

JDAT

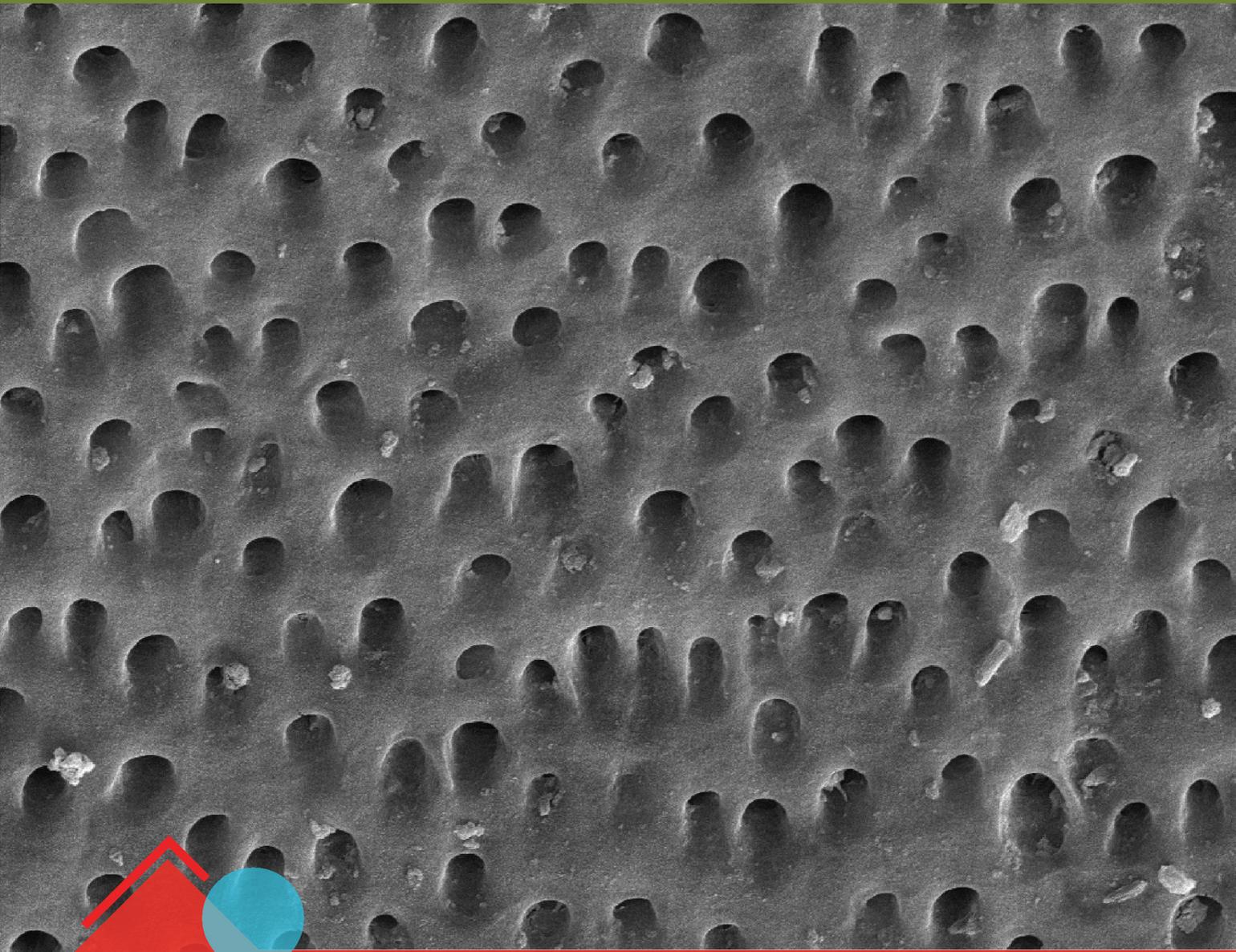
วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 67 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2560 / Volume 67 Number 3 July - September 2017



CE Credits
QUIZ

: *Alternative Approaches in Pediatric Dental Caries Management*



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	Kiatpongsan
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
Assist. 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 Mitrirattanaku, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Kittit Torrungruang, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontorn, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Mahidol University, Thailand
Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Tewarit Somkotra, Chulalongkorn University, Thailand
Dr. Thantrira Porntaveetus, 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

Thatchutha Saengchan
Pimpanid Laomana
Anyamanee Kongcheepa

Manager

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

จดหมายจากสารานุกรม

สวัสดีทันตแพทย์ทุกท่านครับ เรากำลังจะก้าวสู่ครึ่งปีหลังของปีกันแล้ว เวลาช่างผ่านไปไวจริง ๆ จนทำอะไรแทบไม่ค่อยจะทัน ใครที่ตั้งเป้าหมายว่าจะทำอะไรไว้ตั้งแต่ต้นปีคงต้องรีบกันหน่อยแล้วนะครับ “เริ่มก่อนได้ก่อน” ยังคงใช้ได้เสมอจริงไหมครับ กลับมาที่เนื้อหาในวิทยาสาร ฯ ฉบับนี้มีความหลากหลายสาขาวิชามากที่สุดตั้งแต่ผมได้เริ่มเข้ามาทำงานในวิทยาสาร ฯ ก็หวังว่าจะเป็นประโยชน์และช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากในการอ่านบทความเหล่านี้ครับ เพราะองค์ความรู้ที่คิดค้นกันมาจะไม่มีประโยชน์เลยหากไม่ได้เผยแพร่และนำไปใช้ ทางวิทยาสาร ฯ หวังจะเป็นหนึ่งช่องทางที่จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับงานที่มีคุณค่าที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อมาตีพิมพ์ และหวังว่าจะเกิดการบอกต่อให้อ่านกันเยอะ ๆ นะครับ ฉบับนี้มีสาระเนื้อหาจากบทความปริทัศน์ถึง 2 เรื่อง เกี่ยวกับการจัดการโรคฟันผุในเด็กซึ่งหลาย ๆ ประเด็นยังเป็นข้อถกเถียง ลองไปอ่านกันครับว่าจะมีแนวโน้มข้อสรุปเป็นอย่างไร หรือบทความทางด้านทันตกรรมจัดฟันเกี่ยวกับการจัดการการสบฟันผิดปกติในผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงการเจริญเติบโต ใครสนใจด้านไหนตามไปอ่านได้เลยครับ นอกจากนี้ยังมีรายงานผู้ป่วยที่นำเสนอวิธีการจัดการฟันที่ได้รับ การปลูกฟันในตำแหน่งใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการการทดแทนฟันในตำแหน่งที่มีการสูญเสียไป สำหรับบทความอื่นก็ยังมีเรื่องเกี่ยวกับการจัดการอาการเสียวฟัน ซึ่งเป็นอาการและอาการแสดงที่เราพบกันได้บ่อยมากในการรักษาผู้ป่วย และอื่น ๆ ที่น่าสนใจไม่แพ้กัน สำหรับท่านที่มีเวลาก็ยังสามารถเข้าไปตอบ CE quiz ได้เหมือนเดิมครับ แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

ทพ. ดร. เอกมน มหาโกคา
สารานุกรม

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 with double-spacing.

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 on the top right corner. The length of article should not exceed 10 pages of the journal (approximate 24-28 pages A4, not include figures and tables)
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. 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

and also have editor

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

- Institutional authors

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

Samples of references from academic conferences

- Conference proceedings

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

- Conference paper

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

- Documents from scientific or technical reports

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

Samples of reference from thesis

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

Samples of reference from articles in press

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

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

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

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

- Online only article (without doi)

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) 1-16 pages for 4,815 baht vat included. 16-36 Pages 9,630 baht vat included. This price is subjected to change with prior notice.



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 67 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2560

บทความปริทัศน์

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็ก
อาภา จันทรเทวี

การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชั่น 2 ในผู้ป่วยที่ยังมีการ
เจริญเติบโต
ฉัตรชัย ฉัตรหมามงคล
สุปาณี สุนทรโลหะนงกุล

รายงานผู้ป่วย

การรักษาคลองรากฟันและการปลูกฟันโดยเจตนาในฟันตัด
บนซี่กลางที่มีรอยโรคร่วมปริทันต์และเอ็นโดดอนติกส์จากร่อง
เขี้ยวต่อเหงือก: รายงานผู้ป่วย
เกษรา ปัทมพันธุ์
นันทิพร เจียมจิต
อรรณพ แชล้อ
จุฬาร กฤษณะประกรกิจ
สุทธิชัย กฤษณะประกรกิจ

บทวิพากษ์

ผลของยาสีฟันลดเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสาร
ยึดติดระบบยูนิเวอร์แซลเดนทัลแอดฮีซีฟ
อัษฎาภรณ์ ทีชกุล
ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์

Contents

Volume 67 Number 3 July – September 2017

Review Article

179 Alternative Approaches in Pediatric Dental Caries
Management
Apa Juntavee

189 Class II Division 2 Malocclusion in Growing Patient
Chatchai Chatmahamongkol
Supanee Suntornlohanakul

Case Report

197 Root Canal Therapy and Intentional Replantation of
The Maxillary Central Incisor with A Combined
Periodontic and Endodontic Lesion from A
Palatogingival Groove: A Case Report
Kassara Pattamapun
Nuntiporn Jiamjit
Attapon Saelo
Julaporn Krisanaprakornkit
Suttichai Krisanaprakornkit

Original Article

212 Effect of Desensitizing Toothpaste on Microleakage
of A Universal Dental Adhesive
Anyaporn Teekakul
Sirivimol Srisawasdi



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 67 ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2560

บทวิทยากร

Comparison of Shear Bond Strength, Water Sorption and Solubility of 3 Glass Ionomer Cements for Direct Bonding of Orthodontic Brackets *in vitro*
Samornphun Sinthawornkul
Pasutha Thunyakitpisal
Nonglax Thunyakitpisal
Sirithan Jiemsirilers
Onusa Saravari
Pintu-on Chantarawatit

ผลของสารลดภาวะเสียวฟันที่มีส่วนผสมของกลูตารัลดีไฮด์ และไฮดรอกซีเอธิลเมธาครีเลทต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดึง ระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน
ยศวดี มานะภักดี
ชัยศรี ธีญพิทยากุล

ข้อพึงปฏิบัติและข้อควรระวังในการเคลื่อนฟันผู้ป่วยโรคปริทันต์
พรพุทธิ ภัทรวุฒิพร
ชิตชนก สีธนะกุล
มูทิตา ว่องสุวรรณเลิศ

The Effect of Different EDTA-Irrigation Time on the Microtensile Bond Strength of Resin Sealers and Root Canal Dentine
Sutt Pansawangwong
Uraiwan Chokechanachaisakul

Front cover image:

Adapted from the SEM micrograph of the removed smear layer and the opened dentinal tubules orifices. (see *Teekakul and Srisawasdi*. Pages 218 for details)

Contents

Volume 67 Number 2 April – June 2017

Original Article

- 225 Comparison of Shear Bond Strength, Water Sorption and Solubility of 3 Glass Ionomer Cements for Direct Bonding of Orthodontic Brackets *in vitro*
Samornphun Sinthawornkul
Pasutha Thunyakitpisal
Nonglax Thunyakitpisal
Sirithan Jiemsirilers
Onusa Saravari
Pintu-on Chantarawatit
- 236 Effect of A Desensitizing Agent Containing Glutaraldehyde and HEMA on Microtensile Bond Strengths of Resin Composite to Dentin
Yossawadee Manapakdee
Chaiyasri Thunpithayakul
- 250 Important Factors that Need to Be Concerned During Tooth Movement in Periodontitis Patients
Pornputthi Puttaravuttiorn
Chidchanok Leethanakul
Mutita Wongsuwanlert
- 260 The Effect of Different EDTA-Irrigation Time on the Microtensile Bond Strength of Resin Sealers and Root Canal Dentine
Sutt Pansawangwong
Uraiwan Chokechanachaisakul

บทความปริทัศน์

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็ก

Alternative Approaches in Pediatric Dental Caries Management

อาภา จันท์เทวี¹

Apa Juntavee¹

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

¹Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

บทคัดย่อ

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กมีเป้าหมายสำคัญในการจัดการรอยโรคฟันผุระยะแรกเริ่มด้วยการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุเพื่อป้องกันการลุกลามของโรค ในปัจจุบันการรักษาทางทันตกรรมได้มุ่งเน้นไปที่เทคโนโลยีทันสมัยสำหรับการคืนกลับแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันและการบูรณะฟันด้วยวิธีการหลีกเลี่ยงการกรอฟัน วัตถุประสงค์ของการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้เพื่อรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัสดุที่ทันสมัยที่ใช้ในคลินิกเพื่อการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุรวมทั้งวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุที่เป็นโพรงในเชิงอนุรักษ์ ด้วยวิธีที่ไม่รุกรานเพื่อคงสภาพโครงสร้างของฟันธรรมชาติไว้ให้แข็งแรงด้วยวิธีการเชิงกลเคมี การจัดการรอยโรคฟันผุด้วยวิธีการใหม่นอกจากจะช่วยลดปัญหาความกลัวและความวิตกกังวลในเด็ก ยังสามารถทำให้เกิดความร่วมมือและทัศนคติที่ดีของเด็กต่อการรักษาทางทันตกรรม อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาสุขภาพช่องปากของเด็กโดยรวมต่อไป

คำสำคัญ: รอยโรคฟันผุ, การส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุ, การกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีเชิงกลเคมี

Abstract

New approaches in pediatric dental caries management aims to manage initial carious lesion by promoting remineralization to prevent the extension of the disease. At the present time, dental treatment has been focused on contemporary technologies for remineralization therapies on enamel surface and drill-less dentistry. The objectives of this review article are to make the summary of advanced materials for clinical approaches to carious lesion as well as minimal intervention to cavitated carious lesion in order to preserve tooth structure by chemomechanical therapeutics. New approaches in pediatric dental caries management not only reduce pain and anxiety during dental treatment but also enhance child cooperation and positive attitudes leads to long term successful in oral health development for children worldwide.

Keywords: Carious lesion, Remineralization, Chemomechanical caries removal

Received Date: Jan 26, 2017

Accepted Date: Mar 28, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.24

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อาภา จันท์เทวี ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 โทรศัพท์: 043-202405 ต่อ 45157 อีเมล: apa.edu@hotmail.com

Correspondence to:

Apa Juntavee. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002 Thailand. Tel: 043-202405 ext.45157 E-mail: apa.edu@hotmail.com

บทนำ

ทางเลือกใหม่ในการกระบวนกรจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดการจัดการฟันผุในลักษณะของโรคติดเชื้อที่มีการดูแลทางชีวภาพ (biological approach) และมีการรักษาทางการแพทย์ (medical approach)¹ ร่วมด้วย โดยมีเป้าประสงค์ที่จะหลีกเลี่ยงการทำหัตถการออกไปให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ รวมทั้งทำการอนุรักษ์และเสริมสร้างความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุแต่ยังไม่เป็นโพรงฟันไว้ให้สามารถทำหน้าที่ในการบดเคี้ยวหรือคงความสวยงามไว้ให้ได้นานที่สุด การจัดการกับรอยโรคฟันผุในเด็กได้มีการเปลี่ยนแปลงจากหลักการเดิมจากการขยายเพื่อการป้องกัน (extension for prevention) ไปสู่วิวัฒนาการของการรักษาแบบรุกรานน้อย (minimally invasive) ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องจากการพัฒนาวัสดุทันตกรรม สารยึดติดทางทันตกรรม รวมทั้งมีการพัฒนาองค์ความรู้ที่มากขึ้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟัน² การดูแลทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยเด็กตามแนวคิดใหม่ประกอบไปด้วย การให้ความสำคัญกับงานทันตกรรมป้องกันด้วยใยแก้ว การรับการประเมินรอยโรคฟันผุในระยะเริ่มแรกร่วมกับการประเมินความเสี่ยงและจัดการผู้ป่วยตามระดับของความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้อย่างเหมาะสม เมื่อตรวจพบการสูญเสียแร่ธาตุ กระบวนกรรักษาโรคจะเริ่มต้นโดยการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุของเคลือบฟัน หากพยาธิสภาพลุกลามจนเกิดเป็นโพรงฟัน (cavity) การบูรณะฟันทดแทนจะเป็นการบูรณะแบบสูญเสียเนื้อฟันน้อยที่สุดและเมื่อเกิดความไม่สมบูรณ์ของการบูรณะในภายหลัง จะพิจารณาซ่อมแซมวัสดุที่ถูกทำลายไปมากกว่าการทดแทนด้วยการรีเอสตูทั้งหมดเนื่องจากการรีเอสตูทั้งหมดส่งผลกระทบต่อสูญเสียเนื้อ

ฟันที่มากขึ้น การรักษาแบบดั้งเดิมสำหรับฟันผุที่เป็นโพรงจะเกี่ยวข้องกับการกำจัด (excavation) โครงสร้างฟันที่มีการติดเชื้อและมีการสูญเสียแร่ธาตุกระบวนกรรักษาส่วนใหญ่ใช้ด้ามกรอฟันแบบหมุน ซึ่งเป็นการกระตุ้นความกลัวและวิตกกังวลในเด็กอย่างมีนัยสำคัญ³ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลทางทันตกรรมและความเจ็บปวดที่ได้รับส่งผลให้เกิดวงจรอุบาทว์ (vicious cycle) ของการรักษาทางทันตกรรมสำหรับเด็กจะทำให้ผู้ป่วยและผู้ปกครองหลีกเลี่ยงการรักษาทางทันตกรรม จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวทางทันตกรรมกับการมาพบทันตแพทย์และประสบการณ์การเกิดโรค เช่นเด็กที่มีความกลัวสูงจะมาพบทันตแพทย์น้อยกว่าและมีฟันผุ รวมทั้งฟันที่ถูกถอนไปมากกว่าเด็กที่ไม่กลัวการทำฟัน และจะมาพบทันตแพทย์ก็ต่อเมื่อมีปัญหาฉุกเฉิน เช่น ปวดฟัน มีตุ่มหนองเท่านั้น ทำให้ต้องได้รับการรักษาที่ยุ่งยากและรุกรานมากขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดความวิตกกังวลความกลัวและการต่อสู้ขัดขืนขณะรับการรักษาที่มากขึ้น⁴ การจัดการพฤติกรรมของผู้ป่วยเด็กเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับเด็ก เด็กจำนวนมากไม่สามารถให้ความร่วมมือได้เนื่องจากความกลัวที่แฝงอยู่ในใจ ส่งผลให้เป็นการรักษาที่สมบูรณ์ทำได้ยากขึ้น ดังเป็นที่ทราบดีว่าเชื้อก่อโรคฟันผุในชุดฟันน้ำนมสามารถก่อให้เกิดฟันผุในฟันแท้ได้ ดังนั้นการทำหัตถการเพื่อการรักษาฟันผุด้วยการกรอฟันน้ำนมสามารถก่อให้เกิดปัญหาความกลัวของเด็ก ทำให้เด็กปฏิเสธการมารับการรักษา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพองค์รวมของเด็กรวมทั้งเป็นสาเหตุที่สำคัญของความล้มเหลวในการลดอัตราการเกิดโรคฟันผุในเด็กอย่างทั่วถึงที่กำลังเผชิญกับปัญหาอยู่ในปัจจุบัน⁶

การจัดการรอยโรคฟันผุแนวใหม่ภายใต้หลักการของการจัดการฟันผุแบบสากล (ICCMS™)

การแบ่งประเภทและการจัดการฟันผุแบบสากล (International Caries Classification and Management System: ICCMS™)7 มีจุดเริ่มต้นในปี ค.ศ.2002 เพื่อสร้างระบบการตรวจสอบและการประเมินฟันผุระหว่างประเทศ (International Caries Detection and Assessment System: ICDAS) รวมทั้งสร้างมาตรฐานในระดับนานาชาติในการวินิจฉัย ป้องกันและควบคุมโรคฟันผุแบบองค์รวมผ่านแผนการรักษาของผู้ป่วยเพื่อป้องกันการเกิดรอยโรคใหม่ ป้องกันการลุกลามของโรค และเพื่อรักษาโครงสร้างของเนื้อฟันปกติด้วยกระบวนการรักษาที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันมากเกินไป โดยครอบคลุมถึงการกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคและติดตามผลการรักษาในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม

การจัดการรอยโรคฟันผุแนวใหม่ภายใต้หลักการของการจัดการฟันผุแบบสากล มีเป้าหมายที่จะป้องกันไม่ให้เกิดโรคฟันผุและควบคุมการเกิดโรคโดยเน้นการปรับปรุงสุขภาพช่องปากตาม “วิถีชีวิตของผู้ป่วย” เพื่อการป้องกันโรคฟันผุและรักษาสุขภาพช่องปาก ที่มีความสำคัญอย่างมากในการป้องกันระดับปฐมภูมิอันเป็นการป้องกันลำดับแรกขณะที่ยังไม่เกิดโรคและการป้องกันระดับทุติยภูมิที่จะป้องกันการลุกลามของโรคเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายและชีวิตของผู้ป่วย ICCMS™ มีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงในทางปฏิบัติและมีการปรับปรุงการบริหารความเสี่ยงทางคลินิกสำหรับผู้ป่วยเด็กแต่ละรายโดยยึดหลักตามความรุนแรงของกระบวนการเกิดโรคฟันผุและการดำเนินของโรคโดยมีเป้าหมายที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการพัฒนาของโรคฟันผุใหม่และป้องกันโรคฟันผุที่อยู่ในระยะแรกเริ่มไม่ให้เกิดการลุกลาม โดยทำการกำจัดรอยโรคเฉพาะจุดที่จำเป็นและเก็บเนื้อฟันส่วนที่ติไว้นอกจากนั้นยังให้ความสำคัญกับการติดตามดูแลผู้ป่วยตามสถานะความเสี่ยงของแต่ละรายที่มีความแตกต่างกัน

การจัดการรอยโรคฟันผุในระยะเริ่มแรกตามหลักการของ ICCMS™ จะพิจารณาเลือกแนวทางการคืนส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในรอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระยะของรอยโรค ขอบเขตของรอยโรคในภาพรังสี และสถานะเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของผู้ป่วยซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่ารอยโรคจะมีโอกาสรุกรานจนก่อให้เกิดโพรงฟันได้มากน้อยเพียงใด ในปัจจุบันพบว่าความสนใจในกระบวนการป้องกันและวิธีการรักษาที่รุกรานน้อยที่สุดมีเพิ่มมากขึ้น วิธีการดูแลแบบไม่บุรณะ (non-operative care) หรือการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในการดูแลรักษาโรคฟันผุระยะเริ่มต้นเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการความเสี่ยงของการ

เกิดโรคฟันผุในแนวทางของ ICCMS™⁸ วิธีการแบบดั้งเดิมของการรักษาโรคฟันผุที่เป็นโพรงฟันทางทันตกรรมหัตถการคือ การกำจัดเนื้อฟันที่นิ่มและติดเชื้อออกก่อนแล้วอุดโพรงฟันด้วยวัสดุที่เหมาะสม จากหลักฐานในปัจจุบันนี้ยังคงเชื่อในหลักการนี้เพราะเนื้อฟันที่มีการติดเชื้อไม่เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ อย่างไรก็ตามก็ยังมีหลักฐานที่บ่งชี้ว่าไม่จำเป็นต้องมีการกำจัดเนื้อฟันที่นิ่มและติดเชื้อออกเสมอไป จากการศึกษาทางคลินิกของทันตกรรมอนุรักษ์เป็นระยะเวลา 10 ปีบ่งชี้ว่าบนเนื้อฟันที่มีการติดเชื้อหากมีการยึดอยู่ของวัสดุบูรณะชนิดเรซินที่แนบสนิทดี จะส่งผลให้เกิดฟันผุที่ไม่ลุกลามบนเนื้อฟันดังกล่าว หากมีการยึดอยู่ของวัสดุบูรณะชนิดเรซินที่แนบสนิทดีในรอยโรคที่เป็นโพรงฟันจำนวนแคบที่เรียและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะลดลงตามระยะเวลา จากมุมมองทางด้านชีวภาพของการค้นพบนี้ได้นำเสนอความท้าทายอันน่าสนใจถึงความจำเป็นที่ต้องกำจัดเนื้อฟันที่ติดเชื้อก่อนการบูรณะฟันในขณะเดียวกันเนื้อฟันที่ไม่มีการติดเชื้อจะมีจำนวนแบคทีเรียที่ค่อนข้างต่ำและโครงสร้างเนื้อฟันยังคงสภาพคอลลาเจนที่เอื้อต่อการคืนกลับแร่ธาตุ จึงไม่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำจัดเนื้อฟันส่วนนั้นก่อนการบูรณะ⁹

1. ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กด้วยวัสดุที่ส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุนิวฟัน

1.1 เทคโนโลยีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Amorphous calcium phosphate: ACP)

เทคโนโลยีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือเอซีพี ถูกพัฒนาโดย Dr.Ming S. Tung ในปี ค.ศ.1999 เอซีพี นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ยาสีฟันชื่อ Enamelon® และถูกนำกลับมาใช้อีกครั้งในปี ค.ศ.2004 เป็นยาสีฟัน Enamel Care® โดย Church และ Dwight^{10,11} เทคโนโลยี เอซีพี ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน เพื่อเก็บส่วนที่เป็นแคลเซียมและฟอสฟอรัส ไม่ให้ทำปฏิกิริยากันก่อนที่จะใช้งาน โดยแหล่งของแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาจากเกลือสองตัวคือ แคลเซียมซัลเฟต และไดโพแทสเซียมฟอสเฟต เมื่อเกลือสองตัวนี้ผสมกัน จะเกิดการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนออกมา¹² และเกิดเอซีพีอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถตกตะกอน (precipitate) เข้าไปในพื้นผิวฟันได้ ตะกอนเอซีพีสามารถแตกตัวในน้ำลายเพื่อเป็นไอออนอิสระที่จะช่วยในการสะสมแร่ธาตุสู่ผิวเคลือบฟันได้อย่างรวดเร็ว และสามารถคงอยู่เพื่อให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุของฟัน¹⁰ เมื่อมี เอซีพี ร่วมกับฟลูออไรด์ไอออน จะเกิดเป็นอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟลูออไรด์ฟอสเฟต (ACFP) หรือเอซีเอฟพี โดยทั้ง เอซีพี และเอซีเอฟพี จะอยู่ในรูปที่ไม่เสถียรและจะเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปที่เสถียรกว่าได้แก่สถานะผลึก คือ ไฮดรอก

ซึ่ของพาไทด์และฟลูออไรด์ของซึ่ของพาไทด์ แต่ก่อนที่มันจะเปลี่ยนสถานะ แคลเซียมและฟอสเฟตไอออนก็มีความสามารถชั่วคราวที่จะช่วยให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุของรอยโรคใต้พื้นผิวของเคลือบฟัน¹² สารประกอบเอซีพีที่ถูกพิจารณาว่าเป็นสารสำคัญที่ช่วยในการคืนกลับแร่ธาตุเนื่องจากคุณสมบัติที่มีการละลายสูง (high solubility) ภายใต้สภาวะในช่องปากและมีความสามารถที่จะเกิดเป็นอะพาไทด์ได้อย่างรวดเร็ว¹¹ อย่างไรก็ตามแม้ว่าเทคโนโลยี เอซีพี หรือ เอซีเอฟพี จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการลุกลามของฟันผุ แต่อาจส่งผลให้เกิดหินน้ำลายได้¹² เอซีพี และฟลูออไรด์ถูกนำมาใช้ร่วมกันในวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ วัสดุยึดติดทางทันตกรรมจัดฟัน วัสดุยึดติดครอบฟันและสะพานฟัน วัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน ยาสีฟันหมากฝรั่ง น้ำยาบ้วนปาก ผงขัด สารลดภาวะเสียวฟันและผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ฟันขาว^{13,14} ยกตัวอย่างเช่น Discus Dental's Nite White Bleaching Gel® และ Premier Dental's Enamel Pro Polishing Paste® และ Aegis Pit and Fissure Sealant®¹⁰

1.2 เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Casein phosphopeptides-amorphous calcium phosphate: CPP-ACP)

เทคโนโลยีนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Eric Reynolds จากมหาวิทยาลัยเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือซีพีพี-เอซีพี ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วน คือ เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ หรือซีพีพี และอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือเอซีพี เคซีนฟอสโฟเพปไทด์เป็นฟอสโฟเพปไทด์ที่ได้จากการใช้เอนไซม์ทริปซิน (trypsin) ย่อยเคซีนในน้ำนมวัว ผลิตภัณฑ์จากนม และซีเอส^{15,16} แล้วทำให้ตกตะกอนด้วยแคลเซียมฟอสเฟต และทำให้บริสุทธิ์ขึ้นด้วยการกรอง (ultrafiltration) ซีพีพี ประกอบด้วยกลุ่มของฟอสโฟเซريل (phosphoserine cluster) ที่มีลำดับของกรดอะมิโนเป็น -Ser(P)-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu- มีความสามารถในการคงสภาพแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนโดยการปล่อยพันธะเพปไทด์เล็ก ๆ (CPPs) ผ่านการย่อยสลายเอนไซม์บางส่วนซึ่งจะนำไปสู่เทคโนโลยีการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุ¹⁷ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตเป็นสารประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟตที่มีลักษณะโครงสร้างคล้ายเจล ซึ่งมีความสามารถในการละลายสูง สามารถละลายได้อย่างรวดเร็วในช่องเหลวของร่างกาย ถูกพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1964 โดย Poster และ Tannenbaum จากความบังเอิญในการเตรียมอะพาไทด์ โดยการผสมแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงกับโซเดียมแอสซิเตดฟอสเฟตในสารละลายบัฟเฟอร์ แต่เมื่อนำสารที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โครงสร้าง พบว่าสารที่ได้ไม่ใช่อะพาไทด์ และเมื่อนำสารที่ได้ไปทดสอบอีกครั้ง หลัง

เวลาผ่านไป 2-3 วัน กลับพบว่าสารที่ได้เป็นอะพาไทด์ที่มีลักษณะผลึกที่ไม่สมบูรณ์ จึงได้ทำการทดสอบอีกครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม คือทันทีหลังจากผสม สารที่ได้จะเป็นสารที่ไม่มีรูปร่าง (amorphous) และหลังจากทิ้งไว้หลายชั่วโมง สารที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลึกที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอซีพีสามารถเปลี่ยนไปเป็นอะพาไทด์ได้¹⁸ เคซีนฟอสโฟเพปไทด์สามารถทำให้สารละลายแคลเซียมมีความคงทน เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ 1 โมเลกุลสามารถจับกับแคลเซียมได้มากที่สุด 24 ประจุ และฟอสเฟตได้ 16 ประจุ ในการทำปฏิกิริยาของเคซีนฟอสโฟเพปไทด์กับแคลเซียมฟอสเฟต ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นที่บริเวณกลุ่มฟอสโฟเซريل ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับแคลเซียมฟอสเฟต โปรตีนจะทำหน้าที่ป้องกันการตกผลึกตามธรรมชาติของแคลเซียมฟอสเฟตในสารละลาย และเนื่องจากเคซีนฟอสโฟเพปไทด์ เป็นโปรตีนที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับรูปร่างให้เข้ากับพื้นผิวต่าง ๆ ได้ง่าย ส่งผลช่วยให้อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตมีความคงตัวป้องกันการเจริญเติบโตเพิ่มขนาดเป็นขนาดวิกฤตและป้องกันการตกผลึกตามธรรมชาติ¹⁵ ซีพีพี-เอซีพี มีคุณสมบัติในการต้านฟันผุโดยซีพีพี-เอซีพี จะเป็นแหล่งสะสมของแคลเซียมฟอสเฟต ในสภาวะที่เป็นกรด ซีพีพี-เอซีพีจะปรับสภาพความเป็นกรดต่าง โดยปล่อยแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนที่อยู่ในแผ่นฟิล์มชีวภาพออกมา และคงสภาพให้มีความอึดตัวของแคลเซียมและฟอสเฟต จากกระบวนการนี้ทำให้สามารถยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและเพิ่มการคืนกลับแร่ธาตุได้¹⁹ และนอกจากนี้ซีพีพี-เอซีพีมีผลที่คุณสมบัติและพฤติกรรมของแผ่นฟิล์มชีวภาพโดย (1) จับกับโมเลกุลที่ขี้ดติดของ mutans streptococci ทำให้มันไม่สามารถรวมตัวกันเป็นแผ่นฟิล์มชีวภาพได้ (2) เพิ่มระดับแคลเซียมไอออนในแผ่นฟิล์มชีวภาพเพื่อยับยั้งการย่อยสลายของแผ่นฟิล์มชีวภาพ และ (3) เป็นตัวกลางระหว่างโปรตีนและฟอสเฟตในค่าความเป็นกรดต่าง เพื่อลดการเจริญเติบโตของเชื้อที่ทนต่อกรด เมื่อมีการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป¹⁷ ซีพีพี-เอซีพี สามารถทำปฏิกิริยากับฟลูออไรด์ไอออน ทำให้เกิดกลุ่มของแคลเซียม ฟลูออไรด์ และฟอสเฟตไอออนขึ้นมาใหม่ โดยฟลูออไรด์สามารถรวมเข้ากับเอซีพี ที่ถูกทำให้เสถียรโดยซีพีพี ได้เป็นอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟลูออไรด์ฟอสเฟต (amorphous calcium fluoride phosphate : ACFP) ซีพีพี-เอซีพี และฟลูออไรด์จะเสริมฤทธิ์กัน (synergistic effect) ทำให้เพิ่มความสามารถในการต้านฟันผุได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่มีซีพีพี-เอซีพีมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ยามู หมากฝรั่ง และทูมูส (Tooth Mousse®) โดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาแล้วว่าสามารถใช้ได้และมีความปลอดภัย¹¹

ซีพีพี-เอซีพี มีชื่อทางการค้าว่า รีคาลเดนท (Recaldent™) บรรจุลงไปในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น หมากฝรั่งที่ไม่มีน้ำตาลและลูกอมในปัจจุบันมีครีมที่มีรีคาลเดนทผสมอยู่คือ GC Tooth Mousse® และ MI Paste®¹⁰ การนำผลิตภัณฑ์ที่มีซีพีพี-เอซีพีไปใช้ในรอยโรคที่เป็นจุดสีขาวที่หยุดแล้ว (arrested white spot lesion) ควรจะมีการขัดพื้นผิวก่อนที่จะทาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ เนื่องจากการขัดพื้นผิวจะเป็นการเปิดช่องทางของรอยโรคที่เคลือบฟันให้มีรูพรุนและมีการคืนกลับแร่ธาตุลงไปถึงชั้นใต้ฟันผิวได้²⁰

1.3 ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate)

ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate) หรือ ทีซีพี มีสูตรทางเคมีเป็น $Ca_3(PO_4)_2$ มี 2 รูปแบบ คือ แอลฟาทีซีพี (alpha TCP) ซึ่งถูกสร้างในเคลือบฟันของมนุษย์ และเบต้าทีซีพี (beta TCP) ที่สามารถสร้างจากการจับกันระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ฟอสเฟต และให้ความร้อนขณะผสมที่มากกว่า 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน มีลักษณะเป็นผงของผลึกที่แตกเป็นสะเก็ดแข็ง ขนาดของผลึกทีซีพีเฉลี่ยที่เกิดจากวิธีการบด (milling) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 5 ไมครอน เบต้าทีซีพีมีคุณสมบัติในการละลายที่น้อยกว่าแอลฟาทีซีพี²⁰ ปัจจุบันมีการนำแคลเซียมฟอสเฟตและฟลูออไรด์มารวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน เนื่องจากการศึกษาพบว่าการสะสมแร่ธาตุกลับที่เคลือบฟันเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟลูออไรด์หรือแคลเซียมฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการนำฟลูออไรด์และแคลเซียมมาอยู่รวมกันในผลิตภัณฑ์เดียวกันทำให้เกิดแคลเซียมฟลูออไรด์จะไปส่งผลทำให้ลดประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ลง จึงได้มีการคิดค้นสารที่ไม่ทำให้เกิดแคลเซียมฟลูออไรด์ขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียมและฟลูออไรด์อยู่รวมกัน สารดังกล่าวเรียกว่า ฟังก์ชันนอลทีซีพี (functionalized β -TCP: fTCP)²¹ โดยมีการนำเบต้าทีซีพีมาจับกับโซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulfate) หรือกรดฟิวมาริก (fumaric acid)^{11,17} เพื่อป้องกันไม่ให้แคลเซียมที่อยู่ในเบต้าทีซีพีทำปฏิกิริยากับโซเดียมฟลูออไรด์ และเมื่อฟังก์ชันนอล ทีซีพี สัมผัสกับผิวฟันและมีความชื้นจากน้ำลาย แคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์ไอออนจะมาอยู่บริเวณผิวฟัน ฟลูออไรด์และแคลเซียมจะทำปฏิกิริยากับผิวเคลือบฟันทำให้เกิดการเพิ่มของแร่ธาตุเมื่อเทียบกับฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว¹⁷ ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของฟลูออไรด์และฟังก์ชันนอลทีซีพีได้แก่ Clinpro tooth crème ที่มีฟลูออไรด์ 850-950 ส่วนในล้านส่วน (Asia/Australia) ยาสีฟัน Clinpro™ 5000 ที่มีฟลูออไรด์ 5,000 ส่วนในล้านส่วน (USA) และฟลูออไรด์วารนิช Clinpro™ White Varnish ที่มีฟลูออไรด์ 26,000 ส่วนในล้านส่วน (USA/Asia/Australia)⁸

1.4 ซิลลิทอล (Xylitol)

ซิลลิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 5 ตัว และไม่ทำให้เกิดฟันผุ สารชนิดนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพืชและถูกใช้แทนน้ำตาล พบซิลลิทอลในผลไม้ เบอร์รี่ เห็ด ผักกาดหอม ไม้เนื้อแข็งและซังข้าวโพด ความสำคัญทางทันตกรรมของซิลลิทอลถูกค้นพบในฟินแลนด์ ในช่วงต้นปี ค.ศ.1970 ซิลลิทอลถูกนำมาใช้หลายปี เพื่อเป็นสารให้ความหวานในหลายรูปแบบที่ไม่ทำให้เกิดกรด เนื่องจากแบคทีเรียที่อยู่ในแผ่นฟิล์มชีวภาพไม่สามารถย่อยสารซิลลิทอลได้ ซิลลิทอลทำงานโดยรบกวนการเผาผลาญ (metabolism) ของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุ ทำให้ผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่ใช้จับกับแบคทีเรียอื่นได้ ส่งผลให้แผ่นฟิล์มชีวภาพลดลง นอกจากนั้นแล้วซิลลิทอลยังกระตุ้นการไหลของน้ำลาย ให้ความชุ่มชื้นของคาร์บอเนตและฟอสเฟตสูงขึ้น น้ำลายที่ถูกกระตุ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างของแผ่นฟิล์มชีวภาพเพิ่มขึ้นป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของฟันได้¹⁰ ซิลลิทอลมีหลายรูปแบบ เช่น หมากฝรั่งเม็ดเคี้ยว ยอม ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น สมาพันธ์ทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกา สนับสนุนให้มีการใช้ซิลลิทอลและน้ำตาลแอลกอฮอล์อื่น ๆ เพื่อใช้เป็นน้ำตาลทดแทนที่ไม่ทำให้เกิดฟันผุ²² จากการศึกษาพบอุบัติการณ์การเกิดฟันผุลดลงเมื่อเคี้ยวหมากฝรั่งผสมซิลลิทอล¹⁰ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะติดคอคอยใจไม่ออกในเด็กเล็ก จึงแนะนำในเด็กที่อายุมากกว่า 5 ปีที่ไม่มีปัญหาทางสมองหรือปัญหาการกลืน การใช้ยอมหรือลูกอมที่มีซิลลิทอลก็สามารถช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดฟันผุบริเวณตัวฟันได้ แม้จะมีหลักฐานไม่มากเมื่อเทียบกับการใช้หมากฝรั่ง โดยแนะนำให้มีการใช้ขนาด 5-8 กรัมต่อวัน อาจแบ่งเป็น 2-3 ครั้ง หลังอาหาร โดยควรมีการติดตามใกล้ชิดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลข้างเคียงต่อทางเดินอาหาร²³

1.5 นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Nanohydroxyapatite)

นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Nanohydroxyapatite) คือผลึกในขนาดนาโนเมตรของสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) ซึ่งเป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติของกระดูกและฟัน มีสูตรทางเคมีคือ $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ²⁴ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีโครงสร้างในระดับนาโนเมตรจะมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากไฮดรอกซีอะพาไทต์โครงสร้างปกติ เช่น มีความแข็งแรงสูง มีอัตราการสึกต้ำ มีพื้นที่ผิวสูงมาก ทำให้มันมีความสามารถในการแทรกตัวเข้าไปในพื้นผิวที่มีการสูญเสียแร่ธาตุได้ดี²⁵ เนื่องจากพื้นผิวอะตอมมีพันธะทางเคมีที่ไม่อิ่มตัว นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์มีปฏิกิริยาทางชีวภาพสูง (bioactivity) จึงเป็นตัวเร่งการสร้างกระดูกในระยะเริ่มต้น (early stage bone growth) และการหายของเนื้อเยื่อ (tissue healing)²⁶ นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นหนึ่งในวัสดุที่มีความเข้ากันได้ทาง

ชีวภาพและใช้ในงานทางทันตกรรมมาเป็นเวลาหลายปี มีหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่านาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์มีคุณสมบัติช่วยในการซ่อมแซมผิวเคลือบฟัน แต่ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับรอยโรคในชั้นเนื้อฟัน²⁷ นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ถือเป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียมอิสระ และเป็นกุญแจสำคัญในการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุ การป้องกันฟันผุและฟันกร่อน²⁸ นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์จะทำงานโดยการเติมปิดรูในรอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นโดยตรงและจะเป็นแม่แบบในกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุโดยการดึงดูดประจุแคลเซียมและฟอสเฟตมากมายจากสารคัดหลั่งในช่องปากเข้าสู่บริเวณรอยโรคซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผลึกเติบโต²⁹ ผลึกขนาดนาโนเมตรจะรวมกลุ่มกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นกลุ่มขนาดไมโครเมตร (microcluster) และเกิดเป็นชั้นอะพาไทต์บนพื้นผิวที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ ซึ่งต่อไปจะถูกปกคลุมด้วยโครงสร้างที่เหมือนเคลือบฟัน²⁵ ยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนประกอบที่เป็นนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ผลิตจากสองบริษัทคือ บริษัท Sangi จากกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น และ บริษัท Periproducts Ltd. จากเมือง Middlesex ประเทศอังกฤษ โดยนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ในยาสีฟันยี่ห้อ Apagard™ และครีมยี่ห้อ Renamel™ ของบริษัท Sangi จะมีความเข้มข้นระหว่างร้อยละ 5-20 ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ต้องการให้ออกฤทธิ์ (target function), กระบวนการคืนกลับแร่ธาตุหรือการป้องกันฟันผุ ในขณะที่ยาสีฟัน (UltraDex® calcifying) และน้ำยาบ้วนปาก (UltraDex® daily rinse) ของบริษัท Periproducts จะประกอบด้วยนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์และฟลูออไรด์ เพื่อให้เกิดกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุและช่วยในการป้องกันฟันผุ³⁰

2. ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุชนิดโพรงฟันด้วยการหลีกเลี่ยงการกรอฟันในเด็ก: วิธีเชิงกลเคมี

โรคฟันผุเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียฟันในเด็ก โดยเริ่มตั้งแต่ชุดฟันน้ำนม²⁹ ได้แก่ โรคฟันผุในเด็กปฐมวัย ซึ่งเป็นโรคฟันผุที่เกิดขึ้นกับฟันน้ำนมในเด็กอายุไม่เกิน 71 เดือนที่มีทั้งรอยผุชนิดที่เป็นหรือไม่เป็นโพรง³⁰ ความจำเป็นในการรักษาโรคฟันผุของเด็กก่อนวัยเรียนในเด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี โดยที่การรักษาที่เด็กต้องการมากที่สุด คือการบูรณะฟัน และจากการศึกษาของ Rao, Sequeira และ Peter³¹ พบว่า ความรู้สึกกลัวการทำฟันเป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุดอันจะนำไปสู่การหลีกเลี่ยงที่จะมาพบทันตแพทย์ และมีผลต่อพฤติกรรมระหว่างการรักษา แม้ว่าจะมีการพัฒนาด้านทันตวัสดุและยาระงับความรู้สึกเฉพาะที่มากขึ้นก็ตามก็ยังเป็นที่ยอมรับกันว่าขั้นตอนในการกำจัดฟันผุยังคงทำให้เด็กส่วนใหญ่รู้สึกไม่สบายและหวาดกลัวต่อความเจ็บปวดระหว่าง

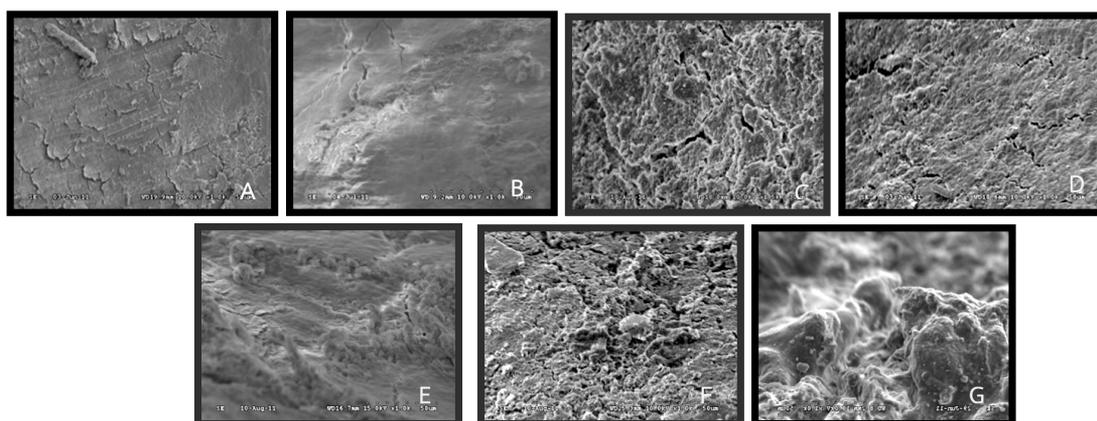
การทำฟันด้วยการฉีดยาและการใช้การกรอ³² เนื่องจากการกำจัดฟันผุด้วยวิธีดังกล่าวทำให้เกิดเสียงดังกระทบโสตประสาทรวมทั้งอาจส่งผลบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อในโพรงฟันอันเนื่องมาจากแรงกด อุณหภูมิ และการสั่นสะเทือน^{33,34} รวมทั้งการใช้หัวกรอช้าและหัวกรอเร็ว ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันส่วนที่ตีไปด้วย³⁵

การกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมี (Chemomechanical caries removal: CMCR) เป็นการรักษาทางเลือกใหม่ที่มีการสูญเสียเนื้อฟันน้อยกว่าการกำจัดฟันผุด้วยเทคนิคดั้งเดิมเนื่องจากวิธีการดังกล่าวจะเป็นวิธีการใช้เจลกำจัดรอยโรคฟันผุใสในโพรงฟันร่วมกับการใช้ซันตักเนื้อที่ฟันที่ผุออกไปโดยไม่ก่อให้เกิดเสียงดังหรือแรงสั่นสะเทือน วิธีการดังกล่าวนี้ไม่จำเป็นต้องใช้การฉีดยาจึงเป็นวิธีที่สามารถช่วยลดความกลัวการทำฟันในเด็กและไม่ทำให้เด็กต้องผ่านประสบการณ์ความเจ็บปวดตั้งแต่เริ่มแรกของการทำหัตถการ^{36,48}

จากการศึกษาของ Bussadori SK และคณะในกลุ่มประชากรชาวบราซิล^{37,38} พบว่า มีการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีอย่างแพร่หลายในสถานพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้ดังกล่าวเป็นที่รู้จักในชื่อทางการค้าว่า ปาปาแคร์รี่ส์ (Papacaries®, Brazil) มีคุณสมบัติในการกำจัดเนื้อฟันส่วนที่มีการติดเชื่อ³⁷ ปาปาแคร์รี่ส์มีส่วนประกอบของปาเปนเอนไซม์ (Papain enzyme) ที่สกัดได้จากยางมะละกอ มีคุณสมบัติในการย่อยสลายโปรตีน ฆ่าเชื้อ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิด และลดการอักเสบได้³⁹ ปัจจุบันยังคงมีราคาสูงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศรวมทั้งมีองค์ประกอบของสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกายได้แก่สารคลอรามินที (Chloramine-T) คณะทันตแพทยศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้มีความพยายามที่คิดค้นสารสกัดจากธรรมชาติที่ใช้ในการกำจัดรอยโรคฟันผุ และมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคฟันผุได้มีชื่อเรียกว่าอะพาแคร์รี่ส์เจล (Apacaries Gel, อนุสิทธิบัตรจากกรมทรัพย์สินทางปัญญาเลขที่ 9384)⁴⁰ อะพาแคร์รี่ส์เจล เป็นสารที่มีส่วนประกอบของปาเปนเอนไซม์ และสารสกัดจากเปลือกมังคุดซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (Streptococcus mutans) ได้⁴¹ ผลการทำวิจัยเพื่อศึกษาคูณสมบัติของอะพาแคร์รี่ส์เจลต่อการกำจัดรอยโรคฟันผุในฟันน้ำนม⁴² โดยทำการเปรียบเทียบโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 1,000 เท่าภายหลังการกำจัดรอยผุด้วยอะพาแคร์รี่ส์เจลกับเทคนิคดั้งเดิมที่มีการกำจัดรอยผุเชิงกลโดยการใช้หัวกรอ และการกำจัดรอยผุเชิงกลเคมีด้วยการใช้ปาปาแคร์รี่ส์และปาเปนเจล พบว่าชั้นฟันที่ได้รับกรอกำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมด้วยหัวกรอจะมีลักษณะเรียบ พบชั้นเสมียร์กระจาย

ทั่วไป ไม่พบรูเปิดเนื้อฟันจากการอุดฟัน (รูป 1A), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยวิธีใช้ซ็อนตักโดยไม่มีเจลร่วม จะมีลักษณะขรุขระ พบชั้นเสมียร์ พบรูเปิดเนื้อฟันประปราย (รูป 1B), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยอะพาแครี่สเจล พบว่าจะมีลักษณะขรุขระ เป็นสะเก็ดแผ่น ๆ กระจายโดยทั่วไป และพบรูเปิดเนื้อฟัน (รูป 1C), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยปาเปนเจล จะมีลักษณะขรุขระ พบรูเปิดเนื้อฟัน (รูป 1D), ซึ้นฟันที่ได้รับการกำจัด

รอยผุด้วยปาปาแครี่ส จะมีลักษณะขรุขระ เป็นสะเก็ดแผ่น ๆ พบรูเปิดเนื้อฟันเป็นจำนวนมาก (รูป 1E), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยเจลพื้นจะมีลักษณะขรุขระ พบรูเปิดเนื้อฟันโดยทั่วไป (รูป 1F) ส่วนเนื้อฟันที่ไม่ได้กำจัดรอยผุ (รูป 1G) จะมีลักษณะพื้นผิวขรุขระอย่างชัดเจน และซึ่งเกิดจากการทำลายเนื้อฟันของรอยผุ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 ลักษณะผิวเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

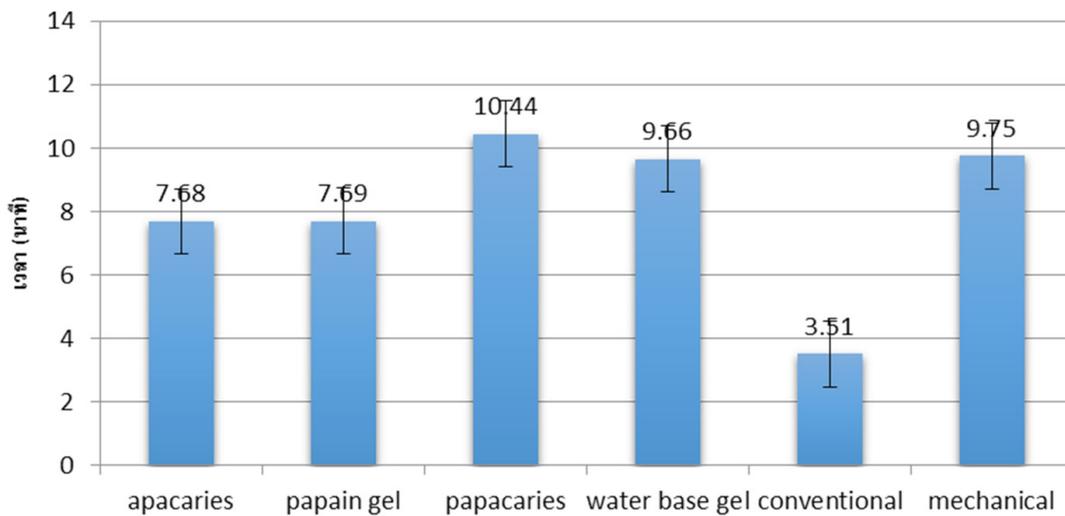
Figure 1 Enamel surfaces under various caries removal techniques under 1000X magnification of scanning electron microscope.

