

JDAT

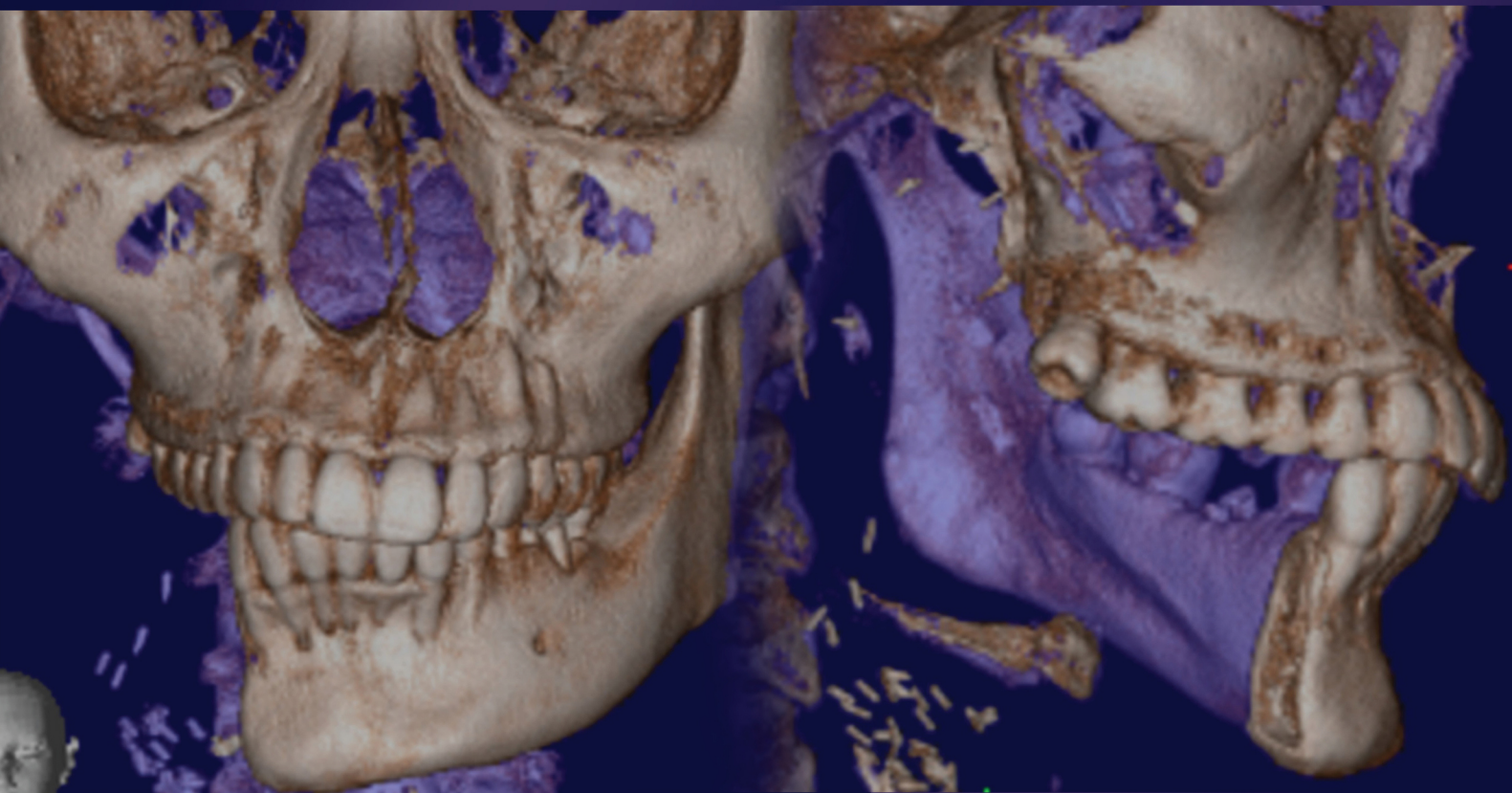
วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 68 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2561 / Volume 68 Number 1 January - March 2018



CE Credits
QUIZ

: Thai Herbs: The Potential Application in Adjunctive Periodontal TherapyA

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 Maneeut, 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. Kittirongruang, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontorn, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, 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

Manager

Assoc. Prof. Poranee Berananda

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

Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd

Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

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



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสภานายก

สวัสดีปีใหม่เพื่อน พี่น้องร่วมวิชาชีพทุกท่านครับ

เปิดฉบับนี้ด้วยการต้อนรับเข้าสู่ปีจอ พุทธศักราช 2561 อย่างเป็นทางการครับ จากผลตอบรับอย่างดีในการส่งบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวิทยาสารฯ ปีที่ผ่านมา ทำให้ในฉบับนี้เรามีบทความลงตีพิมพ์ต่อฉบับสูงที่สุดเท่าที่เคยมีมา ส่วนหนึ่งก็ต้องขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุกท่านที่ให้ความสำคัญกับวิทยาสารฯ มุ่งมั่นทุ่มเทที่จะพัฒนาบทความเพื่อความสมบูรณ์ เหมาะสมในการเผยแพร่ของท่านสู่สาธารณะ เพราะหากไม่มีงานเหล่านี้เราคงไม่เห็นการพัฒนางานทางด้านทันตแพทยศาสตร์ในประเทศไทย หนึ่งในแนวทางการพิจารณารับบทความเพื่อการลงตีพิมพ์ในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาคือ การเปิดกว้างไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยพื้นฐานหรือรายงานผู้ป่วยที่น่าสนใจทางคลินิกเพื่อความหลากหลายและย้ำให้เห็นถึงนโยบายของวิทยาสารฯ ในการเป็นศูนย์กลางการตีพิมพ์บทความทางทันตแพทยศาสตร์ที่มีคุณภาพในประเทศไทย ในปีที่กำลังจะมาถึงเรากำลังผลักดันให้วิทยาสารฯ เข้าสู่ความเป็นสากลเพื่อสร้างคุณค่าของบทความให้มากขึ้นเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้พิมพ์และผู้อ่านสูงสุดครับ

สำหรับบทความในฉบับก็เริ่มด้วยบทความ CE credit เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรไทยเป็นทางเลือกเสริมในการรักษาโรคปริทันต์ ท่านสามารถเข้าไปตอบแบบคำถามได้จากลิงค์ที่ส่งให้ท่านทางอีเมลหรือหน้าเว็บไซต์ของทันตแพทยสมาคมฯ ทำได้ง่าย ๆ บนมือถือเหมาะกับยุคดิจิทัลไทยแลนด์ 4.0 ครับ นอกจากนี้ยังมี รายงานผู้ป่วยการใช้เครื่องมือคงตำแหน่งขากรรไกรล่างหลังการผ่าตัดออกครึ่งซีกและการจัดการรากฟันแตกในแนวตั้ง การศึกษาเชิงกลของวัสดุฐานฟันปลอม วัสดุยึดติด bracket โลหะและสารพนักหลุมร่องฟัน การศึกษาภาพถ่ายรังสีแบบ cone beam CT และอื่น ๆ ที่น่าสนใจอัดแน่นเหมือนเช่นเคยในฉบับนี้ครับ

ก่อนจากกัน ผมขอเป็นตัวแทนของกองบรรณาธิการวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยจงอวยพรให้ทุกท่านประสบแต่ความสุข ความสมหวังและมีสุขภาพพลานามัยแข็งแรงในปีที่กำลังจะมาถึงและตลอดไปครับ

แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

ทพ.ดร. เอกมน มหาโสภา
สภานายก

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

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

Instruction for Authors

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

Categories of the Articles

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

Manuscript Submission

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

Contact Address

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

Manuscript Preparation

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

should be typewritten.

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

Preparation of the Research Articles

1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

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

2. Abstract

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

3. Text

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

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

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

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

Writing the References

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

Sample of references from articles in Journals

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

- Institutional authors

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

- No author

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

Sample of references from books and other monographs

- Authors being writers

Neville BW, Damm 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

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

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

- Institutional authors

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

Samples of references from academic conferences

- Conference proceedings

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

- Conference paper

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

- Documents from scientific or technical reports

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

Samples of reference from thesis

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

Samples of reference from articles in press

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

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

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

Rasperini G, Acunzo R, Limioli 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)

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

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

- Ahead of printing

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

Samples of references from patents/petty patents

Patent

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

Petty patent

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

Preparation of the Review articles and Case reports

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

The Editorial and Peer Review Process

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

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

Copyright

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

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

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



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2561

บทความปริทัศน์

สมุนไพรไทย: ศักยภาพในการประยุกต์ใช้เสริมการรักษาโรคปริทันต์
วิธัญญา มธุรสัย
วรัญญู พูลเจริญ
สิริรัตน์ สุอำพัน

รายงานผู้ป่วย

การใช้เครื่องมือในช่องปากเพื่อคงตำแหน่งขากรรไกรในผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก: รายงานผู้ป่วย 1 ราย
อุทัย อุมา
สีชมพู นรภูมิพิทักษ์
พนมพร วาณิชานนท์
วันทนี มุทิตรางกูร

การแตกของฟันในแนวดิ่ง : กรณีศึกษา

ณัฐรา จุณณศักดิ์ศรี
อินทรา วงศ์เยาว์ฟ้า

บทวิทนาการ

Effect of Different Surface Treatment Methods on Shear Bond Strength of Orthodontic Metal Brackets to Four Provisional Restorative Materials
Marut Banrai
Ratchawan Tansalarak
Jutharat Chimruang
Mayurach Pipatphatsakorn

บทวิทนาการ

Relationship between Facial Alveolar Bone Thickness and Root Position of Maxillary Anterior Teeth Using Cone Beam Computed Tomography
Papatpong Sirikururat
Supranee Benjasupattananan

Contents

Volume 68 1 January – March 2018

Review Article

- 1 Thai Herbs: The Potential Application in Adjunctive Periodontal Therapy
Widhunya Mathurasai
Waranyoo Phoolcharoen
Sireerat Soompon

Case Report

- 13 The Usage of Oral Appliance for Maintaining Jaw Position in Hemimandibulectomy Patient: A Case Report
Uthai Uma
Seechompoo Norabhoompipat
Phanomporn Vanichanon
Wantanee Mutirangura

- 20 Longitudinal Tooth Fractures : Case study
Nutta Chunasaksri
Indra Wongyaofa

Original Article

- 28 Effect of Different Surface Treatment Methods on Shear Bond Strength of Orthodontic Metal Brackets to Four Provisional Restorative Materials
Marut Banrai
Ratchawan Tansalarak
Jutharat Chimruang
Mayurach Pipatphatsakorn

Original Article

- 38 Relationship between Facial Alveolar Bone Thickness and Root Position of Maxillary Anterior Teeth Using Cone Beam Computed Tomography
Papatpong Sirikururat
Supranee Benjasupattananan



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2561

บทวิทยากร

Effect of Fiber Post and Stainless Steel Wire on
the Flexural Strength of Repaired Denture Base
Acrylic Resin

Kwanrutai Somsak

Issarawan Boonsiri

Jirachaya Kittipanyangam

Phattarasinee Phuntusuntorn

Janita Ngamnusunkit

Sakulthip Saichompoo

Ansipakorn Tungtawee

Suchanard Visetsiri

Chalisa Saisin

The Efficacy of Surface Disinfectant Wipes After
Exposure to Air by Un-capping the Container

Unmanatakoon Supachai

Pechteewang Sawanya

Ampornaramveth Ruchanee

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็ดระหว่างสารผนึกหลุมและ
ร่องฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับสารผนึกหลุมและร่องฟัน
เรซินชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

อโนมา รัตนะเจริญธรรม

พรทิพย์ ผจงวิริยาทร

กนกวรรณ บรรณสาร

วัลลี นารตสูงเนิน

ศิริประภา มีคุณ

ศิริวรรณภา ขาวเสมอ

นุรีฮัน อาดำ

Contents

Volume 68 1 January – March 2018

Original Article

48 Effect of Fiber Post and Stainless Steel Wire on
the Flexural Strength of Repaired Denture Base
Acrylic Resin

Kwanrutai Somsak

Issarawan Boonsiri

Jirachaya Kittipanyangam

Phattarasinee Phuntusuntorn

Janita Ngamnusunkit

Sakulthip Saichompoo

Ansipakorn Tungtawee

Suchanard Visetsiri

Chalisa Saisin

56 The Efficacy of Surface Disinfectant Wipes After
Exposure to Air by Un-capping the Container

Unmanatakoon Supachai

Pechteewang Sawanya

Ampornaramveth Ruchanee

63 Comparison of Microleakage between Glass-ionomer
Sealant Versus Resin Sealants with and without
Fluoride

Anoma Rattanacharoenthum

Porntip Phajongviriyatorn

Kanokwan Bannasan

Wanlee Natsungnoen

Siraprapa Meekhun

Siriwannapa Kawsamer

Nurihun Adam



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 68 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2561

บทวิพากษ์

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความแข็งเหนียวของอาหารไทย
จากความรู้สึกกับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
ธนพร โสวิทยสกุล
วีระ สุพรศิลป์ชัย
พนมพร วาณิชชานนท์

Mesially Impacted Mandibular Second Molars and
Adjacent First Molars: A Study of Occlusal Inclination
and Root Curvature Via Panoramic Radiographs
Noppadol Chanpongsaeng
Soontra Panmekiate
Udom Thongudomporn

Contents

Volume 68 1 January – March 2018

Original Article

- 73 The Relationship Between the Level of Sensory
Hardness and Toughness Evaluation and
Electromyography Parameters of Some Thai Foods
Thanaporn Sowithayasakul
Weera Suprongsinchai
Phanomporn Vanichanon
- 84 Mesially Impacted Mandibular Second Molars and
Adjacent First Molars: A Study of Occlusal Inclination
and Root Curvature Via Panoramic Radiographs
Noppadol Chanpongsaeng
Soontra Panmekiate
Udom Thongudomporn

Front cover image:

*Adapted from 3D images from cone beam computerized tomography.
(see Uma et al., Pages 16 for details)*

บทความปริทัศน์

สมุนไพรไทย: ศักยภาพในการประยุกต์ใช้เสริมการรักษาโรคปริทันต์

Thai Herbs: The Potential Application in Adjunctive Periodontal Therapy

วิธัญญา มธุรสาย¹ วรญู พูลเจริญ² และ สิริรัตน์ สุอำพัน¹

Widhunya Mathurasai¹, Waranyoo Phoolcharoen² and Sireerat Sooampon¹

¹ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

²ภาควิชาเภสัชเวชและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

²Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

โรคปริทันต์เป็นหนึ่งในปัญหาสุขภาพช่องปากที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน อีกทั้งยังสัมพันธ์กับการเกิดโรคทางระบบอื่น ๆ ในปัจจุบันมีการใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของสารต้านการเกิดคราบจุลินทรีย์รวมถึงการใช้ยาปฏิชีวนะร่วมไปกับการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน อย่างไรก็ตามการใช้สารเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการดื้อยาและผลข้างเคียงต่าง ๆ สมุนไพรถือเป็นแหล่งทางเลือกที่สำคัญในการพัฒนาตัวยาใหม่ ๆ สมุนไพรบางชนิดมีการใช้ในแพทย์แผนดั้งเดิมมาอย่างยาวนานเพื่อป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ บทความนี้ได้รวบรวมงานวิจัยของสมุนไพรไทยที่มีศักยภาพในการนำมาพัฒนายาที่มีฤทธิ์ลดการเกิดคราบจุลินทรีย์และโรคปริทันต์ในอนาคต

คำสำคัญ: สมุนไพรไทย, โรคปริทันต์, การต้านแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์, การลดการอักเสบ

Abstract

Periodontal disease is one of the major health problem impacted the quality of human life and associated with systemic diseases. A number of antiplaque agents and antibiotics have been used as an adjunctive treatment for periodontal therapy. However, the use of these agents might increase bacterial resistance and unwanted side effects. Herbs are important sources of new drug development. Some herbs have been used for century in traditional medicine. This literature will provide the research information about Thai medicinal plants that have potential to be the candidates for development of anti-plaque and anti-periodontal agents in the future.

Keywords: Thai herbs, Periodontal disease, Anti-periodontal pathogen, Anti-inflammation

Received Date: Feb 23,2017

Accepted Date: Jul 3,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.1

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สิริรัตน์ สุอำพัน ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ. อังรีตุนังต์ กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-218-8882

โทรสาร 02-218-8882 อีเมล: pl_sireerat@yahoo.com

Correspondence to:

Sireerat Sooampon. Department of Pharmacology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri Dunant Road, Bangkok 10330

Thailand Tel: 02-218-8882 Fax: 02-218-8882 E-mail: pl_sireerat@yahoo.com

บทนำ

โรคปริทันต์ยังคงเป็นหนึ่งในปัญหาสุขภาพช่องปากที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยพบได้ถึงร้อยละ 30 ในประชากรชาวสหรัฐอเมริกา¹ ในประเทศไทยมีการสำรวจสุขภาพช่องปากของพระที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 998 รูป พบว่ากว่าร้อยละ 40 เป็นโรคปริทันต์² นอกจากโรคปริทันต์จะก่อให้เกิดปัญหาในช่องปาก เช่น การบดเคี้ยวอาหาร กลิ่นปาก และความสวยงาม ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนแล้วยังส่งผลทางอ้อมต่อจิตใจและการเข้าสังคม เช่น การเกิดความกังวล ความรู้สึกไม่มั่นใจในขณะพูดเนื่องจากการมีกลิ่นปาก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างโรคปริทันต์กับโรคทางระบบอื่น ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงมีครรภ์และโรคอัลไซเมอร์³⁻⁵ โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าโรคปริทันต์ถือเป็นหนึ่งในปัญหาทางทันตสาธารณสุขที่สำคัญซึ่งทำให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ โดยมีค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคนี้ถึงร้อยละ 10 ของค่าใช้จ่ายในทางสาธารณสุขทั้งหมดในประเทศกำลังพัฒนา⁶

สาเหตุหลักของโรคปริทันต์เกิดจากการแบคทีเรียที่สะสมอยู่บนคราบจุลินทรีย์บริเวณคอพิน แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปริทันต์ ได้แก่ พอร์ไฟโรโมนัส จินจิวาสิส (*Porphyromonas gingivalis*) แอ็กกริเกติแบคทีเรีย แอ็กทีโนไมซีเทมคอมมิแทนส์ (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) พริวเทลลา อินเตอมีเดีย (*Prevotella intermedia*) และ ทานเนเรลลา ฟอร์ไซเทีย (*Tannerella forsythia*) ซึ่งเป็นแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (*anaerobic bacteria*) ชนิดแกรมลบ⁷ การติดเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้จะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้มีการหลั่งไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ (pro-inflammatory cytokines) เช่น อินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า (interleukin-1 β ; IL-1 β) และ ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์แอลฟา (tumor necrosis factor α ; TNF α) กระตุ้นการสร้างเอนไซม์จำพวกคอลลาจีเนส (collagenases) และโปรตีเอส (protease)⁸ การอักเสบในระยะเริ่มแรกของโรคเรียกว่า โรคเหงือกอักเสบ (gingivitis) โดยมีอาการอักเสบวมแดงของเหงือกและมีเลือดออก ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่ได้รับการดูแลรักษาจะทำให้เกิดโรคปริทันต์อักเสบ (periodontitis) ซึ่งมีการทำลายของอวัยวะปริทันต์ มีการละลายตัวของกระดูกขาฟัน ทำให้ฟันโยกและสูญเสียฟันในที่สุด⁹

การรักษามาตรฐานสำหรับโรคปริทันต์คือการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันร่วมไปกับการส่งเสริมการรักษาสุขภาพ

ช่องปากของผู้ป่วย¹⁰ โดยอาจแนะนำให้ผู้ป่วยใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อเพื่อควบคุมการเกิดไบโอฟิล์ม (biofilm) น้ำยาบ้วนปากที่ได้รับการยอมรับจากสมาคมทันตแพทย์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Dental Association) ว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการเกิดคราบจุลินทรีย์ คือ น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน (chlorhexidine) ความเข้มข้นร้อยละ 0.12¹¹ อย่างไรก็ตาม การใช้ยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนมีข้อเสียหลายประการ เช่น การเกิดคราบติดสีบริเวณผิวฟัน การรับรสที่เปลี่ยนแปลงไป การเพิ่มขึ้นของหินปูนเหนือเหงือก (supragingival calculus formation)¹² ผู้ป่วยที่เป็นโรคปริทันต์ขั้นรุนแรงหรือไม่ตอบสนองต่อการรักษามาตรฐาน ทันตแพทย์อาจจำเป็นต้องพิจารณาให้ยาต้านแบคทีเรีย เช่น อะม็อกซิซิลลิน (amoxicillin) ดอกซีไซคลิน (doxycycline) หรือเมโทรนิดาโซล (metronidazole) ซึ่งการรับประทานยาเหล่านี้ก่อให้เกิดผลข้างเคียงที่สำคัญหลายประการ อาทิ เช่น การแพ้ยา ท้องเสีย และคลื่นไส้อาเจียน เป็นต้น¹³ เมื่อพิจารณาถึงผลข้างเคียงต่าง ๆ รวมไปถึงปัญหาเชื้อดื้อยาที่กำลังเกิดขึ้น การค้นหาพืชสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงและมีผลข้างเคียงต่ำ จึงถือแนวทางสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาตัวยาใหม่ ๆ พืชสมุนไพรที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนามาใช้ป้องกันและรักษาโรคปริทันต์นั้นควรจะมีความสามารถในการฆ่าหรือต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ ทั้งนี้เนื่องจากการทำลายของเนื้อเยื่อปริทันต์เกิดจากกระบวนการอักเสบ⁹ ดังนั้นหากสมุนไพรมีฤทธิ์ในการบรรเทาอาการอักเสบก็น่าจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการรักษาดีขึ้น ในอดีตมีสมุนไพรไทยหลายชนิดที่มีการนำมาใช้ในการแพทย์แผนไทยเพื่อรักษาโรคในช่องปาก ด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการศึกษาสารสกัดและสารประกอบบริสุทธิ์ของสมุนไพรเป็นจำนวนมาก บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมงานวิจัยของสมุนไพรไทยที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ในการรักษาหรือป้องกันโรคปริทันต์ได้ในอนาคต โดยเลือกสมุนไพรตัวอย่าง 7 ชนิด ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ข่อย กานพลู ฟาทะลายโจร ขมิ้น ชะพลู กะเพรา และ ชาเขียว ซึ่งข่อยและกานพลูนั้นถือเป็นสมุนไพรที่มีประวัตินำมาใช้อย่างยาวนานในทางทันตกรรม ส่วนฟาทะลายโจรถือเป็นหนึ่งในสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับเป็นวงกว้างถึงสรรพคุณต่าง ๆ ในการรักษาโรคและจัดเป็นหนึ่งในยาสามัญประจำบ้าน สำหรับ ขมิ้น ชะพลู กะเพรา ชาเขียว นั้น เป็นสมุนไพรที่นำมาใช้ประกอบอาหารและเครื่องดื่มในชีวิตประจำวัน

ข้อย

ข้อยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า สเตรบลัส แอสเปอร์ (*Streblus asper*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้ในทางทันตกรรมมาแต่โบราณ กิ่งข้อยสามารถนำมาใช้ในการประพินแทนประสิฟันเพราะเชื่อว่าจะทำให้ฟันแข็งแรง ป้องกันฟันผุ แก่เหงือกบวม เปลือกข้อยสามารถนำมาใช้รักษาโรคปริทันต์ ในการแพทย์แผนไทยมีการนำข้อยมาใช้รักษาอาการปวดฟัน ส่วนเมล็ดใช้บรรเทาอาการท้องเสียฆ่าเชื้อโรคในช่องปากและทางเดินอาหาร สารเคมีสำคัญที่พบมากในข้อย ได้แก่ สารจำพวกคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (cardiac glycoside) เช่น แคมโลไซด์ (kamloside) แอสเปโรไซด์ (asperoside) สเตรโบโลไซด์ (strebloside) และอินโดโรไซด์ (indroside) เป็นต้น โดยสารเหล่านี้มีฤทธิ์ช่วยเพิ่มแรงบีบตัวของหัวใจ¹⁴ นอกจากนี้ ยังพบสารจำพวกลูปานอล-3-โอ-บี-ดี-กลูโคไพราโนซิล-[1-5]-โอ-บี-ดี-ไซโลฟูราโนไซด์ (lupanol-3-O-b-d-glucopyranosyl-[1-5]-O-b-d-xylofuranoside) เทอปีน (terpene) และลิกแนน (lignin)¹⁵

การศึกษาฤทธิ์ทางชีววิทยาของปากพบว่าสารสกัดเอธานอลจากใบข้อยมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียกลุ่มสเตรปโตคอคคัส (*Streptococci*) โดยเฉพาะเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญในการก่อโรคฟันผุ ค่าความเข้มข้นยาต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญเติบโต (minimum inhibitory concentration; MIC) ของสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ในหลอดทดลองคือ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร¹⁶ นอกจากนี้สารสกัดจากใบข้อยที่ความเข้มข้นสูงยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการยึดติดของเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) การใส่สารสกัดเอธานอลจากใบข้อยที่ความเข้มข้น 62.5 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นระยะเวลาเพียง 1 นาที สามารถยับยั้งการยึดติดกับพื้นผิวอะคริลิกของฟันปลอมและเซลล์เยื่อผิวแก้มของคน (human buccal epithelial cells) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{17,18} นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดเอธานอลจากใบข้อยมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อพอร์ไฟโรโมนัส จินจิวาไลส แอ็กกริเกทิแบกเทอร์ แอ็กทีโนไมซีเทมคอมิแทนส์ แอ็กติโนมัยเซส แนสlundii (*Actinomyces naeslundii*) และ เป็ปโตสเตรปโตคอคคัส ไมโครส (*Peptostreptococcus micros*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ได้¹⁹ การศึกษาน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบข้อยพบว่าสามารถลดค่าระดับความอักเสบของเหงือก (gingival index) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ²⁰ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดสอบสารสกัดจากใบข้อยด้วยวิธีการฉีดใต้เหงือกร่วมกับการขูดหินปูนและเกลารากฟันในผู้ป่วยปริทันต์เรื้อรัง ซึ่งพบว่าสามารถลดการอักเสบของเหงือกได้แต่ไม่มีผลต่อร่องลึกปริทันต์ (probing

depth) การยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ (attachment level) รวมถึง จำนวนของเชื้อพอร์ไฟโรโมนัส จินจิวาไลส และแอ็กกริเกทิแบกเทอร์ แอ็กทีโนไมซีเทมคอมิแทนส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ²¹ อย่างไรก็ตาม การศึกษาคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกที่เก็บตัวอย่างจากผู้ป่วยโรคปริทันต์จำนวน 5 ราย ในห้องทดลอง พบว่าสารสกัดใบข้อยสามารถยับยั้งการเกิดไบโอฟิล์ม และ ลดจำนวนของเชื้อพอร์ไฟโรโมนัส จินจิวาไลส และแอ็กกริเกทิแบกเทอร์ แอ็กทีโนไมซีเทมคอมิแทนส์ในไบโอฟิล์มได้²²

นอกจากสารสกัดใบข้อยจะสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคปริทันต์แล้ว ยังมีการศึกษาในด้านฤทธิ์ด้านการอักเสบพบว่า สารสกัดเอธานอลของใบข้อยลดอาการบวมบริเวณฝ่าเท้าของหนูที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วยสารจำแนก การศึกษาเพิ่มเติมในระดับยีนในเซลล์แมโครฟาจที่ถูกกระตุ้นการอักเสบด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide) พบว่าฤทธิ์ด้านการอักเสบของใบข้อยน่าจะเกิดผ่านการยับยั้งการแสดงออกของยีนไซโคลออกซิจีเนส-2 (cyclooxygenase-2) และยีนอินดิโนซิเบลในตริกออกไซด์ซินเทส (inducible nitric oxide synthase)²³ จากการศึกษาต่าง ๆ ข้างต้นแสดงให้เห็นผลของสารสกัดจากใบข้อยในการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปริทันต์และยับยั้งการอักเสบ ปัจจุบันมีการนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์และพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นเจลข้อยสำหรับใส่ในร่องลึกปริทันต์ โดยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้รับการจดอนุสิทธิบัตรเลขที่ 2141 พ.ศ.2548²⁴

กานพลู

กานพลูมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซิซซีเจียม อโรมาติคัม (*Syzygium aromaticum*) ในการแพทย์แผนไทยนั้น กานพลูเป็นสมุนไพรที่มีการนำมาใช้เป็นยาแก้ปวดฟัน โดยนำน้ำมันจากดอกกานพลูมาทาในบริเวณเหงือกที่ปวดจะบรรเทาอาการปวดและใช้รักษาโรคปริทันต์ได้ หรืออาจจะใช้โดยการเคี้ยวดอกแล้วอมไว้บริเวณที่ปวดฟันเพื่อระงับอาการปวด สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกานพลู ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจำพวกยูจีนอล (eugenol) และสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และกรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ฆ่าเชื้อ ฤทธิ์บรรเทาอาการปวด และฤทธิ์ต้านมะเร็ง²⁵

การศึกษามูลของสารสกัดเอธานอลของดอกกานพลูต่อเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุก่อโรคในช่องปาก 4 ชนิด ได้แก่ พอร์ไฟโรโมนัส จินจิวาไลส, พรีเวเทลลา อินเตอมีเดีย, สเตรปโต

คอคคัส มิวแทนส์ และแอคทีโนมัยเซส วิสโคซัส (*Actinomyces viscosus*) พบว่าสารสกัดเมธานอลของดอกกานพลูมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อฟริโวเทลลา อินเทอมีเดีย และฟอร์ไฟโรโมแนส จินจิวัลิส ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคปริทันต์ได้ดี โดยมีค่าความเข้มข้นยาต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญของแบคทีเรียเท่ากับ 156 และ 625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคฟันผุ (ค่าความเข้มข้นยาต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญของแบคทีเรีย มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) โดยสารบริสุทธิ์จากกานพลูที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคปริทันต์คือ เคมเฟอร์อล (kaempferol) และไมริเซทิน (myricetin) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (ค่าความเข้มข้นยาต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญของแบคทีเรียเท่ากับ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)²⁶ อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวขัดแย้งกับการศึกษาของโรซาส-พินอน (Rosas-Pinon) และคณะ²⁷ ซึ่งพบว่าสารสกัดของผลกานพลูมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ โดยสารสกัดนี้มีฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดเอธานอลและมีค่าความเข้มข้นยาต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญของแบคทีเรียเท่ากับ 25 และ 62.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ในส่วนของฤทธิ์ต้านอักเสบนั้นมีการศึกษาในเซลล์แมคโครฟาจของหนูพบว่า ทั้งสารสกัดเมธานอลของดอกกานพลูและยูจีนอลสามารถยับยั้งผลของไลโปโพลีแซคคาไรด์ในการกระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบได้โดยสารสกัดเมธานอลของกานพลูสามารถยับยั้งการหลั่งอินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า อินเตอร์ลิวคิน-6 (interleukin-6; IL-6) และ อินเตอร์ลิวคิน-10 (interleukin-10; IL-10) ได้ ในขณะที่ยูจีนอลไม่มีผลต่อการหลั่งอินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า แต่สามารถยับยั้งการหลั่งอินเตอร์ลิวคิน-6 และอินเตอร์ลิวคิน-10²⁸ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในเซลล์แมคโครฟาจของมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์พบว่า ยูจีนอลสามารถยับยั้งการหลั่งสารสื่ออักเสบที่เกี่ยวข้องกับการละลายกระดูก เช่น อินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์-แอลฟา และพรอสตาแกลนดินอี-2 (prostaglandin E-2; PGE-2) ได้²⁹ โดยฤทธิ์ต้านอักเสบยังพบในเซลล์เนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟันมนุษย์ (human dental pulp cells) ซึ่งยูจีนอลสามารถยับยั้งการหลั่งอินเตอร์ลิวคิน-8 ในเซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วยอินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า หรือไลโปโพลีแซคคาไรด์ ได้แต่ผลดังกล่าวไม่พบในเซลล์ไฟโบรบลาสต์จากเหงือกมนุษย์ (human gingival fibroblast)³⁰

ถึงแม้จะมีการใช้น้ำมันกานพลูอย่างแพร่หลายในยับยั้งอาการปวด แต่การศึกษาในระดับเซลล์พบว่า น้ำมันกานพลู และ

ยูจีนอลซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันกานพลู มีความเป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบบลาสและเซลล์เยื่อผิวหลอดเลือดค่อนข้างสูง ในขณะที่เบต้า-คาริโอฟิวลีน (β -caryophyllene) ซึ่งเป็นองค์ประกอบเพียงส่วนน้อยของน้ำมันกานพลู ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์³¹ นอกจากนี้ยังมีรายงานผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้วัสดุอุดฟันที่มีส่วนผสมของยูจีนอลในการก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อผิวช่องปากและการเกิดผื่นแพ้สัมผัส (contact dermatitis)³² ดังนั้น ในการวิจัยเพื่อพัฒนากานพลูสำหรับใช้รักษาโรคปริทันต์ต่อไปในอนาคต ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมถึงความเป็นพิษของสารทดสอบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจต่อความปลอดภัยของผู้ป่วย

ฟ้าทะลายโจร

ฟ้าทะลายโจรมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แอนโดรกราฟิส พานิคูลาตา (*Andrographis paniculata*) ฟ้าทะลายโจรเป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับในการใช้เป็นสมุนไพรไทยมายาวนาน ปัจจุบันนี้ฟ้าทะลายโจรได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลกว่าเป็นสมุนไพรที่ช่วยบรรเทาอาการหวัดและเสริมภูมิคุ้มกันที่ดีกว่าการใช้ยาปฏิชีวนะและยังสามารถป้องกันภาวะตับเป็นพิษจากการใช้ยาพาราเซตามอลเกินขนาดหรือจากการดื่มแอลกอฮอล์เรื้อรัง สารออกฤทธิ์ในฟ้าทะลายโจรมีหลายชนิด ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) นีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (neoandrographolide) 14-ดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxyandrographolide) และ 14-ดีออกซี-11,12-ไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxy-11,12-didehydroandrographolide) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์ฆ่าเชื้อ ฤทธิ์ต้านอักเสบ ฤทธิ์ป้องกันตับเป็นพิษ ฤทธิ์ปรับภูมิคุ้มกัน รวมถึงฤทธิ์ต้านมะเร็ง³³

การศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพของฟ้าทะลายโจรพบว่า แอนโดรกราโฟไลด์ และ 14-ดีออกซี-11,12-ไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่สกัดได้จากฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสเอชไอวี (HIV) โดยมีค่าความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 50 (median effective concentration; EC50) เท่ากับ 49 และ 57 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ³⁴ นอกจากนี้ สารประกอบที่สกัดได้จากฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านเชื้อไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์เอช1เอ็น1 (H1N1) เอช9เอ็น2 (H9N2) และ เอช5เอ็น1 (H5N1)³⁵ ในส่วนของฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในช่องปากนั้น พบว่าสารสกัดเอธานอลจากใบฟ้าทะลายโจรสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อฟอร์ไฟโรโมแนส จินจิวัลิส³⁶ สารสกัดนี้จากใบฟ้าทะลายโจรและแอนโดรกราโฟไลด์สามารถยับยั้ง

การเจริญเติบโตของเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์³⁷ การศึกษาถึงฤทธิ์ต้านอักเสบพบว่า แอนโดรกราโฟไลด์สามารถยับยั้งการจับกันระหว่างนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี (nuclear factor kappa B; NF-KB) กับดีเอ็นเอและส่งผลต่อการแสดงออกของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ เช่น ไซโคลออกซีจีเนส-2³⁸ นีโอแอนโดรกราโฟไลด์สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide) ในเซลล์แมคโครฟาจที่ถูกกระตุ้นด้วยบาซิลลัส แคลแมตเต-เกแรง (bacillus Calmette-Guérin; BCG) และไลโปโพลีแซคคาไรด์³⁹ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาสารสกัดเมธานอลจากใบฟ้าทะลายโจรซึ่งพบว่าสามารถยับยั้งการแสดงออกของไนตริกออกไซด์ อินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า อินเตอร์ลิวคิน-6 และ พรอสตาแกลนดินอี-2⁴⁰

การศึกษาลึกถึงการประยุกต์ใช้เจลฟ้าทะลายโจรเพื่อเสริมฤทธิ์ในการรักษาโรคปริทันต์อักเสบเรื้อรัง และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เวลา 1 และ 3 เดือน ภายหลังได้รับการรักษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการชุดหินน้ำลายและเกลารากฟันร่วมกับการใส่เจลฟ้าทะลายโจรมีค่าระดับความอักเสบของเหงือก ร่องลึกปริทันต์ การยืดเกาะของอวัยวะปริทันต์ และการมีเลือดออกของเหงือก (bleeding on probing) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการชุดหินน้ำลายและเกลารากฟันร่วมกับการใส่เจลเบส และกลุ่มที่ได้รับการชุดหินน้ำลายและเกลารากฟันเพียงอย่างเดียว⁴¹ การศึกษาที่คล้ายคลึงกันโดยวัดค่าพารามิเตอร์ที่เวลา 6 เดือน พบว่า การใส่เจลฟ้าทะลายโจรสามารถลดร่องลึกปริทันต์ได้ดีกว่ากลุ่มที่ใช้ยาหลอก แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁴² การศึกษาในหนูที่ถูกกระตุ้นด้วยเชื้อพอโรไฟโรโมนัส จินจิวาสิส พบว่าแอนโดรกราโฟไลด์สามารถลดการละลายตัวของกระดูกขาพื้น และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยสามารถรักษาระดับของเฮกซามิโนอิล-ไลซีน (Hexanoyl-Lysine) และอัตราส่วนของกลูตาไรโอนต่อออกไซด์กลูตาไรโอนในซีรัมให้อยู่ใกล้เคียงค่าปกติ⁴³ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดไขมันในเลือดโดยไม่ก่อให้เกิดอาการใด ๆ ทางพิษวิทยาในหนู⁴⁴ ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของฟ้าทะลายโจรในการรักษาโรคปริทันต์ ซึ่งรองศาสตราจารย์สัมพันธ์ ไรจนพันธุ์ และคณะฯ จากมหาวิทยาลัยมหิดล ได้ทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฟ้าทะลายโจรให้อยู่ในรูปแบบของเจลสำหรับฉีดเข้าสู่ร่องเหงือกของผู้ป่วยโรคปริทันต์ ด้วยสามารถออกฤทธิ์ได้นาน และสามารถย่อยสลายได้เองโดยไม่มีสารตกค้างเหลืออยู่ เจลฟ้าทะลายโจรได้รับการจดสิทธิบัตรเลขที่ US7135164B2 ในปี พ.ศ.2549 ซึ่งถือเป็นสมุนไพรไทยตัวแรกที่ได้รับสิทธิบัตรจากประเทศสหรัฐอเมริกา⁴⁵

ขมิ้น

ขมิ้นมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า เคอร์คูมา ลองกา (*Curcuma Longa*) เป็นสมุนไพรไทยที่มีการใช้มาแต่โบราณเพราะมีสรรพคุณที่หลากหลาย เช่น ลดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียด อาหารไม่ย่อย มีการใช้ขมิ้นในการแพทย์อายุรเวท (ayurvedic medicine) มาเป็นระยะเวลาหลายร้อยปีเนื่องจากเป็นสารที่ไม่เป็นพิษ และมีคุณสมบัติออกฤทธิ์ที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์แก้ปวด ฤทธิ์แก้อักเสบ ฤทธิ์ฆ่าเชื้อ และฤทธิ์ต้านมะเร็ง องค์ประกอบสำคัญในขมิ้นที่พบว่ามีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา คือ เคอร์คูมิน (curcumin) ซึ่งเป็นสารสีเหลืองที่นำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร นอกจากนั้นยังพบสารที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน ได้แก่ ดีเมทอกซีเคอร์คูมิน (demethoxycurcumin) และบิสดีเมทอกซีเคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin)⁴⁶

มีการศึกษาอย่างแพร่หลายถึงผลของเคอร์คูมินในการต้านอักเสบ การศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า เคอร์คูมินสามารถยับยั้งการสร้างอินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า อินเตอร์ลิวคิน-8 ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์-แอลฟา และโมโนไซต์เคโมแอคแทรกแทนท์โปรตีน-1 (monocyte chemoattractant protein-1; MCP-1) ในโมโนไซต์ และแมคโครฟาจที่ถูกกระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์⁴⁷ ผลที่คล้ายกันยังพบในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้มีการอักเสบของตับอ่อนแบบเฉียบพลัน โดยพบว่าหนูที่ได้รับเคอร์คูมินมีระดับของอินเตอร์ลิวคิน-6 และทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์-แอลฟา ในซีรัมที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เคอร์คูมินไม่สามารถป้องกันการทำลายเนื้อเยื่อตับอ่อนได้⁴⁸ โดยฤทธิ์ต้านอักเสบของเคอร์คูมินนั้นน่าจะเกิดจากการยับยั้งกลไกของนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี และไมโทเจน-แอคทีเวเตดโปรตีนไคเนส (mitogen-activated protein kinase; MAPK)⁴⁹ นอกจากฤทธิ์ด้านการอักเสบแล้ว เคอร์คูมินยังมีฤทธิ์ในการรักษาบาดแผล โดยสามารถช่วยเร่งการหายของบาดแผลในหนูที่ได้รับรังสี เพิ่มการสะสมคอลลาเจน เพิ่มจำนวนเซลล์ไฟโบรบลาสต์ในบริเวณที่เกิดแผล⁵⁰ เพิ่มจำนวนเซลล์แมคโครฟาจ และการสร้างหลอดเลือดใหม่ในบริเวณที่เกิดแผลได้อีกด้วย⁵¹ ซึ่งฤทธิ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเคอร์คูมินในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อรักษาโรคปริทันต์

การศึกษาในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นโรคปริทันต์โดยการผูกเส้นด้ายฝ้าย (cotton threads) ระหว่างฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ทั้งสองด้าน พบว่าการให้เคอร์คูมินเข้าทางกระเพาะอาหาร (intragastric) สามารถยับยั้งการแสดงออกของพรอสตาแกลนดินอี-2-ซินเทส (PGE2-synthase) อินเตอร์ลิวคิน-6 และทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์-แอลฟา นอกจากนั้นยังลดการแทรกซึมของเซลล์

อักเสบ (inflammatory cell infiltrate) และเพิ่มปริมาณคอลลาเจนในเนื้อเยื่อเหงือก แต่ไม่สามารถป้องกันการละลายตัวของกระดูกเข้าฟันได้⁵² การศึกษาทางคลินิกโดยใช้เคอร์คูมินเจสร่วมกับการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์พบว่า เคอร์คูมินสามารถลดค่าดัชนีแผ่นคราบจุลินทรีย์ (plaque index) ระดับความอักเสบของเหงือก ร่องลึกปริทันต์ การยืดเกาะของอวัยวะปริทันต์ รวมถึงจำนวนของเชื้อพอร์ไฟโรโมนแนส จินจิวาสิส ทาเนเรลลา ฟอไรเซเทีย และ ตรีโพเนมา เดนทิกอลา (*Treponema denticola*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ได้⁵³ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบฮอล และคณะ⁵⁴ ซึ่งทำการศึกษาด้วยเจลขมิ้นร้อยละ 2 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของขมิ้นและคลอเฮกซิดีนกลูโคเนตในการป้องกันการเกิดคราบจุลินทรีย์และเหงือกอักเสบพบว่า น้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของขมิ้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนกลูโคเนตในการลดระดับความอักเสบของเหงือก และจำนวนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (total microbial count) แต่ น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนกลูโคเนตมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดคราบจุลินทรีย์สูงกว่า⁵⁵ การศึกษาโดยใช้สารละลายเคอร์คูมินร้อยละ 1 ฉีดใต้เหงือก พบว่า เคอร์คูมินมีประสิทธิภาพสูงในการลดการอักเสบ โดยสามารถลดการมีเลือดออกของเหงือก ความแดงของเหงือก และร่องลึกปริทันต์ได้สูงกว่ากลุ่มที่ฉีดใต้เหงือกด้วยเกลือร้อยละ 0.9 หรือ คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁵⁶

ชะพลู

ชะพลูมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ไปเปอร์ ซาเมนโตซัม (*Piper sarmentosum*) เป็นพืชที่ปลูกง่าย ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เกือบตลอดทั้งปี อีกทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจจึงได้มีการนำใบชะพลูไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในรูปของสมุนไพร ใช้ประกอบอาหารและยังมีคุณสมบัติทางยาด้วย ตามภูมิปัญญาไทยโบราณมีการนำชะพลูมาใช้รักษาอาการต่าง ๆ เช่น ขับเสมหะ ขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อและ ช่วยให้เจริญอาหาร การศึกษาในหนูพบว่า สารสกัดใบชะพลูสามารถลดความดันโลหิต ระดับคลอเรสเตอรอล⁵⁷ และป้องกันการเสื่อมถอยของเนื้อเยื่อหัวใจซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้⁵⁸

หนึ่งในฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลายในใบชะพลู คือ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่า สารสกัดเฮกเซนหรือเมธานอลของใบชะพลูมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีค่าความ

เข้มข้นที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 50 เท่ากับ 29.63 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร⁵⁹ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารสกัดใบชะพลูที่ทำให้เกิดฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชัน ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) วิตามินอี แคโรทีน (carotene) แซนโทฟิลล์ (xanthophylls) แทนนิน (tannin) และสารประกอบฟีนอลิก⁶⁰ การศึกษาของแอซลินา (Azlina) และคณะ⁶¹ พบว่าใบชะพลูมีฤทธิ์ในการปกป้องปอดของหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดออกซิเดทีฟสเตรส (oxidative stress) โดยสามารถลดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) และรักษาระดับเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) ให้อยู่ในระดับปกติ การศึกษาในเซลล์บุผนังหลอดเลือดดำสายสะดือของมนุษย์ (human umbilical vein endothelial cells) ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดออกซิเดทีฟสเตรสด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่า สารสกัดน้ำเมธานอล หรือ เฮกเซน ของใบชะพลูสามารถเพิ่มระดับสารต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการตายของเซลล์แบบอะพอพโทซิสได้⁶²

