม Epidata® version 3.1 บันทึกข้อมูล 2 ครั้ง (double entry) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติพรรณนาและสถิติไคสแควร์ (chi-square) วิเคราะห์แบบ per protocol คือ เด็กและผู้ปกครองที่อยู่ตลอดการศึกษา

ผลการศึกษา

ทันตภิบาลในการศึกษามีจำนวนทั้งหมด 14 คน อยู่ในกลุ่มควบคุม 7 คน กลุ่มทดลอง 7 คน ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทันตภิบาลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุน้อยกว่า 30 ปี อายุการทำงานน้อยกว่า 10 ปี ระดับการศึกษาสูงสุดส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง จากการตรวจสอบแฟ้มประวัติจำนวน 679 แฟ้มในช่วงก่อนแทรกแซง (pre intervention) (ตารางที่ 1) ความครอบคลุมและความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุก่อนการแทรกแซงพบว่าทันตภิบาล 6 คนจาก 7 คน ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่ได้ประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุในด้านต่าง ๆ จึงใช้ค่านิยามในการนำเสนอข้อมูล ในขณะที่การตรวจฟันเป็นกิจกรรมที่ทันตภิบาลในกลุ่มควบคุมปฏิบัติและมีร้อยละความครอบคลุมที่ต่างกับจึงนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย หลังจากได้รับมาตรการแทรกแซง (post intervention) การตรวจสอบแฟ้มประวัติจำนวน 752 แฟ้ม พบว่าทันตภิบาลในกลุ่มทดลองมีความครอบคลุมและความถูกต้องในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุมากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เด็กทั้งหมดที่เข้าร่วมในการศึกษานี้มีจำนวนทั้งสิ้น 752 คน (ตารางที่ 2) แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน กลุ่มควบคุม 372 คน (ร้อยละ 49.5) และกลุ่มทดลอง 380 คน (ร้อยละ 50.5) อายุเฉลี่ยของเด็กในกลุ่มควบคุม 22.4 ± 7.8 เดือน มากกว่าอายุเฉลี่ยของเด็กกลุ่มทดลอง 20.8 ± 6.6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าปัจจัยเรื่องเพศของเด็ก เพศของผู้ปกครอง และระดับการศึกษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยพบว่าในกลุ่มทดลองมีผู้ปกครองนับถือศาสนาอิสลาม ความสัมพันธ์กับเด็ก (บิดา มารดา) ประกอบอาชีพเป็นแม่บ้านและเจ้าของกิจการ เคยมีบุตรมาก่อน และอยู่ในสถานะภาพแต่งงานมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรายได้ต่อเดือนนั้นน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และในการตรวจครั้งที่ 2 (post intervention)

พบว่าเด็กคงอยู่ในการวิจัยอยู่ทั้งสิ้นจำนวน 642 คน (ร้อยละ 85.4) เป็นกลุ่มควบคุมมากกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย กลุ่มควบคุมมีจำนวนเด็กคงอยู่ร้อยละ 88.2 กลุ่มทดลองร้อยละ 82.6 มีอายุเฉลี่ยในกลุ่มควบคุม 27.5 ± 7.1 เดือน ซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลอง 26.8 ± 6.4 เดือน สาเหตุที่ทำให้เด็กมาตรวจ ส่วนใหญ่มาจากผู้ปกครองติดตามร้อยละ 65.5 ไม่สะดวกในการเดินทางมาตรวจร้อยละ 22.7 และเด็กไม่สบายในวันนัดตรวจร้อยละ 11.8 พบว่าปัจจัยเรื่องเพศของเด็ก เพศของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์กับเด็ก อาชีพของผู้ปกครอง ระดับการศึกษา รายได้ของผู้ปกครองต่อเดือนและประสบการณ์การเคยมีบุตรนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ปัจจัยเรื่องของศาสนาและสถานภาพของผู้ปกครอง นั้นพบว่ามีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

ผลจากการสัมภาษณ์และการตรวจอนามัยช่องปากครั้งที่ 1 พบว่าความถี่ในการทำความสะอาดช่องปาก การใช้แปรงสีฟัน ระดับค่า PI และค่าเฉลี่ย PI ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ส่วนการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ การใช้ผ้าก๊อชและปริมาณยาสีฟันที่เหมาะสมนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการสัมภาษณ์และการตรวจอนามัยช่องปากครั้งที่ 2 พบว่า ความถี่ในการทำความสะอาดช่องปาก การใช้แปรงสีฟัน การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์และปริมาณยาสีฟันที่เหมาะสม ระดับค่า PI และค่าเฉลี่ย PI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีการใช้ผ้าก๊อชในการทำความสะอาดช่องปากเด็กน้อยมาก โดยยังมีการใช้ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 1.2 และร้อยละ 2.2 ในกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 3)

ผลจากการสัมภาษณ์และการตรวจอนามัยช่องปากครั้งที่ 1 พบว่าพฤติกรรมเรื่อง การดูนมแม่ การดูนมขวดและการดูนมกล่อง พบว่าสัดส่วนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พฤติกรรมการดูนมแม่พบว่าเด็กส่วนน้อยที่ยังดูนมแม่อยู่ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 19.5 ในกลุ่มทดลองร้อยละ 24.5 เด็กส่วนใหญ่ดูนมขวดในกลุ่มควบคุมร้อยละ 77.7 กลุ่มทดลองร้อยละ 78.0 และเด็กส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการดูนมกล่องในกลุ่มควบคุมร้อยละ 66.8 กลุ่มทดลองร้อยละ 72.0 พฤติกรรมการดื่มนมจากแก้ว การดื่มเครื่องดื่มรสหวานจากขวดหรือกล่อง และความสัมพันธ์ในการบริโภคแป้งและน้ำตาลนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กล่าวคือพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มรสหวานจากขวดหรือกล่องนั้นเด็กทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองส่วนใหญ่บริโภค ในกลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 75.3 ในกลุ่มทดลองคิดเป็นร้อยละ 67.8 ส่วนความสัมพันธ์ในการบริโภคแป้งและน้ำตาลในกลุ่มควบคุมเด็กส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม ร้อยละ 55.8 ส่วน

ในกลุ่มทดลองเด็กส่วนใหญ่มีการบริโภคที่เหมาะสม ร้อยละ 52.5 ผลจากการสัมภาษณ์และการตรวจอนามัยช่องปากครั้งที่ 2 พบว่าพฤติกรรมการดูนมแม่ การดูนมขวด การดูนมกล่อง นั้นมีสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง การดูนมแม่นั้นพบว่าเด็กส่วนใหญ่ไม่มีพฤติกรรมการดูนมแม่ ร้อยละ 85.4 ในกลุ่มควบคุม และร้อยละ 83.4 ในกลุ่มทดลอง เด็กส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการดูนมขวด ร้อยละ 78.0 ในกลุ่มควบคุม และร้อยละ 77.1 ในกลุ่มทดลอง และเด็กส่วนมากมีพฤติกรรมการดูนมกล่อง ร้อยละ 71.6 ในกลุ่มควบคุมและร้อยละ 78.3 ในกลุ่มทดลอง พฤติกรรมการดื่มนมจากแก้ว การดื่มเครื่องดื่มรสหวานจากขวดหรือกล่อง และความถี่ในการบริโภคแป้งและน้ำตาล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พฤติกรรมการดื่มนมจากแก้วพบว่าเด็กส่วนน้อยที่มีพฤติกรรมนี้พบในกลุ่มควบคุมร้อยละ 20.1 ในกลุ่มทดลองร้อยละ 30.6 การดื่มเครื่องดื่มรสหวานจากขวดหรือกล่อง พบว่าในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ร้อยละ

67.4 มีพฤติกรรมนี้ส่วนในกลุ่มทดลองพบว่าเด็กส่วนน้อยที่มีพฤติกรรมนี้ (ร้อยละ 36.3) ความถี่ในการบริโภคแป้งและน้ำตาลที่เหมาะสม (บริโภคแป้งและน้ำตาลน้อยกว่า 2 ครั้งต่อวัน) ในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ ร้อยละ 59.5 มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ส่วนในกลุ่มทดลองเด็กส่วนน้อยที่มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมนี้ (ร้อยละ 36.6) (ตารางที่ 4)

ผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (ตารางที่ 5) ภายหลังการแทรกแซงพบว่าในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นพฤติกรรมที่เหมาะสมมากขึ้นกว่ากลุ่มทดลองในเรื่องของ ความถี่ในการแปรงฟันที่มากกว่า 2 ครั้งต่อวัน การใช้แปรงสีฟัน ระดับแผ่นคราบจุลินทรีย์ระดับต่ำ การดื่มเครื่องดื่มรสหวานจากขวดหรือกล่อง และความถี่ในการบริโภคแป้งและน้ำตาลที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามพบว่าในกลุ่มควบคุมมีการใช้ยาสีฟันที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มมีการใช้ปริมาณยาสีฟันที่เหมาะสมลดลง โดยในกลุ่มควบคุมมีการลดลงมากกว่า

ตารางที่ 1 ร้อยละของความครอบคลุมของเด็กที่ได้รับการประเมินกิจกรรมในคลินิกเด็กดีโดยทันตภิบาล

Table 1 Percentage of coverage in children who received assessments for well child clinic activity by dental nurse

	Pre intervention		Post intervention	
	control Mode [range]	intervention Mode [range]	control Mode [range]	intervention Mode [range]
Breastfeeding	0 [0-30.4]	0 [0-77.3]	0 [0-37.0]	100 [96.1-100.0]
Unsweetened milk feeding	0 [0-50.0]	0 [0-80.3]	0 [0-37.0]	100 [96.1-100.0]
Sweetened milk feeding	0 [0-30.4]	0 [0-81.8]	0 [0-37.0]	100 [96.1-100.0]
Late night milk feeding	0 [0-41.2]	0 [0-100.0]	0 [0-59.6]	100 [96.1-100.0]
Bottle feeding	0 [0-41.2]	0 [0-81.8]	0 [0-59.6]	100 [96.1-100.0]
A sleep bottle feeding	0 [0-30.4]	0 [0-83.3]	0 [0-37.0]	100 [96.1-100.0]
Sweetened beverages added in to milk bottle-feeding	0 [0-30.4]	0 [0-83.3]	0 [0-37.0]	100 [96.1-100.0]
Flour/sugar consumption > 2times/day	0 [0-47.1]	0 [0-83.3]	0 [0-38.6]	100 [96.1-100.0]
Daily vegs/fruit consumption	0 [0-50.0]	0 [0-0]	0 [0-40.4]	100 [96.1-100.0]
Shared spoon eating	0 [0-47.1]	0 [0-0]	0 [0-45.6]	100 [96.1-100.0]
Tooth brushing by child	0 [0-47.1]	0 [0-1.5]	0 [0-43.9]	100 [96.1-100.0]
Tooth brushing by parents	0 [0-50.0]	0 [0-81.8]	0 [0-43.9]	100 [96.1-100.0]
Usage of fluoride toothpaste	0 [0-50.0]	0 [0-0]	0 [0-64.9]	100 [96.1-100.0]
PI examination	0 [0-50.0]	0 [0-81.3]	0 [0-64.9]	100 [96.1-100.0]
White lesion examination	0 [0-50.0]	0 [0-0]	0 [0-50.9]	100 [96.1-100.0]
Teeth examination	59.2* [0-100.0]	100 [46.0-100.0]	100 [0-100.0]	100 [96.1-100.0]
Enamel defect	0 [0-50.0]	0 [0.0]	0 [0-49.1]	100 [96.1-100.0]
Other tooth defect	0 [0-50.0]	0 [0.0]	0 [0-49.1]	100 [96.1-100.0]
Accuracy of caries risk assessment	0 %	0 %	0 %	100 %

Chart audit 1 = pre intervention (n = 679 children, control = 329, intervention = 350)

Chart audit 2 = post intervention (n = 752 children, control = 372, intervention = 380)

* mean

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของเด็กและผู้ปกครองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Table 2 General characteristics of child and care takers among intervention and control groups

	Pre intervention [n=752]			Post intervention [n=642]		
	control [n=372]	Intervention [n=380]	p-value	control [n=328]	Intervention [n=314]	p-value
Gender of children						
Male	190 [51.1]	195 [51.3]	0.947	160 [48.8]	156 [49.7]	0.819
female	182 [49.8]	185 [48.7]		168 [51.2]	158 [50.3]	
Mean age of children (months)	22.4±7.8	20.8±6.6	0.010*	27.5±7.1	26.8±6.4	0.300
Gender of parents						
Male	27 [7.3]	21 [5.5]	0.331	31 [9.5]	30 [9.6]	0.965
Female	345 [92.7]	359 [94.5]		297 [90.5]	284 [90.4]	
Religion						
Muslim	149 [40.1]	278 [73.2]	<0.001*	130 [39.6]	230 [73.2]	<0.001*
Buddhist/other	223 [59.9]	102 [26.8]		198 [60.4]	84 [26.8]	
Relationship						
Parents	277 [74.5]	256 [67.4]	0.032*	241 [73.5]	230 [68.2]	0.138
Close relatives	95 [25.5]	124 [32.6]		87 [26.5]	100 [31.8]	
Occupation						
Housewife	167 [44.9]	214 [56.3]	<0.001*	159 [48.5]	166 [52.9]	0.159
Employee	135 [36.3]	80 [21.1]		106 [32.3]	80 [25.4]	
Business owner	70 [18.8]	86 [22.6]		63 [19.2]	68 [21.7]	
Education						
Primary school	115 [30.9]	128 [33.7]	0.293	101 [30.8]	102 [32.5]	0.775
Secondary school	190 [51.1]	199 [52.4]		175 [53.4]	168 [53.5]	
Bachelor degree or over	67 [18.0]	53 [13.9]		52 [15.8]	44 [14.0]	
Income / month						
≤15,000 Baht	178 [47.8]	238 [62.6]	<0.001*	180 [54.9]	176 [56.1]	0.765
>15,000 Baht	194 [52.2]	142 [37.4]		148 [45.1]	138 [43.9]	
Giving childbirth exp.						
Never	93 [25.0]	64 [16.8]	0.006*	68 [20.7]	51 [16.2]	0.143
Once or More	279 [75.0]	316 [83.2]		260 [79.3]	263 [83.8]	
Marital status						
Single/divorce	44 [11.8]	23 [6.1]	0.005*	43 [13.1]	22 [7.0]	0.011*
Married	328 [88.2]	357 [93.9]		285 [86.9]	291 [93.0]	

* statistical significance p-value < 0.05

ตารางที่ 3 พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Table 3 oral health care behavior for children at pre and post intervention among intervention and control groups

	Pre intervention [n=642]			Post intervention [n=642]		
	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value
Frequency of dental cleaning						
≤1 time/day	127 [38.7]	124 [39.5]	0.841	138 [42.1]	77 [24.5]	<0.001****
≥2 times/day	201 [61.3]	190 [60.5]		190 [57.9]	237 [75.5]	
Toothbrush usage*						
No	17 [5.3]	16 [5.6]	0.910	19 [5.9]	7 [2.2]	0.021****
Yes	301 [94.7]	272 [94.4]		305 [94.1]	305 [97.8]	
Fluoride toothpaste usage *						
No	71 [22.3]	44 [15.3]	0.027****	23 [7.1]	11 [3.5]	0.045****
Yes	247 [77.7]	244 [84.7]		301 [92.9]	301 [96.5]	
gauze strip*						
No	278 [87.4]	223 [77.4]	0.001****	320 [98.8]	305 [97.8]	0.329
Yes	40 [12.6]	65 [22.6]		4 [1.2]	7 [2.2]	
Amount of toothpaste**						
Inappropriate	98 [38.7]	55 [22.7]	<0.001****	171 [55.5]	113 [37.3]	<0.001****
Appropriate	155 [61.3]	187 [77.3]		137 [44.5]	190 [62.7]	
Level of PI***						
Low	178 [57.2]	149 [53.0]	0.304	110 [35.0]	247 [81.5]	<0.001****
High	133 [42.8]	132 [47.0]		204 [65.0]	56 [18.5]	
Mean of PI	1.1±0.9	1.1±0.8	0.467	1.6±0.8	0.5±0.7	<0.001****

* number of care takers at pre-intervention= 604 (control= 318, intervention= 288) number of care takers at post-intervention= 636 (control= 324, intervention= 312)

** number of care takers at pre-intervention= 495 (control= 253, intervention= 242) number of care takers at post-intervention= 611 (control= 308, intervention= 303)

*** number of children at pre-intervention= 592 (control= 311, intervention= 281) number of children at post-intervention= 617 (control= 314, intervention= 303)

**** statistical significance p-value < 0.05

ตารางที่ 4 พฤติกรรมการบริโภคของเด็กก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Table 4 Dietary behavior of children at pre and post intervention among intervention and control groups

	Pre intervention [n=642]			Post intervention [n=642]		
	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value
breast-feeding						
No	264 [80.5]	237 [75.5]	0.125	280 [85.4]	262 [83.4]	0.501
Yes	64 [19.5]	77 [24.5]		48 [14.6]	52 [16.6]	

	Pre intervention [n=642]			Post intervention [n=642]		
	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value	control [n=328]	intervention [n=314]	p-value
bottle-feeding						
No	264 [80.5]	237 [75.5]	0.125	280 [85.4]	262 [83.4]	0.501
Yes	64 [19.5]	77 [24.5]		48 [14.6]	52 [16.6]	
bottle-feeding						
No	73 [22.3]	69 [22.0]	0.932	72 [22.0]	72 [22.9]	0.766
Yes	255 [77.7]	245 [78.0]		256 [78.0]	242 [77.1]	
UHT milk						
No	109 [33.2]	88 [28.0]	0.153	93 [28.4]	68 [21.7]	0.050
Yes	219 [66.8]	226 [72.0]		235 [71.6]	246 [78.3]	
sweetened beverage's bottle or feeding sweetened UHT milk						
No	81 [24.7]	101 [32.2]	0.036*	107 [32.6]	200 [63.7]	<0.001*
Yes	247 [75.3]	213 [67.8]		221 [67.4]	114 [36.3]	
Frequency of sugar and food consumption						
Inappropriate	183 [55.8]	149 [47.5]	0.035*	195 [59.5]	115 [36.6]	<0.001*
Appropriate	145 [44.2]	165 [52.5]		133 [40.5]	199 [63.4]	

* statistical significance p-value < 0.05

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมภายหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Table 5 Behavior change at after intervention among intervention and control groups

	control [n=328]	intervention [n=314]
Frequency of dental cleaning ≥2 times/day	-3.4	15
Toothbrush usage	-0.6	3.4
Fluoride toothpaste usage	15.2	11.8
Appropriate amount of toothpaste	-16.8	-14.6
Low level of PI	-22.2	28.5
No sweetened beverage's bottle or feeding sweetened UHT milk	7.9	31.5
Appropriate frequency of sugar and food consumption	-3.7	10.9

บทวิจารณ์

การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับในกลุ่มทันตภิบาล มีผลต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กและการทำความสะอาดช่องปากเด็กโดยผู้ปกครอง

ความครอบคลุม และความถูกต้องในการประเมินความเสี่ยง ในการตรวจสอบแฟ้มประวัติครั้งที่ 1 นั้น ทันตภิบาลทั้งกลุ่มควบคุมและทดลอง มีผลการปฏิบัติดีในทุกหัวข้อของการประเมิน และไม่มีการประเมินความเสี่ยงของการเกิดฟันผุ หลัง

จากทำมาตรการแทรกแซงพบว่า ทันตภิบาลในกลุ่มทดลองมีความครอบคลุมของการประเมินพฤติกรรมเสี่ยง (การบริโภคอาหาร การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์) การตรวจสภาพในช่องปาก (คราบจุลินทรีย์ รอยโรคขาวยุ่น การตรวจฟันผุ ความผิดปกติของผิวเคลือบฟัน ความผิดปกติอื่น ๆ) ประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ และความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุเพิ่มมากขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในกลุ่มควบคุมพบว่ามีความครอบคลุมในการตรวจฟันผุเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจาก Hawthorn effect จากการที่ผู้ทำวิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลหลายครั้ง อาจทำให้ทันตภิบาลในกลุ่มควบคุมมีการตื่นตัวและตรวจฟันผุเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการตรวจฟันผุเป็นสิ่งที่ทันตภิบาลปฏิบัติอยู่แล้วต่างจากการประเมินปัจจัยอื่นที่ยังไม่ได้มีการดำเนินการใด ๆ

การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับในการศึกษานี้ได้ออกแบบให้ครอบคลุมตามองค์ประกอบในทางปฏิบัติของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งได้จากการทบทวนวรรณกรรมโดย Elaine L. และคณะ²⁷ ได้แก่ ทันเวลา (timely) ให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล (individualized) ไม่เน้นการลงโทษ (non-punitive) และข้อมูลที่ย้อนกลับมีความเฉพาะเจาะจง (customizability) และจากการทบทวนวรรณกรรมแบบวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) ของ Ivers N และคณะ¹⁶ ที่ได้สรุปไว้ว่าการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ประสิทธิผลสูงสุดควรมีลักษณะดังนี้ สิ่งที่ผู้ให้บริการสาธารณสุขปฏิบัติอยู่นั้นยังไม่ดีที่สุดตั้งแต่ตอนแรก ผู้ที่ตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับควรเป็นระดับหัวหน้างานหรือผู้ร่วมงาน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับมากกว่า 1 ครั้ง รูปแบบการให้ข้อมูลที่หลากหลาย และให้กำหนดเป้าหมายและวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน ในการศึกษาที่ผู้ตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นทันตแพทย์ที่เป็นหัวหน้าฝ่ายทันตสาธารณสุขของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพังงา ซึ่งเป็นผู้ดูแลการดำเนินงานด้านทันตสาธารณสุขโดยตรง มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำนวน 1 ครั้ง เนื่องจากมีระยะเวลารอบการประเมินที่ 6 เดือน การให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งทางวาจาโดยผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยนำเสนอผลการปฏิบัติงานและข้อมูลสถานะฟันผุของเด็กเล็กในภาพรวม การนำเสนอข้อมูลผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุแยกราย รพ.สต.ทางจดหมายปิดผนึก หลังจากทันตภิบาลได้รับทราบข้อมูลดังกล่าวแล้ว ได้ประชุมเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกัน

มีการศึกษาที่พบว่าตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการรับรู้และทัศนคติของผู้ให้บริการ²⁰ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อการปฏิบัติงานด้านทันตกรรมพบว่าหลังจากให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้ปฏิบัติงานมีความตระหนักต่อ

คุณภาพการบริการและนำข้อมูลย้อนกลับไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่ได้ประเมินทัศนคติของผู้ให้บริการ แต่ศึกษาประสิทธิผลของการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับต่อการปรับปรุงประสิทธิผลของการดำเนินงานของทันตภิบาล ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมบริการโรค และการทำความสะอาดช่องปากเด็กโดยผู้ปกครอง โดยพบว่าหลังการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับ มีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานของทันตภิบาลและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบริการโรค และการทำความสะอาดช่องปากเด็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลอง โดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไทยที่พบว่าตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบริการโรคได้^{21,28}

การตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ปรับกระบวนการให้ความรู้การทำความสะอาดช่องปากแก่ผู้ปกครองโดยตรง แต่ให้ทันตภิบาลคิดวิเคราะห์ว่าจะมีการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างไรตามบริบทของพื้นที่ ซึ่งจากการสังเกตพบว่าการเปลี่ยนแปลงการดำเนินงานในกลุ่มทดลอง โดยให้อสม. มีบทบาทในการทำงาน เนื่องจากมีกำลังคนไม่เพียงพอ โดย อสม. ช่วยในการซักประวัติในขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง เมื่ออสม. พบว่าเด็กมีปัจจัยเสี่ยงด้านใดจะให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ผู้ปกครอง จากนั้นเมื่อทันตภิบาลพบกับผู้ปกครองและเด็ก ทันตภิบาลย้ำถึงปัจจัยเสี่ยงและให้ความรู้อีกครั้ง จากการสังเกตพบว่าการปรับการทำงานดังกล่าวทำให้ทันตภิบาลมีเวลาในการแนะนำการทำความสะอาดช่องปากของเด็กให้กับผู้ปกครองมากขึ้น และสามารถทำได้ครอบคลุมมากขึ้นกว่าในช่วงก่อนการแทรกแซง แต่อย่างไรก็ตามทันตภิบาลมีเพียงการสาธิตการทำความสะอาดในช่องปากของเด็กให้ผู้ปกครองแต่ยังไม่ได้ให้ผู้ปกครองฝึกปฏิบัติจริง มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่น่าสนใจคือ การใช้ปริมาณยาสีฟันที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าหลังจากการแทรกแซงทั้งสองกลุ่มมีการใช้ปริมาณยาสีฟันที่เหมาะสมลดลง อาจเป็นเพราะผู้ปกครองตระหนักถึงความสำคัญของฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุในยาสีฟัน จึงทำให้บีบยาสีฟันในปริมาณที่มาก

การศึกษานี้แนะนำผลการประเมินความเสี่ยงของทันตภิบาลในรูปแบบฐานนิยมเพื่อแสดงให้เห็นถึงร้อยละความครอบคลุมของทันตภิบาลในการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ ว่าทันตภิบาลส่วนใหญ่ได้มีการประเมินความเสี่ยงในปัจจุบันดังกล่าวหรือไม่ ส่วนในเรื่องของการตรวจฟันช่วง pre intervention ของทันตภิบาลกลุ่มควบคุม นั้นไม่สามารถหาฐานนิยมได้ เนื่องจากมีค่าร้อยละความครอบคลุมที่ต่างกันจึงไม่สามารถหาฐานนิยมได้ จึงนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยของการประเมินฟันผุแทน

การศึกษานี้ใช้เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของสำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย²⁶ ซึ่งใช้งานง่ายเหมาะสมกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ปฏิบัติงานในรพ.สต. โดยแบ่งปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการเกิดฟันผุเป็น 3 ด้านคือ ด้านการบริโภค ด้านการแปรงฟัน และด้านสภาพในช่องปาก จากปัจจัยดังกล่าวนำมาวิเคราะห์จำแนกเด็กออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มเสี่ยงต่ำ และกลุ่มเสี่ยงสูงในด้านต่าง ๆ เช่นเสี่ยงสูงด้านการบริโภค เสี่ยงสูงด้านการแปรงฟัน เป็นต้น โดยเกณฑ์ในการประเมินกำหนดว่าเด็กมีปัจจัยเสี่ยงเพียงข้อใดข้อหนึ่งก็จะจัดเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงทันที ทำให้เด็กทุกคนในการศึกษานี้อยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลการติดตามการเกิดฟันผุของเด็กในกลุ่มนี้ในช่วงเวลา 6 เดือนพบว่าเด็กมีการเกิดฟันผุเพียง 26.2% เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงอื่น ๆ เช่น American Dental Association (ADA)²⁹ และ American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD)³⁰ มีปัจจัยที่นำมาพิจารณาเพิ่มเติม เช่น American Dental Association (ADA)²⁹ ประเมินความเสี่ยง 3 ด้านได้แก่ contributing condition, general health condition, clinical condition และสามารถจำแนกเด็กออกเป็น 3 กลุ่มคือ เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง พบว่าปัจจัยที่เพิ่มในการวิเคราะห์คือ สภาวะฟันผุของผู้ปกครอง ความพิการทางร่างกายและจิตใจ และอัตราการไหลของน้ำลาย และเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของ American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD)³⁰ แบบประเมินครอบคลุม 3 ด้านได้แก่ biological factor, protective factor, clinical finding และจำแนกเด็กเป็น 3 กลุ่ม เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง เช่นเดียวกับเกณฑ์ของ ADA พบว่าปัจจัยที่แตกต่างกับเกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ สภาวะฟันผุของผู้ปกครอง เศรษฐฐานะทางสังคม การได้รับฟลูออไรด์วานิช และระดับของเชื้อกลุ่ม mutans streptococci ในน้ำลาย จึงควรมีการทบทวนเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงต่อโรคฟันผุในเด็กที่สามารถนำมาใช้ได้ ในทางปฏิบัติ เช่น การเพิ่มปัจจัยสภาวะช่องปากของผู้ปกครอง ซึ่งสามารถบูรณาการข้อมูลได้จากคลินิกฝากครรภ์ และควรเพิ่มระดับความเสี่ยงเป็น 3 ระดับคือ กลุ่มเสี่ยงสูง กลุ่มเสี่ยงปานกลาง กลุ่มเสี่ยงต่ำ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถแบ่งกลุ่มเด็กได้ชัดเจนมากขึ้น และจะมีผลต่อมาตรการที่เลือกใช้รวมทั้งการวางแผนระบบบริการ นอกจากนี้จำนวนข้อในการประเมินควรน้อยลงหรือกำหนดช่วงอายุในการถาม เช่นเรื่องของกรกินนมมื่อดึกเมื่ออายุมากกว่า 6 เดือนหากเด็กอายุ 2 ปีแล้วก็อาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องสอบถามซ้ำเพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนทันตภิบาลที่ปฏิบัติงานมากเกินไป ข้อมูลดังกล่าวควรมีการเก็บอย่างต่อเนื่องตามช่วงอายุ การนำเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุมาใช้ ควรมีการติดตามผลตามประเด็น

ความเสี่ยงต่อฟันผุว่าผู้ปกครองได้มีการปรับพฤติกรรมดังกล่าวหรือไม่

บทสรุป

จากการศึกษาพบว่า ทันตภิบาลที่ได้รับการตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับมีประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความครอบคลุมของการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ ความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงต่อฟันผุ ที่ดีกว่าทันตภิบาลที่ไม่ได้รับ และผู้ปกครองเด็กที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็ก ประสิทธิภาพของการทำความสะอาดช่องปากเด็ก และพฤติกรรมการบริโภคที่ดีกว่าเด็กในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความรู้คำแนะนำและให้กำลังใจในการศึกษานี้ และขอขอบคุณกลุ่มทันตภิบาลเด็กและผู้ปกครองที่เข้าร่วมการศึกษาทุกคน ที่เสียสละเวลา ให้ความร่วมมือในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. Dental Health Division. The 7th Thailand national oral health survey report. Nontaburi: Department of health, Ministry of Public Health., 2012.
2. Ramos-Gomez FJ, Crystal YO, Domejean S, Featherstone JD. Minimal intervention dentistry: part 3. Paediatric dental care-prevention and management protocols using caries risk assessment for infants and young children. *Br Dent J* 2012;213(10):501-8.
3. Weintraub JA, Ramos-Gomez FJ, Jue B, Shain S, Hoover CI, Featherstone JD, et al. Fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries. *J Dent Res* 2006;85(2):172-6.
4. Wongkongkathep S, Busarakamruha J, Sirivetsunthorn A, Rakcharoen S, Limsawat R, Jaichuen W, et al. Evaluation of preventive and promotive service delivery in Sub District Health Promotion Hospital 2014. 1st edition, Bangkok: . Dental Health Division. Ministry of Public Health; 2015.
5. Promma S, Ungchusak C, Leelasithorn S, Chettaprin S. Oral Health Promotion Service for Pregnant Woman, Toddler and Preschool Children in Public Hospital in 2009. *Thai Dent Publ Health J* 2012;1:50-9.

6. Van der sanden WJ, Mettes DG, Plasschaert AJ, van't Hof MA, Grol RP, Verdonshot EH. Clinical practice guidelines in dentistry: opinions of dental practitioners on their contribution to the quality of dental care. *BMJ Qual Saf* 2003;12(2):107-11.
7. Grol R. Development of guidelines for general practice care. *Br J Gen Pract* 1993;43(369):146-51.
8. Marinho VC. Apply Prescription-strength Home-use and Professionally Applied Topical Fluoride Products May Benefit People at High Risk for Caries-The American Dental Association (ADA) 2013 Clinical Practice Guideline Recommendations. *J Evid Based Dent Pract* 2014;14(3):120-3.
9. Ye ZK, Liu Y, Cui XL, Liu LH. Critical Appraisal of the Quality of Clinical Practice Guidelines for Stress Ulcer Prophylaxis. *PLoS One* 2016;11(5):1-9.
10. Hintao J, Tianviwat S. Retention rate and methods for improving pit and fissure sealant programs in thailand. *J Public Health Dev* 2013;1:47-61.
11. Forsetlund L, Bjorndal A, Rashidian A, Jamtvedt G, O'Brien MA, Wolf F, *et al.* Continuing education meetings and workshops: effect on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;15(2):CD003030.
12. Pakbaznejad Esmaili E, Waltimo-Sirén J, Laatikainen T, Haukka J, Ekholm M. Application of segmented dental panoramic tomography among children: positive effect of continuing education in radiation protection. *Dentomaxillofac Radiol* 2016;6:1-7.
13. Epstein AM, Lee TH, Hamel MB. Paying physicians for high-quality care. *N Engl J Med* 2004;350(4):406-10.
14. Petersen LA, Woodard LD, Urech T, Daw C, Sookanan S. Dose pay-for-performance improve the quality of health care? *Ann Intern Med* 2006;145(4):265-72.
15. Waraporn Jirapongsa, Piyada Prasertsom. Evaluation of Oral Health Promotion and Prevention in School Children Project under National Health Security” Yim (Smile) Sodjai (Bright), Dek Thai (Thai Children) Fun Dee (Healthy Teeth)” 2005-2007. *Thai Dent Publ Health J* 2008;5:85-95.
16. Ivers N, Jamtvedt G, Flottorp S, Young J M, Odgaard-Jensen J, French SD, *et al.* Audit and feedback: effects on professional practice and healthcare outcomes (review). *Cochrane Database Syst Rev* 2012;(6):CD000259
17. Hadjianastassiou, VG, Karadaglis D, Gavalas M. A comparison between different formats of educational feedback to junior doctors: a prospective pilot intervention study. *J R Coll Surg Edinb* 2001;46(6):354-7.
18. Sykes MJ, McAnuff J, Kolehmainen N. When is audit and feedback effective in dementia care? A systematic review. *Int J Nurs Stud* 2017;79:27-35.
19. Palmer NA, Dailey YM, Martin MV. Can audit improve antibiotic prescribing in general dental practice?. *Br Dent J* 2001;191(5):253-5.
20. Tianviwat S, Hintao J, Chongsuvivatwong V, Thitasomakul S. Improvement of dental nurses awareness of school dental sealant quality following the audit and feedback system: First phase of implementation. *Edo J Dent* 2015;2:7-14.
21. Tianviwat S, Hintao J, Chongsuvivatwong V, Thitasomakul S. A randomized controlled trial of cluster audit and feedback on the quality of dental sealant for rural schoolchildren. *Community Dent Health* 2015;33(1):1-6.
22. Bahrami M, Deery C, Clarkson E, Pitts NB, Johnston M, Ricketts I, *et al.* Effectiveness of strategies to disseminate and implement clinical guidelines for the management of impacted and unerupted third molars in primary dental care, a cluster randomised controlled trial. *Br Dent J* 2004;197(11):691-6.
23. Waranuch Pitiphat. *Research Methodology in Dentistry*. 1st edition Khon Kaen: Khon Kaen Press; 2011.
24. Dental Health Division. Ministry of Public Health. Management guideline for comprehensive oral health prevention and promotion in mother and child health service. 1st edition, Bangkok; 2013.
25. Greene JC, Vermillion JR. THE SIMPLIFIED ORAL HYGIENE INDEX. *J Am Dent Assoc* 1964:7-13.
26. Dikmen B. Icdas II criteria (international caries detection and assessment system). *J Istanbul Univ Fac Dent* 2015;49(3):63-72.
27. Elaine L, Samir J, Patel MD, David E, Lisa S. Feedback as a strategy to change behaviour: the devil is in the details. *J Eval Clin Pract* 2013;19(2):230-4.
28. Klaimanee S, Pongsuwan K, Chomkang P, Aphateerahpong W. The Effect of Feedback Information Provided on the Implementation of 5S at Student Dormitory Boromarajonani College of Nursing, Nakhon Ratchasima. *JBCN* 2014;1:67-79.
29. Tellez M, Gomez J, Pretty I, Ellwood R, Ismail A I. Evidence on existing caries risk assessment systems: are they predictive of future caries?. *Community Dent Oral Epidemiol* 2013;41(1):67-78
30. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on caries-risk assessment and management for infant, children, and adolescents. *Reference Manual* 2010;6:132-9.

Comparison of Space Analysis from Computer-based Digital Model and Plaster Model

Tatchatam Raksin¹ and Supanee Suntornlohanakul²

¹Phatthalung Hospital, Phatthalung

²Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

Abstract

This study intended to determine the differences of space analysis in four groups each with a different level of crowding severity using digital models of impressions and compared with the plaster models. One hundred and twenty upper and lower plaster models were divided into four groups according to the crowding severity: group 1, no crowding; group 2, lack of space less than 2 mm; group 3, lack of space 2–4 mm; and group 4, more than 4 mm. These models were converted to digital models by impression scanning using the 3Shape R700™ scanner. Tooth size and segmental arch length measurement were performed on the plaster models using a digital caliper with a scale precision of 0.01 mm and digital models using the 3Shape OrthoAnalyzer™ software. Space discrepancy of each study model was calculated. Independent t-test and Wilcoxon rank-sum test were used to compare sum of tooth size, segmental arch length, and space discrepancy. No statistically significant differences were found between the plaster and digital models for sum of tooth size, segmental arch length or space discrepancy measurement in any group of crowding. The use of digital models obtained from the 3Shape R700™ scanner appears to be acceptable in tooth size, segmental arch length, and space discrepancy measurements.

Keywords: Digital model, Impression scanning, Orthodontics, Space analysis

Received Date: Feb 15, 2018

Revised Date: Mar 29, 2018

Accepted Date: May 7, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.45

Correspondence to:

Supanee Suntornlohanakul. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla 90112 Thailand Tel: 0966597966 E-mail: supanee.s@psu.ac.th

Introduction

Digital equipment and analyzing programs have been introduced in orthodontics. For proper orthodontic treatment plans, digital study models combined with different programs have become widely accepted.

Digital study models can be derived from direct scanning of a plaster model, impression scanning, intraoral scanning, and cone-beam computerized tomography (CBCT).¹⁻³ These digital models and analyzing programs can provide

all of the data which can be achieved from a plaster study cast. Moreover, model analysis such as Bolton's analysis or space analysis can also be easily obtained from these new technologies.

Digital models were introduced in 1999 by OrthoCAD™^{4,5} (Cadent, Carlstadt, NJ, USA) and in 2001 by emodels®^{6,7} (GeoDigm, Chanhassen, MN, USA) which generated the digital model by destructive scanning and laser-based scanning, respectively. Moreover, CBCT and 3D model desktop scanner were also developed and they are commonly used to create digital models.³ Due to the advanced development of the three-dimensional scanner and analyzing software, many studies tried to prove whether the measurements directly from a study model or manual method were different from the digital method. Previous studies and systematic reviews reported accuracy and reliability of the digital models made by the systems acquired from plaster models or impressions. Most of the research gave the idea that digital measurement can be used effectively in orthodontics.^{1,5,8-11}

Space analysis is one of the significant procedures in orthodontic treatment planning, especially in crowding problems. This analysis consists of measurements of segmental arch length and sum of tooth width. An accurate space analysis enhances proper treatment planning on whether extraction or arch expansion can be performed. Specifically, in moderate crowding cases, the precise evaluation of space discrepancy is essential since these are borderline cases for a decision of extraction or non-extraction.

Even though there are reports regarding many aspects of digital models, few studies have shown the differences of space analysis between digital and manual methods. Leifert studied space analysis measurements made on digital models from plaster dental casts.¹² A statistically significant difference in the space analysis on the maxillary models was found in that study. However, it was concluded that digital models could be used for space analysis compared with manual method. Redlich evaluated the accuracy of space analysis on digital

models obtained from plaster casts compared with plaster models divided into groups according to the level of crowding severity.¹³ The results showed that the measurements from digital models did not differ from the manual measurements on plaster models except in cases of severe crowding.¹³ However, no study has evaluated the space analysis based on severity of crowding carried out on plaster models compared with digital models produced from impression scanning with the 3Shape R700™ scanner (3-Shape™, Copenhagen, Denmark). The advantage of impression scanning is the avoidance of pouring stone to create a plaster cast. This advantage can save cost and time. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the differences of space analysis in four groups with different crowding severity between two methods of measurement: digital models obtained by impression scanning and plaster models.

Materials and Methods

The research protocol was approved by the Research Ethics Committee, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University (EC5904-13-P-LR).

Study design, samples, and sampling methods

This study was a cross-sectional experimental study using the purposive sampling method. The sample consisted of 120 maxillary and mandibular pre-treatment plaster models derived from orthodontic patients. The sample size was calculated from a previous study.¹³ A sample size of 11 pairs of study models was required per group to obtain a statistical power of 95 %. The inclusion criteria of the sample were study models with fully erupted permanent dentition from first molar to first molar, no missing teeth, no supernumerary teeth, no abnormal tooth morphology, no attrition or large restoration that may affect the tooth mesio-distal width, no voids or beads, and no fractures or cracking of plaster models. All samples were divided equally into four groups according to crowding severity determined by one specialized orthodontist. Group 1 was no crowding (with or without spacing). Group 2 was mild crowding

(estimated space discrepancy <2 mm). Group 3 was moderate crowding (estimated space discrepancy 2–4 mm). Group 4 was severe crowding (estimated space discrepancy >4 mm).

Digital model production

The 120 plaster models were converted into digital models using impression scanning by the 3Shape R700™ scanner. Alginate impressions were taken from each plaster model and impressions were made. Only one brand of alginate (Alginoplast; Heraeus-Kulzer, Hanau, Germany) was used in this study and it was mixed strictly following the instructions of the manufacturer. Then, all impressions were immediately scanned into digital models with ScanItOrthoImpression™ software.

Measurements

The measurements were performed on plaster models with a digital caliper (573-721 Absolute, Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japan) with a scale precision of 0.01 mm. Tooth size was measured from the mesial contact point to distal contact point parallel to the occlusal plane which is the greatest mesio-distal width

of each tooth. Arch length was measured as segmental arch length which was divided into four segments. Right and left posterior segments were measured from the mesial contact point of the first molar to the mesial contact point of the canine, and the right and left anterior segments were measured from the mesial contact point of the canine to the midline (Fig. 1). Digital models were analyzed using the 3Shape OrthoAnalyzer™ software to the nearest 0.01 mm for the tooth size and segmental arch length measurement, which was similar to the measurement made on plaster models. Tooth size measurement from the digital model was carried out by plotting the greatest mesio-distal width of each tooth starting from the right second premolar to the left second premolar, and arch length was measured as the segmental arch length (Fig. 2). Space analysis for each study model was calculated as the discrepancy between the space required (sum of tooth width from right second premolar to left second premolar) and the space available (sum of the four arch length segments).

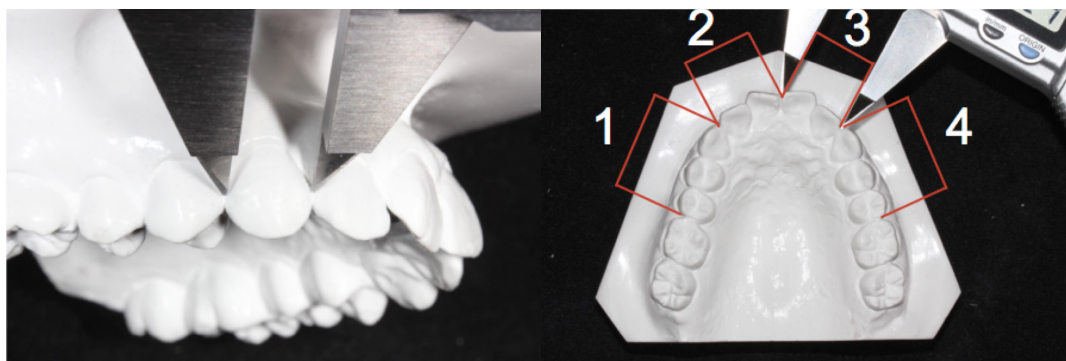


Figure 1 Measurements of tooth size and segmental arch length made on a plaster model using digital calipers.

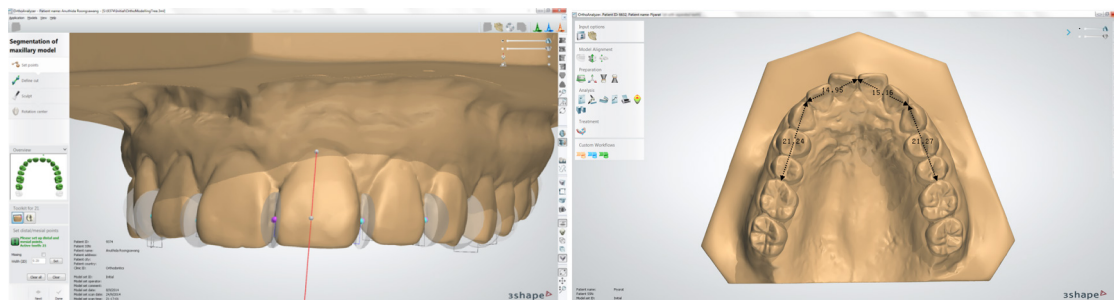


Figure 2 Measurements of tooth size and segmental arch length made on digital model OrthoAnalyzer™ software.

Error of the method

All measurements on the digital and plaster models were carried out by a single examiner trained and standardized by a specialized orthodontist in the use of both measuring methods. Internal reliability was performed on 10 randomly selected digital models and 10 randomly selected plaster models on which measurements were made separately 2 times with an interval of 2 weeks. An intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated to evaluate the intra-observer reliability of measurement on the plaster and digital models and the measurement errors were evaluated using Dahlberg's formula.¹⁴

Statistical Analysis

IBM SPSS Statistics version 21 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) was used for the statistical analyses. The Shapiro–Wilk test was used to test for normality. Means and standard deviations of sum of tooth size, segmental arch length, and space discrepancy for plaster and digital models were calculated separately. Independent *t*-test or Wilcoxon rank-sum test was applied to determine whether the measurements on plaster and digital models had equal means for sum of tooth size, segmental arch

length, and space discrepancy measurements. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

The intra-examiner reliability of tooth size and segmental arch length measurements from repeated measurements were analyzed. The data showed that all measurements carried out using the two methods were highly correlated with ICC values more than 0.90 and measurement errors less than 0.50 mm.

Most of the data measurements by these two methods were normally distributed, except space discrepancy in mandibular moderate crowding. All measurements from the digital models were larger than the measurements from the manual method. However, a comparison of the means of the measurements from the plaster and digital models using the independent *t*-test and Wilcoxon rank-sum test showed no statistically significant differences in the measurements for the sum of tooth size and segmental arch length in any group ($p > 0.05$) (Tables 1 and 2). According to the space analysis, it also showed that the space discrepancies were not statistically significantly different between the plaster and digital model measurements (Table 3).

