

JDAT

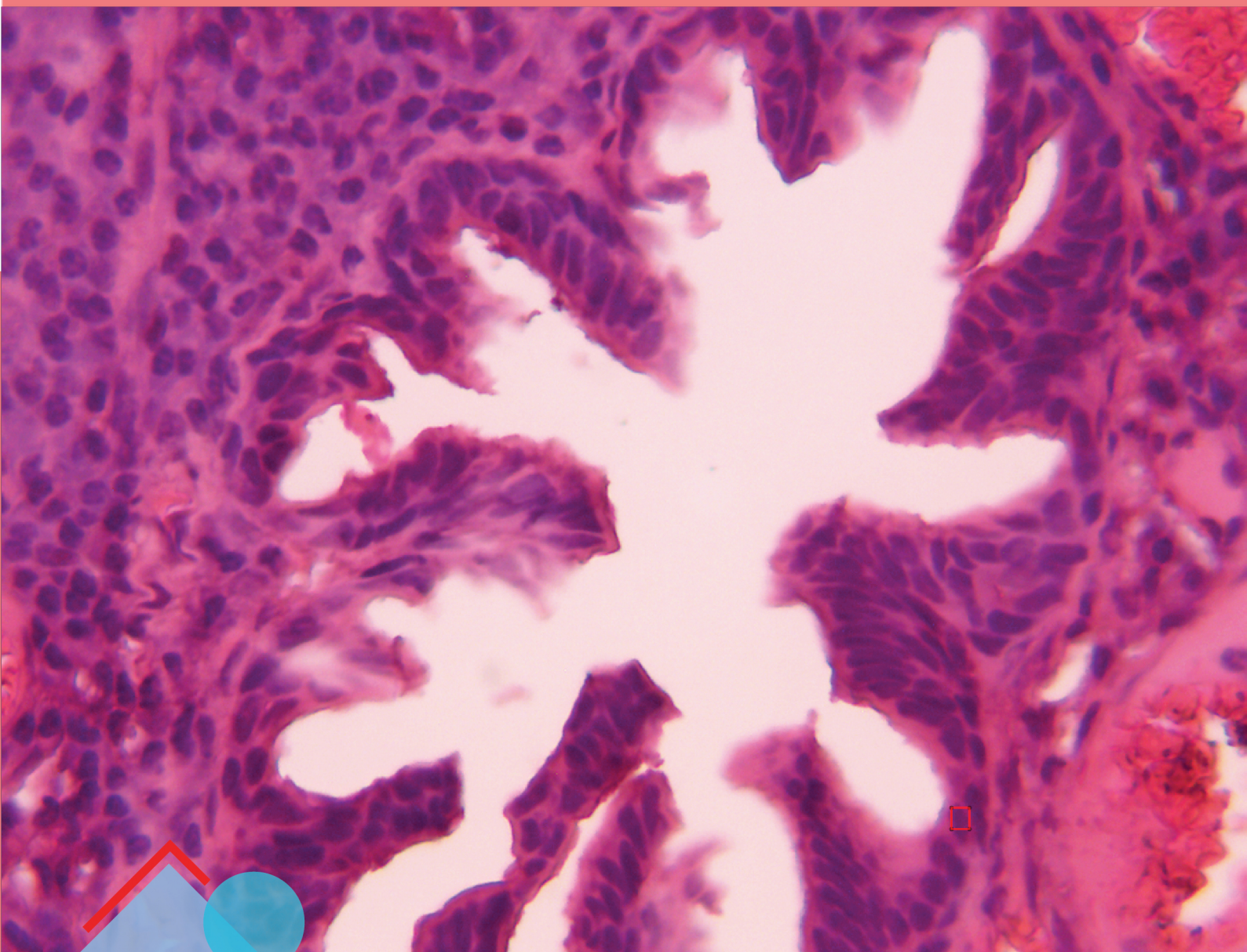
วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 68 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2561 / Volume 68 Number 2 April - June 2018



CE Credits
QUIZ

Importance of Clinical Parameters to Predict the Periodontal Disease Progression During Supportive Periodontal Therapy

ISSN 2408 - 1434



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	Ruangsi
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
Assoc. Prof. Dr. Waranuch Pitiphat, Khon Kaen University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Nita Viwattanatipa, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Ponlatham Chaiyarit, Khon Kaen University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn, Thammasat University, Thailand
Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit, Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Paiboon Techalertpaisarn, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitirattanakul, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Kitti Torrungruang, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontom, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Napapa Aimjirakul, Srinakharinwirot University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand Assist.
Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Thailand
Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Tewarit Somkotra, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Thantrira Porntaveetus, Chulalongkorn University, Thailand
Dr. Pisha Pittayapat, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Dr. Antheunis Versluis, The University of Tennessee Health Science Center, USA.
Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Ogawa, Niigata University, JAPAN
Assoc. Prof. Dr. Anwar Merchant, University of South Carolina, USA.
Dr. Brian Foster, NIAMS/NIH, USA.
Dr. Ahmed Abbas Mohamed, University of Warwick, UK.

Editorial Staff

Thatchutha Saengchan
Pimpanid Laomana
Anyamanee Kongcheepa

Manage

Assoc. Prof. Poranee Berananda

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

Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd

Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

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



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสภาสารนิยกร

สวัสดีทุกท่านครับ

กลับมาพบกันอีกครั้งนะครับในฉบับที่ 2 ของปีที่ครั้งนี้มาเร็วกว่าปกติ จากหนึ่งในความพยายามที่จะพัฒนาวิทยาสารฯ ให้ออกมาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้ฉบับนี้เราสามารถตีพิมพ์เผยแพร่งานนิพนธ์ที่มีคุณค่าที่หลาย ๆ ท่านส่งเข้ามาได้อย่างรวดเร็ว ส่วนหนึ่งก็ต้องขอขอบคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนส่งบทความของท่านเข้ามา ทางกองบรรณาธิการจะพยายามรักษามาตรฐานไว้และพัฒนาต่อไปในอนาคต เพื่อเป็นแหล่งหลักในการตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัยทางด้านทันตแพทยศาสตร์ในประเทศไทย

สำหรับบทความในฉบับก็เริ่มด้วยบทความ CE credit เหมือนเช่นเคย ฉบับนี้เป็นบทความเรื่องการทำการบูรณะของโรคปริทันต์โดยใช้ตัวชี้วัดทางคลินิก ซึ่งสามารถเข้าไปตอบแบบคำถามได้จากลิงค์ที่ส่งให้ท่านทางอีเมลเหมือนเช่นเคยครับ ฉบับนี้มีรายงานผู้ป่วยเกี่ยวกับเนื้องอกของต่อมน้ำลายชนิดไม่รุนแรงและการทำ artificial eruption ในฟันคุดที่มีความซับซ้อนซึ่งพบได้ยากและน่าสนใจมากครับ ส่วนงานอื่นก็มีความหลากหลายเช่นเดิม ทั้งการศึกษาความสามารถในการยึดเกาะเนื้อเยื่อและปลดปล่อยของยาในกลุ่มสเตียรอยด์ในปาก การศึกษาทางวัสดุศาสตร์และกลศาสตร์ในด้านจัดฟัน รวมถึงการศึกษาทางด้านชุมชน เป็นต้น

ขอให้ทุกท่านมีความสุขในช่วงสงกรานต์ที่กำลังจะมาถึงและสวัสดีปีใหม่ไทยครับ

ทพ.ดร. เอกมน มหาโสภา
สภานิติกร

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

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

Instruction for Authors

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

Categories of the Articles

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

Manuscript Submission

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

Contact Address

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

Manuscript Preparation

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

should be typewritten 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 placed on the top right corner. The length of article should be 10-12 pages including the maximum of 5 figures, 5 tables and 40 references for original articles. (The numbers of references are not limited for review article)
4. Measurement units such as length, height, weight, capacity etc. should be in metric units. Temperature should be in degree Celsius. Pressure units should be in mmHg. The hematologic measurement and clinical chemistry should follow International System Units or SI.
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.
6. Position of the teeth may use full proper name such as maxillary right canine or symbols according to FDI two-digit notation and write full name in the parenthesis after the first mention such as tooth 31 (mandibular left central incisor).
7. Every illustration including tables must be referred in all illustrations. The contents and alphabets in the illustrations and tables must be in English. 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, Damron DD, Allen CM, Bouquot JE. Oral and maxillofacial pathology. Philadelphia: WB Saunders; 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, Tungpisitoitn 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) : Extra charge for addition color printing for 1-16 pages is 15,000 baht vat included. The price is subjected to change with prior notice.



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน พ.ศ. 2561

บทความปริทัศน์

ความสำคัญของตัวชี้วัดทางคลินิก ในการทำนายการลุกลาม
ของโรคปริทันต์ระหว่างการรักษปริทันต์ขั้นคงสภาพ

กมลชนก กมลนฤเมธ

ศิริกาญจน์ อรัญยานาก

รายงานผู้ป่วย

Sialadenoma Papilliferum of the Palate:

A Case Report

Marnisa Sricholpech

Aroonwan Lam-Ubol

Chanchai Wongchuensoontorn

Sorasun Rungsiyanont

การงอกเทียมฟันคุดที่มีลักษณะซับซ้อน (รายงานผู้ป่วย 2 ราย)
นพปฎล จันทร์ผ่องแสง

บทวิพากษ์การ

HPMC Based Mucoadhesive for Delivery of
Triamcinolone Acetonide: Mucoadhesion and
Drug Release Properties, An *In Vitro* Study

Premrudee Srisuntorn

Kanokporn Bhalang

Pratanporn Arirachakaran

Contents

Volume 68 Number 2 April – June 2018

Review Article

Importance of Clinical Parameters to Predict the
Periodontal Disease Progression During Supportive
Periodontal Therapy

Kamolchanok Kamolnarumeth

Sirikarn P. Arunyanak

Case Report

Sialadenoma Papilliferum of the Palate:

A Case Report

Marnisa Sricholpech

Aroonwan Lam-Ubol

Chanchai Wongchuensoontorn

Sorasun Rungsiyanont

Artificial Eruption of Complicated Tooth Impaction
Cases. (A report of 2 cases)

Noppadol Chanpongsaeng

Original Article

HPMC Based Mucoadhesive for Delivery of
Triamcinolone Acetonide: Mucoadhesion and
Drug Release Properties, An *In Vitro* Study

Premrudee Srisuntorn

Kanokporn Bhalang

Pratanporn Arirachakaran



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน พ.ศ. 2561

บทวิทยาการ

Evaluation of Voids in Class II Restorations
Restored with Bulk-fill and Conventional Nanohybrid
Resin Composite
Saiisara Chaidarun
Chalernpol Leevailoj

การเปรียบเทียบความต้านทานเสียดทานของวิธีการมัดทาง
ทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ ในสภาวะเปียก

จรรยา อภิสิริยะกุล
วิกันดา เขมาลีลากุล
ณัฐวิทย์ พรหมมา
ณัฐดนัย พงศ์สุเสนีย์
ต้นฝน ดามัง
นรวิชัย นันทศักดิ์
ปณิชา ธนาสารพูนผล
ปฤษฎางค์ ศักดิ์สิทธิ์
ปวริศร์ จุลภักดิ์

Adding Ferrous Sulphate to Hydrogen Peroxide
Tooth Bleaching Gels Reduced the Required
Bleaching Time
Thunnithie Thitichoatariyakun
Sirivimol Srisawasdi

Age Estimation using Segmented Pulp/Tooth Area
Ratio Method in Thai Population
Anocha Poommouang
Anak Iamaroon
Sangsom Prapayasatok
Sukon Prasitwattanaseree
Sakarat Nalampang

Contents

Volume 68 Number 2 April - June 2018

Original Article

132 Evaluation of Voids in Class II Restorations
restored with bulk-fill and conventional nanohybrid
resin composite
Saiisara Chaidarun
Chalernpol Leevailoj

144 Comparison of Frictional Resistance of Various
Orthodontic Ligation Methods in Wet Conditions
Janya Apisariyakul
Wikanda Khemaleelakul
Nattawit Promma
Nutdanai Pongsusenee
Tonfon Damang
Norrawit Nuntasak
Panicha Thanasarnpoonpol
Prisadang Saksit
Pawarit Chullapak

153 Adding Ferrous Sulphate to Hydrogen Peroxide
Tooth Bleaching Gels Reduced the Required
Bleaching Time
Thunnithie Thitichoatariyakun
Sirivimol Srisawasdi

165 Age Estimation using Segmented Pulp/Tooth Area
Ratio Method in Thai Population
Anocha Poommouang
Anak Iamaroon
Sangsom Prapayasatok
Sukon Prasitwattanaseree
Sakarat Nalampang



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน พ.ศ. 2561

บทวิทยาการ

Comparison of Four Different Types of Dental Floss in Plaque and Gingival Inflammation Reduction

Supranee Benjasupattananan

Lily See

การสำรวจการปฏิบัติตนของทันตแพทย์ต่อแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม

ประทานพร อาริราชการณย์

ชุมพล ชมะโชติ

นิภาพร ชิตชูตระกูล

ภณทภา คุณธนินิธิ

ภณทรา เชื้อทองฮั่ว

ผกาภรณ์ พันธวุฒิ พิศาลธูรกิจ

Contents

Volume 68 Number 2 April – June 2018

Original Article

173 Comparison of Four Different Types of Dental Floss in Plaque and Gingival Inflammation Reduction

Supranee Benjasupattananan

Lily See

181 The Survey of Practice among Dentists on Dental Safety Goals and Guidelines (DSGG)

Pratanporn Arirachakaran

Chumphon Chamachot

Niphaphat Chitchutrakul

Phanthapha Khunthananihi

Phanthira Chuethonghua

Pagaporn Pantuwadee Pisarntrakit

Front cover image: Adapted from Histopathological findings: Ductal structures are lined by inner columnar cells and outer cuboidal cells. (see *Sricholpech et al.* Pages 101 for details)

บทความปริทัศน์

ความสำคัญของตัวชี้วัดทางคลินิก ในการทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ระหว่างการรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ

Importance of Clinical Parameters to Predict the Periodontal Disease Progression During Supportive Periodontal Therapy

กมลชนก กมลนฤเมธ¹ และ ศิริกาญจน์ อรัญยานาค²

Kamolchanok Kamolnarumeth¹ and Sirikarn P. Arunyanak²

¹โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

¹Dental hospital, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

²ภาควิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ฯ

²Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

การรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อคงสภาวะอวัยวะปริทันต์ให้มีสุขภาพดี ป้องกันการลุกลามของโรคปริทันต์อักเสบ โดยการเรียกผู้ป่วยกลับมารับตรวจซ้ำอย่างสม่ำเสมอ และทำการบันทึกค่าตัวชี้วัดทางคลินิกต่าง ๆ ซึ่งแต่ละค่านอกจากจะบอกถึงสภาวะของอวัยวะปริทันต์ที่เป็นอยู่แล้ว ยังสามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคตได้ และมีประโยชน์ในการวางแผนการรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำแหน่งที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ บทความนี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญและความสามารถในการทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ระหว่างการรักษาโรคปริทันต์ขั้นคงสภาพของตัวชี้วัดทางคลินิก 3 ค่า ได้แก่ การมีเลือดออกหลังการโพรบ การเป็นหนอง และค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ ซึ่งแต่ละตัวชี้วัดสามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคได้ในระดับที่แตกต่างกัน แต่ ณ ปัจจุบันยังไม่มีตัวชี้วัดใดที่เป็นตัวชี้วัดที่ชัดเจนที่จะใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคตได้อย่างแน่นอน

คำสำคัญ: การมีเลือดออกหลังการโพรบ, การลุกลามของโรค, ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์, การรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ, การเป็นหนอง

Abstract

Objectives of supportive periodontal therapy are to maintain healthy periodontium and prevent periodontal disease progression by regular recall appointments. Clinical parameters recorded during visits can identify current periodontal status and, moreover, can predict disease progression in the future. It is useful for treatment planning especially in risk sites which are possible to have further loss of clinical attachment. This review article gathers information regarding the importance and predictability in disease progression of three clinical parameters including bleeding on probing, suppuration, and probing pocket depth during supportive periodontal therapy. Each clinical

parameter can predict disease progression in different levels. To date, no clinical parameter can forecast the attachment loss accurately.

Keyword: Bleeding on probing, Disease progression, Probing pocket depth, Supportive periodontal therapy, Suppuration

Received Date: Aug 1,2017

Accepted Date: Nov 17,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.18

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ศิริกาญจน์ อรัญยานาค ภาควิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 02-218-8850 อีเมล: phothikhuns@gmail.com

Correspondence to:

Sirikarn P. Arunyanak. Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri-Dunant Rd., Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand Tel: 02-218-8850 E-mail: phothikhuns@gmail.com

บทนำ

การรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ (supportive periodontal therapy) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการรักษาโรคปริทันต์ หลังจากผ่านการรักษาโรคปริทันต์ขั้นต้น (initial periodontal therapy) แล้ว วัตถุประสงค์ของการรักษาในขั้นคงสภาพ คือการดูแลรักษา อวัยวะปริทันต์นั้นให้มีสุขภาพดี สามารถใช้งานได้ และมีความสวยงาม โดยการเรียกผู้ป่วยกลับมาตรวจซ้ำ (recall) อย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการกลับมาติดเชื้อซ้ำใหม่ หรือเกิดการลุกลามของโรค ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่ได้แสดงให้เห็นว่าการประเมิณการเกิดการลุกลามของโรคปริทันต์ในตำแหน่งที่มีการสูญเสียระดับ การยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ (attachment loss) ตั้งแต่ 1.5 – 3 มิลลิเมตรขึ้นไป และเมื่อพบว่าการลุกลามเกิดขึ้นในตำแหน่งใด ก็จะสามารถให้การรักษาและแก้ไขได้อย่างทันที่ ดังนั้นการรักษาระยะคงสภาพนี้ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากและมีผลต่อความสำเร็จในการรักษาระยะยาว ซึ่งการเรียกผู้ป่วยกลับมาตรวจแต่ละครั้ง ผู้ป่วยจะถูกตรวจสถานะปริทันต์ด้วยเครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) เพื่อบันทึกค่าตัวชี้วัดทางคลินิกต่าง ๆ (clinical parameters) ซึ่งตัวชี้วัดแต่ละตัวนั้นมีประโยชน์ในการนำมาใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์เฉพาะตำแหน่ง (site level) ได้ ซึ่งในบทความนี้จะอธิบายถึงตัวชี้วัด 3 ตัวที่มีความสำคัญ ได้แก่ การมีเลือดออกหลังการโพรบ (bleeding on probing) การเป็นหนอง (suppuration) และค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ (probing pocket depth)

การมีเลือดออกหลังการโพรบ (Bleeding on probing)

การมีเลือดออกหลังการโพรบเป็นตัวชี้วัดทางคลินิกที่

ตรวจง่าย แปลผลเป็นรูปธรรมได้ชัดเจนว่าตำแหน่งนั้นมีเลือดออกหรือไม่ ซึ่งตำแหน่งที่มีเลือดออกหลังการโพรบสามารถบ่งบอกถึงการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณนั้น ผลจากการตรวจทางมิวชีววิทยา (histology)^{1,2} พบว่ามีเซลล์อักเสบแทรกซึมอยู่ร้อยละ 45-55 ในชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) โดยส่วนใหญ่เป็น เซลล์พลาสมา (plasma cell) และพบชั้นเยื่อบุผิว (epithelium) มีลักษณะบางลง ร่วมกับมีแผล (ulceration) และผนังหลอดเลือดเกิดการฉีกขาด ปริมาณคอลลาเจน (collagen) รอบหลอดเลือดน้อยลง นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างการมีเลือดออกหลังการโพรบกับการมีปริมาณน้ำเหลืองเหงือก (gingival crevicular fluid, GCF) ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 60³ ซึ่งในความเป็นจริงค่าน้ำเหลืองเหงือกที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นตัวบ่งชี้ช่วงต้นที่แสดงถึงการอักเสบของเหงือกที่ดีกว่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ³ แต่อย่างไรก็ตามการตรวจการมีเลือดออกหลังการโพรบสามารถทำได้ง่ายกว่าในทางคลินิก และเมื่อเปรียบเทียบกับ การสังเกตการอักเสบด้วยสายตา (visual inflammation) จากการดูสีและลักษณะของเหงือกอักเสบ พบว่าการมีเหงือกบวมและมีสีแดงมากขึ้นนั้น มีความไว (sensitive) น้อยกว่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ ดังเช่นผลจากการศึกษาที่ทดลองให้ผู้เข้าร่วมทดลองหยุดการทำความสะอาดช่องปากในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และทำการติดตามผลการเกิดเหงือกอักเสบพบว่า สามารถตรวจพบเลือดออกหลังการโพรบได้ก่อนการสังเกตการอักเสบด้วยสายตา ซึ่งมักพบการมีเลือดออกหลังการโพรบหลังวันที่ 6 จากวันที่เริ่มหยุดการทำความสะอาดช่องปาก^{4,5}

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีเลือดออกหลังการโพรบกับเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ (periodontopathic bacteria) ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ชัดเจน เนื่องจากบริเวณที่พบว่ามีเลือดออกหลังการโพรบ มักพบร่วมกับการเพิ่มจำนวนมากขึ้นของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ โดยเฉพาะในบริเวณร่องลึกปริทันต์ที่ลึก (deep periodontal pocket) ดังนั้นการพบเชื้ออาจเป็นผลมาจากการมีร่องลึกปริทันต์และไม่สัมพันธ์กับการมีเลือดออกหลังการโพรบได้⁶ แต่จากผลการศึกษาของ Demmer และคณะ ในปี ค.ศ. 2008⁷ ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการมีเลือดออกหลังการโพรบกับเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ โดยไม่มีปัจจัยจากร่องลึกปริทันต์ที่ลึก โดยพบว่าในร่องลึกปริทันต์ที่ตื้นที่มีค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ (probing depth) น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เมื่อมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์เพิ่มขึ้น ได้แก่ เชื้อแอกกรีเกทีแบคทีเรีย แอคทีโนมัยซีเทม โคมิตานส์ (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, Aa)

เชื้อฟอร์พีโรโมนาส จิงจิวัลลิส (*Porphyromonas gingivalis*, Pg) เชื้อทริโปนีมา เดนทิกอลา (*Treponema denticola*, Td) และเชื้อแทนเนอร์เรลล่า ฟอร์ไซเทีย (*Tannerella forsythia*, Tf) จะพบว่ามี ความชุกของการมีเลือดออกหลังการโพรบเพิ่มขึ้น และในทางกลับกัน ตำแหน่งที่พบความชุกของการมีเลือดออกหลังการโพรบน้อยลง จะสัมพันธ์กับการมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ดี (health-associated bacteria) มากขึ้นเช่นกัน

การตรวจพบการมีเลือดออกหลังการโพรบ เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละที่ตรวจได้ในระหว่างการรักษาริทันต์ขั้นคงสภาพ สามารถนำมาใช้ทำนายความเสี่ยงต่อการลุกลามของโรคปริทันต์ (periodontal disease progression) หรือการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ (clinical attachment loss) ในอนาคตได้ในระดับปานกลางที่ร้อยละ 26-41 จากผลการศึกษาตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การศึกษาทางคลินิกที่รายงานความสามารถในการทำนายของค่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ ระหว่างการรักษาขั้นคงสภาพ

Table 1 Clinical studies reported the predictability of bleeding on probing during supportive therapy

Clinical studies	Observation time (year)	CAL loss criteria	BOP	Predictability
Badersten <i>et al.</i> , 1990 ⁸	5	≥ 1.5 mm.	Frequencies ≥ 75 %	29 %
Claffey <i>et al.</i> , 1990 ⁹	3.5	≥ 1.5 mm.	Frequencies ≥ 75 %	41 %
Lang <i>et al.</i> , 1986 ¹⁰	4	≥ 2 mm.	4/4 (recall visits)	30 %
Rahardjo <i>et al.</i> , 2005 ¹¹	3	≥ 3 mm.	4/4 (recall visits)	26 %

CAL = Clinical attachment level

BOP = Bleeding on probing

Badersten และคณะ ในปี ค.ศ. 1990⁸ และ Claffey และคณะ ในปี ค.ศ. 1990⁹ ได้ทำการศึกษาเพื่อดูความสามารถของค่าตัวชี้วัดทางคลินิกต่าง ๆ ที่ใช้ทำนายการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ ในระยะการรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ โดยผู้ป่วยของทั้ง 2 การศึกษาผ่านการรักษาริทันต์ขั้นต้น ด้วยการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน แล้วเข้าสู่ระยะขั้นคงสภาพต่อโดยใช้เกณฑ์การประเมินการเกิดการลุกลามของโรคในตำแหน่งที่มีการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ตั้งแต่ 1.5 มิลลิเมตรขึ้นไป จากการติดตามผลในช่วงขั้นคงสภาพ พบว่าตำแหน่งที่ตรวจพบการมีเลือดออกหลังการโพรบในค่ามากกว่าร้อยละ 75 จากจำนวนครั้งที่เรียกกลับมาตรวจซ้ำทั้งหมดสามารถทำนายการเกิดการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในอนาคตได้ร้อยละ 29⁸ ในการศึกษาของ Badersten และคณะ และร้อยละ 41⁹ ในการศึกษาของ Claffey และคณะ

โดยผู้ป่วยของทั้งสองการศึกษา เป็นผู้ป่วยในกลุ่มคงสภาพที่ดี (well maintained) แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อยตรงที่ ในการศึกษาของ Badersten และคณะ ไม่ได้รวมฟันกรามเข้ามาในการศึกษาด้วย

การศึกษาแบบย้อนหลัง (retrospective study) ของ Lang และคณะ ในปี ค.ศ. 1986 ทำการศึกษาในผู้ป่วย 55 คน ที่ได้รับการรักษาริทันต์แบบไม่ผ่าตัด (non-surgical therapy) และแบบรวมกับการผ่าตัด (surgical therapy) ด้วยวิธีการผ่าตัดแบบวิดแมนดัดแปร (modified Widman flap) แล้วเข้าสู่ระยะขั้นคงสภาพโดยมีการเรียกกลับมาตรวจซ้ำทุก 3-5 เดือน เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ปี โดยใช้เกณฑ์การประเมินการเกิดการลุกลามของโรคในตำแหน่งที่มีการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป ผลการศึกษาพบว่า เมื่อตรวจพบการมีเลือดออกหลังการโพรบ 4 ครั้ง ในการเรียกกลับมา

ตรวจซ้ำในช่วง 4 ครั้งสุดท้าย (4/4) หรือ หมายถึงพบการมีเลือดออกหลังการโพรบทุกครั้งติดกัน 4 ครั้ง จะสามารถทำนายว่าจะเกิดการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในอนาคตได้ร้อยละ 30 แต่ถ้าพบการมีเลือดออกหลังการโพรบ 1-3 ครั้ง จากการเรียกกลับมาตรวจซ้ำ 4 ครั้งสุดท้าย จะทำนายได้เพียงร้อยละ 3-14¹⁰

การศึกษาของ Rahardjo และคณะ ในปี ค.ศ.2005 ติดตามผลในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุที่มีอายุ 70 ปี และไม่สูบบุหรี่ จำนวน 229 คน เป็นเวลา 3 ปี ใช้เกณฑ์การประเมินการเกิดการลุกลามของโรคในตำแหน่งที่มีการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป พบว่าปริมาณความถี่ของการมีเลือดออกหลังการโพรบที่เพิ่มขึ้น ในแต่ละครั้งที่เรียกกลับมาตรวจซ้ำ สอดคล้องต่อความเสี่ยงของการลุกลามของโรคที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อพบการมีเลือดออกหลังการโพรบ 2 ใน 4 ครั้ง (2/4) จะมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า เมื่อเทียบกับการไม่พบการมีเลือดออก (0/4) และเมื่อพบการมีเลือดออกหลังการโพรบเพิ่มขึ้นเป็น 3 ใน 4 ครั้ง (3/4) และ 4 ใน 4 ครั้ง (4/4) จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเป็น 4 และ 6 เท่า ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมถึงความสามารถในการทำนายการเกิดการลุกลามของโรคเมื่อพบการมีเลือดออกหลังการโพรบ 4 ใน 4 ครั้ง จะสามารถทำนายการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในอนาคตได้ร้อยละ 26¹¹ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Lang และ คณะซึ่งมีค่าร้อยละ 30¹⁰

จากทั้ง 4 การศึกษาที่กล่าวมานั้น จะเห็นว่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ สามารถทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้ในระดับปานกลางในกลุ่มผู้ป่วยที่คงสภาพที่ดี แต่ค่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ จะสามารถทำนายได้มากขึ้น เมื่อนำมาใช้กับกลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูง (high risk) โดยเมื่อนำผลการศึกษาของ Claffey และคณะ⁹ มาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยใหม่ภายหลัง 3 เดือนจากการรักษาปริทันต์ขั้นต้น ออกเป็นกลุ่มผู้ป่วยความเสี่ยงสูง คือมีจำนวนตำแหน่งที่มีร่องลึกปริทันต์มากกว่า 6 มิลลิเมตรที่จำนวนตั้งแต่ร้อยละ 9 ขึ้นไป และกลุ่มผู้ป่วยความเสี่ยงต่ำ (low risk) คือมีจำนวนตำแหน่งที่มีร่องลึกปริทันต์มากกว่า 6 มิลลิเมตร น้อยกว่าร้อยละ 9 พบว่า การมีค่าความถี่ของการมีเลือดออกหลังการโพรบตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป (พบมากกว่า 11 ครั้ง จากการตรวจทั้งหมด 14 ครั้ง) ในกลุ่มความเสี่ยงสูง สามารถทำนายการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ที่มากกว่า 1.5 มิลลิเมตร ได้ร้อยละ 58 ในขณะที่กลุ่มความเสี่ยงต่ำ สามารถทำนายได้เพียงร้อยละ 21¹² ดังนั้นในผู้ป่วยที่กลับมาในการรักษาขึ้นคงสภาพ แล้วยังเหลือตำแหน่งที่มีร่องลึกปริทันต์ลึกตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไปหลายตำแหน่ง ร่วมกับพบการ

มีเลือดออกหลังการโพรบหลายครั้งในตำแหน่งเดิมซ้ำ ๆ ระหว่างการเรียกกลับมา จะบ่งบอกถึงความเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในอนาคตได้ในตำแหน่งเหล่านั้น ซึ่งทันตแพทย์ควรให้ความใส่ใจกับตำแหน่งที่มีร่องลึกปริทันต์ดังกล่าว ระหว่างการเรียกกลับมาตรวจขึ้นคงสภาพ โดยการเกลารากฟันเพิ่มเติม หรือทำศัลยกรรมปริทันต์ (periodontal surgery) เพื่อลดความลึกของร่องลึกปริทันต์

ในทางกลับกัน การตรวจไม่พบการมีเลือดออกหลังการโพรบนั้น สามารถบ่งบอกถึงการมีเสถียรภาพของอวัยวะปริทันต์ (periodontal stability) ที่ดีกว่า จากการทำนายการลุกลามของโรค จากการศึกษานี้ของ Lang และคณะ ในปี ค.ศ.1990¹³ ที่ติดตามผลผู้ป่วย 41 คนหลังได้รับการรักษาปริทันต์ขั้นต้น เป็นเวลา 2 ปี ครั้ง โดยมีการเรียกกลับมาตรวจซ้ำ ทุก 2-6 เดือน และใช้เกณฑ์การประเมินการเกิดการลุกลามของโรค ในตำแหน่งที่มีการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป ผลการศึกษาพบว่า ค่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ ให้ค่าพยากรณ์ผลลบ (negative predictive value) มากถึงร้อยละ 98 ในขณะที่มีค่าพยากรณ์ผลบวกเพียงร้อยละ 6 ซึ่งหมายความว่า การตรวจไม่พบการมีเลือดออกหลังการโพรบในระยะขึ้นคงสภาพ สามารถบ่งบอกถึงการมีสุขภาพของอวัยวะปริทันต์ที่ดีได้อย่างแม่นยำ

อย่างไรก็ตามการตรวจการมีเลือดออกหลังการโพรบนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดผลบวกปลอม (false positive) ได้คือการพบเลือดออกที่ไม่ได้เกิดจากการมีการอักเสบของอวัยวะปริทันต์ แต่เกิดจากสาเหตุอื่น เช่น แรงที่ใช้ในการโพรบที่มากเกินไป (มากกว่า 25 กรัม) ขนาดของเครื่องมือตรวจปริทันต์ที่ใหญ่เกินไป หรือแนวในการเอียงเครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เนื้อเยื่อเกิดการบาดเจ็บได้ ทำให้การแปลผลจากการมีเลือดออกหลังการโพรบนั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นทันตแพทย์ผู้ตรวจควรควบคุมปัจจัยเหล่านี้ก่อนนำค่าการมีเลือดออกหลังการโพรบมาใช้วิเคราะห์ผลในการทำนายการลุกลามของโรคต่อไป⁶

การเป็นหนอง (Suppuration)

ตำแหน่งที่พบว่ามีหนองสามารถทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง จากผลการศึกษาของ Badersten และคณะ⁸ ที่กล่าวไปข้างต้น พบว่า เมื่อตรวจพบตำแหน่งที่มีหนอง มากกว่า 2 ครั้งในช่วงระยะขึ้นคงสภาพ จะสามารถทำนายการเกิดการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ที่มากกว่า 1.5 มิลลิเมตรในอนาคตได้ร้อยละ 20 และผลจากการศึกษาของ Claffey และคณะ⁹ ทำนายได้ร้อยละ 41 เนื่องจากความชุกของการพบการเป็นหนองมีค่าต่ำ จึงส่งผลให้มีค่าการทำนายการลุกลามของโรคน้อยตามไปด้วย ดังนั้นการนำค่านี้มา

ใช้ควบคู่ร่วมกับตัวชี้วัดทางคลินิกอื่น ๆ เพื่อจะทำให้ค่าการทำนายการลุกลามของโรคนั้นแม่นยำมากขึ้น

ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ (Probing pocket depth)

ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ สามารถนำมาใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้ในระดับปานกลางถึงมาก ซึ่งดีกว่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ และการเป็นหนอง โดยค่าที่นำมาวิเคราะห์คือ ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่ (residual probing depth) และค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เพิ่มขึ้น (increased probing depth) ในช่วงการรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ

จากการศึกษางานปริทัศน์แบบทั้งระบบ (systematic review) ของ Renvert และ Persson ค.ศ.2002¹⁴ ได้กล่าวไว้ว่า

การตรวจพบค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่ ตั้งแต่ 6 มม. ขึ้น

ไปหลังการรักษาโรคปริทันต์ขั้นต้นนั้นอาจจะสามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ของผู้ป่วยในอนาคตได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Badersten และคณะ⁸ และ Claffey และคณะ⁹ ที่พบว่าค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่ ตั้งแต่ 7 มิลลิเมตรขึ้นไป และมีค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปหลังการรักษาโรคปริทันต์ขั้นคงสภาพ จะสามารถทำนายการเกิดการสูญเสียระดับยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ที่มากกว่า 1.5 มิลลิเมตรในอนาคตได้ประมาณ ร้อยละ 50–80 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การศึกษาทางคลินิกที่รายงานความสามารถในการทำนายของค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ ระหว่างการรักษาขั้นคงสภาพ

Table 2 Clinical studies reported the predictability of probing depth during supportive therapy

Studies	Predictability (CAL loss \geq 1.5 mm.)	
	Residual PD \geq 7 mm.	Increased PD \geq 1 mm.
Badersten <i>et al.</i> , (1990) ⁸	52 %	78 %
Claffey <i>et al.</i> , (1990) ⁹	50 %	63 %

CAL = Clinical attachment level

PD = Probing depth

จากการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น พิจารณาใช้การสูญเสียระดับยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ เป็นตัวแทนของผลลัพธ์ (surrogate outcome) ที่ใช้ประเมินการลุกลามของโรค ซึ่งผลลัพธ์ที่แท้จริง (true outcome) ของการรักษาโรคปริทันต์นั้นคือการสูญเสียฟัน (tooth loss) แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาที่ต้องติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลาที่นานจึงเกิดการสูญเสียฟัน ทำให้การศึกษาส่วนใหญ่ที่ทำได้นั้นทำได้ยาก และมีรายงานการศึกษาที่ใช้ค่าการสูญเสียฟันในจำนวนน้อย แต่จากการศึกษาแบบย้อนหลังของ Matulienė และคณะ ในปี ค.ศ.2008¹⁵ ได้ติดตามผลผู้ป่วย 172 คนในช่วงขั้นคงสภาพ เป็นเวลาเฉลี่ย 11 ปี โดยใช้การสูญเสียฟันเป็นผลลัพธ์ของการรักษา พบว่าเมื่อมีค่าความลึกร่อง

ลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่ที่ลึกมากขึ้น จะพบความเสี่ยงต่อการสูญเสียฟันที่มากขึ้นตามด้วยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งในระดับตำแหน่ง (site level) และระดับฟัน (tooth level) ตามตารางที่ 3 โดยให้ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เป็นเกณฑ์อ้างอิง แต่เมื่อประเมินในระดับบุคคล (subject level) การมีค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เหลืออยู่มากกว่า 6 มิลลิเมตรขึ้นไป มากกว่า 1 ตำแหน่ง พบความเสี่ยงต่อการสูญเสียฟันมากขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียระดับยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เป็น 2.4 เท่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ของแต่ละตำแหน่ง และ ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่ลึกที่สุดของฟันแต่ละซี่ กับความเสี่ยงในการสูญเสียฟัน ระหว่างการรักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ

Table 3 The association of site probing pocket depth and deepest probing pocket depth of a tooth with tooth loss during supportive periodontal therapy

Residual pocket depth	Odd ratio of tooth loss (ref. residual pocket depth \leq 3 mm.)	
	Site level	Tooth level
5 mm.	5.8	7.7
6 mm.	9.3	11
\geq 7 mm.	37.9	64.2

Ref = Reference

เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวชี้วัดทางคลินิกที่กล่าวไปทั้งหมด ได้แก่ การมีเลือดออกหลังการโพรบ การเป็นหนอง และค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ จะเห็นได้ว่า ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่ลึกหรือมีค่าเพิ่มขึ้นจะสามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้มากที่สุด ถึงแม้ว่าค่าการมีเลือดออกหลังการโพรบ และการเป็น

หนอง จะใช้ทำนายได้น้อย เมื่อประเมินค่านั้นเพียงตัวเดียว แต่ค่าทั้ง 2 นี้ก็ยังมีประโยชน์เมื่อพบร่วมกับค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคได้มากขึ้นอีกร้อยละ 10-20 ดังเช่นในการศึกษาของ Claffey และคณะ ในปี ค.ศ. 1990⁹ ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสามารถในการทำนายของตัวชี้วัดทางคลินิก

Table 4 Predictability of clinical parameter(s)

Clinical parameter(s)	Predictability (CAL loss \geq 1.5 mm.)	
	Residual PD \geq 7 mm.	Increased PD \geq 1 mm.
Probing depth (only)	50 %	68 %
PD & BOP frequency \geq 75 %	67 %	87 %
PD & suppuration \geq 2 times	63 %	-

CAL = Clinical attachment level

PD = Probing depth

BOP = Bleeding on probing

ดังนั้นค่าตัวชี้วัดทางคลินิก ที่สามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้มากที่สุด คือการพบ ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ที่เพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตรขึ้นไป ร่วมกับการมีความถี่ของการมีเลือดออกหลังการโพรบ มากกว่าร้อยละ 75 จะสามารถทำนายการสูญเสียระดับยึดเกาะทางปริทันต์ในอนาคตได้ร้อยละ 87⁹

ทั้งนี้เพื่อให้การบันทึกค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ มีความน่าเชื่อถือ แผลผลได้ตรงกับความเป็นจริง ควรใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ที่มีขนาดมาตรฐาน เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4–0.5 มิลลิเมตร ใช้แรงในการโพรบที่ไม่เกิน 25 กรัม ร่วมกับการมีจุดอ้างอิงในการวัดที่แน่นอน¹⁶ และสังเกตการมีเลือดออกหลังการโพรบหลังจากที่โพรบร่องลึกปริทันต์แล้วประมาณ 10–15 วินาที¹⁷

บทสรุป

ตัวชี้วัดทางคลินิกทั้ง 3 ตัวในบทความนี้ สามารถนำมาใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคตได้ในระดับที่แตกต่างกันตามที่กล่าวไป โดยเรียงความสำคัญจากมากไปน้อยได้แก่ ค่าความลึกร่องลึกปริทันต์ การมีเลือดออกหลังการโพรบ และการเป็นหนอง และเมื่อพิจารณาค่าตัวชี้วัดทางคลินิกหลายตัวประกอบกัน จะสามารถทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้มากขึ้น แต่ ณ ปัจจุบัน ยังไม่มีตัวชี้วัดใดที่สามารถทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคตได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการพิจารณาตัวชี้วัดเหล่านี้ จะสามารถช่วยทันตแพทย์ในการเฝ้าระวังและวางแผนการรักษาในตำแหน่ง หรือผู้ป่วยรายนั้นเพิ่มเติม เช่น การเกลารากฟันซ้ำ การทำศัลยกรรมปริทันต์ และการกำหนดระยะเวลาใน

การเรียกกลับมาถี่มากขึ้น ระหว่างการรักษาปริทันต์ระยะขั้นคงสภาพ เพื่อป้องกันการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Davenport Jr RH, Simpson DM, Hassell TM. Histometric comparison of active and inactive lesions of advanced periodontitis. *J Periodontol* 1982;53:285-95.
2. Greenstein G, Caton J, Polson AM. Histologic characteristics associated with bleeding after probing and visual signs of inflammation. *J Periodontol* 1981;52:420-5.
3. Engelberger T, Hefti A, Kallenberger A, Rateitschak KH. Correlations among papilla bleeding index, other clinical indices and historically determined inflammation of gingival papilla. *J Clin Periodontol* 1983;10:579-89.
4. Hirsch RS, Townsend GC. The effect of locally released oxygen on the development of plaque and gingivitis in man. *J Clin Periodontol* 1981;8:21-8.
5. Muhlemann H. Gingival sulcus bleeding: a leading symptom in initial gingivitis. *Helv Odontol Acta* 1971;15:107-13.
6. Greenstein G. The role of bleeding upon probing in the diagnosis of periodontal disease. A literature review. *J Periodontol* 1984;55:684-8.
7. Demmer RT, Papapanou PN, Jacobs DR Jr, Desvarieux M. Bleeding on probing differentially relates to bacterial profiles: the Oral Infections and Vascular Disease Epidemiology Study. *J Clin Periodontol* 2008;35:479-86.
8. Badersten A, Nilvéus R, Egelberg J. Scores of plaque, bleeding,

suppuration and probing depth to predict probing attachment loss 5 years of observation following nonsurgical periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 1990;17:102-7.

9. Claffey N, Nylund K, Kiger R, Garrett S, Egelberg J. Diagnostic predictability of scores of plaque, bleeding, suppuration and probing depth for probing attachment loss. *J Clin Periodontol* 1990;17:108-14.

10. Lang NP, Joss A, Orsanic T, Gusberti FA, Siegrist BE. Bleeding on probing. A predictor for the progression of periodontal disease? *J Clin Periodontol* 1986;13:590-6.

11. Rahardjo A, Yoshihara A, Amarasena N, Ogawa H, Nakashima K, Miyazaki H. Relationship between bleeding on probing and periodontal disease progression in community-dwelling older adults. *J Clin Periodontol* 2005;32:1129-33.

12. Claffey N, Egelberg J. Clinical indicators of probing attachment loss following initial periodontal treatment in advanced periodontitis patients. *J Clin Periodontol* 1995;22:690-6.

13. Lang NP, Adler R, Joss A, Nyman S. Absence of bleeding on

probing an indicator of periodontal stability. *J Clin Periodontol* 1990;17:714-21.

14. Renvert S, Persson GR. A systematic review on the use of residual probing depth, bleeding on probing and furcation status following initial periodontal therapy to predict further attachment and tooth loss. *J Clin Periodontol*. 2002;29Suppl3:82-9; discussion90-1.

15. Matuliene G, Pjetursson BE, Salvi GE, Schmidlin K, Bragger U, Zwahlen M, *et al*. Influence of residual pockets on progression of periodontitis and tooth loss: results after 11 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2008;35:685-95.

16. Lang NP, Tonetti MS. Periodontal diagnosis in treated periodontitis. Why, when and how to use clinical parameters. *J Clin Periodontol* 1996;23:240-50.

17. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975;25:229-35.

Case Report

Sialadenoma Papilliferum of the Palate: A Case Report

Marnisa Sricholpech^{1,2}, Aroonwan Lam-Ubol², Chanchai Wongchuensoontorn^{1,2} and Sorasun Rungsiyanont²

¹HRH Princess Maha Chakri Sirindhorn Medical Center, Ongkharak, Nakhon Nayok

²Department of Oral Surgery and Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok

Abstract

Sialadenoma papilliferum (SP) is a rare benign salivary gland tumor. Mostly, it occurs in association with minor salivary glands, especially at the posterior palate. The typical clinical features of this tumor are asymptomatic, slow growing, broad-based papillary projections of the oral mucosa. Here, we report a case of SP at the posterior palate of a 57-year-old woman. After incisional biopsy, complete excision of the tumor was performed. Histopathological examination showed parakeratinized stratified squamous epithelium which exhibits exophytic papillary projections along with underlying fibrocollagenous vascular connective tissue containing ductal structures lined by inner columnar cells and outer cuboidal cells. Based on these findings, the final diagnosis of SP was given. No recurrence was observed at 12 months follow-up. Reviews of previous case reports, clinical and histopathological differential diagnosis are discussed.

Keywords: Minor salivary gland, Palate, Sialadenoma papilliferum

Received Date: Jul 19,2017

Accepted Date: Oct 12,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.19

Correspondence to:

Marnisa Sricholpech. Department of Oral Surgery and Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23 Wattana Bangkok 10110 Thailand Tel. 02-649-5000 ext 15818 Email: marnisa.sricholpech@gmail.com

Introduction

Sialadenoma papilliferum (SP) is a rare, benign salivary gland tumor initially described and named by Abrams and Finck¹, since it has similar histological features to the benign neoplasm of the sweat gland, syringocystadenoma papilliferum. It was previously categorized in the ductal papilloma group, along with inverted ductal

papilloma and intraductal papilloma.² However, based on the recent classification by WHO in 2017, SP has been classified as a separate entity.³ Unique characteristics of SP are presented as papillary, exophytic projections of mucosal surface and endophytic proliferation of salivary duct epithelium.⁴ Regarding the cellular origin

of the tumor, microscopic, immunohistochemical and ultrastructural studies have shown that the tumor cells exhibit features of various cell types of the salivary gland duct apparatus. Currently, most investigators believe that SP most likely originated from excretory ducts or excretory duct reserve cells; however, no consensus has been reached.^{4,5} To date, about 71 cases of SP have been reported in the literatures written in English, with the majority of the cases occurred in relation with minor salivary glands especially at the palate.^{1,5-27} Here, we report another case of SP at the hard palate in a 57-year-old female patient.