การศึกษาในหนูพบว่า สารสกัดน้ำของใบชะพลูยังมีฤทธิ์แก้ปวดและบรรเทาอาการอักเสบอีกด้วย โดยฤทธิ์แก้ปวดนั้นน่าจะเกิดผ่านโอปิออยด์รีเซปเตอร์ (opioid receptor)⁶³ อย่างไรก็ดี ยังไม่มีงานวิจัยที่แสดงชนิดของสารออกฤทธิ์แก้ปวดและบรรเทาอาการอักเสบในชะพลู สำหรับการศึกษาชะพลูในโรคปริทันต์นั้นยังมีอยู่อย่างจำกัด ทวีชัยสุภาพงศ์ และคณะ พบว่า สารสกัดเอทานอลของใบชะพลูมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียแอกกริเกติแบกเทอร์ แอกทีโนไมซีเทมคอมิแทนส์ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคปริทันต์ได้ โดยค่าความเข้มข้นของสารซึ่งสามารถฆ่าแบคทีเรียได้นั้นอยู่ในช่วง 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร⁶⁴ เมื่อพิจารณาถึงฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านอนุมูลอิสระของใบชะพลูแล้ว ชะพลูน่าจะเป็นอีกหนึ่งสมุนไพรไทยที่นำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคปริทันต์ได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

กะเพรา

กะเพรามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ออกซิมัม แซงตัม (*Ocimum sanctum*) ในทางการแพทย์แผนเดิม (traditional medicine) นั้นมีการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกะเพรา เช่น ใบ ลำต้น ดอก ราก และเมล็ด เพื่อรักษาอาการหอบหืด หลอดลมอักเสบ ท้องเสีย ข้ออักเสบ โรคผิวหนัง และแมลงสัตว์กัดต่อย เป็นต้น โดยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญของกะเพรา คือ ยูจีนอล นอกจากนี้ยังพบสารจำพวกฟีนอลิก เช่น กรดโรสมารินิก (rosmarinic acid) อะพิจิเจนิน (apigenin) และโอเรียนทิน (orientin) ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านอักเสบ⁶⁵

กะเพราถือเป็นหนึ่งในสมุนไพรไทยที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในช่องปาก การศึกษาผลของสารสกัดเอธานอลของใบกะเพราต่อเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคฟันผุด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน (disk diffusion) พบว่าสารสกัดใบกะเพราสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ สเตรปโตคอคคัส ไมทีส (*Streptococcus mitis*) สเตรปโตคอคคัส แชนกัวนิส (*Streptococcus sanguinis*) และแลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*) ได้ โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเชื้อ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์⁶⁶ นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส (*Enterococcus faecalis*) ในคลองรากฟัน⁶⁷ และมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราแคนดิดา อีก 6 ชนิด ได้แก่ แคนดิดา อัลบิแคนส์ แคนดิดา ครูเซ (*Candida krusei*) แคนดิดา ทรอปิคอลิส (*Candida tropicalis*) แคนดิดา พาราพซิโลซิส (*Candida parapsilosis*) แคนดิดา กลาบราตา (*Candida glabrata*) และแคนดิดา ดูบลินิเอนซิส (*Candida dubliniensis*)⁶⁸ การศึกษาผลของสารสกัดเอธานอลของใบกะเพราต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแอกริกเกทิแบกเทอร์ แอทิโนไมซีเทมคอมมิแทนส์ พบว่า สารสกัดใบกะเพราที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 มีขนาดโซนใส (inhibition zone) กว้างถึง 22 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับคลอเฮกซิดีนซึ่งก่อให้เกิดโซนใสขนาด 25 มิลลิเมตร⁶⁹ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า สารสกัดใบกะเพราสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อพรีโอเทลลา อินโตมิเดีย และพอร์ไฟโรโมนเนส จินจิวัลิส ได้ด้วย แต่ประสิทธิภาพในการยับยั้งไม่ดีเท่าการยับยั้งเชื้อแอกริกเกทิแบกเทอร์ แอทิโนไมซีเทมคอมมิแทนส์⁷⁰

มีผลงานวิจัยในการใช้กะเพราในรูปแบบนาส่งยาเฉพาะที่ (local drug delivery system) ซึ่งเป็นการเตรียมยาในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถปลดปล่อยยาในอัตราและปริมาณที่กำหนดในเนื้อเยื่อเป้าหมายของร่างกายได้ตามต้องการเพื่อให้เกิดผลสูงสุดในการรักษาและลดผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการศึกษาในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดโรคปริทันต์ด้วยการผูกเส้นไหมบริเวณฟันกรามบนซี่ที่ 2 พบว่า การใส่เจลกะเพราร้อยละ 2 สามารถลดระดับการอักเสบของเหงือก และร่องลึกปริทันต์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁷¹ นอกจากนี้ยังลดอาการบวมบริเวณฝ่าเท้าของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดอาการอักเสบด้วยคาโรจินเนน ซึ่งการใช้กะเพรามีความปลอดภัยสูง โดยไม่ก่อให้เกิดพิษใด ๆ ในหนูที่รับประทานกะเพราปริมาณ 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม⁷¹ การทดลองทางคลินิกแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled clinical trial) ในอาสาสมัครจำนวน 108 คน พบว่า

การใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของกะเพรามีประสิทธิภาพในการลดคราบจุลินทรีย์และเหงือกอักเสบเทียบเท่ากับคลอเฮกซิดีน⁷²

ชาเขียว

ชาเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่าคาเมลเลีย ไชเนนซิส (*Camellia sinensis*) เป็นชาที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ส่วนที่นำมาใช้ได้จาก ใบ ลำต้น ดอกตูมหรือยอด ใบชาเขียวที่ใช้ดื่มนั้นจะไม่ผ่านขั้นตอนการหมักทำให้ใบชาที่มีสารประกอบฟีนอลิกหลงเหลืออยู่มากกว่าชาดำและชาอูหลง ชาเขียวจึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาชนิดอื่น สารออกฤทธิ์สำคัญในชาเขียวคือแคเทชิน (catechin) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ แทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากผลการศึกษาคณสมบัติของชาเขียวพบว่าชาเขียวสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยลดความดันโลหิต นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส รวมถึงฆ่าเซลล์มะเร็ง⁷³

การศึกษาทางชีววิทยาช่องปากพบว่า สารสกัดน้ำของใบชาเขียวมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคฟันผุและโรคปริทันต์ซึ่งได้แก่ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ แอกริกเกทิแบกเทอร์ แอทิโนไมซีเทมคอมมิแทนส์ พอร์ไฟโรโมนเนส จินจิวัลิส และพรีโอเทลลา อินโตมิเดีย⁷⁴ การศึกษาในระดับเซลล์โดยใช้เซลล์เยื่อบุผิวเหงือก (gingival epithelial cells) พบว่าสารสกัดชาเขียว และ อีพิغالโลแคเทชิน-3-แกลเลท (epigallocatechin-3-gallate; EGCG) ซึ่งเป็นสารแคเทชินที่พบมากในชาเขียว สามารถเพิ่มการแสดงออกของเบต้า-ดีเฟนซิน (beta-defensins) ซึ่งเป็นเปปไทด์ต้านจุลชีพ (antimicrobial peptide) ผ่าน เอ็กซัตราเซลล์ูลาร์ ซิกแนล-เรกูเลทเคดไคเนส (extracellular signal-regulated kinase 1/2; ERK1/2) และ พี38 ไมโทเจน-แอคทิเวเตดโปรตีนไคเนส (p38 MAPK) นอกจากนี้ อีจีซีจี (EGCG) และสารสกัดชาเขียวยังสามารถป้องกันการย่อยสลายของเบต้า-ดีเฟนซินในเซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วยพอร์ไฟโรโมนเนส จินจิวัลิส ได้อีกด้วย⁷⁵ นอกจากนี้ชาเขียวจะมีคุณสมบัติต้านการเจริญเติบโตของเชื้อแล้วยังมีความสามารถในการต้านอักเสบด้วย โดยทั้งอีจีซีจี (EGCG) และสารสกัดเอธานอลของใบชาเขียวสามารถยับยั้งการหลั่งเมทริกซ์เมทัลโลโปรตีนเนส-9 (matrix metalloproteinase-9) ในเซลล์นิวโทรฟิล⁷⁶

การศึกษาในหนูที่เหนี่ยวนำให้เกิดโรคปริทันต์ด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ พบว่า การทาสารสกัดชาเขียวบริเวณร่องเหงือกสามารถลดการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ การละลายกระดูกรอบเบ้าฟัน การแทรกตัวของเซลล์อักเสบ รวมถึงลดการ

แสดงออกของรีเซปเตอร์แอกทิเวเตอร์ออฟนิวเคลียร์แฟกเตอร์-บี (Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand; RANKL) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของออสติโอคลาสต์ (osteoclast) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁷⁷ การศึกษาทางคลินิกแบบอำพรางฝ่ายเดียวและมีกลุ่มควบคุม (single blinded placebo controlled clinical trial) ในผู้หญิงที่เป็นโรคเหงือกอักเสบจำนวน 25 คน พบว่า กลุ่มทดลองที่บ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของชาเขียวร้อยละ 5 ครั้งละ 5 มิลลิลิตร วันละ 2 ครั้ง สามารถลดค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ ค่าดัชนีเหงือกอักเสบ และการเลือดออกของเหงือกได้ แต่ผลดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ⁷⁸ การศึกษาทางคลินิกแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมในผู้ชายจำนวน 110 คน พบว่ากลุ่มทดลองที่บ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของชาเขียวร้อยละ 2 ครั้งละ 10 มิลลิลิตร วันละ 2 ครั้ง สามารถลดค่าดัชนีแผ่นคราบจุลินทรีย์ และค่าดัชนีเหงือกอักเสบได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁷⁹ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของชาเขียวในการควบคุมการเกิดคราบจุลินทรีย์และป้องกันการเกิดโรคปริทันต์

บทสรุป

สมุนไพรมีการใช้อย่างยาวนานในการแพทย์แผนดั้งเดิมเพื่อป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ การสำรวจการใช้สมุนไพรในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี 2007 พบว่าร้อยละ 40 ของประชากรมีการใช้สมุนไพรในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา⁸⁰ นอกจากนี้สมุนไพรยังถือเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของยาต่าง ๆ กว่าร้อยละ 50 ของยาที่ใช้ในปัจจุบันถูกพัฒนามาจากพืชสมุนไพร⁸¹ บทความนี้ได้รวบรวมงานวิจัยของตัวอย่างสมุนไพรที่พบว่ามีศักยภาพในการใช้รักษาโรคปริทันต์ จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ข่อย กานพลู ฟ้าทะลายโจร ขมิ้น สะพลู กะเพรา และชาเขียว ซึ่งถือเป็นกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำสมุนไพรมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ อย่างไรก็ตาม มีสมุนไพรอีกหลายชนิด เช่น ว่านหางจระเข้ เปลือกมังคุด ที่มีการศึกษาถึงคุณสมบัติรักษาโรคปริทันต์เช่นกัน แต่ไม่ได้กล่าวถึงในบทความนี้

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด ที่รวบรวมในบทความนี้มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์และฤทธิ์ต้านอักเสบซึ่งถือเป็นคุณสมบัติสำคัญสำหรับใช้รักษาโรคปริทันต์ นอกจากฤทธิ์ดังกล่าวแล้ว สมุนไพรบางชนิดมีคุณสมบัติอื่น ๆ เสริม เช่น ฟ้าทะลายโจรสามารถลดการละลายตัวของกระดูกฟันและต้านอนุมูลอิสระ⁴³ เคอร์คูมินช่วยเร่งการหายของบาดแผลและเพิ่มการสะสมคอลลาเจน⁵³ คุณสมบัติเหล่านี้แสดงให้เห็นถึง

ศักยภาพของสมุนไพรที่สามารถลดการทำลาย และ ส่งเสริมการซ่อมแซมของเนื้อเยื่อในอวัยวะปริทันต์ โดยสมุนไพรเหล่านี้ มิได้มีฤทธิ์จำกัดเพียงการรักษาโรคปริทันต์เท่านั้น สมุนไพรบางชนิด เช่น ข่อย กานพลู กะเพรา และ ชาเขียว มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคฟันผุได้อีกด้วย^{16,27,66,74} ในปัจจุบันสมุนไพรหลายชนิดได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรม เช่น เคอร์คูมินถูกพัฒนาในรูปแบบเจล^{53,54} น้ำยาบ้วนปาก⁵⁵ และสารละลาย⁵⁶ เพื่อใช้ร่วมกับการขูดหินปูนและเกลารากฟันในผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบเรื้อรัง สำหรับ ข่อย และฟ้าทะลายโจร นั้นมีการพัฒนาในรูปแบบของเจลสำหรับฉีดเข้าสู่ร่องลึกปริทันต์และได้รับการจดสิทธิบัตรแล้ว^{24,45} ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวถือเป็นนวัตกรรมที่สำคัญของประเทศไทยในการนำสมุนไพรพื้นบ้านมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การศึกษาถึงประสิทธิภาพของ ขมิ้น กะเพรา และชาเขียว ในระยะยาว พบว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆทางคลินิก เช่น ระดับความอักเสบของเหงือก และ ร่องลึกปริทันต์ ยังคงดีขึ้นหลังจากใช้สมุนไพรเหล่านี้เป็นเวลา 4-5 สัปดาห์^{53,54,72,78,79} ในส่วนของข่อยและฟ้าทะลายโจรนั้น มีการศึกษาทางคลินิกในระยะเวลาที่นานขึ้น โดยพบว่าภายหลังจากใช้สมุนไพรเป็นเวลา 3-6 เดือน ผู้ป่วยมีค่าพารามิเตอร์ทางคลินิกดีกว่ากลุ่มที่ใช้ยาหลอก^{21,42}

ประชาชนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าการใช้สมุนไพรนั้นค่อนข้างปลอดภัยเนื่องจากเป็นสารจากธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้สมุนไพรจำเป็นต้องระวังถึงผลข้างเคียงต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแพ้สารในสมุนไพร และ อันตรกิริยา (interaction) ระหว่างสมุนไพรกับยาที่ผู้ป่วยรับประทาน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ เซนต์จอห์นเวิร์ต (St. John's wort) ซึ่งเป็นสมุนไพรที่นำมาใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาโรคซึมเศร้านั้นมีอันตรกิริยากับยาหลายชนิด เช่น ยาวาร์ฟาริน (warfarin) และ ยาไซโคลสปอริน (cyclosporin) เป็นต้น⁸² สำหรับสมุนไพรที่รวบรวมในบทความนี้ ถือเป็นสมุนไพรที่ค่อนข้างปลอดภัย มีการใช้ หรือ รับประทานอย่างแพร่หลาย ยกตัวอย่างเช่น ฟ้าทะลายโจรนั้น มีรายงานว่าปลอดภัยมากถึงแม้จะใช้ในความเข้มข้นสูง⁸³ การศึกษาถึงความเป็นพิษของของแอนโดรกราโฟไลด์ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในฟ้าทะลายโจร พบว่าขนาดยาที่ทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 (lethal dose 50; LD50) คือ 11.46 กรัมต่อกิโลกรัม⁸⁴ การศึกษาสารสกัดเมธานอลจากเปลือกข่อยในตัวอย่างของม้าน้ำพบว่าความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 2000 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ถือเป็นความเข้มข้นที่ปลอดภัยสำหรับตัวอย่าง⁸⁵ โดยในปัจจุบันยังไม่มียางานถึงผลข้างเคียงของการใช้สมุนไพรเหล่านี้ใช้ในทางทันตกรรม ยกเว้น กานพลู ซึ่งพบการเกิดผื่นแพ้สัมผัสหลังจากการใช้วัสดุอุดฟันที่มีส่วนผสมของยูจินอลซึ่งเป็นสารสำคัญที่พบในกานพลู³² กล่าวโดยสรุป สมุนไพรไทยถือว่า

มีศักยภาพที่จะนำมาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ และเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับใช้เสริมการรักษาโรคปริทันต์ได้อย่างไรก็ดี การศึกษาในอนาคตถึงสารออกฤทธิ์ในสมุนไพร กลไกการออกฤทธิ์ในระดับเซลล์ ผลข้างเคียง รวมถึง ต้นทุนและผลประโยชน์ (cost benefit)

จากการใช้สมุนไพร ถือเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญในการพัฒนาและประยุกต์ใช้สมุนไพรในทางคลินิกได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อวงการทางทันตกรรม

ตารางที่ 1 ตารางสรุปฤทธิ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคปริทันต์ของสมุนไพรจำนวน 7 ชนิด

Table 1 Antiperiodontal activity of 7 Thai medicinal plants

สมุนไพร	ส่วนที่นำมาศึกษา	ตัวทำละลายของสารสกัด	สารสำคัญในการออกฤทธิ์	สารต้านเชื้อก่อโรคปริทันต์	สารยับยั้งการอักเสบ	ฤทธิ์อื่น ๆ	การศึกษาทางคลินิก
ข่อย	ใบ	เอทานอล		มี ¹⁹	มี ²³		ลดระดับความอักเสบของเหงือก ^{20,21} ยับยั้งการเกิดไบโอฟิล์ม ²²
กานพลู	ดอก	เมทานอล	เคมเฟอร์อล และ ไมริเซทิน	มี ²⁵			
	ดอก	เมทานอล	ยูจีนอล		มี ²⁸ มี ²⁸⁻³⁰		
			แอนโดรกราโฟไลด์		มี ³⁸	ลดการละลายตัวของกระดูกขาพื้น และ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ⁴³	
ฟ้าทะลายโจร			นีโอแอนโดรกราโฟไลด์		มี ³⁹		
	ใบ	เมทานอล			มี ⁴⁰		
	ใบ ก้าน	เอทานอล		มี ³⁶			ลดค่าระดับความอักเสบของเหงือก ร่องลึกปริทันต์ การยืดเกาะของอวัยวะปริทันต์ และการมีเลือดออกของเหงือก ^{41,42}
ขมิ้น			เคอร์คูมิน	มี ⁵³	มี ^{47-49,52}	ช่วยเร่งการหายของบาดแผล เพิ่มการสะสมคอลลาเจน และ เพิ่มการสร้างหลอดเลือดใหม่ ^{50,51}	ลดค่าดัชนีแผ่นคราบจุลินทรีย์ ระดับความอักเสบของเหงือก ร่องลึกปริทันต์ และการยืดเกาะของอวัยวะปริทันต์ ^{53,55,56}
ชะพลู	ใบ	น้ำ เฮกเซน หรือ เมทานอล				ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ^{59,62}	
	ใบ	เอทานอล		มี ⁶⁴			
	ใบ	น้ำ			มี ⁶³	ฤทธิ์แก้ปวด	
กะเพรา	ใบ	เอทานอล		มี ^{69,70}			ลดการเกิดคราบจุลินทรีย์และเหงือกอักเสบ ⁷²
	ใบ	ของไหลวิกฤตยิ่งยวด			มี ⁷¹		
ชาเขียว	ใบ	น้ำ		มี ⁷⁴			
	ใบ	เมทานอล	อีซีจี		มี ⁷⁶ มี ⁷⁶		ลดค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ ค่าดัชนีเหงือก อักเสบ และการเลือดออกของเหงือก ^{78,79}

เอกสารอ้างอิง

- Oliver RC, Brown LJ, Loe H. Periodontal diseases in the United States population. *J Periodontol* 1998;69:269-78.
- Chaisupamongkollarp S, Jaturanon S, Subhakorn S, Ploysangngam P. Caries and Periodontal experience among 998 priests and novices in Bangkok. *J Med Assoc Thai* 2008;91 Suppl 1:S130-8.
- Rautemaa R, Lauhio A, Cullinan MP, Seymour GJ. Oral infections and Systemic disease-an emerging problem in medicine. *Clin Microbiol Infect* 2007;13:1041-7.
- Yeo BK, Lim LP, Paquette DW, Williams RC. Periodontal disease - the emergence of a risk for systemic conditions: pre-term low birth weight. *Ann Acad Med Singapore* 2005;34:111-6.
- Ide M, Harris M, Stevens A, Sussams R, Hopkins V, Culliford D, et al. Periodontitis and Cognitive Decline in Alzheimer's Disease. *PLoS One* 2016;11:e0151081.
- Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ* 2005;83:661-9.
- Lovegrove JM. Dental plaque revisited: bacteria associated with periodontal disease. *J N Z Soc Periodontol* 2004;7-21.
- Graves DT, Cochran D. The contribution of interleukin-1 and tumor necrosis factor to periodontal tissue destruction. *J Periodontol* 2003;74:391-401.
- Loesche W. Dental caries and Periodontitis: contrasting two infections that have medical implications. *Infect Dis Clin North*

Am 2007;21:471-502.

10. Cobb CM. Clinical significance of non-surgical periodontal therapy: an evidence-based perspective of scaling and root planing. *J Clin Periodontol* 2002;29 Suppl 2:6-16.

11. Council on Dental Therapeutics accepts Peridex. *J Am Dent Assoc* 1988;117:516-7.

12. Ciancio SG. Antiseptics and Antibiotics as chemotherapeutic agents for periodontitis management. *Compend Contin Educ Dent* 2000;21:59-62.

13. Kapoor A, Malhotra R, Grover V, Grover D. Systemic antibiotic therapy in periodontics. *Dent Res J (Isfahan)* 2012;9:505-15.

14. Fozzard HA, Sheets MF. Cellular mechanism of action of cardiac glycosides. *J Am Coll Cardiol* 1985;5:10A-15A.

15. Rastogi S, Kulshreshtha DK, Rawat AK. *Streblus asper* Lour. (Shakhotaka): a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. *Evid Based Complement Alternat Med* 2006;3:217-22.

16. Wongkham S, Laupattarakasaem P, Pienthaweechai K, Areejitranusorn P, Wongkham C, Techanitiswad T. Antimicrobial activity of *Streblus asper* leaf extract. *Phytother Res* 2001;15:119-21.

17. Taweechaisupapong S, Klanrit P, Singhara S, Pitiphat W, Wongkham S. Inhibitory effect of *Streblus asper* leaf-extract on adhesion of *Candida albicans* to denture acrylic. *J Ethnopharmacol* 2006;106:414-7.

18. Taweechaisupapong S, Choopan T, Singhara S, Chatrchaiwiwatana S, Wongkham S. In vitro inhibitory effect of *Streblus asper* leaf-extract on adhesion of *Candida albicans* to human buccal epithelial cells. *J Ethnopharmacol* 2005;96:221-6.

19. Taweechaisupapong S, Singhara S, Choopan T. Antimicrobial effect of *Streblus asper* leaf extract on selected anaerobic bacteria. *J Dent Assoc Thai* 2002;52:227-234.

20. Taweechaisupapong S, Wongkham S, Rattanathogkom A, Singhara S, Choopan T, Suparee S. Effect of mouthrinse containing *Streblus asper* leaf extract on gingivitis and plaque formation. *J Dent Assoc Thai* 2002;52:383-391.

21. Taweechaisupapong S, Intaranongpai K, Suwannarong W, Pitiphat W, Chatrchaiwiwatana S, Wara-aswapati N. Clinical and Microbiological effects of subgingival irrigation with *Streblus asper* leaf extract in chronic periodontitis. *J Clin Dent* 2006;17:67-71.

22. Taweechaisupapong S, Pinsuwan W, Suwannarong W, Kukhetpitakwong R, Luengpailin S. Effects of *Streblus asper* leaf extract on the biofilm formation of subgingival pathogens. *South African Journal of Botany* 2014;94:1-5.

23. Sripanidkulchai B, Junlatat J, Wara-aswapati N, Hormdee D. Anti-inflammatory effect of *Streblus asper* leaf extract in rats and its modulation on inflammation-associated genes expression in RAW

264.7 macrophage cells. *J Ethnopharmacol* 2009;124:566-70.

24. Taweechaisupapong S, Wara-Aswapati N, Lunporm A, Khunkitti W, Sripanidkulchai B, inventor, Center for Research and Development of Herbal Health Products. Gel containing *Streblus asper* leaf extract as an adjunct to scaling and root planing in chronic periodontitis patients, Thailand petty patent TH2141 2005 Nov 15.

25. Cortes-Rojas DF, de Souza CR, Oliveira WP. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014;4:90-6.

26. Cai L, Wu CD. Compounds from *Syzygium aromaticum* possessing growth inhibitory activity against oral pathogens. *J Nat Prod* 1996;59:987-90.

27. Rosas-Pinon Y, Mejia A, Diaz-Ruiz G, Aguilar MI, Sanchez-Nieto S, Rivero-Cruz JF. Ethnobotanical survey and antibacterial activity of plants used in the altiplane region of Mexico for the treatment of oral cavity infections. *J Ethnopharmacol* 2012;141:860-5.

28. Bachiega TF, de Sousa JP, Bastos JK, Sforcin JM. Clove and Eugenol in noncytotoxic concentrations exert immunomodulatory/anti-inflammatory action on cytokine production by murine macrophages. *J Pharm Pharmacol* 2012;64:610-6.

29. Lee YY, Hung SL, Pai SF, Lee YH, Yang SF. Eugenol suppressed the expression of lipopolysaccharide-induced proinflammatory mediators in human macrophages. *J Endod* 2007;33:698-702.

30. Koh T, Murakami Y, Tanaka S, Machino M, Sakagami H. Re-evaluation of anti-inflammatory potential of eugenol in IL-1 β -stimulated gingival fibroblast and pulp cells. *In Vivo* 2013;27:269-73.

31. Prashar A, Locke IC, Evans CS. Cytotoxicity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil and its major components to human skin cells. *Cell Prolif* 2006;39:241-8.

32. Sarrami N, Pemberton MN, Thornhill MH, Theaker ED. Adverse reactions associated with the use of eugenol in dentistry. *Br Dent J* 2002;193:257-9.

33. Chao WW, Lin BF. Isolation and Identification of bioactive compounds in *Andrographis paniculata* (Chuanxinlian). *Chin Med* 2010;5:17.

34. Reddy VL, Reddy SM, Ravikanth V, Krishnaiah P, Goud TV, Rao TP, et al. A new bis-andrographolide ether from *Andrographis paniculata* nees and evaluation of anti-HIV activity. *Nat Prod Res* 2005;19:223-30.

35. Chen JX, Xue HJ, Ye WC, Fang BH, Liu YH, Yuan SH, et al. Activity of andrographolide and its derivatives against influenza virus in vivo and in vitro. *Biol Pharm Bull* 2009;32:1385-91.

36. Amornchat C, Kraivaphan P, Kraivaphan V, Triratana T. The antibacterial activity of *Andrographis paniculata* crude extracts on oral bacteria. *J Dent Assoc Thai* 1991;41:178-85.

37. Singha PK, Roy S, Dey S. Antimicrobial activity of *Andrographis paniculata*. *Fitoterapia* 2003;74:692-4.

38. Hidalgo MA, Romero A, Figueroa J, Cortes P, Concha, Il, Hancke JL, *et al.* Andrographolide interferes with binding of nuclear factor-kappaB to DNA in HL-60-derived neutrophilic cells. *Br J Pharmacol* 2005;144:680-6.
39. Batkhuu J, Hattori K, Takano F, Fushiya S, Oshiman K, Fujimiya Y. Suppression of NO production in activated macrophages *in vitro* and *ex vivo* by neoandrographolide isolated from *Andrographis paniculata*. *Biol Pharm Bull* 2002;25:1169-74.
40. Chandrasekaran CV, Gupta A, Agarwal A. Effect of an extract of *Andrographis paniculata* leaves on inflammatory and allergic mediators *in vitro*. *J Ethnopharmacol* 2010;129:203-7.
41. Thawornrungrroj S, Kuphasuk Y, Petmitr S, Srisatjaluk R, Kitkumthorn N. The application of *Andrographis Paniculata* gel as an adjunct in the treatment of chronic periodontitis: clinical and microbiologica effects. *Naresuan U J* 2011;19:38-49.
42. Teparat-Burana T, Samarnsotthiwong C, Kasetsuwan J, Sirirat M, Rojanapanthu P. The efficacy of subgingivally delivered *Andrographis paniculata* gel to treat patients with periodontitis. *J Res Pract Dent* 2015;1-14.
43. Al Batran R, Al-Bayaty FH, Al-Obaidi MM. *In-vivo* effect of andrographolide on alveolar bone resorption induced by *Porphyromonas gingivalis* and its relation with antioxidant enzymes. *Biomed Res Int* 2013;2013:276329.
44. Al Batran R, Al-Bayaty F, Al-Obaidi MM, Abdulla MA. Acute toxicity and the effect of andrographolide on *Porphyromonas gingivalis*-induced hyperlipidemia in rats. *Biomed Res Int* 2013;2013:594012.
45. Rojanapanthu P, Gritsanapan W, Sirirat M, Amornchat C, inventor, Mahidol University, *Andrographis paniculata* gel as an adjunct in the treatment of periodontitis. United States patent US7135164B2. 2006 Nove 14.
46. Amalraj A, Pius A, Gopi S, Gopi S. Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives – A review. *J Tradit Complement Med* 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.05.005>.
47. Abe Y, Hashimoto S, Horie T. Curcumin inhibition of inflammatory cytokine production by human peripheral blood monocytes and alveolar macrophages. *Pharmacol Res* 1999;39:41-7.
48. Gulcubuk A, Altunatmaz K, Sonmez K, Haktanir-Yatkin D, Uzun H, Gurel A, *et al.* Effects of curcumin on tumour necrosis factor-alpha and interleukin-6 in the late phase of experimental acute pancreatitis. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2006;53:49-54.
49. Kim GY, Kim KH, Lee SH, Yoon MS, Lee HJ, Moon DO, *et al.* Curcumin inhibits immunostimulatory function of dendritic cells: MAPKs and translocation of NF-kappa B as potential targets. *J Immunol* 2005;174:8116-24.
50. Jagetia GC, Rajanikant GK. Curcumin treatment enhances the repair and regeneration of wounds in mice exposed to hemibody gamma-irradiation. *Plast Reconstr Surg* 2005;115:515-28.
51. Sidhu GS, Singh AK, Thaloor D, Banaudha KK, Patnaik GK, Srimal RC, *et al.* Enhancement of wound healing by curcumin in animals. *Wound Repair Regen* 1998;6:167-77.
52. Guimaraes MR, Coimbra LS, de Aquino SG, Spolidorio LC, Kirkwood KL, Rossa Jr C. Potent anti-inflammatory effects of systemically administered curcumin modulate periodontal disease *in vivo*. *J Periodontal Res* 2011;46:269-79.
53. Nagasri M, Madhulatha M, Musalaiah SV, Kumar PA, Krishna CH, Kumar PM. Efficacy of curcumin as an adjunct to scaling and root planning in chronic periodontitis patients: a clinical and microbiological study. *J Pharm Bioallied Sci* 2015;7:S554-8.
54. Behal R, Mali AM, Gilda SS, Paradkar AR. Evaluation of local drug-delivery system containing 2% whole turmeric gel used as an adjunct to scaling and root planing in chronic periodontitis: a clinical and microbiological study. *J Indian Soc Periodontol* 2011;15:35-8.
55. Waghmare PF, Chaudhari AU, Karhadkar VM, Jamkhande AS. Comparative evaluation of turmeric and chlorhexidine gluconate mouthwash in prevention of plaque formation and gingivitis: a clinical and microbiological study. *J Contemp Dent Pract* 2011;12:221-4.
56. Suhag A, Dixit J, Dhan P. Role of curcumin as a subgingival irrigant: a pilot study. *PERIO: Periodontal Pract Today* 2007;2:115-21.
57. Zainudin MM, Zakaria Z, Megat Mohd Nordin NA. The use of *Piper sarmentosum* leaves aqueous extract (Kadukmy) as antihypertensive agent in spontaneous hypertensive rats. *BMC Complement Altern Med* 2015;15:54.
58. Thent ZC, Lin TS, Das S, Zakaria Z. Histological changes in the heart and the proximal aorta in experimental diabetic rats fed with Piper sarmentsoum. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 2012;9:396-404.
59. Boonla P, Phadungkit M, Mahaweerawat U, Sombee T. Antioxidant and antimutagenic activities of *Piper sarmentosum* Roxb. leaf extracts. *IJPS* 2014;10:283-94.
60. Chanwitheesuk A, Teerawutgulrag A, Rakariyatham N. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chem* 2005;92:491-497.
61. Azlina M, Kamisah Y, Rahman R, Faizah O. *Piper sarmentosum* Roxb protects lung against oxidative stress induced by carbon tetrachloride in rats. *JMPR* 2011;5:6128-35.
62. Hafizah AH, Zaiton Z, Zulkhairi A, Mohd Ilham A, Nor Anita MM, Zaleha AM. Piper sarmentosum as an antioxidant on oxidative

- stress in human umbilical vein endothelial cells induced by hydrogen peroxide. *J Zhejiang Univ Sci B* 2010;11:357-65.
63. Zakaria ZA, Patahuddin H, Mohamad AS, Israf DA, Sulaiman MR. In vivo anti-nociceptive and Anti-inflammatory activities of the aqueous extract of the leaves of *Piper sarmentosum*. *J Ethnopharmacol* 2010;128:42-8.
64. Taweechaisupapong S, Singhara S, Lertsatitthanakorn P, Khunkitti W. Antimicrobial effects of Boesenbergia pandurata and *Piper sarmentosum* leaf extracts on planktonic cells and biofilm of oral pathogens. *Pak J Pharm Sci* 2010;23:224-31.
65. Pattanayak P, Behera P, Das D, Panda SK. Ocimum sanctum Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: an overview. *Pharmacogn Rev* 2010;4:95-105.
66. Kochikar Pai R, Bhat SS, Salman A, Chandra J. Use of an extract of Indian sacred plant Ocimum sanctum as an anticariogenic agent: an *in vitro* Study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2015;8:99-101.
67. Gupta-Wadhwa A, Wadhwa J, Duhan J. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of three herbal irrigants in reducing intracanal *E. faecalis* populations: an *in vitro* study. *J Clin Exp Dent* 2016;8:e230-5.
68. Gopalkrishna A, Seshagiri M, Muddaiah S, Shashidara R. *In vitro* antifungal activity of different components of *Centratherum anthelminticum* and *Ocimum sanctum* seed oils and their synergism against oral pathogenic fungi. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2016;10:92-8.
69. Eswar P, Devaraj CG, Agarwal P. Anti-microbial activity of Tulsi {Ocimum Sanctum (Linn.)} extract on a periodontal pathogen in human dental plaque: an *in vitro* study. *J Clin Diagn Res* 2016;10:ZC53-6.
70. Mallikarjun S, Rao A, Rajesh G, Shenoy R, Pai M. Antimicrobial efficacy of Tulsi leaf (Ocimum sanctum) extract on periodontal pathogens: an *in vitro* study. *J Indian Soc Periodontol* 2016;20:145-50.
71. Hosadurga RR, Rao SN, Edavanputhalath R, Jose J, Rompicharla NC, Shakil M, *et al.* Evaluation of the efficacy of 2% Ocimum sanctum gel in the treatment of experimental periodontitis. *Int J Pharm Investig* 2015;5:35-42.
72. Gupta D, Bhaskar DJ, Gupta RK, Karim B, Jain A, Singh R, *et al.* A randomized controlled clinical trial of *Ocimum sanctum* and Chlorhexidine mouthwash on dental plaque and gingival inflammation. *J Ayurveda Integr Med* 2014;5:109-16.
73. Khurshid Z, Zafar MS, Zohaib S, Najeeb S, Naseem M. Green Tea (*Camellia sinensis*) Chemistry and Oral Health. *Open Dent J* 2016;10:166-73.
74. Araghizadeh A, Kohanteb J, Fani MM. Inhibitory activity of green tea (*Camellia sinensis*) extract on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria. *Med Princ Pract* 2013;22:368-72.
75. Lombardo Bedran TB, Feghali K, Zhao L, Palomari Spolidorio DM, Grenier D. Green tea extract and its major constituent, epigallocatechin-3-gallate, induce epithelial beta-defensin secretion and prevent beta-defensin degradation by *Porphyromonas gingivalis*. *J Periodontal Res* 2014;49:615-23.
76. Kim-Park WK, Allam ES, Palasuk J, Kowolik M, Park KK, Windsor LJ. Green tea catechin inhibits the activity and neutrophil release of Matrix Metalloproteinase-9. *J Tradit Complement Med* 2016;6:343-346.
77. Yoshinaga Y, Ukai T, Nakatsu S, Kuramoto A, Nagano F, Yoshinaga M, *et al.* Green tea extract inhibits the onset of periodontal destruction in rat experimental periodontitis. *J Periodontal Res* 2014;49:652-9.
78. Jenabian N, Moghadamnia AA, Karami E, Mir AP. The effect of *Camellia sinensis* (green tea) mouthwash on plaque-induced gingivitis: a single-blinded randomized controlled clinical trial. *Daru* 2012;20:39.
79. Sarin S, Marya C, Nagpal R, Oberoi SS, Rekhi A. Preliminary clinical evidence of the antiplaque, antigingivitis efficacy of a mouthwash containing 2 % green tea - a randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent* 2015;13:197-203.
80. Barnes PM, Bloom B, Nahin RL. Complementary and alternative medicine use among adults and children: United States, 2007. *Natl Health Stat Report* 2008;1-23.
81. Gurib-Fakim A. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Mol Aspects Med* 2006;27:1-93.
82. Henderson L, Yue QY, Bergquist C, Gerden B, Arlett P. St John's wort (*Hypericum perforatum*): drug interactions and clinical outcomes. *Br J Clin Pharmacol* 2002;54:349-56.
83. Jayakumar T, Hsieh CY, Lee JJ, Sheu JR. Experimental and Clinical pharmacology of *Andrographis paniculata* and its major bioactive phytoconstituent Andrographolide. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013;846740.
84. Handa SS, Sharma A. Hepatoprotective activity of andrographolide from *Andrographis paniculata* against carbontetrachloride. *Indian J Med Res* 1990;92:276-283.
85. Kumar R, Kar B, Dolai N, Halder P. Study on developmental toxicity and behavioural safety of *Streblus asper* Lour. bark on Zebrafish embryos. *Indian J Nat Prod Resour* 2013;4:255-59.

การใช้เครื่องมือในช่องปากเพื่อคงตำแหน่งขากรรไกรในผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก: รายงานผู้ป่วย 1 ราย

The Usage of Oral Appliance for Maintaining Jaw Position in Hemimandibulectomy Patient: A Case Report

อุทัย อูมา¹, สีชมพูนรภูมิพิทักษ์¹, พนมพร วาณิชชานนท์¹ และ วันทนี มุทิตรางกูร¹

Uthai Uma¹, Seechompoo Norabhoompipat¹, Phanomporn Vanichanon¹ and Wantanee Mutirangura¹

¹ภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การคงตำแหน่งขากรรไกรล่างเป็นหนึ่งในขั้นตอนการรักษาผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก เพื่อแก้ไขตำแหน่งขากรรไกรให้กลับสู่ปกติและช่วยให้ผู้ป่วยสามารถใช้งานขากรรไกรได้ รายงานนี้เป็นการนำเสนอเครื่องมือในช่องปากโดยประยุกต์จากเฝือกสบฟันบนนำมาเติมส่วนปีกฟันเทียมด้านเพดานและด้านริมฝีปากสำหรับเป็นระนาบนำในการรักษาผู้ป่วยเพศหญิง อายุ 31 ปี ที่ถูกตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีกด้านขวาหลังการรักษามะเร็งมิกซอยด์คอนไดรซาร์โคมา ผู้ป่วยมีการเบี่ยงเบนของขากรรไกรล่างไปด้านขวา 10 มิลลิเมตรในตำแหน่งการสบฟันที่เป็นนิสัย หลังจากผู้ป่วยสวมใส่เครื่องมือในช่องปากตอนกลางคืนเป็นเวลา 6 เดือน ผู้ป่วยสามารถกัดฟันในตำแหน่งสบสลับหว่างได้คงที่โดยไม่ต้องใช้แรงในการจับขากรรไกร ผู้ป่วยระบุว่าสามารถเคี้ยวอาหารได้ง่ายขึ้น โดยสรุปเครื่องมือในช่องปากที่ประยุกต์จากเฝือกสบฟันมีประโยชน์ในการคงตำแหน่งขากรรไกรล่างในผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก

คำสำคัญ: เครื่องมือในช่องปาก, เฝือกสบฟัน, ตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก, การเบี่ยงเบนขากรรไกร

Abstract

The maintenance of mandibular position is an important part of the treatment process in the hemimandibulectomy patient. It corrects the mandibular position into the normal and helps patient function the jaw. This case report presents the usage of an oral appliance modified from the upper occlusal splint, which the palatal and labial flanges were added for guidance in a 31-year-old female patient who was treated for myxoid chondrosarcoma by the right hemimandibulectomy. After the surgery, the patient had her mandible deviated 10 millimeters to the right in the habitual occlusion. By wearing the oral appliance at night time for 6 months, she could constantly bite in the intercuspal position without mandibular manipulation. The patient reported that her mastication was improved. In conclusion, the intraoral appliance modified from the occlusal splint is profitable in maintaining the mandibular position of the hemimandibulectomy patient.