Table 1 Comparison of tooth size measurements between manual measurement from plaster model and digital measurement from impression scanning.

Degree of crowding	Maxillary arch				Mandibular arch			
	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	<i>p</i> value	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	<i>p</i> value
None	75.00±3.47	75.30±3.53	-0.30	0.814	64.19±3.51	65.03±3.61	-0.84	0.525
Mild	75.86±2.64	76.08±2.64	-0.22	0.824	65.88±2.32	66.74±2.76	-0.85	0.369
Moderate	78.48±4.63	78.84±4.26	-0.36	0.828	66.74±2.68	66.80±3.01	-0.06	0.952
Severe	80.67±3.55	80.60±3.78	0.07	0.957	69.25±3.06	69.09±3.04	0.16	0.890

*Significance at α level $p \leq 0.05$; NS, Not significant, $p > 0.05$

Table 2 Comparison of segmental arch length measurement between manual measurement from plaster model and digital measurement from impression scanning.

Degree of crowding	Maxillary arch				Mandibular arch			
	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	p value	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	p value
None	76.86±4.12	77.36±3.93	-0.50	0.734	66.61±3.28	67.51±3.34	-0.89	0.466
Mild	74.95±2.65	75.38±2.46	-0.44	0.644	64.69±2.19	65.63±2.40	-0.94	0.272
Moderate	75.22±4.43	75.71±4.28	-0.49	0.761	63.84±3.01	64.40±3.19	-0.55	0.629
Severe	73.58±3.24	73.71±2.89	-0.13	0.907	62.47±4.14	63.17±4.06	-0.70	0.645

*Significance at α level $p \leq 0.05$; NS, Not significant, $p > 0.05$

Table 3 Comparison of space discrepancy between manual measurement from plaster model and digital measurement from impression scanning.

Degree of crowding	Maxillary arch				Mandibular arch			
	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	p value	Manual measurement (mean±SD)	Digital measurement (mean±SD)	Mean Difference (mm)	p value
None	1.86±2.02	2.06±2.22	-0.20	0.798	2.42±2.17	2.48±2.79	-0.06	0.820
Mild	-0.91±0.54	-0.70±1.22	-0.22	0.529	-1.19±0.62	-1.10±0.76	-0.09	0.729
Moderate	-3.26±0.56	-3.13±0.65	-0.13	0.553	-2.90±0.77	-2.41±0.67	-0.50	0.074
Severe	-7.10±2.78	-6.89±3.03	-0.20	0.848	-6.78±1.91	-5.93±2.04	-0.85	0.247

*Significance at α level $p \leq 0.05$; NS, Not significant, $p > 0.05$

Discussion

With the significant advances in technology, computer technology is being increasingly applied in dentistry. Nevertheless, when new equipment of digital models are released for orthodontic diagnosis, treatment planning or research purposes, an assessment of the accuracy and reliability of measurement needs to be determined.⁸ The objective of this study was to identify whether space analysis from impression scanning can replace the analysis from the traditional method. The outcome of the study can be applied in a clinical setting by scanning the impression taken from a patient's mouth.

Error in the measurements in both plaster and digital models may occur from many factors including different points of identification, differences in the measurement tools, and the examiner's experience. To

reduce measurement errors in this study, the measurements were carried out by a single examiner to avoid interobserver error. The examiner was trained and standardized by a professional orthodontist to minimize the random error. From intra-examiner reliability testing, tooth size and segmental arch length measurements showed high reliability and low measurement error with ICC values more than 0.9 and measurement errors less than 0.5 mm. This study created digital models by impression scanning with a three-dimensional scanner. Errors and problems of digital model production may occur in many processes, such as (1) the risk of dimensional deformation caused by moisture absorption or moisture loss from the impression material, (2) permanent deformation of the impression material can occur when there are deep

undercuts, (3) the time between taking the impression and the time of scanning to a digital model, and (4) impression material may not completely imprint all proximal contact areas, especially in crowding areas.^{2,15} All of these factors may affect the dimensions of the digital model and the precision of point identification. However, this study was designed to minimize the error by scanning the impression immediately after it was set. All procedures were done by one investigator who strictly followed the instructions of the manufacturers. The results showed no statistically significant differences of sum tooth size, segmental arch length or space discrepancy measurement between the measurements performed on digital models and plaster models.

Lemos *et al.*¹⁶ evaluated the reliability of linear measurements performed on plaster models compared with three-dimensional digital models obtained with a R700 scanner, which was the same scanner model used in the current study. No statistically significant differences between any linear measurements obtained directly on the plaster models versus the digital models were found in this study. The authors concluded that the digital models obtained from the 3Shape R700 scanner are reliable and can be considered an alternative to cast models for performing measurements and analysis in orthodontic practice. This study also found no statistically significant differences in the space analysis on either the maxillary or mandibular models, which were in accord with the study conducted by Lemos *et al.*¹⁶ The results of this study were similar to those of Wiranto who compared the measurements on plaster models with digital models obtained from CBCT scanning, alginate impression, and intraoral scanning.²

However, the results of this study were in contrast to those reported by Leifert.¹² He found a statistically significant difference in the space analysis on the maxillary models. The factor that possibly affected the results was the different arch length measurement technique. This present study used the segmental arch technique to measure the arch length instead of the

circumferential technique. A large deviation from the circumferential technique can happen due to individual determination and low reproducibility.¹⁷

One of the factors that can influence identification of landmarks and affect the accuracy and reliability of the measurements is a significant amount of crowding. Measurements on models with moderate to severe crowding have limitations because it is difficult to identify the actual contact point of the teeth, especially in rotated or impacted teeth and also some teeth may have a large contact area which produces large variations in the measurements. Therefore, the access of manual instruments can be restricted by malalignment of teeth and tooth contact areas. However, the results of this study showed that the space discrepancy measurement of both plaster and digital models differed in the range of 0.06–0.85 mm which was not different in any of the groups based on severity of crowding. This result disagreed with a study by Redlich *et al.*¹³ who found statistically significant differences between the measurements obtained from the plaster and digital models and that the differences of space discrepancy were large (1.19–3.00 mm) in severely crowded teeth. The results from Redlich showed significantly less crowding using the measurements from the digital models which consequently influenced the treatment plan. However, the differences in space discrepancy measured in severe crowding of teeth in the present study were small (0.41–1.15 mm). Differences between the 3D scanner system and the analyzing software functions may influence the measurements. The use of 3Shape OrthoAnalyzer™ software in this study has advantages such as the ability to magnify and rotate the digital model to identify the landmarks of measurement without changing their dimensions, as well as excellent resolution obtained with this type of software. Steven¹⁰ advocated that measurements on digital models were more valid than plaster models and reported that various malocclusions were obstacles to placing the caliper for measurements which affected the definite measurement points. However, digital models allowed for identifica-

tion of the measurement points by clicking the mouse point on the digital model.

Thus, as long as digital models are used carefully, it would be sensible to consider that the measurements on a digital model are more valid than those made on plaster models with calipers. However, the most recent innovation is the direct creation of a digital model by intraoral scanning of the patient's mouth. This system provides many advantages, especially the avoidance of making an impression, and it is convenient. Many studies showed that intraoral scanning has acceptable accuracy and reliability and can be an alternative diagnostic tool for clinical application. However, this system has some limitations due to intraoral conditions such as patient movement, saliva, and limited intraoral space which result in inaccurate scanning.¹⁸⁻²⁰

Many studies proved that a digital model from either model scanning or impression scanning can be a substitute for plaster models for all measurements and analysis in an orthodontic diagnosis. However, the skill of the operator in utilizing these new technologies is an important factor.

Conclusion

The use of digital models for a clinical diagnosis is sufficiently accurate for tooth size, segmental arch length measurement, and space discrepancy measurement in all groups of various degrees of tooth crowding. Nevertheless, more investigations should be undertaken to discover whether they are suitable for the clinical situation and result in similar treatment outcomes.

Conflicts of interest

The authors confirm there are no known conflicts of interest associated with this publication and there has been no significant financial support for this work that could have influenced its outcome.

Acknowledgement

The expenses for this study were met by a grant from Prince of Songkla University

References

1. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2011;14(1):1-16.
2. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;143(1):140-47.
3. Al Ali S, Premjani P, Al-Mulla A, Ferguson D. Accuracy of three-dimensional cone beam computed tomography digital model measurements compared with plaster study casts. *APOS Trends Orthod* 2017;7:215-8.
4. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod* 2003;73(3):301-6.
5. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle Orthod* 2004;74(3):298-303.
6. Horton HM, Miller JR, Gaillard PR, Larson BE. Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. *Angle Orthod* 2010;80(2):254-61.
7. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132(3):346-52.
8. Zilberman O, Huggare J, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod* 2003;73(3):301-6.
9. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;124(1):101-5.
10. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129(6):794-803.

11. De Luca Canto G, Pachêco-Pereira C, Lagravere MO, Flores-Mir C, Major PW. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2015;18(2):65-76.
12. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;136(1):16 e1-4.
13. Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneur R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. *Orthod Craniofac Res* 2008;11(2):90-5.
14. Galvao MCS, Sato JR, Coelho EC. Dahlberg formula – a novel approach for its evaluation. *Dent Press J Orthod* 2012;17(1):115-24.
15. Alcan T, Ceylanoglu C, Baysal B. The relationship between digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions. *Angle Orthod* 2009;79(1):30-6.
16. Lemos LS, Rebello IM, Vogel CJ, Barbosa MC. Reliability of measurements made on scanned cast models using the 3Shape R700 scanner. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(6):20140337.
17. Raksin T, Suntornlohanakul S. Arch perimeter measurement of orthodontic study model. *Songklanakarinn Dent J* 2016;4:1-10.
18. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;144(3):471-8.
19. Cuperus AM, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JG, Breuning KH. Dental models made with an intraoral scanner: a validation study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2012;142(3):308-13.
20. Naidu D and Freer TJ. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: a comparison of tooth widths and Bolton ratios. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;144(2):304-10.

ช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนในโพรงฟันชนิดคลาสทู Voids of Bulk-fill Resin Composite Restoration in Class II Cavity

ชินเดช จิระอานนท์¹ และ ชัยวัฒน์ มณีบุญย์¹

Chinnadate Jira-arnon¹ and Chaiwat Maneenut¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถึงผลของวิธีการบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนที่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์และลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันในโพรงฟันชนิดคลาสทู ต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะ ด้วยเครื่องมือโครคอมพิวเตดโทโมกราฟี โดยทำการเตรียมโพรงฟันชนิดคลาสทูในฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งทั้งหมด 40 ซี่ แบ่งตามกลุ่มของการบูรณะเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 บูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต ชนิดบูรณะทั้งก้อนแบบหลอด โดยตักวัสดุใส่โพรงฟันเพียงครั้งเดียว กลุ่มที่ 2 บูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต ชนิดบูรณะทั้งก้อนแบบหลอด โดยตักวัสดุใส่โพรงฟันสองครั้ง กลุ่มที่ 3 บูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต ชนิดบูรณะทั้งก้อนแบบแคปซูล โดยฉีดวัสดุเพียงครั้งเดียว และกลุ่มที่ 4 ทำการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนแบบแคปซูล โดยฉีดวัสดุเพียงครั้งเดียว จาก SonicFill Handpiece ภายหลังบูรณะ เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในตู้ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นประเมินร้อยละของช่องว่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายในโพรงฟันที่บูรณะแล้วด้วยเครื่องมือโครคอมพิวเตดโทโมกราฟี วิเคราะห์ข้อมูลด้วย One-way ANOVA ร่วมกับ Tukey Post-hoc test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละของช่องว่างในกลุ่มที่ 2 ซึ่งบูรณะด้วยการตักวัสดุสองครั้ง (1.62 %) มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ร้อยละของช่องว่างของกลุ่มที่ 1 ซึ่งตักวัสดุเพียงครั้งเดียวหรือกลุ่มที่ 3 และ 4 ซึ่งฉีดวัสดุใส่โพรงฟันเพียงครั้งเดียวไม่แตกต่างกัน (0.49 %, 0.33 % และ 0.21 % ตามลำดับ) สรุปผลการศึกษาได้ว่า การบูรณะโพรงฟันชนิดคลาสทูด้วยเรซินคอมโพสิต ชนิดบูรณะทั้งก้อน โดยวิธีตักวัสดุใส่โพรงฟันสองครั้งเกิดช่องว่างในการบูรณะมากที่สุด

คำสำคัญ: การบูรณะ, ช่องว่าง, เรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อน, ไมโครคอมพิวเตดโทโมกราฟี, โพรงฟันชนิดคลาสทู

Abstract

The aim of this study was to evaluate voids formation in Class II cavity restored with different placement methods of bulk-fill resin composites using micro-computed tomography (micro-CT). Standardized Class II cavities were prepared in 40 extracted human premolars which were divided into 4 groups. Group1: one bulk placement with syringe type; Group2: incremental placement with syringe type; Group3: one bulk placement with injection capsule type; Group4: one bulk placement with injection SonicFill Handpiece type. Percent of voids (% Void) in restored cavity was evaluated with micro-CT after storage in 100 % relative humidity at 37 degrees Celsius for 24 hours. Statistical analysis was done using One-way ANOVA and Tukey post hoc test at confidential level of 95 %. Results: Percent of voids in group 2 (1.62 %) was significant higher ($p = 0.05$) than the other groups (0.49 %, 0.33 % and 0.21 %, respectively). Conclusion: Incremental placement created the highest voids when restore Class II cavity with bulk-fill resin composite.

Keywords: Restoration, Voids, Bulk-fill resin composite, Micro-computed tomography, Class II cavity

Received Date: Mar 15, 2018

Revised Date: May 4, 2018

Accepted Date: Jul 19, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.46

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ชินเดช จิระอรณนัท ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 0-2218-8795 อีเมล: chimkung@gmail.com

Correspondence to:

Chinnadate Jira-arnon. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry Dunant Road, Pathumwan Bangkok, 10330 Thailand Tel: 0-2218-8795 E-mail: chimkung@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบัน วัสดุเรซินคอมโพสิตได้รับการยอมรับและนิยมนำมาใช้บูรณะทั้งหน้าและฟันหลัง เพราะมีความสวยงามสามารถลอกเลียนสีฟันธรรมชาติได้ดี มีความแข็งแรงเพียงพอในการรับแรงบดเคี้ยว และความกังวลเกี่ยวกับความเป็นพิษของปรอทในวัสดุอะมัลกัม^{1,2} อย่างไรก็ตาม การศึกษาทางคลินิกของ Ishibashi และคณะ³ พบว่า ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 81.1) ของการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตมีช่องว่าง (voids) ขนาดใหญ่ภายในเนื้อวัสดุ และที่รอยต่อระหว่างเนื้อฟันและวัสดุบูรณะร่วมกับความไม่แนบสนิทตามขอบวัสดุบูรณะ

ช่องว่างระหว่างโพรงฟันและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ความเค้นจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization stress) บริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะและโพรงฟัน^{4,5} การหดตัวจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) ซึ่งทำให้ปริมาตรของวัสดุลดลง รวมทั้ง ลักษณะการใช้งานของวัสดุ ความหนืดของวัสดุ รูปแบบการใส่วัสดุเข้าโพรงฟัน รวมถึงช่องว่างภายในวัสดุเองด้วยเช่นกัน⁷ ช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะฟันส่งผลทำให้แรงยึดติดระหว่างวัสดุบูรณะและโพรงฟันลดลง⁸ และอาจมีผลทำให้คนไข้เสียวฟันหลังการบูรณะเมื่อเคี้ยวอาหารหรือทานน้ำเย็นได้⁹ หรือเกิดการเคลื่อนที่ของน้ำภายในท่อเนื้อฟันเข้ามาเติมเต็มในช่องว่างเหล่านี้และทำให้เกิดการทำลายสารยึดติดบริเวณนั้น นอกจากนี้อาจทำให้คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุบูรณะลดลง และอาจทำให้วัสดุแตกหักได้เมื่อใช้งาน¹⁰

ในปัจจุบัน การบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (conventional resin composite) ได้รับการแนะนำให้บูรณะแบบขั้น ๆ (incremental technique) ชั้นละไม่เกิน 2 มิลลิเมตร เพื่อการลดความเค้นที่เกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เนื่องจากทำให้สัดส่วนพื้นผิวที่ยึดติดกับโครงสร้างฟันต่อพื้นผิวที่

ไม่มีการยึดติดกับโครงสร้างฟันหรือ “ซีแฟกเตอร์” (Configuration factor; C-factor) ลดลง^{11,12} และลดปัญหาเกี่ยวกับระดับความลึกของการเกิดพอลิเมอร์¹³ แต่วิธีการนี้ต้องใช้เวลาในการบูรณะมากและมีความเสี่ยงที่จะเกิดช่องว่างระหว่างการบูรณะแต่ละชั้น จึงมีการพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิตที่สามารถบูรณะทั้งก้อน (bulk-fill resin composite) เพื่อลดระยะเวลาการทำงานและลดความเสี่ยงที่จะเกิดช่องว่างระหว่างชั้นของการบูรณะ โดยการใส่วัสดุในโพรงฟันให้เต็มก่อนแล้วจึงฉายแสงเพื่อทำให้วัสดุเกิดการแข็งตัว^{14,15}

เรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนมีหลายผลิตภัณฑ์และมีวิธีการใช้งานแตกต่างกันไป¹⁶ วัสดุที่มีความหนืดต่ำ (low viscosity) จะอยู่บรรจุในภาชนะลักษณะหลอดฉีดขนาดเล็ก (capsule or compute) ใช้งานโดยฉีดวัสดุเข้าโพรงฟันแล้วจึงบูรณะด้านบดเคี้ยวด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นที่มีความแข็งแรงมากกว่า ในขณะที่วัสดุที่มีความหนืดสูง (high viscosity) อาจบรรจุในหลอดฉีดเล็ก ใช้งานโดยฉีดออกจากเข้าโพรงฟันโดยตรง หรือใช้เครื่องมือให้พลังงานไปสั่นสะเทือนเพื่อให้วัสดุมีความหนืดต่ำก่อนฉีดเข้าไปโพรงฟัน บางผลิตภัณฑ์บรรจุในหลอด (syringe) โดยบีบออกมาจากหลอดก่อนแล้วใช้เครื่องมือตักใส่เข้าในโพรงฟัน เรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนที่มีความหนืดสูงไม่จำเป็นต้องบูรณะด้านบดเคี้ยวต่อด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอีก ซึ่งลักษณะและรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะฟัน^{7,17,18} โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการบูรณะโพรงฟันชนิดคลาสซุ (class II cavity) ซึ่งมีตำแหน่งและลักษณะโพรงฟันที่ยากในการใส่วัสดุ

การศึกษาช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะมีหลายหลายวิธี เช่น การย้อมสีภายหลังการตัดแบ่งชิ้นงานเพื่อตรวจสอบรอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะและโพรงฟัน วิธีการนี้ใช้เวลาไม่ยาวนัก แต่จะ

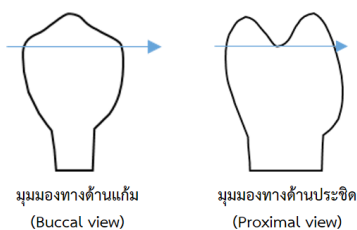
ตรวจสอบได้เฉพาะบริเวณที่ถูกตัดเท่านั้น ไม่สามารถดูช่องว่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ หรือการใช้ออฟติคอลลโคฮีเรนโทโมกราฟี (optical coherence tomographic; OCT) ซึ่งสามารถสร้างแผนภาพสามมิติโดยไม่ต้องตัดชิ้นตัวอย่าง แต่วิธีนี้สามารถวัดความแนบในโพรงฟันที่ลึกเพียง 2-3 มิลลิเมตรเท่านั้น¹⁹ ในขณะที่การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (micro-computed tomography) เป็นวิธีการศึกษาที่สามารถให้แผนภาพสามมิติของวัตถุที่เราต้องการศึกษาโดยไม่ต้องตัดชิ้นตัวอย่าง และสามารถวิเคราะห์ปริมาตรของช่องว่างที่เกิดขึ้นในลักษณะสามมิติ ทำให้มีความน่าเชื่อถือและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยทางทันตกรรมอย่างหลากหลาย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลของวิธีการบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก่อนที่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์และลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันในโพรงฟันชนิดคลาสซู ต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะ โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาคือ รูปแบบและวิธีการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก่อนในโพรงฟันชนิดคลาสซูไม่มีผลต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

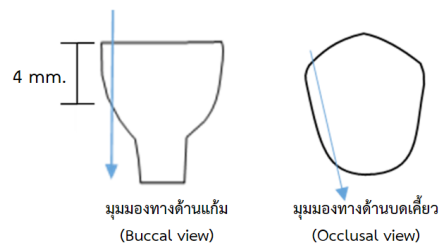
การเตรียมฟันตัวอย่าง

นำฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟันซึ่งปราศจากรอยผุ วัสดุอุด หรือรอยร้าว จำนวน 40 ซี่ มาทำความสะอาดฟันและเก็บในน้ำกลั่นผสมไฮมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ก่อนเตรียมฟันด้วยเครื่องขัดอัตโนมัติ โดยขัดบริเวณด้านบดเคี้ยวของฟันจนถึงระดับจุดลึกสุดของหลุมร่องฟัน ให้รอยขัดขนานกับด้านบดเคี้ยว จากนั้นขัดด้านประชิดด้านใดด้านหนึ่งให้เรียบและตั้งฉากกับรอยขัดด้านบดเคี้ยว โดยระนาบการขัดขนานกับพื้นผิวฟันแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual) จุดสิ้นสุดของรอยขัดด้านประชิดอยู่ต่ำกว่ารอยขัดด้านบดเคี้ยวประมาณ 4 มิลลิเมตร ดังที่แสดงในรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 แสดงการขัดด้านบดเคี้ยว

Figure 1 Polishing of occlusal surface



รูปที่ 2 แสดงการขัดด้านประชิด

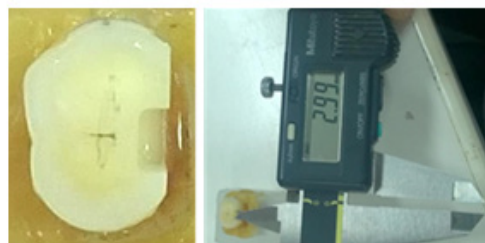
Figure 2 Polishing of proximal surface

ยึดฟันเข้ากับบล็อกเรซินใส แล้วเตรียมโพรงฟันชนิดคลาสซูแบบ slot บนด้านประชิดที่ขัดเรียบไว้ด้วยหัวกรอกปากเพชรทรงกระบอกชนิดกรอเร็วร่วมกับเครื่องกรอฟันที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (computerized numerical controlled specimen former machine) กำหนดจุดเริ่มต้นบริเวณกึ่งกลางด้านประชิด โดยกำหนดให้โพรงฟันมีความกว้างในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านเหงือก (occluso-cervical) 4 มิลลิเมตร ความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal) 1.5 มิลลิเมตร และความกว้างในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual) 3 มิลลิเมตร และตรวจสอบมิติโพรงฟันด้วยดิจิตอลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (digital vernier caliper) ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 แสดงการใช้งานเครื่องกรอฟันที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์สำหรับเตรียมโพรงฟัน

Figure 3 Using computerized numerical controlled specimen former machine for cavity preparation



รูปที่ 4 แสดงโพรงฟันภายหลังการเตรียม และการตรวจสอบมิติโพรงฟันด้วยดิจิตอลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

Figure 4 Completed cavity preparation and digital vernier caliper measurement

สุ่มแบ่งฟันตามวิธีบูรณะเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 ซี่ ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (simple randomization) ยึดแผ่นเมทริกซ์ชนิดโลหะ (metal matrix band) กับฟันที่เตรียมโพรงฟันไว้ด้วยเครื่องมือยึดเมทริกซ์ชนิดทอฟเฟอร์มาย (tofflemire matrix holder) โดยให้แผ่นเมทริกซ์แนบและครอบคลุมโพรงฟันทั้งหมด ขอบบนของแผ่นเมทริกซ์อยู่เหนือโพรงฟันประมาณ 1 มิลลิเมตร ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 ในโพรงฟันเป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 15 วินาที จนไม่มีกรดหลงเหลือ ทำการเป่าลมเบา ๆ 3 วินาที โดยผนังโพรงฟันยังคงมีความชื้นอยู่ ใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ OptiBond FL (KERR, Switzerland) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยทาผนังโพรงฟันด้วยสารไพรเมอร์ (OptiBond FL Prime) และกาวเบา ๆ เป็นเวลา 15 วินาที เป่าลมเบา ๆ 5 วินาที ให้ได้ลักษณะของผนังโพรงฟันที่มันเงา และทา สารเรซินแอดฮีซีฟ (OptiBond FL Adhesive) บาง ๆ ให้ทั่วโพรงฟัน แล้วฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง Demi™ Plus (KERR, Switzerland) ซึ่งมีระดับความเข้มแสง 1,100-1,330 mw/mm² เป็นเวลา 20 วินาที โดยปลายแท่งนำแสงวางอยู่บนขอบบนของแผ่นเมทริกซ์ และครอบคลุมโพรงฟัน แล้วทำการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะ

การบูรณะฟัน

กลุ่มที่ 1 บูรณะด้วยฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรีย (Filtek Bulk Fill Posterior) (3M E8PE, USA) แบบหลอด (syringe) โดยตักวัสดุใส่ใน

โพรงฟันเพียงครั้งเดียว

ตักวัสดุใส่ในแบบพิมพ์ซิลิโคนขนาด 5x1.5x3 มม.