Case Report

A 57-year-old female patient came to the Dental Clinic of HRH Princess Maha Chakri Sirindhorn Medical Center complaining of a mass at the right posterior hard palate. She had noticed the presence of this painless and slow-growing mass for several months and had

never sought any kind of treatment. Other histories including medical, dental or family history were not of relevant significance.

Intraoral examination revealed a well-defined and broad-based exophytic mass located at posterior hard palate on the right side. The surface of the lesion exhibited multiple small pink-colored papillary projections with white areas focally. The lesion was approximately 10x15x4 mm in size, positioned adjacent to the torus palatinus but was not associated with the upper removable denture that the patient was wearing (Fig. 1). Radiographic findings were unremarkable. Clinical differential diagnosis included squamous papilloma, verruca vulgaris, verrucous hyperplasia and verruciform xanthoma. Incisional biopsy and subsequent complete excision under local anesthesia were performed and specimens were submitted for histopathological examination, from which, a diagnosis of SP was given. Postoperative healing was uneventful and recurrence of the lesion was not observed at 12 months follow up.



Figure 1 Intraoral view of the well-defined, broad-based, papillomatous lesion at the posterior hard palate on the right side.

Histopathological evaluation, as shown in Figure 2, 3 and 4, revealed a dome-shaped mass, which is surfaced by parakeratinized stratified squamous epithelium. The surface epithelium exhibits exophytic papillary projections with fibrovascular cores. The underlying fibrocollagenous vascular connective tissue contains

ductal structures of variable sizes. The ductal structures are lined by inner columnar cells and outer cuboidal cells. The ductal lining epithelium is in continuity with surface squamous epithelium in some areas. Small papillary projections into ductal lumen are noted occasionally.

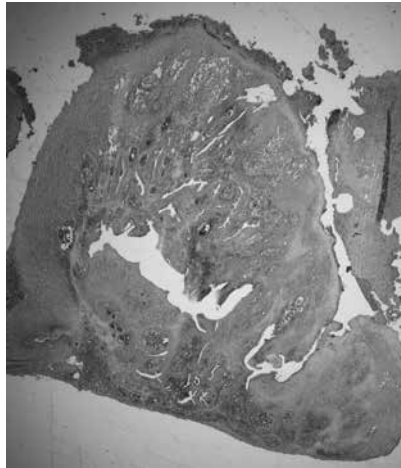


Figure 2 Histopathological findings (hematoxylin-eosin staining) (magnification x40): Parakeratinized stratified squamous surface epithelium exhibits exophytic growth and forms papillary projections with fibrovascular cores. The underlying connective tissue stroma exhibits ductal structures of variable sizes.

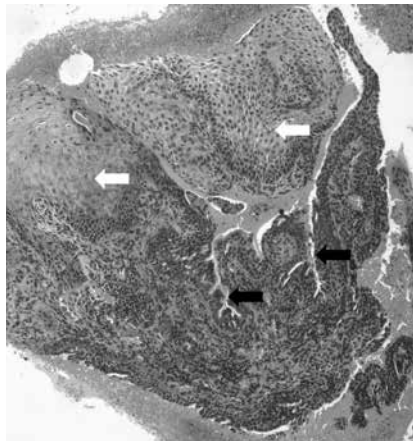


Figure 3 Histopathological findings (hematoxylin-eosin staining) (magnification x100): Transition of surface parakeratinized stratified squamous (white arrow) to endophytic proliferation of ductal epithelium (black arrow).

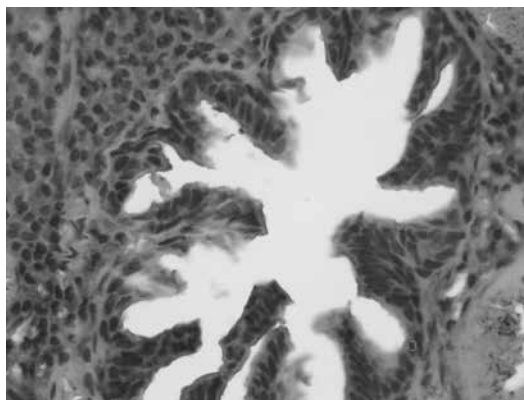


Figure 4 Histopathological findings (hematoxylin-eosin staining) (magnification x400): Ductal structures are lined by inner columnar cells and outer cuboidal cells. Small projections into the lumen are observed.

Discussion

In the 47-year period after the first report of SP¹, about 71 cases of SP have been reported in the English-language literatures as shown in Table 1. Sixty percent of the reported SP cases were involved with minor salivary glands, especially at the palate, at which most of the cases occurred at the hard palate (45.1 %), junction of hard and soft palate (9.9 %) and soft palate (5.6 %), respectively. In addition, SP was also found at buccal mucosa (8.5 %), upper lip (4.2 %), floor of mouth

(2.8 %), tongue (2.8 %) and retromolar pad (2.8 %). As for major salivary glands, only involvement with parotid gland was reported in 5.6 % of the SP cases. Interestingly, there have been reports of a few SP cases occurring at uncommon areas, such as in the bronchus (4.2 %), nasal cavity (2.8 %), esophagus (2.8 %), adenoids (1.4 %) and faucial pillar (1.4 %). Among the 71 reported SP cases, 5 cases (7.0 %) were associated with malignant transformation (Table 1).

Table 1 Reported cases of *Sialadenoma papilliferum* from 1969-2017

Sites	Number of cases (Percentages)	References
Total number of cases	71 (100)	
Minor salivary gland		
Hard palate	32 (45.1)	5-7, 9-12, 15, 16, 18-24, 26, 27
Hard/Soft palate	7 (9.9)	1, 8, 13, 14, 17, 25
Buccal mucosa	6 (8.5)	15, 18, 28-31
Soft palate	4 (5.6)	11, 22, 24, 32
Upper lip	3 (4.2)	15, 33, 34
Floor of mouth	2 (2.8)	35, 36
Tongue	2 (2.8)	37, 38
Retromolar pad	2 (2.8)	39, 40
Major salivary gland		
Parotid gland	4 (5.6)	1, 41-43
Other areas		
Bronchus	3 (4.2)	44-46
Nasal cavity	2 (2.8)	47, 48
Esophagus	2 (2.8)	49, 50
Adenoids	1 (1.4)	51
Faucial pillar	1 (1.4)	52
Malignancy association	5 (7.0)	25, 32, 35, 37, 40

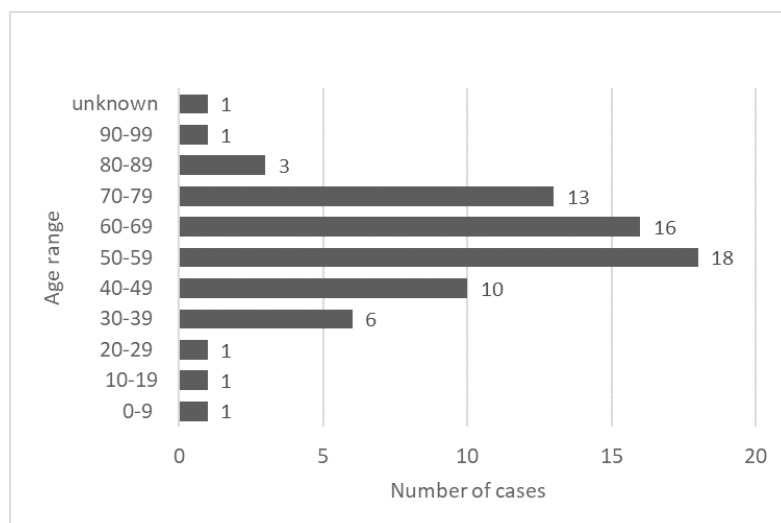


Figure 5 Age distribution of the reported SP cases.

According to the literatures, SP occurred in patients aged between 2-96 years old (mean±SD: 57.24±16.98 years) with high occurrences at the age ranges of 50-59 (18 cases), 60-69 (16 cases), and 70-79 (13 cases), respectively (Fig. 5). In addition, the prevalence of SP showed a male predilection demonstrated as the male to female ratio of 1.8:1.

Clinically, SP closely resembles oral squamous papilloma with similar features of asymptomatic and slow-growing, papillary exophytic mass which can occur in various areas of the oral cavity. Squamous papillomas are known to be induced by human papillomavirus infection.⁵³ But, so far, association between SP and human papillomavirus infection has not been established. Other clinical differential diagnosis includes verruca vulgaris, verruciform xanthoma and verrucous hyperplasia.

Histopathological features of SP are unique due to its biphasic growth pattern. Lesions that should be considered in the histopathological differential diagnosis include squamous papilloma, verruca vulgaris, verrucous hyperplasia and verruciform xanthoma. Squamous papilloma and verruca vulgaris are composed only of exophytic component with multiple papillary projections and fibrovascular cores. In addition, human papillomavirus-induced cytological changes such as koilocytes can be observed. While squamous papilloma is usually a

pedunculated mass with stalk, verruca vulgaris is generally a sessile mass and exhibits convergence of rete ridges towards center of the lesion.⁵⁴ Verrucous hyperplasia also demonstrates exophytic growth with sharp or blunt-ended papillary surface due to hyperkeratosis and acanthosis. Broad-based rete ridges are observed in majority of cases. However, if invasion into the underlying connective tissue are noted, a diagnosis of verrucous carcinoma should be rendered.^{54,55} Verruciform xanthoma demonstrates mild papillary surface with hyperkeratotic and acanthotic epithelium. The diagnostic feature of verruciform xanthoma is the collection of CD68, Periodic acid Schiff-positive, diastase-resistant foam cells at the connective tissue papilla.^{54,56} Due to overlapping features of these lesions, adequate biopsy to include the periphery and deep portions of the lesion and careful evaluation of the specimen are, therefore, critical.

Origins of SP have been investigated by several groups. Previous ultrastructural study suggested that the tumor cells were in close resemblance with intercalated ductal cells.¹² However, more current immunohistochemical studies supported that SP may be derived from excretory ducts. The inner ductal cells expressed CK 7, 8, 14, 19 and were negative for vimentin and smooth muscle actin (SMA).²⁴ The outer myoepithelial cells expressed p63, p40, SMA, S-100 and Glial fibrillary

acidic protein (GFAP).^{4,5} In addition, the squamous cells expressed CK 13 and 19.^{6,24} The histopathological features of both squamous and ductal components as well as the immunoprofile of tumor cells as ductal and myoepithelial cells are most suggestive of excretory duct or excretory duct reserve cell as origin of SP.^{5,24}

Most of the SP cases are benign in nature and are treated by complete excision. However, to date, 2 rare SP cases with recurrence have been reported.^{13,29} Malignant transformation of SP has been controversial. There have been 5 published cases suggesting of malignancy associated with SP, all of which showed different clinical and histopathological features.^{37,40} The first case reported malignant SP based on its ability to metastasize.³² One other case showed only dysplastic changes of the exophytic squamous component,³⁵ while the other two cases reported only adenocarcinoma of the glandular component.^{25,37} There was only one case which exhibited malignant features of both the exophytic and endophytic portions.⁴⁰ The reported adenocarcinoma associated with SP included epithelial-myoepithelial carcinoma²⁵, mucoepidermoid carcinoma³⁷ and cystadenocarcinoma.⁴⁰ Behavior and prognosis of malignant counterpart of SP have been elusive due to its rarity.

Ethical approval

Informed consent from the patient has been obtained.

References

1. Abrams AM, Finck FM. Sialadenoma papilliferum. A previously unreported salivary gland tumor. *Cancer* 1969;5:1057-1063.
2. Brandon RB, Sciubba JJ. Ductal Papillomas; In: Barnes L, Eveson JW, Reichart P, Sidransky D, editors. World Health Organization: Classification of Tumors Pathology and Genetics Head and Neck Tumors Lyon: IARC Press; 2005. p. 270-272.
3. El-Naggar AK, Chan JKC, Grandis JR, Takata T, Slootweg PJ, editors: World Health Organization: Classification of Head and Neck Tumours, 4th ed. Lyon: IARC press; 2017.
4. Foschini MP, Bell B, Katabi N. Sialadenoma papilliferum; In: El-Naggar AK, Chan JKC, Grandis JR, Takata T, Slootweg PJ, editors. World Health Organization: Classification of Head and Neck Tumours. 4th ed. Lyon: IARC press; 2017.
5. Fowler CB, Damm DD. Sialadenoma Papilliferum: Analysis of Seven New Cases and Review of the Literature. *Head Neck Pathol* 2017.
6. Kubota Y, Kubo C, Mori Y. Sialadenoma papilliferum of the hard palate: a case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;7: 1609-1612.
7. Jensen JL, Reingold IM. Sialadenoma papilliferum of the oral cavity. Report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;4:521-525.
8. Whittaker JS, Turner EP. Papillary tumours of the minor salivary glands. *J Clin Pathol* 1976;9:795-805.
9. Freedman PD, Lumerman H. Sialadenoma papilliferum. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;1:88-94.
10. Nasu M, Takagi M, Ishikawa G. Sialadenoma papilliferum: report of case. *J Oral Surg* 1981;5:367-369.
11. Wertheimer FW, Bonk K, Ruskin WJ. Sialoadenoma papilliferum. *Int J Oral Surg* 1983;3:190-193.
12. Shirasuna K, Watatani K, Miyazaki T. Ultrastructure of a sialadenoma papilliferum. *Cancer* 1984;3:468-474.
13. Rennie JS, MacDonald DG, Critchlow HA. Sialadenoma papilliferum. A case report and review of the literature. *Int J Oral Surg* 1984;5:452-454.
14. Mitre BK. Sialadenoma papilliferum: report of case and review of literature. *J Oral Maxillofac Surg* 1986;6:469-474.
15. Fantasia JE, Nocco CE, Lally ET. Ultrastructure of sialadenoma papilliferum. *Arch Pathol Lab Med* 1986;6:523-527.
16. Papanicolaou SJ, Triantafyllou AG. Sialadenoma papilliferum of the oral cavity: a case report and review of the literature. *J Oral Med* 1987;1:57-60.
17. van der Wal JE, van der Waal I. The rare sialadenoma papilliferum. Report of a case and review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1992;2:104-106.
18. Maiorano E, Favia G, Ricco R. Sialadenoma papilliferum: an immunohistochemical study of five cases. *J Oral Pathol Med* 1996;6:336-342.
19. Asahina I, Abe M. Sialadenoma papilliferum of the hard palate: a case report and review of literature. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;9:1000-1003.
20. Markopoulos A, Kayavis I, Papanayotou P. Sialadenoma papilliferum of the oral cavity: report of a case and literature review. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;10:1181-1184.

21. Argyres MI, Golitz LE. Sialadenoma papilliferum of the palate: case report and literature review. *J Cutan Pathol* 1999;5:259-262.
22. Brannon RB, Sciubba JJ, Giulani M. Ductal papillomas of salivary gland origin: A report of 19 cases and a review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;1:68-77.
23. Ubaidat MA, Robinson RA, Belding PJ, Merryman DJ. Sialadenoma papilliferum of the hard palate: report of 2 cases and immunohistochemical evaluation. *Arch Pathol Lab Med* 2001;12:1595-1597.
24. Gomes AP, Sobral AP, Loducca SV, de Araujo VC. Sialadenoma papilliferum: immunohistochemical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;6:621-624.
25. Shimoda M, Kameyama K, Morinaga S, Tanaka Y, Hashiguchi K, Shimada M, et al. Malignant transformation of sialadenoma papilliferum of the palate: a case report. *Virchows Arch* 2004;6:641-646.
26. Sunil S, Babu SS, Panicker S, Pratap N. Sialadenoma papilliferum: A rare case report and review of literature. *J Cancer Res Ther* 2017;1:148-151.
27. Puts JJ, Voorsmit RA, van Haelst UJ. Sialocystadenoma papilliferum of the palate. *J Maxillofac Surg* 1984;2:90-94.
28. McCoy JM, Eckert EF, Jr. Sialadenoma papilliferum. *J Oral Surg* 1980;9:691-693.
29. Pimentel MT, Lopez Amado M, Garcia Sarandeses A. Recurrent sialadenoma papilliferum of the buccal mucosa. *J Laryngol Otol* 1995;8:787-790.
30. Koc AK, Yegin Y, Celik M, Sar M, Sakiz D, Kayhan FT. The First Successful Case of Transoral Robotic Surgery in a Patient with Sialadenoma Papilliferum. *Iran J Otorhinolaryngol* 2016;88: 357-361.
31. Miyamoto S, Ogawa T, Chikazu D. Sialadenoma papilliferum in the buccal mucosa detected on 18F-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2017;7:727-729.
32. Solomon MP, Rosen Y, Alfonso A. Intraoral papillary squamous cell tumor of the soft palate with features of sialadenoma papilliferum-? malignant sialadenoma papilliferum. *Cancer* 1978;4:1859-1869.
33. Mahajan D, Khurana N, Setia N. Sialadenoma papilliferum in a young patient: a case report and review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;3:e51-54.
34. Reis de Sa Silva e Costa FE, Vizcaino Vazquez JR. Sialadenoma Papilliferum with Inverted Pattern in a Young Patient: A Case Report. *Am J Case Rep* 2015:663-666.
35. Ponniah I. A rare case of sialadenoma papilliferum with epithelial dysplasia and carcinoma in situ. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;2:e27-29.
36. Anuradha A, Ram Prasad VV, Kashyap B, Srinivas V. Sialadenoma papilliferum: clinical misdiagnosis with a histological decree. *Case Rep Dent* 2012:356271.
37. Liu W, Gnepp DR, de Vries E, Bibawy H, Solomon M, Gloster ES. Mucoepidermoid carcinoma arising in a background of sialadenoma papilliferum: a case report. *Head Neck Pathol* 2009;1:59-62.
38. Santos JN, Barros AC, Gurgel CA, Ramalho LM. Sialadenoma papilliferum of the tongue mimicking a malignant tumor. *Braz J Otorhinolaryngol* 2013;3:404.
39. Drummond JF, Giansanti JS, Sabes WR, Smith CR. Sialadenoma papilliferum of the oral cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;1:72-75.
40. Ide F, Kikuchi K, Kusama K, Kanazawa H. Sialadenoma papilliferum with potentially malignant features. *J Clin Pathol* 2010;4:362-364.
41. Grushka M, Podoshin L, Boss JH, Fradis M. Sialadenoma papilliferum of the parotid gland. *Laryngoscope* 1984;2 Pt 1:231-233.
42. Kronenberg J, Horowitz A, Leventon G. Sialadenoma papilliferum of the parotid gland. *J Laryngol Otol* 1989;11:1089-1090.
43. Loehn B, Sutton C, Jastram-Belcher J, Harton A, Anderson D, Walvekar RR. Sialadenoma papilliferum of the parotid gland: case report and review of literature. *Head Neck* 2013;3:E74-76.
44. Bobos M, Hytioglou P, Karkavelas G, Papakonstantinou C, Papadimitriou CS. Sialadenoma papilliferum of bronchus. *Virchows Arch* 2003;5:695-699.
45. Honda Y, Shiraishi K, Nomori H, Ishihara S, Iyama K. Sialadenoma papilliferum of the bronchus: rare tracheobronchial tumor of salivary gland type. *Pathol Int* 2009;8:572-576.
46. Grzesik P, Passik C, Mahfoozi A. An Unusual Cause of Dyspnea. *Ann Thorac Surg* 2016;4:e333-334.
47. Ozel HE, Ergul G, Gur OE, Kulacoglu S, Ozdem C. Sialadenoma papilliferum of nasal cavity: case report. *J Laryngol Otol* 2008;9:e21.
48. Gera M, Tan A. Sialadenoma papilliferum arising in the nasal cavity: immunohistochemical analysis. *Pathology* 2017;1:94-95.
49. Su JM, Hsu HK, Hsu PI, Wang CY, Chang HC. Sialadenoma papilliferum of the esophagus. *Am J Gastroenterol* 1998;3:461-462.
50. Rouse RV, Soetikno RM, Baker RJ, Barnard IC, Triadafilopoulos G, Longacre TA. Esophageal submucosal gland duct adenoma. *Am J Surg Pathol* 1995;10:1191-1196.
51. Masi JD, Hoang KG, Sawyer R. Sialadenoma papilliferum of the adenoids in a 2-year-old child. *Arch Pathol Lab Med*

1986;6:558-560.

52. Bass KD, Cosentino BJ. Sialadenoma papilliferum. *J Oral Maxillofac Surg* 1985;4:302-304.

53. Jaju PP, Suvarna PV, Desai RS. Squamous papilloma: case report and review of literature. *Int J Oral Sci* 2010;4:222-225.

54. Neville BW, Damm DD, Allen CM, Chi AC, editors. Epithelial Pathology; In: Oral and Maxillofacial Pathology. 4th ed. St. Louis:

Elsevier; 2016. p. 331-421.

55. Hazarey VK, Ganvir SM, Bodhade AS. Verrucous hyperplasia: A clinico-pathological study. *J Oral Maxillofac Pathol* 2011;2:187-191.

56. Hegde U, Doddawad VG, Sreeshyla H, Patil R. Verruciform xanthoma: A view on the concepts of its etiopathogenesis. *J Oral Maxillofac Pathol* 2013;3:392-396.

การงอกเทียมฟันคุดที่มีลักษณะซับซ้อน (รายงานผู้ป่วย 2 ราย)

Artificial Eruption of Complicated Tooth Impaction Cases. (A report of 2 cases)

นพพล จันทรผ่องแสง¹

Noppadol Chanpongsaeng¹

¹กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเลิดสิน กรุงเทพฯ

¹Department of Dentistry, Lersin Hospital, Bangkok

บทคัดย่อ

การงอกเทียม เป็นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแก่ผู้ป่วยที่มีฟันคุดในตำแหน่งที่ทันตแพทย์พิจารณาว่ามีประโยชน์ต่อความสวยงาม และการบดเคี้ยว โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ฟันคุดงอกสู่ช่องปาก และมีการเรียงตัวดี การรักษาผู้ป่วยที่มีฟันคุดหลายซี่ หรือ มีตำแหน่งที่มีการพยากรณ์โรคไม่ดีเป็นงานที่ท้าทาย เนื่องจากการทำงานร่วมของทีมทันตแพทย์สหสาขา รายงานผู้ป่วยฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนและความสำเร็จในการรักษาผู้ป่วยจำนวน 2 รายที่มีฟันคุดลักษณะซับซ้อน ด้วยวิธีงอกเทียม ผู้ป่วยรายที่ 1 มีฟันหน้าคุด 3 ซี่ ในตำแหน่งสูง ระหว่างขั้นตอนการเตรียมช่องว่างสำหรับฟันคุด พบฟันคุดเคลื่อนลงใกล้ระนาบสบฟันโดยที่ผู้รายงานยังมิได้เริ่มดึงฟัน ผู้ป่วยรายที่ 2 มีฟันคุดในตำแหน่งที่มีการพยากรณ์โรคไม่ดี ในระหว่างการรักษาผู้รายงานต้องเปลี่ยนตำแหน่งเครื่องมือที่ติดบนผิวฟันและเปลี่ยนทิศทางในการดึงฟันหลายครั้ง หลังสิ้นสุดการรักษา พบฟันที่ผ่านการรักษางอกเทียมมีการเรียงตัวดีสอดคล้องกับฟันข้างเคียงและมีอวัยวะปริทันต์ที่มีสุขภาพดีใกล้เคียงกับฟันซี่เดียวกัน ในด้านตรงข้ามของขากรรไกรเดียวกัน

คำสำคัญ: ซับซ้อน, ฟันคุด, การงอกเทียม

Abstract

Artificial eruption (AE) is an orthodontic procedure aiming at assisting an impacted tooth to erupt and to align with adjacent teeth for functional and/or esthetic purposes. AE of multiple or poor prognosis impacted teeth is challenging and needs an interdisciplinary approach. The objective of this case report is to present the AE procedures and outcomes of two cases with complicated impacted dentition. The first patient had 3 high impacted maxillary anterior teeth of which self-eruption occurred after space in the dental arch was gained. The second patient had a tooth impacted in a poor prognosis position. The tooth was eventually brought into the arch after a series of attachment reposition and force direction design. All rescued teeth were well aligned with their adjacent teeth. Periodontal status was as healthy as their counterparts on the other side of the arch.

Keywords: Complicated, Tooth impaction, Artificial eruption

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

นพปดล จันทร์ผ่องแสง กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเลิดสิน กรุงเทพฯ โทรศัพท์: 089-4830345 อีเมล: doi.ferm@gmail.com

Correspondence to:

Noppadol Chanpongsaeng. Department of Dentistry, Lersin Hospital, Bangkok Tel: 089-4830345 Email: doi.ferm@gmail.com

Introduction

Andreason¹ จำแนกสาเหตุที่ฟันขึ้นไม่ได้ตามปกติว่าเกิดจาก 3 ปัจจัย คือ การมีทิศทางการขึ้นผิดปกติ การมีสิ่งกีดขวางทิศทางการขึ้น และความล้มเหลวในกลไกการขึ้น ฟันคุด (Impaction) ถูกนิยามว่า คือ ฟันที่ขึ้นไม่ได้ตามปกติ เกิดจากมีสิ่งกีดขวางการขึ้นของฟันหรือมีตำแหน่งของฟันผิดปกติ Gron³ ให้เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าเป็นฟันที่ขึ้นไม่ได้ คือ เมื่อรากฟันสร้างมากกว่า 3/4 ของความยาวรากฟัน

การตัดสินใจเลือกแนวทางการรักษาฟันคุดแต่ละซี่มีความแตกต่างกัน เช่น อาจพิจารณาผ่าตัดฟันคุดออก เพราะเป็นฟันที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ มีพยาธิสภาพร่วมหรือทำให้รากฟันข้างเคียงละลายตัว แต่หากเป็นฟันที่มีประโยชน์ต่อความสวยงาม การบดเคี้ยว วิธีการงอกเทียม (artificial eruption) อาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสม การรักษาริธีนี้อาศัยความร่วมมือระหว่างทันตแพทย์หลายสาขา เช่น ทันตกรรมสำหรับเด็ก ทันตรังสีวิทยา ศัลยศาสตร์ช่องปาก บริทันตวิทยา ทันตกรรมจัดฟัน ในการร่วมกันวางแผนรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับผลการรักษาที่ดีที่สุด คือ ฟันขึ้นได้ปกติ มีการเรียงตัวสวยงามใช้งานได้ตามปกติ และมีอวัยวะปริทันต์ที่ดี ซึ่งในการประเมินความสำเร็จในการรักษาเขี้ยวบนคุด มีการใช้เกณฑ์อวัยวะปริทันต์ที่มีสุขภาพดี เป็นตัวชี้วัดพื้นฐาน (fundamental key)⁴ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ปริทันต์, ความกว้างเหงือกยึดและเหงือกที่ร่น นอกจากนี้กรณีผู้ป่วยบางรายที่มีความซับซ้อน เช่น มีฟันคุดหลาย ๆ ซี่ ฟันอยู่ในตำแหน่งสูงจากระนาบสบฟันหรือมีตำแหน่งที่มีการพยากรณ์โรคไม่ดีต่อการงอกเทียม เช่น ฟัน

เอียงทำมุมกับระนาบแบ่งครึ่งมาก ๆ ฟันอยู่ในตำแหน่งสูง หรือมีตัวฟันพาดทับรากฟันซี่ที่อยู่ใกล้เคียง จะทำให้ทันตแพทย์มีความยุ่งยากในการตัดสินใจว่าจะผ่าตัดนำฟันออก หรือรักษาด้วยการงอกเทียมให้แก่ฟันเหล่านั้น

รายงานผู้ป่วยรายที่ 1

ผู้ป่วยชายไทย อายุ 11 ปี 2 เดือน ได้รับการส่งต่อมาเพื่อรับคำปรึกษาปัญหาฟันไม่ขึ้น ผู้ป่วยไม่มีโรคประจำตัว ไม่เคยได้รับอุบัติเหตุที่ใบหน้าและขากรรไกร

ลักษณะทางคลินิก (รูปที่ 1 - 2)

- ผู้ป่วยมีใบหน้าสมมาตร ใบหน้าด้านข้างมีลักษณะตรง (straight profile)
- ภายในช่องปากไม่พบฟันซี่ 11, 12, 13 แต่พบฟันซี่ 21, 22, 23 ฟันซี่ 53 มีลักษณะเป็นฟันรูปหมุด (peg-shaped tooth)
- แนวกลางฟันบนเบี่ยงเบน ไปด้านขวา 2 มม. ต่อแนวกลางใบหน้า
- ฟันของผู้ป่วยอยู่ในระยะฟันผสม คือ พบฟันซี่ 55, 65, 75, 85 และฟันซี่ 14, 24, 34, 44, 16, 26, 36, 46
- การสบฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ด้านขวาและซ้ายเป็นการสบแบบแองเกิลประเภท II (Angle Class II)
- การสบฟันเขี้ยวด้านขวาและซ้ายจำแนกแบบแองเกิลไม่ได้ (unclassified)



รูปที่ 1 ใบหน้าผู้ป่วยก่อนการรักษา (A) ใบหน้าด้านตรง (B) ใบหน้าด้านตรงขณะยิ้ม (C) ใบหน้าด้านข้าง

Figure 1 Pre-operative facial view (A) frontal view (B) frontal view (during smiling) (C) lateral view



รูปที่ 2 การสบฟัน ก่อนการรักษา (A) การสบฟันหน้า (B) การเรียงตัวของฟันบน (C) การเรียงตัวของฟันล่าง (D) การสบฟันด้านขวา (E) การสบฟันด้านซ้าย

Figure 2 Pre-operative occlusion (A) frontal view (B) upper teeth alignment (C) lower teeth alignment (D) right side occlusion (E) left side occlusion

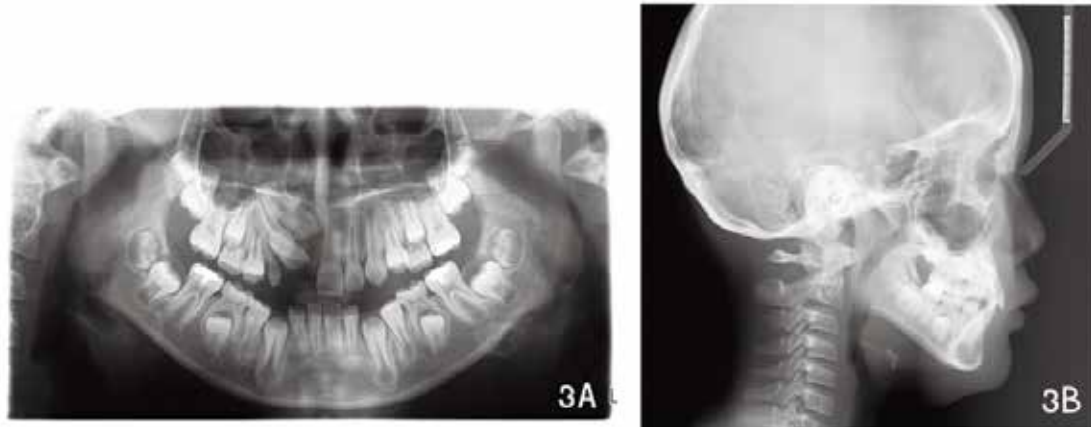
ภาพถ่ายรังสีแพโนรามา (panoramic radiograph) (รูปที่ 3A)

- ฟันซี่ 11, 12, 13 คุดและอยู่ในตำแหน่งสูง
- ฟันซี่ 11 อยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าฟันซี่ 12, 13 แกนฟัน (long axis) เอียงมาทางด้านใกล้กลาง ขอบด้านตัด (Incisal edge) ของฟันซี่ 11 อยู่ที่ระดับปลายรากฟันซี่ 21
- ฟันซี่ 12, 13 ซ้อนทับกันโดยตัวฟัน (crown) อยู่ในตำแหน่งระดับรากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน (coronal 1/3) ของรากฟันซี่ 21 หน่อฟันซี่ 15, 25, 35, 45 อยู่ใต้ตัวฟันซี่ 55, 65, 75, 85 ตามลำดับ และมีการสร้างรากฟันเพียง 1/3 ของความยาวรากฟัน
- ฟันซี่ 21, 22 รากฟันสร้างเสร็จสมบูรณ์ ฟันซี่ 23 มีการสร้างปลายรากฟันอยู่ในระยะใกล้เสร็จสมบูรณ์
- ฟันซี่ 14, 24, 34, 44 มีการสร้างรากฟัน 2/3 ของความยาวรากฟัน

- ฟันซี่ 23, 33, 43 มีการสร้างรากฟัน 2/3 ของความยาวรากฟัน

ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (lateral cephalograph) (รูปที่ 3B)

1. ผู้ป่วยมีโครงสร้างใบหน้าชนิดที่ 1 สบปกติ (Skeletal Class I normal bite)
2. ค่ามุมแกนฟันหน้าบนทำกับพาลาตัลเพลน (upper incisor to palatal plane angle) เท่ากับ 118 องศา
ค่ามุมแกนฟันหน้าล่างทำกับระนาบขากรรไกรล่าง (lower incisor to mandibular plane angle) เท่ากับ 92 องศา
ค่ามุมระหว่างแกนฟันหน้าบนและล่าง (interincisal angle) เท่ากับ 124 องศา



รูปที่ 3 ภาพถ่ายรังสีก่อนการรักษา (A) ภาพถ่ายรังสีแพโนรามา (B) ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

Figure 3 Pre-operative radiograph (A) panoramic radiograph (B) lateral cephalograph

การวิเคราะห์แบบพิมพ์ฟัน (model analysis)

พื้นที่บนส่วนโค้งแนวฟัน (arch length) ระหว่างฟันซี่ 14 กับฟันซี่ 21 เท่ากับ 20 มม.

ผลรวมขนาดฟันซี่ 11, 12, 13 เมื่อวัดจากภาพถ่ายรังสีแพโนรามา เท่ากับ 25 มม.

พื้นที่บนส่วนโค้งแนวฟันที่ไม่เพียงพอ (arch length deficiency) เท่ากับ 5 มม.

วินิจฉัย

1. โครงสร้างใบหน้าชนิดที่ 1 สบปกติ (Skeletal Class I normal bite)
2. ฟันหน้าบน/ล่างของผู้ป่วยมีตำแหน่งและความสัมพันธ์ที่ปกติ
3. ฟันซี่ 11, 12, 13 เป็นฟันคุดในตำแหน่งสูง
4. ขาดพื้นที่ 5 มม. บนส่วนโค้งแนวฟัน สำหรับการขึ้นของฟันซี่ 11, 12, 13

แผนการรักษาทางเลือก

แผนที่ 1. ถอนฟันซี่ 53 และใส่ฟันปลอมชั่วคราวให้กับผู้ป่วย เพื่อความสวยงาม

แผนที่ 2. รอฟันแท้ขึ้นครบ ผ่าตัดฟันซี่ 11, 12, 13 ออกใส่ฟันปลอมถาวรได้ หรือให้การรักษางอกเทียมฟันซี่ 11, 12, 13

แผนที่ 3. เริ่มให้การรักษางอกเทียมฟันซี่ 11, 12, 13 (ผู้ปกครองเลือกแผนการรักษานี้ เนื่องจากไม่ต้องการใส่ฟันปลอม)

แผนการรักษา (เริ่มให้การรักษางอกเทียมฟันซี่ 11, 12, 13)

1. เตรียมช่องว่างบนส่วนโค้งแนวฟันให้เพียงพอสำหรับการขึ้นของฟันซี่ 11, 12, 13 โดยการขยายขากรรไกรบนและเคลื่อนฟันซี่ 16, 26 ไปด้านไกลกลาง ด้วยเครื่องมือเซอร์วิคัลพูลเฮดเกียร์ (cervical pull headgear)

2. ให้การรักษาด้วยการออกเทียมแก่ฟันซี่ 11, 12, 13

การรักษา

1. สวมปลอกโลหะรัดฟัน บนฟันซี่ 16, 26, ใส่เซอร์วิคัลพูลเฮดเกียร์ ให้ผู้ป่วย เพื่อเคลื่อนฟันซี่ 16, 26 ไปด้านไกลกลาง และเพื่อขยายส่วนโค้งแนวฟันให้กว้างขึ้น

2. หลังใส่เซอร์วิคัลพูลเฮดเกียร์ เป็นเวลา 1 ปี พบช่องว่างระหว่างฟันซี่ 14, 15, 16 และระหว่างฟันซี่ 24, 25, 26 จากภาพถ่ายรังสีแพโนรามา พบฟันซี่ 12, 13 เคลื่อนตัวต่ำลง อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของตัวฟันซี่ 21 (รูปที่ 4)

3. ส่งปรึกษาทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปาก เพื่อถอนฟันซี่ 53 และผ่าตัดเปิดเหงือกด้วยการทำศัลยกรรมวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิด (Close eruption technique) และทันตแพทย์จัดฟันติดติดกระดุมโลหะ (button) บนฟันซี่ 12, 13 พร้อมฟันเกลียวลวดสแตนเลสสตีล ขนาด 0.011 – 0.012 นิ้ว ปลดปล่อยลวดยาว 2 นิ้ว ออกที่บริเวณรอยปิดแผ่นเหงือก

4. ติดแบร็กเก็ตบนตัวฟันซี่ 21, 22, 23 เพื่อปรับระดับและเรียงฟัน โดยยังไม่ติดแบร็กเก็ตบนตัวฟันซี่ 14, 15, 24, 25 เปลี่ยนลวดเพื่อปรับระดับฟันจนได้ลวดหลัก (main arch) สแตนเลสสตีล ขนาด 0.016x0.022 นิ้ว จากนั้นเริ่มออกแรงดึงฟันซี่ 12, 13 กับลวดหลัก

5. หลังจากฟันซี่ 12, 13 โผล่พ้นเหงือก ถอดกระดุมโลหะและติดแบร็กเก็ตแทน จากนั้นใส่ลวดเพื่อปรับระดับฟันซี่ 12, 13 จนเรียงตัวได้ดี (รูปที่ 5A) เปลี่ยนลวดจนได้ลวดสแตนเลสสตีล ขนาด 0.016x0.022 นิ้วอีกครั้ง ส่งพบทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปาก เพื่อผ่าตัดเปิดเหงือกและติดกระดุมโลหะบนตัวฟันซี่ 11 พร้อมฟันเกลียวลวดสแตนเลสสตีล

6. หลังผ่าตัดครบ 1 เดือนเริ่มออกแรงดึงฟันซี่ 11 กับ

ลวดหลัก (รูปที่ 5B)

7. เมื่อฟันซี่ 11 เคลื่อนตัวลงใกล้ระนาบสบฟัน ถอดกระดุมโลหะ และติดแบร็กเก็ตบนผิวฟันซี่ 11 14, 15, 24, 25 และจัดเรียงฟันทุกซี่ให้มีตำแหน่งถูกต้อง และมีรากฟันทุกซี่ขนานกัน

8. เมื่อฟันเรียงตัวถูกต้อง ถอดแบร็กเก็ตพิมพ์ปาก เพื่อทำเครื่องมือคงสภาพฟัน

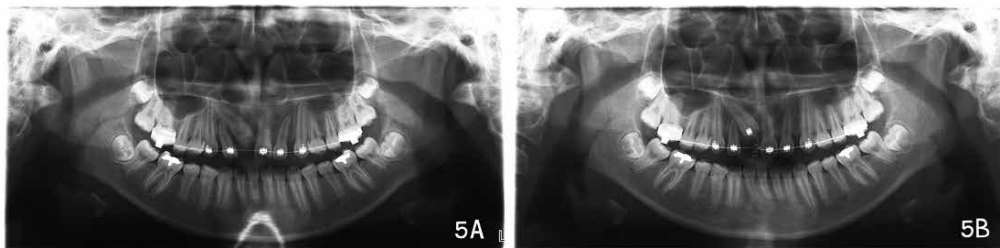
9. ใส่เครื่องมือคงสภาพฟัน

10. ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) วัดความลึกร่องเหงือก (sulcus depth), ความกว้างเหงือกยึด (attached gingiva width) และความยาวตัวฟัน (clinical crown length)



รูปที่ 4 ภาพถ่ายรังสีแพโนรามาหลังใส่ เซอร์วิคัลพูล เฮดเกียร์ 1 ปี

Figure 4 Panoramic radiograph 1 year after cervical pull headgear application



รูปที่ 5 ภาพถ่ายรังสีแพโนรามา (A) ตำแหน่งฟันซี่ 12, 13 (B) การดึงฟันซี่ 11 กับลวดหลัก

Figure 5 Panoramic radiograph (A) 12 ,13 position (B) 11 tied with main arch

ผลการรักษา

1. ผู้ป่วยมีใบหน้าสมมาตรใบหน้าด้านข้างมีลักษณะตรง (รูปที่ 6A-6C)
2. ค่ามุมแกนฟันหน้าบนทำกับพลาตัสเพลน เท่ากับ 111 องศา

ค่ามุมแกนฟันหน้าล่างทำกับระนาบขากรรไกรล่าง เท่ากับ 88 องศา
ค่ามุมระหว่างแกนฟันหน้าบนและล่าง เท่ากับ 126 องศา

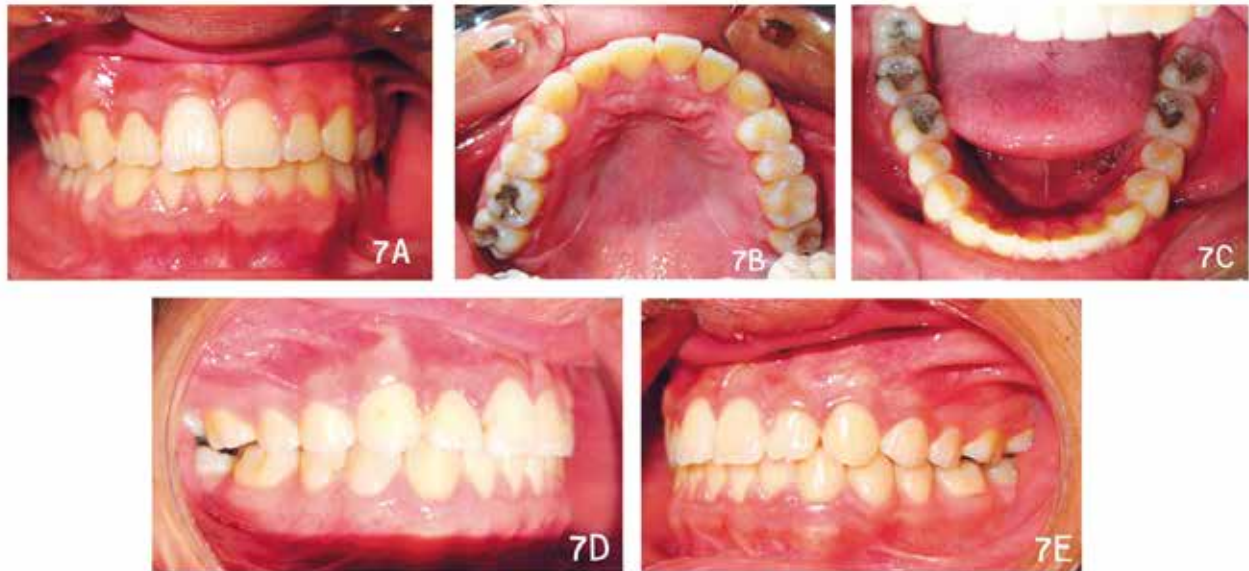


รูปที่ 6 ใบหน้าผู้ป่วยหลังการรักษาสิ้นสุด (A) ใบหน้าด้านตรง (B) ใบหน้าด้านตรงขณะยิ้ม (C) ใบหน้าด้านข้าง

Figure 6 Post-operative facial view (A) frontal view (B) frontal view (during smiling) (C) lateral view

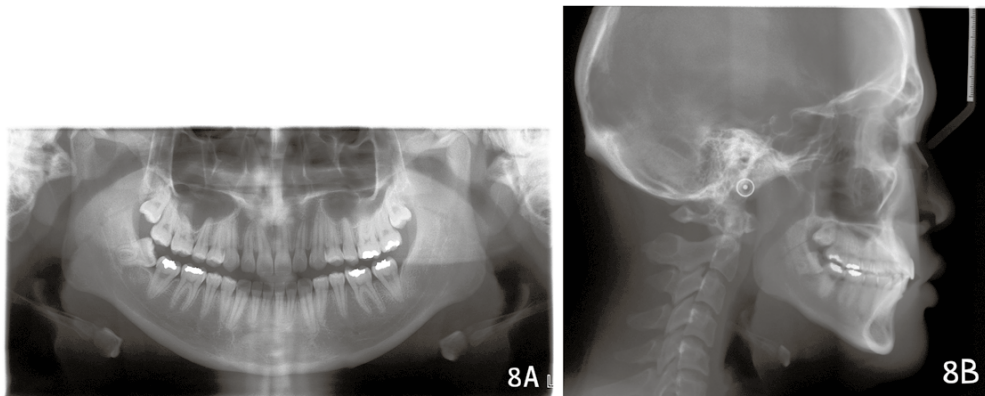
3. ฟันซี่ 11, 12, 13 เรียงตัวปกติ ใกล้เคียงกับฟันซี่ 21, 22, 23 (รูปที่ 7A – 7C) การสบฟันเขี้ยวและฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ทั้งด้านขวาและซ้ายเป็นการสบแบบแองเกิล ประเภท I (รูปที่ 7D – 7E)

จากภาพถ่ายรังสีแพโนรามา พบมีความขนานของรากฟันซี่ 13 ถึง ฟันซี่ 23 (รูปที่ 8A) และจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง พบมีความสัมพันธ์ของฟันหน้าบน/ล่างปกติ (รูปที่ 8B)



รูปที่ 7 การสบฟัน หลังการรักษาสิ้นสุด (A) การสบฟันหน้า (B) การเรียงตัวของฟันบน (C) การเรียงตัวของฟันล่าง (D) การสบฟันด้านขวา (E) การสบฟันด้านซ้าย

Figure 7 Post-operative occlusion (A) frontal view (B) upper teeth alignment (C) lower teeth alignment (D) right side occlusion (E) left side occlusion