Keywords: Oral appliance, Occlusal splint, Hemimandibulectomy, Mandibular deviation

Received Date: Apr 3, 2017

Accepted Date: Jun 3, 2017

doi: 10.14456/jdat.2018.2

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

วันทนี มุทิตางกูร ภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330 โทรศัพท์: 02-218-8528 โทรสาร: 02-218-8553 อีเมล: Wantanee.M@chula.ac.th

Correspondence to:

Wantanee Mutirangura. Department of Occlusion, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri-Dunant Rd, Pathumwan, Bangkok, Thailand 10330 Tel: 02-218-8528 Fax: 02-218-8553 E-mail: Wantanee.M@chula.ac.th

บทนำ

ในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งบริเวณช่องปาก ใบหน้าและขากรรไกร อาจมีการผ่าตัดนำกระดูกขากรรไกรบนหรือขากรรไกรล่างออกร่วมกับการรักษาด้วยรังสีรักษาและเคมีบำบัด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและการทำหน้าที่ของช่องปาก ใบหน้า และขากรรไกรของผู้ป่วย ผู้ป่วยควรได้รับการดูแลบำบัดรักษาจากทีมสหวิชาชีพ¹ ด้วยเหตุนี้ทันตแพทย์จึงมีบทบาทในการช่วยบูรณะฟื้นฟูสภาพช่องปาก (oral rehabilitation) ใบหน้าและขากรรไกรให้ผู้ป่วยกลับคืนสู่สภาพที่ดีสุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

การตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก (hemimandibulectomy) ที่มีขอบเขตจากหัวคอนดัยล์ (condylar head) ส่วนยื่นคอรินอยด์ (coronoid process) มุมขากรรไกร (angle of mandible) ไปถึงขากรรไกรล่างส่วนลำตัว (body of mandible)² ถือเป็นการสูญเสียโครงสร้างค้ำยันสำหรับขากรรไกรจากการสูญเสียโครงกระดูกหลักที่เป็นที่เกาะปลาย (insertion) ของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวโดยปกติกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ (masseter) กล้ามเนื้อเทมโปราลิส (temporalis) และกล้ามเนื้อเทอริกอยด์มีดใน (medial pterygoid) จะทำหน้าที่พยุงขากรรไกรในตำแหน่งพัก (rest position) แต่เมื่อสูญเสียจุดเกาะของกล้ามเนื้อเหล่านี้ ขากรรไกรล่างก็จะเคลื่อนต่ำลง (downward) เนื่องจากอิทธิพลของกล้ามเนื้อกดขากรรไกร (depressor muscle) ดึงขากรรไกรล่างข้างนั้นลง นอกจากนี้การเสียสมดุลจากการหดตัวของกล้ามเนื้อเทอริกอยด์มีดนอก (lateral pterygoid) ที่ยังเหลืออยู่ จะส่งผลให้ขากรรไกรล่างเบี่ยงเบน (deviation) ไปด้านที่ขากรรไกรถูกตัด ซึ่งยากต่อการดึงกลับเพื่อให้ขากรรไกรกลับมาตรงดังเดิม

ปัญหาสำคัญที่ตามมาในผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออก

ครึ่งซีก มีหลายประการ¹ ดังนี้ 1) การเบี่ยงเบนของขากรรไกรล่างไปยังด้านที่ได้รับการผ่าตัด 2) ปัญหาการสบฟันและความสัมพันธ์ของขากรรไกร (intermaxillary relationship) 3) ปัญหาจากอาการกล้ามเนื้อบดเคี้ยวเกร็ง (trismus) 4) การเปลี่ยนแปลงปริมาณและความชื้นของน้ำลาย 5) การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งของลิ้น 6) ปัญหาการพูดและการสื่อสาร และ 7) ปัญหาการบดเคี้ยวและการกลืนอาหาร นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการเจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและรู้สึกไม่สบายบริเวณข้อต่อขากรรไกรได้ ซึ่งเป็นอาการที่พบได้บ่อย จากปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเตรียมผู้ป่วยให้เหมาะสม เช่น การบริหารขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยว และการใส่เครื่องมือในช่องปาก (oral appliance) เพื่อให้ผู้ป่วยพร้อมก่อนการผ่าตัดบูรณะใบหน้าขากรรไกร (maxillofacial reconstruction) หรือการฟื้นฟูสภาพช่องปากต่อไป

ในการฟื้นฟูสภาพช่องปากผู้ป่วยจำเป็นต้องมีตำแหน่งขากรรไกรล่างและการสบฟันที่ใกล้เคียงเดิม รายงานผู้ป่วยนี้จึงนำเสนอบทบาทหนึ่งของทันตแพทย์ในการช่วยฝึกตำแหน่งขากรรไกรล่างเพื่อส่งเสริมการรักษาในขั้นตอนต่อไป โดยการใช้เครื่องมือในช่องปากที่เสริมปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปาก (palatal and labial guided oral appliance)

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 31 ปี ถูกส่งต่อจากแพทย์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ให้มารับการรักษาเพื่อปรับสภาพการสบฟันก่อนการผ่าตัดบูรณะขากรรไกร ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นมิกซอยด์คอนโดโรซาร์โคมา (myxoid chondrosarcoma) ได้รับการตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีกบริเวณด้านขวาและทำการ

ปลูกถ่ายเนื้อเยื่อจากผิวหนังต้นขาพร้อมกับได้รับรังสีรักษาปริมาณทั้งหมด 48 เกรย์ (Gray; Gy) ภายใน 32 ครั้ง ติดตามผลการรักษา กับแพทย์ ไม่พบการเกิดโรคซ้ำ

จากการตรวจภายนอกช่องปาก พบใบหน้าไม่สมมาตร แนวกลาง (midline) ของขากรรไกรเบี่ยงเบนไปทางขวา (รูปที่ 1A) มีรอยหว้าจากการผ่าตัดที่บริเวณขากรรไกรด้านขวา ผู้ป่วยสามารถเคี้ยวอาหารได้ข้างเดียว และพูดไม่ชัด (รูปที่ 1B) การตรวจภายในช่องปากพบว่าเมื่อให้ผู้ป่วยสบฟันในตำแหน่งสบฟันที่เป็นนิสัย (habitual occlusion) ตำแหน่งเส้นแนวกลางฟันเบี่ยงไป

ทางขวาเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร (รูปที่ 1C) เมื่อให้ผู้ป่วยกัดฟันในตำแหน่งสบสับหว่าง (intercuspal position; ICP) ผู้ป่วยต้องใช้ความพยายามในการกัด ความแม่นยำและความสามารถในการกัดซ้ำต่ำ ผู้ป่วยอ้าปากได้ระยะมากที่สุด 50 มิลลิเมตร ไม่พบการคลำเจ็บที่กล้ามเนื้อบดเคี้ยว ไม่พบเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร เนื้อเยื่อบริเวณปลูกถ่ายเนื้อเยื่อจากผิวหนังปกติ ไม่พบรอยโรคใด ๆ ฟันหาย 6 ซี่ ได้แก่ ฟันซี่ 28, 44, 45, 46, 47 และ 48 ฟันผุ 3 ซี่ ได้แก่ ฟันซี่ 17, 27 และ 37 พบรากฟันซี่ 36 มีคราบจุลินทรีย์และเหงือกอักเสบโดยทั่วไป ไม่พบฟันโยก



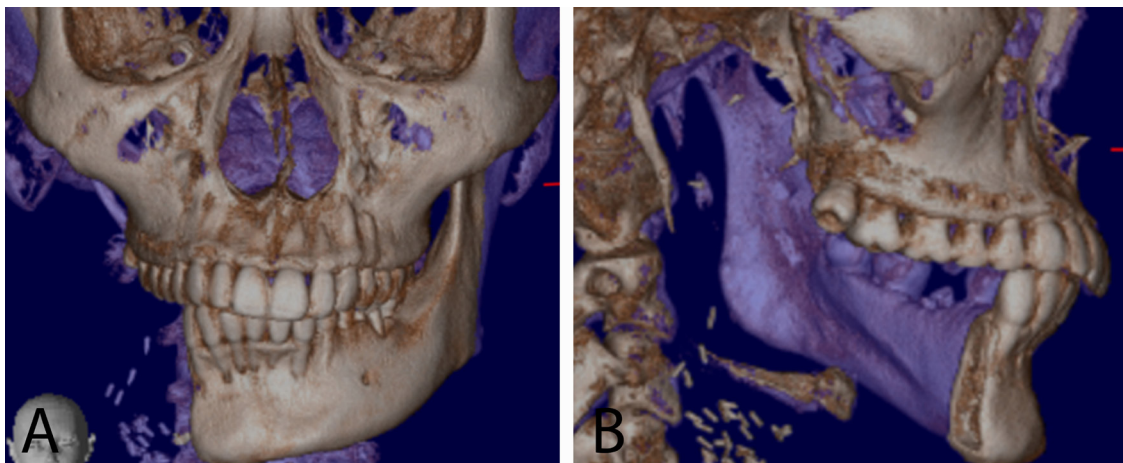
รูปที่ 1 ภาพถ่ายนอกช่องปากและในช่องปาก: ในการตรวจครั้งแรก

Figure 1 Extraoral and intraoral photographs: at first visit

- A. ภาพนอกช่องปากด้านหน้าแสดงขากรรไกรล่างเบี่ยงเบนไปด้านขวา (Extraoral frontal view showing mandible deviated to the right-side)
- B. ภาพนอกช่องปากด้านขวาแสดงการผิดรูปของใบหน้า (Extraoral right view showing facial deformity)
- C. ภาพในช่องปากแสดงตำแหน่งสบฟันที่เป็นนิสัย (Intraoral view showing habitual occlusion)
- D. ภาพในช่องปากแสดงฟันบน (Intraoral view showing maxillary teeth)
- E. ภาพในช่องปากแสดงฟันล่าง (Intraoral view showing mandibular teeth)

จากถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีมแบบภาพ 3 มิติ (3D-cone beam computerized tomography; 3D-CBCT) พบว่ามีการหายไปของขากรรไกรล่างด้านขวา ตั้งแต่

หัวคอนดอยล์จนถึงขากรรไกรล่างส่วนตัว สิ้นสุดที่ฟันซี่ 43 (รูปที่ 2A และ 2B)



รูปที่ 2 ภาพ 3 มิติจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีม

Figure 2 3D images from cone beam computerized tomography

A. ภาพด้านหน้าแสดงขากรรไกรล่างเบี่ยงเบนไปด้านขวา (Frontal view showing mandible deviated to the right-side)

B. ภาพด้านขวาแสดงการหายไปของขากรรไกรล่างส่วนลำตัวจนถึงหัวคอนดอยล์ด้านขวา (Right view showing loss of the right body of mandible extending to the condylar head)

แผนการรักษาของผู้ป่วยรายนี้ คือ 1) ให้ความรู้แก่ผู้ป่วยในการดูแลตนเอง (self-care) เกี่ยวกับการดูแลสุขอนามัยช่องปาก 2) ให้ผู้ป่วยใส่เครื่องมือในช่องปากเพื่อคงตำแหน่งขากรรไกรขณะสบฟัน และ 3) ติดตามผลการรักษาเป็นระยะ

ภายหลังอธิบายจุดประสงค์ของการรักษารวมถึงแผนการรักษา ผู้ป่วยได้รับการพิมพ์ปากเพื่อทำเครื่องมือในช่องปากและทำการบันทึกการสบฟันในตำแหน่งความสัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation; CR) เครื่องมือในช่องปากนี้ถูกออกแบบให้ครอบคลุมฟันบนทุกซี่คล้ายเฝือกสบฟันชนิดเสถียร (stabilization splint) ด้านสบฟันของเครื่องมือจึงเรียบแบนและสบกับฟันล่างทุกซี่ (รูปที่ 3B และ 3D) แต่เพิ่มส่วนปีกนำ (guided flange) ยื่นจากเฝือกสบฟันด้านเพดานจนคลุมด้านหลังของฟันซี่ 31 ถึง 38 ปีกนำอีกส่วนยื่นจากด้านริมฝีปากเพื่อคลุมฟันซี่ 41 ถึง 43 (รูปที่ 3A และ 3C) ปีกนำทำหน้าที่เป็นระนาบนำขณะผู้ป่วยหุบปากและ

คงตำแหน่งขากรรไกรล่างไว้ในท่าสบฟันปกติ โดยผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มร้อน (heat-cured acrylic resin) และแต่งเติมข้างแก่อด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (self-cured acrylic resin) (รูปที่ 3F) แนะนำให้ผู้ป่วยสวมใส่เครื่องมือในช่องปากขณะนอนหลับทุกคืน รวมถึงวิธีการดูแลทำความสะอาด และนัดติดตามผลการติดตามผลการรักษา 6 เดือน ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการสวมใส่เครื่องมือในช่องปากทุกวัน ใส่เวลานอน หลังใส่เครื่องมือในช่องปากไม่มีอาการเจ็บฟัน กล้ามเนื้อ หรือข้อต่อขากรรไกร เครื่องมือในช่องปากสามารถทำงานได้ดี ตำแหน่งขากรรไกรอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดคืน ผู้ป่วยรายงานว่าสามารถเคี้ยวอาหารได้ง่ายขึ้น สามารถขยับขากรรไกรในตำแหน่งสบสับหว่างได้เองโดยไม่ต้องใช้แรงในการจับ (manipulate) ขากรรไกร (รูปที่ 3E) ผู้ป่วยอ้าปากได้ระยะ 50 มิลลิเมตร ไม่พบการคล้ำเจ็บที่กล้ามเนื้อบดเคี้ยวและข้อต่อขากรรไกร



รูปที่ 3 การออกแบบและการใช้เครื่องมือในช่องปากที่ดัดแปลงจากเปลือกสบฟันชนิดเสถียรโดยเติมปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปาก

Figure 3 Design and usage of oral appliance modifying stabilization splint with palatal and labial flange addition

- A. ขั้นตอนการแต่งขี้ผึ้งของเครื่องมือในช่องปากขณะจำลองการอ้าปาก (Waxing process of oral appliance at open mouth simulation)
- B. ขั้นตอนการแต่งขี้ผึ้งของเครื่องมือในช่องปากขณะจำลองการหุบปาก (Waxing process of oral appliance at closed mouth simulation)
- C. การสวมใส่เครื่องมือในช่องปากขณะผู้ป่วยอ้าปาก โดยมีส่วนปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปากทำหน้าที่เป็นระนาบนำขากรรไกรล่างเข้าสู่ตำแหน่งสบฟัน (Wearing of the oral appliance guiding the mandible by the palatal and labial flanges at open mouth position)
- D. การสวมใส่เครื่องมือในช่องปากขณะผู้ป่วยหุบปาก โดยมีส่วนปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปากช่วยคงตำแหน่งขากรรไกรล่าง (Wearing of the oral appliance maintaining the mandible by the palatal and labial flanges at closed mouth position)
- E. หลังการรักษาด้วยเครื่องมือในช่องปาก ผู้ป่วยสบฟันในตำแหน่งสบสลับหว่างโดยไม่ต้องใช้แรงในการจับขากรรไกร (After oral appliance treatment, the patient was able to guide her jaw into the intercuspal position without jaw manipulation)
- F. เครื่องมือในช่องปากแสดงปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปาก (Oral appliance showing the palatal and labial guidances)

บทวิจารณ์

เมื่อผู้ป่วยรับการผ่าตัดขากรรไกรล่างเพื่อกำจัดมะเร็งไป ผู้ป่วยต้องได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือในช่องปากเพื่อคงตำแหน่งขากรรไกรล่าง ซึ่งถือเป็นขั้นตอนก่อนการบูรณะอวัยวะใบหน้าขากรรไกร³ ช่วงการรักษาที่สำคัญมาก เนื่องจากควรคงตำแหน่งขากรรไกรล่างให้ใกล้เคียงเดิมมากที่สุด เพื่อให้การบูรณะและการฟื้นฟูสภาพช่องปากเป็นไปได้ง่ายที่สุด เครื่องมือในช่องปากสำหรับคงตำแหน่งขากรรไกรล่างมีหลากหลายรูปแบบ ควรเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมตามระยะเวลาของการรักษา³ ซึ่งประกอบด้วย

ระยะหลังผ่าตัดทันที⁴ ระยะก่อนการฟื้นฟูสภาพช่องปาก⁴⁻¹³ และระยะฟื้นฟูสภาพช่องปาก^{4,10,14-18}

ผู้ป่วยอาจถูกส่งต่อมารับการรักษาก่อนการฟื้นฟูสภาพช่องปากจากปัญหาขากรรไกรล่างเบี่ยงเบน มีการรายงานรูปแบบของเครื่องมือในช่องปากเพื่อใช้รักษาผู้ป่วยในระยะก่อนการฟื้นฟูสภาพช่องปากหลากหลายชนิด แต่สามารถแบ่งเครื่องมือในช่องปากได้ 2 ประเภทตามตำแหน่งของระนาบนำ ดังนี้

- 1) เครื่องมือในช่องปากที่มีระนาบนำจากเพดาน (palatal

based) อาจทำเฝือกฟันแบบอ่อน (soft splint) จากแผ่นพลาสติกพีวีซี (PVC sheet) มาขึ้นรูปสุญญากาศ (vacuum) และเติมส่วนปีกนำที่ขากรรไกรบน⁴ อาจใช้เครื่องมือคงสภาพฟัน (orthodontic retainer) สำหรับฟันบนมาเติมส่วนปีกนำทางด้านเพดาน⁴⁻⁶ นอกจากนี้มีการนำเครื่องมือฝึกการพูดมาเติมส่วนปีกนำด้วยวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต (composite resin) เพื่อเป็นระนาบนำ⁷

2) เครื่องมือในช่องปากที่มีระนาบนำจากขากรรไกรล่าง (mandibular based) เป็นการใช้ลวดติดร่วมกับเรซินอะคริลิกสำหรับทำฐานฟันเทียม มาทำส่วนปีกนำยื่นเฉียงทางด้านแก้ม เครื่องมือยึดอยู่กับฟันบางซี่ในขากรรไกรล่าง⁸⁻¹⁰ อาจใช้โลหะเหวี่ยงมาผลิตเครื่องมือในช่องปาก^{12,13} หรือใช้แถบรัดฟันกรมจัดฟัน (orthodontic molar band) รัดฟันกรามล่างร่วมกับการเชื่อมด้วยลวดโลหะรูปตัวยู (U-shaped) เียงออกไปทางด้านแก้ม เพื่อเป็นระนาบนำ¹¹

ถึงแม้ว่าไม่เคยมีการรายงานการดัดแปลงเฝือกสบฟันสำหรับรักษาผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีกมาก่อน แต่มีการศึกษาของ Jamayet และคณะ ในปี ค.ศ. 2015¹⁹ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาด้วยเครื่องมือในช่องปากที่มีระนาบนำจากเพดานและจากขากรรไกรล่าง พบว่าประสิทธิภาพของการรักษาไม่ต่างกัน Singh และคณะ ปี ค.ศ. 2015²⁰ ได้รายงานประสิทธิภาพของการรักษาด้วยเครื่องมือในช่องปาก เมื่อผู้ป่วยสวมใส่เครื่องมือในช่องปากระยะเวลานานเพียงพอ ขากรรไกรล่างจะสามารถกลับเข้าตำแหน่งสบสบหว่างได้ ถึงแม้ว่าจะถอดเครื่องมือในช่องปากแล้วก็ตาม การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างครึ่งซีกควรคำนึงถึงบริบทของทันตแพทย์และผู้ป่วยแต่ละราย โดยอาศัยความรู้พื้นฐานทางวิชาการเกี่ยวกับทันตวัสดุศาสตร์ (dental materials) และชีวกลศาสตร์ (biomechanics) ของผู้ป่วยรายนั้น ๆ

การรักษาของผู้ป่วยรายนี้อยู่ในระยะก่อนการฟื้นฟูสภาพช่องปากโดยใช้เครื่องมือในช่องปากที่ออกแบบอย่างจำเพาะ มีจุดมุ่งหมายของการรักษา คือ ฝึกกล้ามเนื้อขากรรไกรและฟื้นฟูสภาพความสัมพันธ์ของตำแหน่งขากรรไกรล่างในขณะที่สบฟัน มุ่งหวังให้ผู้ผู้ป่วยสามารถควบคุมการอำหุขากรรไกรได้ง่ายขึ้น คงตำแหน่งของขากรรไกรล่างส่วนที่เหลืออยู่ อีกทั้งคงความสัมพันธ์ของข้อต่อขากรรไกรและแผ่นรองข้อต่อ ลดการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่มากเกินไป จัดเตรียมกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและตำแหน่งขากรรไกรล่างก่อนการผ่าตัดบูรณะใบหน้าขากรรไกร และเพิ่มประสิทธิภาพของขากรรไกรในการเคี้ยวอาหาร การพูด รวมถึงการกลืน เครื่องมือในช่องปากถูกดัดแปลงมาจากเฝือกสบฟันที่ใช้รักษาผู้ป่วยความผิดปกติบริเวณขมับขากรรไกร (temporo-

mandibular disorder) โดยเติมปีกนำด้านเพดานและด้านริมฝีปาก เครื่องมือครอบคลุมฟันบนทุกซี่เพื่อคงตำแหน่งฟันบนและเพิ่มการยึดอยู่ (retention) จากปริมาณฟันบนที่มากพอ ไม่ทำเครื่องมือในขากรรไกรล่างเพราะอาจรบกวนบริเวณรอยโรคและเนื้อเยื่อที่ปลูกถ่ายมา การออกแบบไม่ได้ยุ่งยากซับซ้อน เครื่องมือสามารถทำหน้าได้ดี และมีประโยชน์หลายประการ อันได้แก่ 1) ได้ประสิทธิภาพดีในการแก้ไขตำแหน่งขากรรไกร 2) เพิ่มความสามารถในการบดเคี้ยว การกลืน และการพูด 3) ผลิตง่ายและค่าใช้จ่ายต่ำ 4) กรอปรับแต่งง่าย และ 5) ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการรักษาดี

เครื่องมือในช่องปากที่ดัดแปลงจากเฝือกสบฟันเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งซึ่งสามารถนำไปรักษาผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างครึ่งซีกเพื่อคงตำแหน่งขากรรไกร ทันตแพทย์สามารถนำไปปรับใช้กับผู้ป่วยรายอื่น เนื่องจากยังไม่พบข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือนี้ อย่างไรก็ตามรายงานผู้ป่วยรายนี้เป็นเพียงการรายงานในผู้ป่วยเพียง 1 ราย ซึ่งผลสำเร็จของการรักษาในผู้ป่วยรายอื่นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปถึงประสิทธิภาพ และการปรับปรุงรูปแบบของเครื่องมือในช่องปากชนิดนี้ต่อไป

บทสรุป

การใช้เครื่องมือในช่องปากที่เตรียมอย่างเหมาะสมสำหรับรักษาผู้ป่วยตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีก มีประโยชน์ในการช่วยคงตำแหน่งขากรรไกรให้ถูกต้องและส่งเสริมให้ผู้ผู้ป่วยสามารถใช้งานขากรรไกรได้ การใช้เครื่องมือในช่องปากที่ดัดแปลงจากเฝือกสบฟันมีประโยชน์ในการคงตำแหน่งขากรรไกร สามารถนำมารักษาก่อนการตัดขากรรไกรล่างออกครึ่งซีกในระยะก่อนฟื้นฟูสภาพช่องปากได้

เอกสารอ้างอิง

1. Hundal M. Interdisciplinary approach toward prosthodontic rehabilitation of a mandibulectomy patient. *J Interdiscip Dentistry* 2014;4:50-4.
2. Brown JS, Barry C, Ho M, Shaw R. A new classification for mandibular defects after oncological resection. *Lancet Oncol* 2016;17:e23-30.
3. Marathe AS, Kshirsagar PS. A systematic approach in rehabilitation of hemimandibulectomy: a case report. *J Indian Prosthodont Soc* 2016;16:208-12.

4. Gupta S, Choukse V, Sandhu D. Mandibular resection guidance prosthesis: a review. *NJDSR* 2012;1:85-90.
5. Aggarwal H, Jurel SK, Kumar P, Chand P. Rehabilitating mandibular resection with guide flange prosthesis. *J Coll Physicians Surg Pak* 2014;24 Suppl 2:S135-7.
6. Bhattacharya SR, Majumdar D, Singh DK, Islam MD, Ray PK, Saha N. Maxillary palatal ramp prosthesis: a prosthodontic solution to manage mandibular deviation following surgery. *Contemp Clin Dent* 2015;6(Suppl1):S111-3.
7. Adaki R, Shigli K, Hormuzdi DM, Gali S. A novel speech prosthesis for mandibular guidance therapy in hemimandibulectomy patient: a clinical report. *Contemp Clin Dent* 2016;7:118-21.
8. Patil PG, Patil SP. Guide flange prosthesis for early management of reconstructed hemimandibulectomy: a case report. *J Adv Prosthodont* 2011;3:172-6.
9. Prencipe MA, Durval E, De Salvador A, Tatini C, Roberto B. Removable Partial Prosthesis (RPP) with acrylic resin flange for the mandibular guidance therapy. *J Maxillofac Oral Surg* 2009;8:19-21.
10. Kar S, Tripathi A, Madhok R. Treatment outcome with guiding flange prosthesis in hemimandibulectomy patients: case series of three patients. *Ann Maxillofac Surg* 2015;5:266-70.
11. Nelogi S, Chowdhary R, Ambi M, Kothari P. A fixed guide flange appliance for patients after a hemimandibulectomy. *J Prosthet Dent* 2013;110:429-32.
12. Sahin N, Hekimoglu C, Aslan Y. The fabrication of cast metal guidance flange prostheses for a patient with segmental mandibulectomy: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2005;93:217-20.
13. Babu S, Manjunath S, Vajawat M. Definitive guiding flange prosthesis: a definitive approach in segmental mandibulectomy defect. *Dent Res J* 2016;13:292-5.
14. Korlakunte PR, Shamnur SN, Iynalli RV, Shivmurthy S. Prosthetic management of hemimandibulectomy patient with guiding plane and twin occlusion prosthesis. *J Nat Sci Biol Med* 2015;6:449-53.
15. Agarwal S, Praveen G, Agarwal SK, Sharma S. Twin occlusion: a solution to rehabilitate hemimandibulectomy patient-a case report. *J Indian Prosthodont Soc* 2011;11:254-7.
16. Wong HH, Pow EH, Choi WW. Management of mandibular rotation after a mandibulectomy: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2013;110:532-7.
17. Murat S, Gurbuz A, Kamburoglu K. Rehabilitation of a patient with mandibular resection using osteointegrated implants: a case report. *J Oral Implantol* 2013;39:609-14.
18. Ntounis A, Patras M, Pelekanos S, Polyzois G. Treatment of hemi-mandibulectomy defect with implant-supported telescopic removable prosthesis. a clinical report. *J Prosthodont* 2013;22:501-5.
19. Jamayet NB, Fard AY, Husein A, Ariffin Z, Alam MK. Combined mandibular guidance therapy in the management of a hemimandibulectomy patient. *Int J Prosthodont* 2015;28:624-6.
20. Singh B, Sinha N, Sharma R, Parekh N. Non surgical correction of mandibular deviation and neuromuscular coordination after two years of mandibular guidance therapy: a case report. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZD07-9.

รายงานผู้ป่วย

การแตกของฟันในแนวดิ่ง : กรณีศึกษา

Longitudinal Tooth Fractures : Case study

ณัฐชา จุณณศักดิ์ศรี¹ และ อินทรา วงศ์เยาว์ฟ้า²
Nutta Chunasaksri¹ and Indra Wongyaofa²

¹แผนกแพทย์ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช กรุงเทพฯ

²ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ

¹Department of Medical, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy, Bangkok

²Department of Conservative dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok

บทคัดย่อ

การเกิดการแตกของฟันในแนวดิ่ง มีลักษณะที่สามารถตรวจพบได้หลายชนิด ผู้ป่วยมักมาด้วยอาการที่หลากหลายและการตรวจหาสาเหตุทำได้ยาก เนื่องจากการแตกของฟันในระยะเริ่มต้น ไม่สามารถตรวจได้จากภาพถ่ายรังสี ซึ่งตำแหน่ง ทิศทางและรอยแตกจะเป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดการแทรกซึมของแบคทีเรีย ส่งผลให้เกิดการอักเสบและเกิดรอยโรคตามมา รายงานผู้ป่วยฉบับนี้เป็นการตรวจทางคลินิก การวินิจฉัยและการให้การรักษานผู้ป่วยที่มีการแตกของฟันในแนวดิ่งแบบต่าง ๆ

คำสำคัญ: การแตกของฟันในแนวดิ่ง

Abstract

There are various patterns of longitudinal tooth fractures. Patients often present with pain or sensitivity. Radiographic evaluation cannot detect initial crack, it may difficult to locate the caused tooth. The location, direction and extension of cracks and fractures have an effect on the choice of treatment. Cracks and fractures are the pathways for bacterial penetration, which could lead to inflammation and disease of pulp tissue. In this report, clinical examinations, diagnosis and treatments of longitudinal tooth fracture are reviewed and discussed.

Keyword: Longitudinal Tooth Fractures

Received Date: May 5,2017

Accepted Date: Jul 31,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.3

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อินทรา วงศ์เยาว์ฟ้า ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110 ประเทศไทย โทร: 026495212 ต่อ 15112, 0897725006 โทรสาร: 026641882 อีเมล: indrawongyaofa@gmail.com

Correspondence to:

Indra Wongyaofa. Department of Conservative dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110 Thailand Tel: 026495212 ext. 15112, 0897725006 Fax: 026641882 E-mail: indrawongyaofa@gmail.com

บทนำ

ในปี ค.ศ. 2008 สมาคมเอ็นโดดอนติกส์ของอเมริกัน (American association of endodontists : AAE)¹ ได้มีการจำแนกประเภทของการเกิดการแตกของฟันในแนวดิ่ง (longitudinal tooth fracture) ตามลักษณะ ตำแหน่ง ทิศทางและขอบเขตของรอยแตก เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกการรักษา โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ รอยร้าว (Craze Line) การแตกของปุ่มฟัน (Fractured Cusp) ฟันร้าว (Cracked Tooth) ฟันแตก (Split Tooth) และรากฟันแตกในแนวดิ่ง (Vertical Root Fracture)

การแตกของฟันในแนวดิ่งมักจะมีอาการที่ไม่ชัดเจน มีลักษณะที่สามารถตรวจพบได้หลากหลายจากการตรวจวินิจฉัย AAE¹ ได้มีการแนะนำวิธีการในการตรวจกรณีที่สงสัยว่ามีการร้าวหรือการแตกของฟัน โดยเริ่มจากการตรวจและซักประวัติการรักษาทางทันตกรรม รวมถึงลักษณะรูปร่างของฟันและอุปนิสัยของผู้ป่วย เช่น ชอบกัดแน่นฟัน เคี้ยวหรือกัดของแข็ง จากนั้นทำการตรวจหาตำแหน่งของรอยร้าวด้วยความรู้สึกลสัมผัส (tactile examination) โดยใช้ปลายเครื่องมือตรวจฟัน (explorer) มาลากผ่านบริเวณผิวฟัน ปลายของเครื่องมือจะเช็ดติดบริเวณที่เป็นรอยร้าว และตรวจเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน โดยทำการเคาะฟันในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งใช้ได้ในกรณีที่การร้าวเริ่มจากตัวฟัน ซึ่งจะไปทำให้เกิดการแยกของรอยร้าวไปกระตุ้นเอ็นยึดปริทันต์หรือทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในท่อเนื้อฟัน และทำการทดสอบโดยให้ผู้ผู้ป่วยกัดยาง แท่งไม้ หรือเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดแรงกดดันเฉพาะปุ่มฟัน อย่างไรก็ตามหากผู้ป่วยมีอาการก็ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีการร้าวหรือการแตกของฟัน

กรณีที่มีการร้าวหรือการแตกของฟันจนถึงบริเวณเนื้อเยื่อในฟันจะส่งผลต่อสถานะของเนื้อเยื่อในฟัน ตรวจสอบได้โดยการทดสอบความมีชีวิตของเนื้อเยื่อในฟัน และบริเวณตำแหน่งของรอยร้าวจะมีร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบ (deep narrow pocket) และในภาพรังสีจะพบการละลายของกระดูก เอ็นยึดปริทันต์มีการหนาตัวหรือมีลักษณะของเงาโปร่งรังสีล้อมรอบรากฟัน ไม่สามารถระบุขอบเขตได้ อาจพบลักษณะการทำลายของกระดูกรอบปลายรากเป็นรูป J-shaped และจะสามารถเห็นรอยร้าวในภาพรังสีได้กรณีที่แนวรังสีผ่านรอยร้าวพอดี

ตำแหน่งของรอยร้ามักจะอยู่ที่บริเวณสันริมฟันด้านใกล้กลางและไกลกลาง เพื่อให้สามารถเห็นรอยร้าวได้อย่างชัดเจน แนะนำให้รู้วัสดุอุดเก่าและย้อมด้วยเมทิลีนบลู และทดสอบการ

ผ่านของแสง (Transillumination) ใช้แหล่งกำเนิดแสงจากไฟส่องผ่านเส้นใยจากด้ามกรอ (Fiberoptic handpiece) หรือการใช้เครื่องฉายแสงให้แนวลำแสงมีทิศทางตั้งฉากกับแนวของรอยร้าว โดยบริเวณที่เป็นรอยร้าวจะขัดขวางการผ่านของแสง เมื่อระบุตำแหน่งของรอยร้าวได้แล้ว ให้ออกแรงกดอุปกรณ์ tooth slooth ตรงตำแหน่งที่สงสัยเพื่อตรวจสอบการแยกชิ้นส่วนของฟัน ทำในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการปวดหรือเคยได้ยินเสียงการแตกของฟัน แต่หากมีการใช้แรงที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการแตกแยกของฟันได้ หากไม่สามารถให้การวินิจฉัยได้การผ่าตัดเพื่อสำรวจ (Surgical Assessment) ถือเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวินิจฉัย ช่วยให้สามารถตรวจหารอยร้าวที่อยู่บริเวณรากฟันได้

รายงานผู้ป่วยฉบับนี้เป็นกรณีผู้ป่วยที่ได้รับการส่งต่อมาเพื่อรับการรักษาลงรากฟันจำนวน 3 ราย ประกอบด้วย การแตกของปุ่มฟันแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete fractured cusp), ฟันแตก (Split tooth) และรากฟันแตกในแนวดิ่ง (Vertical root fracture) การวินิจฉัยที่ได้จากข้อมูลทางคลินิกและภาพรังสี

รายงานผู้ป่วย

กรณีศึกษาที่ 1

ผู้ป่วยชายไทยอายุ 28 ปี ปฏิเสธโรคประจำตัว มีประวัติแพ้ยาไอบูโพรเฟน (Ibuprofen) มาด้วยอาการสำคัญ คือ ปวดและเสียวฟันเวลาเคี้ยวอาหาร และถูกส่งต่อมาเพื่อรับการรักษที่เหมาะสม จากการซักประวัติพบว่าผู้ป่วยมีอุปนิสัยชอบทานของแข็ง เช่น น้ำแข็ง หนั๋งโกทอด และถั่วทอด ตรวจในช่องปากพบว่าฟันซี่ 26 (ฟันกรามบนซ้ายซี่ที่ 1) มีวัสดุอุดอะมัลกัมบริเวณด้านบดเคี้ยวและด้านบดเคี้ยว-ไกลกลาง-ใกล้เพดาน และพบรอยร้าวบริเวณสันริมฟันด้านใกล้กลาง พาดผ่านวัสดุอุดอะมัลกัมทางด้านบดเคี้ยวไปยังวัสดุอุดอะมัลกัมทางด้านใกล้เพดาน (รูปที่ 1) ทดสอบความมีชีวิตของฟันซี่ 26 ด้วยเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อในด้วยไฟฟ้า (Electronic Pulp Test) ที่บ่งชี้ความมีชีวิตของเนื้อเยื่อในค่าที่ได้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับฟันซี่ 16 (ฟันกรามบนขวาซี่ที่ 1) ที่ใช้เปรียบเทียบ เมื่อทดสอบด้วยการคลำเนื้อเยื่ออ่อนและเคาะไปที่ตัวฟัน ผู้ป่วยมีความรู้สึกเหมือนกับฟันซี่ 16 ฟันไม่โยกและมีร่องลึกปริทันต์โดยรอบประมาณ 2-3 มิลลิเมตร จากภาพรังสีพบวัสดุอุดที่บ่งชี้เป็นอะมัลกัมอยู่ทางด้านบดเคี้ยวและทางด้านใกล้กลางขนาดใหญ่ ไม่มีรอยโรครอบปลายรากฟัน (รูปที่ 2)



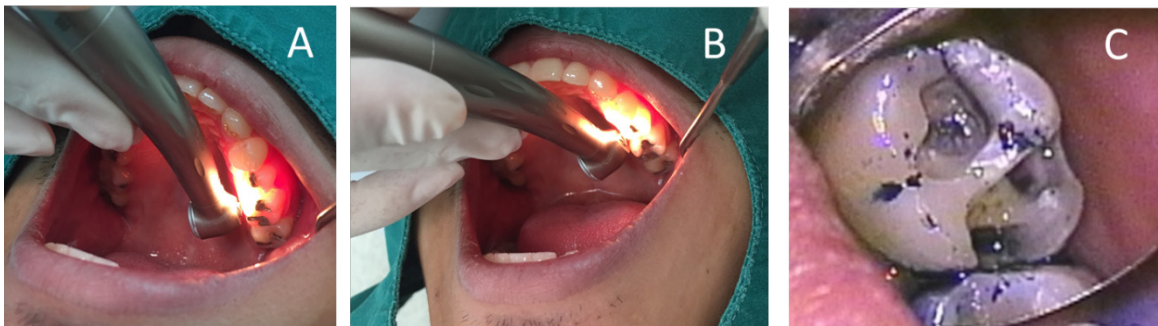
รูปที่ 1 รอยร้าวของฟันซี่ 26
Figure 1 Crack line on tooth 26



รูปที่ 2 ภาพรังสีของฟันซี่ 26
Figure 2 Periapical film of tooth 26

จากอาการและอาการแสดงที่พบคาดว่าผู้ป่วยมีฟันร้าวหรือการแตกของฟัน จึงทำการตรวจเพิ่มเติมโดยให้ผู้ป่วยกัดอุปกรณ์ tooth slooth พบว่าผู้ป่วยมีอาการเสียวฟันเมื่อทำการทดสอบที่บริเวณปุ่มฟันใกล้กลางใกล้เพดาน และทำการทดสอบการผ่านของแสงโดยใช้ไฟของหัวกรอเร็วมาทำการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าแสงไม่สามารถส่องผ่านฟันซี่ 26 ได้ (รูปที่ 3A) ซึ่งแตกต่างจากฟันซี่ 25 (ฟันกรามน้อยบนซ้ายซี่ที่ 2) (รูปที่ 3B) จากนั้นทำการฉีควัสดุอุดอะมัลกัมและย้อมด้วยเมทิลีนบลู (รูปที่ 3C)

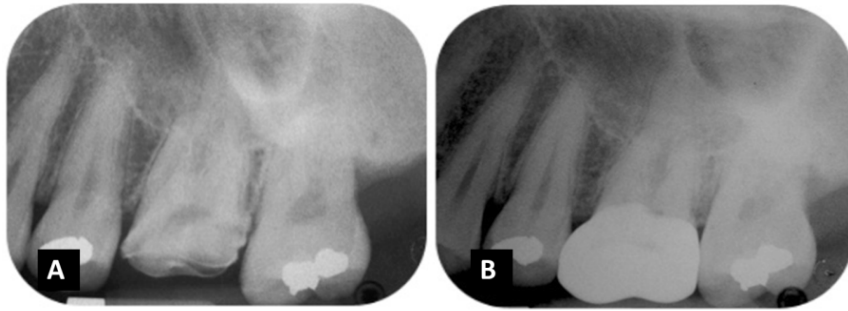
เพื่อดูตำแหน่งที่เกิดรอยร้าวภายใต้กล้องกำลังขยายสูง พบว่ามีรอยร้าวอยู่บริเวณสันริมฟันด้านใกล้กลางผ่านไปยังเนื้อฟัน ซึ่งมีขอบเขตครอบคลุมปุ่มฟันใกล้กลางใกล้เพดานแต่ไม่ถึงส่วนของเนื้อเยื่อในโพรงฟัน และพบว่าวัสดุอุดอะมัลกัมทางด้านเพดานมีขนาดใหญ่และมีลักษณะของโพรงใต้ปุ่มฟัน (Undermined cusp) ควรทำการกรอรอยร้าวออกให้หมด จากนั้นอุดปิดด้วยวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต



รูปที่ 3 (A) การทดสอบด้วยการผ่านของแสงซี่ 26 (B) การทดสอบการผ่านของแสงในฟันซี่ 25 ซึ่งเป็นฟันปกติ (C) ฟันซี่ 26 ซึ่งถูกย้อมด้วยเมทิลีนบลู
Figure 3 (A) Transillumination test of tooth 26 (B) Transillumination test of tooth 25 (C) Tooth 26 was stained with methylene blue.

ในกรณีนี้จึงให้การวินิจฉัยเป็นการอักเสบของเนื้อเยื่อในแบบผันกลับได้ (Reversible pulpitis) ร่วมกับ Incomplete fractured cusp และวางแผนการรักษาเป็นการบูรณะด้วยการทำครอบฟันโดยไม่รักษาคลองรากฟัน นัดผู้ป่วยมารับการรักษาครอบฟันเพื่อเตรียมสำหรับบูรณะด้วยครอบฟัน และบูรณะด้วยครอบฟันชั่วคราวเพื่อรอสังเกตอาการ จากนั้นนัดผู้ป่วยมาติดตามอาการที่ระยะเวลา 3 เดือน พบว่ามีอาการเสียวเล็กน้อยเวลาทานอาหาร ถ่ายภาพรังสีไม่พบความผิดปกติรอบปลายรากฟัน (รูปที่ 4A) นัดผู้ป่วยมาติดตามอาการที่ระยะเวลา 6 เดือน พบว่าผู้ป่วยใช้งาน

ได้ปกติ ภาพรังสีไม่พบความผิดปกติรอบปลายรากฟัน ให้การรักษาโดยการกรอฟันเพิ่มเติมและพิมพ์ฟันเพื่อทำครอบฟันและบูรณะด้วยครอบฟันชั่วคราว นัดผู้ป่วยมาใส่ครอบฟันใน 2 สัปดาห์ ต่อมานัดผู้ป่วยมาใส่ครอบ ยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ถาวร (Super-Bond C&B) และถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (รูปที่ 4B) และนัดผู้ป่วยมาติดตามอาการภายหลังจากการใส่ครอบฟันเป็นระยะเวลา 1 เดือน ผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ และภาพรังสีรอบปลายรากฟันปกติไม่มีรอยโรค



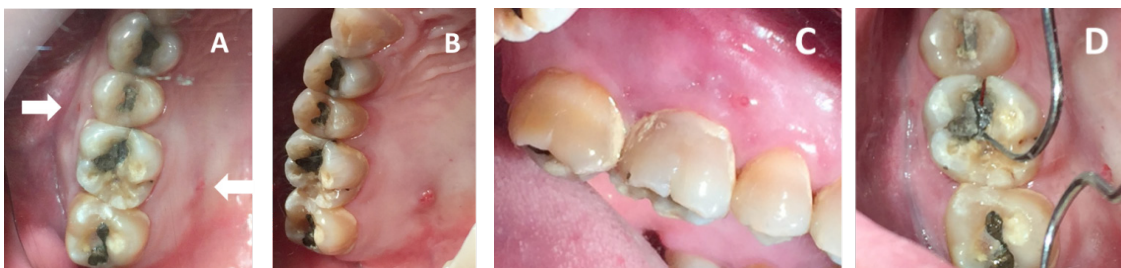
รูปที่ 4 (A) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันติดตามอาการที่ระยะเวลา 3 เดือน (B) ยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ถาวร
Figure 4 (A) Periapical film at 3-month-recall. (B) After fixed with permanent cement.

กรณีศึกษาที่ 2

ผู้ป่วยชายอายุ 51 ปี ปฏิเสธโรคประจำตัวและการแพ้ยา ได้ถูกส่งต่อมาเพื่อรับการรักษาลงรากฟันจำนวน 2 ซี่ คือ ฟันซี่ 16 (ฟันกรามบนขวาซี่ที่ 1) และ ฟันซี่ 36 (ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1) มีอาการสำคัญ คือ ปวดฟันกรามบนขวาเวลาเคี้ยวอาหาร และมีเหงือกบวมเป็นตุ่มมานานหลายเดือน ส่วนฟันซี่ 36 ผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ เคยรับการรักษารากฟันและทำครอบฟันมาประมาณ 9 ปี มีประวัติชอบทานของแข็ง เช่น ถั่ว

ฟันซี่ 16 ตรวจในช่องปากพบว่าบริเวณเนื้อเยื่ออ่อนมีรูเปิดทางหนองไหล (sinus tract) บริเวณทางด้านแก้มและด้านเพดานของฟันซี่ 16 (รูปที่ 5A, B, C) ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันรวมกับการทำ Gutta percha tracing (รูปที่ 6) พบว่าฟันซี่ 16 มีรอยโรคเป็นเงาโปร่งรังสีล้อมรอบรากฟันทั้ง 3 รากและ

จากการทำ Gutta percha tracing พบว่าตุ่มหนองมีสาเหตุมาจากฟันซี่ 16 มีร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบบริเวณไกลกลาง-ใกล้แก้ม 8 มิลลิเมตร บริเวณไกลกลาง-ใกล้ลิ้น 10 มิลลิเมตร และบริเวณใกล้กลาง-ใกล้แก้ม 8 มิลลิเมตร ฟันไม่ตอบสนองต่อการทดสอบความมีชีวิตด้วยเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อในด้วยไฟฟ้า ความร้อนและความเย็น รู้สึกเจ็บเมื่อเคาะไปที่ตัวฟัน และเมื่อสังเกตบริเวณด้านบดเคี้ยวพบรอยร้าวพาดผ่านจากสันริมฟันใกล้กลางไปยังสันริมฟันไกลกลาง และเมื่อใช้เครื่องมือตรวจฟันออกแรงกด (wedging force) ไปที่ด้านบดเคี้ยวบริเวณรอยร้าว พบว่าเกิดการแยกของฟันออกเป็น 2 ส่วน (รูปที่ 5D) จึงให้การวินิจฉัยเป็นฟันตาย (Pulp necrosis) ร่วมกับ Chronic apical abscess ร่วมกับฟันแตก (Split tooth) แผนการรักษา คือ การถอนฟัน



รูปที่ 5 (A) ภายในช่องปากฟันซี่ 16 (B) ตุ่มหนองบริเวณเหงือกด้านเพดาน (C) ตุ่มหนองบริเวณเหงือกด้านแก้ม (D) พบว่าเกิดการแยกของฟันออกเป็น 2 ส่วน

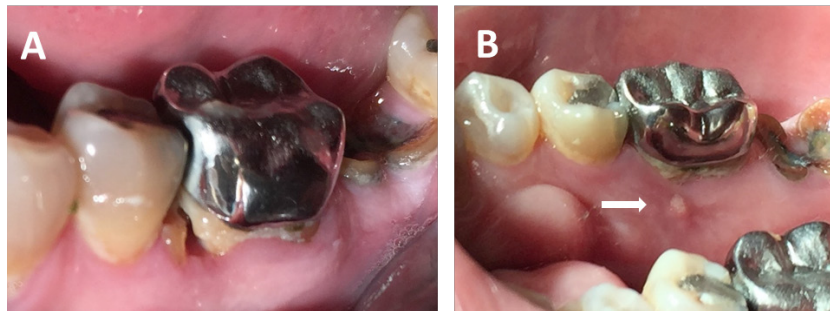
Figure 5 (A) Occlusal view of tooth 16 (B) Sinus opening at palatal area (C) Sinus opening at buccal area (D) Split tooth was found.



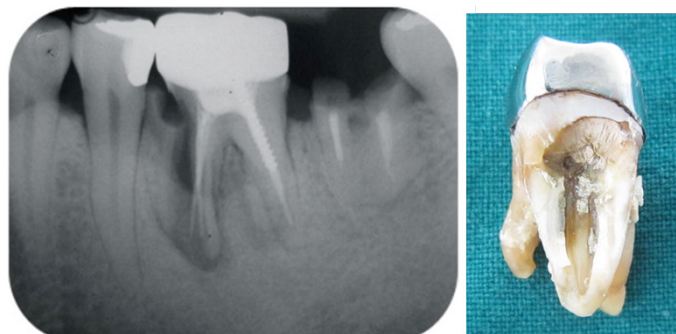
รูปที่ 6 ภาพรังสีรอบปลายรากฟันและการทำ Gutta percha tracing
Figure 6 Periapical film and Gutta percha tracing film.