(ปริมาตรมากกว่าขนาดของโพรงฟันเล็กน้อย) ให้เต็ม แล้วเอาวัสดุทั้งหมดออกจากแบบพิมพ์ไปใส่โพรงฟัน พยายามกดให้วัสดุแนบกับโพรงฟันด้วยเครื่องมือกด (plugger) ปลายเรียบ ตบแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยเครื่องมือตบแต่งคอมโพสิต และฉายแสงจากด้านบนบดเคี้ยวเป็นเวลา 40 วินาที ถอดแผ่นเมทริกซ์โลหะออกแล้วทำการฉายแสงด้านใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นโดยวางให้เครื่องฉายแสงขนานกับผนังโพรงฟันด้านนั้น ๆ ด้านละ 20 วินาที

กลุ่มที่ 2 บูรณะด้วยฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรีย (Filtek Bulk Fill Posterior) แบบหลอด โดยตักวัสดุใส่ในโพรงฟันสองครั้ง

ตักวัสดุใส่ในแบบพิมพ์ซิลิโคนขนาด 5x1.5x3 มม.

(ปริมาตรมากกว่าขนาดของโพรงฟันเล็กน้อย) ให้เต็ม ตักวัสดุครึ่งหนึ่งออกจากแบบพิมพ์แล้วใส่โพรงฟันครั้งแรกให้วัสดุมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร พยายามกดให้วัสดุแนบกับโพรงฟันด้วยเครื่องมือกดปลายเรียบ ตักวัสดุที่เหลือใส่ในโพรงฟันให้เต็ม จากนั้นตบแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยเครื่องมือตบแต่งคอมโพสิต และฉาย

แสงจากด้านบนบดเคี้ยวเป็นเวลา 40 วินาที ถอดแผ่นเมทริกซ์โลหะออกแล้วทำการฉายแสงด้านใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นโดยวางให้เครื่องฉายแสงขนานกับผนังโพรงฟันด้านนั้น ๆ ด้านละ 20 วินาที

กลุ่มที่ 3 บูรณะด้วยฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรีย (Filtek Bulk Fill Posterior) แบบแคปซูล (capsule) โดยฉีดวัสดุใส่ในโพรงฟันเพียงครั้งเดียว

ติดตั้งแคปซูลกับที่ฉีดวัสดุ วางปลายแคปซูลไว้อยู่เหนือโพรงฟันแล้วทำการฉีดเข้าโพรงฟันให้เต็มจนมีแรงดันกลับ ตบแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยเครื่องมือตบแต่งคอมโพสิต และฉายแสงจากด้านบนบดเคี้ยวเป็นเวลา 40 วินาที ถอดแผ่นเมทริกซ์โลหะออกแล้วทำการฉายแสงด้านใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นโดยวางให้เครื่องฉายแสงขนานกับผนังโพรงฟันด้านนั้น ๆ ด้านละ 20 วินาที

กลุ่มที่ 4 ทำการบูรณะด้วย โซนิคฟิลล์ (SonicFill) แบบแคปซูล โดยฉีดวัสดุใส่ในโพรงฟันเพียงครั้งเดียว

ติดตั้งแคปซูลกับเครื่องมือฉีดโซนิคฟิลล์ SonicFill Handpiece (KERR, Switzerland) วางปลายแคปซูลไว้ใกล้กับผนังด้านเหงือกมากที่สุด ทำการฉีดวัสดุพร้อมกับเคลื่อนปลายแคปซูลมาทางด้านบดเคี้ยว ให้วัสดุเกินโพรงฟันเล็กน้อย ตบแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยเครื่องมือตบแต่งคอมโพสิต และฉายแสงจากด้านบนบดเคี้ยวเป็นเวลา 40 วินาที ถอดแผ่นเมทริกซ์โลหะออกแล้วทำการฉายแสงด้านใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นโดยวางให้เครื่องฉายแสงขนานกับผนังโพรงฟันด้านนั้น ๆ ด้านละ 20 วินาที

ภายหลังการบูรณะทำการเก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในตู้ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายหลังบูรณะด้วยเครื่องมือโครคอมพิวเตดโทโมกราฟี (micro-CT)

1. กรอตัดรากฟันใต้ต่อผนังโพรงฟันด้านเหงือกประมาณ 1-2 มิลลิเมตร และกรอตัดพื้นผิวด้านแก้มและด้านลิ้นของฟันห่างจากผนังด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้น ประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรออากาศเพชรทรงกระบอกชนิดกรอเร็ว เพื่อให้ชิ้นตัวอย่างมีขนาดเหมาะสมในการวางไว้ในหลอดใส่ชิ้นตัวอย่าง (holder) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร

2. วางชิ้นตัวอย่างไว้ในหลอด ยึดไม่ให้เคลื่อนไหวด้วยฟองน้ำ ติดตั้งหลอดกับเครื่องมือโครคอมพิวเตดโทโมกราฟี กำหนดความต่างศักย์ 70 กิโลโวลต์ กระแสไฟฟ้า 100 ไมโครแอมแปร์ ขนาดวอกเซลเท่ากับ 6 ไมโครเมตร กรองรังสีด้วยอลูมิเนียมขนาด 0.5 มิลลิเมตร

3. สร้างภาพสามมิติของช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างโพรง

ฟันและวัสดุบูรณะรวมทั้งช่องว่างภายในวัสดุบูรณะและกำหนดขอบเขตที่สนใจ (region of interest) ตั้งแต่ขอบโพรงฟันและครอบคลุมวัสดุบูรณะทั้งหมด จากนั้นคำนวณร้อยละของปริมาตรช่องว่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อปริมาตรของขอบเขตที่สนใจ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์หีไมโครซีที (μ CT-evaluation, Scanco Medical, Bassersdorf, Switzerland)

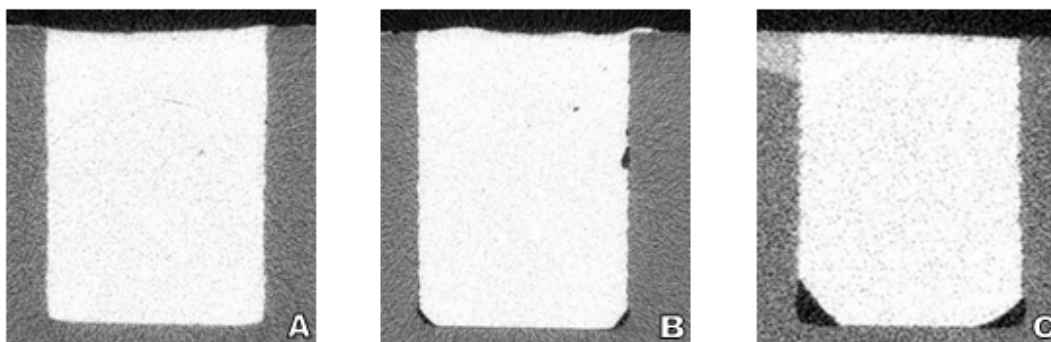
การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละของช่องว่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม แล้วทำการตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov test วิเคราะห์ร้อยละช่องว่างด้วยสถิติวันเวย์แอนโนวา (one-way

ANOVA) ร่วมกับ Turkey post-hoc test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

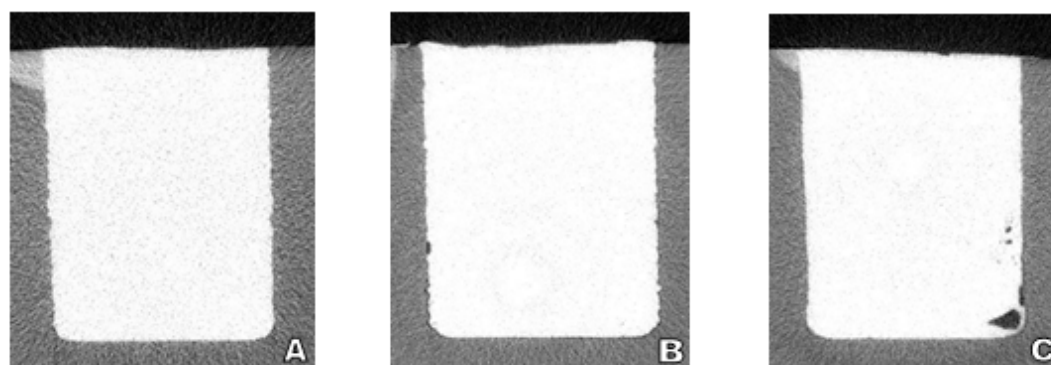
ผลการศึกษา

พบช่องว่างที่เกิดขึ้นจากการบูรณะในชั้นตัวอย่างทุกชั้น โดยที่ข้อมูลลอการิทึมของร้อยละช่องว่างมีการแจกแจงแบบปกติ และจากภาพตัดขวางของชิ้นตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 พบว่า มีช่องว่างเกิดขึ้นบริเวณผนังของโพรงฟันและบริเวณมุมบรรจบเท่านั้น ช่องว่างที่เกิดขึ้นนั้นอาจมีขนาดเล็ก ขนาดกลาง หรือขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 5, 6 และ ที่ 7 ตามลำดับ



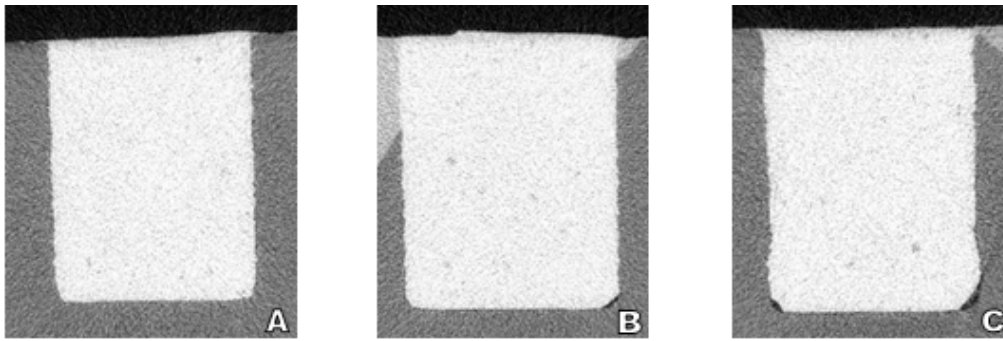
รูปที่ 5 ตัวอย่างภาพตัดขวางของกลุ่มที่ 1 A) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างน้อยที่สุดของกลุ่ม B) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดร้อยละของช่องว่างใกล้เคียง C) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างมากที่สุดของกลุ่ม

Figure 5 Cross-sectional imaging of group 1. A) Cross-sectional imaging from sample with lowest %Voids in the group B) Cross-sectional imaging from sample with average %Voids in the group C) Cross-sectional imaging from sample with highest %Voids in the group.



รูปที่ 6 ตัวอย่างภาพตัดขวางของกลุ่มที่ 3 A) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างน้อยที่สุดของกลุ่ม B) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดร้อยละของช่องว่างใกล้เคียง C) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างมากที่สุดของกลุ่ม

Figure 6 Cross-sectional imaging of group 3. A) Cross-sectional imaging from sample with lowest %Voids in the group B) Cross-sectional imaging from sample with average %Voids in the group C) Cross-sectional imaging from sample with highest %Voids in the group.



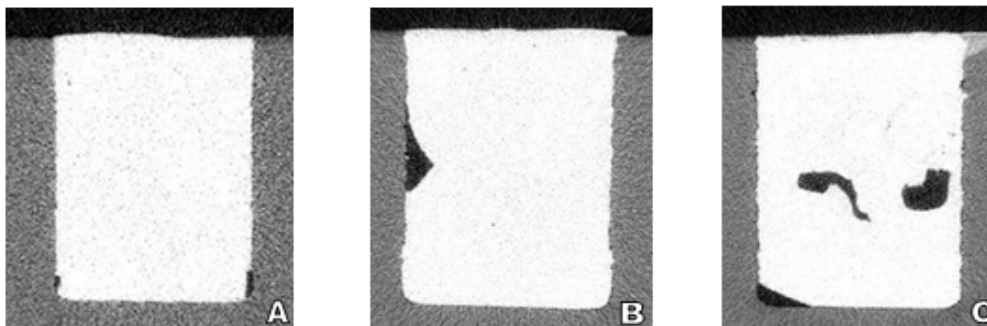
รูปที่ 7 ตัวอย่างภาพตัดขวางของกลุ่มที่ 4 A) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างน้อยที่สุดของกลุ่ม B) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดร้อยละของช่องว่างใกล้เคียง C) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างมากที่สุดของกลุ่ม

Figure 7 Cross-sectional imaging of group 4. A) Cross-sectional imaging from sample with lowest %Voids in the group B) Cross-sectional imaging from sample with average %Voids in the group C) Cross-sectional imaging from sample with highest %Voids in the group.

สำหรับภาพตัดขวางในกลุ่มที่ 2 พบว่า มีช่องว่างเกิดขึ้น บริเวณผนังของโพรงฟัน บริเวณมุมบรรจบ และภายในวัสดุบูรณะด้วย ดังแสดงในรูปที่ 8

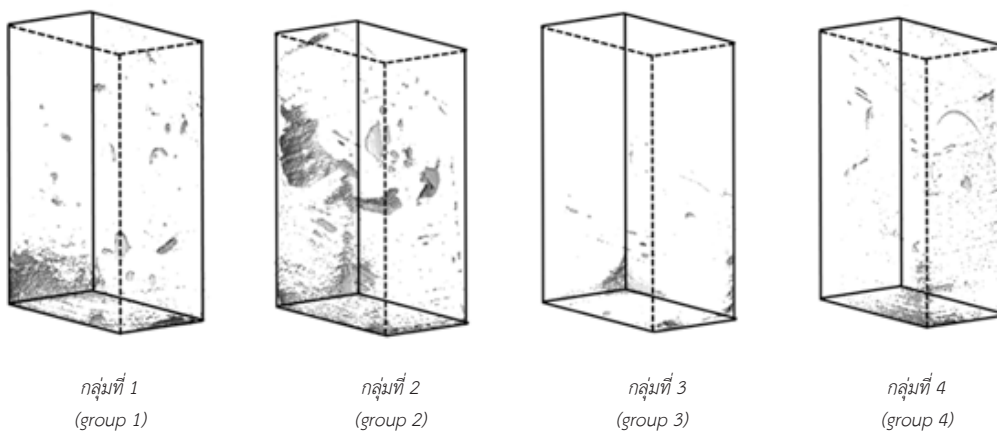
จะพบช่องว่างบริเวณผนังของโพรงฟันและบริเวณมุมบรรจบหรือ จุดบรรจบของด้านต่าง ๆ โดยที่ในกลุ่มที่ 2 จะพบช่องว่างภายใน วัสดุบูรณะบริเวณกึ่งกลางของวัสดุร่วมด้วย ดังแสดงในรูปที่ 9

เมื่อประมวลผลภาพของช่องว่างในลักษณะ 3 มิติ โดยทั่วไป



รูปที่ 8 ตัวอย่างภาพตัดขวางของกลุ่มที่ 2 A) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างน้อยที่สุดของกลุ่ม B) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดร้อยละของช่องว่างใกล้เคียง C) ภาพตัดขวางจากชิ้นตัวอย่างที่เกิดช่องว่างมากที่สุดของกลุ่ม

Figure 8 Cross-sectional imaging of group 2. A) Cross-sectional imaging from sample with lowest %Voids in the group B) Cross-sectional imaging from sample with average %Voids in the group C) Cross-sectional imaging from sample with highest %Voids in the group.



กลุ่มที่ 1
(group 1)

กลุ่มที่ 2
(group 2)

กลุ่มที่ 3
(group 3)

กลุ่มที่ 4
(group 4)

รูปที่ 9 ตัวอย่างช่องว่างที่เกิดขึ้นในกลุ่มต่าง ๆ ในลักษณะภาพ 3 มิติ

Figure 9 Three-dimensional imaging of voids for different groups.

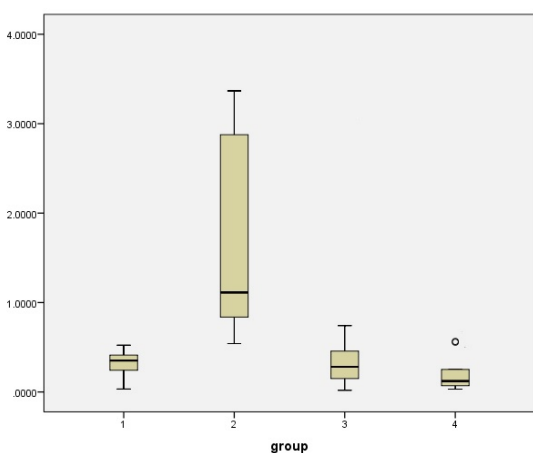
ค่าเฉลี่ยของร้อยละของช่องว่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 10

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของช่องว่างในการบูรณะระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่บูรณะด้วยฟิลเทคบัลค์ฟิลล์โพสที-เรียแบบหลอด โดยตักวัสดุใส่โพรงฟันสองครั้ง (กลุ่มที่ 2) มีความเฉลี่ยของร้อยละช่องว่างในการบูรณะมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ร้อยละช่องว่างในการบูรณะของกลุ่มอื่น ๆ อีกสามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่บูรณะด้วย ฟิลเทคบัลค์ฟิลล์โพสที-เรียแบบหลอด โดยตักวัสดุใส่โพรงฟันเพียงครั้งเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มที่บูรณะด้วย ฟิลเทคบัลค์ฟิลล์โพสที-เรียแบบแคปซูล โดยฉีตวัสดุใส่โพรงฟันเพียงครั้งเดียว (กลุ่มที่ 3) และกลุ่มที่บูรณะด้วย โซนิคฟิลล์ แบบแคปซูล โดยฉีตวัสดุใส่โพรงฟันเพียงครั้งเดียว (กลุ่มที่ 4) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า วิธีการบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก่อนในโพรงฟันชนิดคลาสสิกไม่มีผลต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะ

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะของกลุ่มต่าง ๆ อักษรตัวยกแสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Percentage and standard deviation of voids for different groups, different superscript letters indicate significant

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	0.487252 (0.481677) ^b
2	1.615359 (1.1136211) ^a
3	0.329878 (0.2375264) ^b
4	0.208143 (0.1971202) ^b



รูปที่ 10 แสดงร้อยละของช่องว่างของการบูรณะของกลุ่มต่าง ๆ
Figure 10 Percentage of voids for different groups.