รูปที่ 8 ภาพถ่ายรังสีหลังการรักษาสิ้นสุด (A) ภาพถ่ายรังสีแพโนรามา (B) ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

Figure 8 Post-operative radiograph (A) panoramic radiograph (B) lateral cephalograph

4. ฟันซี่ 11, 12, 13 มีความลึกร่องเหงือก, ความกว้างเหงือกยึด และความยาวตัวฟัน ใกล้เคียงกับฟันซี่ 21, 22, 23 (ตาราง 1)

ระยะเวลาการรักษา 7 ปี

รายงานผู้ป่วยรายที่ 2

ผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 13 ปี ได้รับการส่งต่อจากทันตแพทย์ด้วยปัญหาฟันซี่ 25 ไม่ขึ้น ผู้ป่วยไม่มีประวัติได้รับอุบัติเหตุบริเวณขากรรไกรและใบหน้า ไม่มีโรคประจำตัว

ลักษณะทางคลินิก (รูปที่ 9, 10)

1. ผู้ป่วยมีใบหน้าสมมาตร ใบหน้าด้านข้างมีลักษณะตรง
2. ตรวจในช่องปาก พบฟันซี่ 65 เป็นฟันค้ำและผุทะลุโพรงประสาทฟัน

3. การสบฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ด้านขวาและซ้าย เป็นการสบแบบแองเกิล ประเภท I
4. การสบฟันเขี้ยว ด้านขวาและซ้าย เป็นการสบแบบแองเกิล ประเภท I



รูปที่ 9 ใบหน้าผู้ป่วยก่อนการรักษา (A) ใบหน้าด้านตรง (B) ใบหน้าด้านตรงขณะยิ้ม (C) ใบหน้าด้านข้าง

Figure 9 Pre-operative facial view (A) frontal view (B) frontal view (during smiling) (C) lateral view



รูปที่ 10 การสบฟันก่อนการรักษา (A) การสบฟันหน้า (B) การเรียงตัวของฟันบน (C) การเรียงตัวของฟันล่าง (D) การสบฟันด้านขวา (E) การสบฟันด้านซ้าย

Figure 10 Pre-operative occlusion (A) frontal view (B) upper teeth alignment (C) lower teeth alignment (D) right side occlusion (E) left side occlusion

ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน (periapical radiograph) (รูปที่ 11A)

- ฟันซี่ 65 ผุทะลุโพรงประสาทฟัน
- หน่อฟันซี่ 25 อยู่ที่ตำแหน่งปลายรากฟันซี่ 65 โดยมีแกนฟัน

เอียงไปด้านใกล้กลางและตัวฟัน อยู่ที่ปลายรากฟันซี่ 24

ภาพถ่ายรังสีด้านสบฟัน (occlusal radiograph) (รูปที่ 11B)

- ฟันซี่ 25 อยู่ทางด้านเพดานของฟันซี่ 24, 65



รูปที่ 11 ภาพถ่ายรังสีก่อนการรักษา (A) ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน (B) ภาพถ่ายรังสีด้านสบฟัน

Figure 11 Pre-operative radiograph (A) periapical radiograph (B) occlusal radiograph

วินิจฉัย

1. ฟันซี่ 25 คุบบริเวณเพดานปาก แขนงฟันทำมุมกับแนวกึ่งกลาง >31 องศา ตัวฟันซี่ 25 อยู่ที่ตำแหน่งปลายรากฟันซี่ 24, มีการพยากรณ์โรคไม่ดีต่อการงอกเทียม เมื่ออ้างอิงกับเกณฑ์ในการวินิจฉัยฟันเขี้ยวบนคุด⁵

แผนการรักษาทางเลือก

แผนที่ 1. ถอนฟันซี่ 65 และผ่าตัดฟันซี่ 25 ออกจากนั้น ใส่ฟันปลอมชั่วคราวถอดได้ให้กับผู้ป่วย

แผนที่ 2. ถอนฟันซี่ 65 และผ่าตัดฟันซี่ 25 ออกจากนั้น จัดฟัน เพื่อเคลื่อนฟันซี่ 26 เข้ามาชิดกับฟันซี่ 24

แผนที่ 3. เริ่มให้การรักษางอกเทียมฟันซี่ 25 (ผู้ปกครองเลือกแผนการรักษานี้ เนื่องจากต้องการให้ทันตแพทย์จัดฟันช่วยดึงฟันซี่ 25 ก่อน หากไม่สำเร็จจะเปลี่ยนเป็นแผนการรักษาที่ 2) แผนการรักษา (เริ่มให้การรักษางอกเทียมฟันซี่ 25)

1. ออกแบบและเตรียมเครื่องมือเพื่อทำหน้าที่เป็นหลักยึดเครื่องมือกันที่ (space maintainer) และมีตะขอสำหรับดึงฟันซี่ 25
2. ผ่าตัดเปิดเหงือก ตัดกระดูกโลหะบนผิวฟันซี่ 25
3. ดึงฟันซี่ 25

การรักษา

1. ออกแบบเครื่องมือให้มีลวดสแตนเลสสตีลยึดฟันซี่ 16, 26 เข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็นหลักยึด มีลวดสแตนเลสสตีลพาดบนสันเหงือกที่ด้านไกลกลางของฟันซี่ 24 ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือกันที่สำหรับฟันซี่ 25 และเพื่อเสริมหลักยึดให้กับฟันซี่ 16, 26 ขณะออกแรงดึงฟันซี่ 25 เชื่อมตะขอสแตนเลสสตีล บริเวณด้านกระพุ้งแก้มและด้านเพดานของปลอกโลหะรัดฟันซี่ 16, 26 เพื่อใช้เกี่ยวอีลาสติคเชน (elastic chain) หรือลวดเกลียวสแตนเลสสตีล ในการดึงฟันซี่ 25 (รูปที่ 12)

2. ส่งปรึกษาทันตแพทย์ศัลยศาสตร์ช่องปากเพื่อถอนฟันซี่ 65 ผ่าตัดเปิดเหงือกโดยการทำศัลยกรรมวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิดและติดกระดูกโลหะ บริเวณผิวฟันส่วนที่เห็น ฟันเกลียวลวดสแตนเลสสตีล ขนาด 0.011x0.012 นิ้ว ปลอ่ยปลายลวดออกบริเวณรอยปิดแผ่นเหงือก (รูปที่ 13A)

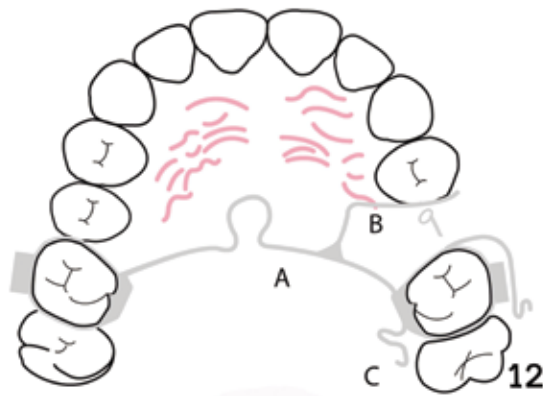
3. หลังแผลหาย 1 เดือน ยึดเครื่องมือที่ออกแบบไว้บนฟันซี่ 16, 26 เริ่มดึงฟันซี่ 25 กับตะขอด้านกระพุ้งแก้ม และตะขอด้านเพดานของปลอกโลหะรัดฟัน เพื่อเคลื่อนฟันซี่ 25 ไปด้านไกลกลางจนตัวฟัน ซี่ 25 อยู่บริเวณที่ถอนฟันซี่ 65 ไป (รูปที่ 13B)

4. ผ่าตัดเปิดเหงือกอีกครั้ง เพื่อเปลี่ยนตำแหน่งกระดูกโลหะไปติดบริเวณพื้นเอียงของปุ่มฟัน ดึงฟันซี่ 25 ถอยไปด้านไกลกลางเพิ่มขึ้น ผลของการดึงทำให้ฟันซี่ 25 ถอยไปด้านไกลกลางพร้อมพลิกตัวฟันทำให้ด้านบดเคี้ยวของฟันซี่ 25 หมุนไปทางด้านระนาบสบฟันของฟันบน (รูปที่ 13C)

5. ตัดลวดที่ด้านท้ายฟันซี่ 24 จากนั้นติดแบร็กเก็ตบนด้านข้างของตัวฟัน เปลี่ยนลวดเพื่อปรับระดับฟันจนได้ลวดสแตนเลสสตีลกลมขนาด .016 นิ้ว ตัดลวดเป็น L – loop เพื่อเคลื่อนฟันซี่ 25 สู่วางสบฟัน (รูปที่ 14)

6. ติดแบร็กเก็ตบนผิวฟันด้านกระพุ้งแก้มของปุ่มด้านกระพุ้งแก้ม (buccal cup) และบนผิวฟันด้านเพดานของปุ่มด้านเพดาน (palatal cusp) ใช้อีลาสติคเชนคล้องแบร็กเก็ตกับตะขอลวด เพื่อแก้ไขฟันซี่ 25 ที่หมุน (rotate) (รูปที่ 15)

7. เรียงฟันทุกซี่ให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง
8. ถอดแบร็กเก็ต พิมพ์ปากเพื่อทำเครื่องมือคงสภาพฟัน
9. ใส่เครื่องมือคงสภาพฟัน
10. ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์วัดความลึกร่องเหงือก, ความกว้างเหงือกยึด, ความยาวตัวฟัน



รูปที่ 12 ลักษณะเครื่องมือ (A) หลักยึด (B) เครื่องมือกั้นที่ (C) ตะขอ

Figure 12 Diagram of appliance (A) anchorage (B) space maintainer (C) hook



รูปที่ 13 ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟันระหว่างการรักษา (A) ตำแหน่งการติดกระดุมโลหะบนฟันซี่ 25 เมื่อเริ่มการรักษา (B) การดึงฟันซี่ 25 ไปด้านไกลกลาง (C) ตำแหน่งกระดุมโลหะบนฟันเอียงยอดฟันซี่ 25 หลังฟันซี่ 25 เคลื่อนมาอยู่ระหว่างฟันซี่ 24, 26

Figure 13 Periapical radiograph (during treatment) (A) button position on 25 at the start of treatment (B) distalization of 25 (C) button position on 25 inclined planes after being distalized to the space between 24,26



รูปที่ 14 การติดแบร็กเก็ตบนฟันซี่ 25 และปรับระดับฟันด้วยลวดสแตนเลสตีลกลมขนาด 0.16 นิ้ว ดัดเป็นแอล ลูป (L loop)

Figure 14 Direct bonded bracket on 25 and aligned with L loop 0.16" stainless steel wire



รูปที่ 15 การแก้ไขฟันซี่ 25 ที่หมุน

Figure 15 25 rotation correction

ผลการรักษา

1. ผู้ป่วยมีใบหน้าด้านตรงที่สมมาตร ใบหน้าด้านข้างมีลักษณะตรง (รูปที่ 16)
2. ฟันซี่ 1 ทั้งด้านขวาและซ้าย เป็นการสบแบบแองเกิล ประเภท I (รูปที่ 17)
3. ฟันซี่ 25 เรียงตัวโดยมีการหมุนของฟัน 180° ทำให้ปุ่มด้านเพดานของฟันอยู่ด้านกระพุ้งแก้ม (รูปที่ 18) แต่พบว่าการหมุนของฟันซี่ 25 ไม่มีผลต่อความสวยงามของผู้ป่วยขณะยิ้ม (รูปที่ 16B)

4. ฟันซี่ 25 มีความลึกร่องเหงือก, ความกว้างเหงือกยึด และความยาวตัวฟันใกล้เคียงฟันซี่ 24 และฟันซี่ 14, 15 (ตาราง 2)
 5. รากฟันซี่ 24, 25 เรียงตัวขนานกัน และขนานกับฟันซี่อื่นในขากรรไกรบน (รูปที่ 19A) และมีความสัมพันธ์ของฟันหน้าบนและล่างที่เป็นปกติ (รูปที่ 19B)
- ระยะเวลาการรักษา 5 ปี



รูปที่ 16 ใบหน้าผู้ป่วยหลังการรักษาสิ้นสุด (A) ใบหน้าด้านตรง (B) ใบหน้าด้านตรงขณะยิ้ม (C) ใบหน้าด้านข้าง

Figure 16 Post-operative facial view (A) frontal view (B) frontal view (during smiling) (C) lateral view



รูปที่ 17 การสบฟันหลังการรักษาสิ้นสุด (A) การสบฟันหน้า (B) การเรียงตัวของฟันบน (C) การเรียงตัวของฟันล่าง (D) การสบฟันด้านขวา (E) การสบฟันด้านซ้าย

Figure 17 Post-operative occlusion (A) frontal view (B) upper teeth alignment (C) lower teeth alignment (D) right side occlusion (E) left side occlusion



รูปที่ 18 ภาพเรียงตัวของฟันซี่ 25 หลังสิ้นสุดการรักษา
Figure 18 25 alignment after treatment



รูปที่ 19 ภาพถ่ายภาพรังสีหลังการรักษาสิ้นสุด (A) ภาพถ่ายภาพรังสีแพนอรามา (B) ภาพถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง
Figure 19 Post-operative radiograph (A) panoramic radiograph (B) lateral cephalograph

บทวิจารณ์

ผู้ป่วยรายที่ 1

ผู้ป่วยรายนี้มีฟันคุด 3 ซี่ ในตำแหน่งฟันหน้า ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีความสำคัญต่อความสวยงามและบุคลิกภาพของผู้ป่วย ฟันคุดมีตำแหน่งที่สูง ผลของการไม่มีฟันบนส่วนโค้งแนวฟันเป็นระยะเวลานาน ทำให้แนวกลางฟันบนเคลื่อนไปด้านขวา ทำให้ไม่มีช่องว่างเพียงพอสำหรับการเรียงตัวของฟันซี่ 11, 12, 13 ผู้รายงานวางแผนเพิ่มพื้นที่บนส่วนโค้งแนวฟันสำหรับการงอกขึ้นของฟันซี่ 11, 12, 13 โดยเลือกใช้เซอรั่ววิคัลพูล เฮดเกียร์ เพื่อขยายขากรรไกรบนและเคลื่อนฟันซี่ 16, 26 ไปด้านไกลกลางโดยยังไม่ติดแบร็กเก็ตบนฟันซี่ 14, 24, 34, 44 และฟันซี่ 15, 25, 35, 45 ที่มีการสร้างรากฟันเพียง 2/3 และ 1/3 ของความยาวรากฟันตามลำดับ เนื่องจากการศึกษาของ Stenvik⁶ พบว่าการเคลื่อนฟันที่รากฟันสร้างไม่เสร็จจะรบกวนการสร้างรากฟันทำให้ทิศทางการ

สร้างรากฟันเบี่ยงเบนไป (deviation) หรือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างรากฟัน การใส่เครื่องมือดังกล่าวทำให้เกิดช่องว่างระหว่างฟันซี่ 14 ถึงฟันซี่ 21 และทำให้ฟันซี่ 11, 12, 13 เคลื่อนลงต่ำใกล้ระนาบสบฟัน สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา^{7,8} ทั้งที่ยังไม่ได้เริ่มดึงฟันที่คุด (รูปที่ 4) ฟันคุดที่เคลื่อนลงต่ำช่วยให้ทันตแพทย์ ศัลยศาสตร์ช่องปากและทันตแพทย์จัดฟันทำงานง่ายขึ้น ผู้ป่วยมีแผลผ่าตัดที่เล็กกว่า เมื่อฟันคุดอยู่ในตำแหน่งสูง

ข้อควรระวังในการรักษางอกเทียมผู้ป่วยที่มีฟันคุดหลาย ๆ ซี่ที่มีตำแหน่งติดกันคือการวินิจฉัยตำแหน่งที่ถูกต้อง การเลือกลำดับในการติดเครื่องมือบนผิวฟัน การตัดสินใจเคลื่อนฟันซี่ใดก่อน/หลัง และไปในทิศทางใด จึงจะคลี่คลายปัญหาได้เร็วที่สุดโดยไม่กีดขวางกันและกัน การวินิจฉัยตำแหน่งฟันคุด อาจใช้ภาพถ่ายรังสีหลายประเภทประกอบกัน เช่น ภาพถ่ายรังสี

รอบปลายรากฟัน ภาพถ่ายรังสีด้านสบฟัน ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง แต่การใช้ภาพถ่ายรังสีดังกล่าวมีข้อจำกัดในการวินิจฉัยตำแหน่งที่ถูกต้อง เทคนิคการถ่ายภาพรังสีที่ช่วยสร้างภาพ 3 มิติ เช่น เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม (Cone beam computed tomography : CBCT) จะช่วยในการวินิจฉัยตำแหน่ง ฟันคุด, ความสัมพันธ์ของฟันคุดกับฟันข้างเคียง รวมทั้งวินิจฉัย การละลายตัวของรากฟันข้างเคียงได้แม่นยำกว่าเดิม ซึ่งแม้ ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจาก CBCT จะสูงกว่าภาพถ่ายรังสีด้าน ประชิด (bite wing radiograph) (40-135 MSV : 1-4 MSV) แต่ ยังเป็นปริมาณที่น้อยกว่าที่ได้รับจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ทางการแพทย์ (Medical CT) หลายเท่าตัว (8000 MSV)⁹ แต่ถึง แม้ CBCT จะมีประโยชน์ดังที่กล่าวมา แต่มีข้อจำกัดหากผู้ป่วย ไม่มีฐานะเพียงพอที่จะจ่ายค่าถ่ายภาพรังสี CBCT ที่มีราคาค่อนข้างสูงได้ การใช้ภาพถ่ายรังสีพื้นฐานดังที่กล่าวมาข้างต้น อาจเป็น ทางเลือกในการวางแผนการรักษาของทันตแพทย์จัดฟัน

อ้างอิงการศึกษาของ Vermette¹⁰ ที่เปรียบเทียบอวัยวะ ปริทันต์ของฟันคุดที่ผ่านการรักษาด้วยการงอกเทียม โดยวิธีการ ทำศัลยกรรมที่แตกต่างกัน 2 วิธี กับฟันซี่เดียวกันในด้านตรงข้าม ของขากรรไกรเดียวกัน ผู้รายงานจึงประเมินอวัยวะปริทันต์ของ ฟันที่ผ่านการรักษางอกเทียมโดยการเปรียบเทียบความลึกร่อง เหงือก ความกว้างเหงือกยึดและความยาวตัวฟันของ ฟันซี่ 11, 12, 13 กับฟันที่ขึ้นปกติ คือ ฟันซี่ 21, 22, 23 ผลการเปรียบเทียบ แสดงในตารางที่ 1 โดยพบว่าฟันซี่เดียวกันในด้านซ้ายและขวาของ ขากรรไกรมีอวัยวะปริทันต์ที่มีสุขภาพใกล้เคียงกัน การทำ ศัลยกรรมเพื่อเปิดเข้าถึงฟันคุดมี 2 วิธีหลัก คือ วิธีทำให้ฟันขึ้น แบบเปิด (Open eruption technique) เป็นการเปิดเหงือกที่ ปกคลุมฟันคุดให้ฟันเหงือก โดยอาจทำได้ 2 เทคนิค คือ เทคนิค วินโดว์ (Window technique) กับเทคนิคการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือก (Apically positioned flap) การทำศัลยกรรมเพื่อเปิดเข้าถึงฟัน คุดอีกวิธี คือ วิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิด (Close eruption technique) เป็นการเปิดเหงือกโดยเริ่มจากบริเวณสันกระดูกขากรรไกร กรีด เหงือกในแนวตั้งให้สูงพอเห็นฟันคุดข้างใต้ ตัดเครื่องมือจัดฟันบน ผิวฟันคุดและปิดแผ่นเหงือกกลับที่เดิม โดยปล่อยขยาลดบริเวณ รอยเย็บแผ่นเหงือกบนสันกระดูกขากรรไกร มีการศึกษา¹⁰ เปรียบเทียบ เทคนิคการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือกกับวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิด ในการ รักษาขอกเทียมฟันคุดบนและฟันเขี้ยวบนที่คุดด้านริมฝีปาก พบ ว่าฟันที่ผ่านการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือกมีสุขภาพอวัยวะปริทันต์และ ความสวยงามน้อยกว่าอีกกลุ่ม โดยเฉพาะในฟันเขี้ยวพบว่ามีความ ยาวตัวฟันมากกว่าและมีขอบเหงือกไม่เรียบเมื่อเปรียบเทียบกับ ฟันเขี้ยวในด้านควบคุมในขณะที่ฟันเขี้ยวที่ผ่านการผ่าตัดอีกวิธีมี

ลักษณะเหวี่ยง และความยาวตัวฟันใกล้เคียงกับฟันซี่เดียวกับ ขากรรไกรด้านตรงข้าม สอดคล้องกับการศึกษาเฉพาะกลุ่มฟันคุด บนคุด^{11,12} พบว่าฟันที่ผ่านการทำศัลยกรรมด้วยวิธีทำให้ฟันขึ้น แบบเปิด จะมีความยาวตัวฟันเพิ่มขึ้น มีความกว้างเหงือกยึดลด ลง มีร่องลึกปริทันต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ฟันที่ผ่านการทำศัลยกรรม ด้วยวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิดมีความยาวตัวฟันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มี กระดูกรองรับเบ้าฟันมากกว่าและเหงือกมีความสวยงามมากกว่า กลุ่มแรก Becker (2004)¹³ สรุปว่าฟันที่ผ่านการทำศัลยกรรมด้วย วิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิดจะมีอวัยวะปริทันต์ที่ดี มีความสวยงาม มากกว่ากลุ่มที่ผ่าตัดร่นแผ่นเหงือก การศึกษาในฟันเขี้ยวบนคุด ด้าน เพดาน¹⁴ ไม่พบความแตกต่างระหว่างการทำศัลยกรรมวิธีทำให้ ฟันขึ้นแบบเปิดกับวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิด แต่การศึกษาล่าสุด¹⁵ โดยวิธีทบทวนอย่างเป็นระบบ (Systematic review) ในฟันเขี้ยว บนคุดด้านริมฝีปากไม่อาจสรุปได้ว่าการทำศัลยกรรมด้วยวิธีทำให้ ฟันขึ้นแบบปิดกับเทคนิคการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือกวิธีใดจะทำให้ เกิดอวัยวะปริทันต์รอบตัวฟันดีกว่ากัน เนื่องจากมีจำนวนการ ศึกษาที่ไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากผู้ป่วยรายนี้มีฟันคุดซี่ 11, 12, 13 อยู่ในตำแหน่งสูงและอยู่ด้านริมฝีปาก ผู้รายงานจึงเลือกการทำ ศัลยกรรมด้วยวิธีทำให้ฟันขึ้นแบบปิด เพื่อเลียนแบบการงอกของฟัน ตามธรรมชาติ ที่จะงอกขึ้นบริเวณสันกระดูกขากรรไกรและมุ่งหวัง ว่าฟันที่งอกขึ้นมาจะมีเหงือกรอบตัวฟันที่มีสุขภาพดี¹⁶

แรงที่ใช้ในการดึงฟันเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการรักษา Bishara¹⁷ แนะนำให้ใช้แรงขนาดเบาไม่เกิน 2 ออนซ์ (60 กรัม) ในการเคลื่อนฟันคุด Becker¹⁸ แนะนำให้ใช้แรงเพียง 10-15 กรัม ดึง ฟันที่มีแนวแรงผ่านตามแกนฟัน เนื่องจากมีแรงต้านทาน (resistance) น้อย หากใช้แรงมากเกินไปฟันจะโยก (loose) และฟันที่ถูกดึงขึ้น มาจะมีการสร้างกระดูกเบ้าฟันน้อย แต่ในการเคลื่อนฟันใน ลักษณะที่รากฟันสัมผัสเบ้าฟัน แนะนำให้ใช้แรง 20-40 กรัม ต่อ ตารางเซนติเมตรของพื้นที่รากฟันเพราะหากใช้แรงมากเกินไป อาจทำให้เกิดไฮยาลิไนเซชัน (hyalinization) หรือเกิดการสูญเสีย แบบขอน (undermining resorption) แต่เนื่องจากไม่มี ขนาดแรงที่เป็นมาตรฐาน ผู้รายงานจึงเลือกใช้แรงที่มีขนาดพอที่ คนไข้จะรู้สึกตึงบริเวณฟันที่ถูกดึงแต่ไม่รู้สึกปวดฟันและการตอบสนองต่อแรงที่ตึงในนัดครั้งต่อไป หากฟันไม่เคลื่อนอาจพิจารณา เพิ่มแรงดึงฟัน

ผู้ป่วยรายที่ 2

ผู้ป่วยรายนี้มีตำแหน่งฟันซี่ 25 ที่มีการพยากรณ์โรค ไม่ดีต่อการรักษาด้วยการงอกเทียม เนื่องจากมีตัวฟันอยู่นอกแนว ที่ฟันซี่ 25 จะขึ้นได้ คือตัวฟันซี่ 25 อยู่ที่ตำแหน่งปลายรากฟันซี่ 24

และมีลักษณะเกือบเป็นฟันคุดแนวนอน (horizontal impaction) เนื่องจากการรักษาด้วยการงอกเทียม ในผู้ป่วยรายนี้มีโอกาสไม่ประสบความสำเร็จ การพูดคุยกับผู้ปกครองถึงโอกาสในการประสบความสำเร็จก่อนเริ่มการรักษาเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้การออกแบบเครื่องมือเพื่อให้ใช้งานได้หลาย ๆ หน้าที่ คือ ใช้เป็นหลักยึด เป็นเครื่องมือกันที่ และมีจุดที่ใช้เกี่ยวอิลาสติกเซนหรือเกลียวลวดสแตนเลสสตีล เพื่อออกแรงดึงให้ฟันคุดเคลื่อนไปในทิศทางที่ต้องการจะช่วยให้ทันตแพทย์จัดฟันไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องมือหลายชิ้นแก่ผู้ป่วย

การรักษาผู้ป่วยรายนี้ต้องผ่าตัดเปิดเหงือกเปลี่ยนตำแหน่งกระดูกโหละ/แบร็กเก็ตหลายครั้ง เนื่องจากมีการเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนฟันหลายครั้ง เริ่มจากดึงตัวฟันถอยไปด้านไกลกลาง ดึงตัวฟันไปด้านไกลกลางพร้อมหมุนให้ด้านบดเคี้ยวของฟันซี่ 25 หมุนมาทางด้านระนาบสบฟันของฟันบน ดึงฟันลงในแนวตั้ง แกะไขฟันหมุนและจัดเรียงฟันให้มีตำแหน่งถูกต้องตามลำดับ ซึ่งแม้การรักษาจะมีความซับซ้อนแต่ผลการรักษาที่ได้รับอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ฟันซี่ 25 มีการเรียงตัวดีและมีอวัยวะปริทันต์ที่เป็นปกติใกล้เคียง กับอวัยวะปริทันต์ของฟันซี่ 24, 14, 15 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบ ความลึกร่องเหงือก (sulcus depth (mm)) , ความกว้างเหงือกยึด (attached gingiva width (mm)) , ความยาวตัวฟัน (clinical crown length (mm)) ระหว่างฟันซี่ 13, 12, 11 กับฟันซี่ 21, 22, 23

Table 1 Comparison of sulcus depth (mm), attached gingiva width (mm), clinical crown length (mm), between tooth number 13, 12, 11 and tooth number 21, 22, 23

		ไกลกลาง -----> ไกลกลาง		ไกลกลาง <----- ไกลกลาง			
		ฟันซี่ 13	ฟันซี่ 12	ฟันซี่ 11	ฟันซี่ 21	ฟันซี่ 22	ฟันซี่ 23
ความลึกร่องเหงือก	ด้านริมฝีปาก	2, 1, 3	2, 1, 2	1, 1, 2	2, 1, 3	3, 1, 3	2, 1, 2
	ด้านเพดาน	1, 1, 3	2, 1, 1	1, 1, 1	1, 1, 1	1, 1, 1	1, 1, 1
ความกว้างเหงือกยึด	ด้านริมฝีปาก	6, 5, 6	6, 3, 7	5, 3, 3	3, 4, 7	7, 4, 5	5, 3, 7
ความยาวตัวฟัน	ด้านริมฝีปาก	9	7	9	9	6	8

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความลึกร่องเหงือก (sulcus depth (mm)), ความกว้างเหงือกยึด (attached gingiva width(mm)) และความยาวตัวฟัน (clinical crown length (mm)) ระหว่างฟันซี่ 14, 15, 24, 25

Table 2 Comparison of sulcus depth (mm), attached gingiva width (mm), clinical crown length (mm), between tooth number 25 and tooth number 14, 15, 24

		ไกลกลาง -----> ไกลกลาง		ไกลกลาง <----- ไกลกลาง			
		ฟันซี่ 15	ฟันซี่ 14	ฟันซี่ 24	ฟันซี่ 25		
ความลึกร่องเหงือก	ด้านริมฝีปาก	1, 1, 2	2, 1, 4	3, 2, 3	2, 2, 2		
	ด้านเพดาน	1, 1, 1	2, 1, 1	1, 1, 1	2, 1, 1		
ความกว้างเหงือกยึด	ด้านริมฝีปาก	6, 4, 6	6, 2, 4	3, 1, 4	5, 3, 5		
ความยาวตัวฟัน	ด้านริมฝีปาก	7	9	10	7		

บทสรุป

(ผู้ป่วย 2 ราย)

1. เมื่อทันตแพทย์ตรวจพบผู้ป่วยที่มีฟันคุดในตำแหน่งที่มีผลต่อความสวยงามหรือการบดเคี้ยวและมีลักษณะเป็นฟันคุดซ้อนกันหลาย ๆ ซี่ มีตำแหน่งสูงหรืออยู่ในตำแหน่งที่มีการ

พยากรณ์โรคไม่ดี อาจปรึกษาทันตแพทย์จัดฟันเพื่อรับการรักษาเอกซเรย์ก่อนการตัดสินใจผ่าตัดนำฟันคุดออก

2. ความสำเร็จในการรักษาฟันคุดด้วยวิธีงอกเทียมพิจารณาจากฟันมีการเรียงตัวดีและมีอวัยวะปริทันต์ที่เป็นปกติ

เอกสารอ้างอิง

1. Andreasen JO, Petersen JK, Laskin DM. Textbook and Color Atlas of Tooth Impactions. Copenhagen: Munksgaard;1997. p. 199-208.
2. Raghoobar GM, Boering G, Vissink A, Stegenga B. Eruption disturbances of permanent molars: a review. *J Oral Pathol Med* 1991;20:159-66.
3. Gron AM. Prediction of tooth emergence. *J Dent Res* 1962;41:573-85.
4. Crescini A, Nieri M, Buti J, Baccetti T, Pini Prato GP. Orthodontic and periodontal outcome of treated impacted maxillary canines. *Angle Orthod* 2007;77:571-7.
5. Counihan K, AL-Awadhi EA, Butler J. Guidelines for the Assessment of the Impacted Maxillary Canine. *Dent Update* 2013;40:770-77.
6. Stenvik A, Mjör I A. Pulp and dentin reactions to experimental root intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 1970;57:370-85.
7. Dibiase DD. The effects of variations in tooth morphology and position on eruption. *Dent Pract Dent Rec* 1971;22:95-108.
8. Mitchell L, Bennett TG. Supernumerary teeth causing delayed eruption – a retrospective study. *Br J Orthod* 1992;19:41-6.
9. Becker A, Chaushu S. Radiographic Methods Related to the Diagnosis of Impacted Teeth. In: Becker A, editor. *Orthodontic Treatment of Impacted Teeth*. 3rd ed. Singapore: Wiley-Blackwell; 2012. p. 10-28.
10. Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB. Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed – eruption technique. *Angle Orthod* 1995;65:23-32.
11. Becker A, Brin I, Ben-Bassat Y, Zilberman Y, Chaushu S. Closed-eruption surgical technique for impacted maxillary incisors : a post – orthodontic periodontal evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:9-14.
12. Chaushu S, Brin I, Ben – Bassat Y, Zilberman Y, Becker A. Periodontal status following surgical – orthodontic alignment of impacted central incisors by an open – eruption technique. *Eur J Orthod* 2003;25:579-584.
13. Becker A. An interview with Adrian Becker. *World J Orthod* 2004;5:277-282.
14. Parkin NA, Milner RS, Deery C, Tinsley D, Smith AM, Germain P, et al. Periodontal health of palatally displaced canines treated with open or Closed surgical technique: multicenter, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:176-84.
15. Incerti-Parenti S, Checchi V, Ippolito DR, Gracco A, Alessandri-Bonetti G. Periodontal status after surgical-orthodontic treatment of labially impacted canines with different surgical techniques: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:463-72.
16. Crescini A, Clauser C, Giorgetti R, Coretellini P, Pini Prato GP. Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines, A three –year periodontal follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:61-72.
17. Bishara SE. Impacted maxillary canines: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:159-71.
18. Becker A. Treatment components and Strategy; In: Becker A, editor. *Orthodontic Treatment of Impacted Teeth*. 3rd ed. Singapore: Wiley-Blackwell; 2012. p. 55-69.

HPMC Based Mucoadhesive for Delivery of Triamcinolone Acetonide: Mucoadhesion and Drug Release Properties, An *In Vitro* Study

Premrudee Srisuntorn¹, Kanokporn Bhalang¹ and Pratanporn Arirachakaran¹

¹Department of Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

Abstract

Topical corticosteroid is the first-line drug for treating immune-mediated oral lesions, 0.1 % being the most effective concentration. However, conventional topical Triamcinolone acetonide (TA) applications are poorly retained on the oral mucosa. Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) polymer patches are used as buccal mucosa drug delivery systems, as they enhance a drug's ability to adhere to the oral mucosa and reduce the frequency and amount of drug application.

The objective of this study was to prepare a new HPMC-based buccal muco-adhesive polymer patch for the delivery of 0.1 % TA. The solubility, water absorption, muco-adhesion and *in vitro* drug release study using high-performance liquid chromatography (HPLC) were compared with a commercial product.

The results revealed that the 3 % and 2 % HPMC patches had significantly lower dissolution rates, a favorable property, compared with that of the commercial product ($p < 0.05$). The 3 % HPMC group demonstrated the highest dissolution time. Every concentration of the newly developed muco-adhesive polymer patches had higher water absorption than that of the commercial patches at 1 and 5 min. In addition, the 3 % and 2 % HPMC patches demonstrated significantly higher water absorption compared with the commercial patches at 10 and 30 min. There was no significant difference in muco-adhesion between the developed patches with commercial product. All HPMC groups did not show significantly higher drug release compared with the commercial product group at every time point. 3 % HPMC group had the highest drug release. The 3 % HPMC group had significantly higher drug release than 1 % HPMC at 2, 4 and 6 h.

We demonstrated the potential of a buccal muco-adhesive polymer patch as an alternative treatment for oral ulcerations. The buccal mucosa patches had a higher dissolution time compared with the commercial product. The 3 % HPMC had lower dissolving and higher drug release at 2 to 10 h. The newly developed muco-adhesive polymer patches had improved properties pertaining to drug application. Further study is needed to improve some of the properties of the oral patches and to implement a clinical study.

Keywords: Muco-adhesive, Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), Triamcinolone acetonide, Muco-adhesion, Buccal patch.

Introduction

During the past, several years, investigations have resulted in advances in pharmaceutical technology concerning drug formulations and innovative routes of administration. Recurrent Aphthous Ulcers (RAUs) and Oral Lichen Planus (OLP) are common painful mucosal conditions affecting the oral cavity.¹ There is no specific diagnostic test for RAUs, thus, diagnosis is mainly based on patient history and clinical manifestations. The underlying etiology of RAU remains unclear, and no curative treatment is available.² OLP results from a chronic inflammatory cell-mediated immunological dysregulation, and likely has a multifactorial origin or non-specific etiology.³ OLP lesions in reticular form are often asymptomatic, however, the atrophic, erosive, and ulcerative forms of OLP can cause a burning sensation or severe pain.³ The diagnosis of OLP is based on the histopathological results of biopsies.

Clinicians frequently use corticosteroids for the treatment of RAU and OLP. Triamcinolone acetonide (TA) is the first-line drug for treating RAU, and can be administered in the form of orabase or mouthwash with concentrations ranging from 0.05–0.5 %, applied 3-5 times per day.² It is particularly indicated for patients with small lesions, and one study reported that 0.1 % TA was the most effective concentration.² Although these forms provide high drug levels in the oral cavity, they can be easily displaced from the applied region due to the washing effect of saliva, swallowing, and tongue movements. These effects decrease therapeutic drug levels.⁴⁻⁷ Topical applications also have limitations, including low retention on the oral mucosa.

Muco-adhesive polymers have been extensively used in buccal mucosa drug delivery systems, as they enhance a drug's ability to adhere onto the oral mucosa.⁸ The drug will contact the mucosal membrane, be easily dispersed throughout the mucosa, and will have high patient compliance because the polymers are non-irritating.⁹ The polymers that have been investigated are polyacrylates, ethylene vinyl alcohol, polyethylene oxide, poly alcohol, poly (N-acryloylpyrrolidine), polyoxyethylenes, self-cross-linked gelatin, sodium alginate, natural gums, and cellulose ethers such as methylcellulose, hydroxypropylcellulose, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), and sodium carboxymethyl-cellulose.^{10,11}

Muco-adhesive HPMC or hypromellose is non-toxic and used in a wide variety of pharmaceutical and food preparations. HPMC is a cellulose ether and is one of the most common hydrophilic carriers used in controlled oral drug delivery systems, due to its ability to swell when contacted by water or fluid.¹²⁻¹⁷ HPMC offers a wide range of properties that would enhance adhesion to the mucosa, which in turn increases the contact time of the drug with the oral mucosa.¹⁸ This polymer is produced by the synthetic modification of naturally occurring polymer cellulose and is safe for human use. The uses of HPMC as a thickening agent and a bio-adhesive are well documented.^{18,19} To improve HPMC's properties, glycerin has been added to the formula because of its moisturizing and emollient properties.²⁰ A preparation of 2.5 % HPMC grade K100M has been reported as the most appropriate formulation for buccal

mucosa application, because it has suitable mechanical properties, and exhibits high cohesion and bio-adhesion.¹³ Buccal muco-adhesive polymer patches prepared using 1 % HPMC have also been reported as the best formulation. This product showed a 539.44 N/m² muco-adhesive stress and water absorption of 333.33 % of its weight after 10 minutes. The average dissolution time for these patches was 3 hours 24 min. A study evaluating a buccal healing film containing TA found that the optimum composition was 2 % methycellulose, 0.1 % glycerin and 3 % HPMC. In 2015, an oral paste formulation of triamcinolone acetonide containing 60 % plastibase, 3.3 % pectin, 6.6 % gelatin and 30 % carboxymethylcellulose showed similar characteristics compared to a reference formulation (Adcortyl®; Bristol-Myers Squibb Co. Ltd., New York, USA) for the treatment of recurrent aphthous stomatitis.²¹

The objective of the present study was to prepare an HPMC-based muco-adhesive patch for delivering TA that possessed appropriate dissolution time, water absorption, muco-adhesion and drug release comparable with commercial patches.

Materials and Methods

Materials

Test materials were different concentrations of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC; Methocel F4M, Namsiang Group Co.Ltd., Thailand) with 0.025 mg Triamcinolone acetonide (S.Tong Chemicals Co., Ltd., Thailand) and glycerin (0.1 %) (99.5 % USP/BP, Siam Absolute Chemicals Co.Ltd., Thailand). HPMC commercial patches (Trafal Direct, Daiichi Sankyo Healthcare Co.Ltd., Japan) were used as positive controls.

Buccal patch preparation and drug loading

HPMC was dissolved in 60 ml of distilled water at a concentration of 1, 2, or 3 % (mass/volume). Glycerin (0.1 %) was added to the preparations in a beaker. All of the solutions were poured into clean, dry glass petri

dishes and the resulting clear viscous solutions left at room temperature until all air bubbles disappeared. The resultant films were dried in an oven at 55°C for 48 h, loaded with 0.1 % TA dissolved in a distilled water and ethanol (65:35) solution, soaked in the TA solution and dried for 1 d each at -20°C, 4°C, and 25°C. Finally, the films were left at room temperature for 24-48 h²² to allow the residual solvent to evaporate and cut into 9-mm diameter patches.

Buccal patch preparation and drug loading

HPMC was dissolved in 60 ml of distilled water at a concentration of 1, 2, or 3 % (mass/volume). Glycerin (0.1 %) was added to the preparations in a beaker. All of the solutions were poured into clean, dry glass petri dishes and the resulting clear viscous solutions left at room temperature until all air bubbles disappeared. The resultant films were dried in an oven at 55°C for 48 h, loaded with 0.1 % TA dissolved in a distilled water and ethanol (65:35) solution, soaked in the TA solution and dried for 1 d each at -20°C, 4°C, and 25°C. Finally, the films were left at room temperature for 24-48 h²² to allow the residual solvent to evaporate and cut into 9-mm diameter patches.

Buccal tissue preparation

Buccal tissue from 3-4-year-old pigs was obtained from a local slaughterhouse. Each piece of tissue was washed with deionized water to remove undigested food from the surface. Sixty specimens, thickness 3–5-mm, were prepared and placed in a 0.9 % NaCl solution at 8°C and used within 6 hours.

Artificial saliva preparation

Simulated Saliva Fluid (SSF, pH 7) was used as a substitute for human saliva.²³

Dissolution assay

Each buccal patch (n=5 for each HPMC concentration) was soaked in a beaker containing 20 ml SSF at the room temperature. Each beaker, containing a magnetic stirrer, was placed on a stirring machine and the stirrer rotated at 90 rpm using an environment shaker-incubator. The solutions were collected after

the patches had completely dissolved, and the time required for dissolution was recorded.

Water absorption assay

The porcine buccal tissues were soaked in SSF at pH 7 at 37°C for 60 min, then dried with filter paper. Five buccal patches for each concentration of HPMC were used and their weights recorded. The buccal patches were placed on the porcine buccal tissues and the patch weights recorded at 1, 5, 10, and 30 min using a 3 decimal place digital balance (Sartorius, SPC Calibration Center, Thailand). The weight differences were calculated using equation 1.

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

Where W_1 was the dried patch weight and W_2 was the patch weight after immersion in SSF. This experiment was conducted five times and the results expressed as mean \pm SE.

Muco-adhesive study

The buccal mucosa patches were tested using a texture analyzer machine (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK), equipped with a 50-N load cell and a bio-adhesive holder. Each patch was attached to a 10-mm diameter cylindrical probe with double-sided adhesive tape. The patches were equilibrated in SSF at pH 7 and (37 \pm 0.5)°C for 15 min and placed on the platform of the bio-adhesive holder. The probe with the buccal patch attached was moved downward to attach the patch to the tissue with a contact force of 0.2 N. The buccal patch was left in contact with the tissue for 30 s and withdrawn at a speed of 10 mm/s as in a previous study.^{18,24} The maximum force (N) needed to separate the probe from the tissue was directly derived and the data were compared among the different HPMC concentrations and commercial product groups

In vitro drug release validation²⁵

The HPLC assay allowed for detection of TA at a retention time of 5.8 minutes. Linearity of the standard

calibration curves were obtained with triamcinolone acetanide reference standard solutions. Each solution was injected three times in the chromatographic system. The linearity was estimated by linear regression analysis by the least square regression method. The correlation coefficient was calculated (Equation 2).

$$11y = (8 \times 10^{-9})x - 0.0042 \quad R^2 = 0.9989$$

Where y = concentration of drug releasing

x = analyzed amount of drug releasing from HPLC

In vitro drug release study using HPLC

One patch was soak into a centrifuge tube of SSF. All centrifuge tube were shook by shaker in room temperature. Then the drug release solution 500 μ l each tube were got off from tube at 2, 4, 6, 8 and up to 10 hours. 500 μ l of the 2 ml sample volume were drawn and replaced with 500 μ l of SSF every time an analysis was conducted, 0.5/2 of sample were removed each time an analysis was conducted. To compensate for the diluting effect, the drug release value for each sample was adjusted according to the modified relationship (equation 3).²⁶

$$A_{adj}(h) = A(h) + 0.5/2 \sum_{n=0}^{n=h-2} A$$

Where $A_{adj}(h)$ = adjusted amount of drug releasing at hour

$A(h)$ = analyzed amount of drug releasing at hour

All samples were analyzed by chromatographic system from Shimadzu products (Shimadzu Corporation, Japan) consisted of pump(model LC-10ADvp), autosampler (model SIL-10Avp) and UV absorbance detector (model SPD-10Avp). The separation was performed by a Inertsil ODS-3, 5 μ m, 250 x 4.6 mm ID (GL Sciences, Japan) analytical column. The mobile phase was methanol-water-phosphoric acid (75/25/0.5, v/v). Mobile phase degassed by aspiration for 5 min prior to use. The flow-rate

was 1.0 ml/min and the temperature was ambient. The eluate was monitored by UV absorbance at 252 nm.²² Each in vitro study were performed in five times.

Statistical analysis

The values were analyzed with Kruskal-Wallis H test for all sample group. Then, pairwise comparisons were performed using Mann-Whitney test. The level of significance was 0.05 for all statistical analyses.

Results and Discussion

Dissolution time

The mean dissolution times of the patches

prepared using different HPMC concentrations and a commercial product are illustrated in Figure 1. There was a statistically significant difference between dissolution time of HPMC sample ($H(2)=16.71, p=001$), with a mean rank of 18 for 3 %, 13 for 2 %, 7 for commercial product and 4 for 1 % HPMC.

It was found that the 3 % HPMC group demonstrated the highest dissolution time of (7.11 ± 0.68) h. The 2 % HPMC (5.06 ± 0.39) h, commercial product (3.81 ± 0.45) h, and 1 % HPMC (2.92 ± 0.69) h groups displayed decreasing dissolution times compared with the 3 % HPMC group.

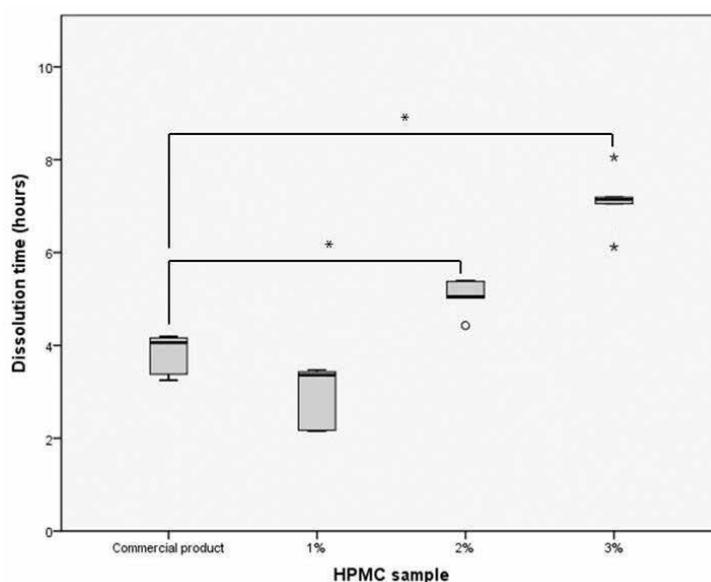


Figure 1 Dissolution times of the different HPMC sample and commercial product groups.