- A. กำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมด้วยหัวกรอ (Caries removal with dental bur)
- B. กำจัดรอยผุด้วยวิธีใช้ซ็อนตัก (Caries removal with spoon)
- C. กำจัดรอยผุด้วยอะพาแครี่สเจล (Caries removal with Apacaries gel)
- D. กำจัดรอยผุด้วยปาเปนเจล (Caries removal with papain gel)
- E. กำจัดรอยผุด้วยปาปาแครี่สเจล (Caries removal with papacaries gel)
- F. กำจัดรอยผุด้วยเจลพื้น (Caries removal with based gel)
- G. เนื้อฟันที่ไม่ได้กำจัดรอยผุ (No caries removal)

จากการศึกษาพบว่า การกำจัดรอยผุด้วยเทคนิคดั้งเดิมด้วยหัวกรอนั้นจะพบผิวฟันที่มีลักษณะเรียบ ไม่พบรูเปิดเนื้อฟันต่างจากการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีที่จะพบว่าพื้นผิวมีลักษณะขรุขระ และพบรูเปิดเนื้อฟันโดยทั่วไปซึ่งมีส่วนสำคัญต่อสารยึดติดในการบูรณะฟันด้วยวัสดุอุดฟันชนิดคอมโพสิทีเรซิน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nor JE และคณะ ในปี ค.ศ.1997 ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลต่อการยึดติดของสารยึดติดในลักษณะ

ผิวเนื้อฟันที่แตกต่างกันภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด⁴³

จากการศึกษาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดฟันผุตั้งแต่เริ่มต้นกำจัดฟันผุจนกระทั่งกำจัดรอยผุเสร็จสมบูรณ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาของการกำจัดรอยผุโดยวิธีดั้งเดิม มีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือวิธีการกำจัดรอยผุโดยอะพาแครี่สและปาเปนเจล และการกำจัดรอยผุโดยใช้ปาปาแครี่สเจลจะใช้เวลาในการกำจัดรอยผุมากที่สุดคือ 10.44 ± 2.25 นาที แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการกำจัดรอยผุด้วยเทคนิคที่ต่างกัน
 Figure 2 Average time spending among different caries removal techniques.

ผลการจับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการกำจัดรอยผุโดยวิธีเชิงกลเคมีด้วยสารต่างชนิดกันมีค่าเฉลี่ยเวลาเท่ากับ 7- 10 นาที ซึ่งนานกว่าการกำจัดรอยผุโดยวิธีดั้งเดิมประมาณ 5 นาที สอดคล้องกับการวิจัยของ Lingstrom และคณะ ทั้งใน ปี 1998 และ 1999⁴⁴ ที่พบว่าเวลาเฉลี่ยของการกำจัดรอยผุโดยวิธีเชิงกลเคมี มีค่า 6.8 ± 2.8 นาที และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pandit และคณะ ในปี ค.ศ.2007⁴⁵ การกำจัดรอยผุโดยอะพาแคเรียส์และปาเปนเจล มีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการกำจัดรอยผุมากกว่าการกำจัดรอยผุโดยวิธีดั้งเดิมที่ใช้หัวกรอเนื่องมาจากต้องใช้เวลาในการรอให้สารเชิงกลเคมีทำปฏิกิริยากับเนื้อฟันผุ อย่างไรก็ตามระยะเวลาดังกล่าวจะน้อยกว่าการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลที่ไม่มีส่วนประกอบของปาเปนช่วยในการทำให้เนื้อฟันที่มีการผุและติดเชื้ออ่อนตัวลง ส่วนของการกำจัดรอยผุโดยใช้ปาปาแคเรียส์จากประเทศบราซิลใช้เวลาเฉลี่ยในการกำจัดรอยผุมากกว่าสารเชิงกลเคมีอื่น ๆ อาจเป็นผลมาจากมีส่วนประกอบหรือความเข้มข้นของปาเปนเอนไซม์ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ใช้เวลาในการกำจัดรอยผุนานมากกว่า อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยเวลาในการกำจัดรอยผุโดยปาปาแคเรียส์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jawa และคณะ 2010⁴⁶ แม้ว่าวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุเชิงกลเคมีจะใช้เวลาในการทำหัตถการเพิ่มขึ้นแต่ก็สามารถลดการเกิดเสียงดังและแรงสั่นสะเทือนและการสูญเสียเนื้อฟันส่วนที่ตกลงได้³²⁻³⁵ จากการศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็ก (microleakage) ที่เกิดขึ้นภายหลังการบูรณะฟันน้ำนมที่ผ่านการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีด้วยแก้วไอโอโนเมอร์เปรียบเทียบกับวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยการใช้เออร์เปียม

แอสเลเซอร์พบว่ารอยซึมเล็กที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุแก้วไอโอโนเมอร์กับผิวฟันน้ำนมที่มีการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีการใช้เออร์เปียมแอสเลเซอร์เกิดขึ้นมากกว่าการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีเชิงกลเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁴⁷ ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดในการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีเชิงกลเคมีทดแทนวิธีการปฏิบัติเดิมที่มีความไม่สบายระหว่งการทำหัตถการในเด็กมากกว่าโดยจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการรักษารอยโรคฟันผุชนิดมีโพรงในเด็กวัยก่อนเรียนรวมทั้งจะเป็นวิธีการรักษาทางเลือกใหม่สำหรับงานหัตถการทางทันตกรรมสำหรับเด็กที่จะช่วยลดการสูญเสียเนื้อฟันเมื่อเปรียบเทียบกับกรกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีการดั้งเดิมที่ต้องมีการกรอฟัน

บทสรุป

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กทั้งวิธีการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุของผิวฟันและการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยการหลีกเลี่ยงการกรอฟันในเด็กจึงเป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดความกลัวการทำฟันในเด็กเนื่องจากไม่ทำให้เด็กต้องผ่านประสบการณ์ความเจ็บปวดโดยไม่จำเป็น อันจะส่งเสริมให้เด็กและผู้ปกครองมีความเครียดลดลงขณะที่มารับการรักษา มีความพอใจต่อการมารับการรักษามากขึ้นเป็นการแก้ไขวงจรชั่วร้าย (vicious cycle) ที่เกิดขึ้น ส่งผลถึงความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาสุขภาพช่องปากในเด็กได้อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณในความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์
ทันตแพทย์ ดร. วีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง ในการตรวจสอบ แก้ไข
และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการนิพนธ์บทความในครั้งนี้
มา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

1. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J* 2012;62:223-43.
2. Murdoch-Kinch CA, McLEAN ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc* 2003;134:87-95.
3. Quock RL, Patel SA, Falcao AF, Barros JA. Is a drill-less dental filling possible? *Med Hypotheses* 2011;77:315-17.
4. Armfield JM, Stewart JF, Spencer AJ. The vicious cycle of dental fear: exploring the interplay between oral health, service utilization and dental fear. *BMC Oral health* 2007;7:1
5. Singh H, Rehman R, Kadtane S, Dalai DR, Jain CD. Techniques for the behaviors management in pediatric dentistry. *Int J Sci Stud* 2014;2:269-72.
6. Larmas M, Makinen KK. Dental Caries Prevalence and Incidence in Pediatric Dentistry. *J Compr Ped.* 2015;6.
7. Pitts NB, Ismail AI, and Douglas GV. *ICCMS™ Guide for Practitioners and Educators.* Full guide 2014.
8. Amaechi BT. Remineralization Therapies for Initial Caries Lesions. *Curr Oral Health Rep* 2015;2:95-101.
9. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair FM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: Results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998; 129:55-66
10. Goswami M, Saha S, Chaitra TR, Latest developments in non-fluoridated remineralizing technologies. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012;30:2-6.
11. Kalra DD, Kalra RD, Kini PV, Prabhu CRA. Nonfluoride remineralization: An evidence-based review of contemporary technologies. *J Dent Allied Sci* 2014;3:24-33.
12. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res* 2010;89:1187-97.
13. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the remineralization potential of amorphous calcium phosphate and fluoride containing pit and fissure sealants using scanning electron microscopy. *IJDR* 2012;23:157-63.
14. Shah MA. Remineralize with Calcium-Based Therapies. *Dimensions of Dental Hygiene* 2013;11:30,32,35.
15. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist* 1998;18:8-16.
16. Azarpazhooh A, and Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2008;139:915-24.
17. Tyagi SP, Garg P, Sinha DJ, Singh UP. An update on remineralizing agents. *J Interdiscip Dentistry* 2013;3:151-58
18. Termine J, Peckauskas R, Posner A. Calcium phosphate formation in vitro: II. Effects of environment on amorphous-crystalline transformation. *Arch Biochem Biophys* 1970;140:318-25.
19. Reynolds E. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res* 1997;76:1587-95.
20. Walsh LJ. Contemporary technologies for remineralization therapies: A review. *Int Dent SA* 2009;11:6-16.
21. Karlinsey RL, Mackey AC. Solid-state preparation and dental application of an organically modified calcium phosphate. *J Mater Sci* 2009;44:346-9.
22. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Xylitol Use in Caries Prevention. AAPD. *Clinical Guidelines* 2012/2013;34:166-9
23. Bowen DM., Non-fluoride caries-preventive agents. *J Dent Hyg* 2012;86:163-7.
24. Cheung, Y. (2006). Effects of a hydroxyapatitecontaining dentifrice on artificial caries-like lesions in vitro. (Thesis). University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong SAR. Retrieved from http://dx.doi.org/10.5353/th_b3976612
25. Swarup JS, Rao A. Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. *Contemp Clin Dent* 2012;3:433-6.

26. Zhang Z OJ, Yang Y. Nanohydroxyapatite for Biomedical Applications. *Tissue Engineering and Artificial Organs*. Bronzino JD, Editor 2006: Farmington, Connecticut, USA.
27. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent* 2011;39:430-7.
28. Pepla E, Besharat KL, Palaia G, Tenore G, Migliau G. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *Ann Stomatol (Roma)* 2014;5:108-14.
29. Dental Health Division. The 7th National Dental Health Survey of Thailand Report 2008-2012. Nonthaburi: Department of Health, Ministry of Public Health, 2013.
30. AAPD, Guideline on infant oral health care. *Pediatr Dent* 2005;27:68-71.
31. Weiner MF, Land M. Psychiatry, psychosomatics and dentistry. *Psychosomatics* 1967;8:338-41.
32. Berggren U, Meynert G. Dental fear and avoidance: causes, symptoms, and consequences. *J Am Dent Assoc* 1984;109:247-51.
33. Stanley HR Jr, Swerdlow H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding technics. *J Am Dent Assoc* 1959;58:49-59.
34. Shovelton DS. The maintenance of pulp vitality. *Br Dent J* 1972;133:95-101.
35. Fusayama T. The problems preventing progress in adhesive restorative dentistry. *Adv Dent Res* 1988;2:158-61.
36. Akbay Oba A, Dulgergil CT, Sonmez IS. Prevalence of dental anxiety in 7- to 11-year-old children and its relationship to dental caries. *Med Princ Pract* 2009;18:453-7.
37. Bussadori SK, Castro LC, and Galvao AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent* 2005;30:115-9.
38. Bussadori SK, Guedes CC, Hermida B.ML, Ram D. Chemo-mechanical removal of caries in an adolescent patient using a papain gel: case report. *J Clin Pediatr Dent* 2008. 32:177-80.
39. Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation of the talus. *Arthroscopy* 2003;19:129-37.
40. Kohli A, Sahani S. Chemicomechanical Caries Removal; A Promising Revolution: Say No to Dental Drills. *Int J DentMed Res* 2015;1:158-161.
41. Torrungruang K, Vichienroj P, Chutimaworapan S. Antibacterial activity of mangosteen pericarp extract against cariogenic *Streptococcus mutans*. *CU Dent J* 2007;30:1-10.
42. Juntavee A, Peerapattana J, Nualkaew N, Juntavee N, Chatrchaiwiwatana S, Kaewgham S, *et al*. Comparison of efficacy of Apacaries gel with various caries removal techniques. *KKU Res J* 2012;17:990-1002.
43. Jacques EN, Robert JF, Joseph BD, Edwards AC. Dentin bonding: SEM comparison of the dentin surface in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1997;19:246-52.
44. Fure S, Lingstrom P, Birkhed D. Evaluation of Carisolv for the chemo-mechanical removal of primary root caries in vivo. *Caries Res* 2000;34:275-80.
45. Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M, Verma L. Various methods of caries removal in children: a comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007;25:93-6.
46. Jawa D, Singh S, Somani R, Jaidka S, Sirkar K, Jaidka R. Comparative evaluation of the efficacy of chemomechanical caries removal agent (Papacarie) and conventional method of caries removal: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2010;28:73-7.
47. Juntavee A, Juntavee N, Peerapattana J, Nualkaew N, Sutthisawat S. Comparison of marginal microleakage of glass ionomer restorations in primary molars prepared by chemo-mechanical caries removal (CMCR), Erbium: Yttrium Aluminum-Garnet (Er: YAG) laser and atraumatic restorative technique (ART). *Int J Clin Pediatr Dent* 2013;6:75.
48. Chowdhry S, Saha S, Samadi F, Jaiswal JN, Garg A, Chowdhry P. Recent vs Conventional Methods of Caries Removal: A Comparative in vivo Study in Pediatric Patients. *Int J Clin Pediatr Dent* 2015;8:6-11.

การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโต Class II Division 2 Malocclusion in Growing Patient

ฉัตรชัย ฉัตรหมามงคล¹ และ สุพาณี สุนทรโลหะนะกุล²

Chatchai Chatmahamongkol¹ and Supanee Suntornlohanakul²

¹ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่

¹Dental Department, Nakomping Hospital, Chiangmai

²ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

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

บทคัดย่อ

ลักษณะที่พบในการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 คือฟันตัดบนซี่กลางเอียงไปทางด้านหลัง ภาวะสบลึก ใบน้ำส่วนล่างสั้นและฟันหน้าบนถูกริมฝีปากล่างคลุมมากกว่าปกติ ภาวะสบลึกสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบบดเคี้ยวและการคงอยู่ของฟันและอวัยวะปริทันต์ในระยะยาว เป้าหมายหลักในการแก้ไขความผิดปกติดังกล่าว ได้แก่ การแก้ไขภาวะสบลึก การปรับฟันตัดบนเอียงไปทางด้านหลังร่วมกับระดับแนวการสบฟันของฟันบนและความสัมพันธ์ของฟันตัดบนกับริมฝีปาก ตลอดจนส่งเสริมให้กล้ามเนื้อรอบริมฝีปากทำงานปกติ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดฟันในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ที่ยังมีการเจริญเติบโต

คำสำคัญ: การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวชัน 2, คำจำกัดความ, สาเหตุของการสบฟันผิดปกติ, แนวทางการรักษา

Abstract

The characteristics of Class II division 2 malocclusions are retroclination of maxillary central incisors, deep overbite, short lower facial height and upper incisor be covered by lower lip than usual. Deep overbite can effect the masticatory system and also the existence of teeth and periodontal tissue in long term. The main goals of treatment in this specific malocclusion are deep overbite correction, upper central incisors inclination correction with upper occlusal plane adjustment, correction of relationship between upper incisor and the lip and normal oromuscular function promotion. The objectives of this article are to present the knowledge involving orthodontics treatment in growing patient with Class II division 2 malocclusions.

Keywords: Class II division 2 malocclusions, Definition, Etiology, Treatment modalities

Received Date: Dec 22,2016

Accepted Date: Mar 3, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.25

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ฉัตรชัย ฉัตรหมามงคกุล ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลนครพิงค์ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180 โทรศัพท์ 0-89956-1602 อีเมล: chai.triumph@gmail.com

Correspondence to:

Chatchai Chatmahamongkol. Dental Department, Nakomping Hospital, Mae Rim District, Chiang Mai Province 50180, Thailand Tel. 0-89956-1602 E-mail: chai.triumph@gmail.com

บทนำ

ลักษณะเฉพาะที่พบได้ในการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 (Class II division 2 malocclusion) คือฟันตัดบนซึ่งกลางเอียงไปทางด้านหลัง ภาวะสบลึกและไบหน้าส่วนล่างสั้น การสบฟันลักษณะนี้ส่งผลกระทบต่อความสวยงามได้แก่ ไบหน้าด้านข้างที่มีลักษณะนูนหรือตรง ลักษณะไบหน้าตรงอาจมองเห็นเหงือกมากกว่าปกติและอาจมองเห็นฟันหน้าบนได้น้อยกว่าปกติเนื่องจากการมีตำแหน่งของริมฝีปากล่างที่สูง การปราศจากจุดสบค้ำยันระหว่างฟันหน้าบนและฟันหน้าล่างส่งผลกระทบต่อระบบบดเคี้ยวและอาจทำให้เกิดแผลบริเวณเพดานปาก จากการสบกระแทกของฟันหน้าล่างต่อเพดานบนได้^{1,2}

เป้าหมายแรกของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 กรณีที่ผู้ป่วยยังมีการเจริญเติบโตคือการแก้ไขภาวะสบลึกและฟันตัดบนซึ่งกลางเอียงไปทางด้านหลังร่วมกับการปรับระดับแนวการสบฟันของฟันบน ความผิดปกติดังกล่าวควรได้รับการแก้ไขก่อนผู้ป่วยเข้าสู่ช่วงท้ายของชุดฟันผสม^{3,4} จึงพิจารณาปรับเปลี่ยนขนาดและตำแหน่งโครงสร้างไบหน้า ส่วนกรณีที่ผู้ป่วยหมดการเจริญเติบโตแล้วสามารถรักษาด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียว หรือการจัดฟันร่วมกับศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรเพื่อให้เกิดการสบฟันและลักษณะไบหน้าที่ดี

บทความปริทัศน์นี้ขอนำเสนอการทบทวนองค์ความรู้ของการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ได้แก่ คำจำกัดความที่เกี่ยวข้อง สาเหตุ คุณลักษณะที่พบ วัตถุประสงค์และแนวทางการรักษาและระยะคงสภาพภายหลังการรักษา

คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 (Definition related to Class II division 2 malocclusion)

คำจำกัดความของการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 มีพื้นฐานตาม Angle's classification⁵ คือการสบฟันโดยที่ปุม

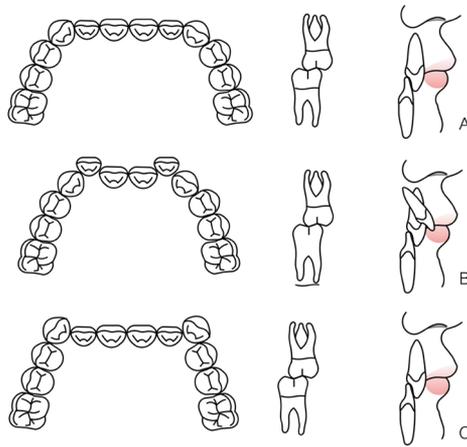
ด้านใกล้แก้ม-ใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่หน้าต่อร่องใกล้แก้มของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างร่วมกับฟันตัดบนซึ่งกลางเอียงไปทางด้านหลังและฟันตัดซึ่งข้างยื่นร่วมกับมีภาวะสบลึก เนื่องจากฟันตัดบนและล่างยื่นยาว การสบฟันผิดปกตินี้ได้มีการแบ่งเป็นซับดิวิชัน (subdivision) โดย Van Der Linden และ Rakosi

Van-Der-Linden classification⁶ แบ่งเป็น 3 ซับดิวิชัน ได้แก่ ชนิดเอ บี และซี (รูปที่ 1)

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ชนิดเอ มีลักษณะฟันตัดบนทั้ง 4 ซี่ เอียงตัวไปทางด้านหลังแต่ไม่พบการซ้อนของฟัน เนื่องจากมีระดับของแนวริมฝีปากล่างอยู่สูงกว่าปกติและมีช่องว่างในการขึ้นและการเรียงตัวของฟันตัดบนแท้มีมากพอ

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ชนิดบี มีลักษณะฟันตัดบนซึ่งกลางเอียงไปทางด้านหลัง ในขณะที่ฟันตัดบนแท้ซึ่งข้างเอียงไปทางด้านริมฝีปาก เนื่องจากช่องว่างต่อการขึ้นและการเรียงตัวของฟันตัดบนแท้มีจำกัด เมื่อฟันตัดบนแท้ซึ่งกลางขึ้นมักถูกบังคับโดยตำแหน่งและการทำงานของริมฝีปากล่างทำให้ช่องว่างในการขึ้นของฟันตัดบนแท้ซึ่งข้างลดลงประกอบกับการที่ระดับริมฝีปากล่างอยู่ใต้ต่อฟันตัดบนแท้ซึ่งข้างส่งผลให้เกิดการเอียงตัวไปทางด้านริมฝีปากอย่างมาก

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ชนิดซี มีลักษณะของฟันตัดบนทั้ง 4 ซี่มีการเอียงตัวไปทางด้านหลังร่วมกับการซ้อนบริเวณฟันเขี้ยว เนื่องจากการขาดช่องว่างในการขึ้นและการเรียงตัวของฟันตัดบนแท้ ขณะที่ฟันตัดบนแท้ซึ่งข้างขึ้นแต่ขาดช่องว่างส่วนโค้งแนวฟันอย่างมาก ส่งผลให้ฟันเขี้ยวบนนั้นมหลุดก่อนเวลาอันควรทำให้ฟันตัดบนแท้สามารถขึ้นได้และมีการเอียงไปทางด้านหลังจากการทำงานของริมฝีปาก เมื่อฟันเขี้ยวแท้บนขึ้นจึงมีการเอียงออกไปด้านริมฝีปาก



รูปที่ 1 การจำแนกลักษณะการสบฟันผิดปกติชนิดที่ 2 ดิวชัน 2 ซับดิวชันชนิดเอ-ซี โดย Van-Der-Linden (ดัดแปลงจาก Van der Linden and Boersma, 1987)

Figure 1 Van-Der-Linden classification of Class II division 2 subdivision type A-C (redrawn from Van der Linden and Boersma, 1987)

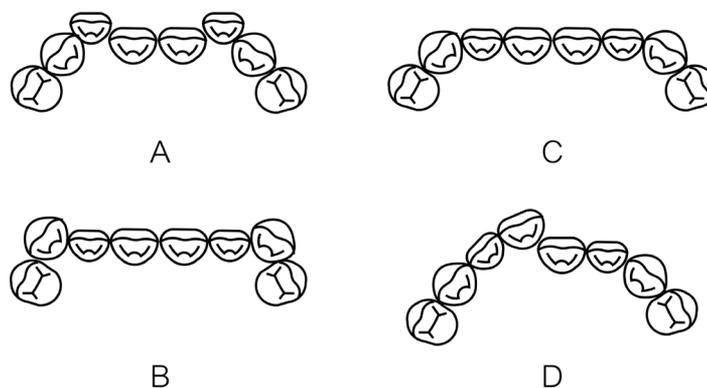
Rakosi⁷ แบ่งเป็น 4 ซับดิวชันได้แก่ ชนิดเอ บี ซี และดี (รูปที่ 2)

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ชนิดเอ มีลักษณะฟันตัดบนซี่กลางเอียงไปทางด้านลิ้น ขณะที่ฟันตัดบนซี่ข้างมีการเอียงเบนจากแนวเรียงตัวปกติไปทางด้านริมฝีปากหรือมีลักษณะการเอียงตัวที่ปกติ

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ชนิดบี มีลักษณะของฟันตัดบนทั้ง 4 ซี่เอียงตัวมาทางด้านลิ้นร่วมกับฟันเขี้ยวบนมีการ

เอียงเบนจากแนวเรียงตัวปกติไปทางใกล้กลางและทางด้านริมฝีปาก การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ชนิดซี มีลักษณะของฟันตัดบนทั้ง 4 ซี่และฟันเขี้ยวบนเอียงเบนจากแนวเรียงตัวปกติไปทางด้านลิ้น

การสบฟันประเภทที่ 2 ดิวชัน 2 ชนิดดี เป็นชนิดผสมของฟันหน้าบนโดยมีการเอียงตัวของฟันตัดบนมาทางด้านลิ้นเพียงด้านเดียว



รูปที่ 2 การจำแนกลักษณะการสบฟันผิดปกติชนิดที่ 2 ดิวชัน 2 ซับดิวชันชนิดเอ-ดี โดย Rakosi (ดัดแปลงจาก Rakosi et al., 1993)

Figure 2 Subdivision of Class II division 2 malocclusion type A-D by Rakosi (redrawn from Rakosi et al., 1993)

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างใบหน้าประเภทที่ 2 คือ ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างในแนวหน้า-หลังผิดปกติ ที่พบขากรรไกรบนมีขนาดใหญ่ ขากรรไกรล่างที่ขนาดเล็ก หรือมีความผิดปกติของทั้งสองขากรรไกรร่วมกัน⁸

สาเหตุของการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 (Etiologies of Class II division 2 malocclusion)

สาเหตุหลักของการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ได้แก่พันธุกรรมและเนื้อเยื่ออ่อน

1. พันธุกรรมที่มีอิทธิพลต่อการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2

ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่าง ในการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 มักพบว่ามีความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างประเภทที่ 2 ปริมาณน้อย (mild skeletal Class II) หรืออาจพบความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างประเภทที่ 1 (skeletal Class I) อาจพบร่วมกับความสูงใบหน้าที่น้อยกว่ามาตรฐาน และทิศทางการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างแบบทวนเข็มนาฬิกา (counterclockwise rotation) ทำให้ระยะการสบฟันในแนวตั้งเพิ่มขึ้น⁹⁻¹¹

รูปร่างฟันมีลักษณะผิดปกติ เช่น ขนาดของฟันตัดบนและล่างในแนวด้านใกล้กลาง-ไกลกลางมีขนาดเล็กกว่าปกติ ขนาดในแนวริมฝีปาก-ลิ้นของฟันตัดบางกว่าปกติและรูปร่างของปุ่มคอฟันมีการเจริญน้อยกว่าปกติ^{11, 12}

2. เนื้อเยื่ออ่อนที่มีอิทธิพลต่อการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2

ความสัมพันธ์ของริมฝีปากล่างในขณะที่พักอยู่สูงกว่าหนึ่ง ในสามของฟันตัดบน ส่งผลให้ฟันตัดบนเอียงไปทางด้านหลังหรือในบางกรณีอาจเกิดจากการมีแรงของกล้ามเนื้อริมฝีปากที่มาก จึงส่งผลทำให้เกิดการล้มเอียงของฟันตัดบนและล่างไปทางด้านหลัง^{1, 2, 11}

คุณลักษณะที่พบในการสบฟันประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 (General characteristics of Class II division 2 malocclusion)

การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ลักษณะที่พบได้ทางคลินิกคือใบหน้าด้านข้างที่มีลักษณะนูนหรือตรง (convex or straight facial profile) การทำงานกล้ามเนื้อเม็นทอลิส (mentalis muscle) มากกว่าปกติซึ่งสังเกตได้จากการมีเม็นโทเลเปียวซัลคัส (mentolabial sulcus) ลึก ภาวะยิ้มเห็นเหงือก และตำแหน่งของริมฝีปากล่างอยู่สูงกว่าปกติเมื่อเทียบกับปลายฟันตัดบนซี่กลาง¹³

ภายในช่องปากพบความสัมพันธ์ของฟันกรามและฟันเขี้ยวเป็นการสบฟันประเภทที่ 2 ฟันตัดบนและล่างล้มมาทางด้านหลัง ปลายฟันตัดบนอยู่ต่ำกว่าระนาบการสบฟันและปลายฟันตัดล่างอยู่สูงกว่าระนาบการสบฟัน โดยที่โค้งสปีมีค่ามากและมีการสบลึกในแนวตั้ง บางรายอาจพบฟันบนคร่อมฟันล่างในแนวตั้งอย่างสมบูรณ์ (cover bite)

ลักษณะที่พบในภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างในแนวหน้า-หลังคือขากรรไกรบนยื่นหรืออยู่ในตำแหน่งปกติ ขณะที่ขากรรไกรล่างอาจพบว่าขนาดเล็กและอยู่ในตำแหน่งหลังกว่าปกติหรืออยู่ในตำแหน่งปกติ นอกจากนี้อาจพบลักษณะคางที่เด่นชัด นอกจากนี้ยังพบว่ามุมของฟันตัดบนและฟันตัดล่างกว้าง (obtuse interincisal angle)^{10, 13-16}

ลักษณะที่พบในภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างในแนวตั้งคือความสูงใบหน้าส่วนหลังล่างมากกว่าปกติ ในขณะที่ความสูงของใบหน้าส่วนหน้าน้อยกว่าปกติ มุมระนาบขากรรไกรล่างน้อย (low mandibular plane angle) และมุมโกเนียลแคบ (acute gonial angle) ลักษณะดังกล่าวบ่งชี้ถึงทิศทางการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างในแบบทวนเข็มนาฬิกา¹³⁻¹⁵

วัตถุประสงค์และแนวทางการรักษาการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโต (Objective and treatment modalities in Class II division 2 malocclusion in growing patient)

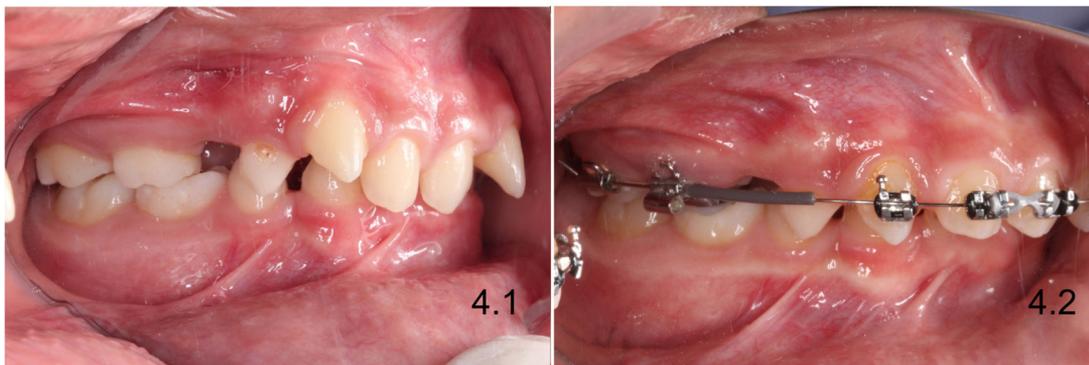
วัตถุประสงค์ของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันคือทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีของระบบบดเคี้ยว เสถียรภาพของการสบฟัน และความสวยงาม¹⁷ ผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ควรได้รับการแก้ไขความผิดปกติได้แก่

1. ภาวะสบลึก

ภาวะสบลึกสามารถแก้ไขได้โดยการเคลื่อนฟันตัดบนเข้ากระดูกเบ้าฟัน เพื่อการปรับเปลี่ยนตำแหน่งฟันตัดบนให้อยู่ในระนาบสบฟันที่ดีส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ของตำแหน่งริมฝีปากล่างกับฟันตัดบนที่ดี (รูปที่ 3) การเคลื่อนฟันหลังออกจากกระดูกเบ้าฟันเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตใบหน้าในแนวตั้งหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน¹⁸⁻²¹ การปรับการเอียงตัวของฟันตัดบนให้ไปด้านหน้า (proclination of maxillary incisors)^{18, 22} (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ตำแหน่งริมฝีปากกลางกับฟันตัดบนก่อน (3.1) และหลัง (3.2) ปรับระนาบการสบฟันตัดบน
 Figure 3 The relationship between upper incisors and lip, before (3.1) and after (3.2) occlusal plane correction



รูปที่ 4 การปรับการเอียงตัวของฟันตัดบนที่มีการเอียงตัวไปทางด้านหลัง (4.1) ถูกแก้ไขให้มีการเอียงตัวไปทางด้านหน้า (4.2)
 Figure 4 Upper incisors inclination correction from retroclination upper incisors (4.1) by proclination upper incisors (4.2)

ความผิดปกติทั้งสองสามารถแก้ไขได้โดยเครื่องมือจัดฟันชนิดถอดได้ร่วมกับสปริงหรือเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นบางส่วนได้แก่ อินทรูซีฟอาร์ชของเบอร์สโตน (Burstone's intrusive arch) และลวดยูทิลิตี้ (Utility arch)²³ หลังจากนั้นให้ทำการพิจารณาแก้ไขปัญหาในแนวหน้าหลังของขากรรไกร

2. ปัญหาในแนวหน้าหลังของขากรรไกร

ปัญหาในแนวหน้าหลังของขากรรไกรสามารถประเมินได้จากลักษณะใบหน้าด้านข้างและภาพรังสีวัดศีรษะร่วมกับการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง หลังจากวิเคราะห์และสามารถระบุขากรรไกรที่มีปัญหาได้แก่ ความผิดปกติของขากรรไกรบนที่มีการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ความผิดปกติของขากรรไกรล่างที่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติหรือการมีความผิดปกติของทั้งสองขากรรไกรร่วมกัน จึงทำการพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือเพื่อปรับเปลี่ยนความสัมพันธ์ของขากรรไกรในแนวหน้าหลังและในแนวตั้ง

เครื่องมือปรับเปลี่ยนความสัมพันธ์ของขากรรไกรในแนวหน้าหลัง

1. เครื่องมือใช้อะคริลิกแบบแทนกัตที่ยกฟันหน้า (anterior bite plane) ในผู้ป่วยที่ขากรรไกรบนและล่างมีความไม่ได้สัดส่วนในปริมาณน้อย เครื่องมือชนิดนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปิดการสบฟันออกเพื่อให้ฟันหลัง เคลื่อนออกจากกระดูกเบ้าฟันซึ่งอาจกระตุ้นการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างในแนวตั้งและกระตุ้นการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างมาด้านหน้า⁴

2. เครื่องมือใช้ศีรษะเซอร์วิคอลลีคพูล (cervical neck pull headgear)^{24,25} ผลของการใช้เครื่องมือชนิดนี้คือการยับยั้งการเจริญเติบโตของขากรรไกรบน ฟันกรามบนมีการเคลื่อนออกจากเบ้าฟันและไปด้านไกลกลาง (upper molars extrude and distal movement) เกิดการหมุนตามเข็มนาฬิกาของระนาบเพดาน (clockwise rotation of palatal plane, occlusal plane) ขากรรไกรล่างหมุนตามเข็มนาฬิกา²⁶

3. เครื่องใช้ฟังก์ชันนอล (functional appliance) เช่น เครื่องใช้แอกทิเวเตอร์ (Activator appliance) เครื่องใช้ทวินบล็อก (Twin block appliance) เครื่องใช้แฟรงเคิล II (Frankel II appliance) และเครื่องใช้เฮร์บส์ (Herbst appliance) เครื่องมือเหล่านี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีลักษณะการเจริญเติบโตในแนวตั้งที่ปกติหรือน้อยกว่าปกติ (normodivergence and hypodivergence pattern)²⁷

เครื่องใช้แอกทิเวเตอร์^{28,29} และเครื่องใช้ทวินบล็อก³⁰ อาศัยหลักการของการกัดสบไปข้างหน้า (bite jumping) เครื่องมือนี้ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของขากรรไกรล่างในลักษณะไปข้างหน้าผ่านส่วนของอะคริลิก แรงที่เกิดจากการปรับตำแหน่งฟันถูกส่งต่อไปยังเยื่อหุ้มกระดูก จึงเกิดการกระตุ้นการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างและยับยั้งการเจริญเติบโตของขากรรไกรบน นอกจากนี้ยังกระตุ้นการเจริญของกระดูกเบ้าฟันหลังของขากรรไกรบนและล่างซึ่งส่งผลทำให้มีความสูงใบหน้าเพิ่มขึ้นด้วย เครื่องใช้ทวินบล็อกต่างจากเครื่องใช้แอกทิเวเตอร์คือเครื่องมือชนิดนี้ประกอบด้วยเครื่องมือถอดได้ 2 ชิ้น โดยเป็นระนาบกัดสบในเครื่องมือทั้งชิ้นบนและชิ้นล่างข้อดีของเครื่องมือนี้คือการมีอิสระในการเคลื่อนขากรรไกร เครื่องมือมีขนาดเล็กทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายซึ่งส่งผลต่อความร่วมมือในการใส่เครื่องมือของผู้ป่วย

เครื่องใช้เฮร์บส์³¹ เป็นเครื่องมือติดแน่นมีหลักการและผลของเครื่องมือมีลักษณะคล้ายกับเครื่องใช้แอกทิเวเตอร์และเครื่องใช้ทวินบล็อก เครื่องมือชนิดนี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ไม่ให้ความร่วมมือในการใส่เครื่องมือ

เครื่องใช้แฟรงเคิล II^{32,33} เป็นเครื่องมือป้องกันช่องปากส่วนนอก (vestibular shield) ทำหน้าที่ขยายช่องปาก-ใบหน้า (orofacial capsule) เครื่องมือชนิดนี้ช่วยปรับเปลี่ยนรูปแบบตำแหน่งของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่ยังไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ขณะทำงานของขากรรไกรล่างไปข้างหน้าแต่ไม่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของขากรรไกรบน ในส่วนความสูงของกระดูกเบ้าฟันเพิ่มขึ้นของฟันหลังล่างแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในฟันหลังบน Chen และคณะ²⁰ ได้อ้างถึงการศึกษาของ Pearson ในปี ค.ศ. 2000 ว่าในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่นั้น เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมที่จะการกระตุ้นการขึ้นของฟัน เนื่องจากจะช่วยให้เสถียรภาพที่ดีกว่าในผู้ใหญ่

ระยะคงสภาพภายหลังการรักษาการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่ (Retention period after conventional orthodontic treatment of Class II division 2 in growing patient)

การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 มีสาเหตุมาจากพันธุกรรมและเนื้อเยื่ออ่อน ดังนั้นการดูแลหลังการรักษาจัดฟันเพื่อให้เกิดการคงสภาพเป็นสิ่งสำคัญ ความสำเร็จในการรักษาภาวะสบลึกขึ้นอยู่กับมุมของฟันตัดบนและฟันตัดล่างที่ดี²² โดยปรับการเอียงตัวของฟันตัดบนและล่างไปด้านหน้า ฟันตัดล่างจะมีเสถียรภาพที่ดีกว่าฟันตัดบน การแก้ไขในฟันตัดบนควรให้มีการเอียงตัวเข้าใกล้ปกติให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งริมฝีปากล่าง (lower lip line) ที่สูงหลังการรักษา ทำให้มีโอกาสการกลับคืนการเอียงตัวของฟันตัดบนที่สูงตาม²¹

ในกรณีที่ผู้ป่วยมีการแก้ไขโค้งสบที่มากในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่การคงสภาพของการสบเหลี่ยมในแนวตั้งจากการที่มีการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างในแบบหมุนทวนเข็มนาฬิกาด้วยเครื่องใช้การสบยก (bite-raising appliance)³⁴ หรือการใช้เครื่องใช้คงสภาพการจัดฟันแบบติดแน่นที่ฟันหน้าล่าง โดยแนะนำให้คงสภาพภายหลังการรักษาเป็นระยะเวลาอันเนื่องจากการสบเหลี่ยมในแนวตั้งไม่สามารถทำนายความเสถียรได้³⁵ รวมทั้งการที่มีภาวะสบลึกจากการที่มีการเอียงตัวของฟันหน้าตัดบนและล่างที่ค่อนข้างตั้งตรงตั้งแต่ก่อนเริ่มการรักษามีโอกาสในการกลับคืนได้หลังจากทำการคงสภาพฟัน³⁶

ปัจจัยที่มีผลต่อการคืนกลับขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตใบหน้าในแนวหน้าหลังและแนวตั้ง กรณีที่มีการใช้เครื่องใช้ฟังก์ชันนอล จำเป็นต้องมีการคงสภาพเพื่อให้มีการคืนสภาพน้อยที่สุดหลังการรักษา ด้วยการใส่เครื่องใช้ฟังก์ชันนอลต่อในช่วงกลางคืนเพื่อเป็นเครื่องมือคงสภาพจนกระทั่งผู้ป่วยหยุดการเจริญเติบโตหรือรักษาต่อด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นต่อไป²⁷

บทวิจารณ์

อุบัติการณ์ของการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 พบได้น้อยเพียงร้อยละ 0.99 ในประเทศไทย³⁷ สาเหตุของการสบฟันผิดปกตินี้มีอิทธิพลมาจากความผิดปกติของความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกร การสบฟันลึกและเนื้อเยื่ออ่อน อย่างไรก็ตาม การสูญเสียฟันหลังน้ำนมไปก่อนกำหนด ฟันน้ำนมหลุดช้าและหน่อฟันแท้ที่อยู่ติดตำแหน่งถือว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการสบฟันผิดปกตินี้ได้เช่นกัน

การสบฟันผิดปกตินี้หากตรวจพบควรได้รับการแก้ไขทันทีโดยเฉพาะช่วงชุดฟันผสมระยะแรก เพื่อลดปัญหาภาวะสบลึกและการปรับแก้ไขระนาบการกัดสบในฟันบนด้วยการแก้ไขการ

เอียงตัวฟันตัดบน นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของ
ใบหน้า กระดูกขากรรไกรและเนื้อเยื่ออ่อนอย่างเหมาะสม การตรวจ
พบการสบฟันนี้ไม่เกินช่วงชุดฟันผสมช่วงกลางและได้รับการแก้ไข
ทันตแพทย์สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางการเจริญเติบโตของขา
กรรไกรได้เนื่องจากผู้ป่วยอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตอยู่

การตัดสินใจเลือกรับการรักษาจำเป็นต้องมีการวางแผน
ร่วมกันระหว่างผู้ป่วย ผู้ปกครองและทันตแพทย์ โดยความร่วมมือ
ของผู้ป่วยและผู้ปกครองจะถูกใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือก
วิธีการรักษาและเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์
สูงสุดแก่ผู้ป่วย

บทสรุป

การสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 ดิวิชัน 2 ควรได้รับการ
แก้ไขทันทีเมื่อตรวจพบ เป้าหมายแรกในการรักษาการสบฟันผิด
ปกตินี้คือการแก้ไขภาวะสบลึก การปรับการเอียงตัวของฟันตัดบน
ให้ไปด้านหน้าและการปรับระนาบการสบฟันของฟันตัดบน

หากทันตแพทย์ตรวจพบในช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งอยู่
ในช่วงระยะชุดฟันผสมระยะแรกและระยะกลาง เนื่องจากต้อง
ทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งฟันเพื่อช่วยลดปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิด
ความผิดปกติที่รุนแรงมากขึ้นและส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโต
ที่ปกติหรือกระตุ้นการเจริญเติบโต

เอกสารอ้างอิง

1. Lapatki BG, Mager AS, Schulte-Moenting J, Jonas IE. The importance of the level of the lip line and resting lip pressure in Class II, Division 2 malocclusion. *J Dent Res* 2002;81:323-28.
2. McIntyre GT, Millett DT. Lip shape and position in class II division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 2006;76:739-44.
3. Cleall JF, BeGole EA. Diagnosis and treatment of Class II Division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 1982;52:38-60.
4. Erickson LP, Hunter WS. Class II, division 2 treatment and mandibular growth. *Angle Orthod* 1985;55:215-24.
5. Singh G. Textbook of Orthodontics. New Delhi: Jaypee; 2015. p.176-8.
6. Van der Linden FPGM, Boersma H. Diagnosis and

treatment planning in dentofacial orthopedics. New Malden: Quintessence; 1987. p.291-9.

7. Rakosi T, Jonas I, Graber TM. Orthodontic diagnosis. New York: Thieme; 1993. p.35-56.
8. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 1969;55:109-23.
9. Al-Khateeb EAA, Al-Khateeb SN. Anteroposterior and vertical components of Class II division 1 and division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 2009;79:859-66.
10. Hedges RB. A Cephalometric Evaluation Of Class II, Division 2. *Angle Orthod* 1958;28:191-97.
11. Mossey PA. The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *Br J Orthod* 1999;26:195-203.
12. Peck S, Peck L, Kataja M. Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *Angle Orthod* 1998;68:9-20.
13. Renfroe EW. A study of the facial patterns associated with Class I, Class II, division 1 and Class II, division 2 malocclusions. *Angle Orthod* 1948;18:12-5.
14. Blair ES. A Cephalometric Roentgenographic Appraisal of the Skeletal Morphology of Class I, Class II, Div. 1, and Class II, Div. 2 (Angle) Malocclusions. *Angle Orthod* 1954;24:106-19.
15. Brezniak N, Arad A, Heller M, Dinbar A, Dinte A, Wasserstein A. Pathognomonic cephalometric characteristics of Angle Class II Division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 2002;72:251-57.
16. Karlsen AT. Craniofacial characteristics in children with Angle Class II div. 2 malocclusion combined with extreme deep bite. *Angle Orthod* 1994;64:123-30.
17. Graber LW, Vanarsdall Jr RL, Vig KWL. Orthodontics Current Principles and Techniques. 5th ed. Philadelphia: Mosby; 2012. p.3-58.
18. Millett DT, Cunningham SJ, O'Brien KD, Benson PE, de Oliveira CM. Treatment and stability of class II division 2 malocclusion in children and adolescents: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:159-69.
19. Lapatki BG, Klatt A, Schulte-Moenting J, Stein S, Jonas IE. A retrospective cephalometric study for the quantitative

- assessment of relapse factors in cover-bite treatment. *J Orofac Orthop* 2004;65:475-88
20. Chen YJ, Yao CC, Chang HF. Nonsurgical correction of skeletal deep overbite and class II division 2 malocclusion in an adult patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:371-8.
21. Lapatki BG, Baustert D, Schulte-Monting J, Frucht S, Jonas IE. Lip-to-incisor relationship and postorthodontic long-term stability of cover-bite treatment. *Angle Orthod* 2006;76:942-9.
22. Mills JR. The problem of overbite in Class II, division 2 malocclusion. *Br J Orthod* 1973;1:34-48.
23. Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod* 1977;72:1-22.
24. Hubbard GW, Nanda RS, Currier GF. A cephalometric evaluation of nonextraction cervical headgear treatment in Class II malocclusions. *Angle Orthod* 1994;64:359-70.
25. Lima Filho RM, Lima AL, de Oliveira Ruellas AC. Longitudinal study of anteroposterior and vertical maxillary changes in skeletal class II patients treated with Kloehn cervical headgear. *Angle Orthod* 2003;73:187-93.
26. Kim KR, Muhl ZF. Changes in mandibular growth direction during and after cervical headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:522-30.
27. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, Ackerman JL. Contemporary Orthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby; 2007. p.268-327.
28. Basciftci FA, Uysal T, Buyukerkmen A, Sari Z. The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *Eur J Orthod* 2003;25:87-93.
29. Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliances: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:250-8.
30. Clark WJ. The twin block traction technique. *Eur J Orthod* 1982;4:129-38.
31. Papadopoulos MA. Orthodontic Treatment of the Class II Noncompliant Patient: Current Principles and Techniques. Philadelphia: Mosby; 2006. p.35-57
32. Perillo L, Johnston LE, Jr., Ferro A. Permanence of skeletal changes after function regulator (FR-2) treatment of patients with retrusive Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:132-9.
33. Rodrigues de Almeida M, Castanha Henriques JF, Rodrigues de Almeida R, Ursi W. Treatment effects produced by Frankel appliance in patients with class II, division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 2002;72:418-25.
34. Devreese H, De Pauw G, Van Maele G, Kuijpers-Jagtman AM, Dermaut L. Stability of upper incisor inclination changes in Class II division 2 patients. *Eur J Orthod* 2007;29:314-20.
35. Canut JA, Arias S. A long-term evaluation of treated Class II division 2 malocclusions: a retrospective study model analysis. *Eur J Orthod* 1999;21:377-86.
36. Kim TW, Little RM. Postretention assessment of deep overbite correction in Class II Division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 1999;69:175-86.
37. Suchato W CJ. Prevalency of Malocclusion in Young Adults. *M Dental J* 1981;2:133-43.