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาได้ออกแบบโพรงฟันเป็นแบบคลาสสิก ซึ่งยากต่อการใส่วัสดุลงในโพรงฟัน โดยควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อผลการศึกษา เช่น รูปร่างมิติโพรงฟัน โดยการเตรียมโพรงฟันด้วยเครื่องกรอฟันควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CNC Specimen Former) และตรวจสอบตรวจสอบมิติโพรงฟันด้วยดิจิตอลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เพื่อให้ปริมาณของวัสดุบูรณะใกล้เคียงกันในทุกชิ้นตัวอย่าง รวมทั้งการเลือกใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ OptiBond™ FL (Kerr, Washington, DC, USA) ซึ่งได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐาน (Gold standard)²⁰ เนื่องจากให้ค่าแรงยึดที่ดีทั้งการศึกษาทางคลินิกและในห้องปฏิบัติการ สารยึดติดนี้มีวัสดุอัดแทรกทำให้ชั้นของสารยึดติดหนา ประกอบกับมี elastic modulus ที่ต่ำ ทำให้มีความสามารถในการลดความเครียดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ได้

เรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก่อนควรต้องเกิดพอลิเมอร์อย่างเพียงพอในบริเวณที่ลึกของโพรงฟัน การหดตัวและความเค้นจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์สัมพันธ์กับระดับการเกิดพอลิเมอร์²¹ และอาจมีผลต่อการเกิดช่องว่างของการบูรณะ²² โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความลึกของการบ่ม ได้แก่ ความเข้มแสงระยะเวลาการฉายแสงและระยะห่างระหว่างวัสดุและเครื่องฉายแสง^{23,24} ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการควบคุมระยะเวลาและระยะทางการฉายแสงให้เท่ากันในทุกชิ้นตัวอย่าง ใช้เครื่องฉายแสงซึ่งเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มแสงแบบช่วง ๆ (Periodic level shifting) ความเข้มพื้นฐานที่ 1,100 mw/mm² และสูงสุดที่ 1,330 mw/mm² ทำการฉายแสงวัสดุเป็นระยะเวลา 40 วินาที แทนที่ฉายแสงเพียง 20 วินาที ตามคำแนะนำจากบริษัท เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เมื่อฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (light-emitting diode, LED) ที่มีความเข้มแสงประมาณ 1,000 mW/cm² หรือมากกว่า บนเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก่อนเป็นเวลา 20 วินาที คอมโพสิตที่มีความหนืดสูง เช่น SonicFill และ Tetric EvoCeram Bulk Fill มีระดับความลึกของการบ่มตัวไม่ถึง 4 มิลลิเมตร²⁴⁻²⁶ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการฉายแสงเป็น 40 วินาที พบว่าสามารถทำให้เรซินคอมโพสิตที่มีความหนืดสูงมีความลึกของการบ่มตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตรได้²³

ผลการศึกษานี้พบช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ 2 ซึ่งบูรณะด้วยวิธีตักวัสดุใส่โพรงฟันสองครั้งเกิดช่องว่างของการบูรณะสูงที่สุด ขณะที่กลุ่มอื่น ๆ ช่องว่างของการบูรณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ช่องว่างส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 2 พบว่าอยู่บริเวณกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง (รูปที่ 8 และ 9) ผู้วิจัยคาดว่า เกิดการกักเก็บอากาศ

ภายในวัสดุระหว่างการบูรณะชั้นแรกและชั้นที่สอง ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ Vandewalker และคณะที่พบว่า ช่องว่างภายในวัสดุของการบูรณะแบบชั้น ๆ โดยฉายแสงในแต่ละชั้นด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริด ฟิลเทคซี 250 (Filtek Z250, 3M ESPE) มีมากกว่าการบูรณะแบบก้อนเดียวอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนที่ผลิตภัณฑ์ฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรีย ที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ มีความหนืดไม่สูงนัก ในการบูรณะกลุ่มที่ 2 หลายครั้งพบว่าวัสดุถูกดึงออกจากผนังด้านเหงือกขณะใส่วัสดุชั้นแรกเข้าสู่โพรงฟันแล้วนำเครื่องมือกดออก แต่ไม่พบเหตุการณ์ดังกล่าวในการบูรณะกลุ่มที่ 1 และการบูรณะชั้นที่ 2 ของกลุ่มที่ 2 อาจเนื่องด้วยการบูรณะชั้นแรกจำเป็นต้องนำเครื่องมือกดออกในทิศทางตั้งฉากกับด้านบดเคี้ยวเมื่อบูรณะมาถึงขอบด้านบดเคี้ยวของโพรงฟันสามารถนำเครื่องมือในทิศทางอื่นได้ทำให้วัสดุไม่ถูกดึงออกจากผนังโพรงฟันอีก นอกจากนี้ การกดวัสดุเพื่อให้แนบกับโพรงฟันหลายๆ ครั้ง อาจทำให้เกิดช่องว่างในเนื้อวัสดุได้ซึ่งการศึกษาของ Balthazard และคณะ²⁷ ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบช่องว่างบริเวณแนวบรรจบระหว่างผนังด้านต่าง ๆ (line angle) และมุมบรรจบ (point angle) ซึ่งเป็นบริเวณที่แคบและเป็นมุมที่ยากต่อการใส่วัสดุในแนบกับโพรงฟัน²⁸ ดังแสดงในรูปที่ 9

โซนิคฟิลล์ ถูกแนะนำโดยบริษัทผู้ผลิตว่าเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะแบบทั้งก้อนที่เป็นทั้งวัสดุที่ความความหนืดต่ำสามารถไหลแผ่ได้และเป็นวัสดุที่ความความหนืดสูงทำให้สามารถตบแต่งให้มีรูปร่างตามต้องการได้ ทำให้ง่ายแก่การบูรณะ เครื่องมือชนิดสำหรับโซนิคฟิลล์ (SonicFill Handpiece) จะให้พลังงานคลื่นสะเทือน (sonic energy) ทำให้วัสดุมีความหนืดลดลงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งคาดว่า การไหลแผ่ได้จะช่วยเพิ่มความแนบบริเวณผนังโพรงฟัน แล้วเมื่อพลังงานคลื่นสะเทือนหายไปวัสดุจะหนืดขึ้น¹⁴ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า ช่องว่างของการบูรณะของกลุ่มที่ 4 ซึ่งบูรณะด้วยโซนิคฟิลล์ ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษานี้มีความคล้ายคลึงและแตกต่างจากการศึกษาของ Chaidarun และคณะ¹⁸ ที่ทำการศึกษาระหว่างช่องว่างของการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบูรณะทั้งก้อนด้วยเครื่องมือไมโครคอมพิวเตดโทโทกราฟีพบว่า ในโพรงฟันขนาดเล็ก ร้อยละพื้นที่ช่องว่างการบูรณะด้วยโซนิคฟิลล์ และฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรียแบบแคปซูลไม่แตกต่างกัน แต่การบูรณะด้วยฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรียแบบหลอดพบร้อยละพื้นที่ช่องว่างมากกว่ากลุ่มอื่น ความแตกต่างของการศึกษานี้ที่ไม่พบความแตกต่างของร้อยละช่องว่างของกลุ่มที่บูรณะด้วยฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ โปสทีเรียแบบหลอดชนิดที่ตักวัสดุใส่โพรงฟันครั้งเดียวและแบบแคปซูล ผู้วิจัย

คาดว่า เนื่องจากการกำหนดปริมาตรของวัสดุด้วยแบบพิมพ์ซิลิโคนช่วยลดความผิดพลาดจากการตักวัสดุมากเกินไปจนทำให้ใส่วัสดุเข้าสู่โพรงฟันและกดวัสดุให้แนบได้ยาก หรือตักวัสดุน้อยเกินไปจนต้องตักวัสดุมาใส่เพิ่ม นอกจากเหตุผลข้างต้นแล้ว ความแตกต่างของผลการศึกษาอาจมาจากการศึกษานี้วิเคราะห์ช่องว่างจากภาพแบบสามมิติ ไม่ใช้การคำนวณพื้นที่ช่องว่างในแต่ละภาพตัดขวาง จึงทำให้ได้ผลที่สมบูรณ์มากกว่า

ในการศึกษานี้พบช่องว่างของการบูรณะในทุกชั้น ตัวอย่าง สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาก่อให้เกิดช่องว่างในการบูรณะที่เกิดในโพรงฟันลักษณะต่าง ๆ เช่น การศึกษาทางคลินิกของ Ishibashi และคณะ³ พบว่าวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตในโพรงฟันชนิดคลาสไฟฟ์ ร้อยละ 81.1 มีช่องว่างเกิดขึ้น หรือการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Opdam และคณะ²⁹ ในการบูรณะโพรงฟันชนิดคลาสวันด้วยลักษณะการใช้งานวัสดุ (handling characteristics) ที่แตกต่างกัน พบว่า กลุ่มที่บูรณะเพียงชั้นเดียวด้วยเรซินคอมโพสิตความหนืดปานกลาง เกิดช่องว่างระหว่างการบูรณะ 16 ซีใน 19 ซี ในขณะที่กลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเหลวและความหนืดสูงเกิดช่องว่างระหว่างการบูรณะทุกซี ดังนั้น จึงพอที่จะสรุปได้ว่า การบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตมักพบช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะเสมอ

ทันตแพทย์ควรเข้าใจสาเหตุและผลเสียของการเกิดช่องว่างของการบูรณะโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิต รวมถึงรู้จักคุณสมบัติของวัสดุบูรณะและวิธีการบูรณะของวัสดุแต่ละชนิด ค้นเคยลักษณะการใช้งานของวัสดุและบูรณะฟันด้วยความระมัดระวังเพื่อให้เกิดช่องว่างการบูรณะน้อยที่สุด โดยสาเหตุของการเกิดช่องว่างมีหลายอย่าง ทั้งความเค้นที่เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์²² รูปร่างโพรงฟัน²⁸ ลักษณะการใช้งานวัสดุ⁷ รวมถึงวิธีการใส่วัสดุเข้าสู่โพรงฟัน³⁰⁻³² ซึ่งช่องว่างเหล่านี้ก่อให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ต่อวัสดุบูรณะ เช่น แรงยึดติดลดลง⁸ คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุบูรณะลดลง³³ หรืออาจก่อให้เกิดอาการเสียวฟันภายหลังการบูรณะ⁹ จนส่งผลให้วัสดุบูรณะฟันนั้นเกิดความล้มเหลว

การบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดทั่วไป มักมีคำแนะนำให้บูรณะแบบชั้น ๆ เนื่องจากข้อดีหลายประการ เช่น การลดความเครียดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชัน การเคลื่อนตัวเข้าหากันของปุ่มฟันลดลง^{11,12} เพิ่มความแนบกับโพรงฟันและค่าแรงยึดติดดีกว่าการบูรณะแบบทั้งก้อน⁸ ลดการรั่วซึมบริเวณขอบเขตด้านเหงือกของโพรงฟันชนิดคลาสทู อีกทั้งวิธีการบูรณะนี้ทำให้วัสดุในบริเวณที่ลึกมีปฏิกิริยาพอลิเมอร์สมบูรณ์³⁴ อย่างไรก็ตาม วิธีการบูรณะเป็นชั้น ๆ มีความเสี่ยงทำให้เกิดช่องว่างในการบูรณะแต่ละชั้น³⁵ อีกทั้งต้องใช้ระยะเวลารักษามากขึ้น ดังที่พบในการศึกษารุ่นนี้

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เรซินคอมโพสิตได้รับการพัฒนาคุณสมบัติให้เหมาะสมแก่การบูรณะแบบทั้งก้อน โดยมีความลึกของการบ่มตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มม.²³ ประกอบกับความเค้นจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์น้อยกว่าเรซินคอมโพสิตแบบทั่วไป³⁶ ซึ่งอาจสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์แรงดัดที่น้อยของวัสดุเหล่านี้

เรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะแบบทั้งก้อนมีส่วนประกอบที่แตกต่างจากเรซินคอมโพสิตแบบทั่วไป โดยมีขนาดวัสดุอัดแทรกใหญ่กว่าและปริมาตรน้อยกว่า³⁷ ดังนั้น รอยต่อระหว่างวัสดุอัดแทรกและเรซินเมทริกซ์จึงน้อยลง การกระเจิงของแสงลดลง เป็นเหตุให้แสงจากเครื่องฉายแสงสามารถทะลุผ่านวัสดุได้ลึกขึ้น^{37,38} ค่าความแตกต่างของดัชนีการหักเหแสง (reflective index) ระหว่างวัสดุอัดแทรกและเรซินเมทริกซ์ มีผลต่อการหักเหแสงที่เกิดขึ้น หากค่าความแตกต่างนี้มีค่าน้อยทำให้เกิดการกระเจิงแสงลดลง ส่งผลให้ระดับความลึกของการบ่มตัวสูงขึ้น³⁹ และทำให้วัสดุมีลักษณะโปร่งแสงมากขึ้น (translucency) นอกจากนี้วัสดุอัดแทรกแล้ว บางผลิตภัณฑ์ยังมีการปรับปรุงด้านสารตั้งต้นปฏิกิริยา เช่น การใช้ไอโวเซอรีน (Ivocerin) ที่ปลดปล่อยอนุมูลอิสระมากกว่าแคมฟอร์ควิโนน^{40,41} หรือการปรับปรุงโมโนเมอร์ให้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นเพื่อลดความเค้น เช่น ยูดีเอ็มเอ (UDMA) ที่ถูกปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Modified UDMA) เป็นต้น

การศึกษาการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะทั้งก้อนพบว่า การเคลื่อนตัวเข้าหากันของปุ่มฟันน้อยกว่าหรือเท่ากับเรซินคอมโพสิตทั่วไป^{42,43} ในขณะที่การรั่วซึมบริเวณขอบของวัสดุ (marginal leakage) และความสมบูรณ์ของขอบวัสดุ (marginal integrity) ไม่มีความแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดทั่วไป^{42,44,45} การศึกษาทางคลินิกของ Hickey และคณะ⁴⁶ พบอาการเสียวฟันของคนไข้ภายหลังการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดทั้งบูรณะแบบทั้งก้อนไม่มีความแตกต่างจากบูรณะแบบชั้น ๆ ด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดทั่วไป ดังนั้น จากผลการศึกษาที่กล่าวมาน่าจะลดความกังวลของการนำเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะทั้งก้อนมาเป็นตัวเลือกของการบูรณะทดแทนเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดทั่วไป โดยเฉพาะการนำวัสดุชนิดนี้มาบูรณะฟันโพรงฟันที่มักมีความลึกของโพรงฟันมากกว่าโพรงฟันคลาสสิก เพื่อการลดเวลาการรักษาและลดความเสี่ยงในการเกิดช่องว่างของการบูรณะแบบชั้น ๆ

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบูรณะโพรงฟันชนิดคลาสสิกด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะทั้งก้อนแบบหลอด โดยการใช้วัสดุใส่โพรงฟันสองครั้งพบช่องว่างสูงกว่าวิธีการบูรณะแบบอื่น ทันตแพทย์ผู้ทำการบูรณะควรตัดวัสดุออกจากหลอดให้มีปริมาตรของวัสดุใกล้เคียงกับขนาดของโพรงฟันที่จะบูรณะและใส่วัสดุลงในโพรงฟันเพียงครั้งเดียว และกดวัสดุด้วยเครื่องมือกดที่เหมาะสม

ที่จะทำให้วัสดุเข้าไปแนบกับโพรงฟันได้ดีทุกตำแหน่ง โดยไม่ควรรีบบ่อยครั้งของการกดมากจนเกินเกิดการกักเก็บอากาศและเกิดช่องว่างในเนื้อของวัสดุ หรือทันตแพทย์สามารถเลือกใส่ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบแคปซูลเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดช่องว่างระหว่างตัววัสดุออกจากหลอด หรือการคาดคะเนปริมาตรวัสดุผิดพลาดจนต้องใส่วัสดุหลายครั้ง

อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดของการวิจัยในห้องปฏิบัติการที่มีความแตกต่างจากการทำงานจริงในคลินิกอยู่ ทั้งรูปร่างโพรงฟันที่มีแบบเดียว อุณหภูมิ ความชื้น และความดันภายในเนื้อฟัน ผลการศึกษานี้จึงไม่สามารถบอกถึงช่องว่างของการบูรณะที่เกิดขึ้นภายใต้การทำงานในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงช่องว่างที่เกิดขึ้นหากบูรณะแบบชั้น ๆ ด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะทั้งก้อนและมีการฉายแสงในแต่ละชั้น เพื่อจำลองการบูรณะโพรงฟันที่มีความลึกมากกว่าความลึกของการบ่มตัวของวัสดุ อีกทั้งควรศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนของอุณหภูมิ (thermocycling) หรือการรับแรงต่อช่องว่างที่เกิดขึ้น

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้สรุปได้ว่า วิธีการบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดชนิดบูรณะทั้งก้อนในโพรงฟันชนิดคลาสสิก มีผลต่อช่องว่างที่เกิดขึ้นในการบูรณะ โดยการบูรณะด้วยวิธีการตัดวัสดุใส่สองชั้นทำให้เกิดช่องว่างของการบูรณะมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์เครื่องมือทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้ให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *J Dent* 1997;25(6):459-73.
2. Leistevo J, Leistevo T, Helenius H, Pyy L, Osterblad M, Huovinen P, et al. Dental amalgam fillings and the amount of organic mercury in human saliva. *Caries Res* 2001;35(3):163-6.
3. Ishibashi K, Ozawa N, Tagami J, Sumi Y. Swept-source optical coherence tomography as a new tool to evaluate defects of resin-based composite restorations. *J Dent* 2011;39(8):543-8.
4. Yoshimine N, Shimada Y, Tagami J, Sadr A. Interfacial Adaptation of Composite Restorations Before and After Light Curing: Effects of Adhesive and Filling Technique. *J Adhes Dent* 2015;17(4):329-36.
5. Boaro LC, Froes-Salgado NR, Gajewski VE, Bicalho AA, Valdivia

- AD, Soares CJ, *et al.* Correlation between polymerization stress and interfacial integrity of composites restorations assessed by different *in vitro* tests. *Dent Mater* 2014;30(9):984-92.
6. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005;21(1):36-42.
7. Opdam NJ, Roeters JJ, Peters TC, Burgersdijk RC, Teunis M. Cavity wall adaptation and voids in adhesive Class I resin composite restorations. *Dent Mater* 1996;12(4):230-5.
8. Bakhsh TA, Sadr A, Shimada Y, Mandurah MM, Hariri I, Alsayed EZ, *et al.* Concurrent evaluation of composite internal adaptation and bond strength in a class-I cavity. *J Dent* 2013;41(1):60-70.
9. Opdam NJ, Feilzer AJ, Roeters JJ, Smale I. Class I occlusal composite resin restorations: *in vivo* post-operative sensitivity, wall adaptation, and microleakage. *Am J Dent* 1998;11(5):229-34.
10. Ogden AR. Porosity in composite resins--an Achilles' heel? *J Dent* 1985;13(4):331-40.
11. Kwon Y, Ferracane J, Lee IB. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dent Mater* 2012;28(7):801-9.
12. Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dent Mater* 2007;23(3):288-95.
13. Liebenberg WH. Assuring restorative integrity in extensive posterior resin composite restorations: pushing the envelope. *Quintessence Int* 2000;31(3):153-64.
14. Kerr Corporation. SonicFill™ 2 [cited 2016 10 June]. Available from: <https://www.kerrdental.com/kerr-restoratives/sonicfill-2-single-fill-composite-system>.
15. 3M ESPE. Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative [cited 2016 10 June]. Available from: <http://multimedia.3m.com/mws/media/9766340/filtek-bulk-fill-posterior-restorative-technical-product-profile.pdf>.
16. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J* 2017;222(5):337-44.
17. Almeida LJ, Penha KJS, Souza AF, Lula ECO, Magalhaes FC, Lima DM, *et al.* Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μ CT study. *Braz Oral Res* 2017;31:e100.
18. Chaidarun S, Leevailoj C. Evaluation of Voids in Class II Restorations Restored with Bulk-fill and Conventional Nanohybrid Resin Composite. *J Dent Assoc Thai* 2018;68(2):132-43.
19. Bakhsh TA, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y. Non-invasive quantification of resin-dentin interfacial gaps using optical coherence tomography: validation against confocal microscopy. *Dent Mater* 2011;27(9):915-25.
20. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Cardoso MV, Van Landuyt KL, *et al.* Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *J Dent Res* 2012;91(4):351-7.
21. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater* 2005;21(10):962-70.
22. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, *et al.* Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater* 2015;31(12):1542-51.
23. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent* 2014;42(8):977-85.
24. AlQahtani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, Price RB. Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite. *Oper Dent* 2015;40(6):662-72.
25. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, Giangrosso G, Juloski J, Vichi A, *et al.* Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater* 2014;30(6):688-94.
26. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Husler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012;28(5):521-8.
27. Balthazard R, Jager S, Dahoun A, Gerdolle D, Engels-Deutsch M, Mortier E. High-resolution tomography study of the porosity of three restorative resin composites. *Clin Oral Investig* 2014;18(6):1613-8.
28. Ironside JG, Makinson OF. Resin restorations: causes of porosities. *Quintessence Int* 1993;24(12):867-73.
29. Opdam NJ, Roeters JJ, de Boer T, Pesschier D, Bronkhorst E. Voids and porosities in class I micropreparations filled with various resin composites. *Oper Dent* 2003;28(1):9-14.
30. Olmez A, Oztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent* 2004;29(6):713-9.
31. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *J Adhes Dent* 2007;9(2):189-94.
32. Aggarwal V, Singla M, Yadav S, Yadav H. Effect of flowable composite liner and glass ionomer liner on class II gingival marginal adaptation of direct composite restorations with different bonding strategies. *J Dent* 2014;42(5):619-25.
33. McCabe JF, Ogden AR. The relationship between porosity, compressive fatigue limit and wear in composite resin restorative materials. *Dent Mater* 1987;3(1):9-12.
34. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater* 2004;20(8):726-32.
35. Vandewalker JP, Casey JA, Lincoln TA, Vandewalle KS. Properties of dual-cure, bulk-fill composite resin restorative materials. *Gen Dent* 2016;64(2):68-73.

36. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent* 2014;39(4):374-82.
37. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig* 2014;18(8):1991-2000.
38. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TM, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent* 2008;33(4):408-12.
39. Shortall AC, Palin WM, Burtscher P. Refractive index mismatch and monomer reactivity influence composite curing depth. *J Dent Res* 2008;87(1):84-8.
40. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater* 2008;24(7):901-7.
41. Ilie N, Kessler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013;41(8):695-702.
42. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012;40(6):500-5.
43. Do T, Church B, Verissimo C, Hackmyer SP, Tantbirojn D, Simon JF, *et al.* Cuspal flexure, depth-of-cure, and bond integrity of bulk-fill composites. *Pediatr Dent* 2014;36(7):468-73.
44. Al-Harbi F, Kaisarly D, Bader D, El Gezawi M. Marginal Integrity of Bulk Versus Incremental Fill Class II Composite Restorations. *Oper Dent* 2016;41(2):146-56.
45. Heintze SD, Monreal D, Peschke A. Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent* 2015;17(2):147-54.
46. Hickey D, Sharif O, Janjua F, Brunton PA. Bulk dentine replacement versus incrementally placed resin composite: A randomised controlled clinical trial. *J Dent* 2016;46:18-22.

Effect of Corticotomy Patterns on the Center of Resistance Location of the Upper Six Anterior Teeth During En Masse Retraction: Finite Element Analysis

Tanes Ouejaraphant¹, Bancha Samruajbenjakun¹ and Ekachai Chaichanasiri²

¹Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Nakhonpathom

Abstract

To determine the center of resistance location of six maxillary anterior teeth during en masse retraction after combination with different corticotomy patterns. Five finite element models were constructed from CBCT. Standard brackets were passively positioned on maxillary anterior teeth at the center in mesiodistal dimension and 3 mm vertically from the cusp tip. The power arm was set mesial to the canine bracket and the mini-implant was placed between the upper second premolar and the first molar. Five decorticated bone patterns were created, the patterns started at 1 mm above the crest of the alveolar bone of the upper first premolar to central incisor areas. The upper anterior teeth were retracted from the power arm to the mini-implant. The center of the resistance location was determined by varying the force locations parallel to the occlusal plane until bodily movement of the upper anterior teeth was obtained. The center of resistance in all models was located at the same 10.8 mm distance apically from the middle of the bracket slot in the mesiodistal dimension or 13.8 mm apically from the incisal edge. Different corticotomy patterns did not change the center of resistance location of the upper anterior teeth in en masse retraction.

Keywords: Center of resistance, Corticotomy pattern, En masse retraction, Finite element analysis

Received Date: Mar 15, 2018

Revised Date: May 4, 2018

Accepted Date: Jul 19, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.47

Correspondence to:

Bancha Samruajbenjakun. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

Thailand Email: Samruaj@hotmail.com

Introduction

Speedy orthodontic treatment aids in the preservation of periodontal tissue. To increase the rate of tooth movement, various methods¹ have been developed. Mechanical, chemical, and surgical methods are usually

considered to achieve those goals.

Corticotomy with orthodontic movement can accelerate tooth movement by delineated bone block, reduced resistance of the cortical bone and increased

bone turnover from surgical trauma can change the bone properties which results in a localized decrease in the bone density. Consequently, the rate of orthodontic tooth movement can increase.^{2,3} The patterns for alveolar decortication varies, such as vertical cuts or dot-shaped decortication or a combination of vertical cuts and dot-shaped decortication.⁴ The upper incisal movement patterns in patients with corticotomy and without corticotomy are similar but the upper incisal inclinations after retraction were different.⁵

En masse retraction is the retraction of all six anterior teeth which is usually used in orthodontic treatment because en masse retraction does not create unaesthetic spaces at the front of canine during retraction. A retraction force that passes through the center of resistance that causes pure translation of the anterior teeth would be a benefit in reducing the treatment time in the finishing phase.⁶

In order to specify the position and direction of the force exerted, the most significant factor is to locate the position of the center of resistance. This position depends upon various analytical techniques, for instance, laser reflection, human autopsy, photoelastic, and finite element analysis.⁷⁻¹⁰

Finite element analysis is a mathematical method that can be used to analyze structural stress and strain and to solve biomechanical problems. This technique has proved to be a powerful tool to study orthodontic tooth treatment.¹¹ Finite element analysis is used to specify the location of the center of resistance of teeth by analyzing teeth displacement.