ฟันซี่ 36 ตรวจในช่องปากพบรูเปิดทางหนองไหลอยู่บริเวณใกล้กับขอบเหงือกด้านลิ้น (รูปที่ 7B) ฟันได้รับการบูรณะด้วยครอบฟันโลหะ พบมีการแตกของรากฟันใกล้กลาง (รูปที่ 7A) มีร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบบริเวณใกล้กลาง-ใกล้แก้ม 9 มิลลิเมตร ฟันโยกระดับ 1 และจากภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (รูปที่ 8) พบว่าฟันซี่ 36 มีวัสดุอุดภายในคลองรากฟันและมีการ

แตกแยกของรากฟันใกล้กลางออกเป็น 2 ส่วน มีรอยโรคเป็นเงาโปร่งรังสีล้อมรอบรากฟันใกล้กลาง จึงให้การวินิจฉัยเป็น Previously treated with Chronic apical abscess ร่วมกับ Vertical root fracture แผนการรักษา คือ การถอนฟัน และเมื่อถอนฟันพบว่า รากฟันใกล้กลางเกิดการแตกแยกออกเป็น 2 ส่วนอย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 8)



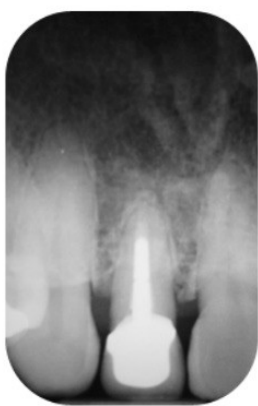
รูปที่ 7 (A) การแตกของรากฟันใกล้กลาง และ (B) ตุ่มหนองบริเวณเหงือกด้านลิ้นของฟันซี่ 36
Figure 7 (A) Root fracture at mesial root and (B) sinus opening at lingual surface of tooth 36



รูปที่ 8 ภาพรังสีรอบปลายรากฟันซี่ 36 และฟันซี่ 36 ภายหลังจากการถอน
Figure 8 Periapical film and extracted tooth 36

กรณีศึกษาที่ 3

ผู้ป่วยหญิงอายุ 60 ปี มีโรคประจำตัว คือ ความดันโลหิตสูง แพทย์ฟันซัลลิน มารับการรักษาฉุกเฉินเนื่องจากมีอาการบวมบริเวณฟันซี่ 12 (ฟันตัดบนขวาซี่ที่ 2) มีประวัติเคยได้รับการรักษาคคลองรากฟันและบูรณะด้วยครอบฟันมาเป็นระยะเวลานาน และมีอาการปวดตื้อ ๆ เป็น ๆ หาย ๆ มาประมาณ 4 ปี จากการตรวจพบเหงือกบริเวณฟันซี่ 12 ทางด้านแก้มมีลักษณะบวมเป็นหนอง มีอาการเจ็บเมื่อคลำเนื้อเยื่ออ่อนและเคาะที่ตัวฟัน พบลักษณะของร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบ (deep narrow pocket) บริเวณ



รูปที่ 9 ภาพรังสีรอบปลายรากฟันซี่ 12
Figure 9 Periapical film of tooth 12

หนึ่งเดือนถัดมาผู้ป่วยมาทำการผ่าตัดเพื่อสำรวจตรวจทางคลินิกพบว่ายังคงมีลักษณะของร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบแต่มีระดับที่ลดลง โดยบริเวณไกลกลาง-ใกล้แก้มมีร่องลึกปริทันต์ 9 มิลลิเมตร และบริเวณใกล้กลาง-ใกล้ลิ้นมีร่องลึกปริทันต์ 7 มิลลิเมตร พบว่าการแตกของรากฟันและมีบริเวณที่กระดูกถูกทำลายตามแนวรอยแตกของรากฟัน (รูปที่ 10) แผนการรักษา คือ การถอนฟัน

บทวิจารณ์

จากกรณีศึกษาที่ 1 พบว่าฟันซี่ 26 มีรอยร้าวเกิดขึ้นในชั้นของเคลือบฟันและเนื้อฟันในทิศทางแก้มเพดานและใกล้กลาง ไกลกลางครอบคลุมส่วนของปุ่มฟันใกล้กลางใกล้เพดาน โดยยังไม่มีอาการแตกแยกชิ้นส่วนออกไป ลักษณะเช่นนี้จาก AAE ในปี 2008¹ เรียกว่า การแตกของปุ่มฟันแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete

ไกลกลาง-ใกล้แก้ม 10 มิลลิเมตร และบริเวณใกล้กลาง-ใกล้ลิ้น 8 มิลลิเมตร จากภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (รูปที่ 9) พบว่าฟันซี่ 12 มีวัสดุอุดคลองรากฟันบริเวณปลายรากฟัน บูรณะด้วยเดือยฟัน และครอบฟัน ไม่มีรอยโรครอบปลายรากฟัน จึงให้การวินิจฉัยเป็น Previously treated with Acute apical abscess ให้การรักษาฉุกเฉินโดยการเจาะระบายหนอง (incision and drain) และล้างด้วยน้ำเกลือ และจ่ายยาคลินดามัยซิน (Clindamycin) และได้ส่งผู้ป่วยปรึกษาแพทย์ประจำตัวเพื่อเตรียมร่างกายสำหรับการผ่าตัดเพื่อสำรวจ (Exploratory surgery) ว่ามีการแตกของรากฟันหรือไม่



รูปที่ 10 แสดงการแตกของรากฟัน
Figure 10 Vertical root fracture

fractured cusp) ซึ่งเกิดจากการมีวัสดุอะมัลกัมร่วมกับการมีลักษณะของโพรงใต้ปุ่มฟัน (undermined cusp) และอุปนิสัยในการบริโภคของผู้ป่วยที่ชอบทานของแข็ง ทำให้เกิดความเสียหายกับฟัน ซึ่งการวินิจฉัยสามารถทำได้โดยการตรวจหารอยร้าว การทดสอบโดยการกัดและทดสอบการผ่านของแสง ซึ่งการเกิดฟันร้าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของวัสดุบูรณะ โดยการศึกษาของ Cameron² พบว่าการมีวัสดุบูรณะขนาดใหญ่ทำให้มีอุบัติการณ์การเกิดฟันร้าวเพิ่มขึ้น โดยวัสดุบูรณะแบบ class II พบการเกิดฟันร้าวได้มากกว่า class I เนื่องจากวัสดุบูรณะ class II มีการทำลายสันริมฟัน ทำให้เกิดการสูญเสียโครงสร้างที่แข็งแรงของฟัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Seo และคณะ³ พบว่าฟันร้าวร้อยละ 72 มีวัสดุบูรณะร่วมด้วย และพบรอยร้าวสัมพันธ์กับชนิดของวัสดุบูรณะ โดยฟันที่มีการบูรณะด้วยอะมัลกัมและอินเลย์ชนิดทอง (Gold inlay) พบอุบัติการณ์ของการเกิดรอยร้าวได้มากกว่าวัสดุบูรณะประเภทเรซินและอินเลย์ชนิดพอร์ซเลน (Porcelain inlays)

การแตกของปุ่มฟันแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete fractured cusp) มีการพยากรณ์โรคที่ดี ให้การรักษาโดยการบูรณะให้ครอบคลุมปุ่มฟัน และต้องมีการติดตามผลการรักษา เนื่องจากการศึกษาของ Krell และ Rivera⁴ พบว่ากรณีของฟันที่มีรอยร้าวและได้รับการวินิจฉัยสถานะของเนื้อเยื่อในเป็นเนื้อเยื่อในอีกเสบบนฟันกลับได้ (reversible pulpitis) จำนวน 127 ซี่ มีโอกาสที่สถานะของเนื้อเยื่อในจะเกิดการเปลี่ยนแปลงและต้องรับการรักษาคลองรากฟันได้ร้อยละ 21 โดยเกิดเป็นเนื้อเยื่อในอีกเสบบนฟันกลับไม่ได้ (irreversible pulpitis) เป็นจำนวนร้อยละ 16.5 ที่ระยะเวลา 2 เดือน และเกิดการตายของเนื้อเยื่อในร้อยละ 4.5 ที่ระยะเวลา 5 เดือน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Abbott และ Leow⁵ พบว่ากรณีของฟันที่มีรอยร้าวและได้รับการวินิจฉัยสถานะของเนื้อเยื่อในเป็นเนื้อเยื่อในอีกเสบบนฟันกลับได้ จำนวน 100 ซี่ มีโอกาสที่จะให้การรักษาโดยไม่ต้องรักษาลงรากฟันอยู่ที่ร้อยละ 80 และพบว่าเนื้อเยื่อในจะต้องใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ในการปรับสภาพให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติ แต่เนื่องจากสถานะของเนื้อเยื่อในปกติและกรณีที่เกิดการตายจะมีลักษณะที่เหมือนกัน คือ ผู้ป่วยไม่มีอาการปวด จึงได้แนะนำให้ทำการตรวจและติดตามผลการรักษาที่ระยะเวลา 3 เดือน ว่าเนื้อเยื่อในสามารถกลับเข้าสู่สภาวะปกติหรือเกิดการตาย ซึ่งในกรณีศึกษาที่ 1 ทำการบูรณะด้วยครอบฟันชั่วคราวและติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ และภาพรังสีไม่พบความผิดปกติรอบปลายรากฟัน จึงทำการรักษาบูรณะด้วยครอบฟันถาวรโดยไม่ทำการรักษาลงรากฟัน

ส่วนกรณีศึกษาที่ 2 และ 3 เป็นกรณีของฟันแตก (Split tooth) และรากฟันแตกในแนวตั้ง (Vertical root fracture) ซึ่งเกิดกรณีเหล่านี้จะเกิดการแยกของฟันออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งเป็นทางเข้าของเชื้อทำให้เกิดการอักเสบและติดเชื้อภายในคลองรากฟัน ส่งผลให้เกิดตุ่มหนองซึ่งเป็นรูเปิดทางหนองไหลได้หลายตำแหน่ง⁶ ซึ่งจะเห็นได้จากฟันซี่ 16 ที่พบตุ่มหนองบริเวณทางด้านแก้มและด้านเพดาน รวมถึงการมีร่องลึกปริทันต์ที่ลึกและแคบ 2 ตำแหน่งตรงข้ามกันถือเป็นลักษณะสำคัญของการเกิดการแตกของรากฟัน⁷ นอกจากนี้การเกิดตุ่มหนองซึ่งเป็นทางระบายของหนองถือเป็นอีกลักษณะหนึ่งที่จะช่วยในการวินิจฉัยกรณีที่เกิดการแตกของรากฟันได้ จากการศึกษาของ Chandhana และ Saipavithra⁸ พบว่ากรณีที่เกิดการแตกของรากฟันสามารถพบร่วมกับรูเปิดทางหนองไหลได้ร้อยละ 13-42 มีตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับขอบเหงือกและมัก

พบรูเปิดทางหนองไหล 2 ตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกัน (Dual Sinus Tract) ซึ่งถือเป็นลักษณะสำคัญเมื่อมีการแตกของรากฟันเกิดขึ้น แตกต่างจากรูเปิดทางหนองไหลที่เกิดจากการติดเชื้อภายในฟันซึ่งจะมีตำแหน่งค่อนข้างไปทางปลายรากฟัน มีการศึกษาพบรากฟันแตกในแนวตั้ง 2 ซี่ในผู้ป่วยรายเดียวกันได้ร้อยละ 12.07⁹ ดังนั้นในผู้ป่วยมีประวัติรากฟันแตกในแนวตั้งมาก่อน ก็อาจจะพบการแตกของรากฟันในอนาคตเพิ่ม

ในการเกิดการแตกของรากฟันในแนวตั้งทั้ง 5 ชนิด มีสาเหตุในการเกิดที่คล้ายกัน คือ การที่ผู้ป่วยมีแรงบดเคี้ยวที่รุนแรงและอุปนิสัยของผู้ป่วย เช่น ขอบกันแน่นฟัน เคี้ยวหรือกัดของแข็ง เมื่อเกิดร่วมกับสาเหตุอื่น ๆ เช่น ลักษณะรูปร่างของฟัน การรักษา รากฟัน การบูรณะฟัน ทำให้เกิดการร้าวและการแตกของฟันในรูปแบบต่าง ๆ¹ ซึ่งในกรณีศึกษาที่ 1 เกิดการแตกของปุ่มฟันแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete fractured cusp) และกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งเกิดการแตกของรากฟันในแนวตั้งชนิดฟันแตก (Split tooth) มีสิ่งที่คาดว่าเป็นสาเหตุที่เหมือนกัน คือ อุปนิสัยในการทานของแข็ง และในกรณีศึกษาที่ 2 (ฟันซี่ 36) และกรณีศึกษาที่ 3 (ฟันซี่ 12) ซึ่งเกิดรากฟันแตกในแนวตั้ง (Vertical root fracture) มีสิ่งที่คาดว่าเป็นสาเหตุที่เหมือนกัน คือ มีประวัติได้รับการรักษาลงรากฟัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการที่ผู้ป่วยมีอุปนิสัยในการทานของแข็ง และการมีประวัติได้รับการรักษาลงรากฟันถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการแตกของรากฟันในแนวตั้ง

กรณีที่เกิดการแตกของรากฟันในฟันที่มีรากเดียวควรทำการถอนทันทีเมื่อตรวจพบ เพื่อป้องกันการสูญเสียของกระดูกที่อยู่ล้อมรอบรากฟัน ส่วนกรณีของฟันหลายรากอาจจะให้การรักษาโดยการตัดปลายรากฟัน (Root resection), การตัดรากฟัน (Root amputation) หรือการผ่าซีกฟัน (Hemisection) ในกรณีที่ต้องการเก็บฟัน ซึ่งจะต้องมีการเปรียบเทียบผลดีและผลเสียกับการรักษาโดยการถอนฟันและใส่ฟันเทียมทดแทน¹⁰

บทสรุป

การเกิดการแตกของฟันในแนวตั้งมีหลายประเภท มีลักษณะและอาการทางคลินิกที่หลากหลาย การใช้ข้อมูลทางคลินิกหรือภาพรังสีเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งนั้นไม่สามารถให้การวินิจฉัยที่ถูกต้องได้ จำเป็นต้องอาศัยการตรวจหลาย ๆ วิธีร่วมกัน เพื่อให้ได้การวินิจฉัยที่ถูกต้องและวางแผนการรักษาได้อย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

1. American Association of Endodontists. Cracking the crack tooth code: Detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. Chicago: 2008.
2. Cameron CE. The cracked tooth syndrome: Additional finding. *JADA* 1976;93:971-5.
3. Seo Dg, Yi YA, Shin SJ, and Park JW. Analysis of Factors Associated with Cracked Teeth. *J Endod* 2012;38:288-92.
4. Krell KV and Rivera EM. A Six Year Evaluation of Cracked Teeth Diagnosed with Reversible Pulpitis: Treatment and Prognosis. *Endod* 2007;33:1405-7.
5. Abbott P and Leow N. Predictable management of cracked teeth with reversible pulpitis. *Aust Dent J* 2009;54:306-15.
6. GR. Berman LH. Harty. Diagnosis. In: S. Hargreaves KM. Cohen, editors. Pathways of pulp. 9th ed. St.Louis: Mosby; 2002. p. 27.
7. Moule AJ and Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. *Aust Dent J* 1999;44:75-87.
8. Chandhana Dr and Saipavithra. A Review on Vertical Root Fracture. *J Pharm Sci & Res* 2015;7:387-9.
9. Liao WC, Tsai YL, Wang CY, Chang MC, Huang WL, Lin HJ, *et al*. Clinical and Radiographic Characteristics of Vertical Root Fractures in Endodontically and Nonendodontically Treated Teeth. *J Endod* 2017;43:687-93.
10. Kahler W. The cracked tooth conundrum: Terminology, classification, diagnosis, and management. *Am J Dent* 2008;21:275-82.

Effect of Different Surface Treatment Methods on Shear Bond Strength of Orthodontic Metal Brackets to Four Provisional Restorative Materials

Marut Banrai¹, Ratchawan Tansalarak¹, Jutharat Chimruang¹ and Mayurach Pipatphatsakorn²

¹Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Phitsanulok

²Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Phitsanulok

Abstract

The aims of this study were to determine the effect of different surface treatment methods and provisional materials on the shear bond strength of orthodontic brackets. One hundred and sixty samples were randomly divided into 4 material groups (n=40); A: acrylic resin (Unifast™ Trad), B: bis-acryl (Protemp™ 4), C: polycarbonate crown (3M ESPE), D: denture teeth (Cosmo™ HXL). In groups A and B, 5×5×2 millimeter box-form cavities were prepared on cured resin blocks and these cavities were filled with provisional materials. After polymerization, the materials' surfaces were polished and stored in distilled water for 7 days. In group C and group D, samples were embedded in a self-curing epoxy resin within polyvinyl chloride pipes in which the labial surfaces of C and D were above the self-curing epoxy resin and stored in distilled water for 7 days. Samples of each group were randomly divided into 4 subgroups of the following surface treatments (n=10); 1: Control, 2: 600-grit sandpaper, 3: Assure™ Plus, and 4: Sandblast. Lower incisors brackets (Gemini™, 3M) were attached with Transbond™ XT adhesive. All samples were stored in distilled water for 24 hours. A thermocycling procedure was conducted for 500 cycles between 5 °C and 55 °C. Samples were stored in distilled water for 24 hours. The shear bond strength was measured with a universal testing machine. The mode of failure was examined under a stereo microscope.

The results of the surface treatment groups showed that the mean shear bond strength of sandblasting groups was significantly higher than all other surface treatment groups of all materials, except for sandblasting on the bis-acryl group (B4) ($p<0.05$). Other surface treatment methods on all materials showed no statistically significant difference except in the polycarbonate crown with Assure™ Plus (C3), which presented the lowest mean shear bond strength ($p<0.05$). The mean shear bond strengths of custom type materials (group A and B) were significantly higher than the prefabricated type material (group C and D) ($p<0.05$).

Both types of materials and surface treatment methods influenced the shear bond strength of the brackets bonded to the provisional materials. The sandblasting technique enhanced the shear bond strength effectively in all materials except for bis-acryl that originally expressed high shear bond strength even without surface treatment. The surface treatment that uses the sandblasting technique and using bis-acryl composite which exhibited higher shear bond strength to other materials and surface treatment may offer a good option in clinical practice.

Keywords: Bracket, Provisional restoration, Shear bond strength, Surface treatment

Correspondence to:

Mayurach Pipatphatsakorn. Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Tel: 055-966-866 Fax: 055-966-059 E-mail: mayurach_dt17@hotmail.com

Introduction

Currently, orthodontic treatment is widely applied to all age groups including adults with complex dental problems. Some of these problems are teeth loss, large carious and root canal treatment are usually followed by fixed or removable prostheses for substitution. The orthodontic treatment plan for these patients should be concerned about esthetic in the anterior region, occlusal relationships, and maintaining mesio-distal width of the teeth during orthodontic treatment. Therefore, provisional restoration plays a major role in successful permanent fixed prosthesis after the completion of orthodontic treatment. Orthodontic patients with anterior tooth loss should have bonded brackets onto denture tooth and tie them onto the main archwire. A denture tooth should be used to fill the space for esthetic improvement and to maintain the proper space. An orthodontic band can be used in posterior root canal treated teeth, whereas the provisional crown is suitable for in anterior root canal treated teeth due to esthetic concerns.¹ The bond strength between brackets to the provisional materials and denture teeth is relatively lower than brackets bonded to enamel.² The failure of bonded brackets on these provisional material surfaces has been studied. The detachment of brackets will prolong the treatment time, reduce efficacy of treatment, and endanger the patients in the case of using prefabricated denture teeth tied to main archwire.² Thus, producing higher bracket bond strength to provisional materials and denture teeth will ensure better orthodontic treatment results.

From previous studies, the shear bond strengths of orthodontic brackets to provisional materials depends

on various factors such as material, surface treatment method, duration of polymerization, and bracket base designs.²⁻⁵ However, the previous studies did not fully compare different surface treatments and universal bonding usage on custom type provisional materials (self-curing acrylic resin and bis-acryl composite resin) and prefabricated type provisional materials (polycarbonate crown and prefabricated denture teeth) including artificial aging with thermocycling. Thus, this study was designed to cover more factors that effect to shear bond strength on orthodontic metal brackets to provisional restorative materials.

The aims of this study were to determine the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to provisional materials under the different surface treatments. The null hypothesis was material types, surface treatments could not affect the shear bond strength of orthodontic metal brackets.

Materials and Methods

The sample size was calculated from Cohen's sample size table (1988) with the power of the test = 0.80 in which the level of significance was set at 0.05, effect size = 0.80 and degree of freedom = 9. Each experimental subgroup contained 10 samples. In this study, four materials were divided into four groups. Each group contained 40 samples: Group A represented the self-curing acrylic group (Unifast™ Trad), Group B represented the bis-acryl composite group (Protemp™ 4), Group C represented the polycarbonate crowns group (3M ESPE), and Group D represented the prefabricated acrylic

denture teeth (Cosmo™ HXL). The materials, the manufacturers and their compositions used in this study are presented in Table 1. The box-form cavities (size 5x5x2 mm) were created with round and fissure burs on the surfaces of the polymerized self-curing acrylic resin in polyvinyl chloride (PVC) pipes (diameter 20 mm; length 12 mm). The molds of this cavity were created by silicone putty impressions for identical specimen cavities. Samples of Groups A and B were placed in PVC pipes then filled with clear polyester resin in a silicone mold. After the polymerization of the clear polyester resin was completed, the surfaces were polished with 600-, 800- and 1200-grit sandpaper, respectively. Group A (self-curing acrylic resin group): Self-curing acrylic was mixed by using powder/liquid ratio: 1g of powder to 0.5 ml of liquid as per the manufacturer's recommendation. The powder was added to the liquid and mixed thoroughly for 10–15 seconds. The mixture reached a dough state at 20–30 seconds after mixing. All manipulation was finished within 2 minutes after mixing. The samples were kept in 37°C distilled water for 7 days until fully polymerized. Polishing was performed with 600-, 800-, and 1200-grit sandpaper and finally yellow silicone bur. Group B (bis-acryl composite group): Bis-acryl composite resin was fabricated by loading the material to fill into the box in the PVC pipes. Finishing was achieved by using 70 % alcohol wiped labial surfaces to remove air-inhibited layers at 5 minutes after the onset of mixing. Group C (polycarbonate crowns group): The labial surface of the polycarbonate crowns was embedded to clear the polyester resin in the PVC pipes. The labial surface of the samples was above the clear polyester resin. Group D (prefabricated denture teeth): The labial surface of the dentures were embedded in PVC pipes following the same procedure as Group C. All samples were stored in 37°C distilled water for 7 days to wait until the material had reached full cross-linking polymerization.⁶

Forty samples of each material were randomly divided into four subgroups according to the surface treatment methods; Subgroup 1: The control group in

which no surface treatment was applied, Subgroup 2: Surfaces that were roughened with 600-grit sandpaper with an up and down direction 10 times, Subgroup 3: Changed Transbond™ XT bonding agent to Assure™ Plus bonding agent. After etching with 37 % phosphoric acid for 15 seconds, one coat of liquid was applied to the surfaces by bonding the surfaces with a micro brush, and air dried with a chairside triple syringe for 5 seconds then bonded with Transbond™ XT adhesive. Subgroup 4: The surfaces were sandblasted by a Micro-abrasive sandblaster, (Parkell™ Inc, New York, USA), blowing 50µm aluminum oxide particles with 2 bars of pressure in 2 seconds. The distance was 5 mm perpendicular to the surface of an object. After the surface treatment preparation, samples in Groups 1, 2, and 4 were rinsed and air dried with a chairside triple syringe. Mandibular incisors orthodontic brackets (Gemini™ metal bracket, Unitek™, 3M with network micro-etched 80-gauge base design) were attached to provisional materials with the light curing adhesive system (Transbond™ XT, Unitek™, 3M) by a manufactory manual. The surface of the provisional material was etched with 37 % phosphoric acid for 15 seconds and then rinsed with running water for 10 seconds and air dried with a chairside triple syringe for 5 seconds. A thin layer of adhesive was applied to the testing surface except for Group 3. A small amount of Transbond™ XT was applied to the bracket bases and pushed to the center position of each specimen. The excess orthodontic adhesive was removed by explorer. Then, light-cured with a light emitting diode (LED) light curing unit 2 mm from the bracket bases, 10 seconds at the mesial and distal of the bracket bases. All samples were stored in 37°C distilled water for 24 hours. Then 500 cycles of thermocycling (TC 301, MERL™, Bangkok, Thailand) were conducted between temperatures of 5°C and 55°C with exposure to each bath at 20 seconds (the transfer time between baths was 7 seconds) and then the specimens were stored in 37°C distilled water for 24 hours (ISO/TS 11405:2015). The shear bond strength was tested by a universal testing machine

Table 1 Composition of experimental materials

Brand Name	Manufacturer	Preparation	Major ingredients	Curing system
Protemp™4	3M™ ESPE, St Paul, Minn	Automixing cartridge	-Bis-acrylic resin composite -Base paste: Bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate (Bis-EMA) and Bisphenol A glycidylmethacrylate (Bis-GMA) 50-60 % -Silane-treated amorphous silica 20-30 % -Polyurethane methacrylate 10-20 % -Catalyst paste: Ethanol 70-80 %, -Silane-treated silica 10 % -Benzyl-phenyl-barbituric acid 10 %	Self-cure
Unifast™ Trad	GC™America	Powder (100 g) Liquid (104 ml)	Poly (methyl methacrylate (PMMA) Powder: Methyl methacrylate and ethyl methacrylate copolymer Liquid: Methyl methacrylate monomer, dimethyl-p-toluidine	Self-cure
Denture teeth	Cosmo™HXL	Preform	Interpenetrating polymer network acrylic resin	
Polycarbonate crown	3M ESPE, St Paul	Preform	Polycarbonate resin with microglass fibers	
Assure™Plus	Reliance orthodontic™ products, Illinois, USA	Liquid	-Bisphenol A glycidylmethacrylate (Bis-GMA) 20-50 %, -2-Hydroxyethyl Methacrylate (HEMA) 5-25 % -Ethanol 30-50 % -10-MDP 5-25 %	
Transbond™ XT	3M ESPE, St Paul	Single syringe paste (4 g)	-Bisphenol glycidyl methacrylate (Bis-GMA) 10-20 % - Bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate (Bis-EMA) 9 % -2-hydroxyethylether 5-10 % -Silane-treated quartz 70-80 % -Silanetreated silica <2 % -Diphenyliodonium hexafluorophosphaten<0.2 % Primer: Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) 45-55 %, -Bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate (Bis-GMA) 45-55 % -Triphenylantimony <1 %, -4-(dimethylamino)-benzeneethanol <0.5 %, -Camphoroquinone <0.3 % -Hydroquinone <0.03	Light-cure

(Instron™ 8872, Instron™ – Euro Headquarters, Coronation Road, High Wycombe, Bucks, UK) with the cross-head speed of 1 mm per minute.^{7,8} Shear forces were applied perpendicular to the specimens between the bracket bases and bond surfaces until the brackets were detached. The forces in the Newton units were measured. The shear bond strengths were calculated by the force/surface area (N/mm², MPa). All the measurements were performed by one technician.

All detached brackets and bond surfaces of

each material subgroup were observed as modes of failures by the zoom stereo (20x) (Olympus™ SZX16, HataGaya, Shibuya-ku, Tokyo, Japan).⁹ The modes of failure were characterized following the site of failures; Type 1: Mixed failure, Type 2: Adhesive failure, Type 3: Cohesive failure in materials, and Type 4: Cohesive failure in resin. The results of the shear bond strength test calculated the mean and standard deviation by SPSS program version 17.0. A two-way analysis of variance (two-way ANOVA) was conducted to analyze the combined

effect of surface treatment methods and provisional materials. Tukey HSD was used for post-hoc analysis. All tests set statistical significance at p -value = 0.05.

Results

The descriptive statistics of shear bond strengths for four surface treatment methods in four provisional restorative materials are shown in Table 2. A two-way ANOVA showed significant interaction between the materials and surface treatment methods and revealed the statistical difference within each material and surface treatment usage ($p < 0.05$). One-way ANOVA compared interaction of each provisional material within the same surface treatment method on shear bond strengths and interaction of each surface treatment within the same provisional material on shear bond strengths showed the statistical difference (except for bis-acryl provisional material) ($p < 0.05$). The samples with mean shear bond strengths over 15 MPa were categorized to the high shear bond strength group. The high shear bond strength group was used to find the combination of surface treatment and/or provisional material that created the highest shear bond strength. The details of all post-hoc tests are described below.

Effect of different surface treatment methods on shear bond strengths of each provisional material.

Self-curing acrylic resin group: The subgroup A4 exhibited the highest mean shear bond strength and the mean shear bond strengths of subgroup A1 to subgroup A3 showed no statistically significant difference.

Bis-acryl group: There were no statistically significant difference among different surface treatments within the material group.

Polycarbonate crown: The mean shear bond strength of subgroup C4 was the highest. In contrast, the mean shear bond strength of subgroup C3 was significantly lower than subgroup C1, subgroup C2 and subgroup C4. While subgroup C1 and subgroup C2 showed no statistically significant different mean shear

bond strength.

Denture teeth: The subgroup D4 presented the highest mean shear bond strengths. However, the mean shear bond strengths of D1, D2 and D3 showed no statistically significant difference.

Effect of different provisional materials on shear bond strengths of each surface treatment method.

Control group: The mean shear bond strengths of subgroup A1 and subgroup B1 were statistically significantly higher than C1 and D1, while the mean shear bond strengths between subgroup A1 and subgroup B1, and also subgroup C1 and subgroup D1 were not statistically significantly different.

Sandpaper group: The subgroup B2 revealed the highest mean shear bond strength, while subgroup A2 was statistically significantly different from subgroup B2 and subgroup C2. The mean shear bond strengths between subgroup C2 and subgroup D2 were not statistically significantly different.

Assure™ Plus group: The subgroup B3 showed the highest mean shear bond strength, while the mean shear bond strength of subgroup C3 was the lowest. The mean shear bond strengths between subgroup A3 and subgroup D3 were not statistically significantly different.

Sandblast group: The mean shear bond strengths of subgroup A4 and subgroup B4 were statistically significantly higher than subgroup C4 and subgroup D4. There were no statistically significant difference between subgroup A4 and subgroup B4, and also between subgroup C4 and subgroup D4.

Effect of both different surface treatment methods and provisional materials on shear bond strengths.

The interaction between the surface treatments and provisional materials was defined by the high shear bond strength group. The high shear bond strength group including subgroups A4, B1, B2, B3, B4, C4 and D4, presented no statistically significant difference among these subgroups ($p < 0.05$)

The sandblasting method on all materials created

the significantly higher shear bond strength than other surface treatment methods. However, bis-acryl material treated by sandblasting (B4) showed no statistically significant difference from the bis-acryl without surface treatment (B1).

The mode of failure of all the specimens is presented in Table 3. The mode of failure of A1, A2 and A3 groups was type 2 (adhesive failure) in which the fracture occurred between the adhesive resin and material surfaces. In the A4 group, fifty percent of specimen

exhibited type 1 (mixed failure) which occurred as both adhesive failure (between adhesive resin and provisional materials) and cohesive failure (within adhesive resin), and type 2 (adhesive failure). In group B, the mode of failure was mostly type 1 (mixed failure) which occurred in both adhesive failure (between adhesive resin and provisional materials) and cohesive failure (within bis-acryl material). In group C, the mode of failure was type 2 (adhesive failure). The mode of failure of subgroup D1, D2, D3 and most of D4 was type 2 (adhesive failure).

Table 2 Shear bond strengths for four surface treatment methods in four provisional restorative materials

Surface treatments	Provisional materials			
	Self-curing acrylic resin (A)	Bis-acryl composite resin (B)	Polycarbonate crown (C)	Prefabricated denture teeth (D)
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Control (1)	19.13 $\pm$ 2.98 ^{a,b}	24.1 $\pm$ 4.46 ^{a,b}	10.22 $\pm$ 5.12 ^{c,d}	9.37 $\pm$ 3.23 ^{c,d}
Sandpaper (2)	14.30 $\pm$ 5.65 ^{a,d}	24.51 $\pm$ 5.49 ^b	7.02 $\pm$ 4.26 ^{c,d}	12.00 $\pm$ 3.38 ^{a,c,d}
Assure™ Plus (3)	14.22 $\pm$ 5.87 ^{a,d}	26.43 $\pm$ 5.15	2.26 $\pm$ 0.76*	9.70 $\pm$ 4.90 ^{a,d}
Sandblasting (4)	26.27 $\pm$ 3.82 ^{a,b}	24.50 $\pm$ 3.85 ^{a,b}	17.96 $\pm$ 3.32 ^{a,c,d}	21.00 $\pm$ 4.21 ^{a,c,d}

* statistically significantly different of each provisional material at $p < 0.05$

a, b, c, d the same letter means no statistically significant difference in each surface treatment method

Table 3 Number of specimens per mode of failure

Groups (n=10)	Mode of failure			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
A1	0	10	0	0
A2	0	10	0	0
A3	0	10	0	0
A4	5	5	0	0
B1	8	2	0	0
B2	7	3	0	0
B3	8	2	0	0
B4	9	1	0	0
C1	0	10	0	0
C2	0	10	0	0
C3	0	10	0	0
C4	0	10	0	0
D1	0	10	0	0
D2	0	10	0	0
D3	0	10	0	0
D4	1	9	0	0

Discussion

The type of material, surface treatment method and the combination of material and surface treatment method played important roles regarding the shear bond strength. From the results, the material types and surface treatments affect the shear bond strength. Thus, the null hypothesis is rejected.

Roughening the surface with 600-grit sandpaper that simulated clinical grinding with burs to provide surface roughness and improve mechanical retention.¹¹ This method is the most common surface treatment as no additional instrumentation is required and easy to perform. However, no significant differences were recorded for shear bond strength between the sandpaper surface treatment group and the control group in this study. This result was similar to Al Jabbari *et al.*, Blakey R. and Mah J. and Chay *et al.*¹⁻³ which may be explained by the forming of microcracks after surface grinding by sandpaper.¹² The microcracks are caused by the limited ability of a strongly crosslinked polymer matrix its limited plastic deformation to deform plastically during grinding.¹³ On the contrary, the surface and subsurface microcracks increase the contact area between the adhesive system and the surface of the provisional materials, but they may also act as stress concentrators, initiating fractures of the adhesive joints.¹³ Thus, when performing surface grinding to create surface roughness that enhances the shear bond strength, force should be applied lightly to prevent microcrack formation.

The Assure™ Plus adhesive contains 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) with a ethanol solvent (Table 1). This product is a new universal adhesive system that claims to improve bond strength on various surfaces including normal, atypical, wet or dry enamel, dentin and defective enamel, gold, amalgam, stainless steel, plastic and composite restorations, porcelains and even zirconia. The 10-MDP is a versatile amphiphilic monomer with a hydrophobic methacrylate group on one end (capable of chemical bonding to

methacrylate-based restoratives and adhesive resin) and a hydrophilic polar phosphate group on the other (capable of chemical bonding to tooth tissues, metals, and zirconia).¹⁴ The dihydrogen phosphate group from 10-MDP monomer is responsible for etching and chemical bonding, while its long carbonyl chain provides the hydrophobic properties and hydrolytic stability to this acidic monomer.¹⁴ In this study, Assure™ Plus did not increase shear bond strengths significantly in self-curing acrylic resin, bis-acryl composite and prefabricated denture teeth. In addition, this bonding agent reduced shear bond strengths in polycarbonate crown material. The reason for this phenomenon may be the lack of bonding sites in polycarbonate crown material that can be attached to both ends of the 10-MDP monomer, since polycarbonate crown material contains bis-GMA and polycarbonate monomers with micro-glass fibers without reactive methacrylate groups like acrylic resin and bis-acryl; therefore, the methacrylate group of the 10-MDP functional monomer cannot bond to the polycarbonate structure. When there are no bonding sites available, the unreacted Assure™ Plus bonding agent creates separation between the orthodontic adhesive and the polycarbonate surface which results in a reduction of the shear bond strength. In our study, Assure™ Plus groups were not subjected to surface grinding according to the manufacturer's instructions to eliminate confounding factors from the additional surface treatments.

Sandblasting was the most effective way to produce the highest shear bond strengths in all materials (except bis-acryl composite). This method created a randomized roughened surface with deep pockets, leading to increased micromechanical retention and shear bond strength.¹⁻⁴ The chemical bonding of bi-functional methacrylate groups within the bis-acryl composite material to orthodontic adhesive was originally significantly high.^{2,3,16} Thus, the micromechanical retention created from sandblasting did not synergistically increase in the

bis-acryl composite material shear bond strengths.

The shear bond strength of custom provisional material is higher than prefabricated type, due to the proportion of unreacted methacrylate monomers is greater than in prefabricated types. Our results revealed that the shear bond strength of bis-acryl composite material was the highest, similar to other studies.^{2,3,16} Since, the major components of bis-acryl composite materials are bis-GMA and bi-functional acrylate groups², and the high level cross-linked polymers are formed by free-radical polymerization from dimethacrylates of bis-GMA and two reactive groups. Thus, this material provided higher bond strength compared with the others because of greater cross-linked density.¹⁶ Self-curing acrylic resin also showed high shear bond strength, especially when the surfaces were sandblasted. There is only one reactive group; as a result, in self-curing acrylic resin, the material exhibited lower shear bond strength than bis-acryl composite materials.

The mean shear bond strengths of prefabricated provisional materials were lower than custom types, caused by cross-linking and a high degree of conversion impeded the reaction of methacrylate monomers with functional groups of the adhesive resin. Sandblasting was an effective method to improve shear bond strengths in these materials. Our results were similar to Blakey R, Mah J and Maryanchik I, *et al.*,^{1,16}

The lowest shear bond strengths was showed in polycarbonate crown group. As described above, composite resins do not bond to polycarbonate crowns, thus surface treatment is necessary.¹² Polycarbonate is able to be dissolved by MMA, eugenol, and phosphoric acid causing surface softening and swelling of the polycarbonate crown surface, and enhancing infiltration of the adhesives.¹⁷ Yilmaz, A. found that surface treatment by applying MMA for 180 seconds before bracket bonding created macro and micro-mechanical retention areas and resulted in higher mean shear bond strengths as the adhesive agents penetrated and interlocked within

the surface irregularities.¹⁷

Denture teeth are fabricated under high pressure and temperature¹⁸, thus the material has greater density and fewer potential bonding sites, resulting in low shear bond strength.¹⁶ However, denture teeth are the easiest option when pontic teeth are required in anterior areas. Unfortunately, the shear bond strength of this material is relatively low as mentioned above. However, the force transfer in anterior teeth is lower than in posterior teeth. Thus, the shear bond strength with/without surface treatment may be sufficient for bracket bonded anterior denture teeth. Using denture teeth in anterior region without surface treatment may be possible, but sandblasting is a better recommendation.

The higher shear bond strengths resulted in a greater number of type 1 mode of failure specimens, especially for bis-acryl composite material and sandblasting surface treatment on self-curing acrylic resin. A type 1 mixed failure with adhesive failure between adhesive resin and provisional material and cohesive failure within provisional material was shown by the bis-acryl composite material only. This result indicated the superior shear bond strength of the bis-acryl composite material which tightly bonded with Transbond™ XT adhesive. In contrast, when the bracket was debonded or detached this may partially damage the bonded surface. Fortunately, the damaged surface can be easily repaired with flowable light curing composite resin, because of the similar composition of bis-acryl composite resin and restorative composite resin.¹⁹

In the oral cavity, thermal changes in cycle from high and low temperatures normally occur when eating, drinking, and breathing. The change of oral temperature may affect the shear bond strength of orthodontic brackets bond to tooth or non-tooth surfaces.³ The difference of coefficient of thermal expansion between orthodontic adhesives, brackets, and dental material surfaces created weakness in molecular bond. Repeated expansion and shrinkage will produce internal stress

that reduces the shear bond strength.²⁰ Thus, the change of temperature is an important factor to consider. In this study, artificial aging was included by the use of thermocycling machine. This method is a minimal mimicking the oral environment to simulate the usage of bonding bracket in oral cavity. After being exposed to 500 cycles of thermocycling, there was no detached bracket found in our study.

Reynolds IR.²¹ noted that the minimum recommended shear bond strength for orthodontic treatment was 6-8 MPa. The results indicated that most of provisional materials had sufficient shear bond strengths, except polycarbonate crowns with Assure™ Plus bonding agent. Theoretically, all materials could directly bond with metal brackets without additional surface treatment as they all exhibited higher values than the minimum shear bond strength recommendation. However, in clinical practice, several forces are applied from diverse directions in both anterior and posterior teeth. Hence, it is necessary to ensure high bond strength to maintain brackets attachment on provisional or pontic material surfaces until the orthodontic treatment is complete.

From this study, surface treatment with sandblasting technique and the use of bis-acryl composite material exhibited the highest shear bond strength. This may offer a good option in many orthodontic cases.

For clinical practice application, Al Jabbari, S. *et al.*² suggested that provisional crowns fabricated from bis-acryl composite material are acceptable for provisional restorations required in posterior teeth for a minimized chance of bracket detachment. If substitution teeth are required for patients with anterior deep bite or high load forces such as edge to edge bite, then sandblasting should be performed on the denture tooth. However, many dental practices do not have a sandblaster. Consequently, the fabrication of pontic teeth from custom provisional restorative materials becomes an alternative choice.¹⁶

Although the shear bond strength for custom provisional materials are high, more chair time is required to fabricate provisional restorations than prefabricated types. It is suggested that custom provisional restorations should be fabricated before appointments to gain higher shear bond strength and to reduce chair time.

Cost is another important factor for the clinician to consider which material or surface treatment to use in provisional restoration. Bis-acryl composite materials provide the highest shear bond strength and are esthetic and easy to use, however, it is the most expensive when compared to other materials. Self-curing acrylic materials are the cheapest per restoration unit, but it offers inferior esthetic qualities and patients are required to spend a long time in the chair in order to do the fabrication. Polycarbonate crowns showed the lowest mean shear bond strength with a high cost per unit, but they have good esthetic properties and are easy to use. Prefabricated denture teeth are the easiest material to manipulate for pontics of anterior teeth. The residual prefabricated denture teeth from prosthodontic treatments can be used for this purpose with no cost if the shade and size both match.

Conclusion

Both type of materials and surface treatment methods affected the shear bond strength of brackets bonded to provisional materials. The sandblasting technique enhanced the shear bond strength effectively in all materials except for bis-acryl that originally expressed high shear bond strength even without surface treatment. The shear bond strengths of custom type materials were significantly higher than prefabricated type materials. The polycarbonate crown exhibited the lowest shear bond strength; moreover, Assure™ Plus has significantly reduced the shear bond strength of the polycarbonate crown in this study.

Reference

1. Blakey R, Mah J. Effects of surface conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to temporary polycarbonate crowns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:72-8.
2. Al Jabbari YS, Al Taweel SM, Al Rifaiy M, Alqahtani MQ, Koutsoukis T, Zinelis S. Effects of surface treatment and artificial aging on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to four different provisional restorations. *Angle Orthod* 2014;84:649-55.
3. Chay SH, Wong SL, Mohamed N, Chia A, Jin Yap AU. Effects of surface treatment and aging on the bond strength of orthodontic brackets to provisional materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:577.e7-e11.
4. Almeida JXd, Deprá MB, Marquezan M, Retamoso LB, Tanaka O. Effects of surface treatment of provisional crowns on the shear bond strength of brackets. *Dental Press J Orthod* 2013;18:29-34.
5. Rambhia S, Heshmati R, Dhuru V, Iacopino A. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to provisional crown materials utilizing two different adhesives. *Angle Orthod* 2009;79:784-9.
6. Chen HL, Lai YL, Chou IC, Hu CJ, Lee SY. Shear bond strength of provisional restoration materials repaired with light-cured resins. *Oper Dent* 2008;33:508-15.
7. Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of cross-head speed in orthodontic bond strength testing. *Dent Mater* 2005;21:139-44.
8. Algeza TJ. A better understanding of orthodontic bracket bonding. Amsterdam: University of Amsterdam; 2009.
9. Montasser MA, Drummond JL. Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod* 2009;79:773-6.
10. Öz AA, Yazicioğlu S, Arici N, Akdeniz BS, Murat N, Arıcı S. Assessment of the confidence of the adhesive remnant index score with different methods. *Turk J Orthod* 2013;26:149-53.
11. Brauer GM, Burns FR. Sulfinic acid derivatives as accelerators in the polymerization of methyl methacrylate. *J Polym Sci* 1956;19:311-21.
12. Yuzugullu B, Acar O, Cetinsahin C, Celik C. Effect of different denture cleansers on surface roughness and microhardness of artificial denture teeth. *J Adv Prosthodont* 2016;8:333-338.
13. Comba L, Bradna P. The effect of surface treatment and adhesive system on the durability of composite repairs. *Dentistry* 2015;05.
14. Alex G. Universal Adhesives: The next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent* 2015;36:15-26.
15. Nitkin DA, Rosenberg HM, Yaari AM. An improved technique for the retention of polycarbonate crowns. *ASDC J Dent Child* 1977;44:108-10.
16. Maryanchik I, Brendlinger EJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to various esthetic pontic materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:684-9.
17. Yilmaz A. A comparison of two different methods and materials used to repaired polycarbonate crowns. *J Contemp Dent Pract* 2007;8:105-12.
18. Sakaguchi RL, Powers JM, Craig RG. Craig's restorative dental materials. 13th ed. ed. Sakaguchi RLe, Powers JMe, Craig RG, editors. Philadelphia, Pa.: Elsevier/Mosby; 2012. xvi, 400 p.
19. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Repair of bis-acryl provisional restorations using flowable composite resin. *J Prosthet Dent* 2004;92:500-2.
20. Harraa SM. The effect of thermocycling and debonding time on the shear bond strength of different orthodontic brackets bonded with light-emitting diode adhesive (In vitro study). *J Bagh College Dentistry* 2013;25:139-145.
21. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.

Relationship between Facial Alveolar Bone Thickness and Root Position of Maxillary Anterior Teeth Using Cone Beam Computed Tomography

Papatpong Sirikururat¹ and Supranee Benjasupattananan¹

¹School of Dental Medicine, Faculty of dental medicine, Rangsit University, Pathumthani

Abstract

This study purposed to assess the average of the facial alveolar bone thickness at the facial root surface of the maxillary anterior teeth, along with its relationship to the root position by using cone-beam computed tomography (CBCT) in a group of Thai population. Seventy CBCT scans (420 teeth) were randomly selected from the CBCT database at School of Dental Medicine, Rangsit University. The exclusion criteria were the subjects with extensive dental caries, fixed coronal restoration, severe root resorption, and destructive periodontal disease in maxillary anterior region. After recruitment, 406 teeth were used to measure facial alveolar bone thickness and sagittal root position (SRP). The data of the facial alveolar bone thickness was collected in cross-sectional dimensions. The measurements were performed at three reference points, which were 4 mm apical to CEJ (R1), midpoint between 4 mm to CEJ and mid-root (R2), and mid-root (R3). The results revealed that the facial alveolar bone thickness seemingly decreased apically in every type of tooth. The mean facial bone thickness of maxillary teeth was between 0.67 ± 0.75 to 1.04 ± 0.67 mm. The majority of examined teeth in this study exhibited Class I SRP (overall 92.87 %; central incisor 93.87 %, lateral incisor 89.85 %, and canine 95.56 %). Class II SRP was found to be 5.4 %, 5.22 % and 2.27 % in lateral incisor, central incisor and canine respectively. Class IV SRP was found only 1.73 % (lateral incisor 1.45 %, central incisor 1.50 % and canine 2.22 %). But Class III SRP did not present in this study. Simple correlation test showed no statistically significance between the facial alveolar bone thickness and root position. In conclusion, the anterior maxillary teeth have a high prevalence of thin facial alveolar bone wall. These findings may consider risking of facial alveolar bone dehiscence, fenestration or soft tissue recession after immediate implant placement. The majority of the root position is SRP class I which is favorable for the implant – alveolar bone engagement of immediate implant placement.

Keyword: Facial alveolar bone thickness, Root position, Dental cone beam computed tomography, Anterior maxilla

Correspondence to:

Supranee Benjasupattananan. Rangsit University, 52/347 Muang-Ake, Phaholyothin Road, Lak-Hok, Muang, Pathumthani 12000 Thailand
Tel: 085-1092515 Fax: 02-7916000 Email: supranee.b@rsu.ac.th

Introduction

Immediate implant placement and provisionalization has been claimed to be the treatment of choice when it comes to replacing failing teeth in esthetic zone due to its stability of soft tissue shape over time.^{1,2,3} To achieve an esthetically successful outcome, the bone surrounding root apex at palatal side should be 4-5 mm, and at buccal aspect of the root surface should be 2 mm in thickness to provide stable post-implant placement environment and prevent soft tissue recession, fenestration, and dehiscence.^{4,5,6} Sagittal root position (SRP) represents the relationship of root to its osseous housing which is important in determining the feasibility of immediate implant placement. The amount of palatal alveolar bone is considered for implant engagement to attain primary stability during immediate implant placement. The other anatomical factor that should be considered for dental implant in esthetic zone is the marginal bone thickness at mesial and distal to the implants, and the facio-lingual dimension of the papillary base that correlates to papillary fill and gingival recession after the treatment.^{2,7} To assess and determine the factors concerned, the information of the underlying structures that involved in implants treatment should be carefully and precisely measured by means of gathering the data to construct a proper treatment plan that is best suited case by case. Not only a clinical and non-invasive data-collecting examination, but also radiographic examinations are required, which is mandatory for observing hard tissue and bony structure prior to the treatment plan for implantation established.^{2,8}

Cone beam computed tomography (CBCT) has been considered to be a useful radiographic assessment prior to implant placement since it offers a 3D imaging of the bony structure while providing a less radiation dose compare to that medical CT or other types of radiograph with equal information.^{9,10} Anyhow, the study about facial alveolar bone thickness using CBCT in Thai population is still very limited. The available information shown the low prevalence of labial plate thicker than 1 mm.¹¹ The facial alveolar bone wall should be ideally at least 2 mm after implant bed preparation.¹² Hence, sufficient information is required for the prediction of implant treatment outcome in Thai population. The aims of this study were to assess average bone thickness at three reference points along the facial root surface of anterior teeth, and along with its relationship to the root position, by assessing the radiographic images from the CBCT.