การรักษาคลองรากฟันและการปลูกฟันโดยเจตนาในฟันตัดบนซี่กลางที่มีรอยโรคร่วมปริทันต์และเอ็นโดคอนติคส์จากร่องเพดานต่อเหงือก: รายงานผู้ป่วย

Root Canal Therapy and Intentional Replantation of The Maxillary Central Incisor with A Combined Periodontic and Endodontic Lesion from A Palatogingival Groove: A Case Report

เกษรา ปัทมพันธุ์¹, นันทิพร เจียมจิต¹, อรรถพล แซ่ลือ¹, จุฬภาพร ฤกษ์ประกรกิจ² และ สุตติชัย ฤกษ์ประกรกิจ²
Kassara Pattamapun¹, Nuntiporn Jiamjit¹, Attapon Saelo¹, Julaporn Krisanaprakornkit² and Suttichai Krisanaprakornkit²

¹ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

¹Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

²ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีววิทยาช่องปาก กระดูกขากรรไกรและใบหน้า คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

²Center of Excellence in Oral and Maxillofacial Biology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

บทคัดย่อ

รายงานผู้ป่วยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการรักษาฟันตัดบนซี่กลางซึ่งถูกวินิจฉัยว่ามีรอยโรคร่วมปริทันต์และเอ็นโดคอนติคส์จากร่องลึกเพดานต่อเหงือก ที่เริ่มจากแอ่งด้านเพดานของตัวฟันไปจนถึงปลายรากฟัน โดยทั่วไปมักพบร่องเพดานต่อเหงือกในฟันตัดบนซี่ข้างและฟันตัดบนซี่กลาง และยังจัดเป็นปัจจัยเฉพาะที่ ซึ่งส่งเสริมการสะสมแผ่นคราบจุลินทรีย์ที่ยากต่อการกำจัดและก่อให้เกิดโรคปริทันต์อักเสบเฉพาะที่ได้ในที่สุด นอกจากนี้ ความลึกและความยาวของร่องยังส่งผลต่อระดับความรุนแรงของการอักเสบในอวัยวะปริทันต์และเนื้อเยื่อใน รายงานผู้ป่วยฉบับนี้ ผู้นิพนธ์ได้เสนอกลยุทธ์ใหม่ในการรักษาฟันซี่ดังกล่าวด้วยการรักษาคลองรากฟันและการปลูกฟันโดยเจตนาโดยใช้วัสดุอุดคลองรากฟันชนิดใหม่ได้แก่ ออร์โทเอ็มทีเอ (OrthoMTA) ที่มีคุณสมบัติแนบสนิทกับผนังคลองรากฟันได้เป็นอย่างดีร่วมกับไบโอเดนทีน (Biodentine™) ที่ช่วยซ่อมแซมรอยวิการของเนื้อฟันภายในร่องเพดานต่อเหงือก

คำสำคัญ: ร่องเพดานต่อเหงือก, รอยโรครอบรากฟัน, การรักษาคลองรากฟัน, การปลูกฟัน

Abstract

The objective of this case report was to introduce a treatment approach for the maxillary central incisor, diagnosed with a combined periodontic and endodontic lesion from a deep palatogingival groove that originated at a palatal fossa of the crown and ended at the root apex. The palatogingival groove is often found in both maxillary lateral and central incisors and is regarded as a local factor that promotes an accumulation of dental plaque which is difficult to remove and eventually contributes to localized periodontitis. Moreover, the groove's depth and length

influenced the severity of inflammation in periodontium and dental pulp. In this case report, the authors have proposed a novel treatment strategy for the affected tooth, i.e., root canal therapy and intentional replantation, using a new root canal filling material with good sealability, OrthoMTA, along with Biodentine™ to repair defective dentine within the palatogingival groove.

Keywords: Palatogingival groove, Periradicular lesion, Root canal therapy, Tooth replantation

Received Date: Feb 3,2017

Accepted Date: May 8,2017

doi: 10.14456/jdat.2017.26

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

เกษรา ปัทมพันธ์ุ ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย โทรศัพท์: 66-53-944457 โทรสาร: 66-53-222844 อีเมล: kassara.p@cmu.ac.th

Correspondence to:

Kassara Pattamapun. Department of Restorative Dentistry and Periodontology Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Suthep Road, Suthep Subdistrict, Muang District Chiang Mai 50200 Thailand. Tel: 0-53-944457 Fax: 66-53-222844 E-mail: kassara.p@cmu.ac.th

บทนำ

ร่องเพดานต่อเหงือก (palatogingival groove) สามารถพบได้ร้อยละ 2.33-2.8 พบมากที่สุดในฟันตัดบนซี่ข้าง ร้อยละ 4.4 ตามด้วยฟันตัดบนซี่กลางร้อยละ 0.28 และพบร่องลึกทอดยาวเกือบถึงปลายรากได้ร้อยละ 0.5^{1,2} ร่องดังกล่าวมีลักษณะเป็นร่องเว้าลึกเข้าไปในโครงสร้างของตัวฟันและรากฟัน เกิดขึ้นในช่วงระหว่างการสร้างตัวฟันและรากฟัน³ นอกจากนี้ ความลึกและความยาวของร่องนี้ยังสัมพันธ์ในเชิงบวกกับดัชนีสภาพเหงือก (gingival index) และดัชนีโรคปริทันต์ (periodontal disease index) ที่เพิ่มขึ้นและการสะสมแผ่นคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) ที่เพิ่มขึ้นจากการวัดดัชนีคราบจุลินทรีย์ (plaque index)

Goon และคณะ⁴ ได้จำแนกร่องเพดานต่อเหงือกตาม ความลึกและความยาวของร่องทางคลินิกออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับน้อย (mild) มีร่องตื้นที่เคลือบฟันและสิ้นสุดที่รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction; CEJ) 2) ระดับปานกลาง (moderate) มีร่องทอดผ่าน CEJ ไปทางปลายราก และ 3) ระดับรุนแรง (severe) มีร่องลึกยาวตลอดความยาว

รากหรือเกิดเป็นแขนงรากฟัน ต่อมา Gu⁵ ได้นำฟันที่มีร่องเพดานต่อเหงือกวิเคราะห์ลักษณะด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดไมโคร (microcomputed tomography) ซึ่งประมวลผลเป็นภาพสามมิติและภาพตัดขวาง และได้ทำการ จำแนกร่องเพดานต่อเหงือกเป็น 3 ชนิด ขึ้นกับระดับความลึกและความยาวของร่องเพดานต่อเหงือก ดังนี้ ชนิดที่ 1 เป็นร่องตื้นและมีความยาวไม่เกิน Coronal 1/3 ของรากฟัน พบร่องบนตัวฟันและรากฟันส่วนบน คลองรากฟันมีลักษณะปกติ ซึ่งการรักษาคลองรากฟันและการรักษาทางปริทันต์ไม่มีความซับซ้อน ชนิดที่ 2 เป็นร่องที่เริ่มมีความซับซ้อน การมีผิวรากฟันที่หว่าเข้าไปด้านในของรากฟัน ทำให้เกิดร่องทอดยาวลงไปในส่วนของรากฟัน ลักษณะรูปร่างของร่องเป็นแบบ วี-เชฟ (V-shape) ที่เอื้อให้เชื้อเกาะยึดผิวของร่องที่ผิวรากฟัน การเพิ่มจำนวนของเชื้อยังส่งผลให้เกิดแผ่นชีวภาพ (Biofilm) ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวยังทำหน้าที่ปกป้องเชื้อแบคทีเรียไม่ให้ถูกทำลายโดยเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เชื้อดังกล่าวและสารหลังจากเชื้อยังส่งผลให้เกิดจุดเริ่มต้นของการอักเสบเฉพาะที่ของเนื้อเยื่อปริทันต์ในบริเวณร่อง

รายงานผู้ป่วย

เพดานต่อเหงือก ส่งผลให้มีอีกเสบลุกลามตลอดความยาวร่องที่อาจทอดยาวไปจนถึงปลายรากฟัน โดยเนื้อเยื่อในคลองรากฟัน ส่วนปลายรากอาจได้รับผลกระทบจากการอักเสบที่เกิดจากการมีเชื้อภายในร่องเพดานต่อเหงือก และการมีร่องลึกนี้อาจส่งผลกระทบต่อรูปร่างของรากฟันที่มีลักษณะผิดปกติไปจากเดิมเล็กน้อย ในลักษณะของภาพตัดขวางในบางรากฟันร่องที่พบมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ ทำให้ยากต่อการทำความสะอาดและการกำจัดเชื้อ รวมถึงการอุดคลองรากฟันในขั้นตอนของการรักษาทางเอ็นโดดอนติกส์ ชนิดที่ 3 เป็นร่องที่ลึกและมีความซับซ้อนของโครงสร้างลักษณะรูปร่างของรากฟันมากที่สุด ซึ่งยากที่จะให้คำวินิจฉัยและการระบุแผนการรักษาที่เหมาะสม ดังเช่น ฟันที่มีลักษณะรูปร่างคลองรากฟันแบบ ซี-เซฟ (C-shape canal) ที่พบได้บ่อยในฟันกรามซี่ล่างซี่ที่ 2 และในฟันกรามน้อยล่างซี่ที่ 1 การเตรียมคลองรากฟันด้วยไฟล์ปกติ และไฟล์ชนิดนิกเกิลไททาเนียม (nickel-titanium) ด้วยระบบหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พบว่าไฟล์ทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถทะลุหรือสัมผัสกับผนังคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะในคลองรากฟันแบบ ซี-เซฟ จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับระบบอัลตราโซนิคเพื่อทำความสะอาดและกำจัดเชื้อ ทั้งนี้ยังสามารถพบความซับซ้อนของรากฟันที่มีรากแขนงที่แยกออกมาจากส่วนรากฟันหลัก ที่ระดับ Coronal 1/3 ของรากฟัน

การมีร่องเพดานต่อเหงือกระดับความรุนแรงของโรคขึ้นกับระดับความลึกและความยาวของร่อง วิธีการรักษา ทำการผ่าตัดเปิดเหงือก (flap operation) ดันเพดาน ขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน (scaling and root planing) ร่วมกับการทำ saucerization คือ การกำจัดเนื้อเยื่อปริทันต์ที่อักเสบออกให้สะอาด เพื่อให้สามารถมองเห็นร่องเพดานต่อเหงือกชัดเจนขึ้น กรอ (grinding) ร่องโดยใช้หัวกรอคาร์ไบด์ (carbide bur) หรือส่วนปลายของอัลตราโซนิค (ultrasonic tip) กรอตัดเนื้อฟันให้เรียบ โดยในฟันที่ยังมีชีวิตให้การรักษาด้วยวิธีการข้างต้น หากเนื้อเยื่อปริทันต์เกิดการอักเสบลุกลามจะพบการสูญเสียของกระดูกตามแนวราบ (horizontal bone loss) และถ้าหากฟันตายมักพบรอยโรครอบปลายรากฟัน (periapical lesion) การรักษาคลองรากฟันควบคู่กับการรักษาทางปริทันต์เป็นการรักษาที่เหมาะสม⁶⁻⁹ โดยเริ่มการรักษาคลองรากฟันก่อนแล้วจึงทำการผ่าตัดเปิดเหงือกดันเพดาน กรอร่องด้วยหัวกรอคาร์ไบด์หรือส่วนปลายของอัลตราโซนิค อุดปิดร่องด้วยวัสดุที่เหมาะสม ปิดแผลด้วยวัสดุปิดแผลปริทันต์ เช่น Coe pak™

ผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 25 ปี เล่าประวัติที่ผ่านมาของอาการปวดฟันและเหงือกบวมบริเวณฟันตัดบนซี่กลางข้างขวาประมาณ 1 ปี เคยได้รับการรักษาฉุกเฉินเพื่อระบายหนองและรับการรักษาคลองรากฟันเบื้องต้นมาระยะหนึ่ง ต่อมายังมีอาการปวดบวมเป็น ๆ หาย ๆ ฟันเริ่มโยกเล็กน้อย ทันตแพทย์ที่เคยดูแลให้การรักษาดูตรวจพบตุ่มหนอง (pustule) ที่เหงือกด้านริมฝีปาก (labial) ตรงกับรากฟันซี่ 11 โดยสอดแท่งกัททาเพอร์ชา (guttapercha) ขนาด 25 เข้าทางรูเปิดทางหนองไหล (sinus tract) และถ่ายภาพรังสีเพื่อระบุซี่ฟันที่เป็นสาเหตุ พบว่าส่วนปลายของแท่งกัททาเพอร์ชาสอดผ่านลงไปถึงขอบของเงาโปร่งรังสี (radiolucent) รอบปลายรากฟันซี่ 11 ในส่วนรากฟันมีความยาวปกติ ปลายรากฟันมีลักษณะเรียวยาว (รูปที่ 1ก)

ต่อมาผู้ป่วยได้ถูกส่งต่อมาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยได้แนบภาพถ่ายรังสีเดิมของผู้ป่วย (ฟันซี่ 11) มาให้ด้วย จากการซักประวัติ ผู้ป่วยมีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวใด ๆ ไม่มีประวัติแพ้ยาหรือรับประทานยาใด ๆ ฟันหน้าบนไม่เคยประสบอุบัติเหตุ จากการตรวจทางคลินิกในช่องปากฟันซี่ 11 ไม่พบรอยผุ ด้านริมฝีปากของตัวฟันซี่ 11 มีสีเหลืองเข้ม สภาพสมบูรณ์ บริเวณคอฟันด้านริมฝีปากมีสีคล้ำ ไม่พบเหงือกกรัน ขอบเหงือกอยู่ในระดับปกติ (รูปที่ 1ข) คล้ายเยื่อเมือกด้านริมฝีปากบริเวณปลายรากฟันซี่ 11 พบก้อนนูน ผิวหนา ฐานกลม กดนิ่ม ขนาดประมาณ 6-7 มิลลิเมตร และผู้ป่วยรู้สึกเจ็บเล็กน้อย พบช่องว่างขนาด 2-3 มิลลิเมตร ระหว่างฟันซี่ 11 และ 12 (รูปที่ 1ข) ทางด้านเพดานปากพบวัสดุอุดชั่วคราวสภาพสมบูรณ์ในส่วนทางเข้าสู่คลองรากฟันและตรวจพบร่องเพดานต่อเหงือก 2 ร่อง เมื่อย้อมด้วยสีเมทิลีนบลู (methylene blue) (หัวลูกศรในรูปที่ 1ค) จากการตรวจความมีชีวิตของฟัน พบว่าฟันตายไม่ตอบสนองต่อการทดสอบความมีชีวิตของเนื้อเยื่อในด้วยไฟฟ้า (electrical pulp test) และความเย็น จากการเคาะฟัน ผู้ป่วยรู้สึกเจ็บมาก มีฟันโยกระดับ 1 วัดความลึกของร่องเหงือก (gingival sulcus) ด้วยเครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) พบว่าความลึกของร่องเหงือกอยู่ในระดับปกติ ยกเว้นในตำแหน่งของร่องเหงือกที่ด้านเพดานปากไกลกลาง (distopalatal) พบมีความลึก 5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความลึกของร่องเหงือกที่หกตำแหน่งของฟันซี่ 11 ก่อนและหลังการรักษาคลองรากฟันและการปลูกฟันโดยเจตนา

Table 1 The depth of gingival crevice of tooth 11 at six sites before and after root canal therapy and intentional replantation

ความลึกของร่องเหงือก (มิลลิเมตร)						
ตำแหน่ง	ML	L	DL	MP	P	DP
ก่อนการรักษา	2	2	3	3	3	5
หลังการรักษา (6 เดือน)	2	2	2	2	3	4

ML = mesiolabial (ด้านริมฝีปากใกล้กลาง)

L = labial (ด้านริมฝีปาก)

DL = distolabial (ด้านริมฝีปากไกลกลาง)

MP = mesiopalatal (ด้านเพดานปากใกล้กลาง)

P = palatal (ด้านเพดานปาก)

DP = distopalatal (ด้านเพดานปากไกลกลาง)

จากภาพรังสีก่อนเริ่มการรักษา พบตัวฟันปกติและพบวัสดุที่บ่งสี (radiopaque) บริเวณทางเข้าสู่คลองรากฟัน (รูปที่ 1ง) รากฟันมีความยาวปกติ ปลายรากมีลักษณะเรียวสอบ คลองรากฟันมีขนาดใหญ่ (รูปที่ 1ง) ผนังคลองรากฟันค่อนข้างบางโดยเฉพาะในส่วนกลางรากและปลายรากมีความหนา 1-2 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่ง CEJ ผนังคลองรากฟันมีความหนา 2.5-3 มิลลิเมตร บริเวณปลายรากฟันพบเงาโปร่งรังสีรูปร่างกลมมีขอบเขตไม่ชัดเจนวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 6-7 มิลลิเมตร มีกระดูกล้อมรอบ

พบการทำลายกระดูกในแนวราบตรงสันกระดูกเบ้าฟัน (alveolar crest) ด้านไกลกลาง ในขณะที่ระดับของสันกระดูกเบ้าฟันด้านใกล้กลางอยู่ในระดับปกติ (รูปที่ 1ง) นอกจากนี้ ยังได้ทำการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม (cone beam computed tomography) เพื่อประมวลผลลักษณะรูปร่างทางกายวิภาคของฟันและคลองรากฟันของซี่ 11 ซึ่งวิเคราะห์ผลออกมาในรูปแบบสามมิติและภาพแนวระนาบ 3 ระนาบ ดังนี้

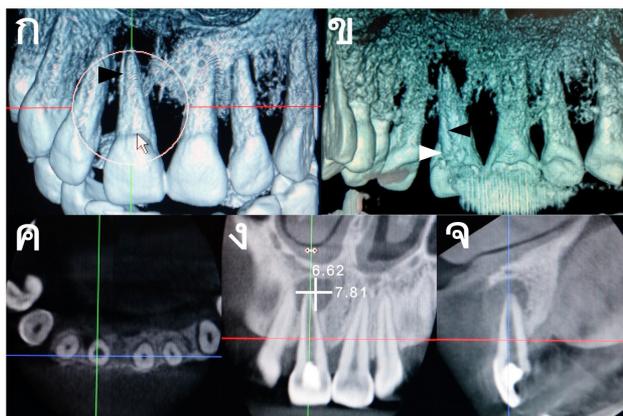


รูปที่ 1 ภาพถ่ายในช่องปากและภาพรังสีก่อนการรักษา ก) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันซี่ 11 ด้วยเทคนิค gutta-percha tracing ข) ภาพถ่ายฟันซี่ 11 ด้านริมฝีปาก ตัวฟันสีเหลืองเข้ม คอฟันมีสีคล้ำ ค) ภาพถ่ายฟันซี่ 11 ด้านเพดานปาก สังเกตเห็นร่องลึก 2 ร่อง (หัวลูกศร) ที่ย้อมติดสีเมทิลีนบลู (methylene blue) ง) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันซี่ 11 ก่อนการรักษา

Figure 1 Intraoral photographs and radiographs prior to treatment ก) A periapical radiograph of tooth 11 with a gutta-percha tracing technique ข) A photograph shows dark yellow crown with dark color at the cervical margin of tooth 11 at its labial surface. ค) A photograph shows two deep grooves (arrowheads) stained with methylene blue at the palatal surface of tooth 11. ง) A periapical film before treatment

จากภาพสามมิติของลักษณะพื้นผิวภายนอกของตัวฟัน และรากฟัน (รูปที่ 2ก และ ข) สังเกตพบร่องเพดานต่อเหงือกมีลักษณะเป็นร่องลึกที่ผิวรากฟันตำแหน่งค่อนข้างไปทางด้านไกลกลาง โดยร่องนี้ทอดยาวไปสิ้นสุดที่ปลายรากฟัน (หัวลูกศรในรูปที่ 2ก) พบแนวแกนฟันเอียงไปทางด้านขวาของกระดูกขากรรไกรบน ระดับของสันกระดูกเข้าฟันด้านไกลกลางของฟันซี่ 11 อยู่ต่ำกว่า CEJ 4 มิลลิเมตร พบการทำลายของกระดูกรอบปลายรากฟัน มีลักษณะเงาโปร่งรังสี รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-7 มิลลิเมตร เมื่อหมุนภาพสามมิติให้มองเห็นรายละเอียดของผิว รากฟันด้านเพดาน พบร่องเพดานต่อเหงือกที่ผิวรากฟัน 2 ร่อง อย่างชัดเจน โดยพบร่องที่ 1 ในตำแหน่งด้านเพดานปากไกลกลาง เป็นร่องลึกมีความยาวจนถึงส่วนคอฟัน 1/3 (cervical 1/3) ของ รากฟัน (หัวลูกศรสีขาวในรูปที่ 2ข) และร่องที่ 2 ในตำแหน่งด้าน เพดาน เป็นร่องลึกและทอดยาวไปสิ้นสุดที่ปลายรากฟัน (หัวลูก ศรสีดำในรูปที่ 2ข)

จากภาพในระนาบตามขวาง (transverse plane) (รูป ที่ 2ค) ในระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal plane) (รูปที่ 2ง) และ ในระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) (รูปที่ 2จ) พบตัวฟันซี่ 11 ต่อเนื่องลงไปยังรากฟันซึ่งมีขนาดและผิวปกติ พบเงาโปร่งรังสี รอบปลายรากมีรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.62-7.81 มิลลิเมตร (รูปที่ 2ง) ไม่พบกระดูกปกคลุมด้านริมฝีปากของปลาย รากฟันซึ่งสอดคล้องไปกับการคลำพบก้อนนูนที่ปลายรากฟัน (รูป ที่ 2ข) ผนังคลองรากฟันบางเนื่องจากการรักษาคลองรากฟันที่ ผ่านมาและได้รับการตะไบ (file) ผนังคลองรากฟันเพื่อกำจัด จุลินทรีย์ในหลอดฝอยเนื้อฟัน (dentinal tubule) ผนังคลอง รากฟันที่ระดับส่วนกลางของรากฟันมีความหนา 2 มิลลิเมตร ใน ขณะที่ส่วนปลายรากฟันมีความหนา 1 มิลลิเมตร และพบว่าขนาด คลองรากฟันใหญ่ประมาณสองเท่าของขนาดคลองรากฟันซี่ 21 (รูปที่ 2ค)



รูปที่ 2 ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม (cone beam computed tomography) ก) ภาพสามมิติด้านริมฝีปาก พบร่องเพดานต่อเหงือก ทางด้านไกลกลางของรากฟันซี่ 11 (หัวลูกศรสีดำ) ข) ภาพสามมิติด้านเพดานปาก พบร่องเพดานต่อเหงือกสองร่องมีความยาวไม่เท่ากัน (หัวลูกศร สีขาวและดำ) ค) ภาพในระนาบตามขวาง (transverse plane) ง) ภาพในระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal plane) เงาโปร่งรังสีมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.62-7.81 มิลลิเมตร จ) ภาพในระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane)

Figure 2 Cone beam computed tomography (CT) ก) A palatogingival groove at the distal root surface of tooth 11 (black arrowhead) detected by a three-dimensional cone beam CT from a labial view ข) Two palatogingival grooves at different lengths (white and black arrowheads) from a palatal view ค) A transverse plane view ง) A coronal plane view demonstrates a periapical radiolucent area with a diameter from 6.62 to 7.81 mm. จ) A sagittal plane view

คำวินิจฉัยและแผนการรักษาฟันซี่ 11

คำวินิจฉัยโรคทางเอ็นโดดอนติกส์ของฟันซี่ 11 เป็น previously initiated therapy with acute apical abscess และให้คำวินิจฉัยโรคทางปริทันตวิทยาและเอ็นโดดอนติกส์เป็น primary periodontal disease with secondary endodontic

involvement แผนการรักษาได้แก่การรักษาคลองรากฟันร่วมกับการรักษาทางปริทันต โดยถอนฟันและทำหัตถการในส่วนของร่อง เพดานต่อเหงือกเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อปริทันตที่อักเสบออกให้สะอาด ทำให้สามารถมองเห็นร่องเพดานต่อเหงือกชัดเจนขึ้นเพื่อแก้ไข รอยวิการในส่วนรากฟันแล้วปลูกฟันกลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิมใน

กระดูกเข้าฟัน โดยมีลำดับขั้นตอนการรักษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รักษาคลองรากฟันและอุดคลองรากฟันด้วยออร์โทเอ็มทีเอ (OrthoMTA, Seoul, Korea) บูรณะตัวฟันบริเวณทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Supreme Ultra Universal Restorative: 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

ขั้นตอนที่ 2 ถอนฟัน กำจัดเนื้อเยื่อรอบรากฟันที่อักเสบ ตัดปลายรากฟันถ้าจำเป็น กรอร่องและอุดปิดร่องด้วยไบโอเดนทีน (Biodentine™, Septodont, Saint-Maur-des-Fosses Cedex, France)

ขั้นตอนที่ 3 การปลูกฟัน (tooth replantation) กลับเข้าสู่กระดูกเข้าฟัน

ขั้นตอนที่ 4 ยึด (splinting) ฟิวฟันด้วยเรซินคอมโพสิต (resin composite) และลวดดัด

ขั้นตอนที่ 5 ถอดลวดและรื้อเรซินคอมโพสิตออกจากฟิวฟัน

ขั้นตอนที่ 6 ติดตามผลการรักษา (follow up) ระยะเวลา 6 เดือน

การพยากรณ์โรค (prognosis): ดี

แผนการรักษาทางเลือกสำหรับกรณีที่รากฟันแตกหักช่วงระหว่างการอุดคลองรากฟัน หรือการถอนฟันซึ่งมีผนังคลองรากฟันบาง ให้ใส่ฟันเทียมหรือฝังรากเทียมเพื่อรองรับฟันเทียมหลังจากอธิบายขั้นตอนการรักษา ระยะเวลา การพยากรณ์โรค และแผนการรักษาทางเลือก รวมถึงค่าใช้จ่ายให้ผู้ป่วยรับทราบ ผู้ป่วยตัดสินใจรับการรักษา

การรักษาครั้งที่ 1

เริ่มการรักษารากฟันซี่ 11 จากการสอบถามผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ ความดันโลหิตและชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติ ใส่แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam) กรอหรือวัสดุอุดชั่วคราวเพื่อเปิดช่องทางเข้าสู่คลองรากฟัน ดึงก้อนสำลีขนาดเล็กบริเวณรูเปิดคลองรากฟัน (canal orifice) ออกด้วยเข็มหนาม (barbed broach) ล้างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) ในคลองรากฟันด้วย sodium hypochlorite (NaOCl) ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตามด้วยน้ำยา ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้อัลตราโซนิกด้วยเทคนิค passive ultrasonic irrigation (PUI) เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์เก่าที่ตกค้างจากการรักษาที่ผ่านมาของทันตแพทย์ที่ส่งต่อ

มายังคณะทันตแพทยศาสตร์ โดยระวางมิให้ปลายของเครื่องมืออัลตราโซนิกสัมผัสผนังคลองราก ล้างน้ำยาครั้งสุดท้ายด้วย NaOCl ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวยแหลมปลอดเชื้อ (sterile paper point) มองเห็นตำแหน่งของรูเปิดคลองรากฟันได้ชัดเจนโดยมีลักษณะเป็นแนวตรง เนื่องจากผนังคลองรากฟันได้รับการขยายและตะไบมาก่อนหน้านี้แล้วจึงไม่ได้ทำการขยายคลองรากฟันเพิ่มเติม วัดความยาวรากฟันที่ใช้ในการทำงานด้วยเครื่องวัดความยาวรากฟันไฟฟ้า (electronic apex locator) ใส่ยาปฏิชีวนะที่มีส่วนผสมของไซโปรฟลอกซาซิน (ciprofloxacin) และเมโทรนิดาโซล (metronidazole) ในคลองรากฟันด้วยอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ผสมกับครีมมาโครกอล (macrogol ointment) และโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) ที่เรียกว่า 2Mix-MP นำยาเข้าสู่คลองรากฟันด้วย lentulospiral เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ตกค้างในคลองรากฟัน จากนั้นใส่สำลีก้อนเล็ก 2 ชั้นและปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราว (Cavilon, GC corporation, Tokyo, Japan) ที่ความหนา 4-5 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน

การรักษาครั้งที่ 2

นัดผู้ป่วยมาเพื่อเปลี่ยนยาที่ใส่ในคลองรากฟันเป็นชนิดน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ซักถามผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ ความดันโลหิตและชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการตรวจในช่องปาก วัสดุอุดชั่วคราวอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ใส่แผ่นยางกันน้ำลายกรอหรือวัสดุอุดชั่วคราวเพื่อเปิดช่องทางเข้าสู่คลองรากฟัน เกี่ยวก้อนสำลีด้วยเข็มหนาม ล้างคลองรากฟันด้วยเทคนิค PUI ล้างน้ำยาสุดท้ายด้วย NaOCl ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวยแหลมปลอดเชื้อ เปลี่ยนยาในคลองรากฟันด้วยน้ำมันหอมระเหย Cresophene (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses Cedex, France) เพื่อเพื่อกำจัดเชื้ออย่างต่อเนื่อง (disinfectant) อย่างน้อย เป็นเวลา 3 วัน ซึ่ง ใน Visit ถัดมา (การรักษาครั้งที่ 3) ต้องการประเมินความสะอาดของคลองรากฟันก่อนที่จะทำการอุดคลองรากฟัน โดยตรวจดูลักษณะของสิ่งรั่วซึม (exudate) จากกระดาษซับรูปกรวย และใส่สำลีก้อนเล็ก ปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราว 4-5 มิลลิเมตร ถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบความหนาและความแนบสนิทของวัสดุอุดชั่วคราวพบว่ามีความหนาเพียงพอป้องกันการรั่วซึมได้ ทั้งนี้สามารถสังเกตเห็นลักษณะของผนังของคลองรากฟันค่อนข้างบาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนปลายรากฟันมีความหนาเพียง 1 มิลลิเมตร ซึ่งบางมาก (รูปที่ 3ก)

การรักษาครั้งที่ 3

นัดผู้ป่วยเพื่ออุดคลองรากฟัน จากการซักถามผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ ความดันโลหิตและชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติ ตรวจในช่องปากวัสดุอุดชั่วคราวอยู่ในสภาพสมบูรณ์ จากการเคาะฟันซี่ 11 ผู้ป่วยไม่มีอาการเจ็บแล้ว ใส่แผ่นยางกันน้ำลายและตรวจสอบการรั่วซึมของแผ่นยางกันน้ำลาย กรอวีธีวัสดุอุดชั่วคราวเพื่อเปิดช่องทางเข้าสู่คลองรากฟัน เกี่ยวก้อนสำลีด้วยเชมหมาม ใส่กระดาษซับรูปกรวยแหลมปลอดเชื้อลงในคลองรากฟันเพื่อประเมินลักษณะสิ่งรั่วซึม (exudate) ในคลองรากฟันใช้กระดาษซับรูปกรวยแหลมปลอดเชื้อซับสิ่งรั่วซึม หากพบว่ามีปริมาณเล็กน้อย ลักษณะใส ระเหยได้เร็ว และมีของกลืนน้ำมันหอมระเหย ซึ่งพร้อมที่จะทำการอุดคลองรากฟันได้ ล้างคลองรากฟันด้วยเทคนิค PUI และล้างน้ำยาสุดท้ายด้วย NaOCl ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ซับคลองรากฟันให้แห้ง

เนื่องจากผนังคลองรากฟันบางซึ่งเกิดจากการรักษาคลองรากฟันซ้ำ ๆ และการตะไบคลองรากฟันมากเกินไป การอุดด้วยกัทยาเพอร์ชาด้วยกัทยาเพอร์ชาหลักและเทคนิค cold lateral compaction หรือ continuous wave of condensation แรงกดที่ต้องการทำให้แน่นและแนบสนิทอาจส่งผลทำให้รากฟันแตกร้าวได้ ผู้นิพนธ์จึงเลือกใช้วัสดุออร์โทเอ็มทีเอซึ่งเป็นวัสดุไบโอ

เซรามิก (bioceramic) ที่ให้ความแนบสนิทเป็นอย่างดี (good seal) สำหรับอุดคลองรากฟันที่มีผนังคลองรากฟันบาง (orthograde root canal filling) แทนกัทยาเพอร์ชา เตรียมการผสมวัสดุออร์โทเอ็มทีเอตามคำแนะนำของบริษัทฯ ตามอัตราส่วนของผงและน้ำด้วยวิธีการปลอดเชื้อ ใช้หลอดฉีดยาและเข็มที่ปลอดเชื้อดูดน้ำกลั่นในหลอดแก้ว (ampule) และเติมลงในหลอดบรรจุ ส่วนผงผสมให้เข้ากันใช้ messing gun นำวัสดุเข้าสู่คลองรากฟันในแต่ละช่วงของความยาวคลองรากฟันให้เลือกขนาดของปลายเครื่องมือที่ใช้กดอัดวัสดุให้แน่นในแต่ละระยะที่มีขนาดเหมาะสม โดยกดให้วัสดุอุดคลองรากฟันมีความแน่นเพียงพอในทุกระดับของรากฟัน วางปลายของเครื่องมือที่ด้านบนวัสดุแล้วออกแรงกดวัสดุไปทางปลายรากเบา ๆ แล้วตามด้วยการใช้ปลายเครื่องมืออัลตราโซนิกและที่ด้ามของเครื่องมือที่ใช้กดวัสดุให้ไหลแผ่จนเต็มและแน่นในคลองรากฟัน วัสดุควรอยู่ในระดับต่ำกว่า CEJ ประมาณ 2 มิลลิเมตร ถ่ายภาพรังสีเพื่อประเมินปริมาณของออร์โทเอ็มทีเอในแต่ละระดับของรากฟันรวมถึงความหนาแน่นและความแนบสนิท สังเกตว่าอุดคลองรากฟันได้เต็มและแน่น (รูปที่ 3ข) จากนั้นวางก้อนสำลีที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อที่ด้านบนของวัสดุออร์โทเอ็มทีเอ ปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวความหนา 4-5 มิลลิเมตร (รูปที่ 3ค) เป็นเวลา 7 วัน



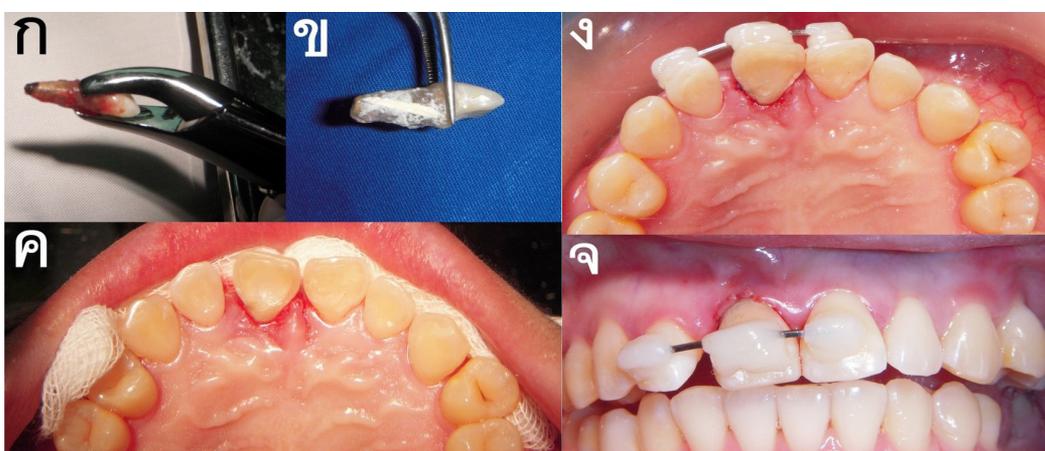
รูปที่ 3 ภาพรังสีในช่วงระหว่างการรักษาคลองรากฟัน ก) หลังใส่น้ำมันหอมระเหย Cresophene และอุดปิดชั่วคราวด้วย Cavition ข) การอุดคลองรากฟันด้วยออร์โทเอ็มทีเอ (OrthoMTA) ค) การปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วย Cavition ก่อนการอุดฟันด้วยวัสดุบูรณะถาวรชนิดเรซินคอมโพสิต

Figure 3 Radiographs during root canal treatment ก) After root canal disinfection and medication with volatile oil (Cresophene) and temporary filling with Cavition ข) Root canal obturation with OrthoMTA ค) Temporary filling with Cavition before permanent restoration with composite resin

การรักษาครั้งที่ 4

นัดผู้ป่วยเพื่ออุดปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันซี่ 11 ด้วยวัสดุบูรณะถาวรชนิดเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Supreme Ultra) ผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ ความดันโลหิตและชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติให้ผู้ป่วยทานยาแก้ปวด Ibuprofen 600 มิลลิกรัม 30 นาที ก่อนการรักษา ใส่แผ่นยางกันน้ำลายและตรวจสอบการรั่วซึม กรอหรือวัสดุอุดชั่วคราวที่อุดปิดทางเข้าสู่คลองรากฟัน ล้างโพรงฟันด้วยสารละลายคลอร์เฮกซิดีน (chlorhexidine) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ซับแห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวยแหลมปลอดเชื้อ รองพื้นด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer; Fuji II LC, Tokyo, Japan) อุดปิดทางเข้าด้วยเรซินคอมโพสิต กรอขัดแต่งพื้นผิวให้เรียบมันและตรวจสอบการสบฟัน ให้ผู้ป่วยบ้วนปากด้วยสารละลายคลอร์เฮกซิดีน ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 ปริมาตร 30-40 มิลลิลิตร เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ยึดเกาะผิวฟัน เนื้อเยื่อช่องปาก และที่อยู่ในน้ำลาย ฉีดยาชาเฉพาะที่ด้านริมฝีปากของฟันซี่ 11 โดยใช้ Articaine ร้อยละ 4 ที่มี epinephrine ความเข้มข้น 1:100,000 ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร รอให้ยาชาออกฤทธิ์ จึงทำการถอนฟันด้วยคีมถอนฟันหน้า ใช้ความระมัดระวังในขั้นตอนการถอนฟัน โดยใช้ส่วนปลายคีมจับฟันเฉพาะบริเวณผิวเคลือบฟันของตัวฟันซี่ 11 เหนือต่อ CEJ เพื่อไม่ทำให้เกิดภัยอันตรายต่อเซลล์เอ็น

ยึดปริทันต์ (periodontal ligament cell) ที่ผิวรากฟัน ระหว่างที่ฟันซี่ 11 ถูกถอนออกมาให้ผู้ป่วยกัดผ้าก๊อซ (gauze) เพียงเบา ๆ ที่ด้านบนของแผลและควรใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที ในการทำหัตถการ เริ่มจากแซ่ฟันซี่ 11 ในภาวะที่ใส่สำลีปลอดเชื้อ จากนั้นทำการขูด (curettage) เบ้ากระดูก (socket) เพื่อกำจัดเนื้อเยื่อแกรนูเลชัน (granulation tissue) จากการอักเสบของเบ้ากระดูกที่บริเวณรอบปลายรากฟันออกให้หมด เนื่องจากพบว่าเนื้อฟันในส่วนปลายรากฟันประมาณ 2-3 มิลลิเมตร เป็นสีดำจากการแทรกซึมของจุลินทรีย์และสารหลังเป็นเวลานาน (รูปที่ 4ก) จึงได้ตัดส่วนปลายรากฟันโดยใช้หัวกรอฟันรูปเรียวสอบชนิดคาร์ไบด์กรอตัดปลายรากฟันและฉีกล้างด้วยน้ำเกลือปลอดเชื้อในขณะที่ตัดปลายรากฟัน กรอร่องเพดานต่อเหงือกด้วยปลายของเครื่องมืออัลตราโซนิกเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อปริทันต์ที่อักเสบติดเชื้อในร่อง และทำให้ร่องมีขนาดและความลึกเพียงพอต่อการอุดปิดด้วยไบโอเดนทิน ระหว่างที่รอวัสดุแข็งตัวประมาณ 10-12 นาที ดูแลผิวรากฟันให้ชุ่มชื้นด้วยน้ำเกลือปลอดเชื้อ หลังจากไบโอเดนทินมีลักษณะผิวเรียบแข็งแล้ว (รูปที่ 4ข) ปลุกฟันกลับเข้าสู่กระดูกเบ้าฟันในตำแหน่งเดิม (รูปที่ 4ค) แล้วยึดกับเคลือบฟันที่อยู่ข้างเคียงได้แก่ฟันซี่ 12 และ 21 ด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัดเพื่อยึดฟันซี่ 11 ให้อยู่หนึ่งในกระดูกเบ้าฟัน (รูปที่ 4ง และ จ) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์



รูปที่ 4 ภาพถ่ายขั้นตอนการถอนฟันและปลุกฟันในตำแหน่งเดิมโดยเจตนา ก) ฟันซี่ 11 ที่ถูกถอนโดยเจตนา สังเกตเนื้อฟันบริเวณปลายรากฟันเป็นสีดำ ข) ตัดปลายรากฟันซี่ 11 ประมาณ 3 มิลลิเมตร และกรอร่องเพดานต่อเหงือก อุดปิดร่องด้วยไบโอเดนทิน ค) ปลุกฟันซี่ 11 กลับคืนสู่กระดูกเบ้าฟันในตำแหน่งเดิม ง) ภาพถ่ายด้านบดเคี้ยวแสดงการยึดผิวฟันซี่ 11 เข้ากับฟันซี่ 12 และ 21 ด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัด จ) ภาพถ่ายจากด้านริมฝีปากแสดงการยึดผิวฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัด

Figure 4 Photographs of extraction and intentional replantation steps ก) Tooth 11 was intentionally extracted. Note black dentin at the root apex. ข) Root resection around 3 mm, grinding palatogingival grooves and sealing with Biodentine™ ค) Tooth 11 was replanted into the same socket. ง) An occlusal photograph shows bonding and wiring of tooth 11 with teeth 12 and 21. จ) A labial view illustrates splinting with a wire and composite resin.