Furthermore, the location of the center of resistance relates to periodontal support.¹² Corticotomy affects the change in bone properties such as bone density¹³ that may alter the position of the center of resistance. However, the effect of corticotomy patterns on the location of the center of resistance of the upper anterior teeth is still unknown. The aim of this study was to determine the position of the center of resistance

of six upper anterior teeth combined with different corticotomy patterns.

Material and Methods

Five finite element models were constructed from a data set of maxillary full arch via cone-beam computed tomography (CBCT) scan (3D Accuitomo, J. Morita MFG. Corp., Kyoto, Japan). The 3D data set had a voxel dimension of FOV 170x120. The CBCT data provided average tooth and root length¹⁴ and normal surrounding alveolar bone. These data can be used to generalise the subjects.

The finite element model was developed using ITK-Snap software¹⁵ by using data from the CBCT scan (this study was approved by the ethics committee of Faculty of Dentistry, University). The thickness of the periodontal ligament was constructed to be uniform over all of the roots at 0.25 mm.¹⁶ The maxilla and teeth were constructed from the CBCT scan file with an average cortical bone thickness of 0.5 mm.¹⁷ Standard brackets with a 0.022x0.028-inch slot were placed passively in all the anterior teeth and set at the center of the buccal surface in mesiodistal dimension. The vertical distance from the cusp tip to the bracket slot was 3 mm. A stainless steel segmented archwire, which was the same size as the bracket slot, was inserted in the upper anterior teeth.

The mini-implant was set at 1 mm apical from the alveolar crest between the second premolars and the first molars. The power arm was bonded to the archwire at mesial of the canine brackets and the height of the power arm varied from 8 to 14 mm at 0.2 mm intervals. The level of the mini-implant at 1 mm from the alveolar crest is equal to 8 mm of the power arm length. The power arm length and position of the mini-implant were changed together to keep the force parallel to the occlusal plane with a 0.2 mm interval beginning at 1 mm from the alveolar crest level of the upper second premolar and upper first molar to apical root position. The coefficient of friction between the

bracket slots and archwire was set to be 0.2.¹⁸

Only half of the model was fabricated based on the assumption that the opposite sides were exactly the same and the prescription of symmetry boundary conditions

was made at the nodes on the symmetry plane.¹⁸⁻²⁰

The material properties of the model were assumed to be homogeneous, isotropic, linear elastic and obtained from previous studies (Table 1).^{17,21-25}

Table 1 Properties of materials

Material	Young's modulus (MPa)	Poisson's ratio
Cortical bone	13,800	0.26
Cancellous bone	345	0.31
Tooth	20,000	0.30
PDL	1	0.45
Stainless steel wire	200,000	0.30

In the finite element analysis, the upper first premolar was removed from the model. Decorticated bone was performed from the upper right premolar tooth to the central incisor area. The patterns of decorticated bone were classified into five categories (Fig. 1).⁴

1. Dot decortication size 1 mm diameter depth 0.5 mm every 1 mm (decorticated only cortical bone layer) was performed from a point at 1 mm above the crest of the alveolar bone (Model 1; Fig. 1A).

2. Dot decortication size 1 mm diameter depth 0.5 mm every 2 mm was performed from a point 1 mm above the crest of the alveolar bone (Model 2; Fig. 1B).

3. Dot decortication size 1 mm diameter depth 0.5 mm every 3 mm was performed from a point 1 mm above the crest of the alveolar bone (Model 3; Fig. 1C).

4. Inter-radicular cut with horizontal cut decortication was performed from a point 1 mm above the crest of the alveolar bone (Model 4; Fig. 1D).

5. Combination of inter-radicular cuts with horizontal cuts and dots decortication every 1 mm was performed from a point 1 mm above the crest of the alveolar bone (Model 5; Fig. 1E).

The calculation of finite element models was performed using Marc/Mentat[®] 2010 (MSC Software Corp., Santa Ana, California, USA). The model was

meshed with tetrahedral elements and constructed with elements varying from 113,341 to 118,728 and nodes ranging from 27,500 to 28,330 (Fig. 3).

To simulate tooth movement, 150 g retraction force was applied in the direction from the power arm to the mini-implant. The location of force on the power arm was varied to represent the change of the power arm length and position of the mini-implant simultaneously (Fig. 2). The center of resistance was determined by observing the type of tooth movement.

Data records and data analysis

Orthodontic movement was analyzed from the initial movement due to the applied force. The center of resistance of the upper anterior teeth was evaluated before and after decortication.

The location of the center of resistance of the upper anterior teeth following en masse retraction was determined from the movement of the midpoints of the apex and incisal edge of the upper anterior teeth and analyzed on 3 planes (transverse, vertical and anteroposterior plane) from both the initial and final positions (Fig. 4) by varying the location of force on the power arm until there was only translation. The movement of nodes at the apical and incisal points were determined from their initial and final positions. The least difference

between the movement of the incisal edge and apex indicated that there was only translation. This condition implied the location of the center of resistance.

Results

The displacement of the upper anterior teeth to each force direction was used to evaluate the location of the center of resistance by measuring the differential changes of the incisal edge and apex from the initial

and displaced position.

When the force level was applied at 10.8 mm from the bracket slot level, the smallest difference between the incisal edge and apex movements were obtained as shown at the lowest point in Figure 5. The center of resistance of the upper anterior teeth was located at 10.8 mm from the middle of the bracket slot level or 13.8 mm from the incisal edge of the central incisor.

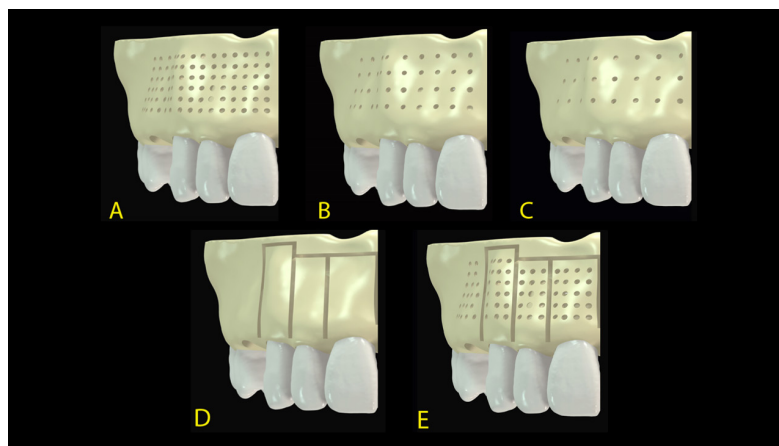


Figure 1 Geometric models: (A) Dot-shaped decortication every 1 mm; (B) Dot-shaped decortication every 2 mm; (C) Dot-shaped decortication every 3 mm; (D) Inter-radicular cuts with horizontal cuts; (E) Combination.

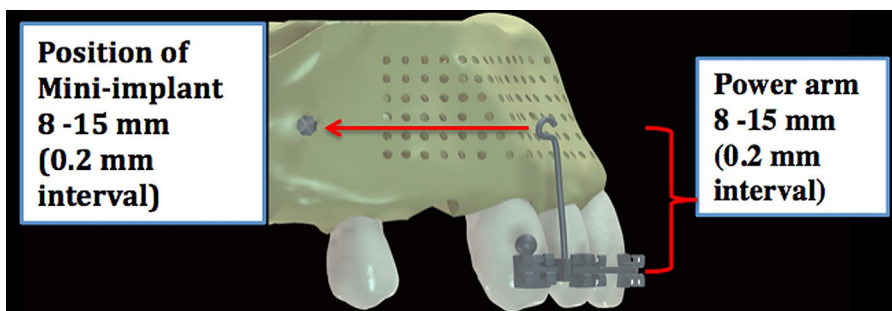


Figure 2 Schematic illustration of the anterior teeth retraction with various lengths of power arm and mini-implant.

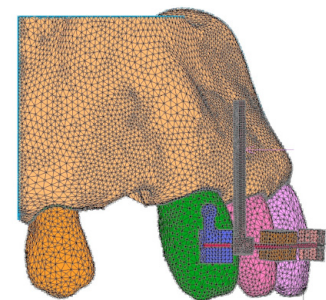
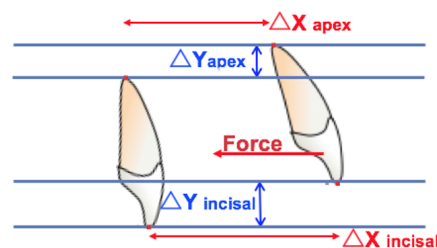


Figure 3 Finite element model.



$$\text{Different displacement} = (\Delta X_{\text{incisal}} - \Delta X_{\text{apex}}) + (\Delta Y_{\text{incisal}} - \Delta Y_{\text{apex}})$$

Figure 4 Schematic illustration of the differential changes of the incisal edge and apex.

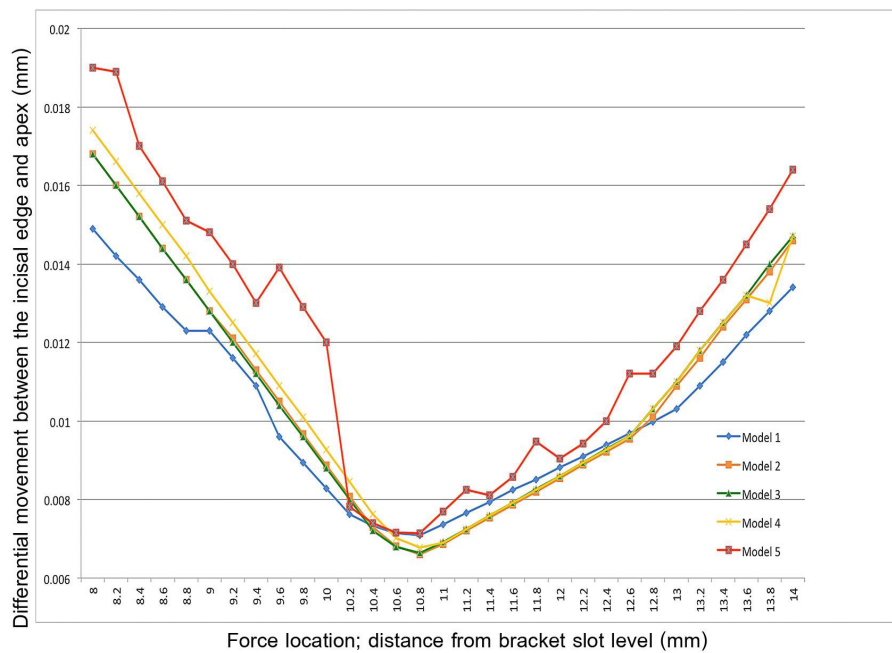


Figure 5 Differential movement between the incisal edge and apex versus the force location.

After differential corticotomy approaches, the center of resistance was in the same position obtained from the lowest point from Figure 5. Although multiple corticotomy patterns were used, the center of resistance of all the models was at 10.8 mm since the smallest difference between the incisal edge and apex movements was observed.

This study found no alteration in the location of the center of resistance among the models with different corticotomy patterns.

Discussion

The present finite element study was undertaken to investigate the influence of corticotomy patterns on the location of the center of resistance of the upper anterior teeth. The present findings showed that the location of the center of resistance of the upper anterior teeth was the same in all the models with various corticotomy patterns.

The greatest differential movement of apical and incisal of the upper anterior teeth was seen in the vertical cut and combination cut models (Models 5 & 6).

However, in all the models, no obvious difference in the upper anterior teeth movement was observed.

This study found that the type of tooth movement corresponded with the position of the retraction force of the power arm and the position of the mini-implant. In all five finite element models, the retraction force at 13.8 mm above the incisal edge seemed to produce the least difference between the incisal edge and apex movements which should be ideal pure translation.

When the distance between the force and the incisal edge was less than 13.8 mm, lingual crown tipping movement occurred because the line of force passed below the center of resistance of the upper six anterior teeth. On the other hand, lingual root torque was displayed when the force distance was greater than 13.8 mm from the incisal edge because the line of force passed above the center of resistance of the upper six anterior teeth.

This indicated that corticotomy performed only in the cortical bone layer with preservation of the alveolar height did not affect the location of the center of resistance. In the initial period, the bone properties,

such as bone density, did not change; therefore, the location of the center of resistance was not different in any of the models. According to the model without any decortication, the location of the centre of resistance of the upper anterior teeth remained in the same position of 13.8 mm from the incised edge²⁶ Similar results were obtained by Jeong *et al*²⁷ who reported that the center of resistance of the upper anterior teeth was 13.5 mm apical to the incisal edge of the upper central incisor in finite element analysis. From an *in vivo* study by Yoshida *et al*²⁸ the center of resistance of the upper anterior teeth was 13.7 mm apical to the incisal edge. However, these findings contradict the *in vivo* study by Tamer Turk *et al*²⁹ who reported that the center of resistance of the upper anterior teeth was situated 9 mm apical to the lateral incisor bracket. Moreover, Pedersen *et al*³⁰ reported that the center of resistance of the upper anterior teeth was 6.5 mm apical to the central incisor bracket slot from the human autopsy technique. However, the various technical and measurement methods in order to specify the location of the center of resistance of all previous studies were undertaken without a surgical technique.

This study investigated the center of resistance of the upper anterior teeth after corticotomy by the finite element method. The center of resistance varies among patients, depending on root length,³¹ number of teeth,²⁸ surrounding bone, and the properties of the bone.³² There are other factors that could alter the biomechanical properties affecting the movement of teeth which were not included in this study; for example, sizes of wire and bracket slot, play in the wire-bracket slot, type of archwire, and the variable anatomical parameters. Referring to a clinical situation, different patients have different root lengths and bone properties which could be more or less than this study's standard value. These could be the limitations in this study.

Also, an interpretation should be made carefully because the non-linear and viscoelastic material of the periodontal ligament was set to be linear and isotropic.

Furthermore, time also affected these movements. The results are appropriate for the initial movement.

The information obtained from this study can be useful in determining the center of resistance location for effective upper anterior teeth movement by applying orthodontic force with different corticotomy patterns.

Conclusion

In this study, the effects of the different corticotomy patterns on the location of the center of resistance of upper anterior teeth were investigated by finite element analysis. The results indicated that corticotomy patterns have no influence on the location of the center of resistance of the upper anterior teeth.

References

1. Shenava S, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated Orthodontics – A Review. *Int J Sci Study* 2014;1(5):35-9.
2. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An Evidence-Based Analysis of Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A Synthesis of Scientific Perspectives. *Semin Orthod* 2008;14(4):305-16.
3. Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E, Baldauf A. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Heidelberg, Germany: Huthig Buch Verlag; 1991:p.207-26.
4. Alghamdi AS. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. *Saudi Dent J* 2010;22(1):1-5.
5. Lee JK, Chung KR, Baek SH. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Plast Reconstr Surg* 2007;120(4):1027-36.
6. Felemban NH, Al-Sulaimani FF, Murshid ZA, Hassan AH. En masse retraction versus two-step retraction of anterior teeth in extraction treatment of bimaxillary protrusion. *J Orthod Sci* 2013;2(1):28-37.
7. Vanden Bulcke MM, Dermaut LR, Sachdeva RC, Burstone CJ. The center of resistance of anterior teeth during intrusion using the laser reflection technique and holographic interferometry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90(3):211-20.
8. Dermaut LR, Kleutghen JP, De Clerck HJ. Experimental determination of the center of resistance of the upper first molar in a macerated, dry human skull submitted to horizontal headgear traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90(1):29-36.
9. Sung SJ, Jang GW, Chun YS, Moon YS. Effective en-masse retraction design with orthodontic mini-implant anchorage: a finite element

- analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(5):648-57.
10. Matsui S, Caputo AA, Chaconas SJ, Kiyomura H. Center of resistance of anterior arch segment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(2):171-8.
 11. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. The finite element method: a tool to study orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 2005;84(5):428-33.
 12. Geramy A. Alveolar bone resorption and the center of resistance modification (3-D analysis by means of the finite element method). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(4):399-405.
 13. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(4Suppl):S83-101.
 14. Nelson SJ, Ash M. Wheeler's Dental anatomy, physiology, and occlusion. 9th ed. St. Louis: Saunder Elsevier; 2000. P. 99-110, 125-131.
 15. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, *et al.* User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage* 2006; 31(3):1116-28.
 16. Coolidge ED. The thickness of the human periodontal ligament membrane. *J Am Dent Assoc Dent Cosmos* 1937;24(8):1260-70.
 17. Liang W, Rong Q, Lin J, Xu B. Torque control of the maxillary incisors in lingual and labial orthodontics: a 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):316-22.
 18. Kojima Y, Fukui H. A finite element simulation of initial movement, orthodontic movement, and the centre of resistance of the maxillary teeth connected with an archwire. *Eur J Orthod* 2014;36(3):255-61.
 19. Kojima Y, Kawamura J, Fukui H. Finite element analysis of the effect of force directions on tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(4):501-8.
 20. Chang CL, Chen CS, Hsu ML. Biomechanical effect of platform switching in implant dentistry: a three-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25(2):295-304.
 21. Reimann S, Keilig L, Jager A, Bourauel C. Biomechanical finite-element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors. *Eur J Orthod* 2007;29(3):219-24.
 22. Ziegler A, Keilig L, Kavarizadeh A, Jager A, Bourauel C. Numerical simulation of the biomechanical behaviour of multi-rooted teeth. *Eur J Orthod* 2005;27(4):333-9.
 23. Tominaga JY, Ozaki H, Chiang PC, Sumi M, Tanaka M, Koga Y, *et al.* Effect of bracket slot and archwire dimensions on anterior tooth movement during space closure in sliding mechanics: a 3-dimensional finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;146(2):166-74.
 24. Poppe M, Bourauel C, Jager A. Determination of the elasticity parameters of the human periodontal ligament and the location of the center of resistance of single-rooted teeth a study of autopsy specimens and their conversion into finite element models. *J Orofac Orthop* 2002;63(5):358-70.
 25. Jones ML, Hickman J, Middleton J, Knox J, Volp C. A validated finite element method study of orthodontic tooth movement in the human subject. *J Orthod* 2001;28(1):29-38.
 26. Ouejaraphant T, Samruajbenjakun B, Chaichanasiri E. Determination of the centre of resistance during en masse retraction combined with corticotomy: finite element analysis. *J Orthod* 2018;45(1):11-15.
 27. Jeong GM, Sung SJ, Lee KJ, Chun YS, Mo SS. Finite-element investigation of the center of resistance of the maxillary dentition. *Korean J Orthod* 2009;39(2):83-94.
 28. Yoshida N, Koga Y, Mimaki N, Kobayashi K. In vivo determination of the centres of resistance of maxillary anterior teeth subjected to retraction forces. *Eur J Orthod* 2001;23(5):529-34.
 29. Turk T, Elekdag-Turk S, Dincer M. Clinical evaluation of the centre of resistance of the upper incisors during retraction. *Eur J Orthod* 2005;27(2):196-201.
 30. Pedersen E, Isidor F, Gjessing P, Andersen K. Location of centres of resistance for maxillary anterior teeth measured on human autopsy material. *Eur J Orthod* 1991;13(6):452-8.
 31. Sia S, Koga Y, Yoshida N. Determining the center of resistance of maxillary anterior teeth subjected to retraction forces in sliding mechanics. An *in vivo* study. *Angle Orthod* 2007;77(6):999-1003.
 32. Billiet T, de Pauw G, Dermaut L. Location of the centre of resistance of the upper dentition and the nasomaxillary complex. An experimental study. *Eur J Orthod* 2001;23(3):263-73.

ผลของไซลิทอลวารนิชต่อการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการ Effect of Xylitol Varnish on Enamel Erosion *In Vitro*

สิริภา กิจานุกุล¹ และ รังสิมา สกุลณะมรรคา¹

Siripa Kijanukul¹ and Rangsima Sakolnamarka¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลม ของไซลิทอลวารนิชที่ต่างกัน 2 ความเข้มข้น และฟลูออไรด์วารนิช เตรียมขึ้นทดสอบจากฟันกรามน้อยของมนุษย์ 25 ซี่ แบ่งครึ่งฟันในแนวใกล้กลางถึงไกลกลางฟัน นำชิ้นเคลือบฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นไปขัดเพื่อให้ได้พื้นที่ทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร ทาน้ำยาเคลือบเล็บบริเวณพื้นผิวที่ขัดยกรวนบริเวณที่จะทำการทดสอบและแบ่งฟันแบบสุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม ตามสารวารนิชที่ใช้ในการทดลอง กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 กลุ่มฟลูออไรด์วารนิช กลุ่มที่ 3 กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 กลุ่มที่ 4 กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 และกลุ่มที่ 5 กลุ่มวารนิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ทวารนิชก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุและวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ แช่ชิ้นงานด้วยน้ำอัดลมนาน 5 นาที เป็นเวลา 10 วัน นำมาวัดปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปด้วยเครื่องวัดความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณชนิดทุกคู่ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95 ผลการทดลองพบว่าปริมาตรเฉลี่ย (ลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของกลุ่มควบคุม (0.0121 ± 0.0019) และกลุ่มวารนิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ (0.0117 ± 0.0015) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 (0.0084 ± 0.0004) มีปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากกว่ากลุ่มฟลูออไรด์วารนิช (0.0070 ± 0.0007) เล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 (0.0055 ± 0.0005) มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างจากฟลูออไรด์วารนิช ในขณะที่ไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วารนิชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การสูญเสียแร่ธาตุ, ฟันสึกกร่อน, ฟลูออไรด์วารนิช, น้ำอัดลม, ไซลิทอลวารนิช

Abstract

The aim of this study was to compare the property of two different concentrations of xylitol varnish and fluoride varnish on enamel erosion from soft drink. Enamel specimens were prepared from 25 human premolars. The teeth were sectioned mesial-distally to obtain buccal and lingual halves. The buccal and lingual surfaces were polished to obtain flat enamel surfaces 3 millimeters in diameter. Nail varnish was applied to the polished surface except for the test area. The specimens were randomly divided into following treatments (n=10): Group 1 - negative control, Group 2 - fluoride varnish, Group 3 - 20 % xylitol varnish, Group 4 - 30 % xylitol varnish and Group 5 -

placebo varnish. The varnishes were applied to enamel surfaces before demineralization and on the fifth day of demineralization. Then, the specimens were demineralized by immersion in soft drink for five minutes for ten days. Enamel volume loss was measured by contact profilometer. The data were analyzed statistically using One-way ANOVA and Tukey's post-hoc test with the level of significance at $p < 0.05$. The mean enamel volume losses (cubic millimeters) were not significantly different in the negative control group (0.0121 ± 0.0019) and the placebo varnish group (0.0117 ± 0.0015). The mean enamel volume loss of the 20 % xylitol varnish group (0.0084 ± 0.0004) showed more volume loss than the fluoride varnish group (0.0070 ± 0.0007) with no statistically significant difference. The 30 % xylitol varnish group showed the lowest mean enamel volume loss (0.0055 ± 0.0005) with statistically significant when compared to other groups. From the result of this study, 20 % xylitol varnish and fluoride varnish showed no significantly difference in reducing enamel erosion by soft drink. Whereas, 30 % xylitol varnish showed the highest performance among all treatment groups.