* Indicates a significant difference from commercial product ($p<0.05$).

The results revealed that the 3 % and 2 % HPMC patches had significantly lower dissolution rates, a favorable property, compared with that of the commercial product ($p<0.05$). These HPMC patches could thus remain in the oral cavity for a longer time. Our results support a previous finding that increasing HPMC concentration significantly increased dissolution time ($p<0.05$). However, human saliva contains digestive enzymes that SSF does not, indicating that future in situ

studies are needed to determine the actual dissolution rate of the newly developed muco-adhesive polymer patches in the oral cavity.

Water absorption

The water absorption results are shown in Figure 2. Every concentration of the newly developed muco-adhesive polymer patches had higher water absorption than that of the commercial patches at 1

minute. In addition, the 2 % and 3 % HPMC patches demonstrated significantly higher water absorption compared with the commercial patches at 10 and 30 min. The commercial product had the lowest water absorption at each time point, which would result in minimal changes in the concentration of a loaded drug.

Although we found no clear relationship between HPMC concentration and water absorption, a prior study reported that HPMC percentage had an inverse relationship with water absorption. Because increasing concentration polymer decreases polymer chain space, so it decreases water penetration.

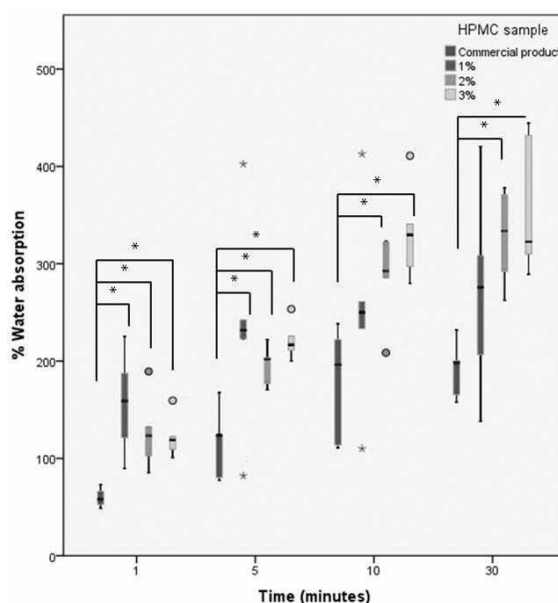


Figure 2 Water absorption of patches with different HPMC concentrations at different time point.
* indicates a significant difference compared with control ($p < 0.05$).

Although the 3 % HPMC patches had the longest dissolution time, they also demonstrated high water absorption. The patch dissolution rate indicates the length of time that the patch will remain in the oral cavity, while water absorption plays an important role in muco-adhesion. When either excess hydration of the patches occurs or the buccal tissue is wet, the muco-adhesiveness will be less.²⁴ We observed almost immediate swelling of the patches during the absorption test. The absorption assay as a percentage of patch weight change at 1, 5, 10, and 30 min after immersion in SSF showed that after 30 min the patches began to detach from the porcine buccal tissue. A previous study indicated that molecular weight plays a more important role in water absorption than does the hydrophilicity of a polymer.²⁴ Low-molecular-weight polymers can penetrate the

mucosa layer well and the optimum molecular weight is between 10 and 4,000 kDa²⁷ whereas our patches have an average molecular weight of 86 kDa. To obtain suitable water absorption, the molecular weight of the polymer should be adjusted to the optimum range.

Muco-adhesive force

The muco-adhesive force assay was performed using an instrument that measured the maximum detachment force (F_{max}). No significant differences in muco-adhesive force and work of adhesion were found between the different HPMC concentration and the commercial product groups ($p > 0.05$). The muco-adhesiveness of the patches was determined. No significant difference in muco-adhesiveness was found between the groups ($p > 0.05$). However, the 1 % HPMC group had the highest detachment force 0.37 ± 0.30 N. (Fig. 3). This

finding could stem from the flexibility of the polymer chains and their low water absorption. The 2 % HPMC, commercial product, and 3 % HPMC groups demonstrated decreasing muco-adhesive force compared with the 1 % HPMC group. The same trend was found in a prior study, where

the 4 % HPMC group demonstrated the lowest detachment stress per area and the 1 % HPMC group had the highest detachment stress per area. Our observations indicated that there was sufficient adhesion between the patches and the dried porcine buccal mucosa.

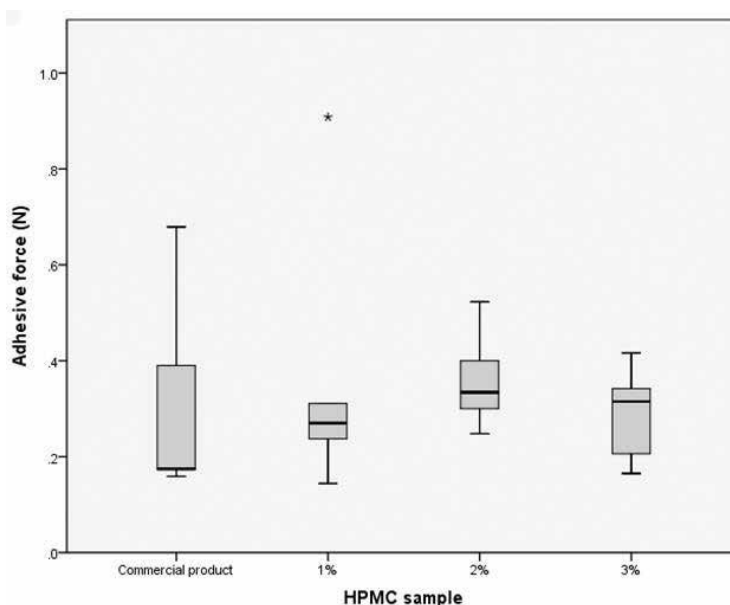


Figure 3 Adhesive force of the patches with different HPMC samples and commercial product.

Adhesion decreased after artificial saliva was included in order to mimic the oral cavity. Although not significantly different, the 1 % and 2 % HPMC groups had a higher detachment stress compared with the commercial product, and all HPMC concentration groups had a lower detachment stress than that of the commercial product. Higher water absorption could alter the drug concentration and a critical degree of hydration of the muco-adhesive polymer affects optimum swelling and thus bio-adhesion.²⁸⁻³⁰ An acceptable polymer should have sufficient water absorption to increase the penetration of the polymer chains into the mucosal network. Penetration enhancers are substrates added to the patch formulation to improve adhesiveness, and can be used alone or in combination to improve the bioavailability of a loaded drug without increasing its toxicity.²⁷ Some enhancers are enzyme inhibitors, such as aprotinin, bestatin, and Puromycin. These inhibitors effectively

reduce proteolytic enzyme activity in the saliva.²⁷

HPLC analysis of *in vitro* drug release

All HPMC concentration groups did not show significantly higher drug release at every time point compared with the commercial product group (Table 5 Appendix, Figure 9). 3 % HPMC group had the highest drug release profiles. 3 % HPMC had significantly higher than the commercial product at 2 hours. The commercial product group had lower drug release than the 3 %, followed by 2 % and 1 % of HPMC, respectively. The 3 % HPMC group had significantly higher drug release than 1 % HPMC at 2, 4 and 6 hours. After 4 hours, we found that the 1 % HPMC patches were completely dissolved, and total drug was released from the patches, and after 8 hours, the 2 % HPMC patches were completely dissolved, resulting in total drug release. The 3 % HPMC and commercial patches required 10 hours or more to completely dissolve. From this results, we did not find

the same as study of dissolving property because analysis of *in vitro* drug release study did not use the stirring machine.

We found that dissolution did not significantly affect drug release by the commercial product. An acceptable patches had higher and prolong drug releasing,

moreover they could still attach on buccal tissue without dissolving. Our results indicated that TA was still released from the 3 % HPMC patches after 8 to 10 h. From the results, the conventional topical of TA were applied 2-3 times per 24 h, so the 3 % HPMC were an acceptable patches.

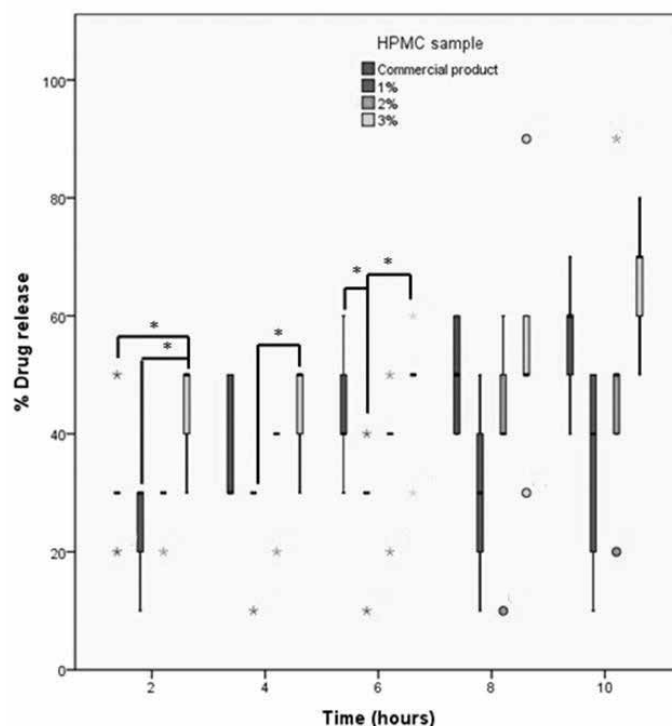


Figure 4 *In vitro* triamcinolone acetonide release profiles of the HPMC patches and commercial product.

* indicates a significant difference compared with control ($p < 0.05$) with 10 μ l injection volume.

Thus, to achieve the optimal treatment level, higher drug concentrations should be loaded into the buccal patches. Furthermore, HPMC concentration and the particle size of polymer can greatly influence the patches properties. Increasing the polymer concentration or smaller particle size decrease in drug-release rate. HPMC polymers with smaller particle size have more surface area relative to equivalent weights with larger particle size. Because the greater surface area provides for better polymer-water contact, thus increasing complete polymer hydration and gelation occurs. This leads to the more effective formation of the protective gel barrier of the patches so critical to muco-adhesive drug delivery system. For this reason, increasing the polymer

concentration does not result in decreases in drug-release rate because drug release does not only result from polymer erosion, but also from drug diffusion through the hydrated polymer layers and polymer particle size. If polymer concentration is too low, complete patch formation will be formed that decreased the patch properties. The smaller polymer particle size was found in premium form of identify special product. This effect of slower release for higher polymer levels causes from the longer period of time required to reach the disentanglement in muco-adhesive drug delivery system. An increase in polymer level tends to decrease the sensitivity of the formulation to minor variations.

This study revealed that the newly developed

polymer patches (3 % HPMC) could be an alternative treatment for oral ulcerations because this formulation had a higher amount of drug released from 2–10 hours compared with the commercial product. Furthermore, the 3 % HPMC had higher drug release than 1 % and 2 % HPMC. We could not explain to cut-point definitely for the best concentration because no one was the best all. 3 % HPMC were chosen because they had higher and prolong drug release. The TA were dissolved complete in H₂O and ethanol. but in this study, the patches were tested in SSF. So, drug releasing that were investigated by HPLC, were less than in completely dissolved solution. An increase in polymer level tends to decrease the sensitivity of the formulation to minor variations.³¹ The patches could hold at mucosa more than 8 hours that adequate for oral ulcer treatment compared with conventional topical drug.

However, definitive diagnosis should be obtained before patch used. This a new developed muco-adhesive polymer patches should not be used by the following persons considered to have infectious lesion. Persons considered to have infection who have white plaque, which are easily wipe off by rubbing with gauze that candida infection is suspected. Having yellow pus at the affected area or having systemic symptoms such as fever, malaise or swelling of lymph nodes that viral infection is suspected can be exacerbated by the steroids. A future study should investigate the interaction between HPMC and TA by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR spectra) or X-ray diffraction. Higher solubility of the drug generally leads to faster release. In addition, selection of HPMC polymer type, molecular weight, and viscosity will improve the newly developed oral patches.³² There are polymer combinations other than HPMC with good texture and muco-adhesiveness such as chitosan, polyacrylic acid, and pectin that can be used as a vehicle for oral patches. A previous study found that the adhesive force of carbopol/poloxamer/HPMC films increased with increased HPMC content in the film, and the release of TA from TA-loaded carbopol/poloxamer/

HPMC polymer films *in vitro* increased with increased drug loading.⁴ A study of gel formulations of poloxamer 407, carbopol 934, chitosan, and HPMC with TA compared with a commercial product containing 0.1 % TA (Kenacort-A Orabase[®]) observed that the bio-adhesiveness of the formulations depended on the bio-adhesive polymer concentration and molecular weight of chitosan. The bio-adhesive performance of the chitosan-based formulations was improved with the inclusion of HPMC. Texture profile analysis (TPA) results indicated that the mechanical properties of the developed gels were improved compared with the commercial product.³³

Conclusions

The buccal muco-adhesive polymer patches fabricated from HPMC for the delivery of 0.1 % TA demonstrated significantly an acceptable *in vitro* dissolution time. The 3 % HPMC group had higher drug release than the commercial product. However, the HPMC patches had higher water absorption than that of the commercial product. There was no significant difference in muco-adhesion between the patches with different HPMC concentrations and the commercial product. Therefore, HPMC could be used to produce a buccal muco-adhesive polymer patch as an alternative treatment for oral ulcers. In laboratory testing these patches are comparable to a commercial patch and could lead to a better response to drug treatment. Further study is needed to improve the water absorption and muco-adhesive properties of the oral patches.

Acknowledgments

I acknowledge the Oral Biology Laboratory at the Faculty of Dentistry Chulalongkorn University, the Food Testing laboratory at Department of Food Technology, Chulalongkorn University and the Pharmaceutical Technology Service Center (PTSC) for laboratory equipment and technical support. I gratefully acknowledge the

thesis committee. I would like to express my sincere thanks to my advisers and Associate Professor Chairat Wiwatworrapan who had invaluable help and constant. Finally, I thank Professor Martin Tyas and Dr. Kevin Tompkins for critical review of the manuscript.

References

1. Carrozzo M, Uboldi de Capei M, Dametto E, Fasano ME, Arduino P, Broccoletti R, *et al.* Tumor necrosis factor-alpha and interferon-gamma polymorphisms contribute to susceptibility to oral lichen planus. *J Invest Dermatol* 2004;122:87-94.
2. Belenguer-Guallar I, Jiménez-Soriano Y, Claramunt-Lozano A. Treatment of recurrent aphthous stomatitis. A literature review. *J Clin Exp Dent* 2014;6:168-174.
3. Boorghani M, Gholizadeh N, Taghavi Zenouz A, Vatankhah M, Mehdipour M. Oral Lichen Planus: Clinical Features, Etiology, Treatment and Management. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2010;4:3-9.
4. Amasya G, Karavana SY, Şen T, Baloğlu E, Tarımcı N. Bioadhesive and mechanical properties of triamcinolone acetonide buccal gels. *Turk J Pharm Sci* 2012;9:1-12.
5. Bandyopadhyay AK, Sudhakar Y. Advanced in buccal adhesive drug delivery. *Drug Deliv Technol* 2006;6:51-55.
6. Lee JW, Park JH, Robinson JR. Bioadhesive-based dosage forms: the next generation. *J Pharm Sci* 2000;89:850-865.
7. Rossi S, Sandri G, Caramella CM. Buccal drug delivery: A challenge already won? *Drug Discov Today Technol* 2005;2:59-65.
8. Cilurzo F, Gennari CG, Selmin F, Epstein JB, Gaeta GM, Colella G, *et al.* A new mucoadhesive dosage form for the management of oral lichen planus: formulation study and clinical study. *Eur J Pharm Biopharm* 2010;76:437-442.
9. Gilhotra RM, Ikram M, Srivastava S, Gilhotra N. A clinical perspective on mucoadhesive buccal drug delivery systems. *J Biomed Res* 2014;28:81-97.
10. Bravo SA, Lamas MC, Salamón CJ. *In-vitro* studies of diclofenac sodium controlled-release from biopolymeric hydrophilic matrices. *J Pharm Pharm Sci* 2002;5:213-9.
11. Sudhakar Y, Kuotsu K, Bandyopadhyay AK. Buccal bioadhesive drug delivery-A promising option for orally less efficient drugs. *J Control Release* 2006;114:15-40.
12. Escudero JJ, Ferrero C, Jiménez-Castellanos MR. Compaction properties, drug release kinetics and fronts movement studies from matrices combining mixtures of swellable and inert polymers. II. Effect of HPMC with different degrees of methoxy/hydroxypropyl substitution. *Int J Pharm* 2010;387:56-64.
13. Karavana SY, Güneri P, Ertan G. Benzydamine hydrochloride buccal bioadhesive gels designed for oral ulcers: Preparation, rheological, textural, mucoadhesive and release properties. *Pharma Techno* 2009;14:623-631.
14. Kim JO, Park JK, Kim JH, Jin SG, Yong CS, Li DX, *et al.* Development of polyvinyl alcohol-sodium alginate gel-matrix-based wound dressing system containing nitrofurazone. *Int J Pharm* 2008;359:79-86.
15. Lamberti G, Galdi I, Barba AA. Controlled release from hydrogel-based solid matrices. A model accounting for water up-take, swelling and erosion. *Int J Pharm* 2011;407:78-86.
16. Morais VV, Oliveira AR, Ferreira MRA, Bezerra FA, Neto PJR, Souza TR, *et al.* Evaluation of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) hydrogel matrix for delivery of triamcinolone. *Int J Pharm Sci Res* 2014;5:5127-5135.
17. Siepmann J, Peppas NA. Modeling of drug release from delivery systems based on hydroxypropyl methylcellulose (HPMC). *Adv Drug Deliv Rev* 2001;48:139-157.
18. Karavana SY, Güneri P, Ertan G. Benzydamine hydrochloride buccal bioadhesive gels designed for oral ulcers: preparation, rheological, textural, mucoadhesive and release properties. *Pharm Dev Technol* 2009;14:623-631.
19. Al-Tabakha MM. Capsules: Current Status and Future Prospects. *J Pharm Pharm Sci* 2010;13:428-420.
20. Greive K. Glycerine: the naturally effective humectant. *Dermatol Nurs* 2012;11:30-34.
21. Hamishehkar H, Nokhodchi A, Ghanbarzadeh S, Kouhsoltani M. Triamcinolone Acetonide Oromucoadhesive Paste for Treatment of Aphthous Stomatitis. *Adv Pharm Bull* 2015;5:277-82.
22. Ahn JS, Choi HK, Chun MK, Ryu JM, Jung JH, Kim YU, *et al.* Release of triamcinolone acetonide from mucoadhesive polymer composed of chitosan and poly(acrylic acid) *in vitro*. *Biomaterials* 2002;23:1411-1416.
23. Joyston-Bechal S, Kidd EA. The effect of three commercially available saliva substitutes on enamel *in vitro*. *Br Dent J* 1987;163:187-190.
24. Wattanakorn N, Asavapichayont P, Nunthanid J, Limmatvapirat S, Sungthongjeen S, Chantasart D, *et al.* Pectin-based bioadhesive delivery of carbenoxolone sodium for aphthous ulcers in oral cavity. *AAPS PharmSciTech* 2010;11:743-751.
25. Pereira ADF, Santos MCM, Da Costa VM, Pianetti GA, Da Silva GR. Development and validation of a high performance liquid chromatographic method for determination of triamcinolone acetonide from polyurethane intraocular implants. *Int J Pharm Pharm Sci* 2012;4:132-136.

26. Söderholm KJ. Filler leachability during water storage of six composite materials. *Scand J Dent Res* 1990;98:82-88.
27. Manohar SD, Sridhar DA, Mallikarjuna SC. Drug delivery from the oral cavity: a focus on mucoadhesive buccal drug delivery systems. *PDA J Pharm Sci Technol* 2012;66:466-500.
28. Mortazavi SA, Smart J. An Investigation into the role of water-movement and mucus gel dehydration in mucoadhesion. *J Control Release* 1993;25:197-203.
29. Sigurdsson HH, Loftsson T, Lehr CM. Assessment of mucoadhesion by a resonant mirror biosensor. *Int J Pharm* 2006;325:75-81.
30. Hägerström H, Paulsson M, Edsman K. Evaluation of mucoadhesion for two polyelectrolyte gels in simulated physiological conditions using a rheological method. *Eur J Pharm Sci* 2000;9:301-309.
31. The Dow Chemical Company. Using methocel cellulose ethers for controlled release of drugs in hydrophilic matrix systems. Midland, MI: The Dow Chemical Company; 2000.
32. Ammar HO, Ghorab MM, Mahmoud AA, Shahin HI. Design and *In Vitro/In Vivo* Evaluation of Ultra-Thin Mucoadhesive Buccal Film Containing Fluticasone Propionate. *AAPS PharmSciTech* 2017;18:93-103.

Evaluation of Voids in Class II Restorations Restored with Bulk-fill and Conventional Nanohybrid Resin Composite

Saisara Chaidarun¹ and Chalermopol Leevailoj¹

¹Esthetic Restorative and Implant Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

Abstract

Objectives: The aim of the study was to evaluate the influence of four resin composites on voids in small and large Class II cavities. Furthermore, the thickness of the first increment of the restorations was studied. **Methods:** Eighty artificial lower second premolars were divided into two preparation designs with 40 standardized Class II cavities in each, and then restored with four resin composites (three bulk-fill types: SonicFill 2, Filtek Bulk Fill (capsule), Filtek Bulk Fill (syringe) and a conventional nanohybrid resin composite: Premise). Restorations were sectioned for microscopic evaluation and a Kruskal-Wallis analysis was performed to evaluate the number of voids and percent void area. The thickness of the first increment was measured and analyzed. **Results:** There were significant differences in the number of voids and percent void area among the 4 groups in small cavities. SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (capsule) placed with the injection technique showing reduced voids. In contrast, no significant differences were detected among the 4 groups in large cavities. Most of the first increment thicknesses of the restorations in both cavity preparations were thicker than recommended. **Conclusions:** Voids were reduced when the injectable resin composites were applied in small Class II cavity preparations, and the best results were achieved using SonicFill 2.

Keywords: Bulk-fill resin composite, Class II cavity, Conventional resin composite, Increment, Void

Received Date: Jun 26,2017

Accepted Date: Jan 26,2018

doi: 10.14456/jdat.2018.16

Correspondence to:

Chalermopol Leevailoj. Esthetic Restorative and Implant Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Rd., Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand. Tel: 088-541-5415 Fax: 02-218-8664 E-mail: chalermopollee@gmail.com

Introduction

The depth of cure for conventional resin composite is recommended at 2-mm. Based on this limitation, restoring a deep cavity can be a time-consuming task because the incremental technique must be applied to ensure adequate light transmission for complete polymerization.¹ Moreover, this technique may increase the risk of moisture contamination, air trapping and marginal gap formation.^{2,3}

The newly-developed, bulk-fill type resin composites are becoming widely used to overcome the various disadvantages of conventional resin composites. Manufacturers claim that bulk-fill materials can be placed in bulk of 4 mm or even 5 mm. As a result, these materials can reduce time consumption and simplify the procedure of placement.⁴ Bulk-fill resin composites have some improved properties that provide clinical advantages such as particularly increased depth of cure, reduced cuspal deflection, low polymerization shrinkage and stress, which provide better marginal adaptation. Furthermore, their handling properties are comparable to regular hybrid composites.⁵⁻⁹ However, applying bulk-fill composite into a deep cavity with more than 4 mm depth requires the use of the incremental technique to prevent an insufficient polymerization, which may result in the degradation of the resin composite, thus having a negative effect on physical properties and adverse biological reactions.¹⁰

The adequate polymerization and proper depth of cure require sufficient light intensity, adequate wavelength, proper curing time and correct energy density in order to activate the photoinitiator within resin composite materials.^{11,12} The depth of cure is dependent on the resin composite's translucency. Bulk-fill composites are more translucent for the curing light than conventional composites, because bulk-fill composites have a bigger filler size with reduced amount of filler particles.⁶ Increasing the curing time increases the degree of

conversion and microhardness in deeper composite layers.⁹

Direct composite restoration appears to be a very sensitive technique. Undesirable characteristics such as porosities or voids, marginal leakage, white line, improper contact and contour, are some of the causes of post-operative sensitivity and secondary caries.^{13,14}

The presence of porosities or voids within composite material may originate as a result of the manufacture process or handling technique.^{15,16} Many studies consider the presence of porosities and voids to affect the quality of restorations. Voids at the axiopulpal line angles could result in stress fractures of restorations.¹⁷ Voids along the margin and the external surface also result in microleakage, surface roughness and lead to discoloration. Moreover, marginal voids can reduce the adhesion area between bonding agent and resin, resulting in decreased gap-reducing efficacy of dentin-bonding agents and mechanical strength of restorations. Finally, voids can appear as translucent areas on radiographs and may be misinterpreted as secondary caries.^{13,18-20}

From previous studies, voids are commonly found along the junction between the resin composite layers when the incremental technique is applied.^{16,17} In a study by Samet and others,²¹ round and well-defined voids were also regularly found in samples of non-manipulated materials extruded from the original syringes. Ovoid and elongated voids were found only on interlayer areas. These were considered to be gaps created during placement.

Voids can be classified into 3 groups by diameter length: small void ($\leq 50 \mu\text{m}$), medium void ($>50 - \leq 150 \mu\text{m}$) and large void ($>150 \mu\text{m}$), according to the study of Medlock and others.²² Large voids have the most pronounced effect on restorations, and probably also lead to lower fatigue resistance, wear resistance, and gross microleakage.^{13,19,23,24} Another study found that

internal voids were correlated with marginal microleakage in class II composite restorations. Since material voids are equally important to gap space, and both are depended on the manipulation of the material.²⁰ Besides, cavity depth, width and volume do correlate with the amount of voids and gap spaces, but only for the high viscous composite material.²⁵

At present, few studies exist focusing on voids in Class II restorations restored with bulk-fill resin composites and it has not been proven that it can be achieved in either small or large cavities. Moreover, there is a lack of available research about the increment thickness that is created during placement. The thickness that exceeds the limited depth of cure can cause negative effects on the restorations.

Thus, the objective of this study was to investigate and compare the number of voids in small and large Class II cavities restored with bulk-fill composite or conventional nanohybrid resin composite. Furthermore, the thickness of the first increment of the restoration was studied. The null hypotheses to be tested were that there would be no differences in presence of voids of 1) small Class II cavities, 2) large Class II cavities placed with different resin composites.

Materials and Methods

Specimen preparation

Eighty artificial lower second premolars (Nissin Dental Products INC, Kyoto, Japan) were divided into 2 groups, one group was prepared for small Class II cavity and the other one was prepared for large Class II cavity. Standardized Class II cavities were prepared at the mesial surfaces using cylinder diamond bur diameter 1 mm and 1.5 mm (Intensiv, Montagnola, Switzerland). Round internal line angles and round point angles were created to assist the adaptation of composite materials. Two preparation designs were followed:

- A small cavity was prepared, as shown in Figure 1a. The dimension was a 2-mm mesio-distal width, a 3-mm bucco-lingual width and a 5-mm occluso-lingual depth.
- A large cavity was prepared, as shown in Figure 1b. The dimension was a 4-mm mesio-distal width, a 3-mm bucco-lingual width, a 5-mm occluso-lingual depth and a 2-mm pulpal depth.

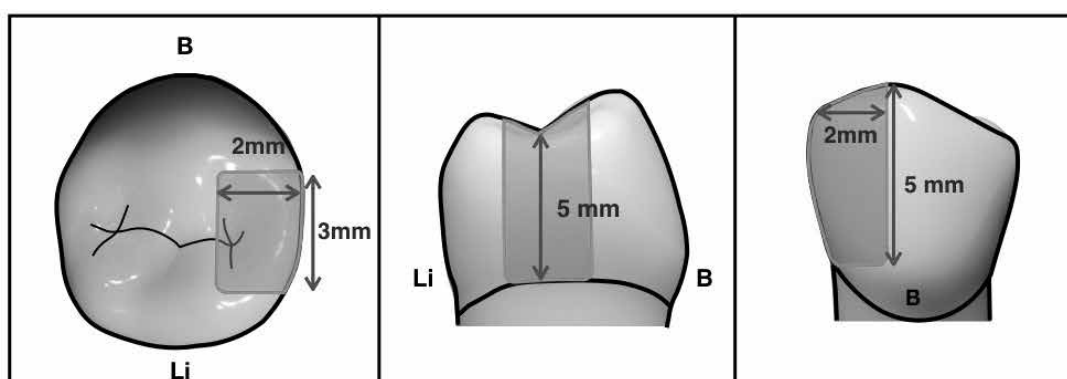


Figure 1a. Small cavity preparation

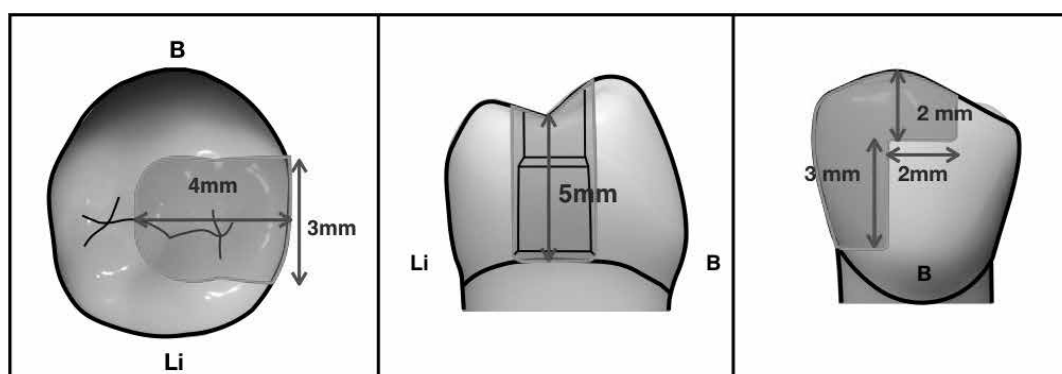


Figure 1b. Large cavity preparation

Application Techniques

Forty cavities in each preparation design were randomly assigned to 4 experimental groups according to the restorative materials used, with 10 specimens in each group. After that, the cavities were cleaned and air-dried. Teeth were mounted in a dentoform model (Nissin Dental Products INC, Kyoto, Japan) and a sectional matrix system (Ultradent, UT, USA) was adapted. Then, a layer of Optibond Solo Plus adhesive (Kerr, Orange, CA, USA) was applied, air-thinned and light cured for 20 seconds.

One operator with 4 years' experience in dental practice performed the restorations. A periodontal probe (12 UNC color-code probe, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA) had

been used to measure the depth of each cavity before the procedure was started. The first increment and subsequent increment used different shades to provide contrast in increment color for the measurement of the first increment thickness. A lighter shade was used for the first increment with a darker shade for subsequent increment. Three bulk-fill resin composites were used, including SonicFill 2, Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (capsule), Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (syringe) and a conventional nanohybrid resin composite: Premise. Table 1 summarizes the restorative materials used in this study. All materials were used according to the manufacturers' instructions, which are illustrated in Table 2.

Table 1 Restorative materials used

Material	Manufacturer	Type	Shade*	Lot No.
OptiBond Solo Plus	Kerr (Orange, CA, USA)	Single-component dental adhesive	-	5991290
SonicFill 2	Kerr (Orange, CA, USA)	Bulk-fill composite (Thick-consistency)	B1 A3	5469501 5928183
Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (Capsule)	3M ESPE (St.Paul, MN, USA)	Bulk-fill composite (Thick-consistency)	A1 C2	N748348 N713397
Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (Syringe)	3M ESPE (St.Paul, MN, USA)	Bulk-fill composite (Thick-consistency)	A1 C2	N690323 N711565
Premise	Kerr (Orange, CA, USA)	Conventional composite (Thick-consistency)	A1 A4	5983207 5939846

- * A lighter shade for the first increment and a darker shade for subsequent increment

Table 2 Material applications according to the manufacturers' instructions

Material	Application method
OptiBond Solo Plus	1. Apply adhesive for 15 seconds, using a light brushing motion. 2. Air thin for 3 seconds. 3. Light cure for 20 seconds.
SonicFill 2	1. Insert Unidose capsule into SonicFill Handpiece. 2. Place the tip 1.5 mm above the deepest portion of the cavity. 3. Activate SonicFill Handpiece by fully depressing foot pedal. 4. Fill entire cavity with 4-mm bulk, keep the tip inside the material at all times while the handpiece is activated. 5. Press and sculpt using hand instruments. 6. Light cure for 10 seconds (Additional curing from buccal and lingual aspect after removing the matrix).
Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (Capsule)	1. Insert capsule into Restorative Dispenser. 2. Place the tip close to the deepest portion of the cavity. 3. Start dispensing. 4. Fill entire cavity with 4-mm bulk, keep the tip inside the material at all time while dispensing. 5. Press and sculpt using hand instruments. 6. Light cure for 10 seconds (Additional curing from buccal and lingual aspect after removing the matrix).
Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (Syringe)	1. Extrude material out on pad. 2. Place a 4-mm bulk into the cavity. 3. Press and sculpt using hand instruments. 4. Light cure for 10 seconds (Additional curing from buccal and lingual aspect after removing the matrix).
Premise	1. Extrude material out on pad. 2. Place a 2-mm increment into the cavity. 3. Press and sculpt using hand instruments. 4. Light cure for 20 seconds (Additional curing from buccal and lingual aspect after removing the matrix).

This study design resulted in 4 restorative groups for each preparation design:

Group 1: SonicFill 2

The first 4-mm bulk of composite (shade B1) was dispended into the cavity using a SonicFill handpiece at a setting speed of 3. After the first increment was injected and pressed with a plugger (5A XTS, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA), the composite was cured with a Demi Plus (Kerr, Orange, CA, USA) according to the recommendation. Then, the following increment of composite (shade A3) was dispended to fill the cavity using the same application method and sculpted with a carver (IPC Interproximal Carver, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA).

Group 2: Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (capsule)

The first 4-mm bulk of composite (shade A1) was injected into the cavity using a dispenser gun. After the first increment was injected and pressed with a plugger, the composite was cured. Then, the following increment of composite (shade C2) was injected to fill the cavity using the same application method and sculpted with a carver.

Group 3: Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (syringe)

The first 4-mm bulk of composite (shade A1) was smeared into the cavity with a plugger and a carver, followed by light cure. Then, the following increment of composite (shade C2) was placed to fill the cavity using the same application method and sculpted with a carver.

Group 4: Premise

The first 2-mm bulk of composite (shade A1) was smeared into the cavity with a plugger and a carver, followed by light cure. Then, the following increment of composite (shade A4) was placed to fill the cavity using the same application method and sculpted with a carver.

Microscopic Evaluation

The restorations were finished with fine grit diamond burs (Intensiv, Montagnola, Switzerland) and stored for 24 hours. The teeth were embedded in epoxy resin blocks and sectioned vertically in a mesio-distal plane with a low-speed cutting machine (ISOMET 1000, Buehler, USA), resulting in two sections of each specimen to be inspected. Then, the sections were polished using a polishing machine (NANO 2000T, PACE technologies, USA) with varying grits of abrasive paper (Grit sizes: 800, 1000 and 1200). After the sections were cleaned for 1 minute with ultrasonic cleaning (BRANSONIC 5210, Germany), they were immersed in Methylene Blue solution for 5 minutes to improve the visibility of voids, then rinsed with water and air-dried.

One examiner evaluated the specimens under a stereomicroscope with 20X magnification (ML 9300 MEIJI TECHNO, Saitama, Japan) and photographed the specimens with a digital camera (AxioCam MRc 5, Carl Zeiss, Germany). Each section was measured for number

of voids, void diameter, total view area, total void area and thickness of the first increment with analysis software (ImagePro-plus, Media Cybernetics, USA). Then, the percent area of void was calculated. Only large void that was larger than 150 µm in diameter was counted and evaluated.

Statistical Analysis

The nonparametric Kruskal-Wallis test was performed to analyze the number of voids and percent void area among the 4 material groups of each cavity preparation, followed by multiple pairwise comparisons. A significance level of 0.05 was used for all analyses. The data for thickness measurement was analyzed using descriptive statistics. All tests were performed with SPSS 20.0 software (Chicago, IL, USA).

Results

As a control procedure, 4 resin composites were evaluated for porosities that were larger than 150 µm in diameter. All resin composites were cut from the syringe tips and unidose capsule tips, light-cured and sectioned for microscopic evaluation. The results were shown to be free of large porosities (Figure 2).

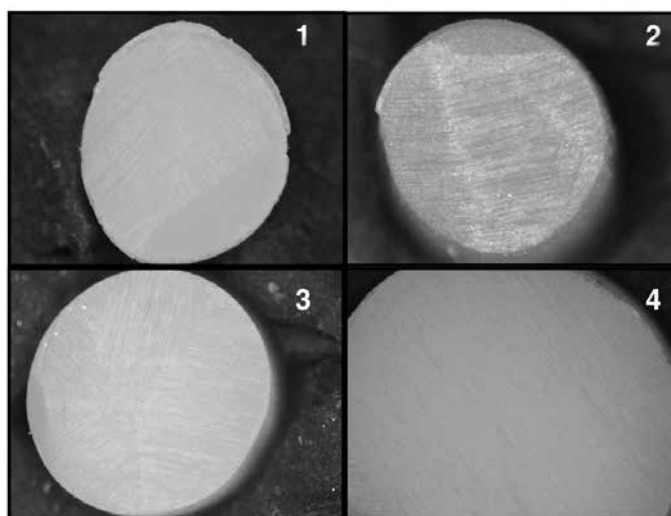


Figure 2 Cured composite samples from manufacturer batch (1.SonicFill 2, 2.Filtek Bulk Fill (capsule), 3.Filtek Bulk Fill (syringe), 4. Premise)

A total of 160 sections were available for evaluation, which were comprised of 80 sections for small cavity preparation and 80 sections for large cavity preparation. The number of voids for the 4 material groups in small cavities are presented in Table 3. There was a statistically significant difference ($p < 0.05$) in the number of voids among the 4 groups. The results were in ascending order as follows: SonicFill 2, Filtek Bulk Fill

(capsule), Filtek Bulk Fill (syringe) and Premise. The pairwise comparisons between groups showed no significant differences ($p > 0.05$) between SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (capsule), or between Filtek Bulk Fill (capsule) and Filtek Bulk Fill (syringe). The number of voids for the 4 material groups in large cavities are presented in Table 3. The evaluation showed no significant difference ($p > 0.05$) in the number of voids among the 4 groups.

Table 3 The number of voids for small and large cavity preparation

Group	Small Cavity	Large Cavity
	Number of Voids Median (Q1,Q3)	Number of Voids Median (Q1,Q3)
SonicFill 2	2.00 (0.25,2.00) ^{a,b}	3.50 (2.00,4.00) ^A
Filtek Bulk Fill (capsule)	2.00 (0.25,2.75) ^{b,c}	3.00 (2.00,3.75) ^A
Filtek Bulk Fill (syringe)	2.50 (1.25,4.75) ^c	3.50 (2.00,5.00) ^A
Premise	4.00 (3.00,6.75) ^d	4.00 (3.00,6.00) ^A

-Void composed of $> 150 \mu\text{m}$ in diameter

-Kruskal-Wallis test: The results with the same superscript letters are not statistically different (at $p < 0.05$)

The percent void area for the 4 material groups in small cavities are summarized in Table 4. The results showed that there was a statistically significant difference ($p < 0.05$) in the percent void area among the 4 groups. The results were in ascending order as follows: SonicFill 2, Filtek Bulk Fill (capsule), Premise and Filtek Bulk Fill (syringe). For the between groups comparisons, there

was a significant difference ($p < 0.05$) in the percent void area between SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (syringe), SonicFill 2 and Premise, and Filtek Bulk Fill (capsule) and Premise. On the other hand, the evaluation showed no significant difference ($p > 0.05$) in the percent of void area among the 4 groups in large cavities. The percent void area of the 4 material groups are presented in Table 4.

Table 4 The percent void area of small and large cavity preparation

Group	Small Cavity	Large Cavity
	Percent Void Area (%) Median (Q1,Q3)	Percent Void Area (%) Median (Q1,Q3)
SonicFill 2	0.19 (0.02,0.57) ^a	0.53 (0.40,0.96) ^A
Filtek Bulk Fill (capsule)	0.21 (0.02,0.53) ^{a,b}	0.49 (0.23,0.70) ^A
Filtek Bulk Fill (syringe)	0.50 (0.19,1.53) ^{b,c}	0.48 (0.17,0.84) ^A
Premise	0.90 (0.44,1.19) ^c	0.69 (0.30,0.90) ^A

-Void composed of $> 150 \mu\text{m}$ in diameter

-Kruskal-Wallis test: The results with the same superscript letters are not statistically different (at $p < 0.05$)

In this study, the first increments were measured for thickness, specifically for thickness greater than recommended for the first increment. From the results of thickness greater than recommended, the descriptive statistics of the 4 material groups in small cavities are shown in Table 5. Filtek Bulk Fill (syringe) showed the lowest of 65 % for the first increments that were thicker than the recommended thickness. For the overall result of

small cavity preparations, 86.3 % of the first increments were thicker than the recommended thickness. The results of the 4 material groups in large cavities are shown in Table 5. Filtek Bulk Fill (capsule) showed the lowest of 75 % for the first increments that were thicker than the recommended thickness. For the overall result of large cavity preparations, 91.30 % of the first increments were thicker than the recommended thickness.

Table 5 The number and percent of the first increment thicker than the recommended thickness for small and large cavity preparation

Group	Number of Restorations (Incorrect / Correct)		Percentage of Restorations (Incorrect / Correct)	
	Small Cavity	Large Cavity	Small Cavity	Large Cavity
SonicFill 2	19/1	20/0	95/5	100/0
Filtek Bulk Fill (capsule)	19/1	15/5	95/5	75/25
Filtek Bulk Fill (syringe)	13/7	19/1	65/35	95/5
Premise	18/2	19/1	90/10	95/5
Total of Percent Incorrect Restoration			86.3 %	91.3 %

- Incorrect: The first increment thickness is thicker than manufacturer's recommendation.

- Correct: The first increment thickness is equal or less than manufacturer's recommendation.

Discussion

From the evaluation of 4 resin composite sections that were cut from the syringe tips and unidose capsule tips, it was shown that the materials were free of large porosities. However, a few microporosities (<150 µm in diameter) were found in the materials. This result is in accordance with previous studies.^{16,24,26}

Voids have been evaluated and measured with different techniques, sectioning the sample and observing under microscope is the most basic destructive method.^{13,19,26,27} In this study, only voids that were larger than 150 µm in diameter were evaluated. The presence of these voids within the restorations could be due to the application technique. The restorations were sectioned vertically in a mesio-distal direction. In this way, voids could be found if they appeared along the section line.

In fact, the restorations could have more voids than the reported results.

Voids are located in the same frequency within all materials, but gaps are more frequently located within high viscous composites, both at the bottom and at the side cavity walls.²⁵ In this study, voids could be found scattered in all parts of the section and varied from round to irregular shapes. These voids could be found along the junction between increment layers, along the position of the axiopulpal line angle, angle and margin (Figures 3 and 4), which may result from an inability to adequately adapt the resin composite. Moreover, the external surface was another area where voids could be found (Figure 5). The presence of these voids may cause drawbacks within a restoration.

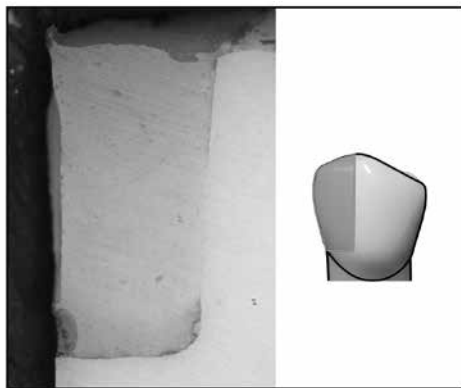


Figure 3 Voids along the interface layer and void at the angle (Large cavity preparation)

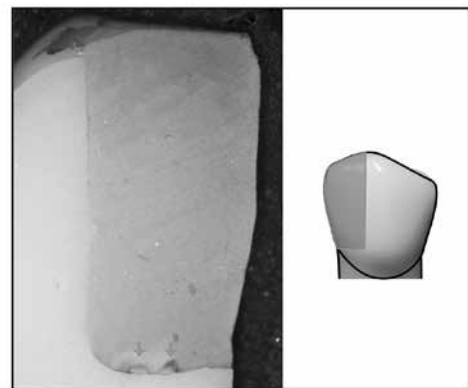


Figure 4 Voids along the gingival margin (Small cavity preparation)

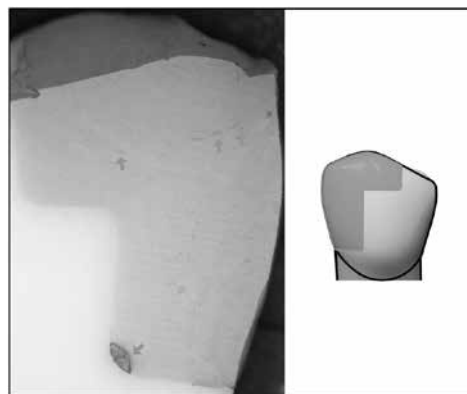


Figure 5 Void at the external surface (Small cavity preparation)

In this study, resin composites were categorized into 2 specific characteristics of application method, which were injectable and packable resin composite. SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (capsule) are injectable type, while Premise and Filtek Bulk Fill (syringe) are packable type. This study found that the 4 groups of resin composite had differences in the number of voids and percent void area. The injectable resin composites, which included SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (capsule), showed a lower number of voids and lower percent void area than the other 2 packable resin composites, which included Premise and Filtek Bulk Fill (syringe). Hence the first null hypothesis was rejected. These findings are consistent with previous studies.^{13,19} From previous study concerning mode of application, it is known that the injection technique can decrease voids

and eliminate large voids.¹⁹ Furthermore, it has been shown that the reapplication of resin composite after being placed into the cavity with a hand instrument can increase voids between the material and the cavity wall, if the material sticks to the hand instrument or syringe tip and is pulled away from the cavity. Likewise, the same problem may occur when the matrix band is unstable. This situation may be related more to packable resin composites.¹⁸

No statistical differences ($p > 0.05$) in the number of voids and percent void area were observed in the 4 material groups for large cavity preparation. Thus, the second null hypothesis was accepted. The explanation for this finding may be the preparation design of large cavity being more prone to increased line angles. In the same way, Ironside and Makinson¹⁶ reported on the

occurrence of voids at the line angle and the sharp angle. The study of Opdam and others,¹³ they compared the two application techniques between injection technique and packing technique in the same operator. From six operators, all operators produced better void reductions with the injection technique in small cavities, whereas not all of them produced better results in large cavities. Furthermore, a correlation of deeper or wider cavities with the presence of voids is probably a result of higher polymerization contraction in larger restorations.²⁵ Resin composite material achieves its thicker consistency by increasing filler size, modifying filler distribution and adding other types of fillers. Filler size and distribution have an effect on the packing stress and viscosity. Moreover, filler size was found to have an effect on the presence of voids. Resin composites with larger filler sizes could result in increased voids, and also affect the handling properties.^{28,29} Thick-consistency composites tend to produce more voids and imperfect marginal adaptation than thin-consistency and medium-consistency composites, whatever the application mode used. Therefore, larger cavities filled with high viscous composite material may present a higher amount of voids and gaps.^{19,25} In this study, all the resin composites used were thick-consistency composites.