การรักษาครั้งที่ 5

นัดผู้ป่วยเพื่อติดตามผลการรักษาหลังจากยึดฟันซี่ 11 ด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ ความดันโลหิตและชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติ ตรวจในช่องปาก เรซินคอมโพสิตและลวดดัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ มีการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ที่บริเวณคอฟันใต้ต่อเรซินคอมโพสิตและลวดดัด ขอบเหงือกด้านริมฝีปากค่อนข้างบางทำให้มองเห็นสีคล้ำ ขอบเหงือกโดยรอบด้านเพดานมีการอักเสบเล็กน้อย ได้ทำการกรอหรือเรซินคอมโพสิตที่อยู่ด้านหน้าของลวดดัดจนมองเห็นผิวของลวดดัดตลอดแนว กรอร่องบนเรซินคอมโพสิตตามแนวขนานลวดเพื่อนำลวดออกจากเรซินคอมโพสิตได้ง่ายขึ้น จากนั้นใช้หัวกรอฟันปลายเรียวเคลือบกากเพชรกรอกำจัดเรซินคอมโพสิต

ด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผิวเคลือบฟัน ขัดแต่งผิวเคลือบฟันให้เรียบมัน (รูปที่ 5 ก) หลังจากถอดลวดดัดและกรอเรซินคอมโพสิตออกแล้ว พบว่าฟันซี่ 11 ยังโยกระดับ 1 จากการเคาะฟันผู้ป่วยไม่รู้สึกรู้เจ็บ และพบว่าร่องเหงือกตื้นขึ้นโดยเฉพาะด้านเพดานปากไกลกลาง (ตารางที่ 1) ถ่ายภาพรังสีเพื่อติดตามผลการรักษาเป็นเวลาสองสัปดาห์ (รูปที่ 5 ค) พบเงาที่บรังกีของวัสดุออร์โทเอนท์ที่เอนในคลองรากฟันมีลักษณะเต็มและแน่น และมีความแนบสนิทกับผนังคลองรากฟันเป็นอย่างดี มองเห็นเงาที่บรังกีของวัสดุรองพื้นกลาสไอโอโนเมอร์และเรซินคอมโพสิตในบริเวณทางเข้าสู่คลองรากฟัน ความยาวของรากฟันลดลงจากการตัดส่วนปลายของรากฟันออกไป 3 มิลลิเมตร ทำให้มองเห็นลักษณะทู่ของปลายรากฟัน



รูปที่ 5 ภาพถ่ายในช่องปากและภาพรังสี ก) ภาพถ่ายด้านริมฝีปากของฟันซี่ 11 หลังถอดลวดดัดที่ยึดติดกับฟันและขัดเรซินคอมโพสิตให้เรียบมัน ข) ภาพรังสีหลังจากทำการตัดปลายรากและยึดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัด ค) ภาพรังสีสองสัปดาห์หลังยึดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดดัด และได้ทำการถอดลวดดัดที่ยึดฟันและกรอกำจัดเรซินคอมโพสิต

Figure 5 Intraoral photograph and radiographs of tooth 11 ก) A labial view of photograph after off-splint and polishing the tooth surface ข) A radiograph taken after apicoectomy and splinting ค) A radiograph taken after off-splint for two weeks and removal of composite resin

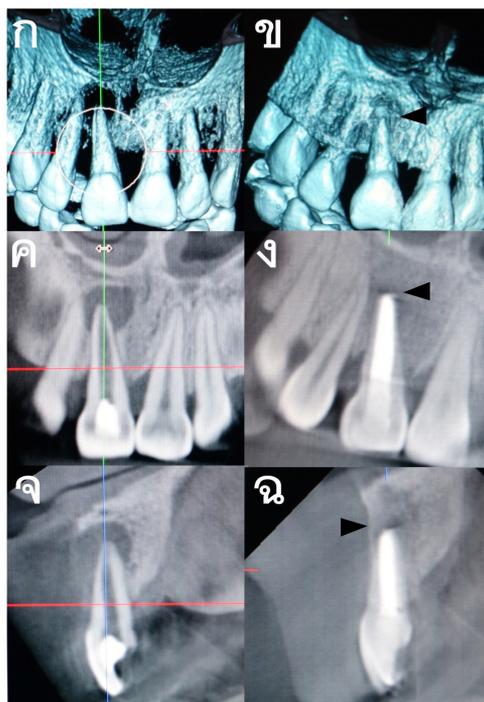
การติดตามผลการรักษา

นัดผู้ป่วยมาเพื่อติดตามผลหลังการรักษา 6 เดือน จากการวัดความลึกของร่องเหงือกโดยรอบฟันซี่ 11 พบว่าความลึกของร่องเหงือกลดลงโดยเฉพาะที่ร่องเพดานต่อเหงือกบริเวณด้าน

เพดานปากไกลกลาง (ตารางที่ 1) และถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีบเพิ่มเติม (รูปที่ 6) ซึ่งแสดงลักษณะรูปร่างทางกายวิภาคของฟันและคลองรากฟันและวิเคราะห์ผลออกมาในรูปแบบสามมิติและภาพแนวระนาบ 2 ระนาบ ดังนี้

จากการเปรียบเทียบภาพสามมิติของฟันและกระดูกก่อนและหลังการรักษา (รูปที่ 6ก และ ข ตามลำดับ) พบว่าฟันซี่ 11 อยู่ในตำแหน่งเดิม รากฟันมีขนาดเท่าเดิมแต่ความยาวรากฟันลดลง ไม่พบร่องลึกเพดานต่อเหงือกที่ผิวรากฟันแล้วแต่พบว่าผิวรากฟันมีลักษณะเรียบกลมมนจากการอุดร่องลึกที่ผิวรากฟัน นอกจากนี้ สังเกตพบการสร้างกระดูกใหม่บริเวณรอบปลายรากฟัน (หัวลูกศรในรูปที่ 6ข) จากการเปรียบเทียบภาพตัดขวางก่อนและหลังการรักษาในระนาบแบ่งหน้าหลัง (รูปที่ 6ค และ ง ตามลำดับ) ในระนาบแบ่งซ้ายขวา (รูปที่ 6จ และ ฉ) พบขนาด

ของรากฟันส่วนบนและส่วนกลางมีขนาดเท่าเดิม ความยาวของรากฟันสั้นลงจากการตัดปลายรากฟันส่วนปลาย 3 มิลลิเมตร ทำให้มองเห็นลักษณะปลายตัดของรากฟัน ผนังของคลองรากฟันบาง พบเงาที่บรัสสีของวัสดุออร์โทเอดัมในคลองรากฟันที่แผ่เต็มแน่นในคลองรากฟันและแนบสนิทกับผนังคลองรากฟันเป็นอย่างดี เห็นเงาที่บรัสสีของกลาสไอโอไอโนมเมอร์และเรซินคอมโพสิตในส่วนช่องทางเข้าสู่คลองรากฟัน นอกจากนี้ยังพบการสร้างกระดูกใหม่ในบริเวณรอบปลายรากฟันโดยพบเงาที่บรัสสีที่มีความหนาแน่นของกระดูกใหม่ (หัวลูกศรในรูปที่ 6ง และ ฉ)



รูปที่ 6 ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม ก) ภาพสามมิติก่อนการรักษา ข) ภาพสามมิติหลังการรักษา 6 เดือน ค) ภาพตัดขวางในระนาบแบ่งหน้าหลังก่อนการรักษา ง) ภาพตัดขวางในระนาบแบ่งหน้าหลังการรักษา 6 เดือน จ) ภาพตัดขวางในระนาบแบ่งซ้ายขวาก่อนการรักษา ฉ) ภาพตัดขวางในระนาบแบ่งซ้ายขวาหลังการรักษา 6 เดือน สังเกตเงาที่บรัสสีของกระดูกใหม่ (หัวลูกศรในภาพ ข, ง และ ฉ)

Figure 6 Cone beam computed tomography (CT) before treatment (ก, ค and จ) and after treatment for six months (ข, ง and ฉ), a three-dimensional CT (ก and ข), a coronal plane (ค and ง), and a sagittal plane (จ and ฉ) Note a radiopaque area of new bone formation at the root apex (arrowheads in ข, ง and ฉ)

บทวิจารณ์

รายงานผู้ป่วยฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการรักษาอย่างละเอียดซึ่งได้แก่ การรักษาคลองรากฟันร่วมกับการปลูกฟันโดยเจตนา สำหรับการรักษารอยโรครอบปลายรากฟันที่เกิดจากร่องเพดานต่อเหงือกที่ทอดยาวถึงปลายรากฟันในฟันตัดบนซี่กลาง อนึ่ง พบร่องเพดานต่อเหงือกในฟันตัดบนซี่กลางได้น้อยกว่าในฟัน

ตัดบนซี่ข้างหลายเท่า นอกจากนั้นร่องเพดานต่อเหงือกบางชนิดอาจทำให้เกิดโรคปริทันต์อักเสบและส่งผลให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ทำให้ฟันตาย และเกิดรอยโรครอบปลายรากฟันในที่สุด ความรุนแรงของโรคจะขึ้นอยู่กับความลึกและความยาวของร่อง สำหรับผู้ป่วยรายนี้พบว่าความยาวของร่องเพดานต่อเหงือกทอด

ยาวถึงปลายรากฟันซี่ 11 ซึ่งจัดอยู่ใน ชนิดที่ 3 ตามการจำแนกของ Goon และคณะ⁴ หรือ ชนิดที่ 2 ตามการจำแนกของ Gu⁵ ที่ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อปริทันต์และการสูญเสียของกระดูกตามแนวราบ ร่วมกับการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ทำให้ฟันตายและเกิดรอยโรครอบปลายรากฟันในที่สุด ดังเห็นได้จากภาพถ่ายในช่องปากและภาพรังสีก่อนการรักษาของผู้ป่วยรายนี้ (รูปที่ 1)

สำหรับการรักษาที่เหมาะสม⁶⁻¹⁰ ได้แก่ การรักษาคลองรากฟันก่อนแล้วจึงทำศัลยกรรมปริทันต์ (periodontal surgery) ด้วยการผ่าตัดเปิดเหงือกด้านเพดาน พยายามกำจัดร่องด้วยหัวกรอหรือส่วนปลายของอัลตราโซนิคและอุดปิดร่องด้วยวัสดุที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม วิธีการรักษาดังกล่าวยังมีข้อจำกัดของการทำหัตถการ เนื่องจากการเปิดเหงือกด้านเพดานเพื่อทำการกรอกำจัดร่องเพดานต่อเหงือก และปิดร่องดังกล่าวด้วยวัสดุที่ให้ความแนบสนิทไม่สามารถกระทำได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าหาร่องดังกล่าวทอดยาวและมีกระดูกปกคลุมไปจนถึงปลายรากฟัน ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์และการดำเนินของโรคปริทันต์อักเสบต่อไปได้¹¹ ดังนั้นผู้ประพันธ์จึงได้วางแผนการรักษาคลองรากฟันร่วมกับการถอนฟันซี่ 11 โดยเจตนาเพื่อให้เห็นร่องบนผิวรากฟันและรอยโรครอบรากฟันได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับรายงานผู้ป่วยหลายฉบับในวารสารวิชาการต่างประเทศ ที่เสนอแนวทางการรักษาใหม่นี้ด้วยการรักษาคลองรากฟันแล้วตามด้วยการถอนฟันเพื่อกำจัดร่องและรอยโรครอบปลายรากฟัน หลังจากนั้นทำการปลูกฟันกลับคืนในกระดูกขาในตำแหน่งเดิม¹²⁻¹⁴ อย่างไรก็ตาม การปลูกฟันโดยเจตนายังมีข้อด้อยที่อาจเกิดขึ้น คือระยะเวลาที่ฟันอยู่ภายนอกช่องปาก (extraoral dry time) อาจส่งผลให้เกิดภาวะฟันยึดแข็ง (ankylosis) และการสูญเสียของรากฟัน (root resorption) ดังนั้น ระยะเวลาที่ฟันอยู่นอกกระดูกขาฟันจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากและไม่ควรนานเกิน 30 นาที เพื่อคงความมีชีวิตของเซลล์เอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament cells)

แผ่นคราบจุลินทรีย์ที่สะสมในร่องลึกและปกคลุมผิวรากฟันเป็นเวลานานจะทำให้อวัยวะปริทันต์ถูกทำลายและเกิดโรคเหงือกอักเสบและโรคปริทันต์อักเสบตามมา โดยจะเริ่มเกิดสภาวะที่เป็นกรดและเกิดการเอาแคลเซียมออก (decalcification) ของเคลือบรากฟัน (cementum) ทำให้เคลือบรากฟันอ่อนนุ่มและสูญเสียความแข็งในที่สุด ทำให้เกิดการเผยของหลอดเลือดเนื้อฟันโดยจุลินทรีย์ที่ผิวเคลือบรากฟันหลังสารที่เป็นพิษ เช่น ชีวพิษ (toxin) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเมแทบอลิซึม (metabolic product) ซึ่งแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อในและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน และก่อ

ให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในส่งผลทำให้ฟันตาย¹⁴ ดังเห็นได้จากเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่มีสีดำ (รูปที่ 4ก) ซึ่งผู้ประพันธ์ไม่ได้ประสงค์ที่จะตัดส่วนปลายรากฟันในช่วงการวางแผนขั้นตอนการรักษา แต่เนื่องจากพบว่าปลายรากฟันซี่ 11 ที่ถูกถอนออกมามีสีดำมาก จึงตัดสินใจตัดปลายรากฟันออกเหลือในส่วนรากฟันปกติ การรักษาคลองรากฟันซี่ 11 โดยทันตแพทย์ที่ผ่านมาพบว่ามีการล้างคลองรากฟันและการใส่ยาในคลองรากฟันด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดครีมหลายครั้ง เพื่อกำจัดเชื้อแบคทีเรียตกค้างในคลองรากฟันและหลอดเลือดเนื้อฟัน อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยรายนี้ยังพบหนองรอบปลายรากฟัน ทั้งนี้สาเหตุหลักน่าจะมาจากปัจจัยเฉพาะที่ได้แก่ร่องลึกเพดานต่อเหงือกที่ผิวรากฟันซึ่งทอดยาวไปจนถึงปลายรากฟัน ลักษณะความผิดปกติดังกล่าวจะเอื้ออำนวยต่อการยึดเกาะของจุลินทรีย์ อันจะนำไปสู่การอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันและการเกิดรอยโรคร่วมปริทันต์และเอ็นโดดอนติส¹⁵ เมื่อเกิดการติดเชื้อในคลองรากฟันเป็นเวลานานพบว่าจุลินทรีย์สามารถเพิ่มจำนวนและแทรกซึมเข้าสู่หลอดเลือดเนื้อฟัน นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่พบในคลองรากฟันมีหลายชนิดและการติดเชื้อในคลองรากฟันมักเป็นการติดเชื้อแบบผสม (mixed infection) คือ พบจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ 1-12 ชนิด โดยที่จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อในคลองรากฟันซ้ำ ๆ ได้แก่ *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*)¹⁶⁻¹⁸ ซึ่งเป็นเชื้อที่สามารถทนต่อสภาวะที่เป็นกรดและต่างได้ในช่วงกว้าง จากการศึกษาพบว่า *E. faecalis* สามารถทนต่อความเป็นด่างได้ถึงพีเอช (pH) 12.5¹⁹ นอกจากนี้ ยังมีจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งได้แก่ *Streptococcus gordonii* (*S. gordonii*) ที่สามารถยึดเกาะผิวฟันและผิวรากฟันได้เป็นอย่างดีและเกี่ยวข้องกับการสร้างไบโอฟิล์ม (biofilm) ในช่วงเริ่มต้น จากการศึกษาพบว่าทั้ง *E. faecalis* และ *S. gordonii* มีความสามารถในการแทรกตัวเข้าสู่หลอดเลือดเนื้อฟัน และยังกระตุ้นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในหลอดเลือดเนื้อฟันได้อีกด้วย ทำให้เกิดขึ้นของไบโอฟิล์มซึ่งป้องกันการแพร่ผ่านของยาปฏิชีวนะเข้าไปทำลายจุลินทรีย์ภายในหลอดเลือดเนื้อฟันได้¹⁵ นอกจากนี้ ไบโอฟิล์มที่เกิดขึ้นตรงผนังคลองรากฟันยังขยายขนาดไปสู่ปลายรากฟันได้เช่นกัน

โดยทั่วไปมักใช้ส่วนผสมของยาปฏิชีวนะ 3 ชนิดหรือที่เรียกว่า three-mix ในการกำจัดจุลินทรีย์ที่ตกค้างภายในคลองรากฟัน ได้แก่ 1) โซโทรฟลอกซาซิน ที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ DNA gyrase และ topoisomerase IV ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการสร้างสายพันธุกรรม ยาปฏิชีวนะชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อในกลุ่มแกรมลบ (gram-negative) ได้เป็นอย่างดี 2) เมโทรนิดาโซล สามารถแทรก

ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์โดยเฉพาะชนิดที่ไม่พึ่งออกซิเจน (anaerobe) ทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) ของเอนไซม์ที่สำคัญต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์กรรมและยับยั้งการสร้างโปรตีน ซึ่งยาชนิดนี้ไม่ออกฤทธิ์ในเซลล์มนุษย์ แต่จากการศึกษาของ Hoshino และคณะ²⁰ พบว่าการใช้เมโทรนิดาโซลเพียงชนิดเดียวไม่สามารถฆ่าจุลินทรีย์ที่มาจากรอยโรคฟันผุและเนื้อเยื่อในที่ตายได้ ดังนั้น จึงมีการเพิ่มมิโนไซคลิน (minocycline) เข้าไปในส่วนผสม มิโนไซคลินออกฤทธิ์ได้อย่างกว้างขวางครอบคลุมแบคทีเรียทั้งในกลุ่มแกรมลบและบวก (gram-positive) และทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่พึ่งออกซิเจนและที่ไม่ชอบออกซิเจน (facultative anaerobe) ก็ได้ โดยมีมิโนไซคลินจะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ และไปออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนบนไรโบโซม 30 เอส (ribosome 30s)²¹ การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามีมิโนไซคลินมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อภายในคลองรากฟันได้อย่างดี อีกทั้งยังกระตุ้นการสร้างหลอดเลือดใหม่และการหายของเนื้อเยื่อที่เกิดการอักเสบ จึงเหมาะสำหรับงานรักษาคคลองรากฟันเพื่อทำให้เกิดการคืนสภาพ (regenerative endodontics)^{16,22} รวมถึงถูกนำมาใช้รักษาฟันตายที่มีรอยโรคปลายรากฟันขนาดใหญ่ นอกจากนี้ three-mix ยังกำจัดจุลินทรีย์ภายในคลองรากฟันได้อย่างต่อเนื่องเนื่องจากมีคุณสมบัติที่สามารถแทรกซึมผ่านหลอดเลือดเนื้อฟันได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำมาใช้รักษาคคลองรากฟันที่ไม่ตอบสนองต่อการฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อย่างไรก็ตามมีรายงานวิจัยที่กล่าวถึงผลเสียของมิโนไซคลินที่เป็นส่วนผสมใน three-mix ซึ่งพบว่าสามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับ NaOCl ทำให้เนื้อฟันเปลี่ยนแปลงเป็นสีคล้ำ²³ สำหรับผู้ป่วยรายนี้ ผู้นิพนธ์เลือกใช้ NaOCl ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ในการล้างคลองรากฟันเพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ตกค้างภายในคลองรากฟัน ดังนั้น จึงเลือกใช้ยาปฏิชีวนะเพียงแค่ 2 ชนิด ซึ่งเป็นส่วนผสมของไซโปรฟลอกซาซินและเมโทรนิดาโซลเพื่อกำจัดจุลินทรีย์ในคลองรากฟัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลข้างเคียงของมิโนไซคลินที่มีต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันเป็นสีคล้ำ เนื่องจากเป็นฟันหน้าตัดซี่กลางที่ต้องการความสวยงาม อย่างไรก็ตามได้ผสมยาปฏิชีวนะทั้งสองชนิดนี้กับครีมมาโครกอลและโพรฟิลินไกลคอลเช่นเดียวกันกับวิธีการเตรียม three-mix ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์ที่ตกค้างภายในคลองรากฟันได้เช่นเดียวกัน²⁴ อย่างไรก็ตาม อาจเลือกใช้ amoxicillin แทนมิโนไซคลินใน three-mix เพื่อให้ได้ผลของยาปฏิชีวนะให้ครอบคลุมกับเชื้อหลาย ๆ ชนิดในคลองรากฟัน

ออร์โทเอมทิเอมมีส่วนประกอบหลักคือ ไตรแคลเซียมซิลิเกต (tricalcium silicate) ไดแคลเซียมซิลิเกต (dicalcium silicate)

ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต (tricalcium aluminate) เทตระแคลเซียมอะลูมิโนเฟอร์ไรท์ (tetracalcium aluminoferrite) โดยปราศจากส่วนประกอบของแคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide) บิสมัทออกไซด์ (bismuth oxide) และโลหะหนักซึ่งส่งผลทำให้ฟันเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ สามารถนำออร์โทเอมทิเอมาใช้อุดคลองรากฟันให้ความแนบสนิทเป็นอย่างดีและไม่พบการขยายตัวหลังจากวัสดุแข็งตัว มีเวลาแข็งตัว (setting time) เบื้องต้นหลังผสมที่ระยะเวลา 180 นาที และช่วงการแข็งตัวที่มีเสถียรภาพสูงสุดที่ระยะเวลา 324 ± 2.1 นาที หรือประมาณ 5.4 ชั่วโมง ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้เป็นวัสดุอุดคลองรากฟันตามวัตถุประสงค์หลักของรายงานผู้ป่วยฉบับนี้ ได้แก่ การอุดคลองรากฟันที่มีผนังคลองรากฟันบางและการอุดปิดหลอดเลือดในรากฟัน อย่างไรก็ตาม ข้อพึงระวังสำหรับการใช้ออร์โทเอมทิเอเป็นวัสดุอุดคลองรากฟัน ได้แก่ การรื้อออร์โทเอมทิเอออกจากคลองรากฟันนั้นกระทำได้ยากในกรณีที่เกิดความล้มเหลวขึ้นจากการรักษาคคลองรากฟัน ซึ่งในกรณีนี้การทำศัลยกรรมปลายรากฟันจะช่วยแก้ไขความล้มเหลวดังกล่าวได้ มีการศึกษาวิจัยที่เปรียบเทียบความแนบสนิทที่ขอบของวัสดุสามชนิด ได้แก่ โปรรูทเอ็มทีเอ (ProRootMTA) ออร์โทเอมทิเอ และเรโทรเอ็มทีเอ (RetroMTA) ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวัสดุทั้งสามชนิดให้ความแนบสนิทที่ขอบได้ดีเท่า ๆ กัน²⁵ นอกจากนี้การศึกษาก็เปรียบเทียบการรั่วซึมของกลูโคส (glucose) ในรากฟันที่มี 1 ราก ด้วยวัสดุที่ใช้ในการอุดคลองรากฟันสี่ชนิด ได้แก่ 1) กัดทาเพอร์ชาและ AH Plus™ (Dentsply, Maillefer, Switzerland) อุดด้วยเทคนิค cold lateral compaction 2) กัดทาเพอร์ชาและ AH Plus™ อุดด้วยเทคนิค continuous wave compaction 3) Real seal (Sybron Endo, Amersfoort, the Netherlands) และ 4) ออร์โทเอมทิเอ ผลการศึกษาพบว่าการอุดด้วย Real seal พบการรั่วซึมมากที่สุด ใน 2 สัปดาห์ ออร์โทเอมทิเอต้านทานการรั่วซึมได้ดีที่สุด รองลงมาคือกัดทาเพอร์ชาและ AH Plus²⁶ นอกจากนี้การอุดคลองรากฟันด้วยออร์โทเอมทิเอจะทำให้เกิดโครงสร้างผลึกแข็งขึ้นภายในหลอดเลือดเนื้อฟัน ที่สามารถปิดกั้นการแทรกซึมของของเหลวและจุลินทรีย์ในหลอดเลือดเนื้อฟัน ทำให้จุลินทรีย์ถูกฝังตัว (entombed) อยู่ภายในหลอดเลือดเนื้อฟัน²⁷ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่รอดหรือเพิ่มจำนวนได้และไม่สามารถแพร่กระจายไปตามตำแหน่งอื่นๆ นอกจากนี้ ยังนำออร์โทเอมทิเอไปใช้อุดคลองรากฟันในวัตถุประสงค์อื่น ๆ ได้แก่ การซ่อมรากทะลุ (repair of radicular perforation) จากความผิดพลาดของการกรอฟันหรือการขยายคลองรากฟันมากเกินไปทำให้ผนังคลองรากฟันบางและเกิดรูทะลุซ่อมแซมการสูญเสียของรากฟัน (repair of root resorption)

ที่มีสาเหตุจากอุบัติเหตุฟันกระแทก การอุดจากปลายรากฟัน (retrograde filling) ในฟันที่มีการทำศัลยกรรมตัดปลายราก การอุดปลายรากฟันที่ไม่มีชีวิตซึ่งมีปลายรากเปิดเพื่อเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด (apexification) การอุดปิดเนื้อเยื่อใน (pulp capping) ในฟันที่มีชีวิต²⁸

การปลูกฟันโดยเจตนา (intentional replantation) จัดเป็นงานหัตถการที่มีเป้าหมายเพื่อแก้ไขรอยวิการในส่วนรากฟัน⁹ ในช่วงระหว่างที่ฟันถูกถอนออกมา โดยมีข้อได้เปรียบคือ ทันตแพทย์สามารถมองเห็นรายละเอียดและรอยวิการที่เกิดขึ้นในส่วนรากฟันได้อย่างชัดเจน โดยการใช้แว่นที่มีกำลังขยาย (dental loupes) ตั้งแต่ 2.5-6.0 เท่า ทำให้การตัดปลายรากฟันและร่องเพดานต่อเหงือกและอุดปิดร่องได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ ผู้นิพนธ์ได้เลือกใช้ไบโอเดนทินซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มซีเมนต์ที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมและซิลิเกต (calcium silicate-based cement) โดยมีส่วนผสมไตรแคลเซียมซิลิเกต (tricalcium silicate) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) และเซอร์โคเนียมออกไซด์ (zirconium oxide) ส่วนของเหลวเป็นแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) และพอลิคาร์บอกซิเลต (polycarboxylate) หลังผสมส่วนผสมและของเหลวเข้าด้วยกันจะมีลักษณะข้นเหนียวคล้ายกับซีเมนต์ชนิดซิงก์ฟอสเฟต (zinc phosphate cement) มีเวลาแข็งตัวที่ 10-12 นาที สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการรักษาทางทันตกรรมอื่น ๆ เช่น ใช้ปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงและโดยอ้อม (direct and indirect pulp capping) ใช้ในการตัดเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันออกบางส่วนหรือออกหมด (partial or total pulpotomy) ใช้ซ่อมรูทะลุบริเวณรากฟันและง่ามรากฟัน (furcation) ใช้เป็นวัสดุอุดปลายรากฟันที่มีปลายรากเปิดเพื่อเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดใช้เป็นวัสดุอุดจากปลายรากฟัน นอกจากนี้ไบโอเดนทินยังเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) กับเนื้อเยื่อและเซลล์ในช่องปาก²⁹ หลังจากอุดปิดร่องด้วยไบโอเดนทินได้นำฟันกลับสู่กระดูกเข้าฟันในตำแหน่งเดิมและยึดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและลวดตัดจากรายงานการศึกษาการคงอยู่และการซ่อมสร้างอวัยวะปริทันต์ในฟันที่ถูกปลูกฝังคืนโดยเจตนาซึ่งมีการติดตามผลการรักษาในระยะเวลา 12 ปี พบว่าฟันยังคงอยู่ในช่องปากร้อยละ 93 โดยพบมีการสร้างกระดูกและเนื้อเยื่อปริทันต์ร้อยละ 77^{30,31} ซึ่งนอกจากวิธีนี้จะช่วยเก็บรักษาฟันไว้แล้วยังช่วยให้ฟันสามารถทำหน้าที่ได้เหมือนเดิม

บทสรุป

ผู้นิพนธ์ได้เสนอแนวทางการรักษาที่เป็นทางเลือกสำหรับการรักษาฟันตายที่มีรอยโรครอบรากฟันจากร่องเพดานต่อเหงือกซึ่งทอดยาวไปจนถึงปลายรากฟัน (ชนิดที่ 3) ได้แก่การรักษาคลองรากฟันร่วมกับการปลูกฟันโดยเจตนาและการเลือกใช้วัสดุใหม่ที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นที่จะต้องมีการทำวิจัยในคลินิก (clinical research) ที่เป็นระบบนอกเหนือจากรายงานผู้ป่วย เพื่อติดตามผลของการรักษาและผลข้างเคียงในระยะยาวต่อไป ทันตแพทย์ควรตระหนักถึงความสำคัญของความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดูแลรักษาฟันที่มีร่องเพดานต่อเหงือก ซึ่งประกอบด้วย การตรวจอย่างละเอียดที่ครอบคลุมถึงการซักประวัติ การตรวจภายในช่องปาก การวัดความลึกของร่องเหงือก การตรวจวัดความมีชีวิตของฟัน การเคาะและการคลำ ร่วมกับการถ่ายภาพรังสีเพื่อให้ได้คำวินิจฉัยโรคที่ถูกต้อง นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีมยังช่วยประมวลผลภาพสามมิติและภาพตัดขวางของลักษณะกายวิภาคของฟันและรากฟัน ซึ่งจะทำให้การรักษาประสบความสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น โดยจะทำให้เห็นถึงตำแหน่งและลักษณะของร่องเพดานต่อเหงือกได้อย่างชัดเจนเหมือนกับที่ได้รายงานไว้ในบทความนี้ การวางแผนการรักษาและการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมร่วมกับการติดตามผลการรักษา เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยรักษาฟันที่มีรอยวิการร่องเพดานต่อเหงือกไม่ให้ถูกถอนออกไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้นิพนธ์ขอขอบพระคุณ ทันตแพทย์หญิง ญัฐภัสร์ สิริบริพัตรกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม ในการวางแผนการรักษาและการติดตามผลหลังการรักษา ขอขอบพระคุณบริษัท เอส.ดี.ทันตเวช จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุออร์โทเอดที่เอ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคลากรของห้องสมุด คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกในการสืบค้นเอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

1. Everett FG, Kramer GM. The disto-lingual groove in the maxillary lateral incisor; a periodontal hazard. *J Periodontol* 1972;43:352-361.
2. Withers JA, Brunsvold MA, Killoy WJ, Rahe AJ. The

- relationship of palato-gingival grooves to localized periodontal disease. *J Periodontol* 1981;52:41-44.
3. Lee KW, Lee EC, Poon KY. Palato-gingival grooves in maxillary incisors. A possible predisposing factor to localised periodontal disease. *Br Dent J* 1968;124:14-18.
 4. Goon WW, Carpenter WM, Brace NM, Ahlfeld RJ. Complex facial radicular groove in a maxillary lateral incisor. *J Endod* 1991;17:244-248.
 5. Gu YC. A micro-computed tomographic analysis of maxillary lateral incisors with radicular grooves. *J Endod* 2011;37:789-792.
 6. Peikoff MD, Trott JR. An endodontic failure caused by an unusual anatomical anomaly. *J Endod* 1977;3:356-359.
 7. Cho YD, Lee JE, Chung Y, Lee WC, Seol YJ, Lee YM, *et al*. Collaborative management of combined periodontal-endodontic lesions with a palatogingival groove: A case series. *J Endod* 2016. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.003. [Epub ahead of print]
 8. Bender IB, Rossman LE. Intentional replantation of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993;76:623-630.
 9. Garrido I, Abella F, Ordinola-Zapata R, Duran-Sindreu F, Roig M. Combined endodontic therapy and intentional replantation for the treatment of palatogingival groove. *J Endod* 2016;42:324-328.
 10. Castelo-Baz P, Ramos-Barbosa I, Martin-Biedma B, Dablanca-Blanco AB, Varela-Patino P, Blanco-Carrion J. Combined endodontic-periodontal treatment of a palatogingival groove. *J Endod* 2015;41:1918-1922.
 11. Kumar V, Logani A, Shah N. Intentional replantation: A viable alternative for management of palatogingival groove. *Saudi Endod J* 2013;3:90-94.
 12. Peer M. Intentional replantation - a 'last resort' treatment or a conventional treatment procedure? nine case reports. *Dent Traumatol* 2004;20:48-55.
 13. Simon JH, Glick DH, Frank AL. The relationship of endodontic-periodontic lesions. *J Endod* 2013;39:41-46.
 14. Asgary S, Alim Marvasti L, Kolahdouzan A. Indications and case series of intentional replantation of teeth. *Iran Endod J* 2014;9:71-78.
 15. Love RM. Enterococcus faecalis--a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J* 2001;34:399-405.
 16. Thomson A, Kahler B. Regenerative endodontics-biologically-based treatment for immature permanent teeth: a case report and review of the literature. *Aust Dent J* 2010;55:446-452.
 17. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. *Int Endod J* 1996;29:118-124.
 18. Paster BJ, Boches SK, Galvin JL, Ericson RE, Lau CN, Levanos VA, *et al*. Bacterial diversity in human subgingival plaque. *J Bacteriol* 2001;183:3770-3783.
 19. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of Enterococcus faecalis to calcium hydroxide. *Int Endod J* 2002;35:221-228.
 20. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, *et al*. *In-vitro* antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J* 1996;29:125-130.
 21. Windley W 3rd, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M. Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *J Endod* 2005;31:439-443.
 22. EzEldeen M, Van Gorp G, Van Dessel J, Vandermeulen D, Jacobs R. 3-dimensional analysis of regenerative endodontic treatment outcome. *J Endod* 2015;41:317-324.
 23. Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung NY. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *J Endod* 2010;36:1086-1091.
 24. Thomas M. Crown discoloration due to the use of triple antibiotic paste as an endodontic intra-canal medicament. *Saudi Endod J* 2014;4:32-35.
 25. Chang SW, Baek SH, Yang HC, Seo DG, Hong ST, Han SH, *et al*. Heavy metal analysis of ortho MTA and ProRoot MTA. *J Endod* 2011;37:1673-1676.
 26. Kim SY, Kim KJ, Yi YA, Seo DG. Quantitative microleakage analysis of root canal filling materials in single-rooted canals. *Scanning* 2015;37:237-245.
 27. Yoo JS, Chang SW, Oh SR, Perinpanayagam H, Lim

SM, Yoo YJ, *et al.* Bacterial entombment by intratubular mineralization following orthograde mineral trioxide aggregate obturation: a scanning electron microscopy study. *Int J Oral Sci* 2014;6:227-232.

28. Kang CM, Kim SH, Shin Y, Lee HS, Lee JH, Kim GT, *et al.* A randomized controlled trial of ProRoot MTA, OrthoMTA and RetroMTA for pulpotomy in primary molars. *Oral Dis* 2015;21:785-791.

29. Escobar-Garcia DM, Aguirre-Lopez E, Mendez-Gonzalez V, Pozos-Guillen A. Cytotoxicity and Initial Biocompatibility

of Endodontic Biomaterials (MTA and Biodentine) Used as Root-End Filling Materials. *Biomed Res Int* 2016;2016:7926961

30. Sonarkar SS, Singh S, Podar R. Healing of large periapical with tricalcium silicate-based root end filling material. *Cons Dent Endod* 2016;1:41-45.

31. Cho SY, Lee Y, Shin SJ, Kim E, Jung IY, Friedman S, *et al.* Retention and healing outcomes after intentional replantation. *J Endod* 2016;42:909-915.

ผลของยาสีฟันลดเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบ ยูนิเวอร์แซลเดนทัลแอตชีซิฟ

Effect of Desensitizing Toothpaste on Microleakage of A Universal Dental Adhesive

อัญญาภรณ์ ทีชกุล¹ และ ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์¹

Anyaporn Teekakul¹ and Sirivimol Srisawasdi¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันลดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตตและยาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จินีนต่อประสิทธิภาพของสารยึดติดสองชนิดต่อเนื้อฟันในโพรงฟันคลาสไฟว์ที่มีการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต โดยเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์บนผิวรากฟันกรามน้อยแท้ด้านใกล้แก้มจำนวน 65 ซี่ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันเซ็นโซไดน์แรพิดทริลิฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทิฟโพรซีลิฟ และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอสภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันชนิดเดียวกัน และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน จากนั้นบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต จำลองการใช้งานด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แล้วจึงนำฟันแช่ลงในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต นำฟันมาตัดตามแนวแกนฟันแล้วประเมินการรั่วซึมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ แบ่งคะแนนการรั่วซึมเป็น 4 ช่วง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การรั่วซึมระดับจุลภาคในกลุ่มของสารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอสมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล จะพบว่าทุกกลุ่มมีการรั่วซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอส จะพบว่าการรั่วซึมของทั้งสามกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ยาสีฟันทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอส แต่ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทิฟโพรซีลิฟ ทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ายาสีฟันเซ็นโซไดน์แรพิดทริลิฟ เมื่อใช้กับสารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล

คำสำคัญ: การรั่วซึมระดับจุลภาค, ยาสีฟันลดเสียวฟัน, ยูนิเวอร์แซลแอตชีซิฟ, สารยึดติด

Abstract

This research aimed to study the effect of desensitizing toothpaste containing strontium acetate and toothpaste containing arginine on the effectiveness of two bonding agents in class V cavities restored with resin composite. Cavity preparations were performed on buccal root surface of 65 permanent premolar teeth. The teeth were divided into 6 groups consisting of the use Scotchbond™ Universal Adhesive after brushing with Sensodyne® Rapid

Relief, Colgate® Sensitive Pro-Relief™ and no brushing, compared to teeth bonded with Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive after brushing with the same toothpastes and no brushing. All teeth were restored with resin composite. After thermocycling and immersion in silver nitrate solution, the teeth were sectioned and evaluated using 4-interval scores under a stereomicroscope. The results showed that leakage score of Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive groups were statistically significantly higher than that of Scotchbond™ Universal Adhesive groups. However, Scotchbond™ Universal Adhesive groups demonstrated significant difference between each group. Meanwhile, for Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive groups, there was no statistical difference among toothpastes and no brushing. In this study, it was concluded that both toothpastes did not have any effect on microleakage of Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive, whereas Colgate® Sensitive Pro-Relief™ showed more microleakage than Sensodyne® Rapid Relief when using with Scotchbond™ Universal Adhesive.

Keywords: Bonding agent, Desensitizing toothpaste, Microleakage, Universal adhesive

Received Date: Sep 5,2016

Accepted Date: Feb 23,2017

doi: 10.14456/jdat.2017.27

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อัญญาภรณ์ ทิมกุล ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรมทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทร: 081-741-8585 E-mail: ayp.t87@gmail.com

Correspondence to:

Anyaporn Teekakul. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand Tel: 081-741-8585 E-mail: ayp.t87@gmail.com

บทนำ

การเกิดภาวะเนื้อฟันไวเกิน (dentin hypersensitivity) หรืออาการเสียวฟัน เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยทั่วไปซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียผิวเคลือบฟัน ทำให้เกิดการเปิดเผยของเนื้อฟันและท่อเนื้อฟัน มีหลายการศึกษาได้พบถึงความสัมพันธ์ของรอยโรคบริเวณคอฟันที่ไม่ใช่ฟันผุ (non-carious cervical lesions) กับภาวะเนื้อฟันไวเกิน เนื่องจากการสูญเสียโครงสร้างฟัน^{1,2} กลไกในการเกิดภาวะเนื้อฟันไวเกินนั้นยังไม่แน่ชัด แต่มีการยอมรับอย่างแพร่หลายถึงทฤษฎีไฮโดรไดนามิก (hydrodynamic theory) โดย Brannstrom³ ที่เชื่อว่าการเคลื่อนที่ของเหลวอย่างรวดเร็วในท่อเนื้อฟันจะกระตุ้นปลายเส้นประสาทในเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันทำให้เกิดอาการเสียวฟันขึ้นได้ ซึ่งแนวทางในการ

รักษาคือการยับยั้งการส่งกระแสประสาทหรือลดการเคลื่อนที่ของเหลวโดยทำให้เกิดการอุดปิดท่อเนื้อฟัน ปัจจุบันมียาสีฟันลดเสียวฟันผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดอย่างแพร่หลาย ผู้ป่วยสามารถเลือกซื้อมาใช้เองได้ง่ายและราคาไม่แพง แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจต้องใช้เวลา 2-4 สัปดาห์ในการบรรเทาอาการเสียวฟันที่เกิดขึ้น⁴ อย่างไรก็ตามผลระยะยาวในการคงอยู่ของยาสีฟันลดเสียวฟันในการอุดตันท่อเนื้อฟันเป็นเพียงชั่วคราว ซึ่งขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การละลายของสารลดเสียวฟันจากน้ำลายและสารน้ำในช่องปาก หรือสภาวะที่เป็นกรดในช่องปาก^{5,6} ดังนั้นในบางกรณีอาจมีความจำเป็นต้องทำการบูรณะฟันภายหลังจากที่ผู้ป่วยใช้ยาสีฟันลดเสียวมาแล้ว เช่น อาการเสียวฟันยังคงอยู่ รอยโรคมี

ขนาดใหญ่และลึกขึ้น หรือมีความต้องการด้านความสวยงาม แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายาสีฟันลดเสียวฟันที่มีการอุดฟันที่เนื้อฟันอาจต้านทานต่อการยึดติดในขั้นตอนของการใช้สารยึดติดสำหรับการบูรณะฟัน จึงอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติดระหว่างผิวฟันกับวัสดุได้ ซึ่งค่าความแข็งแรงที่ลดลงนี้อาจส่งผลทางคลินิก เช่น เกิดการรั่วซึมตามขอบ การหลุดของวัสดุ และการเกิดฟันผุซ้ำ เป็นต้น⁷ หรือหากการแทรกซึมของเรซินเกิดได้ไม่สมบูรณ์อาจทำให้ของเหลวมีการแพร่ผ่านได้ง่าย ก็จะส่งผลต่อคุณภาพบริเวณรอยต่อของสารยึดติดได้⁸

สำหรับการยึดติดกับรอยโรคบริเวณคอฟันที่ไม่ใช่ฟันผุที่มีภาวะเนื้อฟันไวเกินนั้นจะแตกต่างจากปกติ จากทฤษฎีไฮโดรไดนามิกที่เนื้อฟันมีการเปิดออก การใช้กรดก็อาจต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้อาการเสียวฟันเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อพิจารณาถึงระบบของสารยึดติดในปัจจุบัน การเลือกใช้สารยึดติดในระบบเซลล์ฟิเอ็ทซ์น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสม⁹⁻¹¹ ในขณะที่สารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รีนซ์นั้นเป็นระบบที่มีการใช้งานมาอย่างยาวนาน มีผลการศึกษาทางคลินิกระยะยาวเป็นที่น่าพอใจ จัดว่าเป็นมาตรฐานสูงสุด (gold standard) ของสารยึดติด¹²⁻¹⁵ ทำให้สารยึดติดระบบนี้ยังคงมีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากขั้นตอนการใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย สารยึดติดในระบบเซลล์ฟิเอ็ทซ์จึงได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น คาดหวังว่าจะช่วยลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการทำงานลง โดยมีการรวมขั้นตอนการใช้กรดกัด การปรับสภาพผิว และการทาสารเรซินแอดฮีซีฟไว้ในขั้นตอนเดียวเรียกว่า สารยึดติดระบบเซลล์ฟิเอ็ทซ์หนึ่งขั้นตอนหรือออลอินวัน (all-in-one) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีสารยึดติดที่บริษัทผู้ผลิตเรียกว่า ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ (universal adhesive) ที่อ้างว่าสามารถใช้งานได้ทั้งระบบเอ็ทซ์แอนด์รีนซ์ (etch and rinse) เซลล์ฟิเอ็ทซ์ (self-etch) หรือการแยกปรับสภาพเคลือบฟันและเนื้อฟัน (selective enamel etching) นอกจากนี้ยังสามารถยึดติดได้กับวัสดุบูรณะทางทันตกรรมหลากหลายชนิดโดยไม่ต้องใช้สารปรับสภาพผิวเพิ่มเติม ซึ่งมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ไม่ว่าจะใช้งานด้วยระบบใดก็ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดไม่ต่างจากสารยึดติดที่ใช้อยู่ปัจจุบัน ทั้งระบบเอ็ทซ์แอนด์รีนซ์ 2 หรือ 3 ขั้นตอน หรือระบบเซลล์ฟิเอ็ทซ์ 2 ขั้นตอน¹⁶⁻¹⁹

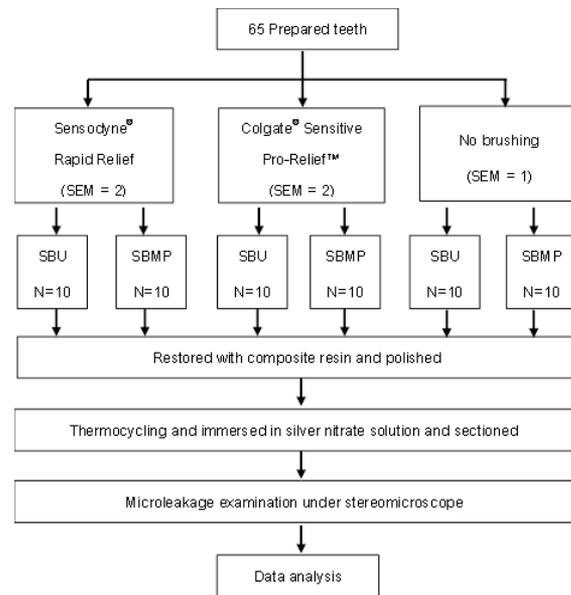
ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตด ร้อยละ 8 และฟลูออไรด์ 1040 พีพีเอ็ม และยาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จีนีนร้อยละ 8 แคลเซียมคาร์บอเนต และฟลูออไรด์ 1450 พีพีเอ็ม ต่อประสิทธิภาพของสารยึดติดสองชนิดต่อเนื้อฟันในโพรง

ฟันคลาสไฟว์ที่มีการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยว่า ยาสีฟันลดอาการเสียวฟันแต่ละชนิดมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ได้รับอนุญาตระเบียบวิธีวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใบอนุญาตเลขที่ 2015-070

แผนผังขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 1 ใช้ฟันกรามน้อยแท้ 65 ซี่ โดยปราศจากรอยผุ รอยแตกร้าว และวัสดุบูรณะ นำมาทำความสะอาดโดยการกำจัดเศษเนื้อเยื่อออกจนหมดและขัดฟันด้วยฟัมมิสผสมน้ำ เก็บฟันในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1 เดือน หลังจากนั้นเปลี่ยนมาแช่น้ำกลั่นก่อนการเตรียมชิ้นงานไม่เกิน 1 สัปดาห์



รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา
Figure 1 Diagram of study design

ทำการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยหัวกรอกากเพชร รูปทรงกระบอกชนิดเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ภายใต้น้ำหล่อเย็น โดยโพรงฟันจะอยู่ต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) 1 มิลลิเมตร และ

มีขนาดโพรงฟันกว้าง 4 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร ลึก 1 มิลลิเมตร วัดขนาดโพรงฟันด้วยเครื่องมือตรวจร่องลึกปริทันต์ (periodontal probe) ทั้งนี้จะทำการเปลี่ยนหัวกรอเมื่อใช้ทุก ๆ 4 โพรงฟัน โดย

โพรงฟันทุกซี่ที่มีขอบเขตด้านใกล้เหงือกและด้านบดเคี้ยวเป็นเนื้อฟันทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่บริเวณต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 มม.

Figure 2 Class V cavity preparation at 1 mm apical to cemento-enamel junction

ฟันที่ได้หลังการกรอเตรียมโพรงฟันแล้วจะนำมาจำลองภาวะเนื้อฟันไวเกินโดยกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันออกด้วยการใช้กรดพอลิอะคริลิก (polyacrylic acid) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ทาให้ทั่วโพรงฟัน 10 วินาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเป็นเวลา 20 วินาที

จากนั้นทำการแบ่งฟันด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายในขั้นตอนแรกออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟัน 2 ชนิด กลุ่มละ 22 ซี่ (ในแต่ละกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันจะนำฟัน 2 ซี่ไปตรวจดูการอุดตันท่อเนื้อฟันหลังการแปรงฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด) และกลุ่มควบคุม 21 ซี่ (นำฟัน 1 ซี่ไปตรวจดูท่อเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อเป็นกลุ่มควบคุม) หลังจากนั้นทำการแบ่งฟันด้วยการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง เป็น 6 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ซี่ ตามชนิดของยาสีฟันและสารยึดติด

เตรียมยาสีฟันลดเสียวฟัน ดังตารางที่ 1 โดยละลายยาสีฟัน 15 กรัม ในน้ำกลั่น 45 มิลลิตร ใส่ลงในกระบอกที่ใช้เตรียมสำหรับการแปรงฟัน จากนั้นแปรงโดยใช้ขนแปรงนุ่มปานกลาง (AIM, Mykie Co. Ltd., ประเทศไทย) วางแปรงตั้งฉากกับผิวฟันโดยใช้แรงกดที่ (200 กรัม) 250 ครั้งต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องแปรงฟันอัตโนมัติ (V-8 Cross Brushing Machine, SABRI Dental Enterprise, Inc., USA) กำจัดยาสีฟันส่วนเกินออกด้วยการล้างน้ำกลั่นเวลา 10 วินาที ทำการแปรงฟันวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน ในระหว่างขั้นตอนการแปรงฟัน ช่วงเวลาที่ไม่ได้แปรงฟันจะเก็บฟันโดยแช่ไว้ในน้ำลายเทียม จากนั้นนำตัวอย่างฟันในแต่ละกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันต่างชนิดกันกลุ่มละ 2 ซี่ ไปตรวจดูการอุดตันท่อเนื้อฟันหลังการแปรงฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ก่อนจะนำฟันที่เหลือในแต่ละกลุ่มไปทำการบูรณะต่อ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบสำคัญของยาสีฟันที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 Major composition of tested toothpaste

Product	Manufacturer	Active Ingredients
Sensodyne® Rapid Relief	GlaxoSmithKline Ltd., UK	Strontium acetate, Sodium fluoride, Silica
Colgate® Sensitive Pro-Relief™	Colgate-Palmolive, Thailand	Arginine, bicarbonate, Calcium carbonate, Sodium silicate, Sodium monofluorophosphate

ทำการบูรณะโพรงฟันโดยใช้สารยึดติดตามกลุ่มทดลอง แบ่งเป็น ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ที่ใช้ในระบบซีลฟิเอ็ทซ์ ได้แก่ สก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล (Scotchbond™ Universal) และสาร

ยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ 3 ชั้นตอน ได้แก่ สก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพส (Scotchbond™ Multi-Purpose) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของสารยึดติดที่ใช้ในการวิจัย

Table 2 Major composition of tested dental adhesive

Product (Manufacturer)	Composition
Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, USA)	10-MDP, Dimethacrylate resins, HEMA, Polyalkenoic acid copolymer, Filler, Ethanol, Water, Initiators, Silane
Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive (3M ESPE, USA)	Primer: HEMA, Polyalkenoic acid copolymers, water Adhesive: Bis-GMA, HEMA, EMAB, Polyalkenoic acid copolymers

10-MDP = (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate : MDP), HEMA = 2-hydroxyethylmethacrylate, Bis-GMA = Bis-phenol-A-bis-(2-hydroxy-3-methacryloxypropyl) ether, EMAB = N-Ethyl-N-methyl-2-aminobutane

สำหรับกลุ่ม SU, CU และ NU จะใช้ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ในระบบซีลฟิเอ็ทซ์ ได้แก่ สก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล โดยทาสารยึดติดลงไปที่ฟัน (ปริมาตร 10 ไมโครลิตร) และถูไปมาเบา ๆ ประมาณ 25-30 ครั้ง เป็นเวลา 20 วินาที แล้วเป่าลมสะอาด เป็นเวลา 5 วินาที ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

สำหรับกลุ่ม SM, CM และ NM จะใช้สารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ 3 ชั้นตอน ได้แก่ สก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพส โดยเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 ทาให้ทั่วโพรงฟัน 15 วินาที และล้างกรดออกด้วยน้ำ 15 วินาที แล้วใช้ลมเป่าให้หมดเป็นเวลา 5 วินาที ทาสารไพรเมอร์ทิ้งไว้ 10 วินาที แล้วเป่าลมเบา ๆ เป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นทาสารยึดติดแล้วเป่าลมให้ชั้นยึดติดเป็นชั้นบาง ๆ ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

ในทุกกลุ่มการทดลองจะควบคุมแรงลมในการเป่าที่ความดันลม 1 บาร์ โดยวางตำแหน่งปลายแท่งสเปร์ย์ห่างจากโพรงฟัน 1 เซนติเมตรและฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดี (Elipar-Trilight, 3M, USA) ที่ความเข้ม 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งการฉายแสงทุกครั้งจะใช้แผ่นพลาสติกใสวางแนบกับขอบโพรงฟันก่อน แล้วจึงวางปลายกระบอกนำแสงให้ชิดกับแผ่นพลาสติกใสก่อนการฉายแสง เพื่อให้ได้ระยะเวลาการฉายแสงที่คงที่ในทุกโพรงฟัน ทั้งนี้จะทำการตรวจสอบความเข้มแสงของเครื่องฉายแสงด้วยเครื่องเรดิโอมิเตอร์ (Optilux Radiometer, Kerr, Orange, CA, USA) ทุก ๆ การฉายแสง 4 โพรงฟัน

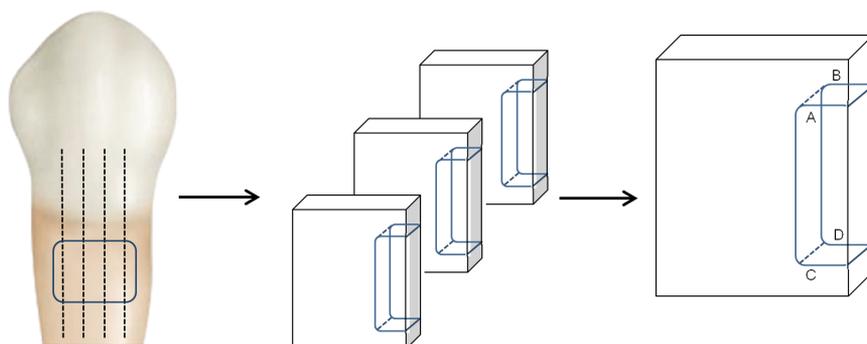
ฟันทุกซี่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Z3 50 shade A3 body, 3M ESPE, USA) เป็นชั้นเดียวหนา 1 มิลลิเมตร

และวางแผ่นพลาสติกใสให้แนบกับวัสดุบูรณะและขอบโพรงฟัน แล้วจึงวางปลายกระบอกนำแสงให้ชิดกับแผ่นพลาสติกใสก่อนฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที หลังจากบูรณะเสร็จจัดแต่งวัสดุด้วยหัวขัดเรซินคอมโพสิตชนิดแผ่นพลาสติกเคลือบอลูมิเนียมออกไซด์สีแดงเข้ม ส้ม และเหลือง (Sof-Lex™ XT disc, 3M ESPE, USA) ตามลำดับ โดยผ่านน้ำ แล้วทำการเก็บฟันในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปจำลองการใช้งานด้วยการทำเทอร์โมไซคลิง จำนวน 1,000 รอบ ระหว่างอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส โดยกำหนดเวลาในการแช่รอบละ 15 วินาที และใช้ระยะเวลาเคลื่อนย้ายระหว่างอุณหภูมิเป็น 10 วินาที

ก่อนการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค ฟันตัวอย่างทุกซี่ในแต่ละกลุ่มจะถูกนำมาเคลือบด้วยน้ำยาทาเล็บ 2 ชั้น โดยเว้นช่องห่างจากวัสดุบูรณะ 1 มิลลิเมตรโดยรอบ เพื่อป้องกันการแทรกซึมของสีในตำแหน่งที่ไม่ต้องการ จากนั้นนำฟันตัวอย่างไปแช่ในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (Ammoniacal AgNO₃) ที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 9.5 และมีความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำฟันมาล้างให้สะอาดและแช่ในสารละลายน้ำยาล้างภาพเป็นเวลา 8 ชั่วโมงในห้องมืดภายใต้แสงฟลูออเรสเซนซ์ หลังแช่ขึ้นฟันตามเวลาที่กำหนดจึงนำไปล้างผ่านน้ำเป็นเวลา 10 นาที แล้วตัดขึ้นฟันตัวอย่างตามแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น ออกเป็น 3 ชั้น ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) ให้แต่ละชั้นมีความหนาโดยประมาณ 0.7 มิลลิเมตร จะได้ขึ้นฟันในการประเมินเป็น 12

ตำแหน่งต่อฟัน 1 ซี่ ดังรูปที่ 3 ทำการตรวจสอบการรั่วซึมที่บริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะและฟันภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด

สเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยประเมินตามเกณฑ์การประเมินการแทรกซึม ดังตารางที่ 3



รูปที่ 3 แสดงวิธีการตัดชิ้นงานและตำแหน่งการประเมินการรั่วซึม โดย A และ B เป็นตำแหน่งผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว C และ D เป็นตำแหน่งผนังโพรงฟันด้านเหงือก

Figure 3 Cutting of specimen and microleakage assessment position. A and B were the occlusal wall of cavity while C and D were the gingival wall of the cavity.