Keywords: Demineralization, Dental Erosion, Fluoride varnish, Soft drinks, Xylitol varnish

Received Date: Jun 11, 2018

Revised Date: Jun 12, 2018

Accepted Date: Jul 17, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.48

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สิริภา กิจานุกุล ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์, ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 02-218-8795 อีเมล: skkae0106@gmail.com

Correspondence to :

Siripa Kijanukul. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry Dunant Road, Pathumwan Bangkok 10330 Thailand. Tel: 02-218-8795 Email: skkae0106@gmail.com

บทนำ

ฟันสึกกร่อน (Dental erosion) เป็นการสูญเสียโครงสร้างฟันที่มีสาเหตุจากกรดหรือสารเคมีโดยไม่มี ความเกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรีย สามารถเกิดได้ทุกบริเวณของตัวฟัน¹ ปัจจุบันพบว่าความชุกและอุบัติการณ์การเกิดฟันสึกกร่อน เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มอายุ² ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วง 10 ปีที่ผ่านมาความนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น เครื่องดื่มเกลือแร่ น้ำผลไม้ ไวน์ และน้ำอัดลม เพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 56 และยังเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2-3 ต่อปี^{3,4}

เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมมีส่วนประกอบหลัก คือ กรดคาร์บอนิก ทำให้มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำ นอกจากนี้ยังมีกรดผสมกรดชนิดอื่น ๆ ลงไปเพื่อให้เครื่องดื่มมีรสชาติที่ดีขึ้น เช่น การเติมกรดฟอสฟอริกและกรดซิตริก ลงในเครื่องดื่มประเภทโคคาโคลา เป็นต้น ซึ่งกรดซิตริกมีความสามารถในการจับกับแคลเซียมไอออน ทำให้การคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันเกิดได้น้อยลง รวมทั้งมีการใช้สารกันเสีย เช่น กรดแอสคอร์บิก ส่งผลให้น้ำอัดลมมีความเป็นกรด

มากขึ้นอีกด้วย^{3,4} ความเป็นกรดของน้ำอัดลมที่วางขายในท้องตลาด พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าความเป็นกรดต่างวิกฤต (Critical pH) ของผิวเคลือบฟันซึ่งมีค่าอยู่ที่ประมาณ 5.5 การบริโภคน้ำอัดลม จึงทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุจากผิวเคลือบฟัน และเมื่อการสึกกร่อนลุกลามไปในชั้นเนื้อฟันจะทำให้เกิดอาการเสียวฟันขึ้นได้⁵⁻⁷

นอกจากการแนะนำให้ผู้ป่วยลดปริมาณและความถี่ในการบริโภคน้ำอัดลมเพื่อป้องกันการเกิดฟันสึกกร่อนแล้ว การใช้สารที่มีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟัน เช่น ฟลูออไรด์ ก็ช่วยลดการเกิดฟันสึกกร่อนจากการสัมผัสกับกรดจากน้ำอัดลมได้^{8,9}

นอกจากฟลูออไรด์แล้ว พบว่าน้ำตาลไซลิทอลมีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นกัน โดยไซลิทอลจะจับกับแคลเซียมเกิดเป็นสารประกอบที่มีความซับซ้อนกลายเป็นตัวนำแคลเซียม (calcium carrier) ในการคืนกลับแร่ธาตุและส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียมเข้าสู่ผิวฟัน^{10,11}

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ผสมน้ำตาลไฮลิตอลขึ้นอยู่กับปริมาณและความถี่ในการบริโภคน้ำตาลไฮลิตอลที่เหมาะสม^{12,13} เพราะการชะล้างอาหารในช่องปากทำให้การคงอยู่ของน้ำตาลไฮลิตอลในช่องปากมีระยะเวลาสั้นและมีปริมาณน้อย¹⁴ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาไฮลิตอลวารินิซขึ้น เพื่อช่วยให้น้ำตาลไฮลิตอลคงอยู่ในช่องปากได้นานและไม่จำเป็นต้องบริโภคหลายครั้ง แต่ยังมีผู้ทดลองและทำการศึกษาเกี่ยวกับไฮลิตอลวารินิซในปริมาณน้อย รวมถึงยังไม่มี การทดลองในฟันธรรมชาติของมนุษย์

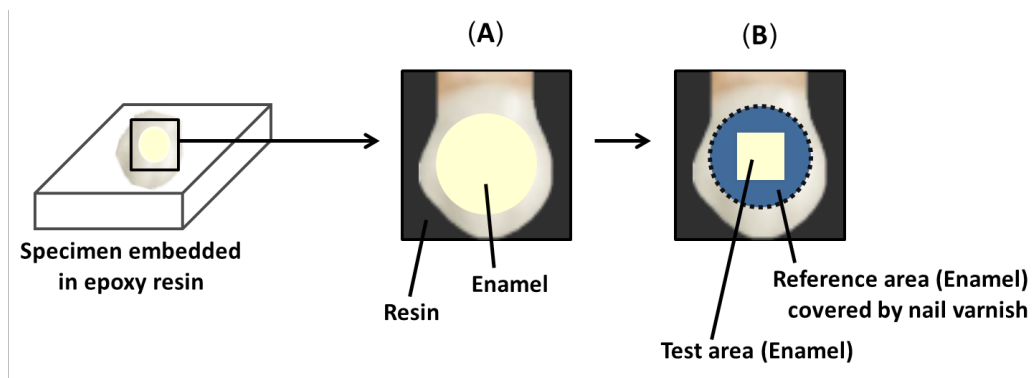
ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าไฮลิตอลวารินิซจะมีสมบัติในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลไฮลิตอลชนิดอื่นหรือไม่ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอืดลมของไฮลิตอลวารินิซความเข้มข้นต่าง ๆ กัน โดยมีฟลูออไรด์วารินิซเป็นกลุ่มควบคุม โดยมีสมมติฐานการวิจัย คือ ไฮลิตอลวารินิซและฟลูออไรด์วารินิซ ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอืดลมได้ไม่แตกต่างกัน และความเข้มข้นต่าง ๆ กันของไฮลิตอลวารินิซ มีผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอืดลมไม่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 25 ซี่ ที่ไม่มีรอยร้าว รอยแตก รอยผุ รอยสึก ไม่มีความผิดปกติของเคลือบฟันและไม่เคยผ่านการบูรณะ ทำการคัดเลือกโดยการ

ตรวจด้วยตาเปล่าและใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 10 เท่า (Olympus SZ61, Olympus Corp, Japan) ฟันทั้งหมดถูกแช่ในสารละลายไทมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส¹⁵ นำไปใช้ทดสอบในระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือนหลังจากถอนฟัน และได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2017-067)

เมื่อทำความสะอาดฟันด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิค (Cavitron Bobcat Pro 25k, Dentsply Sirona, USA) นำฟันไปตัดส่วนรากออกที่บริเวณต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 2 มิลลิเมตร และถูกตัดแบ่งครึ่งในแนวใกล้กลางถึงใกล้กลางบริเวณกึ่งกลางฟันด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (ISOMET TM 1000, BUEHLER, USA) นำขึ้นทดสอบไปฝังในเรซินใส่ให้ด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นอยู่เหนือผิวเรซินใส่เล็กน้อย นำขึ้นทดสอบไปขัดด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Minitech 233, Presi, France) โดยใช้แผ่นซิลิกอนคาร์ไบด์ (CarbiMet, BUEHLER, USA) เบอร์ 600 800 และ 1200 ตามลำดับ เพื่อให้ได้พื้นที่ของผิวเคลือบฟันที่เรียบแบนเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. แล้วขัดด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 0.3 ไมโครเมตร (LECO corp. Sr. Joseph, USA) เป็นเวลา 5 นาที ล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ ชุบด้วยกระดาษซับและเป่าให้แห้งสนิท จากนั้นทาน้ำยาเคลือบเล็บบนผิวเคลือบฟันเพื่อกำหนดเป็นจุดอ้างอิงของผิวเคลือบฟันปกติและเหลือพื้นที่ของผิวเคลือบฟันเพื่อทำการทดลองขนาดประมาณ 1.5 มม. x 1.5 มม.¹⁶ (รูปที่ 1) แล้วทำการสุ่มขึ้นทดสอบเข้ากลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ และเก็บขึ้นทดสอบในน้ำลายเทียม ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส



รูปที่ 1 แสดงการเตรียมผิวเคลือบฟันเพื่อทำการทดลอง (A) แสดงพื้นที่ของผิวเคลือบฟันภายหลังการขัดด้วยแผ่นซิลิกอนคาร์ไบด์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. (B) แสดงพื้นที่ของผิวเคลือบฟันหลังจากทาด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ โดยเหลือพื้นที่ทดสอบขนาดประมาณ 1.5 มม. x 1.5 มม.

Figure 1 Showed the process of specimen preparation (A) Flat enamel surface after polished by silicon carbide paper about 3 millimeters in diameter (B) Flat enamel surface was covered by nail varnish except the test area about 1.5 mm x 1.5 mm

สารที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฟลูออไรด์วาร์นิช (Duraphat[®], Colgate-Palmolive, USA) วาร์นิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาล ไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ (placebo varnish) และไซลิทอลวาร์นิช ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 จัดเตรียมโดยคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีส่วนประกอบ ความหนืด และค่าความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกับฟลูออไรด์วาร์นิช (ตารางที่ 1)

กลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารทดลองใด ๆ กลุ่มที่ 2 ได้รับฟลูออไรด์วาร์นิช กลุ่มที่ 3 ได้รับไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 20 กลุ่มที่ 4 ได้รับไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 30 และกลุ่มที่ 5 ได้รับวาร์นิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาล ไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ

การทาวาร์นิชทำก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ และวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ โดยนำขึ้นทดสอบที่แช่ไว้ในน้ำลายเทียมมาซิปให้แห้ง ใช้ฟูกันขนาดเล็ก (Dental vision, USA) ทาวาร์นิชบนชิ้นทดสอบหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ 1 นาที จากนั้นนำขึ้นทดสอบกลับไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 6 ชั่วโมงใช้ฟูกันขนาดเล็ก กำจัดวาร์นิชออกจากผิวชิ้นทดสอบ¹⁷

นำขึ้นทดสอบทั้ง 5 กลุ่มมาแช่ด้วยน้ำอัดลม (โค้ก, บริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด ประเทศไทย, ค่าความเป็นกรดต่าง 2.6¹⁸) นาน 5 นาที น้ำอัดลมจะเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและเปิดขวดใหม่ทุกครั้ง⁴ หลังจากครบ 5 นาที นำขึ้นทดสอบมาล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ แล้วนำกลับไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนน้ำลายเทียมใหม่ทุกวัน การทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุด้วยการสัมผัสกรดทำทั้งหมด 10 วัน และในวันที่ 5 ทาวาร์นิชในกลุ่มที่ 2-5 ซ้ำอีกครั้งตามขั้นตอนข้างต้น

การวัดปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป (Enamel volume loss) ภายหลังจากครบ 10 วัน ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุด้วยการสัมผัสกรด ทำโดยใช้เครื่องวัดความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส (Contact profilometer, Talyscan 150, Taylor Hobson, England) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งสำรวจ 2 ไมโครเมตร ความเร็ว 1,000 ไมโครเมตรต่อวินาที และใช้แรงในการกด 1 มิลลินิวตัน

นำขึ้นทดสอบมากำจัดน้ำยาเคลือบฟันโดยนำไปแช่ในสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้นร้อยละ 50 จากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากประจุแล้วเป่าให้แห้ง นำขึ้นทดสอบไปติดตั้งบนเครื่องทดสอบความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส ทำการวัดโดยเคลื่อนแท่งสำรวจ จากจุดอ้างอิงที่หนึ่งซึ่งเป็นบริเวณผิวเคลือบฟันปกติห่างจากบริเวณทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร ผ่านผิวเคลือบฟันที่ผ่านการทาด้วยวานิชชนิดต่าง ๆ ไปยังจุดอ้างอิงที่สองซึ่งเป็นบริเวณผิวเคลือบฟันปกติอีกด้านหนึ่ง ห่างจากบริเวณทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร รวมระยะทาง 2.5 มิลลิเมตร ความแตกต่างของความสูงของทั้ง 2 บริเวณจะถูกนำมาคำนวณเป็นปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (IBM SPSS statistics version 22) ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติโคโมโกรอฟ-สมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบพารามetriks (Parametric statistics) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของทุกกลุ่มการทดลอง จากนั้นใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยการจับคู่พหุคูณชนิดทูเกีย (Tukey's post hoc test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการทดลอง

Table 1 Composition of products used in this study.

Products	Compositions
Fluoride varnish (Duraphat [®] , Colgate-Palmolive, USA)	5 % sodium fluoride, 33.1 % ethanol, natural resin (colophonium), wax, saccharine and flavor.
20 % and 30 % Xylitol varnish (Faculty of Pharmaceutical science, Chulalongkorn university)	20 % or 30 % xylitol, water, natural resin, 6 % xanthan gum, 1 % citric acid and 0.5 % paraben.
Placebo varnish (Faculty of Pharmaceutical science, Chulalongkorn university)	water, natural resin, 6 % xanthan gum, 1 % citric acid and 0.5 % paraben.
Artificial saliva (Faculty of Dentistry, Chulalongkorn university)	deionized water 1200 ml, sorbitol 36 g, sodium benzoate 2.4 g, sodium carboxymethylcellulose 6 g, calcium chloride 0.2 g, potassium chloride 0.75 g, magnesium chloride 0.07 g, dipotassium hydrogen phosphate 0.965 g and potassium dihydrogen phosphate 0.44 g.
Soft drink (Coca cola [®] , Thainamthip, Thailand)	Carbonated water, sucrose, caramel color, phosphoric acid, natural flavors and caffeine.

ผลการศึกษา

จากการทดลอง ปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปและความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟันของกลุ่มต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟพบว่าข้อมูลแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวแบบปกติ ($p>0.05$) การวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติแบบพารามตริกซ์ชนิดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว พบว่ามีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องนำไปทดสอบความแตกต่างด้วยการจับคู่พหุคูณชนิดทูกีย์ พบว่าปริมาตรเฉลี่ย

ของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของกลุ่มควบคุมและกลุ่มวารินิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากกว่าฟลูออไรด์วารินิชเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มวารินิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ในขณะที่กลุ่มไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 30 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุดซึ่งแตกต่างจากทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป (ลูกบาศก์มิลลิเมตร) และความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟัน (ไมโครเมตร) ของทุกกลุ่มการทดลอง

Table 2 Mean±SD of enamel volume loss (cubic millimeters) and mean depth of test area (micrometers) of all groups.

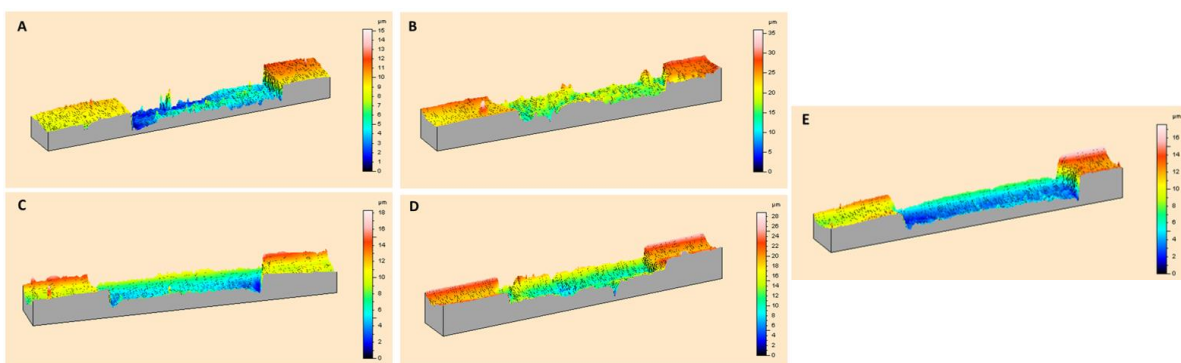
Treatment groups	Mean±SD of enamel volume loss (mm ³)	mean depth of test area (µm)
Control group	0.0121±0.0019 ^a	9.738±0.253 ^a
Fluoride varnish group	0.0070±0.0007 ^b	6.155±0.755 ^b
20 % Xylitol varnish group	0.0084±0.0004 ^b	7.562±0.251 ^b
30 % Xylitol varnish group	0.0055±0.0005 ^c	4.787±0.250 ^c
Placebo varnish	0.0117±0.0015 ^a	9.675±0.258 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) คือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

Different superscript letters (a, b, c) showed significant difference of mean enamel volume loss at $p<0.05$

ความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียผิวเคลือบฟันจะสัมพันธ์กับปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป คือ ถ้ามีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากขึ้น ความลึก

เฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟันก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงภาพจำลองของชิ้นทดสอบจากเครื่องวัดความหยาบผิวแบบสัมผัส (A ภาพของกลุ่มควบคุม, B ภาพของกลุ่มฟลูออไรด์วารินิช, C ภาพของกลุ่มไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20, D ภาพของกลุ่มไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 30 และ E ภาพของกลุ่มวารินิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ)

Figure 2 3D images of specimens after 10 days of demineralization from profilometer (A control group, B fluoride varnish group, C 20 % xylitol varnish group, D 30 % xylitol varnish group and E placebo varnish group).

บทวิจารณ์

ปัจจุบันแนวทางในการจัดการฟันสึกกร่อนมุ่งเน้นไปที่การวินิจฉัยโรคในระยะเริ่มแรกและแนะนำวิธีการป้องกันที่เหมาะสม นอกจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ป่วยแล้ว การใช้สารที่มีสมบัติในการคืนกลับแร่ธาตุ เช่น ฟลูออไรด์ เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยป้องกันหรือลดการเกิดฟันสึกกร่อนได้^{8,9}

เป็นที่ทราบกันว่าน้ำตาไลโซทอลมีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นกัน^{10,11} การศึกษานี้จึงทำการทดสอบถึงประสิทธิภาพของน้ำตาไลโซทอลในการป้องกันการเกิดฟันสึกกร่อน โดยเลือกรูปแบบของวารีนิช ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการคงอยู่ของน้ำตาไลโซทอลในช่องปากที่สั้นและมีปริมาณน้อย เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไลโซทอลวารีนิชยังมีค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการทดสอบโดยดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Souza และคณะในปี 2010¹⁷

การทดลองนี้เลือกใช้น้ำอัดลมในการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้กรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในเครื่องดื่ม ร่วมกับการผสมกรดชนิดอื่น ๆ ลงไปเพื่อให้เครื่องดื่มมีรสชาติที่ดีขึ้น เช่น การเติมกรดฟอสฟอริก ทำให้เครื่องดื่มมีค่าความเป็นกรดต่ำและมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการสึกกร่อนได้สูง^{3,6-7} โดยทำการแช่ชิ้นทดสอบในน้ำอัดลมเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาเฉลี่ยที่ฟันสัมผัสกับกรดใน 1 วัน ตามการคำนวณของ von Fraunhofer และ Rogers ในปี 2004⁴ อย่างไรก็ตามการแช่ชิ้นทดสอบด้วยวิธีการดังกล่าวอาจไม่สามารถเลียนแบบพฤติกรรมในการบริโภคน้ำอัดลมตามจริงในชีวิตประจำวันได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

การทาวารีนิชทำก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ และวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ เนื่องจากมีการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการลดการสึกกร่อนของฟลูออไรด์วารีนิชจะลดลงจนไม่ต่างกับกลุ่มควบคุมเมื่อผ่านไป 5 วัน จึงต้องมีการทาสีอีกครั้ง โดยวารีนิชจะถูกกำจัดออกจากผิวชิ้นทดสอบภายหลังทำไปเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่คาดว่าวารีนิชจะถูกกำจัดออกจากผิวเคลือบฟันในช่องปากด้วยกระบวนการชะล้างภายในช่องปาก การเคี้ยวหรือการแปรงฟันจนหมด¹⁹ นอกจากนี้ภายหลังทาวารีนิชและระหว่างการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันในแต่ละครั้ง ชิ้นทดสอบจะถูกแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อเลียนแบบสภาพแวดล้อมภายในช่องปาก อย่างไรก็ตามน้ำลายเทียมไม่สามารถสร้างแผ่นเพลลิเคิล

(acquire pellicle) ซึ่งมีความสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างผิวเคลือบฟันกับแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ฟลูออไรด์ แคลเซียม ฟอสเฟต ได้เช่นเดียวกับภายในช่องปาก²⁰ จึงควรมีการศึกษาในทางคลินิกเพิ่มเติมในอนาคต

เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัสเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดปริมาณการสูญเสียของผิวเคลือบฟันอันเนื่องมาจากการสึกกร่อนจากสารเคมี สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการได้ เนื่องจากสามารถทดสอบได้ง่ายและรวดเร็ว รวมถึงมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยต้องการพื้นผิวที่มีความเรียบเหมาะสมในการเป็นพื้นผิวอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบกับพื้นผิวที่ทำการทดสอบ^{21,22} ในการทดลองนี้จึงทำการขัดผิวเคลือบฟันด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 800 และ 1200 และขัดด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 0.3 ไมโครเมตรในขั้นตอนสุดท้าย นอกจากจะทำให้มีพื้นผิวที่เรียบเหมาะสมแล้วยังช่วยกำจัดปัจจัยเรื่องความแตกต่างของส่วนประกอบของแร่ธาตุ เช่น ฟลูออไรด์บนผิววนอกสุด (superficial layer) ของผิวเคลือบฟันที่นำมาทดสอบได้อีกด้วย แม้ว่าการขัดผิวเคลือบฟันออกไปบางส่วนอาจส่งผลต่อการยึดติดของวารีนิชในการทดลอง แต่ชิ้นทดสอบทุกกลุ่มจะถูกขัดด้วยเครื่องขัดผิววัสดุซึ่งมีมาตรฐาน จึงทำให้ลักษณะของผิวเคลือบฟันที่ใช้ทดสอบในทุกกลุ่มมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน นอกจากนี้เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัสยังมีข้อเสียคือการใช้แท่งสำรวจอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนผิวชิ้นทดสอบได้^{21,22} แต่ทุกกลุ่มการทดลองมีโอกาสเกิดรอยขีดข่วนเท่า ๆ กัน จึงไม่ทำให้เกิดอคติหรือความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มไลโซทอลวารีนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุด และกลุ่มไลโซทอลวารีนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปไม่แตกต่างจากกลุ่มฟลูออไรด์วารีนิชจึงปฏิเสธสมมติฐานการวิจัย ที่ว่าไลโซทอลวารีนิชและฟลูออไรด์วารีนิชช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ไม่แตกต่างกัน และความเข้มข้นต่าง ๆ กันของไลโซทอลวารีนิช มีผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ไลโซทอลวารีนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 ให้ผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ใกล้เคียงกับฟลูออไรด์วารีนิช¹⁷ และมีรายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟลูออไรด์วารีนิช ไช

ลิทอลวาร์นิซความเข้มข้นร้อยละ 20 มีประสิทธิภาพในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันไม่แตกต่างกัน²³ โดยในการทดลองนี้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการลดการสึกกร่อนนั้นเป็นผลจากน้ำตาลไซลิทอลจริงเนื่องจากกลุ่มวาร์นิซที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบนั้นให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