Regarding the thickness of the first increment as manufacturer recommendation, the injection technique type used, the tip of SonicFill 2 capsule with 1.5 mm diameter and 2 mm diameter for the Filtek Bulk Fill (capsule) tip. The diameter of the tips was compared to the area of the gingival floor (2x3 mm²) in both small and large cavities and found that diameter for the tips was probably fit to this area. Therefore, restoring Class II cavities with a matrix band placement by injection application, the operator may not achieve clear access to estimate the thickness of the first increment accurately during the dispensing of materials. In addition, the tips cannot be withdrawn to the same distance as the thickness of the increment while the materials are dispensing, causing the materials to overflow on the dispensing tips.

The former condition resulted in inaccurate thickness of the first increment. For packing application, the plugger that was used also has a 1.5 mm diameter tip, so the operator may not achieve clear access during placement of the material at the gingival floor.

It can be assumed that the thickness of composite restoration also depends on the skills of operator. Most resin composites that were used in this study were bulk-fill composites determined to be 4 mm thick. Generally, most dentists are more accustomed to a 2-mm thick layer of conventional resin composite. However, this current study had only one operator performed the restorations. The results of this study showed that most of the first increment thicknesses of the restorations were thicker than the recommended increment thickness not only for 4-mm thick, but also 2-mm thick. Placement of the first increment is always thicker than the recommended thickness and may affect the depth of cure.

In addition, curing light also has an effect on polymerization and depth of cure of resin composite. Light-curing units with blue light emitting diode (LED) has been recognized as a promising technology for polymerization of resin-based materials because all the light emitted is within the spectrum of maximum absorption of camphorquinone at 468 nm.^{12,30} In this study, Demi Plus curing unit (Kerr, Orange, CA, USA) was used. This light-curing unit has a peak wavelength of 453 nm. The Demi Plus has a new Periodic level shifting technology that shifts the output intensity from an impressive base of 1100 mW/cm² to a peak of 1330 mW/cm².³¹ From the previous finding, the placement of 4-mm composite increments cannot be generally recommended for all high-viscosity bulk-fill materials under evaluation of degree of conversion and microhardness, at least at curing times \leq 30 seconds.⁹ Regarding the degree of conversion, 30 seconds curing time had positive effect on polymerization properties at least 4-mm incremental thickness of bulk-fill composites.^{9,32}

For this reason, the degree of conversion and

microhardness at the bottom surface of the increment of these bulk-fill type resin composite should be studied. Furthermore, skills of operator on performing the restoration using incremental technique should be further evaluated.

Conclusion

Within the limitations of this study, it can be concluded that Class II resin composite restorations are difficult to restore free of voids. In small Class II cavities, SonicFill 2 showed the best results for the number of voids and percent void area. From the overview, SonicFill 2 and Filtek Bulk Fill (capsule), which are injectable resin composites, showed better results in the number of voids and percent void area. Nevertheless, the large cavity group showed no difference in results for voids regardless of the material used. The results of this study showed that most of the first increment thicknesses in restorations were thicker than the recommended thickness for both small and large cavities. Therefore, dentists should exercise more awareness and care when carrying out composite placement.

Acknowledgement

The authors would like to thank staffs of the Dental Material Research Center and staffs of Esthetic Restorative and Implant Dentistry Clinic at Chulalongkorn University for their assistance.

References

1. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater* 2011;27:29-38.
2. Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 1992;67:62-6.
3. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Husler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012;28:521-8.
4. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013;38:618-25.
5. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res* 2012;15:31-5.
6. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig* 2014;18:1991-2000.
7. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent* 2014;42:439-49.
8. Kim EH, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod* 2015;40:128-35.
9. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Taubock TT. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig* 2015;19:831-40.
10. Kovarik RE, Ergle JW. Fracture toughness of posterior composite resins fabricated by incremental layering. *J Prosthet Dent* 1993;69:557-60.
11. Porto IC, Soares LE, Martin AA, Cavalli V, Liporoni PC. Influence of the photoinitiator system and light photoactivation units on the degree of conversion of dental composites. *Braz Oral Res* 2010;24:475-81.
12. Aguiar FH, Bracero A, Lima DA, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of light curing modes and light curing time on the microhardness of a hybrid composite resin. *J Contemp Dent Pract* 2007;8:1-8.
13. Opdam NJ, Roeters JJ, Joosten M, Veeke O. Porosities and voids in Class I restorations placed by six operators using a packable or syringable composite. *Dent Mater* 2002;18:58-63.
14. Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater* 2005;21:9-20.
15. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of placement technique upon the compressive strength and porosity of a composite resin. *J Dent* 1989;17:230-3.
16. Ironside JG, Makinson OF. Resin restorations: causes of porosities. *Quintessence Int* 1993;24:867-73.
17. Wilson MA, Norman RD. An investigation into the incidence of voids in indirect composite inlays formed using different packing techniques. *J Dent* 1991;19:296-300.
18. Hansen EK, Asmussen E. Efficacy of dentin-bonding agents in relation to application technique. *Acta Odontol Scand*

- 1989;47:117-20.
19. Opdam NJ, Roeters JJ, Peters TC, Burgersdijk RC, Teunis M. Cavity wall adaptation and voids in adhesive Class I resin composite restorations. *Dent Mater* 1996;12:230-5.
 20. Olmez A, Oztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent* 2004;29:713-9.
 21. Samet N, Kwon KR, Good P, Weber HP. Voids and interlayer gaps in Class 1 posterior composite restorations: a comparison between a microlayer and a 2-layer technique. *Quintessence Int* 2006;37:803-9.
 22. Medlock JW, Zinck JH, Norling BK, Sisca RF. Composite resin porosity with hand and syringe insertion. *J Prosthet Dent* 1985;54:47-51.
 23. McCabe JF, Ogden AR. The relationship between porosity, compressive fatigue limit and wear in composite resin restorative materials. *Dent Mater* 1987;3:9-12.
 24. Fano V, Ortalli I, Pozela K. Porosity in composite resins. *Biomaterials* 1995;16:1291-5.
 25. Lagouvardos P, Nikolinakos N, Oulis C. Volume fraction and location of voids and gaps in ultraconservative restorations by X-ray computed micro-tomography. *Dent Res J (Isfahan)* 2015;12:520-7.
 26. Kwon SR, Oyoyo U, Li Y. Influence of application techniques on contact formation and voids in anterior resin composite restorations. *Oper Dent* 2014;39:213-20.
 27. Opdam NJ, Roeters JJ, de Boer T, Pesschier D, Bronkhorst E. Voids and porosities in class I micropreparations filled with various resin composites. *Oper Dent* 2003;28:9-14.
 28. Elbishari H, Satterthwaite J, Silikas N. Effect of filler size and temperature on packing stress and viscosity of resin-composites. *Int J Mol Sci* 2011;12:5330-8.
 29. Elbishari H, Silikas N, Satterthwaite J. Filler size of resin-composites, percentage of voids and fracture toughness: is there a correlation? *Dent Mater J* 2012;31:523-7.
 30. Franco EB, dos Santos PA, Mondelli RF. The effect of different light-curing units on tensile strength and microhardness of a composite resin. *J Appl Oral Sci* 2007;15:470-4.
 31. Kameyama A, Haruyama A, Asami M, Takahashi T. Effect of emitted wavelength and light guide type on irradiance discrepancies in hand-held dental curing radiometers. *ScientificWorldJournal* 2013;2013:647941.
 32. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, *et al.* Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater* 2015;31:293-301.

การเปรียบเทียบความต้านทานเสียดทานของวิธีการมัดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ ในสภาวะเปียก

Comparison of Frictional Resistance of Various Orthodontic Ligation Methods in Wet Conditions

จรรยา อภิสิริยะกุล¹, วิกันดา เขมาลีลากุล¹, ณัฐวิทย์ พรหมมา², ณัฐดนัย พงศ์สุเสนีย์³, ต้นฝน ดามัง³, นรวิชัย นันทศักดิ์³, ปณิชา ธนาสารพูนผล³, ปฤษฎางค์ ศักดิ์สิทธิ์³ และ ปวริศร์ จุลภักดิ์³

Janya Apisariyakul¹, Wikanda Khemaleelakul¹, Nattawit Promma², Nutdanai Pongsusenee³, Tonfon Damang³, Norrawit Nuntasak³, Panicha Thanasarnpoonpol³, Prisadang Saksit³ and Pawarit Chullapak³

¹ภาควิชาทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

¹Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai

³คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

³Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดของวิธีการมัดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ โดยมัดลวดเส้นหลักเหล็กกล้าไร้สนิมแบบเส้นตรงขนาด 0.019 × 0.025 นิ้ว กับแบร็กเกตโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมแบบมาตรฐานของฟันตัดซี่กลางบนขวา ขนาดร่องแบร็กเกต 0.022 × 0.028 นิ้ว แบ่งตัวอย่างเป็น 6 กลุ่มตามวิธีการมัด (กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง) ได้แก่ มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม (กลุ่ม 1) และอีก 5 กลุ่ม มัดด้วยยางมัดแบบต่าง ๆ ดังนี้ แบบธรรมดา (กลุ่ม 2), แบบคล้องปีก 1 คู่ (กลุ่ม 3), แบบคล้องปีก 2 คู่ (กลุ่ม 4), แบบทแยง (กลุ่ม 5) และแบบไขว้รูปเลขแปด (กลุ่ม 6) จากนั้นทดสอบหาความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดโดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ดึงลวดเส้นหลักในแนวตั้ง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดระหว่างกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธีด้นเนท ที่ 3 พบว่าความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดที่เกิดจากวิธีการมัดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) การมัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมมีความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสู่น้อยที่สุด (37.12 ± 15.15 กรัม) และไม่แตกต่างกับการมัดด้วยยางมัดแบบทแยง (44.10 ± 7.50 กรัม) ในขณะที่การมัดด้วยยางมัดแบบไขว้รูปเลขแปดทำให้มีความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสู่มากที่สุด (226.64 ± 37.94 กรัม)

คำสำคัญ: วิธีการมัดทางทันตกรรมจัดฟัน, ความต้านทานเสียดทานสถิต, ยางมัด

Abstract

The aim of this study was to compare the maximum static frictional resistance of the various orthodontic ligation methods. The 0.019"x0.025" straight stainless steel main archwires were ligated on 0.022"x0.028" slot maxillary right central incisor standard stainless steel brackets. The samples were divided into six groups according

to ligation methods (10 samples per group): stainless steel ligation (Group 1); and five elastomeric ligations which were conventional ligation (Group 2); one pair of wing ligation (Group 3); two pairs of wing ligation (Group 4); cross-wing ligation (Group 5); and figure of eight ligation (Group 6). Then, all samples were tested using a Universal Testing Machine. The main archwires were pulled vertically and the maximum static frictional resistance was calculated. In order to compare the mean maximum static frictional resistance among the groups, One-Way ANOVA and Dunnett's T3 multiple comparison test were used. Most ligation methods had different maximum static frictional resistance ($p<0.05$). The least mean maximum static frictional resistance was in the stainless steel ligation group (37.12 ± 15.15 g), and was not significantly different from that in the cross-wing elastomeric ligation group (44.10 ± 7.50 g). The greatest static frictional resistance was in the figure of eight elastomeric ligation group (226.64 ± 37.94 g).

Keyword : Orthodontic ligation method, Static frictional resistance, Elastomeric ligature

Received Date: Jul 5, 2017

Accepted Date: Oct 6, 2017

doi: 10.14456/jdat.2018.15

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

จรรยา อภิสิริยะกุล ภาควิชาทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทรศัพท์: 053-944464-5
อีเมล: japisari@yahoo.com

Correspondence to:

Janya Apisariyakul. Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Tel: 053-944464-5 E-mail: japisari@yahoo.com

บทนำ

ความต้านทานเสียดทาน เป็นแรงที่มีทิศทางตรงข้ามและขนานกับการเคลื่อนที่เมื่อมีการสัมผัสกันระหว่างสองพื้นผิว โดยขนาดของความต้านทานเสียดทานจะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (frictional coefficient) ระหว่างสองพื้นผิวนั้น ๆ และผลรวมของแรงปกติ (normal force) ในทุกระนาบของผิวสัมผัส¹ ในทางทันตกรรมจัดฟันแบ่งความต้านทานเป็นความต้านทานเสียดทานสถิต (static frictional resistance) ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มให้แรงจากกระดะที่ฟันหยุดนิ่งจนกระทั่งฟันเริ่มเคลื่อนที่ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามแรงที่ให้ จนกระทั่งถึงค่าที่มากที่สุดก่อนที่ฟันจะเริ่มเคลื่อนที่เรียกว่าความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุด (maximum static frictional resistance) และความต้านทานเสียดทานจลน์ (dynamic or kinetic frictional resistance) เป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นขณะที่ฟันเคลื่อนที่ไปตามแรงที่ให้^{2,3}

ความต้านทานเสียดทานส่งผลต่อการเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟัน โดยในการใช้เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นเคลื่อน

ฟันจะเกิดการเคลื่อนของแบร็กเกต (bracket) ที่ติดอยู่บนผิวฟันไปตามแนวลวดเส้นหลัก (main archwire) หรือลวดเส้นหลักจะมีการเคลื่อนผ่านร่อง (slot) ของแบร็กเกตซึ่งจะต้องใช้การมัด (ligation) เพื่อยึดลวดเส้นหลักเข้ากับร่องแบร็กเกตโดยอาศัยตัวมัด (ligature) เมื่อเริ่มให้แรงเคลื่อนฟันจะเกิดความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ (resistance to sliding) 3 ลักษณะ ได้แก่ ความต้านทานเสียดทาน เกิดในช่วงแรกเมื่อลวดเส้นหลักสัมผัสกับผิวของร่องแบร็กเกต ต่อมาเมื่อลวดเส้นหลักเริ่มสัมผัสกับมุมของปีกแบร็กเกต (bracket wing corner) เกิดการสัมผัสติด (binding) และการเคลื่อนฟันจะหยุดเมื่อมีการเปลี่ยนรูปร่างของลวดเส้นหลักบริเวณมุมของปีกแบร็กเกตเรียกว่าการเกิดรอยหยัก (notching)³

ในทางปฏิบัติทันตแพทย์จะต้องพิจารณาค่าความต้านทานเสียดทานเป็นกรณี เช่น ในขั้นตอนการปรับระดับ (leveling and alignment phase) หรือการเคลื่อนฟันมาปิดช่องว่างในวิธีการเคลื่อนฟันแบบเลื่อนที่ (sliding) ที่เกิดจากการถอนฟัน ขึ้น

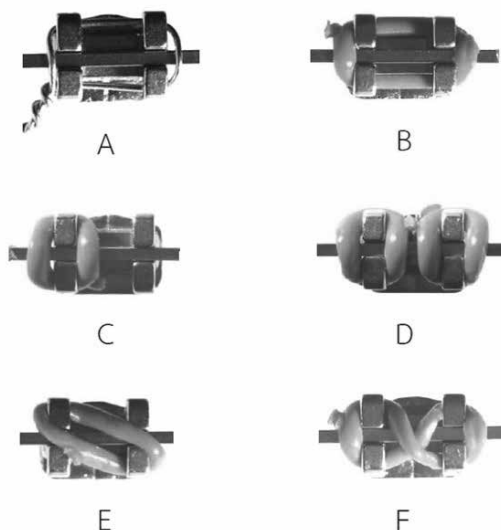
ตอนดังกล่าวควรมีความต้านทานเสียดทานน้อยเพื่อลดปริมาณแรงที่ใช้เคลื่อนฟัน เพราะหากมีความต้านทานเสียดทานมากเกินไปลดประสิทธิภาพของแรงที่ให้ จึงต้องใช้แรงให้มากกว่าความต้านทานเสียดทานเพื่อให้ฟันเคลื่อนไปได้ ซึ่งการใช้ปริมาณแรงมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อรากฟันและอวัยวะปริทันต์⁴ อย่างไรก็ตามบริเวณที่ต้องการใช้เป็นหลักยึด (anchorage) ควรจะมีความต้านทานเสียดทานมากเพื่อช่วยต้านการเคลื่อนที่ของหลักยึด ส่วนการแก้ไขฟันบิดหมุนในช่วงแรกและการปรับทอร์ค (torque) ในขั้นสุดท้ายต้องการให้ลวดเส้นหลักแนบกับร่องแบร์กเกตมากที่สุดทำให้เกิดความต้านทานเสียดทานที่มากตามมา²

ความต้านทานเสียดทานขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ลวดเส้นหลัก^{5,6} แบร์กเกต^{6,7} สภาวะแวดล้อมในช่องปาก⁸ และการมัดลวดเส้นหลัก⁹ ซึ่งมีหลายการศึกษาที่ทดสอบความต้านทานเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการมัดที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ยางมัดมัดแบบธรรมดา เกิดความต้านทานเสียดทานมากกว่าใช้ตัวมัดชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมอย่างมีนัยสำคัญ^{10,11} การใช้ยางมัดมัดแบบธรรมดา แบบทแยง และแบบไขว้รูปเลขแปด พบว่าความต้านทานเสียดทานที่เกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ยางมัดมัดแบบไขว้รูปเลขแปดมีความต้านทานเสียดทานมากกว่าการมัด

แบบธรรมดา^{4,12} และการมัดแบบทแยงตามลำดับ¹³ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการมัดในรูปแบบอื่น ๆ จะก่อให้เกิดความต้านทานเสียดทานแตกต่างกันหรือไม่ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานเสียดทานสถิตที่เกิดขึ้นจากการมัดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเลือกวิธีการมัดที่เหมาะสมกับการเคลื่อนฟันในขั้นตอนต่าง ๆ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาได้ทำการศึกษาค่าความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดที่เกิดจากการมัดลวดเส้นหลักกับแบร์กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมโดยมีวิธีการมัดที่แตกต่างกันทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม (รูปที่ 1A) กลุ่มที่ 2 มัดด้วยยางมัดมัดแบบธรรมดา (รูปที่ 1B) กลุ่มที่ 3 มัดด้วยยางมัดมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ (รูปที่ 1C) กลุ่มที่ 4 มัดด้วยยางมัดมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ (รูปที่ 1D) กลุ่มที่ 5 มัดด้วยยางมัดมัดแบบทแยง (รูปที่ 1E) กลุ่มที่ 6 มัดด้วยยางมัดมัดแบบไขว้รูปเลขแปด (รูปที่ 1F)



รูปที่ 1 การมัดลวดเส้นหลักด้วยวิธีการมัดแบบต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มการทดลอง

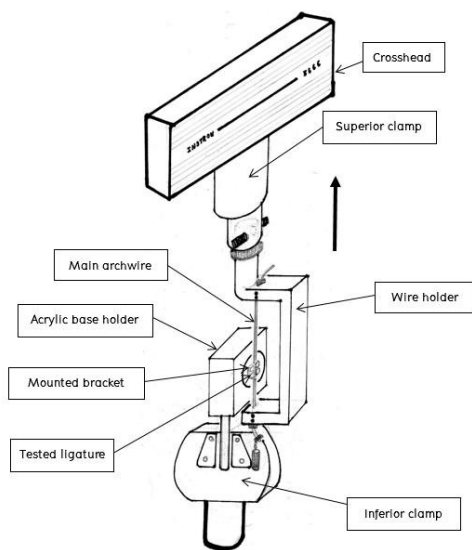
Figure 1 Various ligation methods on main arch wire for each experimental group.

- A: กลุ่มที่ 1 มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม (Group 1: Stainless steel ligation)
 B: กลุ่มที่ 2 มัดด้วยยางมัดมัดแบบธรรมดา (Group 2: Conventional elastomeric ligation)
 C: กลุ่มที่ 3 มัดด้วยยางมัดมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ (Group 3: One pair of wing elastomeric ligation)
 D: กลุ่มที่ 4 มัดด้วยยางมัดมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ (Group 4: Two pairs of wing elastomeric ligation)
 E: กลุ่มที่ 5 มัดด้วยยางมัดมัดแบบทแยง (Group 5: Cross-wing elastomeric ligation)
 F: กลุ่มที่ 6 มัดด้วยยางมัดมัดแบบไขว้รูปเลขแปด (Group 6: Figure of eight elastomeric ligation)

โดยในกลุ่มที่ 1 ใช้ลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมแบบสำเร็จรูป (Preformed Lig Ties Shorty, Ortho Technology, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัด 0.010 นิ้ว และกลุ่มที่ 2-6 ใช้ยางมัดที่ทำจากวัสดุโพลียูรีเทน (Quik-Stik, 3M Unitek, USA)

ทำการทดสอบความต้านทานเสียดทาน โดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุอเนกประสงค์ (Universal testing machine) รุ่น Instron5566 (Instron Industrial Products, USA) โดยติดตั้งแท่นจับฐานอะคริลิกกับแขนจับส่วนล่าง (inferior clamp) และแท่นยึดลวดเส้นหลักกับแขนจับส่วนบน (superior clamp) (รูปที่ 2) ยึดลวดเส้นหลักเหล็กกล้าไร้สนิมแบบเส้นตรงหน้าตัดสี่เหลี่ยม ขนาด 0.019x0.025 นิ้ว (Ormco, USA) กับแท่นยึดดังกล่าว นำฐานอะคริลิกซึ่งทำจากท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.75 นิ้ว เทภายในท่อด้วยปูนปลาสเตอร์ที่ชั้นล่างและอะคริลิกที่ชั้นบน ชัดผิวให้เรียบด้วยเครื่องขัดแล้วนำมาติดตั้งที่แท่นจับฐานอะคริลิก ใช้แบร็กเกตโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมแบบมาตรฐาน (standard stainless steel bracket) ของฟันตัดซี่กลางบนขวา (Optimesh XRT, Ormco, USA) ขนาดร่องแบร็กเกต

0.022x0.028 นิ้ว ทำการทา Transbond™ XT Light Cure Adhesive Paste (3M Unitek, USA) ที่ฐานแบร็กเกต และนำไปยึดติดกับฐานอะคริลิกที่ทา Transbond™ XT Light Cure Adhesive Primer (3M Unitek, USA) ไว้แล้ว จัดตำแหน่งแบร็กเกตให้ลวดเส้นหลักอยู่ในร่องแบร็กเกต แล้วฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง Light Emitting Diode (LED) ความเข้มแสง 1,250 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (Mini LED™, Acteon, France) เพื่อให้สารยึดติดแข็งตัว โดยเริ่มจากด้านบนซ้าย บนขวา ล่างขวา ล่างซ้าย ด้านละ 10 วินาทีตามลำดับ จากนั้นใช้ตัวมัดมัดลวดเส้นหลักตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ตรวจสอบชุดการทดสอบตามแบบจำลองการทดสอบ หยดน้ำลายเทียมที่บริเวณแบร็กเกตและตัวมัด โดยใช้หลอดหยดจำนวนสองหยดก่อนเริ่มการทดสอบ แล้วจึงเริ่มการทดสอบโดยใช้โหลดเซลล์ขนาด 50 นิวตันและตั้งค่าเครื่องทดสอบวัสดุอเนกประสงค์ให้แท่นยึดลวดเส้นหลักเคลื่อนที่ในแนวตั้งด้วยอัตราเร็ว 0.1 มิลลิเมตรต่อวินาทีเป็นระยะทาง 2 มิลลิเมตร ทำการทดสอบกลุ่มละ 10 ครั้ง โดยเปลี่ยนแบร็กเกต ตัวมัด และลวดเส้นหลักทุกครั้ง

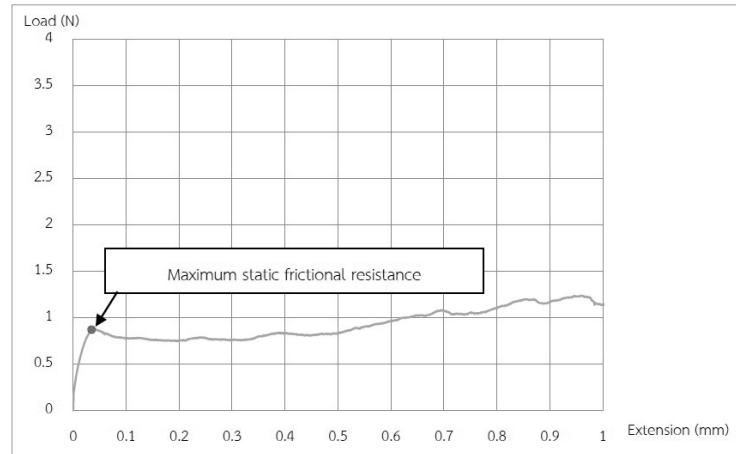


รูปที่ 2 แบบจำลองการทดสอบความต้านทานเสียดทาน

Figure 2 Frictional resistance test model

ทำการอ่านค่าความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุด โดยการนำข้อมูลดิบที่ได้จากเครื่องทดสอบวัสดุอเนกประสงค์ประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 แปลงข้อมูลออกมา

เป็นแผนภูมิ ค่าความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุด คือ ค่าที่แผนภูมิแสดงจุดสูงสุด (peak) ในช่วงแรกของการทดลอง (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงการหาค่าแรงต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุด

Figure 3 Graph indicating a specific maximum static frictional resistance

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS statistic 17.0 ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุด และนำค่าที่ได้มาทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้สถิติทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk's test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA) ที่ระดับนัย

สำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่ามีความแตกต่างของค่าความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลองหรือไม่ แล้วจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Post-hoc tests) ใช้การทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparison tests) โดยวิธีดันเนท ที 3 (Dunnett's T3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดแตกต่างกัน

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดของแต่ละกลุ่มทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม 37.12 ± 15.15 กรัม มัดด้วยยางมัดแบบทแยง 44.10 ± 7.50 กรัม มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่

58.51 ± 13.01 กรัม มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา 92.01 ± 11.39 กรัม มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ 118.48 ± 25.66 กรัม มัดด้วยยางมัดแบบไขว้รูปเลขแปด 226.64 ± 37.94 กรัม (ตารางที่ 1) (รูปที่ 4)

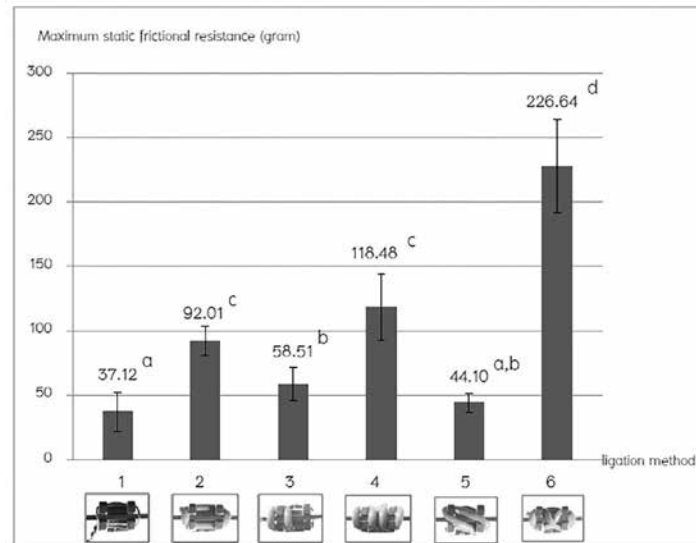
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและพิสัยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดของกลุ่มทดลอง

Table 1 Means, standard deviations and ranges of maximum static frictional resistance of experimental groups.

Group	Ligation method	N	Maximum static frictional resistance (grams)			
			Mean	SD	Min	Max
1	Stainless steel ligation	10	37.12 ^a	15.15	14.29	61.30
2	Conventional elastomeric ligation	10	92.01 ^c	11.39	74.04	108.04
3	One-pair of wing elastomeric ligation	10	58.51 ^b	13.01	41.33	79.46
4	Two-pairs of wing elastomeric ligation	10	118.48 ^c	25.66	87.46	160.58
5	Cross-wing elastomeric ligation	10	44.10 ^{a,b}	7.50	35.00	57.92
6	Figure of eight elastomeric ligation	10	226.64 ^d	37.94	173.99	228.21

*ตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ย: ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงถึงกลุ่มที่มีความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

*Superscript letters following mean values: the same letters indicate no significant difference in maximum static frictional resistance at p-value 0.05



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดที่เกิดจากการมัดลวดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ

- เมื่อ
1. คือการมัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม
 2. คือการมัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา
 3. คือการมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่
 4. คือการมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่
 5. คือการมัดด้วยยางมัดแบบทแยง
 6. คือการมัดด้วยยางมัดแบบไขว้รูปเลขแปด

* ตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ย: ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงถึงกลุ่มที่มีความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Figure 4 Means and standard deviations of maximum static frictional resistance of orthodontic ligation methods

1. Stainless steel ligation
2. Conventional elastomeric ligation
3. One pair of wing elastomeric ligation
4. Two pairs of wing elastomeric ligation
5. Cross-wing elastomeric ligation
6. Figure of eight elastomeric ligation

*Superscript letters following mean values: the same letters indicate no significant difference in maximum static frictional resistance at p-value 0.05

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดของกลุ่มทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่มีบางกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดไม่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมกับกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบทแยง กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบทแยงกับกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา กับกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ (รูปที่ 4)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เลือกทดสอบความต้านทานเสียดทานสถิตสูงสุดเนื่องจากมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนฟันมากกว่าความต้านทานเสียดทานจลนดังที่ Burrow³ กล่าวว่าความต้านทานเสียดทานจลนมีความสัมพันธ์หรือมีผลต่อการเคลื่อนฟันบนแนวลวดเส้นหลักน้อยเพราะการเคลื่อนที่ของฟันบนแนวลวดเส้นหลักไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (continuous motion) สอดคล้องกับ

Guerrero และคณะ¹⁴ และ Pacheco และคณะ¹⁵ นอกจากนี้ Kahlon และคณะ¹ ได้แนะนำให้มีการประเมินความต้านทานเสียดทานสถิตก่อนการรักษาเพื่อป้องกันการสูญเสียหลักยึด

ในการศึกษานี้ได้หยดน้ำลายเทียมก่อนทำการทดลอง เพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของลวดผ่านร่องแบร็กเกตในสภาวะเปียกคล้ายกับสภาวะในช่องปาก ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปแน่ชัดเกี่ยวกับผลของน้ำลายเทียมที่มีต่อการทดสอบความต้านทานเสียดทาน^{13,14,16} โดย Kusy และคณะ¹⁶ พบว่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานเสียดทานของกลุ่มทดลองที่ใช้ น้ำลายเทียมมีค่ามากกว่ากลุ่มทดลองในสภาวะแห้งและกลุ่มที่ใช้ น้ำลายจริง ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ Suryawanshi และคณะ¹³ ที่พบว่าความต้านทานเสียดทานของกลุ่มทดลองที่ใช้ น้ำลายเทียมมีค่าน้อยกว่ากลุ่มทดลองที่อยู่ในสภาวะแห้ง

การมัดแบร็กเกตกับลวดเส้นหลักด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม มีรูปแบบการมัดหลากหลายขึ้นอยู่กับผู้มัด พบว่าเมื่อควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้านทานเสียดทานอื่น ๆ ให้เหมือนกัน รูปแบบการมัดลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมที่ต่างกันอาจให้ความ

ด้านทานเสียตทานต่างกัน และมีความแปรปรวนได้ 2.7–3 เท่าในภาวะแห้ง¹⁷ ความต้านทานเสียตทานที่เกิดจากการมัดลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมจึงขึ้นอยู่กับผู้มัด¹⁸⁻²¹ ในการทดลองครั้งนี้ได้ควบคุมความแน่นของการมัดโดยจำลองการมัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมแบบสำเร็จรูปใช้เข็มแทงบริเวณเริ่มเกลียวของลวดมัดหมุนตามเข็มนาฬิกาจนเกลียวชนกับลวดเส้นหลัก พบว่าต้องหมุน 13 รอบจึงกำหนดให้ผู้มัดเป็นผู้ร่วมวิจัยคนเดียวในการมัดและใช้วิธีการมัดดังกล่าวสำหรับทุกชุดการทดลองในกลุ่มที่ใช้ลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม

ความต้านทานเสียตทานทางทันตกรรมจัดฟันขึ้นกับหลายปัจจัย ในการศึกษานี้มุ่งศึกษาผลของวิธีการมัดลวดเส้นหลักที่มีต่อความต้านทานเสียตทาน จึงออกแบบการศึกษาให้ปัจจัยอื่นเป็นตัวแปรควบคุม ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานเสียตทานในการศึกษานี้คือชนิดของตัวมัดและวิธีการมัด

เมื่อพิจารณาถึงชนิดของตัวมัด จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดในกลุ่มที่มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมนั้นมีค่าน้อยกว่ากลุ่มอื่นที่มัดด้วยยางอย่างมีนัยสำคัญ (ยกเว้นกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบทแยง) ซึ่งสอดคล้องกับ Vinay และคณะ¹¹ และ Gupta และคณะ¹² ที่พบว่าความต้านทานเสียตทานที่เกิดจากการมัดด้วยลวดมัดมีค่าน้อยกว่าการมัดด้วยยางมัด เนื่องจากการมัดด้วยตัวมัดที่ทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานเสียตทานที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการมัดด้วยยางมัดแบบต่าง ๆ พบว่ามีความต้านทานเสียตทานที่แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gupta และคณะ¹², Venancio และคณะ⁴ และ Suryawanshi และคณะ¹³ สาเหตุที่การมัดแต่ละแบบมีความต้านทานเสียตทานต่างกันแม้จะใช้ยางมัดชนิดเดียวกัน เนื่องจากการรัดตัวของยางมัดที่แตกต่างกัน ยางมัดที่ถูกยึดออก (load) มากกว่าจะทำให้เกิดพลังงานสะสมภายในยางมัดมากกว่า พลังงานสะสมที่มากขึ้นจะทำให้เกิดการรัดตัวของยางมัดมากขึ้น ดังนั้นยางมัดที่ยึดมากจึงเกิดการรัดตัวมากและการรัดตัวที่มากขึ้นนี้ทำให้มีปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสของยางที่สัมผัสกับลวดเส้นหลักที่มากขึ้นทำให้เกิดค่าความต้านทานเสียตทานที่มากขึ้นนอกจากนี้ยางมัดที่ถูกยึดออกไม่เท่ากันทำให้ลักษณะพื้นผิวของยางแตกต่างกัน ส่งผลให้สัมประสิทธิ์ความต้านทานเสียตทานแตกต่างกัน²²

เมื่อพิจารณาการมัดด้วยยางมัดแบบต่าง ๆ พบว่ากลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบทแยงแม้ยางมัดจะยึดมากกว่ากลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ แต่ค่าเฉลี่ยของความต้านทานเสียตทานทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นเพราะลักษณะการวางตัวของแนวยางในการมัดแบบทแยงมียางมัดบางส่วนกด

กับส่วนบนของปีกแบร์กเกต ทำให้แรงจากการรัดตัวของยางบางส่วนกระจายไปยังปีกแบร์กเกตและกดบนลวดเส้นหลักน้อยลง ส่วนเหตุที่กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา มีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดมากกว่ากลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ เนื่องจากยางมัดถูกยึดออกมากกว่า ทำให้เกิดการรัดตัวของยางมัดบนลวดเส้นหลักมากกว่า ส่วนกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ พบว่ามีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดมากกว่ากลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ เป็น 2 เท่า ทั้งสองวิธีมีการยึดตัวของยางมัดใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ ลวดเส้นหลักจะถูกการรัดตัวของยาง 2 เส้นกดอยู่ทำให้มีปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างยางกับลวดเส้นหลักมากกว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดที่เกิดในกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา และกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา มีการยึดออกของยางมัดมากกว่า ขณะที่กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ แม้จะมีการยึดออกของยางมัดน้อยกว่าแต่ใช้ยางมัด 2 เส้น ทำให้มีปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างยางกับลวดเส้นหลักมากกว่า ส่วนเหตุที่กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบไขว้รูปเลขแปดมีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดมากที่สุด เนื่องจากการยึดของยางมัดมากที่สุด และมีปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างยางกับลวดเส้นหลักมาก ทำให้เกิดการรัดตัวของยางมัดบนลวดเส้นหลักมากกว่ากลุ่มอื่น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง ทั้งปัจจัยด้านชีวภาพและปัจจัยด้านกลศาสตร์ ในส่วนของปัจจัยด้านชีวภาพการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นในห้องทดลองที่สามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ให้เหมือนกันในแต่ละกลุ่มทดลองเพื่อเปรียบเทียบเฉพาะผลของการมัดแบบต่าง ๆ ที่มีต่อความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุด แต่ในทางคลินิกแล้วยังมีปัจจัยด้านชีวภาพที่มีผลต่อความต้านทานเสียตทาน ได้แก่ น้ำลาย คราบจุลินทรีย์ การบดเคี้ยวและการสบฟัน ความหนาแน่นของกระดูกกายวิภาคของฟัน พื้นผิวรากฟัน และระยะเวลาที่ยางมัดอยู่ในช่องปากก็มีผลต่อความต้านทานเสียตทาน²¹ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านกลศาสตร์ในทางกลศาสตร์วิธีการมัดเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความต้านทานเสียตทาน แต่ยังมีองค์ประกอบอื่นที่ทำให้เกิดความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ คือ การสัมผัสติดและการเกิดรอยหยักซึ่งมีผลต่อความต้านทานต่อการเคลื่อนที่มากกว่า^{23,24} ดังนั้นค่าความต้านทานเสียตทานสถิติสูงสุดที่วัดได้จากการศึกษานี้อาจแตกต่างจากที่เกิดขึ้นจริงในทางคลินิก การศึกษานี้จึงเป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นที่จุดประเด็นเกี่ยวกับวิธีการมัดที่มีผลต่อ

การเคลื่อนฟัน และเป็นการศึกษานำร่องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

การประยุกต์ใช้ในทางคลินิก

กรณีต้องการความต้านทานเสียดทานน้อย เช่น การปรับระดับฟันหรือการดัดฟันหน้าโดยให้ลวดเส้นหลักผ่านร่องแบร็กเกตของฟันหลัง อาจเลือกใช้การมัดด้วยยางมัดแบบทแยงหรือมัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมบริเวณฟันกรามน้อยและฟันเขี้ยวเนื่องจากผลการทดลองพบว่าความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุดที่เกิดจากการมัดสองแบบนี้มีค่าต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนในกรณีที่ต้องการความต้านทานเสียดทานมาก เช่น การสร้างหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันอาจเลือกใช้การมัดแบบไขว้รูปเลขแปด เนื่องจากผลการทดลองพบว่าให้ความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุดมากที่สุดจึงสามารถควบคุมตำแหน่งของลวดให้คงที่อยู่ในร่องแบร็กเกตได้ดีสอดคล้องกับ Suryawanshi¹³ และ คณะ และ Venancio และคณะ⁴

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ตัวมัดและวิธีการมัดควรคำนึงถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบ เช่น ประสิทธิภาพในการควบคุมตำแหน่งฟัน ความสะดวกในการใช้งาน ความสามารถในการทำความสะอาดราบจุลินทรีย์ของผู้ป่วย

บทสรุป

ค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุดเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้เป็น การมัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิม การมัดด้วยยางมัดแบบทแยง การมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ การมัดด้วยยางมัดแบบธรรมดา การมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ และการมัดด้วยยางมัดแบบไขว้รูปเลขแปด ค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุดที่เกิดจากวิธีการมัดทางทันตกรรมจัดฟันแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นบางกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มัดด้วยลวดมัดเหล็กกล้าไร้สนิมกับมัดด้วยยางมัดแบบทแยง กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบทแยงกับมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 1 คู่ กลุ่มที่มัดด้วยยางมัดแบบธรรมดาและมัดด้วยยางมัดแบบคล้องปีก 2 คู่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความต้านทานเสียดทานสถิติสูงสุดไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษา

ครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผศ.ทพญ.สุภัทสร สิริบรรจงกราน อาจารย์ประจำภาควิชาทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมสำหรับเด็ก ที่เอื้อเฟื้อวัสดุที่ใช้ในการทดลอง คุณบุษยพรรณ อนุชน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในการให้คำปรึกษาการใช้เครื่องทดสอบแรงกดและเตรียมอุปกรณ์ทดสอบ ดร.ธนพัฒน์ ศาสตระรุจิ นักวิจัยประจำฝ่ายงานบริการ การศึกษาบริหารงานวิจัยและบริการวิชาการ คณะทันตแพทยศาสตร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการใช้เครื่องทดสอบวัสดุเอกประสงค์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และทพญ.สรโรชนี ไวยคณีน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ เป็นอย่างสูงในการให้คำแนะนำและคำปรึกษาการออกแบบการทดลองรวมถึงเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. Kahlon S, Rinchuse D, Robison JM, Close JM. *In-vitro* evaluation of frictional resistance with 5 ligation methods and gianelly-type working wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:67-71.
2. Smith DV, Rossouw PE, Watson P. Quantified simulation of canine retraction: Evaluation of frictional resistance. *Semin Orthod* 2003;9:262-80.
3. Burrow SJ. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:442-7.
4. Venancio FR, Vedovello SAS, Tubel CAM, Degan VV, Lucato AS, Lealldim LN. Effect of elastomeric ligatures on frictional forces between the archwire and orthodontic bracket. *Braz J Oral Sci* 2013;12:41-5.
5. Angolkar PV, Kapila S, Duncanson Jr MG, Nanda RS. Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:499-506.
6. Michelberger DJ, Eadie RL, Faulkner MG, Glover KE, Prasad NG, Major PW. The friction and wear patterns of orthodontic brackets and archwires in the dry state. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:662-74.
7. Tecco S, Festa F, Caputi S, Traini T, Di Iorio D, D'Attilio M. Friction of conventional and self-ligating brackets using a 10 bracket model. *Angle Orthod* 2005;75:1041-5.
8. Rossouw PE, Kamelchuk LS, Kusy RP. A fundamental review of variables associated with low velocity frictional dynamics. *Semin Orthod* 2003;9:223-35.
9. Jyothikiran H, Bansal S, Farhan A, Shivalinga BM. A comparison of frictional resistance between active and passive self-ligating brackets with conventional bracket systems. *World J Dent* 2011;2:302-8.
10. Khambay B, McHugh S, Millett D. Archwire seating forces

produced by different ligation methods and their effect on frictional resistance. *Eur J Orthod* 2005;27:302-8.

11. Vinay K, Venkatesh MJ, Nayak RS, Pasha A, Rajesh M, Kumar P. A comparative study to evaluate the effects of ligation methods on friction in sliding mechanics using 0.022" slot brackets in dry state: An in-vitro study. *J Int Oral Health* 2014;6:76-83.
12. Gupta A, Sable RB. The effect of various ligation methods on friction in sliding mechanics. *J Ind Orthod Soc* 2013;47:83-7.
13. Suryawanshi GR, Sundareswaran S, Philip K, Kumar S. *In vitro* evaluation of different methods of ligation on friction in sliding mechanics. *Orthodontics(Chic.)* 2013;14:e102-9
14. Guerrero AP, Guariza Filho O, Tanaka O, Camargo ES, Vieira S. Evaluation of frictional forces between ceramic brackets and archwires of different alloys compared with metal brackets. *Braz Oral Res* 2010;24:40-5.
15. Pacheco MR, Oliveira DD, Smith Neto P, Jansen WC. Evaluation of friction in self-ligating brackets subjected to sliding mechanics: An *in vitro* study. *Dental Press J Orthod* 2011;16:107-15.
16. Kusy RP, Whitley JQ. Influence of fluid media on the frictional coefficients in orthodontic sliding. *Semin Orthod* 2003;9:281-9.
17. Bazakidou E, Duncanson Jr MG, Nanda RS, Sinha P. Evaluation of frictional resistance in esthetic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:138-44.

18. Smith DV. Frictional resistance evaluation of orthodontic brackets and archwires with sliding mechanics using quantified simulation of canine retraction. M.S. Thesis, University of Toronto. 2001.
19. Nair SV, Padmanabhan R, Janardhanam P. Evaluation of the effect of bracket and archwire composition on frictional forces in the buccal segments. *Indian J Dent Res* 2012;23:203-8.
20. Tecco S, Di Iorio D, Nucera R, Di Bisceglie B, Cordasco G, Festa F. Evaluation of the friction of self-ligating and conventional bracket systems. *Eur J Dent* 2011;5:310-7.
21. Nishio C, da Motta AFJ, Elias CN, Mucha JN. *In vitro* evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:56-64.
22. Triana CA, Fajardo F. Dependence of some mechanical properties of elastic bands on the length and load time. *Eur J Phys* 2012;33:771-84.
23. Loftus BP, Årtun J, Nicholls JI, Alonzo TA, Stoner JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 ; 116:336-45.
24. Kusy RP, Whitley JQ. Resistance to sliding of orthodontic appliances in the dry and wet states : Influence of archwire alloy, interbracket distance, and bracket engagement. *J Biomed Mater Res* 2000;52:797-811.