Materials and Methods

Seventy CT scans (420 teeth) were randomly selected from the CBCT database at school of Dental Medicine, Rangsit University. The inclusion criteria were applied to all of participants' age between 20-70 years old that presented of all maxillary anterior teeth (central incisors, lateral incisors, canines). The exclusion criteria included the participants with extensive dental caries, fixed coronal restorations, severe root resorption, and destructive periodontal disease in maxillary anterior

region. Finally, 406 teeth were used for measuring the facial alveolar bone thickness and classifying types of root position according to Kan's Sagittal Root Position (SRP) classification.

CBCT machine used in this study was i-CAT (i-CAT 17–19, Imaging Sciences International LLC, Hatfield, PA USA). The x-ray machine was set at 120 kVp, 5 mA and 14.7 s (voxel size: 0.25 mm, 14 bit, FOV: 16 x 13 cm). The software that was used for measuring was CS 3D Imaging Software (slice thickness: 250 µm).

From CBCT scan images, the data of facial alveolar bone thickness were collected in cross-sectional 1x1 dimensions. The reformatted panoramic curve was standardized by drawing the line from points of the center of the pulp at mid-root location from left to right of first premolar teeth. Due to the reasons above, long

axis was drawn in each tooth and measured the facial alveolar bone thickness following the line which was perpendicular to imaginary line, from outer cortical bone to the external root surface. The facial bone was measured at three reference points as following: 4 mm apically to CEJ, represented with R1. The midpoint between 4 mm apically to CEJ and middle of root, represented with R2 and the middle of anatomical root, represented with R3 (Fig. 1). The cross-sectional images were scan-captures and independently evaluated for facial alveolar bone thickness measurement and root position by two examiners. The inter-examiner agreement was calibrated using 14 randomly selected images. An assessment of the reproducibility of measurements between two examiners measuring the same quantity was calculated at interclass correlation of 0.87 for 14 images.

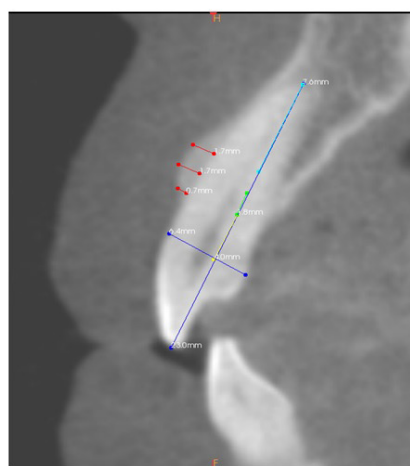
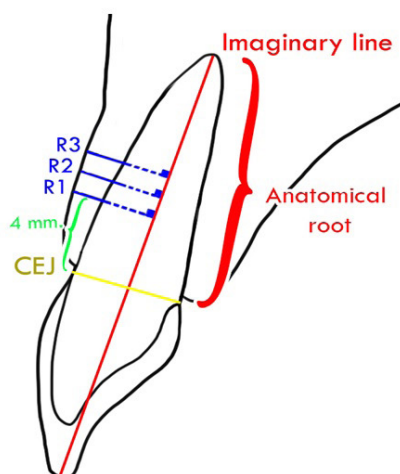


Figure 1 Three reference points to assess the average facial alveolar bone thickness.

In this study, SRP classification by Kan *et al*² was used to classify the position of root related to surrounding bone. The SRP in relationship to the osseous housing was evaluated by viewing the cross-sectional image made at the midpoint of the tooth parallel to its long axis, were divided into 4 classes (Fig. 2). Class I: the root is positioned against the labial cortical plate, class II: the root is centered in the middle of the alveolar

housing without engaging either the labial or the palatal cortical plates at the apical third of the root, class III: the root is positioned against the palatal cortical plate and class IV: at least two thirds of the root is engaging both the labial and palatal cortical plates. The root position of each anterior tooth was classified by using the same scans as using in facial alveolar bone thickness measurement and classified by one examiner (Fig. 3).

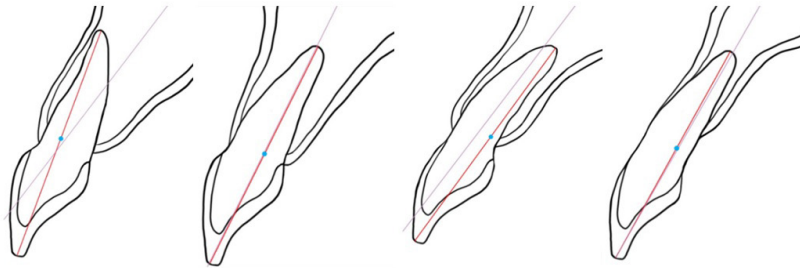


Figure 2 SRP classification according to Kan et al.2 From left to right; class I, II, III and IV.

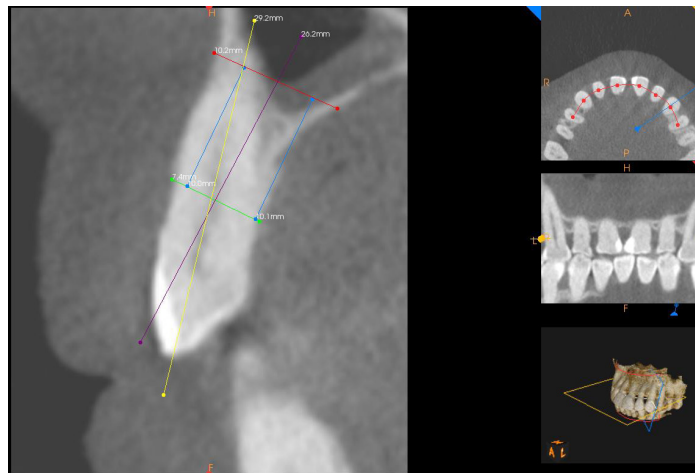


Figure 3 SRP determinations

The mean values and standard deviations were calculated for all parameters. The average facial bone thickness in each reference points (R1, R2 and R3), the prevalence of root position's classification and the

relationship between the bone thickness and root angulation in each classification were analyzed by using Simple correlation.

Results

This study consisted of 420 teeth from 70 Thai subjects (35 males and 35 females) with the range of age 21 to 66 years old (mean±SD = 47.14±11.97). After the inclusion and exclusion criteria were applied, 406

teeth were recruited. All CBCT scans were taken between 2013 and 2016 at the Department of Oral Radiology, Rangsit University. The distribution of the analyzed subjects was presented in Table 1.

Table 1 Distribution of the analyzed teeth (N=406).

Distribution of the analyzed teeth							
Tooth	13	12	11	21	22	23	Total
No. of the analyzed data	69	68	64	69	70	66	406

The mean facial bone thickness of central incisors at reference R1, R2 and R3 were 1.02, 0.96 and 0.93 mm respectively. The mean facial bone thickness of lateral incisors at reference R1, R2 and R3 were 0.85, 0.76 and 0.76 mm respectively. The mean facial alveolar

bone thickness of canine at reference R1, R2 and R3 were 1.00, 0.91 and 0.94 mm respectively. The standard deviation of mean facial alveolar bone thickness was presented in Table 2.

Table 2 The mean and standard deviation of facial alveolar bone thickness of maxillary anterior teeth.

		Central incisor	Lateral incisor	Canine
R1	Range	0.40-1.62	0.09-1.52	0.26-1.78
	Mean±SD	1.02±0.59	0.85±0.66	1.00±0.69
R2	Range	0.42-1.50	0.00-1.46	0.15-1.67
	Mean±SD	0.96±0.50	0.76±0.69	0.91±0.69
R3	Range	0.05-1.44	0.00-1.50	0.14-1.71
	Mean±SD	0.93±0.49	0.76±0.69	0.94±0.69
n		64	68	69

At R1 of the central incisors exhibited the mean facial alveolar bone thickness 0 mm, between 0-1 mm, between 1.01 - 2 mm and >2mm as 13.37 %, 35.09 %, 43.19 % and 8.36 % respectively. For the lateral incisors presented mean facial alveolar bone thickness 0 mm, between 0-1 mm, between 1.01 - 2 mm and >2mm as

23.19 %, 31.88 %, 39.86 % and 5.07 % respectively. For the canines, the examined teeth exhibited mean facial alveolar bone thickness between 0-1 mm, between 1.01 - 2 mm and >2mm as 17.88 %, 25.35 %, 49.20 % and 7.57 % respectively, as shown in Fig. 4.

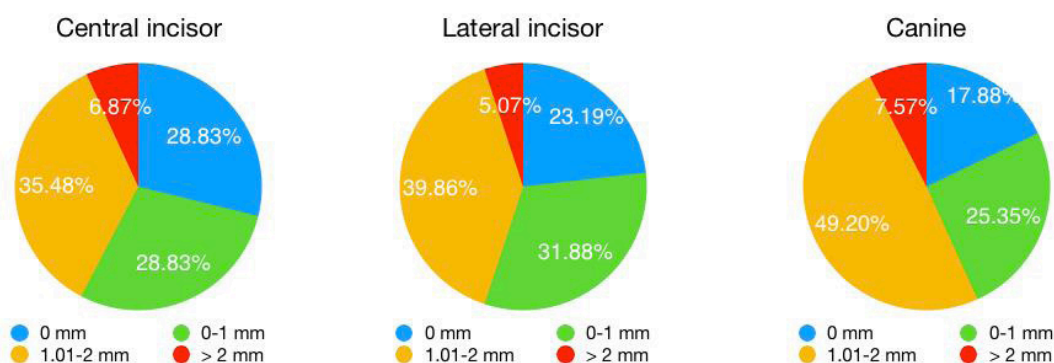


Figure 4 The percentage of each group of facial alveolar bone thickness at R1 by each tooth type.

At R2, the central incisors, the majority of examined teeth exhibited the mean facial alveolar bone between 1.01 - 2 mm as 50.38 %. Most of lateral incisors exhibited mean facial alveolar bone between 0-1 mm

as 45.65%. For the canines shown the mean facial alveolar bone thickness 0 mm, between 0-1 mm, between 1.01 - 2 mm and >2mm as 19.26 %, 26.67 %, 45.92 % and 8.15 % respectively, as shown in Fig. 5.

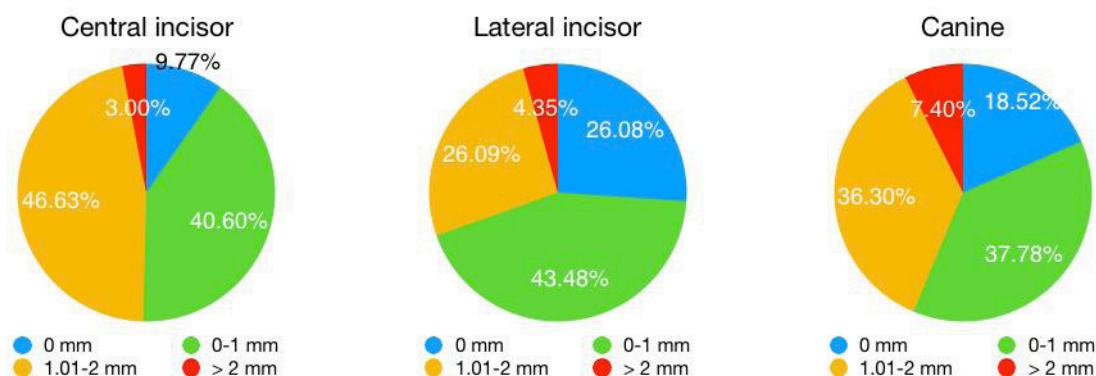


Figure 5 The percentage of each group of facial alveolar bone thickness at R2 by each tooth type.

At R3, the central incisors, the majority of examined teeth exhibited the mean facial alveolar bone between 0-1 mm and 1.01 - 2 mm 40.60 % and 46.63 % respectively. 43.48 % of the examined lateral incisors teeth exhibited mean facial alveolar bone thickness

between 1.01 - 2 mm. For the canines, the examined teeth exhibited facial alveolar bone thickness 0 mm, between 0-1 mm, between 1.01 - 2 mm and >2mm as 18.52 %, 37.78 %, 36.30 % and 7.40 % respectively, as shown in Fig. 6.

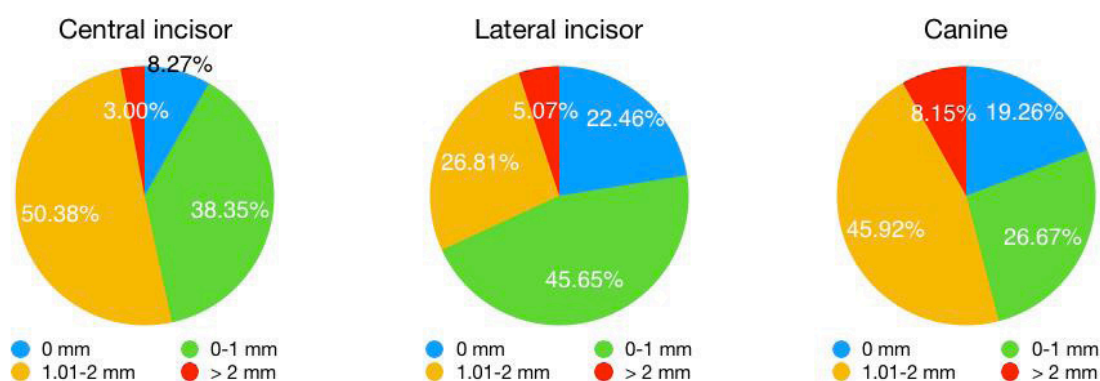


Figure 6 The percentage of each group of facial alveolar bone thickness at R3 by each tooth type.

The sagittal root position classification

The CBCT data from the 406 teeth, 378 teeth (92.87 %) were Class I, 22 teeth (5.40 %) were Class II, 0 (0 %) were Class III, and 7 teeth (1.73 %) were Class IV. The frequency distributions of SRP classification (class I, II, III and IV) in each tooth type were calculated. The central incisors (134 teeth) presented with 93.28 %, 5.22 %, 0 %, and 1.50 %, respectively.

The lateral incisors (138 teeth) presented with 89.85 %, 8.70 %, 0 %, and 1.45 %, respectively. The canines (135 teeth) presented with 95.56 %, 2.22 %, 0 %, and 2.22 %, respectively. In the present study, the frequency distributions of the SRP classification of each tooth type are presented in Table 3.

Table 3 Prevalence of SRP classification in each tooth type.

SRP	Frequency distribution of SRP							
	Overall		Central		Lateral		Canine	
	%	n	%	n	%	n	%	n
Class I	92.87	378	93.28	125	89.85	124	95.56	129
Class II	5.40	22	5.22	7	8.70	12	2.22	3
Class III	0	0	0	0	0	0	0	0
Class IV	1.73	7	1.50	2	1.45	2	2.22	3
Total	100	406	100	134	100	138	100	135

The correlation analysis between the facial alveolar bone thickness and SRP classifications shown no significant different at reference points of any teeth.

Discussion

Replacement of failing teeth in esthetic area has been considered as a critical challenge to both functional and esthetic outcomes.¹² Establishing an appropriate treatment plan prior to any procedures produces more predictable outcomes and complications that help the patient to decide which kind of prosthesis would be most likely to meet patients' requirements and expectation. When a dental implant was put into one of the treatment plan, both prosthetic and surgical consideration should be carefully assessed in order to confirm both quantitative and qualitative considerations of the area that will support the dental implant.¹³ Also, the sagittal root position of the tooth to be extracted is important in determining the immediate implant placement site to gain adequate primary stability of the implant.

In the present study, most of the studied teeth exhibited a facial alveolar bone thickness less than 1 mm at all reference points (R1, R2, and R3). This is in agreement with Braut *et al*¹⁴, which classified facial bone thickness in anterior maxillary region, from right to left maxillary first premolars, into 3 thickness groups; missing (0 mm), thin (less than 1 mm), and thick (equal to, or

more than 1 mm) bone thickness, at 2 radiographic reference points; MP1 (point at the crestal area), and MP2 (point at the half root length). They concluded that 62.9 % and 80.1 % of examined teeth revealed facial bone thickness less than 1 mm at MP1 and MP2 respectively. In addition, Jaidee *et al*¹¹ studied the average thickness of the maxillary labial plate in Thai population using CBCT scans, which included 724 anterior maxillary teeth, reporting the mean labial plate thickness varied from 0.660 (at mid root level) to 0.885 mm (at 4 mm apically to CEJ) with none of the subjects presented with labial bone thickness exceeding 2 mm. On contrary, the facial bone thickness in this study exceeded 2 mm at all points, the reason might be explained from facial bony exostoses presented in some of the subjects. Another study about facial bone thickness¹⁵, that recruited of 250 CBCT scans with the presence of all maxillary anterior teeth in each scan, at three reference points; 1mm, 3 mm, and 5 mm apically to alveolar bone crest area, reporting the mean of the buccal plate varied from 0.5 to 0.7 mm with no missing bone wall presented. The prevalence of missing bone wall in the present study, as well as Braut *et al*¹⁴ and Jaidee *et al*¹¹ was due to the constant reference points, 4 mm apically to CEJ and mid root region, was chosen, while Januário *et al*¹⁰ evaluated reference points apically to alveolar crestal area, which may varied individually due to physiologic or pathologic changes that affect the crestal area before the more apical points. Crestal area is the

most likely to be the first critical site that would show the early sign of esthetic complication, such as peri-implant mucosal recession and metal exposure, thus evaluating the existing crestal bone would be beneficial for the implant site selection in order to prevent, or predict, the outcome of the implant in esthetic region.¹⁵

For immediate implant placement, primary implant stability must be achieved by engaging the fixture with palatal bone wall and beyond the root apex approximately 4-5 mm.^{16,17} Kan and his colleagues² classified SRP of anterior maxilla teeth as class I, II, III and IV according to their osseous housing. 600 SRP images were evaluated, 81.1 % were class I, 6.5 % were class II, 0.7 % was class III and 11.7 % were class IV. In our study, 92.87 % of class I root position was found, which is the most favorable class for immediate implant placement due to the highest amount of palatal bone availability. It would provide the best implant stability comparing to the other classification. After immediate implant placement is performed, bone grafting in the gap between implant and remaining socket would be the next procedure to be done.^{18,19} 5.40 % class II and 1.73 % class IV SRP was reported in our study. Class II SRP, the roots locate in the center of alveolar bone housing. The surrounding bone would loss on both facial and palatal aspects might not be adequate to ensure implant stability, compared to class I. Class IV SRP shows the existing tooth root occupies majority of the alveolar volume, affecting further loss of facial and palatal bone after tooth extraction. Therefore, class IV SRP is considered to be relative contraindication for immediate implant placement, due to inadequate stability and compromising the esthetic outcome.

No class III root angulation classification was found in this study. The result is consistent to Lin *et al*²⁰ which performed the study in Taiwanese population, 93.8 % class I, 1.5 % class II, 4.7 % class IV and no class III SRP were showed. Class III SRP, the roots engage in the palatal bone, which is not suitable for immediate implant placement after extraction, due to the stability

of the implant relies on its engagement in the available on the facial aspect instead of palatal aspect unlike class I. The result of engaging in facial bone might cause fenestration and affected esthetic outcome. Therefore, class III SRP is less favorable than class I and class II in immediate implant placement.

The correlation between facial bone thickness and sagittal root position of class I, II and IV were not statistically significant at any level of facial alveolar bone measurement. While class III SRP was not found in this study, thus the class III SRP data was excluded. According to Kan *et al*², which reported less frequency of class III SRP as 0.7 %, revealed the raring of the root position. Anatomically, class III SRP in which the entire root length engages the palatal cortical bone plate, therefore the facial alveolar bone thickness should have been high tendency of greater facial alveolar bone.

Another limitation is the image resolution. Since the original scan resolution was 0.25 mm, which might be too large for the small linear measurement, used in the study. Some of studied teeth showed the facial alveolar bone thickness less than 0.5 mm which smaller than two voxels and this led to measurement inaccuracy due to the partial volume effect. The further study should have set the smaller voxel size e.g. 0.1 or 0.2 mm, however, the radiation dose and exposure time would be also raised. All variables should be considered crucially for the next investigation.

Conclusion

Nowadays, dental implant has become a treatment of choice for tooth replacement. To achieve a successful treatment outcome with high predictability, precise assessment and careful preoperative treatment planning are required to analyze the risk factors especially in the esthetic zone. The facial bone thickness and root position are considered to be local risk factors for immediate implant placement. This study demonstrated that the ideal facial alveolar bone thickness was low

prevalence. However, the class I sagittal root position, which is favorable for implant-bone engagement, was the majority of this finding. The use of CBCT is recommended for implant-based treatment planning.

Acknowledgement

We would like to express our gratitude to Clinical Prof. RADM Suchada Vuddhakanok R.T.N, Prof. Emer. Chainut Chongruk, Clinical Prof. Wichitsak Cholitgul and Dr. Piyanuch Karnasuta for providing us the opportunity of performing this study and valuable CBCT data. In addition, we are grateful to Miss Piyanut Liamthai, Miss Photchanan Ballungpattama, Miss Natnarie Sahas-olarn, Miss Luxsamee Sriurai, Miss Walailak Kunteekarn, Miss Penpitcha Kositkittiwani and Miss Peacharat Chivaratanond for their assistance and co-operation during the period of study.

References

1. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate Placement and Provisionalization of Maxillary Anterior Single Implants: 1-Year Prospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18: 31-9.
2. Kan JY, Roe P, Rungcharassaeng K, Patel RD, Waki T, Lozada JL, *et al.* Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:873-6.
3. Buser D, Halbritter S, Hart C, Bornstein M, Grütter L, Chappuis V, *et al.* Early Implant Placement With Simultaneous Guided Bone Regeneration Following Single-Tooth Extraction in the Esthetic Zone: 12-Month Results of a Prospective Study With 20 Consecutive Patients. *J Periodontol* 2009;80:152-62.
4. Tortamano P, Camargo LO, Bello-Silva MS, Kanashiro LH. Immediate implant placement and restoration in the esthetic zone: a prospective study with 18 months of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:345-50.
5. Nowzari H, Molayem S, Chiu C, Rich S. Cone Beam Computed Tomographic Measurement of Maxillary Central Incisors to Determine Prevalence of Facial Alveolar Bone Width ≥ 2 mm. *Clin Oral Impl Res* 2010;14:595-602.
6. Evans DJ, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Impl Res* 2008;19:73-80.
7. Veltri M, Ekstrubbe A, Abrahamsson I, Wennström JL. Three-Dimensional buccal bone anatomy and aesthetic outcome of single dental implants replacing maxillary incisors. *Clin Oral Impl Res* 2016;27:523-28.
8. Younes F, Eghbali A, Raes M, Bruyckere, Cosyn J, Bruyn HD. Relationship between buccal bone gingival thickness revisited using non-invasive registration methods. *Clin Oral Impl Res* 2016;27:956-63.
9. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Invest* 2006;10:1-7.
10. Januário AL, Duarte WR, Barriviera M, Mesti JC, Araújo MG, Lindhe J. Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1168-71.
11. Jaidee T, Kasemkitwatana K, Wilaiwong K, Wongmaneeung N, Luksuan P, Sing-usah P, *et al.* Average thickness of the maxillary labial plate in Thai population using cone beam computed tomography analysis. *Thai J Oral Maxillofac Surg* 2015;29:97-103.
12. Buser D, Bornstein MM, Weber HP, Brutter L, Schmid B, Belser U. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in esthetic zone: a cross-sectional, retrospective study in 45 subjects with a 2- to 4-year follow-up. *J Periodontol* 2008;79:1773-81.
13. Buser D, Martin W, Belser U. Optimizing esthetic for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):43-61.
14. Braut V, Bornstein MM, Belser U, Buser D. Thickness of the anterior maxilla facial bone wall: A respective radiographic study using cone beam computer tomography. *Inter J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:125-31.
15. Huynh-Ba G, Pjetursson BE, Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Lindhe J, *et al.* Analysis of the socket bone wall dimensions in the upper maxilla in relation to immediate implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:37-42.
16. Kois JC, Kan JY. Predictable peri-implant gingival aesthetics: Surgical and prosthodontics rationales. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13:691-98.
17. Garber DA, Salama MA, Salama H. Immediate total tooth replacement. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22:210-16.
18. Morton D, Chen ST, Martin WC, Levine R, Buser D. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding improving esthetic outcomes in implant dentistry. *Int J Oral*

Maxillofac Implants 2014;29(Suppl):216-20.

19. Kan JY, Rungcharassang K. Immediate placement and provisionalized of maxillary anterior single implants: A surgical and prosthodontic rationale. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:817-24.
20. Lin W, Tseng C, Pang CC. Classification of the sagittal root position of maxillary anterior teeth in Taiwanese population with the cone beam computed tomography image. *Clin Oral Impl Res* 2014;25(Suppl 10):199.

Effect of Fiber Post and Stainless Steel Wire on the Flexural Strength of Repaired Denture Base Acrylic Resin

Kwanrutai Somsak¹, Issarawan Boonsiri¹, Jirachaya Kittipanyangam², Phattarasinee Phuntusuntorn², Janita Ngamnusunkit², Sakulthip Saichompoo², Ansipakorn Tungtawee², Suchanard Visetsiri² and Chalisa Saisin²

¹Department of Prosthodontics, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Pathumthani

²Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Pathumthani

Abstract

The objective of this study is to evaluate the efficacy of fiber post and stainless steel wire on the flexural strength of repaired denture base acrylic resin. The forty-eight heat-polymerized acrylic specimens size 10x65x3.3 mm were divided into four groups; Group1: repaired with auto-polymerized acrylic resin (control), Group2: repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with smooth surface fiber post, Group3: repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with grooved surface fiber post, Group4: repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire. All groups were tested the flexural strength by using three-point bending machine. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA. Values of $p < 0.05$ were considered statistically significant. The results demonstrated that the flexural strength of the control group was not significantly different from the other groups, and the flexural strength of group 2-4 revealed no significant difference among themselves ($p = 0.067$). In conclusion, the flexural strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin is not different from those repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with fiber post or stainless steel wire. The fiber post and stainless steel wire are not effective in increasing the flexural strength of the repaired acrylic resin.

Keywords: Denture base repair, Flexural strength, Fiber post, Stainless steel wire

Received Date: Apr 19,2017

Accepted Date: Sep 3,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.6

Correspondence to:

Kwanrutai Somsak. Department of Prosthodontics, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University 52/347 Phahonyothin Rd, Khu Khot, Lam Luk Ka, Pathum Thani, 12000 E-mail: kwansomsak@yahoo.com Tel: 0-2997-2200-30 ext. 4312,4315,4323 Fax: 0-2997-2200-30 ext. 4321

Introduction

Tooth loss is an oral problem that decreases oral health-related quality of life.¹ Dental prosthesis is used to replace missing teeth. Denture fracture has been a common problem in removable dentures.²⁻⁴ Those fractures are often related to the faulty design, poor denture fit, poorly balanced occlusion, artificial tooth wear, faulty fabrication, defect in acrylic base such as porosity and scratches, material breakdown, incorrect artificial teeth position, and denture dropping.⁴⁻⁶ Complete denture breakage mostly occurs at the acrylic resin midline of both upper and lower dentures. The main causes of upper and lower denture fracture are poor fit of denture base and accidental dropping of the denture, respectively.⁶

There are various materials and methods for repairing fractured dentures. The satisfaction of the dentist when repairing the denture can be defined by less time consuming, good physical properties, inexpensive, and be able to retain the original shape and strength of the denture. Repairing materials include heat-polymerized acrylic resin, auto-polymerized acrylic resin, visible light-cured resin and microwave cured acrylic resin.⁷⁻¹⁴

The most common material used in repairing fractured dentures is auto-polymerized acrylic resin. Auto-polymerized acrylic resin takes less time to repair compared to heat-polymerized acrylic resin which takes hours to cure. Moreover, it does not require additional instruments, such as water bath and light chamber for temperature control, in the repair. It also provides convenience in the matter of time and cost for the patients. However, the major disadvantage of auto-polymerized acrylic resin is the lower transverse strength compared to heat-polymerized acrylic resin.^{7,15}

Apart from various surface designs, some materials such as glass fiber, metal inserts, carbon fiber, and aramid fiber have been added to strengthen the repaired denture base. Each material has advantages and

disadvantages. For example, glass fiber can improve the mechanical properties of acrylic resin, but poor wetting fiber may decrease the bond strength of acrylic resin. Metal inserts can also improve the mechanical properties of acrylic resin, but they have poor esthetics.^{11,16-21}

The aim of this study was to evaluate the efficacy of fiber post and stainless steel wire on the flexural strength of repaired denture base acrylic resin.

Materials and Methods

The forty-eight heat-polymerized acrylic resin (SR Triplex®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) specimens were fabricated and polished to the dimension of 10 mm x 65 mm x 3.3 mm, according to the ISO 20795-1: 2013 protocol.²² Each specimen was inserted into the stainless steel holding device with T-shaped groove (Fig. 1, 2). Next, the holding device was placed on the surveyor table (Fig. 3). A straight handpiece with fissure bur was attached to the surveyor arm and adjusted until the end of the fissure bur touched the bottom of the T-shaped groove. Each specimen was cut through the middle with a 2 mm space between the two surfaces and formed a rabbit joint surface design (Fig. 4). The interface surfaces of the prepared joints were wetted with auto-polymerized acrylic resin monomer for 180 seconds. All specimens were randomly divided into 4 groups of 12 each. Group 1 was repaired with auto-polymerized acrylic resin (TOKUSO CURE FAST®, Tokuyama Dental Corporation, Japan) (Control). Group 2 was repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with smooth surface fiber post (FRC Postec Plus®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Group 3 was repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with grooved surface fiber post (ReforPost®, Angelus, Brazil). The smooth and grooved surface fiber posts (Fig. 5, 6) were marked 6 mm from the parallel tip and cut using a carborundum disc. Group 4 was repaired with auto-

polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire (remanium®, DENTAURUM, Germany). The stainless steel wires were also marked 6 mm from the end and cut using cutting pliers. Smooth surface fiber post, grooved surface fiber post, and stainless steel wire were placed at the middle of the specimens (Fig. 7). All specimens were placed in a pressure pot at the pressure of 2 bars for 15 minutes. According to the ISO 20795-1:2013 protocol²², all specimens were stored in distilled water

at 37°C for 48 hours prior to the flexural testing. The repaired specimens were tested for flexural strength with a three point bending test using the Universal Testing Machine (SHIMADZU®, SHIMADZU, Japan). The load was applied to the center of 2 mm repaired area of each specimen with crosshead speed of 5 mm/min until fracture. All specimens were assessed for cracks using a stereo microscope (Nikon®, Hollywood International Group, Canada).

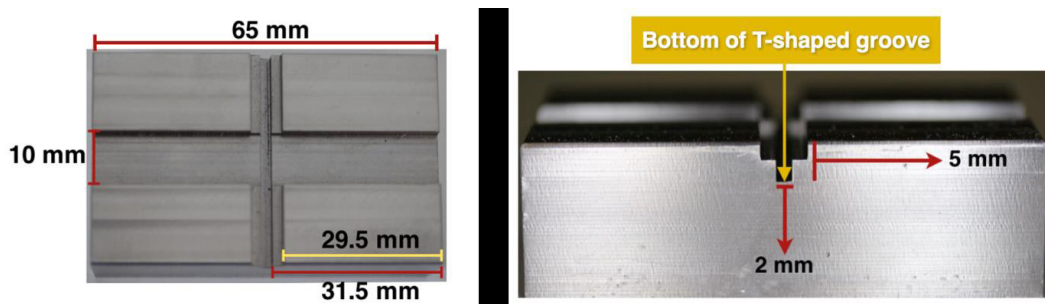


Figure 1 The stainless steel holding device with T-shaped groove

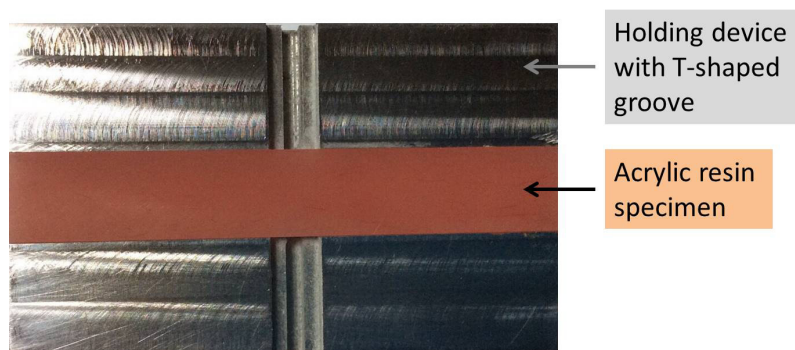


Figure 2 The acrylic resin specimen was inserted into the stainless steel holding device with T-shaped groove

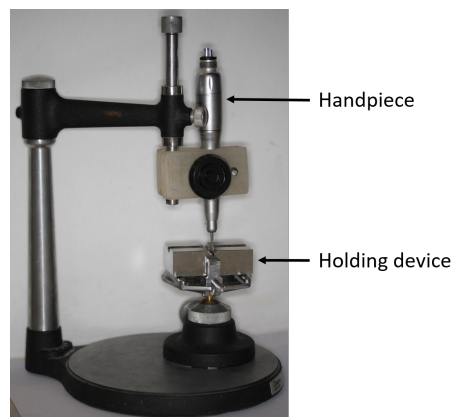


Figure 3 The holding device was placed on the surveyor table.

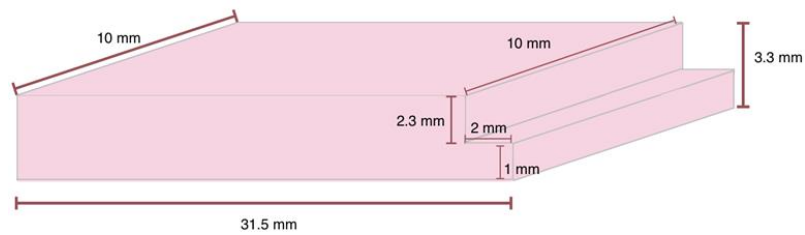


Figure 4 Each specimen was prepared into rabbit joint surface design.



Figure 5 Smooth surface fiber post



Figure 6 Grooved surface fiber post

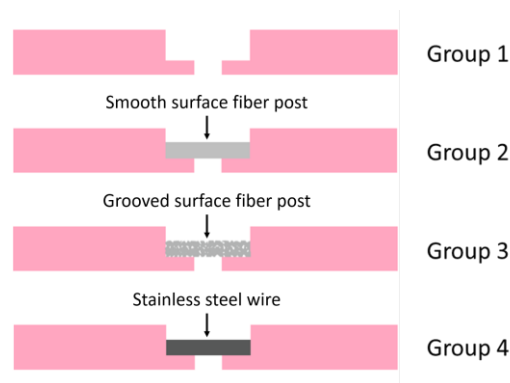


Figure 7 The specimens in Groups 1-4

Group 1: Repaired with auto-polymerized acrylic resin (Control)

Group 2: Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with smooth surface fiber post

Group 3: Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with grooved surface fiber post

Group 4: Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire

Data analysis

Statistical analyses was performed using one-way ANOVA test. The data was analyzed using the statistics package for the Social Sciences (SPSS)

version 20.0 (SPSS (Thailand) Cp., Ltd., Bangkok, Thailand). Values of $p < 0.05$ were considered as statistically significant.

Results

Table 1 shows the flexural strength of all groups of specimen. The group repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with grooved surface fiber post (group 3) had the highest flexural strength, while the group repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire (group 4) had the lowest flexural strength. However, the flexural strength of the control group was not significantly different from other groups, and the flexural strength of groups 2-4 revealed no

significant difference among themselves ($p=0.067$).

To determine the type of fracture failure, the fractured site was investigated under a stereo microscope. The specimens repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with smooth surface fiber post (group 2), grooved surface fiber post (group 3) and stainless steel wire (group 4) resulted in 100% mixed failure, while the specimens repaired with auto-polymerized acrylic resin (group 1) resulted in 3 types of failure. (Table 1, Fig. 8)

Table 1 Mean flexural strength (MPa) $\pm$ standard deviation (SD) and the percentage of fracture failure type of all specimen groups

Group	Type of specimen	Mean flexural Strength (MPa) $\pm$ SD	Types of failure		
			Cohesive failure	Adhesive failure	Mixed failure
1	Repaired with auto-polymerized acrylic resin only (Control)	43.30 $\pm$ 5.8	5.88 %	35.29 %	58.82 %
2	Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with smooth surface fiber post	41.45 $\pm$ 3.5	-	-	100 %
3	Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with grooved surface fiber post	45.66 $\pm$ 7.0	-	-	100 %
4	Repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire	39.38 $\pm$ 6.2	-	-	100 %

One-way ANOVA test ($p = 0.067$)

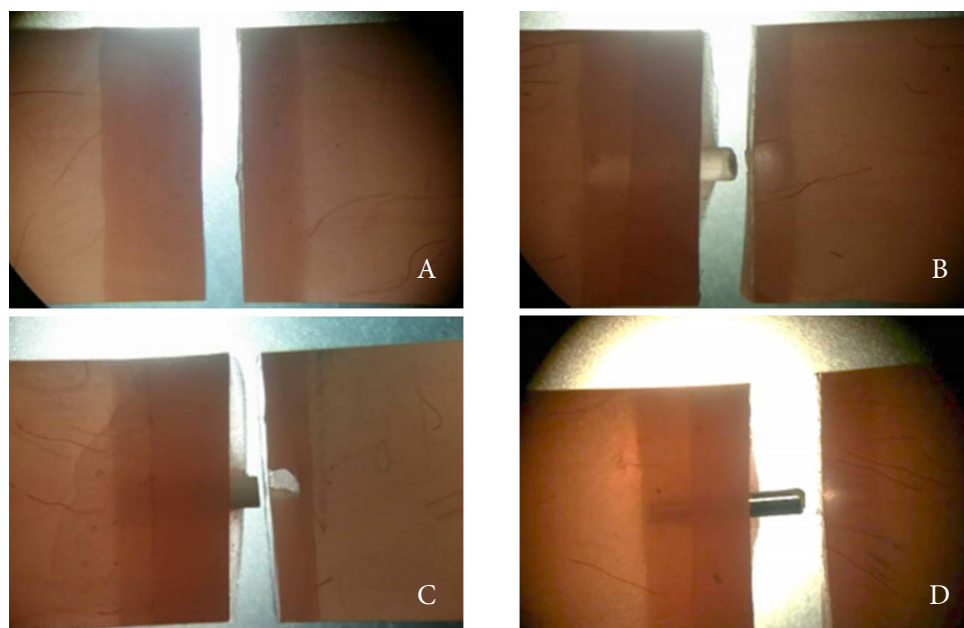


Figure 8 A - Example of fracture site of specimen in group 1

B - Fracture site of specimen in group 2

C - Fracture site of specimen in group 3

D - Fracture site of specimen in group 4

Discussion

According to this study, we found that the flexural strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin was not significantly different from that repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stainless steel wire. This finding is consistent with the study of Golbidi and Mousavi²³ which showed that there was no significant difference between the transverse strength of denture base resin repaired with auto-polymerized Acropars® acrylic resin with and without metal wire, and the transverse strength of denture base resin repaired with auto-polymerized Meliodent® acrylic resin reinforced with metal wire was significantly lower than that of the specimen without metal wire. These results may be due to the poor adhesion between the acrylic resin and the metal wire surface.^{23,24} However, our result was not similar to the study of Minami *et al*¹⁸ which showed that the flexural strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with 1.2 mm diameter stainless steel wire was significantly higher than that of the specimens without metal wire reinforcement.

In this study, we were interested in reinforcing the repaired auto-polymerized acrylic resin with fiber posts because the fiber posts are commonly used in the endodontically treated teeth. We expected that auto-polymerized acrylic resin would have much higher flexural strength after reinforcing with fiber posts. After the experiment was done, we found that reinforcing with both smooth surface fiber posts and grooved surface fiber posts did not significantly increase the flexural strength of acrylic resin. This result may be due to the poor adhesion between the acrylic resin and the fiber post surface. The result of this study is not in accordance with the results of previous studies^{20,21,25-29} which revealed that the strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with glass fiber was significantly higher than that of the specimens

without glass fiber. Stipho²⁵ revealed that the fracture strength of PMMA acrylic resin reinforced with 1 %, 2 % and 5 % glass fiber was significantly higher than those without reinforcement. Polat *et al*²⁰ found that the transverse strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with stick glass fiber was higher than that of acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin reinforced with woven and chopped glass fibers. On the other hand, Uzun and Keyf²⁹ revealed that the strength of repaired acrylic resin reinforced with woven form glass fibers was higher than that reinforced with longitudinal form and chopped form glass fibers. However, this study might not be comparable to the previous studies^{20,21,25-29} because those studies used the glass fiber as filler, not the fiber post form, mixed in the repaired resin.

The fracture site of specimens in groups 2-4 in this study did not occur in the fiber posts and metal wires, but in the auto-polymerized acrylic resin, and at the junction between the heat-polymerized acrylic resin and the auto-polymerized acrylic resin (mixed failure). It may be due to the lower strength of auto-polymerized acrylic resin, the insufficient polymerization process, and the fact that the elastic modulus of auto-polymerized acrylic resin is less than that of fiber posts and stainless steel wires.³⁰⁻³⁴ Studies by Leong and Grant³⁰, and Berge³¹ showed that the denture base repaired with cold-cured acrylic resin broke at repaired site, due to the lower strength of cold-cured acrylic resin.

Based on our results, the fiber posts and stainless steel wires are not effective in increasing the flexural strength of repaired acrylic resin. We must stress that the present study is preliminary in nature. Therefore, we suggest further investigations to create good adhesion between acrylic resin and metal wires by applying 4-META on stainless steel wires, to create good adhesion between acrylic resin and fiber posts by applying bonding on fiber posts, and to strengthen the reinforcement by

increasing the number of fiber posts and stainless steel wires in the repair sites.

Conclusion

The flexural strength of denture base acrylic resin repaired with auto-polymerized acrylic resin, which reinforced or not reinforced with fiber post and stainless steel wire, is not different. The fiber posts and stainless steel wires are not effective in increasing the flexural strength of the repaired acrylic resin.

Acknowledgement

We would like to express our thanks to “The Junior Project Research Fund of Rangsit University, Thailand” for the financial support of our study.

References

1. Somsak K, Kaewplung O. The effects of the number of natural teeth and posterior occluding pairs on the oral health-related quality of life in elderly dental patients. *Gerodontology* 2016;33:52-60.
2. Darbar UR, Huggett R, Harrison A. Denture fracture—a survey. *Br Dent J* 1994;176:342-5.
3. Takamiya AS, Monteiro DR, Marra J, Compagnoni MA, Barbosa DB. Complete denture wearing and fractures among edentulous patients treated in university clinics. *Gerodontology* 2012;29:e728-34.
4. Beyli MS, von Fraunhofer JA. An analysis of causes of fracture of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent* 1981;46:238-41.
5. Koran A, Craig RG. Three-dimensional photo-elastic stress analysis of maxillary and mandibular complete dentures. *J Oral Rehabil* 1974;1:361-9.
6. Khalid H. Causes and types of complete denture fracture. *Zanco J Med Sci* 2011;15:36-40.
7. Seó RS, Neppelenbroek KH, Filho JN. Factors affecting the strength of denture repairs. *J Prosthodont* 2007;16:302-10.
8. Savabi G, Savabi O, Dastgheib B, Nejatidanesh F. Effect of the processing cycle on dimensional changes of heat-polymerized denture base resins. *Dent Res J* 2015;12:301-6.
9. Dar-Odeh NS, Harrison A, Abu-Hammad O. An evaluation of self-cured and visible light-cured denture base materials when used as a denture base repair material. *J Oral Rehabil* 1997;24:755-60.
10. Polyzois GL, Tarantili PA, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Fracture force, deflection at fracture, and toughness of repaired denture resin subjected to microwave polymerization or reinforced with wire or glass fiber. *J Prosthet Dent* 2001;86:613-9.
11. Kostoulas I, Kavoura VT, Frangou MJ, Polyzois GL. Fracture force, deflection, and toughness of acrylic denture repairs involving glass fiber reinforcement. *J Prosthodont* 2008;17:257-61.
12. Rached RN, Powers JM, Del Bel Cury AA. Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins. *J Prosthet Dent* 2004;92:79-82.
13. Ng ET, Tan LH, Chew BS, Thean HP. Shear bond strength of microwaveable acrylic resin for denture repair. *J Oral Rehabil* 2004;31:798-802.
14. Venkat R, Gopichander N, Vasantakumar M. Comprehensive analysis of repair/reinforcement materials for polymethyl methacrylate denture bases: mechanical and dimensional stability characteristics. *J Indian Prosthodont Soc* 2013;13:439-49.
15. Chokchaivarakul W. The fatigue life of heat-activated acrylic resin denture base materials repaired with various methods [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University, Faculty of Dentistry; 2007.
16. Berrong JM, Weed RM, Young JM. Fracture Resistance of Kevlar-Reinforced Poly(Methyl Methacrylate) Resin: A Preliminary Study. *Int J of Prosth* 1990;3:391-5.
17. Bowman AJ, Manley TR. The elimination of breakages in upper dentures by reinforcement with carbon fibre. *Br Dent J* 1984;156:87-9.
18. Minami H, Suzuki S, Kurashige H, Minesaki Y, Tanaka T. Flexural strengths of denture base resin repaired with autopolymerizing resin and reinforcements after thermocycle stressing. *J Prosthodont* 2005;14:12-8.
19. Polyzois GL. Reinforcement of denture acrylic resin: the effect of metal inserts and denture resin type on fracture resistance. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1995;3:275-8.
20. Polat TN, Dogan DO, Topcuoglu S, Gul EB. Effects of different glass fibers on the transverse strength and elastic modulus of repairing acrylic resin. *Cumhuriyet Dent J* 2013;16:1-9.
21. Yoshida K, Takahashi K, Hamanaka I, Kawaguchi T, Sasaki H, Shimizu H. Reinforcing effect of glass fiber-reinforced composite reinforcement on flexural strength at proportional limit of a repaired denture base resin. *Acta Biomater Odontol Scand* 2015;1:81-5.
22. International Organization of Standardization. ISO 20795-1:2013 – Dentistry – Base polymers – Part 1: Denture base polymers. Geneva, Switzerland; 2013.
23. Golbidi F, Mousavi T. Transverse Strength of Repaired Denture Base Material with Wire and Two Auto Polymerized Acrylic Resin.