กลไกของน้ำตาลไซลิทอลในการลดการสึกกร่อนเกิดจากความสามารถในการคงระดับปริมาณของแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนในน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ ไซลิทอลจะทำหน้าที่เลียนแบบโปรตีนในน้ำลาย เช่น โปรตีนสแตทเธอริน (statherin) ซึ่งสามารถยับยั้งการตกตะกอนของเกลือแคลเซียมฟอสเฟตได้ โดยไซลิทอลจะสร้างสารประกอบที่มีความซับซ้อนโดยจับกับแคลเซียมกลายเป็นตัวนำแคลเซียมในการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุและส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียมเข้าสู่ผิวฟัน มีการศึกษาพบว่าการบริโภคน้ำตาลไซลิทอลสัมพันธ์กับปริมาณของแคลเซียมไอออนในคราบจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นร่วมกับความสามารถในการคงค่าความเป็นกรดต่างของคราบจุลินทรีย์ของน้ำตาลไซลิทอลช่วยยับยั้งการละลายแร่ธาตุและช่วยส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นเดียวกับโปรตีนในน้ำลาย^{10,11} ซึ่งคาดว่าแคลเซียมไอออนที่ทำให้เกิดกลไกการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันของน้ำตาลไซลิทอลในการทดลองนี้น่าจะมาจากน้ำลายเทียม อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม่ได้มีการทดสอบถึงปริมาณแร่ธาตุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปภายหลังเกิดการสึกกร่อนและภายหลังทาวาร์นิซ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าการเกิดกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุบนผิวของชิ้นทดสอบหรือไม่ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

จากผลการศึกษาพบว่าไซลิทอลวาร์นิซความเข้มข้นร้อยละ 20 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างจากฟลูออไรด์วาร์นิซ ซึ่งน่าจะมาจากการสร้างสารประกอบระหว่างไซลิทอลและแคลเซียมไอออนของไซลิทอลวาร์นิซความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาณใกล้เคียงกับการสร้างสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ของฟลูออไรด์วาร์นิซ ทำให้ทั้งสองกลุ่มมีแหล่งสะสมของแคลเซียมบนผิวฟันและสามารถทำให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของไซลิทอลวาร์นิซเป็นร้อยละ 30 จึงน่าจะทำให้เกิดการจับกันระหว่างไซลิทอลและแคลเซียมไอออนบนผิวฟันเพิ่มมากขึ้น เกิดการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้มากขึ้น ไซลิทอลวาร์นิซความเข้มข้นร้อยละ 30 จึงมีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Chunmuang และคณะในปี 2007²⁴ ที่ใช้สารละลายน้ำตาลไซลิทอลความเข้มข้นร้อยละ 40 และ

สารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน พบว่าสารละลายไซลิทอลความเข้มข้นร้อยละ 40 มีการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แม้จะมีการแช่ชิ้นทดสอบในสารละลาย 4 ครั้งต่อวัน นานครั้งละ 1 นาที ทั้งนี้ น่าจะมาจากรูปแบบที่แตกต่างกันของน้ำตาลไซลิทอลที่ใช้ในการทดลอง โดยคาดว่ารูปแบบวาร์นิซสามารถเพิ่มปริมาณและระยะเวลาการคงอยู่ของไซลิทอลบนผิวฟันได้ จึงทำให้ไซลิทอลวาร์นิซช่วยป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ดีกว่าแบบสารละลาย

ฟลูออไรด์วาร์นิซเป็นฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่ทันตแพทย์ใช้ป้องกันการเกิดฟันผุอย่างแพร่หลายและมีการศึกษาจำนวนมากที่สนับสนุนประสิทธิภาพในการคืนกลับแร่ธาตุบนผิวฟัน ฟลูออไรด์วาร์นิซจึงเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ถูกแนะนำให้ใช้เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน แต่ระยะเวลาในการป้องกันการสึกกร่อนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกรดจากอาหารและเครื่องดื่ม หรือกรดจากกระเพาะอาหารซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่างที่ต่ำสามารถละลายสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์บนผิวฟันออกได้¹⁹ การใช้ฟลูออไรด์วาร์นิซโดยทันตแพทย์จึงอาจต้องเพิ่มความเข้มข้นของฟลูออไรด์หรือเพิ่มความถี่เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพียงพอ แต่อย่างเท่าที่ทราบกันดีว่าการใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงในปริมาณมาก ๆ อาจทำให้เกิดความเป็นพิษ (toxicity) ทั้งแบบเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรัง และอาจอันตรายจนถึงแก่ชีวิตได้ถ้าได้รับเกิน 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)^{25,26} จึงน่าจะเป็นการดีหากมีผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ดีเทียบเท่าฟลูออไรด์วาร์นิซแต่มีผลข้างเคียงน้อยกว่าและประชาชนทั่วไปสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ต้องเดินทางมาพบทันตแพทย์ ซึ่งจากผลการทดลองนี้ พบว่าไซลิทอลวาร์นิซความเข้มข้นร้อยละ 30 ให้ผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการสัมผัสกรดน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วาร์นิซ ไซลิทอลวาร์นิซจึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานในทางคลินิกได้ต่อไป

ผลการวิจัยที่ได้จึงช่วยบ่งบอกถึงสมบัติในการป้องกัน

การสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันของไซลิทอลวาร์นิชได้ในเบื้องต้นเท่านั้น จึงควรมีการทดลองต่อไปในอนาคตเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้งานทางคลินิก และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไซลิทอลวาร์นิชในทางพาณิชย์ต่อไป

บทสรุป

จากการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 20 และฟลูออไรด์วาร์นิชช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 30 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วาร์นิชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสัชกรหญิง ดร. วลัยศิริ ม่วงศิริ อาจารย์ ประจำภาควิชาวิทยาการเภสัชกรรมและเภสัชอุตสาหกรรมที่ให้การแนะนำและความร่วมมือในการผลิตไซลิทอลวาร์นิชเพื่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Lussi A, Hellwig E, Ganss C, Jaeggi T. Buonocore Memorial Lecture. Dental erosion. *Oper Dent* 2009;34(3):251-62.
2. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci* 2014;25:55-73.
3. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent* 2006;34(1):2-11.
4. von Fraunhofer JA, Rogers MM. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent* 2004;52(4):308-12.
5. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion—an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries research* 2011;45Suppl1:2-12.
6. Barbour ME, Lussi A. Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monogr Oral Sci* 2014;25:143-54.
7. Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent* 2006;19(6):319-25.
8. Wiegand A, Attin T. Influence of fluoride on the prevention of erosive lesions—a review. *Oral Health Prev Dent* 2003;1(4):245-53.

9. Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. *Caries Res* 2001;35(3):229-34.
10. Makinen KK. Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization of caries lesions: a literature review. *Int J Dent* 2010;10:1-23.
11. Makinen KK. Can the pentitol-hexitol theory explain the clinical observations made with xylitol? *Med Hypotheses* 2000;54(4):603-13.
12. Ly KA, Milgrom P, Roberts MC, Yamaguchi DK, Rothen M, Mueller G. Linear response of mutans streptococci to increasing frequency of xylitol chewing gum use: a randomized controlled trial [ISRCTN43479664]. *BMC Oral Health* 2006;6:6.
13. Milgrom P, Ly KA, Roberts MC, Rothen M, Mueller G, Yamaguchi DK. Mutans streptococci dose response to xylitol chewing gum. *J Dent Res* 2006;85(2):177-81.
14. Lif Holgersson P, Stecksén-Blicks C, Sjöström I, Öberg M, Twetman S. Xylitol concentration in saliva and dental plaque after use of various xylitol-containing products. *Caries Res* 2006;40(5):393-7.
15. Secilmis A, Dilber E, Öztürk N, Yılmaz FG. The Effect of Storage Solutions on Mineral Content of Enamel. *J MSA* 2013;4:439-45.
16. Benjakul P, Chuenarrom C. Association of dental enamel loss with the pH and titratable acidity of beverages. *J Dent Sci* 2011;6(3):129-33.
17. Souza JG, Rochel ID, Pereira AF, Silva TC, Rios D, Machado MA, et al. Effects of experimental xylitol varnishes and solutions on bovine enamel erosion in vitro. *J Oral Sci* 2010;52(4):553-9.
18. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res* 2004;38Suppl1:34-44.
19. Magalhaes AC, Wiegand A, Rios D, Buzalaf MA, Lussi A. Fluoride in dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2011;22:158-70.
20. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2 ed: John Wiley & Sons; 2009. P.163-187
21. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent* 2004;32(8):591-602.
22. Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res* 2011;45Suppl1:13-23.
23. Cardoso CA, de Castilho AR, Salomao PM, Costa EN, Magalhaes AC, Buzalaf MA. Effect of xylitol varnishes on remineralization of artificial enamel caries lesions in vitro. *J Dent* 2014;42(11):1495-501.
24. Chunmuang S, Jitpukdeebodindra S, Chuenarrom C, Benjakul P. Effect of xylitol and fluoride on enamel erosion in vitro. *J Oral Sci* 2007;49(4):293-7.
25. Ullah R, Zafar MS, Shahani N. Potential fluoride toxicity from oral medicaments: A review. *Iran J Basic Med Sci* 2017;20(8):841-8.
26. Martinez-Mier EA. Fluoride: Its Metabolism, Toxicity, and Role in Dental Health. *J Evid Based Complementary Altern Med* 2011;17(1):28-32.

ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า	ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า
ก		นุรีฮัน	อาด้า 1/63
กิตินันท์	ตฤชณวสุนธรา 4/370	ป	
กนกวรรณ	บรรณสาร 1/63	ปณิชา	ธนาสารพูนผล 2/144
กมลชนก	กมลนฤเมธ 2/92	ปัทมา	ชัยเลิศวณิชกุล 3/197
กীরติกา	วงษ์ทิม 3/218	ประทานพร	อารีราชการิณย 2/181 , 3/218
กรพินท์	มหาทุมะรัตน์ 3/218	ปฤษฎางค์	ศักดิ์สิทธิ์ 2/144
จ		ปวีร์ศรี	จุลภักดี 2/144
จรัญญา	หุ่่นศรีสกุล 3/256	ผ	
จิรัฐติกาล	แก้วเมืองมูล 3/230	ผกาภรณ์	พันธูดี พิศาลธูรกิจ 2/181
จรรยา	อภิสรียะกุล 2/144	พ	
จรรยาณัษย์	วรรณสุขนุกูล 4/370	พนมพร	วานิชชานนท 1/13 , 1/73
ช		พีร์ณัฐ	จงรัก 3/197
ชิตชนก	ลีธนะกุล 4/318	พรทิพย์	ผจงวิริยาทร 1/63
ชนิกันต์	อัครปัญญา 2/204	ภ	
ชนิเดช	จริธอานนท์ 4/402	ภันทภา	คุณธนนธิ 2/181
ชนิศา	หวงวงษ์ 3/218	ภันทิรา	เชือทองฮั่ว 2/181
ชุมพล	ชมะโชติ 2/181	ภัสสุภางค์	วีระเพียรดี 3/204
ชัยวัฒน์	มณีนุชยญ 4/402	ร	
ณ		รังสิมา	สกุลณะมรรคา 4/420
ณัชชา	มหาทุมะรัตน์ 3/218	รัสมิเอก	ตันติสวัสดี 4/370
ณัฐรา	จุนณศักดิ์ศรี 1/20	ว	
ณัฐจิรา	สุขสุเดช 3/204	วิกันดา	เขมาลีลากุล 2/144
ณัฐดนัย	พงศสุเสนีย์ 2/144	วิธัญญา	มธุรสัย 1/1
ณัฐนันท์	โกวิทพัฒนา 3/279 , 4/329	วันทนี	มุทิตางกูร 1/13
ณัฐวิทย์	พรหมมา 2/144	วินารรณ	วิไลวัลย์ 4/370
ด		วีระ	สุพรศิลป์ชัย 1/73
ต้นฝน	ดามัง 2/144	วรัญญู	พุลเจริญ 1/1
ถ		วิภาพรรณ	ฤทธิธกกล 4/346
เถลิงศักดิ์	สมัครสมาน 3/197	วิรัชฐา	มังกร 4/370
ท		วัลลี	นารธสูงเนิน 1/63
ทวิพงศ์	อารยะพิศิษฐ 3/230	ศ	
ธ		ศิริกาญจน์	อรันยะนาค 2/92
ธงชัย	นันทนรานนท์ 4/346	ศิริประภา	มีคุณ 1/63
ธนากร	ศฤงคารชยธวัช 4/381	ศิริพร	สงศิริประดับบุญ 3/279 , 4/329
ธนพร	โสวิทยสกุล 1/73	ศิริวรรณภา	ขาวเสมอ 1/63
น		ส	
นัจชลี	ศรีมณีกาญจน์ 3/230	สกุญญา	เธียรวิวัฒน์ 4/381
นพปฎล	จันทร์ผ่องแสง 2/107	สีชมพู	นรภูมิพิภขัน 1/13
นิภาภัทร	ชิตชูตระกูล 2/181	สุนทรี	บุญนาดี 3/197
นรวิชัย	นันทศักดิ์ 2/144	สิริภา	กิจานุกูล 4/420

ชื่อ		เล่ม/เลขหน้า
สิริรัตน์	สุอำพัน	1/1
อ		
อัจฉรา	วัฒนาภา	3/256
อาณัติ	มาตระกูล	3/256
อินทรา	วงศ์เยาว์ฟ้า	1/20
อนุพงศ์	สุรเศรษฐ์วงศ์	4/346
อโนมา	รัตน์ะเจริญธรรม	1/63
อันวยา	แก้วพิทักษ์	4/318
อุทัย	อูมา	1/13
อภิษฐิตา	ตั้งเจริญ	4/370
อุมภาพร	วิมลกิตติพงศ์	4/370
อัษฎุทธิ์	สิทธิศาสตร์	3/204

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
A			
Achara Watanapa	3/256	Jirachaya Kittipanyangam	1/48
Anak Iamaroon	2/165	Jirattikarn Kaewmuangmoon	3/230
Ananya Manopinives	3/249	Jutharat Chimruang	1/28
Anocha Poommouang	2/165	K	
Anoma Rattanacharoenthum	1/63	Kanjana Palee	4/360
Annop Opasatian	3/270	Kanokporn Bhalang	2/121
Ansipakorn Tungtawee	1/48	Kanokwan Bannasan	1/63
Anupong Suraseraneewong	4/346	Kamolchanok Kamolnarumeth	2/92
Ampornaramveth Ruchanee	1/56	Keeratika Wongtim	3/218
Apittita Tangjaroen	4/370	Kitinun Tissanavasoontra	4/370
Arnud Martragul	3/256	Korapin Mahatumarat	3/218
Aroonwan Lam-Ubol	2/99	Kwanrutai Somsak	1/48
Attarat Sittisart	3/204	L	
Aunwaya Kaewpitak	4/318	La-ongthong Vajrabhaya	3/249
B			
Bancha Samruajbenjakun	4/339 , 4/413	Lily See	2/173
C			
Chaiwat Maneenuit	4/402	M	
Chalernpol Leevailoj	2/132 , 3/288	Maneerat Yanyongchaikit	3/249
Chalisa Saisin	1/48	Marnisa Sricholpech	2/99
Chanchai Wongchuensoontorn	2/99	Marut Banrai	1/28
Chanikarn Auttapunya	3/204	Mayurach Pipatphatsakorn	1/28
Chanisa Huangwong	3/218	N	
Chanyanut Wannasuknukul	4/370	Natcha Mahatumarat	3/218
Chidchanok Leethanakul	4/318	Natchalee Srimaneekarn	3/230
Chinnadate Jira-arnon	4/402	Nattanan Govitvattana	3/279 , 4/329
Chumphon Chamachot	2/181	Nattawit Promma	2/144
D			
Darunee Owittayakul	4/360	Nattira Suksudaj	3/204
Duangrat Owattanapanich	3/302	Navarat Voravongsagul	4/339
E			
Ekachai Chaichanasiri	4/413	Niphaphat Chitchutrakul	2/181
I			
Indra Wongyaofa	1/20	Noppadol Chanpongsaeng	1/84 , 2/107
Issarawan Boonsiri	1/48	Norrawit Nuntasak	2/144
J			
Janita Ngamnusunokit	1/48	Nurihun Adam	1/63
Janya Apisariyakul	2/144	Nutdanai Pongsusenee	2/144
Jaranya Hunsrisakhun	3/256	Nutta Chunasaksri	1/20
K			
L			
M			
N			
O			
P			
P			

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
Passupang	Veerapeindee 3/204	Soontaree	Boonnadee 3/197
Pattama	Chailertvanitkul 3/197	Soontra	Panmekiate 1/84 , 4/309
Pavin	Bhatia 4/360	Sorasun	Rungsiyanont 2/99
Pawarit	Chullapak 2/144	Suchanard	Visetsiri 1/48
Pechteewang	Sawanya 1/56	Suchansinee	Leenavong 3/249
Phanomporn	Vanichanon 1/13 , 1/73	Sukanya	Tianviwat 4/381
Phattarasinee	Phuntusuntorn 1/48	Sukon	Prasitwattanaseree 2/165
Phanthapha	Khunthananihi 2/181	Supanee	Benjasupattananan 1/38 , 2/173
Phanthira	Chuethonghua 2/181	Supanee	Suntornlohanakul 4/394
Phenphichar	Wanachantararak 4/360	Supussorn	Netpheng 3/249
Phiranat	Chongrak 3/197	Suwanna	Korsuwannawong 3/249
Pisha	Pittayapat 4/309	T	
Piyanuch	Karnasuta 3/249	Tanes	Ouejiaraphant 4/413
Phonkit	Sinpitaksakul 4/309	Tatchatam	Raksin 4/394
Pomtip	Phajongviriyatorn 1/63	Tawepong	Arayapisit 3/230
Pratanporn	Arirachakaran 2/121 , 2/181 , 3/218	Teerada	Wuttiprasittipol 3/249
Premrudee	Srisuntorn 2/121	Thalerngsak	Samaksaman 3/197
Prisadang	Saksit 2/144	Thanakorn	Saringkanchayathawat 4/381
R		Thanaporn	Sowithayasakul 1/73
Rangsima	Sakoolnamarka 4/402	Thongchai	Nuntanarant 4/346
Rapeepan	Monaraks 3/288	Thunnithie	Thitichoatariyakun 2/153
Ratchawan	Tansalarak 1/28	Thanomsuk	Jearanaiphaisarn 3/270
Ruben	Pauwels 4/309	Tonfon	Damang 2/144
Rus-ake	Tantisawat 4/370	U	
S		Udom	Thongudomporn 1/84
Saiisara	Chaidarun 2/132	Unmanatakoon	Supachai 1/56
Sakarath	Nalampang 2/165	Umaporn	Vimonkittipong 4/370
Sakornrat	Khongkhunthian 4/360	Uthai	Uma 1/13
Sakulthip	Saichompoo 1/48	W	
Sangsom	Prapayasatok 2/165	Wanlee	Natsungnoen 1/63
Seechompoo	Norabhoompipat 1/13	Wantanee	Mutirangura 1/13
Siraprapa	Meekhun 1/63	Waranyoo	Phoolcharoen 1/1
Sireerat	Sooampon 1/1	Waritta	Mangkorn 4/370
Sirikarn	P. Arunyanak 2/92	Weera	Suprongsinchai 1/73
Siripa	Kijanukul 4/420	Widhunya	Mathurasai 1/1
Siriporn	Songsiripradubboon 3/279 , 4/329	Wikanda	Khemaleelakul 2/144
Siriruk	Nakorncha 3/302	Winwan	Vilaiwan 4/370
Sirivimol	Srisawasdi 2/153 , 3/237	Wipapun	Ritthagol 4/346
Siriwannapa	Kawsamer 1/63	Wirongrong	Langkapin 4/360

CONTINUING EDUCATION QUIZ

Radiation Protection in Dentistry: Fundamental Concepts and Practical Approach

Phonkit Sinpitaksakul¹, Pisha Pittayapat¹, Ruben Pauwels^{1,2}, Soontra Panmekiate¹

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

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Medicine, KU Leuven, Leuven, Belgium

1. ทันตแพทย์ควรยึดหลัก ALARA ในการถ่ายภาพรังสีให้ผู้ป่วย ALARA ในที่นี้ย่อมาจากอะไร
 - ก. As Low As Reasonably Acceptable
 - ข. As Low As Reasonably Achievable
 - ค. As Light As Reasonably Acceptable
 - ง. As Light As Responsibly Achievable
2. ในการถ่ายภาพรังสีในปาก ข้อใดควรปฏิบัติ
 - ก. ควรปรับ kVp ในช่วง 90-100
 - ข. หากใช้ระบบฟิล์ม ควรใช้ฟิล์มชนิด D-speed
 - ค. ควรใช้ rectangular collimator เนื่องจากช่วยลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับได้
 - ง. ระบบดิจิทัล ควรใช้ CCD เนื่องจากบริเวณรับภาพมีขนาดใหญ่กว่าฟิล์มทั่วไป
3. ปริมาณรังสียงผล (effective dose) ของ CBCT ขึ้นกับปัจจัยอะไรได้บ้าง
 - ก. ขนาดของ Field of view (FOV)
 - ข. การตั้งค่ารังสีของเครื่อง (kV, mA, เวลา)
 - ค. ความจำเพาะของเครื่องแต่ละชนิดและยี่ห้อ
 - ง. ถูกทุกข้อ
4. ข้อใดควรปฏิบัติในการใช้เครื่องเอกซเรย์แบบมือถือ (handheld portable dental X-ray device)
 - ก. ทันตแพทย์ควรใช้เครื่องเอกซเรย์ชนิดนี้ในกรณีที่จำเพาะเท่านั้น เช่น งานนิติทันตวิทยา
 - ข. ผู้ถ่ายไม่จำเป็นต้องใส่เสื้อตะกั่วกันรังสีเนื่องจากยืนอยู่หลังเครื่อง
 - ค. ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องเอกซเรย์ชนิดนี้
 - ง. หากซื้อเครื่องที่ได้รับการรับรองจาก FDA ก็ถือว่าใช้ได้อย่างปลอดภัย
5. ข้อใดถูกต้องตามหลัก “Fundamental principles of radiation protection”
 - ก. ทันตแพทย์ประมวลข้อมูลที่ได้จากการตรวจและซักประวัติแล้วจึงตัดสินใจว่าผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการถ่ายภาพรังสีหรือไม่
 - ข. การตัดสินใจว่าผู้ป่วยควรได้รับการถ่ายภาพรังสีหรือไม่ ขึ้นกับประโยชน์ที่ทันตแพทย์จะได้รับ
 - ค. ควรถ่ายภาพรังสีปริทัศน์ (panoramic radiograph) ให้ผู้ป่วยทุกคนก่อนที่ผู้ป่วยจะได้รับการตรวจและซักประวัติ
 - ง. การเลือกใช้เครื่องเอกซเรย์ และตัวรับภาพที่เหมาะสมไม่ถือเป็นส่วนหนึ่งของ Fundamental principles of radiation protection

กรุณา ลงทะเบียนหรือ Log in ใน www.cdec.or.th เพื่อตอบคำถามและรับคะแนน 3 หน่วยกิจกรรม
<http://descdec.cda.or.th/CDECExam/ExamAns?EXAMKEY=93435>