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาค

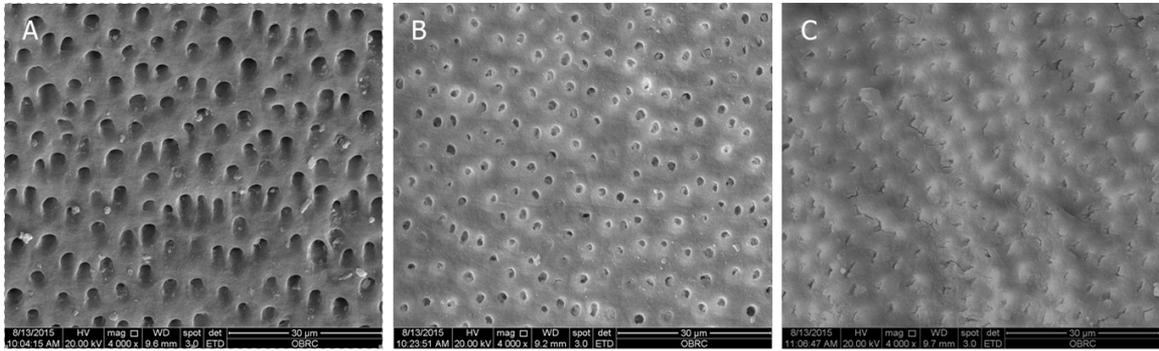
Table 3 Criteria for microleakage assessment

Score	Criteria
0	No dye penetration
1	Dye penetration up to 1/3 of the cavity depth
2	Dye penetration greater than 1/3 of the cavity depth, but less than 2/3 of the cavity depth
3	Dye penetration greater than 2/3 of the cavity depth, but not along the axial wall of the cavity
4	Dye penetration along the axial wall of the cavity

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS statistics version 22) โดยใช้การทดสอบสถิติของครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันต่อสารยึดติด และใช้การทดสอบสถิติแมน-วิทนี (Mann-Whitney Test) เปรียบเทียบความแตกต่างของการรั่วซึมระดับจุลภาคของแต่ละกลุ่ม กำหนดระดับนัยสำคัญในการวิเคราะห์ที่ $P < 0.05$

ผลการศึกษา

ผลการสุ่มชิ้นงานภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันลดเสียวฟันทั้งสองชนิดและกลุ่มควบคุมตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4 โดยจะเห็นว่ากลุ่มควบคุมมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มของยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรี้ลฟ์และยาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิคร์ลฟ์ มีการอุดตันของท่อเนื้อฟันอยู่ โดยจะพบการอุดตันมากกว่าในชิ้นงานที่ใช้ยาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิคร์ลฟ์

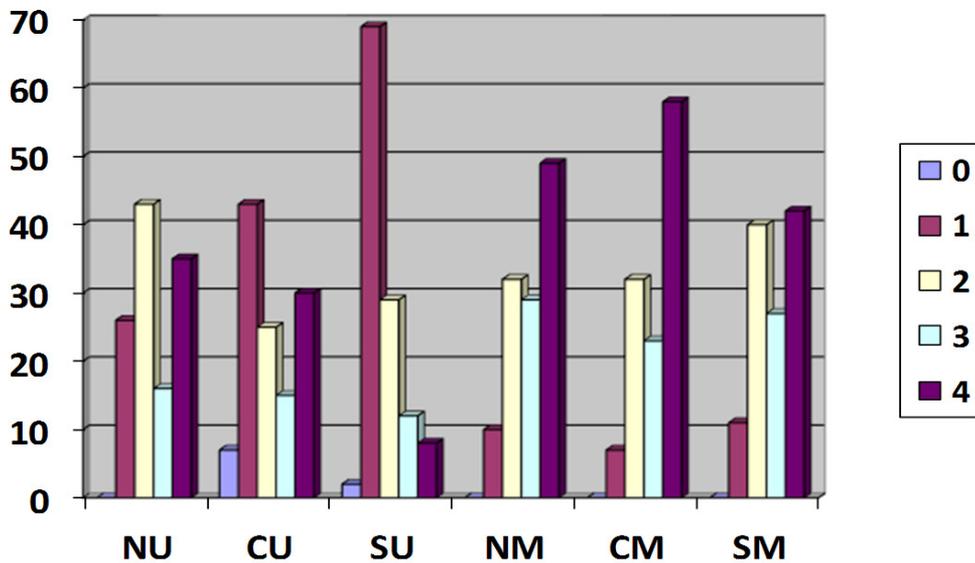


รูปที่ 4 แสดงภาพชิ้นงานตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด A) แสดงกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีการแปรงฟันพบว่า ไม่มีชั้นสเมียร์ปกคลุมอยู่ และมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน B) แสดงการอุดตันท่อเนื้อฟันของกลุ่มยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และ C) แสดงการอุดตันท่อเนื้อฟันของกลุ่มยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลีฟ

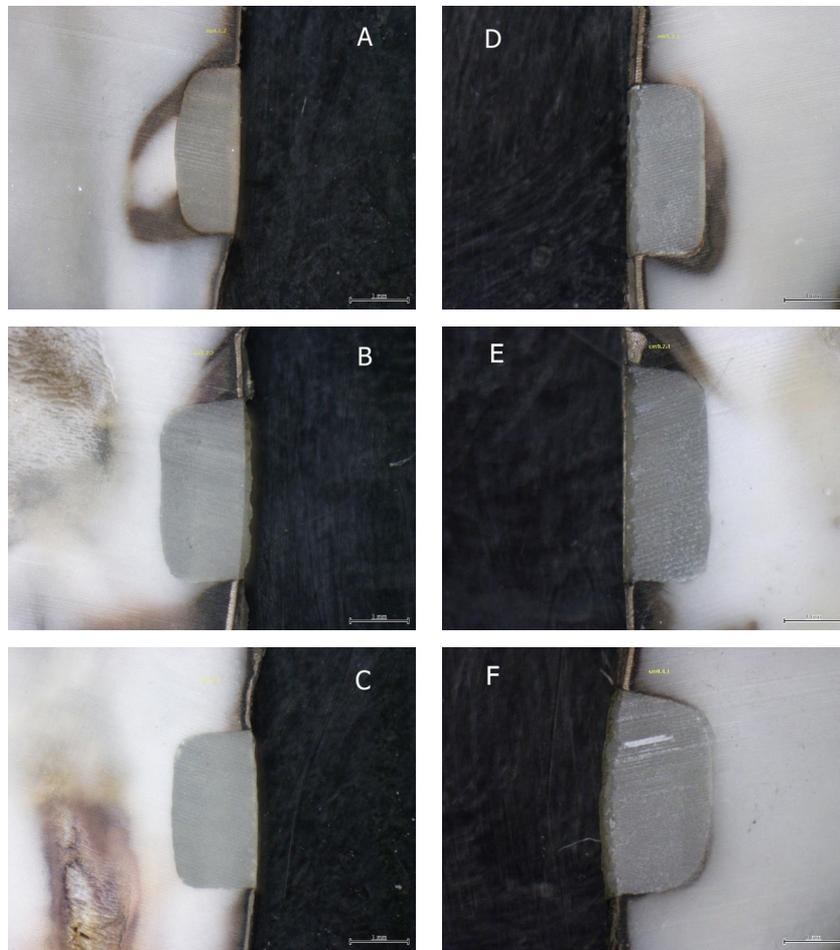
Figure 4 SEM micrographs A) no brushing group as control group showed the smear layer was removed and the dentinal tubules orifices were opened B) showed dentinal tubule obstruction of Colgate® Sensitive Pro-Relief™ group C) showed dentinal tubule obstruction of Sensodyne® Rapid Relief group

จากผลการศึกษาแสดงความถี่ของระดับการรั่วซึมระดับจุลภาคในชิ้นงานตัวอย่างดังรูปที่ 5 พบว่าทั้งกลุ่มที่มีการแปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลีฟ และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน เมื่อมีการใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มีลติเพอโอส จะพบการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซลอย่างมีนัยสำคัญ รูปตัวอย่างการรั่วซึมดังแสดงในรูปที่ 6 และเมื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มของสารยึดติด กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซลทั้งสาม

กลุ่มมีการรั่วซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันมีการรั่วซึมมากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลีฟ ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มีลติเพอโอสจะพบว่า กลุ่มยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟมีการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มไม่แปรงฟันและกลุ่มยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลีฟ ตามลำดับ แต่ทั้งสามกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงความถี่ของระดับการรั่วซึมระดับจุลภาคในชิ้นงานตัวอย่าง
Figure 5 The frequency of microleakage score of the specimens



รูปที่ 6 ภาพชิ้นงานตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า แสดงการรั่วซึมบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะ A) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม NU มีการรั่วซึมระดับ 4 B) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม CU มีการรั่วซึมระดับ 3 ที่ผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว และการรั่วซึมระดับ 2 ที่ผนังโพรงฟันด้านเหงือก C) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม SU มีการรั่วซึมระดับ 1 D) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม NM มีการรั่วซึมระดับ 4 E) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม CM การรั่วซึมระดับ 4 ที่ผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว และการรั่วซึมระดับ 3 ที่ผนังโพรงฟันด้านเหงือก และ F) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม SM มีการรั่วซึมระดับ 4

Figure 6 Stereomicroscope of microleakage specimens at x 20 magnification A) showed leakage score = 4 of NU group B) showed leakage score = 3 at occlusal wall and leakage score = 2 at gingival wall of CU group C) showed leakage score = 1 of SU group D) showed leakage score = 4 of NM group E) showed leakage score = 4 at occlusal wall and leakage score = 3 at gingival wall of CM group and F) showed leakage score = 4 of SM group

ในการศึกษาครั้งนี้มีการจำลองรอยโรคที่บริเวณรากฟัน ทำให้การยึดติดที่ได้เป็นการยึดติดกับเนื้อฟันทั้งหมด ผลการศึกษา จึงพบการรั่วซึมได้มาก เพราะการยึดติดกับเนื้อฟันนั้นทำได้ยาก กว่าที่ยึดติดกับเคลือบฟันและมีข้อจำกัดจากหลายสาเหตุ เช่น ลักษณะองค์ประกอบและโครงสร้างของเนื้อฟันที่มีสารอินทรีย์อยู่มาก เมื่อโดนกรดกัดจะมีการกำจัดแร่ธาตุที่อยู่รอบท่อเนื้อฟัน (peritubular dentin) และระหว่างท่อเนื้อฟัน (intertubular dentin) ทำให้คอลลาเจนมีโอกาสที่จะหลุดตัวได้ง่าย และเมื่อรวมกับคอลลาเจนที่เหลืออยู่ในชั้นสเมียร์ อาจทำให้เกิดชั้นคอลลาเจน

หนาที่เป็นอุปสรรคต่อการแทรกซึมของสารยึดติด ประกอบกับ เรซินที่อยู่ในสารยึดติดมีลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ทำให้ไม่สามารถเข้าไปแทนที่ส่วนของท่อเนื้อฟันที่มีของเหลวในท่อเนื้อฟัน (dentinal fluid) อยู่ได้ ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อกรดกัดที่บริเวณรอบท่อเนื้อฟันจะทำให้เกิดลักษณะกรวย (funnel shaped) จึงไม่เกิดการยึดติดทางกลอีกด้วย²⁰

ขั้นตอนการจำลองการเสียวฟัน จะมีการใช้กรดพอลิอะคริลิก เพื่อเปิดท่อเนื้อฟันออก ซึ่งกรดพอลิอะคริลิกนี้มีค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 1.85²¹ ซึ่งสารปรับสภาพผิวฟันที่มีความเป็น

กรดรุนแรงระดับปานกลาง จึงเกิดการละลายชั้นสเมียร์และสเมียร์พลัคออกทั้งหมดในชั้นสเมียร์ที่บาง และอาจจะเหลือบางส่วนในกรณีที่ชั้นสเมียร์หนา ดังนั้นเมื่อมีการปรับสภาพฟันด้วยกรดพอลิอะคริลิกแล้ว ก็จะทำให้การซึมผ่านของเนื้อฟันเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้พื้นผิวของเนื้อฟันมีความชื้นซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของการยึดติดตามมา²² ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันที่มีการใช้กรดพอลิอะคริลิกเตรียมผิวฟันก่อนขั้นตอนการใช้สารยึดติด ได้มีการกำจัดชั้นสเมียร์ออกไปแล้ว และเมื่อทำขั้นตอนการยึดติดที่จะต้องมีการปรับสภาพผิวฟันซ้ำอีกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของสารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอโพสที่เป็นสารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ จึงทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่เนื้อฟันมากเกินไปจนการแทรกซึมของเรซินโมโนเมอร์อาจเกิดไม่สมบูรณ์²³ เป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมสลายการยึดติด (bond degradation) จึงอาจทำให้เกิดการรั่วซึมที่มากกว่า ร่วมกับมีการจำลองการใช้งานด้วยการทำเทอร์โมไซคลิก ซึ่งจะทำให้เกิดผลได้ใน 2 ทาง อย่างแรกคือ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงอาจจะกระตุ้นการเกิดไฮโดรไลซิสที่บริเวณรอยต่อทำให้มีการเสื่อมสลายของคอลลาเจนที่ไม่ได้ถูกปกป้องและเกิดการหลุดออกของเรซินที่ไม่ได้บ่มตัวอย่างสมบูรณ์หรืออย่างที่สอง จากที่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อนของวัสดุบูรณะและฟันแตกต่างกัน เมื่อมีการขยายตัวและหดตัวซ้ำ ๆ จะเกิดความเค้นที่รอยต่อของฟันและวัสดุ ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นนี้อาจนำไปสู่การรุกรานของรอยแยกไปตามรอยต่อได้¹²

ชั้นสเมียร์ (smear layer) เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเตรียมฟัน จะปกคลุมอยู่บนเนื้อฟันและแทรกซึมลงไปบนเนื้อฟันเกิดเป็นสเมียร์พลัค (smear plugs) ในขั้นนี้จะประกอบไปด้วยคอลลาเจนที่เสื่อมสภาพปะปนอยู่กับแร่ธาตุ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของเนื้อฟัน ชั้นสเมียร์นี้เองอาจเป็นจุดอ่อนของการยึดติดกับเนื้อฟันด้านใต้²⁰ ชั้นสเมียร์จะไปอุดตันท่อเนื้อฟัน ลดการซึมผ่านในเนื้อฟัน (dentin permeability) ทำให้การเคลื่อนที่ของของเหลวในเนื้อฟันลดลง²² การศึกษาของ Carlo และคณะ พบว่าการแปรงฟันอาจทำให้เพิ่มความเสียหายในการกำจัดชั้นสเมียร์และเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื้อฟัน ส่งผลให้มีการซึมผ่านของชั้นเนื้อฟัน และการเสียวฟันมากขึ้น นอกจากนี้ถ้าหากมีการแปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นสเมียร์โดยมียาสีฟันเข้าไปผสมอยู่ในชั้นสเมียร์บนเนื้อฟันและระหว่างท่อเนื้อฟัน โดยยาสีฟันส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดชั้นสเมียร์ที่ช่วยอุดตันท่อเนื้อฟันได้²⁴ และอีกการศึกษาของ Absi และคณะ พบว่าการแปรงฟันบนเนื้อฟันที่ผ่านกรดกัดมาแล้วจะช่วยเพิ่มการดูดซึมสารต่าง ๆ เข้าไปยังผิวของเนื้อฟันได้และเพิ่มการอุดตันได้มากขึ้น โดยการแปรงฟันไม่เพียงแค่อุดตันสารที่อยู่ในยาสีฟันลดเสียว แต่ยังมี

การขัดสีผิวฟันทำให้เกิดชั้นสเมียร์ขึ้นอีกด้วย แต่ถ้าหากว่ามีการล้างน้ำ สารจากยาสีฟันก็จะหลุดออก คงไว้เพียงแค่ผลของการขัดสีที่เนื้อฟันโดยมีขนาดท่อเนื้อฟันที่เล็กลงและการอุดตันที่ท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้ถ้ามีการสัมผัสกับกรดภายหลังก็จะพบว่ายาสีฟันที่อุดตันอยู่ส่วนมากจะถูกกำจัดออกและกำจัดชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการแปรงฟันด้วย ทำให้สภาพภายหลังการสัมผัสกรดกลับไปเหมือนลักษณะที่เนื้อฟันสัมผัสกรดครั้งแรกอีกครั้ง²⁵ ซึ่งก็น่าจะเป็นสาเหตุที่ผลการศึกษาในครั้งนี้ที่ เมื่อมีการใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอโพสทั้งหลังจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันลดเสียวและกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันนั้นไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากเนื้อฟันมีการสัมผัสกรดซ้ำในขั้นตอนการใช้สารยึดติดที่เป็นระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่า ชั้นสเมียร์ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจากวิธีใดก็ตามไม่มีผลต่อการยึดติดของสารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์^{26,27}

ยาสีฟันลดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมจะสร้างชั้นที่ต่อเนื่องกันบนผิวและในท่อเนื้อฟัน ซึ่งน่าจะเกิดมาจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสตรอนเทียมและแคลเซียมในฟันตามด้วยการตกตะกอนและเกิดเป็นไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีสตรอนเทียมเข้าไปแทนที่แคลเซียม²⁸ ซึ่งการคงอยู่ของสตรอนเทียมนั้นก็ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีอย่างเช่น ซิลิกา ปรากรูอยู่ โดยซิลิกาจะถูกรวมเข้าไว้กับสารขัดที่ยาสีฟันและมีคุณสมบัติช่วยปกคลุมพื้นผิวและอุดท่อเนื้อฟันได้อย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถต้านทานต่อกรดได้อีกด้วย²⁹ ในขณะที่ยาสีฟันลดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของโปร-อาร์จินีน™ (ProArgin™) ซึ่งเป็นอาร์จินีนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8 ร่วมกับไบคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนต โดยอาร์จินีนนั้นเป็นกรดอะมิโนที่มีประจุบวก ในขณะที่ไบคาร์บอเนตเป็นตัวบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่าง และแคลเซียมคาร์บอเนตนั้นจะเป็นแหล่งของแคลเซียม ส่วนประกอบเหล่านี้จะช่วยคงสภาพความเป็นกรดต่างของน้ำลายและช่วยในการอุดตันท่อเนื้อฟันโดยการสร้างไกลโคโปรตีนบนผิวฟัน³⁰ กลไกในการทำงานของโปร-อาร์จินีน™ เพื่อช่วยลดอาการเสียวฟันนั้นเริ่มจากอาร์จินีนจะเปลี่ยนเป็นอาร์จินีนไบคาร์บอเนตและเกิดการรวมตัวเป็นกลุ่มที่เป็นประจุบวกและจับเข้ากับผิวฟันและท่อเนื้อฟัน จากนั้นความเป็นด่างของกลุ่มก้อนนี้จะทำให้แคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมฟอสเฟตมาตกตะกอนบนผิวฟันตามมา³¹ Parkinson และคณะ ศึกษาผลของการใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมต่อการอุดตันท่อเนื้อฟัน โดยใช้การแปรงฟันวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 วัน และนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตตทำให้เกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการแปรงด้วยน้ำ

เปล่า นอกจากนี้ยังพบว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตดมีการอุดตันท่อเนื้อฟันได้ดีกว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จินีนอีกด้วย²⁹ ในขณะที่การศึกษาของ Salvatore และคณะ ใช้ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟทดสอบลงไปบนเนื้อฟันภายหลังจากโดนกรัด พบว่าท่อเนื้อฟันมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กลง โดยแสดงลักษณะการอุดตันเพียงบางส่วนในท่อเนื้อฟันเท่านั้น³² โดยผิวฟันภายหลังการใช้ยาสีฟันจะมีการสะสมของแร่ธาตุแคลเซียมมากขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ในยาสีฟัน แต่เมื่อนำฟันที่มีการอุดตันของยาสีฟันลดเสียวฟันไปสัมผัสกรดอีกครั้ง จะทำให้การอุดตันที่ผิวด้านบนนั้นหลุดออกไป เหลือเพียงสภาพของท่อเนื้อฟันที่เหมือนกับการโดนกรัด³³ สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มที่แปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟมีการรั่วซึมเกิดขึ้นได้มากกว่ากลุ่มที่แปรงฟันด้วยยาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิร์ลิฟ

จากผลการศึกษาที่พบการรั่วซึมในสารยึดติดระบบเซลล์ไฟเอ็ทซ์น้อยกว่าสารยึดติดในระบบเอ็ทซ์แอนดรินซ์ อาจเป็นเพราะสารยึดติดที่มีการใช้กรดกัดเนื้อฟันได้ลึกกว่ามักจะพบว่าเกิดการรั่วซึมระดับนาโนได้มากกว่า³⁴ จากกระบวนการที่ใช้กรดกัดทำให้แร่ธาตุด้านบนสูญเสียไป และในทางปฏิบัติจริงนั้นเรซินไม่สามารถเข้าไปแทนที่ได้อย่างสมบูรณ์ เกิดเป็นช่องว่างใต้ชั้นไฮบริดและไม่มี การห่อหุ้มส่วนของคอลลาเจนที่เป็ดออก ดังนั้นจึงเป็นจุดที่ง่ายต่อการเสื่อมสลาย ในขณะที่สารยึดติดระบบเซลล์ไฟเอ็ทซ์จะมีการกำจัดแร่ธาตุที่เนื้อฟันเพียงบางส่วน และหลงเหลือผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์รอบคอลลาเจน ทำให้การยึดติดอาจเกิดขึ้นได้ 2 กลไก คือ การยึดติดทางเคมีและการยึดติดทางกลระดับจุลภาค³⁵ โดยสารยึดติดระบบเซลล์ไฟเอ็ทซ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีส่วนประกอบของ10-เอ็มดีพี (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate : MDP) ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่า10-เอ็มดีพีจะเกิดพันธะเคมีกับประจุของแคลเซียมที่อยู่ในฟัน ทำให้ได้เกลือของเอ็มดีพีและแคลเซียม (MDP-Calcium salts) ที่มีความเสถียร ตามหลักการเอ็ดคอนเซ็ปต์ (adhesion-decalcification concept; AD concept) โดยที่เกลือที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะไปสะสมอยู่ที่รอยต่อของชั้นแอตอีชีฟ เกิดการรวมตัวเป็นชั้นระดับนาโน (self-assembled nanolayers) ส่งผลให้สารแอตอีชีฟที่มี10-เอ็มดีพีเป็นองค์ประกอบนั้น มีประสิทธิภาพที่ดีในการยึดติดกับเนื้อฟันได้ในระยะยาว³⁶ นอกจากนี้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซล ยังมีโคพอลิเมอร์ของกรดพอลิอัลคีนอิก (polyalkenoic acid copolymer) ที่ทำให้เกิดพันธะเคมี โดยหมู่คาร์บอกซิลที่สามารถจับกับไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้ด้วยการเกิดพันธะไอออนิกกับแคลเซียม³⁷ แตกต่างจากสารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอโอสที่ไม่มีส่วนประกอบ

ของ10-เอ็มดีพีในสารยึดติด ส่งผลให้เมื่อผ่านการทำเทอร์โมไซคลิก กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซลมีเสถียรภาพของการยึดติดมากกว่าและเกิดการรั่วซึมน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอโอสอย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าการใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซลในกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันมีการรั่วซึมได้มากที่สุด น่าจะสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้นที่10-เอ็มดีพีจะเกิดพันธะเคมีกับแคลเซียมที่ฟัน แต่กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันนั้นมีการเตรียมฟันเพียงแค้ใช้กรดพอลิอะคริลิกกัดผิวฟันเท่านั้น ทำให้มีการสูญเสียแคลเซียมออกไปจากเนื้อฟันแล้ว จึงเป็นไปได้ว่าไม่มีแคลเซียมเพียงพอที่จะเกิดพันธะเคมีกับ10-เอ็มดีพีได้ ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Saisopa และคณะ ที่พบว่าผลจากการใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันอาจลดกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อเนื้อฟันได้³⁸ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟัน ซึ่งอาจเกิดจากการใช้สารยึดติดที่แตกต่างกันและเป็นไปได้ว่าวิธีการทดสอบโดยดูการรั่วซึมระดับจุลภาค อาจไม่สัมพันธ์กับผลการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค อาจจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ในขณะที่การยึดติดของสารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซลกับฟันที่ผ่านการแปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟ อาจเกิดการยึดติดกับแคลเซียมที่พบบนผิวฟันหลังการแปรงฟัน แต่การยึดติดที่ได้ อาจไม่มีประสิทธิภาพที่ดึนนัก เนื่องจากสารที่เกิดการอุดตันจากยาสีฟันไม่ได้ยึดติดแน่นกับเนื้อฟัน ทำให้การยึดติดเสื่อมสภาพและเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคตามมา

การตรวจจับการรั่วซึมที่เกิดขึ้นโดยใช้ซิลเวอร์ไนเตรตมีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ความหนาของชั้นสเมียร์ ระดับการใช้กรดกัดที่แตกต่างกัน ความชื้นของเนื้อฟัน และแรงหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ชัน³⁴ นอกจากนี้ความสามารถในการซึมผ่านได้ของเนื้อฟัน ก็เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าเมื่อใกล้โพรงประสาทฟันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนของท่อเนื้อฟันจะเพิ่มมากขึ้น โดยในทางปฏิบัติแล้วเราไม่ต้องการที่จะใช้สารย้อมที่มีขนาดอนุภาคมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันซึ่งมีขนาดประมาณ 1-4 ไมโครเมตร ดังนั้นการศึกษารั่วซึมในเนื้อฟันจึงอาจพบการติดสีที่เนื้อฟันได้หรืออาจเกิดปฏิกิริยาระหว่างสีย้อมกับโครงสร้างฟันทำให้แสดงลักษณะการติดสีมากกว่าที่เกิดขึ้นจริง จึงอาจทำให้ประเมินการรั่วซึมผิดพลาดได้^{39,40} Sano และคณะพบว่าสารยึดติดหลายตัวมีการแทรกซึมของซิลเวอร์ไนเตรตไปยังบริเวณขอบที่ไม่มีช่องว่าง (gap-free margin) ซึ่งรอยรั่วซึมนี้นี้เกิดจากเส้นใยคอลลาเจนในชั้นไฮบริดมีช่องว่างขนาดเล็กระดับนาโนเมตรอยู่ และเป็นตำแหน่งที่มีน้ำอยู่รอบ ๆ คอลลาเจน ทำให้

เรซินไม่สามารถเข้าแทรกซึมไปได้อย่างสมบูรณ์⁴¹

การศึกษานี้แม้จะพบว่าสารยึดติดในระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ทำให้เกิดการรั่วซึมได้มากกว่า แต่เนื่องจากการทดสอบที่ทำบนเนื้อฟันเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพในการยึดติดของสารยึดติดในระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์นั้นจะยึดติดกับเคลือบฟันได้มีประสิทธิภาพดีกว่าจากกลไกการยึดติดทางกลระดับจุลภาค (micromechanical interaction) ในขณะที่สารยึดติดระบบเซ็ลฟ์เอ็ทซ์ (mild self-etch) จะยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่า เพราะเกิดการยึดติดทางเคมีกับไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่หลงเหลืออยู่³⁵ เพราะฉะนั้นในความเป็นจริงแล้ว การเลือกใช้สารยึดติดให้เหมาะสมกับโพรงฟันว่ามีเคลือบฟันหลงเหลืออยู่หรือไม่นั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะต้องคำนึงอยู่เสมอ จากการทดสอบครั้งนี้ที่ทำภายใต้ห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ไว้โดยมีการใช้สารยึดติดและยาสีฟันที่ทดสอบเพียงแค่สองชนิด และดูประสิทธิภาพการยึดติดจากการรั่วซึมระดับจุลภาคเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเปลี่ยนชนิดของยาสีฟันหรือสารยึดติดที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลการศึกษาที่แตกต่างไป หรือทำการทดสอบประสิทธิภาพของการยึดติดด้วยวิธีอื่น เช่น การทดสอบกำลังแรงยึด นอกจากนี้ยังอาจศึกษาเพิ่มโดยเปลี่ยนรูปแบบของโพรงฟันให้มีส่วนของเคลือบฟันอยู่ เพื่อดูผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันต่อประสิทธิภาพการยึดติดของเคลือบฟันร่วมด้วย จะได้มีข้อมูลที่มีความละเอียดชัดเจนมากยิ่งขึ้น

บทสรุป

ยาสีฟันทั้งสองชนิดที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่มีผลต่อการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อใช้สารยึดติดสารยึดติดสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอโพส แต่ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรลิฟทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ายาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิตรีลีฟเมื่อใช้สารยึดติดสก็อตซ์บอนด์ยูนิเวอร์แซล

เอกสารอ้างอิง

1. Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancl L. Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 2002;133:725-33.
2. Coleman TA, Grippo JO, Kinderknecht KE. Cervical dentin hypersensitivity. Part II: Associations with abfraction lesions. *Quintessence Int* 2000;31:466-73.
3. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal

pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod* 1986;12:453-7.

4. Gillam DG, Orchardson R. Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endod Topics* 2006;13:13-33.

5. Arrais CA, Chan DC, Giannini M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. *J Appl Oral Sci* 2004;12:144-8.

6. Davies M, Paice EM, Jones SB, Leary S, Curtis AR, West NX. Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. *Eur J Oral Sci* 2011;119:497-503.

7. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008;24:90-101.

8. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:340-53

9. Perez Cdos R, Gonzalez MR, Prado NA, de Miranda MS, Macedo Mde A, Fernandes BM. Restoration of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *Int J Dent* 2012; 2012:687058.

10. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113:512-8.

11. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 2007;9:7-10.

12. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-32.

13. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005;24:1-13.

14. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of

current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864-81.

15. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig* 2012;16:129-37.

16. Pimentel AH, Basso GR, Isolan CP, Valente LL, Münchow EA, Moraes RR. Enamel bond strengths of a multi-mode adhesive compared to other contemporary bonding systems. *Dent Mater* 2013;29:Supplement 1:e82.

17. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014;42:800-7.

18. Gré CP, Andrada MAC, Monteiro Júnior S, Lise DP, Deucher C, Ruschel VC. Microtensile bond strength of universal adhesive system to deep dentin. *Dent Mater* 2014;30:Supplement 1:e144.

19. Perdigao J, Dutra-Correa M, Saraceni CH, Ciaramicoli MT, Kiyari VH, Queiroz CS. Randomized clinical trial of four adhesion strategies: 18-month results. *Oper Dent* 2012;37:3-11.

20. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25:441-58.

21. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *J Dent* 2000;28:361-6.

22. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* 2010;26:e24-37.

23. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, *et al.* Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent* 2002;30:99-105.

24. Prati C, Venturi L, Valdres G, Mongiorgi R. Dentin morphology and permeability after brushing with different toothpastes in the presence and absence of smear layer. *J Periodontol* 2002;73:183-90.

25. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity: uptake of toothpastes onto dentine and effects of

brushing, washing and dietary acid--SEM in vitro study. *J Oral Rehabil* 1995;22:175-82.

26. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW Jr. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003;19:758-67.

27. Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo Lde L, Filho LE, Nogueira FN, *et al.* Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. *J Adhes Dent* 2005;7:117-26.

28. Gedalia I, Brayer L, Kalter N, Richter M, Stabholz A. The effect of fluoride and strontium application on dentin: in vivo and *in vitro* studies. *J Periodontol* 1978;49:269-72.

29. Parkinson CR, Butler A, Willson RJ. Development of an acid challenge-based in vitro dentin disc occlusion model. *J Clin Dent* 2010;21:31-6.

30. Cummins D. Advances in the clinical management of dentin hypersensitivity: a review of recent evidence for the efficacy of dentifrices in providing instant and lasting relief. *J Clin Dent* 2011;22:100-7.

31. Pillai VP, Neelakantan P. Desensitizing Toothpastes for Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Int J Pharm Tech Res* 2013;5:1769-73.

32. Sauro S, Watson TF, Thompson I. Ultramorphology and dentine permeability changes induced by prophylactic procedures on exposed dentinal tubules in middle dentine. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16:e1022-30.

33. Eliades G, Mantzourani M, Labella R, Mutti B, Sharma D. Interactions of dentine desensitisers with human dentine: morphology and composition. *J Dent* 2013;41:S28-39.

34. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25:355-72.

35. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, *et al.* Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J* 2011;1:31-44.

36. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, *et al.* Self-assembled Nano-layering at

the Adhesive interface. *J Dent Res* 2012;91:376-81.

37. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent* 2012;25:153-8.

38. Saisopa K, Srisawasdi S. Effect of desensitizing toothpaste on microtensile bond strength between resin composite and dentin. *CU Dent J* 2014;37:225-40.

39. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992;20:3-10.

40. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997;22:173-85.

41. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995;20:18-25.

Comparison of Shear Bond Strength, Water Sorption and Solubility of 3 Glass Ionomer Cements for Direct Bonding of Orthodontic Brackets *in vitro*

Samornphun Sinthawornkul¹, Pasutha Thunyakitpisa^{2,3}, Nonglax Thunyakitpisa², Sirithan Jiemsirilers^{2,4}, Onusa Saravari⁴ and Pintu-on Chantarawatit¹

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

²Research Unit of Herbal Medicine, Biomaterial and Material for Dental Treatment, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

³Department of Anatomy, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

⁴Department of Material Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

Abstract

The purpose of this study was to evaluate shear bond strength, water sorption and solubility of three brands of glass ionomer cement adhesives; RU-HBM1 (a resin-modified glass ionomer cement prototype), Hy-bond Glasionomer CX (GIC) and Fuji Ortho LC (RMGIC) as orthodontic adhesives. For shear bond strength test, thirty extracted human premolar teeth were divided into 3 groups (n=10) and bonded to stainless steel brackets. Shear bond strength was measured by a universal testing machine with a 1.0 mm/min crosshead speed. For the water sorption and solubility tests, six disc specimens were prepared for each group. Water sorption and solubility of the different adhesives were calculated by the weight of samples before and after immersion in artificial saliva and after desiccation. Data were analyzed by one-way ANOVA. The RU-HBM1 had significantly higher shear bond strength than Hy-bond Glasionomer CX but lower strength than Fuji Ortho LC ($p<0.05$). In addition, the RU-HBM1 had the lowest mean water sorption value and was the only orthodontic adhesive that had a positive mean solubility value. In conclusion, RU-HBM1 provided adequate shear bond strength for clinical orthodontic purposes and showed a lower water sorption parameter than commercial glass ionomer cements.

Keywords: Glass Ionomer Cement, Resin-modified Glass Ionomer Cement, Orthodontic Bracket, Shear Bond Strength, Water Sorption, Solubility

Received Date: Oct 18,2016

Accepted Date: Mar 8, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.28

Correspondence to:

Pintu-on Chantarawatit. Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Rd, Patumwan, Bangkok, 10330 Thailand Tel: 02-218-8946 Fax: 02-218-8953 Email: pintuon@gmail.com

Introduction

Direct bonding of orthodontic brackets with resin composite has been commonly used in contemporary orthodontics ever since the acid etch technique was introduced by Buonocore in 1955.¹ This technique improves esthetics, greatly reduces chairside time, and decreases gingival irritation from band placement. However, direct bonding with resin composite has some undesirable consequences such as a risk of decalcification of the enamel surface around orthodontic brackets, localized enamel cracks during debonding and scratching or enamel abrasion from excessive adhesive removal.²

Glass ionomer cement (GIC) has been developed as an alternative adhesive in direct orthodontic bracket bonding. GIC has many advantages such as biocompatibility, chemical bonding to enamel and dentin and resistance to erosion.^{3,4} The major benefit of GIC is fluoride release and uptake.^{5,6} Nevertheless, the bond strength of GIC is lower than resin cement. As a result, the failure rate of bracket bonding to teeth is higher.⁷⁻⁹

Resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) has a higher adhesive strength than GIC owing to the addition of polymerized resins such as 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), while its fluoride-releasing ability is maintained.¹⁰ Interestingly, RMGIC can be successfully used to bond orthodontic brackets because of its relatively high bond strength.¹¹⁻¹⁶ Bishara *et al.*¹⁷ reported that, with etched enamel and wet conditions, the shear bond strength of RMGIC was comparable with that of traditional light-cured resin composite. Moreover, during bracket debonding, RMGIC can be easily removed from the enamel surface without damaging the tooth structure.^{18,19}

Nowadays, commercial RMGICs used in Thailand are imported. To reduce the cost of dental treatment, A Research Unit-Herbal Medicine, Biomaterial and Material 1 (RU-HBM1), a RMGIC prototype has been developed. A previous study reported that RU-HBM1 has an adequate working time, depth of curing and flexural strength as

well as a biocompatibility with pulp cells.²⁰ However, shear bond strength, water sorption and solubility of this cement have not been investigated yet. Therefore, the purpose of this study was to examine shear bond strength, water sorption and solubility of RU-HBM1 *in vitro*. The null hypothesis is that there are no difference in shear bond strength, water sorption and solubility between RU-HBM1 and the other adhesives.

Materials and Methods

All study protocols were approved by the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU 2016-005).

Shear bond strength test

Tooth sample preparation

Thirty upper first premolar teeth extracted from healthy young orthodontic patients were collected, cleaned of debris and then stored in 0.1 % (weight/volume) thymol solution to inhibit bacterial growth.^{21,22} Teeth with caries, enamel defects and restorations were excluded.

Brackets (Maestro bracket, Ortho Organizers, Carlsbad, California, USA) were bonded to each tooth at the middle third of the buccal surface using double-sided adhesive tape. In order to have the buccal surface of the tooth parallel to the applied force during the shear bond strength test, a guiding index was made by attaching two brackets to the opposite rims of a PVC pipe (21 mm in diameter and 5 mm in length) and inserting guiding wire (0.017" x 0.025" rectangular stainless steel wire) into slots of the guiding brackets (Fig. 1A). A prepared crown was ligated to the guiding wire at the center with an elastomeric o-ring. Then, a crown attached to the guiding index was placed on a PVC pipe (21 mm in diameter and 25 mm in length), containing self-cured acrylic (Fig. 1B). The

palatal half of the tooth was embedded in self-cured acrylic at the settled position. When the acrylic was set, the position of the bracket was marked on the enamel surface. Afterwards, the bracket and double-sided

adhesive tape were removed. The embedded teeth were cleaned with a rubber cup using fluoride-free pumice for 10 s and rinsed with water.

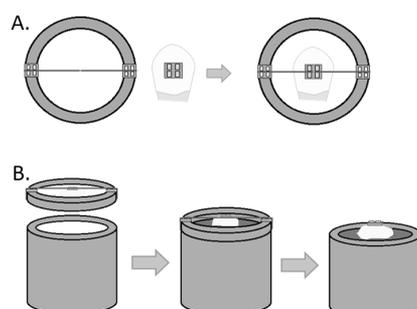


Figure 1 Sample preparation. (A) A prepared crown was ligated to the guiding index with an elastomeric o-ring at the center of the guiding wire, (B) A prepared crown attached to the guiding index was placed on a PVC pipe which contained self-cured acrylic. The palatal half of the tooth was embedded in self-cured acrylic at the settled position.

The samples were randomly divided into 3 groups as follows:

Group 1: GI CX, Hy-bond Glasionomer CX, Shofu, Japan (powder/liquid ratio of 2:1 w/w, 40 s mixing time) (n=10)

Group 2: Fuji Ortho LC, GC, Japan (3:1 w/w, 30 s mixing time) (n=10)

Group 3: RU-HBM1, Research Unit of Herbal Medicine, Biomaterial and Material for Dental Treatment, Chulalongkorn University, Thailand (1:1 w/w, 30 s mixing time) (n=10)

The powder and liquid components of Hy-bond Glasionomer CX, Fuji Ortho LC and RU-HBM1 are shown in Table 1.

Table 1 Powder and liquid components of materials

Material	Composition	
	Powder	Liquid
Hy-bond Glasionomer CX	Fluoroaluminosilicate glass, HY agent, Pigments	Acrylic acid-tricarboxylic acid co-polymer solution, Tartaric acid
Fuji Ortho LC	Alumino-silicate glass	Polyacrylic acid (20-22 %) 2-Hydroxyethyl methacrylate (35-40 %) 2,2,4,Trimethyl hexamethylene dicarbonate (5-7 %) Triethyleneglycol dimethacrylate (4-6 %)
RU-HBM1	Fluoroaluminosilicate glass	Polyacrylic acid (29 %) 2-Hydroxyethyl methacrylate (33 %) Triethyleneglycol dimethacrylate (7 %) Photoinitiator

Acid conditioning of enamel surface was required before the bonding procedure. The buccal surface of the teeth was conditioned with 37 % phosphoric acid for 30 s, rinsed with water for 10 s and air-dried. The adhesive was applied to the bracket base and the brackets were placed at the settled position. The excessive adhesive was removed with an amalgam carver without any disturbance to bracket position.

All brackets were bonded to the teeth by the same operator. Group 1 was chemically cured. Groups 2 and 3 were polymerized by a LED light curing unit (Elipar S10, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) with a power density of 1200 mW/cm² for 40 s (10 s for each side of the bracket: mesial, distal, occlusal, gingival).

Shear bond strength measurement

After the bonding procedure, all samples were kept in distilled water at 37°C for 24 h. Exception for group 1 which would be waited for 10 min after cementation (according to manufacturer's instruction). The shear bond strength test was performed using a universal testing machine (EZTest EZ-S Series, Shimadzu, Japan) with a cross-head speed of 1.0 mm/min. The shear force was recorded in newton (N). The shear bond strength (MPa) was then calculated as the ratio of shear force to bracket base area (14.42 mm²).

Water sorption and solubility test

Sample preparation

In accordance with ISO 4049 standardization²³, six disc-shaped specimens were prepared for each group

using a stainless steel mold with 15.0±0.1 mm diameter and 1.0±0.1 mm thickness. Glass slides were put on the top and bottom of the mold.

The samples of each group were prepared using the same powder and liquid proportion as in the shear bond strength test. The GI CX group was cured chemically and left for 10 min following the manufacturer's instruction. To ensure the complete polymerization in the Fuji Ortho LC and RU-HBM1 groups, the cement was light-cured on both sides with overlapping sections. After curing, the samples were removed from the mold. The peripheries of all samples were polished by 1000-grit abrasive paper to remove irregularities. The diameter of the finished samples was at least 14.8 mm.

Water sorption and solubility measurement

The samples were stored in desiccators at 37±1°C. After 22 h, the samples were transferred to another desiccator at 23±1°C for 2 h. Each specimen was weighed using a digital balance (40SM-200A, Precisa, Zurich, Switzerland). This cycle was repeated until the weight loss between consecutive cycles was not more than 0.1 mg, at which point the mass was recorded as m_1 . After the final drying cycle, the circular surface of each specimen was separated into 4 quarters by 2 perpendicular lines (Fig. 2). The mean thickness of each sample was the average of the thickness at the center of the specimen and at 4 points on the circumference. The mean diameter was the average of the length of 2 perpendicular lines. The volume of each specimen (v) was then calculated.

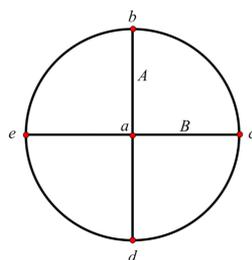


Figure 2 Points and lines for measurement of mean diameter and mean thickness of the specimens. The surface of the discs was divided into 4 equal quarters by line A and B. The mean diameter was the average length of line A and B. The mean thickness was the average thickness of the disc at point a, b, c, d and e.

The specimens were stored separately in 10 ml artificial saliva and maintained at 37 ± 1 °C for 7 days. After removal of the samples, their surfaces were patted dry until they were free from visible moisture, waved in air for 15 s, and weighed 1 min after removal from artificial saliva. This mass was recorded as m_2 .

Finally, the specimens were reconditioned to a constant mass in the desiccators following the aforementioned protocol, until a constant weight (m_3) was achieved.

Water sorption and solubility were calculated according to the Oysaed and Ruyter formulas²⁴.

$$\text{Sorption (A)} = \frac{m_2 - m_3}{v}$$

$$\text{Solubility (S)} = \frac{m_1 - m_3}{v}$$

Statistical Analysis

The data were collected and expressed in mean \pm standard deviation (SD). Shear bond strength, water sorption and solubility were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). Depending on the homogeneity of variance, multiple comparisons of shear bond strength and solubility were evaluated by Tamhane's T2 test, while those of water sorption were calculated by Scheffé multiple comparison. A p -value less than 0.05 was considered to be statistically significant.

Statistical Analysis

Shear bond strength test

Fuji Ortho LC had the highest shear bond strength, followed by RU-HBM1. GI CX had the lowest mean shear bond strength (Fig. 3). There were significant differences among the tested groups ($p < 0.001$).

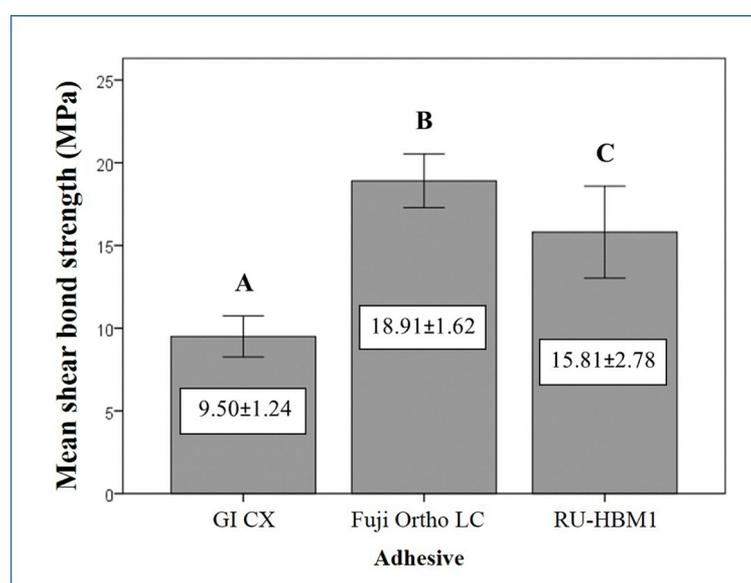


Figure 3 Average shear bond strength of GI CX, Fuji Ortho LC and RU-HBM1 (n=10).

Bars labeled with different letters indicate a significant difference between the groups

Water sorption and solubility test

Mean water sorption values are presented in Fig. 4. RU-HBM1 had the lowest water sorption, followed

by GI CX and Fuji Ortho LC. One-way ANOVA showed significant differences among the tested groups ($p < 0.001$).

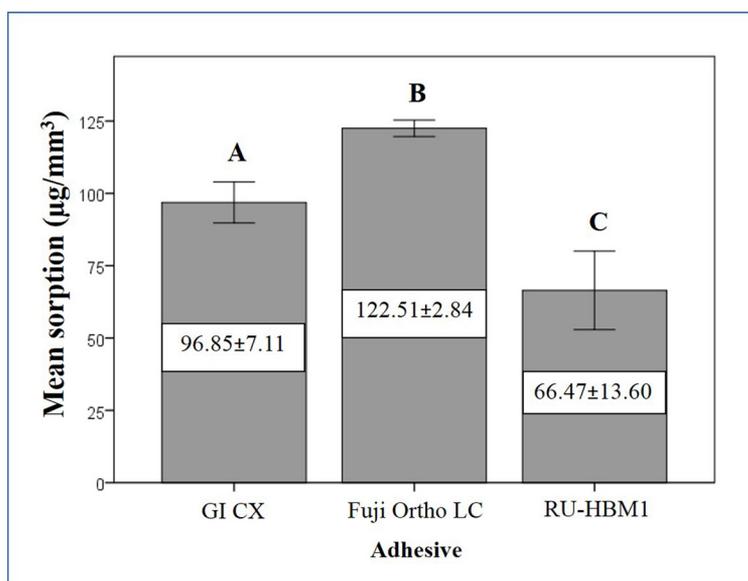


Figure 4 Average water sorption of GI CX, Fuji Ortho LC and RU-HBM1 (n=6). Bars labeled with different letters indicate a significant difference between the groups.