Adding Ferrous Sulphate to Hydrogen Peroxide Tooth Bleaching Gels Reduced the Required Bleaching Time

Thunnithie Thitichoatariyakun¹, Sirivimol Srisawasdi²

¹Esthetic Restorative and Implant Dentistry Master's Program, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

²Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

Abstract

Objective To investigate the effect of ferrous sulphate (FeSO_4) as a chemical activator to hydrogen peroxide tooth bleaching gels on color change and treatment time. **Methods** One hundred and twenty extracted human upper premolars, hue A or B, were selected. One enamel-dentin specimen was prepared from each tooth. The specimens were divided into twelve groups ($n=10$), based on bleaching product, FeSO_4 and treatment time. Three in-office bleaching products were used in this study: Opalescence[®] Boost[™], PolaOffice[®] and ZOOM![®] Whitespeed[™]. Each product was used per its specific protocol: 1: untreated control (C), 2: FeSO_4 added, using the product's specified treatment time (Fe100 %), 3: FeSO_4 added, using approximately 75 % of the specified time (Fe75 %), 4: FeSO_4 added, using approximately 50 % of the specified time (Fe50 %). The color was measured before and immediately after bleaching, using a VITA Easyshade[®] V spectrophotometer based on the CIE-L*a*b* color system. Data between experimental groups of each product were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's or Tamhane's test ($p=0.05$). **Results** Color parameter (ΔL , Δa , Δb and ΔE) evaluation indicated no differences between the C, Fe100 % and Fe75 % of each product. Compared with the C group, only Δb of the ZOOM![®] Whitespeed[™] Fe50 % group was significantly different ($p=0.001$). No differences were found between the Opalescence[®] Boost[™] and PolaOffice[®] C and Fe50 % groups with each material. **Conclusion** Adding FeSO_4 was effective in reducing the treatment time of Opalescence[®] Boost[™], PolaOffice[®] and ZOOM![®] Whitespeed[™] by at least 25 %.

Keywords: Bleaching, Chemical activation, Ferrous sulphate, Hydrogen peroxide, Tooth whitening

Received Date: Aug 14,2017

Accepted Date: Nov 30,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.11

Correspondence to:

Thunnithie Thitichoatariyakun. Esthetic Restorative and Implant Dentistry Master's Program, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Patumwan, Bangkok 10330 Thailand Tel: 0646564146 Fax 022188664 E-mail: thunnithie@gmail.com

Introduction

Whiter teeth are perceived as being associated with health and beauty. Tooth bleaching is a conservative treatment for discolored teeth compared with other restorative treatments, such as porcelain veneers, crowns or composite resin restorations.¹ In-office bleaching procedure is an alternative to home bleaching, especially in the case of mild to moderate discolorations, discoloration of single tooth, lack of patient compliance, or when rapid treatment is desired.^{2,3} In these bleaching procedures, hydrogen peroxide with concentrations varying from 17–50 % is commonly used.^{3,4} The operation time was usually around 30 minutes to 1 hour, depending on the commercial tooth bleaching product used.^{3,5} This long duration of treatment sometimes gave patients discomfort.^{6,7}

Many methods have been proposed to accelerate the dissociation of hydrogen peroxide and formation of free radicals to improve bleaching effectiveness; for example, physical activation method by using electric heating device or light sources such as blue light produced by quartz-tungsten-halogen lamps, plasma arc lamps, light emitting diodes, or LASER.^{3,5} However, it is still inconclusive concerning effectiveness and safety of these methods.^{8,9} Another method to promote dissociation of hydrogen peroxide molecule and free radical formation is using chemical activator, for instance, certain enzymes or transition metal salts, such as Fe, Cu, Cr, or Mn, to act as a catalyst. Many studies demonstrated that adding a metal salt to the bleaching gel improved final outcomes.¹⁰⁻¹⁷ This procedure caused increased free radical formation on tooth surface, resulting in a specific and rapid reaction with local chromophores, improving bleaching effectiveness and reducing quantity of unreacted hydrogen peroxide available for diffusion into tooth structure.¹⁸ The fast reaction may effect the overall time; therefore, the authors questioned that treatment time could be reduced.

Torres *et al.* found that addition of ferrous

sulphate (FeSO_4) or manganese gluconate in 35 % hydrogen peroxide bleaching gel produced a significant reduction of hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber and a higher mean color change (ΔE) compared with the control group without a chemical activator.¹⁰ Travassos *et al.* also showed better ΔE results when adding FeSO_4 in 35 % hydrogen peroxide bleaching gel.¹⁷ In addition, Duque *et al.* found a significant increase of approximately 30 % in ΔE in the hydrogen peroxide mixed with FeSO_4 group compared with the control group without a chemical activator.¹⁸ However, most studies of chemical activators did not use or used limited brand of commercial tooth whitening product in their studies.¹⁰⁻¹⁶

The aim of this study was to investigate the effect of adding FeSO_4 to hydrogen peroxide containing commercial tooth bleaching products on color change and bleaching time required. The null hypotheses were: 1) There was no significant difference in tooth color between teeth bleached with hydrogen peroxide gel containing FeSO_4 and teeth bleached with hydrogen peroxide gel alone and 2) There was no significant difference in tooth color between teeth bleached with hydrogen peroxide gel containing FeSO_4 using reduced time and teeth bleached with hydrogen peroxide gel alone at the manufacturer's recommended time.

Materials and Methods

One hundred and twenty extracted intact non-carious and non-restored human upper premolars were collected with signed consent forms, under a protocol approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (Study Code: HREC-DCU 2016-045), and conformed to the provisions of the Declaration of Helsinki. The selected teeth were debrided and stored in 0.1 % thymol solution (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) at 4°C for up to 3

months after extraction. The teeth were examined under a stereomicroscope (ML 9300; Meiji, Saitama, Japan) at 20x magnification to exclude defects such as enamel cracks, fractures, caries and staining. The teeth in this study were of only hue A or B, using a VITA Easyshade® V spectrophotometer (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany). A NTI® sintered diamond disc (D352-220; Kerr, Orange, CA, USA) was used to obtain 5x5 mm enamel/dentin specimens from the labial surface of each tooth. The dentin side of the specimen was ground flat with 600, 800, 1,000, 1,200-grit silicon carbide sand paper (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), under a constant water flow until the remaining dentin layer was 1 mm thick.

Ten holes were drilled in the middle area of an acrylic sheet, 6x12 cm and 2 mm thick (3A MEDES,

Goyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea), using a 7 mm diameter trephine drill (Hu-friedy, Chicago, IL, USA) (Fig. 1a). Ten enamel/dentin specimens per sheet were then randomly positioned in the center of the holes, dentin side down, and embedded in clear epoxy resin (Super Silicone & Resin Art, Bangkok, Thailand) (Fig. 1b and c). The enamel side of each enamel/dentin block was ground flat using 600, 800, 1,000 and 1,200-grit sand paper (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), under a constant water flow, until the enamel/dentin block was 2 mm thick. A 2 mm diameter carbide round bur (Kerr, Orange, CA, USA) was used to drill a hole 1 mm away from each specimen. The holes served as registration marks to assure that repeated color readings were performed at the same position (Fig. 1d).

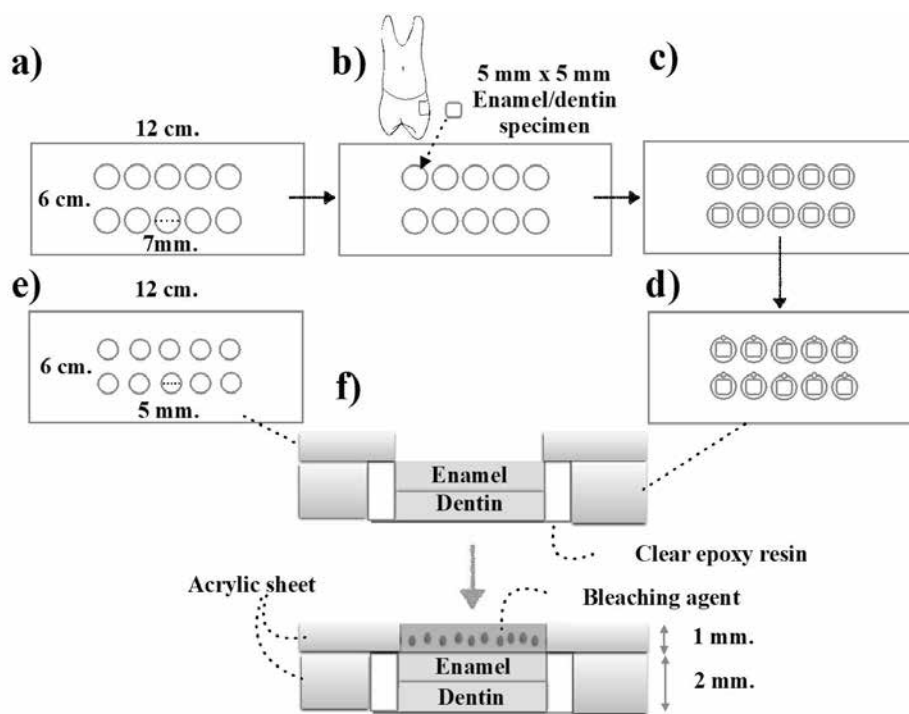


Figure 1 Schematic diagram of the study design. a) Ten 7 mm diameter, internal circular holes were drilled in the middle area of a 2 mm thick acrylic sheet. b) The enamel/dentin specimens were positioned in the center of circles. c) Specimens were embedded in clear epoxy resin. d) A 2 mm diameter hole was drilled 1 mm away from each specimen for repeatable positioning for color measurement. e) Ten 5 mm diameter internal circular holes were drilled in the middle area of a 1 mm thick acrylic sheet. f) The 1 mm thick acrylic sheet was used to control the amount of bleaching agent placed on the labial surface of each enamel/dentin specimen.

The twelve acrylic sheets were randomly allocated into twelve groups, according to three commercial bleaching products: Opalescence® Boost™ (OB) (Ultradent, South Jordan, UT, USA), PolaOffice® (PO) (SDI Limited, Victoria, Australia) and ZOOM!® Whitespeed™ (ZW) (Discus Dental/Philips Oral Healthcare, Stamford, CT, USA), the addition of FeSO₄ (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) as a chemical activator to the gel, and the amount of time the gel would be applied (Table 1). A study determined that adding more than 0.004 % w/w FeSO₄ to a bleaching gel resulted in excessive bubble

formation that caused the gel to breakdown, thus, the concentration of 0.004 % w/w was used in the present study.¹⁰ Each product had 4 experimental groups: 1: Control, using the product's specified time without FeSO₄ (C), 2: FeSO₄ added, using the product's specified time (Fe 100 %), 3: FeSO₄ added, using approximately 75 % of the specified time (Fe 75 %), 4: FeSO₄ added, using approximately 50 % of the specified time (Fe 50 %). The manufacturer's recommended time was used as standard to compare.

Table 1 Three Bleaching products and twelve experimental groups in this study

Bleaching Product	Group	Ferrous Sulphate	Treatment time (time x cycles)
Opalescence® Boost™ (Ultradent, South Jordan, UT, USA)	1 (C)	No	20x2= 40 min
40 % Hydrogen peroxide Lot.BC25B	2 (Fe 100 %)	Yes	20x2 = 40 min
PolaOffice® (SDI Limited, Victoria, Australia)	3 (Fe 75 %)	Yes	15x2 = 30 min
35 % Hydrogen peroxide Lot.1082345	4 (Fe 50 %)	Yes	10x2 = 20 min
ZOOM!® Whitespeed™ (Discus Dental/ Philips Oral Healthcare, Stamford, CT, USA)	1 (C)	No	8x4 = 32 min
25 % Hydrogen peroxide Lot.22-3764	2 (Fe 100 %)	Yes	8x4 = 32 min
	3 (Fe 75 %)	Yes	6x4 = 24 min
	4 (Fe 50 %)	Yes	4x4 = 16 min
	1 (C)	No	15x3 = 45 min
	2 (Fe 100 %)	Yes	15x3 = 45 min
	3 (Fe 75 %)	Yes	10x3 = 30 min
	4 (Fe 50 %)	Yes	5x3 = 15 min

Prior to treatment, baseline color of each specimen was assessed under standard conditions based on the CIE-L*a*b* system using a VITA Easyshade® V spectrophotometer (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany). An elastic ligature (Patented design 33898; Dent-mate, Bangkok, Thailand) was prepared as shown in Fig. 2a, b and c. This was then placed on the tip of the VITA Easyshade® V spectrophotometer (Fig. 2d, e and f). Each sample was dried with an absorbent gauze sponge (Union Science, Chiangmai, Thailand) for 3 seconds,

and the color was immediately measured. A neutral gray cloth was used as a background. During the measurements, the instrument tip was placed perpendicular to, and in complete contact with enamel surface of the enamel/dentin block. The 2 mm hole near each enamel/dentin specimen was used to register the sample position for color reading (Fig. 2g), by placing the 2 mm circle of the elastic ligature on top of the 2 mm hole of the acrylic sheet that was next to each enamel/dentin specimen (Fig. 2h and i). The color of each sample

was measured 5 times and averaged. The L^* , a^* , b^* measurements served as the baseline color of each sample. All measurements were made by single investigator. Before any measurement, the device was

calibrated by placing a probe tip on the instrument's calibration port aperture, following the manufacturer's instruction.

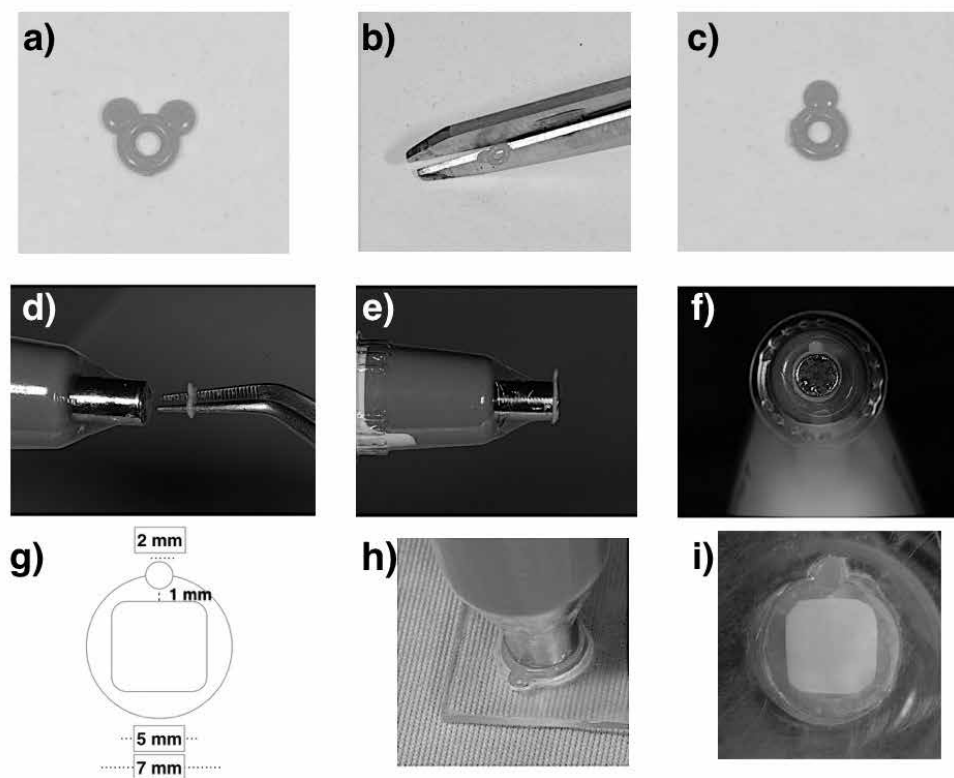


Figure 2 a-c) An elastic ligature was prepared. d-f) and placed on the tip of the VITA Easyshade® V spectrophotometer. g) A 2 mm diameter hole was drilled 1 mm away from each specimen. h) The 2 mm elastic ligature circle was placed on top of 2 mm hole in the acrylic sheet that was 1 mm away from each enamel/dentin specimen. This allowed for positioning each sample at the same spot for repeated color measurements. i) The probe tip of the VITA Easyshade® V spectrophotometer was completely covered by 5 mm x 5 mm specimen.

Before bleaching procedure, the enamel/dentine blocks were cleaned using a prophylaxis paste (fluoride-free pumice; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), with a polishing cup (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) using a slow speed handpiece. The paste was removed using a water spray. Bleaching gels were then mixed according to manufacturer's recommendation, and transferred to a 5 ml glass beaker (Union Science, Chiangmai, Thailand). In the appropriate groups, 0.004 % (w/w) FeSO_4 (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) was added to the gel and mixed on a magnetic stirrer (Bibby Scientific, Burlington, NJ, USA) using a

magnetic stirring bar, 3 mm in diameter and 5 mm in length (ProSciTech Pty Ltd, Queensland, Australia), for 1 minute. Only ZW used light activation (curing light unit obtained from the gel manufacturer) when the gel was placed on the samples.

A 6 cm x 12 cm, 1 mm thick acrylic sheet (3A MEDES, Goyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea) was drilled with 5 mm diameter trephine drill (Hu-friedy, Chicago, IL, USA) to create ten 5 mm internal diameter holes in the middle area of the acrylic sheet (Fig. 1e). This acrylic sheet was placed on top of the enamel/

dentin specimen acrylic sheet, serving as a template, to accommodate a 1 mm layer of bleaching gel on the enamel surface of each specimen (Fig. 1f). An aspiration cannula was used to remove the gel between each application, simulating a clinical bleaching treatment. The specimens were then washed with a water spray. After bleaching, the same method as for the initial color measurement was used. Color of each sample was measured 5 times and averaged. The averaged L^* , a^* , b^* measurements served as the after bleaching color of each sample. In order to observe the immediate effect of FeSO_4 as a chemical activator, bleaching was performed on one experimental group at a time, and color of the samples in each group was measured within 10 minutes after bleaching.

The results of color measurement were quantified in three coordinate values (L^* , a^* , b^*), established by the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), which located the color of an object in three-dimensional color space. The L^* axis represented the degree of lightness within a sample, ranging from 0 (black) to 100 (white). The a^* plane represented the degree of green/red, and the b^* plane represented the degree of blue/yellow in the sample. Comparing tooth color before and after treatment, color changes (ΔE) and differences (ΔL , Δa , Δb) were calculated with the following color definition of respective positive (+) and negative (-) values: ΔL = (+) white, (-) black; Δa = (+) red, (-) green; Δb = (+) yellow, (-) blue.

Determination of the color change of each specimen after the bleaching procedure was made by calculating the variation of L^* (ΔL), a^* (Δa), and b^* (Δb). The total color change (ΔE) were calculated according to the following formula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

$$\text{where } \Delta L = L_{\text{Final}} - L_{\text{Initial}}, \Delta a = a_{\text{Final}} - a_{\text{Initial}} \text{ and } \Delta b = b_{\text{Final}} - b_{\text{Initial}}$$

The data were statistically analyzed using SPSS 17.0 for Windows (Chicago, IL, USA). After using the Shapiro-Wilk test to determine a normal distribution, color measurement data (ΔE , ΔL , Δa and Δb) were analyzed using one-way ANOVA to compare the differences between experimental groups of each commercial product, followed by the Tukey's homogeneous test. If Levene's test showed that homogeneity of variance was violated, the Tamhane's test was used instead of Tukey's homogeneous test. The level of significance was determined as $p=0.05$.

Results

Means and standard deviations of ΔL , Δa , Δb and ΔE of the groups were determined as shown in table 2. One-way ANOVA indicated that there were no significant differences in ΔL , Δa , Δb and ΔE between experimental groups of each product ($p>0.05$), except ΔL between the PO groups ($p=0.016$) and Δb between the ZW groups ($p=0.001$), as shown in Table 3. Table 3 also presents the results of Tukey's homogeneous test for ΔL of the PO groups. The data analysis revealed that only ΔL of the PO Fe 100 % and Fe50 % were significantly different from each other. The Levene statistics showed that the homogeneity of variance of Δb between the ZW groups was violated ($p=0.021$), therefore, the Tamhane's test was used instead of Tukey's homogeneous test to analyze these results. Table 3 presents the results of Tamhane's test for Δb of the ZW groups. Δb of the ZW C and Fe 100 % groups were significantly different from that of the Fe 50 % group.

Table 2 Results of one-way ANOVA

Product	Parameter	df	SQ	QM	F	p-level*
Opalescence® Boost™	ΔL	3	16.277	5.426	1.014	0.398
	Δa	3	0.027	0.009	0.045	0.987
	Δb	3	18.842	6.281	1.385	0.263
	ΔE	3	0.478	0.159	0.105	0.956
PolaOffice®	ΔL	3	30.861	10.287	3.951	0.016*
	Δa	3	0.654	0.218	1.177	0.332
	Δb	3	3.119	1.040	0.545	0.654
	ΔE	3	4.903	1.634	2.077	0.120
ZOOM!®	ΔL	3	54.255	18.085	0.858	0.472
Whitespeed™	Δa	3	4.933	1.644	2.816	0.053
	Δb	3	258.903	86.301	6.386	0.001*
	ΔE	3	43.093	14.364	2.228	0.102

Abbreviation – df: Degree of Freedom; SQ: Sum of Squares; QM: Mean Square

* Significant differences ($p < 0.05$).

Where; ΔL = L_{Final} – L_{Initial}; Δa = a_{Final} – a_{Initial}; Δb = b_{Final} – b_{Initial} and ΔE = E_{Final} – E_{Initial}.

Table 3 Mean and Standard deviation values of ΔL, Δa, Δb and ΔE

Product	Group	Mean of ΔL (sd)	Tukey's homogeneous groups *	Mean of Δa (sd)	Mean of Δb (sd)	Tamhane's test*,**	Mean of ΔE (sd)
Opalescence® Boost™	C	2.40 (1.55)		-0.59 (0.52)	-2.21 (1.21)		3.66 (1.21)
	Fe100 %	0.69 (2.65)		-0.51 (0.36)	-1.31 (2.81)		3.89 (0.98)
	Fe75 %	1.93 (2.50)		-0.54 (0.47)	-2.24 (0.97)		3.78 (1.23)
	Fe50 %	1.30 (2.40)		-0.54 (0.41)	-0.59 (2.80)		3.61 (1.45)
PolaOffice®	C	1.88 (1.34)	AB	-0.09 (0.26)	-0.11 (1.36)		2.51 (0.82)
	Fe100 %	1.98 (1.43)	A	0.02 (0.44)	0.18 (1.47)		2.66 (0.98)
	Fe75 %	0.41 (2.07)	AB	-0.13 (0.44)	-0.60 (1.62)		2.41 (1.13)
	Fe50 %	-0.01 (1.51)	B	0.20 (0.54)	-0.14 (0.98)		1.74 (0.49)
ZOOM!®	C	0.43 (2.88)		-0.30 (0.70)	-6.68 (2.78)	C	7.41 (2.33)
Whitespeed™	Fe100 %	-1.25 (6.16)		0.24 (0.92)	-5.07 (1.70)	C	7.89 (1.94)
	Fe75 %	-0.46 (4.32)		-0.39 (0.87)	-2.34 (5.60)	CD	6.81 (2.40)
	Fe50 %	-2.74 (4.40)		0.44 (0.50)	-0.04 (3.47)	D	5.14 (3.29)

Where; ΔL = L_{Final} – L_{Initial}; Δa = a_{Final} – a_{Initial}; Δb = b_{Final} – b_{Initial} and ΔE = E_{Final} – E_{Initial}.

* The groups accompanied by the same letters do not present significant differences.

** Equal variances not assumed.

Discussion

The first null hypothesis was accepted due to no significant difference in tooth color between the Fe 100 % and C groups. The second null hypothesis was partially accepted, as the results show no significant difference in tooth color between the Fe 75 % and C groups, however, Δb of the ZW Fe 50 % group was significantly different from that of the C group.

If the ΔE resulting from increased ΔL and decreased Δb is 2 or greater, the bleaching efficacy of the product is deemed to be acceptable, per ISO 28399.¹⁹ Our results demonstrated a ΔE of more than 2 for every commercial product used in this study, indicating that every product is acceptable to use for tooth bleaching.

ΔE results of the Fe 100 %, Fe 75 % and Fe 50 % groups were not significantly different compared with the C groups of all products (Fig 3). The data showed

that for the OB, PO and ZW materials, ΔE of the Fe 100 % group was little higher compared with that of the C group at 6.3 %, 5.9 % and 6.5 % respectively, similar to that found by Travassos *et al.*¹⁷ In contrast to the results of the present study, other studies found significantly improved ΔE results when adding FeSO_4 as a chemical activator.^{10,18} It should be noted that most studies related to chemical activators did not use or use limited brand of commercial whitening product in their investigations.¹⁰⁻¹⁶ Every commercial bleaching product has different composition. Even products, labeled as having the same concentration of hydrogen peroxide, may provide different bleaching effects.^{20,21} Furthermore, some studies used a coloring solution to darken the tooth samples before bleaching, which may have facilitated the observation of significant differences.^{15,17,18}

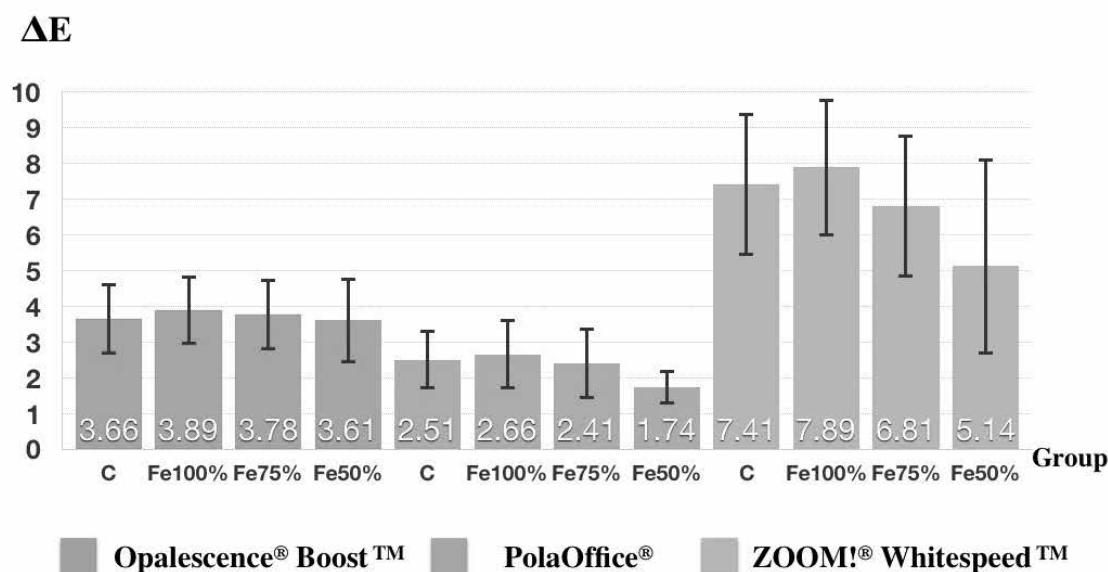


Figure 3 Mean ΔE of experimental groups

Our results showed that ΔE of the Fe 75 % and Fe 50 % groups in each product were not statistically different from that of the C groups. The use of an iron derivative catalyzer resulted in a reaction between the

Fe^{2+} ion from FeSO_4 with hydrogen peroxide, known as the Fenton Reaction (Fig. 4).^{22,23} Addition of an iron ion caused an increase in the oxidative force of hydrogen peroxide, resulting in an increase in its degradation

speed, causing free radicals, a hydroxyl radical and a peroxide radical, to form more rapidly.^{22,24} The hydroxyl radicals are strongly oxidizing, leading to the breakdown of chromogens.^{10,17,24} From the three products evaluated in our study the results suggested that FeSO₄ increased the speed of hydrogen peroxide decomposition. FeSO₄ increased the formation of free radicals on the tooth

surface more rapidly.^{10,17,18,22} Therefore, these results implied that addition of FeSO₄ could reduce treatment time. We had not any groups without FeSO₄ using reduced time because the manufacturer's recommended time should represent the best outcome of each product. Reducing treatment time produced significantly lower ΔE value than the traditional in-office protocol.^{25,26}



Figure 4 Fenton's reaction: Fe²⁺ is oxidized by hydrogen peroxide to Fe³⁺, forming a hydroxyl radical and a hydroxyl anion. Fe³⁺ is then reduced back to Fe²⁺ by another molecule of hydrogen peroxide, forming a peroxide radical and a proton

The ΔE results of the PO Fe 75 % and Fe 50 % groups were not significantly different compared with the C group. However, the Fe 50 % group, which treatment time was reduced by half, showed a ΔE of 1.74±0.49, which is not acceptable according to ISO 28399. We also found that L* in this group did not increase after bleaching. Although ΔL of the Fe 50 % group was significantly different from that of the Fe 100 % group, it was not significantly different compared with the C group. The PO 75 % group demonstrated ΔL, Δa, Δb and ΔE results that were not significantly different from that of the C group. Our data suggested that if FeSO₄ was added to PO as a chemical activator, the treatment time may be reduced by 25 %, from 32 minutes to 24 minutes. The ΔE of the ZW Fe 50 % group was not significantly different from that of the C group. However, Δb of the Fe 50 % group was significantly different from that of the C group. This result indicated that the bleaching agent in this group did not decrease b*. We also found that L* in the Fe 50 % group decreased. Thus, the bleaching procedure in this group was inefficient. However, the ZW Fe 75 % group ΔL, Δa, Δb and ΔE were not significantly different from those of the C group. These

data suggested that when adding FeSO₄ as a chemical activator to ZW, the treatment time may be reduced by 33 % from 45 minutes to 30 minutes. It was also found that the OB Fe 75 % and 50 % groups demonstrated the values of ΔL, Δa, Δb and ΔE that were not significantly different compared with the C group. These data suggested that addition of FeSO₄ as a chemical activator in OB, facilitated treatment time reduction from 40 minutes to 20 minutes or 50 % of treatment time reduction.

Our study indicated that the use of FeSO₄ as a chemical activator may be an alternative method for increasing the speed of hydrogen peroxide decomposition. Because only 0.004 % of FeSO₄ was required, this method could, therefore, be considered inexpensive. This metal salt is not toxic when used in the right concentration, since it is used as nutritional supplement in human diet.¹⁰ Duque *et al.* evaluated the effect of FeSO₄ on the transenamel and transdental cytotoxicity of the bleaching gel to two culture lineages obtained from dental pulp in an *in vitro* study. The viability of odontoblast-like cells (MDPC-23) and Human dental pulp cells (HDPCs) from tooth bleached with 35 % hydrogen peroxide gel mixed with FeSO₄ was not

significant different from those bleached with 35 % hydrogen peroxide gel alone.¹⁸ However, when using this method a large amount of hydroxyl free radicals and hence a large amount of oxygen are released in a very short time. One concern is that the active generation of oxygen bubbles may result in gel contacting gingiva, leading to irritation.¹¹

There are many benefits of reducing bleaching time. Patients undergoing bleaching procedures frequently complained of painful or uncomfortable sensations arising in the treated teeth. This long duration of pain had affected patient's satisfaction with their bleaching experience and might be so severe that patient's discontinue treatment.^{6,7} Shorten treatment time reduced tooth sensitivity.^{6,25,27} It also reduced the amount of hydrogen peroxide penetrating into pulp chamber, associated with decreased adverse effects to pulp cells.^{25,26}

In the present study, ZW groups surprisingly showed the highest ΔE results, despite the lowest concentration of hydrogen peroxide among the three products. The gels containing higher hydrogen peroxide concentrations did not appear to have a greater effect on whitening,²¹ in contrast to other studies.^{3,28,29} The reasons why ZW generated a higher ΔE may be due to its longer contact time, high pH and the effect of light activation. Studies have shown a trend toward improved whitening with increased contact time.^{21,25,29,30} However, this effect would be limited by the activity of the peroxide. In a high pH (>7) environment, hydrogen peroxide became destabilized and released hydroxyl and peroxide free radicals and oxygen gas.¹¹ The pH of OB is 7, while those of PO and ZW are 5.5 and 8.9, respectively. Thus, only the pH of ZW is greater than 7. A number of studies demonstrated that light activation increased bleaching gel efficacy.³¹⁻³⁵ However, some studies showed that the increased bleaching gel efficacy from light activation was limited or were not significant.^{8,9,36,37} Studies have speculated that light may cause temporary dehydration, resulting in lighter appearance of teeth that relapsed

over time.^{21,36} More research is required to resolve this issue. The manufacturer of OB informed that teeth would continually be whitened 12 to 24 hours after whitening treatment is completed. However, our study focused only on immediate color change after whitening treatment.

Because the ΔL and Δb raw data in each group was quite varied, the SD was higher than the mean. These results may have occurred because of tooth color variation. Evaluation of the effect of LASER tooth whitening revealed that teeth with hue A showed greater shade improvement than those of teeth with hue C or D.³⁸ However, in our study we used human upper premolar teeth of hue A or B to mitigate this issue. We also found that even samples of the same hue, samples with high chroma showed greater ΔE results than those with low chroma. Somehow further studies should consider using teeth of the same initial tooth color, both hue and chroma.

Visual color matching is subjective and influenced by variety of factors. Observer-related variables such as sex, color blindness, experience and eye fatigue could influence the final results.^{39,40} More accurate results were reported with the use of dental spectrophotometer compared with visual methods.⁴¹⁻⁴⁵ Furthermore, studies have demonstrated that the performance of the VITA Easyshade® spectrophotometer was more accurate than that of a naked eye.^{41,46,47} One problem with shade matching, especially for bleaching studies, is positioning the tip of the measuring device. A flat surface is required for accurate placement of measuring tip. Therefore, the present study used 2 mm thick enamel/dentin specimens, which were grounded flat on both sides, to eliminate problem of tooth convexity. In addition, 5 mm x 5mm specimens were used in order to accommodate the 5 mm diameter probe tip of the measuring device.

The purpose of this study was only to improve material efficacy. However, the pulpal reaction is still the most important aspect that should be concerned. This is to prevent the misuse of the report. Further

studies should include groups using reduced time with and without FeSO₄ in order to confirm role of FeSO₄. Additional studies should also focus on the safety and efficiency when using a bleaching agent mixed with FeSO₄ *in vivo*. Studies concerning color relapse and the exact amount of time that can be reduced when adding FeSO₄ to other commercial bleaching products should also be conducted. This information will allow for greater understanding of the effects of FeSO₄ as a chemical activator. Furthermore, there are other potential chemical activators that may improve bleaching results and simultaneously reduce treatment time such as manganese gluconate, manganese chloride, etc.

Conclusion

Within the limitations of this study, it can be concluded that adding 0.004 % w/w FeSO₄ reduced the treatment time of these commercial bleaching products, while obtaining the same bleaching results. For PolaOffice®, the treatment time could be reduced by 25 %, from 32 minutes to 24 minutes, ZOOM!® Whitespeed™ 33 %, from 45 minutes to 30 minutes, and by 50 % for Opalescence® Boost™, from 40 minutes to 20 minutes.

Acknowledgements

Our sincere thanks go to Assoc. Prof. Chanchai Hosawaun for statistic consultation and Dr. Kevin Tompkins for academic English proofreading.

Disclosure statement

The authors do not have any financial interest in the companies whose materials are included in this article.

References

- McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. I. Technique development. *Quintessence Int* 1989;20:323-8.
- Barghi N. Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at-home or in-office? *Compend Contin Educ Dent* 1998;19: 831-8;quiz 40.
- Suliman M. An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dent Update* 2005;32:101-4,7-8.
- Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am* 2007;51:319-31,viii.
- Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J* 2014;26:33-46.
- Hewlett ER. Etiology and management of whitening-induced tooth hypersensitivity. *J Calif Dent Assoc* 2007;35: 499-506.
- Leonard RH Jr, Haywood VB, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1997;28:537-34.
- Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent* 2003;28:488-95.
- Mena-Serrano AP, Garcia E, Luque-Martinez I, Grande R, Loguercio AD, Reis A. A Single-Blind Randomized Trial About the Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Light-Activated Bleaching. *Oper Dent* 2016;41:455-64.
- Torres CR, Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35 % hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy--in vitro study. *J Dent* 2010;38:838-46.
- Banerjee A, Friedman J, inventors; AdDent Inc, assignee. Dental bleaching gel composition, activator system and method for activating a dental bleaching gel. United States patent US 6,485,709 B2. 2002 Nov 26.
- Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent* 1993;69:46-8.
- Feng J, inventor; Go smile Inc, assignee. Tooth whitening accelerator formulation and method of using the same. United States patent US 8,906,350 B2. 2014 Dec 09.
- Freedman B, inventor. Booster and activator for tooth-whitening agents. United States patent US 2004/0191188 A1. 2004 Sep 30.
- Gaffar A, inventor. Oral compositions having accelerated tooth whitening effect. United States patent US 5,648,064. 1997 Jul 15.
- Zhao J, inventor. Whitening Compound. United States patent US 2005/0042185 A1. 2005 Feb 24.
- Travassos AC, Rocha Gomes Torres C, Borges AB, Barcellos DC. In vitro assessment of chemical activation efficiency during in-office dental bleaching. *Oper Dent* 2010;35:287-94.

18. Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Bleaching effectiveness, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity of a chemically activated bleaching gel. *Clin Oral Investig* 2014;18:1631-7.
19. ISO23899. Dentistry-Products for external tooth bleaching. 2011.
20. Thitinthapan W, Satamanont P, Vongsavan N. *In vitro* penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1999;11:259-64.
21. Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Ammar W, Eckert GJ, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated *in vivo*: a pilot study. *Oper Dent* 2007;32:322-7.
22. Dunford HB. Free radicals in iron-containing systems. *Free Radic Biol Med* 1987;3:405-21.
23. Liochev SI, Fridovich I. The Haber-Weiss cycle -- 70 years later: an alternative view. *Redox Rep* 2002;7:55-7;author reply 9-60.
24. Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *J Dent* 2012;40Suppl2:e11-6.
25. Soares DG, Basso FG, Pontes EC, Garcia Lda F, Hebling J, de Souza Costa CA. Effective tooth-bleaching protocols capable of reducing H₂O₂ diffusion through enamel and dentine. *J Dent* 2014;42:351-8.
26. Soares DG, Ribeiro AP, da Silveira Vargas F, de Souza Costa CA. Efficacy and cytotoxicity of a bleaching gel after short application times on dental enamel. *Clin Oral Investig* 2013;17:1901-9.
27. Kose C, Calixto AL, Bauer JR, Reis A, Loguercio AD. Comparison of the Effects of In-office Bleaching Times on Whitening and Tooth Sensitivity: A Single Blind, Randomized Clinical Trial. *Oper Dent* 2016;41:138-45.
28. Kashima-Tanaka M, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K, Yamazaki M. Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite. *J Endod* 2003;29:141-3.
29. Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 2005;198:514.
30. Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, Loguercio AD. Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Oper Dent* 2011;36:590-6.
31. Allred P, inventor. Two-part dental bleaching systems having improved gel stability and methods for bleaching teeth using such systems; 2003 Jan 07.
32. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc* 2004;135:194-201; quiz 28-9.
33. Bhutani N, Venigalla BS, Patil JP, Singh TV, Jyotsna SV, Jain A. Evaluation of bleaching efficacy of 37.5 % hydrogen peroxide on human teeth using different modes of activations: An *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2016;19:259-63.
34. Park S, Kwon SR, Qian F, Wertz PW. The Effect of Delivery System and Light Activation on Tooth Whitening Efficacy and Hydrogen Peroxide Penetration. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:313-20.
35. Klaric E, Rakic M, Marcus M, Ristic M, Sever I, Tarle Z. Optical effects of experimental light-activated bleaching procedures. *Photomed Laser Surg* 2014;32:160-7.
36. Jones AH, Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Cobb DS. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. *J Esthet Dent* 1999;11:87-94.
37. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater* 2007;23:586-96.
38. Lin CH, Chou TM, Chen JH, Chen JH, Chuang FH, Lee HE, *et al*. Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *Int J Prosthodont* 2008;21:415-8.
39. Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbely J, Vichi A, Dumfahrt H, *et al*. Does gender and experience influence shade matching quality? *J Dent* 2009;37 Suppl 1:e40-4.
40. Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *J Am Dent Assoc* 2010;141:71-6.
41. Bahannan SA. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *J Dent* 2014;42:48-52.
42. Fani G, Vichi A, Davidson CL. Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *Am J Dent* 2007;20:142-6.
43. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81:578-82.
44. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G. Comparison of *in vivo* visual, spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns. *Int J Comput Dent* 2009;12:247-63.
45. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:222-31.
46. Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A comparison of human raters and an intra-oral spectrophotometer. *Oper Dent* 2009;34:337-43.
47. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent* 2012;40 Suppl 1:e82-7.

Age Estimation using Segmented Pulp/Tooth Area Ratio Method in Thai Population

Anocha Poommouang¹, Anak Iamaroon^{2,3}, Sangsom Prapayasadok⁴, Sukon Prasitwattanaseree⁵ and Sakarat Nalampang⁴

¹Interdisciplinary Program in Forensic Science, Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai

²Department of Oral Biology and Diagnostic Sciences, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

³Excellence Center in Osteology Research and Training Center (ORTC), Chiang Mai University, Chiang Mai

⁴Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai

⁵Department of Statistics, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai

Abstract

The aims of this study were to develop an age estimation equation in Thai population using segmented pulp/tooth area ratio (sPTR) and to test the reliability of that equation. The sample consisted of 400 digital periapical images of right maxillary central incisors derived from 163 men and 237 women aged between 10.03 and 81.61 years (mean=32.38 years). sPTR measurement modified from the Cameriere's method was performed in the 400 samples. Subsequently, statistical analysis was performed in order to generate a regression model for age estimation. Then, another 103 samples were tested for the accuracy of the regression model. The difference between the chronological age and the estimated age was statistically calculated. The correlation coefficient was statistically significant, with $r=-0.86$ ($p<0.05$). The power regression model for the Thai sample yielded the following equation: $\text{Age}=0.790 \times \text{sPTR}^{(-2.059)}$. The coefficient of determination (R^2) was 0.82. The mean difference value between the estimated and the chronological ages was -0.80. The mean absolute error (MAE) was 4.26 years. The standard error of prediction (SEP) was 5.70 years. In conclusion, the sPTR on the maxillary central incisor we firstly proposed in this study can be useful for age estimation in Thais.

Keywords: Age estimation, Maxillary central incisor, Periapical radiograph, Pulp/tooth area ratio

Received Date: Sep 20,2017

Accepted Date: Jan 31,2018

doi: 10.14456/jdat.2018.12

Correspondence to:

Sakarat Nalampang. Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Suthep Road, Muang, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 66-53-94-4454, Fax: 66-53-22-2844, E-mail: sakaratnp@gmail.com

Introduction

Forensic odontology is one of the branches of both dentistry and forensic sciences that provides necessary scientific support in many situations, for instance, accidents, criminal investigations, mass fatalities, disasters and genetic examination in forensic sciences. An individual's age is significant for the component of forensic odontology which is generally applicable to use in archaeological and anthropological research.¹

Various parts of the skeleton, such as the skull, long bones and clavicle have been widely used to estimate the age of an individual in previous studies.²⁻⁴ However, in a severe disaster, bones are usually destroyed from severe burning, excessive humidity or burial effects on the corpse, while teeth usually survive, since the tooth is the strongest mineralized tissue in the body.⁵ Thus, teeth seem the best choice for age prediction among various mineralized tissues. Using teeth as an age predictor, quantification of secondary dentine deposition is an effective method to determine increasing age.^{6,7} Pulp to tooth area ratio (PTR) indirectly reflects secondary dentine deposition. This ratio can be measured from dental radiographs, as first described by Cameriere *et al.* in 2004.⁸ Cameriere *et al.* predicted sample age using an age estimation equation derived from the correlation between chronological age and PTR. Afterward, several studies in specific races used and tested Cameriere's method for age estimation in their populations.⁸⁻¹³ Some studies found that age estimation should be derived using equations which are generated for the specific populations.^{10,11,13}

In Thai population, there are several studies using dental radiographs for age estimation.¹⁴⁻¹⁶ However, to our knowledge, there is no published study using PTR to estimate individuals' age. The aim of this study was to develop an age estimation equation for Thai population using the segmented PTR (sPTR) method modified from the Cameriere's on the right maxillary

central incisor. In addition, the reliability of the age estimation equation was tested.

Materials and Methods

This study was approved by the Human Experimentation Committee of the Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Thailand (Clearance #24/2016).

Sample selection

In order to generate a regression equation, four hundred periapical radiographs, size 2 (31×41 mm), of the right maxillary central incisors from the samples aged more than 10 years old, recorded during 2010-2016, were randomly selected from the Oral and Maxillofacial Radiology Clinic, Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Thailand. The samples consisted of 163 men and 237 women aged ranging 10.03-81.61 years (mean=32.38±17.61 years). All images were taken by periapical paralleling technique and had optimal diagnostic quality. The right maxillary central incisors were fully erupted with complete root formation. The teeth showed no pathologies and/or abnormalities, such as dental caries, dental anomalies, crown and root fracture, root dilaceration, root resorption or tooth attrition. The teeth had no restorative materials in either crown or root.

Each radiograph was digitized using a digital camera (Nikon D90, 12.3 effective megapixels, Nikon corp., Shinagawa, Tokyo, Japan) with resolution of 4288×2848. Fixed source-film distance of 15 cm between the camera and all radiographs was performed for standardization. The digitized images were saved as JPEG files in gray scale format in a laptop computer (Lenovo V470, LenovoTM, Beijing, China) for further analysis. The monitor's resolution was 1366×768 pixel.

Measurement

The digitized image was imported into the

Microsoft paint program (Nasdaq “MSFT” @Microsoft, Redmond, Washington, USA) in order to measure the distance between the cemento-enamel junction (CEJ) and the root apex. The original digitized image was used without any enhancement. The tooth’s long axis was used as the reference, then the root length was divided by 3. Four horizontal lines were drawn to equally segment the root into 3 parts: the coronal, middle and apical thirds. Then, the segmented image was saved and imported to the Image J program (version 1.50i, National

Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA). Only the middle third of the pulp/tooth area was used for the measurements. Using the polygon selection tool, the outline of the tooth and the pulp were drawn with multiple points. The areas of pulp and tooth were then measured and recorded (Fig. 1). The ratio between the pulp and tooth areas, resulting in sPTR value, was calculated for each sample. All measurements were performed by one examiner.