- J Dent (Tehran)* 2007;4:183-7.
24. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil* 1999;26:185-94.
 25. Stipho HD. Repair of acrylic resin denture base reinforced with glass fiber. *J Prosthet Dent* 1998;80:546-50.
 26. Vallittu PK. Glass fiber reinforcement in repaired acrylic resin removable dentures. Preliminary results of a clinical study. *Quintessence Int* 1997;28:39-44.
 27. Keyf F, Uzun G. The effect of glass fibre-reinforcement on the transverse strength, deflection and modulus of elasticity of repaired acrylic resins. *Int Dent J* 2000;50:93-7.
 28. Kostoulas I, Kavoura VT, Frangou MJ, Polyzois GL. Fracture force, deflection, and toughness of acrylic denture repairs involving glass fiber reinforcement. *J Prosthodont* 2008;17:257-61.
 29. Uzun G, Keyf F. The effect of woven, chopped and longitudinal glass fibers reinforcement on the transverse strength of a repair resin. *J Biomater Appl* 2001;15:351-8.
 30. Leong A, Grant AA. The transverse strength of repairs in polymethyl methacrylate. *Aust Dent J* 1971;16:232-4.
 31. Berge M. Bending strength of intact and repaired denture base resins. *Acta Odontol Scand* 1983;41:187-91.
 32. Vallittu PK. The effect of surface treatment of denture acrylic resin on the residual monomer content and its release into water. *Acta Odontol Scand* 1996;54:188-92.
 33. Novais VR, Rodrigues RB, Simamoto Júnior PC, Lourenço CS, Soares CJ. Correlation between the Mechanical Properties and Structural Characteristics of Different Fiber Posts Systems. *Braz Dent J* 2016;27:46-51.
 34. Anusavice KJ. Phillips' Science of dental materials 12th Edition. St. Louis: Saunders; 2012.

The Efficacy of Surface Disinfectant Wipes After Exposure to Air by Un-capping the Container

Unmanatakoon Supachai¹, Pechteewang Sawanya², Ampornaramveth Ruchanee³

¹Department of Dentistry, Phukhieo hospital, Chaiphum

²Department of Dentistry, Khuankhanun hospital, Phattalung

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

Abstract

The objective of this study is to determine whether air exposure of different disinfectant wipes by un-capping the container alter the bactericidal efficacy. Three commercially available disinfectant wipes with different active ingredients consisting of CaviWipes™ (QAC & Isopropyl alcohol), SporeClear™ (QAC & Biguanides) and Optim 33TB (Ionized H₂O₂) were used in the experiment. Forty milliliters of stimulated saliva were collected from 15 healthy volunteers in the morning before performing daily oral hygiene care. The saliva was spread on sterilized leather surfaces and air dry. The surfaces were then used to test the effectiveness of disinfectant wipes those had been air exposed for 1, 4 and 18 hours compared with a group that tightly cap the container. The remaining CFU/mL of bacteria on the surfaces were calculated to compare log reduction. Data were statistically analyzed by Kruskal-wallis test and Mann-Whitney U test. A value of $p < 0.05$ was considered significant. This study revealed that air exposure seems to marginally affect the antibacterial capability of disinfectant wipes with different active ingredients as determined by log reduction. Despite non-alcohol containing formula of SporeClear™, air exposure seems to worsen its activity, though no statistically significant difference was observed. Bactericidal activity of CaviWipes™ and Optim 33TB were quite stable regardless of prolonged air exposure or the order of sheet pulled out from the container. The outermost sheet of SporeClear™ was more affected by prolonged air exposure. To sum up, bactericidal efficacy of disinfectant wipes was minimally affected by duration of air exposure. Activity of SporeClear™, a non-alcohol containing formula, was greater affected by time and order of sheet dependent according to its texture.

Keywords: Alcohol, Biguanides, Disinfectant wipes, Infection Control, Ionized Hydrogen peroxide

Received Date: May 17, 2017

Accepted Date: Aug 3, 2017

doi: 10.14456/jdat.2018.7

Correspondence to:

Ampornaramveth Ruchanee. Department of Microbiology, Research Unit on Oral Microbiology and Immunology Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. 34 Henry-Dunant Rd., Bangkok 10330 Thailand Tel: 02-2188683 Fax: 02-2188680 Email: ruchanee.a@chula.ac.th

Introduction

Preventing the spreading of infection during dental practice is a key process for providing patients safety. During dental treatment, it is inevitable that there will be contamination of fluids such as saliva, blood, oral fluids, etc. These fluids are enriched with microorganisms that may cause the spreading of diseases. Cleaning the clinical contact surfaces is one of a crucial component of standard precautions. Clinical contact surfaces must be wiped to clean and disinfect with chemical disinfectants at least of intermediate-level or hospital disinfectant with tuberculocidal claimed. The registration of chemical disinfectants in the United States is done by three agencies. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) classify the chemical disinfectants into three different levels base on their efficacy: low-, intermediate-, and. high-level disinfectant.^{1,2} Additionally, the US Environmental Protection Agency (EPA) registers the effectiveness of chemical disinfectants categorized into two groups based on their ability to kill *Mycobacterium tuberculosis*; the Hospital disinfectant with or without tuberculocidal claim.^{1,2} The US Food and Drug Administration (FDA) register chemical disinfectants with sporicidal activity or referred as chemical sterilant. In Thailand, all of the chemical disinfectants use in medical and dental practices are registered by Thailand Food and Drug Administration.

Chemical disinfectants use for surface disinfection nowadays available on the market has been developed into easy-use format as pre-immersed cleaning sheets. The products in this format are very practical to disinfect the contaminated surfaces within a limited of time and therefore become very popular. The disinfectant wipe available nowadays on the market contains several active ingredients for examples alcohol, biguanides, quaternary ammonium compound, H_2O_2 etc. Generally, two forms of alcohol, Isopropyl and ethyl alcohol is widely used as antiseptics. However, the high rate of evaporation limits its utility as disinfectant.¹ Biguanides,

well-known as Chlorhexidine, can disrupt cell membrane's permeability and causes cytolysis. However, biguanides demonstrated less sensitivity against *Mycobacterium tuberculosis*. To Spore-forming bacteria and TB, Biguanides can be only bacteriostatic.³ Recently, several studies demonstrated that Hydrogen peroxide is more satisfied in bactericidal activity than other product.⁴⁻⁶ All of the disinfectants mentioned previously are presented as active ingredient in the ready to use disinfecting towelette available in the market nowadays. When utilized this kind of products, it is required that the cap of the container must keep tightly close to avoid the evaporation of active ingredients, especially the product contain alcohol.¹ The relative evaporation rate of isopropyl alcohol is 21 times faster comparing with ether and 1.7 times comparing with n-Butyl acetate.^{6,7} From observation, it was found that clinical practitioners often forget to close the container's lid, which may affect the product's effectiveness. However, there is no clear evidence stating the correlations between the time period if the container is left open and the reduction of the efficiency of disinfectant wipe. This information will be useful for products selection and usage suggestion. This research aimed to compare the efficacy of the disinfectant wipe with different active ingredients with the time the products' containers were left open. The efficacy of the first sheet and the following two sheets were also examined when the containers' lid was left open. The data from this research will be useful for the development of guidelines for infection control in the dental clinic.

Materials and Methods

We utilized disinfectant wipes with different active ingredients available commercially by mainly focus on two particular types of products; alcohol containing formula and the non-alcohol containing formula. The selected disinfectant wipes and its active

ingredients include CaviWipes™ (isopropyl alcohol and QAC) (Metrex, Romulus, Michigan, USA.), Optim 33TB (Ionized H₂O₂) (SciCan, Toronto, Canada.) and SporeClear™ (Biguanides and QAC) (Hu-Friedy Mfg. Chicago, Illinois, USA.)

The disinfectant wipes were divided into 4 groups; immediately after open, left the cap open for 1, 4 and 18 hours, respectively. The 1st, 2nd and 3rd sheet in the container were used to test for bactericidal activity against cultivable oral bacteria.

Saliva Collection

Saliva samples from 15 volunteers have been collected using stimulated saliva collection methods. The volunteers were asked to chew a piece of paraffin to stimulate the salivary flow in the morning before performing routine oral hygiene. The saliva was collected approximately 40 milliliters. With this method, dental

plaque from different areas of the mouth including the tooth surface will be removed by mechanical cleansing. The samples were kept at 4°C till being used.^{8,9} The saliva from each volunteer was used in the experiment conducted independently. The saliva from each individual was spread onto 37 leather samples including 36 test groups (3 products, 4 durations and 3 sheets) and one for control group (sterile distilled water). The experiments were performed repeatedly using saliva from all 15 subjects.

Surface preparation, disinfection and sample collection

Pieces of leather, 20 x 20 cm in size, and glass slab frame with a square hole of size 15 x 15 cm were custom made to mimic surface contaminated with saliva. All of the materials were sterilized by autoclave prior to use. The assembly of these tools for the experiments was shown in Figure 1.

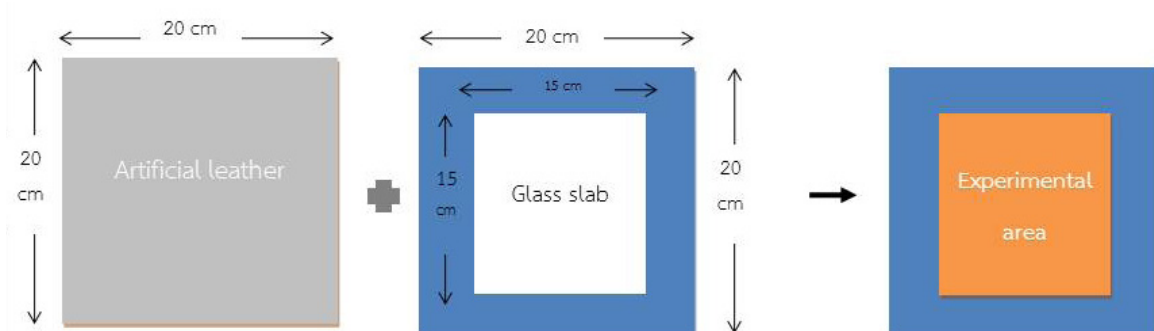


Figure 1 Diagram of saliva contaminated leather surfaces preparation

A saliva sample of 0.1 mL was dropped and spread by sterile cotton swab onto the surfaces and leave to dry. The experiment area mimicking saliva contaminated surface was marked with a pencil before taken the glass slab off. The disinfectant wipes of different composition, air exposure time and order of the sheet were used to wipe the surface and leave for appropriate contact time those recommended by the manufacturer.

In order to test the effect of air exposure against the efficacy of 3 different disinfectant wipes available commercially, the disinfectants' containers were left

open to expose the wiping materials to air for 18, 4, 1 hours and not exposure. Then the 1st, 2nd and 3rd sheet of disinfectant wipes in each time point were used to disinfected saliva contaminated surface. We controlled the wiping manner to be in the same pattern by wiping in left to right direction continuously from top to bottom of the area. Only one side of a sheet was used per experiment area.

The bacterial samples remained on leather surfaces were then collected with sterile cotton swab and PBS (Phosphate Buffered Solution) by swabbing

motion all over the surfaces. Sterile scissors were used to cut the tip of cotton swab into eppendorf tube containing 1 mL of sterile PBS. The tubes were then shaken with vortex mixer for 3 minutes and sonicated (Sonics VCX750 Newtown, Connecticut, USA) for 30 seconds at 20 % amplitude to break clump of bacteria. After that, a serial ten-fold dilution of the samples were performed and 100 μ L of appropriate dilution were plated onto blood agar plate. The plates were incubated at 37°C for 24 hours. The recoverable colony on blood agar were then enumerated and calculated to Log reduction by comparing with initial number of bacteria on the surfaces. Bacteria recovered from surfaces wiped with sterile distilled water were kept as negative control.

Result

When appropriately kept in tightly closed container, the disinfectant wipes could reduce bacteria on the surface up to log 4.90, log 5.33 and log 5.16 reduction, for CaviWipes™, SporeClear™ and Optim 33TB respectively

We repeated the experiment by utilizing saliva samples collected from different 15 subjects.

The texture examination of wiping materials under stereomicroscope.

We examined closer to the texture of wiping materials under a stereomicroscope (Olympus SZH10 Shibuya-ku, Tokyo, Japan) to compare texture of wiping materials of three different disinfectant wipes.

Statistical analysis

Data were statistically analyzed by Kruskal-wallis test and Mann-Whitney U test. A value of $p < 0.05$ was considered significant.

(Fig. 2). Whereas bacteria on the surfaces was found to reduce by log 1.66, if the contaminated surfaces were wipe with distilled water alone.

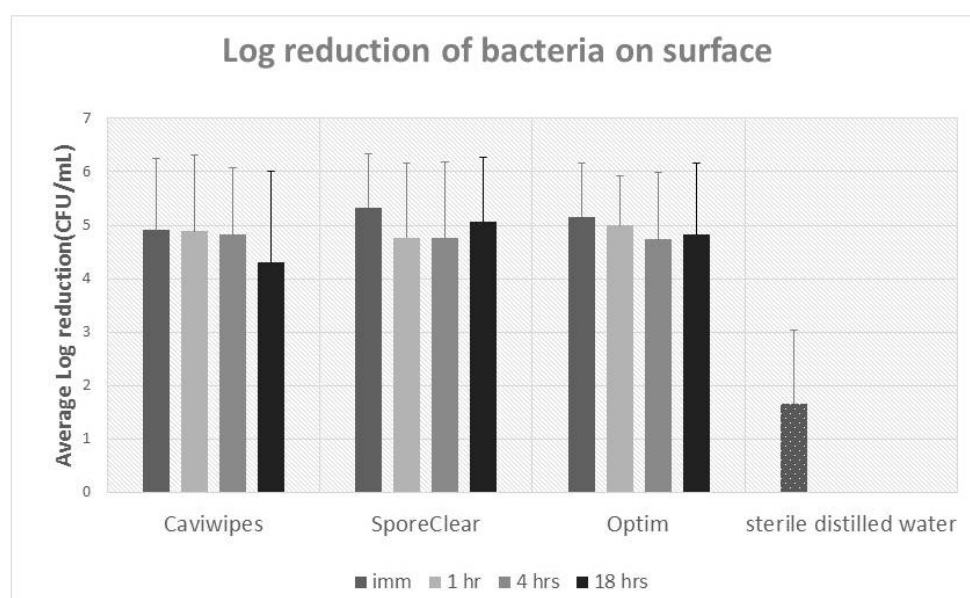


Figure 2 Average log reduction of bacteria on surfaces after disinfected by 1st sheet of various disinfectant wipes with different air exposure times

If the container's cap was left open, disinfection efficacy of the first sheet of every product reduced in different pattern as demonstrated in fig. 2. CaviWipes™, which is alcohol containing product, was relatively stable after exposure to air for 1 and 4 hours. Its efficacy starts to reduce after being exposed to air for 18 hours. Unexpectedly, the efficacy of an alcohol-free product, SporeClear™, reduced at as early as 1 hr and thereafter. Efficacy of Optim 33TB, ionized H₂O₂, is quite stable regardless of how long it had been exposed to air.

However statistically significant results were not observed in any tested groups.

If the container's cap was closed tightly, a comparable bactericidal efficacy was observed among 1st, 2nd and 3rd order of sheet in the container of all tested products (Fig. 3a). It should be noted that the efficacy of the 2nd and 3rd sheet was slightly higher than the 1st sheet when the container's lids were left open, especially in SporeClear™ group, though no statistical significant was observed (Fig. 3b-3d).

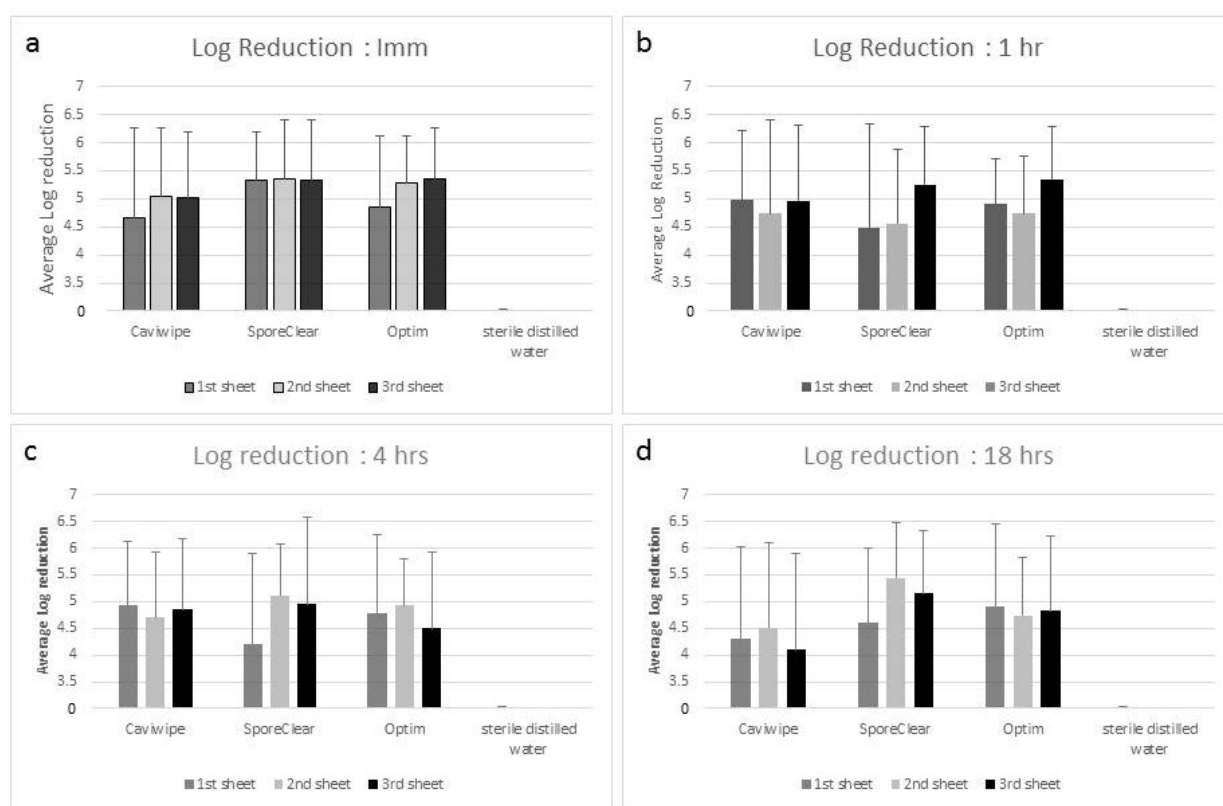


Figure 3 Average log reduction of bacteria on surfaces after disinfected by various disinfectant wipes. a) Tightly capped the container's lid (Immediately used). b) Uncapped the container's lid for 1 hr. c) Uncapped the container's lid for 4 hrs. d) Uncapped the container's lid for 18 hrs

We examined closer to the texture of wiping materials under stereomicroscope (Fig. 4). It was clearly demonstrated that CaviWipes™ and Optim 33TB utilized similar pattern of texture of materials consisting of a

thick and dense fibrous sheet with small circular pattern made from thinner material. SporeClear™ had a different pattern of texture with obviously looser fibrous without circular pattern.

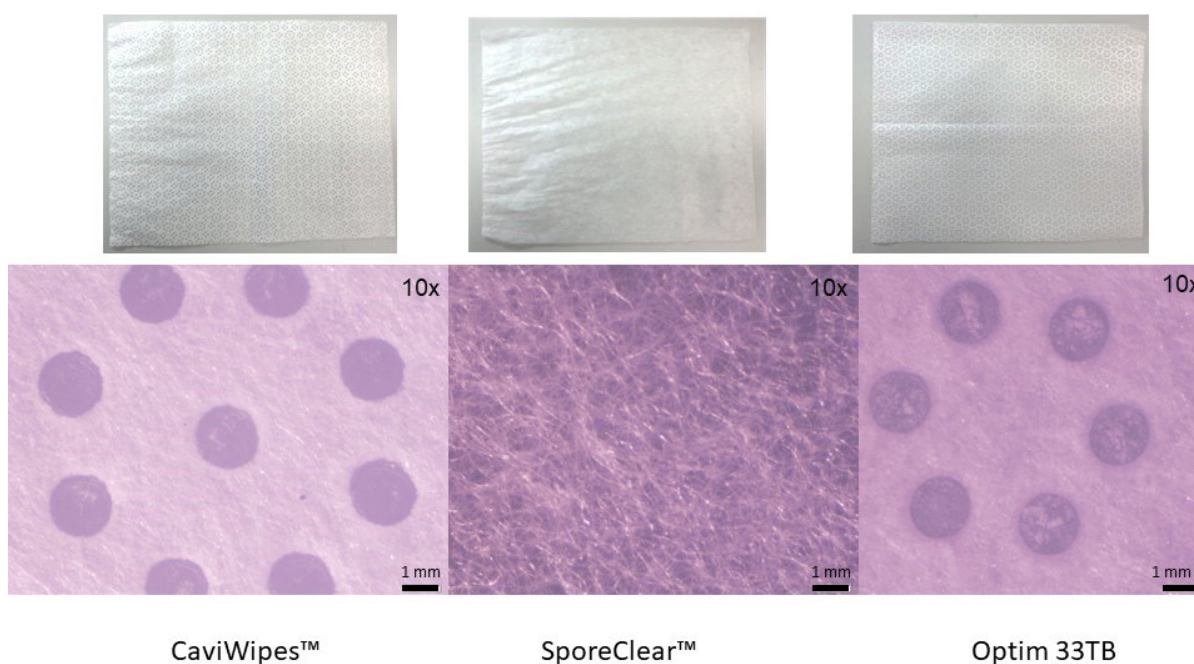


Figure 4 Surface texture of disinfectant wipes under stereomicroscope

Discussion

Our study was designed to test the bactericidal efficacy of different disinfectant wipes against cultivable oral bacteria and the effect of air exposure. The results indicated that within the tested period, the efficacy of all disinfectant wipes were not significantly reduced by air exposure time. It is quite surprising to us that a non-alcohol containing product, SporeClear™, demonstrated slightly reduction in its efficacy at as early as 1 hour of air exposure and thereafter. Whereas the alcohol-containing product, CaviWipes™, starting to reduce its efficacy after 18 hours of air exposure. This result was not consistent with previous concern regarding the evaporation rate of alcohol.⁹ The texture examination of wiping material clearly shows the difference in texture of material between SporeClear™ and the other two brands. Thicker and denser fibrous sheet with small circular pattern made from thinner material of CaviWipes™ and Optim 33TB might help retained the disinfectant on the wiping material. The standardized methods for evaluating the effectiveness

of chemical disinfectants, the decrease required in the initial inoculum is a minimum of logarithms.¹⁰ In our study, all of the three products with different active ingredients demonstrated effectiveness close to log 5 reduction when use immediately. The effectiveness was slightly reduced, though not significant, with prolonged air exposure.

Besides texture of wiping material, cap tightness may also result in different efficacy. We have noticed that each product's container has different cap tightness which may affect the seal of the container. Meanwhile leaving the cap open may dry out disinfectant from the outer most of the sheet that exposes to air, it is noticeable that the portion of wet, unexposed sheet inside the container still retained its efficacy to reduce the bacterial count comparable to those of tightly capped container. However, our experiment was conducted within a short period of time which might not fully resemble those situations occur in clinic which multiple prolonged air-

exposure might occur repeatedly. Therefore, our suggestion is to tightly close the cap of container of disinfectant wipe every time after use. Turning the bottle up-side down to distribute the disinfectant equally when not use is also recommend. In conclusion, bactericidal efficacy of disinfectant wipes was not affected by duration of air exposure up to 18 hours tested.

Acknowledgements

This work was supported by Dental Research Fund, in Dental Research Project 3200502 #36/2015, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. The assistance of staffs of department of microbiology and undergraduate dental clinic, faculty of Dentistry, Chulalongkorn University are also acknowledged.

References

1. Miller CH, Palenik CJ. Infection control and management of hazardous materials for the dental team. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2010.
2. Molinari JA, Harte JA. Practical Infection Control In Dentistry. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2010. p. 177-178.
3. Maris P. Modes of action of disinfectants. *Rev Sci Tech* 1995;14:47-55.
4. Boyce JM, Havill NL. Evaluation of a New Hydrogen Peroxide Wipe Disinfectant. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34:521-3.
5. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Efficacy of improved hydrogen peroxide against important healthcare-associated pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33:1159-61.
6. Flick EW, editor. Industrial solvents handbook. 4th ed. Park Ridge, New York: Noyes Publications; 1991. p. 377
7. Snyder R. Alcohols and Esters. Ethel Browning's Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents. 2nd ed. New York, New York: Elsevier; 1992. p. 32.
8. Arirachakaran P, Sinheng W, Theparee T, Arirachakaran AA. Sporidical effects of common disinfectants and their practical application in dental practice in Thailand. *CU Dent J* 2008;31:11-8.
9. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999;12:147-79.
10. Cremieux A, Fleurette J. Methods of testing disinfectants. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. Philadelphia: Lea & Febiger; 1991. p. 1009-27.

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ กับสารพริกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

Comparison of Microleakage between Glass-ionomer Sealant Versus Resin Sealants with and without Fluoride

อนิมา รัตนะเจริญธรรม¹, พรทิพย์ ผจงวิริยาทร¹, กนกวรรณ บรรณสาร², วลีส นารตสูงเนิน², ศิริประภา มีคุณ²,
ศิริวรรณภา ขาวเสมอ² และ นูรีฮัน อาดำ²

Anoma Rattanacharoenthum¹, Porntip Phajongviriyatorn¹, Kanokwan Bannasan²,
Wanlee Natsungnoen², Siraprapa Meekhun², Siriwannapa Kawsamer² and Nurihun Adam²

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

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

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

²Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

บทคัดย่อ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของสารพริกหลุมและร่องฟัน 3 ชนิด โดยทำในฟันกรามน้อยบนจำนวน 102 ซี่ สุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ กลุ่มที่ 2 ผริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และกลุ่มที่ 3 ผริกหลุมและร่องฟันด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ตามวิธีการที่บริษัทกำหนด จากนั้นนำไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสสลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ แล้วทาน้ำยาทาเล็บให้ทั่วฟัน โดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารพริกหลุมและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร นำฟันไปแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดฟันในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้นด้วยเครื่องตัดฟันยี่ห้อไอโซเมท และวัดรอยซึมเล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยของรอยซึมเล็กทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) เมื่อพิจารณาเป็นคู่ของกลุ่มศึกษาด้วยสถิติทดสอบแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0083 พบว่าค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของกลุ่มสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และระหว่างกลุ่มสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ รวมทั้งระหว่างกลุ่มที่ผริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) สรุปว่า สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ เกิดรอยซึมเล็กมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

คำสำคัญ: สารพริกหลุมและร่องฟัน, รอยซึมเล็ก, กลาสส์ไอโอโนเมอร์

Abstract

The aim of this *in vitro* study was to investigate microleakage of three types of pit and fissure sealant. This study, sealant materials were resin-based sealant with fluoride releasing, without fluoride releasing and glass-ionomer sealant. 102 permanent maxillary premolars were randomly divided into 3 groups. The application of each sealant followed manufacturer's instructions. All teeth were thermocycled for 500 cycles between 5°C and 55°C. After thermocycling the whole surface of each tooth was coated with nail varnish except for one millimeter around the sealant. The teeth were immersed in 0.5 % methylene blue for 24 hours and then sectioned buccolingually by precision saw, model ISOMET™. The sections were analyzed for microleakage under $\times 100$ magnification of a stereomicroscope. The median of the mean of microleakage were analyzed by the Kruskal-Wallis statistic among 3 groups at 0.05 α level, the statistical differences in microleakage were found among three materials ($p < 0.001$). The comparison of the microleakage between two groups by the Mann-Whitney U statistic at 0.0083 α level. There were significant differences between glass-ionomer sealant and sealant with fluoride releasing ($p < 0.001$), glass-ionomer sealant and sealant without fluoride releasing ($p < 0.001$) and also between sealant with fluoride releasing and without fluoride releasing ($p < 0.001$). In conclusion, glass-ionomer sealant had higher microleakage than resin-based sealants with and without fluoride releasing.

Keywords: Pit and fissure sealant, microleakage, Glass-ionomer

Received Date: Jun 1, 2017

Accepted Date: Sep 5, 2017

doi: 10.14456/jdat.2018.8

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อนิมา รัตนเจริญธรรม ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 043-202222-41 ต่อ 45157 โทรสาร: 043-202862 อีเมล: ranoma_76@hotmail.com

Correspondence to:

Anoma Rattanacharoenthum. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002, Thailand Tel:043-202222-41 ext. 45104 Fax: 043-202862 E-mail: ranoma_76@hotmail.com

บทนำ

จากรายงานการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2555 โดยกองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย พบว่าเด็กอายุ 12 ปีมีอัตราการเกิดโรคฟันผุในฟันแท้คิดเป็นร้อยละ 52.3 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด (DMFT) 1.3 ซี่/คน และซี่ฟันที่ผุมากที่สุดคือฟันกรามแท้ซี่ที่ 1¹ เนื่องจากฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เป็นฟันกรามแท้ซี่แรกที่เกิดขึ้นในช่องปาก ในช่วงอายุประมาณ 6 ขวบ และจากลักษณะของฟันกรามแท้ที่มีหลุมและร่องฟันที่ลึกทางด้านบดเคี้ยว ด้านแก้ม และด้านเพดานซึ่งยากต่อการทำความสะอาดทำให้คราบจุลินทรีย์สะสมได้ง่าย และเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ ดังนั้นงานทันตกรรมป้องกันโดย

เฉพาะการฉีกหลุมและร่องฟันที่ลึกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำเพื่อป้องกันการเกิดโรคฟันผุ และจากการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2555 พบว่าการบริการทางทันตกรรมที่ต้องการส่วนใหญ่ในเด็กอายุ 12 ปี คือ การฉีกหลุมและร่องฟันถึงร้อยละ 78.3 ดังนั้นการส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันฟันผุ จึงมีความสำคัญเช่น การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภคอาหาร ร่วมกับการใช้สารฉีกหลุมและร่องฟันเพื่อป้องกันฟันผุตั้งแต่ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เริ่มขึ้นมาในช่องปาก โดยการฉีกหลุมและร่องฟันเป็นหนึ่งในวิธีการป้องกันฟันผุในเด็กที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสารฉีกหลุมและร่องฟัน

สามารถเป็นชั้นป้องกันและจำกัดการเข้าถึงของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุกับแหล่งอาหาร ซึ่งสามารถลดการเกิดฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ² และมีรายงานที่พบว่าการเกิดโรคฟันผุในเด็กวัยรุ่นลดลงคิดเป็นร้อยละ 86 ร้อยละ 78.6 ร้อยละ 58.6 หลังจากยึดติดสารผนึกหลุมและร่องฟันในฟันกรามแท้เป็นเวลา 1 ปี 2 ปี และ 4 ปีตามลำดับ³

คุณสมบัติของสารผนึกหลุมและร่องฟันที่ดีคือยับยั้งการเกิดโรคฟันผุ มีความแข็งแรง ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) การไหลและแทรกซึมได้ดี ซึ่งทำให้เกิดการผนึก (seal) ที่ดีของสารผนึกหลุมและร่องฟันเป็นต้น⁴ ดังนั้นการยึดอยู่อย่างแนบสนิทปราศจากรอยซึมเล็ก (microleakage) ตามขอบระหว่างวัสดุและผิวฟันจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญของการผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากการผนึกที่ไม่ดีพอ บริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุและผิวฟันจะทำให้เกิดรอยซึมเล็กตามขอบได้ ซึ่งรอยซึมเล็กเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย ของเหลว โมเลกุล และไอออนต่าง ๆ ระหว่างฟันและขอบของวัสดุบูรณะฟัน⁵

สารผนึกหลุมและร่องฟันในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักคือ สารผนึกหลุมและร่องฟันกlassesไอโอโนเมอร์ (glass ionomer sealants) และสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีเรซินเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (resin-based sealants) ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีฟลูออไรด์ และชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ โดยชนิดที่มีฟลูออไรด์มีการผลิต 2 ลักษณะคือ การเติมเกลือฟลูออไรด์ที่ละลายได้ (soluble fluoride salt) เข้าไปในสารเรซิน เมื่อผนึกหลุมและร่องฟันแล้วเกลือจะละลายและฟลูออไรด์ไอออนจะถูกปล่อยออกมา ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือ การเติมสารประกอบอินทรีย์ฟลูออไรด์ (organic fluoride compound) ที่เกิดการเชื่อมกับสารเรซินด้วยพันธะทางเคมีเข้าไป ซึ่งจะมีการปล่อยฟลูออไรด์โดยการแลกเปลี่ยนไอออนกับไอออนที่อยู่รอบ ๆ^{4,6} อย่างไรก็ตามมีการศึกษาของ Garcia – Godoy และคณะ พบว่า ปริมาณฟลูออไรด์ที่ปล่อยจากสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีฟลูออไรด์นั้น จำนวนฟลูออไรด์มากที่สุดจะถูกปล่อยออกมาภายใน 24 ชั่วโมงแรก และค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว⁷

มีการนำเอา glasses ไอโอโนเมอร์มาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟันตั้งแต่ปี ค.ศ. 1974⁸ ประโยชน์ของการนำมาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟันคือ glasses ไอโอโนเมอร์สามารถปล่อยฟลูออไรด์ ซึ่งจะช่วยต้านทานการสูญเสียแร่ธาตุบริเวณหลุมและร่องฟัน โดยถึงแม้ว่าจะมีการหลุดออกไปบางส่วนแต่สารผนึกหลุมและร่องฟัน glasses ไอโอโนเมอร์ที่คงอยู่บริเวณหลุมร่องฟันนั้นจะยังคงสามารถปล่อยฟลูออไรด์ออกมาได้⁹⁻¹¹

สารผนึกหลุมและร่องฟัน glasses ไอโอโนเมอร์ฟูจิเซเวน

(Fuji VII[®]) เป็นรูปแบบหนึ่งของ glasses ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่สามารถนำมาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากมีคุณสมบัติทนต่อความชื้นในช่องปาก ปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ในปริมาณมาก มีการไหลแผ่ที่ดี และเกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างตัววัสดุและผิวเคลือบฟันทำให้เกิดการยึดติด¹²

มีการศึกษาของ Ashwin และ Arathi ในปี ค.ศ. 2007 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟัน glasses ไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) และสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (concise[®]) ในห้องปฏิบัติการ พบว่าวัสดุทั้งสองชนิดมีค่ารอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)¹³ การศึกษาของ Selecman และคณะในปี ค.ศ. 2007 ที่เปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ คือสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ ชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และชนิด glasses ไอโอโนเมอร์ พบว่า สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพีเกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$)¹⁴

นอกจากนี้การศึกษาของ Vinay ในปี ค.ศ. 2002 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์มีค่ารอยซึมเล็กน้อยกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)¹⁵ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Park และคณะในปี ค.ศ. 1993 และการศึกษาของ Michalaki และคณะในปี ค.ศ. 2010 ที่พบว่า ค่ารอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)^{16,17}

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันพบว่าการศึกษาให้ผลที่ขัดแย้งกัน อาจเนื่องจากแต่ละการศึกษามีการใช้สารผนึกหลุมและร่องฟันที่ต่างชนิดกัน ทำให้มีส่วนประกอบหลักแตกต่างกัน ส่งผลถึงคุณสมบัติของวัสดุ ทำให้ค่ารอยซึมเล็กที่ได้อาจแตกต่างกัน รวมถึงมีขั้นตอนการทดลอง ฟันที่ใช้ วิธีการวัดค่ารอยซึมเล็กที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ไม่สามารถนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษากการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟัน glasses ไอโอโนเมอร์ เปรียบเทียบกับสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1[®]) และสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton[®]) กับสารผนึกหลุมและร่อง

ฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ (GI Fuji VII[®]) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการตัดสินใจของทันตแพทย์ในการเลือกใช้สารฟันหลุมและร่องฟันชนิดต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

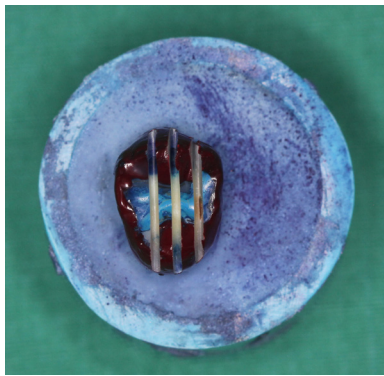
ขั้นตอนการเตรียมฟัน นำฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน ที่ปราศจากรอยผุหรือพยาธิสภาพใด ๆ และไม่เคยผ่านการบูรณะหรือได้รับการฉีกหลุมและร่องฟันมาก่อน จำนวน 102 ซี่ ที่เก็บในสารละลายคลอรามินี ความเข้มข้นร้อยละ 1 ไม่เกิน 6 เดือน นำฟันมาทำความสะอาด เพื่อกำจัดหินน้ำลาย และเศษเนื้อเยื่อ (debris) ที่ติดบริเวณผิวฟันด้วยเครื่องมือเกรตติ้งเรตต์เบอร์ 3/4 จากนั้นขัดด้านบดเคี้ยวด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับหัวกรอความเร็วต่ำโดยใช้ผงพัมมิช (pumice) เมื่อทำความสะอาดฟันเรียบร้อยแล้ว จะยัดฟันด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเองในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่มด้วยการสุ่มอย่างง่าย ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1[®]) (Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan) กลุ่มที่ 2 ฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton[®]) (Dentsply Inc., York, USA) และกลุ่มที่ 3 ฉีกหลุมและร่องฟันด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์สีชมพู (pink GI Fuji VII[®]) (GC Corporation, Tokyo, Japan) ชนิดผสมด้วยมือ (hand mixing) โดยกำหนดให้มีผู้ฉีกหลุมและร่องฟันเพียงคนเดียวตลอดการศึกษา

ขั้นตอนการฉีกหลุมและร่องฟัน โดยกลุ่มที่ 1 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วย K-etchant gel ความเข้มข้นร้อยละ 40 ไปตามหลุมและร่องฟันทางด้านบดเคี้ยว ส่วนกลุ่มที่ 2 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วย Delton etchant gel ความเข้มข้นร้อยละ 37 และกลุ่มที่ 3 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยการทา CG cavity conditioner จากนั้นล้างด้วยกระบอกฉีดน้ำ แล้วเป่าลมให้ฟันแห้ง จนกระทั่งผิวเคลือบฟันมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น แล้วจึงทาสารฉีกหลุมและร่องฟันไปตามหลุมและร่องฟันด้วยอุปกรณ์สำหรับทาสารฉีกหลุมและร่องฟันของแต่ละบริษัทในกลุ่มที่ 1 และ 2 ส่วนในกลุ่มที่ 3 จะผสมกลาสส์ไอโอโนเมอร์ตามคำแนะนำของบริษัทแล้วจึงทาสารฉีกหลุมและร่องฟันไปตามหลุมและร่องฟัน หลังจากนั้นทั้ง 3 กลุ่มจะฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิด Elipar[™] 2500 Halogen Curing Light (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) ที่ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความเข้มแสงเพียงพอ คือมากกว่าหรือเท่ากับ 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm²) และ

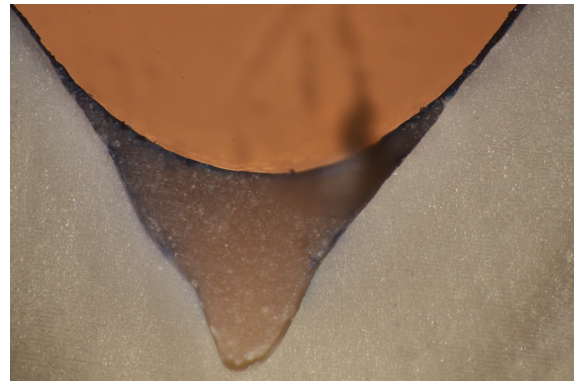
ใช้เวลาตามคำแนะนำที่บริษัทกำหนดในวัสดุแต่ละชนิด โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 ใช้เวลา 20 วินาที ส่วนกลุ่มที่ 3 ใช้เวลา 40 วินาที และฟันในกลุ่มที่ 3 จะมีการทาฟูจิ วาร์นิช (Fuji varnish) และเป่าลมให้แห้งภายหลังจากฉีกหลุมและร่องฟันเสร็จ หลังจากนั้นฟันทั้ง 3 กลุ่มจะถูกนำมาแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการเลียนแบบสภาวะในช่องปาก

ขั้นตอนการเลียนแบบสภาวะในช่องปาก นำฟันที่ฉีกหลุมและร่องฟันแล้วมาแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็น (thermocycling) เป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สลับกับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ รอบละ 30 วินาที¹⁸ หลังจากนั้นทำให้ฟันแห้งแล้วทาน้ำยาทาเล็บ (Revlon, New York, USA) ให้ทั่วตัวฟันโดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารฉีกหลุมและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร แล้วนำฟันมาแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง^{19,20} แล้วล้างสีย้อมส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด และเป่าฟันให้แห้ง

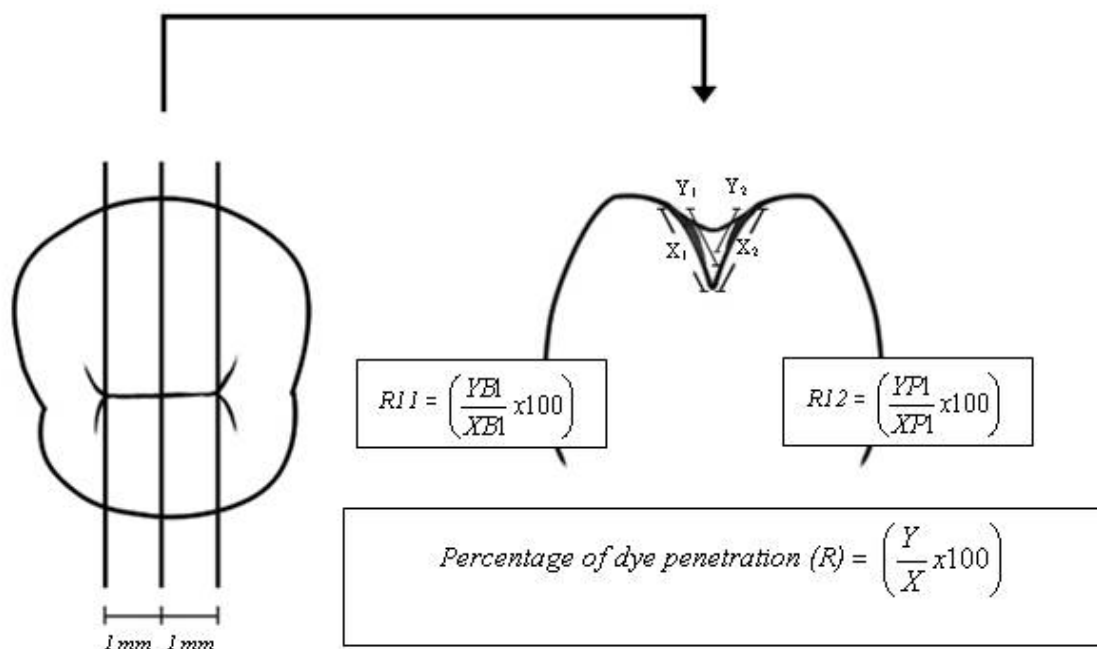
ขั้นตอนการทดสอบรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟัน ตัดฟันในแนวด้านแก้มไปด้านเพดาน โดยเริ่มตัดที่จุดกึ่งกลางฟัน แล้วจึงตัดห่างจากรอยตัดแรกไปทางด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลาง ด้านละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) หลังจากนั้นตัดตัวฟันออกจากรากฟันในแนวขวาง ซึ่งในฟัน 1 ซี่ จะได้ชิ้นตัวอย่างที่จะนำมาวัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟัน 2 ชิ้น ซึ่งมีความหนาชิ้นละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) โดยกำหนดให้มีผู้วัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟันเพียง 1 คน ซึ่งไม่ได้เป็นคนที่ทำการฉีกหลุมและร่องฟัน โดยผู้วัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟันจะถูกปิดบัง ไม่ทราบว่าเป็นฟันใช้สารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดใด การวัดรอยซึมเล็กจะดูจากการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูบริเวณรอยต่อระหว่างสารฉีกหลุมและร่องฟันกับผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Nikon measyrescope 20, Yokohama, Japan) กำลังขยาย 100 เท่า โดยวัดระยะทางการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูที่รอยต่อระหว่างสารฉีกหลุมและร่องฟันกับผิวฟัน (Y) และค่าจากระยะทางของสารฉีกหลุมและร่องฟันจากขอบจนถึงจุดลึกสุดของหลุมและร่องฟัน (X) ทั้งในด้านแก้มและด้านเพดาน (รูปที่ 2 และรูปที่ 3) แต่ละตำแหน่งจะวัด 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งฟันตัวอย่าง 1 ซี่ จะวัดทั้ง 2 ชิ้นตัวอย่าง โดยแต่ละชิ้นตัวอย่างจะวัดทั้ง 2 ด้านได้แก่ด้านใกล้กลางและด้านใกล้กลาง ดังนั้นฟันตัวอย่าง 1 ซี่ จะต้องวัดทั้งหมด 4 ด้าน แล้วนำค่าที่ได้จากชิ้นตัวอย่างทั้ง 2 ชิ้น มาหาค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูในฟันตัวอย่าง 1 ซี่ (รูปที่ 3)



รูปที่ 1 การตัดแบ่งฟันในแนวแก้มลิ้น
Figure 1 Buccolingual sectioning of the tooth



รูปที่ 2 ภาพถ่ายลักษณะชิ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่า
Figure 2 Stereomicrograph of the specimen at magnification of 100x



รูปที่ 3 การวัดรอยซึมเล็กในชิ้นตัวอย่าง 1 ด้าน
X = ระยะจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันถึงจุดลึกที่สุดของหลุมและร่องฟัน
Y = ระยะการแทรกซึมของสีย้อมจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน

Figure 3 Microleakage measurement on one side of the specimen
X = distance from sealant margin to the deepest point of pit and fissure
Y = distance of dye penetration from sealant margin

การทดสอบความเที่ยงตรงของผู้วัดการแทรกซึมของสี ย้อมโดยการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวัดซ้ำร้อยละ 10 ของการวัด แต่ละครั้ง และผู้วัดถูกปิด (single blinding) จะไม่ทราบว่ กำลังวัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวัสดุชนิดใด จากนั้นนำไปทดสอบความ เที่ยงตรงของผู้วัด (intra-examiner reliability) โดยใช้สถิติ สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) พบ ว่าได้ค่าความเที่ยงตรงของผู้วัดเท่ากับ 0.90

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การแสดงผลสถิติพรรณนา แสดงค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของการแทรกซึมของสี ย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟัน เนื่องจาก ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีการ วิเคราะห์ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสี ย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟันทั้ง 3 กลุ่ม ตัวอย่างด้วยสถิติครัสคัล-วอลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังจากนั้นมีการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานทีละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.0083 โดยปรับค่านัยสำคัญด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni adjustment)