For solubility, RU-HBM1 was the only adhesive that had a positive mean solubility value, while GI CX and Fuji Ortho LC had a negative mean solubility value (Fig. 5). One-way ANOVA showed that solubility was significantly different among the tested groups ($p < 0.001$).

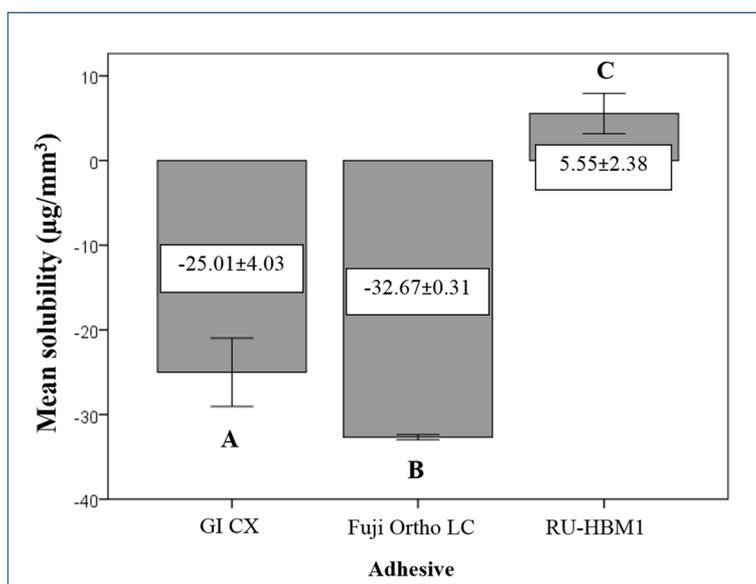


Figure 5 Average solubility of GI CX, Fuji Ortho LC and RU-HBM1 (n=6). Bars labeled with different letters indicate a significant difference between groups.

Discussion

Resin composite is the most common material for direct bonding of orthodontic brackets.^{25,26} Due to the disadvantages of resin composite such as enamel loss or fracture during debonding and high risk of white spot lesions around the brackets.^{27,28} RMGIC has been proposed as an alternative bonding material. Due to its enamel-friendly characteristics and its biological as well as chemical properties, RMGIC seems to be a potential orthodontic bonding material.^{29,30}

In this study, the experimental enamel surface was etched with 37 % phosphoric acid in dry conditions ahead of RMGIC cementation. There are many techniques to improve the shear bond strength of RMGIC. Conditioning the enamel with an appropriate acid is one of the favorite approaches. Many research groups reported that conditioning enamel with acid etching prior to bonding with RMGIC results in higher bond strengths.^{17,31-36} Using 37 % phosphoric acid as etching agent provides more shear bond strength than 10 % or 20 % polyacrylic acid.^{34,37} Unlike that of resin cement, the bond strength of RMGIC is not significantly affected by moisture.^{31,32} Moreover, the bond strength of Fuji Ortho LC on etched enamel was significantly higher when the enamel was dry than when contaminated with water.³⁸

GIC materials are known to be highly sensitive to moisture. The freshly set cement is susceptible to lose and take up water across its surface. As a result, micro-cracks in the cement can be found in both dry and moist conditions.^{39,40} However, micro-cracks caused by setting in dry condition can be closed after rehydration.⁴¹ In this study, the brackets were bonded to dry enamel surfaces according to the manufacturer's instruction. The micro-crack closure could occur because the samples were kept in distilled water at 37°C for 24 h after bonding the bracket to the tooth surface.

One of the limitations of this study is that we couldn't use the same duration of mixing time in all 3

materials. The mixing time of Hy-bond Glasionomer CX was longer than the others because it was more difficult to blend its powder and liquid into homogenous mixture. However, the mixing time of each material was followed its manufacturer's instruction. Continued mixing of the material accelerates the setting reaction. Working time and initial setting time can be decreased considerably by longer mixing time. Moreover, increasing mixing time was able to improve mechanical properties such as compressive strength and modulus of elasticity.⁴²

Particle size has considerable effects on the microstructure of GICs and their mechanical properties such as wear resistance, surface hardness and compressive strength. An increased proportion of smaller particles, resulting in a larger surface area, corresponded to higher strength.^{43,44} When macrogranular glass particles of GIC were replaced by nanogranular glass particles, the compressive strength and Young's modulus increased. However, the relative water uptake was not significantly different.⁴⁵ The effect of altering mixing time and powder particle size on shear bond strength, sorption and solubility would be interested for further study.

In this study, Hy-bond Glasionomer CX and Fuji Ortho LC were used to represent commercial conventional GIC and RMGIC, respectively. The null hypothesis was rejected. Our data revealed that there were significant differences in shear bond strength among the three experimental groups. The mean shear bond strength of the RU-HBM1 and Fuji Ortho LC still met the minimum requirements of shear bond strength for clinical orthodontic treatment, i.e. 5.9 to 7.8 MPa.⁴⁶ In addition, we observed that the bond failure type of the RU-HBM1 was mostly a bracket-adhesive interface failure, while failures for GI CX and Fuji Ortho LC mostly occurred at the enamel-adhesive interface. This data suggests that the RU-HBM1 has a stronger bond between the enamel and adhesive rather than the other groups. The possibility of enamel

fracture during debonding could be lower with the RU-HBM1, resulting in a more intact, sound enamel surface. However, considerable chair time is needed to remove the residual adhesive with increasing possibility of damaging the enamel surface during the cleaning process.⁴⁷ Anyway, enamel abrasion can be prevented by carefully polishing technique with less abrasive burs. In contrast, enamel fracture caused by debonding procedure with the failure at the enamel-adhesive interface is unpredictable and difficult to prevent. Therefore, the RU-HBM1 is a promising direct orthodontic bonding material

Water sorption and solubility are critical parameters for evaluation of orthodontic bonding cements. Water uptake could cause deterioration of filler-resin matrix bonding and degradation, resulting in worse structural and mechanical properties.^{48,49} The water sorption characteristic of RMGIC depends on both composition and degree of polymerization. However, a major effect on the water sorption of RMGIC is from the resin compositions.^{49,51} Hydrophilic constituents such as HEMA or resin molecules that contain hydrophilic moieties clearly increased water sorption values.^{50,52}

From our data, the RU-HBM1 had a lower mean water sorption than GI CX and Fuji Ortho LC. In the progression of the acid-base reaction, both GIC and RMGIC take up water as an integral part of their structures. A possible explanation is that the acid-base reaction of the RU-HBM1 completed more rapidly than that of the two other groups. As a result, GI CX and Fuji Ortho LC continuously take up water into their structures over a longer period than the RU-HBM1. Moreover, comparing between Fuji Ortho LC and RU-HBM1, RU-HBM1 has lower hydrophilic components as shown in Table 1. As a result, it took up water less than Fuji Ortho LC.⁵⁰ A high water sorption value of Fuji Ortho LC has been previously reported.⁵³

In this study, the RU-HBM1 was the only adhesive that showed positive mean solubility values, while the others displayed a negative mean solubility. A negative water solubility of GI CX and Fuji Ortho LC has been

previously reported.^{53,54} This may be because the acid-base reaction of GI CX and Fuji Ortho LC was prolonged and water molecules were continuously bonded into their structures. Therefore, the materials gained weight and expanded.⁵⁰ In contrast, a possible explanation of the positive solubility value for RU-HBM1 is that it had a more rapid acid-base reaction and polymerization than the other two materials. The weight loss from m_1 to m_3 may be because water molecules did not bond to the structure after the acid-base reaction ended. Therefore, the water was only trapped in the space of the matrix, filler or matrix-filler interface. Then, the water was vaporized out of the sample after drying in the desiccator. Moreover, the dissolution of unpolymerized monomers and fillers into the artificial saliva may be another reason of weight loss.^{48,55}

In this study, the RU-HBM1 was prepared in a powder-liquid form. Accordingly, it had to be mixed before bonding. The mixing process of RMGIC makes this bonding technique more inconvenient compared with resin composite. For future studies, a ready to use RU-HBM1 in paste form should be developed for more clinical convenience in direct orthodontic bonding. Moreover, the ability of this RU-HBM1 to act as a fluoride reservoir would be interesting for further investigation.

Conclusion

In conclusion, under the conditions of this *in vitro* study, the RU-HBM1 had adequate shear bond strength for use as an orthodontic bonding material. Moreover, its water absorption was lower than that of commercial GIC, while its solubility was higher.

Acknowledgements

We would like to express our appreciation to Ortho organizers Inc. for providing the brackets for this study. Thanks to Associate Professor Dr. Pailboon Techalertpaisarn and Mr. Ruben Pauwels for their valuable

suggestions. This work was supported by Thai Government Research Fund and National Research University Project and Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (Lecturer Funding).

References

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
2. Zachrisson BU, Skogan O, Hoymyhr S. Enamel cracks in debonded, debanded, and orthodontically untreated teeth. *Am J Orthod* 1980;77:307-19.
3. Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J* 1977;142:41-7.
4. Sasanaluckit P, Albustany KR, Doherty PJ, Williams DF. Biocompatibility of glass ionomer cements. *Biomaterials* 1993;14:906-16.
5. Benelli EM, Serra MC, Rodrigues AL, Cury JA. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Res* 1993;27:280-4.
6. Dhondt CL, De Maeyer EA, Verbeeck RM. Fluoride release from glass ionomer activated with fluoride solutions. *J Dent Res* 2001;80:1402-6.
7. Cook PA. Direct bonding with glass ionomer cement. *J Clin Orthod* 1990;24:509-11.
8. Fajen VB, Duncanson MG, Nanda RS, Currier GF, Angolkar PV. An *in vitro* evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:316-22.
9. Rezk-Lega F, Ogaard B, Arends J. An *in vivo* study on the merits of two glass ionomers for the cementation of orthodontic bands. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:162-7.
10. Forsten L. Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and uptake. *Acta Odontol Scand* 1995;53:222-5.
11. Komori A, Ishikawa H. Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an orthodontic bonding agent. *Angle Orthod* 1997;67:189-95.
12. Itoh T, Matsuo N, Fukushima T, Inoue Y, Oniki Y, Matsumoto M, *et al.* Effect of contamination and etching on enamel bond strength of new light-cured glass ionomer cements. *Angle Orthod* 1999;69:450-6.
13. Chitnis D, Dunn WJ, Gonzales DA. Comparison of *in-vitro* bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:330.e11-6.
14. Caglaroglu M, Sukurica Y, Gurel HG, Keklik H. A comparison of shear bond strengths of six orthodontic cements. *J Orthod Res* 2014;2:17-20.
15. Reicheneder CA, Gedrange T, Lange A, Baumert U, Proff P. Shear and tensile bond strength comparison of various contemporary orthodontic adhesive systems: an *in-vitro* study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:422-3.
16. Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:36-42.
17. Bishara SE, Olsen ME, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:80-7.
18. Norevall LI, Marcusson A, Persson M. A clinical evaluation of a glass ionomer cement as an orthodontic bonding adhesive compared with an acrylic resin. *Eur J Orthod* 1996;18:373-84.
19. Ostman-Andersson E, Marcusson A, Horstedt P. Comparative SEM studies of the enamel surface appearance following the use of glass ionomer cement and a diacrylate resin for bracket bonding. *Swed Dent J* 1993;17:139-46.
20. Thunyakitpisal P, Jiemsirilars S, Saravari O, Kashima D, Thunyakitpisal N, Srisuwan P, *et al.* Working Time, Depth of Cure, Flexural Strength, and Cytotoxicity of an Experimental Resin Modified Glass Ionomer Cement Prototype. *J Dent Assoc Thai* 2015;65:189-98.
21. Falcone PM, Mastromatteo M, Del Nobile MA, Corbo

- MR, Sinigaglia M. Evaluating *in vitro* antimicrobial activity of thymol toward hygiene-indicating and pathogenic bacteria. *J Food Prot* 2007;70:425-31.
22. Du E, Gan L, Li Z, Wang W, Liu D, Guo Y. *In vitro* antibacterial activity of thymol and carvacrol and their effects on broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. *J Anim Sci Biotechnol* 2015;6:58.
23. International Organization for Standardization. ISO 4049 Dentistry - Polymer-based restorative materials. Geneva: ISO; 2009.
24. Oysaed H, Ruyter IE. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res* 1986;20:261-71.
25. Keizer S, ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod* 1976;69:318-27.
26. Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 1994;16:27-34.
27. Meeran NA. Iatrogenic possibilities of orthodontic treatment and modalities of prevention. *J Orthod Sci* 2013;2:73-86.
28. Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:68-73.
29. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Appl Chem Biotechn* 1971;21:313.
30. Silverman E, Cohen M, Demke RS, Silverman M. A new light-cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:231-6.
31. Chung C-H, Cuozzo PT, Mante FK. Shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer cement: An *in vitro* comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:52-4.
32. Coups-Smith KS, Rossouw PE, Titley KC. Glass ionomer cements as luting agents for orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2003;73:436-44.
33. Meehan MP, Foley TF, Mamandras AH. A comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:125-32.
34. Glasspoole EA, Erickson RL, Davidson CL. Effect of surface treatments on the bond strength of glass ionomers to enamel. *Dent Mater* 2002;18:454-62.
35. Pithon MM, Dos Santos RL, de Oliveira MV, Ruellas AC, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod* 2006;76:700-4.
36. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Romeo A, de la Higuera B, Garcia-Godoy F. Bond strength of orthodontic brackets using different light and self-curing cements. *Angle Orthod* 2003;73:56-63.
37. Bishara SE, Vonwald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:288-94.
38. Vicente A, Toledano M, Bravo LA, Romeo A, de la Higuera B, Osorio R. Effect of water contamination on the shear bond strength of five orthodontic adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15:e820-6.
39. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials* 2010;3:76.
40. Wilson AD, McLean JW. Glass ionomer cement. Chicago: Quintessence; 1988. p. 274.
41. Sidhu SK, Pilecki P, Sherriff M, Watson TF. Crack closure on rehydration of glass-ionomer materials. *Eur J Oral Sci* 2004;112:465-9.
42. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. *Dent Mater* 2005;21:704-8.
43. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of ytterbium fluoride and barium sulphate nanoparticles on the reactivity and strength of a glass-ionomer cement. *Dent Mater* 2006;22:746-51.
44. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of particle size distribution on an experimental glass-ionomer cement. *Dent Mater* 2005;21:505-10.
45. De Caluwe T, Vercruyse CW, Fraeyman S, Verbeeck RM. The influence of particle size and fluorine content

of aluminosilicate glass on the glass ionomer cement properties. *Dent Mater* 2014;30:1029-38.

46. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1979;2:171-3.

47. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. A new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. *Angle Orthod* 2007;77:337-41.

48. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil* 1994;21:441-52.

49. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent* 2003;31:43-50.

50. Kanchanasita W, Anstice HM, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. *Biomaterials* 1997;18:343-9.

51. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, *et al.* Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006;22:973-80.

52. Burrow MF, Inokoshi S, Tagami J. Water sorption of several bonding resins. *Am J Dent* 1999;12:295-8.

53. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Romeo A, de la Higuera B. Sorption and solubility testing of orthodontic bonding cements in different solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;76B:251-6.

54. Keyf F, Tuna SH, ŞEN M, Safrany A. Water sorption and solubility of different luting and restorative dental cements. *Turk J Med Sci* 2007;37:47-55.

55. Mohsen NM, Craig RG. Hydrolytic stability of silanated zirconia-silica-urethane dimethacrylate composites. *J Oral Rehabil* 1995;22:213-20.

ผลของสารลดภาวะเสียวฟันที่มีส่วนผสมของกลูตารัลดีไฮด์และไฮดรอกซีเอซิลเมธาครีลเอทต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน

Effect of A Desensitizing Agent Containing Glutaraldehyde and HEMA on Microtensile Bond Strengths of Resin Composite to Dentin

ยศวดี มานะภักดี¹ และ ชัยศรี ธัญพิทยากุล¹

Yossawadee Manapakdee¹ and Chaiyasri Thunpithayakul¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลของสารลดภาวะเสียวฟันที่มีส่วนผสมของกลูตารัลดีไฮด์และไฮดรอกซีเอซิลเมธาครีลเอท (สารกลูมา) ต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันด้วยสารยึดติดระบบต่าง ๆ ทั้งภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมง และภายหลังการจำลองการใช้งานด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยใช้ฟันกรามแท้ของมนุษย์ จำนวน 96 ซี่ นำมาตัด และขัดให้เรียบจนเผยเนื้อฟันด้านแก้มลึกจากผิวฟัน 1.5 มิลลิเมตร สุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ใช้และใช้สารกลูมาก่อนการบูรณะฟัน สุ่มแบ่งฟันในแต่ละกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ก่อนการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต (Premise, Kerr, USA) ร่วมกับสารยึดติด ดังนี้ 1. Optibond® FL (Kerr, USA) หรือ OF 2. Clearfil™ SE Bond (Kuraray, Japan) หรือ CS 3. Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, USA) หรือ SU นำฟันตัวอย่างมาตัดเป็นชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมมีขนาด 1×1×8 มม.³ แบ่งชิ้นงานเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกนำไปทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคหลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมง และอีกกลุ่มนำไปผ่านการจำลองการใช้งานด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่าง 5 และ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 5,000 รอบ ก่อนการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค โดยใช้เครื่องทดสอบ สากลที่ความเร็วทดสอบ 1 มม.ต่อนาที นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางและเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกัยที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ ผลการศึกษาพบว่าค่ากำลังแรงยึดภายหลังการใช้สารกลูมามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสารยึดติดทุกระบบ โดยภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มที่ไม่ใช้สารกลูมามีค่าแรงยึดดังนี้ OF=63.47±6.96 เมกะปาสคาล CS=64.84±7.85 เมกะปาสคาล และ SU=53.72±5.80 เมกะปาสคาล กลุ่มที่ใช้สารกลูมามีค่าแรงยึดดังนี้ OF=58.95±6.86 เมกะปาสคาล CS=47.26±5.48 เมกะปาสคาล และ SU=48.04±4.61 เมกะปาสคาล เมื่อผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พบว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สารกลูมามีค่าแรงยึดดังนี้ OF=53.94±6.62 เมกะปาสคาล CS=48.76±6.99 เมกะปาสคาล และ SU=43.96±5.66 เมกะปาสคาล กลุ่มที่ใช้สารกลูมามีค่าแรงยึดดังนี้ OF=51.98±6.75 เมกะปาสคาล CS=40.27±4.83 เมกะปาสคาล และ SU=42.66±5.41 เมกะปาสคาล สรุปว่าการใช้สารกลูมาทำให้ค่ากำลังแรงยึดของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมีค่าลดลง

คำสำคัญ: สารลดภาวะเสียวฟัน, กลูตารัลดีไฮด์, กำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

Abstract

The aims of this study were to evaluate and compare the effects of a desensitizing agent containing glutaraldehyde and HEMA (Gluma[®] Desensitizer, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) on microtensile bond strengths of resin composite to dentin before and after thermocycling. The buccal surfaces of ninety-six human molar crowns were ground flat, exposing dentin. The teeth were then randomly divided into two groups: no used and used of Gluma[®] Desensitizer. Each group was randomly divided into three groups before core build-up with resin composite (Premise, Kerr, Orange, CA, USA) corresponding to adhesive system: 1. Optibond[®] FL (Kerr, USA) 2. Clearfil[™] SE Bond (Kuraray, Japan) 3. Scotchbond[™] Universal Adhesive (3M ESPE, ST Paul, USA). The samples were sectioned into four specimens with 1x1x8 mm³. For each adhesive, half of the specimens were subjected to microtensile bond strength testing at a crosshead speed of 1 mm/min after 24-h water storage. The other half was subjected to thermocycling x 5,000 prior to testing. The data were analyzed using two-way ANOVA and Tukey's multiple comparison tests with significance $p < 0.05$. Microtensile bond strength was statistically significantly decreased after the application of Gluma[®] Desensitizer in all adhesive systems and after thermocycling. In 24-h water storage group and no used of Gluma[®] Desensitizer: OF=63.47±6.96 MPa, CS=64.84±7.85 MPa and SU=53.72±5.80 MPa. In 24-h water storage group and used of Gluma[®] Desensitizer: OF=58.95±6.86 MPa, CS=47.26±5.48 MPa and SU=48.04±4.61 MPa. In thermocycling group and no used of Gluma[®] Desensitizer: OF=53.94±6.62 MPa, CS=48.76±6.99 MPa and SU=43.96±5.66 MPa. In thermocycling group and used of Gluma[®] Desensitizer: OF=51.98±6.75 MPa, CS=40.27±4.83 MPa and SU=42.66±5.41 MPa. The use of Gluma[®] Desensitizer reduces bond strengths of resin composite to dentin.

Keywords: Desensitizing agent, Glutaraldehyde, Microtensile bond strength

Received Date: Nov 15, 2016

Accepted Date: Mar 7, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.29

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ยศวดี มานะภักดี ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 081-8564590 โทรสาร: 02-2188795 อีเมล: prang8_yos@hotmail.com

Correspondence to:

Yossawadee Manapakdee. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri-Dunant Road, Pathumwan Bangkok 10330 Thailand Tel: 081-8564590 Fax: 02-218-88795 Email: prang8_yos@hotmail.com

บทนำ

อาการเสียวฟันจากภาวะเนื้อฟันไวเกิน (dentin hypersensitivity) เป็นสภาวะความเจ็บปวดที่พบได้บ่อยประมาณร้อยละ 4-74 ของประชากร¹ มักพบได้บ่อยในผู้สูงอายุ² สาเหตุเกิดจากการเผยของเนื้อฟันร่วมกับการเปิดช่องของเนื้อฟัน ในปัจจุบันทฤษฎีการเกิดภาวะเสียวฟันจากเนื้อฟันไวเกินตามหลักทฤษฎีไฮโดรไดนามิก (hydrodynamic theory) โดย Branstom

A. ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย โดยเชื่อว่าการเคลื่อนที่ของน้ำอย่างรวดเร็วในช่องเนื้อฟันจะกระตุ้นปลายเส้นประสาทในเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันทำให้เกิดอาการเสียวฟัน³ โดยแนวทางการรักษาสภาวะดังกล่าวที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน คือ การลดการแพร่ของสารผ่านเนื้อฟันโดยทำให้เกิดการอุดตันของช่องเนื้อฟัน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของสารน้ำภายในช่องเนื้อฟัน ซึ่ง

สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตกตะกอนของแร่ธาตุ การตกตะกอนของโปรตีน การเคลือบด้วยสารเรซินและการอุดฟัน เป็นต้น⁴

ปัจจุบันสารลดภาวะเสียวฟันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยกลไกการอุดตันท่อเนื้อฟัน เช่น กลูตารัลดีไฮด์ (glutaraldehyde) เกลือสตรอนเทียม (strontium salts) ไบโอบลาส (bioglasses) เป็นต้น อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการคงอยู่ของสารลดภาวะเสียวฟันเหล่านี้ในการอุดตันท่อเนื้อฟันเป็นเพียงชั่วคราวซึ่งขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การละลายของสารลดภาวะเสียวฟันจากน้ำลายและสารน้ำในช่องปาก โดยเฉพาะกรณีที่การอุดตันอยู่เฉพาะส่วนผิวของท่อเนื้อฟัน ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการรักษาที่ยาวนานอาจจำเป็นต้องพิจารณาบูรณะปิดผิวเนื้อฟันนั้นด้วยวัสดุบูรณะ ซึ่งฟันที่เตรียมพื้นผิวด้วยสารลดภาวะเสียวฟันก่อนการบูรณะ อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังแรงยึดระหว่างผิวฟันกับวัสดุบูรณะ โดยในการวิจัยนี้จะให้ความสนใจกับสารลดภาวะเสียวฟันที่มีส่วนผสมของกลูตารัลดีไฮด์และไฮดรอกซีเอธิลเมทาครีเลท (hydroxyethyl methacrylate: HEMA) หรือกลูมา (Gluma® Desensitizer, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) เนื่องจากเป็นสารลดภาวะเสียวฟันที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดอาการเสียวฟัน⁵ ซึ่งพบว่ามีการศึกษาที่ยังขัดแย้งกันอยู่ถึงผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังแรงยึดระหว่างผิวฟันกับวัสดุบูรณะ การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าเมื่อฟันได้รับการเตรียมพื้นผิวด้วยสารลดภาวะเสียวฟันและทำการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันร่วมกับระบบสารยึดติดจะมีค่ากำลังแรงยึดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁶⁻¹¹ แต่บางการศึกษาพบว่าไม่มีผล¹²⁻¹⁴ หรือพบว่ามีความกำลังแรงยึดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁵⁻¹⁷ ซึ่งหากมีค่ากำลังแรงยึดลดลงอาจส่งผลกระทบต่อ การรั่วซึมตามขอบ การหลุดของวัสดุบูรณะ การเกิดฟันผุซ้ำ เป็นต้น¹⁸

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลของสารกลูมาต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันด้วยสารยึดติดระบบต่าง ๆ ทั้งภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมงและภายหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยมีสมมุติฐานการวิจัยคือ 1. ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน เมื่อใช้และไม่ใช้สารกลูมามีค่าไม่แตกต่างกัน 2. ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันเมื่อใช้สารกลูมา ทั้งภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมงและภายหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีค่าไม่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ HREC-DCU 2015-067 โดยใช้ฟันกรามแท้ของมนุษย์ (molars) จำนวน 96 ซี่ ที่ปราศจากรอยผุ รอยแตกร้าว และการบูรณะใด ๆ หลังจากทำการถอนฟันแล้วนำฟันมาทำความสะอาดและนำไปเก็บในสารละลายไทมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง ในเวลาไม่เกิน 1 เดือน เพื่อกำจัดเชื้อแล้วจึงนำไปเก็บในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาใช้ทดสอบในช่วงไม่เกิน 6 เดือนหลังจากถอนฟัน โดยนำฟันกรามมาส่งด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope: ML 9300 MEIJI, Japan) ที่กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อคัดเลือกฟันที่ปราศจากรอยผุ และรอยแตกร้าวก่อนนำมาเตรียมชิ้นงาน จากนั้นนำฟันแต่ละซี่มาฝังในอะคริลิกเรซินใสสำหรับทำฐานยึดฟัน เพื่อให้ง่ายต่อการเตรียมชิ้นงาน ทำการเตรียมชิ้นงานโดยตัดผิวฟันทางด้านใกล้แก้มให้ขนานกับแนวแกนตามยาวของฟันตามแนวใกล้กลาง-ไกลกลางให้มีความลึก 1.5 มิลลิเมตร จนถึงส่วนของเนื้อฟัน โดยใช้ใบมีดคัทเพอร์ร่วมกับเครื่องตัดความเร็วต่ำ (Low speed cutting machine: IsoMet® 1000, Buchler, USA) ภายใต้การหล่อด้วยน้ำ จากนั้นทำให้ผิวเนื้อฟันเรียบโดยการขัดเนื้อฟันบริเวณด้านหน้าตัด ด้วยกระดาษทรายน้ำความละเอียด 600 กริทด้วยเครื่องขัด (Polishing machine: NANO 2000, Pace Technologies, USA) โดยขัดผ่านน้ำด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที จึงนำฟันทั้งหมดไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจสอบว่าบริเวณพื้นผิวเป็นส่วนของเนื้อฟันทั้งหมด รวมถึงไม่พบรอยร้าวหรือรอยแตกหักและบริเวณที่มีการทะลุโพรงประสาทฟัน จากนั้นจำลองภาวะเสียวฟันโดยกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันด้วยกรดพอลิอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 10 (GC Corporation, Tokyo, Japan) เป็นเวลา 20 วินาที ล้างน้ำ 20 วินาที และเป่าลมเบา ๆ 5 วินาที จากนั้น ทำการสุ่มแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม

ใช้ชิ้นตัวอย่างที่ไม่ได้สัมผัสกับสารกลูมามายึดกับเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดติดดังนี้

1. Optibond® FL (Kerr, USA)
2. Clearfil™ SE Bond (Kuraray, Japan)
3. Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, ST Paul, USA)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง

ใช้ชิ้นตัวอย่างที่สัมผัสกับสารกลูมามายึดกับเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดติดทั้ง 3 ชนิด เช่นเดียว กับในกลุ่มควบคุม

ในการศึกษานี้ภายหลังการทาสารยึดติดบนชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นตามวิธีการในแต่ละกลุ่มแล้ว ใช้ เรซินคอมโพสิตยี่ห้อ Premise (Kerr, Orange, CA, USA) สีเอ 3 (A3) ในการบูรณะร่วมกับท่อพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ความสูง 4 มิลลิเมตร วางบนผิวเนื้อฟันก่อนการบูรณะให้ได้เรซิน คอมโพสิตหนา 4 มิลลิเมตร โดยบูรณะเป็นชั้น ๆ ละ 2 มิลลิเมตร และฉายแสงในแต่ละชั้นเป็นเวลา 20 วินาที โดยจะใช้แผ่นพลาสติกใส วางแนบกับผิววัสดุบูรณะในชั้นสุดท้ายก่อน แล้วจึงวางปลายกระบอกรักษาแสงให้ชิดกับแผ่นพลาสติกใสก่อนการฉายแสงเพื่อให้ได้ระยะการฉายแสงที่คงที่ในทุกชิ้นงาน โดยใช้ เครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดีที่มีความเข้มไม่ต่ำกว่า 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm²) ซึ่งได้รับ การประเมินโดยเครื่องวัดความเข้มแสงของ

เครื่องฉายแสง (Radiometer: Kerr, USA) ก่อนฉายแสงในฟันแต่ละซี่

จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึง แบ่งชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มแรกนำไปทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค ทันทีและอีกกลุ่มนำไปผ่านกระบวนการแช่น้ำร้อนสลับเย็นด้วยเครื่องแช่สลับน้ำร้อนน้ำเย็น (Thermo Cycling Unit: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย) จำนวน 5,000 รอบ ระหว่าง อุณหภูมิ 5 และ 55 องศาเซลเซียส โดยกำหนดระยะเวลาที่แช่ในแต่ละรอบเป็นเวลา 30 วินาที และใช้ระยะ เวลาเคลื่อนย้ายระหว่างอุณหภูมิเป็นเวลา 10 วินาที

โดยได้แสดงชนิดและองค์ประกอบของวัสดุและวิธีการใช้งานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตดังใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุและวิธีการใช้งานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

Table 1 The compositions, application steps and manufacturers of the materials used in this study.

Material	Composition	Application
Gluma® Desensitizer (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)	Glutaraldehyde, hydroxyethylmethacrylate (HEMA), pyrogenic silica, water, dye	1. Apply on dried dentin and leave for 30 to 60 sec. 2. Apply air until the fluid film has disappeared. 3. Rinse with water.
Optibond® FL (Kerr, Orange, CA, USA)	1. Etchant: 37.5 % phosphoric acid 2. Primer: HEMA, GPDM, MMEP, ethanol, water, initiators 3. Bonding agent: Bis-GMA, HEMA, GPDM, barium-aluminum borosilicate glass, disodium hexafluorosilicate, fumed silica (48 % filler)	1. Etch dentin with 37.5 % phosphoric acid for 15 sec, rinse thoroughly for 15 sec, and air dry for 3 sec, do not desiccate. 2. Apply primer with light brushing motion for 15 sec, air dry for 5 sec. 3. Apply adhesive with light brushing motion for 15 sec, air thin for 3 sec. 4. Light cure for 20 sec.

ตารางที่ 1 ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุและวิธีการใช้งานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (ต่อ)

Table 1 The compositions, application steps and manufacturers of the materials used in this study.

Material	Composition	Application
Clearfil™ SE Bond (Kuraray, Tokyo, Japan)	1. Self-etching primer: HEMA, hydrophilic dimethacrylate, 10-MDP, toluidine, camphorquinone, water 2. Adhesive: Silanated silica, bis-GMA, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, 10-MDP, toluidine, camphorquinone	1. Apply primer to tooth surface and leave in place for 20 sec, dry with air stream to evaporate the volatile ingredients. 2. Apply adhesive and create a uniform film using a gentle air stream. 3. Light cure for 10 sec.
Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, ST Paul, USA)	Adhesive: MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane	1. Scrub adhesive for 20 sec on dentin . 2. Gently air thin for 5 sec. 3. Light cure for 10 sec.
Premise (Kerr, Orange, CA, USA)	Bis-EMA, TEGDMA, Prepolymerized filler, barium glass, silica nanoparticles (0.02-0.4 µm); filled 84 % by weight	Light cure for 20 sec.

GPDM = glycerol phosphate dimethacrylate

10-MDP = 10-methacryloyloxi-decyl-dihydrogen-phosphate

Bis-GMA = bis-phenol-A-bis-(2-hydroxy-3-methacryloxypropyl)ether

MMEP = mono-2-methacryloxyethyl phthalate

Bis-EMA = ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate

TEGDMA = triethylene glycol dimethacrylate

การทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

เตรียมชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการทดสอบให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมมีขนาดพื้นที่หน้าตัดกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 1 มิลลิเมตร และสูง 8 มิลลิเมตร โดยใช้ใบมีดคากเพชรร่วมกับเครื่องตัดความเร็วต่ำ (Low speed cutting machine: IsoMet® 1000, Buchler, USA) ตัดฟันตัวอย่างในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวที่ทำการยึดติดภายใต้การหล่อด้วยน้ำ ในฟันตัวอย่างแต่ละซี่จะสามารถตัดเป็นชิ้นงานตัวอย่างไม่เกิน 6 ชิ้น และเลือกใช้ชิ้นงานตัวอย่างเพียง 4 ชิ้น ที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางฟันตัวอย่างแต่ละซี่ จากนั้นวัดความกว้างและความยาวของหน้าตัดบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟัน และเรซินคอมโพสิต แล้วคำนวณให้มีพื้นที่หน้าตัด ประมาณ 1 ตารางมิลลิเมตร โดยใช้เครื่องวัดขนาดแบบดิจิตอล (Digital Vernier Caliper, Mitutoyo, Japan) ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตรและ

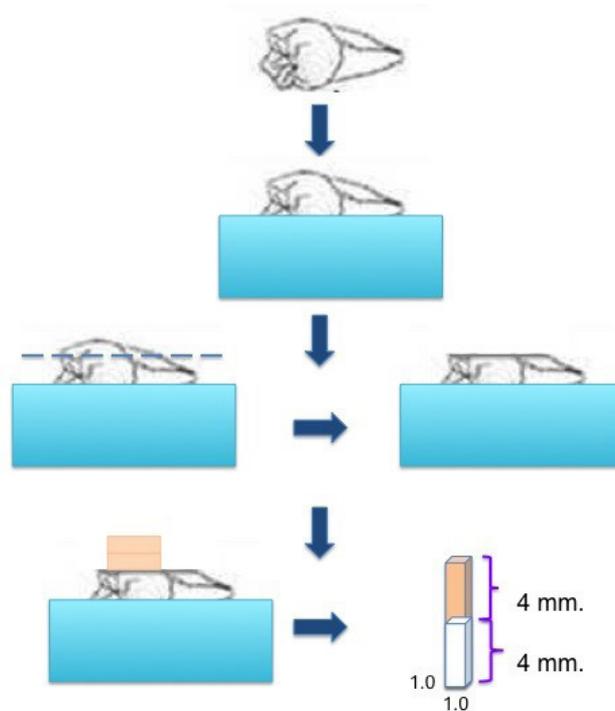
ชิ้นงานที่มีรอยแตกร้าวหรือมีการหลุดออกจากกันของส่วนเนื้อฟัน และส่วนเรซินคอมโพสิตก่อนการทดสอบจะถูกคัดออกจากการศึกษา

จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างมายึดกับเครื่องทดสอบแรงแบบเอนกประสงค์ (Universal testing machine: EZ-S, Shimadzu, Japan) ด้วยกาวยึดไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate glue: Model Repair II Blue, Dentsply, Japan) ทำการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค โดยใช้โหลดเซลล์ (load cell) ขนาด 500 นิวตัน ที่ความเร็วทดสอบ 1 มิลลิเมตร/นาที บันทึกค่าแรงยึดแบบดึงขณะชิ้นงานแตกหักใน หน่วยนิวตัน คำนวณค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของแต่ละชิ้นงานตัวอย่างโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (เมกะปาสคาล)} = \frac{\text{ค่าแรงยึดแบบดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของบริเวณที่ทำการยึดติด (ตารางมิลลิเมตร)}}$$

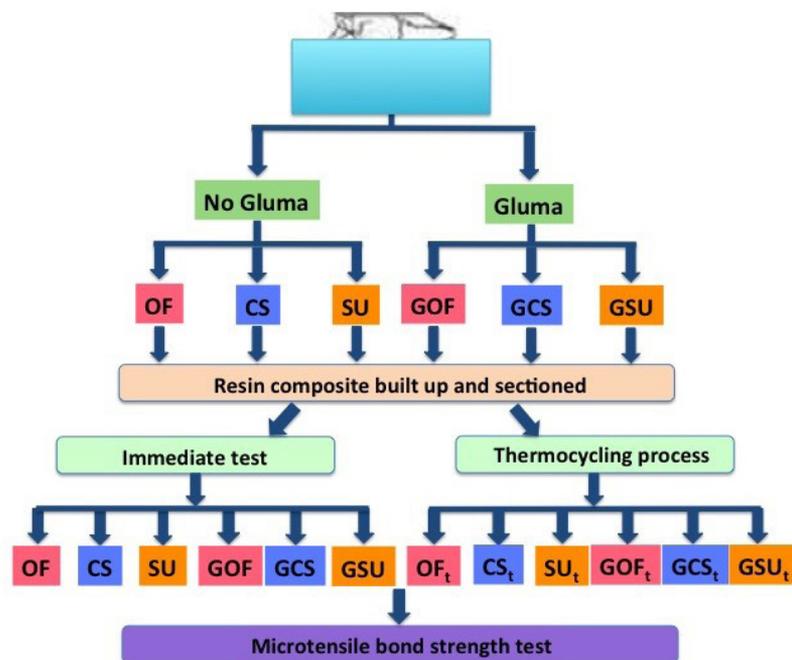
ชิ้นงานตัวอย่างทุกชิ้นจะถูกทำให้ขึ้นตลอดขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานและการทำการทดสอบ และทุกขั้นตอนในการศึกษานี้กระทำโดยบุคคลเดียว เพื่อป้องกันการเกิดความผันแปร

ระหว่างผู้ทำการทดสอบ โดยได้แสดงการเตรียมชิ้นงานและการแบ่งกลุ่มชิ้นงานในการทดลองตามรูปภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 1 การเตรียมชิ้นงานในการทดลอง

Figure 1 Specimen preparation in the experiment



รูปที่ 2 การแบ่งกลุ่มชิ้นงานในการทดลอง (OF คือ Optibond® FL, CS คือ Clearfil™ SE Bond, SU คือ Scotchbond™ Universal Adhesive, G คือ กลุ่มที่มีการทาสารกลูมา)

Figure 2 Experimental design (OF: Optibond® FL, CS: Clearfil™ SE Bond, SU: Scotchbond™ Universal Adhesive, G: Gluma® Desensitizer)

การประเมินความล้มเหลวของการยึดติด

นำชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดมาตรวจดูความล้มเหลวบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและวัสดุบูรณะด้วยกล้องจุลทรรศน์ สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope: ML 9300 MEIJI, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า โดยทำการจำแนกความล้มเหลวที่เกิดขึ้นเป็น 4 ประเภท¹⁹ ดังต่อไปนี้

- ความล้มเหลวของสารยึดติด (adhesive failure) คือ การแตกหักที่รอยต่อระหว่างเนื้อฟัน กับชั้นของสารยึดติดมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่การยึดติด
- ความล้มเหลวในชั้นเนื้อฟัน (cohesive failure in dentin) คือ การแตกหักในชั้นเนื้อฟันมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่การยึดติด
- ความล้มเหลวในชั้นเรซินคอมโพสิต (cohesive failure in resin composite) คือการแตกหัก ในชั้นของเรซินคอมโพสิตมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่การยึดติด
- ความล้มเหลวแบบผสม (mixed failure) คือ การแตกหักในลักษณะผสม โดยแต่ละส่วน มีมากกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่การยึดติด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS statistics version 22) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนด ค่าันยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดย

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของค่ากำลังแรงยึด แบบดิงระดับจุลภาค

ของชิ้นงานในแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

2. ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov test
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากำลังแรงยึดแบบดิงระดับจุลภาคของชิ้นงานในระบบสารยึดติดระบบต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารลดภาวะเสียวฟัน และระหว่างกลุ่มที่ผ่านและไม่ได้ผ่านการจำลอง การใช้งานด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยใช้สถิติ Two-way analysis of variance (ANOVA) และ Tukey's Post Hoc Test

ผล

จากการตรวจสอบการกระจายข้อมูลด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov test พบว่าข้อมูลมี การกระจายตัวแบบปกติในทุกกลุ่ม และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วย two-way analysis of variance (ANOVA) พบว่าการใช้สารกลูมาซินิดของสารยึดติดที่แตกต่างกัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลกระทบต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดิงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดแบบดิงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิต ต่อเนื้อฟันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดแบบดิงระดับจุลภาค

Table 2 Mean and Sd of microtensile bond strength.

Adhesive system	Microtensile bond strength Mean \pm Sd (MPa)			
	No Gluma		Gluma	
	Immediate	Thermocycling	Immediate	Thermocycling
OF	63.4743 \pm 6.9609 ^{A1}	53.9466 \pm 6.6257 ^{B2}	58.9520 \pm 6.8618 ^{E3}	51.9874 \pm 6.7578 ^{B2}
CS	64.8417 \pm 7.8522 ^{A1}	48.7680 \pm 6.9978 ^{C4}	47.2623 \pm 5.4860 ^{C4}	40.2798 \pm 4.8392 ^{D5}
SU	53.7276 \pm 5.8063 ^{B2}	43.9620 \pm 5.6660 ^{D5}	48.0438 \pm 4.6147 ^{C4}	42.6694 \pm 5.4193 ^{D5}

ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่ากำลังแรงยึดของระบบสารยึดติดต่างระบบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวเลขที่ต่างกัน แสดงค่ากำลังแรงยึดของระบบสารยึดติดระบบเดียวกันที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างภายหลังการยึดติดทันทีและภายหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและระหว่างการใช้และไม่ใช้สารกลูมา

โดยพบว่ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน เมื่อใช้สารกาวมีค่าน้อยกว่าเมื่อไม่ใช้สารกาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน เมื่อบูรณะโดยใช้สารยึดติดที่แตกต่างกันภายหลังการใช้สารกาว พบว่าการบูรณะโดยใช้สารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ 3 ชั้นตอน (Optibond® FL) ให้ค่ามากที่สุด และการบูรณะโดยใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ชั้นตอน (Clearfil™ SE Bond) ให้ค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟัน ในสภาวะที่ต่างกันภายหลังการใช้สารกาว พบว่ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคภายหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลจากการประเมินความล้มเหลวที่เกิดขึ้นหลังจากการทดสอบค่ากำลังแรงยึดด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ไมโครสโคป แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความล้มเหลวบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและวัสดุบูรณะด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ไมโครสโคป

Table 3 Failure modes of debonded specimens.