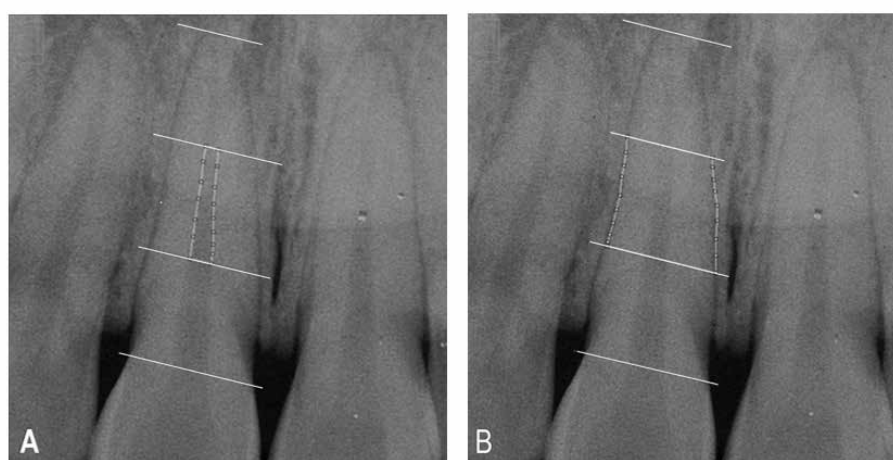


Figure 1 Pulpal area measurement (a); tooth area measurement (b)

Before the measurement session, a part of the calibration was done between the examiner and a 15-year experienced oral and maxillofacial radiologist. To test intra-examiner reproducibility, a random sample of 30 digital images were re-examined after an interval of two weeks using ICC statistical analysis.

Statistical analysis

Statistical analysis was processed using Statistical Program for Social Sciences (SPSS), Version 23 (IBM Company, Chicago, IL, USA). The normality of the data was tested. The differences between sPTR in male and female were analyzed using independent sample *t*-test. The relationship between the measured sPTR and the chronological age of the samples were analyzed using Pearson’s correlation. The significant level was set at

$p < 0.05$. A correlation coefficient was drawn and a simple regression model was constructed to generate a regression equation.

In order to test the validity of the regression equation, the equation was tested on another 103 samples in order to estimate the age. The predicted age was compared to the chronological age using Paired *T*-test. The mean difference value between the estimated and the chronological ages, the mean absolute error (MAE) and the standard error of prediction (SEP) were calculated. The mean difference value between the estimated and the chronological ages in 3 different age groups were also analysed for their differences using one-way ANOVA. The significant level was set at $p < 0.05$

Results

Distribution of the selected samples, aged ranging from 10.03-81.61 years, was grouped as shown in Table 1. The mean and standard deviation of the sPTR in male and female were 0.182 ± 0.042 and 0.181 ± 0.042 respectively. There was no significant differences between the sPTR value in male and female ($p=0.81$). Figure 2 shows a scattered plot of the age and the sPTR. The correlation coefficient was statistically significant, with $r=-0.86$ ($p=0.00$). The power regression model for the Thai sample yielded the following equation: $\text{Age}=0.790 \times \text{sPTR}^{(-2.059)}$. The coefficient of determination (R^2) was 0.82.

The ICC for intra examiner reproducibility was 0.97. Table 2 showed sample distribution in the tested group. For the tested group ($N=103$), the estimated ages

calculated from the equation were not significantly different from the chronological age ($p=0.16$). The mean difference value between the estimated and the chronological ages was -0.80. The mean absolute error (MAE) was 4.26 years. The standard error of prediction (SEP) was 5.70 years. Regarding to age distribution, mean error and standard deviation were shown in Table 3. The mean difference values between the estimated and the chronological ages of the middle to old adult age (≥ 36 years) was significantly different from those of the younger age groups ($p=0.00$). Age estimation calculated from the generated equation seemed to well predicted in the samples of age 10 to less than 36 years old. Whereas more errors were observed in the samples of age equal to or more than 36 years old.

Table 1 Sample distribution to formulate the equation

Age-group (years)	Males	Females	Total
Child & adolescent (10-20.99)	56	91	147 (36.75 %)
Young adult (21-35.99)	49	69	118 (29.50 %)
Middle to old adult (≥ 36)	58	77	135 (33.75 %)
Total	163	237	400 (100 %)

Table 2 Sample distribution of the tested group

Age-group (years)	Males	Females	Total
Child & adolescent (10-20.99)	10	29	39 (37.86 %)
Young adult (21-35.99)	9	23	32 (31.07 %)
Middle to old adult (≥ 36)	12	20	32 (31.07 %)
Total	31	72	103 (100 %)

Table 3 The different value between the estimated and the chronological ages of the tested group

Age-group (years)	N	Mean (years)	Standard deviation (SD)
Child & adolescent (10-20.99)	39	1.44	2.01
Young adult (21-35.99)	32	1.76	4.01
Middle to old adult (≥36)	32	-6.09	6.54

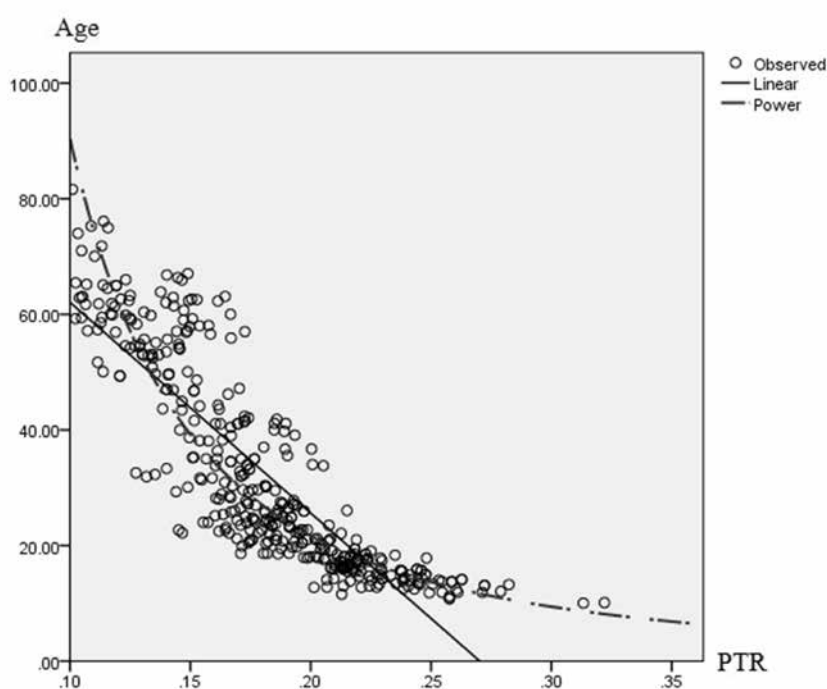


Figure 2 A scattered plot of the age and the pulp/tooth area ratio

Discussion

Our study proposed a measurement method for age estimation modified from the Cameriere study.⁸ Whereas the Cameriere study measured the PTR from the entire tooth from the incisal edge to the root apex, our study selected only the middle third of the root to be analyzed. The reason we analyzed the middle third of the root because the Cameriere method has some limitations. For example, in many cases of disaster, abuse, murder or accident, the crown of the tooth is

usually fractured or destroyed.¹⁷ In these cases, the Cameriere method cannot be applied. Moreover, the visualization of the pulp chamber and the apical third of the root canal boundaries are difficult to clarify. Our method used only the middle third of the root, which was clearly seen in both pulp and tooth. As a result, the correlation coefficient (r) in our study was high ($r=-0.86$). Previous studies in the populations of Egyptians and Indians using PTR to estimate the age from maxillary

central incisors showed lower correlation coefficients than the results from our study.^{9,18,19} However, the original study of Cameriere *et al.*,⁸ using right maxillary canines, showed a higher correlation coefficient ($r=-0.92$) than ours. These discordant findings may result from the differences in tooth types and ethnicity of each study.

We selected the upper right central incisor in our study instead of the canine for two reasons. First, complete root formation of the maxillary central incisor occurs earlier than that of the canine. The maxillary central incisor has complete root formation at approximately 9-10 years, whereas the maxillary canine has complete root formation at approximately 12-15 years of age.²⁰ Therefore, using the maxillary central incisor could estimate the sample's age in younger group. Second, the maxillary canine is located at the curvature of the dental arch, so the periapical radiograph in this area usually presents with overlapping. With this error, the measurement of PTR in the maxillary canine might not be accurate. Since previous studies on PTR for age estimation used only either left or right tooth for measurement have shown no significant differences between teeth of the left and the right side of the jaw,^{6,19} therefore we selected the right central incisor as a representative. Moreover, our equation can be used in both sexes since there was no significant difference between the sPTR measurements in male and female.

Age estimation in Thais using dental radiographs has been reported in a small number of studies.¹⁴⁻¹⁶ Those studies used crown and root development of a variety of tooth types for age prediction, particularly in children and adolescents. To our knowledge, this is the first study using the PTR for age estimation in Thai samples. The Cameriere method is widely used for age estimation in various races.⁸⁻¹³ The study by Babshet *et al.* reported MAE of 11.58 years using Cameriere's formula in Indians. They suggested that racial differences might be the cause of that large error.¹⁰ To resolve the problem, they generated their own equation to predict the age and found slight better results (MAE=10.76). Azevedo *et al.*

also showed that the equation generated from their study was more accurate than the Cameriere equation for age estimation when used with a group of Brazilian adults.¹¹ These findings support the need for a specific equation for each population.^{10,11,13} In our study the Thai equation using sPTR method showed MAE of 4.26 years. Overall, the mean difference value between the estimated and the chronological ages in the tested group was -0.80. However, the generated equation age prediction appeared to be more accurate in the younger age group (10 to less than 36 years old) than the older age group (more than 36 years old). In the younger group, the estimated age was less than 2 years overestimation. A study by Solheim in 1992 stated that there was a tendency of reduced speed of secondary dentin formation in the elderly group.²¹ This might be reasonable explanation why the age estimation using the sPTR, that reflects the secondary dentine deposition, in our older sample groups demonstrated poorer prediction.

Measurement of PTR in multiple teeth showed greater accuracy for age prediction than by using only one tooth type. Kavaal *et al.* found that the coefficient of determination for age estimation was strongest, when using the combination of the PTR of six teeth compared with the use of the PTR in only the mandibular canine.⁶ Babshet *et al.* found that using the PTR among the tooth combination of lateral incisor, first premolar and canine, gave higher correlation coefficient than using a single tooth type.²² In our study, we used only one tooth, the right maxillary incisor. In further studies, the use of multiple teeth is obviously needed to increase the prediction accuracy.

For clinical application, the sPTR we firstly proposed is another choice for age estimation in Thais using periapical dental radiographs. It uses only one central incisor and it could predict age in the population with broader age groups from children to old adults compared to other studies in Thai population. Recently, previous studies in Thais using third molars have

demonstrated accurate prediction the age in the population of 8 to 23 years old.^{15,16} Similarly, a study by Duangto *et al.* presented good result of age estimation in 6 to 15 years old samples using a Demirjian *et al.* seven teeth method.¹⁴ However, in real situation forensic odontologist tried to use many methods as much as possible in one case to minimize the error. This new method developed in this study can be one of the several methods available for forensic odontologists.

In conclusion, the sPTR on the maxillary central incisor we proposed in this study can be useful for age estimation in Thais, particularly in child and adolescent and young adult groups.

Acknowledgments

The authors wish to thank Dr. M. Kevin O Carroll, Professor Emeritus of the University of Mississippi School of Dentistry, USA and Faculty Consultant at Chiang Mai University Faculty of Dentistry, Thailand, for his assistance in the preparation of the manuscript.

References

1. Bblenkin MR. Forensic dentistry and its application in age estimation from the teeth using a modified Demirjian system. Available from: <http://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/669>. [last accessed on 2017. Nov 29].
2. Boyd KL, Villa C, Lynnerup N. The use of CT scans in estimating age at death by examining the extent of ectocranial suture closure. *J Forensic Sci* 2015;60:363-9.
3. Cardoso HF, Vandergugten JM, Humphrey LT. Age estimation of immature human skeletal remains from the metaphyseal and epiphyseal widths of the long bones in the post-natal period. *Am J Phys Anthropol* 2017;162:19-35.
4. Eimorsi DA, Eiatia HMA, Eimaadawy M, Tawfik AM, Batouty NM. Age estimation from ossification of the medial clavicular epiphysis by Computed Tomography. *Int J Morphol* 2015;33:1419-26.
5. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by peri-apical x-rays. *J Forensic Sci* 2007;52:166-70.
6. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 1995;74:175-85.
7. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms - a contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J Legal Med* 2005;119:27-30.
8. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *J Forensic Sci* 2004;49:1-3.
9. Zaher JF, Fawzy IA, Habib SR, Ali MM. Age estimation from pulp/tooth area ratio in maxillary incisors among Egyptians using dental radiographic images. *J Forensic Leg Med* 2011;18:62-5.
10. Babshet M, Acharya AB, Naikmasur VG. Age estimation from pulp/tooth area ratio (PTR) in an Indian sample: a preliminary comparison of three mandibular teeth used alone and in combination. *J Forensic Leg Med* 2011;18:350-4.
11. Azevedo Ade C, Alves NZ, Michel-Crosato E, Rocha M, Cameriere R, Biazevic MG. Dental age estimation in a Brazilian adult population using Cameriere's method. *Braz Oral Res* 2015;29:1-9.
12. Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth area in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int* 2009;193:128.e1-128.e6.
13. Misirlioglu M, Nalcaci R, Adisen MZ, Yilmaz S, Yorubulut S. Age estimation using maxillary canine pulp/tooth area ratio, with an application of Kvaal's methods on digital orthopantomographs in a Turkish sample. *Aust J Forensic Sci* 2014;46:27-38.
14. Duangto P, Janhom A, Prasitwattanaseree S, Mahakkanukrauh P, Iamaroon A. New prediction models for dental age estimation in Thai children and adolescents. *Forensic Sci Int* 2016;226:583.e1-583.e5.
15. Verochana K, Prapayastot S, Janhom A, Mahasantipiya PM, Korwanich N. Accuracy of an equation for estimating age from mandibular third molar development in a Thai population. *Imaging Sci Dent* 2016;46:1-7.
16. Duangto P, Iamaroon A, Prasitwattanaseree S, Mahakkanukrauh P, Janhom A. New models for age estimation and assessment of their accuracy using developing mandibular third molar teeth in a Thai population. *Int J Legal Med* 2017;131:559-68.
17. Olsburgh S, Jacoby T, Krejci I. Crown fractures in the permanent dentition: pulpal and restorative considerations. *Dent Traumatol* 2002;18:103-15.
18. Kinikar K, Prakash S, Gupta AK, Dhingra D. Estimation of age based on tooth: pulp area ratio of maxillary central incisor assessed in an Indian sample – an intraoral periapical radiographic study. *Int J Prev Clin Dent Res* 2016;3:102-9.
19. Dar MA, Nayyar AS. A comparative analysis between various

teeth in Kvaal's and Cameriere's methods of age estimation in a specific populace of Andhra Pradesh: an original study. *Int J Forensic Odontol* 2016;1:26-35.

20. Smith BH. Standard of human tooth formation and dental age assessment. *Adv Dent Anthropol* 1991:143-68.

21. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scans J Dent Res* 1992;100:193-9.

22. Babshet M, Acharya AB, Naikmasur VG. Age estimation in Indians from pulp/tooth area ratio of mandibular canines. *Forensic Sci Int* 2010;197:125.e1-125.e4.

Comparison of Four Different Types of Dental Floss in Plaque and Gingival Inflammation Reduction

Supranee Benjasupattananan¹ and Lily See¹

¹Department of Periodontology, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University

Abstract

The aim of this study was to assess whether a reference manual toothbrush alone and in conjunction with variable width of floss would have different efficacy in plaque removal or result in different amounts of reduction of gingival inflammation. The randomized, controlled, double blind examiner, two-period crossover study examined floss efficacy in 34 healthy subjects following use of a standardized manual toothbrush alone and in combination with four floss products (Oral B® Essential floss, Oral B® Satin floss, Sparkle® expanded floss, Paldent® expanded floss). The gingival index score (Löe and Silness) and Rustogi Modified Navy plaque index score were examined. The results presented that mean gingival index score reductions (baseline minus endpoint) were as follows: 0.4628, 0.5005, 0.3818, and 0.3923 for the toothbrush in combination with Oral B® Essential floss, Oral B® Satin floss, Sparkle® expanded floss, and Paldent® expanded floss, respectively. Mean plaque reductions in floss contact areas were as follows: 0.3475, 0.3096, 0.3159, and 0.198 for toothbrush in combination with Oral B® Essential floss, Oral B® Satin floss, Sparkle® expanded floss, and Paldent® expanded floss, respectively. No statistically significant differences were found between any pairs of floss. All four floss treatments showed greater ($p<0.05$) plaque removal and reduction in gingival inflammation than toothbrush alone. In conclusion, all four floss products in combination with a manual toothbrush removed plaque significantly better than the toothbrush alone. Among floss types, there were no significant treatment differences.

Keywords: Clinical trial, Dental floss, Gingival inflammation, Plaque control

Received Date: Sep 22,2017

Accepted Date: Jan 29,2018

doi: 10.14456/jdat.2018.14

Correspondence to:

Supranee Benjasupattananan. Department of Periodontology, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University 52/347 Muang-Ake, Phaholyothin Road, Lak-Hok, Muang, Pathumthani 12000 Thailand Tel: 085 109 2515 Fax: 02 997 2200 # 4321 Email: supranee.b@rsu.ac.th

Introduction

Present day, it has become common knowledge that the presence and persistence of dental plaque is associated with inflammatory periodontal disease.¹⁻³ Dental plaque is defined clinically as a structured, resilient, yellowish grey substance that adheres tenaciously to the intraoral hard surfaces. It is primarily composed of bacteria in a matrix of salivary glycoproteins and extracellular polysaccharides.³ Mechanical removals, more specifically tooth brushing in conjunction with flossing, remains the primary method of controlling supragingival accumulations.⁴ Tooth brushing alone does not effectively reach the interproximal areas of the dentition thus necessitate the use of dental floss to clean these areas.⁴ As interdental spaces are difficult to access, soft and/or hard deposits tend to accumulate in these areas in almost all patients. In addition, periodontal and gingival lesions are predominantly observed at these sites.^{4,5} Therefore, interproximal cleaning represents an important aspect of oral self-care and dental floss has a positive effect on the removal of plaque. Nevertheless, questions of what kind of floss would be most effective in the removal of interdental plaque or whether there is any statistically significant difference between different types of floss still remain unanswered.

There have been previous studies comparing different floss types, each using various designs and plaque indices, and these studies all demonstrated that floss had efficacy at plaque removal; however, significant difference between floss types were not found.⁶⁻⁹ Nevertheless, there is limited number of reported trials available comparing efficacy of different commercial flosses and there is a continually growing number of new interdental cleaning aids in the market. Additional research is warranted to evaluate the relative plaque removal benefits of common floss types.¹⁰ Understanding the impact of floss design (material, coating, shape, etc.) on gingival health provides evidence to help dental professionals make informed home care recommendations

to patients.

The aim of this study was to assess whether a reference manual toothbrush alone and in conjunction with variable diameters of floss would have different efficacy in plaque removal or result in different amounts of reduction of gingival inflammation.

Materials and Methods

The study proposal was approved by the Ethical Committee Board of Rangsit University (RSEC 15/2014). This randomized controlled clinical study was conducted on University students of Rangsit University, age range of 18 to 25 years. In total 34 participants with excellent health (14 male and 20 female) were randomized recruited into the study. Written informed consent was obtained from all the participants. The dentition was further screened for a minimum of 20 natural teeth with closed contacts (excluding 3rd molars) and for mild to no visible calculus accumulations. Each test site consisted of two adjacent teeth with unrestored interproximal surfaces with closed contact and without caries. However, restorations were permissible if they did not interfere with plaque as determined by examiner discretion. Probing depths at all four sites within each interproximal unit test site were less than 4 mm.

The study was based on a single examiner-blind, randomized cross over design to examine the efficacy of the four dental flosses in reduction of plaque and inflammation after a period of home use. The parameter measurements were repeated on one randomly selected participant for each five participants in order to estimate the intra-examiner reliability by calculating the intraclass correlation coefficient, which was found to be 0.84. The study was divided into two sessions, in the first session testing two flosses and in the second session testing another two by means of a randomized split mouth technique (Fig. 1). Eligible participants were determined

at the entrance visit. At the entrance visit, an oral hard and soft examination, together with a medical history review, entrance Löe and Silness Gingival Index (GI)¹¹

and Rustogi Modified Navy Plaque Index score (RMNPI)¹² (Fig. 2) were conducted and recorded.

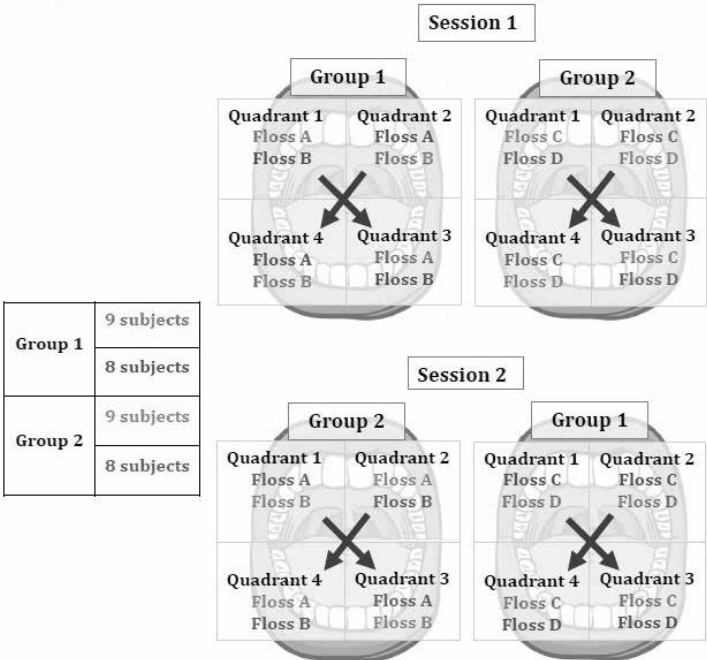


Figure 1 Split mouth design. First session: 9 participants from group 1 were asked to use dental floss A for quadrant 1, 3 and dental floss B for quadrant 2, 4. Eight participants from group 1 used dental floss A for quadrant 2, 4 and dental floss B for quadrant 1, 3. This protocol was also applied to group 2. Nine participants were asked to use dental floss C for quadrant 1, 3 and dental floss D for quadrant 2, 4. Eight participants used dental floss C for quadrant 2, 4 and dental floss D for quadrant 1, 3. After 2-week wash-out period, this shuffle protocol was conducted to second session too.

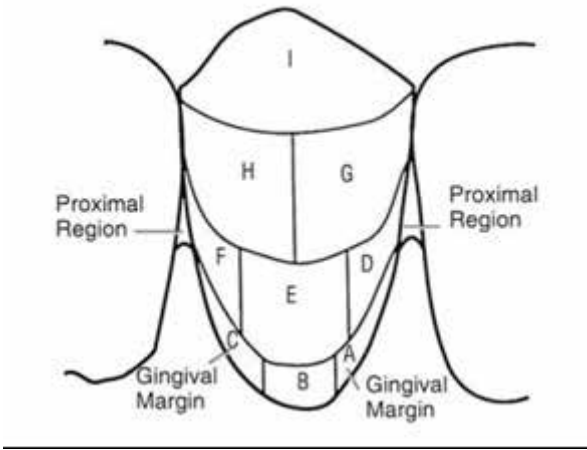


Figure 2 Rustogi Modified Navy Plaque Index (1992)¹². Plaque is assessed for each tooth area (A through I) and scoring as 0 = absent, and 1 = present. In this study, only area A, C, D and F were recorded as these are the areas contacted during proper flossing technique. (Modified from Rustogi KN et al 1992)

At the next visit, qualified subjects were randomized into 4 groups by simple random sampling method (picking lots). They were each given a standard toothbrush and toothpaste (Colgate® Total Pro gum health) and taught the Modified Bass Technique by means of a standard video and written instruction. They were required to use only the products given twice each day and to abstain from other oral hygiene products, including flossing, for two weeks. The following studied flosses were assigned to each group:

A: Waxed, Nylon, width 0.75 mm (Oral B® Essential Floss)

B: Waxed, Silk, sponge and expanding width 1-5 mm (Sparkle® White Dental floss)

C: Waxed, Nylon, width 1.6 mm (Oral B® Satin floss)

D: Waxed, Nylon, sponge and expanding width 1-3.5 mm (Paldent® Spongy floss)

After this, a new baseline was taken. This new baseline measured their GI, and RMNPI scores. At this visit, the first two flosses were given to the participants for use for three weeks, with random designations between patients of the two flosses for two quadrants each. From this point on, the participants were required use only the previously provided toothbrush and toothpaste twice a day, the designated dental floss once a day, and to abstain from other oral hygiene products for the duration of the study. They were taught the ADA flossing technique by demonstration on a model and given written instructions.

At the next visit, the subjects' RMNPI, and GI scores were re-assessed. Following, there was a two-week wash-out period where they abstained from flossing. During this wash out period, subjects continued to use the provided toothbrush and toothpaste, but abstain from flossing. At the next visit, a second baseline was taken, and the remaining two flosses were given to the subjects. Likewise, a randomized split mouth technique was used. After the course of three weeks, the subjects' RMNPI, and GI scores were recorded again.

Statistical Analysis

Following data collection, Kolmogorov-Smirnov test was used to test normal distribution in all data sets. As all data sets were normally distributed, paired *t*-tests were used to compare baseline RMNPI and GI scores and endpoint RMNPI and GI scores within groups. Subsequently, analysis of variance (ANOVA) was used to compare treatment for baseline RMNPI and GI scores and endpoint RMNPI and GI scores of the four groups. The Tukey test was used as the post hoc test. All statistical tests were two-sided and used a significance level of $p < 0.05$.

Results

Tooth brushing in conjunction with flossing, regardless of the floss used, demonstrated a statistically significant decrease in plaque and gingival scores in comparison to tooth brushing alone as shown in table 1-5. However, there were no statistically significant differences between any floss group means for either GI or RMNPI as determined by one-way ANOVA (GI $p = 0.081$; RMNPI $p = 0.234$). Similarly, the proximal GI, and separated mesial and distal GI also showed no statistically significant differences between any floss groups as determined by one-way ANOVA (Proximal GI $p = 0.715$; Mesial GI $p = 0.937$; Distal GI $p = 0.752$). However, there was a statistically significant difference between floss groups for cervical RMNPI as determined by one-way ANOVA (Cervical RMNPI $p = 0.49$). Post hoc analyses were conducted given the statistically significant omnibus ANOVA F test. Specifically, Tukey tests were conducted on all possible pairwise contrasts.

Ultimately no pairs of groups were found to be significantly different. The incisal RMNPI also showed no significant difference between floss groups. Additional tests were conducted, yet all yielded the same results and demonstrated no statistically significant difference between floss groups.

Table 1 The comparison of the reduction of mean gingival index scores

Total GI	N	GI (mean \pm SD)		
		Baseline Score	Endpoint Score	Difference
Floss A	34	0.691 \pm 0.168	0.228 \pm 0.199	-0.463**
Floss B	34	0.714 \pm 0.160	0.214 \pm 0.197	-0.500**
Floss C	34	0.680 \pm 0.220	0.298 \pm 0.142	-0.382**
Floss D	34	0.694 \pm 0.189	0.302 \pm 0.125	-0.392**

** means a statistically significant difference was found between the baseline and endpoint (p value = 0.001)

Table 2 The comparison of the reduction of mean Rustogi Modified Navy Plaque Index scores at contact areas A, C, D and F (mean MPI)

Total RMNPI	N	(mean \pm SD)		
		Baseline Score	Endpoint Score	Difference
Floss A	34	0.753 \pm 0.109	0.406 \pm 0.297	-0.347**
Floss B	34	0.719 \pm 0.135	0.409 \pm 0.277	-0.310**
Floss C	34	0.734 \pm 0.149	0.418 \pm 0.258	-0.316**
Floss D	34	0.647 \pm 0.158	0.449 \pm 0.241	-0.198**

** means a statistically significant difference was found between the baseline and endpoint (p value = 0.001)

Table 3 The comparison of the reduction of Incisally-located RMNPI scores at contact areas (areas D and F, see in Fig 2)

Incisal MNPI	N	mean \pm SD		
		Baseline Score	Endpoint Score	Difference
Floss A	34	0.778 \pm 0.106	0.452 \pm 0.326	-0.326**
Floss B	34	0.758 \pm 0.110	0.443 \pm 0.304	-0.315**
Floss C	34	0.736 \pm 0.151	0.502 \pm 0.280	-0.234**
Floss D	34	0.704 \pm 0.150	0.508 \pm 0.270	-0.196**

** means a statistically significant difference was found between the baseline and endpoint (p value = 0.001)

Table 4 The comparison of the reduction of Cervically-located RMNPI scores at contact areas (areas A and C, see in Fig 2)

Cervical RMNPI	N	mean \pm SD		
		Baseline	Endpoint	Difference
Floss A	34	0.733 \pm 0.135	0.360 \pm 0.277	-0.373**
Floss B	34	0.684 \pm 0.174	0.375 \pm 0.258	-0.309**
Floss C	34	0.596 \pm 0.221	0.409 \pm 0.225	-0.187**
Floss D	34	0.590 \pm 0.189	0.385 \pm 0.216	-0.205**

** means a statistically significant difference was found between the baseline and endpoint (p value = 0.001)

Table 5 The comparison of the reduction of proximal GI scores

GI proximal	N	mean ± SD		
		Baseline	Endpoint	Difference
Floss A	34	0.708±0.242	0.238±0.210	-0.470**
Floss B	34	0.792±0.261	0.268±0.193	-0.524**
Floss C	34	0.776±0.224	0.319±0.155	-0.457**
Floss D	34	0.761±0.142	0.278±0.191	-0.483**

** means a statistically significant difference was found between the baseline and endpoint (p value = 0.001)

Discussion

The use of dental floss has been general accepted as an effective method for interdental plaque removal.¹³⁻¹⁴ In the current market, dental flosses come in a variety of shapes and materials. Based on dental floss material, dental floss may be composed of nylon, Teflon, or silk. Furthermore, these flosses may be waxed or unwaxed.¹⁵ Waxed flosses have a light wax coating which helps makes it less likely to break but may make it harder to use in tight spots. Unwaxed flosses better fit into tight spaces; however, they are more prone to shedding or breaking. Nylon is defined as a fiber forming substance of a long-chain synthetic polyamide. It is made of about 35 strands twisted together. Teflon is the trade name of a polymer of polytetrafluoroethylene (PTFE). The polymer is melted into a paste and stretched into a long, thin strand. The polymer is then expanded into one or more directions. Silk is a natural protein fiber that has soft texture with very low abrasion. Other types of floss include is expanding floss and super floss. They tend to be composed of texturized yarn. A textured yarn is comprised of long, parallel filaments, which are lightly twisted or interlaced to give coherence. This technology was adapted in the production expanding dental floss, which uses interlaced filaments to increase the bulk of floss. Initially, as the floss is coated with wax, it will have a smaller diameter, similar to that of typical floss. However, contact with saliva will cause the floss to expand. Additionally, friction caused by

running the floss between teeth can also cause this type of floss to expand. This expansion is believed to produce better results and more effective flossing, as expanding flosses are thought to clean more surfaces and wider spaces more thoroughly than other types of floss. Super flosses are also made from yarn-like material but have stiffer sections on each end that can be used to clean around braces or dental bridges.

The finding of this study concurred with those of previous studies in that there was a significant difference between toothbrushing alone and toothbrushing in conjunction with flossing.^{12,16-20} It is evident that plaque control by tooth brushing alone is not sufficient in maintaining gingival health and that it needs to be used in conjunction with dental aids. Interdental cleansing aids such as flosses, interproximal brushes, etc. are recommended for routine oral hygiene practice (WHO).²¹ Previous clinical studies have compared the difference in plaque removal between waxed and unwaxed floss by Lamberts *et al*¹⁷, the effectiveness of variable diameters with unwaxed floss⁸, waxed floss, dental tape, and Superfloss¹⁶, nylon waxed and expanded polytetrafluoroethylene-type floss by Ciancio *et al*⁶, toothpicks, single-tufted brush, and dental floss¹⁹, traditional floss and a flossette and a pick by Cronin & Conforti²⁰, plaque removal efficacy between unwaxed, woven, shred-resistant floss, and a powered flosser by Terezhalmay *et al*⁹ presented no statistically significant

differences were found between groups. The study by Gjermo & Flotra¹⁹ concluded that there was a significant difference between dental floss and toothpicks, with dental floss achieving the superior outcome. It was also found that dental floss and interdental brushes proved to be appropriate for different scenarios. Interdental brushes being well-suited to wide interdental spaces. Accordingly, case evaluation is imperative for recommendation of the most appropriate interdental appliance. In the study by Terezhalmay *et al*⁹, reported no significant difference was found between the conventional floss groups. However a statistically significant difference was found between the powered flosser and conventional flosses. The powered flosser may prove to be an interesting option in future recommendations for patients; however, its availability and price may prove to be an obstacle and limitation.

Findings from this clinical study contribute to the current literature on interdental cleaning aids, a body of research that is relatively sparse compared to reports on toothbrushes and other plaque-control products. With the growing number of innovations in dental floss products, evaluations of their comparative effectiveness are needed to assist dental professionals in making evidenced-based recommendations. However, additional research is needed to establish a clear relationship for specific flossing aids. Based on the research available, it can be concluded that when giving advice for dental care for interdental areas, it is adequate to allow the patient to use any floss of their preference, to allow ease of use and mouth comfort. Nonetheless, the importance of patient compliance cannot be reiterated enough as flossing frequency, duration, technique, and consistency are recognized to affect “real world” results. Thus, the role of oral hygiene instruction is vital in the maintenance of periodontal health and prevention of interproximal caries. It is important to note that the conventional dental floss may not be the ideal interdental aid for every interproximal site and scenario. Each patient and interproximal scenario should be evaluated

separately and recommendations should be made accordingly.

Conclusion

All four floss products in a variety of shape, used after brushing with a manual toothbrush, resulted in a significantly greater reduction of plaque and gingival inflammation in comparison to the toothbrush alone. However, no significant differences were found between four floss types.

Acknowledgements

We would like to express our gratitude to Dr. Kamonmard Mounghong, Dr. Non Ninwichien, Dr. Jidapa Inchat, Dr. Parawee Kongkhan and Dr. Napang Thenwong for their helpfulness of clinical data work on this project.

References

1. Brown LJ, Löe H. Prevalence, extent, severity and progression of periodontal disease. *Periodontology* 2000 1993;2:52-71.
2. Slots J, Listgarten MA. Bacteroides gingivalis, Bacteroids intermediate and Actinobacillus actinomycetemcometans in human periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1988;15:85-93.
3. Socransky SS. Relationship of bacterial to the etiology of periodontal disease. *J Dent Res* 1970;49:203-22.
4. Berchier CE, Slot DE, Haps S, Van der Weijden GA. The efficacy of dental floss in addition to a toothbrush on plaque and parameters of gingival inflammation: a systematic review. *Int J Dent Hyg* 2008;6:265-79.
5. Ashwath B, Vijayalakshmi R, Arun D, Kumar V. Site-based plaque removal efficacy of four branded toothbrushes and the effect of dental floss in interproximal plaque removal: a randomized examiner-blind controlled study. *Quintessence int* 2014;45:577-84.
6. Ciancio SG, Shibly O, Farber GA. Clinical evaluation of the effect of two types of dental floss on plaque and gingival health. *Clin Prev Dent* 1992:14-8.
7. Hill HC, Levi PA, Glickman I. The effect of waxed and unwaxed dental floss on interdental plaque accumulation and interdental

gingival health. *J Periodontol* 1973;44:411-3.

8. Stevens AW Jr. A comparison of the effectiveness of variable diameter vs. unwaxed floss. *J Periodontol* 1980;51:666-67.

9. Terezhalmy GT, Bartizek RD, Biesbrock AR. Plaque-removal efficacy of four types of dental floss. *J Periodontol* 2008;79:245-51.

10. Lobene RR, Soparkar PM, Newman MB. Use of dental floss. Effect on plaque and gingivitis. *Clin Prev Dent* 1982;4:5-8.

11. L  , H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. Prevalence and severity *Acta Odont Scand* 1963;21:533-51.

12. Rustogi KN, Curtis JP, Volpe AR, Kemp JH, McCool JJ, Korn LR. Refinement of the modified Navy plaque index to increase plaque scoring efficacy in gumline and interproximal tooth areas. *J Clin Dent* 1992;3:9-12.

13. Axelsson P. Preventive materials, methods and programs. Hanover, IL; Quintessence Publishing Co. Inc., 2004

14. Waerhaug J. Healing of the dento-epithelial junction following the use of dental floss. *J Clin Periodontol* 1981;8:144-150

15. Darby M, Walsh M. Dental Hygiene Theory and Practice. 3rd Ed. Saunders Elsevier;2010:402-410

16. Salvi GE, Della Chiesa A, Kianpur P, Attstrom R, Schmidlin K,

Zwahlen M, *et al.* Clinical effects of interdental cleaning on supragingival biofilm formation and development of experimental gingivitis. *Oral Health Prev Dent* 2009;7:383-91.

17. Lamberts DM, Wunderlich RC, Caffesse RG. The effect of waxed and unwaxed dental floss on gingival health. Part I. Plaque removal and gingival response. *J Periodontol* 1982;53:393-96.

18. Ong G. The effectiveness of 3 types of dental floss of interdental plaque removal. *J Clin Periodontol* 1990;17:463-66.

19. Gjermo P, Flotra L. The effect of different methods of interdental cleaning. *J Periodontol Res* 1970;5:230-36.

20. Cronin MJ, Dembling W, Conforti NJ, Liebman J, Cugini M, Warren PR. A single-use and 3-month clinical investigation of the comparative efficacy of a battery-operated power toothbrush and a manual toothbrush. *Am J Dent* 2001;14:19B-24B.

21. Lang NP, Cumming BR, L   H. Proceedings of the European Workshop on Mechanical Plaque Control. Berlin: Quintessence Publishing Co. Inc.,1998.

22. Claydon NC. Current concepts in toothbrushing and interdental cleaning. *Periodontol 2000* 2008;48:10-22

การสำรวจการปฏิบัติตนของทันตแพทย์ต่อแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม The Survey of Practice among Dentists on Dental Safety Goals and Guidelines (DSGG)

ประธานพร อาริราชการณย์¹, ชุมพล ชมะโชติ², นิภาภัทร ชิตชูตระกูล³, ภัณฑภา คุณธนนิธิ³, ภัณฑิรา เชื้อทองฮัว³
และผกาภรณ์ พันธวุฒิ พิศาลธูรกิจ⁴

Pratanporn Arirachakaran¹, Chumphon Chamachot², Niphaphat Chitchutrakul³, Phanthapha Khunthananithi³, Phanthira Chuethonghua³ and Pagaporn Pantuwadee Pisarnturakit⁴

¹ศูนย์ทันตกรรม โรงพยาบาลกรุงเทพ กรุงเทพฯ

¹Dental Center, Bangkok Hospital, Bangkok

²สถาบันบำบัดรักษาและฟื้นฟูผู้ติดยาเสพติดแห่งชาติบรมราชชนนี จังหวัดปทุมธานี

²Princess Mother National Institute on Drugs Abuse Treatment, Pathumthani

³คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

³Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

⁴ภาควิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

⁴Department of Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมของทันตแพทย์ไทยในโรงพยาบาลของรัฐทันตแพทย์หนึ่งคนในแต่ละโรงพยาบาลของรัฐในประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 855 โรงพยาบาล ได้รับจดหมายแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษานี้ และเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมการศึกษาทางไปรษณีย์ และแนบลิงค์สำหรับเข้าทำแบบสอบถามออนไลน์ แบบสอบถามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมของทันตแพทย์ไทยแบ่งเป็น 5 หมวด ดังนี้ การสื่อสารเพื่อการรับรู้และความเข้าใจ การให้การรักษอย่างปลอดภัย การควบคุมการติดเชื้อ การบันทึกข้อมูลสำคัญและการจัดการความเสี่ยง แบบสอบถามเป็นมาตรวัดลิเคิร์ตที่มี 4 ตัวเลือกตั้งแต่ 0 ถึง 3 ผู้ไม่ตอบแบบสอบถามจะได้รับจดหมายเตือนหลังจากจดหมายฉบับแรกสองสัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 22.0 ทันตแพทย์ตอบแบบสอบถามจำนวน 227 คน อัตราการตอบแบบสอบถามคิดเป็นร้อยละ 26.5 ผู้ตอบแบบสอบถามมาจากทุกภูมิภาคของประเทศไทย ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนร้อยละ 57 เคยเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสำรวจแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมในสองปีที่ผ่านมา ผลการศึกษาพบว่าทันตแพทย์บันทึกผลการซักประวัติความเจ็บป่วยตามแนวทางปฏิบัติมากที่สุด (2.90 ± 0.22 คะแนน) และทันตแพทย์ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการดูแลสุขอนามัยของทางเดินหายใจน้อยที่สุด (1.58 ± 1.13 คะแนน) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าทันตแพทย์ส่วนใหญ่ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม

คำสำคัญ: แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม, ทันตแพทย์, ความรู้, การปฏิบัติ, โรงพยาบาลของรัฐ

Abstract

This study aimed to survey and evaluate knowledge and practice of Dental Safety among Thai Dentists in public hospitals. Eight hundred and fifty-five dentists representing 855 public hospitals were asked to complete the online-survey questionnaire enclosed with details of the study along with the consent letter. The questionnaire regarding Dental Safety Goals and Guidelines (DSGG) classified into 5 categories- Safe Communication, Safe Dental Treatment, Safe Infection Control, Safe Record and Risk Management. Response options were graded on a 4-point-Likert scale ranging from 0 to 3. The non-respondents received a reminder email after the second week. The data was analyzed by descriptive statistics using Statistical Package for Social Science (SPSS, version 22.0). Two hundred and twenty-seven dentists returned the DSGG questionnaire. A response rate of 26.5 % was achieved. Participants were in hospitals in every region of Thailand. Approximately 57 % of them were DSGG-survey-participants in the last two years. The results indicating the highest DSGG compliance is Patient Medical History taking (score=2.90±0.22) and the lowest DSGG compliance is Respiratory Hygiene (score=1.58±1.13). The overall responses indicated that most dentists had good practice in regards to DSGG.