ผล

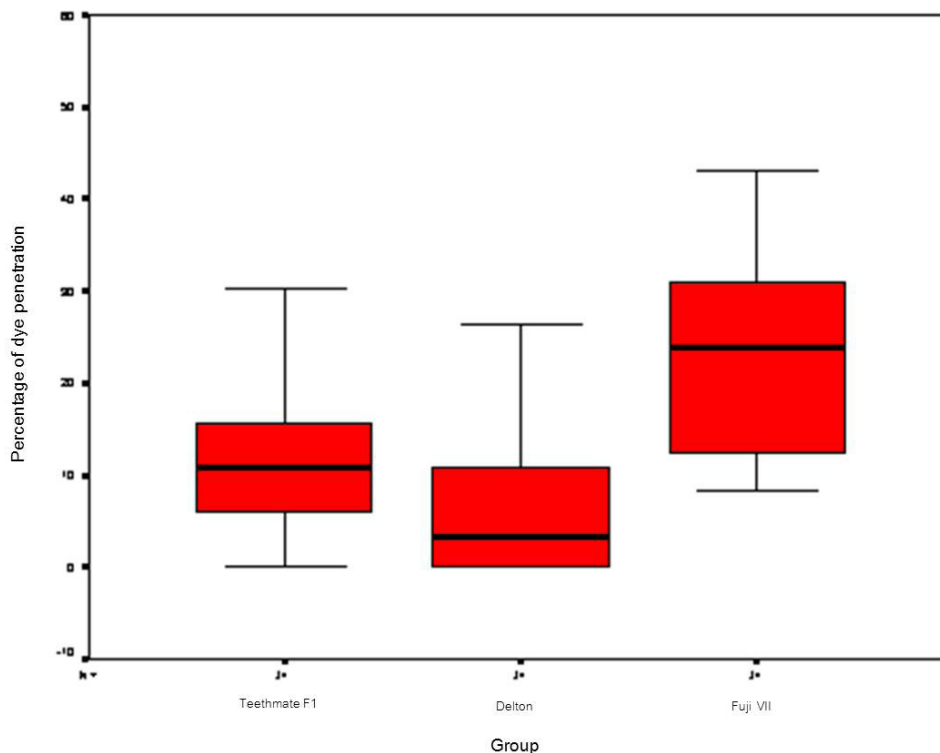
จากการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบ ของสารฟันสีและร่องฟันทั้งหมด 102 ซี่ โดยสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 34 ซี่ ด้วยการสุ่มอย่างง่าย แสดงการกระจายของ ฟันกรามน้อยบนแท้ (ตารางที่ 1) โดยกลุ่มที่ 1 ฟันสีและร่อง ฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1®) กลุ่มที่ 2 ฟันสีและ

และร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton®) และกลุ่มที่ 3 ฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (GI Fuji VII®) ผลการ ศึกษาพบว่าค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อม เมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์มีค่า 23.96 ชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์มีค่า 10.76 ส่วนชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ 3.21 (ตารางที่ 1) ส่วนค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของการแทรกซึม ใน 3 กลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ มัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตาม ขอบของสารฟันสีและร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติ นันพารามิเตอร์ ชนิดครัสคัล-วอลลิส พบว่า ค่ามัธยฐานของค่า เฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสาร ฟันสีและร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (chi-square = 37.874 $p < 0.001$) แสดงว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างกัน หลังจากนั้นทดสอบความ แตกต่างค่ามัธยฐานร้อยละทีละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.0083 พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการ แทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่อง ฟัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ระหว่าง การใช้สารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิด เรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และระหว่างการใช้สารฟันสีและร่องฟัน ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ รวมทั้งการใช้ สารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิดเรซินที่ ไม่มีฟลูออไรด์ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่าง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ยของอาร์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลู และจำนวนซี่ ฟันทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง

Table 1 Sample size, median, average of R (Percentage of dye penetration), standard deviation, maximum and minimum percentage of methylene blue dye penetration and number of each tooth type in the 3 sealant groups

Samples	N	Median	Average of R	SD	Min	Max	Amount of teeth (N)			
							Tooth 14	Tooth 24	Tooth 15	Tooth 25
Teethmate F-1®	34	10.76	13.19	11.67	0	43.18	7	10	8	9
Delton®	34	3.21					9	8	8	9
GI Fuji VII®	34	23.96					10	8	9	7



รูปที่ 4 ค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันใน 3 กลุ่ม

Figure 4 Median and distribution of microleakage percentage of 3 SEALANT GROUPS

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟันและเก็บรักษาในสารละลายคลอรามินที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่มีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวเคลือบฟัน²¹ และจากการศึกษาของ Pazinatto และคณะเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กตามขอบเมื่อใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็นเป็นจังหวะที่แตกต่างกันโดยผลการศึกษาพบว่าไม่ว่าจะใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500, 1,000, 2,500 หรือ 5,000 รอบก็ให้ผลของรอยซึมเล็กตามขอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²² รวมไปถึงเกณฑ์ของ ISO/TS 11405 กำหนดจำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500 รอบ¹⁸ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงนำฟันไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500 รอบ เพื่อจำลองสภาวะในช่องปาก ส่วนสีย้อมที่ใช้ในการทดลองเพื่อวัดรอยซึมเล็กในวัสดุบูรณะมีหลายชนิด ได้แก่ เบสิคฟุคซิน (basic fuchsin)

เมทิลีนบลู (methylene blue) อีโอซิน (eosin) อะนิลีนบลู (aniline blue) คริสตัลไวโอเลต (crystal violet) และอีริโทรซินบี (erythrosine B)²³ สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้สารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูในการแช่ฟันเพื่อทดสอบรอยซึมเล็กตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากสีย้อมนี้เป็นที่นิยมใช้และมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าอนุภาคของแบคทีเรีย^{20,24}

จากการศึกษานี้พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมมากกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น²⁵⁻²⁷ ความแตกต่างของการแทรกซึมของสีย้อมระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติที่ต่างกันระหว่างวัสดุในเรื่องความหนืด การละลายตัว ความแนบสนิท ความเป็นรูปทรงของวัสดุ และกลไกการยึดติดต่อผิวเคลือบฟันกับวัสดุ โดยสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิด

กลาสส์ไอโอโนเมอร์มีความหนืดมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน ทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน สามารถไหลแผ่เข้าไปในหลุมร่องฟันได้ดีกว่า ทำให้แทรกซึมไปในช่องว่างเล็ก ๆ (micro space) ซึ่งมีผลต่อการรั่วซึมตามขอบวัสดุพริกหลุมร่องฟัน²⁸

นอกจากนี้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์จะมีความเป็นรูปทรงมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน อาจทำให้มีการแทรกซึมของสีย้อมที่พื้นผิวสัมผัสระหว่างผิวเคลือบฟันและสารพริกหลุมและร่องฟัน รวมทั้งกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีคุณสมบัติเป็นไฮโดรฟลิคจึงมีแนวโน้มที่จะดูดซึมสีย้อมเข้าไปในเนื้อวัสดุได้²⁹ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้ทำการหาฟลูออรีนภายหลังการพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์เพื่อป้องกันการดูดซึมของสีย้อมเข้าไปในตัวสารพริกหลุมและร่องฟัน และทำการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและสารพริกหลุมและร่องฟัน

การยึดติดของสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ต่อผิวเคลือบฟันเป็นพันธะที่ยึดติดกับผิวเคลือบฟันทางเคมี (chemical bond) โดยเกิดจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสารโพลีแอซิดในตัวกลาสส์ไอโอโนเมอร์ และฟลักไฮดรอกซีอะพาไทต์บนผิวเคลือบฟันที่อยู่ชั้นนอกเท่านั้น ซึ่งแตกต่างกับการยึดติดของสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีการสร้างเรซิน แท็ก (resin tag) ทำให้มีการยึดติดแบบเชิงกล (mechanical bond)³⁰ ทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีอัตราการแทรกซึมของสีย้อมมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีและไม่มียูออไรต์

ผลการศึกษาจะแตกต่างกับการศึกษาของ Ashwin และ Arathi¹³ ที่ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กน้อยระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) กับสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์ (Concise[®]) ผลความแตกต่างน่าจะเกิดจากการศึกษาของ Ashwin และ Arathi ใช้ฟันจำนวนน้อยเพียง 8 ซี่ต่อกลุ่ม (ทั้งหมด 16 ซี่) และการวัดการแทรกซึมของสีย้อมแบ่งเป็น 4 ช่วงระยะการแทรกซึม (0-3) ทำให้ผลที่ได้อาจยังไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้ แต่การศึกษานี้ใช้จำนวนฟัน 34 ซี่ต่อกลุ่ม (ทั้งหมด 102 ซี่) และการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเป็นระยะทางในหน่วยมิลลิเมตร

จากการศึกษานี้จะพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมของเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์ จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเรซินที่มีฟลูออไรต์ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vinay และคณะ¹⁵ ในปี ค.ศ. 2002 แต่จะแตกต่างกับการศึกษาของ Park และคณะ ในปี ค.ศ. 1993¹⁶ และการศึกษาของ Michalaki และคณะ ในปี ค.ศ. 2010¹⁷ ที่พบว่าค่าร้อยละการซึมระหว่างสารพริกหลุมและ

ร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรต์ กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามรอยซึมเล็กน้อยมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่น การเปลี่ยนแปลงมิติของวัสดุจากการหดตัวจากปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization shrinkage) การหดตัวของวัสดุเนื่องจากอุณหภูมิ (thermal contraction) การดูดซึมน้ำ (absorption of water) ความเครียดเชิงกล (mechanical stress) และการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ (dimensional changes) ในโครงสร้างฟัน³¹ โดยผลการศึกษาครั้งนี้ที่แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ อาจเป็นเพราะชนิดของสารพริกหลุมและร่องฟันที่ใช้แตกต่างกัน โดยในการศึกษานี้ใช้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์คือ Delton[®] ซึ่งมีโมโนเมอร์หลักเป็น Bis-phenol A diglycidyl ether dimethacrylate (BIS-GMA)³² ส่วนสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรต์คือ Teethmate F1[®] ซึ่งมีโมโนเมอร์หลักเป็น Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA)³³ ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ที่มีความหนืดต่ำ (low viscosity monomer) และต่ำกว่า BIS-GMA ที่อาจมีผลต่อความหนืด และการไหลแผ่ของวัสดุตามหลุมและร่องฟัน จึงทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์ Delton[®] ไหลแผ่ได้ดีกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรต์ Teethmate F1[®] ทำให้ค่าการแทรกซึมของสีย้อมระหว่างเรซินที่ไม่มีฟลูออไรต์กับเรซินที่มีฟลูออไรต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ ถึงแม้ผู้วิจัยจะพยายามควบคุมการศึกษาวិจัย โดยให้ผู้ทำการพริกหลุมและร่องฟันเป็นคนละคนกับผู้วัดการแทรกซึมของสีย้อม แต่เนื่องจากสีของวัสดุพริกหลุมและร่องฟันทั้งสามชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน การควบคุมผู้วัดให้ถูกปกปิด (single blinding) อาจจะไม่สมบูรณ์

อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุเป็นข้อพิจารณาหนึ่งในการเลือกใช้สารพริกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของสารพริกหลุมและร่องฟันสามารถเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย ของเหลว โมเลกุล และไอออนต่าง ๆ³⁴ ทำให้เกิดฟันผุได้วัสดุพริกหลุมและร่องฟัน^{35,36} แต่ในทางปฏิบัติในคลินิกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาร่วมในการเลือกใช้วัสดุด้วย เช่น ความแข็งแรง การยึดติดของวัสดุ ลักษณะกายวิภาคของฟัน การบูรณะเริ่มแรก ขั้นตอนการทำงาน เวลาที่ใช้ ความยากงานในการใช้งาน รวมถึงค่าใช้จ่าย และการศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของวัสดุพริกหลุมและร่องฟัน แต่อาจไม่สามารถเลียนแบบสภาวะช่องปาก และการใช้งานได้ทั้งหมด และอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น การ

ควบคุมความชื้น สภาวะอนามัยช่องปากของผู้ป่วย และความร่วมมือของผู้ป่วยเป็นต้น ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของวัสดุฟันหลุมและร่องฟันทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งมีการศึกษาทางคลินิก เพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้สารฟันหลุมและร่องฟันต่อไป

บทสรุป

สารฟันหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ มีการเกิดรอยซึมเล็กน้อยมากกว่าสารฟันหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์และไม่มีฟลูออไรด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวินิจฉัยครั้งนี้ขอขอบคุณ รศ.ทพ.นำชัยสุขสันตสิกุลชัย ที่ให้คำแนะนำข้อมูลทางสถิติ ขอขอบคุณ รศ.ดร.ทญ.เข้มพร กิจสรวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการเตรียมบทความ และขอขอบคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Bureau of Dental Health, Department of Health, Ministry of Public Health. The 7th National oral health survey in Thailand, 2012 .1st ed. Nonthaburi Thailand: Bureau of Dental Health, Department of Health, Ministry of Public Health; 2013.
2. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:393-414.
3. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Frigal R, Gooch B, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139:257-68.
4. Harnirattisai C. Tooth coloured restorative materials; Resin composite, glass ionomer, polyacid modified resin composite, resin pit fissure sealants. In:Suchatlam pong C, Suputtamongkol K, Urapepon S, Kanchanasavita W, editors. Fundamental of dental biomaterials 1. Faculty of dentistry, Mahidol university; 2009.p. 141-157.(Thai Version)
5. Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976;4:199-206.

6. Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent* 2000;10:90-8.
7. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22:45-9.
8. Mejare I, Mjor IA. Glass ionomer cement and resin based fissure sealants: A clinical study. *Scand J Dent Res* 1990;98:345-50.
9. Seppa L, Forss H. Resistance of occlusal fissure to demineralization after loss of glass ionomer sealants *in vitro*. *Pediatr Dent* 1991;13:39-42.
10. Kupietzky A, Houpt M, Mellberg J, Shey Z. Fluoride exchange from glass ionomer restorations. *Pediatr Dent* 1994;16:340-5.
11. Karizen-Reutervig G, van Dijken JW. A 3 year follow up of glass ionomer cement and resin based fissure sealants. *ASDC J Dent Child* 1995;62:108-10.
12. Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass ionomers, and resin composites used as pit and fissure sealants. *J Dent* 2005;33:459-67.
13. Ashwin R, Arathi R. Comparative evaluation for microleakage between Fuji-VII glass ionomer cement and light-cured unfilled resin: A combined *in vivo in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007;25:86-7.
14. Selecman JB, Owens BM, Johnson WW. Effect of preparation technique, fissure morphology, and material characteristics on the *in vitro* margin permeability and penetrability of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2007;29:308-14.
15. Vinay C, Prabhakar AR, Raju OS. Laser and visible light cured pit and fissure sealants-comparison of microleakage at enamel-sealant interface: an *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2002;20:30-6.
16. Park K, Georgescu M, Scherer W, Schulman A. Comparison of shear strength, fracture patterns, and microleakage among unfilled, filled, and fluoride-releasing sealants. *Pediatr Dent* 1993;15:418-21.
17. Michalaki MG, Oulis CJ, Lagouvardos P. Microleakage of three different sealants on sound and questionable occlusal surfaces of permanent molars: an *in vitro* study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:26-31.
18. International organization for standardization. ISO/TS11405. Dental materials-Testing of adhesion to tooth structure 2003.
19. Lott JR, Fitchie JG, Creasy MO, Puckett AD Jr. Microleakage of three conventional glass ionomers using 45Ca and methylene blue. *Gen Dent* 2007;55:15-8.

20. Yavuz I, Aydin H, Ulku R, Kaya S, Tumen C. A new method: measurement of microleakage volume using human, dog and bovine permanent teeth. *Electron J Biotechnol* 2006;9:8-17.
21. Titley KC, Chernecky R, Rossouw PE, Kulkarni GV. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol* 1998;43:305-11.
22. Pazinato FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17:337-41.
23. Gonzalez NAG, Kasim NHA, Aziz RD. Microleakage Teating. *Annals of Dentistry* 1997;4:31-7.
24. Fabianelli A, Pollington S, Davidson CL, Cagidiaco MC, Goracci C. The relevance of microleakage studies. *International Dentistry SA* 2007;9:64-74.
25. Ovrebö R, Raadal M. Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. *Scand J Dent Res* 1990;98:66-9.
26. Ganesh M, Shobha T. Comparative evaluation of the marginal sealing ability of Fuji Vll[®] and Concise[™] as pit and fissure sealants. *J Contemp Dent Pract* 2007;4:10-18.
27. Rirattanapong P, Vongsavan K, Surarit R. Microleakage of two fluoride-releasing pit and fissure sealants. *M Dent J* 2009;29:45-54.
28. Birkenfield LD, Schulman A. Enhanced retention of glass ionomer sealant by etching microleakage study. *Quintessence Int* 1999;30:712.
29. Williams B, Von Fraunhofer JA, Winter GB. Microleakage in fissure sealants as determined by dye penetration and zero resistance current measurement. *Br Dent J* 1975;139:23.
30. Buonocore MG, Matrin A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol* 1968;13:61-70.
31. Staninec M, Mochizuki A, Tanizaki K, Jukuda K, Tsuchitani Y. Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 1986;11:14-24.
32. Dentsply Canada Ltd. Material safety Data Sheet: Delton pit & fissure sealant. [document on website] [update 2005 March 16; cited 2016 Sep 24] Available from:HYPERLINK “ <http://www.dentsply.ca/media/c9761b00ca07a790f2d62a49e73cdfcsafety.pdf>.”
33. Kuraray American, Inc. Material safety data sheet: Teethmate F-1[®] (Opaque). [document on website] [update 2012 July 5; cited 2016 Sep 24] Available from:HYPERLINK “<http://www.kuraraydental.com/msds/item/teethmate-f-1-opaque-msds-usa>.”
34. Askarizadeh N, Norouzi N, Nemati S. The effect of bonding agents on the microleakage of sealant following contamination with saliva. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2008; 26: 64-6.
35. Jensen OE, Handelman SL. Effect of an autopolymerizing sealant on viability of microflora in occlusal dental caries. *Scand J Dent Res* 1980; 88: 382-8
36. Jeronimus DJ, Till MJ, Sreen OB. Reduced viability of microorganisms under dental sealant. *J Dent Child* 1975;42:275-80.

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความแข็งเหนียวของอาหารไทยจากความรู้สึกกับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

The Relationship Between the Level of Sensory Hardness and Toughness Evaluation and Electromyography Parameters of Some Thai Foods

ธนพร โสวิทยสกุล¹, วีระ สุพรศิลป์ชัย² และ พนมพร วานิชชานนท์¹

Thanaporn Sowithayasakul¹, Weera Suprornsichai² and Phanomporn Vanichanon¹

¹ภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

²ภาควิชาสรีรวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความแข็งเหนียวของอาหารไทยจากความรู้สึกโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวจากค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในกลุ่มตัวอย่างวัยหนุ่มสาวของประเทศไทยที่สุขภาพดี ไม่มีปัญหาในการบดเคี้ยวอาหาร จำนวน 32 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเคี้ยวอาหารที่มีความแข็งเหนียวแตกต่างกัน 5 ชนิด แล้วทดสอบระดับความแข็งเหนียวของอาหารด้วยแบบสอบถามมาตรวัดด้วยสายตา (วีเอเอส) เทียบกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบดเคี้ยว ผลการศึกษาพบว่าทั้งคะแนนความแข็งและความเหนียวของอาหารจากแบบสอบถาม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบดเคี้ยวทุกพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันอยู่ระหว่าง 0.224-0.384 โดยสรุปแล้วผู้วิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบอาหารทั้งสองวิธีในระดับต่ำถึงปานกลาง อาจเนื่องมาจากกล้ามเนื้อบดเคี้ยวมีการปรับตัวที่ดีต่อความแข็งเหนียวของอาหาร การใช้แบบสอบถามในการประเมินระดับความแข็งเหนียวของอาหาร จึงสามารถบ่งบอกถึงการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวได้ในระดับหนึ่ง

คำสำคัญ: ความแข็ง, ความเหนียว, พารามิเตอร์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, มาตรวัดด้วยสายตา, อาหาร

Abstract

The purpose of this study is to investigate the relationship between the level of hardness or toughness evaluation and electromyography parameters of some Thai foods in 32 healthy young Thai adults who did not have masticatory problems. The subjects were given 5 Thai foods with different hardness and toughness to chew and afterward were tested for those levels by using visual analog scale (VAS) and electromyography. The result showed that the scores of each parameter obtained from VAS were significantly correlated with those obtained by electromyography ($p < 0.05$, and $r = 0.224-0.384$). A weak to moderate correlation between two test methods which may be due to the

adaptability of masticatory muscles to the hardness and toughness of the food. Therefore, the evaluation of hardness and toughness level of food using a VAS questionnaire could partly reflect the functions of masticatory muscles.

Keywords: Electromyography parameters, Foods, Hardness, Toughness, Visual analog scale

Received Date: Jun 13,2017

Accepted Date: Aug 25,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.9

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ

พนมพร วานิชานนท์ ภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-2188529 อีเมล: vphanomp@chula.ac.th

Correspondence to:

Phanomporn Vanichanon. Department of Occlusion, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri-Dunant Rd., Pathumwan, Bangkok, 10330 Thailand Tel.: 02-2188529 E-mail: vphanomp@chula.ac.th

บทนำ

ผู้ที่มีการทำงานของระบบบดเคี้ยวที่ดีไม่ควรมีความเจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อบดเคี้ยว ข้อต่อขากรรไกร หรืออวัยวะที่เกี่ยวข้องเกิดขึ้นทั้งในขณะพัก ขณะทำหน้าที่บดเคี้ยว และขณะใช้งานอื่น ๆ¹⁻³ แต่สำหรับผู้ป่วยเพิ่มโพโรแมนดิบิลาร์ดีสออเดอร์ หรือทีเอ็มดี (temporomandibular disorders; TMD) มักมีความเจ็บปวดเกิดขึ้นบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว และความเจ็บปวดมักจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ขากรรไกร⁴⁻⁶ ส่งผลต่อการบดเคี้ยวและการทำงานของขากรรไกรโดยรวม รวมถึงอาจทำให้กล้ามเนื้อบดเคี้ยว (muscle activity) ทั้งสองด้านทำงานไม่สมดุลกัน⁷⁻⁹ โดยพบว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ (masseter muscle) และกล้ามเนื้อเทมโพราลิส (temporalis muscle) ในด้านที่มีอาการเจ็บปวดจะทำงานน้อยกว่าด้านที่ไม่มีอาการ^{8,10,11} ทำให้ผู้ป่วยทีเอ็มดีมีความยากลำบากในการบดเคี้ยวอาหารมากกว่าคนปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีความแข็ง^{3,12,13} ดังนั้นการศึกษาระดับความแข็งแรงเหนียวของอาหารจึงมีความสำคัญทั้งในด้านการนำมาใช้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของระบบบดเคี้ยวผู้ป่วย

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหรืออีเอ็มจี (electromyography; EMG) ที่วัดจากกล้ามเนื้อบดเคี้ยวมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงและเหนียวของอาหารโดยพบว่า เมื่ออาหารมีความแข็งแรงหรือเหนียวมากขึ้น ค่าคลื่นไฟฟ้าที่บันทึกขณะเคี้ยวอาหารนั้นจะมีค่าสูงขึ้น¹⁴⁻¹⁹ ค่าพารามิเตอร์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดในการศึกษาที่ผ่านมามีหลายค่า ได้แก่ ค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ (muscle work) ค่าเฉลี่ยแอมพลิจูด (mean

amplitude) และค่าคลื่นไฟฟ้าสูงสุด (maximum voltage/peak EMG)¹⁴⁻²⁰ นอกจากนี้ยังมีค่าความพยายามของกล้ามเนื้อ (muscle effort) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณโดยนำค่าการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวในขณะบดเคี้ยวอาหารจริงเทียบกับค่าการทำงานสูงสุดของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (maximum muscle work) ที่มีโอกาสเป็นไปได้ในการเคี้ยวครั้งนั้น ๆ (หน่วยร้อยละ) เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่าความพยายามของกล้ามเนื้อไม่แปรผันไปตามสมรรถนะการบดเคี้ยวที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล²¹ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำค่าของพารามิเตอร์นี้มาใช้ประเมินความแข็งแรงและเหนียวของอาหารร่วมด้วย

จิตติมาและคณะ²² ได้พัฒนาแบบสอบถามการวัดความสามารถในการบดเคี้ยวของผู้ป่วยไทยที่มีอาการทีเอ็มดีไว้ ในแบบสอบถามประกอบไปด้วยอาหารไทย 7 ชนิดที่มีระดับความแข็งแรงเหนียวต่างกัน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ (ไม่มีความเหนียวหรือความแข็งแรง มีความเหนียวหรือความแข็งแรงเล็กน้อย มีความเหนียวหรือความแข็งแรงปานกลาง และมีความเหนียวหรือความแข็งแรงมาก) ซึ่งระดับความแข็งแรงและเหนียวนี้ได้มาจากการสำรวจความคิดเห็นของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัยเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบอกได้ว่าสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวอย่างไร ผู้วิจัยจึงคัดเลือกอาหารในแต่ละระดับความแข็งแรงเหนียวจากแบบสอบถามและนำมาศึกษาเพิ่มเติมด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคี้ยว โดยอาหารที่คัดเลือกมาจะถูกประเมินความแข็งแรงและเหนียวของอาหารด้วยแบบสอบถามอีกครั้ง แต่ผู้วิจัยเลือกใช้มาตรวัดด้วยสายตา (visual analog scale; VAS) แทนวิธีการประเมิน

แบบเดิม เนื่องจากมีความละเอียดของมาตรวัดมากกว่า และยังพบว่าวิธีการทดสอบนี้ให้ผลสัมพันธ์กับการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกดอัด (tensipresser) ในระดับสูง (ร้อยละ 90)²³

เนื่องจากผู้วิจัยต้องการทราบว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความแข็งแรงเหนียวของอาหารเพียงอย่างเดียวสามารถนำมาใช้พัฒนาแบบสอบถามประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อบิดเคี้ยวได้หรือไม่ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความแข็งแรงเหนียวของอาหารไทยจากความรู้สึกโดยใช้แบบสอบถามเทียบกับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ HREC-DCU 2016-039 เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรทั้งหมดได้อย่างเข้มงวด และเนื่องจากอายุ สุขภาพ ร่างกายและช่องปากอาจส่งผลให้ค่าคลื่นไฟฟ้ามีความแตกต่างกันออกไปได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเป็นประชากรไทยในวัยหนุ่มสาว (young adults) ทั่วไป อายุ 18-25 ปีที่สุขภาพดี ไม่มีปัญหาในการบดเคี้ยวอาหาร และใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 32 คน

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างเข้าศึกษา

อาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องเป็นนิสิตคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index; BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ($18.50-24.99 \text{ kg/m}^2$)²⁴ ไม่ได้อยู่ระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และไม่มีภาวะเจ็บปวดบริเวณใบหน้าและช่องปากที่ส่งผลต่อการบดเคี้ยวอาหาร

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างออกจากการศึกษา

อาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกคัดออกจากการศึกษาในกรณีที่มีการสบฟันนอกเหนือจากการสบฟันแบบที่ 1 (class I) มีฟันแท่นน้อยกว่า 28 ซี่ (ไม่นับรวมฟันกรามซี่ที่ 3) หรือเป็นผู้ที่ให้ประวัติฟันอนกกัดฟัน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อความแข็งแรงเหนียวของอาหาร

แบบสอบถามประกอบไปด้วยชนิดของอาหารที่มีระดับความแข็งแรงแตกต่างกันตามที่เคยทดสอบในงานวิจัยของจิตติมาและคณะ²² โดยชนิดของอาหารที่เลือกมา ได้แก่ ข้าวต้ม

(gruel) ข้าวสวย (cooked rice) ข้าวเหนียว (sticky rice) และปลาหมึกแห้งปิ้ง (charcoal-grilled squid) นอกจากนี้ยังเพิ่มถั่วลิสงอบเกลือ (salted peanut) ข้าวอีกหนึ่งชนิด เนื่องจากทันตแพทย์ที่คลินิกทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ความเห็นว่ามักส่งผลให้เกิดอาการเจ็บปวดขึ้นในผู้ป่วยที่เอนดี โดยอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นผู้ประเมินความแข็งแรงและเหนียวของอาหารโดยใช้มาตรวัดด้วยสายตา ที่มีความยาว 100 มิลลิเมตร

อาหาร

อาหารที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ข้าวต้ม (บริษัท นิปอน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด, สมุทรสงคราม, ประเทศไทย) ข้าวสวย (บริษัท ซีพีแรม จำกัด, ปทุมธานี, ประเทศไทย) ข้าวเหนียวหนึ่ง (บริษัท ซีพีเอฟ จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ปลาหมึกแห้งปิ้ง (ร้านค้าเดียวกัน) และถั่วลิสงอบเกลือ (บริษัท ทองการ์เด็น จำกัด, นนทบุรี, ประเทศไทย) รวมทั้งหมด 5 ชนิด โดยอาหารทุกชนิดถูกเตรียมที่อุณหภูมิห้อง

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรไทยและนิยมใช้ช้อนโต๊ะในการรับประทาน ผู้วิจัยจึงเตรียมข้าวทั้ง 3 ชนิดในปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะเพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาวะการบดเคี้ยวอาหารจริง แต่ปลาหมึกแห้งปิ้งและถั่วลิสงอบเกลือเป็นอาหารที่ไม่สามารถเตรียมได้ในปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ผู้วิจัยจึงเตรียมปลาหมึกแห้งปิ้งที่ขนาด 1.5×1.5 ตารางเซนติเมตร¹⁷ ซึ่งเป็นขนาดที่การศึกษาอื่น ๆ นิยมใช้และถั่วลิสงอบเกลือปริมาณ 6 ชิ้น (ชิ้นละ 1/2 เมล็ด) ตามลำดับ

เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหรืออีเอ็มจี

เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ใช้มีชื่อทางการค้าคือ PowerLab® และใช้ซอฟต์แวร์ (software) ของ LabChart® (PowerLab® and LabChart®, ADInstruments Pty Ltd. Unit 13, 22 Lexington Drive, Bella Vista, NSW 2153, Australia) โดยเครื่องมือได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2000 มีค่าความกว้างแถบความถี่ (bandwidth) อยู่ในช่วง 0.5 เฮิรตซ์ (Hertz) ถึง 2 กิโลเฮิรตซ์ (Kilohertz) และใช้ขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชนิดพื้นผิว (surface electrode)

ผู้วิจัยตั้งค่าตัวกรองคลื่น (filter) อยู่ในช่วง 10-1000 เฮิรตซ์ เพื่อกรองคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป และตั้งค่าอัตราการสุ่มตัวอย่าง (sampling rate) ของคลื่นสัญญาณที่ 1000 เฮิรตซ์^{21,25} ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากพอที่ใช้ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสัญญาณ

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประเมินความแข็งแรงเหนียวของอาหารโดยใช้แบบสอบถาม

อาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยให้คะแนนความแข็งแรงและคะแนนความเหนียวของอาหารหลังจากที่เคี้ยวอาหารแต่ละชนิด

ผ่านทางมาตรวัดด้วยสายตาที่อยู่ในแบบสอบถาม โดยให้ทำแบบสอบถามซ้ำกัน 2 ครั้ง ที่ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงวัดค่าที่ได้แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับความแข็งแรงและความเหนียวของอาหารแต่ละชนิด และคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้ของข้อมูล

บันทึกการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวโดยใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยติดขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ และเทมโพรลิสส่วนหน้า (anterior temporalis muscle) ของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งชายและหญิง ซึ่งตำแหน่งการวางขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้าระบุได้โดยใช้ลักษณะทางกายวิภาค (anatomical landmark) ตามการศึกษาก่อนหน้า^{10,14,25,26}

งานวิจัยนี้ใช้ระยะห่างระหว่างขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกในกล้ามเนื้อแต่ละมัดเท่ากับ 20 มิลลิเมตร^{14,15,25,27} โดยในระหว่างการบันทึกอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยต้องอยู่ในตำแหน่งนั่ง (หลังตั้งฉากกับแนวระนาบ) และต้องไม่สามารถมองเห็นหน้าจอแสดงผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากลักษณะนิสัยการเคี้ยวของแต่ละบุคคลอาจทำให้เกิดความแปรผันในแง่ของจำนวนวงเคี้ยวและด้านที่ใช้เคี้ยวได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้อาสาสมัครเคี้ยวเฉพาะด้านที่ถนัด และเลือกวิเคราะห์ผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉพาะช่วง 5 วงเคี้ยวแรกเท่านั้น ซึ่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าจะทำซ้ำ 2 ครั้ง ภายในวันเดียวกัน เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งการติดขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และในแต่ละครั้งที่ทดสอบจะสลับลำดับของอาหารทั้ง 5 ชนิด จาก

แข็งเหนียวน้อยไปมาก และจากแข็งเหนียวมากไปน้อยตามลำดับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประเมินความแข็งแรงเหนียวของอาหารแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

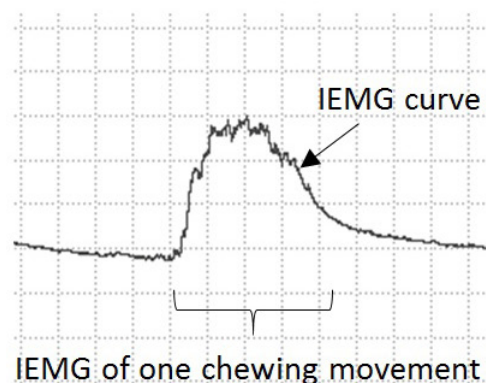
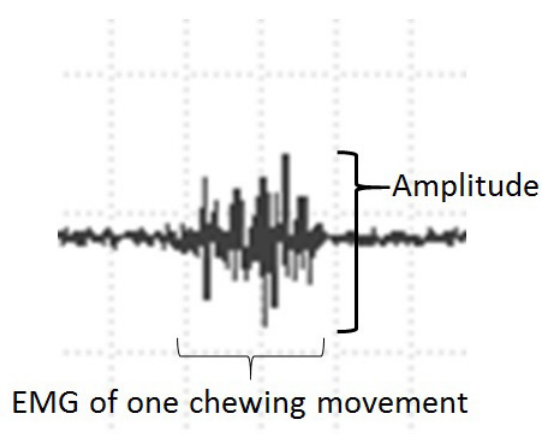
1. ค่าที่ประมวลผลได้จากซอฟต์แวร์ ได้แก่

ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (maximum voluntary contraction; MVC): บันทึกในขณะที่อาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยกักแน่นฟันในตำแหน่งสบสับหว่าง (intercuspal position) ด้วยแรงมากที่สุด เป็นระยะเวลา 2 วินาที ซึ่งจะบันทึกค่าตัวแปรนี้ก่อนเริ่มทดสอบการเคี้ยว โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง และเลือกครั้งที่คลื่นสัญญาณไฟฟ้ามีค่าสูงสุด มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (millivolt; mV) คำนับบันทึกเพื่อนำไปใช้คำนวณค่าความพยายามของกล้ามเนื้อ

ค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ หรือ muscle work (MW): เป็นค่าพื้นที่ใต้กราฟของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อรวม (integral electromyography curve; IEMG curve) ที่บันทึกช่วง 5 วงเคี้ยวแรกของการบดเคี้ยวอาหาร มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์คูณวินาที (mV.s)^{14,16,17,19,21,25,28}

ค่าคลื่นไฟฟ้าสูงสุด หรือ peak EMG (PE): เป็นค่าแอมพลิจูดสูงสุด (maximum amplitude) ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้งสองด้านในช่วง 5 วงเคี้ยวแรกของการเคี้ยวอาหารแต่ละชนิด มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์^{16,20,25,28-30}

ค่าเฉลี่ยแอมพลิจูด หรือ mean amplitude (MA): เป็นค่าเฉลี่ยแอมพลิจูดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในแต่ละมัด ที่บันทึกช่วง 5 วงเคี้ยวแรกของการบดเคี้ยวอาหาร มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์²⁰



รูปที่ 1 (ซ้าย) แอมพลิจูดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต่อหนึ่งวงเคี้ยว, (ขวา) กราฟคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อรวมต่อหนึ่งวงเคี้ยว

Figure 1 (left) EMG amplitude of one chewing movement, (right) Integral electromyography curve (IEMG) of one chewing movement

2. ค่าที่ได้จากการคำนวณ ได้แก่

ค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อหนึ่งวงเคี้ยว (mean muscle work per chew; MWC): คำนวณได้จากการรวมค่าการทำงานของกล้ามเนื้อในแต่ละมัดและหารด้วยจำนวนครั้งของการเคี้ยวที่เกิดขึ้น ซึ่งในที่นี้เลือกวิเคราะห์ผลเฉพาะช่วง 5 วงเคี้ยวแรกของการเคี้ยวอาหารชนิดนั้น ๆ มีหน่วยเป็นมิลลิวัตต์คูณวินาที^{14,19,20}

ค่าความพยายามของกล้ามเนื้อ หรือ muscle effort (ME): เป็นค่าที่คำนวณได้จากการนำค่าการทำงานของกล้ามเนื้อมาเปรียบเทียบกับค่าการทำงานของกล้ามเนื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ มีหน่วยเป็นร้อยละ (%)²¹ โดยค่าการทำงานของกล้ามเนื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ มีค่าเท่ากับค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อคูณด้วยระยะเวลาช่วง 5 วงเคี้ยวแรก ของการเคี้ยวอาหารทดสอบชนิดนั้น ๆ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการทดสอบด้วยแบบสอบถามและเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ข้อมูลที่ได้จะถูกทดสอบความเชื่อถือด้วยเทคนิคการวัดซ้ำ (test-retest technique) ซึ่งประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation; r) โดยหากมีค่าเข้าใกล้ 1 ($r > 0.8$) แสดงว่าการทดสอบมีความเชื่อถือได้สูง

สำหรับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบอาหารแต่ละชนิดทั้ง 2 วิธี จะใช้การทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มแบบทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้

ได้จากอาหารแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หลังจากนั้นจึงทดสอบแบบเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison) เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทีละคู่ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแต่ละวิธีโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในการวัดระดับและทิศทางความสัมพันธ์ โดยการทดสอบทางสถิติทั้งหมดใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัย

อาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมดประกอบไปด้วยอาสาสมัครเพศชาย 7 คน และเพศหญิง 25 คน (ไม่มีผู้ใดถอนตัวออกจากงานวิจัย) อายุเฉลี่ย 21.4 ปี และมีค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.3 kg/m^2 ผลการวิจัยแบ่งออกได้ดังนี้

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

อาสาสมัครทั้ง 32 คน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันอยู่ในระดับสูง (ค่า r อยู่ในช่วง 0.812-0.927) ทั้งการใช้แบบสอบถามความคิดเห็น และการใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการประเมินความแข็งแรงและความเหนียวของอาหาร แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทั้งสองชนิดมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

จากมาตรวัดด้วยสายตาด้านสเกล 0-100 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงและความเหนียวของอาหารที่ได้จากแบบสอบถาม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงและความเหนียวของอาหารที่ได้จากแบบสอบถามวีเอเอส (0-100 มิลลิเมตร)

Table 1 Mean hardness and toughness scores of tested food obtained from the VAS questionnaires (0-100 millimeter)

Food	Hardness Mean (SD)	Toughness Mean (SD)
Gruel	1.773 (2.131)*	2.430 (3.089)*
Cooked rice	12.727 (10.128)*	22.961 (15.544)†
Sticky rice	25.016 (13.308)*	56.633 (18.268)‡
Charcoal-grilled squid	45.469 (21.149)*	68.375 (21.466)‡
Salted peanut	70.570 (15.751)*	13.945 (16.510)†

*Statistically significant difference $p < 0.05$

†, ‡No statistically significant difference

จากการทดสอบทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าอาหารทุกชนิดมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าคะแนนที่ต่างกันชัดเจน ทำให้สามารถแบ่งระดับความแข็งแรงของอาหารได้ 5 ระดับตามค่าเฉลี่ย เรียงลำดับจากค่าน้อยไปมาก คือ ข้าวต้ม (1.773 ± 2.131) ข้าวสวย (12.727 ± 10.128) ข้าวเหนียว (25.016 ± 13.308) ปลาหมึกแห้งปิ้ง (45.469 ± 21.149) และถั่วลิสงอบเกลือ (70.570 ± 15.751) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคะแนนความเหนียวของถั่วลิสงอบเกลือบกับข้าวสวย และข้าวเหนียวกับปลาหมึกแห้งปิ้ง จึงแบ่งคะแนนความเหนียวของอาหารที่ใช้ทดสอบครั้งนี้ได้เพียง 3 ระดับ เรียงลำดับจากค่าน้อยไปมาก คือ ข้าวต้ม (2.430 ± 3.089) ถั่วลิสงอบเกลือบกับข้าวสวย (13.945 ± 16.510 และ 22.961 ± 15.544 ตามลำดับ) และข้าวเหนียวกับปลาหมึกแห้งปิ้ง (56.633 ± 18.268 และ 68.375 ± 21.466 ตามลำดับ)

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารแต่ละชนิด

เมื่อวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยแยกตามกล้ามเนื้อและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ พบว่า กล้ามเนื้อแมสซีเตอร์มีค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ (MW) ที่เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่ออาสาสมัครเคี้ยวข้าวต้ม (0.183 ± 0.112) ข้าวสวย (0.360 ± 0.177) และข้าว

เหนียว (0.494 ± 0.238) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความแข็งแรงเหนียวของอาหาร แต่เมื่อเคี้ยวปลาหมึกแห้งปิ้งพบว่าค่าการทำงานของกล้ามเนื้อมีค่าลดลง (0.363 ± 0.138) โดยพบว่าค่าพารามิเตอร์นี้เพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่ออาสาสมัครเคี้ยวถั่วลิสงอบเกลือ (0.480 ± 0.236) ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อข้อต่อหนึ่งวงเคี้ยว (MWC) ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ ได้แก่ ค่าคลื่นไฟฟ้าสูงสุด (PE) ค่าเฉลี่ยแอมพลิจูด (MA) และค่าความพยายามของกล้ามเนื้อ (ME) พบว่ามีแนวโน้มเดียวกันคือค่าพารามิเตอร์เหล่านี้เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่ออาสาสมัครเคี้ยวข้าวต้ม ข้าวสวย และข้าวเหนียว หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มคงที่เมื่ออาสาสมัครเคี้ยวปลาหมึกแห้งปิ้งและถั่วลิสงอบเกลือ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความพยายามของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามคะแนนความแข็งแรงของอาหารมากที่สุด เรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ ข้าวต้ม (26.397 ± 2.446) ข้าวสวย (38.053 ± 17.295) ข้าวเหนียว (44.909 ± 20.972) ปลาหมึกแห้งปิ้ง (46.729 ± 21.807) และถั่วลิสงอบเกลือ (47.129 ± 24.852) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าคลื่นไฟฟ้าทุกพารามิเตอร์มีเพียงค่าที่ได้จากการเคี้ยวข้าวต้มเท่านั้นที่แตกต่างจากอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์เมื่อเคี้ยวอาหารแต่ละชนิด

Table 2 Mean electromyographic parameters of masseter muscle of each tested food

Tested food	Mean (SD) of EMG parameters				
	MW (mV.s)	PE (mV)	MA (mV)	MWC (mV.s)	ME (%)
Gruel	0.183 (0.112)*	0.828 (0.598)*	0.341 (0.190)*	0.037 (0.022)*	26.397 (2.446)*
Cooked rice	0.360 (0.177)	1.630 (0.883)	0.489 (0.218)	0.072 (0.035)	38.053 (17.295)
Sticky rice	0.494 (0.238)	2.080 (1.118)	0.580 (0.276)	0.099 (0.048)	44.909 (20.972)
Charcoal-grilled squid	0.363 (0.138)	2.032 (0.965)	0.585 (0.224)	0.073 (0.028)	46.729 (21.807)
Salted peanut	0.480 (0.236)	2.054 (1.031)	0.581 (0.265)	0.096 (0.047)	47.129 (24.852)

*Statistically significant difference $p < 0.05$

MW= muscle work, PE= peak EMG, MA= mean amplitude, MWC= mean muscle work per chew, ME= muscle effort

ในส่วนค่าพารามิเตอร์จากกล้ามเนื้อเทมโพรลิสพบว่าทุกค่ามีแนวโน้มเดียวกับกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ แต่มีค่าน้อยกว่า

รายละเอียดค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเทมโพรลิสแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเทมโพราลิสเมื่อเคี้ยวอาหารแต่ละชนิด

Table 3 Mean electromyographic parameters of temporalis muscle of each tested food

Tested food	Mean (SD) of EMG parameters				
	MW (mV.s)	PE (mV)	MA (mV)	MWC (mV.s)	ME (%)
Gruel	0.099 (0.061)*	0.775 (0.589)*	0.313 (0.175)*	0.020 (0.012)*	26.640 (13.768)*
Cooked rice	0.228 (0.099)	1.204 (0.625)	0.408 (0.156)	0.046 (0.020)	35.186 (12.488)
Sticky rice	0.312 (0.113)	1.448 (0.668)	0.471 (0.174)	0.062 (0.023)	41.116 (14.666)
Charcoal-grilled squid	0.235 (0.086)	1.380 (0.640)	0.467 (0.155)	0.047 (0.017)	41.492 (14.765)
Salted peanut	0.288 (0.129)	1.443 (0.647)	0.446 (0.158)	0.058 (0.026)	39.845 (15.420)

*Statistically significant difference $p < 0.05$

MW= muscle work, PE= peak EMG, MA= mean amplitude, MWC= mean muscle work per chew, ME= muscle effort

ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบความแข็งแรงเหนียวของอาหารทั้งสองวิธี

ผู้วิจัยพบว่าคะแนนความแข็งแรงเหนียวของอาหารกับค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทุกพารามิเตอร์ของกล้ามเนื้อทั้งสองมัดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพบความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ค่า r อยู่ในช่วง 0.224-0.384) พารามิเตอร์ของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ที่พบความสัมพันธ์กับทั้งคะแนนความแข็งแรงและความเหนียวมากที่สุด คือ ค่า