Adhesive system	Gluma	Time	Mode of failure (amount / percent)			
			Adhesive failure	Cohesive failure in dentin	Cohesive failure in composite	Mixed failure
OF	NG	I	9 / 30	-	4 / 13.33	17 / 56.67
		T	7 / 23.33	-	4 / 13.33	19 / 63.33
	G	I	9 / 30	-	5 / 16.67	16 / 53.33
		T	11 / 36.67	-	4 / 13.33	15 / 50
CS	NG	I	12 / 40	-	5 / 16.67	13 / 43.33
		T	14 / 46.67	-	3 / 10	13 / 43.44
	G	I	14 / 46.67	-	2 / 6.67	14 / 46.67
		T	13 / 43.33	-	2 / 6.67	15 / 50
SU	NG	I	13 / 43.33	-	3 / 10	14 / 46.67
		T	12 / 40	-	3 / 10	15 / 50
	G	I	12 / 40	-	2 / 6.67	16 / 53.33
		T	15 / 50	-	3 / 10	12 / 40

บทวิจารณ์

กาวเป็นสารลดภาวะเสียวฟันที่ประกอบด้วยกลูตารัลดีไฮด์ (glutaraldehyde) ในปริมาณร้อยละ 5 และไฮดรอกซีเมทาครีเลท (hydroxyethyl methacrylate: HEMA) ร้อยละ 35 โดย Schüpbach และคณะในปี 1997 ทำการศึกษาโดยใช้กาว

ทาที่เนื้อฟันก่อนถอนฟันออกมาตรวจสอบ พบว่ามีส่วนของสารเหล่านี้อยู่ในช่องของท่อเนื้อฟันที่เปิดอยู่²⁰ จากนั้นมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า กลูตารัลดีไฮด์ในกาวเกิดปฏิกิริยากับพลาสมาโปรตีน (plasma proteins) เช่น อัลบูมิน (albumin)

ทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนจนเกิดการอุดตันในท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้การทำปฏิกิริยาระหว่างกลูตารัลดีไฮด์และอัลบูมิน ยังส่งเสริมให้เกิดการพอลิเมอไรเซชันของไฮดรอกซีเอธิลเมธาครีเลท ทำให้เกิดการอุดตันของท่อเนื้อฟันในอีกทางหนึ่ง²¹ รวมทั้งพบว่ากลูตารัลดีไฮด์เป็นสารที่สามารถต้านทานต่อจุลชีพได้ (antimicrobial agent) และเป็นสารเชื่อมโยง (cross-linkage agent) ที่ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดการทำลายโครงข่ายคอลลาเจนด้วยเอนไซม์คอลลาจีเนส (collagenases) ได้²² โดยกลไกการเกิดขึ้นกับปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มอัลดีไฮด์ (aldehyde group) ของกลูตารัลดีไฮด์และกลุ่มอะมิโน (amino group) ของไลซีน (lysine) และไฮดรอกซีไลซีน (hydroxylysine) ที่เหลืออยู่ในคอลลาเจน ซึ่งทำให้เพิ่มความต้านทานต่อการเกิดการเสื่อมสลายของคอลลาเจนด้วยเอนไซม์ นอกจากนี้กลูตารัลดีไฮด์ยังช่วยลดการเกิดการเสื่อมสลายของการยึดติดระหว่างเรซินกับเนื้อฟันได้ด้วย²³

การศึกษานี้ปฏิเสศสมมติฐานการวิจัยทั้งหมด โดยพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันเมื่อใช้สารกลูมาที่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่ากำลังแรงยึดเมื่อใช้สารกลูมาก่อนการบ่มเนื้อฟันภายหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ผ่านมาพบว่า การใช้กลูมาทาเนื้อฟันก่อนการบ่มเนื้อฟันด้วยเรซินคอมโพสิตมีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน (shear bond strength) ของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบกับสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 3 ชั้นตอน (Optibond® FL, Kerr, Orange, CA, USA) และระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ชั้นตอน (Xeno III, Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้กลูมา⁶ ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการศึกษาที่พบว่าการใช้กลูมาทาเนื้อฟันก่อนการบ่มเนื้อฟันด้วยเรซินคอมโพสิต มีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนระดับจุลภาค (microshear bond strength) ของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 2 ชั้นตอน (Solobond M, Voco, Cuxhaven, Germany และ XP Bond, Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) และระบบโททอลเอทซ์ 3 ชั้นตอน (Solobond Plus, Voco, Cuxhaven, Germany และ ProBond, Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้กลูมาและพบว่าเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดในระบบโททอล

เอทซ์ 2 ชั้นตอน ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนระดับจุลภาคน้อยกว่าเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 3 ชั้นตอน¹⁰ สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าการใช้กลูมาทาเนื้อฟันก่อนการบ่มเนื้อฟันด้วยเรซินคอมโพสิต มีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (microtensile bond strength) ของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าการใช้กลูมาทาเนื้อฟันก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ (Panavia F cement, Kuraray, Tokyo, Japan) ร่วมกับสารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ชั้นตอน (ED primer, Kuraray, Tokyo, Japan) ทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้กลูมา¹¹

การมีค่ากำลังแรงยึดที่ลดลงอาจเป็นเพราะเกิดการอุดตันของท่อเนื้อฟันโดยการเกิดการตกตะกอนบนผิวเนื้อฟันจากปฏิกิริยาระหว่างกลูตารัลดีไฮด์ในกลูมาและพลาสมาโปรตีนในเนื้อฟัน การตกตะกอนนี้ทำให้เกิดการขัดขวางการแทรกซึมของสารยึดติดและการเกิดไฮบริดเซชัน (hybridization) ของเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralized dentin) ได้ นอกจากนี้การตกตะกอนนี้ยังทำให้เกิดการเสื่อมสลายของการยึดติดได้แม้ในบริเวณที่รับแรงน้อย¹⁰

แต่มีความขัดแย้งกับอีกหลายการศึกษาที่พบว่าการใช้กลูมาเตรียมผิวฟันก่อนการบ่มเนื้อฟันด้วยเรซินคอมโพสิตในฟันที่มีการสึกกร่อนและฟันปกติ พบว่าสามารถช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันได้เมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 2 ชั้นตอน (Single bond 2, 3M ESPE, ST Paul, USA) โดยการศึกษาไม่ได้มีการล้างน้ำหลังจากทาสารกลูมาแล้ว อาจทำให้มีกลูตารัลดีไฮด์ที่มากเกินไปช่วยในการยึดกับเส้นใยคอลลาเจนที่เปิดเผยให้เกิดการยึดติด และส่งเสริมความแข็งแรงของพันธะกับโครงสร้างข้างใต้ และมีไฮดรอกซีเอธิลเมธาครีเลทช่วยให้เรซิน มอนอเมอร์สามารถแทรกซึมเข้าสู่เส้นใยคอลลาเจน และช่วยยึดส่วนขอบน้ำและไม่ขอบน้ำเข้าด้วยกัน¹⁶ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการใช้กลูมาในการเตรียมผิวฟันก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ มีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของเรซินซีเมนต์ต่อเนื้อฟันมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์ชนิดยึดติดด้วยตนเอง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้กลูมาในการเตรียมผิวฟัน¹⁵ ซึ่งอาจเกิดจากการมีไฮดรอกซีเอธิลเมธาครีเลทซึ่งเป็นหนึ่งในส่วนประกอบของกลูมาที่มีคุณสมบัติการละลายน้ำ (water solubility) ช่วยส่ง

เสริมให้เกิดการแทรกซึมของกลูตาไรลไฮดรอกซีไปเนื้อฟันได้มากยิ่งขึ้น²⁰ ทำให้ได้ค่าการยึดติดของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีการศึกษาพบว่าการใช้กลูมาทาบบนฟันที่ได้รับการเตรียมผิวฟันด้วย Er-YAG laser สามารถเพิ่มค่ากำลังแรงยึดกับเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันได้ เมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน (Clearfil™ SE Bond, Kuraray, Tokyo, Japan) โดยกลุ่มที่มีการล้างสารกลูมาด้วยน้ำ เพื่อกำจัดสารกลูมาส่วนเกินได้ค่าการยึดติดที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้มีการล้างน้ำก่อนการยึดติดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารกลูมามากเกินไปอาจมีผลเสียต่อค่าการยึดติดได้¹⁷

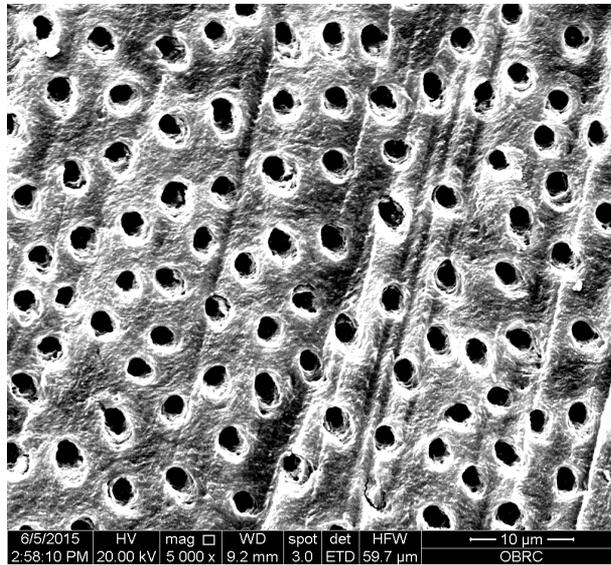
อย่างไรก็ตาม การที่ผลการศึกษาที่ได้มีความหลากหลาย อาจเนื่องมาจากมีความแตกต่างกันในเรื่องชนิดของสารยึดติด ขั้นตอนการใช้งานสารยึดติดและวัสดุบูรณะ การทดสอบค่ากำลังแรงยึดที่ใช้ วิธีทดสอบแตกต่างกัน ชนิด ตำแหน่งและการเตรียมผิวเนื้อฟันที่จะบูรณะก่อนการทดลองของการศึกษา ทั้งหมดนี้ ซึ่งการใช้สารละลายเสียวฟันอาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของเนื้อฟันและมีผลต่อกระบวนการยึดติดได้ ในการศึกษาที่มีการใช้กลูมาเพื่อช่วยลดการซึมผ่านได้ของเนื้อฟันโดยการตกตะกอนของพลาสมาโปรตีนทำให้เกิดการอุดตันในเนื้อฟัน

จากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการใช้สารกลูมา สารยึดติดที่มีค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าระบบอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มที่ทำการศึกษาภายหลังการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (ทดสอบทันที) และกลุ่มที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 3 ขั้นตอน (Optibond® FL) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ถือเป็นมาตรฐานทองคำของระบบสารยึดติดทั้งหมด เป็นสารยึดติดที่ใช้กันมานานมีผลการทดสอบทั้งทางห้องปฏิบัติการและทางคลินิก^{24,25} รวมทั้งการยึดติดของสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ขึ้นกับการสร้างชั้นไฮบริด (hybrid layer) กับไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) ที่เหลืออยู่ คอลลาเจนที่เปิดเผย (exposed collagen) และการแทรกซึมได้ของเรซินหลังจากใช้กรดกัดเรซินมอนอเมอร์จะแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างของคอลลาเจนที่เป็นรูพรุน ก่อนที่จะถูกปกคลุมด้วยผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite crystal)¹⁶ นอกจากนี้สารยึดติดระบบ โททอลเอทซ์ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ เป็นสารยึดติดที่มีการเติมวัสดุอุดแทรกในปริมาณสูงและชั้นของสารยึดติดมีความหนา (40–50

ไมครอน) จึงช่วยอุดซบแรงเค้นที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะและฟันได้²⁶

ส่วนการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน คือ Clearfil™ SE Bond (mild 2-step self-etching primer adhesive system) ภายหลังการใช้สารกลูมาในการศึกษานี้ ให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นระบบที่จะทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเนื้อฟัน และเกิดการแทรกซึมของเรซินมอนอเมอร์เข้าไปในเนื้อฟันโดยเกิดขึ้นพร้อมกัน ซึ่งค่าความเป็นกรดของไพรเมอร์ (pH>2) ในสารยึดติดระบบนี้ จะมีค่าน้อยกว่ากรดฟอสฟอริกที่ใช้ในระบบโททอลเอทซ์ (pH<1) และความหนาของชั้นไฮบริดที่เกิดขึ้น ค่อนข้างเล็กมาก (0.5 ไมครอน)¹⁷ ทำให้ได้ค่าการยึดติดน้อยกว่าสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ 3 ขั้นตอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน (Scotchbond™ Universal Adhesive) มีค่าต่ำกว่าสารยึดติดในระบบโททอลเอทซ์ 3 ขั้นตอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าใกล้เคียงกับระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน (Clearfil™ SE Bond) ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างในการเกิดการอุดตันในเนื้อฟันและความสามารถในการเกิดการกรองระดับโมเลกุล (molecular sieving) ของเนื้อฟันหลังจากการใช้งานสารยึดติดที่แตกต่างกัน²⁷ รวมทั้งการใช้สารกลูมาก่อนการยึดติดทำให้เกิดการอุดตันของเนื้อฟันมากขึ้น ทำให้เมื่อใช้สารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์ที่ต้องการปรับเปลี่ยนชั้นสเมียร์และแร่ธาตุในเนื้อฟันให้สามารถรองรับการแทรกซึมของสารเรซินโมโนเมอร์นั้นมีการแทรกซึมได้ยากขึ้น ทำให้ได้ค่าการยึดติดที่น้อยลง

โดยทั่วไปมีการใช้สารที่ใช้จำลองภาวะเสียวฟันโดยกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดเนื้อฟันอยู่หลาย ชนิด เช่น EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) และกรดต่าง ๆ เช่น กรดซิตริก (citric acid) กรดพอลิอะคริลิก (polyacrylic acid) และกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เป็นต้นในการศึกษานี้ ทำการจำลองภาวะเสียวฟันด้วยกรดพอลิอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 10²⁸ เนื่องจากภายหลังการทดสอบด้วยสารต่าง ๆ แล้วนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเนื้อฟันที่ได้รับ การเตรียมผิวด้วยกรดพอลิอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 10 ทำให้เกิดการกำจัดชั้นสเมียร์ออกเป็นการเปิดเนื้อฟันออกทั้งหมด ดังรูปภาพที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในระดับจุลภาคบริเวณเนื้อฟันภายหลังการจำลองภาวะเสียวฟันโดย กำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันด้วยกรดพอลิอะครีลิกความเข้มข้นร้อยละ 10 เมื่อประเมินด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

Figure 3 SEM image (x 5,000) of the dentine surface after using 10% polyacrylic acid to removed smear layer and exposed dentinal tubule.

ในการศึกษานี้ใช้การทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค เนื่องจากการทดสอบนี้มีข้อดีหลายประการคือสามารถเตรียมชิ้นงานตัวอย่างได้หลายชิ้นงานต่อฟันหนึ่งซี่ ทำให้สามารถหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในฟันแต่ละซี่ได้²⁹ การเกิดความล้มเหลวในบริเวณรอยต่อเป็นแบบความล้มเหลวของสาร ยึดติด (adhesive failure) มากกว่าความล้มเหลวในชั้นเนื้อฟันหรือเรซินคอมโพสิต (cohesive failure)³⁰ อย่างที่พบในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตามการมีความล้มเหลวของสารยึดติดอาจไม่ได้แสดงถึงการมีความสามารถในการยึดติดที่ดีเสมอไป ดังนั้นผู้วิจัยบางท่านจึงแนะนำการใช้วิธีนี้^{31,32} ในการทดสอบผลของสารลดภาวะเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันที่เกิดภาวะเนื้อฟันไวเกิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทดสอบหาค่าการยึดติดในพื้นที่ผิวที่ไม่เรียบและมีพื้นที่เล็กมากได้ และเนื่องจากชิ้นงานตัวอย่างที่เตรียมได้มีขนาดเล็กจึงส่งผลให้ค่ากำลังยึดติดที่ได้มีค่าสูงขึ้น^{29,30} รวมทั้งสามารถนำชิ้นงานดังกล่าวไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั้งแบบส่องกราดและแบบส่องผ่านได้ แต่มีข้อด้อยคือขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน มีความยุ่งยากซับซ้อนต้องใช้ความชำนาญและการฝึกฝนของผู้เตรียมชิ้นงาน ชิ้นงานตัวอย่างมีโอกาสเกิดการสูญเสียน้ำสูงเนื่องจากมีขนาดเล็ก และข้อด้อยประการสำคัญคือค่ากำลังแรงยึดที่ได้มีความหลากหลาย โดยพบว่าเมื่อทำการทดสอบในสภาวะที่ต่างกันค่ากำลังแรงยึดที่ได้ก็จะแตกต่างกันไปด้วย ทำให้ไม่สามารถนำค่ากำลังแรงยึดจากการศึกษามาเปรียบเทียบกัน

ได้^{29,33} ซึ่งการศึกษานี้ไม่พบการเกิดความล้มเหลวก่อนการทดสอบทั้งในกลุ่มที่ทดสอบภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมงและกลุ่มที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ นอกจากนี้ค่ากำลังแรงยึดที่ได้มีค่าสูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมาด้วย

การศึกษาค่าการยึดติดของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันภายหลังการใช้สารลดเสียวฟันที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาค่ากำลังแรงยึดทันทีหลังการบูรณะไม่มีการผ่านกระบวนการใช้งาน ซึ่งแตกต่างกับการใช้งานจริงในช่องปากที่วัสดุบูรณะต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แรงบดเคี้ยว ค่าความเป็นกรดต่าง เป็นต้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดความล้มเหลวของวัสดุบูรณะได้ การศึกษานี้จึงเลือกการจำลองการใช้งานในช่องปากโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยการแช่น้ำร้อนสลับเย็น เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของการศึกษาค่ากำลังแรงยึดในห้องปฏิบัติการ ตามที่องค์การมาตรฐานสากล (International Standardization and Organization-ISO) ได้แนะนำมาตรฐานสำหรับการทดสอบโดยแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 5 และ 55 องศาเซลเซียส จำนวนอย่างน้อย 500 รอบ (ISO/TS 11405: 2003(E)) แต่ก็มีการศึกษาพบว่าการใช้จำนวนรอบในการแช่ชิ้นงาน 500 รอบ ตามที่ไอเอสโอกำหนดไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึด แต่หากเพิ่มจำนวนรอบในการแช่ชิ้นงานให้มากขึ้น (มากกว่า 10,000 รอบ) จะทำให้ค่ากำลังแรงยึดลดลง³⁴ โดยจำนวนรอบที่ใช้ทดสอบนั้นยังไม่มีมีการคำนวณ หรือแปลผล

เป็นระยะเวลาจริงอย่างชัดเจน แต่มีการประเมินอย่างหยาบไว้ว่า 10,000 รอบนั้น เทียบเท่ากับการใช้งานจริงในช่องปากเป็นระยะเวลา 1 ปี³⁵ ดังนั้นการแซ่ชิ้นงานจำนวน 500 รอบ อาจจะน้อยกว่าที่จะจำลองการใช้งานในระยะยาวได้ ผู้วิจัยจึงเพิ่มจำนวนรอบ เป็น 5,000 รอบ เทียบเท่ากับการใช้งานในช่องปากประมาณ 6 เดือน ซึ่งจากผลการศึกษานี้ก็พบว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ ทำให้ค่ากำลังแรงยึดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตำแหน่งของฟันและความหนาของเนื้อฟันที่เหลืออยู่ (remaining dentin thickness) อาจมีผลต่อค่าการยึดติด โดยเนื้อฟันส่วนตื้น (superficial dentin) คือบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและเคลือบฟัน (dentin-enamel junction) ที่มีเนื้อเยื่อท่อเนื้อฟัน (tubule lamina) ประมาณร้อยละ 1 ของฟันที่ผิวทั้งหมด ขณะที่เนื้อฟันที่อยู่บริเวณเข้าใกล้โพรงประสาทฟันมีเนื้อเยื่อท่อเนื้อฟันประมาณร้อยละ 22 เนื่องจากบริเวณนี้คือบริเวณที่มีปริมาณของเหลวจากท่อเนื้อฟันมาก ทำให้มีความแตกต่างกันของค่าการยึดติดระหว่างเนื้อฟันส่วนตื้นและเนื้อฟันส่วนลึก (deep dentin)³⁶ โดยเนื้อฟันส่วนตื้นจะให้ค่าการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตมากกว่าเนื้อฟันส่วนลึก การจัดการกับท่อเนื้อฟันจึงอาจมีผลต่อค่าการยึดติดของเนื้อฟันโดย Adebayo และคณะ รายงานว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของเนื้อฟันขึ้นกับระดับความลึกของเนื้อฟันที่ใช้ทำการศึกษา การจัดการกับท่อเนื้อฟันและการใช้งานสารยึดติด แต่ไม่ใช่ตำแหน่งของฟัน (occlusal หรือ cervical)³⁷ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Suttabunasuk และคณะ และ Phrukkanon และคณะ ที่รายงานว่าค่าการยึดติดไม่มีผลมาจากท่อเนื้อฟัน^{38,39} อย่างไรก็ตาม เพื่อลดปัญหานี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ชิ้นงานเพียง 4 ชิ้น บริเวณตรงกลางของฟันแต่ละซี่ ซึ่งมีความหนาของเนื้อฟันและลักษณะของท่อเนื้อฟันที่คล้ายคลึงกันในแต่ละชิ้นงาน

โดยข้อจำกัดของการศึกษานี้คือเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการใช้ฟันที่ถูกถอนแล้วมาศึกษา ซึ่งไม่มีการเลียนแบบการเกิดความดันของของเหลวในท่อเนื้อฟัน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นจริงในคลินิก ในช่องปากจริงเมื่อเนื้อฟันสัมผัสกับสภาวะในช่องปากจะเกิดการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันจากโพรงประสาทฟันถึงบริเวณผิวเนื้อฟันที่เปิดเผยจากการเกิดความดันของของเหลวในโพรงประสาทฟัน มีหลายการศึกษาพบว่า การเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันได้รับผลจากการแพร่เข้ามาของแอดฮีซีฟเรซิน (adhesive resin) เข้าสู่ท่อเนื้อฟัน^{40,41} ดังนั้นผลของการศึกษานี้จึงควรได้รับการยืนยันจากการศึกษาทางคลินิกต่อไป

บทสรุป

การศึกษานี้พบว่า การใช้สารก่อก่อนการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติดระบบต่าง ๆ ทำให้มีค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเรซินคอมโพสิตต่อเนื้อฟันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้สารก่อก่อนการบูรณะฟัน แล้วนำไปผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทำให้ค่ากำลังแรงยึดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการทดสอบภายหลังการยึดติดที่ 24 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในขั้นตอนการทดลองในห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณ อ.ดร.นัท กุลวานิช คณะแพทยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำทางด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J* 2006;51:212-18.
2. Dababneh RH, Khouri AT, Addy M. Dentine hypersensitivity — an enigma? a review of terminology, epidemiology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J* 1999;187:606-11.
3. Brännström M, Åström A. A Study on the Mechanism of Pain Elicited from the Dentin. *J Dent Res* 1964;43:619-25.
4. Gillam DG, Khan N, Mordan NJ, Barber PM. Scanning electron microscopy (SEM) investigation of selected desensitizing agents in the dentine disc model. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:198-204.
5. Porto ICCM, Andrade AKM, Montes MAJR. Diagnosis and treatment of dental hypersensitivity. *J Oral Sci* 2009;51:323-32.
6. Lehmann N, Degrange M. Effect of four dentin desensitizer on the shear bond strength of three bonding systems. *Eur Cell Mater* 2005;9:52-53.
7. Awang RAR, Masudi SM, Mohd Nor WZW. Effect of

- desensitizing agent on shear bond strength of an adhesive system. *Arch of Orofac Sci* 2007;2:32-35.
8. Akca T, Yazici AR, Celik C, Ozgunaltay G, Dayangac B. The effect of desensitizing treatments on the bond strength of resin composite to dentin mediated by a self-etching primer. *Oper Dent* 2007;32:451-6.
 9. Sevimay M, Ozyesil AG, Uludamar A. Microtensile bond strengths of composite to dentin treated with different desensitizers. *Cilt* 2009;18:154-60.
 10. Abdel-Hafez A, Abo El-Naga A, Barakat O. Effect of Gluma desensitizer on microshear bond strength of two different adhesive systems. *EDJ* 2010;56:1719-26.
 11. Huh JB, Kim JH, Chung MK, Lee HY, Choi YG, Shim JS. The effect of several dentin desensitizers on shear bond strength of adhesive resin luting cement using self-etching primer. *J Dent* 2008;36:1025-32.
 12. Sabatini C, Wu Z. Effect of Desensitizing Agents on the Bond Strength of Mild and Strong Self-etching Adhesives. *Oper Dent* 2015;40:1-10.
 13. Aranha AC, Siqueira Junior Ade S, Cavalcante LM, Pimenta LA, Marchi GM. Microtensile bond strengths of composite to dentin treated with desensitizer products. *J Adhes Dent* 2006;8:85-90.
 14. Walter R, Miguez PA, Swift Jr EJ, Pereira PN. Long-term bond strengths to dentin treated with different re-wetting solutions. *Am J Dent* 2008;21:143-47.
 15. Sailer I, Oendra AEH, Stawarczyk B, Hämmerle CH. The effects of desensitizing resin, resin sealing, and provisional cement on the bond strength of dentin luted with self-adhesive and conventional resin cements. *J Prosthet Dent* 2012;107:252-60.
 16. Ding M, Shin SW, Kim MS, Ryu JJ, Lee JY. The effect of a desensitizer and CO₂ laser irradiation on bond performance between eroded dentin and resin composite. *J Adv Prosthodont* 2014;6:165-70.
 17. Omae M, Inoue M, Itota T, Finger WJ, Inoue M, Tanaka K, et al. Effect of a desensitizing agent containing glutaraldehyde and HEMA on bond strength to Er:YAG laser-irradiated dentine. *J Dent* 2007;35:398-402.
 18. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008;24:90-101.
 19. Price RB, Doyle G, Murphy D. Effects of composite thickness on the shear bond strength to dentin. *J Can Dent Assoc* 2000;66:35-39.
 20. Schüpbach P, Lutz F, Finger WJ. Closing of dentinal tubules by Gluma desensitizer. *Eur J Oral Sci* 1997; 105:414-21.
 21. Qin C, Xu J, Zhang Y. Spectroscopic investigation of the function of aqueous 2-hydroxyethylmethacrylate: glutaraldehyde solution as a dentin desensitizer. *Eur J Oral Sci* 2006;114:354-59.
 22. Ma DH, Lai JY, Cheng HY, Tsai CC, Yeh LK. Carbodiimide cross-linked amniotic membranes for cultivation of limbal epithelial cells. *Biomaterials* 2010;31:6647-58.
 23. HW Sung, DM Huang, WH Chang, RN Huang, JC Hsu. Evaluation of gelatin hydrogel crosslinked with various crosslinking agents as bioadhesives In vitro study. *J Biomed Mater Res* 1999;46:520-30.
 24. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864-81.
 25. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig* 2012; 16:129-37.
 26. Can Say E, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Ogata M, et al. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. *J Dent* 2006;34:283-91.
 27. Abdel-Hafez A, Abo El-Naga A, Barakat O. Effect of Gluma desensitizer on microshear bond strength of two different adhesive systems. *Egypt Dent J* 2010;56:1719-26.
 28. Martin FL, Stephen FR, James LS. Disturbance of the dentinal smear layer by acidic hemostatic agents. *Fixed Pros Oper Dent* 1994;72:4-7.
 29. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares

- CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater* 2010;26:e50-62.
30. Raposo LH, Armstrong SR, Maia RR, Qian F, Geraldeli S, Soares CJ. Effect of specimen gripping device, geometry and fixation method on microtensile bond strength, failure mode and stress distribution: laboratory and finite element analyses. *Dent Mater* 2012;28:e50-62.
31. Pashley DH, Carvalho RM, Pereira JC, Vilanueva R, Tay FR. The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *Am J Dent* 2001;14:89-94.
32. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, *et al.* Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994;10:236-40.
33. Roeder L, Pereira PN, Yamamoto T, Ilie N, Armstrong S, Ferracane J. Spotlight on bond strength testing--unraveling the complexities. *Dent Mater* 2011;27:1197-203.
34. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:340-53; discussion 54.
35. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999; 27:89-99.
36. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* 2010;26:e24-37.
37. Asande Adebayo O, Francis Burrow M, John Tyas M. Bonding of one-step and two-step self-etching primer adhesives to dentin with different tubule orientations. *Acta Odontol Scand* 2009;66:159-68.
38. Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J Dent* 1999;27:265-74.
39. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper Dent* 2004;29:333-41.
40. Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of pulpal pressure on the microtensile bond strength of luting resin cements to human dentin. *Dent Mater* 2009;25:58-66.
41. Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater* 2008;24:1156-63.

ข้อพึงปฏิบัติและข้อควรระวังในการเคลื่อนฟันผู้ป่วยโรคปริทันต์

Important Factors that Need to Be Concerned During Tooth Movement in Periodontitis Patients

พรพุทธิ ภัทรวุฒิพร¹ ชิดชนก ลิธนะกุล² และ มุทิตา ว่องสุวรรณเลิศ³

Pornputthi Puttaravutti¹, Chidchanok Leethanakul² and Mutita Wongsuwanlert³

¹กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลบุรีรัมย์ อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

¹Department of Dentistry, Buriram Hospital, Mueang Buriram, Buriram

²ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

²Associate Professor, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla, Songkla

³ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

³Lecturer, Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla, Songkla

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ป่วยโรคปริทันต์มารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมีจำนวนมากขึ้น ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุจากการสบฟันที่ผิดปกติหรือจากความสวยงามก็ตาม ผู้ป่วยเหล่านี้จะมีภาวะการอักเสบของอวัยวะปริทันต์รวมทั้งการลดลงหรือหายไปของอวัยวะปริทันต์ ซึ่งทำให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต้องมีความระมัดระวังมากขึ้น ดังนั้นทันตแพทย์จัดฟันควรทราบถึงสาเหตุของความสัมพันธ์ของการสบฟันที่ผิดปกติและโรคปริทันต์ ข้อควรระวัง ข้อจำกัดของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน เป็นต้น บทความนี้จะให้ความสำคัญเรื่องการเตรียมอวัยวะปริทันต์ของผู้ป่วยโรคปริทันต์ก่อนการจัดฟัน และการดูแลรักษาอวัยวะปริทันต์ระหว่างและหลังการจัดฟัน ซึ่งกล่าวรวมถึงการทำความสะอาดปริทันต์โดยเฉพาะการทำคลองกรรมเหนียวนาให้เกิดกระดูก โดยแต่ละวิธีขึ้นกับความรุนแรงของโรคปริทันต์ นอกจากนี้ได้นำเสนอเพื่อให้ทันตแพทย์จัดฟัน ทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาปริทันต์ และทันตแพทย์ทั่วไป ตระหนักถึงความสำคัญของการทำการรักษาสหสาขาในผู้ป่วยโรคปริทันต์ อีกด้วย

คำสำคัญ: การชักนำให้เนื้อเยื่อคืนสภาพ, การรักษาสหสาขา, การรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน, โรคปริทันต์

Abstract

Nowadays, there are increasing number of periodontitis patients seeking orthodontic treatment due to problems of malocclusion or unesthetics. There have been some concerns giving orthodontic treatment in periodontitis patients than normal patient because of the inflammation and reduction of periodontium. Therefore, the orthodontists should know about background of disease, relationship of malocclusion and periodontitis and limitation of orthodontic treatment. This article focus on how to prepare and maintain healthy periodontium

before, during and after orthodontic treatment including periodontal surgery especially guided tissue regeneration. Moreover, this article introduces the interrelationship of multidisciplinary team such as orthodontist, periodontist and general dentist.

Keywords: Guided tissue regeneration, Multidisciplinary treatment; Orthodontic treatment; Periodontitis

Received Date: Dec 19, 2016

Accepted Date: Mar 14, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.30

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

มูทิตา ว่องสุวรรณเลิศ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112 โทรศัพท์ 074-429877
อีเมล: wongmuti@gmail.com

Correspondence to:

Mutita Wongsuwanlert Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand. 90112 Tel: 074- 429877 Email: wongmuti@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางอายุเป็นประชากรสูงวัย ทำให้ผู้ที่เข้ามารับการรักษาทางทันตกรรมมีแนวโน้มที่จะเป็นผู้ใหญ่และผู้สูงอายุมากขึ้น ซึ่งกลุ่มผู้ป่วยเหล่านี้มักมีการสูญเสียฟันไปในหลาย ๆ ตำแหน่ง รวมทั้งมักพบสภาวะการอักเสบของอวัยวะปริทันต์ด้วย งานทางด้านทันตกรรมจัดฟันก็มีกลุ่มผู้ป่วยเหล่านี้จำนวนมากขึ้นอย่างชัดเจน โดยอาจมาด้วยสาเหตุจากการสบฟันที่ผิดปกติหรือจากความสวยงาม ทำให้ทันตแพทย์จัดฟันควรทราบถึงสาเหตุของการสบฟันที่ผิดปกติและโรคปริทันต์ รวมทั้งข้อจำกัดและข้อควรระวังเมื่อให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์เพื่อผลการรักษาที่ดีที่สุด

ความสัมพันธ์ของการสบฟันที่ผิดปกติและโรคปริทันต์

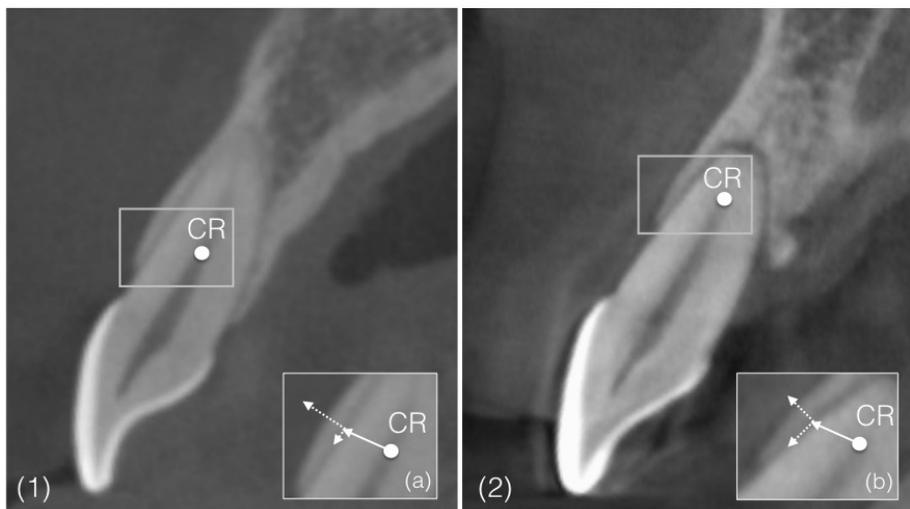
ปัจจุบันมีการศึกษาอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการสบฟันที่ผิดปกติและโรคปริทันต์ ซึ่งการสบฟันที่ผิดปกติไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคปริทันต์¹ แต่เป็นปัจจัยเสริมเนื่องมาจากลักษณะการสบฟันที่ผิดปกติบางอย่าง ที่ก่อให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อปริทันต์ เช่น การสบฟันลึก (deep bite) โดยพบว่าการสบฟันลึกทำให้เกิดการกระแทกระหว่างเหงือกและฟัน ไม่ว่าจะเป็นการสบกระแทกของฟันหน้าล่างไปยังเหงือกบริเวณด้านเพดานของฟันหน้าบน หรือการสบ

กระแทกของฟันบนไปยังเหงือกด้านริมฝีปากของฟันล่าง รวมทั้งการกระแทกระหว่างฟันจะส่งผลทำลายเนื้อเยื่อปริทันต์บริเวณนั้นได้² นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการทำลายอวัยวะปริทันต์จนทำให้เกิดโรคปริทันต์ เช่น ความสัมพันธ์ของฟันที่บิดหมุนและการละลายของกระดูก³ หรือความสัมพันธ์ของฟันที่ซ้อนเกกับร่องลึกปริทันต์⁴ เนื่องจากฟันที่ซ้อนเกทำความสะดวกได้ยากเป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ที่มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดโรคปริทันต์⁵ นอกจากนี้ยังพบว่าฟันที่ซ้อนเกทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเชื้อโรคจำพวกสไปโรคิต (spirochaetes) ไมโครด (motile rods) สปีชีส์ฟิวโซแบคทีเรียม (Fusobacterium species) สปีชีส์แคปโนไซโตฟากา (Capnocytophaga species) แคมไพโลแบคเตอร์แลคตัส (Campylobacter rectus) และ เปปโตสเตรปโตคอคคัสไมโครส (Peptostreptococcus micros)⁶ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ฟันที่ซ้อนเกนั้นไม่ได้มีผลแค่เพียงการยึดติดของคราบจุลินทรีย์ที่มากขึ้น แต่ยังมีผลเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ฟันร่วมด้วย แสดงให้เห็นว่าการสบฟันที่ผิดปกติที่ไม่ได้รับการรักษานั้นอาจเป็นปัจจัยส่งเสริมต่อการเกิดและดำเนินของโรคปริทันต์ให้รวดเร็วขึ้น⁷

โรคปริทันต์ยังเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการสบฟันผิดปกติได้จากการเคลื่อนของฟันเข้าสู่สิ่งแวดล้อมใหม่⁹ โดยการเคลื่อนของฟันมีความสัมพันธ์กับระดับกระดูกที่เปลี่ยนแปลงนั้น คือ การเปลี่ยนแปลงของระดับกระดูกจะทำให้ศูนย์กลางความต้านทาน (Center of resistance) อยู่บริเวณใกล้ไปทางปลายรากฟันมากขึ้น เพราะฉะนั้นแรงสบฟันปกติก็อาจก่อให้เกิดการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง (tipping) และการดันออกของฟันในลักษณะเคลื่อนออกจากกระดูกเบ้าฟัน (extrusion) ได้ (รูปที่ 1) ลักษณะการสบฟันผิดปกติที่พบได้มากในผู้ป่วยโรคปริทันต์ คือ ฟันหน้าสบลึก (deep bite) และการสบเหลื่อมแนวราบ (overjet) มาก ฟันหน้าบนห่างและฟันหน้าล่างซ้อนเก โดยบริเวณฟันหน้าบนมักพบการบานออกและอาจพบฟันหน้าบางซี่ที่ยื่นยาวออกมาจากซี่อื่นเนื่องจากสภาวะโรคปริทันต์เฉพาะตำแหน่งได้⁹ (รูปที่ 2) โดยมักพบบริเวณฟันตัดข้างเพราะฟันตัดข้างมีร่องที่ด้านเพดานปาก โดยอาจพบเป็นร่องลึกลงไปภายในฟันเรียกว่า ภาวะฟันใน

ฟัน (dens in dente) ซึ่งจะทำให้เกิดการอักเสบและการละลายของกระดูกได้¹⁰ และเมื่อสภาวะปริทันต์ทำให้ฟันหน้าบน เริ่มเคลื่อนไปก็อาจทำให้ริมฝีปากล่างมาอยู่หลังต่อฟันหน้าบนในระหว่างการกรีน การพูด และจะยังทำให้เกิดการสบฟันที่แย่งไปอีก ทั้งจากการสบฟันเหลื่อมแนวราบที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นแล้วการสบฟันแนวเหลื่อมที่เพิ่มขึ้นนั้นยังเป็นผลจากการสูญเสียฟันหลังอีกด้วย สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในเรื่องการสบฟันที่ผิดปกติในผู้ป่วยโรคปริทันต์คือการกระจายของแรงจากการสบฟันไม่สม่ำเสมอก่อให้เกิดการสบกระแทกของฟัน ทำให้ฟันที่ได้รับแรงกระแทกนั้นมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาซึ่งจะเร่งการทำลายของอวัยวะปริทันต์ได้¹¹

กล่าวโดยสรุป การสบฟันที่ผิดปกติและโรคปริทันต์มีความสัมพันธ์ในทางส่งเสริมกัน ดังนั้น การรักษาในผู้ป่วยโรคปริทันต์ที่มีการสบฟันผิดปกติอาจส่งผลดีหากผู้ป่วยได้รับการรักษาทั้งสองอย่างควบคู่กันไป



รูปที่ 1 ผลของการละลายของกระดูกเบ้าฟันต่อจุดศูนย์กลางความต้านทาน (CR)
 (1) ในกลุ่มที่ไม่มี การละลายกระดูก (2) ในกลุ่มที่มีการละลายกระดูก : เมื่อฟันได้รับแรงในแนวขวางจากการสบฟันแรงส่วนหนึ่งจะถูกกระจายเข้าสู่กระดูกและ แรงบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นแรงเฉือนในเอ็นยึดปริทันต์ซึ่งทำให้เกิดการดันออกของฟันจากกระดูกเบ้าฟันได้
 (a) ไม่มีการละลายของกระดูกจะพบว่าส่วนของรากฟันยังมีความเอียงน้อยจะพบแรงดันฟันออกจากกระดูกเบ้าฟันน้อย (b) พบการละลายกระดูก จึงพบว่าส่วนของรากฟันบริเวณนั้นมี ความเอียงมาก จึงทำให้เกิดแรงดันออกของฟันจากกระดูกเบ้าฟันมาก

Figure 1 Effect of alveolar bone loss on the location of the center of resistance (CR).
 (1) Normal alveolar bone level (2) Reduced alveolar bone level: When the tooth is submitted to a horizontal occlusal force, this is changed to a shearing force in the periodontal ligament leading to relative extrusion.
 (a) The less oblique the root surface in normal alveolar bone patient would produce less shearing force leading to minimal extrusion. (b) The more oblique the surface, the more shearing force leading to extrusion.



รูปที่ 2 การเคลื่อนตัวของฟันหน้าในผู้ป่วยโรคปริทันต์

Figure 2 Pathologic migration of upper incisors in periodontitis patients

ผลของการจัดฟันต่ออวัยวะปริทันต์

ผลของการจัดฟันต่อเนื้อเยื่อปริทันต์นั้นมีการศึกษาพบว่า มีทั้งผลดีและผลเสีย เริ่มจากผลเสียที่เกิดขึ้นจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน มีการศึกษาทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลองพบตรงกันว่า การเคลื่อนฟันไปยังบริเวณที่มีการอักเสบจะเป็นการทำลายการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์^{12,13} โดย Eliasson และคณะ¹⁴ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมสุขภาพช่องปาก โดยพบว่า หากเราสามารถควบคุมดูแลสุขภาพช่องปากระหว่างการจัดฟันได้ การจัดฟันไม่ได้กระตุ้นให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อปริทันต์ หากแต่ยังอาจส่งผลดีต่ออวัยวะปริทันต์อีกด้วย ซึ่งเห็นพ้องกันกับ Zachrisson¹⁵ ที่พบว่า หากผู้ป่วยสามารถรักษาความสะอาดได้ดี การจัดฟันจะส่งผลดีต่ออวัยวะปริทันต์ภายหลังการจัดฟัน เพราะในกลุ่มผู้ป่วยหลังจัดฟันจะสามารถทำความสะอาดช่องปากได้ดีกว่าในกลุ่มที่ไม่ได้จัดฟัน อย่างไรก็ตาม Vanarsdall¹⁶ แนะนำว่า ผู้ป่วยทุกคนอาจไม่สามารถควบคุมการทำความสะอาดได้ตลอดเวลา ดังนั้นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจึงควรทำแบบประนีประนอม (Compromised treatment) เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและควรทำร่วมกับการรักษาทางปริทันต์ที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์

การสบฟันผิดปกติที่มักพบในผู้ป่วยโรคปริทันต์ คือ ฟันหน้าที่ยื่นยาว การรักษาฟันหน้าที่ยื่นและยาวในผู้ป่วยโรคปริทันต์ที่กระดูกเบ้าฟันละลายในแนวระนาบ (Horizontal bone loss) ต้องทำร่วมกันระหว่างการเคลื่อนฟันหน้าบนเข้าสู่ตำแหน่ง (retraction) และดันฟันเข้าในกระดูกเบ้าฟัน (intrusion) โดยการเคลื่อนฟันเข้าสู่ตำแหน่งจะทำให้ฟันสบลึกยิ่งขึ้น ดังนั้นการดันฟันเข้าในกระดูกเบ้าฟันจึงมีความจำเป็นในการรักษา Melsen และคณะ¹⁷ จึงทำการศึกษเกี่ยวกับกระดูกเบ้าฟันเข้าในกระดูกในผู้ป่วยที่มีการ

ละลายกระดูกเบ้าฟันในแนวราบของผู้ป่วยโรคปริทันต์ที่ฟันสบลึกพบว่า ในกรณีที่มีการสบฟันลึกเกิดขึ้นจากฟันที่ยื่นยาวออกมารวมกับการละลายกระดูกในแนวราบ การจัดฟันโดยการดันฟันเข้าจะทำให้ระดับกระดูกครอบฟันดีขึ้น และไม่มีอาการบวมอักเสบปริทันต์เพิ่มมากขึ้น และอาจพบการเพิ่มขึ้นของการยึดติดของอวัยวะปริทันต์ได้ อย่างไรก็ตาม ต้องทำร่วมกับการควบคุมโรคปริทันต์และการทำความสะอาดอย่างดี ในทางกลับกันพบว่า มีหลาย ๆ การศึกษาที่ให้พึงระวังว่า การดันฟันเข้าในกระดูกจะทำให้รากจุลินทรีย์และหินน้ำลายเหนียวเหวี่ยงถูกกดไปได้เหวี่ยงได้^{12,18} และควรใช้แรงที่น้อยกว่าที่ใช้ปกติ¹⁹ เนื่องจากฟันของผู้ป่วยโรคปริทันต์จะมีกระดูกรองรับที่น้อยกว่าในผู้ป่วยทั่วไป

จากที่ได้กล่าวไว้ว่า การดันฟันเข้าในกระดูกทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของการยึดติดของอวัยวะปริทันต์ แต่ยังไม่ชัดเจนว่าเป็นชนิดใด จึงมีการศึกษาในสัตว์ทดลองโดยทำการดันฟันเข้าในกระดูกในลิงริซัส (macaca rhesus monkeys) ที่ถูกทำลายอวัยวะปริทันต์บางส่วนไป ทำการรักษาโดยศัลยกรรมปริทันต์และกรอตำแหน่งอ้างอิงที่ฟันขณะทำการผ่าตัด โดยใช้จุดที่ลึกที่สุดของเยื่อผิวเชื่อมต่อ หลังจากผ่าตัดแปรงฟัน ทำความสะอาดข้างหนึ่งด้วย 0.2 % คลอเฮกซิดีนกลูโคเนต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ หลังผ่าตัดหนึ่งสัปดาห์จึงเริ่มการจัดฟันโดยการดันฟันเข้าในกระดูก พบว่า 3 อาทิตย์หลังการผ่าตัด ฟันที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะพบความยาวของฟันเนื้อเยื่อเหงือกลดลง และมีการอักเสบที่เห็นได้ชัด แต่สำหรับฟันที่ทำความสะอาดพบว่าไม่มีการอักเสบเกิดขึ้น และเมื่อติดตามผลไป 3-4 เดือน ฟันซี่ที่ไม่ได้ทำความสะอาดระดับกระดูกต่ำลง พบการอักเสบของเหงือกและร่องลึกปริทันต์ ส่วนในฝั่งที่ได้รับการทำความสะอาดความยาวของตัวฟันก็สั้นลงเช่นเดียวกัน แต่เหงือกจะสามารถปรับตัวตามฟันและไม่บวมอักเสบปริทันต์ และจากผลทางจุลชีววิทยาพบว่า เมื่อเราสามารถควบคุมความสะอาด

ได้การกดฟันจะไม่ทำให้ระดับความสูงของกระดูกเบ้าฟันลดลง และไม่ทำให้การอักเสบมากขึ้น อย่างไรก็ตามหากฟันถูกดันเพียง ซึ่งเดียวระดับของเนื้อเยื่อยึดต่อของสองซึ่งติดกันระดับก็จะไม่เท่ากัน²⁰ ข้อสรุปจากงานวิจัยจำนวนหนึ่งพบว่า เมื่อเราดันฟันเข้าสู่ เบ้าฟันในสภาวะที่อวัยวะปริทันต์ไม่มีการอักเสบ จะไม่มีการเพิ่ม ของร่องปริทันต์เกิดขึ้น และหากใช้แรงทางทันตกรรมจัดฟันที่คงที่ และน้อย การยึดติดของอวัยวะปริทันต์จะสามารถเกิดขึ้นใหม่ ได้^{17,20,21}

อีกลักษณะที่น่าสนใจคือการเคลื่อนฟันในผู้ป่วยที่มีรอย วิชาการกระดูกในแนวตั้ง (vertical bone loss) โดยมีการศึกษา จำนวนมากเกี่ยวกับการรักษาในผู้ป่วยที่มีรอยวิชาการกระดูกในแนว ตั้ง พบว่าการเคลื่อนฟันเข้าไปยังรอยวิชาการไม่ได้ทำให้เกิดการยึด เกาะของอวัยวะปริทันต์เพิ่มขึ้น และยังมีความเสี่ยงที่จะสูญเสีย การยึดติดของอวัยวะปริทันต์ในกรณีที่เคลื่อนฟันไปยังบริเวณที่มี ร่องลึกปริทันต์ที่มีพยาธิสภาพอีกด้วย²² สำหรับการดันฟันเข้าสู่ วิชาการในกรณีที่มีรอยวิชาการกระดูกในแนวตั้ง อาจทำให้รอยวิชาการ รุนแรงขึ้น ดังนั้นการพิจารณาทำศัลยกรรมปริทันต์ก่อนการดันฟัน เข้ากระดูกอาจทำให้ผลการรักษาประสบความสำเร็จมากขึ้น^{23,24} แต่ในกรณีที่ต้องการรักษาอวัยวะปริทันต์และระดับกระดูก อีก หนึ่งทางเลือกในการรักษาอาจเป็นการดึงฟันออกจากรอยวิชาการ ของกระดูก โดยมักจะใช้ในกรณีที่ฟันซี่นั้นมีระดับขอบเหงือกที่ต่ำกว่าฟันซี่อื่น ๆ โดยมีการศึกษาการดึงฟันทั้งในคลินิก^{25,26} และใน สัตว์ทดลอง²⁷ การศึกษาทั้งหมดแนะนำว่า การดึงฟันนั้นเหมาะสม ในกรณีที่ต้องการปรับระดับกระดูกเบ้าฟัน ซึ่งอาจทำก่อนการ ทำบูรณะฟัน รวมถึงการทำรากเทียมด้วย

โดยส่วนมากรอยวิชาการของกระดูกในแนวตั้งมักมีความ สัมพันธ์กับการล้มเอียงของฟัน ดังนั้นการตั้งฟันขึ้นจึงมีประโยชน์ ต่อระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์²⁸ โดย Brown²⁹ ได้ทำการ ศึกษาในฟันของมนุษย์ แสดงให้เห็นว่าฟันที่ล้มเอียงและได้รับการ ตั้งฟันขึ้นนั้นมีการสร้างกระดูกและการยึดติดของอวัยวะปริทันต์ใหม่ รวมทั้ง Geraci และคณะ³⁰ ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อฟันเคลื่อนเข้าสู่ รอยวิชาการได้สันกระดูกจะเกิดการสร้างเนื้อเยื่อยึดเกาะอวัยวะ ปริทันต์ใหม่ขึ้นมา โดยทั้งสองการศึกษามีการรักษาทางทันตกรรมปริทันต์ก่อนการจัดฟัน และมีการควบคุมความสะอาดระหว่างการจัดฟันอย่างสม่ำเสมอ

แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Polson และคณะ¹⁸ พบ ว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับเนื้อเยื่อยึดเกาะปริทันต์ ขณะที่เคลื่อนฟันเข้าสู่รอยวิชาการได้สันกระดูก และยังมีการศึกษาของ Wennström และคณะ¹³ พบว่าการเคลื่อนฟันเข้าสู่รอยวิชาการได้ สันกระดูกนั้น ทำให้เกิดการทำลายอวัยวะปริทันต์ โดยทำการ

ทดลองในสุนัขซึ่งฟันซี่นั้นยังมีการอักเสบอยู่ แสดงให้เห็นว่า สภาวะการอักเสบของอวัยวะปริทันต์เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อผลที่ เกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนฟัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น การวางแผนการรักษาว่าจะ เคลื่อนฟันไปในทิศทางใดควรคำนึงถึงลักษณะของรอยวิชาการของ กระดูกเริ่มต้นประกอบด้วย เพื่อให้ผลการรักษาประสบความสำเร็จมากที่สุด

ข้อจำกัดของการเคลื่อนฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์

การเคลื่อนที่ในแนวหน้าหลัง (Anteroposterior)

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแบบไม่ถอนฟันเพื่อแก้ไข การซ้อนเกของฟันโดยการทำให้ฟันยื่นออกมา (Protraction) อาจ มีผลดีต่อเนื้อเยื่ออ่อนโดยจะทำให้ร่องเมนโตเลเบีย (mentolabial sulcus) ตื้นขึ้น ซึ่งการวางตำแหน่งฟันหน้าล่างยังเป็นที่ยกเถียง กันอยู่ โดย Diedrich²³ ได้สรุปว่า การเคลื่อนตำแหน่งฟันหน้าล่าง ควรคำนึงถึงลักษณะเฉพาะทางกายวิภาคและควรตรวจลักษณะของ เหงือก และแรงที่ใช้อย่างใกล้ชิด โดยฟันนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ หากมีเนื้อเยื่อปริทันต์ล้อมรอบอยู่

มีการศึกษาที่กล่าวว่า การเคลื่อนฟันไปทางด้านหน้า อาจทำให้เกิดรอยวิชาการกระดูกเปิดแยก โดยศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น ผู้ใหญ่ 150 คน ที่ได้รับการเคลื่อนฟันไปด้านริมฝีปาก ซึ่งการรักษา ทำให้ความยาวส่วนโค้งขากรรไกรเพิ่มมากขึ้น และพบรอยวิชาการ กระดูกเปิดแยกที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่อายุ และเพศใกล้เคียงกันที่รอการรักษา³¹ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่ไม่พบความ แตกต่างของเหงือกกรัน ในกลุ่มที่ได้รับการเคลื่อนฟันไปด้านริม ฝีปาก โดยขณะเริ่มการรักษามีค่าเฉลี่ยของเหงือกกรันอยู่ที่ 0.20 มิลลิเมตร และเมื่อสิ้นสุดการรักษาค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.34 มิลลิเมตร โดยมีความแตกต่างกันอยู่ที่ 0.14 มิลลิเมตร โดยค่านี้นั้นต่ำกว่าค่า ความคลาดเคลื่อนของการวัดและไม่มีความสำคัญทางคลินิก³² และ การศึกษาของ Melsen และ Allais³³ ก็ไม่พบความแตกต่าง ของเหงือกกรันในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ในการศึกษานี้ นอกจากการวัดเหงือกกรันแล้วยังมีการวัดความกว้างของเหงือกที่ มีเคอราทิน การอักเสบ และคราบจุลินทรีย์ โดยเมื่อวิเคราะห์ความ สัมพันธ์แล้วพบว่า เหงือกกรันเริ่มต้น ชนิดของเหงือก การอักเสบ ของเหงือก มีความสัมพันธ์กับการเกิดเหงือกกรัน

จากการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด พบว่า ปัจจัยที่สำคัญ ที่ต้องคำนึงถึงในการเคลื่อนฟันไปด้านริมฝีปาก คือ การทำความสะอาดและสภาวะปริทันต์ นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญมากอีกอย่าง คือ การเคลื่อนฟัน ต้องเคลื่อนภายในกระดูกเบ้าฟันซึ่งนั่นเป็นอีก หนึ่งปัจจัยที่ทำให้ผลการรักษาแตกต่างกันได้³⁴