Keywords: Dental safety goals and guidelines, Dentist, Knowledge, Practice, Public hospital

Received Date: Oct 3,2017

Accepted Date: Jan 22,2018

doi: 10.14456/jdat.2018.20

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ผกาภรณ์ พันธวุฒิกิจ ภาควิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 0-2218-8545 โทรสาร: 0-2218-8545 อีเมล: pagaporn.p@chula.ac.th

Correspondence to:

Pagaporn Pantuwadee Pisarnurakit. Department of Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry Dunant Road, Pathumwan Bangkok 10330 Thailand Tel.0-2218-8545 Fax: 0-2218-8545 E-mail pagaporn.p@chula.ac.th

บทนำ

การรักษาผู้ป่วยอย่างปลอดภัยถือเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของทันตแพทย์ทุกคน ปัจจุบันนี้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยในการรักษาผู้ป่วย เช่น องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้มีการออกแบบสำรวจและสร้างมาตรฐานการให้การรักษารูปแบบอย่างปลอดภัย^{1,2} มีรายงานการเกิดข้อผิดพลาดในการให้บริการทางการแพทย์³⁻⁶ และทันตแพทย์⁷จากหลายประเทศ ซึ่งความผิดพลาดในการให้บริการทางการแพทย์มักเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์ สภาวะการทำงานที่ไม่เหมาะสมหรือการจัดการระบบที่ไม่เหมาะสม^{8,9} ที่อาจส่งผลกระทบต่อมุมมองของผู้ป่วยต่อภาพลักษณ์ในวิชาชีพทางการแพทย์ อาจทำให้ความน่าเชื่อถือลดลงและมีข้อสงสัยเกี่ยวกับ

มาตรฐานความปลอดภัยในการเข้ารับการรักษา และได้มีการพัฒนาแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย^{2,10-14} และการให้ความรู้แก่นักศึกษาและบุคลากรทางการแพทย์^{1,9,15-18}

ปัจจุบันได้มีแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม¹¹ (Thai Dental Safety Goals & Guidelines 2010) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับทันตแพทย์นำไปใช้หรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ทั้งด้านการสื่อสารเพื่อการรับรู้และความเข้าใจ การให้การรักษารูปแบบอย่างปลอดภัย การควบคุมการติดเชื้อ และการบันทึกข้อมูลสำคัญอย่างครบถ้วน หากมีการกระตุ้นให้บุคลากรทางการแพทย์ทุกคนเรียนรู้และนำมาปฏิบัติอย่างเป็นกิจวัตรจะเป็นประโยชน์ต่อวงการทันตแพทย์ การแพทย์ และผู้ป่วย แต่ปัญหาที่พบคือยังขาด

การทบทวน ความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้จริง ทันตแพทยสภาจึงได้จัดทำแบบสำรวจมาตรฐานความปลอดภัยทางทันตกรรมของประเทศไทย โดยส่งแบบสอบถามไปตามโรงพยาบาลต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รวมถึงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัย แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการประเมินผล ดังนั้นการปรับปรุงแบบสอบถามซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการเก็บข้อมูล ให้มีประสิทธิภาพ แจกแจงรายละเอียดคำถามอย่างเหมาะสม ครอบคลุมทุกประเด็นจะช่วยให้ประเมินผลได้ชัดเจน และสามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุนำไปสู่การปรับปรุงแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมของไทยต่อไปในอนาคต

การศึกษานี้มุ่งหวังเพื่อสำรวจการปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมของทันตแพทย์ไทยที่ปฏิบัติงานในประเทศไทยเพื่อทราบถึงระดับมาตรฐานของทันตแพทย์ไทยในด้านความปลอดภัยทางทันตกรรม ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปกระตุ้นให้ทันตแพทย์มีความตระหนักถึงความปลอดภัยในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรม และปรับปรุง หรือส่งเสริมมาตรฐานความปลอดภัยในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรม

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) ที่ใช้ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามชนิดตอบด้วยตนเอง โดยขอให้ทันตแพทย์ 1 คนในแต่ละโรงพยาบาลเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยส่งจดหมายทางไปรษณีย์ แสดงรายละเอียดของการศึกษาและเอกสารยินยอมเข้าร่วมการศึกษา พร้อมแนบลิ้งค์เพื่อเข้าทำแบบสอบถามออนไลน์ “<http://goo.gl/forms/xVHPtiDquu>” ไปยังโรงพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขทุกแห่งในประเทศไทย (13 เขตสุขภาพ) จำนวน 855 แห่ง และ จัดส่งจดหมายไปยังโรงพยาบาลที่ไม่ตอบแบบสอบถามภายใน 2 สัปดาห์ รวมกำหนดระยะเวลาการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2015-051)

แบบสอบถามออนไลน์ พัฒนามาจากแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม¹¹ และการสำรวจแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมครั้งก่อนหน้า^{19,20} โดย

แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ ชื่อโรงพยาบาล จังหวัด และ เขตสุขภาพ และ 2) คำถามเกี่ยวกับมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทาง ทันตกรรม 5 หมวด (119 คำถาม) ดังนี้ 2.1) การสื่อสารเพื่อการรับรู้และความเข้าใจ (Safe Communication (SC); 12 คำถาม) เป็นคำถามเกี่ยวกับการสื่อสารกับผู้ป่วยและญาติเกี่ยวกับวิธีการ ทางเลือก ผลลัพธ์ ความเสี่ยง ค่าใช้จ่าย และภาวะแทรกซ้อนของการรักษา 2.2) การให้การรักษอย่างปลอดภัย (Safe Treatment (ST); 32 คำถาม) เป็นคำถามเกี่ยวกับ การให้การวินิจฉัย ความพร้อมของผู้ป่วย การรักษาผู้ป่วยอย่างปลอดภัย และความพร้อมอุปกรณ์กรณีเกิดภาวะฉุกเฉิน 2.3) การควบคุมการติดเชื้อ (Safe Infection Control (SI); 60 คำถาม) เป็นคำถามเกี่ยวกับการล้างมือ การสวมอุปกรณ์ป้องกันตนเอง การเตรียมเครื่องมือ และการดูแลพื้นผิวในบริเวณที่ให้การรักษา การฉีดยาอย่างปลอดภัย การควบคุม การติดเชื้อ การดูแลขยะ และมาตรการเสริมอื่น ๆ 2.4) การบันทึกข้อมูลสำคัญ (Safe Record (SR); 10 คำถาม) เป็นคำถามเกี่ยวกับการบันทึกเวชระเบียน และ 2.5) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management (RM); 5 คำถาม) เป็นคำถามเกี่ยวกับการค้นหา ความเสี่ยงและการวิเคราะห์อุบัติการณ์เพื่อการเรียนรู้

แบบสอบถามส่วนคำถามเกี่ยวกับมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม มีคำตอบ 2 ชนิด และให้คะแนนแตกต่างกัน ดังนี้ 1) มาตรวัดลิเคิร์ต (Likert Scale) ประเมินความถี่ของการปฏิบัติ มีคะแนน 0-3 และมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้ คะแนน 0 คือ ไม่เคยปฏิบัติหรือปฏิบัติน้อยมาก ร้อยละ 0 ถึง 25, คะแนน 1 คือ ปฏิบัติบางครั้ง ร้อยละ 25 ถึง 50, คะแนน 2 คือ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ร้อยละ 50 ถึง 75, คะแนน 3 คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ร้อยละ 75 ถึง 100; และ 2) คำตอบ 2 ตัวเลือก (มี/ใช่-ไม่มี/ไม่ใช่) ประเมินการมีอยู่ของมาตรการเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมต่างๆ มีคะแนน 0-1 และมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้ คะแนน 0 คือ ไม่มี/ไม่ใช่, คะแนน 1 คือ มี/ใช่

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เอสพีเอสเอสฟอร์วินโดวส์ เวอร์ชัน 22.0 (IBM SPSS version 22.0) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมแต่ละหมวด หรือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้งหมด เพื่อประเมินการปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมของทันตแพทย์ไทย

ผลการศึกษา

ทันตแพทย์จาก 227 โรงพยาบาล ตอบแบบสอบถาม กลับมาภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ อัตราการตอบกลับ แบบสอบถามคิดเป็นร้อยละ 26.5 โรงพยาบาลในเขตสุขภาพที่

12 และ 4 เป็นเขตที่มีจำนวนตอบกลับ (34 และ 27 ตามลำดับ) และอัตราการตอบกลับ (ร้อยละ 44 และ 38 ตามลำดับ) มากที่สุด ส่วนเขตที่ไม่มีการตอบกลับ คือ เขตสุขภาพที่ 13 ดังตารางที่ 1

Table 1 Province in each Health district and their responses

Health District	Provinces in each health district				Responses	
					Frequency	Percentage
1	Chiang Mai	Chiang Rai	Phayao	Lampang	25	24.51
	Mae Hong Son	Lamphun	Phrae	Nan		
2	Phitsanulok	Phetchabun	Tak	Sukhothai	7	14.89
	Uttaradit					
3	Nakhon Sawan	Uthai Thani	Chai Nat	Phichit	4	7.41
	Kampaeng Phet					
4	Phra Nakhon Si Ayutthaya	Saraburi	Lop Buri	Sing Buri	27	38.03
	Pathum Thani	Ang Thong	Nonthaburi	Nakhon Nayok		
5	Samut Songkhram	Samut Sakhon	Ratchaburi	Kanchanaburi	21	31.82
	Prachuap Khiri Khan	Nakhon Pathom	Suphan Buri	Phetchaburi		
6	Cha Choeng Sao	Chanthaburi	Rayong	Chon Buri	16	21.92
	Samut Prakan	Prachin Buri	Trat	Sa Kaew		
7	Maha Sarakham	Kalasin	Khon Kaen	Roi Et	19	24.68
8	Sakon Nakhon	Loei	Nong Khai	Udon Thani	12	13.64
	Nongbua Lumphoo					
9	Nakhon Ratchasima	Chaiyaphum	Buri Ram	Surin	23	25.84
10	Ubon Ratchathani	Mukdahan	Yasothon	Si Sa Ket	13	18.31
	Umnad Chareun					
11	Surat Thani	Phuket	Krabi	Phang Nga	26	32.50
	Nakhon Si Thammarat	Chumphon	Ranong			
12	Song Khla	Trang	Narathiwat	Pattani	34	43.59
	Phatthalung	Yala	Satun			
13	Bangkok				0	0

ค่าเฉลี่ยของคะแนนคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม 5 หมวด (119 คำถาม) ดังนี้ หมวดที่ 1 การสื่อสารเพื่อการรับรู้และความเข้าใจ (Safe Communication (SC); 12 คำถาม) แบ่งเป็น 3 หมวดย่อยดังนี้ 1.1) ผู้ป่วยและญาติเข้าใจวิธีการรักษา ทางเลือกในการรักษา ผลลัพธ์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น (3 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 9.36 1.2) ผู้ป่วยและญาติรับทราบถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น ตามแผนการรักษาที่วางแผนร่วมกับทันตแพทย์ ก่อนการรักษา (2

คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 5.28 1.3) เมื่อมีภาวะแทรกซ้อนหรือความไม่สมบูรณ์ของการรักษา ผู้ป่วย ญาติหรือผู้ปกครองต้องได้รับทราบ และเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งพยากรณ์โรคและแนวทางการรักษาที่จะได้รับคำอธิบายต่าง ๆ (5 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 13.92 หมวดที่ 2 การให้การรักษาย่างปลอดภัย (Safe Dental Treatment (ST); 32 คำถาม) แบ่งเป็น 5 หมวดย่อยดังนี้ 2.1) ถูกคน ถูกตำแหน่ง (4 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 9.01 2.2) ผู้ป่วยมีความพร้อมด้านสุขภาพร่างกายในการรับการรักษาทางทันตกรรม

(4 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 11.59 2.3) ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยที่เหมาะสมและได้รับการรักษาที่ปลอดภัย (8 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 19.97 2.4) ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะฉุกเฉิน ได้รับการรักษาภายใต้บุคลากรที่มีความสามารถ และมีความพร้อมของอุปกรณ์ ยา (7 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 8.00 2.5) ผู้ป่วยเด็กหรือผู้ป่วยพิเศษ ควรได้รับการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการรักษา (7 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 14.08 หมวดที่ 3 การควบคุมการติดเชื้อ (Safe Infection Control (SI); 60 คำถาม) แบ่งเป็น 10 หมวดย่อยดังนี้ 3.1) การล้างมือ (6 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 10.76 3.2) การสวมอุปกรณ์ป้องกันตนเองเพื่อป้องกันการติดเชื้อระหว่างผู้ป่วยและผู้ให้การรักษา (14 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 39.67 3.3) การเตรียมเครื่องมือที่ใช้บำบัดรักษาผู้ป่วย (12 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 27.81 3.4) การดูแลพื้นผิวในบริเวณที่ให้การรักษา (5 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 12.25 3.5) การฉีดยาอย่างปลอดภัย (2 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 5.77 3.6) การดูแลสุขอนามัยของทางเดินหายใจ (2 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย

3.17 3.7) การควบคุมการติดเชื้อในงานแล็ปทันตกรรม (2 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 4.23 3.8) การควบคุมการติดเชื้อจากการถ่ายภาพรังสีทางทันตกรรม (3 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 7.17 3.9) การดูแลขยะภายในคลินิกทันตกรรม (6 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 14.55 3.10) มาตรการเสริมอื่น ๆ (5 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 5.61 หมวดที่ 4 การบันทึกข้อมูลสำคัญ (Safe Record (SR); 10 คำถาม) การบันทึกเวชระเบียนที่แสดงถึงความเหมาะสม ในการตรวจวินิจฉัย การประเมินการให้รักษา การให้ข้อมูลผู้ป่วยเพื่อวางแผน การรักษาที่มีความซับซ้อน และการให้ข้อมูลเมื่อเกิดภาวะแทรกซ้อนหรือความไม่สมบูรณ์ของการรักษา มีคะแนนเฉลี่ย 26.35 และ หมวดที่ 5 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management (RM); 5 คำถาม) แบ่งเป็น 2 หมวดย่อยดังนี้ 5.1) มีกิจกรรมค้นหาความเสี่ยง เพื่อการเรียนรู้โดยไม่ใช้คำนิยามการกล่าวโทษ (3 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 6.51 และ 5.2) มีกิจกรรมวิเคราะห์อุบัติการณ์เพื่อการเรียนรู้ และการปรับปรุงเชิงระบบ เพื่อป้องกันความเสี่ยง (2 คำถาม) มีคะแนนเฉลี่ย 1.89 ดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Mean scores and standard deviations of each topic

Topics	Total score	N	Mean	S.D.
Safe Communication				
SC1 Alternative treatment acknowledgement	15	213	9.36	4.27
SC2 Cost of treatment apprehension	6	227	5.28	1.28
SC3 The understanding of complication or risk including prognosis and treatment plan	15	215	13.92	1.48
Safe treatment				
ST1 Patient and operation are identified accurately	12	191	9.01	2.65
ST2 Patient medical status	12	224	11.59	0.87
ST3 Diagnosis and treatment are given properly	24	224	19.97	3.05
ST4 Special care for compromised patient	9	227	8.00	1.59
ST5 Pediatrics and compromised patients are controlled with protectively stabilized equipment	19	219	14.08	4.31
Safe infection control				
SI1 Hand wash	14	227	10.76	2.10
SI2 Personal protective equipment	44	128	39.67	2.39
SI3 Instrument processing	29	177	27.81	2.29
SI4 Surface asepsis	15	227	12.25	2.40
SI5 Safe injection	6	227	5.77	0.65
SI6 Respiratory hygiene	6	227	3.17	2.26

Topics	Total score	N	Mean	S.D.
SI7 Dental laboratory asepsis	6	220	4.23	2.03
SI8 Radiographic examination asepsis	9	215	7.17	2.26
SI9 Waste management	18	128	14.55	2.91
SI10 Additional protocol	7	227	5.61	0.76
Safe record				
SR1 Well-organized documentation	30	227	26.35	3.79
Risk management				
RM1 Risk-management learning activity	9	227	6.51	2.17
RM2 Incident risk review with systematic development	2	227	1.89	0.37

เนื่องจากโรงพยาบาลจำนวน 129 แห่ง (ร้อยละ 56.83) เคยได้รับการตรวจเยี่ยมตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม โดยทีมตรวจเยี่ยมระดับจังหวัดหรือทีมจากทันตแพทยสภาในช่วงสองปีก่อนการศึกษานี้ ตารางที่ 3-7 แสดงคะแนนเฉลี่ยของคำถามรายข้อในแต่ละหมวดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโรงพยาบาลที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมและไม่เคยได้รับการตรวจเยี่ยม และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละหมวดโดยปรับมาตรฐานให้แต่ละหมวดมีคะแนนเต็มเท่ากัน (3 คะแนน) ดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่า กลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมและกลุ่มที่ไม่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันใน 4 หมวด ดังต่อไปนี้ 1) ST2 ผู้ป่วยมีความพร้อมด้านสุขภาพร่างกายในการ

รับการรักษา 2) SI3 การเตรียมเครื่องมือที่ใช้บำบัดรักษาผู้ป่วย 3) การฉีดยาอย่างปลอดภัย และ 4) RM2 มีกิจกรรมวิเคราะห์อุบัติการณ์เพื่อการเรียนรู้ และการปรับปรุงเชิงระบบ เพื่อป้องกันความเสี่ยง และพบว่า กลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมและกลุ่มที่ไม่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมากใน 4 หมวด ดังต่อไปนี้ 1) SC1 ผู้ป่วยและญาติเข้าใจวิธีการรักษา ทางเลือกในการรักษา ผลลัพธ์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น 2) ST1 ถูกคน ถูกตำแหน่ง 3) SI 6 การดูแลสุขอนามัยของทางเดินหายใจ และ 4) SI7 การควบคุมการติดเชื้อในงานแลปทันตกรรม โดยกลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมทั้ง 4 หมวด

Table 3 Comparison of means scores of each question on Safe Communication between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

Safe Communication	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
		(N=122)	(N=91)
SC1 Alternative treatment acknowledgement	15	10.46	7.88
1. During high risk, poor prognosis or high expectation dental procedure (i.e. implant, oral surgery, orthodontic treatment or control of movement in children or special patient), prior to the treatment			
1.1 the written information on the treatment procedure is provided.	3	2.02	1.47
1.2 the provided information is recorded in the medical record thoroughly.	3	2.28	1.84
1.3 let the patient signs the acknowledgement and consents prior to the treatment.	3	2.15	1.53
2. In the complex case, dentist make a written treatment plan with the patient.	3	1.85	1.16
3. In the complex case, a management dentist is identified for the continuous patient treatment.	3	2.16	1.88

Safe Communication	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
		(N=129)	(N=98)
SC2 Cost of treatment apprehension	6	5.49	5.03
1. There is a clear rate of treatment obviously displayed.	3	2.78	2.38
2. There is a well-informed reporting system of treatment fee prior to each treatment.	3	2.71	2.65
SC3 The understanding of complication or risk including prognosis and treatment plan	15	14.04	13.76
1. When the complication occurs during the treatment, the patient, relatives or parents is immediately informed.	3	2.85	2.82
2. Clearly explain the complication, imperfect of treatment or prognosis to the patient, relatives or parents.	3	2.92	2.96
3. Record the treatment complication in medical record.	3	2.72	2.63
4. If it is beyond the capability of the dentist, the referring or consulting is considered.	3	2.85	2.87
5. If it is requested by the patient, the referring or consulting is considered.	3	2.7	2.48

Table 4 Comparison of means scores of each question on Safe Treatment between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
		(N=109)	(N=82)
ST1 Patient and operation are identified accurately	12	9.7	8.06
1. Use at least 2 indicators for identifying the patient such as full name and date of birth or full name and ID card number.	3	2.32	1.84
2. Prior to the treatment, ask the patient's full name again.	3	2.59	2.13
3. Use 2 methods of tooth identification in the referral for dental extraction such as naming the tooth and marking in the radiograph	3	1.94	1.35
4. Prior to each treatment, identification of the treatment tooth is affirmed by the patient	3	2.85	2.74
ST2 Patient medical status	12	11.62	11.55
1. Prior to the dental treatment, blood pressure and pulse is measured in every patient who aged 15 years or over.	3	2.94	2.86
2. Taking history of illness, drug allergy and drug used, especially antiplatelet drug, anticoagulants, antiresorptives and antiangiogenics at every visit of treatment.	3	2.91	2.92

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
3. Consulting and making a treatment plan with a physician in patient with poorly controlled disease or patient undergoing medical treatment.	3	2.97	2.95
4. Consulting a physician and obtaining the written medical opinion prior to the dental procedure which need to adjust certain medications such as anticoagulants.	3	2.8	2.82
ST3 Diagnosis and treatment are given properly	24	(N=127) 20.51	(N=97) 19.26
1. Diagnostic radiograph is done as required by standard procedure.	3	2.65	2.42
2. The radiograph is taken prior to the following tooth extraction			
2.1 The third molar	3	2.64	2.43
2.2 The upper canine, premolar or molar which its root is broken during the extraction	3	2.11	2.01
2.3 The tooth which its clinical appearance or clinical symptom indicate serious complication after the extraction	3	2.58	2.44
3. During the process of inferior alveolar nerve block in adult patient,			
3.1 the observation of blood reflux or aspiration is done.	3	2.24	1.8
3.2 the needle insertion is not done into the full length for preventing the needle broken.	3	2.84	2.93
3.3 anesthetic injection is slowly administered (at least 30 seconds for each ampule).	3	2.64	2.55
4. In the referred case, the radiograph, dental model or part of the extracted tooth is enclosed with referral letter.	3	2.81	2.68
ST4 Special care for compromised patient	9	(N=129) 8.06	(N=98) 7.95
1. Personnel attends the cardiopulmonary resuscitation training course at least once in two years.	1	0.96	0.91
2. Carefully evaluate and cautiously treat the patient at risk for emergency.	3	2.88	2.81
3. There is a written guideline for emergency treatment.	1	0.91	0.91
4. Personnel is aware of the emergency treatment guideline.	1	0.95	0.92
5. There is necessary medication and equipment for emergency treatment according to the standard of Bureau of Sanatorium and Healing Arts.	1	0.81	0.83
6. There is a drug monitoring system for emergency treatment.	1	0.73	0.77
7. The equipment is made available for emergency treatment through maintenance system.	1	0.82	0.8
ST5 Pediatrics and compromised patients are controlled with protectively stabilized equipment	19	(N=123) 14.25	(N=96) 13.85
1. There are various size of Papoose board or Pedi-wrap for pediatric patients who are in-cooperate to the treatment.	1	0.95	0.93

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
2. The notification of Papoose board use and the fully explanation of the reason for the usage is made for the parents or relatives when the Papoose board is used.	3	2.8	2.74
3. The child's breathing is observed throughout the treatment.	3	2.9	2.86
4. The treatment is immediately pause when any abnormalities occur during the pediatric treatment.	3	2.76	2.8
5. The patient evaluation is instantly done when any abnormalities occur during the pediatric treatment.	3	2.82	2.82
6. During the Papoose boarding use, the chest flap is unattached for observing the child's breathing.	3	2.02	1.7
7. In the in-cooperative child, the rubber dam is used during the root canal treatment, extraction or filling procedure.	3	1.8	1.46

Table 5 Comparison of means scores of each question on Safe Infection Control between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
SI1 Hand wash	14	(N=129) 10.99	(N=98) 10.45
1. Thoroughly washing hands prior to the glove donning.	3	2.53	2.39
2. Thoroughly washing hands after the glove removal.	3	2.74	2.67
3. Cleaning the hand by alcohol gel in continuous treatment case if the hand is not dirty.	3	1.56	1.12
4. The hand washing is definitely done if the contaminated surface is touched without glove.	3	2.78	2.81
5. The faucet for hand washing and equipment cleaning is separated.	1	0.89	0.97
6. The hand wash faucet is a non-contact system.	1	0.49	0.49
SI2 Personal protective equipment	44	(N=77) 41.05	(N=51) 37.65
1. If the glove is removed during the treatment, the new glove is donned for the continuing treatment.	3	2.01	1.69
2. The used gloves is disposed as infectious waste.	3	3.00	3.00
3. Use the sterile glove in surgical procedure	3	2.52	2.27
4. Use the sterile examination glove in simple extraction procedure	3	1.27	1.06
5. During the treatment, surface area outside the clinical operation field is not touched by the donned-glove hand.	3	2.74	2.47
6. The donned gloves cover the end of gown sleeves.	3	2.69	2.51
7. Wearing mask during treatment of the patients with airborne disease or treatment which produce aerosol droplet	3	2.96	2.92

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
8. Wearing a mask which has 95 % effectiveness for 0.3 micrometer particles.	3	1.92	1.43
9. Wearing protective glasses/face shield during treatment which produce aerosol droplet	3	2.82	2.80
10. Wearing protective glasses which has upper- and side-protective edge over the eyeglasses	3	2.35	1.61
11. Cleaning the protective glasses/face shield after each treatment or when it is dirty	3	2.66	2.43
12. Wearing a gown only for treatment	3	2.61	2.39
13. Change the gown at least once a day or when it is dirty	3	2.92	2.73
14. The gown used during treatment has			
14.1 long sleeves	1	0.99	0.98
14.2 crew neck	1	0.90	0.94
14.3 cuffs	1	0.95	0.96
14.4 no belt	1	0.97	0.96
14.5 no pocket	1	0.48	0.33
SI3 Instrument processing	29	(N=101) 27.98	(N=76) 27.61
1. Reusable instrument			
1.1 Instrument used in surgery or periodontal procedure is cleaned by sterilization	3	2.95	2.95
1.2 Mouth mirror, gargle cup and instrument used in operative dentistry procedure is cleaned by high level disinfection or sterilization.	3	2.95	2.95
1.3 The extra-oral instrument is cleaned by intermediate level disinfectant prior to the reuse.	3	2.92	2.86
2. The sterile instrument is packed in the appropriated container prior to the reuse.	3	2.92	3.00
3. The autoclave tape is used on all instrument wraps.	3	2.89	2.99
4. The chemical indicator is inserted into the surgical instrument wrap prior to the sterilization.	3	2.77	2.67
5. The spore test is done in the autoclave at least once a week.	1	0.92	0.92
6. The disposable instrument is selected if it is not suitable for the disinfection or sterilization.	3	2.94	2.87
7. The sterile instrument wrap is stored in a dry, well-ventilated, isolated area which stay away from tubs/drains/plumbing pipes and has 2-3 inches distance from the floor or ceiling.	3	2.93	2.83
8. The preparation area for the reuse instrument is completely separated from the treatment area but connected in a one-way flow.	3	2.83	2.62
9. Cleaning area is separated by partition or locates in the isolate area which can avoid contamination from splash during cleaning.	1	0.95	0.96

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
1. Cover the exposed surface of dental light/dental unit button with appropriate material prior to the treatment	3	2.41	2.03
2. Clean and disinfection the exposed surface after the treatment of each patient	3	2.70	2.46
3. If there is blood, sputum or pus, the table, room or wall surface will be cleaned with soapy water and disinfected with intermediate level disinfectant.	3	2.77	2.68
4. Surface disinfection			
4.1 Wiping	3	2.88	2.84
4.2 Aerosol spraying	3	1.90	1.70
S15 Safe injection	6	(N=129) 5.84	(N=98) 5.69
1. Wearing a needle sleeve by One-handed Technique.	3	2.91	2.84
2. Do not pick up or transfer the syringe with the assistant by hand to hand except the delivery of syringe with needle sleeve for pediatric patient.	3	2.92	2.86
S16 Respiratory hygiene	6	(N=129) 3.64	(N=98) 2.54
1. There is an information poster suggests the patients and their followers to cover their nose and mouth by tissue paper which should be disposed in trash after used and keep their hand clean by washing.	3	1.76	1.12
2. Manage the patient with respiratory illness to cover their nose and mouth with a mask and keep them away at least 3 feet from others.	3	1.88	1.42
S17 Dental laboratory asepsis	6	(N=125) 4.64	(N=95) 3.68
1. Wash the dental model and immediately disinfection with intermediate level disinfectant which can kill the tuberculosis bacteria.	3	2.62	2.21
2. Clean and disinfection the equipment or object transferred to and from the dental lab with intermediate disinfectant (Sodium hypochlorite 0.05% (1:10) or Iodophor 1:213 for 10 minutes) prior to the insertion.	3	2.02	1.47
S18 Radiographic examination asepsis	9	(N=125) 7.51	(N=90) 6.69
1. Sterilizing or disinfection with high level disinfectant the intra-oral use appliance prior to the reuse.	3	2.9	2.77
2. Cleaning and sterilizing the radiographic film and the exposed surface with intermediate level disinfectant after the radiography.	3	2.38	1.94
3. Cover the exposed surface during the radiography and change the covering after each patient for preventing the contamination.	3	2.23	1.98

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
SI9 Waste management	18	(N=71) 15.2	(N=57) 13.74
1. Infected waste including the blood, saliva or secretion contaminated garbage is littered separately from the general waste.	3	3.00	3.00
2. The infected sharpen waste is immediately littered in a strong container/ safety box.	3	3.00	2.95
3. The container for littering the infected sharpen waste is place in the treatment area.	3	1.93	1.51
4. Dispose the infected sharpen waste in the container if it reaches two-thirds of the container.	3	2.79	2.53
5. Sterilizing the infected sharpen waste prior to the disposal.	3	1.56	1.00
6. Dispose the infected sharpen waste by burning.	3	2.92	2.75
SI10 Additional protocol	7	(N=129) 5.73	(N=98) 5.46
1. Inform the patient not to close the mouth or suck the suction tip during the treatment.	3	2.19	1.79
2. Use the high power suction together with the saliva suction.	1	0.61	0.76
3. The infection control measure is distinctly laying down in the hospital.	1	0.96	0.95
4. The information is informed or suggested to practitioners or related staffs.	1	0.98	1.00
5. The practitioners or related staffs can follow the infection control instruction.	1	0.98	0.97

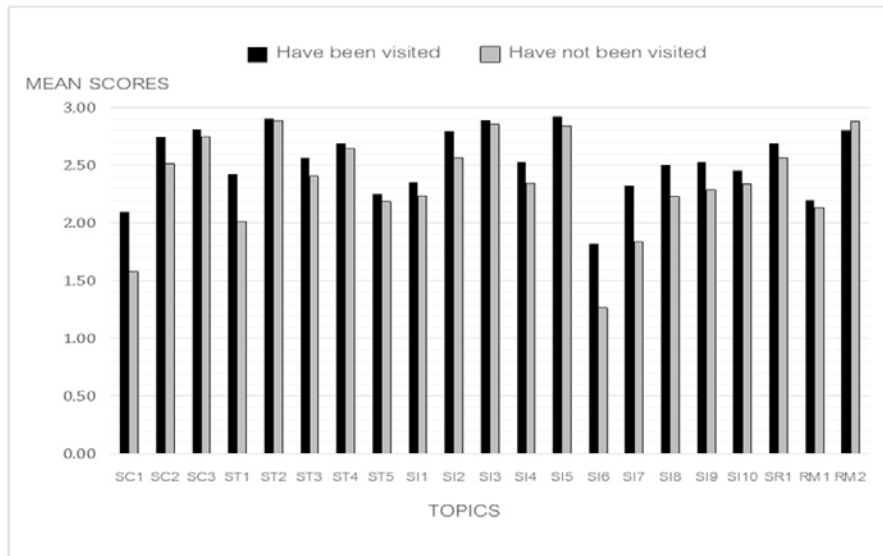
Table 6 Comparison of means scores of each question on Safe Record between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
SR1 Well-organized documentation	30	(N=129) 26.89	(N=98) 25.64
1. The patient's illness history and history of drug use is record for the treatment.	3	2.89	2.87
2. The vital signs is recorded.	3	2.95	2.94
3. Type, amount of anesthetic agent and concentration of vasoconstrictor used is recorded.	3	2.66	2.34
4. The professional consultation and its conclusion are recorded.	3	2.67	2.52
5. The diagnosis, treatment and clinical symptoms consistency is recorded in the medical recorded.	3	2.78	2.71

Safe treatment	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
6. Interpretation of periodically radiographic or laboratory investigations are recorded.	3	2.65	2.57
7. Interpretation of laboratory investigation of the patients with systemic disease is recorded.	3	2.47	2.37
8. The interpretation of the radiographic investigation is recorded.	3	2.45	2.28
9. Details of complication incidence (treatment and information provision) are recorded in the medical record.	6	5.37	5.05

Table 7 Comparison of means scores of each question on Risk Management between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

Risk management	Total score	Mean score	
		Have been visited	Have not been visited
RM1 Risk-management learning activity	9	(N=129) 6.58	(N=98) 6.41
1. Record the damage-occurred incident in the incidence risk report.	3	2.47	2.48
2. Record the nearly damage-occurred incidence in the incidence risk report.	3	2.05	2.01
3. There is a meeting discussed about the incidence risk report at least once a month.	3	2.05	1.92
RM2 Incident risk review with systematic development	2	(N=129) 1.87	(N=98) 1.92
1. The incidence risk report is used in root cause analysis without individually blaming.	1	0.95	0.97
2. The concise measure for risk prevention and management is laid down and help prevent human error	1	0.92	0.95



รูปที่ 1 คะแนนเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อ เปรียบเทียบระหว่างผู้ที่เคยและไม่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมจากทีมตรวจเยี่ยม

Figure 1 Comparison of mean scores of each topic between those who have been and have not been visited by the Dental Safety Goals and Guidelines team

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ได้รับการตอบกลับจากโรงพยาบาลเพียง 227 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 26.5 ซึ่งต่ำกว่าจำนวนที่คาดว่าจะได้รับ แม้การศึกษานี้จะออกแบบการศึกษาให้ความสะดวกแก่ผู้เข้าร่วมการศึกษา โดยจัดส่งจดหมายแจ้งรายละเอียดของการวิจัย และเชิญเข้าร่วมการศึกษาโดยการตอบแบบสอบถามออนไลน์ไปยังหัวหน้าฝ่ายทันตกรรมของโรงพยาบาลในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุขทุกแห่งในประเทศไทย ซึ่งแบบสอบถามออนไลน์มีข้อดีคือ เสียค่าใช้จ่ายน้อย สะดวกในการจัดทำและส่งข้อมูลกลับมายังผู้วิจัย อาจมีอุปสรรคคือทันตแพทย์ไม่ได้รับจดหมายเชิญเข้าร่วมการศึกษาเนื่องจากจดหมายสูญหายขณะจัดส่ง จดหมายล่าช้าหรือส่งไม่ถึงมือผู้รับ จดหมายถึงมือผู้รับแต่ไม่มีผู้ยินดีเข้าร่วมการศึกษา และอาจมีอุปสรรคอื่นในการเข้าร่วมวิจัย เช่น อยู่ในสถานที่ที่มีปัญหาการเข้าถึงการใช้งานเครือข่ายออนไลน์ หรือละเลยการตอบแบบสอบถาม เนื่องจากคำถามมีหลายหมวดหลายคำถาม และผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องตอบแบบสอบถามให้เสร็จในคราวเดียว มิฉะนั้นจะต้องเริ่มต้นตอบแบบสอบถามทั้งหมดใหม่อีกครั้ง แม้จะย้อนกลับไปดูคำตอบที่เคยตอบมาแล้วได้ แต่หากตอบแบบสอบถามไม่ครบทุกข้อจะไม่สามารถข้ามไปทำหน้าถัดไปได้ ดังนั้น การตอบแบบสอบถามออนไลน์นี้จึงมีความยุ่งยากบางประการ หากผู้เข้าร่วมการศึกษาไม่มีเวลา หรือไม่มีความตั้งใจ

อย่างมาก ก็จะตอบแบบสอบถามไม่เสร็จ ซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถส่งข้อมูลกลับมายังผู้วิจัยได้ แต่อย่างไรก็ตามจากผลสำรวจที่ได้รับสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ดังนี้

ภายหลังจากปรับคะแนนเต็มของทุกหมวดให้เท่ากัน (3 คะแนน) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละหัวข้อ พบว่าหัวข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือ ST2 ผู้ป่วยมีความพร้อมด้านสุขภาพร่างกายในการรับการรักษาทางทันตกรรม เท่ากับ 2.90 ± 0.22 คะแนน คำถามในหมวดนี้ประกอบไปด้วย การบันทึกสัญญาณชีพ การซักประวัติและการใช้ยา และการขอคำปรึกษาแพทย์ เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่ทันตแพทย์ทุกคนยึดถือปฏิบัติกันเป็นประจำเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดและความเสี่ยงที่อาจเกิดตามมา หัวข้อที่มีคะแนนสูงรองลงมาคือ SI5 การฉีดยาอย่างปลอดภัย เท่ากับ 2.89 ± 0.32 คะแนน เป็นคำถามเกี่ยวกับการสวมหน้ากากอนามัยและการรับส่งเข็มฉีดยาอย่างปลอดภัย ซึ่งเป็นการป้องกันความเสี่ยงที่อาจส่งผลร้ายแรง และหัวข้อที่มีคะแนนสูงสุดเป็นอันดับสามคือ SI3 การเตรียมเครื่องมือที่ใช้บำบัดรักษาผู้ป่วย เท่ากับ 2.87 ± 0.25 คะแนน เนื่องจากเครื่องมือทันตกรรมส่วนใหญ่ต้องทำให้ปลอดเชื้อหลังการใช้งาน เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ จึงมีข้อปฏิบัติสำคัญที่ทันตแพทย์ทุกคนคำนึงถึง และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมและไม่ได้รับการตรวจ

เยี่ยม จากการศึกษาครั้งก่อนหน้า ที่พบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยในหัวข้อเหล่านี้ใกล้เคียงกันมาก จึงเป็นข้อสนับสนุนว่าทันตแพทย์ทั่วไปให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของผู้รับบริการทันตกรรมและความปลอดภัยของทันตบุคลากรเป็นอย่างมาก โดยจะตรวจสอบความพร้อมด้านสุขภาพร่างกายของผู้มารับบริการ และปฏิบัติตนในการเตรียมเครื่องมือที่ใช้บำบัดรักษาผู้ป่วยอย่างเคร่งครัด รวมถึงมีแนวทางการปฏิบัติที่ปลอดภัยในการรับ-ส่งเครื่องมือที่มีคมเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุระหว่างการทำงาน

หัวข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ SI6 การดูแลสุขอนามัยของทางเดินหายใจ ประกอบด้วย การมีข้อมูลแนะนำและการคัดกรองผู้ป่วยในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โดยมีคะแนนเท่ากับ 1.58 ± 1.13 คะแนน อาจเป็นเพราะว่าขาดความตระหนักถึงความสำคัญของการแพร่กระจายเชื้อหัวข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุดรองลงมาคือ SC1 ผู้ป่วยและญาติเข้าใจวิธีการรักษา ทางเลือกในการรักษา ผลลัพธ์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เท่ากับ 1.87 ± 0.86 คะแนน และ SI7 การควบคุมการติดเชื้อในงานแล็บทันตกรรม เท่ากับ 2.11 ± 1.02 คะแนน ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากมีเวลาจำกัดในการทำงาน และเป็นขั้นตอนที่มีโอกาสเสี่ยงในการติดเชื้อน้อยกว่าขั้นตอนการรักษาอื่น จึงเป็นข้อปฏิบัติที่ทันตแพทย์มักละเลย และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมและไม่ได้ได้รับการตรวจเยี่ยมจากการศึกษาครั้งก่อน พบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยในหัวข้อเหล่านี้แตกต่างกันมาก โดยกลุ่มที่เคยได้รับการตรวจเยี่ยมมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า จึงเป็นข้อสนับสนุนว่าการตรวจเยี่ยม หรือมาตรการอื่นใดที่จะช่วยตอกย้ำความสำคัญของการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยตามหัวข้อเหล่านี้ จะช่วยเพิ่มความตระหนักเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยให้ครอบคลุมทุกด้าน อันจะช่วยให้ผู้มารับบริการและบุคลากรผู้ให้บริการทันตกรรมมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นได้

จากผลการศึกษาพบว่า เขตสุขภาพที่ 12 ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดสงขลา ตรัง นราธิวาส ปัตตานี พัทลุง ยะลา สตูล มีอัตราการตอบกลับสูงสุด คือ 34 โรงพยาบาล คิดเป็นร้อยละ 43.56 ในขณะที่เขตสุขภาพที่ 13 กรุงเทพมหานคร ไม่มีผู้ตอบกลับเลย อาจเนื่องมาจากโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานครที่สังกัดกระทรวงสาธารณสุขเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ทำให้มีโอกาสดูจดหมายสูญหายหรือจดหมายล่าช้ามากกว่าในเขตอื่น ๆ หรือทันตแพทย์ไม่มีเวลาตอบแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยอาจพิจารณาเพิ่มการกระตุ้นเตือนด้วยโทรศัพท์ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือการสื่อสารอื่น ๆ และพิจารณาจัดทำแบบสอบถามออนไลน์ที่สามารถหยุดพัก

ชั่วคราวและกลับมาตอบแบบสอบถามต่อเนื่องได้โดยไม่ต้องเริ่มต้นทำใหม่ เพื่อให้มีผู้เข้าร่วมการวิจัย และการตอบกลับเพิ่มมากขึ้น

ในการศึกษานี้ใช้แบบสอบถามชุดใหม่ที่ปรับปรุงคำถามและปรับให้มีทางเลือกในการตอบคำถามเพิ่มขึ้นจากการศึกษาครั้งก่อนหน้า¹⁹ คือ จากที่มีคำตอบให้เลือกตอบ “ใช่/ไม่ใช่” ปรับเป็นให้เลือกตอบได้ 4 ระดับ (ไม่เคยปฏิบัติ ปฏิบัติบางครั้ง ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัติเป็นประจำ) ทำให้ได้รับข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีการเปรียบเทียบข้อมูลได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังปรับปรุงคำถาม ลดความกำกวมของคำถามให้เข้าใจง่ายขึ้น อีกทั้งยังจัดทำเป็นรูปแบบออนไลน์ ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็ว และช่วยให้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ง่ายยิ่งขึ้น และในหมวด SI2 SI3 SI7 SI8 และ SI9 มีคำตอบให้เลือกตอบได้ 5 ระดับ (ไม่เคยปฏิบัติ ปฏิบัติบางครั้ง ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัติเป็นประจำ ไม่ทราบ) เนื่องจากคำถามเหล่านี้เป็นคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติของฝ่ายทันตกรรม มิใช่การปฏิบัติของแต่ละบุคคล จึงมีความเป็นไปได้ว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาอาจไม่ทราบข้อมูลในส่วนนั้น ซึ่งหากผู้เข้าร่วมการวิจัยเลือกตอบ “ไม่ทราบ” ในหมวดเหล่านี้ ผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษาในหมวดเหล่านี้ลดลงกว่าหมวดอื่น ๆ

อย่างไรก็ตาม คำถามในแบบสอบถามนี้มีจำนวนมาก ส่งผลให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาต้องใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามมาก และมีคำถามบางข้อที่ทันตแพทย์อาจไม่เคยปฏิบัติ เช่น การให้การรักษาผู้ป่วยเด็ก เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลได้ผลที่ได้จากการสำรวจครั้งนี้ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลสำรวจของการศึกษาก่อนหน้า¹⁹ ได้ เนื่องจากคำถามไม่เหมือนกัน คือมีการแจกแจงคำถามและมีรูปแบบการตอบคำถามรวมถึงการคิดคะแนนแตกต่างกัน นอกจากนี้ คำถามชุดนี้อ้างอิงตาม Dental Safety Goals and Guideline 2010 ซึ่งควรมีการติดตามและปรับปรุงแบบสอบถามให้สอดคล้องตาม DSGG ฉบับล่าสุด

บทสรุป

กลุ่มตัวอย่างทันตแพทย์ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยปฏิบัติตามแนวทางการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้แสดงผลว่าการปฏิบัติตามแนวทางการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมในบางหัวข้อมีความถี่ต่ำ เช่น การเผยแพร่

ความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขอนามัยของทางเดินหายใจ หรือวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วยและบันทึกแผนการรักษาในผู้ป่วยรายที่มีความซับซ้อน ดังนั้น จึงควรจัดกิจกรรมกระตุ้นให้เกิดความตระหนัก เพื่อให้ทันตบุคลากรและผู้มารับบริการทันตกรรมมีความปลอดภัยในทุกแง่มุม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมการวิจัยทุกท่านที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้การทุนวิจัยจากฝ่ายทุนการวิจัยทางทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Patient safety curriculum guide: multi-professional edition. Malta 2011.
2. Patient Engagement Action Team. Engaging patients in patient safety: A Canadian guide; 2017.
3. Baldwin PJ, Dodd M, Wrate RM. Junior doctors making mistakes. *Lancet* 1998;351:804.
4. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, et al. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med* 1991;324:370-6.
5. Chassin MR, Becher EC. The wrong patient. *Ann Intern Med* 2002;136:826-33.
6. Chief Medical Officer. An organisation with a memory. Report of an expert group on learning from adverse events in the National Health Service. London, United Kingdom: The stationary office; 2000.
7. Goyal R, Gogia P, Chachra V, Hibare K. Foreign body in the lung following dental procedure. *Lung India* 2016;33:664-66.
8. Rosner F, Berger JT, Kark P, Potash J, Bennett AJ. Disclosure and prevention of medical errors. Committee on Bioethical Issues of the Medical Society of the State of New York. *Arch Intern Med* 2000;160:2089-92.
9. Penson RT, Svendsen SS, Chabner BA, Lynch TJ Jr, Levinson W. Medical Mistakes: A Workshop on Personal Perspectives. *Oncologist* 2001;6:92-99.
10. Amin TT, Al Noaim KI, Bu Saad MA, Al Malhm TA, Al Mulhim AA, Al Awas MA. Standard Precautions and Infection Control, Medical Students' Knowledge and Behavior at a Saudi University: The Need for Change. *Glob J Health Sci* 2013;5:114-25.
11. Dental Council Subcommittee on Research and Development Thai Dental Safety Goals and Guidelines. Thai Dental Safety Goals & Guidelines 2010. Bangkok, Thailand: Is August Co, Ltd.; 2010.
12. Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, Grady ML. Advances in patient safety: New directions and alternative Approaches Volume 1. Assessment. AHRQ Publication No. 08-0034-1. Rockville, MD: Agency for healthcare research and Quality; 2008.
13. Sehulster L, Chinn R, Arduino M, Carpenter J, Donlan R, Ashford D, et al. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations from CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Chicago, IL: American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association; 2004.
14. Runciman B, Merry A, Walton M. Safety and ethics in healthcare: a guide to getting it right. Aldershot, England: Ashgate Pub; 2007.
15. Committee on Quality of Health Care in America. Institute of Medicine. To Err is Human: Building a Safer Health System. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. Washington DC: National Academies Press (US); 2000.
16. Pancharoen C. Communication book for dentists. 1st ed. Bangkok, Thailand: Thana Place, Co, Ltd.; 2009.
17. Patey R, Flin R, Cuthbertson BH, MacDonald L, Mearns K, Cleland J, et al. Patient safety: helping medical students understand error in healthcare. *Qual Saf Health Care* 2007;16:256-9.
18. Sax H, Perneger T, Hugonnet S, Herrault P, Chraiti MN, Pittet D. Knowledge of standard and isolation precautions in a large teaching hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005;26:298-304.
19. Committee for the development of dental safety standards. Quality dental clinic project evaluation report. *Dental Council* 2012.
20. Oosthuysen J, Potgieter E, Fossey A. Compliance with infection prevention and control in oral health-care facilities: a global perspective. *Int Dent J* 2014;64:297-311

CONTINUING EDUCATION QUIZ

ความสำคัญของตัวชี้วัดทางคลินิก ในการทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ระหว่างการรักษารักษารักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ
Importance of Clinical Parameters to Predict the Periodontal Disease Progression During Supportive Periodontal Therapy

กมลชนก กมลนฤมธ¹ และ ศิริกาญจน์ อรัญยานาค²

Kamolchanok Kamolnarumeth¹ and Sirikarn P. Arunyanak²

¹โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

¹Dental hospital, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

²ภาควิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

²Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

1. การตรวจพบ bleeding on probing ในระหว่างการรักษารักษารักษาปริทันต์ขั้นคงสภาพ สามารถนำมาใช้ทำนายความเสี่ยงต่อการลุกลามของโรคได้มากน้อยเพียงใด

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ก. ไม่สามารถทำนายได้ | ค. ในระดับปานกลาง ประมาณร้อยละ 30 – 40 |
| ข. ในระดับน้อย ประมาณร้อยละ 10 – 20 | ง. ในระดับมาก ประมาณร้อยละ 60 – 80 |

2. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการตรวจพบ bleeding on probing (BOP)

- ก. สามารถตรวจได้ง่ายทางคลินิก แปลผลเป็นรูปธรรมได้ชัดเจน
- ข. บ่งบอกถึงการอักเสบของอวัยวะปริทันต์
- ค. ไม่มีการศึกษาที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BOP และเชื้อก่อโรคปริทันต์
- ง. ในการตรวจ BOP ไม่ควรใช้แรงในการโพรบที่มากเกินไป

3. ค่า probing pocket depth สามารถนำมาใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ได้ในระดับใด

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ก. ไม่สามารถทำนายได้ | ค. ในระดับปานกลาง ประมาณร้อยละ 30 – 40 |
| ข. ในระดับน้อย ประมาณร้อยละ 10 – 20 | ง. ในระดับปานกลางถึงมาก ประมาณร้อยละ 50 – 80 |

4. การมี residual probing depth ตั้งแต่กี่มิลลิเมตรขึ้นไป จะสามารถใช้ทำนายการลุกลามของโรคปริทันต์ในอนาคตได้ (อ้างอิงจาก Renvert และ Persson, 2002 และ Matulienė และคณะ, 2008)

- | | |
|----------------|----------------|
| ก. 4 มิลลิเมตร | ค. 6 มิลลิเมตร |
| ข. 5 มิลลิเมตร | ง. 7 มิลลิเมตร |

5. ค่า clinical parameter ใดบ้างต่อไปนี้ เมื่อพบร่วมกัน จะสามารถทำนายการลุกลามของโรคได้มากที่สุด ถึงร้อยละ 87 (อ้างอิงจากการศึกษาของ Claffey และคณะ, 1990)

- | | |
|--|---|
| ก. Residual PD \geq 7 mm. ร่วมกับ BOP frequency \geq 75 % | ค. Increased PD \geq 1 mm. ร่วมกับ suppuration \geq 2 times |
| ข. Residual PD \geq 7 mm. ร่วมกับ suppuration \geq 2 times | ง. Increased PD \geq 1 mm. ร่วมกับ BOP frequency \geq 75 % |

กรุณา ลงทะเบียนหรือ Log in ใน www.cdec.or.th เพื่อตอบคำถามและรับคะแนน 3 หน่วยกิตกรรมการศึกษาของ Claffey และคณะ, 1990)
<http://descdec.cda.or.th/CDECEXam/ExamAns?EXAMKEY=93358>