ความพยายามของกล้ามเนื้อ (ค่า $r=0.313$ และ 0.297 ตามลำดับ) สำหรับกล้ามเนื้อเทมโพราลิสค่าพารามิเตอร์ที่พบความสัมพันธ์กับคะแนนความแข็งแรงและความเหนียวมากที่สุด คือ ค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ (ค่า $r=0.384$ และ 0.341 ตามลำดับ) และค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อหนึ่งวงเคี้ยว (ค่า $r=0.384$ และ 0.341 ตามลำดับ) รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบทั้งสองวิธีแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความแข็งแรงเหนียวกับค่าพารามิเตอร์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

Table 4 Correlation between hardness or toughness scores and EMG parameters

VAS	EMG	Pearson correlation coefficient	
		Masseter muscle	Temporalis muscle
Hardness	MW	0.256*	0.384*
	PE	0.260*	0.301*
	MA	0.224*	0.245*
	MWC	0.256*	0.384*
	ME	0.313*	0.275*
Toughness	MW	0.228*	0.341*
	PE	0.286*	0.258*
	MA	0.257*	0.281*
	MWC	0.228*	0.341*
	ME	0.297*	0.296*

*Statistically significant correlation $p < 0.05$

MW= muscle work, PE= peak EMG, MA= mean amplitude, MWC= mean muscle work per chew, ME= muscle effort

บทวิจารณ์

เนื่องจากการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีความแปรผันของข้อมูลในแต่ละครั้งที่บันทึกค่อนข้างมาก^{31,32} โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีหลายปัจจัยด้วยกัน ทั้งปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น อายุ น้ำหนัก ความเจ็บปวด ลักษณะโครงสร้างใบหน้า เป็นต้น และปัจจัยทางด้านเทคนิค เช่น ตำแหน่งการวางขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้า การเคลื่อนขยับของศีรษะหรือร่างกายขณะวัด เป็นต้น^{11,26,32} ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามควบคุมปัจจัยเหล่านี้โดยกำหนดเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างให้มีความจำเพาะและทดสอบคลื่นไฟฟ้าซ้ำภายในวันเดียวกันเพื่อลดความแปรผันจากปัจจัยทางกายภาพและเทคนิคที่ใช้ ซึ่งการศึกษานี้พบว่าทั้งเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงเหนียวของอาหารที่มีค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลอยู่ในระดับสูงเมื่อมีการทดสอบซ้ำ (ค่า r อยู่ในช่วง 0.812-0.927)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบอาหารทั้ง 2 วิธี พบว่าการใช้แบบสอบถามความคิดเห็นต่อความแข็งแรงเหนียวของอาหาร สามารถจำแนกระดับความแข็งแรงเหนียวของอาหารได้ดีโดยจำแนกได้ 3-5 ระดับตามความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงเหนียวของอาหาร ในขณะที่การใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสามารถจำแนกระดับความแข็งแรงเหนียวอาหารตามความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ได้เพียง 2 ระดับเท่านั้น ผู้วิจัยพบว่าค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อทั้งสองมัด ได้แก่ ค่าคลื่นไฟฟ้าสูงสุด (PE) ค่าเฉลี่ยแอมพลิจูด (MA) และค่าความพยายามของกล้ามเนื้อ (ME) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับในช่วงการเคี้ยวข้าวต้ม ข้าวสวย และข้าวเหนียว หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มคงที่เมื่ออาสาสมัครเคี้ยวปลาหมึกแห้งปิ้งและถั่วลิสงอบเกลือต่างจากค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ (MW) และค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อหนึ่งวงเคี้ยว (MWC) ซึ่งผู้วิจัยพบว่าทั้งสองพารามิเตอร์นี้มีค่าลดลงเมื่ออาสาสมัครเคี้ยวปลาหมึกแห้งปิ้ง ทั้งนี้เนื่องจากค่าคลื่นไฟฟ้าทั้งสองพารามิเตอร์มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้เคี้ยวแต่ละครั้ง โดยมีหน่วยการวัดเป็นมิลลิโวลต์คูณวินาที ดังนั้นการที่ปลาหมึกแห้งปิ้งมีขนาดชิ้นเล็กและบาง อาจทำให้อาสาสมัครใช้เวลาเคี้ยวแต่ละครั้งน้อยกว่าเคี้ยวข้าวเหนียวและถั่วลิสงอบเกลือ ส่งผลให้ทั้งค่าการทำงานของกล้ามเนื้อและค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อหนึ่งวงเคี้ยวขณะเคี้ยวปลาหมึกแห้งปิ้งออกมาต่ำกว่าอาหารทั้ง 2 ชนิด โดยมีค่าใกล้เคียงกับการเคี้ยวข้าวสวย ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Mioche และคณะ ที่พบว่าค่าพารามิเตอร์นี้เพิ่มระดับไปตามความแข็งแรง

เหนียวของอาหาร^{14,19} แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ใช้อาหารที่สามารถเตรียมได้ในขนาดหรือปริมาณเท่า ๆ กัน

การที่คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคี้ยวอาหารทดสอบมีความแตกต่างกันเพียงสองระดับอาจเนื่องมาจาก ในสภาวะการบดเคี้ยวอาหารกล้ามเนื้อมีการปรับตัวต่อความแข็งแรงเหนียวของอาหารเพื่อไม่ให้เกิดแรงในการบดเคี้ยวมากเกินไป โดยขณะเคี้ยวแรงต้านจากอาหารจะส่งสัญญาณผ่านตัวรับแรงเชิงกลของอวัยวะปริทันต์ (periodontal mechanoreceptor) ที่อยู่บริเวณเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament) ไปยังสมอง เพื่อให้สมองสั่งการลงมาควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวอย่างเหมาะสม^{33,34} และถึงแม้ว่าในงานวิจัยนี้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะเคี้ยวอาหารบางชนิด แต่ก็ไม่สามารถบอกได้ว่าค่าคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะเคี้ยวอาหารเหล่านั้นมีนัยสำคัญทางคลินิกหรือไม่ ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

ในแง่ความสัมพันธ์ของการทดสอบโดยใช้แบบสอบถามและค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ผู้วิจัยพบว่าแม้คะแนนความแข็งแรงเหนียวของอาหารจากแบบสอบถาม จะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวทั้งสองมัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็พบเพียงความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ค่า r อยู่ในช่วง 0.224-0.384) และค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่จากกล้ามเนื้อเทมโพรลิสมีความสัมพันธ์กับแบบสอบถามมากกว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ โดยค่าพารามิเตอร์ที่พบความสัมพันธ์มากที่สุดคือค่าการทำงานของกล้ามเนื้อและค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อหนึ่งวงเคี้ยว มีเพียงค่าความพยายามของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์เท่านั้นที่พบความสัมพันธ์กับความแข็งแรงเหนียวของอาหารมากกว่ากล้ามเนื้อเทมโพรลิส อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าในขณะที่เคี้ยวอาหารชนิดต่าง ๆ กล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ให้ค่าคลื่นไฟฟ้าทุก ๆ พารามิเตอร์มากกว่ากล้ามเนื้อเทมโพรลิส ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาอื่น ๆ^{19,25} และด้วยเหตุนี้ทำให้ค่าความพยายามของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ซึ่งเป็นค่าร้อยละการทำงานของกล้ามเนื้อเทียบกับค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อคูณด้วยระยะเวลาที่ใช้เคี้ยวจึงมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงเหนียวของอาหารมากกว่ากล้ามเนื้อเทมโพรลิส

การที่ความแข็งแรงเหนียวของอาหารมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อเทมโพรลิสมากกว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์นั้นอาจเนื่องมาจากผู้วิจัยติดขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้าเฉพาะกล้ามเนื้อเทมโพรลิสส่วนหน้าซึ่งมีขนาดเล็ก และมีแนวการเกาะของมัดกล้ามเนื้อ

เนื้อที่สัมพันธ์กับแนวแรงบิดเคี้ยวที่น้อยกว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ ส่งผลให้เมื่อเคี้ยวอาหารที่มีความแข็งเหนียวมากขึ้นกล้ามเนื้อเทมโพรลิสต้องทำงานเพิ่มมากขึ้นกว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ (เนื่องจากกล้ามเนื้อเทมโพรลิสสร้างแรงกล้ามเนื้อได้น้อยกว่า) เพื่อปรับเปลี่ยนแรงบิดเคี้ยวให้เหมาะสม ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mioche และคณะ¹⁹ นอกจากนี้การศึกษาของ Naeije และคณะยังพบว่าในช่วงที่มีการกัดด้วยแรงขนาดต่ำ ๆ กล้ามเนื้อเทมโพรลิสจะเป็นกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน³⁵ ซึ่งอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อเทมโพรลิสปรับเปลี่ยนการทำงานไปตามความแข็งเหนียวของอาหารได้มากกว่ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ และหากเปรียบเทียบระหว่างคะแนนความแข็งและความเหนียวของอาหารจากแบบสอบถาม พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วคะแนนความแข็งมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองมัดมากกว่าคะแนนความเหนียวเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4

ดังนั้นหากต้องการประเมินระดับความแข็งเหนียวของอาหาร การใช้เพียงแบบสอบถามมาตรวจวัดด้วยสายตาก็เพียงพอ เนื่องจากในการศึกษาของ Salleh และคณะ²³ พบว่าการทดสอบด้วยวิธีนี้มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับค่าแรงกดอาหารที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงกดยึด อย่างไรก็ตามหากต้องการประเมินในแง่ความแข็งเหนียวของอาหารต่อการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การจำแนกระดับความแข็งเหนียวของอาหารโดยใช้เพียงแบบสอบถามไม่สามารถบ่งบอกการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างชัดเจนนัก เนื่องจากขณะบดเคี้ยวกล้ามเนื้อมีการปรับตัวต่อความแข็งเหนียวของอาหารไม่ให้เกิดการทำงานมากเกินไป ทำให้ผู้วิจัยพบความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลางระหว่างการประเมินความแข็งเหนียวของอาหารด้วยแบบสอบถามกับการใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แต่งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในแง่ของปริมาณอาหารที่ใช้ทดสอบเนื่องจากอาหารบางชนิด ได้แก่ ปลาหมึกแห้งปิ้งและถั่วลิสงอบเกลือมีลักษณะเนื้ออาหารแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทำให้ยากต่อการเตรียมอาหารเหล่านี้ให้มีขนาดและปริมาณเท่า ๆ กัน และเนื่องจากผู้วิจัยต้องการจำลองปริมาณอาหารจากสถานการณ์การเคี้ยวจริงในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงเตรียมปริมาณอาหารโดยอ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้าเป็นหลัก โดยเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการรับประทานใน 1 คำ¹⁷ และเนื่องด้วยลักษณะนิสัยการเคี้ยวของแต่ละบุคคลอาจส่งผลต่อจำนวนครั้งหรือจำนวนครั้งที่เคี้ยวรวม ผู้วิจัยจึงเลือกวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์คลื่นไฟฟ้าเฉพาะ 5 วงเคี้ยวแรกเท่านั้นซึ่งอาจส่งผลต่อข้อมูลที่ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าคะแนนความแข็งเหนียวของอาหารในการศึกษานี้มีค่าจำกัดอยู่ในช่วง 1.773-70.570 คะแนน (บนสเกล 0-100

มิลลิเมตร) หากผู้วิจัยเลือกใช้อาหารที่มีระดับความแข็งเหนียวเพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้พบความสัมพันธ์ในระดับสูงขึ้น

การศึกษาที่ผ่านมาของ Svensson และคณะ³⁶ โดยพิจารณาที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดไปยังกล้ามเนื้อบดเคี้ยวของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าในขณะบดเคี้ยวกลุ่มตัวอย่างมีการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่วัดจากเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Shimada และคณะ¹⁰ ซึ่งกลไกลดการทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อมีอาการปวดสามารถอธิบายได้โดยแนวคิดทฤษฎีการปรับตัวของร่างกายต่อความเจ็บปวด (pain adaptation model) ที่นำเสนอโดย Lund และคณะ³⁷ ที่กล่าวว่าเมื่อมีความเจ็บปวดเกิดขึ้น กลุ่มกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหว (agonist muscle) จะลดการทำงานลง ในขณะที่เดียวกันจะพบการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้านการเคลื่อนไหว (antagonist muscle) โดยหากกลไกนี้เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อบดเคี้ยว จะนำมาซึ่งการจำกัดการเคลื่อนที่ของขากรรไกรและความยากลำบากในการบดเคี้ยวอาหารได้^{3,12} องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จึงมีประโยชน์ในแง่การทำให้เกิดแนวคิดของการนำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อความแข็งเหนียวของอาหาร (ที่ใช้มาตรวจวัดด้วยสายตาในการประเมิน) ไปใช้พัฒนาแบบสอบถามวัดความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวของผู้ป่วยที่เอดิสที่มักมีอาการเจ็บปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยวต่อไป เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าแบบสอบถามนี้มีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ที่พบอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งควรมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป

บทสรุป

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้แบบสอบถามความคิดเห็นต่อความแข็งเหนียวของอาหาร กับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นระหว่างเคี้ยว แต่เป็นความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินระดับความแข็งเหนียวของอาหารสามารถบ่งบอกถึงการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวได้ในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามหากผู้วิจัยต้องการพัฒนาแบบสอบถามวัดความสามารถในการบดเคี้ยวอาหารของผู้ป่วย โดยประเมินผ่านการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว ผู้วิจัยควรใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อควบคู่ไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทพ.จรินทร์ ปภังกรกิจ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการศึกษาในภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยวและภาควิชาสรีรวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ทำงานวิจัย ขอขอบคุณนิสิตทันตแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่สละเวลามาร่วมงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง จนเสร็จสิ้นงานวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

1. Lobbezoo F, van Selms MK, Naeije M. Masticatory muscle pain and disordered jaw motor behaviour: Literature review over the past decade. *Arch Oral Biol* 2006;9:713-20.
2. Ferreira CL, Machado BC, Borges CG, Rodrigues Da Silva MA, Sforza C, De Felicio CM. Impaired orofacial motor functions on chronic temporomandibular disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2014;4:565-71.
3. Kumbuloglu O, Saracoglu A, Bingol P, Hatipoglu A, Ozcan M. Clinical study on the comparison of masticatory efficiency and jaw movement before and after temporomandibular disorder treatment. *Cranio* 2013;3:190-201.
4. Cooper BC, Kleinberg I. Examination of a large patient population for the presence of symptoms and signs of temporomandibular disorders. *Cranio* 2007;2:114-26.
5. Kumar A, Brennan MT. Differential diagnosis of orofacial pain and temporomandibular disorder. *Dent Clin North Am* 2013;3:419-28.
6. de Leeuw R, Klasser GD. Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management. 5 ed. IL: Quintessence publishing co, Inc; 2013.
7. Nielsen IL, McNeill C, Danzig W, Goldman S, Levy J, Miller AJ. Adaptation of craniofacial muscles in subjects with craniomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;1:20-34.
8. Santana-Mora U, Cudeiro J, Mora-Bermudez MJ, Rilo-Pousa B, Ferreira-Pinho JC, Otero-Cepeda JL, et al. Changes in EMG activity during clenching in chronic pain patients with unilateral temporomandibular disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2009;6:e543-9.
9. Tartaglia GM, Lodetti G, Paiva G, De Felicio CM, Sforza C. Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;4:659-64.
10. Shimada A, Baad-Hansen L, Svensson P. Effect of experimental

jaw muscle pain on dynamic bite force during mastication. *Arch Oral Biol* 2015;2:256-66.

11. Wozniak K, Lipski M, Lichota D, Szyszka-Sommerfeld L. Muscle fatigue in the temporal and masseter muscles in patients with temporomandibular dysfunction. *Biomed Res Int* 2015;2015:269734.
12. Kurita H, Ohtsuka A, Kurashina K, Kopp S. Chewing ability as a parameter for evaluating the disability of patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2001;5:463-5.
13. Douglas CR, Avoglio JL, de Oliveira H. Stomatognathic adaptive motor syndrome is the correct diagnosis for temporomandibular disorders. *Med Hypotheses* 2010;4:710-8.
14. Mioche L, Bourdiol P, Monier S. Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. *Arch Oral Biol* 2003;3:193-200.
15. Piancino MG, Bracco P, Valletlonga T, Merlo A, Farina D. Effect of bolus hardness on the chewing pattern and activation of masticatory muscles in subjects with normal dental occlusion. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;6:931-7.
16. Imai E, Sato S. Electromyographic Measurement for Expressing Food Texture. *J Home Econ Jpn* 2008;12:955-67.
17. González R, Montoya I, Cárcel J. Review: The Use of Electromyography on Food Texture Assessment. *Food Sci Tech Int* 2001;6:461-71.
18. Horio T, Kawamura Y. Effects of texture of food on chewing patterns in the human subject. *J Oral Rehabil* 1989;2:177-83.
19. Mioche L, Bourdiol P, Martin JF, Noel Y. Variations in human masseter and temporalis muscle activity related to food texture during free and side-imposed mastication. *Arch Oral Biol* 1999;12:1005-12.
20. Kohyama K, Mioche L, Martin JF. Chewing patterns of various texture foods studied by electromyography in young and elderly populations. *J Texture Stud* 2002;4:269-83.
21. Paphangkorakit J, Chaiyapanya N, Sriladlao P, Pimsupa S. Determination of chewing efficiency using muscle work. *Arch Oral Biol* 2008;6:533-7.
22. Pumklin J, Malakul A, Vanichanon P. Development of chewing ability questionnaire for thai temporomandibular disorder patients [Dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2007.
23. Salleh NM, Fueki K, Garrett NR, Ohyama T. Objective and subjective hardness of a test item used for evaluating food mixing ability. *J Oral Rehabil* 2007;3:174-83.
24. Fukutomi Y, Taniguchi M, Nakamura H, Konno S, Nishimura M, Kawagishi Y, et al. Association between body mass index and asthma among Japanese adults: risk within the normal weight

range. *Int Arch Allergy Immunol* 2012;3:281-7.

25. Fueki K, Sugiura T, Yoshida E, Igarashi Y. Association between food mixing ability and electromyographic activity of jaw-closing muscles during chewing of a wax cube. *J Oral Rehabil* 2008;5:345-52.
26. Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil* 2008;8:638-45.
27. Iguchi H, Magara J, Nakamura Y, Tsujimura T, Ito K, Inoue M. Changes in jaw muscle activity and the physical properties of foods with different textures during chewing behaviors. *Physiol Behav* 2015;Pt A:217-24.
28. Fueki K, Yoshida E, Sugiura T, Igarashi Y. Comparison of electromyographic activity of jaw-closing muscles between mixing ability test and masticatory performance test. *J Prosthodont Res* 2009;2:72-7.
29. Kohyama K, Nakayama Y, Yamaguchi I, Yamaguchi M, Hayakawa F, Sasaki T. Mastication efforts on block and finely cut foods studied by electromyography. *Food Qual Pref* 2007;2:313-20.
30. Kohyama K, Sawada H, Nonaka M, Kobori C, Hayakawa F, Sasaki T. Textural evaluation of rice cake by chewing and swallowing measurements on human subjects. *Biosci Biotechnol Biochem* 2007;2:358-65.
31. Burdette BH, Gale EN. Reliability of surface electromyography of the masseteric and anterior temporal areas. *Arch Oral Biol* 1990;9:747-51.
32. Klasser GD, Okeson JP. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc* 2006;6:763-71.
33. Trulsson M, van der Bilt A, Carlsson GE, Gotfredsen K, Larsson P, Muller F, *et al*. From brain to bridge: masticatory function and dental implants. *J Oral Rehabil* 2012;11:858-77.
34. Brodin P, Turker KS, Miles TS. Mechanoreceptors around the tooth evoke inhibitory and excitatory reflexes in the human masseter muscle. *J Physiol* 1993;464:711-23.
35. Naeije M, McCarroll RS, Weijs WA. Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the inter-cuspal position. *J Oral Rehabil* 1989;1:63-70.
36. Svensson P, Arendt-Nielsen L, Houe L. Sensory-motor interactions of human experimental unilateral jaw muscle pain: a quantitative analysis. *Pain* 1996;2:241-9.
37. Lund JP, Donga R, Widmer CG, Stohler CS. The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;5:683-94.

Mesially Impacted Mandibular Second Molars and Adjacent First Molars: A Study of Occlusal Inclination and Root Curvature Via Panoramic Radiographs

Noppadol Chanpongsaeng¹, Soontra Panmekiate² and Udom Thongudomporn³

¹Department of Dentistry, Lerdsin Hospital, Silom Road, Bangkok

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

³Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkla

Abstract

There is very little available information on the root characteristics of mesially impacted mandibular second molars (7M). This study investigates occlusal inclination, root curvatures and calcification stage of unilateral 7M versus their normal counterparts (7N). Inclination and curvature of the mandibular first molars on the affected (6M) and control side (6N) were also assessed. Fifty-one digital panoramic radiographic images from study participants with unilateral 7M were examined with image J software. Occlusal inclination and degrees of root curvature at middle third and apical third level of mesial and distal root of 7M, 7N, 6M, 6N were measured and compared. Association between 7M occlusal inclination and degree of root curvature was tested. Calcification stage of 7M and 7N was evaluated by Demirjian Index. There were significant differences of occlusal inclination between 7M and 7N ($P<0.01$), and between 6M and 6N ($P<0.01$). In 7M, apical third of mesial root tended to curve mesially ($P<0.01$), whereas in 6M, apical third of both roots tended to curve distally ($P<0.01$) but the middle third of distal root tended to curve mesially ($P<0.05$). No association between the degree of root curvature and occlusal inclination was found for 7M. About one-quarter of 7M had delayed calcification compared to 7N. In conclusion, there were differences in root curvature between 7M and 7N, and 6M and 6N. 6M tended to be more upright than 6N. The degrees of root curvature and occlusal inclination of 7M were not related.

Keywords: Impaction, Mandibular second molars, Mandibular first molars, Occlusal inclination, Root curvature, Root development

Received Date: Jun 26,2017

Accepted Date: Oct 2,2017

doi: 10.14456/jdat.2018.10

Correspondence to:

Udom Thongudomporn. Orthodontic Section, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112. Thailand Tel: 074-429875 Fax: 074-429875 E-mail: tudom@yahoo.com

Introduction

A molar is impacted when it fails to emerge into the oral cavity after more than three quarters of its roots have formed.¹ Mesial impaction of the mandibular second molars (7M) is the most common form.² The tooth is mesially angulated and its mesial cusps are usually positioned against the undercut of the distal wall of the first molar and it is unable to emerge even though more than three quarters of its roots have been formed.³ Leaving 7M untreated may lead to caries, periodontal problems and resorption of the adjacent teeth. The formation of cysts related to 7M has also been reported.^{4,5} Other complications of 7M are shortening of the occlusal plane and a tendency for over-eruption of the opposing tooth.⁶

Possible etiologic factors for 7M include an abnormal tooth bud position for the 7M itself, and a lack of space between the first molar and the anterior margin of the mandibular ramus.⁷ Abnormal root morphology, such as root deviation, a hooked shape and ankyloses, has also been related to the occurrence of 7M.² A high frequency of root deviation (31.5 %) among a group of patients with 7M has been reported.⁸ However, there is a lack of information regarding the classification of 7M root deviation patterns. If an abnormal root pattern exists, such data may be a useful guide for the early detection and prevention of late complications associated with 7M.

It has been postulated that the abnormal eruption path of one tooth may be an aggravating factor that promotes the tilting or malalignment of neighboring teeth.⁹ Consequently, it is possible that the abnormal eruption path of 7M may affect the inclination of the adjacent first molar (6M). A number of previous studies measured 7M inclination with reference to the axis of the 6M.^{1,8,10} However, this method is unable to independently describe the degrees of inclination for the first and second molars, as an external reference line is necessary for this type of analysis.

Studies found symmetrical dental development

of normally erupted left and right mandibular teeth.^{11,12}

In contrast, delay maturation of mandibular second molars with arrested eruption has been reported.¹³ It has yet to be tested if the calcification stage of a 7M and its normal counterpart (7N) are equal.

This study had four aims: Firstly, to compare the occlusal inclination and root curvatures of 7M and 6M with their normal counterparts on the opposite side (7N and 6N). Secondly, to characterize the root curvature patterns of 7M and 6M. Thirdly, to determine the correlation between the occlusal inclination and the degrees of root curvature for 7M. And fourthly, to compare the calcification stages of 7M and 7N.

Materials and Methods

Study participants

This cross-sectional study protocol was approved by the ethics committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. Panoramic radiographs of patients who have a unilateral mesially impacted mandibular second molar were assessed. A mandibular second molar is considered to be mesially impacted when its mesial cusps are positioned against the undercut of the distal wall of the first molar and three quarter of its roots have formed.³ Inclusion criteria were: the presence of all permanent teeth including mandibular third molars, absence of posterior dental crowding (overlapping of posterior teeth in the film must be less than 1/3 of mesio-distal width), formation of at least three quarters of the root of each mandibular second molar, no history of systemic disease or previous orthodontic treatment, and no facial asymmetry. The mandibular molar crowns and roots had to be clearly defined in the radiograph. Additionally, the difference between the mesio-distal crown width of the left and right mandibular first molars must not exceed 5 % to ensure a symmetrical head position during radiography. Exclusion criteria were

abnormally sized or shaped teeth and single-rooted mandibular second molars. All radiographs were taken using the same machine (Kodak 8000c, Carestream Health INC., Rochester, NY, USA.) with a standardized method.

A total of 35,840 panoramic radiographs taken at the Radiology Clinic, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University during 2006-2013, were screened. According to the inclusion and exclusion criteria, 51 radiographs were selected from 25 males and 26 females patients who were between the ages of 11-34 years old.

Measurements

All panoramic image files were transferred to ImageJ software (www.rsb.info.nih.gov/ij/). A horizontal

(H) line parallel to the horizontal border of the image was drawn (Fig 1). This line was formed on the image from thousands of tiny pixels connected together; to ensure true parallelism, the line of pixels must be linear without “stepping”. As each patient’s head was symmetrically positioned and fixed using the chin and temporal supports of the machine during radiography, the H line was determined to be a repeatable external reference line for occlusal inclination measurements. The occlusal inclination of each mandibular molar was defined as the angle between the line connecting the mesio-buccal and disto-buccal cusps of the tooth and the H line (Fig 1). Acute angle means the tooth is mesially inclined and distally inclined vice versa.

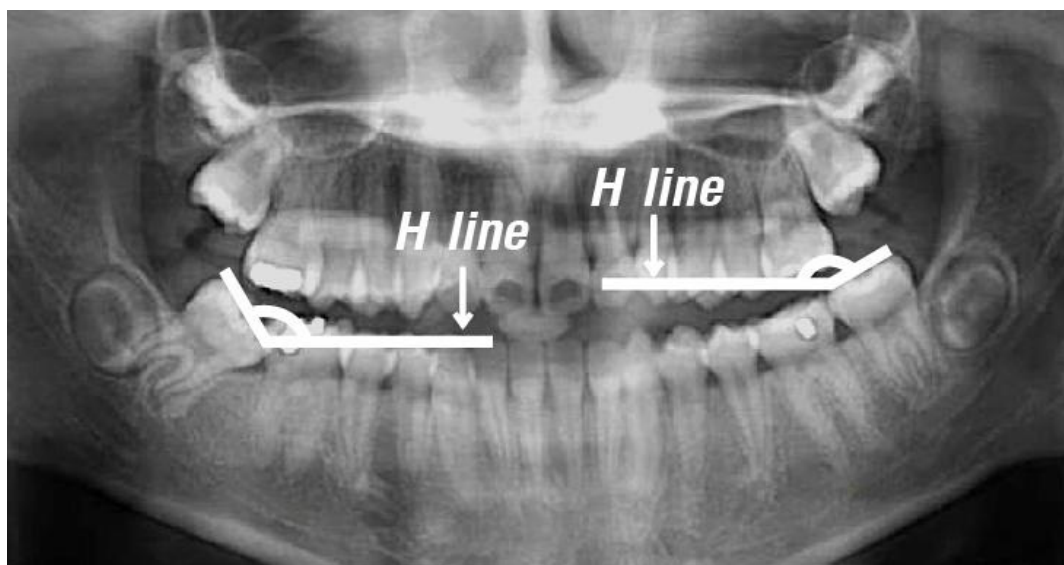


Figure 1 Occlusal inclination measurement from a panoramic radiograph. (H line = Horizontal reference line)

The root curvature of both the mesial and the distal roots of each molar was assessed. The middle third root curvature was defined as the angle formed by the intra-coronal root canal axis passing the canal orifice and the intra root canal axis immediately below the curve of the canal (Fig 2). The apical third root curvature was defined as the angle formed by the intra-apical root

canal axis passing the apical foramen and the intra root canal axis immediately above the curve of the canal (Fig 3). The angles formed at the distal side of the bisecting axis were measured; an angle < 180 degree indicated that part of the root was distally curved; otherwise, mesially curved. For teeth with incomplete root formation, only the curvature of the middle third root was measured.

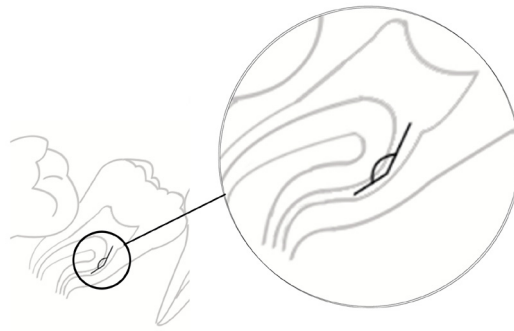


Figure 2 Illustration of degree of root curvature measurement at the middle third level

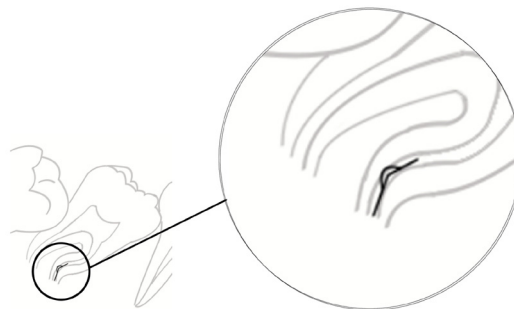


Figure 3 Root curvature measurement at the apical third level

The patterns of molar root curvatures were described using descriptive statistics. Paired *t*-tests were used to compare the root curvature and the occlusal inclination between 7M and 7N. The root curvature and occlusal inclination of 6M and 6N were also compared. Pearson correlations analysis was used to investigate the relationship between 7M occlusal inclination and its root curvatures. All tests were considered significant if $P < 0.05$.

The dental calcification stages of 7M and 7N were assessed using the Demirjian Index.¹¹ Since all molars included were required to have a formation of at least three quarters of their roots, the calcification stages of the molars could be classified as either G stage: the walls of the root canal are parallel, but the apical end is partially open, or H stage: the root apex is completely closed. The periodontal membrane surrounding the root and apex is uniform in width throughout.

All parameters were measured by only one investigator. To assess measurement error and intra-observer

reliability, ten panoramic radiographs were randomly selected. All parameters were re-measured within one week after the initial analysis. According to Dahlberg's formula,¹⁴ the random error for the measured parameters ranged from 0.092 to 1.84 degree. The intraclass correlation coefficients for all measurements were >0.92 , indicating the measured data were sufficiently reliable.

Results

Overall, 7M was significantly more mesially inclined than 7N ($133.3^\circ \pm 12.0^\circ$ vs. $161.5^\circ \pm 8.4^\circ$ $P < 0.01$; Table 1). For 7M, the apical third of its mesial root was more likely to be mesially curved ($194.1^\circ \pm 23.2^\circ$) while that of 7N tended to be distally curved ($172.0^\circ \pm 13.4^\circ$; $P < 0.01$; Table 2). In contrast to 7M, 6M was significantly more distally inclined than 6N ($172.2^\circ \pm 11.7^\circ$ vs. $166.4^\circ \pm 6.1^\circ$; $P < 0.01$; Table 1). The root curvatures of 6M and 6N were different; the apical thirds of the mesial and distal roots of 6M were more distally curved than those of 6N ($P < 0.01$), whereas the middle third of the distal

root of 6M was more mesially curved than that of 6N ($P < 0.05$; Table 3). No significant correlations were observed between the inclination of 7M and its root curvatures

($P > 0.05$; Table 4). Thirteen out of the fifty-one 7M teeth had delayed calcification compared to the opposing 7N (Table 5).

Table 1 Occlusal inclination of 7M, 7N, 6M, and 6N

Tooth	Occlusal Inclination (degrees)		P-value [†]	95% CI [‡] of mean difference
	Mesially impacted (M)	Normal inclination (N)		
Second molars (7) (n = 51)	133.3 ± 12.0	161.5 ± 8.4	0.00**	24.9, 31.6
First molars (6) (n = 51)	172.2 ± 11.7	166.4 ± 6.1	0.00**	2.1, 9.6

[†] Paired t-tests; **P < 0.01 [‡] Confidence Interval

Table 2 Comparison of root curvature between 7M and 7N

Root	Root curvature (degrees)		P-value [†]	95% CI [‡] of mean difference
	7M	7N		
Mesial root, middle third (n = 51)	153.4 ± 15.8	155.7 ± 14.5	0.35 ^{NS}	-7.3, 2.6
Mesial root, apical third (n = 39)	194.1 ± 23.2	172.0 ± 13.4	0.00**	13.0, 31.2
Distal root, middle third (n = 51)	189.7 ± 16.9	188.8 ± 12.5	0.75 ^{NS}	-4.2, 5.8
Distal root, apical third (n = 39)	177.4 ± 22.4	169.4 ± 21.6	0.84 ^{NS}	-1.1, 17.1

[†] Paired t-tests; NS not significant, **P < 0.01 [‡] Confidence Interval

Table 3 Comparison of root curvature between 6M and 6N

Root	Root curvature (degrees)		P-value [†]	95% CI [‡] of mean difference
	6M	6N		
Mesial root, middle third (n = 51)	152.6 ± 8.7	152.6 ± 6.7	0.99 ^{NS}	-2.8, 2.8
Mesial root, apical third (n = 51)	160.3 ± 19.5	176.2 ± 13.3	0.00**	-21.7, -10.1
Distal root, middle third (n = 51)	190.4 ± 12.0	184.9 ± 10.4	0.01*	1.2, 9.6
Distal root, apical third (n = 51)	166.7 ± 23.2	178.2 ± 13.9	0.00**	-17.9, -5.1

[†] Paired t-tests; NS not significant, *P < 0.05, **P < 0.01 [‡] Confidence interval

Table 4 Pearson's correlation coefficients for 7M inclination and its root curvatures (n = 51)

Root curvature	Pearson's correlation coefficient	P-value	95% CI [‡]
Mesial root, middle third	-0.08	0.56 ^{NS}	-0.3, 0.2
Mesial root, apical third	0.20	0.23 ^{NS}	-0.1, 0.5
Distal root, middle third	0.16	0.27 ^{NS}	-0.1, 0.5
Distal root, apical third	0.22	0.18 ^{NS}	-0.1, 0.5

^{NS} not significant [‡] Confidence Interval

Table 5 Comparison of the developmental stage for 7M and 7N according to the Demirjian Index

Development of 7M in comparison to 7N	Developmental stage (7M:7N)	N (%)
Equal	G:G	20 (39.2)
	H:H	18 (35.3)
Delayed	G:H	13 (25.5)

Discussion

The present study reveals the root curvatures of 7M and 7N as well as 6M and 6N are varied, and 6M were more distally inclined than 6N. No correlation between 7M root curvature and inclination was observed. Approximately one quarter of 7M teeth have delayed root calcification in comparison to 7N.

The finding that the apical third of the mesial roots of 7M curved mesially is in contrast to the natural tendency for the mesial root tips of the mandibular molars to point distally.¹⁵ Nevertheless, our result is in accordance with Yamaoka *et al.*,¹⁶ who also found mesially impacted mandibular third molars tended to have mesially curved roots at the apical third level. This observation may be related to the findings of a previous investigation, which reported unilateral impacted mandibular second molars had a reduced mesial root length compared to their normal counterparts.³ In that study, root length was measured linearly from the occlusal plane to the root apex; hence, the shorter root length may be due to increased curvature of the roots.

The increased distal inclination of 6M in comparison to 6N may be due to the influence of 7M. It has been theorized that an inclined impacted tooth may exert pressure on an adjacent normal tooth and alter tooth inclination.¹⁷ In the patients examined in this study, pressure from 7M may disturb the normal eruption path of the developing 6M, causing the teeth to be more upright. This effect may also cause the more distally curved apical thirds of both mesial and distal roots and mesially curved middle third of the distal root for 6M in comparison to 6N.

The absence of a significant relationship between occlusal inclination and root curvature for 7M supports the conclusion of Yamaoka *et al.*,¹⁶ that curved root apices are mainly caused by restricted root development, not by the tooth position, and that curved roots are the result of a combination of genetics and environmental influences.

One of the etiologic factors associated with molar impaction is a lack of space in the retromolar area.^{2,7} Under-development of the mandibular molars on the affected side among a group of patients with hemifacial microsomia had been observed.¹⁸ After distraction osteogenesis, the development of the molars on the affected side accelerated towards normal. The authors suggested that the available space may play an important role in dental development. The mesial impaction and delayed root development observed for 7M in a quarter of our study samples may be attributed to the same etiologic factor, i.e. inadequate space. A further analysis relating the degree of impaction, root calcification stage and retromolar space would provide additional insight into the influence of space on dental development and position.

The delayed root development of 7M in comparison with 7N observed in this study agrees with two previous studies reporting delayed root formation for mesially inclined molars.^{13,19} In a study done with rats, the authors found and discussed that the normal occlusal force may regulate the normal degree of root formation.²⁰ The delayed root development of the 7M in our study may be due to less exposure to occlusal force than a

tooth with normal path of eruption.

This study has several strengths. Previous studies assessing root curvature used radiographic films and usually defined the root angle on the basis of the intersection of the apical third root canal axis and tooth axis.^{16,21,22} This methodology raises two issues. First, the quality of film images varies due to film processing and storage procedures. Moreover, image contrast cannot be adjusted, unless the film is scanned and transformed to a digital file. Secondly, observing only apical root curvature may not be sufficient to describe the characteristics of the whole root since a root may not only curve at the apical level, but also at the middle level. Therefore, the whole root measurement methods of Weine²³ and Schneider²⁴ were adapted to assess digital radiographic files by using Image J which is a public domain image manipulation software that features a number of tools for digital image processing, enabling determination of linear and angular measurements, calculation of areas, particle analysis and cell counts, etc.²⁵ Image J has been employed in a number of dental research studies during the last decade.^{26,27} It has also been used to quantify root curvature and tooth inclination.²⁷ Moreover, an external horizontal reference plane was used to measure occlusal inclination. As a result, the inclination of each molar could be compared with that of the adjacent molars and the contralateral molars on the same plane. Apart from a naturally low prevalence of 7M, radiographs with questionable quality was excluded, leading to a decreased sample size. A multicenter study would beneficially increase the number of samples which would increase the power of the study. Although all parameters were measured by only one investigator to prevent inter-observer measurement bias, the affected and control sides could not be blinded from the investigator. This may inevitably lead to observer bias. Moreover, some interesting parameters such as types of malocclusion may be an influencing factor which may play a role on the occurrence of 7M. This should be considered to be included in further study.

The limitations of measuring occlusal inclination and root curvature from panoramic radiographs should not be overlooked. First, although well-standardized, an alteration in the tilt of the head position along the transverse axis during radiography would influence the appearance of occlusal inclination. However, should this problem occur, it would affect the left and right teeth equally, which would not affect the comparisons within the same patient. Secondly, panoramic radiographs can produce less sharp images than periapical radiographs. Yet, in order to compare the occlusal inclination of the teeth bilaterally, the use of panoramic radiographs was necessary. The other important limitation is that this study had a cross-sectional design, which cannot explain the cause-effect relationship between occlusal inclination and root curvature, nor the effects of age or the development of the third molars on the development of second molar impaction. A longitudinal prospective cohort study should be performed to explore these relationships.

Although the results of this study cannot explain the cause-effect relationship between parameters, it may be implied that, if left untreated, 7M may not only disturb development of its roots, but also affect the inclination and roots of adjacent first molars. The pattern of root curvature of 7M and 6M as founded in this study may pose difficulty in orthodontic treatment, root canal treatment or extraction. This information justifies the importance of early detection and prevention of late complications associated with 7M.

Conclusion

This study demonstrates that the degrees of root curvature vary between 7M and 7N as well as between 6M and 6N. The apical third of the mesial root of 7M was more mesially curved than that of 7N. While 6M was more upright than 6N, 6M was more distally curved at apical third in both the mesial and the distal root, and more mesially curved at the middle third of the distal root than 6N. There was no association

between 7M occlusal inclination and its degrees of root curvature. Lastly, one quarter of 7M had delayed calcification compared to their normal counterparts.

Acknowledgements

This study was self-funded. The authors thank the Radiology Clinic, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, for facilitating the retrieval of the radiographic images. No conflict of interest is declared.

References

1. Evans R. Incidence of lower second permanent molar impaction. *Br J Orthod* 1988;15:199-203.
2. Varpio M, Wellfelt B. Disturbed eruption of the lower second molar: clinical appearance, prevalence, and etiology. *ASDC J Dent Child* 1988;55:114-8.
3. Shapira Y, Finkelstein T, Shpack N, Lai YH, Kuftinec MM, Vardimon A. Mandibular second molar impaction. Part I: Genetic traits and characteristics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:32-7.
4. Bondemark L, Tsiopa J. Prevalence of ectopic eruption, impaction, retention and agenesis of the permanent second molar. *Angle Orthod* 2007;77:773-8.
5. Kurol J. Impacted and ankylosed teeth: why, when, and how to intervene. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(4 Suppl):S86-90.
6. Sawicka M, Racka-Pilszak B, Rosnowska-Mazurkiewicz A. Uprighting partially impacted permanent second molars. *Angle Orthod* 2007;77:148-54.
7. Cassetta M, Altieri F, Di Mambro A, Galluccio G, Barbato E. Impaction of permanent mandibular second molar: a retrospective study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18:e564-8.
8. Vedtofte H, Andreasen JO, Kjaer I. Arrested eruption of the permanent lower second molar. *Eur J Orthod* 1999;21:31-40.
9. Shafer WG, Hine MK, Levy BM. A textbook of oral pathology. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1983:66-69.
10. Cho SY, Ki Y, Chu V, Chan J. Impaction of permanent mandibular second molars in ethnic Chinese schoolchildren. *J Can Dent Assoc* 2008;74:521.
11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol* 1973;45:211-27.
12. Svanholt M, Kjaer I. Developmental stages of permanent canines, premolars, and 2nd molars in 244 Danish children. *Acta Odontol Scand* 2008;66:342-50.
13. Kenrad J, Vedtofte H, Andreasen JO, Kvetny MJ, Kjaer I. A retrospective overview of treatment choice and outcome in 126 cases with arrested eruption of mandibular second molars. *Clin Oral Investig* 2011;15:81-7.
14. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students: G. Allen & Unwin Ltd.; 1940:122-132.
15. Nelson SJ, Ash MM, Ash MM. Wheeler's dental anatomy, physiology, and occlusion. 9th ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier; 2010.
16. Yamaoka M, Furusawa K, Hayama H, Kura T. Relationship of third molar development and root angulation. *J Oral Rehabil* 2001;28:198-205.
17. Pindborg JJ. Pathology of the dental hard tissues. Philadelphia,: Saunders; 1970:225-255.
18. Kim S, Park JL, Baek SH, Chung JH, Kim JC, Park CG. Accelerated development of the first and second mandibular molars after distraction osteogenesis of the mandible in patients with hemifacial microsomia. *J Craniofac Surg* 2009;20:797-800.
19. Nielsen SH, Becktor KB, Kjaer I. Primary retention of first permanent mandibular molars in 29 subjects. *Eur J Orthod* 2006;28:529-34.
20. Nakasone N, Yoshie H. Occlusion regulates tooth-root elongation during root development in rat molars. *Eur J Oral Sci* 2011;119:418-26.
21. Bicakci AA, Sokucu O, Babacan H, Kosger HH. Mesial migration effect on root morphology of mandibular third molars. *Angle Orthod* 2007;77:73-6.
22. Marklund M, Persson M. The relationship between mandibular morphology and apical root curvature in man. *Arch Oral Biol* 1988;33:391-4.
23. Weine FS. Endodontic therapy. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1982:330-331.
24. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32:271-5.
25. Lemos AD, Katz CR, Heimer MV, Rosenblatt A. Mandibular asymmetry: a proposal of radiographic analysis with public domain software. *Dental Press J Orthod* 2014;19:52-8.
26. Yasar F, Yesilova E, Akgunlu F. Alveolar bone changes under overhanging restorations. *Clin Oral Investig* 2010;14:543-9.
27. Ozer SY. Comparison of root canal transportation induced by three rotary systems with noncutting tips using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:244-50.

แบบทดสอบบทความวิชาการการศึกษาต่อเนื่อง
วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ ปีที่ 68 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2561

CONTINUING EDUCATION QUIZ

สมุนไพรไทย: ศักยภาพในการประยุกต์ใช้เสริมการรักษาโรคปริทันต์

Thai Herbs: The Potential Application in Adjunctive Periodontal Therapy

วิธุนยา มธุรสาย¹ วรญญ พูลเจริญ² และ สิริรัตน์ สุอำพัน¹

Widhunya Mathurasai¹, Waranyoo Phoolcharoen² and Sireerat Sooampon¹

¹ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

²ภาควิชาเภสัชวิทยาและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

²Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok

1. สารเคมีสำคัญใดไม่พบในข่อย

ก. แคมโลไซด์ (kamloside)

ค. สเตรโบลไซด์ (strebloside)

ข. แอสเปอโรไซด์ (asperoside)

ง. อินเตอร์ไซด์ (interside)

2. กานพลู มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า

ก. *Syzygium aromaticum*

ค. *Syzygium diffusum*

ข. *Syzygium chavaran*

ง. *Syzygium manii*

3. สมุนไพรใดได้รับการจดสิทธิบัตรเป็นตำรับแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา

ก. ขมิ้น

ค. กานพลู

ข. ข่อย

ง. ฟ้าทะลายโจร

4. สารออกฤทธิ์สำคัญในชาเขียว คือ

ก. แคเทชิน (catechin)

ค. คาเฟอีน (caffeine)

ข. แคปไซซิน (capsaicin)

ง. เมทิลแซนทีน (methylxantine)

5. ข้อมูลจากบทความนี้สมุนไพรใดไม่มีศักยภาพในการรักษาโรคปริทันต์

ก. ข่อย

ค. ขมิ้น

ข. กะเพรา

ง. โหระพา

กรุณา ลงทะเบียนหรือ Log in ใน www.cdec.or.th เพื่อตอบคำถามและรับคะแนน 3 หน่วยกิตกรรม
<http://descdec.cda.or.th/CDECEXam/ExamAns?EXAMKEY=93273>