การเคลื่อนที่ตามขวาง (Transverse)

Wennström และคณะ¹³ เชื่อว่าการเคลื่อนที่ในแนวขวางของฟันมีความเสี่ยงอันตรายต่ออวัยวะปริทันต์ตรงกับ Vanarsdall และ Secchi³⁵ ซึ่งกล่าวว่า การขยายฟันในแนวขวางในผู้ใหญ่ทำให้เกิดรอยกระดูกเปิดแยก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cattaneo และคณะ³⁶ ที่ทำการศึกษากายวิภาคฟันในแนวขยายขากรรไกรด้วยการใช้ลวดขยายขากรรไกรร่วมกับเซฟไฟไลเกตตั้งแบรคเก็ต (Self-ligating brackets) พบว่า การละลายของกระดูกเป็นผลข้างเคียงที่พบได้มาก แต่ในการศึกษาที่เปรียบเทียบอุปกรณ์ขยายขากรรไกรชนิดยึดติดกับฟัน (Tooth-borne palatal expander) และยึดติดกับเนื้อเยื่ออ่อน (Tissue-borne palatal expander) พบว่า ไม่มีความแตกต่างของความสูงของตัวฟันระหว่าง ก่อนและหลังการรักษา³⁷

อีกทางเลือกหนึ่งของการรักษาการขยายขากรรไกรบนคือการช่วยขยายโดยการผ่าตัด (Surgically assisted expansion) ซึ่งมักแนะนำให้ใช้ในผู้ป่วยที่เป็นผู้ใหญ่ โดย Carmen และคณะ³⁸ พบว่ามีการทำลายอวัยวะปริทันต์ที่น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่า การช่วยขยายโดยการผ่าตัดทำลายเนื้อเยื่อปริทันต์บริเวณฟันตัดหน้า³⁹ ซึ่งผลลัพธ์ของการขยายด้วยวิธีนี้ยังคงเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เนื่องจากข้อจำกัดของการศึกษาเพราะผลการศึกษาขึ้นกับสภาพแวดล้อม และชนิดของการเคลื่อนฟัน

ดังนั้นการเคลื่อนฟันในแนวขวางต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะมีหลายการศึกษาที่พบการละลายของกระดูกขณะเคลื่อนฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีการลดลงของอวัยวะปริทันต์อยู่แล้วด้วย

ขั้นตอนการรักษาในผู้ป่วยโรคปริทันต์

อวัยวะปริทันต์ ต้องอยู่ในสภาพแข็งแรงสมบูรณ์ปราศจากการอักเสบก่อนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และต้องควบคุมสภาวะปริทันต์ให้ปราศจากการอักเสบตลอดการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และหากเราไม่สามารถควบคุมสภาวะปริทันต์ให้แข็งแรงสมบูรณ์ปราศจากการอักเสบได้ก็ไม่ควรเริ่มการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

ก่อนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การควบคุมดูแลสุขภาพช่องปาก ตามด้วยการกำจัดหินน้ำลาย การกำจัดพยาธิสภาพอื่น ๆ รวมทั้งการกำจัดรอยผุและรอยโรคปลายรากควรทำก่อน และสิ่งสำคัญคือ ความร่วมมือของผู้ป่วยในการดูแลทำความสะอาดช่องปากในระหว่างการรักษาด้วย การรักษาผู้ป่วยโรคปริทันต์นั้นต้องรักษาด้วยทันตแพทย์สหสาขา

เนื่องจากผู้ป่วยโรคปริทันต์มักมีปัญหาการเคลื่อนที่ของฟันแนวราบร่วมกับการยื่นยาวของฟันจาก โรคปริทันต์ซึ่งมักทำให้

เกิดการสบฟันที่ผิดปกติ ดังนั้นแรงที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟันจึงควรให้แรงดึงฟันกลับร่วมกับการดันฟันเข้าสู่กระดูกเบ้าฟัน อย่างที่ได้กล่าวในตอนต้นว่า การดันฟันอาจทำให้เกิดการนำ คราบจุลินทรีย์และหินน้ำลายเหนือเหงือกลงไปใต้เหงือก ดังนั้นการรักษาโรคปริทันต์เพื่อกำจัดหินน้ำลาย และคราบจุลินทรีย์ให้หมดเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการทำลายอวัยวะปริทันต์โดยทันตแพทย์เป็นผู้ทำ¹² โดยหากร่องลึกปริทันต์นั้นน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรรอบ ๆ ฟันที่เคลื่อน การรักษาสามารถทำการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน โดยไม่จำเป็นต้องทำร่วมกับศัลยกรรมปริทันต์^{40,41} แต่หากร่องลึกปริทันต์มีความลึก มากกว่า 6 มิลลิเมตร การขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันอาจมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการกำจัดหินน้ำลาย ดังนั้นการเปิดเหงือกเข้าไปเพื่อทำความสะอาดเป็นทางเลือกที่ดีกว่า⁴² เมื่อรักษาทางปริทันต์เสร็จสิ้นและทำการตรึงร่องลึกปริทันต์และทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว การจัดฟันก็สามารถเริ่มต้นได้ เมื่อการจัดฟันเริ่มขึ้นผู้ป่วยควรได้รับคำแนะนำในการทำความสะอาดเป็นพิเศษ และอีกทั้งยังควรกระตุ้นให้ผู้ป่วยตระหนักถึงความสำคัญของการทำความสะอาดช่องปากให้มากอีกด้วย

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันควรเริ่มหลังการรักษาทางปริทันต์นาน 2-6 เดือน เนื่องด้วยต้องประเมินสภาวะปริทันต์ของผู้ป่วย ประเมินการทำความสะอาดและความร่วมมือของผู้ป่วยระหว่างนั้นผู้ป่วยควรได้รับการฝึกสอนให้ทำความสะอาด และควรทราบถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นหากผู้ป่วยไม่ทำความสะอาด ในขณะที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน⁴² และควรตระหนักไว้เสมอว่าร่องลึกปริทันต์ที่จะสามารถทำความสะอาดได้โดยไม่ต้องรับการรักษาทางศัลยกรรมปริทันต์คือ น้อยกว่า 6-7 มิลลิเมตร⁴³ ดังนั้นทันตแพทย์จัดฟันควรตรวจความสะอาดและร่องลึกปริทันต์อยู่เสมอ หากพบร่องลึกปริทันต์ที่มากกว่า 6 มิลลิเมตร ควรส่งทันตแพทย์ปริทันต์วิทยาเพื่อประเมินถึงการทำการศัลยกรรมปริทันต์ต่อไป

ระหว่างการจัดฟันผู้ป่วยต้องได้รับการรักษาทางปริทันต์อย่างต่อเนื่อง⁴² โดยปกติผู้ป่วยควรได้รับการรักษาทางปริทันต์ทุก 3-6 เดือน อย่างไรก็ตามความถี่ในการรักษาทางปริทันต์ในช่วงจัดฟันควรปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งพิจารณาจากความรุนแรงของโรคปริทันต์ของผู้ป่วยและทิศทางและลักษณะการเคลื่อนฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดันฟันเข้าสู่กระดูกเบ้าฟัน ทันตแพทย์จัดฟันควรส่งผู้ป่วยเพื่อรับการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันก่อนการดันฟัน¹⁷ หากผู้ป่วยไม่สามารถดูแลสุขภาพช่องปากได้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันควรหยุดลงซึ่งโดยปกติการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ในผู้ใหญ่มักจะเป็นการ

รักษาแบบประนีประนอมเพื่อลดเวลา การใส่เครื่องมือเพราะการมีเครื่องมือจัดฟันในช่องปากจะทำให้ผู้ป่วยทำความสะอาดได้ยากขึ้น

และเมื่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเสร็จสิ้นแล้ว หลังถอดเครื่องมือ ผู้ป่วยควรได้รับคำแนะนำในการทำความสะอาดใหม่อีกครั้งเพื่อลดการเกิดเหงือกอักเสบ เพราะการทำความสะอาดหลังการถอดเครื่องมือจะง่ายขึ้นมาก และผู้ป่วยควรได้รับการรักษาทางปริทันต์และพบทันตแพทย์จัดฟันอย่างต่อเนื่อง ส่วนความถี่ในการนัดแต่ละครั้งขึ้นกับความรุนแรงของโรคปริทันต์และการสบฟันก่อน การรักษา และการพยากรณ์โรครายหลังการรักษา การใช้เครื่องมือคงสภาพฟันควรใส่อย่างน้อย 6 เดือนตลอดเวลาหลังการรักษา เพื่อให้การสร้างกระดูกสร้างอย่างสมบูรณ์ และควรใช้เป็นชนิดกึ่งติดแน่นหรือติดแน่น เพื่อป้องกันการคืนกลับและป้องกันแรงจากเนื้อเยื่อที่ไม่สมดุล รวมทั้งต้องกำจัดการสบฟันประเภทที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถเคี้ยวอาหารได้ดีขึ้น⁴⁴

การรักษาทางศัลยกรรมปริทันต์ร่วมกับการจัดฟัน

การรักษาทางปริทันต์แบ่งเป็นการรักษาแบบไม่ผ่าตัด (non-surgical treatment) ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมคราบจุลินทรีย์ (plaque control) การกำจัดปัจจัยที่ทำให้คราบจุลินทรีย์ยึดเกาะ (removing plaque-retention factors) การขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน (scaling and root planing)⁴⁵ ซึ่งในผู้ป่วยโรคปริทันต์ที่จะมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันนั้นต้องได้รับการรักษาทั้งหมดที่กล่าวมาก่อนการจัดฟัน อย่างไรก็ตามการรักษาทางปริทันต์นั้นยังมีการรักษาด้วยการผ่าตัด โดยประกอบไปด้วย การผ่าตัดเพื่อให้เข้าไปทำความสะอาดได้ดีขึ้น (open flap debridement) การทำศัลยกรรมตัดแต่งกระดูกเบ้าฟัน (resective osseous surgery) เป็นการผ่าตัดเพื่อลดหรือกำจัดร่องลึกปริทันต์โดยการตัดแต่งกระดูกเบ้าฟัน เพื่อกำจัดความผิดปกติหรือความพิการของกระดูกเบ้าฟัน⁴⁶ และสุดท้ายคือ การทำศัลยกรรมเหนี่ยวนำให้เกิดกระดูก (regenerative osseous surgery) เป็นศัลยกรรมที่เหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างใหม่ของอวัยวะปริทันต์ เรียกว่า การชักนำให้เนื้อเยื่อคืนสภาพ จี ที อาร์ (Guided Tissue Regeneration, GTR)⁴⁷

ปัจจุบันการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพเป็นการรักษาที่พบได้มาก ซึ่งโดยทั่วไปการหายของแผลปริทันต์มักเกิดจากการเจริญของเนื้อเยื่อยึดต่อของเยื่อผิวและเหงือก (Epithelium and gingival connective tissues) กระบวนการการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพจะพยายามกันเนื้อเยื่อทั้งสองข้างต้นไม่ให้เจริญลงมา

เพื่อรอเวลาให้เซลล์เอ็นยึดปริทันต์ เคลือบรากฟัน และกระดูกมีการสร้างขึ้นใหม่ ซึ่งโดยปกติแล้วกระบวนการการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพจะแนะนำให้ทำในลักษณะความผิดปกติที่เป็นรอยวิการกระดูกแนวตั้ง³⁹ และแนะนำให้ทำหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อให้เห็นลักษณะที่แน่นอนของรอยโรคก่อนการทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ⁴⁶ อย่างไรก็ตามมีหลายการศึกษาที่แนะนำให้ทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ ก่อนการจัดฟัน เพื่อลดความเสี่ยงของการทำลายอวัยวะปริทันต์มากขึ้นขณะจัดฟัน^{24,48-50} ซึ่งทันตแพทย์จัดฟันต้องทราบถึงกระบวนการและวัสดุที่ใช้ในการปลูกกระดูกเพื่อที่จะทราบระยะเวลาในการละลายตัว และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนฟัน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า กระบวนการการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพนั้นเหมาะสมที่จะทำในรอยวิการกระดูกแนวตั้ง จึงมีการศึกษาของ Tian Cao และคณะ⁵¹ ที่ได้นำการจัดฟันมาเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรอยวิการกระดูกจากแนวราบให้เป็นแนวตั้งเพื่อให้เหมาะสมกับการทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ โดยศึกษาในฟันตัดหน้าบนที่มีการยื่นยาวของฟันจากโรคปริทันต์ ทำการรักษาโรคปริทันต์และการตัดเส้นใยเหงือกรอบฟัน (circumferential supracrestal fibrotomy) จากนั้นจัดฟันโดยการดันฟันเข้ากระดูก เพื่อให้ฟันเข้าสู่แนวการเรียงตัวของฟัน พบว่ารูปร่างของรอยวิการกระดูกเปลี่ยนแปลงจากแนวราบเป็นแนวตั้ง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมกับการทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ และทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพเป็นขั้นตอนสุดท้าย พบว่าเป็นการเพิ่มความสำเร็จของการทำการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ ในภายหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันให้มากขึ้น

การประเมินว่าการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพควรทำก่อนหรือหลังการจัดฟันนั้น ต้องคำนึงถึงข้อดีข้อเสีย โดยการทำการจัดฟันจะสามารถป้องกันการทำลายเนื้อเยื่อขณะจัดฟันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดันฟันเข้ากระดูกในฟันที่มีรอยวิการแบบตั้ง แต่การเคลื่อนฟันก็อาจทำให้รอยวิการรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป จึงมีโอกาสที่ต้องทำอีกครั้งหลังการจัดฟัน และควรมีการสื่อสารกันที่ชัดเจนระหว่างทันตแพทย์จัดฟันและทันตแพทย์ปริทันต์วิทยา ถึงวัสดุที่ใช้ในการทำ และระยะเวลาที่สามารถเคลื่อนฟันได้หลังการทำศัลยกรรมปริทันต์ แต่หากทำการจัดฟันก่อนการชักนำเนื้อเยื่อให้คืนสภาพ จะสามารถประเมินรูปร่างรอยวิการของกระดูกที่แท้จริงก่อนการทำศัลยกรรมปริทันต์ได้ ลดค่าใช้จ่ายในการทำซ้ำ แต่ก็อาจต้องมีความระมัดระวังในการเคลื่อนฟันมากขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการทำลายอวัยวะปริทันต์ขณะจัดฟันมากขึ้น

บทสรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น พบว่า การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันอาจส่งผลดีต่อผู้ป่วยโรคปริทันต์ ในแง่ของการทำความสะอาด ความสวยงามและการปรับแต่งรูปร่างกระดูกได้ หากผู้ป่วยได้รับการรักษาทางทันตกรรมปริทันต์ที่เหมาะสมในช่วงก่อนและระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน โดยการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันควรเริ่มหลังการรักษาทางปริทันต์นาน 2-6 เดือน โดยผู้ป่วยต้องสามารถทำความสะอาดช่องปากได้ดีและไม่มีอาการอักเสบของอวัยวะปริทันต์ก่อนเริ่มการจัดฟัน และมีการรักษาคงสภาพปริทันต์ทุก 3-6 เดือนเป็นอย่างน้อย และทันตแพทย์จัดฟันควรคำนึงว่า การเคลื่อนฟันนั้นต้องเคลื่อนที่อยู่ภายในกระดูก ดังนั้นข้อจำกัดของการเคลื่อนฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์ จึงจำกัดอยู่ที่กระดูกที่มีอยู่น้อยกว่าในผู้ป่วยทั่วไป การวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจึงควรเป็นแบบประนีประนอมเพื่อลดระยะเวลาในการใส่เครื่องมือ ลดโอกาสการติดเชื้ออีกด้วย

นอกจากนี้การทำศัลยกรรมปริทันต์ยังสามารถช่วยลดหรือกำจัดร่องลึกปริทันต์หรือการปรับแต่งเหงือกหรือกระดูกให้ทำความสะอาดได้ดีก่อนการจัดฟัน และยังมีรายงานว่า การจัดฟันจะทำให้รูปร่างของรอยวิการกระดูกเปลี่ยนแปลงเพื่อเพิ่มความสำเร็จของการทำศัลยกรรมปริทันต์ซึ่งน่าเชื่อถือให้คืนสภาพในภายหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันให้มากขึ้นอีกด้วย และสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะทำให้ผลการรักษาประสบความสำเร็จมากขึ้น คือ สื่อสารระหว่างผู้ป่วย ทันตแพทย์จัดฟัน ทันตแพทย์ปริทันต์วิทยา และทันตแพทย์ทั่วไป ที่ควรมีการวางแผนการรักษา ร่วมกันตั้งแต่เริ่มต้น ตลอดจนถึงขั้นตอนคงสภาพอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Shaw WC, Addy M, Ray C. Dental and social effects of malocclusion and effectiveness of orthodontic treatment: a review. *Community Dent Oral Epidemiol* 1980;8:36-45.
2. Sanavi F, Weisgold AS, Rose LF. Biologic width and its relation to periodontal biotypes. *J Esthet Restor Dent* 1998;10:157-63.
3. Peretz B, Machtei EE. Tooth rotation and alveolar bone loss. *Quintessence Int* 1996;27.
4. Staufer K, Landmesser H. Effects of crowding in the lower anterior segment—a risk evaluation depending upon the degree of crowding. *J Orofac Orthop* 2004;65:13-25.
5. Buckley LA. The relationships between malocclusion, gingival inflammation, plaque and calculus. *J Periodontol* 1981;52:35-40.
6. Diedrich P. Periodontal relevance of anterior crowding. *J Orofac Orthop* 2000;61:69-79.
7. Reichwage DP, Rydesky S. The loss of anterior guidance as an etiological factor in periodontal pocketing. *J Indiana Dent Assoc* 2004;83:20.
8. Michael AB. Pathologic tooth migration: A review. *J Periodontol* 2005;76:859-866.
9. Diedrich P. The eleventh hour or where are our orthodontic limits? Case report. *J Orofac Orthop* 1999;60:60-65.
10. Fristad I, Molven O. Root resorption and apical breakdown during orthodontic treatment of a maxillary lateral incisor with dens invaginatus. *Dent Traumatol* 1998;14:241-44.
11. Burgett FG. Trauma from occlusion. Periodontal concerns. *Dent Clin North Am* 1995;39:301-11.
12. Ericsson I, Thilander B. Orthodontic forces and recurrence of periodontal disease: An experimental study in the dog. *Am J Orthod* 1978;74:41-50.
13. Wennström JL, Stokland BL, Nyman S, Thilander B. Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:313-19.
14. Eliasson LA, Hugoson A, Kurol J, Siwe H. The effects of orthodontic treatment on periodontal tissues in patients with reduced periodontal support. *Eur J Orthod* 1982; 4:1-9.
15. Alstad S, Zachrisson BU. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979;76: 277-86.
16. Vanarsdall RL. Orthodontics and periodontal therapy. *Periodontol 2000* 1995;9:132-49.
17. Melsen B, Agerbaek N, Markenstam G. Intrusion of

- incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:232-41.
18. Polson A, Caton J, Polson AP, Nyman S, Novak J, Reed B. Periodontal Response After Tooth Movement Into Intrabony Defects. *J Periodontol* 1984;55:197-202.
19. Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1977;72:1-22.
20. Melsen B, Agerbaek N, Erikson J, Terp S. New attachment through periodontal treatment and orthodontic intrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:104-16.
21. Caton J, Nyman S. Histometric evaluation of periodontal surgery I. The modified Widman flap procedure. *J Clin Periodontol* 1980;7:212-23.
22. Melsen B. Adult orthodontics: Wiley Online Library; 2012.
23. Diedrich PR. Orthodontic procedures improving periodontal prognosis. *Dent Clin North Am* 1996;40:875-87
24. Diedrich P, Fritz U, Kinzinger G, Angelakis J. Movement of periodontally affected teeth after guided tissue regeneration (GTR)—an experimental pilot study in animals. *J Orofac Orthop* 2003;64:214-27.
25. Roth A, Yildirim M, Diedrich P. Forced eruption with microscrew anchorage for preprosthetic leveling of the gingival margin. *J Orofac Orthop* 2004;65:513-19.
26. Mantzikos T, Shamus I. Forced eruption and implant site development: an osteophysiological response. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:583-91.
27. van Venrooy JR, Yukna RA. Orthodontic extrusion of single-rooted teeth affected with advanced periodontal disease. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1985;87:67-74.
28. Kraal JH, Digiancinto JJ, Dail RA, Lemmerman K, Peden JW. Periodontal conditions in patients after molar uprighting. *J Prosthet Dent* 1980;43:156-62.
29. Graber TM. Malocclusion and the periodontium: James A. McNamara and Katherine A. Ribbens (editors) Ann Arbor, 1984, Center for Human Growth and Development, Monograph 15. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1984; 85:531.
30. Geraci TF, Nevins M, Crossetti HW, Drizen K, Ruben MP. Reattachment of the periodontium after tooth movement into an osseous defect in a monkey. 1. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10:184-97.
31. Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 2003;25:343-52.
32. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 1. Landmark identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1971;60:111-27.
33. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:552-61.
34. Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 1999;69:151-58.
35. Vanarsdall RL and Secchi AG. Periodontal-orthodontic interrelationship. In Graber LW, Vanarsdall Jr RL, Vig KWL. Orthodontics: current principles and techniques: Elsevier Health Sciences; 2005.
36. Cattaneo PM, Treccani M, Carlsson K, Thorgeirsson T, Myrda A, Cevidanes LH, *et al.* Transversal maxillary dentoalveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: a randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models. *Orthod Craniofac Res* 2011;14:222-33.
37. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000;70:129-44.
38. Carmen M, Marcella P, Giuseppe C, Roberto A. Periodontal evaluation in patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg* 2000;11:491-94.
39. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:46-59.
40. Badersten A, Nilveus R, Egelberg J. Effect of nonsurgical periodontal therapy (VIII). Probing attachment related to clinical characteristics. *J Clin Periodontol* 1987;14:425-32.

41. Badersten A, Niveus R, Egelberg J. 4-year observations of basic periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 1987;14: 438-44.
42. Heitz-Mayfield LJ, Trombelli L, Heitz F, Needleman I, Moles D. A systematic review of the effect of surgical debridement vs. non-surgical debridement for the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2002;29: 92-102.
43. Sanders NL. Evidence-based care in orthodontics and periodontics: a review of the literature. *J Am Dent Assoc* 1999;130:521-7.
44. Pihlstrom BL, McHugh RB, Oliphant TH, Ortiz-Campos C. Comparison of surgical and nonsurgical treatment of periodontal disease A review of current studies and additional results after 6 1/2 years. *J Clin Periodontol* 1983;10: 524-541.
45. Ong MA, Wang HL, Smith FN. Interrelationship between periodontics and adult orthodontics. *J Clin Periodontol* 1998;25:271-77.
46. Dentino A, Lee S, Mailhot J, Hefti AF. Principles of periodontology. *Periodontol 2000* 2013;61:16-53.
47. Reichert C, Deschner J, Kasaj A, Jäger A. Guided tissue regeneration and orthodontics. A review of the literature. *J Orofac Orthop* 2009;70:6-19.
48. Ogihara S, Wang HL. Periodontal regeneration with or without limited orthodontics for the treatment of 2-or 3-wall infrabony defects. *J Periodontol* 2010;81:1734-42.
49. Ghezzi C, Masiero S, Silvestri M, Zanotti G, Rasperini G. Orthodontic treatment of periodontally involved teeth after tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:559-67.
50. Ogihara S, Marks MH. Enhancing the regenerative potential of guided tissue regeneration to treat an intrabony defect and adjacent ridge deformity by orthodontic extrusive force. *J Periodontol* 2006;77:2093-100.
51. Cao T, Xu L, Shi J, Zhou Y. Combined orthodontic-periodontal treatment in periodontal patients with anteriorly displaced incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;148:805-13.

The Effect of Different EDTA-Irrigation Time on the Microtensile Bond Strength of Resin Sealers and Root Canal Dentine

Sutt Pansawangwong¹ and Uraiwan Chokechanachaisakul¹

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

Abstract

This study aimed to determine how the duration of EDTA irrigation affects bond strength. The 160 extracted human premolars were decoronated and embedded in resin block. Root canals were prepared by using the NiTi rotary files and distilled water irrigation, and irrigated with 5 % NaOCl. In group 1, this was followed by irrigation with distilled water, while in groups 2-5, this was followed by irrigation with 17 % EDTA for 1, 3, 5, and 10 min, followed by distilled water. Two specimens of each group were used for scanning electron microscopic observation. The remaining specimens were divided into 2 groups—AH Plus and MetaSEAL (n = 15 each). The specimens were prepared for microtensile tests. The failure mode was identified, and the bond strength value was analysed using one-way ANOVA and Tukey's HSD post-hoc test. The 10-min EDTA-treated specimens (group 5) showed greater microtensile bond strength than non-EDTA-treated specimens (group 1) ($p < 0.001$) in MetaSEAL group. The fractured surface showed mixed failure accounted for the majority of failures in all groups. In SEM observation, the NaOCl group showed a smear layer covering the dentine surface, but the EDTA groups showed an absence of smear layer and various depths of demineralized dentine and exposed collagen. In conclusion, the duration of EDTA irrigation affected on the microtensile bond strength of the methacrylate resin sealer and root dentine.

Keywords: AH Plus, EDTA, MetaSEAL, Microtensile bond strength, Root canal sealer

Received Date: Jan 19, 2017

Accepted Date: Mar 27, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.31

Correspondence to:

Uraiwan Chokechanachaisakul. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: 02-218-8794, Fax: 02-218-8795 E-mail: uraiwan.c@chula.ac.th

Introduction

The elimination of infection within the root canal system, followed by three-dimensional hermetic filling of the root canal spaces is accepted to be the main key to success in endodontic treatment.¹⁻³ Microleakage of a root canal-treated tooth is the main cause of endodontic failure.⁴⁻⁶ The traditional obturation technique employing gutta-percha and zinc oxide eugenol sealer is prone to leakage, because of the high solubility of these materials.^{7,8} Therefore, to reduce leakage, a root canal sealer has an important role to seal well. This has led to the development of resin sealers.

It is necessary to condition the radicular dentine appropriately to obturate the root canal with the distinct sealer types. If a root canal sealer produces high bond strength, it might reduce the leakage.⁹ Obturation using a resin sealer requires dentine surface treatment, such as removing the smear layer to improve bond strength^{10,11}; this is commonly done by using a final flush with EDTA and sodium hypochlorite (NaOCl)¹²⁻¹⁴ However, NaOCl, a strong oxidizing agent, leaves behind an oxygen-rich layer on dentine surfaces, which inhibits methacrylate resin polymerization¹⁵ and decreases bond strength.¹⁶

An appropriate irrigation protocol for resin sealer-based root canal obturation has not been reported to date. The majority of studies tend to recommend a final flush with EDTA, followed by water^{9,11,17}, but the optimal EDTA irrigation duration is not clear. Thus, this study aimed to establish how the duration of EDTA irrigation affects bond strength.

Materials and Methods

Tooth selection

The study protocol was approved by the Ethics Review Committee for Research, Chulalongkorn University. One hundred and sixty single-root human premolars, which were extracted for orthodontic reasons, were stored in distilled water at 4°C until use. Based on 2

perpendicular radiographic views, teeth with roots that were shorter than 13 mm, had an opened apex or calcified root canal, had cracks, fractures, caries, or restorations, were excluded.

Tooth preparation and root canal dentine treatment

All teeth were decoronated at 2 mm above the cemento-enamel junction using a slow-speed diamond saw (Isomet™ 1000 Precision Saw, Buehler, IL, USA). One millimeter was subtracted from the working length directly obtained using K-file no. 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). The root canals were embedded in self-cure clear resin tubes, and were then prepared using the rotary files (ProTaper Universal, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), starting with S1 to F5, and were irrigated with distilled water 1 ml in needle syringe gauge 25 with slightly vertical agitation; 1 mm shorter than working length between changing each file. Finally, all canals were flushed with 1 ml of distilled water before treatment of the root canal dentine surface.

The root canals were irrigated with 5 % NaOCl (10 ml) for 2 min, and were then divided into 5 groups (Fig. 1b) (n = 32 per group). Group 1 was irrigated with 10 ml of distilled water. Groups 2 to 5 were irrigated with 5 ml of 17 % EDTA in 1, 3, 5, and 10 min, respectively, and then they were irrigated with 10 ml of distilled water. All canals were dried with paper points.

Sample preparation

The root dentine surface of 2 specimens from all groups were observed by scanning electron microscopy (SEM, Quanta 250, FEI, Oregon, USA), while the remaining specimens were prepared for tests of bond strength between the root canal dentine surfaces.

Sample preparation for microtensile bond strength test

The root canals were randomly sealed with resin sealer using a needle syringe (gauge 23). Group A was sealed with an epoxy resin (n = 15) (AH Plus, Dentsply

DeTrey, Konstanz, Germany) and group B was sealed with a methacrylate resin sealer (n = 15) (MetaSEAL, Parkell Inc., New York, NJ, USA). Regarding the methacrylate resin sealer group, the sealer underwent light-cured activation for 20 seconds after application. The specimens were then kept in a 100 % humidity incubator at 37°C for a period 3 times longer than the standard setting time (AH Plus: 8 hours and MetaSEAL: 16 hours).

Microtensile test specimens were prepared by cutting beam-shaped samples from the coronal one-third of the root canal, using the slow-speed diamond saw. The 0.6 × 0.6-mm-thick beams were cut at the widest part of the canal that consisted of 2 interfaces (Fig. 1a). At least 4 samples were cut from each specimen. The median bond strength of these samples was recorded as the microtensile bond strength of that root canal.

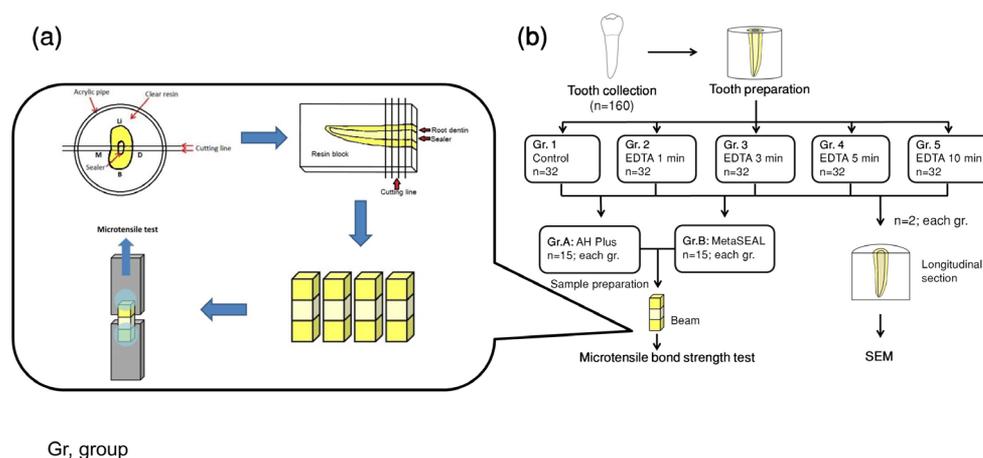


Figure 1 Schematic illustration of (a) sample preparation method for the microtensile bond strength test, and (b) research methodology.

Sample preparation for SEM observation

Two specimens from all groups were cut perpendicularly to the root axis to observe the dentine surface in a controlled root region (13 mm from the root apex); then, they were cut longitudinally through the centre of the bucco-lingual width of the canal, to expose their internal portion.

The specimens were cleaned with distilled water in an ultrasonic bath, fixed in 2.5 % glutaraldehyde for 24 hours, and then washed with phosphate-buffered saline, before being serially dehydrated. The internal and lateral surfaces of the root canal, representing the cross-sectional and longitudinal views of dentinal tubules, were viewed by SEM after being sputter-coated with gold.

Microtensile bond-strength testing

The specimens were subjected to a tensile force at a crosshead speed of 1 mm min⁻¹. After fracture, the cross-sectional area (in mm²) of each sample was measured

under 45x magnification, using a stereomicroscope (SZ61, Olympus, Tokyo, Japan) and the failure mode determined. The maximum tensile force that fractured the specimen was recorded and used for bond-strength calculation (MPa). The failure mode was classified as adhesive failure, cohesive failure in the sealer, cohesive failure in the dentine, or mixed failure.

SEM observation

The root canal surfaces of prepared specimens were observed by SEM at 10000X and 25000X. Both cross-sectional and longitudinal views were photographed.

Statistical analysis

Bond-strength values of each type of sealer were analysed by one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's HSD post-hoc test ($\alpha = 0.05$). All statistical analyses were performed using SPSS software version 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Results

Microtensile bond strength test

The means and standard deviations of microtensile bond strength are given in Table 1. Treatment of the root canal dentine surface with NaOCl, EDTA, followed by distilled water, groups 2-5, did not promote high bond strength in epoxy resin. For methacrylate

resin sealer, 1-, 3-, and 5-min EDTA irrigation group (group 2-4) showed not significantly higher than treatments without EDTA (group 1) ($p = 0.139$, $p = 0.179$, and $p = 0.099$, respectively), whereas 10-min EDTA irrigation group (group 5) promoted significantly higher bond strength than treatments without EDTA ($p < 0.001$).

Table 1 Microtensile bond strength.

Group	NaOCl	NaOCl	NaOCl	NaOCl	NaOCl
	DW	EDTA 1 min DW	EDTA 3 min DW	EDTA 5 min DW	EDTA 10 min DW
AH Plus	10.45±2.97	12.62±3.17	11.38±2.98	12.23±4.71	12.62±5.05
MetaSEAL	14.90±5.41 ^A	20.53±8.10 ^{A,B}	20.24±7.37 ^{A,B}	20.91±5.45 ^{A,B}	26.15±5.93 ^B

Bond strength is given in Mpa; measurements are given as mean standard deviation

The same superscript capital letters indicate the absence of significant differences in microtensile bond strength for each row ($p > 0.05$). DW, distilled water

Failure mode

The failure mode is presented in Fig. 2. The predominant failure mode throughout groups was mixed failure, no cohesive failure within the dentine occurred.

A markedly higher number of cohesive failures in the sealer were found in the 10-min EDTA groups of methacrylate resin sealer.

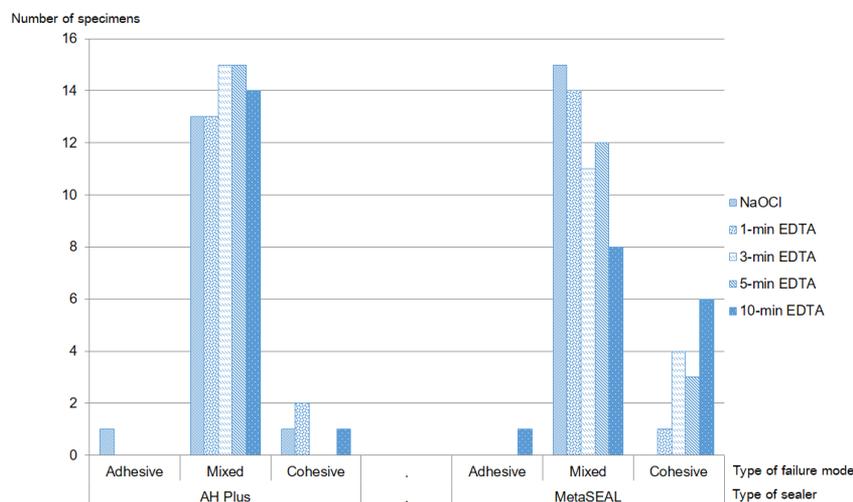


Figure 2 The number of failure modes of AH Plus and MetaSEAL in different irrigation protocols.

SEM observations

Group 1 (NaOCl; Fig. 3a and 3b) showed an amorphous smear layer covering the dentine surface, and no dentinal tubules were seen. Longitudinal sections of dentinal tubules (Fig. 3c) demonstrated short collagen fibrils in the intertubular dentine, but rarely in the peritubular dentine (Fig. 3c; arrows).

Group 2 (1-min EDTA, Fig. 3d and 3e) showed no smear layer, and generally patent dentinal tubules, demineralized dentine surface in some areas, and generally exposed integral collagen fibrils. In longitudinal sections (Fig. 3f), collagen fibrils on the intertubular dentine were more visible than in group 1, and collagen fibrils were exposed on most of the peritubular dentine.

Group 3 (3-min EDTA; Fig. 3g and 3h) showed the absence of a smear layer, entirely patent dentinal tubules, generalized demineralization of the dentine surface (which was deeper than that seen in group 2),

and a vast integral collagen fibril network. In longitudinal sections (Fig. 3i), the collagen fibril appearance on the intertubular dentine and peritubular dentine were similar to that in group 2, but a collagen fibril network was present in the demineralized dentine on the wall of the root canal (left side).

Group 4 (5-min EDTA; Fig. 3j and 3k) showed a similar surface to that in group 3, but the demineralized dentine area and exposed integral collagen fibril network were larger than those in group 3. In longitudinal sections (Fig. 3l), more collagen fibrils were present on the intertubular dentine and peritubular dentine and along dentinal tubules than in group 3.

Group 5 (10-min EDTA; Fig. 3m and 3n) appeared similar to group 4; however, dentine demineralization was deeper and dense collagen bands were present. In longitudinal sections (Fig. 3o), dense collagen bands were seen, and other areas were similar to group 4.

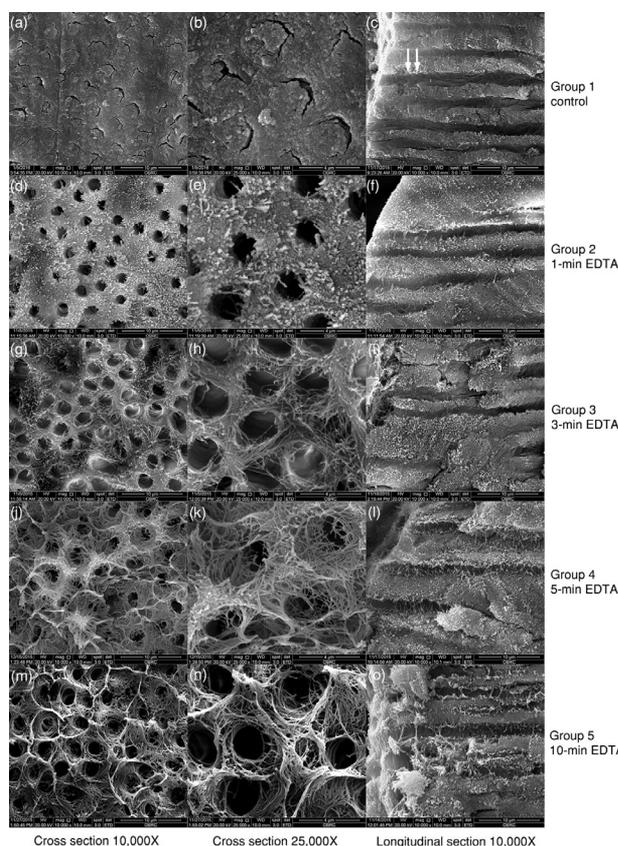


Figure 3 Representative scanning electron microscope micrograph of radicular dentine specimens.

Discussion

Root canal obturation is aimed at comprehensive three-dimensional filling of the root canal, to prevent reinfection into the root canal system.^{2,18} The bondability of the root canal sealer to root dentine is thought to improve sealing ability and the stability of the root-filling materials. Generally, it was recommended 1 to 5 minutes EDTA irrigation time as smear layer removal protocol¹⁹ and the previous study showed excessive erosion in root dentine by 10-min EDTA and followed by NaOCl irrigation,²⁰ therefore, this study carried out the duration of EDTA irrigation at 1, 3, 5, and 10 minutes that affected bond strength.

For the epoxy resin sealer (AH Plus), the treatment of the root canal dentine surface with NaOCl, EDTA (1- to 10-min), and followed by distilled water did not significantly increase the microtensile bond strength compared with the control group. This result did not well correlate with previous findings^{9,11}, which reported that a high bond strength of resin sealers was associated with final irrigation using a decalcifying agent, because of differences in their methodologies. The adhesion of epoxy resin sealer (AH Plus) to dentine was found that it adhered by mechanical lock from sealer penetration in dentinal tubules^{10,21} and formed a covalent bond between the amino groups of the dentine collagen and epoxide rings.^{22,23} From SEM observations, a 1-min EDTA irrigation resulted in demineralization of dentine in some areas and short exposed collagen fibrils, while longer irrigation (3-10 min) tended to result in deeper demineralization and longer exposed collagen fibrils in a duration-dependent manner. All EDTA irrigation groups showed absence of smear layer, the integrity of collagen fibrils and no denatured collagen fibrils. It seems that penetration of the sealer into dentinal tubules²⁴ and the quality and amount of collagen fibrils may less affect the bond strength of the epoxy resin sealer.

For the methacrylate resin sealer (MetaSEAL), the higher bond-strength value in the EDTA groups

correlated with previous findings.^{11,17,25} A longer duration of EDTA irrigation tended to promote a higher strength of resin sealer-dentine bonding. From SEM observation described above, irrigation with EDTA causes chelation of calcium from the exposed dentinal collagen, which is important for adhesion of the methacrylate resin sealer. The sealer was self-adhesion, which was incapable of etching through the smear layer²⁶ and adhered by hybridization to collagen fibers.^{27,28} Base on this finding, it seems that removal of the smear layer, and the integrity and quantity of collagen fibrils affect the bond strength of the methacrylate resin sealer. Additionally, a longer duration of EDTA irrigation tended to result in more cohesive failure than no EDTA or a shorter EDTA irrigation duration. In clinical situation, however, cohesive failure within a root canal sealer will not occur if the root canal obturate with core materials.

Several bond-strength testing methods have been used previously, for example, push-out test²⁹⁻³¹, shear test^{32,33}, and microtensile test.^{34,35} In our study, the microtensile test, which is commonly used to test adhesion effectiveness of bonding agents was selected because it reflects the interfacial bond strength in small area, and minimize friction force.³⁶ However, microtensile test also has limitation to test in low bond strength materials such as zinc oxide eugenol based sealer (data not shown).

The study is limited in that only the coronal third of the root was used as a representative of root dentine, because the middle and apical third of the root canal were too small for preparing specimens for microtensile testing. Apical third and middle third of root canal dentine has fewer dentinal tubules than coronal third of root canal dentine and consequently, fewer sealer penetration into dentinal tubules is occurred.^{37,38} Therefore, we assumed that bond strength value of resin sealers to middle third and apical third of root canal dentine might become lower than coronal third

of root canal dentine respectively.³⁵ To evaluate bond strength at only one interface (between root dentine and sealer, it was necessary to fill the root canal only with sealers.

Conclusion

The duration of EDTA irrigation affects the microtensile strength of the bond between the methacrylate resin sealer (MetaSEAL) and root canal dentine. Final irrigation with 5 % NaOCl, 17 % EDTA and distilled water increased the bond strength of resin sealers. Ten minutes of EDTA irrigation could enhance adhesion of the methacrylate resin sealer to the root canal dentine. However, as various factors enhance bond strength, further studies are warranted.

Acknowledgement

This study was supported by the 90th anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund). We thank Dr. Akarin Phaibulpanich for statistical analysis assistance and Dr. Natthavoot Koottathape for microtensile test method advice. The authors deny any conflicts of interest related to this study.

Reference

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.
2. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod* 2006;32:281-90.
3. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics* 2005;10:77-202.
4. Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J Endod* 1987;13:109-12.
5. Simons J, Ibanez B, Friedman S, Trope M. Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D-11-T spreaders. *J Endod* 1991;17:101-4.
6. Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endod* 1987;13:56-9.
7. Schafer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J* 2003;36:660-9.
8. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J* 2008;41:219-26.
9. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV, De-Deus G, Zehnder M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *Int Endod J* 2011;44:491-8.
10. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 2005;31:293-6.
11. Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2012;45:42-8.
12. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers *in vitro*. *Int Endod J* 2004;37:193-8.
13. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983;9:137-42.
14. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J* 2005;38:285-90.
15. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 1990;69:1652-8.
16. Nassar M, Awawdeh L, Jamleh A, Sadr A, Tagami J. Adhesion of Epiphany self-etch sealer to dentin treated with intracanal irrigating solutions. *J Endod* 2011;37:228-30.
17. Goncalves L, Silva-Sousa YT, Raucci Neto W, Teixeira CS, Sousa-Neto MD, Alfredo E. Effect of different irrigation protocols on the radicular dentin interface and bond strength with a metacrylate-based endodontic sealer.

Microsc Res Tech 2014;77:446-52.

18. Sundqvist G, Figdor, D. Endodontic treatment of apical periodontitis; In: Orstavik D, Pitt Fod TR, editors. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. 1st ed. Oxford: Blackwell; 1998. p.242-77.

19. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36:810-30.

20. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002;28:17-9.

21. Kokkas AB, Boutsoukis A, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an *in vitro* study. *J Endod* 2004;30:100-2.

22. Neelakantan P, Sharma S, Shemesh H, Wesselink PR. Influence of Irrigation Sequence on the Adhesion of Root Canal Sealers to Dentin: A Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Push-out Bond Strength Analysis. *J Endod* 2015;41:1108-11.

23. Neelakantan P, Varughese AA, Sharma S, Subbarao CV, Zehnder M, De-Deus G. Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine. *Int Endod J* 2012;45:1097-102.

24. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod* 2003;29:595-601.

25. De-Deus G, Namen F, Galan J Jr, Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *J Endod* 2008;34:703-5.

26. Mai S, Kim YK, Hiraishi N, Ling J, Pashley DH, Tay FR. Evaluation of the true self-etching potential of a fourth generation self-adhesive methacrylate resin-based sealer. *J Endod* 2009;35:870-4.

27. Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created *in vivo*: durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int* 1992;23:135-41.

28. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth

substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16:265-73.

29. Costa JA, Rached-Junior FA, Souza-Gabriel AE, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2010;43:698-706.

30. Pawar AM, Pawar S, Kfir A, Pawar M, Kokate S. Push-out bond strength of root fillings made with C-Point and BC sealer versus gutta-percha and AH Plus after the instrumentation of oval canals with the Self-Adjusting File versus WaveOne. *Int Endod J* 2016;49:374-81.

31. Scelza MZ, da Silva D, Scelza P, de Noronha F, Barbosa IB, Souza E, *et al.* Influence of a new push-out test method on the bond strength of three resin-based sealers. *Int Endod J* 2015;48:801-6.

32. Hiraishi N, Papacchini F, Loushine RJ, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, *et al.* Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *Int Endod J* 2005;38:753-63.

33. Lahl MS, Titley K, Torneck CD, Friedman S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. *Int Endod J* 1999;32:430-5.

34. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001;27:321-4.

35. Thitthaweerat S, Nakajima M, Foxtton RM, Tagami J. Effect of solvent evaporation strategies on regional bond strength of one-step self-etch adhesives to root canal dentine. *Int Endod J* 2013;46:1023-31.

36. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, *et al.* The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999;1:299-309.

37. Mannocci F, Pilecki P, Bertelli E, Watson TF. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. *Dent Mater* 2004;20:293-6.

38. Paque F, Luder HU, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J* 2006;39:18-25.

แบบถามตอบบทความวิชาการการศึกษาต่อเนื่อง
วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ ปีที่ 67 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2560

CONTINUING EDUCATION QUIZ

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็ก

Alternative Approaches in Pediatric Dental Caries Management

อาภา จันทรเทวี

Apa Juntavee

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

- การจัดการรอยโรคฟันผุแนวใหม่ภายใต้หลักการ การจัดการรอยโรคฟันผุแบบสากล (ICCMS) จะพิจารณาเลือกแนวทางการส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุในรอยโรคฟันผุระยะแรกเริ่มหรือไม่ ขึ้นอยู่กับ
 - ระยะของรอยโรค
 - ขอบเขตของรอยโรคในภาพรังสี
 - สถานะเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของผู้ป่วย
 - ถูกทุกข้อ
- ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของ ซีพีพี-เอซีพี (CPP-ACP) จำหน่ายในท้องตลาดในรูปแบบของ
 - ลูกอม
 - อาหารเสริมของเด็ก
 - หมากฝรั่งที่ไม่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสม
 - ถูกทุกข้อยกเว้นข้อ ข
- ไซลิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอนทั้งหมดกี่ตัว
 - 2
 - 4
 - 5
 - 6
- ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีโครงสร้างระดับนาโนเมตรมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากไฮดรอกซีอะพาไทต์โครงสร้างปกติ คือ
 - มีความสามารถในการแทรกซึมไปในพื้นผิวที่มีการสูญเสียแร่ธาตุได้มากกว่า
 - มีอัตราการสึกที่สูงกว่า
 - มีพื้นที่ผิวที่ต่ำกว่า
 - มีความแข็งที่น้อยกว่า
- ข้อความใดที่ไม่ถูกต้อง
 - การกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีเป็นการรักษาที่ช่วยให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันลดน้อยลง
 - การกำจัดรอยผุด้วยการใช้หัวกรอจะช่วยลดแรงกด อุณหภูมิ และการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นกับตัวฟัน
 - ปาเปน คือสารสกัดธรรมชาติที่มีคุณสมบัติช่วยให้เนื้อฟันที่มีการผุและมีการติดเชื้ออ่อนตัวลง
 - จากผลการวิจัยของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า การกำจัดรอยโรคฟันผุในเด็กด้วยวิธีการกรอฟัน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เด็กมีความวิตกกังวลและต่อต้านการรักษาทางทันตกรรมที่มากขึ้น

กรุณา ลงทะเบียนหรือ Log in ใน www.cdec.or.th เพื่อตอบคำถามและรับคะแนน 3 หน่วยกิตกรรม
<https://des.cda.or.th/CDECEXam/ExamAns?EXAMKEY=79811>